

BAB II

LANDASAN TEORI

Dalam merencanakan geometrik jalan, banyak yang harus dipertimbangkan oleh perencana diantaranya adalah mempertimbangkan faktor keamanan, kenyamanan, keselamatan dengan memaksimalkan biaya pelaksanaan.

Dalam perencanaan geometrik jalan pedoman pada perencanaan yang tercantum di dalam Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) NO. 38/T/BM/1997.

2.1 Ketentuan dalam Perencanaan Geometrik Jalan

Ketentuan dasar ini merupakan syarat yang harus diikuti sehingga dapat mangantisipasi masalah teknis sewaktu perencanaannya dan menghasilkan jalan yang optimal sewaktu pengerjaannya.

2.1.1 Klasifikasi Jalan

Jalan raya pada umumnya digolongkan dalam beberapa klasifikasi, yaitu : klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut kelas jalan, klasifikasi menurut medan jalan dan klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan (Bina Marga, 1997).

1. Klasifikasi menurut fungsi jalan

Klasifikasi menurut fungsi jalan terdiri atas 3 golongan yaitu :

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

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

2. Klasifikasi menurut kelas jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam muatan terberat (MST) dalam satuan ton.

Tabel 2.1 Klasifikasi jalan secara umum menurut kelas, fungsi, dan muatan sumbu terberat (MST)

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

(Sumber: Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, Ditjen Bina Marga 1970)

3. Klasifikasi menurut medan jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur.

Tabel 2.2 Klasifikasi menurut medan jalan

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

(Sumber: Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, Ditjen Bina Marga 1970)

4. Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan

Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya adalah jalan Nasional, jalan Propinsi, jalan Kabupaten/Kotamadya, jalan Desa dan jalan Khusus.

2.1.2 Volume Lalulintas

Volume lalulintas harian rata-rata (VLHR) adalah perkiraan volume lalulintas harian pada akhir tahun rencana lalulintas dinyatakan dalam smp/hari.

1. Satuan Mobil Penumpang (SMP)

SMP adalah angka satuan kendaraan dalam hal kapasitas jalan, angka satuan kendaraan, dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang.

2. Ekivalen Mobil Penumpang (EMP)

Faktor konversi sebagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalulintas, dimana mobil penumpang memiliki satu EMP.

Tabel 2.3 Ekivalen Mobil Penumpang (EMP)

No.	Jenis Kendaraan	Datar/ Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jeep, Station Wagon	1,0	1,0
2	Pick-Up, Bus Kecil, Truk Kecil	1,2-2,4	1,9-3,5
3	Bus dan Truck Besar	1,2-5,0	2,2-6,0

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota, Ditjen Bina Marga 1997)

2.1.3 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan pada suatu ruas jalan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan seperti tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang, dan lain-lain. Faktor yang mempengaruhi besarnya kecepatan rencana antara lain :

1. Kondisi pengemudi dan kendaraan yang bersangkutan
2. Sifat fisik jalan dan keadaan medan sekitarnya
3. Sifat dan tingkat penggunaan daerah

4. Cuaca
5. Adanya gangguan dari kendaraan lain
6. Batasan kecepatan yang diizinkan

Tabel 2.4 Kecepatan Rencana Sesuai Klasifikasi Fungsi dan Medan Jalan

Fungsi Jalan	Kecepatan Rencana V (Km/Jam)		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	70 - 120	60 - 80	40 - 70
Kolektor	60 - 90	50 - 60	30 - 50
Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota, Ditjen Bina Marga 1997)

2.2 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi horizontal dari sumbu jalan tegak lurus bidang peta situasi jalan. Alinyemen horizontal merupakan trase jalan yang terdiri dari :

1. Garis tegak lurus (garis tangen), merupakan jalan bagian lurus
2. Lengkung horizontal yang disebut tikungan

Pada perencanaan alinyemen horizontal pada seluruh bagian harus dapat memberikan pelayanan yang sesuai dengan fungsinya serta keamanan dan kenyamanan pemakainya.

Untuk membuat trase jalan yang baik dan ideal, maka harus memperhatikan syarat-syarat berikut :

1. Syarat ekonomis
 - a. Penarikan trase jalan yang tidak terlalu banyak memotong kontur, sehingga dapat menghemat biaya dalam pelaksanaan pekerjaan galian dan timbunan nantinya.
 - b. Penyediaan material dan tenaga kerja yang diharapkan tidak terlalu jauh dari lokasi proyek sehingga dapan menekan biaya.

2. Syarat teknis

Tujuannya adalah untuk mendapatkan jalan yang memberikan rasa keamanan dan kenyamanan bagi pemakai jalan tersebut. Oleh karena itu perlu diperhatikan

keadaan topografi tersebut, sehingga dapat dicapai perencanaan yang baik sesuai dengan keadaan daerah setempat.

2.2.1 Panjang Bagian Lurus

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

Tabel 2.5 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi Jalan	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	3000	2500	2000
Kolektor	2000	1750	1500

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota, Ditjen Bina Marga 1997)

Bagian yang sangat kritis pada alinyemen horizontal adalah bagian tikungan, dimana terdapat gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil dan dapat menyebabkan kendaraan terpelantak keluar jalur. Atas dasar ini perlu dipertimbangkan beberapa hal untuk memberi keamanan dan kenyamanan :

1. Jari-jari lengkung minimum

Untuk menghindari terjadinya kecelakaan, maka untuk kecepatan tertentu ditentukan jari-jari minimum untuk superlevasi maksimum 10%.

Tabel 2.6 Panjang Jari-jari Minimum untuk emaks = 10%

V (Km/Jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari-jari Minimum (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota, Ditjen Bina Marga 1997)

2. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari-jari tetap R. lengkung peralihan 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 berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati maupun meninggalkan tikungan.

Panjang lengkung peralihan (L) ditetapkan atas pertimbangan bahwa :

- a. Lama waktu perjalanan di lengkung peralihan perlu dibatasi untuk menghindarkan kesan perubahan alinyemen yang mendadak, ditetapkan 3 detik.
- b. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur-angsur pada lengkung peralihan dengan aman.
- c. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (r_e) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui r_{e-max} yang ditetapkan sebagai berikut :

Untuk V_R 70 km/jam, $r_{e-max} = 0,035$ m/m/detik

Untuk V_R 80 km/jam, $r_{e-max} = 0,025$ m/m/detik

2.2.2 Tikungan *Full Circle*

Tikungan *Full Circle* adalah suatu perencanaan garis lengkung maka perlu diketahui hubungan kecepatan rencana dengan kemiringan melintang jalan (superlevasi). Bentuk tikungan *Full Circle* ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangent yang relatif kecil, oleh karena itu tikungan ini dapat memberi kenyamanan dan keamanan bagi pengguna jalan raya, dalam merencanakan tikungan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Lengkung peralihan
2. Kemiringan melintang (superlevasi)
3. Pelebaran perkerasan jalan
4. Kebebasan samping

Jenis tikungan *Full Circle* ini merupakan jenis tikungan yang paling ideal ditinjau dari segi keamanan dan kenyamanan pengguna jalan, tetapi untuk penggunaan lahan dan biaya pembangunannya yang relatif terbatas.

Adapun batasan yang memperbolehkan menggunakan *Full Circle*.

Tabel 2.7 Jari-jari Minimum Yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

V (Km/Jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari-jari minimum (m)	2500	1500	900	500	350	250	130	60

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota, Ditjen Bina Marga 1997)

Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *Full Circle*, yaitu :

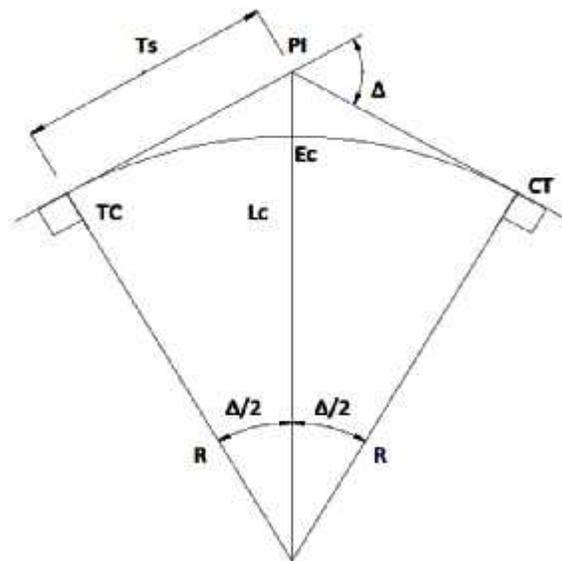
$$TC = R \times \tan^1 \frac{\Delta}{2} \dots \dots \dots 2.3$$

$$Lc = \frac{\Delta}{180} \cdot \pi \cdot R = 0,01745 \Delta R \dots \dots \dots 2.4$$

$$E = T \cdot \tan \frac{\Delta}{4} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

- = Sudut tikungan ($^{\circ}$)
- O = Titik pusat lingkaran
- R = Jari-jari tikungan (m)
- T = Jarak TC-PI atau PI-CT
- E = Jarak PI ke puncak busur lingkaran (m)
- L = Panjang lengkung (CT-TC), (m)
- PI = Titik potong antara 2 garis tangen

Gambar 2.1 Bentuk Tikungan *Full Circle*

2.2.3 Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

Bentuk tikungan ini digunakan pada daerah-daerah perbukitan atau pegunungan, karena tikungan jenis ini memiliki lengkung peralihan yang memungkinkan perubahan menikung tidak secara mendadak sehingga aman. Agar tidak mengakibatkan adanya kemiringan yang melebihi harga maksimum yang telah ditentukan, yaitu :

1. Kemiringan maksimum antar jalan kota : 0,10
2. Kemiringan maksimum jalan dalam kota : 0,08

Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *Spiral-Circle-Spiral*, yaitu :

$$X_s = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} \dots \dots \dots 2.6$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \cdot R} \dots \dots \dots 2.7$$

$$2 \theta_s = \frac{L_s}{2\pi \cdot R} \times 360 \dots \dots \dots 2.8$$

$$P = Y_s - R (1 - \cos s) \dots \dots \dots (2.9)$$

$$K = X_s - R \cdot \sin \theta_s \dots \dots \dots 2.10$$

Besaran-besaran yang harus dihitung, yaitu :

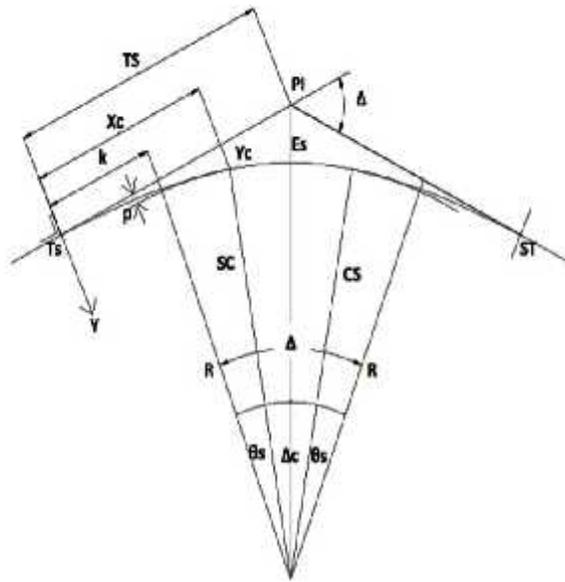
$$L_c = \frac{(\Delta - 2 \cdot \theta_s)}{180} \cdot \pi \cdot R \dots \dots \dots 2.11$$

$$\Delta_c = \Delta - 2 \cdot s \dots \dots \dots 2.12$$

$$L = L_c + 2 \cdot L_s \dots \dots \dots (2.13)$$

$$T_s = R + P \tan^{\frac{1}{2}} \Delta + K \dots \dots \dots 2.14$$

$$E_s = \frac{R + P}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R \dots \dots \dots 2.15$$



Gambar 2.2 Bentuk Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

2.2.4 Tikungan *Spiral-Spiral*

Tikungan *Spiral-Spiral* terdiri dari bagian spiral saja. Jenis tikungan ini adalah tikungan yang tajam, dengan sudut relatif besar dan jari-jari yang relatif kecil. Adapun rumus-rumus yang digunakan tikungan *Spiral-Circle-Spiral* :

$$L_s = \frac{2\pi R}{360} \cdot 2 \cdot \theta_s \text{ atau } L_s = \frac{\theta_s \cdot R}{28,648} \dots \dots \dots (2.16)$$

$$T_s = R + P \cdot \text{tg} \frac{1}{2} \Delta + k \dots \dots \dots (2.17)$$

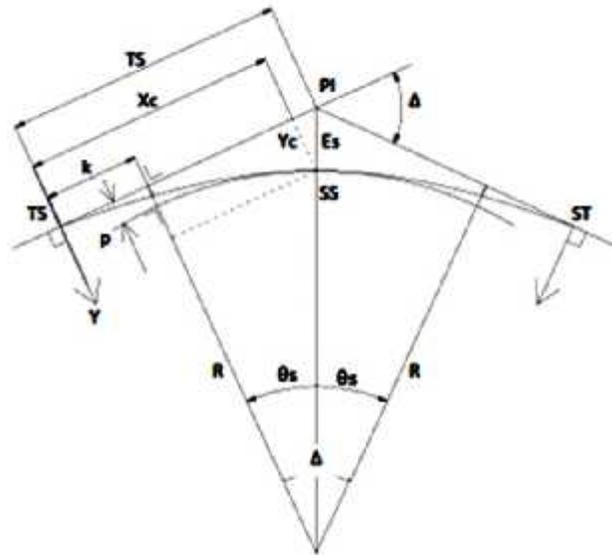
$$E_s = \frac{R + P}{\text{Cos.} \frac{1}{2} \Delta} - R \dots \dots \dots (2.18)$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \cdot \Delta \dots \dots \dots (2.19)$$

$$L = 2 \cdot L_s \dots \dots \dots (2.20)$$

$$P = p^* \cdot L_s \dots \dots \dots (2.21)$$

$$K = k^* \cdot L_s \dots \dots \dots (2.22)$$



Gambar 2.3 Bentuk Tikungan *Spiral-Spiral*

2.2.5 *Superelevasi*

Penggambaran *Superelevasi* dilakukan untuk mengetahui kemiringan-kemiringan jalan pada bagian tertentu yang bertujuan untuk mempermudah pengerjaan dilapangan. *Superelevasi* dapat dicapai secara bertahap dari kemiringan normal pada bagian jalan yang lurus dan kemiringan penuh (*Superelevasi*) pada bagian lengkung.

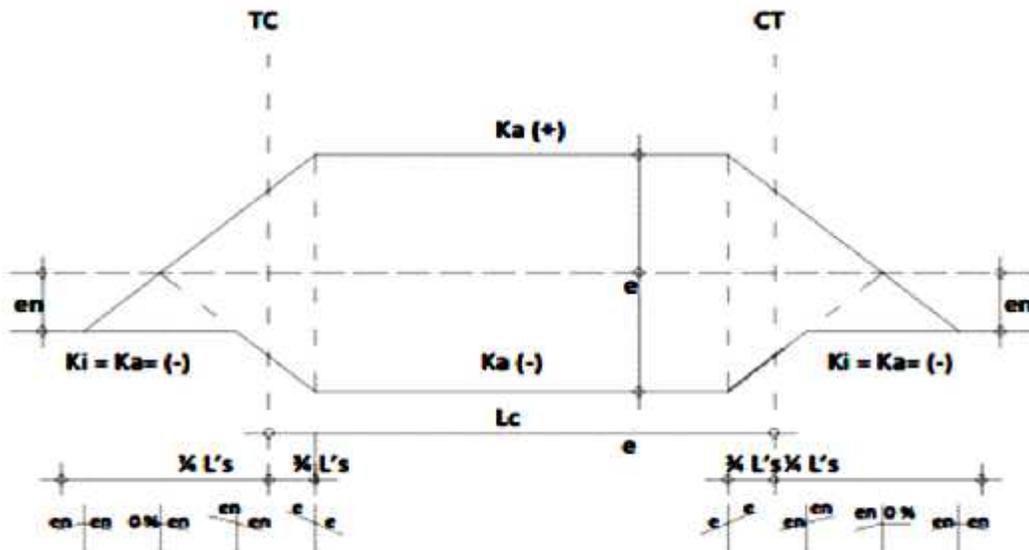
1. Pencapaian *Superelevasi*

- a. Pada tikungan *Spiral-Circle-Spiral*, *Superelevasi* dilakukan secara linier diawali bentuk normal sampai lengkung peralihan (TS) yang berbentuk pada bagian lurus jalan dan sampai *Superelevasi* penuh pada akhir bagian lengkung peralihan.
- b. Pada tikungan *Full Circle* pencapaian *Superelevasi* dilakukan secara linier, diawali dari bagian lurus sepanjang $2/3 L_s$ sampai dengan bagian lingkaran $1/3 L_s$.

- c. Pada tikungan *Spiral-Spiral* pencapaian *Superelevasi* seluruhnya dilakukan pada bagian spiral.

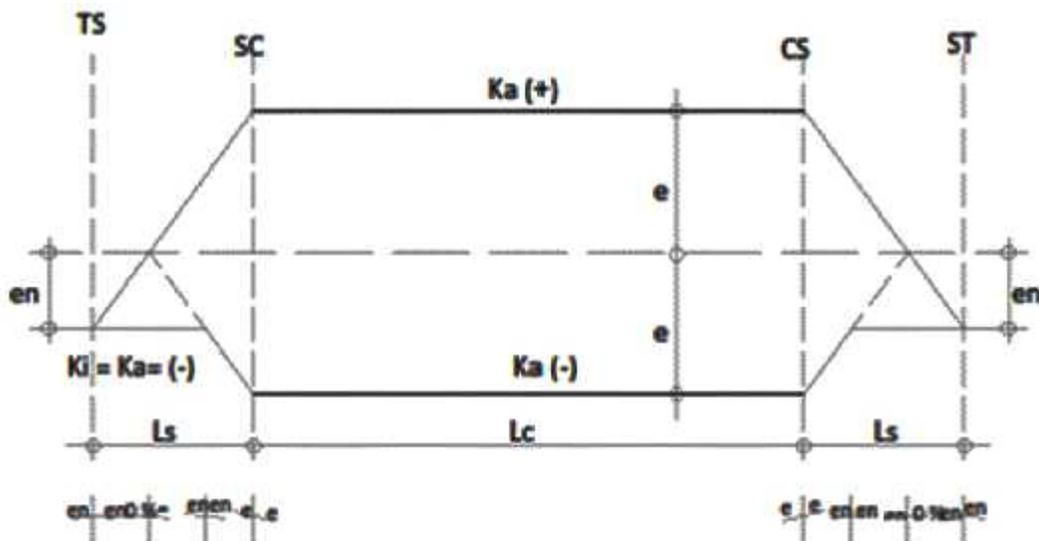
2. Diagram Superlevasi

- a. Tikungan *Full Circle*



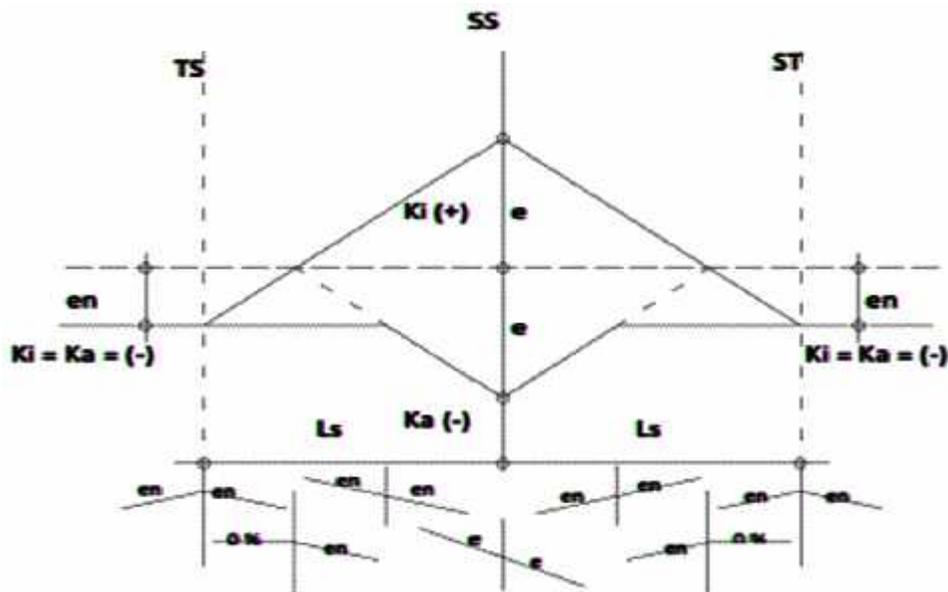
Gambar 2.4 Pencapaian Superlevasi Tikungan *Full Circle*

- b. Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*



Gambar 2.5 Pencapaian Superlevasi Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

c. Tikungan *Spiral-Spiral*



Gambar 2.6 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Spiral- Spiral*

2.2.6 Jarak Pandang

Jarak pandang adalah jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Jarak pandang dibedakan menjadi dua, yaitu Jarak Pandang Henti (J_h) dan Jarak Pandang Mendahului (J_d).

1. Jarak pandang henti (J_h) adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Setiap titik di sepanjang jalan harus memenuhi J_h .
 J_h diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan.
 J_h terdiri atas 2 elemen jarak, yaitu:
 - a. Jarak tanggap (J_{ht}) adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus

berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.

- b. Jarak pengereman (J_h) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

$$J_h = \frac{V_R}{3,6} T + \frac{V_R^2}{2 gf} \dots \dots \dots (2.23)$$

Dimana :

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

g = Percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det²

f = Koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35-0,55.

Tabel 2.8 Jarak Pandang Henti Minimum

V_R	120	100	80	60	50	40	30	20
J_h minimum (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota, Ditjen Bina Marga 1997)

- 2. Jarak Pandang Mendahului (J_d) adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula. J_d diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm.

Tabel 2.9 Panjang 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: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota, Ditjen Bina Marga 1997)

Jarak pandang mendahului (J_d), dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut :

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots \dots \dots (2.23)$$

dimana :

d_1 = Jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m)

d_2 = Jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m)

d_3 = Jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m)

d_4 = Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya diambil sama dengan $213 d_2$ (m).

2.2.7 Pelebaran Perkerasan pada Tikungan

Kendaraan yang bergerak dari jalan lurus ke tikungan sering kali tidak dapat mempertahankan lintasannya pada jalan yang disediakan, oleh karena itu perlu dilakukan pelebaran perkerasan pada tikungan-tikungan yang tajam, agar kendaraan tetap dapat mempertahankan lintasannya pada jalur yang telah disediakan. Pelebaran perkerasan ini merupakan faktor dari :

1. Jari-jari tikungan
2. Kecepatan kendaraan
3. Jenis dan ukuran kendaraan rencana (truck)

Rumus yang digunakan adalah :

$$B = \frac{\sqrt{Rc^2 - 64 + 1,25V^2} + 64 - \sqrt{Rc^2 - 64 - 1,25V^2}}{2} \dots \dots (2.24)$$

$$Z = \frac{0,105 \cdot V}{\sqrt{R}} \dots \dots \dots (2.25)$$

$$B_t = n \cdot B + C + Z \dots \dots \dots (2.26)$$

$$\Delta b = B_t - B_n \dots \dots \dots (2.27)$$

Keterangan :

B = Lebar perkerasan pada tikungan

Td = Lebar tambahan pengaruh dari tonjolan depan kendaraan

Z = Lebar tambahan akibat kesukaran pengemudi

- Bt = Lebar tambahan pengaruh dari tonjolan depan kendaraan
 b = Pelebaran pada tikungan

2.3 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah garis potong yang dibentuk oleh bidang vertikal melalui sumbu jalan (proyeksi tegak lurus bidang gambar). Alinyemen vertikal merupakan bentuk geometrik jalan dalam arah vertikal. Profil ini menggambarkan tinggi rendahnya permukaan jalan terhadap muka tanah asli yang akan menggambarkan kemampuan kendaraan truk (sebagai kendaraan standar) yang bermuatan penuh untuk melakukan penanjakan. Alinyemen vertikal berkaitan erat dengan besarnya biaya pembangunan jalan, biaya operasional kendaraan serta jumlah lalu lintas.

2.3.1 Landai Maksimum dan Panjang Maksimum Landai

Panjang kritis landai adalah panjang yang masih dapat diterima tanpa mengakibatkan gangguan lalu lintas. Landai maksimum hanya digunakan bila pertimbangan biaya sangat memaksa dan hanya untuk jarak yang pendek. Adapun syarat panjang kritis dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Kelandaian Maksimum yang Diizinkan

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

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota, Ditjen Bina Marga 1997)

2.3.2 Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal adalah lengkung yang dipakai untuk mengadakan peralihan secara berangsur-angsur dari suatu landai ke landai berikutnya. Lengkung vertikal terbagi atas lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung. Pada setiap landai haruslah memenuhi keamanan, kenyamanan dan drainase yang baik. Maka persamaan umum dari lengkung vertikal, yaitu :

$$Y' = \pm \frac{g_2 - g_1}{2.L} . X^2 \dots \dots \dots (2.28)$$

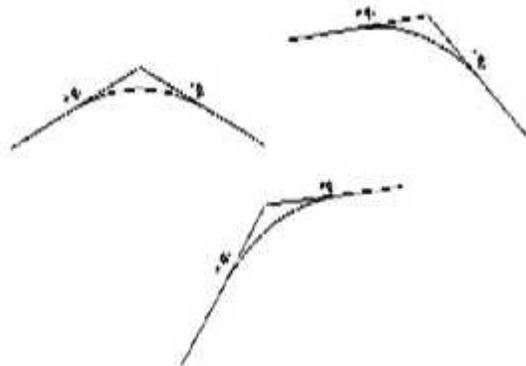
Untuk kelandaian menaik diberi tanda (+), sedangkan kelandaian menurun diberi tanda (-). Ketentuan menaik atau menurun ditinjau dari sebelah kiri.

$$EV = \frac{A.L}{800} \dots \dots \dots (2.29)$$

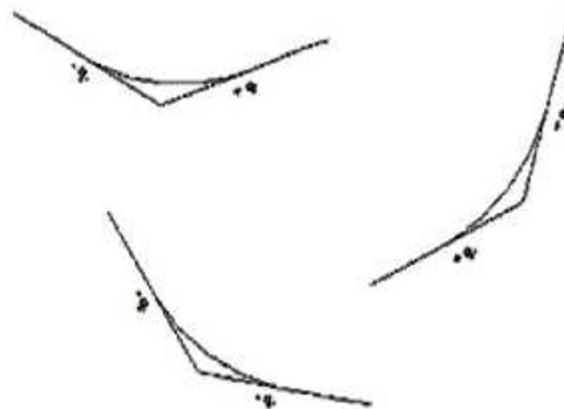
Keterangan :

A = (g₁+g₂)

L = Panjang lengkung vertikal



Gambar 2.7 Alinyemen Vertikal Cembung



Gambar 2.8 Alinyemen Vertikal Cekung

2.4 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Perkerasan jalan adalah suatu bagian konstruksi jalan yang terletak diatas tanah dasar yang bertujuan untuk melewati lalulintas dengan aman dan nyaman serta menerima dan meneruskan beban lalulintas ketanah dasar.

2.4.1 Kriteria perancangan

1. Lalu lintas

a. Jumlah lajur dan lebar lajur rencana

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan sesuai tabel 2.11.

Tabel 2.11 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

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

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

b. Distribusi kendaraan per lajur rencana

Distribusi kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana adalah sesuai dengan jumlah lajur dan arah. Distribusi kendaraan ringan dan berat pada lajur rencana dipengaruhi oleh volume lalu lintas, sehingga untuk menetapkannya diperlukan survey. Namun koefisien distribusi kendaraan (D_L) dapat menggunakan pendekatan sesuai tabel 2.12.

Tabel 2.12 Koefisien Distribusi Kendaraan per Lajur Rencana (D_L)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan (Mobil Penumpang)		Kendaraan Berat (Truk dan Bus)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,600	0,500	0,700	0,500

3	0,400	0,400	0,500	0,475
4	0,300	0,300	0,400	0,450
5	-	0,250	-	0,425
6	-	0,200	-	0,400

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

c. Akumulasi lalu lintas pada lajur rencana (W_{18})

Akumulasi lalu lintas pada lajur rencana (W_{18}) diberikan dalam komulatif beban sumbu standar. Untuk mendapatkan lalu lintas pada lajur rencana ini, digunakan persamaan berikut:

$$(W_{18}) = 365 \times D_L \times W_{18} \dots\dots\dots(2.30)$$

Keterangan:

(W_{18}) adalah akumulasi lalu lintas pada lajur rencana per tahun

D_L adalah faktor distribusi lajur pada lajur rencana (Tabel 2.12)

W_{18} adalah akumulasi beban sumbu standar komulatif perhari, sesuai persamaan dibawah ini:

$$W_{18} = \sum_i^n BS_i LEF_i \dots\dots\dots(2.31)$$

Keterangan :

BS_i adalah beban sumbu setiap kendaraan

LEF_i adalah faktor ekivalen beban setiap sumbu kendaraan

d. Akumulasi beban sumbu standar selama umur rencana (W_{18})

Lalu lintas yang digunakan untuk perancangan tebal perkerasan lentur dalam pedoman perancangan tebal perkerasan lentur adalah lalu lintas komulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban sumbu standar komulatif pada lajur rencana selama setahun (W_{18}) dengan besaran kabaikan lalu lintas. Secara numerik rumusan lalu lintas komulatif ini adalah sebagai berikut:

$$W_t = W_{18} = W_{18} \times \frac{1+g^{n-1}}{g} \dots\dots\dots(2.32)$$

Keterangan:

$W_t = W_{18}$ adalah jumlah beban sumbu tunggal standar komulatif pada lajur rencana

w_{18} adalah beban sumbu standar komulatif selama 1 tahun pada lajur rencana

n adalah umur rencana (tahun)

g adalah perkembangan lalu lintas (%)

2. Tingkat kepercayaan (Reliabilitas)

Penyertaan tingkat kepercayaan pada dasarnya merupakan cara untuk memasukkan faktor ketidakpastian ke dalam proses perancangan, yaitu dalam rangka memastikan bahwa berbagai alternatif perancangan perkerasan akan bertahan selama umur rencana. Faktor tingkat kepercayaan memperhitungkan kemungkinan adanya variasi pada lalu lintas dua arah prediksi (w_{18}) serta prediksi kinerja, sehingga dapat memberikan tingkat kepastian (R) yang seksi perkerasannya akan bertahan selama umur rencana yang ditetapkan.

Pada umumnya meningkatkan volume lalu lintas dan kesukaran untuk mengalihkan lalu lintas memperlihatkan resiko kinerja yang tidak diharapkan. Hal ini dapat diatasi dengan memilih tingkat reliabilitas yang lebih tinggi. Pada tabel 2.14 diperlihatkan bahwa tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan.

Reliabilitas kinerja perancangan dikontrol dengan faktor reliabilitas (F_R) yang dikalikan dengan perkiraan lalu lintas (W_{18}) selama umur rencana. Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, faktor reliabilitas merupakan fungsi dari deviasi standar keseluruhan (*overall standard deviation*, S_o) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas dan perkiraan kinerja untuk w_{18} yang diberikan. Dalam perancangan perkerasan lentur, tingkat kepercayaan (R) diakomodasi dengan parameter deviasi normal standar (Z_R). Nilai Z_R dapat dilihat pada tabel 2.14.

Tabel 2.13 Tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Bebas Hambatan	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 - 95

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

Penerapan konsep reliabilitas harus memperhatikan langkah-langkah berikut ini:

- a. Definisikan klasifikasi fungsional jalan dan tentukan apakah merupakan jalan perkotaan atau jalan antar kota.
- b. Pilih tingkat reliabilitas dari rentang yang diberikan pada tabel 2.13
- c. Pilih deviasi standar (S_o) yang harus mewakili kondisi setempat. Rentang nilai S_o adalah 0,35 – 0,45.

Tabel 2.14 Deviasi normal standar (Z_R) untuk berbagai tingkat kepercayaan (R)

Tingkat Kepercayaan, R (%)	Deviasi Normal Standar, Z_R	Tingkat Kepercayaan, R (%)	Deviasi Normal Standar, Z_R	Tingkat Kepercayaan, R (%)	Deviasi Normal Standar, Z_R
50,00	-0,000	90,00	-1,282	96,00	-1,751
60,00	-0,253	91,00	-1,340	97,00	-1,881
70,00	-0,524	92,00	-1,405	98,00	-2,054
75,00	-0,674	93,00	-1,476	99,00	-2,327
80,00	-0,841	94,00	-1,555	99,90	-3,090
85,00	-1,037	95,00	-1,645	99,99	-3,750

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

3. Menentukan Daya Dukung Tanah

Lapis perkerasan jalan berfungsi menerima dan menebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri. Dengan demikian dapat memberikan kenyamanan kepada pengemudi selama pelayanan jalan tersebut. Untuk itu dalam perencanaan konstruksi, lapis konstruksi perkerasan perlu

sekali mempertimbangkan semua faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pelayanan konstruksi perkerasan jalan seperti:

a. Sifat tanah dasar

Lapisan tanah dasar merupakan lapisan yang paling atas, yang nantinya akan diletakkan lapis perkerasan di atasnya. Kualitas tanah dasar akan sangat mempengaruhi kualitas dari perkerasan secara keseluruhan. Sebelum dilakukan pekerjaan konstruksi perkerasan tanah dasar ini terlebih dahulu harus diperiksa daya dukungnya. Pemeriksaan daya dukung tanah dapat dilakukan dengan CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan cara paling sering digunakan di Indonesia, DCP (*Dynemic Cone Penetrometer*) dan lain sebagainya CBR diperoleh dari hasil pemeriksaan contoh tanah yang telah disiapkan di laboratorium ataupun dilapangan. Sebelum dilakukan pengambilan contoh dilapangan perlu dilakukan evaluasi terhadap kedalaman atau elevasi tanah dasar rencana, sehingga para pengambil contoh dapat mengetahui pada posisi mana tanah harus diambil sebagai sampel untuk di uji.

i. Bila tanah dasar merupakan tanah hasil timbunan.

Maka perlu ditinjau ketebalan lapisan timbunan tersebut. Untuk timbunan kurang dari 1 meter, maka sampel tanah diambil baik dari bahan timbunan maupun tanah aslinya. Untuk timbunan lebih dari 1 meter maka sampel tanah yang diambil cukup dari tanah timbunannya saja.

ii. Bila tanah dasar merupakan tanah hasil galian

Maka perlu diketahui kedalaman dari galian tersebut dari permukaan tanah aslinya. Dari kedalaman ini dapat diambil kesimpulan apakah perlu dilakukan tes pit (sumur uji) atau cukup dilakukan analisa lapis dan sifat-sifat tanah lainnya dengan cara pengeboran.

iii. Bila tanah dasar sama dengan muka tanah asli.

Maka pengambilan contoh tanah dilakukan di sepanjang trase jalan. Interval pengambilan harus berdasarkan jenis tanah disepanjang trase tersebut. Untuk jenis tanah yang sama maka pengambilan contoh dapat dilakukan dengan interval 1 km sekali, namun apabila terjadi pergantian jenis tanah, maka sampel tanah harus diambil pada setiap perubahan tersebut.

Penentuan nilai CBR untuk jalan perlu mempertimbangkan segi ekonomis namun tidak mengorbankan segi kekuatan untuk konstruksi jalan yang akan dibangun. Pada kenyataannya, besar harga CBR pada setiap titik pengujian disepanjang jalan tidaklah sama. Hal ini disebabkan oleh tidak seragamnya jenis dan kondisi tanah yang ada. Apabila perencanaan tebal lapis perkerasan hanya berdasarkan nilai CBR yang paling kecil maka dapat dipastikan akan menghabiskan biaya yang cukup mahal.

Sebaliknya apabila diambil dari nilai CBR yang terbesar, maka dipastikan hasil perencanaan tidak akan memenuhi syarat. Sebaliknya sepanjang jalan tersebut dibagi atas segmen-segmen jalan, dimana setiap segmennya mempunyai daya dukung yang hampir sama. Jadi segmen jalan adalah bagian dari panjang jalan yang mempunyai sifat-sifat tanah yang sama, antara lain daya dukung tanah, jenis tanah dan keadaan lingkungannya. Setiap segmen jalan mempunyai satu nilai CBR yang mewakili daya dukung tanah dasar dan digunakan untuk perencanaan tebal lapis perkerasan pada segmen jalan tersebut. Nilai CBR segmen dapat ditentukan dengan cara analitis yaitu:

i. Cara Analitis

Perhitungan CBR dengan cara analitis dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$CBR_{\text{Segmen}} = \frac{CBR_{\text{rata-rata}} - CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}}}{R} \dots \dots (2.33)$$

Tabel 2.15 Nilai R untuk Perhitungan CBR Segmen

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

(Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Tahun, 1987)

4. Drainase

Salah satu tujuan utama dari perancangan perkerasan jalan ialah agar lapisan pondasi, pondasi bawah dan tanah dasar terhindar dari pengaruh air, namun selama umur layan masuknya air pada perkerasan sulit untuk dihindari. Air yang berlebihan dalam struktur perkerasan akan berpengaruh negatif terhadap kinerja perkerasan jalan. Dalam (AASHTO, 1993) efek merugikan yang disebabkan oleh air pada perkerasan jalan adalah:

- a. Air dipermukaan aspal dapat menyebabkan berubahnya kadar air, berkurangnya nilai modulus dan hilangnya kekuatan tarik. Kejenuhan dapat mengurangi modulus aspal sebesar 30% atau lebih.
- b. Kadar air yang bertambah pada agregat *unbound* di lapisan *base* dan *subbase* harus diantisipasi karena akan menyebabkan hilangnya kekakuan sebesar 50% atau lebih.
- c. Pada lapisan *asphalt treated base* nilai modulus dapat berkurang sampai 30% atau lebih dan meningkatkan kerentanan terhadap erosi pada lapisan *cement treated base* atau *lime treated base*.

- d. Butiran tanah halus yang jenuh pada *roadbed soil* dapat mengalami pengurangan modulus lebih dari 50%.

Kualitas drainase menurut AASHTO 1993 adalah berdasarkan pada metoda *time-to-drain*. *Time-to-drain* adalah waktu yang dibutuhkan oleh sistem perkerasan untuk mengalirkan air dari keadaan jenuh sampai pada derajat kejenuhan 50%. Nilai dari *time-to-drain* ditentukan dengan persamaan:

$$t = T_{50} \times m_d \times 24 \dots\dots\dots(2.34)$$

Keterangan:

t adalah *time-to-drain* (jam)

T_{50} adalah time factor

m_d adalah faktor yang berhubungan dengan porositas efektif, permeabilitas, resultan panjang serta tebal lapisan drainase.

Nilai time factor (T_{50}) ditentukan oleh geometri dari lapisan drainase. Geometri lapisan drainase terdiri atas resultan kemiringan (*resultant slope*, S_R), resultan panjang pengaliran (*resultant length*, L_R) dan ketebalan dari lapisan drainase. Faktor-faktor geometri tersebut dipakai untuk menghitung nilai faktor kemiringan (S_1) dengan persamaan:

$$S_1 = \frac{L_R \times S_R}{H} \dots\dots\dots(2.35)$$

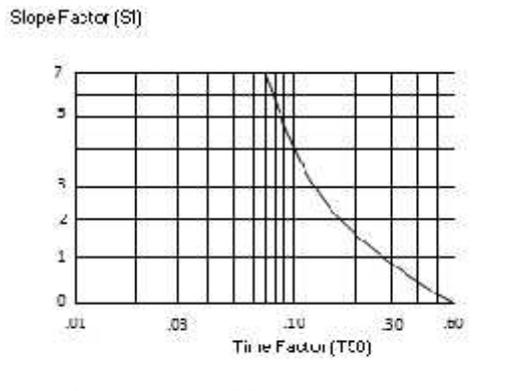
Keterangan:

S_R adalah $(S^2 + S_x^2)^{1/2}$

L_R adalah $W [1 + (\frac{S}{S_x})^2]^{1/2}$

H adalah tebal dari lapisan permeable (feet)

Untuk menentukan nilai T digunakan grafik T_{50} seperti pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Grafik Time Factor

Nilai m_d pada rumus 2.36 dihitung dengan rumus:

$$m_d = \frac{n_e \times L_R^2}{k \times H} \dots\dots\dots(2.36)$$

Keterangan :

n_e adalah porositas efektif lapisan drainase

L_R adalah resultan panjang (feet)

H adalah tebal lapisan drainase dalam feet

k adalah permeabilitas lapisan drainase dalam feet/hari sesuai rumus dibawah ini:

$$k = \frac{6,216 \times 10^5 \times D_{10}^{1,478} \times n^{6,654}}{F_{200}^{0,597}} \dots\dots\dots(2.34)$$

Keterangan:

K = adalah permeabilitas lapisan drainase dalam *feet*/hari

P_{200} = adalah berat agregat yang lolos saringan no. 200 dalm persen

D_{10} = adalah ukuran efektif atau ukuran butir agregat 10% berat lolos saringan

n = adalah porositas material (tanpa satuan), nilai rasio dari volume relatif dan total volume

Kualitas drainase pada perkerasan lentur diperhitungkan dalam perancangan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif yang dimodifikasi. Faktor untuk memodifikasi koefisien kekutan relatif ini adalah koefisien drainase (m) dan disertakan ke dalam Persamaan Nilai Srtuktural (Structural Number, SN) bersama-sama dengan koefisien kekuatan relatif (a) dan ketebalan (D).

Pada tabel 2.16 Koefisien Drainase (m) yang merupakan fungsi dari kualitas drainase ban persen waktu selama setahun struktur untuk perancangan akan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh:

Tabel 2.16 Koefisien Drainase (m) untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif material *untreated base* dan *subbase*

Kualitas Drainase	Persen Waktu Struktur Perkerasan Dipengaruhi Oleh Kadar Air yang Mendekati Jenuh			
	< 1%	1-5%	5-25%	>25%
Baik sekali	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Sedang	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Jelek	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Jelek sekali	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

5. Kinerja perkerasan

Tingkat pelayanan perkerasan dinyatakan dengan “indeks pelayanan (IP) saat ini”, yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran ketidakrataan (roughness) dan kerusakan (alur, retak dan tambalan). Nilai PSI berkisar antara 0 – 5, nilai lima menunjukkan bahwa perkerasan mempunyai kondisi yang ideal (paling baik), sedangkan nilai nol menunjukkan bahwa perkerasan tidak dapat dilalui kendaraan. Untuk keperluan perancangan, diperlukan penentuan indeks pelayanan awal dan akhir.

Indeks pelayanan awal (IPo) diperoleh berdasarkan perkiraan pengguna jalan terhadap kondisi perkerasan yang selesai dibangun. Pada *AASHO Road Test*, indeks pelayanan awal yang digunakan untuk perkerasan lentur adalah 4,2. Karena adanya variasi metode pelaksanaan dan standar bahan, indeks pelayanan awal sebaiknya ditetapkan menurut kondisi setempat. Indeks pelayanan akhir (IPt) merupakan tingkat pelayanan terendah yang masih dapat diterima sebelum perkerasan perlu diperkuat atau direkonstruksi. Untuk jalan-jalan utama, indeks pelayanan akhir sebaiknya

digunakan minimum 2,5, sedangkan untuk jalan-jalan yang kelasnya lebih rendah dapat digunakan 2,0.

Dalam menentukan indeks pelayanan perkerasan lentur pada akhir umur rencana (IPt), perlu di pertimbangkan faktor – faktor klasifikasi fungsional jalan sebagaimana diperlihatkan pada tabel 2.17.

Sedangkan dalam menentukan indeks pelayanan pada awal umur rencana (IPo), perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan lentur pada awal umur rencana. Pada tabel 2.18 terdapat indeks pelayanan pada awal umur rencana (IPo) untuk nenerapa jenis lapis perkerasan.

Tabel 2.17 Indeks pelayanan perkerasan lentur pada akhir umur rencana (IPt)

Klasifikasi Jalan	Indeks Pelayanan Perkerasan Akhir Umur Rencana (IPt)
Bebas Hambatan	2,5
Arteri	2,5
Kolektor	2,0

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

Tabel 2.18 Indeks pelayanan pada awal umur rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo
Lapis Beton Aspal (Laston/AC) dan Lapis Beton Aspal Modifikasi (Laston Modifikasi/AC-Mod)	4
Lapis Tipis Beton Aspal (Lataston/HRS)	4

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

6. Koefisien kekuatan relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif bahan jalan, baik campuran beraspal sebagai lapis permukaan (lapis aus dan lapis permukaan antara), lapis pondasi serta lapis pondasi bawah disajikan pada tabel 2.19

Tabel 2.19 Koefisien kekuatan relatif bahan jalan (a)

Jenis Bahan	Kekuatan Bahan						Koefisien Kekuatan Relatif		
	Modulus Elastisitas		Stabilita Marshal (kg)	KuatTekan Bebas (kg/m ²)	ITS (kPa)	CBR (%)	a ₁	a ₂	a ₃
	(MPa)	(x1000 psi)							
1. Lapis Permukaan									
Laston Modifikasi									
-Lapis Aus Modifikasi	3.200	460	1000				0,414		
-Lapis Antara Modifikasi	3.500	508	1000				0,36		
Laston									
-Lapis Aus	3.000	435	800				0,400		
-Lapis Antara	3.200	464	800				0,344		
Lataston									
-Lapis Aus	2.300	340	800				0,350		
2. Lapis Pondasi									
Lapis Pondasi Laston Modifikasi	3.700	536	2250					0,3	
Lapis Pondasi Laston	3.300	480	180					0,2	
Lapis Pondasi Lataston	2.400	350	800						
Lapis Pondasi LAPEN								0,1	
CMRFB (<i>Cold Mix Recycling Foam Bitumen</i>)								0,2	
Beton Padat Giling	5.900	850		70				0,2	

(BPG/RCC)									
CTB	5.350	776		45				0,2	
CTRB (<i>Cement Treated Recycling Base</i>)	4.450	645		35				0,1	
CTSB (<i>Cement Treated Subbase</i>)	4.450	645		30				0,1	
CTRSB (<i>Cement Treated Recycling Subbase</i>)	4.270	619		35				0,1	
Tanah Semen	4.000	580		24				0,1	
Tanah Kapur	3.900	566		20				0,1	
Agregat Kelas A	200	29				90		0,1	
3. Lapis Pondasi Bawah									
Agregat Kelas B	125	18				60			0,125
Agregat Kelas C	103	15				35			0,112
Konstruksi Telford									
-Pemadatan Mekanis						52			0,104
-Pemadatan Manual						32			0,074
Material Pilihan (<i>Selected Material</i>)	84	12				10			0,080

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

7. Pemilihan tipe lapisan beraspal

Tipe lapisan beraspal yang digunakan sebaiknya disesuaikan dengan kondisi jalan yang akan dibuat, yaitu sesuai dengan lalu lintas rencana serta kecepatan kendaraan (terutama truk) seperti tabel 2.20.

Tabel 2.20 Pemilihan tipe lapisan beraspal berdasarkan lalu lintas rencana dan kecepatan kendaraan

Lalu Lintas Rencana (Juta)	Tipe Lapisan Beraspal	
	Kecepatan Kendaraan; 20 – 70 km/jam	Kecepatan Kendaraan; 70 km/jam
< 0,3	Perancangan perkerasan lentur untuk lalu lintas rendah	
0,3 – 10	Lapis Tipis Beton Aspal (Laston/HRS)	Lapis Tipis Beton Aspal (Laston/HRS)
10 – 30	Lapis Beton Aspal (Laston/AC)	Lapis Beton Aspal (Laston/AC)
30	Lapis Beton Aspal Modifikasi (Laston Mod/AC-Mod)	Lapis Beton Aspal (Laston /AC)

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

8. Ketebalan minimum lapisan perkerasan

Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perancangan yang tidak praktis.

Tabel 2.21 Tebal minimum lapisan perkerasan

Jenis Bahan	Tebal Minimum	
	(inci)	(cm)
1. Lapis Permukaan		
Laston Modifikasi		
-Lapis Aus Modifikasi	1,6	4,0

-Lapis Antara Modifikasi	2,4	6,0
Laston		
-Lapis Aus	1,6	4,0
-Lapis Antara	2,4	6,01
Lataston		
-Lapis Aus	1,2	3,0
2. Lapis Pondasi		
Lapis Pondasi Laston Modifikasi	2,9	7,5
Lapis Pondasi Laston	2,9	7,5
Lapis Pondasi Lataston	1,4	3,5
Lapis Pondasi LAPEN	2,5	6,5
Agregat A	4,0	10,0
CMRFB (<i>Cold Mix Recycling Foam Bitumen</i>)	6,0	15,00
Beton Padat Giling (BPG/RCC)	6,0	15,00
CTB	6,0	15,00
CTRB (<i>Cement Treated Recycling Base</i>)	6,0	15,00
CTSB (<i>Cement Treated Subbase</i>)	6,0	15,00
CTRSB (<i>Cement Treated Recycling Subbase</i>)	6,0	15,00
Tanah Semen	6,0	15,00
Tanah Kapur	6,0	15,00
3. Lapis Pondasi Bawah		
Agregat Kelas B	6,0	15,00
Agregat Kelas C	6,0	15,00
Konstruksi Telford	6,0	15,00
Material Pilihan (<i>Selected Material</i>)	6,0	15,00

(Sumber: Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, 2012)

2.4.2 Penentuan Nilai Struktur Yang Diperlukan

1. Persamaan dasar

Untuk suatu kondisi tertentu, penentuan nilai struktur perkerasan lentur (Indeks Tebal Perkerasan, SN) dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Log (W18)} = Z_r + S_0 + 9,36 \times \text{Log (Sn + 1)} - 0,20 + \frac{\text{Log} \left(\frac{\Delta I P}{I P_0 - I P_f} \right)}{0,40 + \frac{1094}{(sn+1)^{5,19}}} +$$

$$2,32 \text{ Log } (M_r) - 8,07 \dots\dots\dots(2.37)$$

Keterangan :

- W_{18} (W_t) = Komulatif lalu lintas selama umur rencana
- Z_R = Deviasi normal standar sebagai fungsi dari tingkat kepercayaan (R), yaitu dengan menganggap bahwa semua parameter masukan yang digunakan adalah nilai rata-ratanya.
- S_o = Gabungan *standard error* untuk perkiraan lalu lintas dan kinerja
- IP = Perbedaan antara indeks pelayanan pada awal umur rencana (IPo) dengan indeks pelayanan pada akhir umur rencana (IPt)
- M_R = Modulus resilien tanah dasar efektif (psi)
- IP_f = Indeks pelayanan jalan hancur (minimum 1,5)

2. Estimasi lalu lintas

Untuk mengestimasi volume komulatif lalu lintas selama umur rencana (W_{18})

3. Tingkat kepercayaan dan pengaruh drainase

Untuk menetapkan tingkat kepercayaan atau reliabilitas dalam proses perancangan dan pengaruh drainase.

4. Modulus resilien tanah dasar efektif

Untuk menentukan modulus resilien akibat variasi musim, dapat dilakukan dengan pengujian dilaboratorium dan pengujian CBR lapangan, kemudian dikorelasi dengan nilai modulus resilien.

5. Pemilihan tebal lapisan

Perhitungan perancangan tebal perkerasan didasarkan pada kekuatan relative setiap lapisan perkerasan, dengan rumus 2.41.

$$SN = a_{1-1} \times D_{1-1} + a_{1-2} \times D_{1-2} + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3 \dots\dots\dots(2.38)$$

Keterangan :

- $a_1, a_2, a_3,$ = Koefisien kekuatan lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah sesuai tabel 2.16.
- $D_1, D_2, D_3,$ = Tebal lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah (inci) dan tebal minimum untuk setiap lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah sesuai tabel 2.20.

m_2, m_3 = Koefisien drainase lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah sesuai tabel 2.18

6. Analisis perancangan tebal lapisan

Adapun tahapan perhitungan adalah sebagai berikut:

- a. Tetapkan umur rencana perkerasan dan jumlah lajur lalu lintas yang akan dibangun.
- b. Tetapkan indeks pelayanan akhir (IPt) dan susunan struktur perkerasan perkerasan rancangan yang diinginkan.
- c. Hitung CBR tanah dasar yang mewakili segmen, kemudian hitung modulus reaksi tanah dasar efektif (M_R) dengan menggunakan rumus...
- d. Hitung lalu lintas rencana selama umur rencana yang telah ditetapkan, yaitu berdasarkan volume, beban sumbu setiap kendaraan, perkembangan lalu lintas. Untuk menganalisis lalu lintas selama umur rencana diperlukan coba-coba nilai SN dengan indeks pelayanan akhir (IPt) yang telah dipilih. Hasil iterasi selesai apabila prediksi lalu lintas rencana relative sama dengan (sedikit dibawah) kemampuan konstruksi perkerasan rencana yang diinterpretasikan dengan lalu lintas, yaitu dengan menggunakan rumus 2.40.
- e. Tahap berikutnya adalah menentukan nilai structural seluruh lapis perkerasan diatas tanah dasar. Dengan cara yang sama, selanjutnya menghitung nilai structural bagian perkerasan di atas lapis pondasi bawah dan di atas lapis pondasi atas.

2.5 Perencanaan Bangunan Pelengkap

2.5.1 Drainase

Saluran samping merupakan sistem drainase yang berkaitan dengan pengendalian aliran air permukaan, yang memiliki fungsi mengalirkan air hujan/air secepat mungkin keluar dari permukaan jalan selanjutnya dialirkan lewat saluran samping; menuju saluran pembuang akhir dan mencegah aliran air yang berasal dari

$S_n = \text{Reduced standar deviation}$

Tabel 2.22 *Reduced Mean (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	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5300	0,5820	0,5882	0,5343	0,5353
30	0,5363	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5400	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430
40	0,5463	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5468	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	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									

(Sumber : CD Soemarto, 1999)

Tabel 2.23 *Reduced Standar Deviation (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	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2046	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065									

(Sumber : CD Soemarto, 1999)

Tabel 2.24 *Reduced Variate*

Periode Ulang	Reduced Variate
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9606
25	3,1985

50	3,9019
100	4,6001
200	5,2960
500	6,2140
1000	6,9190
5000	8,5390
10000	9,9210

(Sumber : CD Soemarto,1999)

b. Metode *Log Pearson* tipe III

Apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y = \quad + k \times s \dots \dots \dots (2.40)$$

Dimana:

X = Curah hujan (mm)

YT = Nilai logaritmik dari X atau log X dengan periode ulang tertentu

Y = Rata-rata hitung (lebih baik rata-rata geometrik) nilai Y

S = Deviasi standar nilai Y

k = Karakteristik distribusi peluang log-pearson tipe III (dapat dilihat pada Tabel 2.4.)

Langkah-langkah perhitungan kurva distribusi *Log Pearson* III adalah :

1. Tentukan logaritma dari semua nilai variat X

2. Hitung nilai rata-ratanya :

$$\log x = \frac{\sum \log X}{n} \dots \dots \dots (2.41)$$

3. Hitung nilai deviasi standarnya dari log X :

$$s \log X = \frac{\sqrt{\sum \log X - \log X}}{n - 1} \dots \dots \dots (2.42)$$

4. hitung nilai koefisien kemencengan

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X - \log x)}{n - 1 \quad n - 2 \quad (s \log X)} \dots \dots \dots (2.43)$$

Sehingga persamaan garis lurusnya dapat ditulis:

$$\log X = \log x + k s \log x \dots \dots \dots (2.44)$$

5. Menentukan anti log dari log X, untuk mendapat nilai X yang diharapkan terjadi pada tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan nilai Csnya.

Tabel 2.25 Harga k untuk Distribusi *Log Pearson* tipe III

Kemencengan (CS)	Periode Ulang							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,200	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,089	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802

-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

(Sumber: Soewarno,1995)

3. Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Untuk menentukan Debit Banjir Rencana (*Design Flood*), perlu didapatkan harga suatu Intensitas Curah Hujan terutama bila digunakan metoda rational. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau. Untuk menghitung intensitas curah hujan, dapat digunakan beberapa macam metode sebagai berikut :

a. Menurut Dr. Mononobe

Rumus ini digunakan apabila data curah hujan yang tersedia hanya curah hujan harian .

Rumus :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \frac{24^2}{t^3} \dots \dots \dots (2.45)$$

Dimana:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- R₂₄ = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- T = Lamanya curah hujan (jam)

b. Menurut Sherman

Rumus:

$$I = \frac{a}{t^b} \dots \dots \dots (2.46)$$

$$\log a = \frac{\sum_{i=1}^n (\log i) \sum_{i=1}^n (\log t)^2 - \sum_{i=1}^n (\log t \cdot \log i) \sum_{i=1}^n (\log t)}{n \sum_{i=1}^n (\log t)^2 - \left(\sum_{i=1}^n (\log t) \right)^2}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (\log i) \sum_{i=1}^n (\log t) - n \sum_{i=1}^n (\log t \cdot \log i)}{n \sum_{i=1}^n (\log t)^2 - \left(\sum_{i=1}^n (\log t) \right)^2}$$

Di mana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lamanya curah hujan (menit)

a,b = Konstanta yang tergantung pada lama curah hujan yang terjadi di daerah aliran.

n = Banyaknya pasangan data i dan t

c. Menurut Talbot

Rumus :

$$I = \frac{a}{(t + b)} \dots \dots \dots (2.47)$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lamanya curah hujan (menit)

a,b = Konstanta yang tergantung pada lama curah hujan yang terjadi di daerah aliran.

n = Banyaknya pasangan data i dan t

d. Menurut Ishiguro

Rumus:

$$I = \frac{a}{\sqrt{t + b}} \dots \dots \dots (2.48)$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

T = Lamanya curah hujan (menit)

a,b = Konstanta yang tergantung pada lama curah hujan yang terjadi di daerah aliran

n = Banyaknya pasangan data i dan t

4. Menghitung waktu konsentrasi (Tc)

Waktu terpanjang yang dibutuhkan untuk seluruh daerah layanan dalam menyalurkan aliran air secara simultan (*run off*) setelah melewati titik-titik tertentu, dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

$$T_c = t_0 + T_d \dots \dots \dots (2.49)$$

$$t_0 = \frac{2}{3} \times 3,28 \times l_0 \times \frac{nd^{0,167}}{\sqrt{s}} \dots \dots \dots (2.50)$$

$$t_d = \frac{L}{60 \times V} \dots \dots \dots (2.51)$$

Dimana:

T_c = Waktu konsentrasi (menit)

t_0 = Waktu untuk mencapai awal saluran dari titik terjauh (menit)

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

L_0 = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = Panjang saluran

nd = Koefisien hambatan

s = Kemiringan saluran memanjang

V = Kecepatan rata-rata air pada saluran drainase (m/detik)

Tabel 2.26 Koefisien Hambatan (nd) berdasarkan Kondisi Permukaan

No	Kondisi lapisan permukaan	nd
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbum dan hutan gundul dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

(Sumber : departemen pekerjaan umum pedoman konstruksi dan bangunan, 2006)

5. Menghitung debit rencana (Qdesain)

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional USSCS (1973). Model ini sangat simpel dan mudah dalam penggunaannya, namun penggunaannya terbatas untuk DAS-DAS dengan ukuran kecil kurang dari 300 ha. Model ini tidak dapat menerangkan hubungan curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk hidrograf. Persamaan metode rasional dapat ditulis dalam bentuk:

$$Q = 0,278 C \times I \times A \dots \dots \dots (2.52)$$

Dimana:

- Q = Laju aliran permukaan (debit) puncak (m^3/dt)
 C = Koefisien aliran permukaan
 I = Intensitas hujan (mm/jam)
 A = Luas DAS (km^2)

2.5.2 Gorong-gorong Persegi (*Box Culvert*)

Bangunan Gorong-gorong Persegi (*Box Culvert*) (Sosrodarsono, Suyono dan Nakazawa, Kazuto : 2005, Pradanya Paramita)

1. Dasar Perencanaan

Diperlukan pemeriksaan terhadap gorong-gorong persegi ditinjau dari segi pembebanan yaitu gaya-gaya samping dan gaya arah memanjang. Tetapi bila panjang dari gorong-gorong kurang dari 15 m, pemeriksaan terhadap gaya-gaya arah memanjang boleh diabaikan.

Untuk perencanaan gorong-gorong karena gaya-gaya dari samping dimensi dari pada bentuk luar dipergunakan dalam perhitungan beban, sedangkan ukuran dari sumbu pusat di tiap-tiap bagian dipergunakan dalam perhitungan tegangan. Kemudian untuk analisa “kerangka kaku” digunakan metode “*Slope Deflection*”

2. Beban yang Dipergunakan Untuk Perencanaan

Beban yang bekerja pada gorong-gorong persegi (*Box Culvert*) adalah tekanan tanah vertikal yang berasal dari tanah diatas gorong-gorong, tekanan tanah mendatar yang diberikan oleh tinggi timbunan disamping gorong-gorong, beban hidup diatas gorong-gorong dan gaya-gaya reaksi.

Pada gorong-gorong persegi yang biasa, perubahan-perubahan kombinasi pembebanan tergantung dari pada tinggi tanah penutup di atas gorong-gorong, apakah lebih tinggi atau lebih rendah dari 3,50 meter.

Bila tebal tanah penutup kurang dari 3,50 meter, perhitungan dibuat dalam 2 kombinasi dan bila momen lentur dan gaya geser pada tiap-tiap titik telah didapat dari

kedua perhitungan kombinasi tersebut, maka salah satu hasil yang lebih besar yang dipakai untuk perencanaan penampang.

Tanda-tanda/notasi pada gambar berarti sebagai berikut :

Pvd1 = Tekanan tanah vertikal, yang bekerja pada bidang permukaan atas gorong-gorong (ton/m^2)

Phd = Tekanan tanah mendatar bekerja pada bagian samping gorong-gorong (ton/m^2)

Pvl = Beban vertikal karena beban hidup, dihitung dengan mengambil berikut yang sesuai dengan ketebalan tanah

Penutup:

- Bila tebal tanah penutup $< 3,50$ meter

$$Pvl = \frac{P_{i+1}}{W_1} (\text{ton/m}^2) \dots \dots \dots (2.53)$$

- Bila tebal tanah penutup $> 3,50$ meter

Muatan merata diatas gorong-gorong (Pvl) = $1,0 \text{ ton/m}^2$

Ko = Koefisien tekanan tanah dalam keadaan statis, dipengaruhi oleh tekanan tanah mendatar $1,0 \text{ ton/m}^2 \times Ko$, yang diakibatkan oleh beban muatan.

Pv2 = Reaksi tanah

2.6 Perencanaan Galian dan Timbunan

Didalam perencanaan jalan raya diusahakan antara volume galian dan timbunan sama atau tidak terlalu jauh berbeda. Langkah-langkah perhitungan galian dan timbunan :

1. Penentuan titik *stasioning* sehingga diperoleh panjang horizontal jalan dari alinyemen horizontal (trase).
2. Gambarkan profil memanjang (alinyemen vertikal) untuk memperlihatkan perbedaan tinggi muka tanah asli dengan tinggi muka perkerasan yang akan direncanakan.
3. Gambarkan profil melintang pada tiap titik stationing sehingga dapat luas penampang galian dan timbunan.

4. Hitung volume galian dan timbunan dengan mengkalikan luas penampang rata-rata dari galian atau timbunan dengan jarak antar patok.

2.7 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal hingga berakhirnya proyek. Manajemen proyek dilakukan demi terjaminnya pelaksanaan proyek yang tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu.

1. RKS (Rencana Kerja dan Syarat)

Sebagai kelengkapan dari dokumen tender, Rencana Kerja dan Syarat (RKS) ditempatkan sebagai dokumen penting selain gambar rencana, karena menentukan kepentingan dari berbagai pihak yang akan terlibat dalam realisasi pekerjaan, dimulai sejak tahap awal dari proses realisasi ide dari pemilik proyek (*owner*).

a. Syarat-syarat umum

Mejelaskan pasal-pasal yang berisi tentang proyek tersebut dari awal sampai akhir proyek tersebut.

b. Syarat-syarat administrasi

Dalam peraturan administrasi dibedakan pula antara peraturan administrasi keuangan dan teknis.

Administrasi keuangan mencakup hal-hal sebagai berikut : Harga penawaran termasuk didalamnya biaya pelelangan, ketentuan apabila terjadi Pekerjaan tambah kurang, persyaratan yang harus dipenuhi dari setiap jenis jaminan yang digunakan, ketentuan denda yang disebabkan karena keterlambatan, kelalaian pekerjaan, pemutusan kontrak dan pengaturan pembayaran kepada Kontraktor, resiko akibat kenaikan harga upah dan bahan.

Administrasi Teknis memuat hal-hal sebagai berikut: ketentuan apabila terjadi perselisihan beserta cara-cara penyelesaiannya, syarat-syarat penawaran dan pelulusan pekerjaan, tata cara pelelangan, kelengkapan surat penawaran, ketentuan penyampaian dokumen penawaran dan sampul

penawaran, syarat peserta lelang dan sanksi yang harus diberikan apabila terjadi pelanggaran, hak sanggah dan kegagalan pelelangan, serta persyaratan pengadaan Subkontraktor dan kualifikasinya.

c. Syarat teknis

rincian dari setiap bagian pekerjaan yang akan dilaksanakan dimulai pekerjaan persiapan sampai dengan *finishing*. Bisa juga disebut Metode Kerja Pelaksanaan Pekerjaan, bahan-bahan yang akan digunakan beserta persyaratannya.

2. RAB (Rencana Anggaran Biaya)

RAB adalah perencanaan banyaknya biaya yang akan digunakan serta susunan pelaksanaannya.

a. Perhitungan Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan berguna untuk menunjukkan banyak suatu kuantitas dari suatu pekerjaan agar didapat harga satuan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada didalam proyek.

b. Perhitungan Produktifitas Kerja Aktual

PKA adalah perkiraan untuk menentukan angka produksi kerja dengan memperhitungkan semua faktor yang mempengaruhinya.

c. Perhitungan Biaya Sewa Alat

Dalam pekerjaan konstruksi yang besar apapun jenisnya selalu menggunakan alat berat. Untuk itu harus mempertimbangkan biaya-biaya yang disediakan untuk penggunaan alat, waktu yang harus disesuaikan, keuntungan yang diperoleh dan pertimbangan lainnya.

d. Analisa Harga Satuan

Analisa satuan harga adalah perhitungan-perhitungan biaya yang berhubungan dengan pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Tujuan dari harga satuan ini untuk mengerahui harga satuan dari tiap-tiap pekerjaan yang ada dan akan didapat harga keseluruhan dari pekerjaan yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya.

e. Perhitungan Rekapitulasi Biaya

Rekapitulasi biaya adalah biaya total yang diperlukan setelah menghiung dan mengalikan dengan harga satuan yang ada, dan harus dilampirkan pokok-pokok pekerjaan beserta biayanya.

3. Rencana Pelaksanaan

a. NWP

Dengan *Network Planning* dapat diketahui adanya hubungan ketergantungan antar bagian pekerjaan. Hubungan ini akan digambarkan dalam suatu diagram *netwotk*, sehingga dapat diketahui bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, ataupun pekerjaan yang menunggu selesainya suatu pekerjaan terlebih dahulu sehingga dalam pengerjaan proyek dapat mengefesiensikan waktu.

Kegunaan dari NWP adalah :

- i. Merencanakan dan mengawasi proyek secara logis.
- ii. Memikirkan jalannya proyek secara menyeluruh dan secara detail.
- iii. Mengawasi proyek secara efesien, sebab jalur-jalur kritis saja yang perlu memerlukan konsentrasi pengawasan yang ketat dibandingkan dengan pekerjaan lainnya.

Adapun simbol yang sering digunakan dalam *Network Planning* adalah :

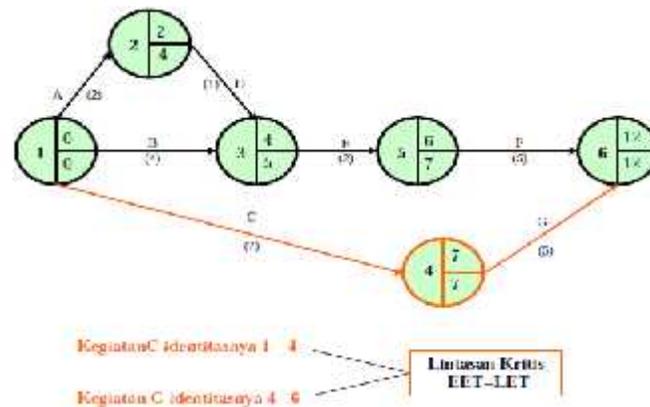
→ *Arrow* Bentuk ini merupakan anak panah yang menggambarkan aktifitas/kegiatan yang membutuhkan waktu tertentu. Anak panah ini selalu menghubungkan dua nodes, dan menunjukkan urutan waktu.



Node/event Bentuk lingkaran ini menggambarkan peristiwa atau kejadian. Bentuk lingkaran ini pula sebagai awal permulaan ataupun akhir dari suatu kegiatan.

---> *Dummy* Bentuk anak panah putus-putus menggambarkan pekerjaan/aktifitas yang semu. Artinya aktifitas yang menekan waktu, dan hanya boleh digunakan untuk menggambarkan hubungan aktifitas-aktifitas yang ada dalam satu *network*.

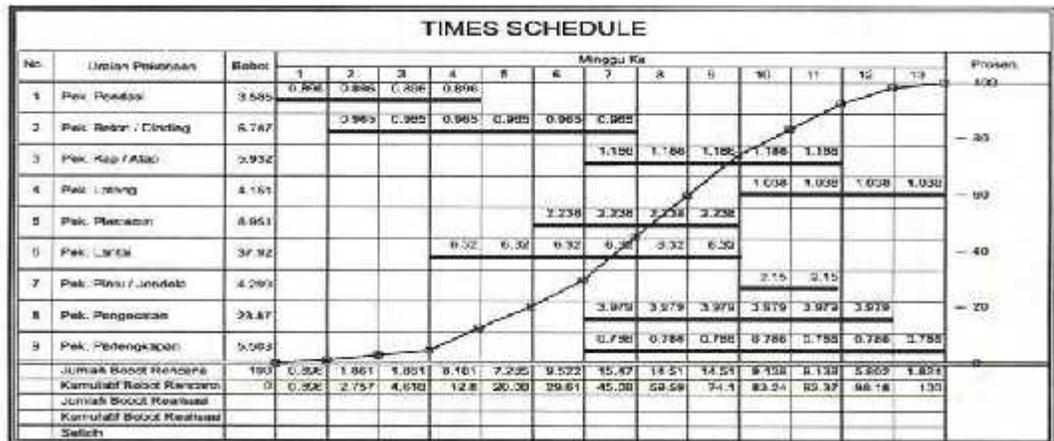
====> *Double Arrow* Bentuk anak panah sejajar menggambarkan kegiatan lintasan kritis (*critical path*)



Gambar 2.9 Network Planning

b. *Barchart*

Barchart berupa diagram batang yang dapat menunjukkan lamanya waktu pelaksanaan. Disamping itu dapat menunjukkan lamanya penggunaan suatu alat dan bahan yang diperlukan sehingga tidak saling mengganggu pelaksanaan pekerjaan.



Gambar 2.10 Barchart

c. Kurva S

Dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dan lama waktu yang diperlukan sampai akhir pekerjaan tersebut. Bobot pekerjaan merupakan persentase yang didapat dari perbandingan antara harga pekerjaan dengan harga total keseluruhan.