

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Perencanaan Geometrik Jalan**

Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yang memberikan kenyamanan yang optimal pada arus lalu lintas sesuai dengan kecepatan yang direncanakan. Secara umum perencanaan geometrik terdiri dari aspek-aspek perencanaan trase jalan, badan jalan yang terdiri dari bahu jalan dan jalur lalu lintas, tikungan, drainase, kelandaian jalan serta galian dan timbunan. Tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan atau biaya pelaksanaan. (Sukirman Silvia,1999).

Perencanaan geometrik jalan merupakan suatu perencanaan rute dari suatu ruas jalan secara lengkap, menyangkut beberapa komponen jalan yang dirancang berdasarkan kelengkapan data dasar, yang didapatkan dari hasil survey lapangan, kemudian di analisis berdasarkan acuan persyaratan perencanaan geometrik yang berlaku. Acuan perencanaan yang dimaksud adalah sesuai dengan standar perencanaan geometrik yang berlaku. Acuan perencanaan yang dimaksud adalah sesuai dengan standar perencanaan geometrik yang dianut di Indonesia. (Hamiran Saodang,2010) .

#### **2.2 Klasifikasi Jalan**

Klasifikasi jalan merupakan pengelompokan jalan berdasarkan fungsi jalan, berdasarkan administrasi pemerintah dan berdasarkan muatan sumbu. Banyak sekali faktor sebagai penentuan klasifikasi antara lain besarnya volume lalu lintas, kapasitas jalan, keekonomian dari jalan tersebut dan pembiayaan pembangunan dan perawatan jalan.

##### **2.2.1 Klasifikasi Jalan menurut fungsinya**

- a) Jalan Arteri

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

b) Jalan Kolektor

Jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembangi dengan cirri-ciri perjalanan jarak sedang,kecepatan rata- rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi

c) Jalan Lingkungan

Jalan angkutan lingkungan (jarak pendek,kecepatan rendah)

### 2.2.2 Klasifikasi jalan menurut kelas jalan

a) Klasifikasi menurut kelas jalan dalam MST

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

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

No	Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat (Ton)
1	Arteri	I	>10
		II	10
		III A	8
2	Kolektor	III A	8
		III B	8

(sumber : Tata Cara Perencanaan Jalan Antar Kota,Ditjen Bina Marga 1997)

### 2.2.3 Klasifikasi menurut kelas jalan dalam LHR

Tabel 2.2 Klasifikasi menurut kelas jalan dalam LHR

No	Fungsi	Kelas	Lalu lintas Harian Rata- rata (SMP)
1	Arteri	I	>20.000
2	Kolektor	II A	6.000 – 20.000
		II B	1500 – 8000
		II C	< 2000

3	Lokal	III	-
---	-------	-----	---

(sumber : Perencanaan Geometrik Jalan Raya,1970)

#### 2.2.4 Klasifikasi Jalan menurut medan jalan

Klasifikasi jalan berdasarkan medan jalan dapat dilihat pada tabel 2.3.

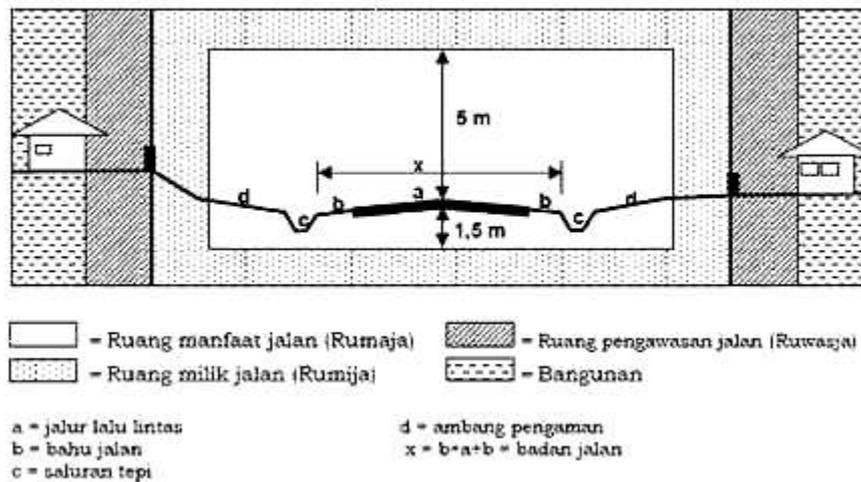
Tabel. 2.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

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

(sumber :Tata cara Perencanaan Jalan Antar Kota,Ditjen Bina Marga 1997)

### 2.3 Bagian – Bagian Jalan

#### A. Daerah Manfaat Jalan



Gambar 2.1 Daerah Manfaat Jalan

- Ruang manfaat jalan (Rumaja) merupakan ruas sepanjang jalan yang dibatasi lebar, tinggi dan kedalaman tertentu ruang manfaat jalan hanya diperuntukkan untuk median, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, trotoar, lereng, ambang pengaman, timbunan dan galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan, dan bangunan pelengkap lainnya.
- Ruang milik jalan (Rumija) adalah ruang manfaat jalan dan sejalur tanah tertentu di luar manfaat jalan yang diperuntukkan bagi ruang manfaat jalan, pelebaran jalan, penambahan jalur lalu lintas di masa datang serta

kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan dan dibatasi oleh lebar, kedalaman dan tinggi tertentu. Ruang milik jalan diperuntukkan bagi ruang manfaat jalan, pelebaran jalan, dan penambahan jalur lalu lintas di masa akan datang serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan. Jalur tanah tertentu dapat dimanfaatkan sebagai ruang terbuka hijau yang berfungsi sebagai ansekap jalan.

Ruang milik jalan paling sedikit memiliki lebar sebagai berikut"

- a. jalan bebas hambatan 30 meter
  - b. jalan raya 25 meter
  - c. jalan sedang 15 meter dan
  - d. jalan kecil 11 meter
- c) Ruang pengawasan jalan adalah ruang tertentu di luar ruang milik jalan yang penggunaannya diawasi oleh penyelenggara jalan agar tidak mengganggu pandangan bebas pengemudi, konstruksi jalan, dan fungsi jalan.
- B. Penampang melintang jalan merupakan potongan melintang tegak lurus sumbu jalan, Pada potongan melintang jalan dapat terlihat bagian-bagian jalan. Bagian-bagian jalan yang utama dapat dikelompokkan sebagai berikut:
1. jalur lalu lintas
  2. lajur lalu lintas
  3. bahu jalan
  4. trotoar
  5. median
- C. Jalur Lalu lintas
- I. Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Batas lajur lalu lintas dapat berupa
    - a) Median
    - b) Bahu
    - c) Trotoar
    - d) Pulau jalan, dan

## e) Separator

## II. Jalur lalu lintas dapat terdiri dari beberapa jalur :

- a) Jalur lalu lintas dapat terdiri dari beberapa tipe 1 jalur- 2 lajur- 2 arah (2/2 TB)
- b) 1 lajur- 2 lajur- 1 arah (2/1 TB)
- c) 2 lajur- 4 lajur- 2 arah (4/2 B)
- d) 2 lajur-n lajur- 2 arah (n/2 B), dimana n = jumlah lajur

## III. Lebar lajur

Lebar lajur sangat ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur peruntukannya. Lebar lajur minimum adalah 4,5 meter, memungkinkan 2 kendaraan kecil saling berpapasan. papasan dua kendaraan besar yang terjadi sewaktu- waktu dapat menggunakan bahu jalan

Tabel 2.4 Perencanaan lebar lajur dan bahu jalan

VLHR Smp/hari	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	ideal		Minimum		Ideal		minimum		Ideal		Minimum	
	Jalur	bahu	jalur	bahu	Jalur	bahu	jalur	bahu	jalur	Bahu	jalur	Bahu
<3000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3000-10000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10001-25000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	MENGACUPADA PERSYARATAN IDEAL				TIDAK DITENTUKAN	
>25000	2n x 3,5	2,5	2x 7,0	2,0	2nx3 ,5	2,0						
2 NX 3,5 → 2 = 2 JALUR, N = JUMLAH LAJUR PER JALUR, N X 3,5 = LEBAR PER JALUR dari TPGJAK												

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

## D. Lajur

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka, lajur jalan memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana, Lebar lajur tergantung pada kecepatan dan kendaraan rencana, yang dalam hal ini dinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan ditetapkan dalam tabel,

Tabel 2.5 Lebar Lajur ideal

Fungsi	Kelas	Lebar lajur ideal (m)
Arteri	I	3,75
	II,III A	3,50
Kolektor	III,	3,00
	III B	
Lokal	III C	3,00

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,1997)

E. Bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang berfungsi sebagai :

1. Ruangannya untuk tempat berhenti sementara kendaraan yang mogok atau sekedar berhenti karena pengemudi ingin berorientasi mengenai jurusan yang akan ditempuh, atau untuk beristirahat.
2. Ruangannya untuk menghindarkan diri dari saat-saat darurat, sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.
3. Memberikan kelelahan pada pengemudi, dengan demikian dapat meningkatkan kapasitas jalan yang bersangkutan.
4. Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari arah samping.
5. Ruangannya pembantu pada waktu mengadakan pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan (untuk tempat penempatan alat-alat, dan penimbunan bahan material).
6. Ruangannya untuk lintasan kendaraan-kendaraan patroli, ambulans, yang sangat dibutuhkan pada keadaan darurat seperti terjadinya kecelakaan.



Gambar 2.2 Kemiringan penampang melintang jalan dan bahu jalan

#### F. Median

Median adalah jalur yang terletak ditengah jalan untuk membagi jalan dalam masing – masing arah.

Secara garis besar median berfungsi sebagai:

1. Menyediakan daerah netral yang cukup lebar dimana pengemudi masih dapat mengontrol kendaraannya pada saat-saat darurat.
2. Menyediakan jarak yang cukup untuk membatasi / mengurangi kesilauan terhadap lampu besar dari kendaraan yang berlawanan arah.
3. Menambah rasa kelegahan, kenyamanan dan keindahan bagi setiap pengemudi.
4. mengamankan kebebasan samping dari masing-masing arah arus lalu-lintas.

## 2.4 Kriteria Perencanaan

### 2.4.1 Kendaraan Rencana

Menurut Dirjen Bina Marga (1997), kendaraan rencana adalah yang dimensi dan radius putarnya digunakan sebagai acuan dalam perencanaan geometrik jalan. Kendaraan rencana dikelompokkan kedalam 3 kategori, yaitu:

1. kendaraan kecil, diwakili oleh mobil penumpang,

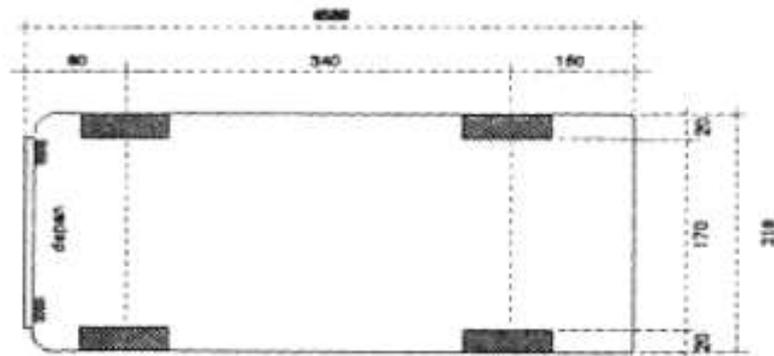
2. kendaraan sedang, diwakili oleh truk dan bus,
3. kendaraan besar, diwakili oleh truk-semi-trailer

Tabel 2.6 Dimensi Kendaraan Rencana

Kategori kendaraan rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan(cm)		Radius Putar(cm)		Radius tonjolan (cm)
	Tinggi	lebar	Panjang	Depan	belakang	min	maks	
Kendaraan kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan sedang	410	260	1210	210	240	240	1280	1210
Kendaraan besar	410	260	2100	120	90	90	1400	1370

(Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga(1997))

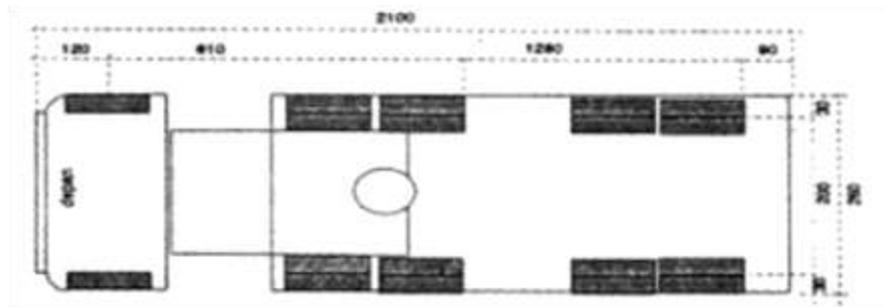
Dimensi dasar untuk masing- masing kategori Kendaraan Rencana ditunjukkan dalam table 2.6 Gambar 2.3 s.d Gambar 2.5 menampilkan sketsa dimensi kendaraan rencana tersebut.



Gambar 2.3 Dimensi Kendaraan Kecil



(a)

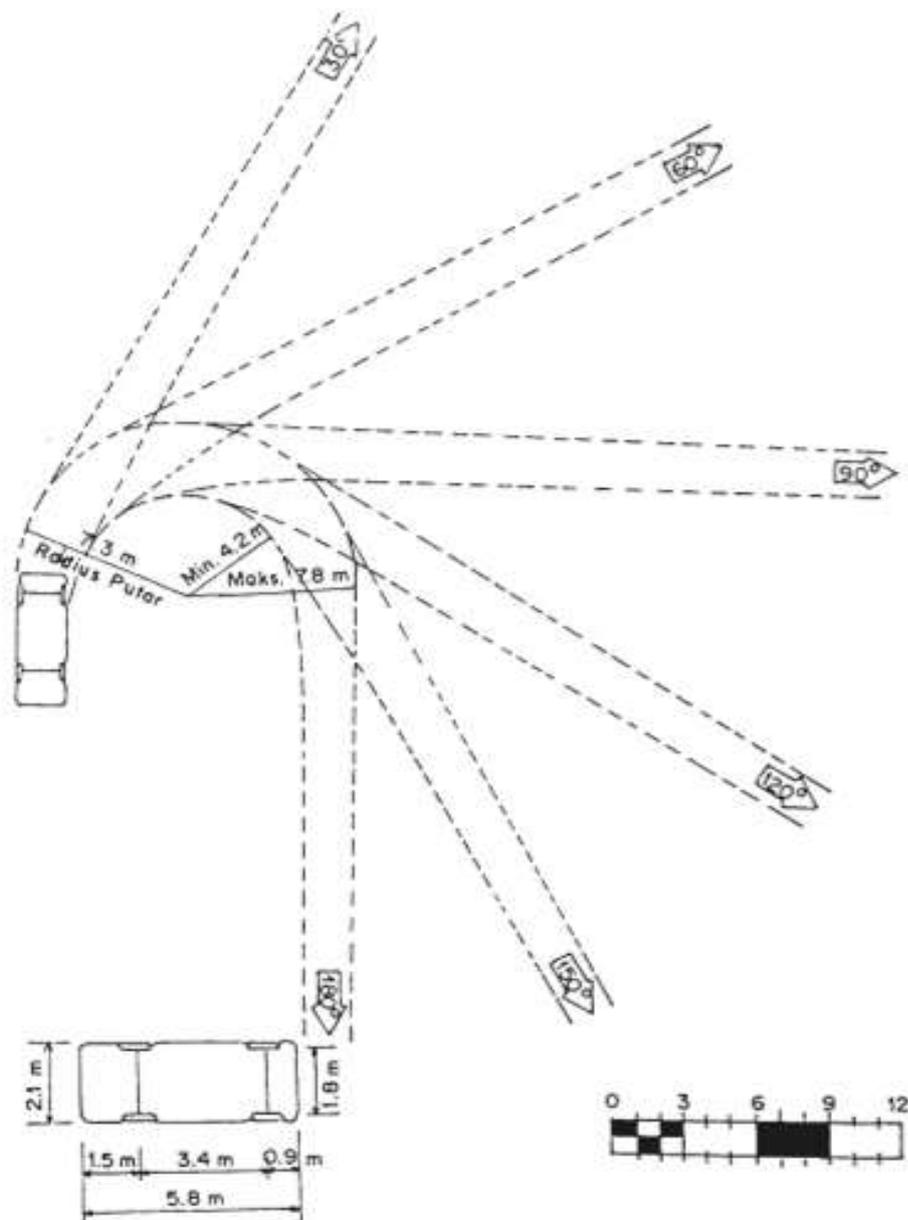


(b)

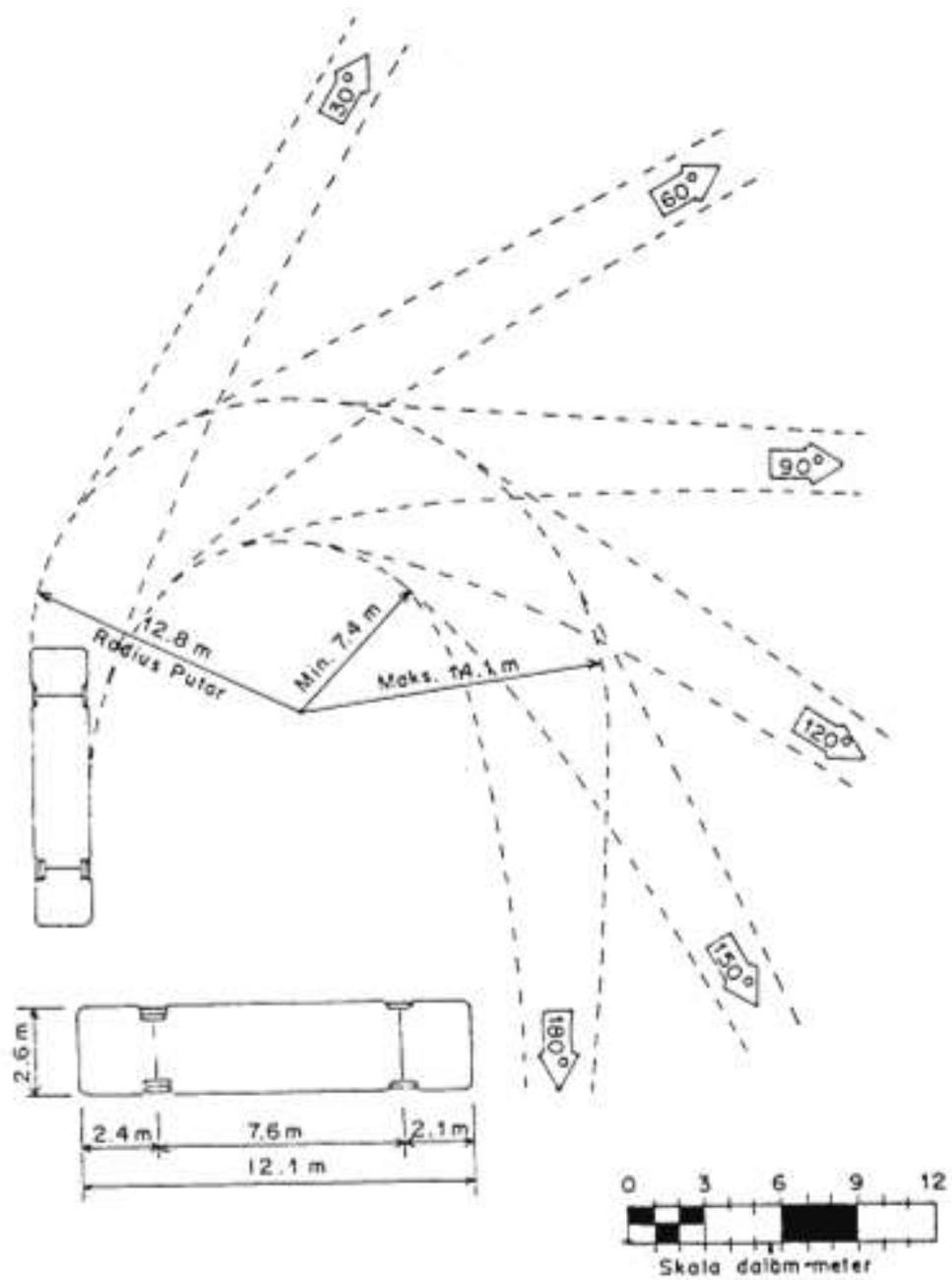
Gambar2.4 (a ) Dimensi Kendaraan Sedang (b) Dimensi Kendaraan Besar

(Sumber Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota,1997)

Gambar 2.5 sampai dengan 2.7 menunjukkan radius putar dengan batas maksimal dan minimum jarak putar dari berbagai sudut untuk setiap ukuran kendaraan.

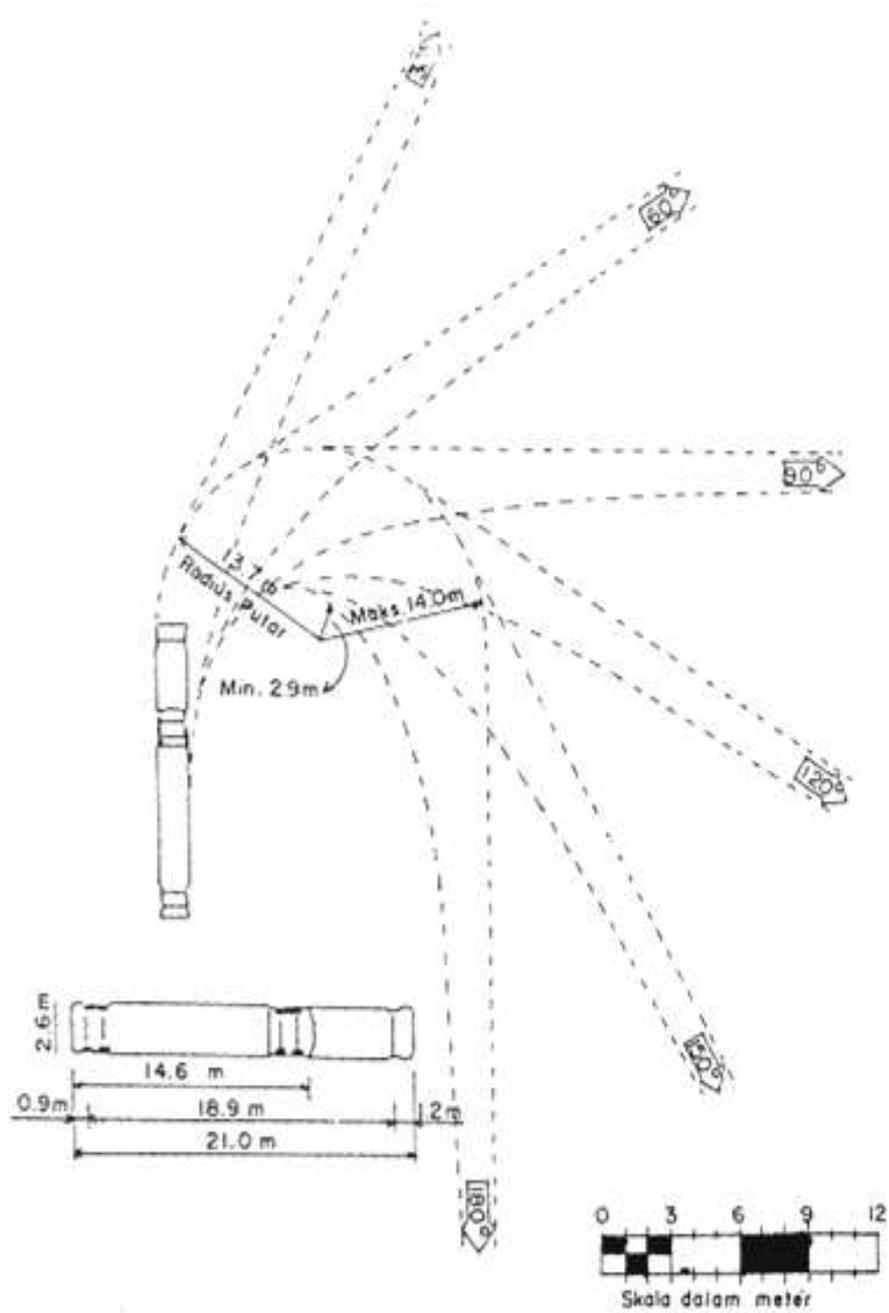


Gambar 2.5 Jari- jari Manuver Kendaraan kecil



Gambar 2.6 Jari- jari Manuver Kendaraan sedang

(Sumber: Tata cara perencanaan Geometrik Jalan antar Kota,1997)



Gambar 2.7 Jari- jari Manuver Kendaraan Besar

(sumber: tata cara Perencanaan Geometrik jalan antar kota,1997)

### 2.4.2 Kecepatan rencana

Kecepatan rencana (VR) pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman pada kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas lengang, dan pengaruh samping jalan tidak berarti (Bina Marga, 1997).

Tabel 2.7 Kecepatan Rencana (VR) Sesuai Klasifikasi Fungsi dan Kelas jalan

Fungsi Jalan	Kecepatan Rencana (V <sub>R</sub> ) km/ jam		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	70-100	60-80	40-70
Kolektor	60-90	50-60	30-50
Lokal	40-70	30-50	20-30

(Sumber: tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

### 2.4.3 Satuan Mobil Penumpang

Satuan mobil penumpang adalah angka satuan kendaraan dalam hal kapasitas jalan, dimana mobil penumpang ditetapkan memiliki satu smp.smp untuk jenis- jenis kendaraan dan kondisi medan lainnya dapat dilihat dalam table 2.8 .Detail nilai smp dapat dilihat pada buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) No.036/TBM/1997

### 2.4.4 Volume Lalu lintas Rencana

Volume lalu lintas harian rencana (VLHR) adalah perkiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam SMP/hari (Bina Marga, 1997).

Tabel 2.8 Klasifikasi Kelas Jalan

no	Klasifikasi jalan	Kelas	Lalu lintas Harian(smp)
1	Jalan utama	I	>20.000
2	Jalan sekunder	IIA	6.000- 20.000
		IIB	1.500-8.000
		IIC	<20.000
3.	Jalan Penghubung	III	-

Tabel 2.9. Faktor Konversi Terhadap SMP

Jenis Kendaraan	Faktor Konversi
Kendaraan tidak Bermotor	0,5
Sepeda Motor	0,5
Mobil Penumpang	1,0
Mini Bus	2,0
Truk Ringan	2,5
Bus	3,0
Truk Berat/ Trailer	3,0

(sumber Suryadharna (1999))

Volume jam rencana (VJR) adalah perkiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam SMP/jam dan di hitung dengan rumus:

$$VJR = VLRH \times \frac{K}{F} \quad (3-1) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

K = faktor volume lalu lintas jam sibuk (disebut faktor K)

F = faktor variasi tingkat lalu lintas perseperempat jam dalam satu jam (disebut faktor F)

Tabel 2.10 Nilai Faktor K dan Faktor F

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 : Direktorat Jendral Bina Marga(1997))

### 2.4.5 Data Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah merupakan suatu upaya memperoleh informasi bawah tanah untuk perencanaan pondasi bangunan sipil. Penyelidikan tanah harus mencapai kedalaman dimana tanah memberikan daya dukungnya atau berkontribusi penurunan akibat struktur yang akan dibangun. Penyelidikan tanah meliputi pekerjaan-pekerjaan :

- a) Mengadakan Penelitian terhadap semua data tanah yang ada, selanjutnya diadakan penyelidikan disepanjang proyek jalan tersebut, dilakukan berdasarkan survey langsung dilapangan maupun dengan pemeriksaan di laboratorium
- b) Pengambilan data CBR dilapangan ruas jalan rencana, dengan interval 200 meter dengan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*), Hasil tes DCP ini dievaluasi melalui penampilan grafik yang ada.
- c) Hasil nilai CBR di setiap titik lokasi. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menilai besarnya CBR atau kekuatan daya dukung tanah lapisan tanah dasar.
- d) Cara pemeriksaan dengan alat DCP ini dilaksanakan dengan mencatat jumlah pukulan (blow) dan penetrasi dari kerucut logam yang tertanam pada tanah dasar karena pengaruh jatuhnya pemberat.

Penentuan nilai CBR dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu cara analitis dan cara grafis.

#### a. Cara Analitis

Adapun rumus yang digunakan pada CBR analitis adalah:

$$CBR_{Segmen} = (CBR_{rata} - CBR_{min}) / R$$

.....(2.2)

Nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam satu segmen

Tabel 2.11 . Nilai R untuk perhitungan CBR segmen

Jumlah titik pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,57
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

(Sumber:Hendra Suryadharma,1999)

#### b. Cara Grafis

Nilai CBRsegmen dengan menggunakanmetode grafis merupakan nilai persentil ke 90 dari data CBR yang ada dalam satu segmen. CBRsegmen adalah nilai CBR lebih besar dari nilai CBRsegmen. Langkah- langkah menentukan CBRsegmen menggunakan metode grafis:

- a. Tentukan nilai CBR terkecil
- b. Susunlah nilai CBR dari yang terkecil ke yang terbesar,dan tentukan jumlah data dengan nilai CBR yang sama atau lebih besar dari setiap nilai CBR.Pekerjaan ini disusun secara tabelaris
- c. Angka terbanyak diberi nilai 100%, angka yang lain merupakan persentase dari 100%
- d. Gambarkan hubungan antara nilai CBR dan persentase dari butir 3
- e. Nilai CBRsegmen adalah nilai pada angka 90% sama atau lebih besar dari nilai CBR yang tertera,

**2.4.6 Jarak Pandang**

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pada saat mengemudi sehingga jika pengemudi melihat suatu halanagan yang membahayakan,pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Dibedakan dua jarak pandang,yaitu jarak pandang henti (Jh) dan jarak pandang Mendahului (Jd).

a. Jarak pandang henti (Jh)

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu Vrmelihat adanya halangan di depan.Jarak pandang henti diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan.Jarak pandang henti terdiri atas 2 elemen jarak,yaitu

- 1) Jarak tanggap (Jht) adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat sesuatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem: dan
- 2) Jarak pengereman (Jhr) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak pandang henti dalam satuan meter,dapat dihitung dengan rumus:

$$Jh = Jht + Jhr \dots\dots\dots(2.3 )$$

$$Jh = \frac{V_R}{3,6} T + \frac{(\frac{V_R}{3,6})^2}{2g \times fp} \dots\dots\dots(2.4 )$$

Dari persamaan 2.3 dapat disederhanakan menjadi :

1) Untuk jalan datar

$$Jh = 0,278 \times V_r \times T + \frac{V_r^2}{254 \times fp} \dots\dots\dots( 2.5)$$

2) Untuk jalan dengan kelandayanan tertentu

$$Jh = 0,278 \times V_r \times T + \frac{V_r^2}{254 \times fp \pm L} \dots\dots\dots( 2.6)$$

Dimana:

$V_r$  = kecepatan rencana (km/jam)

$T$  = waktu tangkap, ditetapkan 2,5 detik

$g$  = percepatan gravitasi, ditetapkan  $9,8 \text{ m/det}^2$

$f$  = koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35-0,55

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

Syarat- syarat untuk menentukan jarak pandang henti minimum

Dapat dilihat pada tabel 2.12

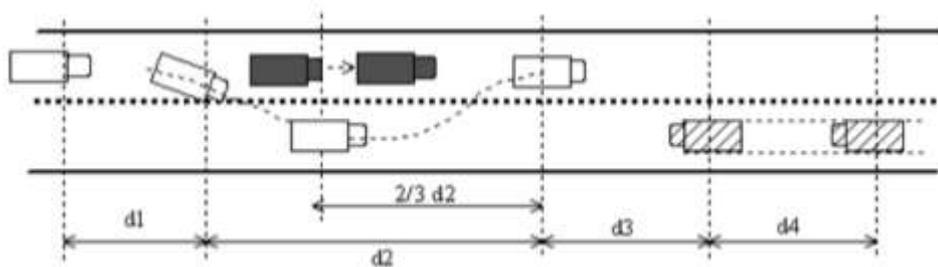
$V_r$ (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh minimum	250	175	120	75	55	40	27	16

(tata cara perencanaan Geometrik jalan Antar kota, 1997)

b. Jarak Pandang Mendahului

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula (lihat gambar 2.8).

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



Gambar 2.8 Proses Gerakan Mendahului

(Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Rumus yang di gunakan:

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

$d_1$  = jarak yang di tempuh selama waktu tangkap (m)

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

$d_3$  =Jarak antar kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datangdari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m),

$d_4$  =Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan yang besarnya diambil sama dengan 2/3  $d_2$  (m)

Syarat- syarat untuk menentukan jarak pandang mendahului minimum dapat dilihat pada tabel 2.11

Tabel 2.13 Jarak pandang mendahului ( $J_d$ )

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

(Sumber: Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar kota,1997 )

## 2.5 Alinyemen Horizontal

Menurut Hamirhan Saodang (2010:57) Alinyemen Horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen Horizontal dikenal juga dengan nama “*situasi jalan*” atau “*trase jalan*”. Alinyemen Horizontal terdiri dari garis-garis lurus (biasa disebut “tangen”), yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran ditambah dengan lengkung peralihan atau busur busur peralihan saja ataupun busur lingkaran saja.

Syarat-syarat umum dan parameter perencanaan geometrik sudah dibahas pada bab sebelumnya, di bab ini akan lebih menekankan kepada persyaratan sehubungan dengan bentuk geometrik, sebagai bagian dari komponen geometrik.

Persyaratan tersebut sangat perlu dipahami, bagaimana parameter kecepatan rencana, bagaimana kedudukan parameter kemiringan melintang dan parameter-parameter lain, yang mendukung persyaratan alinyemen horizontal.

- a) Ketentuan – ketentuan elemen geometrik yaitu :

1. Ketentuan Panjang Bagian Lurus

Panjang bagian lurus dari suatu ruas jalan harus dapat ditempuh dalam waktu  $\leq 2.5$  menit (sesuai  $V_r$ ), dengan pertimbangan keselamatan pengemudi akibat kelelahan.

**Tabel 2.14** Panjang bagian Lurus Maksimum

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

(sumber TPGJAK)

2. Ketentuan komponen tikungan

- Jari-jari Minimum

- a. Kendaraan pada saat melalui tikungan dengan kecepatan ( $V$ ) akan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil.
- b. Untuk mengimbangi gaya sentrifugal tersebut, perlu dibuat suatu kemiringan melintang jalan pada tikungan yang dinamakan superelevasi ( $e$ ).
- c. Pada saat kendaraan melalui daerah superelevasi, akan terjadi gesekan arah melintang jalan antara ban kendaraan dengan permukaan perkerasan yang menimbulkan gaya gesek melintang.
- d. Perbandingan gaya gesekan melintang dengan gaya normal disebut koefisien gesekan melintang,  $f$ .
- e. Rumus umum besarnya jari-jari ( $R$ ) untuk suatu lengkung yang dilalui kendaraan adalah;

$$R = \frac{V^2}{127 (e + f)} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$D = \frac{25}{2 \pi R} \times 360 \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

$R$  = jari-jari lengkung (m)

D = derajat lengkung ( $^{\circ}$ )

V = kecepatan rencana, (km/jam)

e = kemiringan melintang pada lengkung (%)

f = koefisien gesek melintang untuk perkerasan aspal (lihat grafik)

2. Batas Tikungan tanpa Kemiringan

3. Lengkung Peralihan

- a. Pada perencanaan garis lengkung, perlu diketahui hubungan garis dengan kecepatan rencana dan hubungan keduanya dengan kemiringan melintang jalan (superelevasi), karena lengkung peralihan ini bertujuan menciptakan suasana aman dan nyaman dengan cara mengurangi gaya sentrifugal secara perlahan.
- b. Lengkung peralihan ini memiliki jari-jari kelengkungan yang secara bertahap berkurang dari suatu nilai tak hingga ( $R = \infty$ ) sampai dengan suatu nilai yang sama dengan nilai jari-jari tikungan ( $R=R_c$ ).
- c. Keuntungan dipergunakannya lengkung peralihan :
  1. Memungkinkan pengemudi mengikuti jalur dengan mudah dan tidak mendadak.
  2. Mempertinggi keamanan dan kenyamanan pengendara.
- d. Lengkung peralihan dibuat untuk menghindari terjadinya perubahan alinemen yang tiba-tiba dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran. ( $R=\infty \rightarrow R = R_c$ ), jadi lengkung peralihan ini diletakkan antara bagian lurus dan bagian lingkaran (circle), yaitu sebelum dan setelah bagian circle tersebut.
- e. Lengkung peralihan dengan bentuk spiral (chlotoid) banyak digunakan oleh Bina Marga.
- f. Panjang lengkung peralihan,  $L_s$  menurut TPGJAK 1997 diambil nilai yang terbesar dari ketiga persamaan di bawah ini;
  - 1) Berdasarkan waktu tempuh maksimum (3 detik), untuk melintasi lengkung peralihan, maka panjang lengkung;

$$L_s = \frac{V_R}{3.6} T \dots\dots\dots(2.10)$$

- 2) Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal, digunakan rumus Modifikasi Shorrt, sebagai berikut:

$$L_s = 0.022 \frac{V_R}{R_c \cdot C} - 2.727 \frac{V_R - e}{C} \dots \dots \dots (2.11)$$

- 3) Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian;

$$L_s = \frac{(e_m - e_n)}{3.6 \Gamma_e} V_R \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana:

T = waktu tempuh (=3 detik)

R<sub>c</sub> = jari-jari busur lingkaran (m)

C = perubahan kecepatan, 0.3 – 1.0 m/dt<sup>3</sup> (disarankan 0.4 m/dt<sup>3</sup>)

Γ<sub>e</sub> = tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan;

- untuk  $V \leq 70$  km/jam,  $\Gamma_e = 0.035$  m/m/dt

- untuk  $V \geq 80$  km/jam,  $\Gamma_e = 0.025$  m/m/dt

e = superelevasi

e<sub>m</sub> = superelevasi maksimum

e<sub>n</sub> = superelevasi normal (= 2%)

Panjang lengkung peralihan (L<sub>s</sub>) untuk berbagai V dan R dapat dilihat pada Tabel 2.15

**Tabel 2.15** Panjang Lengkung Peralihan Minimum dan Superelevasi yang dibutuhkan ( $e$  maks = 10 %, metode Bina Marga)

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

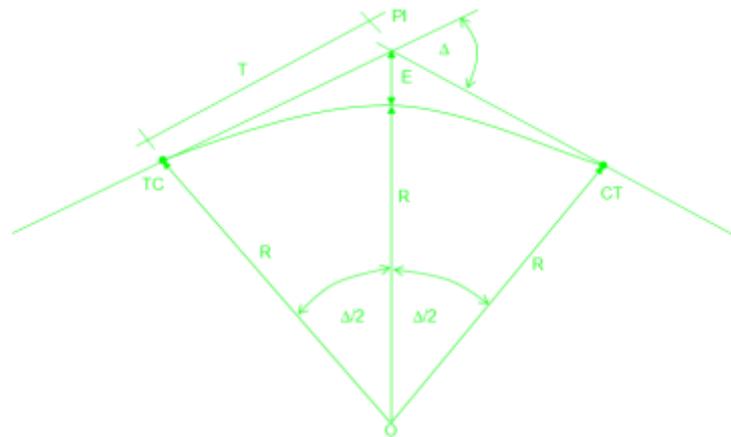
LN = lereng jalan normal, diasumsikan 2 %  
 LP = lereng luar putar sehingga perkerasan mendapat superelevasi sebesar lereng jalan normal 2 %  
 Ls = diperhitungkan dengan mempertimbangkan rumus modifikasi *Shortt* landai relative maksimum, jarak tempuh 3 detik, dan lebar perkerasan 2 x 3,75 m

Sumber : Dasar – dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Nova

#### Ketentuan Kemiringan melintang jalan lurus

- Suatu kendaraan yang melintas pada sebuah tikungan maka kendaraan tersebut cenderung akan “di lempar” keluar secara radial oleh gaya sentrifugal.
  - Gaya sentrifugal tersebut dapat diimbangi oleh :
    - a. Berat sendiri kendaraan dan komponen berat tersebut akibat adanya kemiringan melintang (superelevasi) jalan.
    - b. Gesekan samping (side friction) antara ban kendaraan dan perkerasan jalan.
- 2 Landai relatif
  - 3 Bentuk lengkung peralihan
  - 4 Superelevasi
- b) Penggunaan dari tiga jenis lengkung horizontal :
- a. Lengkung busur lingkaran sederhana (*Circle*)

- Tikungan ini hanya terdiri dari bagian lingkaran tanpa adanya bagian peralihan.
- Lengkung ini digunakan pada tikungan yang memiliki *jari-jari besar* dan *sudut tangen yang relatif kecil*.



Gambar 2.9 Komponen Tikungan Full Circle

$$T_c = R \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta \dots \dots \dots (2.13)$$

$$E_c = T_c \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta \dots \dots \dots (2.14)$$

$$L_c = \frac{\pi}{180} \cdot \Delta \cdot R \dots \dots \dots (2.15)$$

Keterangan:

$\Delta$  = sudut tikungan ( $^{\circ}$ )

E = jarak PI ke puncak busur lingkaran (m)

O = titik pusat lingkaran

L = panjang lengkung (CT – TC), (m)

R = jari-jari tikungan (m)

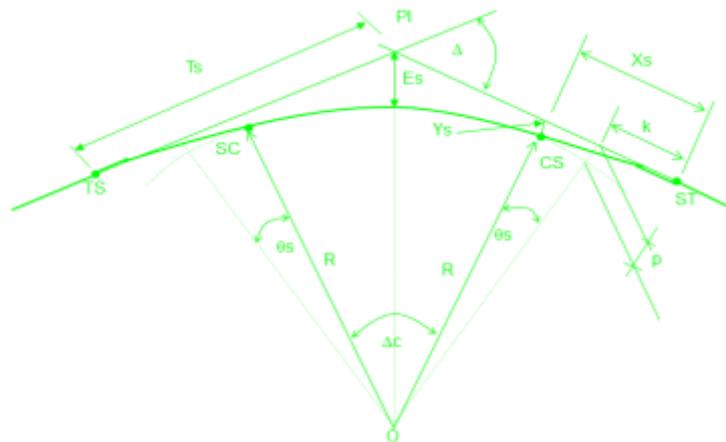
PI = titik potong antara 2 garis tangen

T = jarak TC-PI atau PI-CT

Tikungan FC hanya digunakan untuk R yang besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan R kecil akan diperlukan superelevasi yang besar.

b. Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (*Spiral-Circle-Spiral*)

a. Lengkung ini terdiri atas bagian lingkaran (circle) dan bagian yang lurus.



Gambar 2.10 Komponen Tikungan SCS

b. Lengkung spiral merupakan peralihan bagian lurus ke bagian circle yang berfungsi mengurangi pengaruh gaya sentrifugal.

c. Rumus-rumus yang digunakan dalam menghitung tikungan SCS adalah;

$$L_c = \frac{\Delta_c}{180} \cdot \pi \cdot R \dots \dots \dots (2.16)$$

$$E_s = \frac{R+p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \dots \dots \dots (2.17)$$

$$T_s = (R + p) \cdot \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots \dots \dots (2.18)$$

$$L = L_c + 2 \cdot L_s \dots \dots \dots (2.19)$$

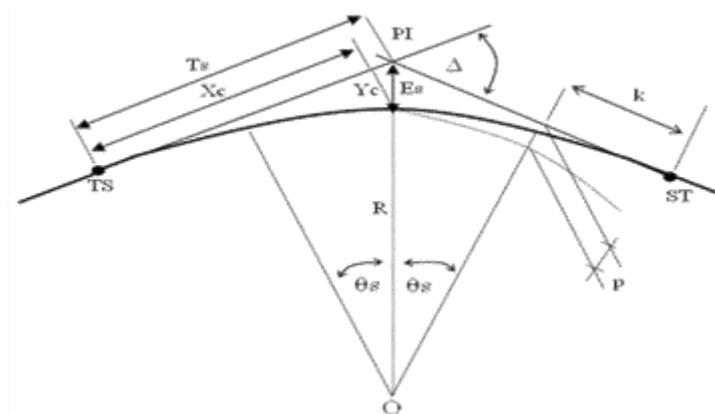
Keterangan:

$X_s$  = absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS-SC  
(jarak lurus lengkung peralihan), (m)

- $Y_s$  = ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, (m)  
 $L_s$  = panjang lengkung peralihan (jarak TS-SC atau CS-ST), (m)  
 $L_c$  = panjang busur lingkaran (jarak SC-CS), (m)  
 $T_s$  = jarak tangen dari PI ke TS atau ST, (m)  
 $E_s$  = jarak dari PI ke puncak busur lingkaran, (m)  
 $\Delta$  = sudut tikungan, ( $^{\circ}$ )  
 $\Delta_c$  = sudut lengkung circle, ( $^{\circ}$ )  
 $\theta_s$  = sudut lengkung spiral, ( $^{\circ}$ )  
 $R$  = jari-jari tikungan, (m)  
 $p$  = pergeseran tangen terhadap spiral, (m)  
 $k$  = absis p pada garis tangen spiral, (m)  
 $L$  = panjang tikungan SCS, (m)

c) Lengkung Spiral-Spiral

Lengkung ini hanya terdiri dari bagian spiral saja. Jenis lengkung ini dipergunakan untuk tikungan yang tajam, dengan sudut  $\Delta$  relatif besar dan jari-jari yang relatif kecil.



Gambar 2.11 Komponen Lengkung Spiral-Spiral (ss)

Adapun semua rumus dan aturannya sama seperti rumus spiral-circle-spiral yaitu:

$$Ls = \frac{\theta s}{28,648} \times R \dots\dots\dots(2.20)$$

$$P = p * \times Ls \dots\dots\dots(2.21)$$

$$K = k * \times Ls \dots\dots\dots(2.22)$$

$$TS = (R + P) \times tg \frac{1}{2} \Delta + K \dots\dots\dots(2.23)$$

$$Es = \frac{(R+P)}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - 50 \dots\dots\dots(2.24)$$

$$L = 2 \times Ls \dots\dots\dots(2.25)$$

Es = Jarak dari PI ke busur lingkaran

Ts = Panjang tangent dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST (m)

TS = Titik tangent ke spiral (m)

SC = Titik dari spiral ke lingkaran (m)

Rc = Jari- jari lingkaran

## 2.6 Alinyemen Vertikal

Menurut Hamirhan Saodang (2010:108) Alinyemen Vertikal adalah perpotongan bidang vertical dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan, yang umumnya biasa disebut dengan profil / penampang memanjang jalan. Perencanaan alinyemen vertical sangat dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain :

- Kondisi tanah dasar
- Keadaan medan
- Fungsi jalan
- Muka air banjir
- Muka air tanah
- Kelandaian yang masih memungkinkan

Selain hal tersebut diatas dalam perencanaan alinyemen vertikal, akan ditemui kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negatif (turunan), sehingga terdapat suatu kombinasi yang berupa lengkung cembung dan lengkung cekung serta akan ditemui pula kelandaian = 0, yang berarti datar.

Gambar rencana suatu profil memanjang jalan dibaca dari kiri ke kanan, sehingga landai jalan diberi tanda positif untuk pendakian dari kiri ke kanan, dan landai negatif untuk penurunan dari kiri ke kanan.

a) Landai minimum

Berdasarkan kepentingan arus lalu lintas, landai ideal adalah landai datar (0%). Sebaliknya ditinjau dari kepentingan drainase jalan, jalan berlandai ideal. Dalam perencanaan disarankan menggunakan :

- a. Landai datar untuk jalan – jalan di atas tanah timbunan yang tidak mempunyai kereb. Lereng melintang jalan dianggap cukup untuk mengalirkan air di atas badan jalan dan kemudian ke lereng jalan.
- b. Landai 0,15 % dianjurkan untuk jalan – jalan di atas tanah timbunan dengan medan datar dan mempergunakan kereb. Kelandaian ini cukup membantu mengalirkan air hujan ke inlet atau saluran pembuangan.
- c. Landai minimum sebesar 0,3 – 0,5 % dianjurkan dipergunakan untuk jalan – jalan di daerah galian atau jalan yang memakai kereb. Lereng melintang hanya cukup untuk mengalirkan air hujan yang jatuh di atas badan jalan, sedangkan landai jalan yang dibutuhkan untuk membuat kemiringan dasar saluran samping.

b) Landai maksimum

Kelandaian 3 % mulai memberikan pengaruh kepada gerak kendaraan mobil penumpang, walaupun tidak seberapa dibandingkan dengan gerakan kendaraan truk yang terbebani penuh. Pengaruh dari adanya kelandaian ini dapat terlihat dari berkurangnya kecepatan jalan kendaraan atau mulai dipergunakannya gigi rendah. Kelandaian tertentu masih dapat diterima jika kelandaian tersebut mengakibatkan kecepatan jalan tetap lebih besar dari setengah kecepatan rencana. Untuk membatasi pengaruh perlambatan

kendaraan truk terhadap arus lalu lintas, maka ditetapkan landai maksimum untuk kecepatan rencana tertentu. Bina Marga (luar kota) menetapkan kelandaian maksimum seperti pada tabel 5.1, yang dibedakan atas kelandaian maksimum standar dan kelandaian maksimum mutlak. Jika tidak terbatas oleh kondisi keuangan, maka sebaiknya dipergunakan kelandaian standar. AASHTO membatasi kelandaian maksimum berdasarkan keadaan medan apakah datar, perbukitan ataukah pegunungan.

Tabel 2.16 Kelandaian maksimum yang diizinkan

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

*TPGJAK 1997*

c) Panjang Kritis suatu kelandaian

Landai maksimum saja tidak cukup merupakan faktor penentu dalam perencanaan alinyemen vertikal, karena jarak yang pendek memberikan faktor pengaruh yang berbeda dibandingkan dengan jarak yang panjang pada kelandaian yang sama. Kelandaian besar akan mengakibatkan penurunan kecepatan truk yang cukup berarti jika kelandaian tersebut dibuat pada panjang jalan yang cukup panjang, tetapi kurang berarti jika panjang jalan dengan kelandaian tersebut hanya pendek saja.

Tabel 2.17 Kelandaian maksimum jalan.

Kecepatan Rencana km/jam	Jalan Arteri luar kota (AASHTO' 90)			Jalan antar kota (Bina Marga)	
	Datar	Perbukitan	pegunungan	Kelandaian Maksimum Standar (%)	Kelandaian Maksimum Mutlak (%)
40				7	11
50				6	10
64	5	6	8		
60				5	9
80	4	5	7	4	8
96	3	4	6		
113	3	4	5		

Sumber : *Traffic Engineering Handbook, 1992 dan PGJLK, Bina Marga '1990 (Rancangan Akhir*

Batas kritis umumnya diambil jika kecepatan truk berkurang mencapai 30 – 75% kecepatan rencana, atau kendaraan terpaksa mempergunakan gigi rendah. Pengurangan kecepatan truk dipengaruhi oleh besarnya kecepatan rencana dan kelandaian. Kelandaian pada kecepatan rencana yang tinggi akan mengurangi kecepatan truk sehingga berkisar antara 30 – 50 % kecepatan rencana selama 1 menit perjalanan. Tetapi pada kecepatan rencana yang rendah, kelandaian tidakbegitu mengurangi kecepatan truk. Kecepatan truk selama 1 menit perjalanan, pada kelandaian  $\pm 10\%$ , dapat mencapai 75% kecepatan rencana. Tabel 5.2 memberikan panjang kritis yang disarankan oleh Bina Marga (luar kota), yang merupakan kira – kira panjang 1 menit perjalanan, dan truk bergerak dengan penuh. Kecepatan truk pada saat mencapai panjang kritis adalah sebesar 15 – 20 km/jam.

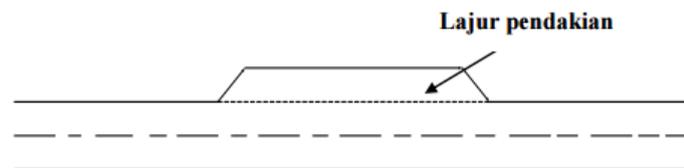
#### d) Lajur Pendakian

Pada jalan – jalan berlandai dan volume yang tinggi, seringkali kendaraan berat yang bergerak dengan kecepatan di bawah kecepatan rencana menjadi penghalang kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan sekitar kecepatan rencana. Untuk menghindari hal tersebut perlulah dibuatkan lajur pendakian. Lajur pendakian adalah lajur yang disediakan khusus untuk truk bermuatan berat atau kendaraan

lain yang berjalan dengan kecepatan yang lebih rendah, sehingga kendaraan lain dapat mendahului kendaraan yang lebih lambat tanpa mempergunakan lajur lawan

Tabel 2.18 Panjang kritis untuk kelandaian yang melebihi kelandaian maksimum standar

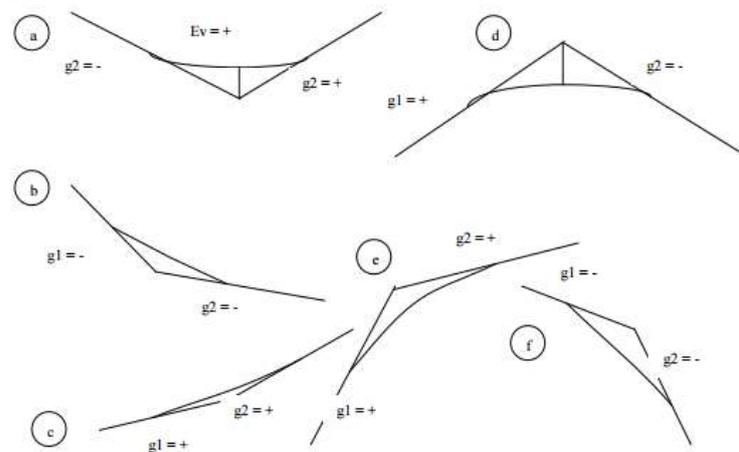
KECEPATAN RENCANA (KM/JAM)											
80		60		50		40		30		20	
5%	500 m	6%	500 m	7%	500 m	8%	420 m	9%	340 m	10%	250 m
6%	500 m	7%	500 m	8%	420 m	9%	340 m	10%	250 m	11%	250 m
7%	500 m	8%	420 m	9%	340 m	10%	250 m	11%	250 m	12%	250 m
8%	420 m	9%	340 m	10%	250 m	11%	250 m	12%	250 m	13%	250 m



e) Lengkung Vertikal

Pergantian dari satu kelandaian ke kelandaian yang lain dilakukan dengan mempergunakan lengkung vertikal. Lengkung vertikal tersebut direncanakan sedemikian rupa sehingga memenuhi keamanan, kenyamanan dan drainase. Jenis lengkung vertikal dilihat

dakian 1. Lengkung vertikal cekung, adalah lengkung di mana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan. 2. Lengkung vertikal cembung, adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan yang bersangkutan. Lengkung vertikal dapat berbentuk salah satu dari enam kemungkinan pada gambar



Gambar 2.12. Jenis lengkung vertikal dilihat dari titik perpotongan kedua tangen.

Lengkung vertikal type a, b dan c dinamakan lengkung vertikal cekung.

Lengkung vertikal type d, e dan f dinamakan lengkung vertikal cembung.

## 2.7 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu bagian konstruksi jalan yang terletak diatas tanah dasar yang bertujuan untuk melewati lalu lintas dengan aman dan nyaman serta menerima dan meneruskan beban lalu lintas ketanah dasar. Jenis-jenis konstruksi perkerasan, yaitu :

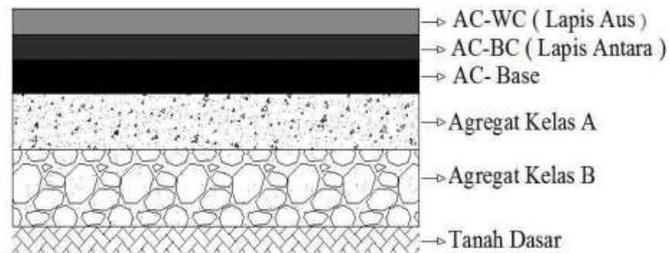
Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan dibedakan menjadi tiga yaitu:

### 1. Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai pengikatnya. Konstruksi perkerasan terdiri dari:

- a) Lapis permukaan (surface course), berfungsi sebagai:
  - Lapis perkerasan penahan beban roda. Lapisan ini mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
  - Lapis aus, sebagai lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
  - Lapis kedap air, sebagai lapisan yang tidak tembus oleh air

hujan yang jatuh di atasnya sehingga dapat melemahkan lapisan tersebut. - Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah.



Gambar. 2.13 lapisan perkerasan lentur

- b) Lapis Pondasi Atas (Base Course), berfungsi untuk: - Menahan gaya lintang dan menyebarkan ke lapis dibawahnya. - Lapisan peresapan untuk lapis pondasi bawah. - Lantai kerja bagi lapisan permukaan. - Mengurangi compressive stress pada sub-base sampai tingkat yang dapat diterima. 40 - Menjaga bahwa besarnya regangan pada lapis bawah bitumen (material surface) tidak akan menyebabkan cracking.
- c) Lapis Pondasi Bawah (Sub Base Course), berfungsi untuk: - Menyebarkan beban roda ke tanah dasar. - Mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapisan pondasi. - Efisiensi penggunaan material. - Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi. - Lantai kerja bagi lapis pondasi atas.
- d) Lapisan Tanah Dasar (sub-grade) Tanah dasar adalah tanah setebal 50-100 cm dimana akan diletakkan lapisan pondasi bawah. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan. Jika tanah aslinya baik, cukup hanya dipadatkan saja, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi baik dengan kapur, semen atau bahan lainnya. Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar optimum diusahakan kadar air tersebut konstan selama umur rencana, hal ini dapat dicapai dengan perlengkapan drainase yang memenuhi syarat. Ditinjau dari muka tanah asli, maka lapis tanah dasar dapat dibedakan atas lapisan tanah dasar galian, lapisan tanah dasar timbunan, dan lapisan tanah dasar asli.

2. Perkerasan kaku (Rigid Pavement) Perkerasan kaku merupakan pelat beton tipis yang dicor diatas suatu lapisan pondasi (base-course) atau langsung di atas tanah dasar. Sebagai bahan pengikat dipakai Portland cement. Jenis-jenis perkerasan kaku : 41
  1. Tanpa tulangan dengan sambungan
  2. Dengan tulangan dengan sambungan
  3. Dengan tulangan tanpa sambungan (menerus)
  4. Fibre reinforced concrete
  5. Dengan blok-blok beton
3. Perkerasan komposit (composite pavement) Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement) dan lapisan perkerasan lentur (flexible pavement) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawah.

#### **2.7.1 Umur Rencana**

Umur rencana jalan adalah jangka waktu sejak jalan itu dibuka hingga saat diperlukan perbaikan berat atau telah dianggap perlu untuk memberi lapisan pengerasan baru. Ramainya lalu-lintas kendaraan yang melewati sesuatu jalan itu dapat diteliti dengan menghitung jumlah (volume) kendaraan yang lewat sesuai dengan masing-masing jenis kendaraan.

#### **2.7.2 Perkerasan Lentur**

perkerasan lentur (flexible pavement) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Sehingga lapisan perkerasan tersebut mempunyai fleksibilitas/kelenturan yang dapat menciptakan nyaman kendaraan dalam melintas di atasnya. Perlu dilakuan kajian yang lebih intensif dalam penerapannya dan harus juga memperhitungkan secara ekonomis, sesuai dengan kondisi

setempat, tingkat keperluan, kemampuan pelaksanaan dan syarat teknis lainnya, sehingga konstruksi jalan yang direncanakan itu adalah yang optimal.

A. Komponen Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) terdiri atas:

**a. Tanah Dasar (sub grade)**

Tanah Dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan galian atau permukaan tanah timbunan, yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. 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:

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. 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.

**b. Lapis Pondasi Bawah (subbase course)**

Lapis Pondasi Bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi bawah antara lain:

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).

- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.
  - Bahan yang digunakan pada lapis pondasi bawah ,antara lain:
    1. Sirtu kelas A
    2. Sirtu kelas B
    3. Sirtu kelas C
- e. Stabilitas terdiri dari:
  1. Agregat dengan semen(Cement Treated Base)
  2. Agregat dengan kapur (Lime Treated Base)
  3. Agregat dengan Aspal (Asphalt Treated Base)

Hal ini sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat-alat besar atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca. Berbagai macam tipe tanah setempat (CBR > 20%, PI < 10%) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. 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 (base course)

Lapis Pondasi adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah).

- Bahan yang digunakan pada lapisan pondasi atas, antara lain:
  4. Agregat kelas A
  5. Agregat kelas B
  6. Agregat kelas C, dan
  7. Laston (lapis aspal beton)

Fungsi lapis pondasi antara lain:

- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda,
- b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik.

Bermacam-macam bahan alam / bahan setempat ( $CBR > 50\%$ ,  $PI < 4\%$ ) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antara lain : batu pecah, kerikil pecah dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur.

#### **d. Lapis Permukaan (surface course)**

Lapis Permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas. Fungsi lapis permukaan antara lain:

- a. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda
- b. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan kerusakan akibat cuaca.
- c. Sebagai lapisan aus (wearing course).

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

Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi, agar dicapai manfaat yang sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

#### **A. Jenis-jenis Lapis Permukaan (surface course)**

Jenis lapis permukaan terdapat bermacam-macam yaitu:

a. Lapis Aspal Beton (LASTON)

Lapis Aspal Beton (LASTON) adalah merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal keras, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

b. Lapis Penetrasi Makadam (LAPEN)

Lapis Penetrasi Macadam (LAPEN) adalah merupakan suatu lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dengan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal keras dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis dan apabila akan digunakan sebagai lapis permukaan perlu diberi laburan aspal dengan batu penutup.

c. Lapis Asbuton Campuran Dingin (LASBUTAG)

Lapis Asbuton Campuran Dingin (LASBUTAG) adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan peremaja dan filler (bila diperlukan) yang dicampur, dihampar dan dipadatkan secara dingin.

d. Hot Rolled Asphalt (HRA)

Hot Rolled Asphalt (HRA) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

e. Laburan Aspal (BURAS)

Laburan Aspal (BURAS) adalah merupakan lapis penutup terdiri dengan ukuran butir maksimum dari lapisan aspal taburan pasir 9,6 mm atau 3/8 inch.

f. Laburan Batu Satu Lapis (BURTU)

Laburan Batu Satu Lapis (BURTU) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam. Tebal maksimum 20 mm.

g. Laburan Batu Dua Lapis

Laburan Batu Dua Lapis (BURDA) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan. Tebal maksimum 35 mm.

h. Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS)

Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS) adalah merupakan pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu, dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas.

i. Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah (LASTON BAWAH)

Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah (LASTON BAWAH) adalah pada umumnya merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipadatkan pada temperatur tertentu.

j. Lapis Tipis Aspal Beton

Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Tebal padat antara 25 sampai 30 mm.

k. Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR)

Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

l. Aspal Makadam

Aspal Makadam adalah merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan/atau agregat pengunci bergradasi terbuka atau seragam yang dicampur dengan aspal cair, diperam dan dipadatkan secara dingin.

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

### 2.7.3 Parameter Perencanaan Tebal Perkerasan

Lapis perkerasan jalan berfungsi menerima dan menyebarkan 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 factor-faktor yang dapat mempengaruhi pelayanan konstruksi perkerasan jalan, seperti :

#### 8. 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 konstruksi perkerasan secara keseluruhan. Sebelum dilakukan pekerjaan konstruksi perkerasan, tanah dasar ini terlebih dahulu harus diperiksa daya dukungnya. Pemeriksaan data dukung tanah dapat dilakukan dengan CBR (California Bearing Ratio) merupakan cara yang paling sering digunakan di Indonesia, DCP (Dynamic 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 lokasi atau posisi mana tanah harus diambil sebagai sample untuk di uji.

- a. 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. 45
- b. 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 test pit

(sumur uji) atau cukup dilakukan analisa lapis dan sifat –sifat tanah lainnya dengan cara pemboran.

- b. 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 perencanaan jalan perlu mempertimbangkan segi ekonomis namun tidak mengorbankan segi kekuatan untuk konstruksi jalan yang akan dibangun. Pada kenyataannya, besarnya harga CBR pada setiap titik pengujian disepanjang jalur 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 nilai CBR 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 46 segmen jalan tersebut. Nilai CBR segmen dapat ditentukan dengan menggunakan cara analitis. Perhitungan CBR dengan cara analitis dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{CBR segmen} = \text{CBR rata-rata} - (\text{CBR maks} - \text{CBR min}) / R$$

Dimana nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat didalam satu segmen. Nilai R dapat dilihat pada tabel

Tabel 2.19 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 : Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1993)

Kinerja perkerasan jalan

Kinerja perkerasan jalan meliputi tiga hal utama yaitu :

- a. Keamanan yang ditentukan oleh nilai gesekan akibat kontak antara dua roda kendaraan dengan permukaan perkerasannya. Besarnya gaya gesek yang terjadi dipengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban tekstur permukaan jalan dan kondisi cuaca 47
- b. Struktur perkerasan sehubungan dengan kondisi fisik dari perkerasan tersebut, misalnya retak-retak, alur, amblas, bergelombang, dan lainlain
- b. Fungsi pelayanan sehubungan dengan bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pemaki jalan. Kondisi perkerasan dan fungsi pelayanannya merupakan satu kesatuan yang mendukung terwujudnya kenyamanan bagi pengemudi

#### A. Umur rencana

Umur rencana ( UR ) perkerasan jalan adalah jumlah waktu dalam satu tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapisan permukaan yang baru. Selama umur rencana, pemeliharaan jalan tetap harus dilaksanakan seperti pelapisan nonstruktural yang berfungsi sebagai lapisan aus. Umur rencana untuk jalan yang baru dibuka pada umumnya diambil 20 tahun,

sedangkan untuk peningkatan jalan pada umumnya diambil 10 tahun. Umur rencana lebih dari 20 tahun dipandang kurang ekonomis karena perkembangan lalu lintas terlalu besar atau sukar mendapat tingkat ketelitian yang memadai.

#### B. Lalu lintas

Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul dari arus lalu lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari :

- a. Angka ekivalen kendaraan Berat kendaraan ditransfer ke perkerasan jalan melalui roda-roda kendaraan yang terletak di ujung-ujung sumbu kendaraan. Setiap jenis kendaraan memiliki konfigurasi sumbu yang berbeda-beda. Sumbu depan merupakan sumbu tunggal roda tunggal, sedangkan sumbu belakang dapat merupakan sumbu tunggal roda tunggal, sumbu tunggal roda ganda, ataupun sumbu ganda roda ganda. Dengan demikian setiap jenis kendaraan akan memiliki angka ekivalen yang merupakan hasil penjumlahan dari angka ekivalen sumbu depan dan sumbu belakang. 48 Beban masing-masing sumbu dipengaruhi oleh titik berat dari kendaraan tersebut.

$$E = E \text{ sumbu depan} + E \text{ sumbu belakang}$$

$$E \text{ sumbu depan} = \text{Distribusi Beban sumbu depan} \\ (\text{Beban sumbu tunggal, kg}/8160)^4$$

$$E \text{ sumbu belakang} = \text{Distribusi Beban sumbu belakang} \\ (\text{Beban sumbu tunggal, kg}/8140)^4$$

Pada perencanaan tebal perkerasan sebaiknya tidak selalu mempergunakan angka ekivalen berdasarkan berat maksimum dan tidak juga menggunakan angka ekivalen berdasarkan berat kosong. Angka ekivalen yang digunakan untuk perencanaan adalah angka ekivalen berdasarkan berat kendaraan yang diharapkan selama umur rencana. Berat kendaraan tersebut sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Fungsi jalan, kendaraan berat yang memakai jalan arteri umumnya memuat muatan yang lebih berat daripada jalan lokal.

2. Keadaan medan, jalan yang mendaki mengakibatkan truk tidak mungkin memuat beban yang lebih berat dibandingkan dengan jalan pada medan datar.
  3. Kondisi jembatan, jembatan-jembatan yang dibangun dengan kemampuan memikul beban yang terbatas jelas tidak mungkin untuk memikul beban truk yang melewati batas beban maksimum yang dapat dipikulnya.
  4. Kegiatan ekonomi di daerah bersangkutan, jenis dan berat beban yang diangkut oleh kendaraan berat tergantung dari jenis kegiatan yang ada di daerah tersebut.
  5. Perkembangan daerah, beban yang diangkut oleh kendaraan dapat berkembang sesuai dengan perkembangan daerah disekitar lokasi jalan
- 49 Dengan demikian, maka sebaiknya angka ekivalen yang dipergunakan untuk perencanaan tebal perkerasan adalah angka ekivalen hasil survey timbang yang telah dilakukan pada daerah tersebut.
- b. Jumlah lajur dan koefisien distribusi kendaraan Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang terdiri dari satu lajur atau lebih. Jika jalan tidak mempunyai pembatas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.18

Tabel 2.20 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

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

(Sumber : *Perencanaan Teknik Jalan Raya Politeknik Negeri Bandung*)

Persentase kendaraan pada lajur rencana dapat ditentukan dengan menggunakan koefisien distribusi kendaraan, untuk jenis kendaraan ringan dan berat. Koefisien distribusi kendaraan DL dapat dilihat pada tabel

Tabel 2.21 Koefisien distribusi kendaraan per lajur rencana(DL)

Jumlah Lajur	Kendaraan ringan *		Kendaraan Berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1.000	1.000	1.000	1.000
2 lajur	0,600	0,500	0,700	0,500
3 lajur	0,400	0,400	0,500	0,475
4 lajur	0,300	0,300	0,400	0,450
5 lajur	-	0,250	-	0,425
6 lajur	-	0,200	-	0,400

(Sumber :perencanaan teknik jalan raya politeknik negeri bandung)

Keterangan : \*)Mobil penumpang

\*) Truk dan bus

c. Faktor ekuivalen beban sumbu kendaraan (LEF)

*Load equivalency factor* (LEF), setiap kelas kendaraan adalah sesuai dengan beban sumbu setiap kelas kendaraan, yaitu konfigurasi sumbu tunggal, sumbu ganda (*tandem*) dan tiga sumbu (*triple*). Faktor ekuivalen beban sumbu kendaraan dapat di hitung dengan persamaan :

$$LEF = \frac{W_{t18}}{W_{tx}} \dots \dots \dots (2.26)$$

$$\begin{aligned} \text{Log} \left( \frac{W_{tx}}{W_{t18}} \right) &= 4,79 \log (18 + 1) - 4,79 \log (lx + l_2) + 4,33 \log l_2 + \\ & \frac{\log \left( \frac{\Delta IP}{IP_o - IP_t} \right)}{0,40 + \frac{0,081(lx + l_2)^{3,23}}{(SN + 1)^{5,19} l_2^{3,23}}} - \frac{\log \left( \frac{\Delta IP}{IP_o - IP_t} \right)}{0,40 + \frac{0,081(18 + 1)^{3,23}}{(SN + 1)^{5,19}}} \dots \dots \dots (2.27) \end{aligned}$$

Keterangan:

$LEF$  = Angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang di timbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu standar

$W_{tx}$  = Angka beban sumbu  $x$  pada akhir waktu

$W_{18}$  = Angka 18 –kip (80 KN ) beban sumbu tunggal

$L_x$  = Beban dalam kip pada suatu sumbu tunggal /sumbu ganda/sumbu triple

$L_2$  = Kode beban ( 1 poros tunggal, 2 tandem, 3 triple )

$SN$  = Nilai struktural, fungsi dari ketebalan dan modulus setiap lapisan dan kondisi drainase dari pondasi dan pondasi Bawah

$\Delta IP$  = Perbedaan antara indeks pelayanan pada awal umur rencana ( $IP_0$ ) dengan indeks pelayanan pada akhir umur rencana ( $I_{pt}$ )

$I_{pt}$  = Indeks pelayanan jalan hancur (min 1,5)

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

$W_{18}$  di berikan dalam komulatif beban sumbu standar. Untuk mendapatkan lalu lintas pada lajur rencana lalu lintas pada lajur rencana ini di berikan persamaan berikut pada lajur rencana lain:

$$W_{18} = 365 \times D_L \times W_{18} \dots \dots \dots (2.28)$$

Keterangan :

$W_{18}$  = Akumulasi lalu lintas pada lajur rencana pertahun  $D_L$  = faktor distribusi lajur pada lajur rencana

$W_{18}$  = Akumulasi beban sumbu standar komulatif perhari, sesuai dengan

$$W_{18} = \sum_i^n B_{si} \cdot LEFi \dots \dots \dots (2.29)$$

$B_{si}$  = Beban setiap sumbu

$LEFi$  = Faktor ekivalen beban sumbu kendaraan

e. Akumulasi beban sumbu standar selama umur rencana ( $W_t / W_{18}$ )

Lalu lintas yang digunakan untuk perancangan tebal perkerasan lentur adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana.

Rumusan lalu lintas kumulatif ini adalah sebagai berikut :

$$W_t = W_{18} = W_{18} \cdot \frac{\left[ \frac{(i+g)^{n-1}}{g} \right]}{x}$$

Keterangan :

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

$N$  = Umur pelayanan ( tahun )

$W_{18}$  = lajur rencana

Beban sumbu standar komulatif 1 tahun , pada lajur rencana

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

$W_{18}$  di berikan dalam komulatif beban sumbu standar. Untuk mendapatkan lalu lintas pada lajur rencana lalu lintas pada lajur rencana ini di berikan persamaan berikut pada lajur rencana lain:

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

Keterangan :

$W_{18}$  = Akumulasi lalin pada lajur rencana pertahun  $D_L$  =  
faktor distribusi lajur pada lajur rencana

$W_{18}$  = Akumulasi beban sumbu standar komulatif perhari, sesuai dengan

$$W_{18} = \sum_i^n B_{si} \cdot LEFi \dots \dots \dots (2.31)$$

$B_{si}$  = Beban setiap sumbu

$LEFi$  = Faktor ekivalen beban sumbu kendaraan

$G$  = Perkembangan lalulintas

#### 5. Tingkat kepercayaan ( *reabilitas* ) R

Pengertian tingkat kepercayaan pada dasarnya merupakan cara untuk memasukkan faktor ketidak pastian kedalam proses perancangan perkerasan akan bertahan selama umur rencana.

Tabel. 2.22 Tingkat Reliabilitas untuk Berbagai-bagai Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan	Rekomendasi	
	Perkotaan	Tingkat reliabilitas Antar kota
Bebas hambatan	85,0– 99,9	80 – 99,9
Arteri	80– 99	75 – 95
Kolektor	80– 95	75 – 95

(Sumber : Pedoman Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Kementrian pekerjaan umum)

penerapan konsep reabilitas harus memperhatikan langkah berikut :

- a. Definisikan klasifikasi fungsional jalan dan tentukan apakah merupakan jalan perkotaan atau antar kota.
- b. Pilih tingkat realibilitas dari rentang yang diberikan pada tabel

- c. Pilih deviasi standar ( $S_0$ ) yang harus mewakili kondisi setempat rentang nilai  $S_0$  adalah 0,35 – 0,45.

Tabel.2.23 Deviasi Normal Standar ( $Z_R$ ) untuk Berbagai Tingkat Kepercayaan

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	-1,475	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 Kementerian

Tabel 2.24 Deviasi normal standar ( $Z_R$ ) untuk berbagai tingkat kepercayaan

Standar normal ( $Z_R$ )	Tingkat Kepercayaan R(%)	Deviasi Normal Standar ( $Z_R$ )
-1,282	96,00	-1,751
-1,340	97,00	-1,881
-1,405	98,00	-2,054
-1,476	99,00	-2,327
-1,555	99,00	-3,090
-1,645	99,99	-3,750

## 6. Kinerja perkerasan

Pada metoda ini tingkat pelayanan perkerasa dinyatakan dengan indeks pelayanan "IP saat ini (*present serviceability indeks*, PSi) yang di peroleh berdasarkan hasil pengukuran ketidak rataan (roughness) dan kausar, (alur retak dan tambahan). Nilai PSi berkisar antara 0-5, nilai 5 menunjukkan bahwa perkerasan mempunyai kondisi yang ideal (paling baik). Untuk keperluan perancangan, di perlukan penentuan indeks pelayanan awal dan indeks pelayanan akhir.

Tabel 2.25 Indeks Pelayanan Perkerasan Lentur Pada Akhir Umur Rencana (IP<sub>t</sub>)

Klasifikasi Jalan	Indeks Pelayanan Perkerasan Akhir Umur Rencana (IP <sub>t</sub> )
Bebas Hambatan	$\geq 2,5$
Arteri	$\geq 2,5$
Kolektor	$\geq 2,0$

(sumber : AASHTO'93)

Dalam menentukan indeks pelayanan pada awal umur rencana (IP<sub>0</sub>) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan lentur pada awal umur rencana, indeks pelayanan pada awal umur rencana (IP<sub>0</sub>) untuk beerapa lapisan perkerasan dapat dilihat pada tabel 2.31 dibawah ini :

Tabel 2.26 Indeks Pelayanan pada awal Umur Rencana (IP<sub>0</sub>)

Jenis lapis perkerasan	IP <sub>0</sub>
Lapis beton aspal ( Laton/AC) dan lapis beton aspal modifikasi ( Laston Modifikasi/AC-mod)	$\geq 4$
Lapis tipis beton aspal ( Lataston/HRS)	$\geq 4$

(sumber : AASHTO'93)

#### 2.7.4 Koefisien Perencanaan Tebal Perkerasan

##### 1. Koefisien kekuatan relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif bahan jalan, baik campuran beraspalsebagai lapis permukaan (lapis aus dan lapis permukaan antara),lapis pondasi serta lapis pondasi bawah disajikan pada tabel 2.32, maka nilai kekuatan relatif bahan (a) dapat menggunakan referensi.

Tabel 2.27 Koefisien Kekuatan Relatif bahan jalan (a)

Jenis bahan	Kekuatan bahan					Koefisien kekuatan relative			
	Modulus elastis		Stabilitas marshal (kg)	Kuat tekan bebas (kg/cm <sup>2</sup> )	ITS (kPa)	CBR (%)	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>
	(Mpa)	(x1000psi)							
1. Lapis permukaan									
Laston modifikasi									
- Lapis aus modifikasi	3200 <sup>(5)</sup>	460	1000				0,414		
- Lapis antara modifikasi	3500 <sup>(5)</sup>	508	1000				0,360		
- Laston									
- lapis aus	3000 <sup>(5)</sup>	435	800				0,400		
- lapis antara	3200 <sup>(5)</sup>	464	800				0,344		
- lataston									
- lapis aus	2300 <sup>(5)</sup>	340	800				0,350		
2. lapis pondasi									
- lapis pondasi laston modifikasi	3700 <sup>(5)</sup>	536	2250 <sup>(2)</sup>				0,305		
- lapis pondasi laston	3300 <sup>(5)</sup>	480	1800 <sup>(2)</sup>				0,290		
- lapis pondasi lataston	2400 <sup>(5)</sup>	350	800						
- lapis pondasi lapen							0,190		
- CMRFB (Cold Mix Recycling Foam Bitumen)					300		0,270		
Beton padat giling	5900	850		70 <sup>(5)</sup>			0,230		
CTB	5350	776		45			0,210		
CTRB	4450	645		35			0,170		
CTSB	4450	645		35			0,170		
CTRSB	4270	619		30			0,160		

Tanah semen	4000	580		24 <sup>(4)</sup>				0,145	
Tanah kapur	3900	566		20 <sup>(4)</sup>				0,140	
Agregat kelas A	200	29				90		0,135	
3. Lapis Pondasi Bawah									
Agregat kelas B	125	18				60			0,125
Agregat kelas C	130	15				35			0,112
Konstruksi Telford									
Pemadatan mekanis						52			0,104
Pemadatan manual						32			0,074
Material pilihan	84	12				10			0,080

Keterangan :

1. Campuran beraspal panas yang menggunakan bahan pengikat aspal modifikasi atau *modified asphalt* (seperti aspal polimer, aspal yang dimodifikasi asbuton, *multigrade*, aspal pen 40 dan aspal pen 60 dengan aditive campuran seperti asbuton butir), termasuk asbuton campuran panas.
  2. Diameter benda uji 60 inchi
  3. Kuat tekan beton untuk umur 28 hari
  4. Kuat tejan bebas umur 7 hari dan diameter 7 cm
  5. Pengujian modulus elastis menggunakan alat UMMATTA pada temperature 25° c, bebas 2500 N dan rise time 60 ms serta pembuatan benda uji dikondisikan sesuai AASHTO *designation* R 30 – 02 (2006)
2. Pemilihan tipe lapisan beraspal
- Tipe lapisan beraspal yang digunakan sebaiknya disesuaikan dengan kondisi jalan yang akan ditingkatkan, yaitu sesuai dengan lalu lintas rencana serta kecepatan kendaraan (terutama kendaraan truk) pada tabel 2.33 disajikan pemilihan tipe lapisan beraspal sesuai lalu lintas rencana dan kecepatan kendaraan.

Tabel 2.28 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 $\geq$ 70 km/jam
< 0,3	Perancangan perkerasan lentur untuk lalu lintas rendah	
0,3 – 1,0	Lapis tipis beton aspal (Lataston/HRS)	Lapis tipis beton aspal (Lataston/HRS)
10 – 30	Lapis beton aspal (Laston/AC)	Lapis beton aspal (Laston/AC)
$\geq$ 30	Lapis Beton Aus Modifikasi (Laston Mod/AC-Mod)	Lapis beton aspal (Laston/AC)

Catatan : untuk lokasi setempat dengan kecepatan kendaraan <20 km/jam sebaiknya menggunakan perkerasan kaku.

### 3. 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. Pada tabel 2.34 disajikan tabel minimum untuk lapis permukaan, lapis pondasi dan lapis pondasi bawah.

Tabel 2.29 Tebal minimum perkerasan

Jenis Bahan	Tebal Minimum	
	(Inchi)	(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	6,0
Lastaston		
- 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 lastaston	1,4	3,5
- lapis pondasi lapen	2,5	6,5
- Agregat Kelas A	4,0	10,0
- CTB	6,0	15,0
- CTRB	6,0	15,0
- CMRFB	6,0	15,0
- CTSB	6,0	15,0
- CTRSB	6,0	15,0
- Beton Padat Giling	6,0	15,0
- Beton Kurus	6,0	15,0
- Tanah semen	6,0	15,0
- Tanah kapur	6,0	15,0
3. Lapis Pondasi Bawah		
- Agregat kelas B	6,0	15,0
- Agregat kelas C	6,0	15,0
- Konstruksi Telford	6,0	15,0
- Material pilihan (selected material)	6,0	15,0

#### 4. Persamaan Dasar

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

$$\begin{aligned} \text{Log } (W_{18}) = & Z_R \cdot S_0 + 9,36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0,2 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta IP}{IP_0 - IP_f} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} \\ & + 2,32 \cdot \log_{10} (MR) - 8,07 \dots\dots\dots(2.33) \end{aligned}$$

Sesuai dengan persamaan diatas, penentuan nilai struktural mencakup penentuan besaran-besaran sebagai berikut :

$W_{18} (W_t)$  = yaitu volume kumulatif lalu lintas selama umur rencana

$Z_R$  = yaitu deviasi normal standar sebagai fungsi dari tingkat kepercayaan (R), yaitu dengan menganggap bahwa semua parameter masukan yang digunakan adalah nilai rata-ratanya.

$S_0$  = yaitu gabungan standar error untuk perkiraan lalu lintas dan kinerja.

$\Delta IP$  = yaitu perbedaan antara indeks pelayanan pada awal umur rencana ( $IP_0$ ) dengan indeks pelayanan pada akhir umur rencana ( $IP_f$ ).

$Mr$  = yaitu modulus resilien tanah dasar efektif (Psi)

$IP_f$  = yaitu indeks pelayanan jalan hancur (minimum 1,5)

#### 5. Estimasi Lalu lintas

Untuk mengestimasi volume kumulatif lalu lintas selama umur rencana ( $W_{18}$ ) adalah sesuai prosedur.

#### 6. Tingkat kepercayaan dan pengaruh drainase

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

#### 7. Modulus Resilien tanah dasar efektif

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

#### 8. Perhitungan

$$SN = a_{1.1} \times D_{1.1} + a_{1.2} \times D_{1.2} + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3 \dots \dots \dots (2,34)$$

Keterangan :

$a_1, a_2, a_3$  = koefisien kekuatan lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah.

$D_1 D_2 D_3$  = Tebal lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah (inchi) dan tebal minimum untuk setiap jenis bahan.

$m_1 m_2$  = koefisien *drainase* lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah.

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

#### 9. Analisis perancangan tebal perkerasan

Perlu dipahami bahwa untuk perkerasan lentur, struktur perkerasan terdiri dari beberapa lapisan bahan yang perlu dirancang dengan seksama.

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 rancangan yang diinginkan.
- c. Hitung CBR tanah dasar yang mewakili segmen, kemudian hitung modulus reaksi tanah dasar efektif (MR).
- d. Hitung lalu lintas rencana selama umur rencana yang telah ditetapkan, yaitu berdasarkan volume, beban sumbu setiap kelas 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 relatif sama dengan (sedikit dibawah) kemampuan konstruksi perkerasan rencana yang diinterpretasikan dengan lalu lintas.

e. Tahap berikutnya adalah menentukan nilai struktural seluruh lapis perkerasan diatas tanah dasar. Dengan cara yang sama, selanjutnya menghitung nilai struktural bagian perkerasan diatas lapis pondasi bawah dan diatas lapis pondasi atas, dengan menggunakan kekuatan lapis pondasi bawah dan lapis pondasi atas. Dengan menyelisihkan hasil perhitungan nilai struktural yang diperlukan diatas setiap lapisan, maka tebal maksimum yang diizinkan untuk suatu lapisan dapat dihitung. Contoh, nilai struktural maksimum yang diizinkan untuk lapis pondasi bawah akan sama dengan nilai struktural perkerasan diatas tanah dasar dikurangi dengan nilai bagian perkerasan diatas lapis pondasi bawah. Dengan cara yang sama, maka nilai struktural lapisan yang lain dapat ditentukan. Perlu diperhatikan bahwa prosedur tersebut hendaknya tidak digunakan untuk menentukan nilai struktural yang dibutuhkan oleh bagian perkerasan yang terletak diatas lapis pondasi bawah atau lapis pondasi atas dengan modulus resilien lebih dari 40.000 psi atau sekitar 270 Mpa. Untuk kasus tersebut, tebal lapis perkerasan diatas lapisan yang mempunyai modulus elastis tinggi harus ditentukan berdasarkan pertimbangan efektivitas biaya serta tebal minimum yang praktis.

Tabel 2.30 Pemilihan tipe lapisan beraspal berdasarkan lalu lintas rencana dan kecepatan kendaraan

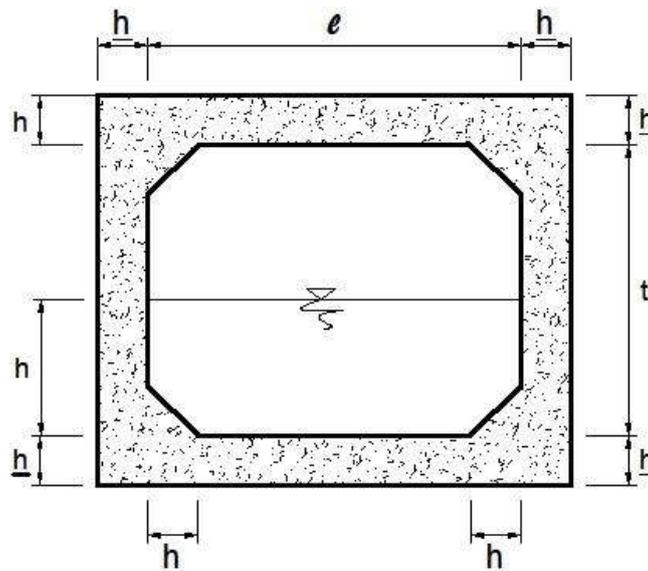
Lalu lintas rencana (juta)	Tipe lapisan beraspal	
	Kecepatan kendaraan 20-70 km/jam	Kecepatan kendaraan $\geq$ 70 km/jam
< 0,3	Perancangan perkerasan lentur untuk lalu lintas rendah	
0,3 – 1,0	Lapis tipis beton aspal (Lataston/HRS)	Lapis tipis beton aspal (Lataston/HRS)

10 – 30	Lapis beton aspal (Laston/AC)	Lapis beton aspal (Laston/AC)
$\geq 30$	Lapis Beton Aus Modifikasi (Laston Mod/AC-Mod)	Lapis beton aspal (Laston/AC)

Catatan : untuk lokasi setempat dengan kecepatan kendaraan  $< 20$  km/jam sebaiknya menggunakan perkerasan kaku.

## 2.8 Desain Gorong-gorong

Gorong-gorong bentuk Persegi (*box culvert*) :



Gambar 2.19 Sketsa dengan Bentuk persegi

$$A = Q/V \quad b = 2h$$

$$A = l \times h$$

Tinggi Jagaan

Dimana :

$A$  = luas penampang melintang ( $m^2$ )  $l$  = lebarsaluran (m)

$V$  = kecepatan rata-rata aliran (m/dt)

$W$  = tinggi jagaan

$h$  = Tinggi muka air (m)

$\underline{h}$  = tebal penampang saluran (cm)

$I$  = Intensitas curah hujan

## 2.9 Manajemen Proyek

### 2.9.1 Daftar harga satuan bahan dan upah

Daftar satuan bahan dan upah adalah harga yang dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga, tempat proyek ini berada karena tidak setiap daerah memiliki standar yang sama. Penggunaan daftar upah ini juga merupakan pedoman untuk menghitung rancangan anggaran biaya pekerjaan dan upah yang dipakai kontraktor. Adapun harga satuan bahan dan upah adalah satuan harga yang termasuk pajak-pajak.

### 2.9.2 Analisa satuan harga pekerjaan

Yang dimaksud dengan analisa satuan harga adalah perhitungan – perhitungan biaya yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam satu proyek. Guna dari satuan harga ini agar kita dapat mengetahui harga-harga satuan dari tiap – tiap pekerjaan yang ada. Dari harga – harga yang terdapat didalam analisa satuan harga ini nantinya akan didapat harga keseluruhan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya. Adapun yang termasuk didalam analisa satuan harga ini adalah :

#### a. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah perhitungan – perhitungan biaya pada setiap pekerjaan yang ada pada suatu proyek. Dalam menghitung analisa satuan pekerjaan, sangatlah erat hubungan dengan daftar harga satuan bahan dan upah.

b. Analisa Satuan Alat Berat

Perhitungan analisa satuan alat berat dilakukan dengan dua pendekatan yaitu :

1. Pendekatan *on the job*, yaitu pendekatan yang dimaksudkan untuk mendapatkan hasil perhitungan produksi berdasarkan data yang diperoleh dari data hasil lapangan dan data ini biasanya didapat dari pengamatan observasi lapangan. Pendekatan *off the job*, yaitu pendekatan yang dipakai untuk memperoleh hasil perhitungan berdasarkan standar yang biasanya ditetapkan oleh pabrik pembuat.

### 2.9.3 Perhitungan volume pekerjaan

Volume pekerjaan adalah jumlah keseluruhan dari banyaknya (kapasitas) suatu pekerjaan yang ada. Volume pekerjaan berguna untuk menunjukkan banyak suatu kuantitas dari suatu pekerjaan agar didapat harga satuan dari pekerjaan – pekerjaan yang ada didalam suatu proyek.

### 2.9.4 Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda dimasing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

Dalam menyusun anggaran biaya dapat dilakukan dengan 2 cara sebagai berikut :

1. Anggaran Biaya Kasar ( Taksiran )

Sebagai pedoman dalam menyusun anggaran biaya kasar digunakan harga satuan tiap meter persegi ( $m^2$ ) luas lantai. Anggaran biaya

kasar dipakai sebagai pedoman terhadap anggaran biaya yang dihitung secara teliti.

## 2. Anggaran Biaya Teliti

Yang dimaksud dengan anggaran biaya teliti, ialah anggaran biaya Bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat, sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya. Pada anggaran biaya kasar sebagaimana diuraikan terdahulu, harga satuan dihitung berdasarkan harga taksiran setiap luas lantai  $m^2$ . Taksiran tersebut haruslah berdasarkan harga yang wajar, dan tidak terlalu jauh berbeda dengan harga yang dihitung secara teliti.

Sedangkan penyusunan anggaran biaya yang dihitung dengan teliti, didasarkan atau didukung oleh :

### a) Bestek

Gunanya untuk menentukan spesifikasi bahan dan syarat-syarat

### b) Gambar Bestek

Gunanya untuk menentukan/menghitung/besarnya masing – masing volume pekerjaan.

### c) Harga Satuan Pekerjaan

Didapat dari harga satuan bahan dan harga satuan upah berdasarkan perhitungan analisa BOW.

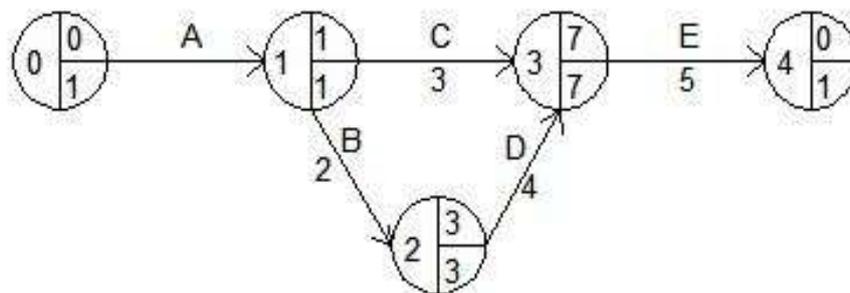
## 2.9.5 Rekapitulasi Biaya

Rekapitulasi biaya adalah biaya total yang diperlukan setelah menghitung dan mengalikannya dengan harga satuan yang ada. Dalam rekapitulasi terlampir pokok – pokok pekerjaan beserta biayanya.

### 2.9.6 Pengertian Manajemen Proyek

Untuk menyelesaikan suatu pekerjaan konstruksi suatu perencanaan yang tepat untuk menyelesaikan tiap – tiap pekerjaan yang ada. Di dalam NWP dapat diketahui adanya hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan satu dengan yang lain. Hubungan ini digambarkan dalam suatu diagram network, sehingga kita akan dapat mengetahui bagian – bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, pekerjaan mana yang menunggu selesainya pekerjaan lain atau pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa – gesa.

sehingga orang dan alat dapat digeser ke tempat lain.



Gambar 2.20 Sketsa *Network Planning*

Adapun kegunaan dari NWP ini adalah :

1. Merencanakan, *scheduling* dan mengawasi proyek secara logis.
2. Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga secara mendetail dari proyek.
3. Mendokumentasikan dan mengkomunikasikan rencana *scheduling* (waktu), dan alternatif-alternatif lain penyelesaian proyek dengan tambahan biaya
4. Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis (*critical path*) saja yang perlu konsentrasi pengawasan ketat.

Adapun data-data yang diperlukan dalam menyusun NWP adalah:

1. Urutan pekerjaan yang logis.

Harus disusun pekerjaan apa yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum pekerjaan lain dimulai, dan pekerjaan apa yang slack/kelonggaran waktu.

## 2. Biaya untuk mempercepat pekerjaan

Ini berguna apabila pekerjaan-pekerjaan yang berdada di jalur kritis ingin dipercepat agar seluruh proyek segera selesai, misalnya :

biaya-biaya lembur, biaya menambah tenaga kerja dan sebagainya.

Sebelum menggambar diagram NWP ada beberapa hal yang perlu kita perhatikan, antara lain:

1. Panjang, pendek maupun kemiringan anak panah sama sekali tidak mempunyai arti, dalam pengertian letak pekerjaan, banyaknya duration maupun resources yang dibutuhkan.
2. Aktifitas-aktifitas apa yang mendahului dan aktifitas-aktifitas apa yang mengikuti.
3. Aktifitas-aktifitas apa yang dapat dilakukan bersama-sama.
4. Aktifitas-aktifitas itu di batasi mulai dan selesai.
5. Waktu, biaya dan *resources* yang dibutuhkan dari aktifitas-aktifitas itu. kemudian mengikutinya.
6. Taksiran waktu penyelesaian setiap pekerjaan .Biasanya memakai waktu rata-rata berdasarkan pengalaman.Jika proyek itu baru sama sekali biasanya diberikan.
7. Kepala anak panah menjadi arah pedoman dari setiap kegiatan.
8. Besar kecilnya lingkaran juga tidak mempunyai arti dalam pengertian penting tidaknya suatu peristiwa.

Simbol-simbol yang digunakan dalam penggambaran NWP :

- ini merupakan anak panah yang rtinya aktifitas atau kegiatan.Ini adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan jangka waktutertentu dan resources tertentu.Anak panah selalu menghubungkan dua buah nodes, arah dari anak-anak panah menunjukkan urutan-urutan

-  (*Double arrow*), anak panah sejajar merupakan kegiatan dilintasan kritis (*critical path*). waktu.
-  (*Node/event*), bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian ,ini adalah pemulaan atau akhir dari suatu atau lebih kegiatan – kegiatan
- - - - -  (*dummy*) bentuknya merupakan anak panah terputus putus yang artinya kegiatan semu atau aktivitas semu.yang dimaksud aktifitas semu adalah aktifitas yang menekan waktu .Aktifitas yang tidak menekan waktu.Aktifitas semu hanya boleh dipakai bila tidak ada cara lain untuk menggambarkan hubungan- hubungan aktifitas yang ada dalam suatu network.

### 2.9.7 Barchart

Diagram barchart mempunyai hubungan yang erat dengan network planning. Barchart ditunjukkan dengan diagram batang yang dapat menunjukkan lamanya waktu pelaksanaan. Disamping itu juga dapat menunjukkan lamanya pemakaian alat dan bahan-bahan yang diperlukan serta pengaturan hal-hal tersebut tidak saling mengganggu pelaksanaan pekerjaan.

### 2.9.8 Kurva S

Kurva S dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dan lama waktu yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dari tahap pertama sampai berakhirnya pekerjaan tersebut. Bobot pekerjaan merupakan persentase yang didapat dari perbandingan antara harga pekerjaan dengan harga total keseluruhan dari jumlah harga penawaran.