

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Perencanaan Geometri Jalan**

Perencanaan geometri jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke rumah-rumah. Tujuan dari perencanaan geometri adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan atau biaya pelaksanaan.

Ketentuan-ketentuan dasar ini merupakan syarat batas sehingga penggunaannya harus dibatasi sedikit mungkin agar dapat menghasilkan jalan yang optimal. (*Sumber : Hamirhan Saodang, 2004*)

#### **2.2 Klasifikasi Jalan Raya**

Klasifikasi jalan merupakan aspek penting yang pertama kali harus diidentifikasi sebelum melakukan perancangan jalan, karena kriteria desain suatu rencana jalan yang ditentukan dari standar desain ditentukan oleh klasifikasi jalan rencana. Pada prinsipnya klasifikasi jalan dalam standar desain (baik untuk jalan antar kota maupun jalan luar kota) didasarkan kepada klasifikasi jalan menurut undang-undang dan peraturan pemerintah yang berlaku.

1. Klasifikasi jalan menurut fungsinya terbagi empat, yaitu:

a. Jalan Arteri

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

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

c. Jalan Lokal

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

d. Jalan Lingkungan

Jalan yang hanya melayani angkutan lingkungan dengan ciri-ciri jarak pendek dan kecepatan yang rendah.

2. Menurut kelasnya jalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

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

Dari penggunaan diatas dapat ditentukan klasifikasi jalan sesuai dengan tabel 2.1

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan antar kota

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat
Arteri	I	> 10
	II	10
	III A	8
Kolektor	III A	8
	III B	
Lokal	III C	8

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometri Jalan Raya, 1970)

- b. Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan klasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat dalam tabel 2.2 (Pasal 11. PP. No.43/1993).

Tabel 2.2 Klasifikasi Jalan menurut kelas jalan

Klasifikasi Fungsi	Kelas	LHR Dalam SMP
Jalan Arteri	I	> 20.000
Jalan Kolektor	II A	6.000 – 20.000
	II B	1.500 – 8.000
	II C	< 2.000
Jalan Lokal	III	-

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

Geometri Jalan Raya (PPGJR) No. 13/1970 :

- Sepeda : 0,5
- Mobil Penumpang / Sepeda Motor : 1
- Truk Ringan (Berat Kotor < 5 ton) : 2
- Truk Sedang > 5 ton : 2,5
- Bus : 3
- Truk Berat > 10 ton : 3
- Kendaraan Tak Bermotor : 7

Didaerah perbukitan pegunungan, koefisien untuk kendaraan bermotor diatas dapat dinaikkan, sedang untuk kendaraan tak bermotor tidak perlu dihitung.

### 3. Klasifikasi jalan menurut medan jalan

Berdasarkan perhitungan rata-rata dari ketinggian muka tanah lokasi rencana, maka dapat diketahui lereng melintang yang digunakan untuk menentukan golongan medan. Klasifikasi jalan berdasarkan medan jalan dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Golongan Medan	Lereng Melintang (%)
Datar (D)	0 – 9,9
Perbukitan (B)	10,0 – 24,9
Pegunungan (G)	> 25,0

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometri Jalan Raya, 1970)

### 2.3 Kriteria Dalam Perencanaan

Dalam perencanaan geometri jalan terdapat beberapa parameter perencanaan yang merupakan penentu tingkat kenyamanan dan keamanan yang dihasilkan oleh suatu bentuk geometri jalan.

#### 2.3.1 Kendaraan rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Dilihat dari bentuk, ukuran, dan daya dari kendaraan-kendaraan yang mempergunakan jalan, kendaraan-kendaraan tersebut dikelompokkan menjadi :

a. Kendaraan ringan / kecil ((LV)

Ialah kendaraan bermotor ber as dua dengan empat roda dengan jarak as 2,0 3,0 m (meliputi : mobil penumpang, oplet, mikrobus, *pick up*, dan truk kecil sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga)

b. Kendaraan sedang (MHV)

Ialah kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5 – 5,0 m (termasuk bus kecil, truk dua as dengan enam roda, sesuai dengan sistem klasifikasi Bina marga)

c. Kendaraan berat / besar (LB – LT)

- Bus besar (LB)

Bus dengan dua atau tiga gandar dengan jarak 5,0 – 6,0 m

-Truck besar (MC)

Truck tiga gandar dan truck kombinasi tiga, jarak gandar (gandar pertama dan gandar kedua)  $< 3,5$  (sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga)

d. Sepeda Motor (MC)

Kendaraan bermotor dengan dua atau tiga roda (meliputi : sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga)

e. Kendaraan tak bermotor (UM)

Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi : sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga) dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 Dimensi Kendaraan Rencana

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

(Sumber : TPGJR No. 038/T/BM/1997)

### 2.3.2 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-faktor yang mempengaruhi besarnya kecepatan rencana antara lain:

- Kondisi pengemudi dan kenadran yang bersangkutan
- Sifat fisik jalan keadaan medan sekitarnya
- Sifat dan tingkat penggunaan daerah
- Cuaca
- Adanya gangguan dari kendaraan lain
- Batasan kecepatan yang diizinkan

Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2.5 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 Geometri Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

### 2.3.3 Satuan Mobil Penumpang

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

### 2.3.4 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas harian rata-rata (VLHR) adalah perkiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam smp/hari. Ekivalensi mobil penumpang (emp) faktor konversi sebagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas ( $emp \text{ mobil penumpang} = 1,0$ ). Dapat dilihat pada tabel 2.6

Tabel 2.6 Eivalensi Mobil Penumpang (emp)

No	Jenis Kendaraan	Datar / Bukit	Gunung
1	Sedan, Jep Station Wagon	1,0	1,0
2	<i>Pick Up</i> , Bus Kecil, Truck 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 Geometri Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

### 2.3.5 Data peta topografi

Pengukuran peta topografi dimaksudkan untuk mengumpulkan data topografi yang cukup untuk kebutuhan perencanaan yang dilakukan pada sepanjang ruas jalan yang direncanakan. Hasil dari pengukuran ini digunakan

dalam perencanaan geometrik. Pengukuran pete topografi dilakukan pada sepanjang trase jalan rencana, sehingga memungkinkan didapatkannya trase jalan yang sesuai.

Pekerjaan pengukuran ini terdiri dari beberapa kegiatan yakni:

1. Kegiatan perintisan untuk pengukuran, dimana secara garis lurus ditentukan kemungkinan rute alternative dari trase jalan.
2. Kegiatan pengukuran yang meliputi :
  - a. Penentuan titik kontrol vertikal dan horizontal yang dipasang setiap interval 100m pada rencana as jalan.
  - b. Pengukuran situasi selebar kiri kanan *right of way* dari jalan yang dimaksud dan disebutkan tata guna tanah sekitar trase jalan.
  - c. Pengukuran penampang melintang (*cross section*) dan penampang memanjang (*long section*)
  - d. Perhitungan perencanaan design jalan dan penggambaran peta topografi berdasarkan atas koordinat titik-titik kontrol di atas.

### 2.3.6 Tingkat pelayanan jalan

*Highway Capacity Manual* membagi tingkat pelayanan jalan atas enam kendaraan yaitu :

1. Tingkat pelayanan A, dengan cirri-ciri :
  - a. Arus lalu lintas bebas tanpa hambatan
  - b. Volume dan kepadatan lalu lintas rendah
  - c. Kepadatan kendaraan merupakan pilihan pengemudi
2. Tingkat pelayanan B, cirri-ciri :
  - a. Arus lalu lintas stabil
  - b. Kecepatan mulai dipengaruhi oleh kendaraan lalu lintas, tetapi tetap dapat dipilih sesuai kehendak pengemudi
3. Tingkat pelayanan C, dengan ciri-ciri :
  - a. Arus lalu lintas masih stabil

- b. Kecepatan perjalanan sudah dipengaruhi oleh besarnya volume lalu lintas sehingga pengemudi tidak dapat lagi memilih kecepatan yang diinginkannya.
- 4. Tingkat pelayanan E, dengan ciri-ciri :
    - a. Arus lalu lintas sudah tidak stabil
    - b. Perubahan volume lalu lintas sangat mempengaruhi besarnya kecepatan perjalanan
  - 5. Tingkat pelayanan D, dengan ciri-ciri :
    - a. Arus lalu lintas sudah tidak stabil
    - b. Volume kira-kira sama dengan kapasitas
    - c. Sering terjadi kemacetan
  - 6. Tingkat pelayanan F, dengan ciri-ciri :
    - a. Arus lalu lintas tertahan pada kecepatan rendah
    - b. Sering terjadi kemacetan
    - c. Arus lalu lintas rendah

### **2.3.7 Data penyelidikan tanah**

Data penyelidikan tanah didapat dengan cara penyelidikan tanah. Penyelidikan tanah meliputi pekerjaan :

- 1. Penelitian terhadap semua data tanah yang ada, selanjutnya diadakan penyelidikan proyek jalan tersebut, dilakukan berdasarkan survey langsung di lapangan maupun dengan pemeriksaan dilaboratorium. Pengambilan data CBR dilapangan dilakukan sepanjang ruas rencana, dengan interval 200 m dengan menggunakan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Hasil tes *DynamicCone Penetrometer* ini dievaluasi melalui penampilan grafik yang ada, sehingga menampakkan hasil nilai CBR di setiap titik lokasi. Penentuan nilai CBR dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu analitis dan grafis.

a. Cara Analitis

Adapun rumus yang digunakan pada CBR analitis adalah :

$$\text{CBR segmen} = \frac{\text{CBR rata-rata} - (\text{CBRmax} - \text{CBRmin})}{R} \dots\dots\dots(2.1)$$

Nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam suatu segmen.

*(Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999)*

Adapun nilai R perhitungan CBR segmen dapat dilihat pada tabel 2.7

Tabel 2.7 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 : Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999)*

b. Cara Grafis

Prosedurnya adalah sebagai berikut :

- 1) Tentukan nilai CBR terendah.

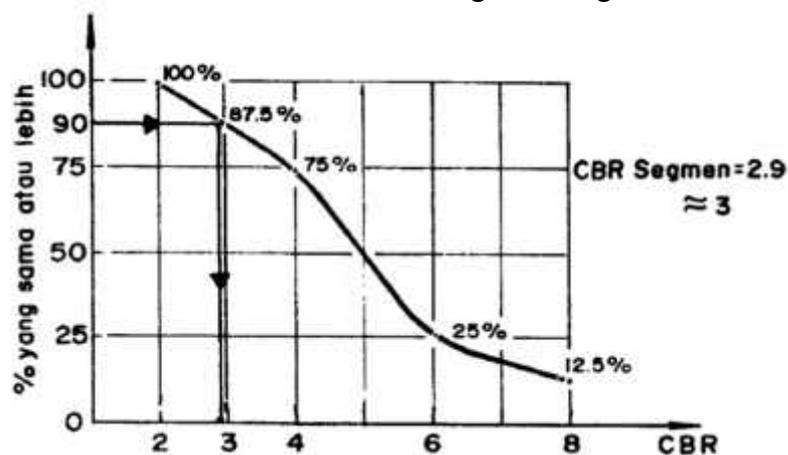
- 2) Tentukan berapa banyak CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR kemudian disusun secara tabelaris mulai dari CBR terkecil sampai yang besar.
- 3) Angka terbanyak diberi nilai 100%, angka yang lain merupakan persentase dari 100%.
- 4) Diberi grafik hubungan antara harga CBR dengan persentase nilai tadi
- 5) Nilai CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90%.

Tabel 2.8 Contoh Tabulasi Nilai CBR

No.	CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persentase yang sama atau lebih besar (%)
1.	2	8	$(8/8) \times 100\% = 100\%$
2.	3	7	$(7/8) \times 100\% = 87,5\%$
3.	4	6	$(6/8) \times 100\% = 75\%$
4.	6	2	$(2/8) \times 100\% = 25\%$
5.	8	1	$(1/8) \times 100\% = 12,5\%$

(Sumber : Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999)

Gambar 2.1 Menentukan Nilai CBR Segmen dengan Cara Grafis



(Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999)

Menentukan nilai CBR segmen dengan cara grafis

1. Membukukan analisa pada contoh tanah yang terganggu dan tidak terganggu, juga terhadap bahan konstruksi, dengan menggunakan ketentuan ASTM dan AASTHO maupun standar yang berlaku di Indonesia.
2. Uji bahan konstruksi untuk mendapatkan :
  - a. Sifat-sifat indeks (indeks properties)  $G_s$ ,  $W_n$ ,  $J$ ,  $e$ ,  $n$ ,  $S_r$ .
  - b. Klasifikasi (*Clasification of soil*) :
    - a) Analisa ukuran butir (*Gram Size Analysis*)
      - Analisa saringan (*Sieve Analysis*)
      - Hydrometer (*Hydrometer Analysis*)
    - b) Batas-batas Atterbeg (*Atterbeg Limits*)
      - Liquid Limit* (LL) = Batas cair
      - Plastic Limit* (PL) = Batas Plastis
      - $IP = LL - PL$  ..... (2.2)

- c. Pemadatan :  $\gamma_d$  maks dan  $W$  opt.

Pemadatan standar / *proctor*.

Pemadatan modifikasi.

Dilapangan dicek dengan *sandcone*  $\pm 93\%$   $\gamma_d$  maks.

- d. CBR Laboraturium (CBR rencana)

$$W_{et} = W_t / V_t \rightarrow \gamma_d \text{ wet} / (1+W) \dots \dots \dots (2.3)$$

CBR lapangan: DCP  $\rightarrow$  CBR lapangan.

### 2.3.8 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. Syarat jarak pandang yang diperlukan dalam suatu perencanaan jalan raya untuk mendapatkan keamanan yang setinggi-tingginya bagi lalu lintas adalah sebagai berikut :

a. Jarak Pandang Henti (Jh)

Jarak pandang henti adalah jarak pandang minimum yang diperlukan pengemudi untuk menghentikan kendaraan yang sedang berjalan setelah melihat adanya rintangan pada jalur yang dilaluinya. Jarak ini merupakan dua jarak yang ditempuh sewaktu melihat benda hingga menginjak rem dan jarak untuk berhenti setelah menginjak rem.

Jarak pandang henti terdiri atas 2 elemen jarak yaitu :

1) Jarak tanggap

Jarak tanggap adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.

2) Jarak pengereman

Jarak pengereman adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti. Jarak minimum ini harus dipenuhi dalam setiap bagian jalan raya, besar yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 2.9

Tabel 2.9 Jarak Pandang Henti Minimum

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

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

Jarak Pandang Henti (Jh) dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus :

$$Jh = \frac{V_R}{3,6} T + \frac{\left(\frac{V_R}{3,6}\right)^2}{2gf} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

VR = kecepatan rencana (km/jam)

t = waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

g = percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det<sup>2</sup>

f = koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35 – 0,55.

b. Jarak Pandang Mendahului (Jd)

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain didepannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke jalur semula. Jarak pandang mendahului di ukur berdasarkan asumsi tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm. Jarak kendaraan mendahului dengan kendaraan datang dan jarak pandang mendahului sesuai dengan  $V_r$  dapat dilihat pada tabel 2.10 dan 2.11

Tabel 2.10 Jarak Kendaraan Mendahului dengan Kendaraan Datang

V (km/jam)	50-65	65-80	80-95	95-110
Jh minimum (m)	30	55	75	90

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

Tabel 2.11 Pandang Jarak Pandang Mendahului berdasarkan  $V_r$

V (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jd	800	675	550	350	250	200	150	100

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

Jarak pandang mendahului (Jd), dalam satuanmeter ditentukan sebagai berikut :

$$Jd = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots(2.5)$$

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  $2/3 d_2$  (m)

### 2.3.9 Alinyemen Horizontal

Alinyemen Horizontal adalah proyeksi horizontal dari sumbu jalan tegak lurus bidang situasi jalan. Alinyemen horizontal merupakan trase jalan yang terdiri dari garis tegak lurus (garis tangen), merupakan jalan bagian lurus dan lengkung horizontal yang disebut tikungan.

#### 1. Penentuan Trase Jalan

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 :

##### a. Syarat Ekonomis

Penarikan trase jalan yang tidak terlalu banyak memotong kontur, sehingga dapat menghemat biaya dalam pelaksanaan pekerjaan galian dan timbunan nantinya.

##### b. 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. Bagian Lurus

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

Nilai panjang bagian lurus maksimum dapat dilihat pada tabel 2.12

Tabel 2.12 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 Geometri Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

### 3. Tikungan

Bagian yang sangat kritis pada alinyemen horizontal adalah bagian tikungan, dimana terdapat gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil. Gaya sentrifugal ini mendorong kendaraan secara radial keluar jalur. Atas dasar ini maka perencanaan tikungan agar dapat memberikan keamanan dan kenyamanan perlu mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

#### a. Jari-jari lengkung minimum

Untuk menghindari terjadinya kecelakaan, maka untuk kecepatan tertentu ditentukan jari-jari minimum untuk superelevasi maksimum 10 %. Nilai panjang jari-jari minimum dapat dilihat pada tabel 2.13.

Tabel 2.13 Panjang Jari-Jari Minimum untuk emaks = 10 %30

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 Geometri Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

#### b. Bentuk-bentuk Tikungan

Dialam suatu perencanaan garis lengkung maka perlu diketahui hubungan kecepatan rencana dengan kemiringan melintang jalan (superelevasi) karena garis lengkung yang direncanakan harus dapat mengurangi gaya sentrifugal secara berangsur-angsur mulai dari nol sampai nol kembali. Bentuk tikungan dalam perencanaan tersebut adalah :

##### 1) Bentuk tikungan *full circle*

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang mempunyai jari-jari besar dan sudut tangen yang relatif kecil. Atas dasar ini maka perencanaan tikungan dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan raya, dalam merencanakan tikungan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a) Lengkung peralihan
- b) Kemiringan melintang (superelevasi)
- c) Pelebaran Perkerasan Jalan
- d) Kebebasan samping

Jenis tikungan *full circle* ini merupakan jenis tikungan yang paling ideal ditinjau dari segi keamanan dan kenyamanan pengendara dan kendaraannya, namun apabila ditinjau dari penggunaan lahan dan biaya pembangunannya yang relatif terbatas, jenis tikungan ini merupakan pilihan yang sangat mahal.

Adapun batasan dimana diperbolehkan menggunakan *full circle* adalah sebagai berikut sesuai tabel 2.14

Tabel 2.14 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	230	60

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *full circle* , yaitu :

$$T = R \frac{\tan \Delta}{2} \dots \dots \dots (2.6)$$

$$E = T \frac{\tan \Delta}{4} = \sqrt{R^2 + T^2} - R = R \frac{(\text{Sec} \Delta - 1)}{2} \dots \dots \dots (2.7)$$

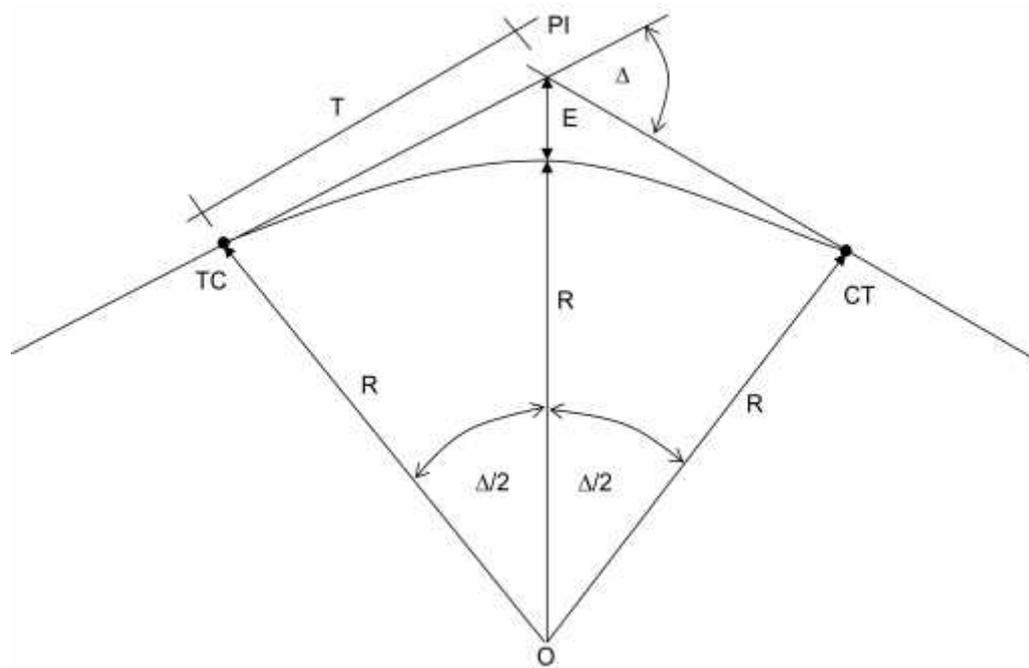
$$Lc = \frac{\Delta}{180} \pi R = 0,01745 R \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

- $\Delta$ = sudut tikungan ( )
- 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



Gambar 2.2 Tikungan *Full Circle*

Catatan :

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

## 2) 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 dan tikungan tersebut menjadi aman. Adapun jari-jari yang diambil untuk tikungan *spiral – circle – spiral* ini haruslah sesuai dengan kecepatan dan tidak mengakibatkan adanya kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum yang ditentukan, yaitu :

- a) Kemiringan maksimum antar jalan kota : 0,10  
 b) Kemiringan maksimum jalan dalam kota : 0,08

Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *spiral – circle – spiral*, yaitu :

$$X_s = L_s \left( 1 - \frac{L_s^2}{40R^2} \right) \dots \dots \dots (2.9)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6R} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$s = \frac{90}{H} \cdot \frac{L_s}{R} \dots \dots \dots (2.11)$$

$$\Delta c = \Delta - 2\theta s \dots \dots \dots (2.12)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R \cdot (1 - \cos \theta s) \dots \dots \dots (2.13)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 \cdot R^2} - R \cdot \sin \theta s \dots \dots \dots (2.14)$$

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

$$T_s = (R + p) \cdot \tan \frac{\Delta}{2} + k \dots \dots \dots (2.16)$$

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

$$L = L_c + 2 \cdot L_s \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana:

$X_s$  = 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, (°)

$\Delta_c$  = sudut lengkung *circle*, (°)

$\theta_s$  = sudut lengkung *spiral*, (°)

$R$  = jari-jari tikungan, (m)

$p$  = pergeseran tangen terhadap *spiral*, (m)

$k$  = absis  $p$  pada garis tangen *spiral*, (m)

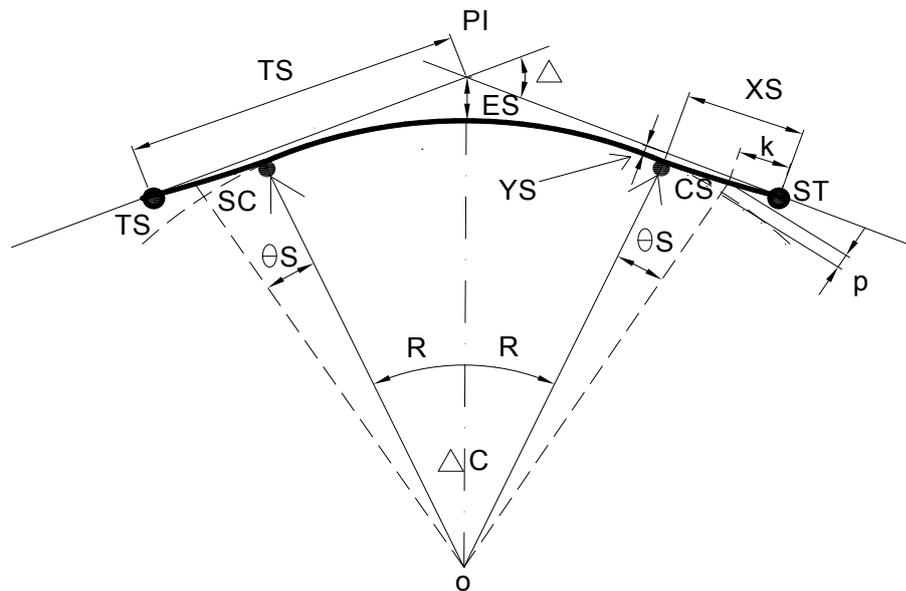
$L$  = panjang tikungan SCS, (m)

Kontrol :

$L_c > 20$  m

$L > 2 T_s$

Jika  $L < 20$  m, gunakan jenis tikungan *spiral-spiral*



Gambar 2.3 Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

### 3) Tikungan *spiral-spiral*

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang tajam. Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *spiral-spiral*, yaitu :

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta, \quad L_c = 0 \dots \dots \dots (2.19)$$

$$L_s = \frac{2\pi R}{360} 2\theta_s \text{ atau } L_s = \frac{\theta_s R}{28,548} \dots\dots\dots(2.20)$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \dots\dots\dots(2.21)$$

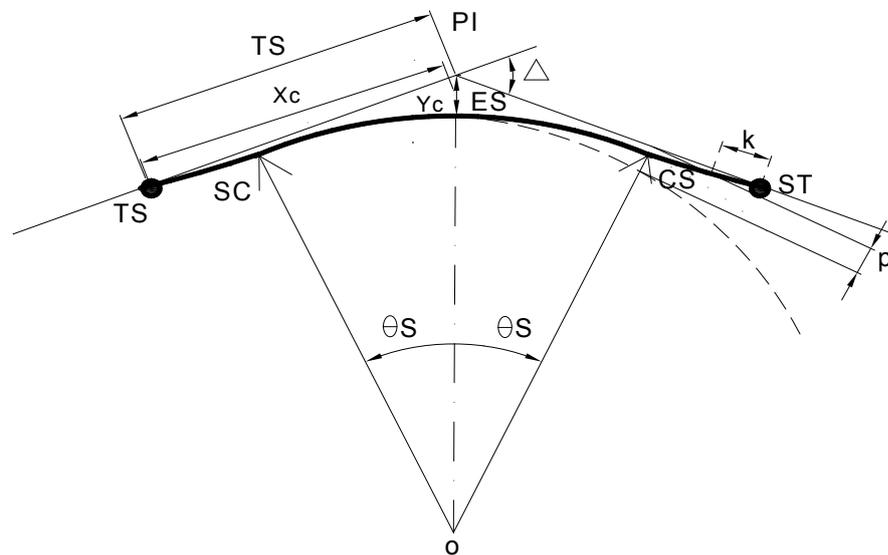
$$E_s = (R + p) \sec \frac{\Delta}{2} - R \dots\dots\dots(2.22)$$

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

$$k = k^* \times L_s \dots\dots\dots(2.24)$$

$$p = p^* \times L_s \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana  $k^*$ ,  $p^*$  dapat dilihat pada tabel untuk  $L_s = 1$



Gambar 2.4 Tikungan *Spiral-Spiral*

### c. Superelevasi

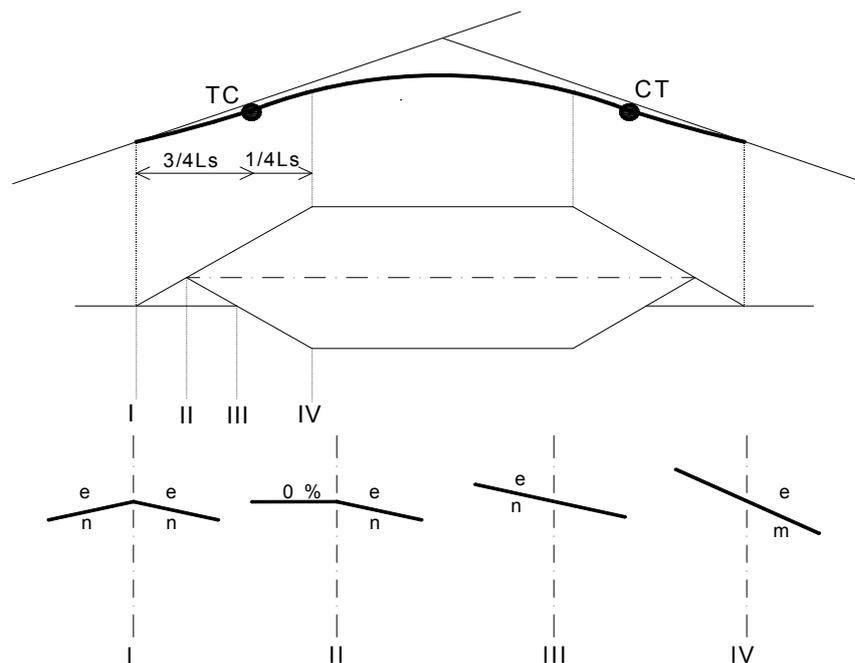
Penggambaran superelevasi dilakukan untuk mengetahui kemiringan-kemiringan jalan pada bagian tertentu yaitu berfungsi untuk mempermudah dalam pekerjaannya atau pelaksanaannya dilapangan.

- 1) Superelevasi dapat dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung,
- 2) Pada tikungan *spiral-circle-spiral*, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bentuk normal samapi lengkung peralihan (S) yang berbentuk pada bagian lurus jalan, lalu dilanjutkan samapi superelevasi penuh pada akhir bagian lengkung peralihan.

- 3) Pada tikungan *full circle* , pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bagian lurus sepanjang  $2/3 L_s$  sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang  $1/3 L_s$ .
- 4) Pada tikungan *spiral-spiral*. Pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral
- 5) Superelevasi tidak diperlukan jika ruas cukup besar, untuk itu cukup lereng luar diputar sebesar lereng normal (LP), atau bahkan tetap lereng normal (LN)

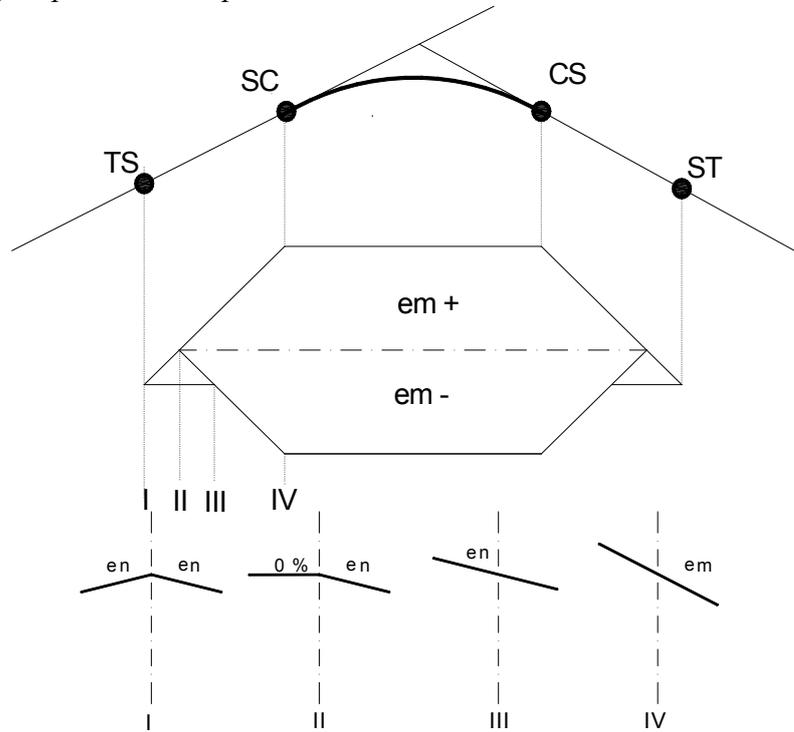
d. Diagram superelevasi

1) Tikungan *full circle*



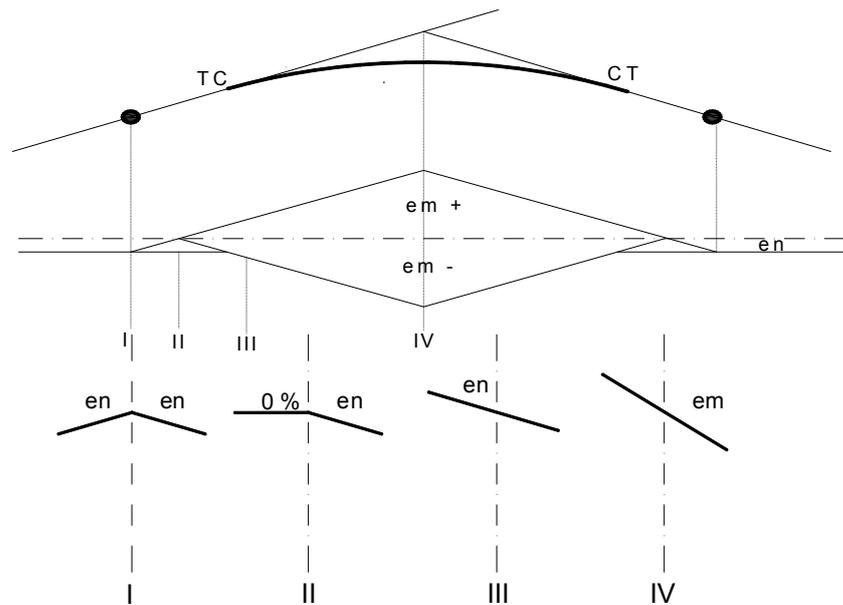
Gambar 2.5 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Full Circle*

2) Tikungan *spiral-circle-spiral*



Gambar 2.6 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

3) Tikungan *spiral-spiral*



Gambar 2.7 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Spiral-Spiral*

**1.3.10 Alinyemen Vertikal**

Alinyemen vertikal adalah bidang tegak yang melalui sumbu jalan atau proyeksi tegak lurus bidang gambar. Profil ini menggambarkan tinggi rendahnya jalan terhadap muka tanah asli, sehingga memberikan gambaran terhadap kemampuan kendaraan dalam keadaan naik dan bermuatan penuh.

Alinyemen vertikal sangat erat hubungan dengan besarnya biaya pembangunan, biaya penggunaan kendaraan serta jumlah lalulintas. Kalau pada alinyemen horizontal (bagian tikungan) maka pada alinyemen vertikal yang merupakan bagian kritis justru pada bagian lurus. Kemampuan pendakian dari kendaraan truck dipengaruhi oleh panjang pendakian (panjang kritis landai) dan besarnya landai.

1. Landai Maksimum Dan Panjang Landai Maksimum

Panjang kritis landai adalah panjang yang masih dapat diterima tanpa mengakibatkan gangguan lalu lintas (panjang ini mengakibatkan pengurangan maksimum sebesar 25 km/jam). Landai maksimum hanya digunakan bila pertimbangan biaya sangat memaksakan hanya untuk jarak yang pendek. Bila pertimbangan biaya memaksimal, maka panjang kritis.

Tabel 2.15 Panjang Kritis

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

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometri Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997)

2. Lengkung Vertikal

Pada setiap penggantian landai harus dibuat lengkung vertikal yang memenuhi keamanan, kenyamanan dan drainase yang baik. Lengkung vertikal adalah lengkung yang dipakai untuk mengadakan peralihan secara berangsur-angsur dari suatu landai ke landai berikutnya.

Maka persamaan umum dari lengkung vertikal, yaitu :

$$Y' = \pm \left[ \frac{g_2 - g_1}{2.L} \right] . X^2 \dots\dots\dots (2.26)$$

Lengkung vertikal terbagi atas :

- a. Lengkung vertikal cembung
- b. Lengkung vertikal cekung

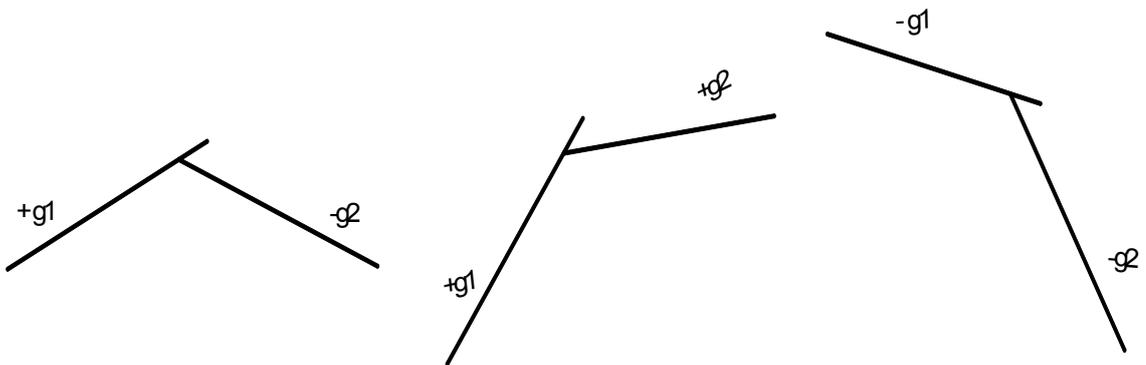
Kelandaian menaik diberi tanda (+), sedangkan kelandaian menurun diberi tanda (-). Ketentuan menaik atau menurun ditinjau dari sebelah kiri.

$$EV \frac{AL}{800} \dots\dots\dots(2.27)$$

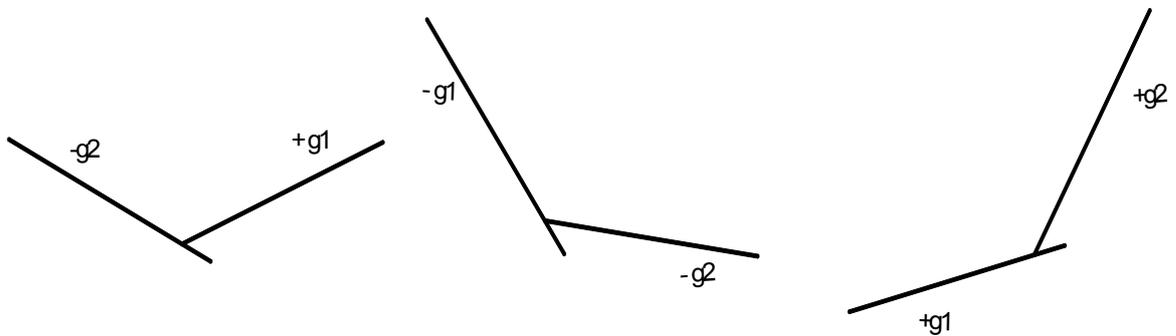
Dimana :

$$A = (g_1 + g_2)$$

L = Panjang lengkung vertikal



Gambar 2.8 Alinyemen Vertikal Cembung



Gambar 2.9 Alinyemen Vertikal Cekung

## 2.4 Bagian-Bagian Jalan

Suatu jalan raya terdiri dari bagian-bagian jalan, dimana bagian-bagian jalan tersebut dibedakan berdasarkan :

a. Daerah manfaat jalan (Damaja)

UU.13/1980 Tentang Jalan dan PP 26/85 Tentang Jalan menyebutkan bahwa Damaja adalah sesuatu ruang sepanjang jalan, yang dibatasi oleh lebar, tinggi dan kedalaman ruang bebas tertentu, yang dimanfaatkan untuk konstruksi jalan, terdiri dari badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengamanannya.

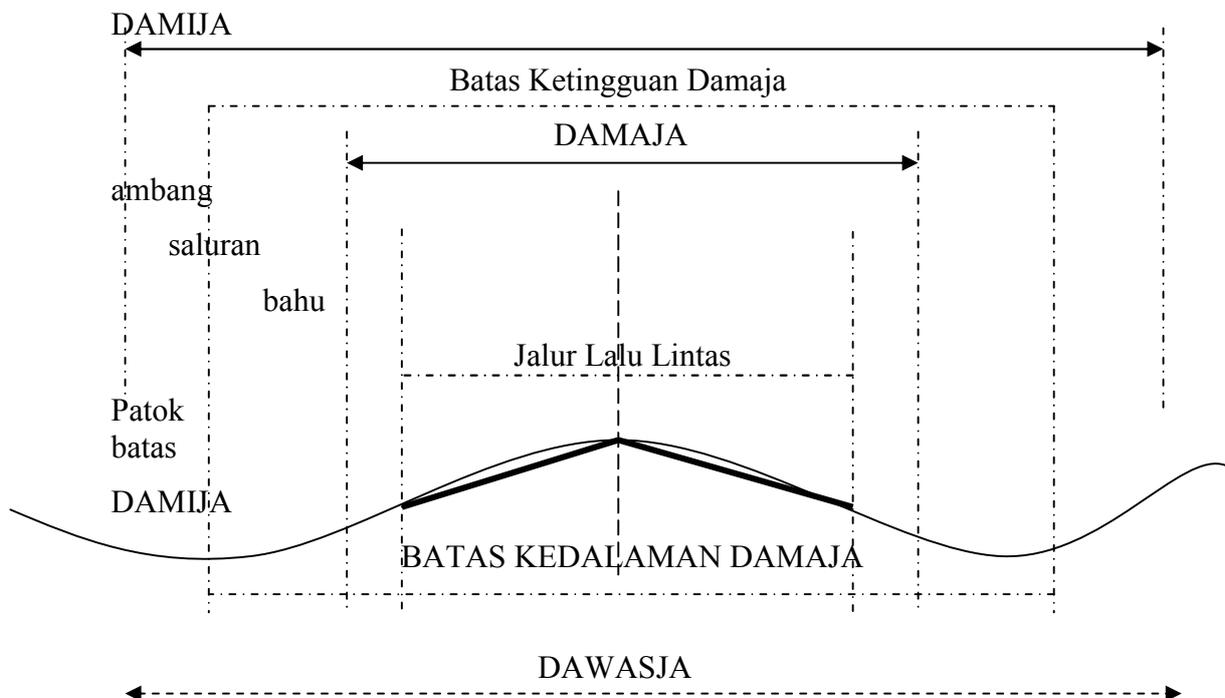
b. Daerah milik jalan (Damija)

Disebut juga ROW (*Right of Way*), meliputi Damaja dan sejalur tanah tertentu, dibatasi oleh patok tanda batas Damija.

c. Daerah pengawasan jalan (Damasja)

Sejalur tanah yang terletak diluar Damija, yang penggunaannya diawasi oleh Pembina jalan, dengan maksud agar tidak mengganggu pandangan pengemudi dan bangunan konstruksi jalan.

Gambar 2.10 Posisi Damaja, Damija, dan Dawasja



Penampang melintang jalan merupakan bagian-bagian jalan yang terdiri dari :

- a. Jalur lalu lintas
- b. Median
- c. Bahu jalan
- d. Jalur pejalan kaki
- e. Selokan

## **2.5 Perencanaan Galian Dan Timbunan**

Didalam perencanaan jalan raya diusahakan agar volume galian sama dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasikan alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal memungkinkan kita untuk menghitung banyaknya volume galian dan timbunan.

Langkah-langkah perhitungan galian dan timbunan :

1. Penentuan stationing 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.

### **2.5.1 Stationing**

Penomoran (stationing) panjang jalan pada tahap perencanaan adalah memberi nomor pada interval-interval tertentu dari awal sampai akhir proyek stationing jalan dibutuhkan sebagai sarana informasi untuk dengan cepat mengenali lokasi yang sedang ditinjau dan sangat bermanfaat pada saat pelaksanaan dan perencanaan. Adaun interval untuk masing-masing penomoran jika tidak adanya perubahan arah tangent pada alinyemen horizontal maupun alinyemen vertikal adalah sebagai berikut :

1. Setiap 100 m, untuk dasar datar
2. Setiap 50 m, untuk daerah bukit
3. Setiap 25 m, untuk daerah gunung

Stationing ini sama fungsinya dengan patok-patok km di sepanjang jalan, namun juga terdapat perbedaannya yaitu :

- a. Patok km merupakan petunjuk jarak yang akan di ukur dari patok km, yang umumnya terletak di ibu kota provinsi atau kotamadya, sedangkan patok stationing merupakan petunjuk yang di ukur dari bawah sampai akhir proyek.
- b. Patok km merupakan patok permanen yang dipasang dengan ukuran standar yang berlaku, sedangkan patok stationing merupakan patok sementara selama masa pelaksanaan proyek jalan tersebut. Pada tikungan penomoran dilakukan pada setiap komponen pada tikungan.

## 2.6 Perencanaan Perkerasan

Perkerasan jalan adalah lapisan atas badan jalan yang menggunakan bahan – bahan khusus yang secara konstruktif lebih baik dari pada tanah dasar. Perkerasan jalan berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti.

Secara umum perkerasan jalan mempunyai persyaratan yaitu kuat, awet, kedap air, rata, tidak licin, murah dan mudah dikerjakan. Oleh karena itu bahan perkerasan jalan yang paling cocok adalah pasir, kerikil, batu dan bahan pengikat (aspal atau semen).

Berdasarkan suatu bahan ikat, lapisan perkerasan jalan dibagi menjadi dua kategori, yaitu :

### 1. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan campuran beton bertulang, atau bahan-bahan yang bersifat kaku.

### 2. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

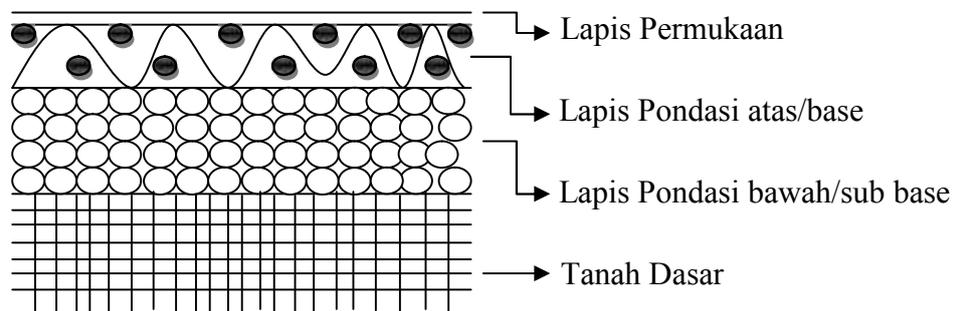
Yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan campuran aspal dan agregat atau bahan-bahan yang bersifat tidak kaku/lentur.

### 3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Yaitu perkerasan dengan memakai dua bahan, dengan maksud menggabungkan dua bahan yang berbeda yaitu aspal dan beton.

#### 2.6.1 Jenis dan Fungsi Konstruksi Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan terdiri dari lapisan – lapisan yang diletakkan diatas permukaan tanah dasar yang telah dipadatkan. Konstruksi perkerasan terdiri dari :



Gambar 2.11 Perkerasan Lentur

#### 1. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan merupakan lapisan yang terletak paling atas dari suatu perkerasan yang biasanya terdiri dari lapisan bitumen sebagai penutup lapisan permukaan. Fungsi dari lapisan permukaan ini adalah sebagai berikut :

- a. Lapisan perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan – lapisan tersebut.
- c. Lapis aus (*wearing course*), yaitu lapisan yang langsung mengalami gesekan akibat rem kendaraan, sehingga mudah aus.
- d. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah. Untuk memenuhi fungsinya, pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama.

## 2. Lapisan Pondasi (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas merupakan lapisan utama dalam yang menyebarkan beban badan, perkerasan umumnya terdiri dari batu pecah (kerikil) atau tanah berkerikil yang tercantum dengan batuan pasir dan pasir lempung dengan stabilitas semen, kapur dan bitumen. Adapun fungsi dari lapisan pondasi atas adalah :

- a. Sebagai perletakan terhadap lapisan permukaan.
- b. Melindungi lapisan dibawahnya dari pengaruh luar.
- c. Untuk menerima beban terusan dari lapisan permukaan.
- d. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.

## 3. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Lapisan pondasi bawah merupakan lapisan kedua dalam yang menyebarkan beban yang diperoleh dari lapisan yang diatas seperti kerikil alam (tanpa proses). Fungsi dari lapisan pondasi bawah adalah :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan – lapisan diatasnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapisan pondasi.
- d. Sebagai lapisan pertama agar pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar.

## 4. Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar (*subgrade*) adalah merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini. Tanah dasar ini dapat terbentuk dari tanah asli yang dipadatkan (pada daerah galian) ataupun tanah timbun yang dipadatkan (pada daerah urugan).

Mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tak lepas dari sifat tanah dasar. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri serta kemampuan mempertahankan perubahan

volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat. Sifat masing-masing tanah tergantung dari tekstur, kadar air dan kondisi lingkungan.

### 2.6.2 Metode Perencanaan Tebal Perkerasan

Metode perencanaan yang diambil untuk menentukan tebal lapisan perkerasan didasarkan perkiraan sebagai berikut :

1. Kekuatan lapisan tanah dasar yang dinamakan nilai CBR atau Modulus Reaksi Tanah Dasar (k).
2. Kekuatan Beton yang digunakan untuk lapisan perkerasan.
3. Prediksi volume dan komposisi lalu lintas selama usia rencana.
4. Ketebalan dan kondisi lapisan pondasi bawah (*sub base*) yang diperlukan untuk menopang konstruksi, lalu lintas, penurunan akibat air dan perubahan volume lapisan tanah dasar serta sarana perlengkapan daya dukung permukaan yang seragam di bawah dasar beton.

Terdapat banyak metode yang telah dikembangkan dan dipergunakan di berbagai Negara untuk merencanakan tebal perkerasan. Metode tersebut kemudian secara spesifik diakui sebagai standar perencanaan tebal perkerasan yang dilakukan oleh negara yang bersangkutan. Beberapa standar yang telah dikenal adalah :

- a. Metode AASHTO, Amerika Serikat  
Yang secara terus menerus mengalami perubahan sesuai dengan penelitian yang telah diperoleh. Perubahan terakhir dilakukan pada edisi 1986 yang dapat dibaca pada buku “AASHTO – *Guide For Design of Pavement Structure, 1986*”.
- b. Metode NAASRA, Australia Yang dapat dibaca “*Interin Guide to Pavement Thicknexe Design*”.
- c. Metode Road Note 29 dan Road Note 21  
*Road Note 29* diperuntukan bagi perencanaan tebal perkerasan di Inggris, sedangkan *Road Note 31* diperuntukan bagi perencanaan tebal perkerasan di negara-negara beriklim subtropis dan tropis.

d. Metode Asphalt Institute

Yang dapat dibaca pada *Thickness Design Asphalt Pavement for Highways and streets, MS-1*.

e. Metode Bina Marga, Indonesia

Yang merupakan modifikasi dari metode AASHTO 1972 revisi 1981. Metode ini dapat dilihat pada buku petunjuk perencanaan tebal perkerasan jalan raya dengan metode analisa komponen, SKBI-2.3.26.1987 UDC : 625.73(02).

(*Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999*)

### 2.6.3 Langkah – Langkah Perencanaan Tebal Perkerasan

1. Koefisien Kekuatan Relative (a)

Koefisien kekuatan *relative* bahan jalan , baik campuran beraspal sebagai lapis permukaan (lapis aus dan lapis permukaan antara), lapis pondasi serta lapis pondasi bawah.

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 2.16 disajikan pemilihan tipe lapisan beraspal sesuai lalu lintas rencana dan kecepatan kendaraan.

Tabel 2.16 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 – 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)
≥ 30	Lapis Beton Aus Modifikasi (Laston Mod/AC-Mod)	Lapis Beton Aspal (Laston/AC)

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.

4. Persamaan dasar

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

$$\text{Log}(W18) = ZR \cdot S_0 + 9,36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0,2 + \frac{\text{Log}_{10}\left[\frac{\Delta IP}{IP_0 - IP_f}\right]}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \cdot \log_{10}(MR) - 8,07 \dots \dots \dots (2.28)$$

Sesuai dengan persamaan di atas, penentuan nilai structural mencakup penentuan besaran – besaran sebagai berikut :

- W18 (Wt)= volume kumulatif lalu lintas selama umur rencana.  
 ZR = deviasi normal standar sebagai fungsi dari tingkat kepercayaan (R), yaitu dengan menganggap bahwa semua parameter masukan yang digunakan adalah nilai rata – ratanya.  
 S0 = gabungan *standard error* untuk perkiraan lalu lintas dan kinerja.  
 ΔIP = perbedaan antara indeks pelayanan pada awal umur rencana (IP0) dengan indeks pelayanan pada akhir umur rencana (IPf).  
 MR = modulus resilien tanah dasar efektif (psi). (MR = 1500 x CBR)  
 IPf = indeks pelayanan jalan hancur (minimum 1,5).

5. Estimasi lalu lintas

Untuk mengestimasi volume kumulatif lalu lintas selama umur rencana (W18) 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 akibat variasi musim, dapat dilakukan dengan pengujian di laboratorium dan pengujian CBR lapangan kemudian dikorelasikan dengan nilai modulus resilien.

8. Perhitungan :

$$SN = a_{1.1} \times D_{1.1} + a_{1.2} \times D_{1.2} + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times M_3 \dots \dots \dots (2.29)$$

Keterangan :

$a_1 a_2 a_3$  = koefisien kekuatan relatif 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 atas beberapa lapisan bahan yang perlu dirancang dengan seksama. Struktur perkerasan hendaknya dirancang menurut prinsip yang ada. 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 di bawah) kemampuan konstruksi perkerasan rencana yang diinterpretasikan dengan lalu lintas
- e. Tahap berikutnya adalah menentukan nilai structural seluruh lapis perkerasan di atas tanah dasar. Dengan cara yang sama, selanjutnya menghitung nilai structural bagian perkerasan di atas lapis pondasi bawah dan di atas lapis pondasi atas, dengan menggunakan kekuatan lapis pondasi bawah dan lapis pondasi atas. Dengan menyelisihkan hasil perhitungan nilai struktural yang diperlukan di atas 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 structural perkerasan di atas tanah dasar dikurangi dengan nilai bagian perkerasan di atas lapis pondasi bawah. Dengan cara yang sama, maka nilai structural lapisan yang lain dapat ditentukan.

Perlu diperhatikan bahwa prosedur tersebut hendaknya tidak digunakan untuk menentukan nilai structural yang dibutuhkan oleh bagian perkerasan yang terletak di atas 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 di atas lapisan yang mempunyai modulus elastis tinggi harus ditentukan berdasarkan pertimbangan efektivitas biaya serta tebal minimum yang praktis.

## **2.7 Data Penyelidikan Material**

Data penyelidikan material diperoleh dengan melakukan penyelidikan material. Adapun pekerjaan-pekerjaan penyelidikan material meliputi :

1. Mengadakan penelitian terhadap semua data material yang ada selanjutnya melakukan penyelidikan sepanjang proyek tersebut yang akan dilakukan berdasarkan survey di lapangan maupun dengan pemeriksaan laboratorium.
2. Penyelidikan lokasi sumber material yang ada beserta perkiraan jumlahnya untuk pekerjaan-pekerjaan penimbunan pada jalan dan jembatan serta bangunan pelengkap jalan.

Pengidentifikasian material secara visual yang dilakukan oleh teknisi tanah di lapangan hanya berdasarkan gradasi butiran dan karakteristik keplastisannya saja itu :

### **a. Tanah berbutir kasar**

Tanah yang termasuk dalam kelompok ini adalah kerikil, pasir, dan dominan kerakal.

b. Tanah berbutir halus

Di lapangan tanah kelompok ini sudah untuk dibedakan secara visual antara lempung dan danau, kecuali dengan cara perkiraan karakteristik plastisnya. (Shirley L. Hendarsin, 2000).

## 2.8 Pengelolaan Proyek

Suatu perencanaan pelaksanaan pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu.

### 2.8.1 Rencana kerja

1. Proyek kerja alat

Secara umum produksi kerja alat berat apapun jenisnya memiliki pola dan prinsip perhitungan yang sama. Langkah-langkah perhitungan yang harus dilakukan tidak jauh berbeda, hanya saja perhitungan produksi kerja untuk jenis alat tertentu memang memerlukan perhatian khusus karena relatif lebih kompleks.

Adapun langkah dasar perhitungan produksi kerja yaitu :

a. Menghitung kapasitas awal

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghitung material yang terbawa dalam satu siklus kerja. Kapasitas aktual tergantung pada ukuran pembawa material yang ada pada setiap alat dan jenis material yang dipilih.

b. Menghitung waktu siklus

Waktu siklus dihitung untuk mendapatkan jumlah siklus perjam. Waktu siklus tersebut terdiri dari waktu tetap dan waktu variabel. Waktu siklus sering ditetapkan sebagai waktu konstan untuk semua jenis material dan kondisi.

c. Menghitung produksi kerja kasar (PKK)

Menghitung produksi kerja kasar (PKK) adalah menentukan angka perkiraan produksi kerja tanpa mempertimbangkan faktor-faktor efisiensi dan faktor koreksi.

d. Menghitung produksi kerja aktual (PKA)

Menghitung produksi kerja aktual (PKA) adalah menentukan angka perkiraan produksi kerja dengan mempertimbangkan semua faktor yang mempengaruhinya.

2. Biaya kepemilikan dan pengoperasian alat berat

Dalam pekerjaan yang besar seperti pekerjaan konstruksi selalu digunakan alat berat. Untuk operasi dengan alat-alat berat harus dipertimbangkan biaya-biaya yang disediakan untuk penggunaan alat, waktu yang harus disesuaikan, keuntungan yang diperoleh dan pertimbangan lainnya. Biaya untuk alat berat dapat dihitung dengan perkiraan yang dapat dipertanggung jawabkan. Biaya tersebut yaitu terdiri dari :

a. Biaya kepemilikan

Adalah biaya alat yang harus diperhitungkan selama alat yang bersangkutan dioperasikan, apabila alat tersebut milik sendiri.

b. Biaya operasi

Adalah biaya yang dikeluarkan selama alat tersebut digunakan. Biaya operasi ini meliputi bahan bakar, minyak pelumas, pergantian ban dan perbaikan atau pemeliharaan serta penggantian suku cadang khusus.

3. Analisa satuan harga pekerjaan

Analisa satuan harga adalah perhitungan-perhitungan biaya yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Guna dari satuan harga ini agar kita dapat mengetahui 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.

4. 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.

#### 5. Rencana anggaran biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah merencanakan banyaknya biaya yang akan digunakan serta susunan pelaksanaannya. Dalam perencanaan anggaran biaya perlu dilampirkan analisa harga satuan bahan dari setiap pekerjaan agar jelas jenis-jenis pekerjaan dan bahan yang digunakan.

#### 6. Rekapitulasi biaya

Rekapitulasi biaya adalah biaya total yang diperlukan setelah menghitung dan mengalikan dengan harga satuan yang ada. Dalam rekapitulasi terlampir pokok-pokok pekerjaan beserta biayanya. Biasanya untuk pekerjaan yang dilaksanakan oleh Instansi Pemerintah dalam rekap tersebut sudah dimasukkan pajak serta keuntunga dari kontraktor.

#### 7. Rencana kerja

Rencana kerja adalah suatu pembagian waktu yang terperinci untuk setiap jenis pekerjaan mulai dari awal sampai akhir pekerjaan.

##### a. Kurva S

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

##### b. *Barchart*

Diagram *barchart* mempunyai hubungan yang erat dengan metode *network planning*. *Barchart* ditunjukkan dengan diagram batang yang dapat menunjukkan lamanya waktu pelaksanaan. Disamping itu juga dapat menunjukkan lamanya

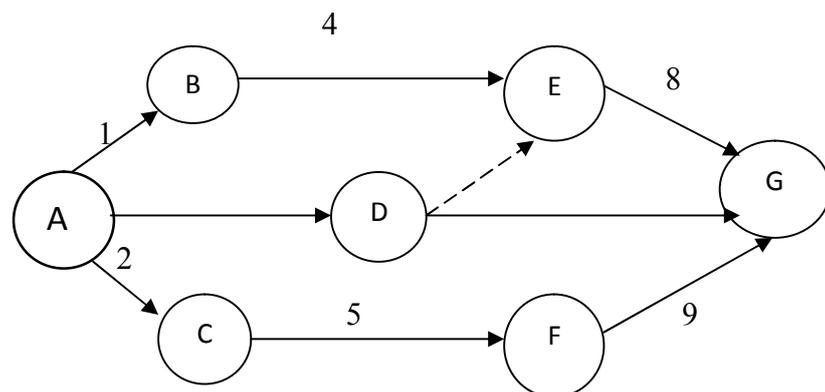
pemakaian alat dan bahan-bahan yang diperlukan serta pengaturan hal-hal tersebut tidak saling mengganggu pelaksanaan pekerjaan.

c. *Network planning*

Dalam *Network planning* 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 ketempat lain.

Adapun kegunaan dari NWP ini adalah :

- a) Merencanakan, *scheduling* dan mengawasi proyek secara logis
- b) Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga secara mendetail dari proyek
- c) Mendokumentasikan dan mengkomunikasikan secara *scheduling* (waktu) dan alternatif-alternatif lain penyelesaiannya proyek dengan tambahan waktu
- d) Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis (*critical path*) saja yang perlu konsentrasi pengawasan ketat.



Gambar 2.12 Sketsa *Network planning*

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

→ *Arrow*

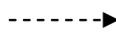
Bentuk ini merupakan anak panah yang artinya aktifitas/kegiatan. Ini adalah suatu pekerjaan/tugas yang

penyelesaiannya membutuhkan waktu tertentu. Anak panah selalu menghubungkan dua nodes, arah dari anak panah menunjukkan urutan-urutan waktu.



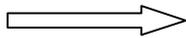
*Node/event*

Bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian. Ini adalah permulaan atau akhir dari suatu atau lebih kegiatan.



*Dummy*

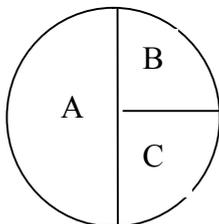
Bentuk ini merupakan anak panah putus-putus yang artinya semu. Yang dimaksud aktifitas semua adalah aktifitas yang tidak menekan waktu. Aktifitas semua hanya boleh dipakai bila menggambarkan hubungan-hubungan aktifitas yang ada dalam suatu *network*



*Double arrow*

Anak panah sejajar yang merupakan kegiatan lintasan kritis (*critical path*)

A= Nomor kejadian



=EET (*Earliest Event Time*), waktu yang paling cepat, yaitu menjumlahkan durasi dari kejadian yang dimulai dari kejadian awal dilanjutkan kegiatan berikutnya dengan mengambil angka yang terbesar

C =LET (*Laetest Event Timei*), waktu yang paling lambat, yaitu megurangi durasi dari kejadian yang dimulai dari kegiatan paling akhir dilanjutkan kegiatan sebelumnya dengan mengambil angka terkecil

### 2.8.2 *Barchart* dan kurva S

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 peraturan hal-hal tersebut. Hal hal yang ditampilkan dalam *bar chart* adalah:

1. Jenis pekerjaan
2. Durasi waktu pelaksanaan pekerjaan
3. Alur pekerjaan

Proses penyusunan diagram batang dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Daftar item kegiatan yang berisi seluruh kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana pelaksanaan pembangunan
2. Urutan pekerjaan dari daftar item kegiatan tersebut diatas, disusun urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilaksanakan lebih dahulu dari item pekerjaan yang akan dilaksanakan kemudian, dan tidak mengesampingkan kemungkinan pelaksanaan pekerjaan secara bersamaan.
3. Waktu pelaksanaan pekerjaan adalah jangka waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai seluruh kegiatan berakhir. Waktu pelaksanaan pekerjaan diperoleh dari penjumlahan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap item kegiatan

Kurva S adalah suatu kurva yang disusun untuk menunjukkan hubungan antara nilai komulatif biaya atau jam-orang (man hours) yang telah digunakan atau persentase (%) penyelesaian pekerjaan terhadap waktu. Dengan demikian pada kurva S dapat digambarkan kemajuan volume pekerjaan yang diselesaikan sepanjang berlangsungnya proyek atau pekerjaan dalam bagian dari proyek.

Dengan membandingkan kurva tersebut dengan kurva yang serupa yang disusun berdasarkan perencanaan, maka akan segera terlihat dengan jelas apabila terjadi penyimpangan. Oleh karena kemampuannya yang dapat diandalkan dalam melihat penyimpangan-penyimpangan dalam pelaksanaan proyek, maka

pengendalian proyek dengan memanfaatkan kurva S sering kali digunakan dalam pengendalian suatu proyek.

Pada kurva S, sumbu mendatar menunjukkan waktu kalender, dan sumbu vertikal menunjukkan nilai kumulatif biaya atau jam-orang atau persentase penyelesaian pekerjaan. Kurva yang berbentuk huruf "S" tersebut lebih banyak terbentuk karena kelaziman dalam pelaksanaan proyek yaitu:

1. Kemajuan pada awal-awalnya bergerak lambat.
2. Kemudian diikuti oleh kegiatan yang bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama.
3. Pada akhirnya kegiatan menurun kembali dan berhenti pada suatu titik akhir.