

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Geometrik

Perencanaan geometrik Jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang titik beratnya 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 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/biaya pelaksanaan. (Silvia Sukirman, 2010)

Perencanaan geometrik Jalan merupakan suatu perencanaan rute dari suatu ruas jalan secara lengkap, mencakup beberapa komponen jalan yang dirancang Berdasarkan kelengkapan data yang didapat dari suatu hasil survei lapangan, kemudian dianalisis berdasarkan acuan perencanaan yang berlaku. Acuan perencanaan yang dimaksud adalah sesuai dengan standar perencanaan geometrik yang dianut di Indonesia. (Hamirhan Saodang, 2010)

Dalam penentuan rute suatu ruas jalan sebelum sampai pada suatu keputusan akhir perancangan, banyak faktor internal yang perlu ditinjau, antara lain :

1. Tata ruang jalan yang akan dibangun.
2. Data perancangan sebelumnya pada lokasi atau sekitar lokasi.
3. Tingkat kecelakaan yang pernah terjadi akibat permasalahan geometrik.
4. Tingkat pertumbuhan lalu lintas.
5. Alternatif rute selanjutnya dalam rangka pengembangan jaringan Jalan.
6. Faktor lingkungan yang mendukung dan mengganggu.
7. Faktor ketersediaan bahan tenaga dan peralatan.

2.2 Data Perencanaan Geometrik

2.2.1 Data Lalu Lintas

Data arus lalu lintas merupakan informasi dasar bagi perencanaan dan desain suatu jalan. Data lalu lintas didapatkan dengan melakukan pendataan kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan, sehingga dari hasil pendataan ini kita dapat mengetahui volume lalu lintas yang melintasi jalan tersebut, namun data volume lalu-lintas yang diperoleh dalam satuan kendaraan per jam (kend/jam).

2.2.2 Data Peta Topografi

Pengukuran peta topografi dimaksudkan untuk mengumpulkan data topografi untuk digunakan dalam perencanaan geometrik. Data peta topografi digunakan untuk menentukan kecepatan sesuai dengan daerahnya. Pengukuran peta topografi dilakukan pada sepanjang trase jalan rencana dengan mengadakan tambahan dan pengukuran detail pada tempat-tempat yang memerlukan realinyemen dan tempat-tempat persilangan dengan sungai atau jalan lain, sehingga memungkinkan didapatkannya trase jalan yang sesuai dengan standar.

Pekerjaan pengukuran ini terdiri dari beberapa kegiatan berikut :

- a. Pekerjaan Perintisan untuk pengukuran, dimana secara garis besar ditentukan kemungkinan rute alternatif dan trase jalan.
- b. Kegiatan pengukuran meliputi :
 1. Penentuan titik-titik kontrol *vertikal* dan *horizontal* yang dipasang setiap interval 100 meter pada rencana as jalan.
 2. Pengukuran situasi sebelah kiri dan kanan dari jalan yang dimaksudkan untuk tata guna tanah disekitar trase jalan.
 3. Pengukuran penampang melintang (*cross section*) dan penampang memanjang.
 4. Perhitungan perencanaan desain jalan dan penggambaran peta topografi berdasarkan titik-titik koordinat kontrol diatas.

2.3 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan terbagi menjadi sebagai berikut :

- a. Klasifikasi menurut fungsi jalan yaitu terbagi atas :
 - Jalan Arteri adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
 - Jalan Kolektor merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
 - Jalan Lokal yaitu merupakan jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- b. Klasifikasi menurut kelas jalan yaitu diklasifikasikan menurut kapasitas lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang dilayani dalam satuan SMP. seperti terlihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel. 2.1 Klasifikasi menurut Kelas Jalan

Klasifikasi fungsi	Kelas	LHR dalam satuan SMP
Utama	I	> 20000
Sekunder	II A	6000 s/d 20000
	II B	1500 s/d 8000
	II C	< 2000
Penghubung	III	-

(Sumber : (PPGJR; 1970; 4)

- Jalan Kelas I :

Kelas jalan ini mencakup semua kelas jalan utama dan dimaksudkan untuk dapat melayani lalu lintas cepat dan berat. Dalam kondisi lalu lintasnya tak terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tak bermotor. Jalan raya dalam kelas jalan ini merupakan jalan-jalan raya yang berlajur banyak dengan konstruksi perkerasan dari jenis yang terbaik dalam arti tingginya tingkatan dalam pelayanan lalu lintas.

- Jalan Kelas II :

Kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan sekunder. Dalam komposisi lalu lintasnya terdapat lalu lintas lambat. Kelas jalan ini, berdasarkan komposisi dan sifat lalu lintasnya kelas jalan ini terbagi 3 yaitu sebagai berikut :

 - Kelas II A

Adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur atau lebih dengan konstruksi permukaan jalan dari sejenis aspal beton (hot mix) atau yang setara, dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dan tidak bermotor. Untuk lalu lintas lambat disediakan jalur tersendiri.
 - Kelas II B

Adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi berganda atau yang setaraf dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat tanpa kendaraan tidak bermotor.
 - Kelas II C

Adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi tunggal dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tidak bermotor.
 - Jalan Kelas III :

Kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan penghubung dan merupakan konstruksi jalan berjalur tunggal atau dua. Konstruksi permukaan jalan yang paling tinggi adalah peleburan dengan aspal.
- c. Klasifikasi menurut medan jalan yaitu diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Seperti terlihat pada **Tabel 2.2**

Tabel. 2.2 Golongan Medan Jalan

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

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997,hal 5)

- d. Klasifikasi menurut pengawasannya yaitu jalan Nasional, Jalan Propinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya, Jalan Desa, dan Jalan Khusus.

2.4 Kriteria Perencanaan

Dalam perencanaan geometrik terdapat beberapa kriteria perencanaan seperti kendaraan rencana, satuan mobil penumpang, volume lalu lintas, kecepatan rencana, dan jarak pandang. Kriteria tersebut merupakan penentu tingkat kenyamanan dan keamanan yang dihasilkan oleh suatu bentuk geometrik jalan.

2.4.1 Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang merupakan wakil dari kelompoknya, dipergunakan untuk merencanakan bagian-bagian dari jalan. Dalam perencanaan geometrik jalan, dimensi dan radius putar kendaraan dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Seperti terlihat pada **Tabel 2.3**.

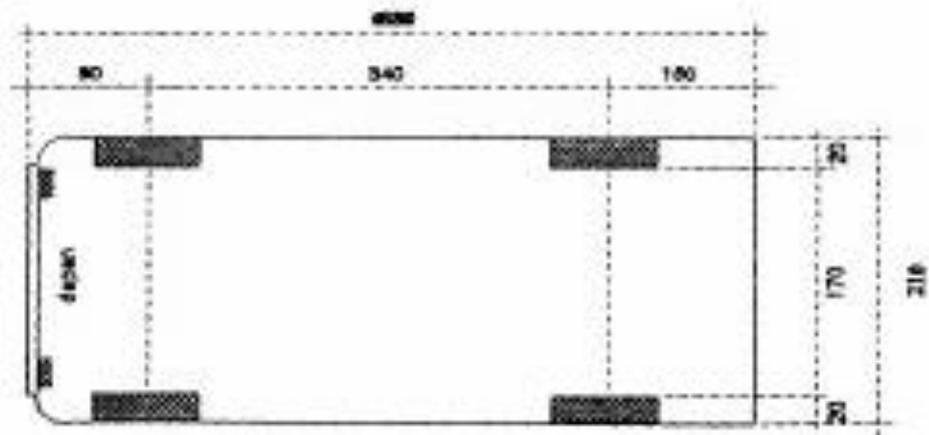
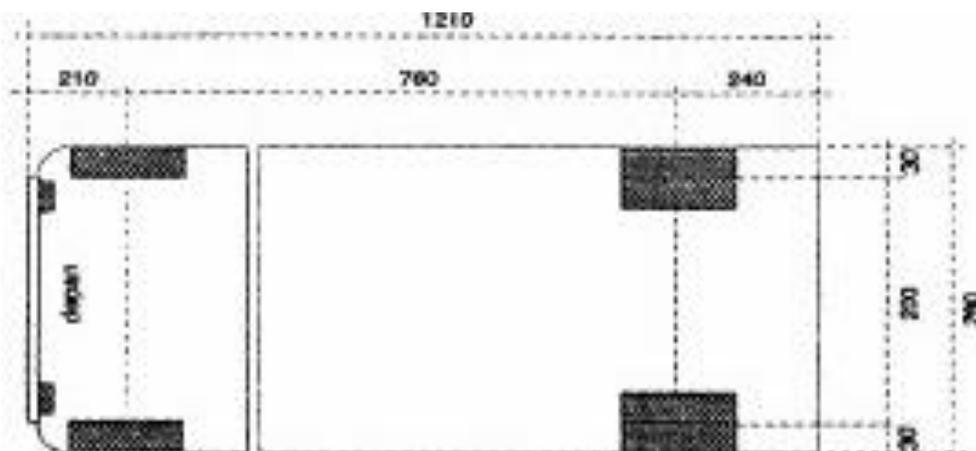
Kendaraan rencana dikelompokkan dalam 3 kategori :

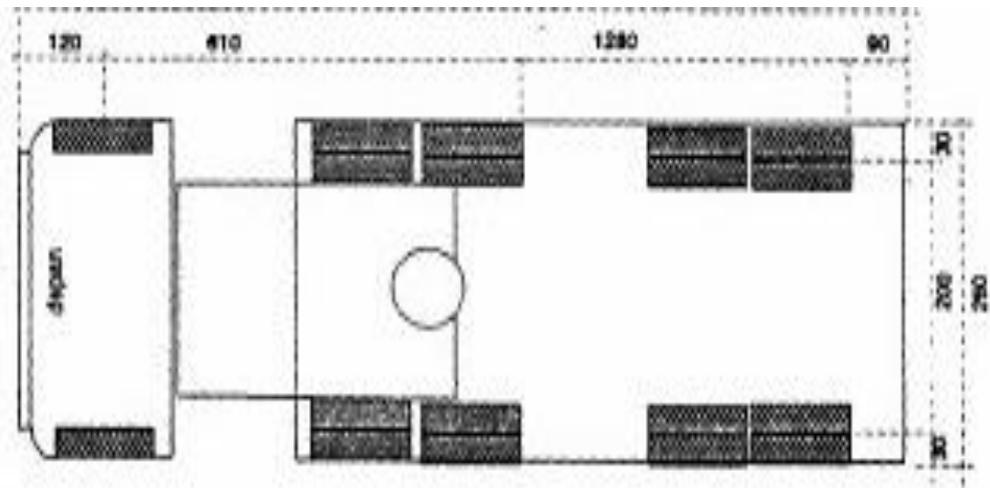
1. Kendaraan kecil, diwakili oleh mobil penumpang. Seperti terlihat pada **Gambar 2.1**
2. Kendaraan sedang, diwakili oleh truk 3 as Tandem atau bus besar. Seperti terlihat pada **Gambar 2.2**
3. Kendaraan besar, diwakili oleh Truk semi trailer. Seperti terlihat pada **Gambar 2.3**

Tabel 2.3 Dimensi Kendaraan Rencana

Katagori Kendaraan Rencana	Dimensi Kendaraan (cm)			Tonjolan Kendaraan (cm)		Radius Putar		Radius Tonjolan (cm)
	t	l	p	D	B	Min	Maks	
Kendaraan Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan Besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997,hal 6)

**Gambar 2.1** Dimensi Kendaraan Kecil**Gambar 2.2** Dimensi Kendaraan Sedang



Gambar 2.3 Dimensi Kendaraan Besar

2.4.2 Satuan Mobil Penumpang

Satuan mobil penumpang (SMP) adalah angka satuan kendaraan dalam hal kapasitas jalan dimana mobil penumpang ditetapkan mewakili satu SMP. Besaran SMP tergantung pada jenis kendaraan dan kondisi medan.

2.4.3 Volume Lalu Lintas

Sebagai pengukur jumlah dari arus lalu lintas digunakan "volume". Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit).

Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih besar, sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan. Sebaliknya jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu lintas rendah cenderung membahayakan, karena pengemudi cenderung mengemudikan kendaraannya pada kecepatan yang lebih tinggi sedangkan kondisi jalan belum tentu memungkinkan. Dan disamping itu mengakibatkan peningkatan biaya pembangunan jalan yang jelas tidak pada tempatnya.

Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar lajur adalah :

a. Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)

LHR adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. LHR diperoleh dari analisa data survei asal-tujuan dan volume lalu lintas disekitar jalan tersebut. Lalu lintas harian rata-rata dihitung dinyatakan dalam **hubungan 2.1** sebagai berikut:

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{Lamanya pengamatan}} \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

b. Volume Jam Perencanaan.

Arus lalu lintas yang bervariasi dari jam ke jam dalam satu hari menyebabkan diperlukannya perencanaan volume lalu lintas dalam satu jam, perencanaan tersebut dinamakan *volume jam perencanaan*. Volume Jam perencanaan dinyatakan dalam satuan SMP/Jam dan dinyatakan dalam **hubungan 2.2** sebagai berikut

$$\text{VPJ} = K \cdot \text{LHR} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana, K adalah faktor volume lalu lintas jam sibuk. Nilai K dapat bervariasi antara 10 – 15 % untuk jalan antar kota, sedangkan untuk jalan dalam kota faktor K akan lebih kecil.

c. Kapasitas.

Kapasitas adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu penampang jalan pada jalur jalan selama satu jam dengan kondisi serta arus lalu lintas tertentu. Nilai kapasitas dapat diperoleh dari penyesuaian kapasitas dasar/ideal dengan kondisi dari jalan yang direncanakan.

2.4.4 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana (V_R), pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan – kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Seperti terlihat pada **Tabel 2.4**

Tabel 2.4 kecepatan rencana (V_R)

Fungsi	Kecepatan Rencana, V_R (Km/jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 - 120	60 - 80	40 - 70
Kolektor	60 - 90	50 - 60	30 - 50
Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997, hal 11)

Untuk kondisi medan yang sulit, V_R suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

2.4.5 Jarak Pandang

Jarak Pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi, sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman.

Jarak pandangan berguna untuk :

- Menghindarkan terjadinya tabrakan yang dapat membahayakan pengguna jalan akibat adanya halangan seperti ; benda yang berukuran cukup besar, kendaraan berhenti, pejalan kaki, atau hewan yang berada pada jalur jalan.
- Memberi kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan lebih rendah dengan mempergunakan lajur disebelahnya.
- Menambah efisiensi jalan tersebut sehingga volume pelayanan dapat dicapai semaksimal mungkin.

- Sebagai pedoman bagi pengatur lalu lintas dalam menempatkan rambu-rambu lalu lintas yang diperlukan pada setiap segmen jalan.

Berdasarkan kegunaannya jarak pandang dibedakan menjadi :

a. Jarak pandang henti

Jarak pandang henti adalah jarak yang diperlukan oleh pengemudi kendaraan untuk menghentikan kendarannya. Guna memberikan keamanan pada pengemudi kendaraan, maka disetiap panjang jalan harus memiliki jarak pandang henti minimum.

Jarak pandang henti minimum adalah jarak yang ditempuh pengemudi untuk menghentikan kendaraan yang bergerak setelah melihat adanya rintangan pada jalur jalannya. Seperti terlihat pada

Tabel 2.5

Tabel 2.5 Jarak Pandang Henti (J_h) minimum

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

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997,hal 27)

b. Jarak pandang mendahului

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain didepannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula. Seperti terlihat pada **Tabel 2.6**

Tabel 2.6 Jarak Pandang Mendahului

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

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997,hal 28)

Ketentuan untuk mengukur jarak pandangan yaitu Jarak pandang diukur dari mata pengemudi ke puncak penghalang. Untuk jarak pandang henti, ketinggian mata pengemudi adalah 125 cm dan ketinggian penghalang adalah 10 cm, sedangkan untuk jarak pandang menyiap ketinggian penghalang 125 cm.

- d_1 : Jarak yang ditempuh selama waktu reaksi oleh kendaraan yang hendak mendahului dan membawa kendaraannya yang hendak membelok ke lajur kanan.
- d_2 : Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang mendahului selama berada dalam lajur kanan.
- d_3 : Jarak bebas yang ada antara kendaraan yang berlawanan arah setelah gerakan mendahului dilakukan.
- d_4 : Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang berlawanan arah selama $2/3$ dari waktu yang diperlukan oleh kendaraan mendahului berada pada lajur sebelah kanan atau sama dengan $2/3 d_2$.

2.5 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal dikenal juga dengan nama *trase jalan*. Alinyemen horizontal terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung dan disebut juga tikungan. Ada tiga jenis tikungan yaitu tikungan Full Circle (busur lingkaran saja), tikungan Spiral-Circle-Spiral (busur lingkaran ditambah lengkung peralihan), tikungan Spiral-Spiral (busur peralihan saja).

2.5.1 Tikungan Full Circle

Jenis tikungan ini menggunakan lengkung dengan radius yang besar dengan superelevasi yang digunakan kurang atau sama dengan 3%. Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan VR. Nilai superelevasi maksimum ditetapkan 10%. Seperti terlihat pada **Tabel 2.7**

Tabel 2.7 Jari-jari Lengkung Full Circle

Kecepatan Rencana (Km/jam)	Jari-jari Lengkungan (m)
120	2.000
100	1.500
80	1.100
60	700
50	440
40	300
30	180

(Sumber: PPGJR, 1970: 16)

Rumus – rumus yang digunakan dalam perhitungan tikungan full circle dinyatakan dalam **Hubungan 2.4** sampai dengan **Hubungan 2.7** adalah sebagai berikut :

$$L_c = \frac{\Delta}{360} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R \dots\dots\dots (2.4)$$

$$T_s = R \cdot \text{tg } \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (2.5)$$

$$E_s = T \cdot \text{tg } \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots (2.6)$$

$$E = R (\text{Sec } \frac{1}{2} \Delta - 1) \dots\dots\dots (2.7)$$

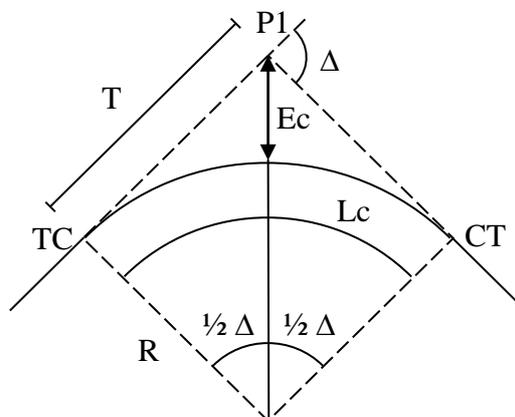
Dimana Δ : Sudut tikungan atau sudut tangen (derajat).

T_c : Jarak T_c dan PI (m).

R : Jari-jari (m).

L_c : Panjang tikungan (m).

E_c : Jarak P1 ke lengkungan peralihan.



Gambar 2.4 Tikungan Full Circle

2.5.2 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.

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan, berfungsi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus sampai bagian lengkung jalan sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat berjalan di tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Bentuk lengkung peralihan dapat berupa parabola atau spiral (clothoid). Seperti terlihat pada **Gambar 2.5**

Pada tikungan SCS, jari-jari yang diambil haruslah sesuai dengan kecepatan rencana dan tidak mengakibatkan adanya kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum yang telah ditentukan, yaitu :

- Kemiringan maksimum jalan antar kota = 0,10
- Kemiringan maksimum jalan dalam kota = 0,08

Jari-jari lengkung maksimum untuk setiap kecepatan rencana ditentukan berdasarkan:

- Kemiringan tikungan maksimum
- Koefesien gesekan melintang maksimum

Rumus-rumus yang berlaku dalam perencanaan tikungan Spiral-Circle-Spiral ini dinyatakan dalam **Hubungan 2.8** sampai dengan **Hubungan 2.12** adalah sebagai berikut :

$$T_s = (R+P) \cdot \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + K \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

$$E_s = \frac{(R+P)}{\operatorname{Cos} \frac{1}{2} \Delta} - R \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

$$L = L' + 2 \cdot L_s \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

$$L = \frac{\Delta}{360} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

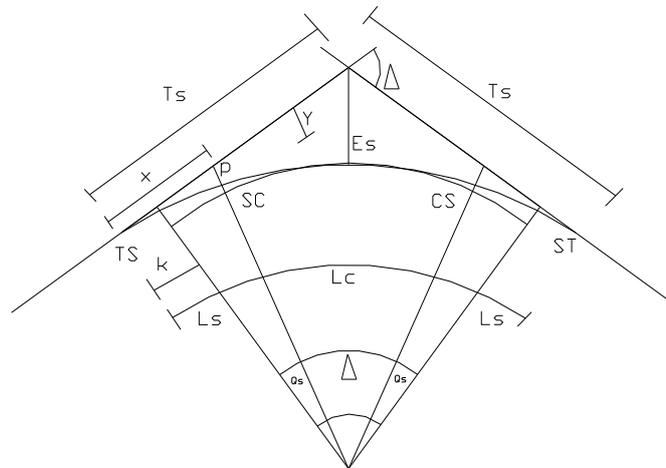
$$\Delta' = \Delta - 2\theta_s \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

Syarat :

$$L' > 20m$$

$$L > 2.Ts$$

Jika $L' < 20 m$, gunakan jenis tikungan *Full circle*



Gambar 2.5 Tikungan Spiral circle Spiral

Dimana

- Xs : Absis titik SC pada garis tangen, jarak titik TS ke SC.
- Ys : Ordinat titik SC pada garis tegak lurus pada garis tangen.
- Ls : Panjang lengkung peralihan.
- L' : Panjang busur lingkaran (dari titik SC ke CS).
- Ts : Jarak dari titik TS ke P1.
- TS : Titik peralihan bagian lurus ke bagian berbentuk spiral.
- SC : Titik peralihan bagian spiral ke bagian berbentuk lingkaran.
- Es : Jarak dari PI ke lingkaran.
- R : Jari-jari lingkaran.
- p : Pergeseran tangen terhadap spiral.
- k : Absis dari "p" pada garis tangen spiral.
- Δ : Sudut tikungan atau sudut tangen.
- θ_s : Sudut lengkung spiral.

2.5.3 Tikungan Spiral-Spiral

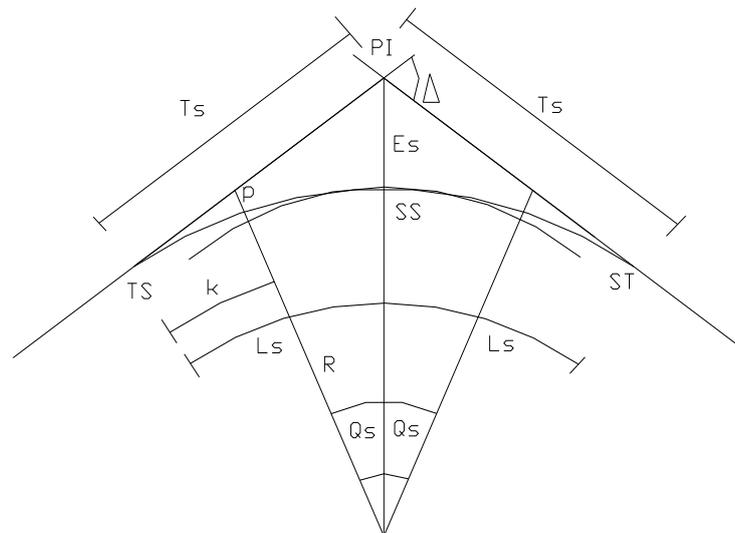
Lengkung horizontal berbentuk Spiral-Spiral adalah lengkung tanpa busur lingkaran. Bentuk tikungan ini digunakan pada keadaan yang sangat tajam. Seperti terlihat pada **Gambar 2.6** . Adapun semua rumus yang digunakan untuk perhitungan tikungan dinyatakan dalam **Hubungan 2.13** sampai dengan **Hubungan 2.16** yaitu :

$$L_s = \frac{\theta_s}{28,648} \cdot R \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

$$T_s = (R+P) \cdot \text{tg } \frac{1}{2} \Delta + K \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

$$E_s = \frac{(R+P)}{\text{Cos } \frac{1}{2} \Delta} - R \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

$$L = 2 \cdot L_s \quad \dots\dots\dots (2.16)$$



Gambar 2.6 Tikungan Spiral Spiral

Dimana :

E_s : Jarak dan PI ke lingkaran.

T_s : Jarak dari titik TS ke P1.

R ; Jari-jari lingkaran.

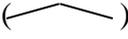
k : Absis dan “p” pada garis tangen spiral.

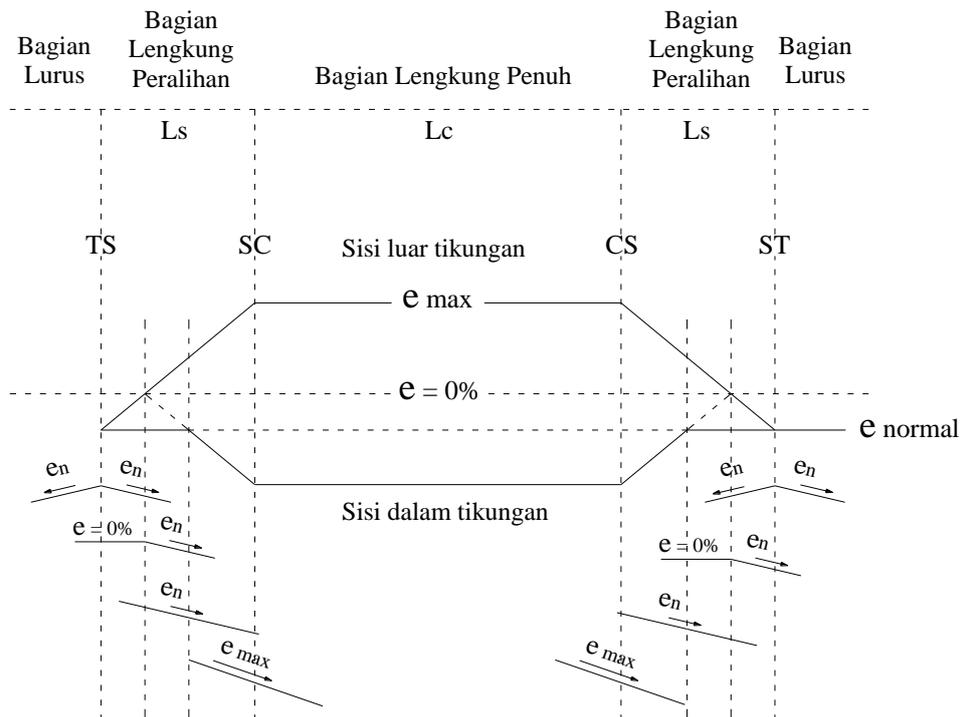
p : Pergeseran tangen terhadap sudut lengkung spiral.

2.5.4 Kemiringan melintang pada lengkung horizontal (superelevasi)

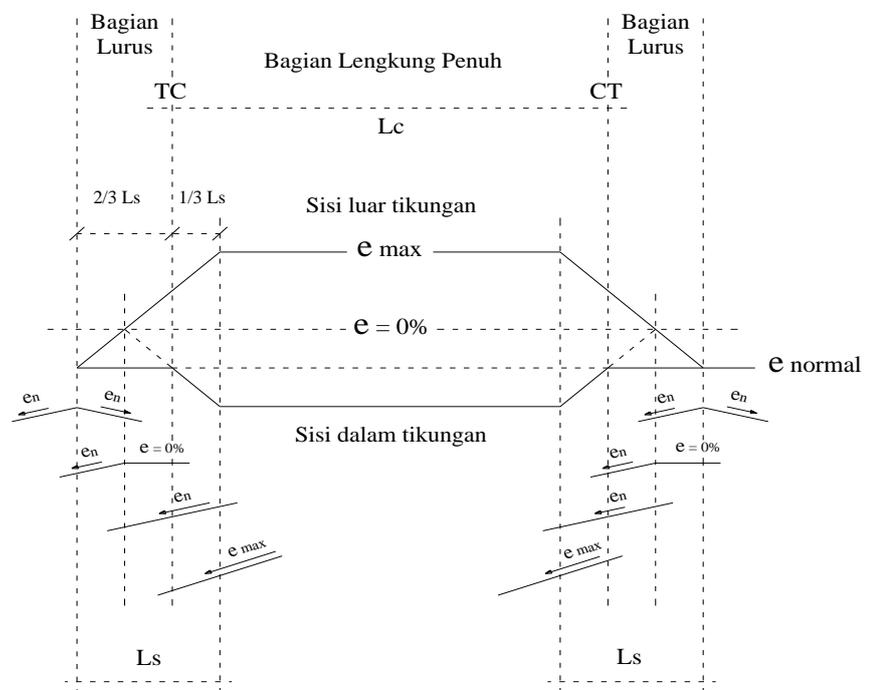
Komponen berat kendaraan untuk mengimbangi gaya sentrifugal diperoleh dengan membuat kemiringan melintang jalan. Kemiringan melintang jalan pada lengkung horizontal yang bertujuan untuk memperoleh komponen berat kendaraan guna mengimbangi gaya sentrifugal biasanya disebut superelevasi. Semakin besar superelevasi semakin besar pula komponen berat kendaraan yang diperoleh.

Superelevasi dapat dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung.

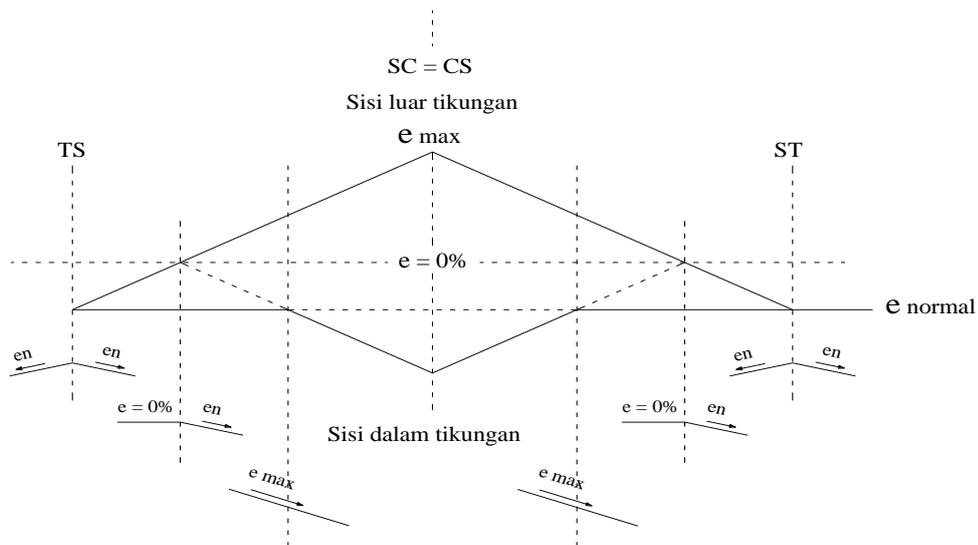
1. Pada tikungan SCS, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier (lihat **gambar 2.7**), diawali dari bentuk normal () sampai awal lengkung peralihan (TS) yang berbentuk () pada bagian lurus jalan lalu dilanjutkan sampai superelevasi penuh () pada akhir bagian lengkung peralihan (SC).
2. Pada tikungan FC, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier (lihat **gambar 2.8**), diawali dari bagian lurus sepanjang $\frac{2}{3} L_s$ sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang $\frac{1}{3} L_s$.
3. Pada tikungan S-S, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral (lihat **gambar 2.9**)



Gambar 2.7 Pencapaian superelevasi pada tikungan S-C-S (contoh untuk tikungan kekanan)



Gambar 2.8 Pencapaian superelevasi pada tikungan FC (contoh untuk tikungan ke kiri)



Gambar 2.9 Pencapaian superelevasi pada tikungan S-S
(contoh untuk tikungan kekanan)

2.5.5 Pelebaran Jalur Lalu Lintas (Perkerasan)

Pelebaran perkerasan di tikungan diperlukan untuk memberikan kebebasan dalam mengemudi di tikungan (jadi jejak kendaraan tetap di dalam tikungan). Lebar perkerasan total yang diperlukan (B) adalah sebagai berikut:

$$B = n(b' + C) + (n - 1)Td + z$$

Dimana

n : Jumlah lajur lalu lintas

b' : Lebar lintasan truk di tikungan

T : Lebar melintang akibat tonjolan depan

z : Lebar tambahan akibat kelainan pengemudi

C : Kebebasan samping (0,8 m)

Pelebaran seperti perubahan superelevasi (dari T_s s/d S_c , atau 1000 s/d 2000 ft). Bentuk pelebarannya adalah berupa kurva/parabola. Sedangkan cara pelebarannya adalah dibagian dalam tikungan dan dibagian luar dan dalam tikungan.

2.5.6 Kebebasan Samping Pada Tikungan

Kebebasan samping adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandangan pengemudi di tikungan. Daerah Kebebasan samping ini dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan objek-objek penghalang pandangan pengemudi. Perhitungan kebebasan samping dibagi berdasarkan jarak pandangan henti dan berdasarkan jarak pandangan menyiap.

Rumus perhitungan berdasarkan Jarak Pandangan Henti :

$$\theta = \frac{90^\circ S}{\pi.R}$$

$$M = R (1 - \cos \theta)$$

Rumus perhitungan berdasarkan Jarak Pandangan Mendahului :

$$\theta = \frac{90^\circ.L}{\pi.R}$$

$$M = R (1 - \cos \theta) + 0,5 (S - L) \sin \theta$$

Dimana

S : Jarak pandangan

R : Jari – jari tikungan

θ : Setengah sudut pusat lungkung sepanjang L

M : jarak dari penghalang ke sumbu lajur sebelah dalam.

2.6 Alinyemen Vertikal

Alinemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

Perencanaan alinyemen vertikal dipengaruhi oleh besarnya biaya pembangunan yang tersedia. Alinyemen vertikal yang mengikuti muka tanah asli akan mengurangi pekerjaan tanah, tetapi mungkin saja akan mengakibatkan jalan itu terlalu banyak memiliki tikungan.

Dengan demikian penarikan alinyemen vertikal sangat dipengaruhi oleh berbagai pertimbangan berikut :

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

2.6.1 Kelandaian Pada Alinyemen Vertikal

a. Landai Minimum

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

b. Landai datar untuk jalan-jalan yang diatas tanah timbunan yang tidak mempunyai kereb. Lereng melintang jalan dianggap cukup mengaliri air di atas bada jalan dan kemudian ke lereng jalan.

c. Landai 0,15 % dianjurkan untuk jalan-jalan diatas tanah timbunan dengan medan datar dan mempergunakan kereb. Kelandaian ini cukup membantu mengalirkan air hujan ke saluran pembuangan.

d. 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 diatas badan jalan, sedangkan landaai jalan dibutuhkan untuk membuat kemiringan dasar saluran samping.

e. Landai Maksimum

Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan

kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah. Seperti terlihat pada **Tabel 2.8**

Tabel 2.8 Kelandaian maksimum

V _R (km/jam)	Kelandaian Max (%)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
60	5	6	8
80	4	5	7
100	3	4	6
120	3	4	5

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota)

f. Panjang Kritis Suatu Kelandaian

Panjang kritis yaitu panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan rencana. Seperti terlihat pada **Tabel 2.9**

Tabel 2.9 Panjang Kritis

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

(Sumber : (PPGJR; 1970; 11)

2.6.2 Lengkung Vertikal

Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti. Seperti terlihat pada **Tabel 2.10**

Tabel 2.10 Panjang Minimum Lengkung Vertikal

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

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997, hal 38)

Jenis lengkung vertikal dilihat dari segi letak titik perpotongan kedua bagian lurus (tangen) ada dua yaitu lengkung vertikal cembung (lihat **Gambar 2.10**) dan lengkung vertikal cekung (lihat **Gambar 2.11**).

Rumus umum : $Y' = -\frac{(q_2 - q_1)x^2}{2.L}$ (2.17)

1. Lengkung vertikal cembung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan yang bersangkutan. Dinyatakan dalam **Hubungan 2.18** dan **Hubungan 2.19** sebagai berikut

Rumus :

$Y' = EV = \frac{(AL_v)}{800}$ (2.18)

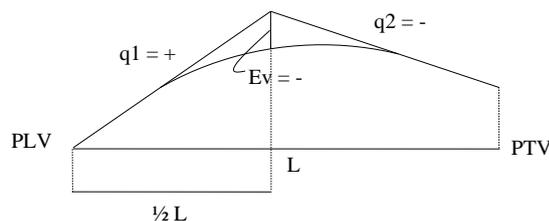
$A = q_2 - q_1$ (2.19)

Dimana :

EV : Penyimpangan kedua dari titik potong kedua tangen kelengkungan vertikal ($Y' = EV$ ntuk $x = \frac{1}{2} L$)

L : Panjang lengkung vertikal cembung, adapun panjang umumnya ditentukan berdasarkan :

- Syarat pandang henti drainage.
- Syarat pandang mendahului.



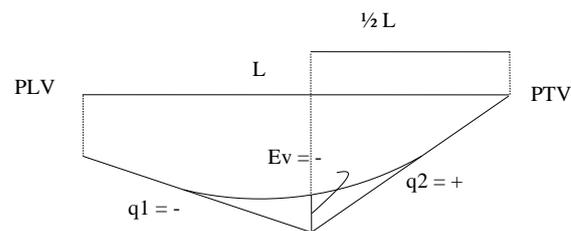
Gambar 2.10 Lengkung vertikal cembung

2. Lengkung vertikal cekung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan.

Dalam menentukan harga $A = q_2 - q_1$ ada dua cara, yaitu :

- bila persen ikut serta dihitung maka rumus yang digunakan seperti pada lengkung cembung
- bila persen tidak digunakan dalam rumus maka rumus menjadi :

$$Y' = EV = \frac{(q_2 - q_1)}{8} \times Lv \quad \dots\dots\dots (2.20)$$



Gambar 2.11 Lengkung vertical cekung

Catatan :

Pada alinyemen vertikal tidak selalu dibuat lengkung dengan jarak pandang menyiap akan tetapi tergantung pada klasifikasi medan.

2.6.3 Penampang Melintang

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 :

A. Bagian yang langsung berguna untuk lalu lintas

1. Jalur lalu lintas

Jalur lalu lintas (*travelled way = carriage way*) adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukan untuk lalu lintas kendaraan.

2. Lajur lalu lintas

Lajur kendaraan yaitu bagian dari jalur lalu lintas yang khusus diperuntukkan untuk dilewati oleh satu rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah.

3. Bahu jalan

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

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

4. Trotoar

Trotoar adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang khusus dipergunakan untuk pejalan kaki (pedestrian). Untuk keamanan pejalan kaki maka trotoar ini harus dibuat terpisah dari jalur lintas oleh struktur fisik berupa kereb.

5. Median

Pada arus lalu lintas yang tinggi seringkali dibutuhkan median guna memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan arah. Jadi median adalah jalur yang terletak ditengah jalan untuk membagi jalan dalam masing-masing arah.

Secara garis besar median berfungsi sebagai :

- Menyediakan daerah netral yang cukup lebar dimana pengemudi masih dapat mengontrol kendaraannya pada saat-saat darurat.

- Menyediakan jarak yang cukup untuk membatasi/mengurangi kesilauan terhadap lampu besar dari kendaraan yang berlawanan arah.
- Menambah rasa kelegaan, kenyamanan dan keindahan bagi setiap pengemudi.
- Mengamankan kebebasan samping dari masing-masing arah arus lalu lintas.

B. Bagian yang berguna untuk drainase jalan

1. Saluran samping

Saluran samping terutama berguna untuk :

- Mengalirkan air dari permukaan perkerasan jalan ataupun dari bagian luar jalan.
- Menjaga supaya konstruksi jalan selalu berada dalam keadaan kering tidak terendam air.

2. Kemiringan melintang jalur lalu lintas

3. Kemiringan melintang bahu

4. Kemiringan lereng

C. Bagian pelengkap jalan

1. Kereb

Kereb adalah penonjolan atau peninggian tapi perkerasan atau bahu jalan, yang terutama dimaksudkan untuk keperluan-keperluan drainase, mencegah keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan, dan memberikan ketegasan tepi perkerasan.

Berdasarkan fungsi kereb dibedakan menjadi :

- Kereb peninggi (mountable curb) yaitu tingginya berkisar antara 10 – 15 cm.
- Kereb penghalang (barriar curb) yaitu tingginya berkisar antara 25 – 30 cm.
- Kereb berparit (gutter curb) yaitu tingginya berkisar antara 10 – 20 cm.

- Kereb penghalang berparit (barriaer gutter curb) yaitu tingginya berkisar antara 20 – 30 cm.

2. Pengalaman tepi

Pengaman tepi bertujuan untuk memberikan ketegasan tepi badan jalan. Umumnya dipergunakan disepanjang jalan yang menyusur jurang, pada tanah timbunan dengan tikungan tajam, pada tepi-tepi jalan dengan tinggi timbunan lebih besar dari 2,5 m dan pada jalan-jalan dengan kecepatan tinggi.

D. Bagian kontruksi jalan

Adalah suatu lapisan yang terletak diatas tanah dasar yang telah mendapatkan pemadatan dimana berfungsi untuk memikul beban lalu-lintas diatasnya dan terdiri dari lapisan perkerasan jalan, lapisan pondasi atas, lapisan pondasi bawah, lapisan tanah dasar.

E. Daerah pemanfaatan jalan (damaja)

Adalah daerah yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengaman

F. Daerah milik Jalan (damija)

Adalah daerah yang meliputi seluruh daerah manfaat jalan dan daerah yang diperuntukkan bagi pelebaran jalan dan penambahan jalur lalu lintas di kemudian hari serta kebutuhan ruangan untuk pengaman jalan.

G. Daerah pengawasan jalan (dawasja)

Adalah lajur lahan yang berada di bawah pengawasan penguasa jalan, ditujukan untuk penjagaan terhadap terhalangnya pandangan bebas pengemudi kendaraan bermotor dan untuk pengamanan konstruksi jalan dalam hal ruang daerah milik jalan tidak mencukupi.

2.7 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

2.7.1 Pengertian Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak diatas tanah dasar yang telah mendapatkan pemadatan dimana berfungsi untuk memikul beban lalu-lintas diatasnya, kemudian disebarkan ke tanah dasar.

Supaya perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai namun tetap ekonomis, maka perkerasan jalan dibuat berlapis-lapis. Lapisan paling atas disebut juga sebagai lapisan permukaan yaitu merupakan lapisan yang paling baik mutunya. Dibawahnya terdapat lapisan pondasi, yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Perkerasan jalan dengan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat disebut perkerasan lentur.

2.7.2 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari struktur berlapis yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat serta agregat halus dan agregat kasar sebagai bahan pengisi, yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan – lapisan tersebut berfungsi sebagai penerima beban dari lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Beban lalu lintas yang bekerja diatas konstruksi perkerasan dapat dibedakan atas :

- Muatan kendaraan berupa gaya vertikal.
- Gaya rem kendaraan berupa gaya horizontal.
- Pikulan roda kendaraan berupa getaran – getaran.

Konstruksi perkerasan terdiri dari Lapisan permukaan (*surface course*), Lapisan pondasi atas (*base course*), Lapisan pondasi bawah (*sub base course*), Lapisan tanah dasar (*subgrade*).

Lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh gaya yang bekerja, lapis pondasi atas menerima gaya vertikal dan getaran, dan lapis pondasi bawah serta tanah dasar hanya menerima gaya vertikal saja.

1. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapisan permukaan (*surface course*) yaitu lapisan yang terletak paling atas. Pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan bahan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi serta daya tahan yang lama. Fungsi dari lapisan ini adalah :

- Menahan beban roda kendaraan dan menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung lebih jelek
- Sebagai lapisan yang kedap air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
- Sebagai Lapisan aus (*wearing course*), yaitu lapisan yang langsung menderita akibat gesekan rem kendaraan.

2. Lapisan pondasi atas (*base course*)

Lapisan ini berada diantara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan. Lapisan ini terdiri dari material yang kuat dan bergradasi lebih besar, jenis pondasi atas biasanya digunakan untuk aspal beton pondasi (*AC-Base*) dan stabilitasi agregat dengan aspal (*AC-BC*). Adapun fungsi dari lapisan ini adalah :

- Menahan beban roda dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya.
- Merupakan lapis peresapan untuk lapisan dibawahnya.
- Merupakan bantalan bagi lapis permukaan.

3. Lapisan pondasi bawah (*sub base course*)

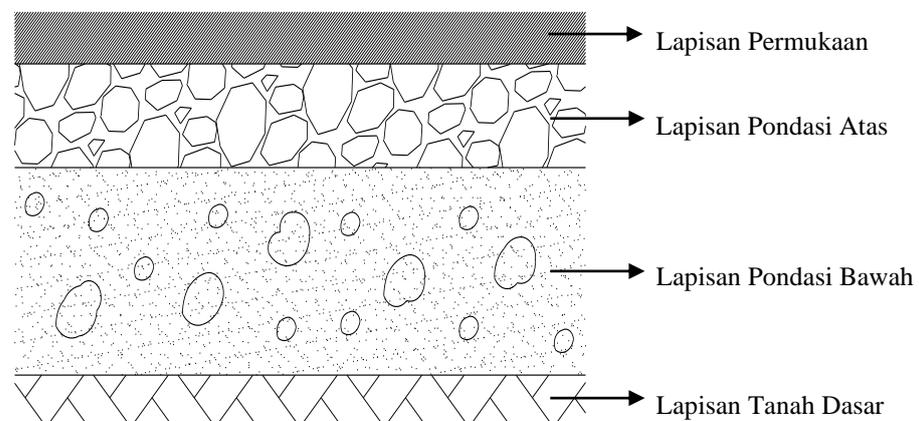
Merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan pondasi atas dan lapisan tanah dasar dan berfungsi sebagai :

- Bagian dari konstruksi perkerasan yang menyebarkan beban roda yang diterima dari lapisan pondasi atas ke tanah dasar.

- Efisiensi penggunaan material, dimana material lapisan dasar relatif lebih murah dibandingkan dengan lapis perkerasan diatasnya.
- Mengurangi tebal lapisan diatasnya yang lebih mahal.
- Sebagai lapis peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- Untuk mencegah partikel - partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.
- Lapis pertama agar pekerjaan dapat berjalan lancar, dimana sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda alat berat.

4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Merupakan lapisan dimana akan diletakkan lapisan pondasi bawah yang berupa lapisan tanah asli/dasar yang dipadatkan atau merupakan hasil stabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Terlihat pada **Gambar 2.12** . Pematatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air konstan selama umur rencana. Daya dukung tanah dasar ditentukan oleh nilai CBR untuk pelaksanaan pekerjaan perkerasan lentur. Lapis tanah dasar dibedakan atas lapis tanah dasar yang berupa galian, tanah timbunan dan tanah asli.



Gambar 2.12 Susunan perkerasan lentur

Perkerasan lentur (fleksibel) mempunyai keuntungan yaitu lebih ekonomis bila dibandingkan perkerasan rigid, dan perkerasan ini bersifat lentur sehingga tidak mudah retak atau pecah karena pada perkerasan ini menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.

Sedangkan kerugian dari perkerasan ini adalah memiliki banyak faktor penentu yaitu faktor iklim dan cuaca, serta faktor pelaksanaan dilapangan seperti pemadatan yang kurang baik, penggorengan aspal yang tidak sesuai suhu rencana, dan penyiraman aspal yang tidak merata.

2.8 Perencanaan Tebal Perkerasan

Dalam mendesain tebal perkerasan tahapan-tahapan yang harus dilaksanakana. Dinyatakan dalam **Hubungan 2.20** sampai dengan **Hubungan 2.25** sebagai berikut :

- a. Menentukan nilai LHR setiap jenis kendaraan pada awal umur rencana dan menghitung angka ekivalen.

Angka ekivalen masing – masing golongan sumbu :

$$E = \frac{(\text{Beban satu sumbu tunggal dalam ton})^4}{8,16} \dots\dots\dots (2.20)$$

$$E = \frac{(\text{Beban satu sumbu ganda dalam ton})^4}{8,16} \cdot 0,086 \dots\dots\dots (2.21)$$

- b. Menghitung lintas ekivalen permulaan (LEP).

$$LEP = \sum_{tr.tr}^{mp} .LHR.E.C.(1+i)^n \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana :

C : Koefesien distribusi kendaraan, diperoleh dari **tabel 2.11**

E : Angka ekivalen setiap kendaraan.

Tabel 2.11 Koefesien distribusi kendaraan (C)

Jumlah lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 arah	2 arah	3 arah	4 arah
1 jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 jalur	-	0,30	-	0,45
5 jalur	-	0,25	-	0,425
6 jalur	-	0,20	-	0,40

Sumber : Shirley L. Hendarsin, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung, 2000

c. Menghitung lintas ekivalen akhir (LEA)

$$LEA = LHR (1 + i) n. C. E \quad \dots\dots\dots (2.23)$$

Dimana : n = Umur rencana jalan.

i = Angka pertumbuhan lalu lintas (%).

d. Menghitung lintas ekivalen tengah (LET).

$$LET = \frac{1}{2} (LEP + LEA) \quad \dots\dots\dots (2.24)$$

e. Menghitung lintas ekivalen rencana (LER).

$$LER = LET. \frac{UR}{10} \quad \dots\dots\dots (2.25)$$

f. Daya dukung tanah (DDT) merupakan nilai yang diperoleh dari nilai CBR dan ditetapkan berdasarkan grafik korelasi.

g. Mencari Faktor regional (FR). Terlihat pada **Tabel 2.12**. Faktor regional adalah factor koreksi sehubungan dengan adanya perbedaan kondisi percobaan AASTHO (American Association of State Highway and Transportation Official) Road Test dan disesuaikan dengan keadaan di Indonesia. FR dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian), persentase kendaraan berat, dan iklim.

Tabel 2.12 Harga Faktor Regional (FR)

IKLIM	KELANDAIAAN (< 6%)		KELANDAIAAN (6%-10%)		KELANDAIAAN (< 10%)	
	% KENDARAAN BERAT					
	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%
IKLIM I < 900 mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
IKLIM II > 900 mm/th	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

(Sumber : Shirley L. Hendarsin, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung, 2000)

Catatan : Pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m). Fr ditambah dengan 0,5. pada daerah rawa-rawa Fr ditambah dengan 1,0.

h. Indeks permukaan adalah nilai kerataan/kehalusan serta kekokohan suatu permukaan yang berlainan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Terlihat pada **Tabel 2.13** ,**Tabel 2.14** dan **Tabel 2.15**

Tabel 2.13 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (Ipo)

Jenis Lapis Perkerasan	Ipo	Roughness (mm/km)
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
Lasbutag	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
Jalan Tanah	$\leq 2,4$	
Jalan Kerikil	$\leq 2,4$	

(Sumber : Shirley L. Hendarsin, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung, 2000)

Keterangan : Alat pengukur roughness yang dipakai adalah ROUGHMETER NAASRA yang dipasang pada kendaraan standar Dastun 1500 station wagon, dengan kecepatan kendaraan ± 32 km perjam.

Tabel 2.14 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (Ipt)

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

(Sumber : Shirley L. Hendarsin, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung, 2000)

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

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

Ipt : 1,0 yaitu menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

Ipt : 1,5 yaitu menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

Ipt : 2,0 yaitu menyatakan tingkat jalan terendah bagi jalan yang masih mantap.

Ipt : 2,5 yaitu menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

i. Menetapkan tebal perkerasan dinyatakan dalam **Hubungan 2.26**

$$ITP = (a_1 \cdot D_1) + (a_2 \cdot D_2) + (a_3 \cdot D_3) \quad \dots\dots\dots (2.26)$$

Dimana

ITP : Indeks tebal perkerasan

a : Koefisien kekuatan relative bahan perkerasan.

D : Tebal masing-masing perkerasan (cm).

Tabel 2.15 Koefesien Kekuatan Relatif

Koefesien Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan	
A ₁	A ₂	A ₃	MS (kg)	K _t (kg/cm ²)	CBR (%)		
0,40			744			Laston	
0,35			590				
0,32			454				
0,30			340				
0,35			744				
0,31			590				Asbuton
0,28			454				
0,26			340				
0,30			340				Hot Rolled Asphalt
0,26			340				Aspal Macadam
0,25							LAPEN (mekanis)
0,20							LAPEN (mekanis)
	0,28		590				LASTON ATAS
	0,26		454				
	0,24		340				
	0,23					LAPEN (mekanis)	
	0,19					LAPEN (mekanis)	
	0,15			22		Stabilitas tanah dengan Semen	
	0,13			18			
	0,15			22		Stabilitas tanah dengan kapur	
	0,13			18			
	0,14				100	Pondasi macadam (basah)	
	0,12				60	Pondasi macadam (kering)	
	0,14				100	Batu Pecah (kelas A)	
	0,13				80	Batu Pecah (kelas B)	
	0,12				60	Batu Pecah (kelas C)	
		0,13			70	Sirtu/pitrun (kelas A)	
		0,12			50	Sirtu/pitrun (kelas B)	
		0,11			30	Sirtu/pitrun (kelas C)	
		0,10			20	Tanah / Lempung kepasiran	

(Sumber : Shirley L. Hendarsin, Perencanaan Teknik Jalan Raya, Politeknik Negeri Bandung, 2000)

2.9 Perhitungan Nilai CBR

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

a. Cara Analitis

Adapun rumus yang digunakan pada CBR analitis dinyatakan dalam **Hubungan 2.27** adalah :

$$CBR_{\text{Segmen}} = (CBR_{\text{Rata}} - CBR_{\text{min}}) / R \dots\dots\dots 2.27$$

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

Tabel nilai R untuk perhitungan CBR segmen adalah. Terlihat pada **Tabel 2.16**

Tabel 2.16 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 Nova* (1993))

b. Cara Grafis

Prosedur perhitungan CBR dengan cara grafis adalah sebagai berikut :

- Tentukan nilai CBR terendah.
- Tentukan berapa banyak nilai CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR kemudian disusun secara tabelaris, mulai dari CBR terkecil sampai yang terbesar.
- Angka terbanyak diberi nilai 100%, angka yang lain merupakan persentase dari 100%.
- Diberi grafik hubungan antara harga CBR dengan persentase nilai tadi.

- Nilai CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90%.

2.10 RAB dan Manajemen Proyek

2.10.1 Daftar Harga Satuan Bahan dan Upah

Penggunaan daftar satuan bahan dan upah ini 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.

2.10.2 Analisa Harga Satuan

Yang dimaksud dengan analisa harga satuan adalah perhitungan-perhitungan biaya yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Manfaat dari satuan harga ini yaitu agar kita dapat mengetahui harga-harga satuan dari tiap-tiap pekerjaan yang ada. Dari harga-harga yang terdapat didalam analisa harga satuan 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 harga satuan 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.

2. Pendekatan *off the job*, yaitu pendekatan yang dipakai untuk memperoleh hasil perhitungan berdasarkan standar yang biasanya ditetapkan oleh pabrik pembuat.

2.10.3 Volume Pekerjaan

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

2.10.4 Rencana Anggaran Biaya

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

2.10.5 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.

2.10.6 Manajemen Proyek

Sebelum melaksanakan suatu kegiatan proyek, biasanya didahului dengan penyusunan rencana kerja. Yang dimaksud dengan rencana kerja adalah pembagian waktu terperinci yang disediakan untuk masing-masing bagian pekerjaan mulai dari bagian awal sampai akhir. Ada tiga jenis rencana kerja diantaranya :

1. Network Planning

Network planning sering disebut juga dengan rencana jaringan kerja. NWP adalah salah satu cara/teknik baru dalam perencanaan dan pengawasan suatu proyek.

Adapun kegunaan dari NWP ini adalah :

- a. Merencanakan, menjadwalkan dan mengawasi proyek secara logis.

- b. Memikirkan proyek secara menyeluruh dan mendetail.
- c. mendokumentasikan dan mengkomunikasikan rencana *scheduling*, dan alternatif lain dalam penyelesaian proyek dengan tambahan biaya.
- d. 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 di susun pekerjaan apa yang harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum pekerjaan lain dimulai, dan pekerjaan apa yang kemudian mengikutinya.
2. Taksiran waktu penyelesaian setiap pekerjaan
Biasanya memakai waktu rata-rata berdasarkan pengalaman, jika proyek itu baru biasanya diberi slack/kelonggaran waktu.
3. Biaya untuk mempercepat pekerjaan
Ini berguna apabila pekerjaan-pekerjaan yang berada di jalur kritis ingin dipercepat agar seluruh proyek dapat 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. Didalam penggambaran NWP harus jelas dan mudah dibaca.
2. Harus dimulai dari suatu peristiwa dan diakhiri dengan suatu peristiwa.
3. Kegiatan disimbolkan dengan anak panah yang lurus dan tidak boleh patah.
4. Diantara dua kejadian hanya boleh ada satu anak panah.
5. Penggunaan dummy hanya digunakan seperlunya saja.
6. Besar kecilnya lingkaran juga tidak mempunyai arti untuk menentukan penting atau tidaknya suatu peristiwa.

Adapun Simbol-simbol yang sering digunakan dalam penggambaran NetWork Planning adalah. Seperti terlihat pada **Tabel 2.17**

Tabel 2.17 Symbol yang digunakan dalam penggambaran NWP

Simbol	Nama	Kegunaan
	Arrow	Bentuk ini merupakan anak panah yang artinya aktifitas atau kegiatan. Ini adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan jangka waktu tertentu dan resources tertentu. Anak panah selalu menghubungkan dua buah nodes, arah dari anak-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-kegiatan.
	Double arrow	Anak panah sejajar merupakan kegiatan dilintasan kritis (critical path).
	Dummy	Bentuk ini merupakan anak panah terputus-putus yang artinya kegiatan semu atau aktifitas semu. Yang dimaksud dengan aktifitas semu adalah 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. Barchart

Rencana kerja yang paling sering digunakan adalah barchart/gant chart/diagram batang. Barchart adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal dan kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu.

Keuntungan menggunakan diagram barchart adalah mudah dibuat, bentuknya sederhana, mudah dimengerti dan mudah dibaca. Sedangkan kerugiannya adalah sukar untuk mengadakan perbaikan dan sulit untuk pekerjaan yang cukup besar.

3. Kurva S

Kurva S adalah kurva yang menggambarkan kumulatif progress pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Kurva S dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dan lamanya 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.