

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Perencanaan Geometrik

Perencanaan geometrik merupakan bagian dari suatu perencanaan konstruksi jalan, yang meliputi rancangan pola arah dan visualisasi dimensi nyata dari suatu trase jalan beserta bagian-bagiannya, disesuaikan dengan persyaratan parameter pengendara kendaraan dan lalu-lintas. (Sukirman Silvia, 1999)

Dalam lingkup perencanaan geometrik tidak termasuk perencanaan tebal perkerasan jalan. Walaupun dimensi dari perkerasan merupakan bagian dari perencanaan geometrik sebagai bagian dari perencanaan jalan seutuhnya. Tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, nyaman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan biaya pelaksanaan proyek jalan.

Yang menjadi dasar dari perencanaan geometrik adalah sifat gerakan, ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengendalikan gerak kendaraannya, dan karakteristik lalu lintas. Hal-hal tersebut haruslah menjadi bahan pertimbangan perencanaan sehingga dihasilkan bentuk dan ukuran jalan, serta ruang gerak kendaraan yang memenuhi tingkat keamanan dan kenyamanan yang diharapkan (Sukirman Silvia, 1999).

2.1.1 Data lalu lintas

Data lalu lintas merupakan dasar informasi yang dibutuhkan untuk perencanaan desain suatu jalan, karena kapasitas jalan yang akan direncanakan tergantung dari komposisi lalu lintas yang akan melalui jalan tersebut. Analisis data lalu lintas pada intinya dilakukan untuk menentukan kapasitas jalan, akan tetapi harus dilakukan bersamaan dengan perencanaan geometrik lainnya, karena saling memiliki keterkaitan satu dengan yang lainnya.

Data lalu lintas didapatkan dengan melakukan pendataan kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan, sehingga dari hasil pendataan ini dapat diketahui

volume lalu lintas yang melintasi jalan tersebut, namun data volume lalu lintas yang diperoleh dalam satuan kendaraan perjam (kend/jam).

Volume lalu lintas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), volume lalu lintas dalam smp ini menunjukkan besarnya jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang melintasi jalan tersebut. Dari lalu lintas harian rata-rata yang kita dapat merencanakan tebal perkerasan.

Untuk perencanaan teknik jalan baru, survei lalu lintas tidak dapat dilakukan karena belum ada jalan. Akan tetapi untuk menentukan dimensi jalan tersebut diperlukan data jumlah kendaraan. Untuk itu hal yang harus dilakukan sebagai berikut :

- a. Survei perhitungan lalu lintas dilakukan pada jalan yang sudah ada, yang diperkirakan mempunyai bentuk, kondisi dan keadaan komposisi lalu lintas yang akan serupa dengan jalan yang direncanakan.
- b. Survei asal dan tujuan yang dilakukan pada lokasi yang dianggap tepat dengan cara melakukan wawancara dengan pengguna jalan untuk mendapatkan gambaran rencana jumlah dan komposisi kendaraan pada jalan yang di rencanakan (L. Hendrasin Shirley, 2000).

2.1.2 Data peta topografi

Topografi merupakan faktor penting dalam menentukan lokasi alam dan pada umumnya mempengaruhi alinyemen sebagai perencanaan geometrik. Untuk memperkecil biaya pembangunan maka dalam perencanaan geometrik perlu sekali disesuaikan dengan keadaan topografi.

Pengukuran peta topografi digunakan untuk mengumpulkan data topografi yang cukup guna menentukan kecepatan sesuai dengan daerahnya. Pengukuran peta topografi dilakukan pada sepanjang trase jalan rencana dengan mengadakan tambahan dan pengukuran detail pada tempat yang memerlukan re-alinyemen dan tempat-tempat persilangan dengan sungai atau jalan lain, sehingga memungkinkan mendapatkan trase jalan yang sesuai dengan standar.

Pekerjaan pengukuran ini terdiri dari beberapa kegiatan sebagai berikut. :

1. Pekerjaan perintisan untuk pengukuran, dimana secara garis besar ditentukan kemungkinan rute alternatif dan trase jalan.
2. Kegiatan pengukuran

Kegiatan pengukuran meliputi :

- a. Penentuan titik kontrol vertikal dan horizontal yang dipasang setiap interval 100 meter pada rencana as jalan.
- b. Pengukuran situasi selebar kiri dan kanan dari jalan yang dimaksud dan disebutkan tata guna tanah disekitar trase jalan.
- c. Pengukuran penampang melintang (*cross section*) dan penampang memanjang.
- d. Perhitungan perencanaan desai jalan dan penggambaran peta topografi berdasarkan titik koordinat kontrol diatas.

Berdasarkan besarnya lereng melintang dengan arah kurang lebih tegak lurus sumbu jalan raya jenis medan dibagi menjadi tiga golongan umum yaitu datar, perbukitan dan gunung.

Tabel 2.1 Klasifikasi Medan dan Besarnya

Golongan medan	Lereng melintang
Datar (D)	0% - 9,9%
Perbukitan (B)	10% - 24,9%
Gunung (G)	$\geq 25\%$

(Sumber : Spesifikasi standar untuk perencanaan geometrik jalan luar kota, No : 13/BM/1970)

2.1.3 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 dilaboraturium. Pengambilan data CBR dilapangan dilakukan sepanjang ruas rencana, dengan interval 200 m

dengan menggunakan DCP (Dynamic Cone Penetrometer). Hasil tes Dynamic Cone 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 :

$$\text{CBR segmen} = \text{Rata-rata} - \frac{\text{CBR maks} - \text{CBR min}}{R} \dots\dots\dots(2.1)$$

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

Tabel 2.2 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*, 1993)

b. Cara Grafis

Prosedurnya adalah sebagai berikut :

- Termasuk nilai CBR terendah
- Tentukan berapa banyak CBR yang sama atau lebih besar dari masing masing nilai CBR kemudian disusun secara tabel laris 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 persentasi nilai tadi
- Nilai CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90% Contoh hasil pengamatan di sepanjang jalan didapat nilai CBR sebagai berikut : 3; 4; 3; 6; 6; 5; 11; 10; 6; 6; dan 4.

Tabel 2.3 Contoh Tabulasi Nilai CBR

No	CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persentase yang sama atau lebih besar (%)
1.	3	11	$(11/11) \times 100\% = 100\%$
2.	4	9	81,8%
3.	5	7	63,6%
4.	6	6	54,5%
5.	7	2	18,2%
6.	8	1	9%

(Sumber : Sukirman Silvia, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, 1993)

2. Analisa

Membakukan analisa pada contoh tanah yang terganggu dan tidak terganggu, juga terhadap bahan konstruksi, dengan menggunakan ketentuan ASTM dan AASTHO maupun standart yang berlaku di Indonesia.

3. Pengujian laboratorium

Uji bahan konstruksi untuk mendapatkan :

1. Sifat-sifat indeks (indeks properties) Gs, Wn, J, e, n, Sr.
2. Klasifikasi (Clasification of soil)
 - a. Analisa ukuran butir (Graim 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
- $IP = LL - PL \dots\dots\dots (2.2)$
- c. Pemasatan : γ_d maks dan W optimum
 - Pemasatan standar / proctor
 - Pemasatan modifikasi
 - Dilapangan dicek dengan sandcone $\pm 93\% \gamma_d$ maks
- d. CBR Laboraturium (CBR rencana)
 - $W_{et} = W_t / V_t \square \gamma_d \text{ wet} / (1+W) \dots\dots\dots (2.3)$
 - CBR lapangan : DCP \square CBR lapangan

2.2 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan merupakan aspek penting yang pertama kali harus di identifikasikan 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.

2.2.1 Klasifikasi jalan menurut volume lalu lintas

Klasifikasi jalan menurut volume lalu lintas sesuai dengan Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya (PPCGR) No. 13 / 1970 sebagai berikut:

Tabel 2.4 Klasifikasi menurut volume lalu lintas

Fungsi	Kelas	LHR dalam smp
Utama	I	> 20.000
	II A	6.000 sampai 8000
	II B	1500 sampai 8.000
	II C	< 20.000
Penghubung	III	-

(Sumber : PPCGR No. 13 / 1970)

1. Kelas I :

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

2. Kelas II :

Kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan sekunder. Dalam komposisi lalu lintasnya terdapat lalu lintas lambat. Kelas jalan ini, selanjutnya berdasarkan komposisi dan sifat lalu lintasnya, dibagi dalam tiga kelas, yaitu : II A, II B dan II C.

a. Kelas II A

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

b. Kelas II B

Jalan 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.

c. Kelas II C

Jalan 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.

3. 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.

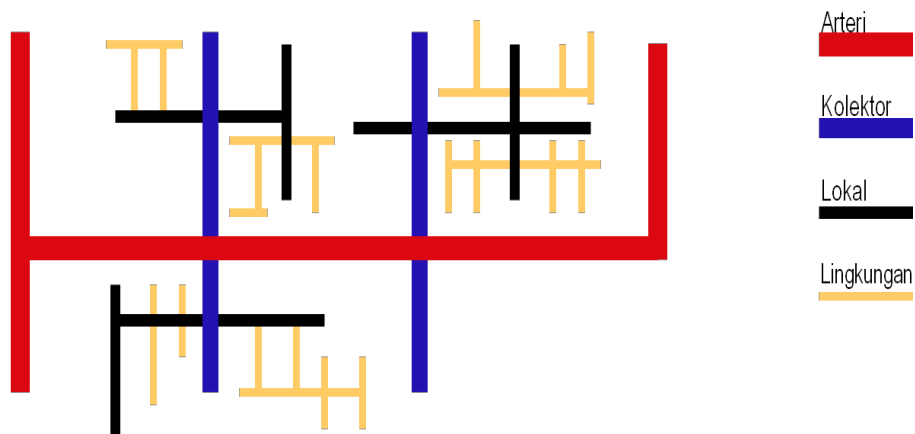
Untuk melihat setiap kendaraan kedalam satuan mobil penumpang (smp), bagi jalan-jalan didaerah datar digunakan koefisien dibawah ini sesuai dengan Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya (PPGJR) No. 13 / 1970:

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

Di daerah perbukitan dan pegunungan, koefisien untuk kendaraan bermotor diatas dapat dinaikkan, sedangkan untuk kendaraan tak bermotor tak perlu dihitung.

2.2.2 Klasifikasi jalan menurut fungsinya

Klasifikasi Menurut fungsinya jalan terbagi atas :



Gambar 2.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

1. 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.
2. Jalan kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk dibatasi.
4. Jalan lingkungan
Jalan angkutan lingkungan (jarak pendek, kecepatan rendah).

2.2.3 Klasifikasi menurut kelas jalan

Klasifikasi kelas jalan ditentukan sebagai berikut :

1. Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MTS) dalam satuan ton.
2. Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta berkaitan dengan klasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat dalam tabel 2.2 (Pasal 11, PP. No 43 / 1993).

Tabel 2.5 Klafisikasi jalan menurut kelas jalan

F u n g s i	K e l a s	Muatan Sumbu Terberat, MST (Ton)
Arteri	I	> 10
	II	10
	III A	8
Kolektor	III A	8
	III B	

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

2.2.4 Klasifikasi menurut medan jalan

Klasifikasi medan jalan ditentukan sebagai berikut :

1. Medan jalan di klasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus dengan garis kontur.
2. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kesil dari segmen rencana jalan tersebut.
3. Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat dilihat dalam tabel 2.6

Tabel 2.6 Klasifikasi jalan menurut medan jalan

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

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

2.2.5 Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaan jalan

Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya sesuai PP. No.26 / 1985 adalah:

1. Jalan Nasional
 - a. Jalan Arteri Primer
 - b. Jalan Kolektor Primer yang menghubungkan antar Ibu Kota provinsi
 - c. Jalan selain dari pada yang termasuk dalam angka 1 dan 2, yang mempunyai strategis terhadap kepentingan Nasional.

Penetapan status suatu jalan sebagai Jalan Nasional dilakukan dengan keputusan Menteri Dalam Negeri.



Gambar 2.2 Jalan Nasional (Jalan Tol Jakarta – Merak)

2. Jalan Provinsi

- a. Jalan kolektor primer yang menghubungkan Ibu Kota Provinsi dengan Ibu Kota Kabupaten/Kotamadya.
- b. Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar Ibu Kota Kabupaten/Kotamadya.
- c. Jalan dalam daerah khusus Ibu Kota Jakarta, kecuali jalan yang telah ditetapkan sebagai jalan Nasional.

Penetapan suatu status jalan sebagai jalan provinsi dilakukan dengan keputusan Menteri Dalam Negeri atas usul Pemerintah Daerah Tingkat I yang bersangkutan dengan memperhatikan pendapat Menteri Dalam Negeri.



Gambar 2.3 Jalan Provinsi (jalan tanjung api-api – palembang)

3. Jalan Kabupaten.

- a. Jalan kolektor primer yang tidak termasuk Jalan Nasional dan Provinsi.
- b. Jalan Lokal Primer
- c. Jalan Sekunder selain jalan Nasional dan Propinsi
- d. Jalan selain dari pada yang termasuk dalam angka 1, angka 2 dan angka 3 yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan Kabupaten.

Penetapan status suatu jalan sebagai jalan Kabupaten dilakukan dengan keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I atas usul Pemerintah Daerah Tingkat II dengan memperhatikan pedoman yang telah ditetapkan oleh Menteri Dalam Negeri.



Gambar 2.4 Jalan Kabupaten (Jalan Di Riau)

4. Jalan Kota.

Jaringan jalan sekunder didalam kota, jalan arteri sekunder, jalan kolektor sekunder dan jalan lokal sekunder yang penetapannya dilakukan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I atas usul Pemerintah Kota dengan memperhatikan pedoman yang ditetapkan Menteri Dalam Negeri.



Gambar 2.5 Jalan Kota (Jalan R.Sukamto Palembang)

5. Jalan Desa

Jaringan jalan sekunder di dalam desa yang penetapannya dilakukan oleh keputusan Kepala Daerah Tingkat II dengan memperhatikan pedoman yang telah ditetapkan oleh Menteri Dalam Negeri.



Gambar 2.6 Jalan Desa (Desa Cibiru Bandung)

6. Jalan Khusus

Jalan yang dibangun dan dipelihara oleh Instansi/Badan Hukum/Perorangan untuk melayani kepentingan masing-masing. Sebagai contoh yang termasuk jalan khusus ialah Jalan Tol, Jalan dalam lingkungan daerah pengembangan.



Gambar 2.7 Jalan Khusus (Jalan khusus angkutan batu bara)

2.3 Parameter perencanaan geometrik jalan

Dalam perencanaan geometrik jalan terdapat beberapa parameter perencanaan, seperti kendaraan rencana, kecepatan rencana, volume & kapasitas jalan, dan tingkat pelayanan yang diberikan oleh jalan tersebut. Parameter-parameter ini merupakan penentu tingkat kenyamanan dan keamanan yang dihasilkan oleh suatu bentuk geometrik jalan (Sukirman Silvia, 1999)

2.3.1 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. Panjang jalan didepan yang masih dapat dilihat dengan jelas diukur dari titik kedudukan pengemudi, disebut dengan jarak pandang. Adapun kegunaan jarak pandang yaitu untuk:

1. Menghindari terjadinya tabrakan yang dapat membahayakan kendaraan dan manusia akibat adanya benda yang berukuran cukup besar, kendaraan yang sedang berhenti, pejalan kaki, atau hewan-hewan yang berada di jalur jalan

2. Memberi kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan lebih rendah dengan mempergunakan lajur sebelahnya. Menambah efisiensi jalan tersebut, sehingga volume pelayanan dapat dicapai semaksimal mungkin.
3. Sebagai pedoman pengatur lalu-lintas dalam menempatkan rambu-rambu lalu lintas yang diperlukan pada setiap segmen jalan.

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

1. 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. Adapun jarak panjang henti terdiri atas 2 elemen jarak, yaitu:

- a. 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.

- b. Jarak pengereman

Jarak pengereman adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti. Jarak pengereman ini dipengaruhi oleh faktor ban, sistem pengereman itu sendiri, kondisi muka jalan, dan kondisi perkerasan jalan.

2. Jarak pandang mendahului (jd)

Pada jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 TB), kendaraan dengan kecepatan tinggi sering mendahului kendaraan lain dengan kecepatan yang lebih rendah sehingga pengemudi tetap dapat mempertahankan kecepatan sesuai dengan yang diinginkannya. Gerakan mendahului dilakukan dengan mengambil lajur jalan yang diperuntukkan untuk kendaraan dari arah yang berlawanan. Jarak yang dibutuhkan pengemudi sehingga dapat melakukan

gerakan mendahului dengan aman dan dapat melihat kendaraan dari arah depan dengan bebas dinamakan jarak pandangan mendahului.

Jarak pandang mendahului (J_d) standar dihitung berdasarkan panjang jalan yang diperlukan untuk dapat melakukan gerakan mendahului suatu kendaraan dengan sempurna dan aman berdasarkan asumsi yang diambil. Apabila dalam suatu kesempatan dapat mendahului dua kendaraan sekaligus, hal itu tidaklah merupakan dasar dari perencanaan suatu jarak pandangan mendahului total. Jarak pandangan mendahului (J_d) standar pada jalan dua lajur dua arah dihitung berdasarkan beberapa asumsi terhadap sifat arus lalu lintas yaitu:

- a. Kendaraan yang akan didahului harus mempunyai kecepatan yang tetap
- b. Sebelum melakukan gerakan mendahului, kendaraan harus mengurangi kecepatannya dan mengikuti kendaraan yang akan disiap dengan kecepatan yang sama.
- c. Apabila kendaraan sudah berada pada lajur untuk mendahului, maka pengemudi harus mempunyai waktu untuk menentukan apakah gerakan mendahului dapat diteruskan atau tidak.
- d. Kecepatan kendaraan yang mendahului mempunyai perbedaan sekitar 15 km/jam dengan kecepatan kendaraan yang didahului pada waktu melakukan gerakan mendahului.
- e. Pada saat kendaraan yang mendahului telah berada kembali pada lajur jalannya, maka harus tersedia cukup jarak dengan kendaraan yang bergerak dari arah yang berlawanan.
- f. Tinggi mata pengemudi diukur dari permukaan perkerasan menurut Bina Marga (TPGJAK 1997) sama dengan tinggi objek yaitu 105 cm. - Kendaraan yang bergerak dari arah yang berlawanan mempunyai kecepatan yang sama dengan kendaraan yang mendahului.

Adapun estimasi jarak pandangan mendahului diformulasikan dengan persamaan sebagai berikut:

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots\dots\dots(2.4)$$

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 (m)

2.3.2 Kendaraan rencana

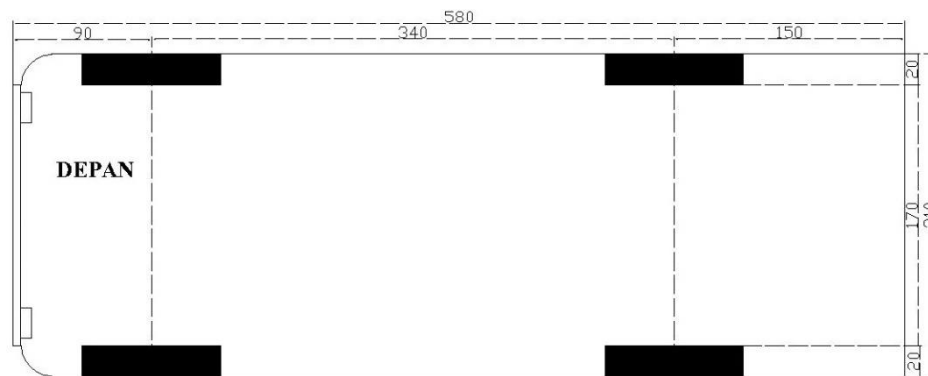
Kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Dilihat dari bentuk, ukuran, dan daya dari kendaraan-kendaraan yang mempergunakan jalan, kendaraan-kendaraan tersebut dikelompokkan menjadi:

1. Kendaraan ringan/kecil (LV) Adalah kendaraan bermotor ber-as dua dengan 4 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,1997)
2. Kendaraan sedang (MHV) Adalah kendaraan bermotor dengan 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,1997)
3. Kendaraan berat/besar (LB-LT) - Bus besar (LB) Bus dengan dua atau tiga gandar dengan jarak 5,0-6,0 m - Truk besar (MC) Truk tiga gandar dan truk kombinasi tiga, jarak gandar (gandar pertama dan gandar kedua) $< 3,5$ (sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga,1997).

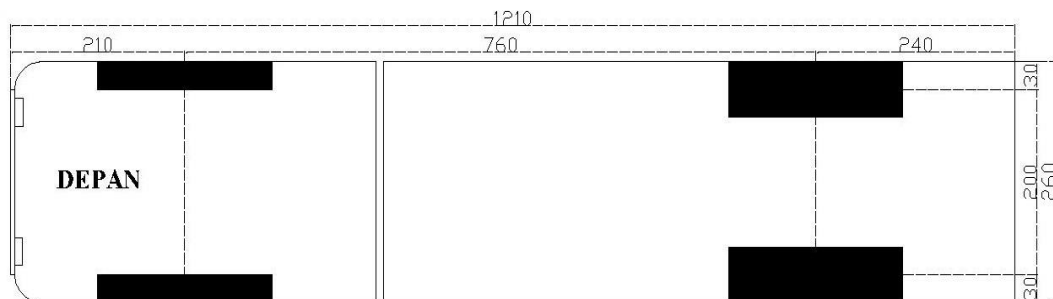
Tabel 2.7 Dimensi kendaraan rencana

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	90	90	290	1400	1370

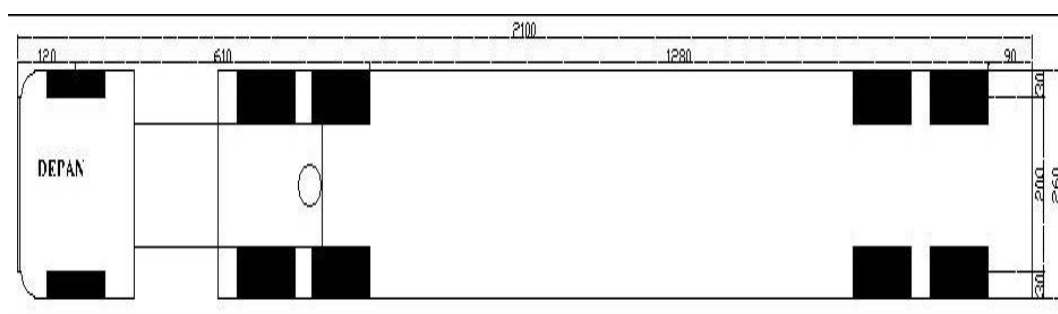
(Sumber : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)



Gambar 2.8 Dimensi Kendaraan Kecil



Gambar 2.9 Dimensi Kendaraan Sedang



Gambar 2.10 Dimensi Kendaraan Besar

2.3.3 Kecepatan rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih untuk keperluan perencanaan setiap bagian jalan raya seperti tikungan kemiringan jalan, jarak pandang dan lain-lain. Kecepatan yang dipilih tersebut adalah kecepatan tertinggi menerus dimana kendaraan dapat berjalan dengan aman dan keamanan itu sepenuhnya tergantung dari bentuk jalan.

Hampir semua rencana bagian jalan dipengaruhi oleh kecepatan rencana, baik secara langsung seperti tikungan horizontal, kemiringan melintang di tikungan, jarak pandangan maupun secara tak langsung seperti lebar lajur, lebar bahu, kebebasan melintang dll. Oleh karena itu pemilihan kecepatan rencana sangat mempengaruhi keadaan seluruh bagian-bagian jalan dan biaya untuk pelaksanaan jalan tersebut (Sukirman Silvia, 1999).

Tabel 2.8 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 : TPGJAK No.038 / T / BM / 1997)

2.3.4 Volume lalu lintas

Data lalu lintas sangat diperlukan dalam perencanaan teknik jalan, karena kapasitas jalan yang akan direncanakan tergantung dari komposisi lalu lintas yang akan menggunakan jalan pada suatu segmen jalan yang ditinjau.

Besarnya volume lalu lintas diperlukan untuk menentukan jumlah dan lebar lajur pada suatu jalur jalan dalam penentuan karakteristik geometrik, sedangkan jenis kendaraan akan menentukan kelas beban atau MST (Muatan Sumbu Terberat) yang berpengaruh ada perencanaan konstruksi perkerasan. Volume lalu lintas yang tinggi akan membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih lebar pula agar aman dan nyaman. Namun apabila jalan dibuat terlalu lebar, sedangkan volume lalu lintasnya rendah, cenderung akan membahayakan.

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati / melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (kendaraan/hari, kendaraan/jam). Volume lalu lintas dapat berupa Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR), Volume Jam Perencanaan (VJP). Masalahnya volume rata-rata dipakai akan menghasilkan jalan yang tidak mencukupi, sedangkan volume pada jam sibuk (peak time) akan terjadi beban maksimal dalam waktu yang singkat saja, sehingga tidak ekonomis. Dasar perencanaan volume harus tidak terlalu sering / besar dilampaui, sehingga pada saat – saat tertentu jalan akan lenggang. Berikut adalah macam – macam volume :

1. Annually Average Daily Traffic (AADT)

Adalah volume lalu lintas rata-rata selama 24 jam suatu titik selama setahun.

$$AADT = \frac{\text{Banyaknya kendaraan yang melintasi suatu titik}}{365} \dots\dots\dots(2.5)$$

2. Average Daily Traffic (ADT)

Adalah volume lalu lintas rata-rata selama 24 jam di suatu titik dalam periode waktu kurang dari 1 (satu) tahun minimal dalam 2 hari .

3. Anually Average Daily Weekday (AAWT)

Adalah volume lalu lintaa rata-rata 24 jam di suatu titik selama hari kerja sepanjang tahun.

4. Average weekday (awt)

Adalah volume kendaraan rata-rata selama 24 jam dihari kerja dalam waktu kurang dari 1 tahun.

5. Hourly volume (volume jam-an)

Volume ini dipakai untuk maksud analisa desain dan operasional. Volume perjam-an bisa di asumsikan dari volume harian dengan estimasi sebagai berikut :

$$DDHV = AADT \times k \times D$$

DDHV = Directional Distribution Hourly Volume

k = Bagian lalu lintas yang terjadi pada jam sibuk

D = Faktor distribusi awal

Tabel 2.9 Nilai k dan D

Jenis	k	D
Rural	0.15 – 0.25	0.65 – 0.80
Sub urban	0.12 – 0.15	0.55 – 0.65
Urban		
- Radial	0.07 – 0.12	0.55 - 0.60
- Circumferential Route	0.07 – 0.12	0.50 – 0.55

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

6. Sub hourly volume (volume kurang dari satu jam)

Misalkan volume yang didapat selama 15 menit adalah 1000 kendaraan maka volume selama 1 jam tidaklah sama dengan $60/15 \times 1000$ kendaraan melainkan harus dikalikan suatu faktor yang disebut *Peak Hour Factor* (PHF)

PHF =

$$\frac{\text{Volume per jam}}{\text{rate of flow maksimum}} \dots \dots \dots (2.6)$$

2.3.5 Komposisi 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 adalah :

1. Satuan Mobil Penumpang (smp)

Satuan arus lalu lintas, dimana arus dari berbagai tipe kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan smp.

2. Ekuivalen Mobil Penumpang

Faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya, emp = 1,0).

3. Faktor (F)

Faktor F adalah variasi tingkat lalu lintas per 15 menit dalam satu jam.

4. Faktor VLHR (K)

Faktor untuk mengubah volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam SMP/jam, dihitung dengan rumus:

$$VJR = VLHR \times \frac{K}{F} \dots \dots \dots (2.5)$$

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

Tabel 2.10 Penentuan Faktor K dan F Berdasarkan volume lalu lintas rata-rata

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

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

5. Kapasitas (C)

Volume lalu lintas maksimum (mantap) yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (misalnya: rencana geometrik, lingkungan, komposisi lalu lintas dan sebagainya).

6. Derajat Kejenuhan (DS)

Rasio volume lalu lintas terhadap kapasitas (biasanya dihitung per jam).

2.4 Alinyemen Horizontal

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

2.4.1. Bagian Lurus

Panjang maksimum bagian lurus, dapat ditempuh dalam waktu $\leq 2,5$ menit (sesuai V_R), dengan pertimbangakan keselamatan pengemudi akibat kelelahan.

Tabel 2.11 Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus maksimum (m)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

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

2.4.2. Tikungan

Bagian yang paling kritis dari suatu alinyemen horizontal ialah bagian lengkung (tikungan). Hal ini disebabkan oleh adanya suatu gaya sentrifugal yang akan melemparkan kendaraan keluar daerah tikungan tersebut.

Pada saat kendaraan melalui daerah superelevasi, akan terjadi gesekan arah melintang jalan antara ban dengan permukaan aspal yang menimbulkan gaya

gesekan melintang dengan gaya normal yang disebut dengan koefisien gesekan melintang (f).

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 :

1. 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 2.12

Tabel 2.12 Panjang Jari-Jari Minimum (Dibulatkan) untuk $e_{\text{mak}} = 10\%$

V_r , km/jam	120	100	90	80	60	50	40	30	20
R_{min}	600	370	280	210	115	80	50	30	15

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

2. Bentuk-bentuk Tikungan

Di dalam 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 :

a. 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 :

- Lengkung peralihan
- Kemiringan melintang (superelevasi)
- Pelebaran Perkerasan Jalan
- Kebebasan samping

Jenis tikungan *full circle* ini merupakan jenis tikungan yang paling ideal ditinjau dari segi keamanan dan kenyamanan pengemudi 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 2.13

Tabel 2.13 Jari-Jari Minimum Yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

V (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
R _{min} (m)	2500	1500	900	500	350	250	130	60

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

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

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

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

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

Dimana :

Δ = Sudut tikungan ($^{\circ}$)

E = Jarak PI ke puncak busur lingkaran (m)

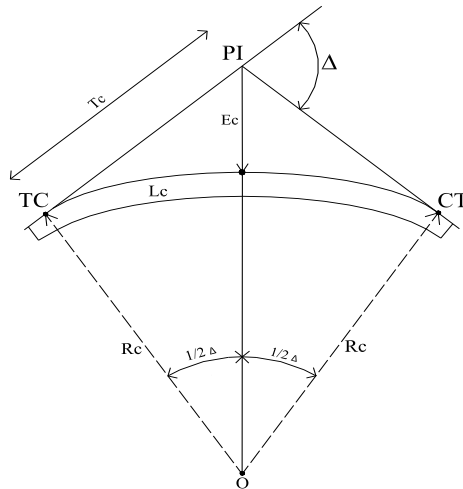
O = Titik pusat lingkaran

L = Panjang lengkung (CT – TC), (m)

R = Jari-jari tikungan (m)

PI = Titik potong antara 2 garis tangen

T = Jarak TC-PI atau PI-CT



Gambar 2.11 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.

b. 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 :

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

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

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

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$P = \frac{L_s^2}{6 R^2} - R (1 - \cos \theta_s) \dots\dots\dots (2.13)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{40 R^2} - R \sin \theta_s \dots\dots\dots (2.14)$$

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

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

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

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

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)

θ_s = Sudut lengkung spiral, ($^{\circ}$)

θ_s = Sudut lengkung spiral, ($^{\circ}$)

P = Pergeseran tangen terhadap spiral, (m)

k = Absis p pada garis tangen spiral, (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)

L = Panjang tikungan SCS, (m)

L_s = Panjang lengkung peralihan (jarak TS-SC atau CS-ST), (m)

Δ = Sudut tikungan, ($^{\circ}$)

Δ_c = Sudut lengkung circle, ($^{\circ}$)

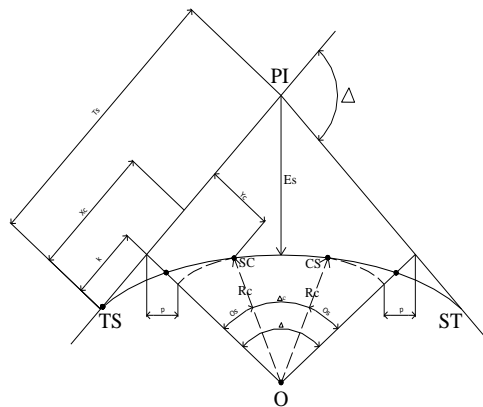
R = Jari-jari tikungan, (m)

Kontrol :

$L_c > 20$ m

$L > 2 T_s$

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



Gambar 2.12 Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

c. Tikungan *spiral-spiral*

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

$$L_{tot} = 2 L_s \dots\dots\dots (2.19)$$

$$L_s = \frac{2\pi R}{360} 2\theta_s \text{ atau } L_s = \frac{\theta_s R}{28,648} \dots\dots\dots (2.20)$$

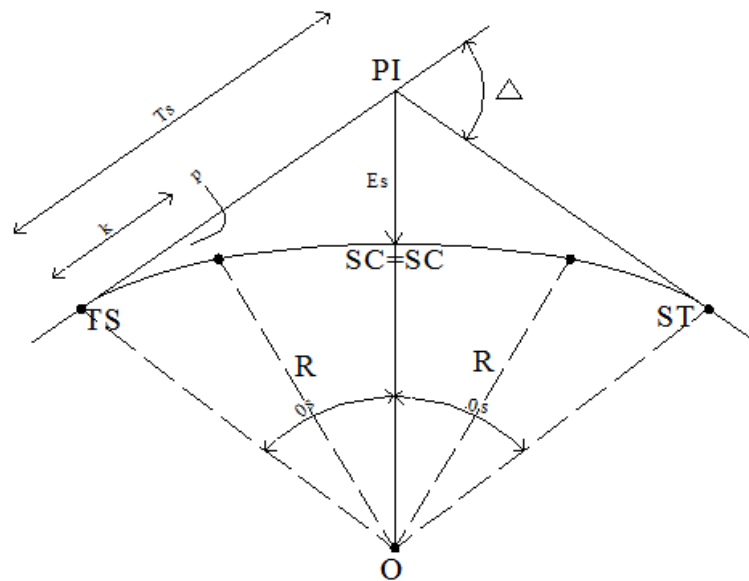
$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta, \quad L_c = 0 \dots\dots\dots (2.21)$$

$$P = p^* \times L_s \dots\dots\dots (2.22)$$

$$k = k^* \times L_s \dots\dots\dots (2.23)$$

$$T_s = (R + P) \tan \frac{\Delta}{2} + k \dots\dots\dots (2.24)$$

$$E_s = (R + P) \sec \frac{\Delta}{2} - R \dots\dots\dots (2.25)$$



Gambar 2.13 Tikungan *Spiral-Spiral*

3. Superelevasi



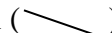
Penggambaran superelevasi dilakukan untuk mengetahui kemiringan-kemiringan jalan pada bagian tertentu yaitu berfungsi untuk mempermudah dalam pelaksanaan pengerjaan.

- Superelevasi dapat dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai kemiringan penuh (superelevasi) pada bagian lengkung,
- Pada tikungan *spiral-circle-spiral*, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bentuk normal sampai lengkung peralihan (S) yang berbentuk pada bagian lurus jalan, lalu dilanjutkan sampai superelevasi penuh pada akhir bagian lengkung peralihan.
- Pada tikungan *full circle*, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bagian lurus sepanjang $2/3 L_s$ sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang $1/3 L_s$.
- Pada tikungan *spiral-spiral*. Pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral

- e. Superelevasi tidak diperlukan jika ruas cukup besar, untuk itu cukup lereng luar diputar sebesar lereng normal (LP), atau bahkan tetap lereng normal (LN)

4. Pencapaian superelevasi

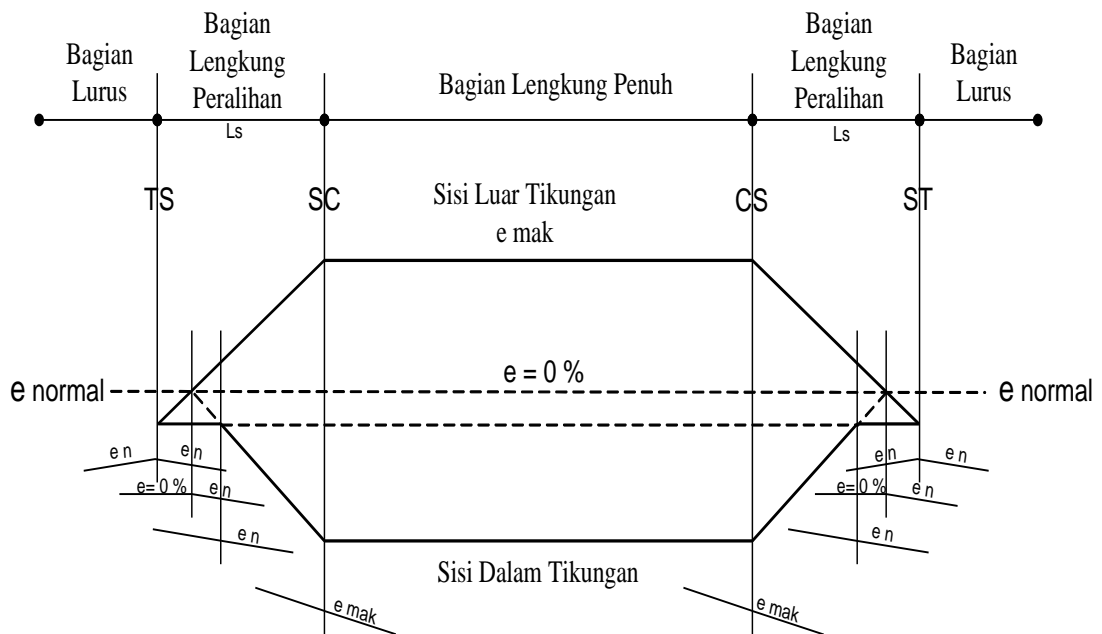
Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan V_R . *Superelevasi* dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai kemiringan penuh (*Superelevasi*) pada bagian lengkung.

Pada tikungan S-C-S, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bentuk normal () sampai awal lengkung peralihan (TS) yang berbentuk () pada bagian lurus jalan, lalu dilanjutkan sampai *superelevasi* penuh () pada akhir pada bagian lengkung peralihan (SC).

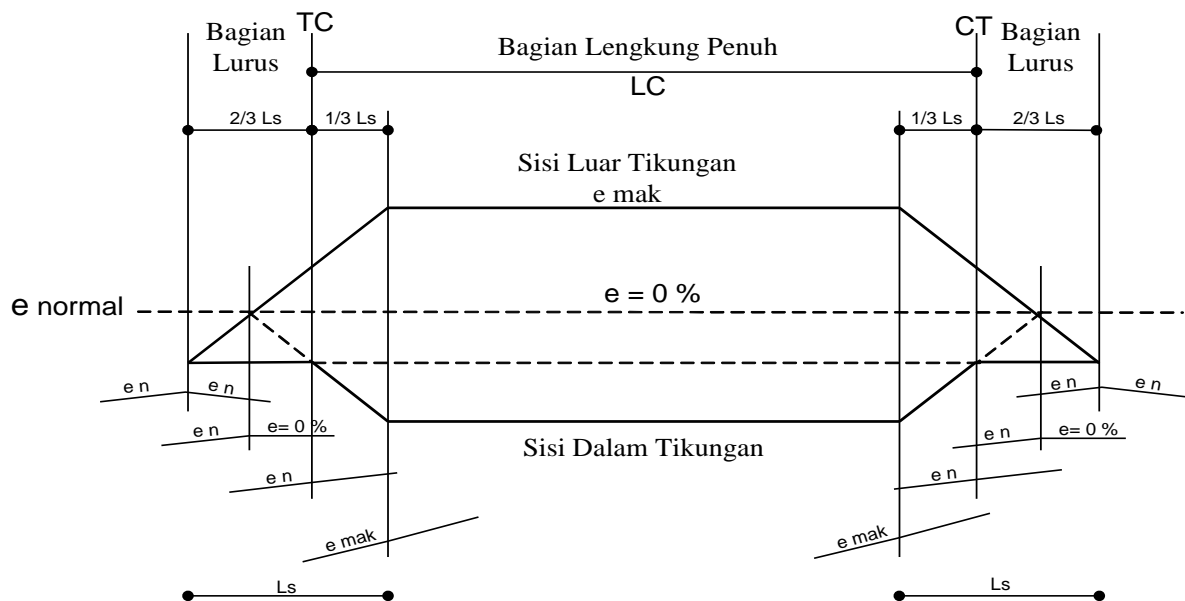
Metoda atau tata cara untuk melakukan *superelevasi*, yaitu dengan mengubah lereng potongan melintang, dilakukan dengan bentuk profil dari tepi perkerasan yang dibundarkan, tetapi disarankan cukup untuk mengambil garis lurus saja.

Ada tiga cara untuk mendapatkan *superelevasi* yaitu:

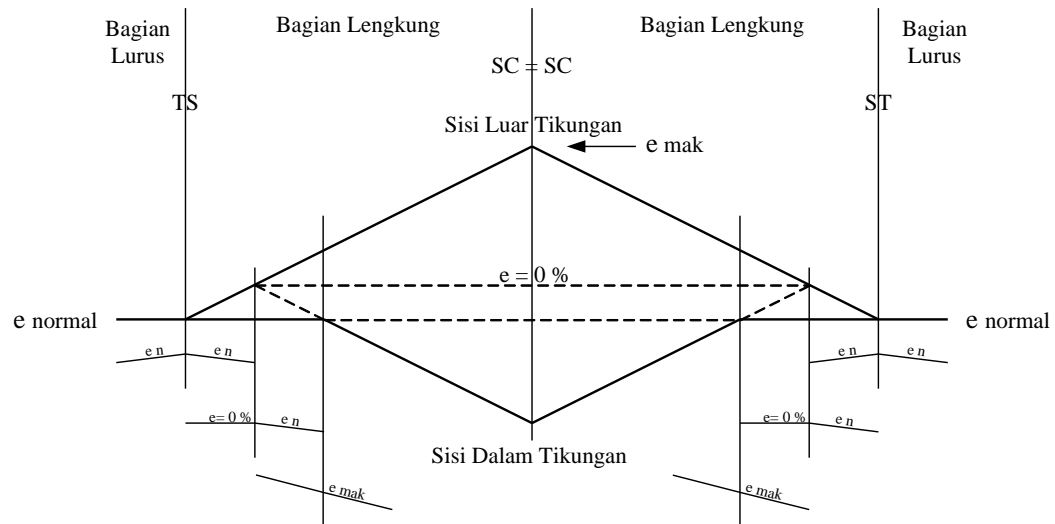
- a. Memutar perkerasan jalan terhadap profil sumbu.
- b. Memutar perkerasan jalan terhadap tepi jalan sebelah dalam.
- c. Memutar perkerasan jalan terhadap tepi jalan sebelah luar.



Gambar 2.14 Metoda Pencapaian *Superelevasi* pada Tikungan Tipe S-C-S
(Contoh untuk Tikungan Kanan)



Gambar 2.15 Metoda Pencapaian *Superelevasi* pada Tikungan Tipe FC dengan
Lengkung Peralihan Fiktif.



Gambar 2.16 Metode Pencapaian *Superelavasi* pada Tikungan Tipe S-S
(Contoh untuk Tikungan ke kanan)

2.4.3. Pelebaran Pada Tikungan

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

1. Pada waktu berbelok pertama kali hanya roda depan, sehingga lintasan roda belakang agak keluar lajur (off tracking).
2. Jarak lintasan kendaraan tidak lagi berimpit, karena bemper depan dan belakang kendaraan akan mempunyai lintasan yang berbeda dengan lintasan roda depan dan roda belakang kendaraan.
3. Pengemudi akan mengalami kesulitan dalam pertahankan lintasannya tetap pada lajur jalannya terutama pada tikungan-tikungan yang tajam atau pada kecepatan-kecepatan tinggi.

Untuk menghindari hal-hal tersebut maka pada tikungan yang tajam perlu perlu perkerasan jalan yang diperlebar. Pelebaran perkerasan ini merupakan faktor dari jari-jari lengkung, kecepatan kendaraan, jenis dan ukuran kendaraan rencana yang akan dipergunakan sebagai jalan perencanaan.

Pada umumnya truk tunggal sebagai dasar penentuan tambahan lebar perkerasan yang dibutuhkan. Tetapi di jalan-jalan dimana banyak dilewati kendaraan berat, jenis kendaraan semi trailer merupakan kendaraan yang cocok dipilih untuk kendaraan rencana.

Tentu saja pemilihan jenis kendaraan rencana ini sangat mempengaruhi kebutuhan akan pelebaran perkerasan dan biaya pelaksanaan jalan tersebut. Pelebaran perkerasan pada tikungan, sudut tikungan dan kecepatan rencana. Dalam peraturan perencanaan geometrik jalan raya, mengenai hal ini dirumuskan:

$$B = n (b' + c) + (n - 1).T_d + Z \dots\dots\dots (2.26)$$

Dimana:

- B = Lebar perkerasan pada tikungan
- N = Jumlah jalur lalu lintas
- B' = Lebar lintasan truk pada tikungan
- T_d = Lebar melintang akibat tonjolan depan
- c = Kebebasan samping

2.4.4. Penentuan *Stationing*

Penentuan (*stationing*) panjang jalan pada tahap perencanaan adalah memberikan nomor pada interval-interval tertentu dari awal pekerjaan. Nomor jalan (*sta jalan*) dibutuhkan sebagai sarana komunikasi untuk dengan cepat mengenali lokasi yang sedang dibicarakan, selanjutnya. Nomor jalan ini sangat bermanfaat pada saat pelaksanaan dan perencanaan. Disamping itu dari penomoran jalan tersebut diperoleh informasi tentang panjang jalan secara keseluruhan. setiap *sta jalan* dilengkapi dengan gambar potongan melintangnya. Adapun interval masing-masing penomoran jika tidak adanya perubahan arah tangen pada alinyemen horizontal maupun alinyemen vertikal sebagai berikut :

- Setiap 100 m, untuk daerah datar
- Setiap 50 m, untuk daerah bukit
- Setiap 25 m, untuk daerah gunung

Nomor jalan (sta jalan) ini sama fungsinya dengan patok-patok km disepanjang jalan, namun juga terdapat perbedaannya antara lain :

1. Patok km merupakan petunjuk jarak yang di ukur dari patok km 0, yang umumnya terletak di ibukota provinsi atau kotamadya, sedangkan patok sta merupakan petunjuk jarak yang di ukur dari awal sampai akhir pekerjaan.
2. Patok km berupa patok permanen yang dipasang dengan ukuran standar yang berlaku, sedangkan patok sta merupakan patok sementara selama masa pelaksanaan proyek jalan tersebut.

2.5 Alinyemen vertikal

Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Pada perencanaan alinyemen vertikal akan ditemui kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negative (turunan), sehingga kombinasi berupa lengkung cembung dan lengkung cekung. Disamping kedua lengkung tersebut ditemui pula kelandaian datar. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh keadaan topografi yang dilalui oleh rute jalan rencana. Kondisi topografi tidak saja berpengaruh pada perencanaan alinyemen horizontal, tetapi mempengaruhi perencanaan alinyemen vertikal (Hendarsin L. Shirley, 2000).

2.5.1 Kelandaian

Untuk menghitung dan merencanakan lengkung vertikal, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Karakteristik Kendaraan Pada Kelandaian

Hampir seluruh kendaraan penumpang dapat berjalan dengan baik dengan kelandaian 7-8 % tanpa adanya perbedaan dibandingkan dengan bagian datar. Pengamatan menunjukkan bahwa mobil penumpang pada kelandaian 3% hanya sedikit sekali pengaruhnya dibandingkan dengan jalan datar. Sedangkan untuk truk, kelandaian akan lebih besar pengaruhnya.

2. Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum berdasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh mampu bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

Tabel 2.14 Kelandaian Maksimum Yang Diijinkan

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

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

3. Kelandaian Minimum

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

4. Panjang Kritis Suatu Kelandaian

Panjangkritis ini diperlukan sebagai batasan panjang kelandaian maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih banyak dari separuh V_R , lama perjalanan pada panjang kritis tidak lebih dari satu menit.

Tabel 2.15 Panjang Kritis (m)

Kecepatan pada awal Tanjakan (km/jam)	Kelandaian %						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

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

5. Lajur Pendakian Pada Kelandaian Khusus

Pada jalur jalan dengan rencana volume lalu lintas yang tinggi, terutama untuk tipe 2/2 TB, maka kendaraan berat akan berjalan pada lajur pendakian dengan kecepatan V_R , sedangkan kendaraan lain masih dapat bergerak dengan kecepatan V_R , sebaliknya dipertimbangkan untuk dibuat lajur

tambahan pada bagian kiri dengan ketentuan untuk jalan baru menurut MKJI didasarkan pada BHS (Biaya Siklus Hidup).

2.5.2 Lengkung vertikal

Lengkung vertikal direncanakan untuk merubah secara bertahap perubahan dari dua macam kelandaian arah memanjang pada setiap lokasi yang diperlukan. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi goncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti yang cukup untuk keamanan dan kenyamanan.

Rumus yang digunakan :

$$A = g_2 - g_1 \dots\dots\dots (2.27)$$

$$EV = \frac{A.L}{800} \dots\dots\dots (2.28)$$

$$EPLV = EPV \pm g \cdot \frac{1}{2} \dots\dots\dots (2.29)$$

$$y = \frac{A.(x)^2}{200.L} \dots\dots\dots (2.30)$$

Dimana :

- x = Jarak dari titik PLV ketitik yang ditinjau STA
- y = Perbedaan elevasi antara titik PLV dan titik yang ditinjau pada STA, (m)
- L = Panjang lengkung vertikal varabola, yang merupakan jarak proyeksi dari titik PLV dan titik PTV, (STA)
- g1 = Kelandaian tangent dari titik PLV, (%)
- g2 = Kelandaian tangent dari titik PTV, (%)
- A = Perbedaan Aljabar Kelandaian

Kelandaian menarik (pendakian) diberi tanda (+), sedangkan kelandaian menurun (Penurunan) diberi tanda (-). Ketentuan pendakian atau penurunan ditinjau dari sebelah kiri.

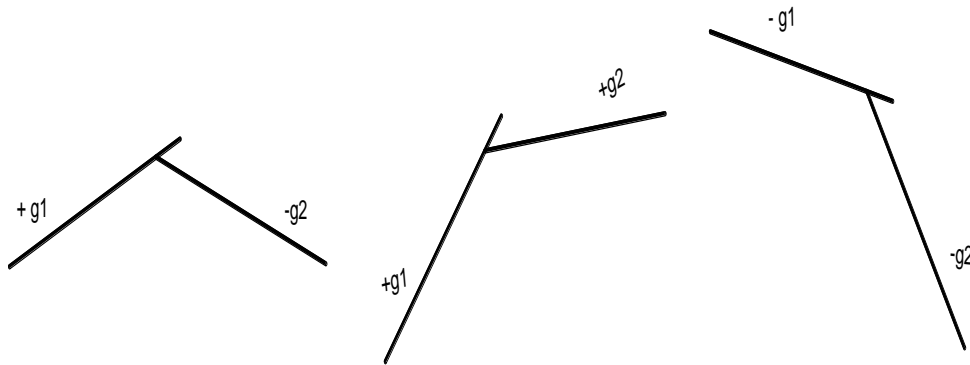
– Lengkung Vertikal Cembung

Ketentuan tinggi menurut Bina Marga (1997) untuk lengkung cembung seperti pada tabel 2.23.

Tabel 2.16 Ketentuan Tinggi jenis Jarak Pandang

Untuk jarak Pandang	h ₁ (m) Tinggi Mata	h ₂ Tinggi Objek
Henti (J _h)	1,05	0,15
Mendahului (J _d)	1,05	1,05

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



Gambar 2.17 Alinyemen Vertikal Cembung

- Panjang L, berdasarkan J_h

$$J_h < L, \text{ maka : } L = \frac{A \cdot J_h^2}{399} \dots\dots\dots(2.31)$$

$$J_h < L, \text{ maka : } L = 2 J_h - \frac{399}{A} \dots\dots\dots(2.32)$$

- Panjang L, berdasarkan J_d

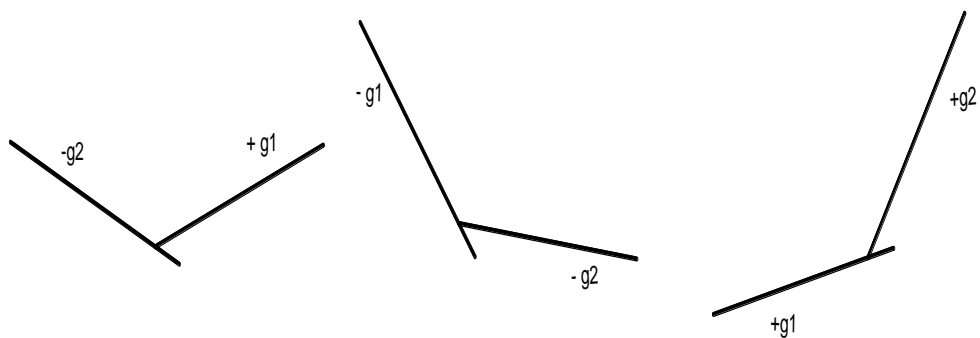
$$J_d < L, \text{ maka : } L = \frac{A \cdot J_d^2}{840} \dots\dots\dots(2.33)$$

$$J_d < L, \text{ maka : } L = 2 J_d - \frac{840}{A} \dots\dots\dots(2.34)$$

– Lengkung Vertikal Cekung

Tidak ada dasar yang dapat digunakan untuk menentukan panjang lengkung vertikal (L), akan tetapi ada empat kriteria sebagai pertimbangan yang dapat digunakan yaitu :

- Jarak sinar lampu besar dari kendaraan
- Kenyamanan pengemudi
- Ketentuan drainase
- Penampilan secara umum



Gambar 2.18 Alinyemen Vertikal Cekung

Dengan bantuan gambar diatas, yaitu tinggi lampu besar kendaraan = 0,60 m dan sudut bias = 1° , maka diperoleh hubungan praktis, sebagai berikut :

$J_h < L$, maka :

$$L = \frac{A \cdot J_h^2}{120 + 3,5 J_h} \dots \dots \dots (2.35)$$

$J_h > L$, maka :

$$L = 2 J_h - \frac{120 + 3,5 J_h}{A} \dots \dots \dots (2.36)$$

2.6 Galian dan timbunan

2.6.1 Galian

Galian tanah pada suatu daerah harus diperhitungkan sehingga hasil galian dapat digunakan untuk menimbun. Perencanaan yang baik jika galian dan timbunan seimbang, tetapi volume tanah galian cukup untuk penimbunan yang biasa disertai dengan pemadatan. Galian dan tanah timbunan dikatakan seimbang jika volume tanah galian lebih besar dari tanah timbunan.

2.6.2 Timbunan

Sebelum konstruksi penimbunan dikerjakan terlebih dahulu dan dipersiapkan dasar dari timbunan tersebut. Dalam hal ini tanah asli. Beberapa faktor yang menyebabkan dasar timbunan jadi lemah, yaitu :

1. Air

Untuk mengatasi masalah air maka diperlukan drainase yang baik , berupa drainase bawah tanah dan drainage permukaan.

2. Bahan Dasar

Bahan yang tidak baik yang digunakan sebagai bahan dasar timbunan adalah tanah humus. Biasanya tanah ini dibuang dan diganti dengan tanah yang baik. Tanah yang digunakan untuk bahan timbunan yang memenuhi persyaratan yaitu tidak mengandung lempung, dengan plastisitas tinggi dan tidak mengandung bahan organik. Bila bahan dasar yang digunakan sebagai timbunan berupa gregat, maka agregat yang dipilih harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan antara lain :

- Gradasi agregat harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.
- Ukuran batuan tidak boleh lebih dari 75 % tebal lapisan.

Cara pencapaian mutu bahan untuk mendapatkan gaya dukung tanah yang diinginkan dapat dilakukan perbaikan-perbaikan dengan cara pencampuran bahan lain seperti agregat, semen dan kapur atau pengupasan lapisan tanah yang jelek mutunya dan menggantikannya dengan lapisan tanah yang lebih baik. Hal yang penting dalam pelaksanaan penimbunan adalah :

- Konsolidasi
Adalah pada saat tanah dibebani akan melepaskan sejumlah air pori sehingga tanah timbunan menjadi padat dan kuat menerima beban.
- Settlement
Adalah proses penyusutan volume tanah timbunan akibat proses konsolidasi sehingga tanah menjadi padat .

2.6.3 Perhitungan galian dan timbunan

Dengan alasan pertimbangan ekonomis, maka dalam merencanakan suatu ruas jalan raya diusahakan agar pada pekerjaan tanah dasar volume galian seimbang dengan volume timbunan. Dengan mengkombinasikan alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal yang dilengkapi dengan bentuk penampang melintang jalan yang direncanakan, memungkinkan kita untuk menghitung besarnya volume galian dan timbunan.

Untuk memperoleh hasil perhitungan yang logis, ada beberapa langkah yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Penentuan *Stationing*

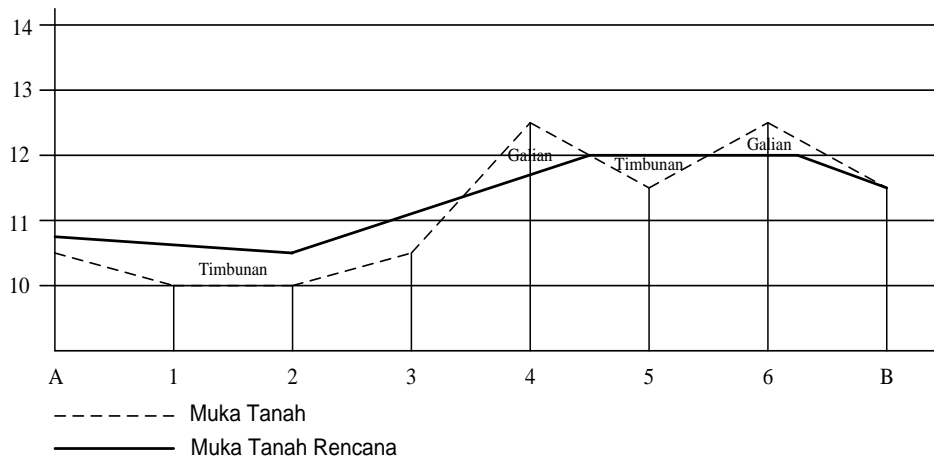
Panjang horizontal jalan dapat dilakukan dengan membuat titik-titik stationing (patok-patok km) disepanjang ruas jalan. Ketentuan umum untuk pemasangan patok-patok tersebut adalah sebagai berikut :

- Untuk daerah datar dan lurus, jarak antara patok 100 m
- Untuk daerah bukit, jarak antara patok 50 m
- Untuk daerah gunung, jarak antara patok 20 m

2. Profil Memanjang

Profil memanjang ini memperlihatkan kondisi elevasi dari muka tanah asli dan permukaan tanah dasar jalan yang direncanakan. Profil memanjang digambarkan dengan menggunakan skala horizontal 1:1000 dan skala vertikal 1:100, diatas kertas standar Bina Marga dari profil memanjang ini merupakan penampakan dari trase jalan (alinyemen horizontal) yang telah digambarkan sebelumnya.

Contoh gambar profil memanjang sebagai berikut :



Gambar 2.19 Profil Memanjang

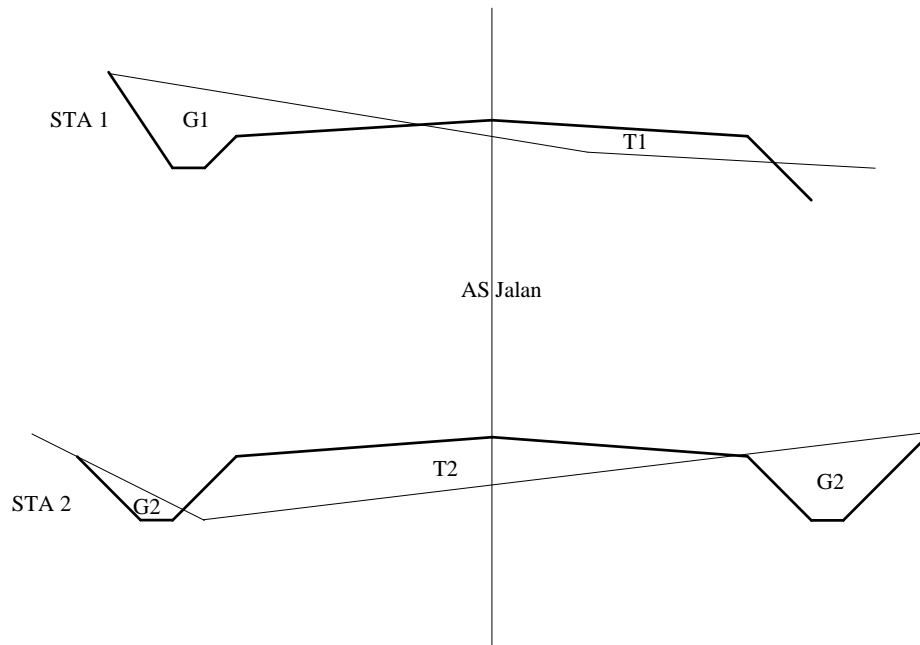
3. Profil Melintang

Profil melintang (*cross section*) digambarkan untuk setiap titik stationing (patok) yang telah ditetapkan. Profil ini menggambarkan bentuk permukaan tanah asli dan rencana jalan dalam arah tegak lurus as jalan secara horizontal. Kondisi permukaan tersebut diperlihatkan sampai sebatas minimal separuh daerah penguasaan jalan kearah kiri dan kanan jalan tersebut.

Dengan menggunakan data-data yang tercantum dalam Daftar I PPGJR No.13 / 1970, antara lain lebar perkerasan, lebar bahu, lebar saluran (drainase), lereng melintang perkerasan dan lereng melintang bahu maka bentuk rencana badan jalan dapat diperlihatkan.

Informasi yang dapat diperoleh dari hasil penggambaran profil melintang ini adalah luas dari bidang-bidang galian atau timbunan yang dikerjakan pada titik tersebut.

Contoh dari profil memanjang adalah sebagai berikut :



Gambar 2.20 Profil Melintang

4. Menghitung Volume Galian Dan Timbunan

Untuk menghitung volume galian dan timbunan diperlukan data luas penampang baik galian maupun timbunan dari masing-masing potongan dan jarak dari kedua potongan tersebut. Masing-masing potongan dihitung luas penampang galian ataupun timbunannya. Perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan alat planimetri atau dengan cara membagi-bagi setiap penampang menjadi bentuk bangun-bangun sederhana, misalnya bangun segitiga, segi empat dan trapesium, kemudian dijumlahkan. Hasil dari setiap perhitungan tersebut kemudian dituangkan kedalam formulir sebagai berikut:

Tabel 2.21 Contoh Perhitungan Galian Dan Timbunan

Antar STA	Luas Penampang Melintang (m ³)				Jarak d (m)	Volume (m ³)	
	G	T	G _{rata-rata}	T _{rata-rata}		G	T
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(3x5)	(4x5)
STA 1	G1	T1	$\frac{G_1 + G2}{2}$	$\frac{T_1 + T2}{2}$	d	d x G	d x T
STA 2	G2	T2				rata-rata	rata-rata
Dst							

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

Perlu diketahui bahwa perhitungan volume galian dan timbunan ini dilakukan secara pendekatan. Semakin kecil jarak antar STA, maka harga volume galian dan timbunan juga semakin mendekati harga yang sesungguhnya. Sebaliknya semakin besar jarak antar Sta, maka semakin jauh ketidak tepatan hasil yang diperoleh.

Ketelitian dan ketepatan dalam menghitung besarnya volume galian dan timbunan akan sangat berpengaruh terhadap biaya yang akan dikeluarkan dalam waktu pelaksanaan lapangan nantinya. Pekerjaan tanah yang terlalu besar akan berdampak terhadap semakin mahal biaya pembuatan jalan yang direncanakan. Oleh sebab itu, faktor-faktor yang perlu diperhatikan guna menghindari ketidak hematannya perlu diperhatikan sejak dini.

Faktor-faktor tersebut antara lain :

- Penuangan data lapangan kedalam bentuk gambar harus benar, baik skala ukuran yang digunakan.
- Perhitungan luas penampang harus seteliti mungkin dan bila memungkinkan harus menggunakan alat ukur, misalnya planimetri.
- Disamping telah ditentukan seperti diatas, penentuan jarak antar Sta harus sedemikian rupa sehingga informasi-informasi penting seperti perubahan elevasi yang mendadak dapat dideteksi dengan baik.

2.7 Perencanaan tebal 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*)

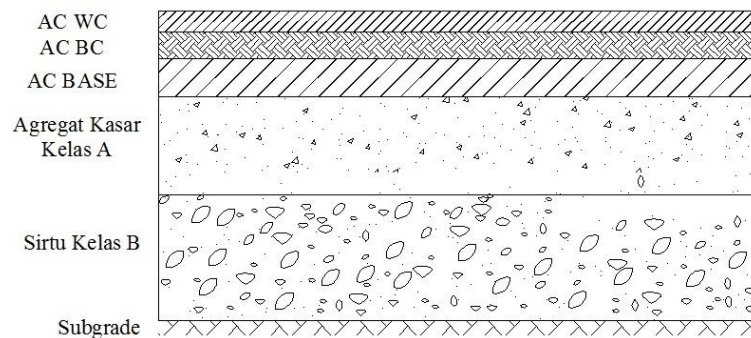
Yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan campuran aspal dan agregat atau bahan-bahan yang bersifat tidak kaku/lentur.

3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

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

2.7.1 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 2.22 Lapisan Perkerasan Lentur

(Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, Kementrian Pekerjaan Umum)

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 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 untukperletakan 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.

2.7.2 Metoda perencanaan perkerasan lentur

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 :

1. 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”.
2. Metode NAASRA, Australia Yang dapat dibaca “*Interin Guide to Pavement Thicknexe Design*”.
3. Metode *Road Note 29* dan *Road Note 21 Road Note 29* diperuntukan bagiperencanaan tebal perkerasan di Inggris, sedangkan *Road Note 31* diperuntukan bagi perencanaan tebal perkerasan di negara-negara beriklim subtropis dan tropis.
4. 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).

2.7.3 Langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan

langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan yaitu :

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 2.17 Pemilihan tipe lapisan beraspal berdasarkan lalu lintas rencana dan kecepatan kendaraan

Lalu Lintas Rencana (juta)	Tipe Lapisan Beraspal	
	Kecepatan kendaraan 20 – 70 km/jam	Kecepatan kendaraan \geq 70 km/jam
< 0,3	Perancangan perkerasan lentur untuk lalu lintas rendah	
0,3 – 1,0	Lapis tipis beton aspal (Lataston/HRS)	Lapis tipis beton aspal (Lataston/HRS)
10 - 30	Lapis Beton Aspal (Laston/AC)	Lapis Beton Aspal (Laston/AC)
\geq 30	Lapis Beton Aus Modifikasi (Laston Mod/AC-Mod)	Lapis Beton Aspal (Laston/AC)

(Sumber: Perancangan Tebal Perkerasan Lentur, Kementerian Pekerjaan Umum, 2002)

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 :

$$\text{Log (W18)} = \text{ZR} \cdot \text{S0} + 9,36 \times \log_{10} (\text{SN} + 1) - 0,2 + \frac{\text{Log}_{10} \left[\frac{\Delta \text{IP}}{\text{IP0} - \text{IPf}} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5,19}}} + 2,32 \cdot \log_{10} (\text{MR}) - 8,07 \dots \dots \dots (2.37)$$

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 :

$$SN = a_{1.1} x D_{1.1} + a_{1.2} x D_{1.2} + a_2 x D_2 x m_2 + a_3 x D_3 x M_3 \dots \dots \dots (2.38)$$

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 struktural 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 struktural 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.

2.8 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.

1. Produksi kerja alat berat

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 dipertanggungjawabkan. 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 keuntungan dari kontraktor.

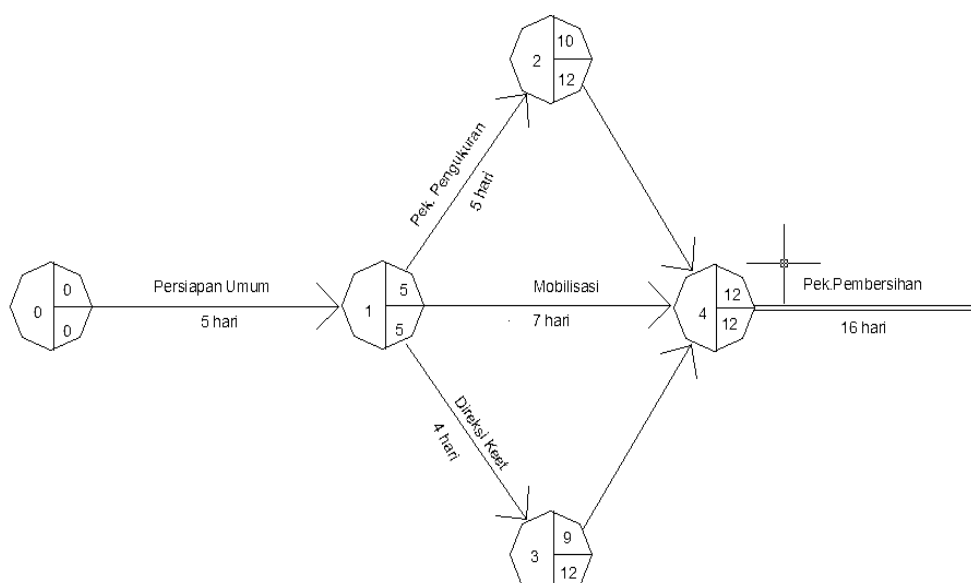
2.8.1 Rencana Kerja (*Time Schedule*)

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

1. *Network Planning*

Untuk menyelesaikan suatu pekerjaan konstruksi diperlukan perencanaan waktu penyelesaian tiap-tiap pekerjaan yang akan dikerjakan. Dari *network planning* ini juga kita dapat mengetahui ketergantungan antara pekerjaan satu yang lainnya, waktu mulai dan selesainya pekerjaan.

Kegiatan suatu pekerjaan dapat dilihat atau dilukiskan dengan anak panah dan untuk anak panah pekerjaan yang tidak bisa ditunda (pekerjaan jalur kritis) harus memiliki warna yang berbeda dengan pekerjaan yang lainnya.



Gambar 2.23 *Network Planning*

2. Barchart

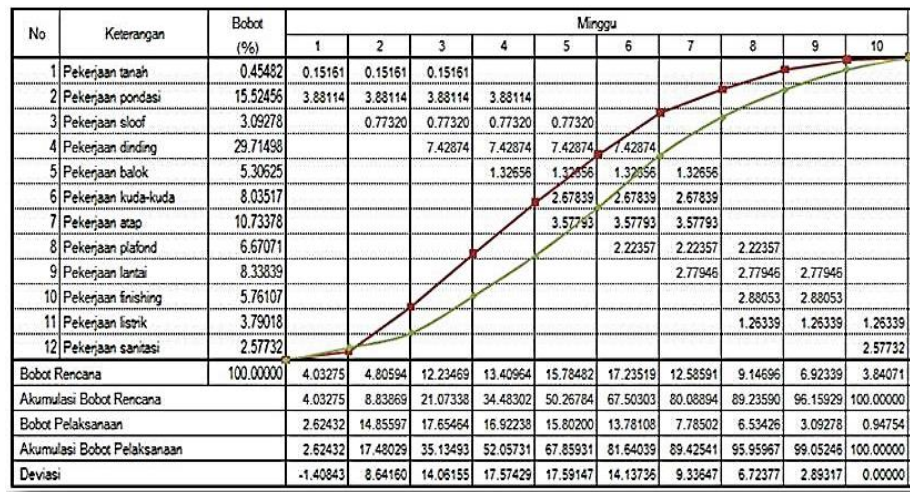
Diagram *barchart* mempunyai hubungan yang erat dengan metode *network planning*. *Barchart* ditunjukkan dengan diagram batang yang dapat menunjukkan lamanya waktu pelaksanaan. Disamping itu juga dapat menunjukkan lamanya pemakaian alat dan bahan-bahan yang diperlukan serta pengaturan hal-hal tersebut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

No.	Uraian	Hari	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Bobot (%)	1				2					
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I Pekerjaan Pembersihan						6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
1	Mobilisasi	5	Ls	20.000.000,00	0,03157	0,03157									
2	Pengukuran	7	m ²	55.000.000,00	0,08681	0,074412	0,012402								
3	Pembersihan	4	m ³	237.443.140,00	0,37479	0,37479									
4	Direksi Keet	6	m ²	75.677.478,80	0,11945	0,11945									
II Pekerjaan Tanah															
1	Galian	24	m ³	804.798.269,01	1,27032	0,10586	0,31758	0,31758	0,31758	0,21172					
2	Timbunan	35	m ³	1.078.732.093,74	1,70271			0,2918932	0,2918932	0,2918932	0,2918932	0,2918932	0,2918932	0,2432443	
III Pekerjaan Pelengkap															

Gambar 2.24 Diagram *Barchart*

3. 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



Gambar 2.25 Kurva “S”