

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006).

Jalan raya adalah jalur - jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran - ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat (Clarkson H.Oglesby,1999).

Untuk perencanaan jalan raya yang baik, bentuk geometriknya harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada lalu lintas sesuai dengan fungsinya, sebab tujuan akhir dari perencanaan geometrik ini adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan biaya juga memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan.

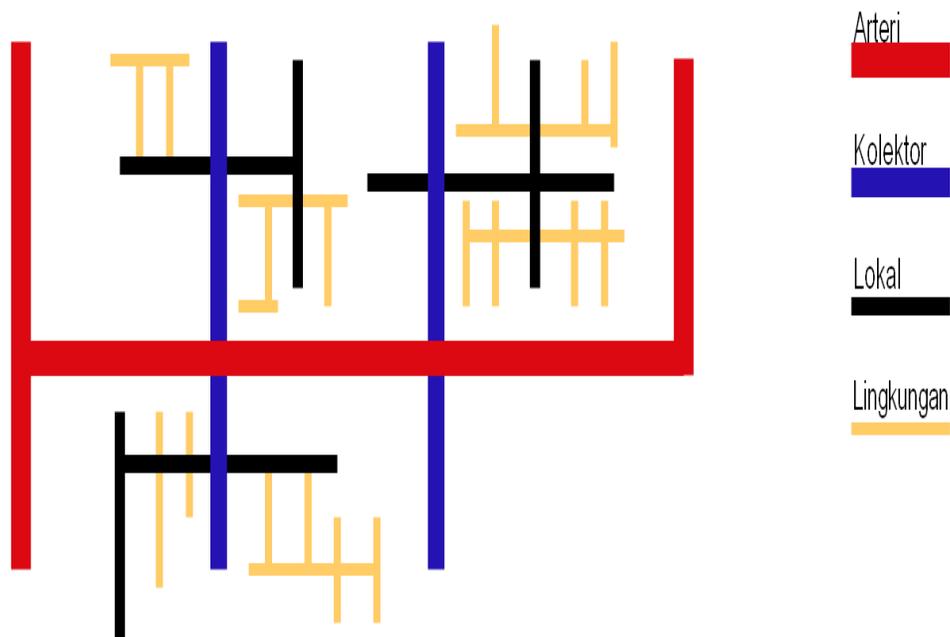
2.2 Klasifikasi Jalan

Jalan raya pada umumnya dapat digolongkan dalam 4 klasifikasi yaitu: klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut kelas jalan, klasifikasi menurut medan jalan dan klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan (Bina Marga 1997).

2.2.1 Klasifikasi menurut fungsi jalan

Klasifikasi menurut fungsi jalan terdiri atas 3 golongan yaitu:

- a) Jalan arteri yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- b) Jalan kolektor yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul/ pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c) Jalan lokal yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d) Jalan lingkungan yaitu jalan angkutan lingkungan (jarak pendek dan kecepatan rendah).



Gambar 2.1. Jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal dan jalan lingkungan

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Fungsi Jalan	Sistem Jaringan Jalan	Persyaratan Teknis
Jalan Arteri	Primer	Jalan Arteri Primer didisain berdasarkan kecepatan rencana minimum 60 km/jam dengan lebar minimum 11 m.
	Sekunder	Jalan Arteri Sekunder didisain berdasarkan kecepatan rencana minimum 30 km/jam dengan lebar minimum 11 m.
Jalan Kolektor	Primer	Jalan Kolektor Primer didisain berdasarkan kecepatan rencana minimum 40 km/jam dengan lebar minimum 9 m.
	Sekunder	Jalan Kolektor Sekunder didisain berdasarkan kecepatan rencana minimum 20 km/jam dengan lebar minimum 9 m.
Jalan Lokal	Primer	Jalan Lokal Primer didisain berdasarkan kecepatan rencana minimum 20 km/jam dengan lebar minimum 6,5 m.
	Sekunder	Jalan Lokal Sekunder didisain berdasarkan kecepatan rencana minimum 10 km/jam dengan lebar minimum 6,5 m. Jalan Lokal Sekunder yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda 3 atau lebih harus mempunyai lebar minimum 3,5 m.
Jalan Lingkungan		Tidak diatur dalam PP tentang Jalan

(Sumber : Peraturan PU Bina Marga)

2.2.2 Klasifikasi menurut kelas jalan

Klasifikasi jalan menurut kelas jalan dibedakan menjadi 3 yaitu :

a. Kelas I

Kelas jalan ini mencakup semua kelas jalan utama dan dimaksudkan untuk dapat melayani arus lalu lintas cepat dan berat. Dalam komposisi lalu lintasnya mengabaikan jenis kendaraan lambat dan kendaraan tidak bermotor. Konstruksi yang dipakai dari jenis yang terbaik dalam artian tinggi tingkatan pelayanan lalu lintas, sehingga dapat memberikan pelayanan sebaik mungkin. Jalan jenis ini mempunyai sejumlah jalur yang cukup banyak.

b. Kelas II

Kelas jalan ini mencakup semua kelas jalan sekunder. Dalam komposisi lalu lintasnya terdapat lalu lintas lambat. Kelas jalan ini berdasarkan komposisi dan sifat lalu lintasnya dibagi dalam 3 kelas, yaitu :

1) Kelas II A

Ialah jalan raya sekunder dengan dua jalur atau lebih. Kelas jalan ini melayani lalu lintas yang tingkat kecepatannya sedang dan lambat, juga melayani pula kendaraan tak bermotor. Biasanya konstruksi permukaan jalan ini menggunakan aspal beton (*hotmix*).

2) Kelas II B

Ialah jalan raya sekunder dengan jumlah jalur lalu lintas sebanyak dua jalur. Jalan kelas ini melayani kendaraan cepat atau lambat dan tidak bermotor. Biasanya konstruksi permukaan jalan dari penetrasi berganda atau setaraf.

3) Kelas II C

Ialah jalan raya sekunder dengan jumlah jalur lalu lintas sebanyak dua jalur. Jalan kelas ini melayani kendaraan lambat dan kendaraan tidak bermotor, seperti : sepeda motor, kereta dorong, dan kendaraan tak bermotor lainnya. Jalan kelas ini secara umum masih memakai pelaburan aspal biasa atau penetrasi tunggal.

c. Kelas III

Kelas jalan mencakup semua jalan-jalan penghubung dan merupakan konstruksi jalur berjalur tunggal atau dua. Konstruksi permukaan jalan yang paling tinggi adalah peleburan dengan aspal. Untuk menilai 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 > 5 ton : 2,5
- Bus : 3
- Truk Berat > 10 ton : 3
- Kendaraan Tak Bermotor : 7

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

2.2.3 Klasifikasi jalan menurut medan jalan

Berdasarkan perhitungan rata-rata dari ketinggian muka tanah lokasi rencana, maka dapat diketahui lereng melintang yang digunakan untuk menentukan golongan medan. Klasifikasi jalan berdasarkan medan jalan dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

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

(Sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1970)

2.2.4 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan.

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

- a) Jalan Nasional,
- b) Jalan Provinsi,
- c) Jalan Kabupaten
- d) Jalan Kotamadya,
- e) Jalan Desa,
- f) Jalan Khusus.

Berikut ini adalah tabel klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaan jalan.

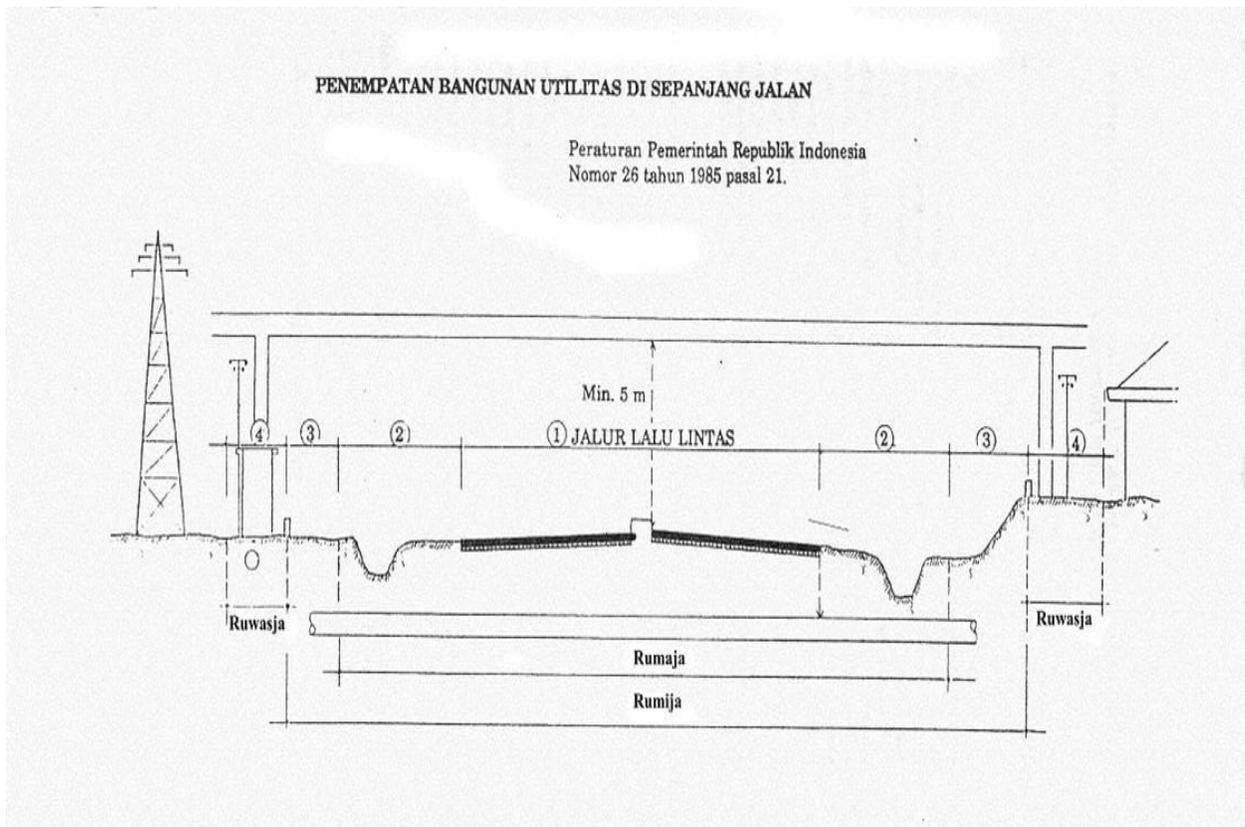
Tabel 2.3 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

Status	Keterangan
Jalan Nasional	Jalan arteri dan kolektor yang menghubungkan ibukota Provinsi dan Jalan yang bersifat strategis Nasional
Jalan Provinsi	Jalan kolektor yang menghubungkan ibu kota Provinsi dengan ibu kota Kabupaten / Kota, atau antar ibu kota kabupaten / kota, jalan yang bersifat strategis Regional
Jalan Kabupaten	Jalan Lokal yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan kabupaten dengan Pusat Kegiatan Lokal, antar Pusat Kegiatan Lokal, serta jalan strategis lokal.
Jalan Kotamadya	Jalan Sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam Kota, pusat pelayanan dengan persil, antar persil, menghubungkan antar pusat permukiman dan berada di dalam Kota.
Jalan Desa	Jalan Umum yang menghubungkan kawasan di dalam Desa dan antar permukiman serta jalan lingkungan.
Jalan Khusus	Jalan bukan untuk lalulintas umum yang peruntukannya bagi kepentingan instansi, badan usaha maupun perorangan atau kelompok masyarakat.

(Sumber : Wewenang Pembinaan Jalan PU Bina Marga)

2.3 Penampang Melintang Jalan

Penampang melintang jalan adalah potongan suatu jalan secara melintang tegak lurus sumbu jalan (Sukirman, 1994). Pada potongan melintang jalan dapat terlihat bagian-bagian jalan pada gambar 2.2. Bagian-bagian jalan yang utama dapat dikelompokkan sebagai berikut :



Gambar 2.2 Penampang Melintang Jalan

2.3.1 Bagian yang langsung berguna untuk lalu lintas

a) Jalur lalulintas

Lajur lalulintas, merupakan bagian dari jalur lalulintas yang khusus diperuntukan untuk dilewati oleh suatu rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah.

b) 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.

- Lebar kendaraan rencana

Mobil penumpang 1,50 - 1,75 m

Truk/bis/semitrailer 1,70 - 2,50 m

- Lebar lajur jalan lokal (kecepatan rendah)

$2 \times 2,75 \text{ m} = 5,50 \text{ m}$ (2 lajur 2 arah)

- Jalan arteri (kecepatan tinggi)

$2 \times 3,50 \text{ m} = 7,00 \text{ m}$

c) Bahu jalan

Bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas

d) Trotoar

Trotoar merupakan jalur untuk para pejalan kaki yang terletak disamping bahu jalan

e) Median

Median merupakan pemisah arus lalu lintas yang berlawanan arah yang terletak di tengah jalan

2.3.2 Bagian yang berguna untuk drainase jalan

Merupakan usaha pengeringan suatu daerah yang berair dipermukaan, baik air tersebut keluar dari dalam tanah maupun keluar dengan cara buatan. Tujuan dari sistem drainase adalah untuk mencegah kerusakan konstruksi dengan cara selalu menjaga kadar airnya rendah. Drainase untuk jalan raya dapat dibagi menjadi 2 kelompok yaitu :

a. Drainase bawah tanah (*sub soil drainase*) berfungsi sebagai :

- 1) Menampung dan mengalirkan setiap aliran air bawah tanah pada lapisan dasar tanah

- 2) Menurunkan muka air tanah
 - 3) Mengalirkan air terperangkap
- b. Drainase permukaan (*surface drainase*) terdiri dari :

1) Saluran samping

Saluran samping berguna untuk mengeluarkan air dari permukaan perkerasan jalan maupun dari bagian luar jalan dan menjaga supaya konstruksi jalan selalu berada dalam keadaan kering tidak terendam air. Umumnya berbentuk trapesium atau empat persegi panjang.

2) Gorong-gorong (*box culvert*)

Fungsi gorong-gorong adalah untuk menyalurkan air permukaan lewat atau dari permukaan jalan raya ke sistem drainase. Sebagai tambahan fungsi dapat juga memikul beban konstruksi di atasnya, beban lalu lintas dan beban tanah.

2.3.3 Bagian pelengkap jalan

- a) Kereb, penonjolan atau peninggian tepi perkerasan bahu jalan yang dimaksudkan untuk keperluan drainase, mencegah keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan dan memberi ketegasan tepi perkerasan.
- b) Pengaman tepi, bertujuan untuk memberikan ketegasan tepi badan jalan

2.3.4 RUMAJA (Ruang Manfaat Jalan)

RUMAJA (Ruang Manfaat Jalan) adalah daerah yang dibatasi oleh batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan, tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan, dan kedalaman ruang bebas 1,5 meter di bawah muka jalan.

2.3.5 RUMIJA (Ruang Milik Jalan)

RUMIJA (Ruang Milik Jalan) adalah daerah yang dibatasi oleh lebar yang sama dengan Damaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1.5 meter.

2.3.6 RUWASJA (Ruang Pengawasan Jalan)

RUWASJA (Ruang Daerah Pengawasan Jalan) adalah ruang sepanjang jalan di luar RUMAJA yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu jalan

sebagai berikut:

- a) Jalan arteri minimum 20 meter
- b) Jalan kolektor minimum 15 meter
- c) Jalan lokal minimum 10 meter

Untuk keselamatan pemakai jalan, DAWASJA di daerah tikungan ditentukan oleh jarak pandang bebas.

2.4 Parameter Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan geometrik jalan terdapat beberapa parameter perencanaan yang harus dipahami seperti, kendaraan rencana, kecepatan rencana, volume dan 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.

2.4.1 Kendaraan Rencana

Kendaraan Rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik. Dilihat dari bentuk, ukuran dan daya dari kendaraan – kendaraan yang menggunakan jalan, kendaraan - kendaraan tersebut dapat dikelompokkan (Bina Marga, 1997).

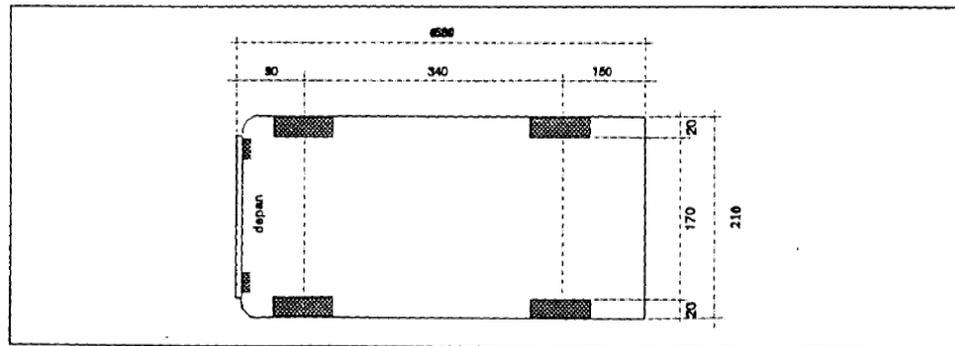
Kendaraan yang akan digunakan sebagai dasar perencanaan geometrik disesuaikan dengan fungsi jalan dan jenis kendaraan yang dominan menggunakan jalan tersebut. Pertimbangan biaya juga tentu ikut menentukan kendaraan yang dipilih sebagai perencanaan. Kendaraan Rencana dikelompokkan ke dalam 3 kategori antara lain:

- 1) Kendaraan Kecil, diwakili oleh mobil penumpang.
- 2) Kendaraan Sedang, diwakili oleh truk 3 as tandem atau oleh bus besar 2 as.
- 3) Kendaraan Besar, diwakili oleh truk semi-trailer.

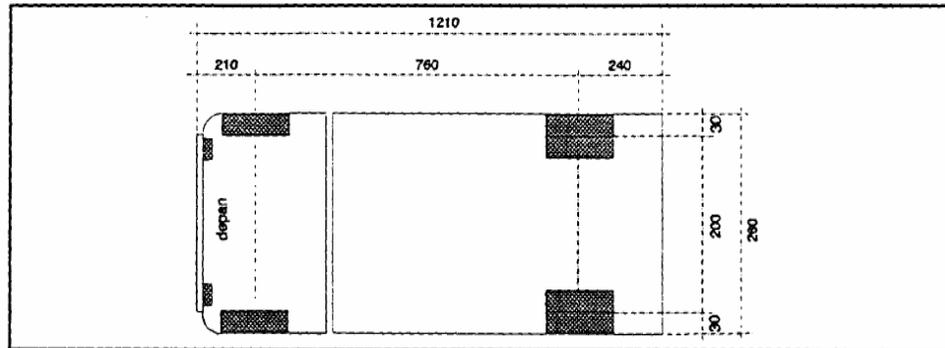
Tabel 2.4. Dimensi Kendaraan Rencana

KATEGORI KENDARAAN RENCANA	DIMENSI KENDARAAN (cm)			TONJOLAN (cm)		RADIUS PUTAS (cm)		RADIUS TONJOLAN (cm)
	tinggi	lebar	panjang	depan	belakang	max.	min.	
Kendaraan kecil	130	210	580	90	150	420	730	710
Kendaraan sedang	410	260	1210	210	240	720	1280	1400
Kendaraan besar	410	260	2100	120	90	290	1400	1370

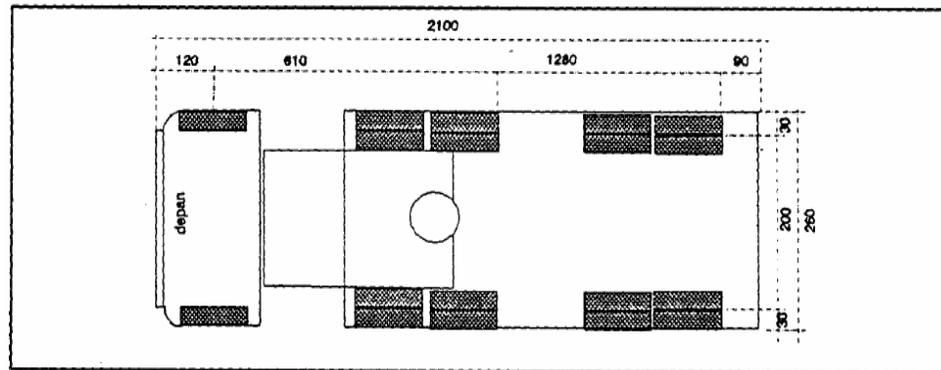
(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997)



Gambar 2.3 Dimensi Kendaraan Kecil



Gambar 2.4 Dimensi Kendaraan Kecil



Gambar 2.5 Dimensi Kendaraan Besar

2.4.2 Kecepatan Rencana

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

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

f. Batasan kecepatan yang di izinkan

Tabel 2.5 Kecepatan Rencana, Sesuai Klasifikasi Fungsi dan Medan Jalan

Fungsi Jalan	Kecepatan Rencana V (km/jam)		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	70 – 120	60 – 80	40 – 70
Kolektor	60 – 90	50 – 60	30 – 50
Lokal	40 – 70	30 – 50	20 – 30

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

2.4.3 Volume Lalulintas

Volume lalulintas adalah jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit)

Volume lalulintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan yang lebih lebar sehingga tercipta keamanan dan kenyamanan. Sebaliknya jalan yang terlalu lebar untuk volume lalulintas yang rendah cenderung membahayakan. Maka perlu diperhitungkan volume lalulintas yang ideal.

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

a. Satuan Mobil Penumpang (smp)

Satuan mobil penumpang adalah angka satuan kendaraan dalam hal kapasitas jalan, dari berbagai tipe kendaraan telah di ubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang. Smp untuk jenis kendaraan dan kondisi medan lainnya dapat dilihat pada tabel 2.6. Detail nilai smp dapat dilihat pada buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) N0.036/TBM/1997

Tabel 2.6 Satuan Mobil Penumpang (smp)

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

(sumber : Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, 1997)

b. Ekuivalen mobil penumpang (emp)

Faktor konversi sebagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan lainya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas (emp mobil penumpang = 1,0).

Tabel 2.7 Ekuivalen Mobil Penumpang (emp)

No.	Jenis Kendaraan	Datar/ Perbukitan	Pegunungan
1.	Sedan, Jeep, Station Wagon.	1,0	1,0
2.	Pick-Up, Bus Kecil, Truck Kecil.	1.2-2.4	1.9-3.5
3.	Bus dan Truck Besar	1,2-5,0	2,2-6,0

(sumber :Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Departemen PU, Ditjen Bina Marga, 1997).

Satuan volume lalulintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan jumlah dan lebar lajur adalah :

a. Lalulintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT) atau *Annual Average Daily Traffic* (AADT)

Adalah jumlah lalulintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data satu tahun penuh.

$$\text{LHRT} = \frac{\text{Jumlah Lalulintas dalam 1 tahun}}{365} \dots\dots\dots(2.1)$$

satunya :

- Kend./ hari atau SMP / hari / 2 arah untuk jalan 2 jalur 2 arah
- Kend./ hari atau SMP / hari / 1 arah untuk jalan berlajur banyak dengan median

b. Lalulintas Harian Rata Rata (LHR) atau *Average Daily Traffic* (ADT)

Adalah hasil bagi jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan.

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah Lalulintas selama pengamatan}}{\text{Lamanya pengamatan}} \dots\dots\dots(2.2)$$

c. Volume Jam Perencanaan (VJP)

d. Kapasitas

2.4.4 Jarak Pandang

Jarak pandang adalah jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk

menghindari bahaya tersebut dengan aman. Syarat jarak pandang yang diperlukan dalam suatu perencanaan jalan raya untuk mendapatkan keamanan yang setinggi-tingginya bagi lalu lintas adalah sebagai berikut :

a) Jarak Pandang Henti (Jh)

Jh adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Setiap titik sepanjang jalan harus memenuhi Jh.

Jh diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan. Jh terdiri atas 2 elemen jarak, yaitu:

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

Jarak tanggap = d_1

$d_1 = \text{kecepatan} \times \text{waktu}$

$$d_1 = V \times t \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

d_1 = jarak dari sa'at melihat rintangan sampai menginjak pedal rem. (m)

V = kecepatan rencana (km/jam)

t = waktu reaksi atau waktu tanggap = 2,5 detik

$$d_1 = 0,278 \cdot V \cdot t \quad (m) \dots\dots\dots(2.4)$$

2. Jarak pengereman (Jh,) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti. Ini sangat dipengaruhi oleh faktor ban, sistim pengereman itu sendiri, dan kondisi perkerasan jalan

Jarak pengereman = d_2

$$G.fm.d_2 = \frac{G.V^2}{2.g} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$d_2 = \frac{V^2}{2.g.fm} \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana :

d_2 = jarak pengereman (m)

fm = koefisien gesekan antara ban dengan permukaan jalan aspal dalam arah memanjang jalan. ditetapkan 0,35-0,55

V = kecepatan rencana (km/jam)

g = gravitasi (ditetapkan 9,81 m/dt²)

maka jarak mengerem :

$$d_2 = \frac{V^2}{254.fm} \dots\dots\dots(2.7)$$

Jadi jarak pandangan henti ($J_h = d$)

$$d = d_1 + d_2$$

$$d = 0,278 . V . t + \frac{V^2}{254.fm} \dots\dots\dots(2.8)$$

Menurut TCPGJAK :

Tabel 2.8 Jarak Pandangan Henti (J_h) Minimum

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

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

3. Jarak Pandang Mendahului (J_d)

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain didepannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula. Jarak pandang mendahului di ukur berdasarkan asumsi tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm. Jarak kendaraan mendahului dengan kendaraan datang dan jarak pandang mendahului sesuai dengan V_r dapat dilihat pada tabel 2.9 dan 2.10

Tabel 2.9 Jarak Kendaraan Mendahului dengan Kendaraan Datang

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

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

Tabel 2.10 Panjang jarak Pandang Mendahului berdasarkan V_r

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

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

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

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \dots \dots \dots (2.9)$$

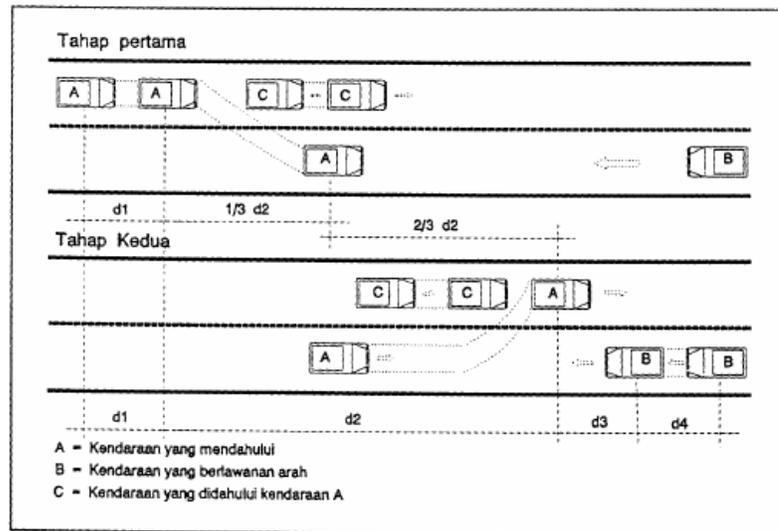
dimana :

d_1 = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m),

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

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

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



Gambar 2.6 Jarak Pandang Mendahului

2.5 Alinyemen Horizontal

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

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

2.5.1 Penentuan Arah Utara

Dari Peta topografi yang dilengkapi dengan koordinat hasil pengukuran topografi dapat ditentukan arah utara yang diambil searah dengan sumbu Y (+).

2.5.2 Penentuan Koordinat dan Jarak

Penentuan titik penting yang diperoleh dari pemilihan rencana alinyemen horizontal. Titik penting yang perlu ditentukan koordinatnya adalah :

- a. Titik A sebagai titik awal proyek
- b. Titik PI1, PI2, ... , PIn sebagai titik potong dari dua bagian lurus rencana alinyemen horizontal.
- c. Titik B sebagai titik akhir proyek

Jarak yang harus dihitung setelah penentuan koordinat adalah:

d_1 = jarak titik A – titik PI1

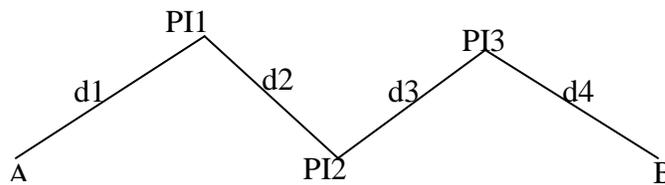
d2 = jarak titik PI1 – titik PI2

d3 = jarak titik PI2 – titik PI3

d4 = jarak titik PI3 – titik B

Rumus yang digunakan untuk menghitung jarak adalah :

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \dots\dots\dots(2.10)$$



Gambar 2.7 Penentuan Koordinat dan Jarak

2.5.3 Penentuan Sudut Jurusan dan Bearing

Sudut jurusan (α) ditentukan berdasarkan arah utara

$$\alpha_1 = \alpha (A - PI1)$$

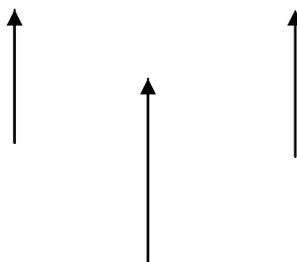
$$\alpha_2 = \alpha (PI1 - PI2)$$

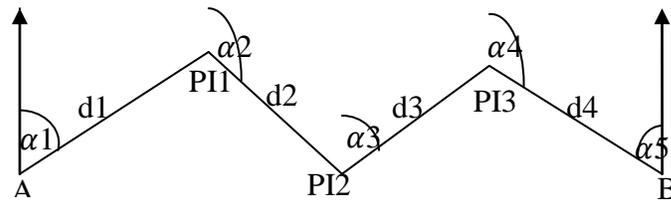
$$\alpha_3 = \alpha (PI2 - PI3)$$

$$\alpha_4 = \alpha (PI3 - B)$$

Sudut jurusan (α) dihitung dengan rumus

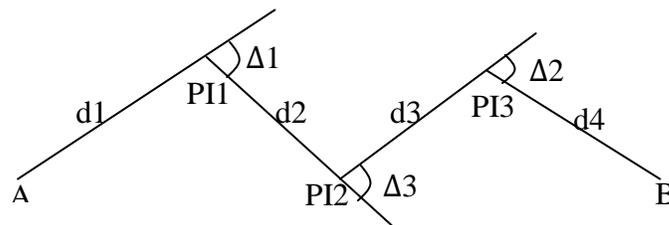
$$\alpha = \arctg \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a} \dots\dots\dots(2.11)$$





Gambar 2.8 Penentuan sudut jurusan (α)

Harga (α) tergantung dari kuadran yang ada. Sedangkan untuk sudut bearing (Δ) dapat ditentukan sebagai berikut.



Gambar 2.9 Penentuan sudut bearing (Δ)

Hasil perhitungan sudut jurusan dan bearing harus dikontrol dengan pengukuran garis (dengan busur derajat) pada gambar untuk memastikan bahwa hasil perhitungan adalah benar.

2.5.4 Bentuk-bentuk Tikungan dan Superelevasi 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 dan superelevasi 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 :

- 1) Lengkung peralihan
- 2) Kemiringan melintang (superelevasi)
- 3) Pelebaran perkerasan jalan
- 4) 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 2.11

Tabel 2.11 Jari-Jari Minimum Yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

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

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

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

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_m)} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$D_{\max} = \frac{1432,4}{R_{\min}}; D = \frac{1432,4}{R} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$e = -\frac{e_{\max}}{D^2_{\max}} \cdot D^2 + \frac{2e_{\max}}{D_{\max}} \cdot D \dots\dots\dots(2.14)$$

$$L's = (e + en) \cdot \frac{1}{2} \cdot B \cdot m \dots\dots\dots(2.15)$$

$$L's = 0,022 \cdot \frac{V^3}{R.c} - 2,727 \cdot \frac{V.e}{c} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$Tc = R \tan \frac{1}{2} \Delta \dots\dots\dots(2.17)$$

$$Ec = T \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots(2.18)$$

$$Lc = \frac{\pi}{180} \Delta R \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

Δ = Sudut tikungan atau sudut tangen

Tc = Jarak Tc dan PI

R = Jari-jari

Ec = Jarak PI ke busur lingkaran

Lc = Panjang busur lingkaran

Ls = Lengkung peralihan fiktif

D = Derajat lengkung

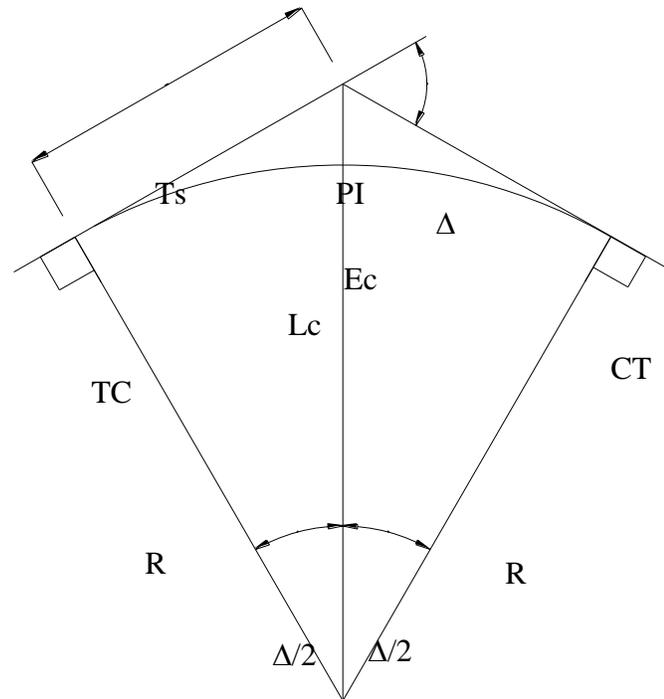
V = Kecepatan

B = Lebar jalan

C = Perubahan percepatan

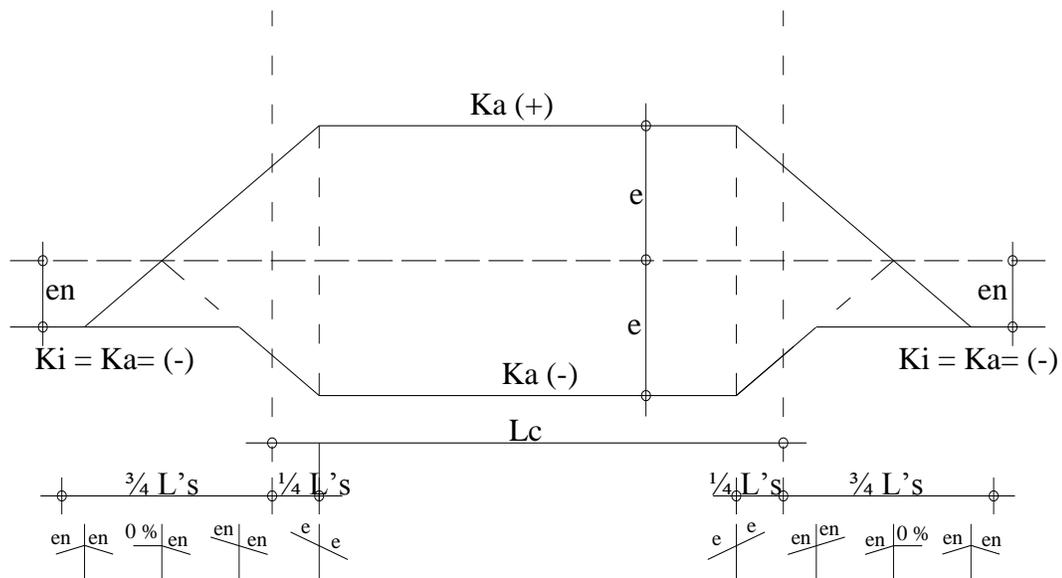
f_m = Koefisien gesekan melintang = $0,19 - 0,000625 V$

m = Landai relatif = $2.V + 40$



Gambar 2.10 Bentuk Tikungan *Full Circle*

Selanjutnya, penggambaran superelevasi dilakukan untuk mengetahui kemiringan-kemiringan jalan pada bagian tertentu, yang berfungsi untuk mempermudah dalam pekerjaannya atau pelaksanaannya dilapangan. Pada tikungan full circle, pencapaian superelevasi dilakukan secara linier, diawali dari bagian lurus sepanjang $2/3 L_s$ sampai dengan bagian lingkaran penuh sepanjang $1/3 L_s$.



Gambar 2.11 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Full Circle*

b. Bentuk tikungan dan superelevasi 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 di ambil untuk tikungan *spiral-circle-spiral* ini haruslah sesuai dengan kecepatan dan tidak mengakibatkan adanya kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum yang ditentukan, yaitu :

1. Kemiringan maksimum antar jalan kota : 0,10
2. Kemiringan maksimum jalan dalam kota : 0,08
3. Rumus-rumus yang digunakan pada tikungan *spiral-circle-spiral*, yaitu

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (e_{\max} + fn)} \dots\dots\dots (2.20)$$

$$D_{\max} = \frac{1432,4}{R_{\min}}; D = \frac{1432,4}{R} \dots\dots\dots (2.21)$$

$$e = -\frac{e \max}{D^2 \max} \cdot D^2 + \frac{2e \max}{D \max} \cdot D \dots\dots\dots(2.22)$$

$$L's = (e + en) \cdot \frac{1}{2} \cdot B \cdot m \dots\dots\dots(2.23)$$

$$L's = 0,022 \cdot \frac{V^3}{R \cdot c} - 2,727 \cdot \frac{V \cdot e}{c} \dots\dots\dots(2.24)$$

$$Ts = (R + P) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots\dots\dots(2.25)$$

$$Es = \frac{R + P}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R \dots\dots\dots(2.26)$$

$$L = Lc + 2 Ls \dots\dots\dots(2.27)$$

$$Lc = \frac{\Delta}{360} \cdot 2\pi R \dots\dots\dots(2.28)$$

$$\Delta = \Delta - 2 \cdot \theta \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana :

Δ = Sudut tikungan atau sudut tangen

Ts = Titik perubahan dari tangen ke spiral

R = Jari-jari

Es = Jarak PI ke busur lingkaran

Lc = Panjang lengkung lingkaran

Ls = Lengkung peralihan fiktif

D = Derajat lengkung

V = Kecepatan

B = Lebar jalan

C = Perubahan percepatan

f_m = Koefisien gesekan melintang = 0,19 – 0,000625 V

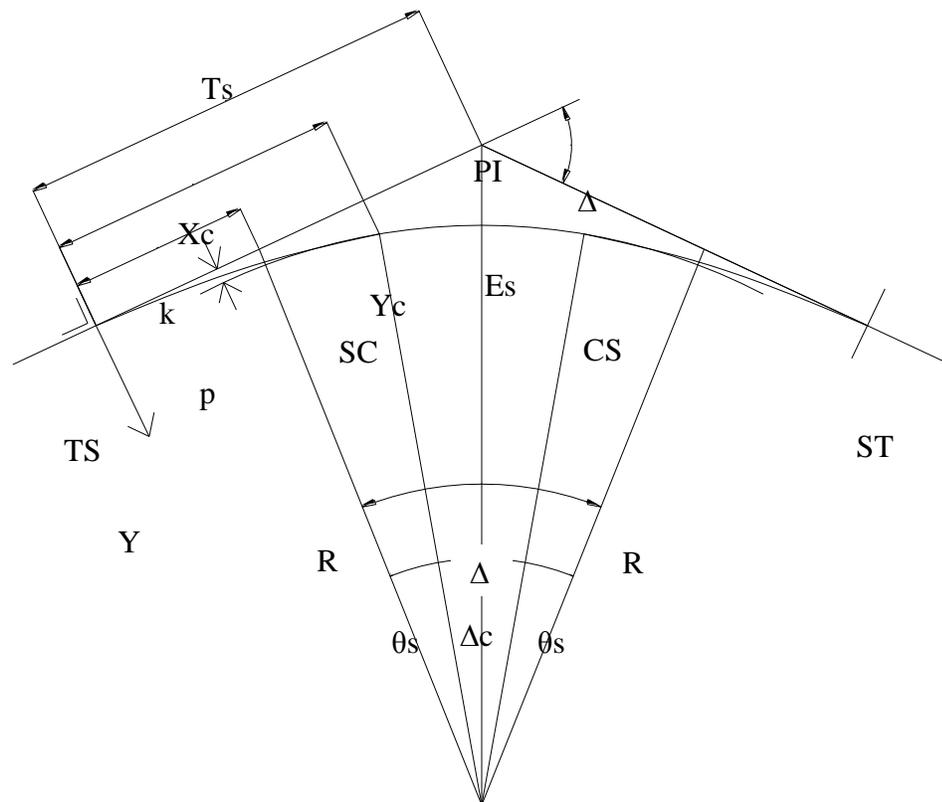
m = Landai relatif = 2.V + 40

Kontrol :

$L_c > 20$ m

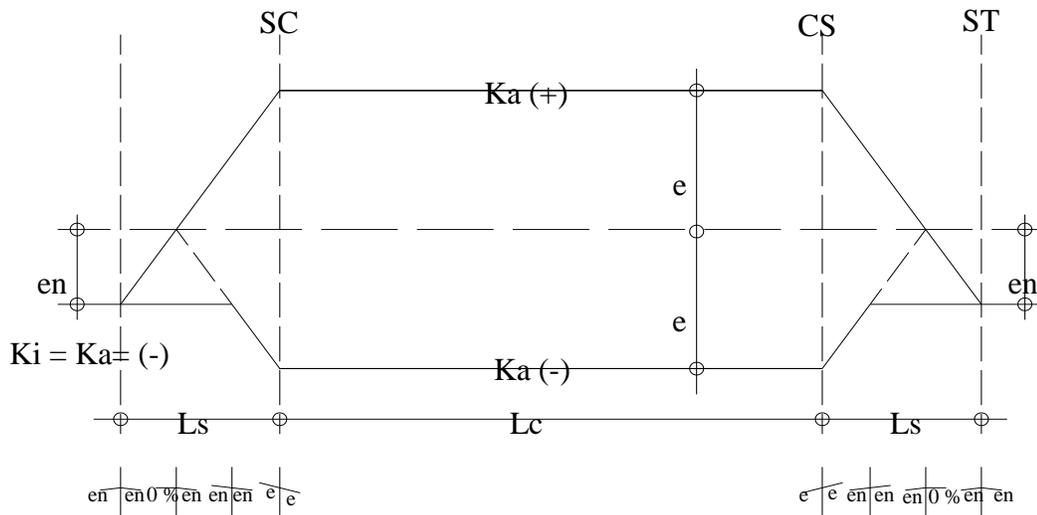
$L > 2$ T_s

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



Gambar 2.12 Bentuk Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

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



Gambar 2.13 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

c. Bentuk tikungan dan superelevasi tikungan *Spiral-Spiral*

Bentuk tikungan ini digunakan pada tikungan yang tajam.

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

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(e_{max} + fm)} \dots\dots\dots (2.30)$$

$$D_{max} = \frac{1432,4}{R_{min}} ; D = \frac{1432,4}{R} \dots\dots\dots (2.31)$$

$$e = -\frac{e_{max}}{D^2_{max}} \cdot D^2 + \frac{2e_{max}}{D_{max}} \cdot D \dots\dots\dots (2.32)$$

$$L's = (e + en) \cdot \frac{1}{2} \cdot B \cdot m \dots\dots\dots (2.33)$$

$$L's = 0,022 \cdot \frac{V^3}{R \cdot c} - 2,727 \cdot \frac{V \cdot e}{c} \dots\dots\dots (2.34)$$

$$Ls^* = \frac{\theta \cdot \pi}{90} \cdot R \dots\dots\dots (2.35)$$

$$Ts = (R + P) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \dots\dots\dots (2.36)$$

$$E_s = \frac{R + P}{\cos \frac{1}{2}\Delta} - R \dots\dots\dots (2.37)$$

$$L = 2.L_s. \dots\dots\dots (2.38)$$

Dimana :

Δ = Sudut tikungan atau sudut tangen

T_s = Titik perubahan dari tangen ke spiral

R = Jari-jari

E_s = Jarak PI ke busur lingkaran

L_s = Lengkung peralihan fiktif

D = Derajat lengkung

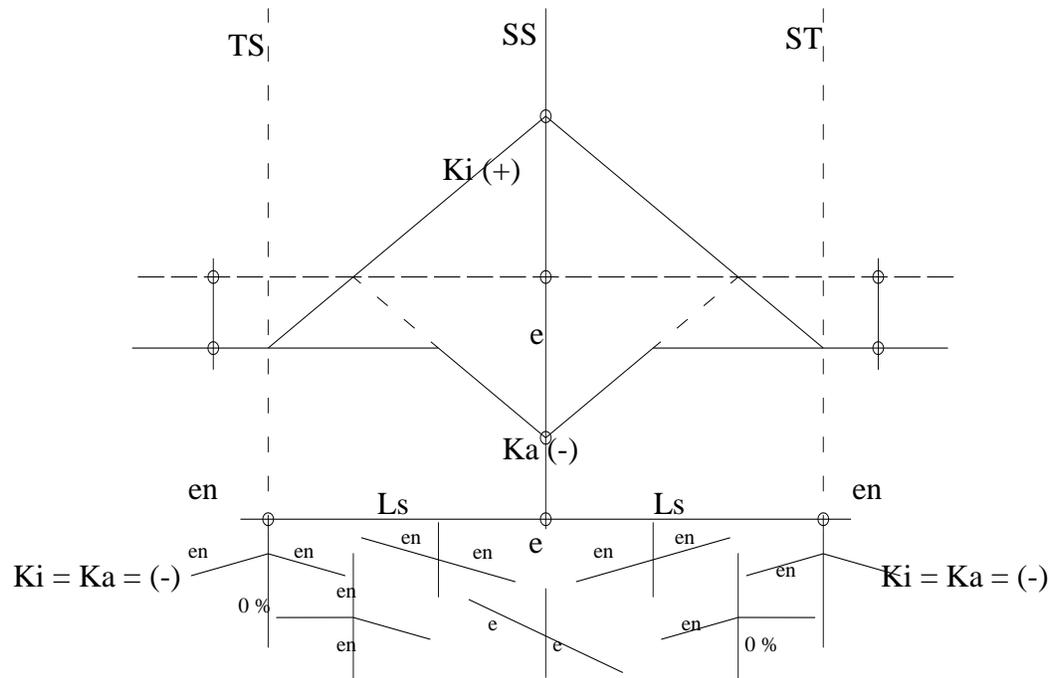
V = Kecepatan

B = Lebar jalan

C = Perubahan percepatan

f_m = Koefisien gesekan melintang = 0,19 – 0,000625 V

m = Landai relatif = 2.V + 40



Gambar 2.15 Pencapaian Superelevasi Tikungan *Spiral-Spiral*

2.5.5 Menentukan *Stasioning*

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

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

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

1. Patok km merupakan petunjuk jarak yang akan di ukur dari patok km, yang umumnya terletak di ibu kota provinsi atau kotamadya, sedangkan patok stationing merupakan petunjuk yang di ukur dari bawah sampai akhir proyek
2. Patok km merupakan patok permanent yang dipasang dengan ukuran standar yang berlaku, sedangkan patok stationing merupakan patok sementara selama masa pelaksanaan proyek jalan tersebut

Pada tikungan penomoran dilakukan pada setiap komponen pada tikungan.

2.6 Alinyemen Vertikal

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

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

2.6.1 Landai Maksimum dan Panjang Maksimum Landai

- a. Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti.
- b. 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.

- c. Kelandaian maksimum untuk berbagai VR ditetapkan dapat dilihat dalam tabel 2.12.

Tabel 2.12 Kelandaian Maksimum

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

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

- d. Panjang kritis yaitu panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh V_R . Lama perjalanan tersebut ditetapkan tidak lebih dari satu menit.
- e. Panjang kritis dapat ditetapkan dari tabel :

Tabel 2.13 Panjang Kritis Kelandaian

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: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/BM/1997)

2.6.2 Lengkung Vertikal

- a. Lengkung vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan :
1. Mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian.
 2. Menyediakan jarak pandang henti.
- b. Panjang lengkung vertikal bisa ditentukan langsung sesuai tabel 2.14 yang didasarkan pada penampilan, kenyamanan, dan jarak pandang.

Tabel 2.14 Panjang 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 No. 038/BM/1997)

Adapun Rumus – rumus yang digunakan dalam lengkung vertikal :

$$g = \frac{(\text{elevasi awal} - \text{elevasi akhir})}{(\text{STA awal} - \text{STA akhir})} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.39)$$

$$A = g_1 - g_2 \quad \dots\dots\dots (2.40)$$

$$J_h = \frac{V_r}{3} \cdot 6 T + \frac{\left(\frac{V_r}{3} \cdot 6\right)^2}{2gf} \quad \dots\dots\dots (2.41)$$

$$E_v = \frac{A \cdot L_v}{800} \quad \dots\dots\dots (2.42)$$

$$x = \frac{L_v \cdot g_1}{A} \quad \dots\dots\dots (2.43)$$

$$y = \frac{Ax \left(\frac{1}{4L_v}\right)^2}{200 \cdot L_v} \quad \dots\dots\dots (2.44)$$

Panjang Lengkung Vertikal (L_v)

a. Syarat keluwesan bentuk

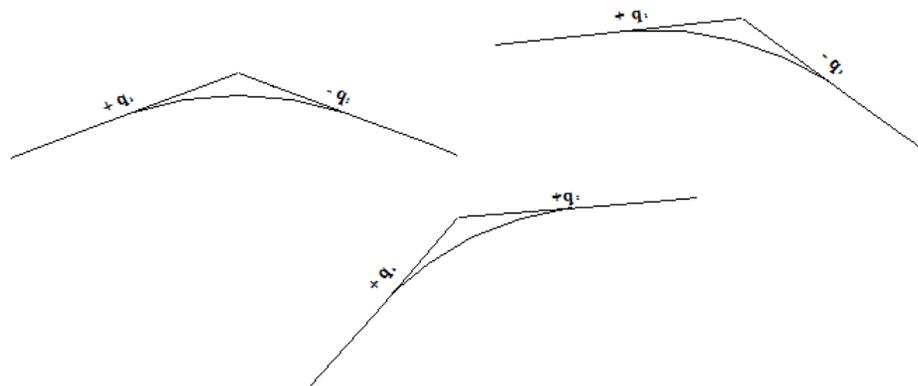
$$L_v = 0,6 \times V \quad \dots\dots\dots (2.45)$$

b. Syarat drainase

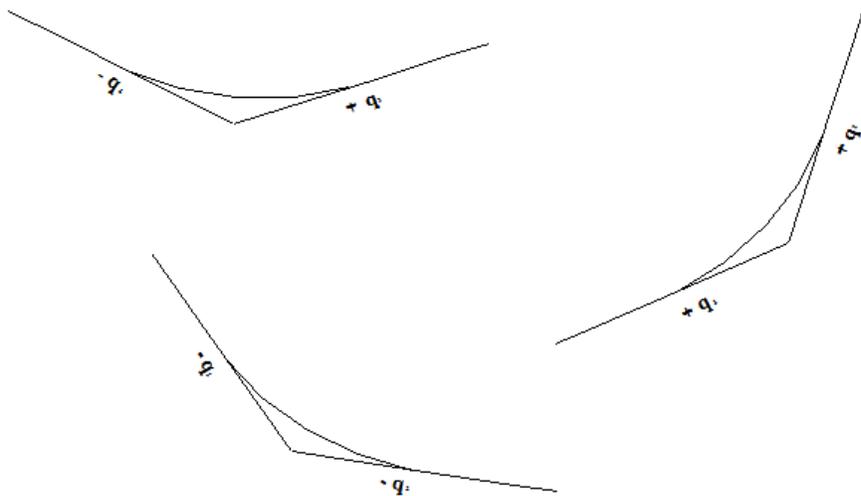
$$L_v = 40 \times A \quad \dots\dots\dots (2.46)$$

c. Syarat nyaman

$$E_v = \frac{A \times V^2}{390} \dots\dots\dots (2.47)$$



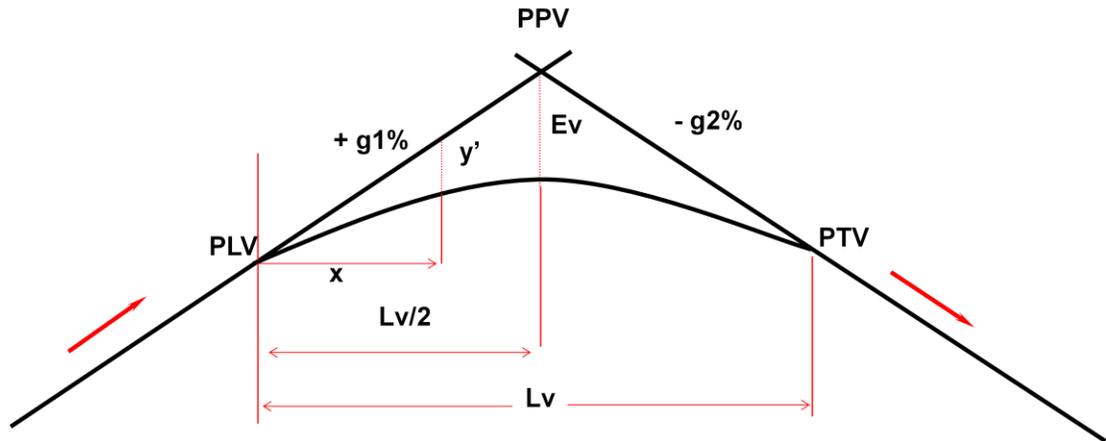
Gambar 2.16 Alinyemen Vertikal Cembung



Gambar 2.17 Alinyemen Vertikal Cekung

A. Lengkung Vertikal Cembung

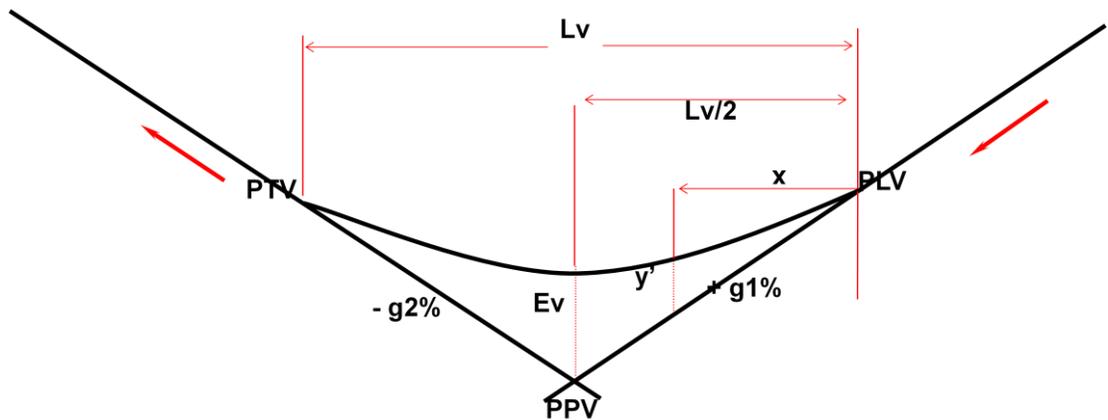
Adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada diatas permukaan jalan.



Gambar 2.18 Lengkung Vertikal Cembung

B. Lengkung Vertikal Cekung

Adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada diatas permukaan jalan.



Gambar 2.19 Lengkung Vertikal Cekung

Keterangan :

PLV = titik awal lengkung parabola.

PPV = titik perpotongan kelandaian g_1 dan g_2

PTV = titik akhir lengkung parabola.

g = kemiringan tangen ; (+) naik; (-) turun.

Δ = perbedaan aljabar landai ($g_1 - g_2$) %.

EV = pergeseran vertikal titik tengah busur lingkaran (PV1 - m) meter.

L_v = Panjang lengkung vertikal

V = kecepatan rencana (km/jam)

J_h = jarak pandang henti

f = koefisien gesek memanjang menurut Bina Marga, $f = 0,35$

2.7 Tebal Perkerasan

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

2.7.1 Konstruksi Perkerasan

Jenis-jenis konstruksi perkerasan, yaitu :

a. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Konstruksi perkerasan lentur yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalulintas ke tanah. Konstruksi perkerasan lentur dipandang dari keamanan dan kenyamanan berlalu lintas haruslah memenuhi syarat, seperti permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang dan permukaan yang cukup kaku sehingga tidak berubah bentuk akibat beban yang bekerja diatasnya.

Perkerasan kaku (*rigid pavement*)

b. Konstruksi perkerasan kaku yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat yang terdiri atas plat (*slab*) beton semen sebagai

lapis pondasi dan lapis pondasi bawah di atas tanah dasar. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton di atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban ke bidang tanah dasar yang cukup luas sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton sendiri.

c. Perkerasan komposit (*composite pavement*)

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawah. Untuk memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan konstruksi perkerasan lentur memiliki dua persyaratan yang harus dipenuhi yaitu :

a. Syarat untuk lalulintas

Konstruksi perkerasan lentur dipandang dari keamanan dan kenyamanan berlalulintas haruslah memenuhi syarat sebagai berikut :

- 1) Permukaan rata, tidak boleh bergelombang, tidak melendut, dan tidak pula berlubang
- 2) Permukaan cukup keras dan kaku, sehingga tidak mudah mengalami deformasi akibat beban lalulintas yang bekerja di atasnya
- 3) Permukaan harus cukup kesat sehingga memberikan gesekan yang baik antara roda kendaraan dan permukaan jalan
- 4) permukaan tidak mengkilap dan tidak menimbulkan silau bila terkena sinar matahari

b. Syarat-syarat struktural

Dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban lalulintas, konstruksi perkerasan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- 1) Memiliki ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban lalulintas ke tanah dasar
- 2) Kedap terhadap air, sehingga air yang mengalir pada permukaan keras tidak meresap kedalam lapis perkerasan tersebut
- 3) Permukaan harus mudah mengalirkan air, dan dengan demikian air hujan yang mengalir di atasnya dapat cepat dialirkan ke saluran drainase yang ada
- 4) Harus cukup kaku untuk menimbulkan beban yang bekerja tanpa adanya deformasi yang berarti

Pada umumnya, perkerasan jalan terdiri dari beberapa jenis lapisan perkerasan yang tersusun dari bawah ke atas, sebagai berikut :

1. Lapisan tanah dasar (*sub grade*)

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Menurut spesifikasi *AASHTO T-180-74*, tanah dasar adalah lapisan paling atas dari timbunan badan jalan setebal 30 cm, yang mempunyai persyaratan tertentu sesuai fungsinya yaitu yang berkenaan dengan kepadatan dan daya dukungnya (CBR). Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, atau tanah urugan yang didatangkan dari tempat lain atau tanah yang di stabilisasi. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusutnya tanah akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata akibat adanya perbedaan sifat-sifat tanah pada lokasi yang berdekatan atau akibat kesalahan pelaksanaan misalnya kepadatan yang kurang baik

2. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)

Lapisan pondasi bawah adalah lapisan perkerasan yang terletak di atas lapisan tanah dasar dan di bawah lapis pondasi atas.

Lapisan pondasi bawah ini berfungsi sebagai :

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- b. Lapisan peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- c. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
- d. Lapisan pelindung lapisan tanah dasar dari beban roda-roda alat berat (akibat lemahnya daya dukung tanah dasar) pada awal-awal pelaksanaan pekerjaan.
- e. Lapisan pelindung lapisan tanah dasar dari pengaruh cuaca terutama hujan.

Jenis lapisan pondasi bawah yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain :

1) Agregat bergradasi baik, meliputi :

- a) Sirtu/ pitrun kelas A
- b) Sirtu/ pitrun kelas B
- c) Sirtu/ pitrun kelas C

2) Stabilisasi, meliputi :

- a) Stabilisasi agregat dengan semen
- b) Stabilisasi agregat dengan kapur
- c) Stabilisasi tanah dengan semen
- d) Stabilisasi tanah dengan kapur

3. Lapisan pondasi atas (*base course*)

Lapisan pondasi atas adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan. Lapisan pondasi atas ini berfungsi sebagai:

- Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
- Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Jenis lapisan pondasi atas yang umum digunakan di Indonesia antara lain:

a. Agregat bergradasi baik, meliputi :

- 1) Batu pecah kelas A
- 2) Batu pecah kelas B
- 3) Batu pecah kelas C

b. Pondasi Macadam

c. Pondasi *Telford*

d. Penetrasi Macadam (lapen)

e. Aspal beton pondasi

f. Stabilitas, meliputi :

- 1) Stabilitas agregat dengan semen
- 2) Stabilitas agregat dengan kapur
- 3) Stabilitas agregat dengan aspal

4. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapisan permukaan adalah lapisan yang bersentuhan langsung dengan beban roda kendaraan. Lapisan permukaan ini berfungsi sebagai :

- Lapisan yang langsung menahan akibat beban roda kendaraan.
- Lapisan yang langsung menahan gesekan akibat rem kendaraan (lapis aus).
- Lapisan yang mencegah air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
- Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan di bawahnya.

Jenis lapisan permukaan yang umum digunakan di Indonesia antara lain :

a. Lapisan nonstruktural

Lapisan yang berfungsi sebagai lapisan aus dan lapisan kedap air, antara lain :

1) Burtu (laburan aspal satu lapis)

Merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu jenis lapis agregat bergradasi seragam dengan ketebalan maksimum 2 cm.

2) Burda (laburan aspal dua lapis)

Merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam dengan ketebalan padat 3,5 cm.

3) Latasir (lapis tipis aspal pasir)

Merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1 – 2 cm.

4) Buras (laburan aspal)

Merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inchi.

5) Latasbum (lapis tipis asbuton murni)

Merupakan lapisan penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang bercampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.

6) Lataston (lapis tipis aspal beton)

Merupakan lapisan penutup yang terdiri dari campuran agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (filler) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, dicampur dalam keadaan panas dengan ketebalan maksimum padat 2,5 – 3 cm.

b. Lapisan struktural

Lapisan yang berfungsi sebagai lapisan aus dan lapisan kedap air juga berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan meneruskan beban roda kendaraan ke lapisan yang menahan dan meneruskan beban roda kendaraan ke lapisan yang ada dibawahnya, antara lain :

1) Lapen (lapis penetrasi macadam)

Merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan diatasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Diatas lapen ini

biasanya diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan padat 3 – 5 cm.

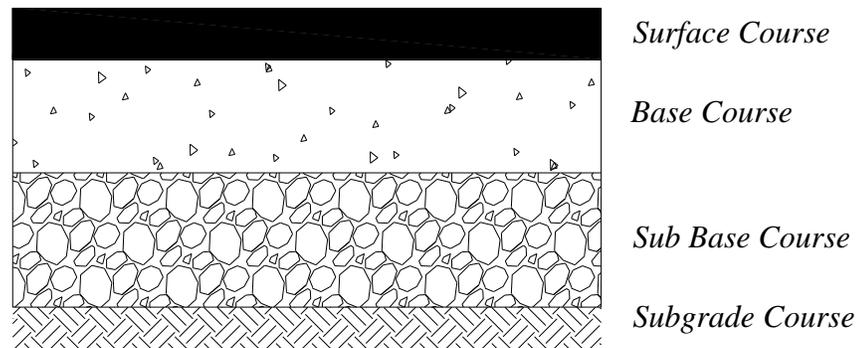
2) Lasbutag (lapis asbuton campuran dingin)

Campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan pelunak, dan filler yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan secara dingin dengan tebal lapisan padat 3 – 5 cm

3) Laston (lapis aspal beton)

Merupakan lapisan pada suatu konstruksi jalan raya yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler, dan aspal keras yang dicampur, dihamparkan, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

Adapun struktur lapisan perkerasan lentur dapat dilihat pada gambar 2.17



Gambar 2.20 Struktur Lapisan Perkerasan Lentur

2.7.2 Umur Rencana

Umur rencana adalah jangka waktu sejak jalan raya tersebut dibuka sampai hingga saat diperlukan perbaikan atau telah dianggap perlu untuk memberi lapisan perkerasan baru.

Beberapa tipikal usia rencana :

Lapisan perkerasan aspal baru → 20- 25 tahun

Lapisan perkerasan kaku baru → 20- 40 tahun

Lapisan tambahan : aspal → 10- 15 tahun
 batu pasir → 10- 20 tahun

2.8 Data Penyelidikan Tanah

Data penyelidikan tanah didapat dengan cara melakukan penyelidikan tanah.

Penyelidikan tanah meliputi pekerjaan-pekerjaan :

A. Mengadakan penelitian terhadap semua data tanah yang ada, selanjutnya diadakan penyelidikan tanah disepanjang proyek jalan tersebut, dilakukan berdasarkan survey langsung dilapangan maupun dengan pemeriksaan di laboratorium. Pengambilan data CBR dilapangan dilakukan sepanjang ruas jalan rencana, dengan interval 200 meter dengan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Hasil tes DCP ini dievaluasi melalui penampilan grafik yang ada, sehingga menampilkan hasil nilai CBR disetiap titik lokasi. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menilai besarnya CBR atau kekuatan daya dukung tanah lapisan tanah dasar. Cara pemeriksaan dengan alat DCP ini dilaksanakan dengan mencatat jumlah pukulan dan penetrasi dari kerucut logam yang tertanam pada tanah dasar karena pengaruh jatuhnya pemberat. Pemeriksaan akan memberikan catatan yang menerus dari kekuatan daya dukung tanah sampai kedalam 90 cm di bawah permukaan tanah dasar (*subgrade*) yang ada. Kemudian dengan menggunakan tabel korelasi pembacaan penetrometer diubah menjadi pembacaan yang setara dengan CBR. Penentuan nilai CBR dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu cara analitis dan cara grafis adalah :

1. Cara Analitis

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

$$CBR_{\text{segmen}} = CBR_{\text{rata-rata}} - (CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}}) / R \dots\dots\dots(2.48)$$

Dimana nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat didalam satu segmen. Nilai R dapat dilihat pada tabel 2.15

Tabel 2.15 Nilai R Untuk Perhitungan CBR Segmen

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

(Sumber : *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, 1970*)

2. Cara Grafis

Adapun prosedur yang dilakukan pada cara grafis ini adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan nilai CBR terendah
 - b. Tentukan berapa banyak nilai CBGR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR kemudian susun secara tabel, mulai dari CBR terkecil sampai yang terbesar.
 - c. Angka terbanyak diberi nilai 100%, angka yang lain merupakan persentase dari 100%
 - d. Diberi grafik hubungan antara harga CBR dengan persentase nilai tadi.
 - e. Nilai CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90%.
- B. Melakukan analisa pada contoh tanah yang terganggu dan tidak terganggu, juga terhadap bahan konstruksi, dengan menggunakan ketentuan ASTM dan AASHTO maupun standar yang berlaku di Indonesia.

C. Uji bahan konstruksi untuk mendapatkan

1. Sifat-sifat indeks (*indeks properties*) G_s , W_n , J , e , n , S_r .
2. Klasifikasi (*Clasification of soil*)
 - a. Analisa Ukuran Butir
 - Analisa saringan
 - Hidrometer
 - b. Batas-batas Atterberg
 - *Liquid Limit* (LL) = batas cair
 - *Plastic Limit* (PL) = batas plastis
3. Pemadatan : γ_d maks dan W_{opt}
 - a. Pemadatan standar/ Proctor
 - b. Pemadatan Modifikasi
 - c. Dilapangan dicek dengan menggunakan *sandcone* $\pm 93\%$
4. CBR laboratorium (CBR rencana)

$$\gamma_{wet} = W_t / V_t \quad \longrightarrow \quad \gamma_d \text{ wet} / (1 + W)$$

$$\text{CBR lapangan : DCP} \quad \longrightarrow \quad \text{CBR lapangan}$$

2.9 Desain Perkerasan Lentur

Adapun tahapan-tahapan tersebut antara lain :

- a. Menentukan nilai LHR setiap jenis kendaraan pada awal dan akhir umur rencana.

$$LHR_n = LHR(1+i)^n \dots\dots\dots (2.49)$$

Dimana :

n = umur rencana jalan

i = angka pertumbuhan lalu lintas, (%).

- b. Menghitung Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP).

$$LEP = \sum_{mp}^{tr} LHR(1+i)^n \cdot C \cdot E \dots\dots\dots (2.50)$$

Dimana:

C = koefisien distribusi kendaraan

E = angka ekivalen setiap kendaraan

Untuk menentukan koefisien distribusi kendaraan (C) yang lewat pada jalur rencana dapat ditentukan pada tabel 2.16

Tabel 2.16 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 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 : Silvia Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1993*)

Catatan :*) Berat total < 5 ton, misalnya : mobil penumpang, pick up, mobil hantaran

**) Berat total ≥ 5 ton, misalnya : bus, truk, traktor, semi trailer, trailer

c. Menghitung Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{mp}^{tr} LHR (1 + i)^n \cdot C \cdot E \dots\dots\dots (2.51)$$

Dimana :

C = koefisien distribusi kendaraan

E = angka ekivalen setiap kendaraan

d. Menghitung Lintas Ekivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{1}{2} (LEP + LEA) \dots\dots\dots (2.52)$$

e. Menghitung lintas ekivalen rencana (LER)

$$LER = LET \cdot \frac{UR}{10} \dots\dots\dots (2.53)$$

f. Mencari indeks tebal permukaan (ITP)

Nilai ITP diperoleh dari grafik berdasarkan data CBR, LER, IP, IPo, dan FR. Dalam penentuan tebal perkerasan, Faktor Regional (FR) hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti, serta iklim (curah hujan). Untuk menentukan nilai FR dapat dilihat pada tabel 2.17.

Tabel 2.17 Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I		Kelandaian II		Kelandaian III	
	(< 6 %)		(6 – 10 %)		(> 10 %)	
	% Kendaraan Berat		% Kendaraan Berat		% 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 : Silvia Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, 1993)

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 1,0

Indeks permukaan ini menyatakan nilai dari pada kerataan atau kehalusan serta kekokohan permukaan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut dibawah ini :

IP = 0 menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 2,0 adalah tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 2,5 menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik

Dalam menentukan indeks permukaan pada akhir umur rencana (IP) dapat dilihat pada tabel 2.18, sedangkan untuk menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) dapat dilihat pada tabel 2.19.

Tabel 2.18 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER	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 : Silvia Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, 1993)

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

Tabel 2.19 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	≤ 24	
JALAN KERIKIL	≤ 24	

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

g. Menetapkan tebal perkerasan

$$ITP = (a_1 \cdot D_1) + (a_2 \cdot D_2) + (a_3 \cdot D_3) \dots\dots\dots (2.54)$$

Dimana :

ITP = indeks tebal perkerasan

a_1, a_2, a_3 = koefisien kekuatan relative bahan perkerasan (cm)

D_1, D_2, D_3 = tebal masing-masing perkerasan (cm)

Untuk menentukan tebal masing-masing lapis perkerasan dapat menggunakan tabel 2.20, sedangkan koefisien kekuatan relatif masing-masing bahan ditunjukkan pada tabel 2.21

Tabel 2.20 Tebal Minimum Tiap Lapisan (cm)

ITP	Tebal Minimum	Bahan
Lapis Permukaan		
< 3,00	5	Lapis pelindung: (Buras/Burtu/Burda)
3,00 - 6,70	5	Lapen/Aspal macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 - 7,49	7,5	Lapen/Aspal macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 - 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10,00	10	Laston
Lapis Pondasi		
< 3,00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
3,00 - 7,49	20 *)	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
	10	Laston Atas
7,50 - 9,99	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	Laston Atas
10 - 12,14	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas
Lapis Pondasi Bawah		
Untuk setiap nilai ITP, tebal minimum adalah 10 cm		

(Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1993)

Catatan = *) Batas 20 cm dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk lapis pondasi bawah digunakan material berbutir kasar

Tabel 2.21 Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a ₁	A ₂	a ₃	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40			744			Laston
0,35			590			
0,32			454			
0,30			340			
0,35			744			Asbuton/Lasbutag
0,31			590			
0,28			454			
0,26			340			
0,30			340			<i>Hot Rolled Asphalt</i>
0,26			340			Aspal Macadam
0,25						Lapen (mekanis)
0,20						Lapen (manual)
	0,28		590			Laston Atas
	0,26		454			
	0,24		340			
	0,23					Lapen (mekanis)
	0,19					Lapen (manual)
	0,15			22		Stab. tanah dengan
	0,13			18		semen
	0,15			22		
	0,13			18		Stabilitas tanah dengan
						kapur
	0,14				100	Pondasi macadam

	0,12				60	(basah) 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 : Silvia Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, 1993)

Catatan : Kuat tekan stabilisasi tanah dengan semen diperiksa pada hari ke-7

Kuat tekan stabilisasi tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke-21

2.10 Estimasi Biaya Proyek

Estimasi biaya proyek adalah jumlah keseluruhan dari biaya-biaya setiap pekerjaan yang ada didalam proyek. Guna dari perhitungan estimasi biaya proyek ini adalah sebagai patokan untuk menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB).

A. 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.

B. 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.

C. Produksi kerja alat

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

1. Menghitung kapasitas aktual

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 diolah.

2. 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.

3. Menghitung produksi kerja kasar (PKK)

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

4. Menghitung produksi kerja aktual (PKA)

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

D. 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 tiap pekerjaan agar jelas jenis-jenis pekerjaan dan bahan yang digunakan.

E. 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

F. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu. Perhitungan yang dilakukan pada tahap ini terdiri dari :

a) Rencana kerja

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

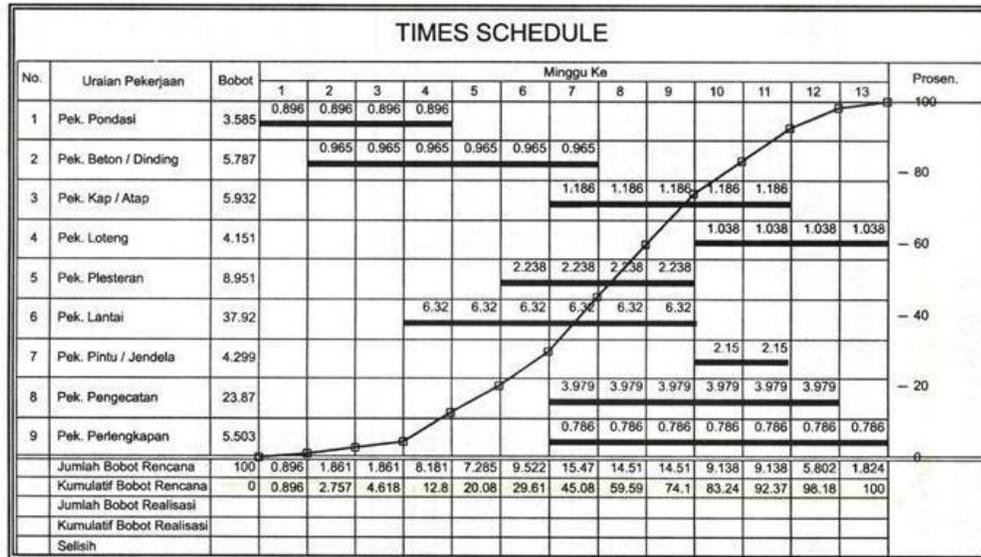
1. Kurva S

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.

2. Barchart

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

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



Gambar 2.21 Barchart dan Kurva S

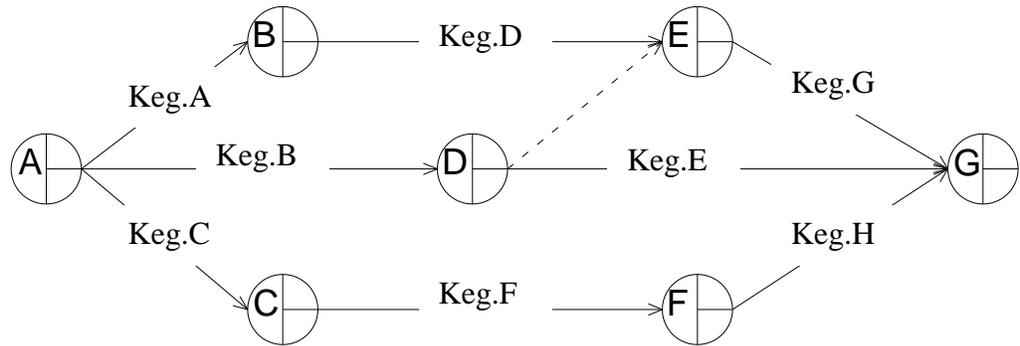
3. Network planning

Dalam *network planning* dapat diketahui adanya hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan satu dengan yang lain. Hubungan ini digambarkan dalam suatu diagram *network*, sehingga kita akan dapat mengetahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, pekerjaan mana yang menunggu selesainya, pekerjaan lain atau pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa-gesa sehingga orang dan alat dapat digeser ketempat lain.

Adapun kegunaan dari NWP ini adalah :

- Merencanakan, *scheduling* dan mengawasi proyek secara logis
- Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga secara mendetail dari proyek
- Mendokumenkan dan mengkomunikasikan secara *scheduling* (waktu) dan alternatif-alternatif lain penyelesaiannya proyek dengan tambahan waktu

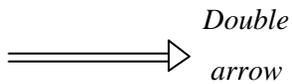
- Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis (*critical path*) saja yang perlu konsentrasi pengawasan ketat.



Gambar 2.22 Sketsa *Network planning*

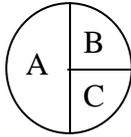
Adapun simbol yang sering digunakan dalam *Network Planning* adalah :

-  *Arrow* Bentuk ini merupakan anak panah yang artinya aktifitas/kegiatan. Ini adalah suatu pekerjaan/tugas yang penyelesaiannya membutuhkan waktu tertentu. Anak panah selalu menghubungkan dua nodes, arah dari anak panah menunjukkan urutan-urutan waktu.
-  *Node/event* Bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian. Ini adalah permulaan atau akhir dari suatu atau lebih kegiatan.
-  *Dummy* Bentuk ini merupakan anak panah putus-putus yang artinya semu. Yang dimaksud aktifitas semu adalah aktifitas yang tidak menekan waktu. Aktifitas semu hanya boleh dipakai bila menggambarkan hubungan-hubungan aktifitas yang ada dalam satu *network*.



*Double
arrow*

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



A = Nomor kejadian

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

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