

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan merupakan aspek penting yang pertama kali harus diidentifikasi sebelum melakukan perancangan jalan, karena kriteria desain suatu rencana jalan yang ditentukan dari standar desain ditentukan oleh klasifikasi jalan rencana. Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, suatu ruas jalan dapat diklasifikasikan berdasarkan segi peninjauannya, yaitu berdasarkan segi pelayanan, segi pengawasan dan pendanaan serta berdasarkan fungsinya. Namun perlu diingat bahwa pada keadaan sehari-hari pembagian kelas jalan ini tidaklah nyata seperti dalam konsep tersebut.

2.1.1 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Pelayanan

Jalan raya dapat digolongkan dalam klasifikasi berdasarkan pelayanannya yang mana mencakup dua golongan meliputi :

- a. Jalan sosial/ekonomi (Jalan Umum); yaitu jalan raya yang diperuntukkan melayani aktifitas sosial dan perekonomian masyarakat.
- b. Jalan politik/militer (Jalan Khusus /jalan strategi); yaitu jalan yang diperuntukkan melayani aktifitas politik dan militer. Pada ruas jalan ini aktifitas-aktifitas lainnya tidak diperkenankan dan sangat tertutup.

2.1.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Pengawasan dan Pendanaan

Jalan raya dapat digolongkan dalam klasifikasi berdasarkan pengawasan dan pendanaan yang mana mencakup beberapa golongan meliputi :

- a. Jalan nasional; Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
- b. Jalan provinsi; Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

- c. Jalan kabupaten; Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk dalam jalan nasional dan jalan provinsi, yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
- d. Jalan kota; Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antara persil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.
- e. Jalan desa; Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.1.3 Klasifikasi Jalan Menurut Sistem Jaringan

Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hirarki.

- a. Sistem jaringan jalan primer; Sistem jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan sebagai berikut:
 - 1) Menghubungkan secara menerus pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan;
 - 2) Menghubungkan antarpusat kegiatan nasional.
- b. Sistem jaringan jalan sekunder; Sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil.

2.1.4 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsi

Jalan raya dapat digolongkan dalam klasifikasi berdasarkan fungsinya yang mana mencakup dua golongan meliputi :

- a. Jalan arteri; Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
- b. Jalan kolektor; Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan lokal; Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan lingkungan; Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

2.1.5 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan klasifikasi menurut fungsi jalan (**Pasal 11 PP No.43/1993**), sebagai berikut:

- a. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 10 ton;
- b. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton;
- c. Jalan kelas III A, yaitu jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton;

- d. Jalan kelas III B, yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton;
- e. Jalan kelas III C, yaitu jalan lokal yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

Tabel 2.1
Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	III A	8
Kolektor	IIIA	8
	III B	8
	III C	8

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

2.1.6 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Keceragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus memperhitungkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

Klasifikasi jalan berdasarkan medan dan besarnya kemiringan medan jalan sebagai berikut:

Tabel. 2.2

Klasifikasi Jalan Berdasarkan Medan Jalan

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

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

2.2 Kecepatan Rencana (VR)

VR adalah kecepatan rencana pada suatu ruas jalan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik, jalan yang memungkinkan kendaraan – kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti, VR untuk masing – masing fungsi jalan dapat ditetapkan dari tabel :

Tabel. 2.3

Penentuan Kecepatan Rencana (Vr) Sesuai Klasifikasi dan Klasifikasi Medan

FUNGSI JALAN	KECEPATAN RENCANA VR (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, 1997)

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

2.3 Bagian-bagian Jalan

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

a. Ruang manfaat jalan (Rumaja)

Ruang manfaat jalan (Rumaja) yaitu ruang yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengaman. Ruang manfaat jalan (Rumaja) dibatasi antara lain oleh :

- 1) Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan
- 2) Tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan
- 3) Kedalaman ruang bebas 1,5 meter di bawah muka jalan

b. Ruang milik jalan (Rumija)

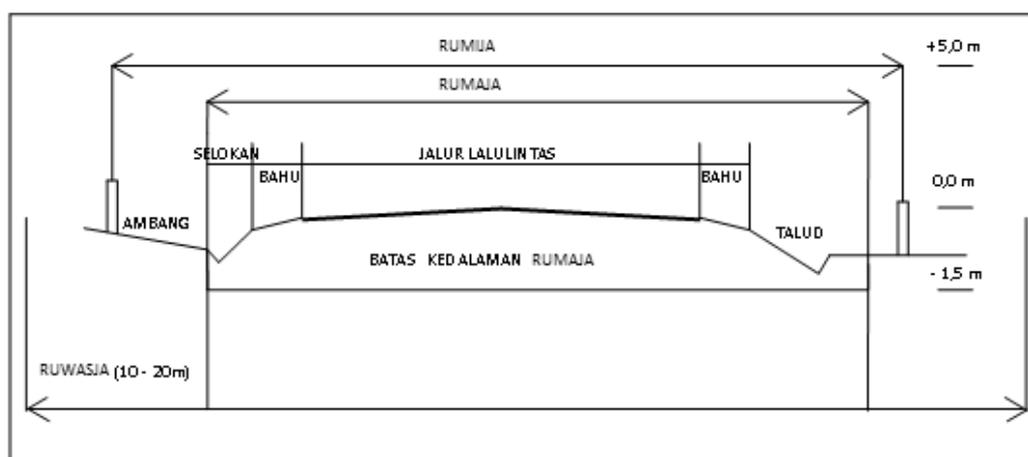
Ruang milik jalan (Rumija) adalah ruang yang dibatasi oleh lebar yang sama dengan Rumaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1,5 meter.

c. Ruang pengawasan jalan (Ruwasja)

Ruang pengawasan jalan (Ruwasja) adalah ruang sepanjang jalan diluar Rumaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, dengan ketentuan sebagai berikut :

- 1) Jalan arteri minimum 20 meter
- 2) Jalan kolektor minimum 15 meter
- 3) Jalan lokal minimum 10 meter

Untuk keselamatan pengguna jalan Ruwasja di daerah tikungan ditentukan oleh jarak pandang bebas.



Gambar 2.1
Rumaja, Rumija, Ruwasja

Dalam pembuatan jalan, ditentukan juga trase jalan yang harus ditetapkan sedemikian rupa, agar dapat memberikan pelayanan yang baik sesuai dengan fungsinya serta keamanan dan kenyamanan pemakainya. Untuk membuat trase jalan yang baik dan ideal maka harus memenuhi syarat-syarat berikut ini :

a. Syarat ekonomis

Didalam perencanaan yang menyangkut syarat-syarat ekonomis sebagai berikut :

- 1) Penarikan trase jalan yang tidak terlalu banyak memotong kontur, sehingga tidak memakan biaya yang banyak untuk pelaksanaan pekerjaan galian dan timbunan.
- 2) Penyediaan material dan tenaga kerja yang diharapkan tidak terlalu jauh dari lokasi proyek, sehingga meminimalkan biaya.

b. Syarat teknis

Tujuan dari syarat teknis ini adalah untuk mendapatkan jalan yang memberikan rasa keamanan dan kenyamanan bagi para pemakai jalan tersebut, oleh karena itu, perlu diperhatikan keadaan topografi daerah tersebut, sehingga dapat dicapai perencanaan yang baik sesuai dengan keadaan daerah setempat.

2.4 Alinemen Horizontal

Alinemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Alinemen horizontal dikenal juga dengan nama “situasi jalan” atau “trase jalan”. Alinemen horizontal terdiri dari garis-garis lurus yang dihubungkan dengan garis-garis lengkung. Garis lengkung tersebut dapat terdiri dari busur lingkaran ditambah busur peralihan, busur peralihan saja atau busur lingkaran saja.

2.4.1 Panjang Bagian Lurus

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

Tabel. 2.4
Panjang Bagian Lurus Maksimum

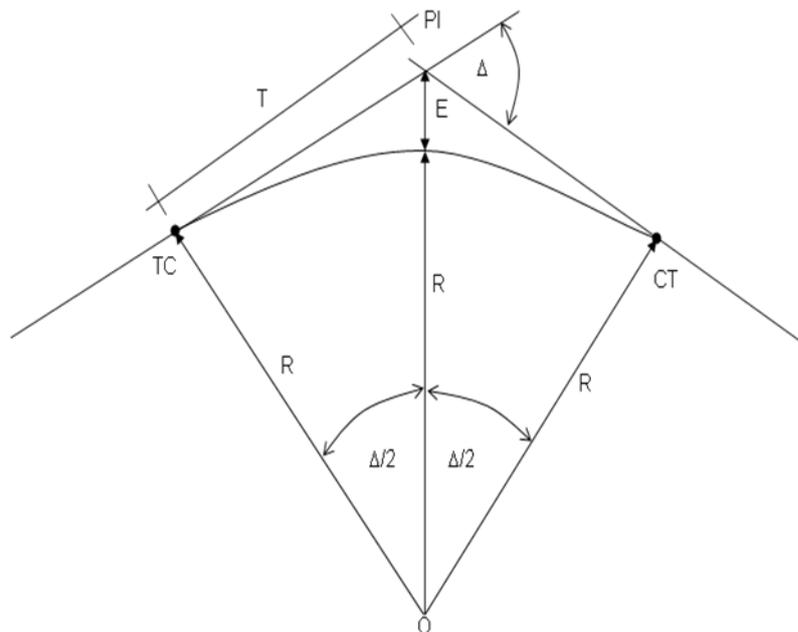
Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	3.000	2.500	2.000
Kolektor	2.000	1.750	1.500

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

2.4.2 Jenis-jenis Tikungan

a. Tikungan *Full-Circle*

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



Gambar 2.2
Komponen *Full-Circle*

Ketentuan dan rumus untuk tikungan *Full-Circle* adalah sebagai berikut :

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

$$E = T \cdot \tan \frac{1}{4} \Delta \dots\dots\dots(2)$$

$$L = \frac{\pi}{180} \times \Delta R \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- 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

Tabel 2.5

Jari-jari Tikungan yang Tidak Memerlukan Lengkung Peralihan

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

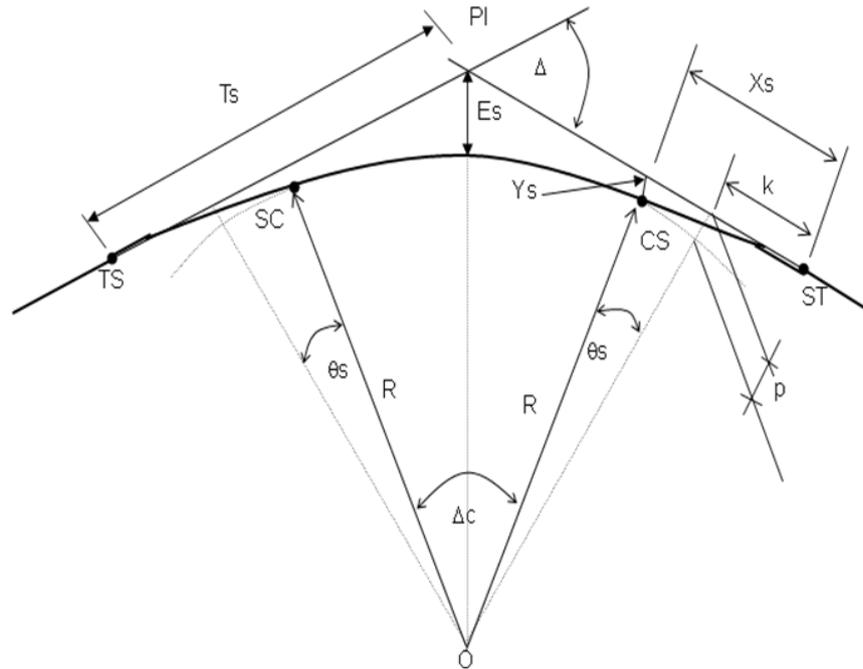
Sumber : (Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

b. Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

Lengkung *Spiral* merupakan peralihan dari suatu bagian lurus ke bagian lengkung yang panjangnya diperhitungkan dengan mempertimbangkan bahwa perubahan gaya sentrifugal dari nol sampai mencapai bagian lengkung. Jari-jari yang diambil untuk tikungan *spiral-circle-spiral* harus sesuai dengan kecepatan rencana yang tidak mengakibatkan adanya kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum yang ditentukan.

Jari – jari lengkung minimum untuk setiap kecepatan rencana ditentukan berdasarkan :

- 1) Kemiringan maksimum
- 2) Koefisien gesekan melintang maksimum.



Gambar 2.3

Komponen *Spiral – Circle – Spiral*

Ketentuan dan rumus untuk tikungan *Spiral-Circle-Spiral* adalah sebagai berikut :

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40R^2} \right) \text{ (m)} \dots\dots\dots(4)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6R} \text{ (m)} \dots\dots\dots(5)$$

$$\theta_s = 90/\pi \times L_s/R \text{ (}^\circ\text{)} \dots\dots\dots(6)$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s \text{ (}^\circ\text{)} \dots\dots\dots(7)$$

$$p = \frac{L_s^2}{6R} - R(1 - \cos \theta_s) \text{ (m)} \dots\dots\dots(8)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40.R^2} - R.\sin \theta_s \text{ (m)} \dots\dots\dots(9)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{180} .\pi.R \text{ (m)} \dots\dots\dots(10)$$

$$T_s = (R+p) \tan \Delta/2 + k \text{ (m)} \dots\dots\dots(11)$$

$$E_s = (R+p) \sec \Delta/2 - R \text{ (m)} \dots\dots\dots(12)$$

$$L = L_c + 2.L_s \text{ (m)} \dots\dots\dots(13)$$

Adapun rumusnya sama dengan bentuk tikungan *Spiral-Circle-Spiral*, sebagai berikut :

$$Es = R + P \cdot \tan \frac{\Delta}{2} + k \quad (\text{m}) \dots\dots\dots(14)$$

$$Ts = (R + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k \quad (\text{m}) \dots\dots\dots(15)$$

$$Ls = \frac{2\pi R}{360} \cdot 2 \theta_s \quad (\text{m}) \dots\dots\dots(16)$$

$$L = 2 \times Ls \quad (\text{m}) \dots\dots\dots(17)$$

$$p = p' \times Ls \quad (\text{m}) \dots\dots\dots(18)$$

$$k = k' \times Ls \quad (\text{m}) \dots\dots\dots(19)$$

Keterangan :

PI = Titik perpotongan dua tangen

TS = Awal pertemuan tangen dengan spiral

SC = Awal pertemuan spiral dengan circle

CS = Akhir pertemuan circle dengan spiral

ST = Akhir pertemuan spiral dengan tangen

Ts = Jarak dari PI ke TS atau ST

p = Penggeseran tangen terhadap lingkaran

k = Absis dari p pada garis tangen spiral

Δ = Sudut lentur spiral

Es = Jarak luar dari PI ke lingkaran

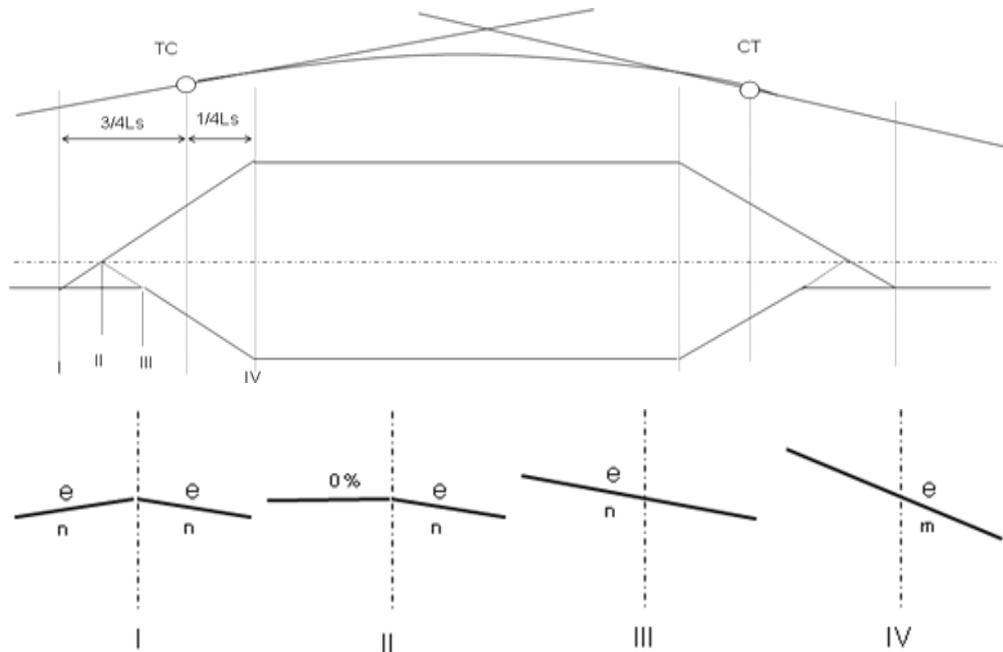
Rc = Jari – jari lingkaran

2.4.3 Diagram Superelevasi

Superelevasi adalah diagram yang memperlihatkan panjang yang dibutuhkan guna merubah kemiringan melintang jalan pada bagian-bagian tertentu pada suatu tikungan. Superelevasi penuh adalah kemiringan maksimum yang harus dicapai pada suatu tikungan yang tergantung dari kecepatan rencana yang digunakan.

Adapun diagram superelevasi ini dibagi dalam tiga bentuk, yaitu:

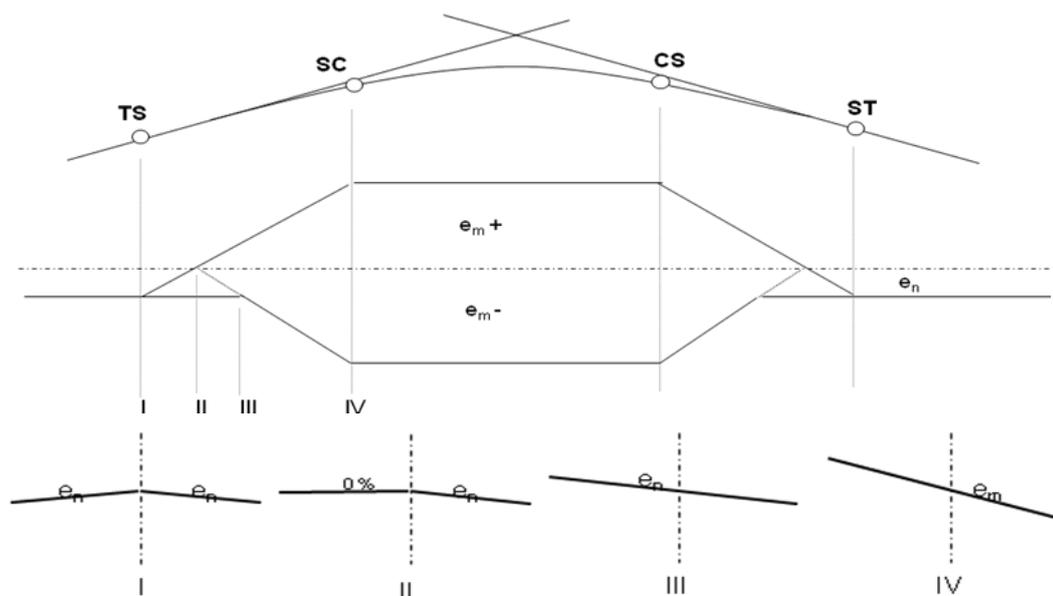
a. Tikungan *Full Circle*



Gambar 2.5

Superelevasi Tikungan *Full Circle*

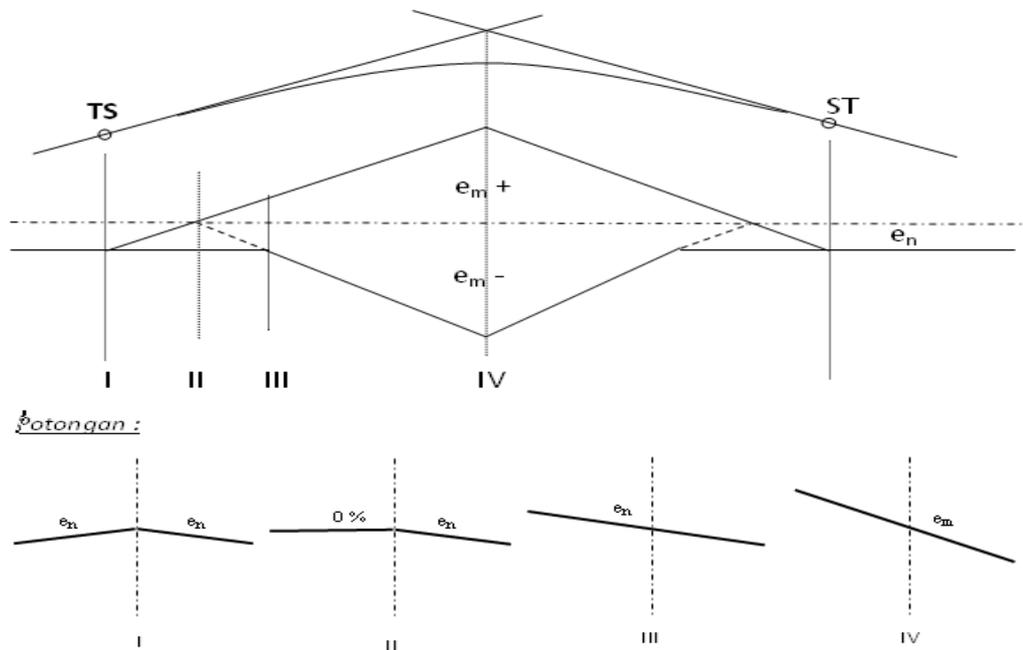
b. Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*



Gambar 2.6

Superelevasi Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

c. Tikungan *Spiral-Spiral*.



Gambar 2.7

Superelevasi Tikungan *Spiral-Spiral*

2.4.4 Jarak Pandang

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian rupa, sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, maka pengemudi dapat melakukan sesuatu (antisipasi) untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman.

Jarak pandang terdiri dari :

a. Jarak Pandang Henti (Jh)

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan pengemudi untuk dapat menghentikan kendaraannya dengan aman setelah melihat adanya halangan di depannya. Geometrik jalan yang baik adalah ruas jalan dapat memberikan rasa aman bagi pengemudi kendaraan, oleh karena itu 'setiap titik' di sepanjang jalan harus memenuhi jarak pandang henti.

Jarak pandang henti terdiri dari dua elemen, 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.
- 2) Jarak pengereman (Jhr) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak pandang henti diformulasikan dengan berdasar asumsi: tinggi mata pengemudi 105 cm dan tinggi halangan 15 cm di atas permukaan jalan.

Rumus untuk menentukan jarak pandang henti sebagai berikut :

Untuk jalan datar :

$$J_h = 0,694 V_R + 0,004 V_R^2 / f_p \dots\dots\dots(20)$$

Untuk jalan dengan kelandaian tertentu :

$$J_h = 0,694 V_R + 0,004 V_R^2 / (f_p \pm L) \dots\dots\dots(21)$$

Dimana :

J_h = jarak pandang henti, (m)

V_R = kecepatan rencana, (km/jam)

f_p = koefisien gesek memanjang antara ban kendaraan dengan perkerasan jalan aspal, f_p akan semakin kecil jika kecepatan (V_R) semakin tinggi dan sebaliknya. (menurut Bina Marga, $f_p = 0,35 - 0,55$)

L = landai jalan dalam (%) dibagi 100

Tabel 2.6
Jarak Pandang Henti (J_h) Minimum

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

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

b. Jarak Pandang Mendahului (Jd)

Jarak pandang mendahului (Jd) adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula. Jd di ukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan mendahului adalah 105 cm.

Umumnya saat kendaraan yang lebih cepat ingin mendahului kendaraan yang lebih lambat harus dilakukan dengan aman, tentu saja harus dapat melihat ke depan cukup jauh sehingga dapat menyelesaikan penyiapan tanpa memotong kendaraan yang disusul sebelum berhadapan dengan kendaraan lawan yang mungkin datang setelah ia melakukan penyusulan.

Tabel 2.7

Panjang Jarak Pandang Mendahului Berdasarkan Vr

VR (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh minimum (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

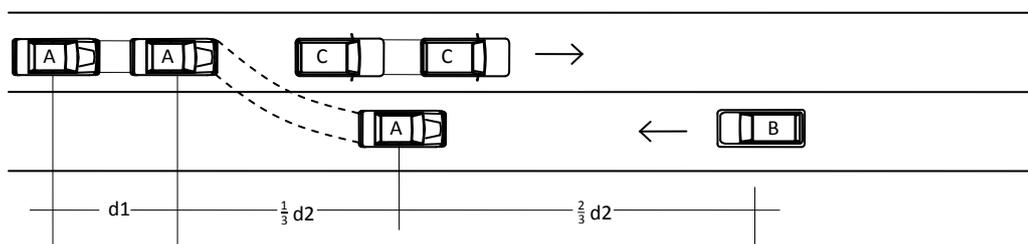
Sumber : (Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997)

Jarak pandangan mendahului (Jd) standar pada jalan dua lajur dua arah dihitung berdasarkan beberapa asumsi terhadap sifat arus lalu lintas yaitu:

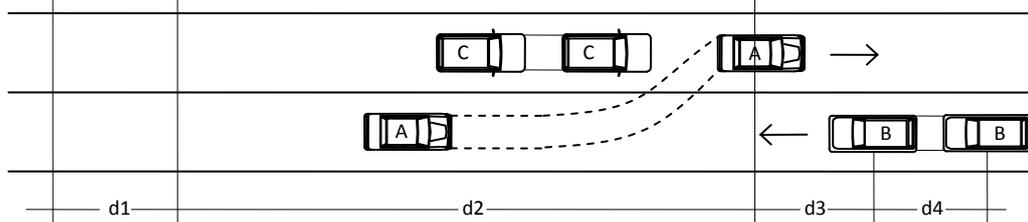
- a. Kendaraan yang akan didahului harus mempunyai kecepatan yang tetap.
- b. Sebelum melakukan gerakan mendahului, kendaraan harus mengurangi kecepatannya dan mengikuti kendaraan yang akan disiap dengan kecepatan yang sama.
- c. Apabila kendaraan sudah berada pada lajur untuk mendahului, maka pengemudi harus mempunyai waktu untuk menentukan apakah gerakan mendahului dapat diteruskan atau tidak.
- d. Kecepatan kendaraan yang mendahului mempunyai perbedaan sekitar 5 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.
- g. Kendaraan yang bergerak dari arah yang berlawanan mempunyai kecepatan yang sama dengan kendaraan yang mendahului.

TAHAP PERTAMA



TAHAP KEDUA



Keterangan : A = Kendaraan yang mendahului
 B = Kendaraan yang berlawanan arah
 C = Kendaraan yang didahului kendaraan A

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

Gambar 2.8
 Pergerakan Mendahului

Keterangan Gambar :

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)

Estimasi jarak pandangan mendahului diformulasikan dengan persamaan sebagai berikut:

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \text{ (m)} \dots\dots\dots(22)$$

dimana :

J_{dmin} = jarak pandangan menyiap minimum (meter)

$$d_1 = 0,278t_1 (V - m + a.t_1 / 2) \dots\dots\dots(22.1)$$

$$d_2 = 0,278. V. t_2 \dots\dots\dots(22.2)$$

d_3 = diambil 30 sampai 100 meter

$$d_4 = 2/3 d_2$$

Keterangan :

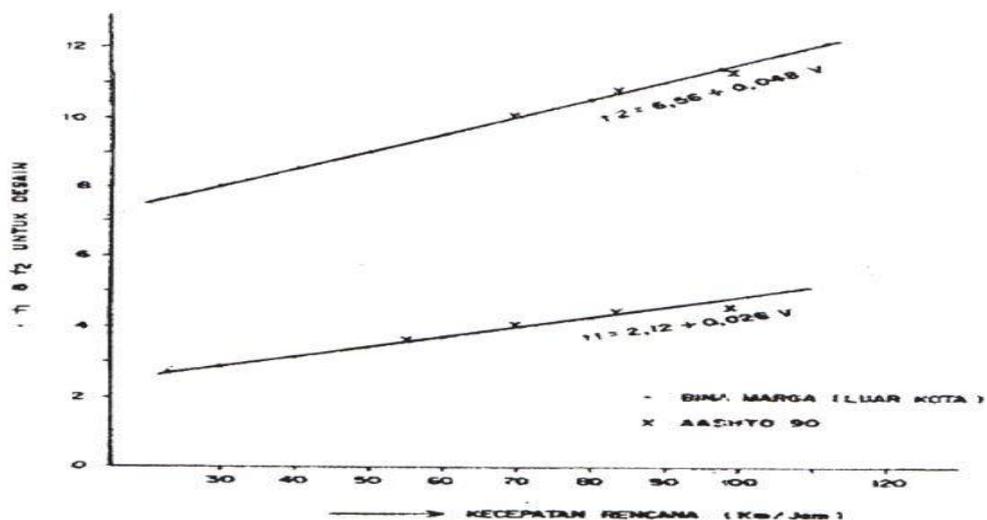
t_1 = waktu reaksi, yang besarnya tergantung dari kecepatan yang dapat ditentukan dengan korelasi $t_1 = 2,12 + 0,026 V$ (menggunakan gambar 2.8.1)

t_2 = waktu dimana kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan yang dapat ditentukan dengan menggunakan korelasi $t_2 = 6,56 + 0,048 V$

m = perbedaan kecepatan antara kendaraan yang menyiap dan yang disiap, diambil 15 km/jam.

V = kecepatan rata-rata kecepatan kendaraan menyiap, dapat diambil sama dengan kecepatan rencana.

Untuk mencari nilai dari t_1 dan t_2 dapat menggunakan grafik dari gambar 2.8.1



2.4.5 Daerah Bebas Samping di Tikungan

Sesuai dengan panjang jarak pandangan yang dibutuhkan baik jarak pandangan henti maupun jarak pandangan menyiap, maka pada tikungan perlu diadakan jarak kebebasan samping. Jarak kebebasan samping ini merupakan jarak yang diukur dari suatu as jalan ke suatu penghalang pandangan, misalnya bangunan, kaki bukit, pohon dan hutan.

Apabila kondisi medan mengijinkan, maka penerapan kebebasan samping sangat membantu meningkatkan keamanan dan kenyamanan kendaraan yang melintasi tikungan tersebut. Akan tetapi apabila kondisi medan sudah tidak mengijinkan, kebebasan samping boleh ditiadakan dengan syarat diganti dengan pemasangan rambu-rambu peringatan sehubungan dengan kecepatan yang diijinkan.

Dalam memperhitungkan jarak kebebasan samping, ada dua kondisi jarak pandangan yang dapat dijadikan acuan, yaitu berdasarkan jarak pandang henti dan berdasarkan jarak pandang menyiap. Dalam hal memutuskan mana yang dipergunakan tergantung dari beberapa pertimbangan antara lain : kondisi medan, keamanan dan kenyamanan serta biaya yang tersedia. Dari segi kenyamanan pemakai jalan, sangatlah baik apabila suatu tikungan jauh dari segala penghalang, namun mungkin akan sangat berpengaruh terhadap biaya pelaksanaan yang harus disediakan.

Daerah bebas samping di tikungan adalah ruang untuk menjamin kebebasan pandang di tikungan sehingga J_h dipenuhi. Daerah bebas samping dimaksudkan untuk memberikan kemudahan pandangan di tikungan dengan membebaskan objek-objek penghalang sejauh E (m), yang diukur dari garis tengah lajur dalam sampai ke objek penghalang pandangan sehingga memenuhi persyaratan J_h .

Daerah bebas samping di tikungan dihitung berdasarkan rumus-rumus sebagai berikut :

a. Jika $J_h < L_t$

$$E = R' \left(1 - \cos \frac{28,65 J_h}{R'} \right) \text{ (m) } \dots\dots\dots(23)$$

Dimana :

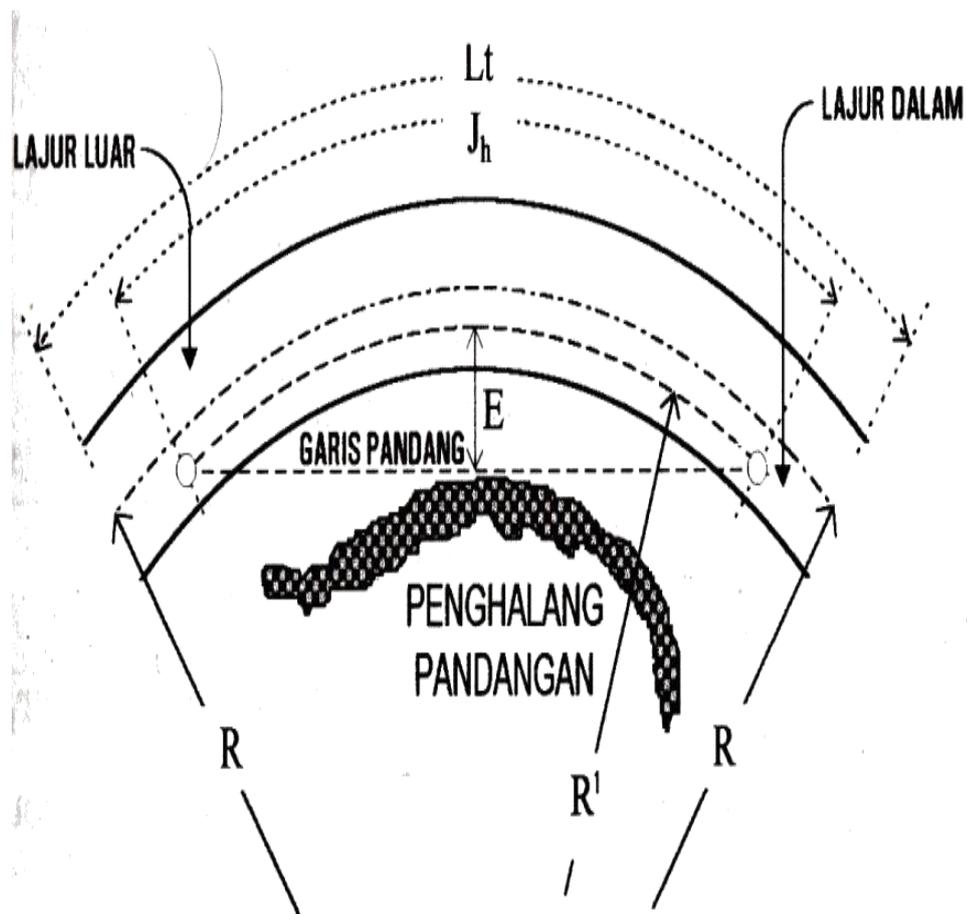
E = Jarak bebas samping (m)

R = jari-jari tikungan (m)

R' = jari-jari sumbu lajur dalam (m)

J_h = Jarak pandang henti (m)

L_t = Panjang tikungan (m)



Gambar 2.9

Daerah bebas samping di tikungan untuk $J_h < L_t$

b. Jika $J_h > L_t$

$$E = R' \left(1 - \cos \frac{28,65 J_h}{R'} \right) + \left(\frac{J_h - L_t}{2} \sin \frac{28,65 J_h}{R'} \right) \quad (\text{m}) \dots\dots\dots(24)$$

Dimana :

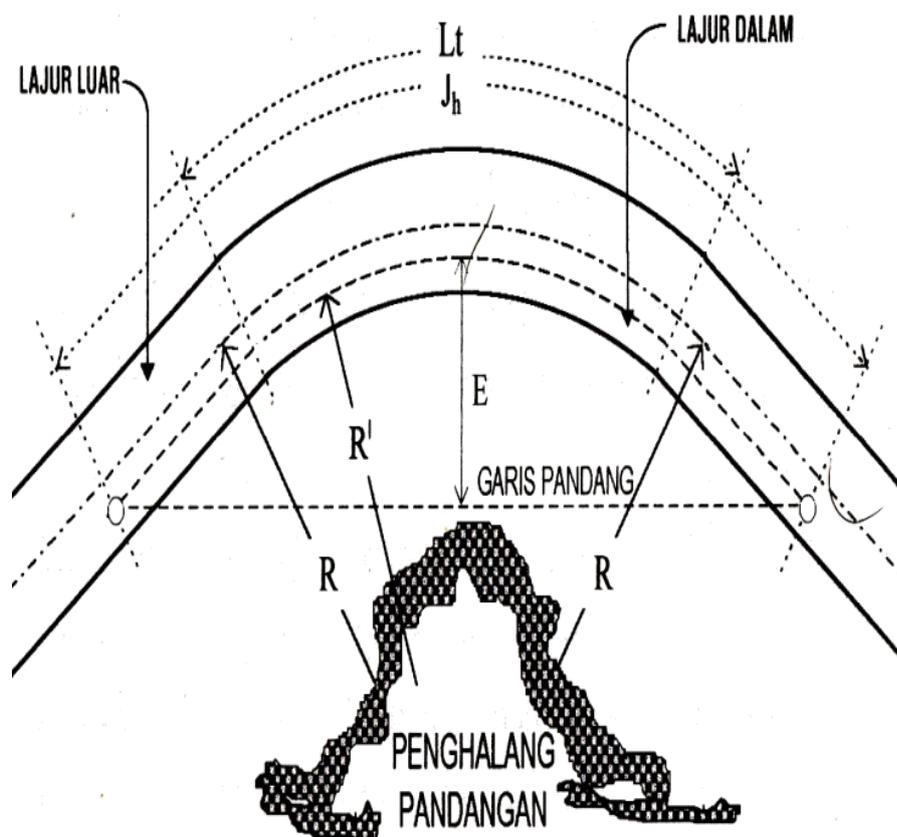
E = Jarak bebas samping (m)

R = jari-jari tikungan (m)

R' = jari-jari sumbu lajur dalam (m)

J_h = Jarak pandang henti (m)

L_t = Panjang tikungan (m)



Gambar 2.10

Daerah bebas samping di tikungan untuk $J_h > L_t$

2.4.6 Pelebaran Perkerasan

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

- a. Pada waktu membelok yang memberi tanda belokan pertama kali hanya roda depan, sehingga lintasan roda belakang agak keluar lajur (*off tracking*).
- b. Jejak lintasan kendaraan tidak lagi berhimpit, karena bumper depan dan belakang kendaraan akan mempunyai lintasan yang berbeda dengan lintasan roda depan dan roda belakang kendaraan.
- c. Pengemudi akan mengalami kesukaran dalam mempertahankan lintasannya tetap pada lajur jalannya terutama pada tikungan-tikungan tajam atau pada kecepatan-kecepatan yang tinggi.

Untuk menghindari hal tersebut, maka pada tikungan-tikungan yang tajam perlu perkerasan jalan diperlebar. Pelebaran perkerasan ini merupakan faktor dari jari-jari lengkung, kecepatan kendaraan, jenis dan ukuran kendaraan rencana yang dipergunakan sebagai dasar perencanaan. Pada umumnya **truk tunggal** digunakan sebagai jenis kendaraan dasar penentuan tambahan lebar perkerasan yang dibutuhkan. Tetapi pada jalan-jalan dimana banyak dilewati kendaraan berat, jenis kendaraan **semi trailer** merupakan kendaraan yang cocok dipilih untuk kendaraan rencana. Batasan : Bila $B <$ lebar perkerasan pada bagian lurus, maka tidak perlu dilakukan tambahan perkerasan. (Namun untuk segi praktis dan menambah tingkat keamanan dan kenyamanan, pelebaran tersebut boleh tetap dilakukan).

Penentuan besarnya pelebaran jalur lalu-lintas di tikungan ditinjau dari elemen-elemen :

- a. Keluar Lajur (*Off Tracking*),
- b. Kesukaran dalam mengemudi di tikungan.

Tabel 2.8

Pelebaran ditikungan per-lajur (m) untuk lebar jalur 2 x (B), 2 arah atau 1 arah.

R (m)	Kecepatan Rencana, V (km/jam)														
	50		60		70		80		90		100		110		120
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2
1500	0.3	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.5	0.0	0.6	0.0	0.1
1000	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.6	0.2	0.2
750	0.6	0.0	0.6	0.0	0.7	0.1	0.7	0.1	0.7	0.1	0.8	0.2	0.8	0.3	0.3
500	0.8	0.2	0.9	0.3	0.9	0.3	1.0	0.4	1.0	0.4	1.1	0.5	1.0	0.5	
400	0.9	0.3	0.9	0.3	1.0	0.4	1.0	0.4	1.1	0.5	1.1	0.5			
300	0.9	0.3	1.0	0.4	1.0	0.4	1.1	0.5		0.5					
250	1.0	0.4	1.1	0.5	1.1	0.5	1.2	0.6							
200	1.2	0.6	1.3	0.7	1.3	0.8	1.4								
150	1.3	0.7	1.4	0.8											
140	1.3	0.7	1.4	0.8											
130	1.3	0.7	1.4	0.8											
120	1.3	0.7	1.4	0.8											
110	1.3	0.7													
100	1.4	0.8													
90	1.4	0.8													
80	1.6	1.0													
70	1.7	1.0													

Keterangan :
 Kolom 1, untuk (B) = 3.00 m
 Kolom 2, untuk (B) = 3.50 m

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

Untuk pelaksanaan praktis :

- Tikungan tanpa spiral, pelebaran dilakukan disebelah dalam
- Tikungan dengan spiral, boleh sebelah dalam saja atau ½ bagian dalam dan ½ bagian luar.

2.4.7 Kontrol Overlapping

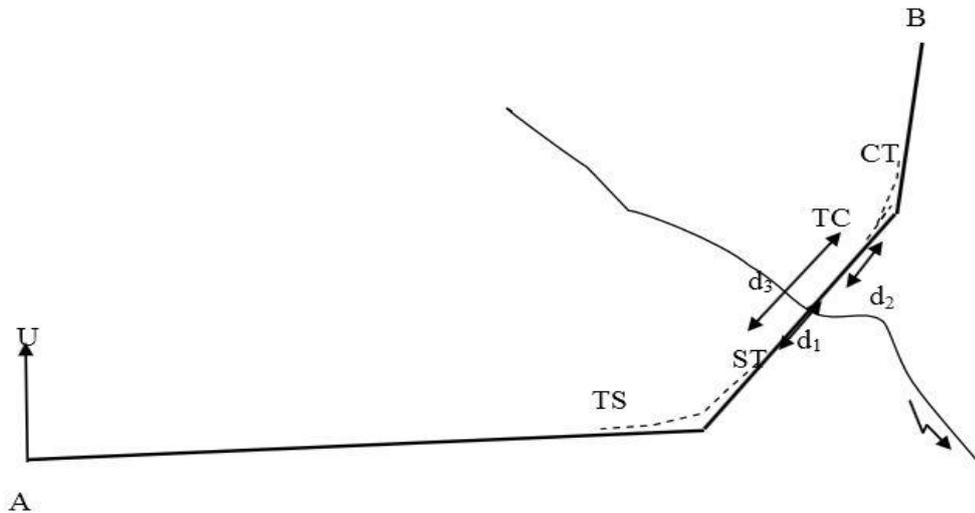
Pada setiap tikungan yang sudah direncanakan, maka jangan sampai terjadi *overlapping*. Karena kalau hal ini terjadi maka tikungan tersebut menjadi tidak aman untuk digunakan sesuai kecepatan rencana. Syarat supaya tidak terjadi *overlapping* : $\lambda_n > 3 \text{detik} \times V_r$

Dimana :

λ_n = Daerah tangen (meter)

V_r = Kecepatan rencana

Contoh :



Gambar 2.10
Kontrol *Overlapping*

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

$$\text{syarat } \textit{overlapping} \lambda_n \geq 3 \text{ detik} \times V_r$$

$$= 3 \text{ detik} \times 40 = 33,3 \text{ m}$$

$$\text{bila } \lambda_{n1} = d_1 - TC \geq 33,3 \longrightarrow \text{aman}$$

$$\lambda_{n2} = d_2 - TC - Tt_1 \geq 33,3 \longrightarrow \text{aman}$$

$$\lambda_{n3} = d_3 - TC - Tt_2 \geq 33,3 \longrightarrow \text{aman}$$

$$\lambda_{n4} = d_4 - Tt_2 \geq 33,3 \longrightarrow \text{aman}$$

2.4.8 Perhitungan 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 antar patok 100 m.
- untuk daerah bukit, jarak antar patok 50 m
- untuk daerah gunung, jarak antar patok 25 m.
- untuk daerah sepanjang tikungan, jarak antar patok per-setiap perubahan superelevasi.

2.5 Alinyemen Vertikal

Alinyemen Vertikal adalah bidang tegak yang melalui sumbu jalan atau proyeksi tegak lurus bidang gambar. Alinyemen ini menyatakan bentuk geometrik jalan dalam arah vertikal.

Alinyemen vertikal sangat erat hubungannya dengan besar biaya pembangunan, besar penggunaan kendaraan dan jumlah kecelakaan lalu lintas. Bentuk dari penampang melintang sangat menentukan lajunya kendaraan yang melintasi jalan yang bersangkutan sebab memberikan pengaruh yang sangat besar pada kecepatan dan kemampuan perlambatan, kemampuan untuk berhenti, jarak pandang serta kenyamanan pengemudi kendaraan tersebut., Pada alinyemen vertikal perhatian tidak hanya ditujukan ke bagian lengkung tetapi justru yang penting adalah bagian yang lurus pada umumnya merupakan suatu kelandaian. Alinyemen vertikal harus direncanakan sebaik-baiknya dengan mengikuti medan sehingga dapat menghasilkan keindahan jalan yang harmonis dengan alam disekelilingnya.

Faktor- faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan alinyemen vertikal, yaitu :

- a. Kecepatan rencana (*Design Speed*)
- b. Topografi
- c. Fungsi jalan
- d. Kedudukan tinggi landai kendaraan
- e. Tebal perkerasan yang diperhitungkan
- f. Tanah dasar

Pada alinyemen vertikal akan ditemui berbagai keadaan antara lain :

- a. Kelandaian

Kelandaian pada alinyemen vertikal jalan dapat dibedakan atas :

- 1) Kelandaian maksimum

Kelandaian maksimum yang ditentukan untuk berbagai variasi kecepatan rencana, dimaksudkan agar kendaraan dapat bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan mampu

bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.

Tabel 2.9
Kelandaian Maksimum yang diizinkan

V _r (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, 1997)

Panjang maksimum landai yang masih dapat diterima tanpa mengakibatkan gangguan jalannya arus-arus lalu lintas yang berarti, atau biasa disebut dengan istilah panjang kritis landai, adalah panjang yang mengakibatkan pengurangan kecepatan maksimum sebesar 25 km/jam. Landai maksimum hanya digunakan bila pertimbangan biaya sangat memaksa dan hanya untuk jarak yang pendek. Bila pertimbangan biaya memaksa, maka panjang kritis dapat dilampaui dengan syarat ada jalur khusus untuk kendaraan berat.

Tabel 2.10
Panjang Kritis Landai

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, 1997)

2) Kelandaian minimum

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

- (a) Landai datar untuk jalan-jalan diatas tanah timbunan yang tidak mempunyai kereb.
- (b) Landai 0,15 % dianjurkan untuk jalan-jalan diatas tanah timbunan dengan medan datar dan menggunakan kereb.
- (c) Landai minimum sebesar 0,3-0,5 % dianjurkan dipergunakan untuk jalan-jalan di daerah galian atau jalan yang memakai kereb.

b. Lengkung vertikal

Lengkung vertikal direncanakan untuk mengubah secara bertahap perubahan dari 2 macam kelandaian arah memanjang jalan pada setiap lokasi yang diperlukan. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti yang cukup, untuk keamanan dan kenyamanan. Bentuk lengkung vertikal adalah parabola dengan asumsi sederhana sehingga elevasi sepanjang lengkung didapat dengan perbandingan dari offset vertikal dari PPV yang bernilai tertentu. Kelandaian menaik diberi tanda (+) dan kelandaian menurun diberi tanda (-). Ketentuan pendakian atau penurunan ditinjau dari kiri ke kanan.

Rumus yang digunakan untuk lengkung vertikal adalah sebagai berikut :

$$y' = \frac{g_2 - g_1}{200 \cdot l_v} \cdot x^2 \quad (\text{m}) \quad \dots\dots\dots(25)$$

Untuk $x = \frac{1}{2} L_v$, maka $y' = E_v$, maka :

$$E_v = \frac{(g_2 - g_1) \cdot l_v}{800} \quad (\text{m}) \quad \dots\dots\dots(26)$$

Menentukan perbedaan aljabar landai :

$$A = [g_2 - g_1] \quad (\text{m}) \quad \dots\dots\dots(27)$$

Dimana :

x = jarak horizontal dari titik PLV ke titik yang ditinjau (m)

y' = besarnya penyimpangan (jarak vertikal) antara garis kemiringan dengan lengkungan (m).

g_1, g_2 = besar kelandaian (kenaikan/penurunan) (%).

L_v = panjang lengkung vertikal (m).

A = perbedaan landai (%)

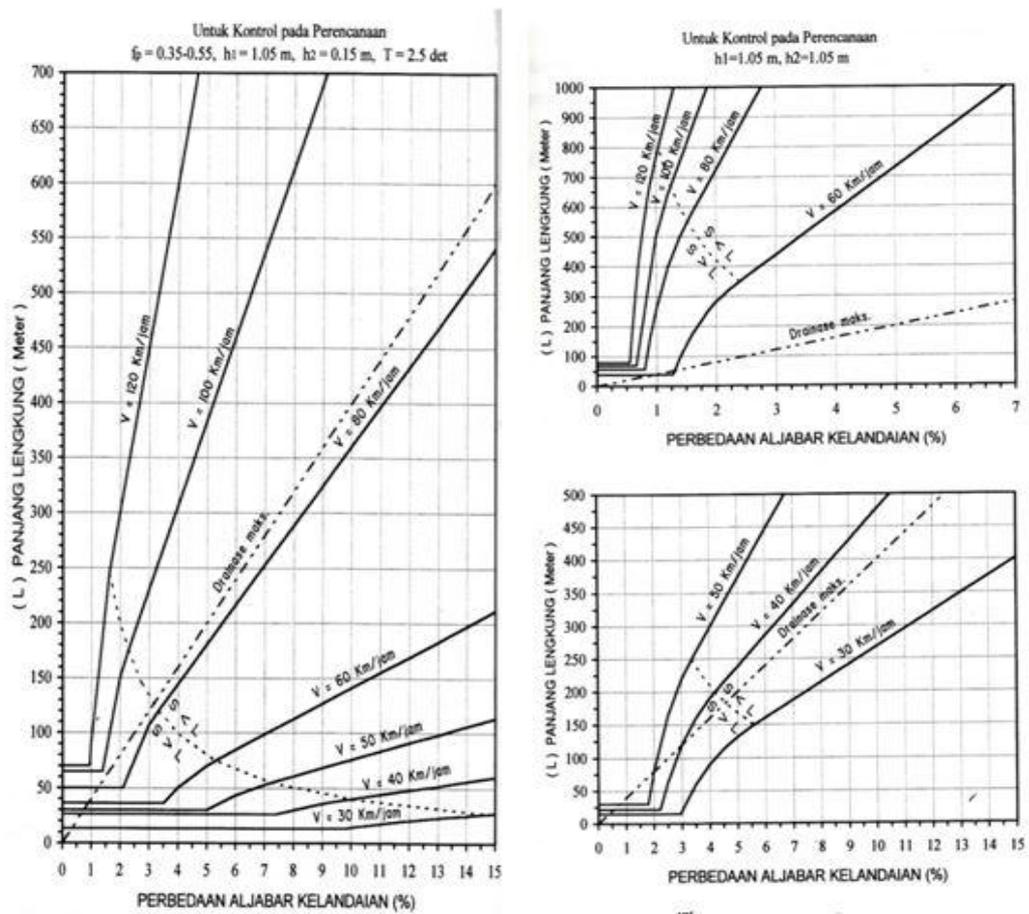
Ketentuan tinggi menurut Bina Marga, untuk lengkung vertikal, sbb:

Jarak Pandang	h1 (m) tinggi mata pengemudi	h2 (m) tinggi objek
Henti (Jh)	1.05	0.15
Mendahului (Jd)	1.05	1.05

Lengkung vertikal terdiri dari dua jenis, yaitu :

a. Lengkung vertikal cembung

yaitu bila titik perpotongan antara dua tangen (PPV) berada dipermukaan jalan atau diatas permukaan jalan.

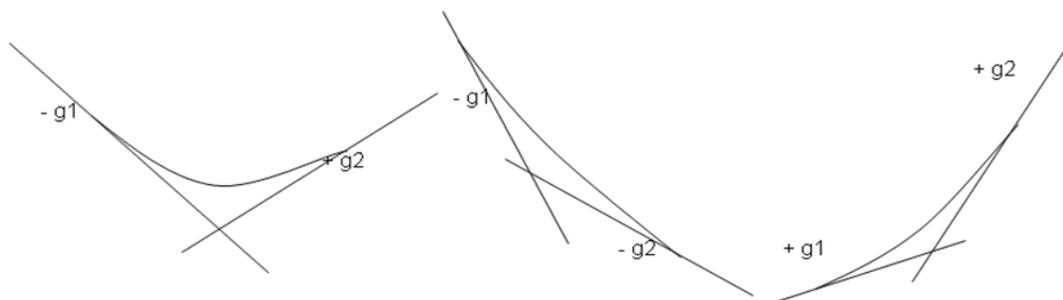


Gambar 2.12

Grafik untuk menentukan harga Lv pada lengkung vertikal cembung

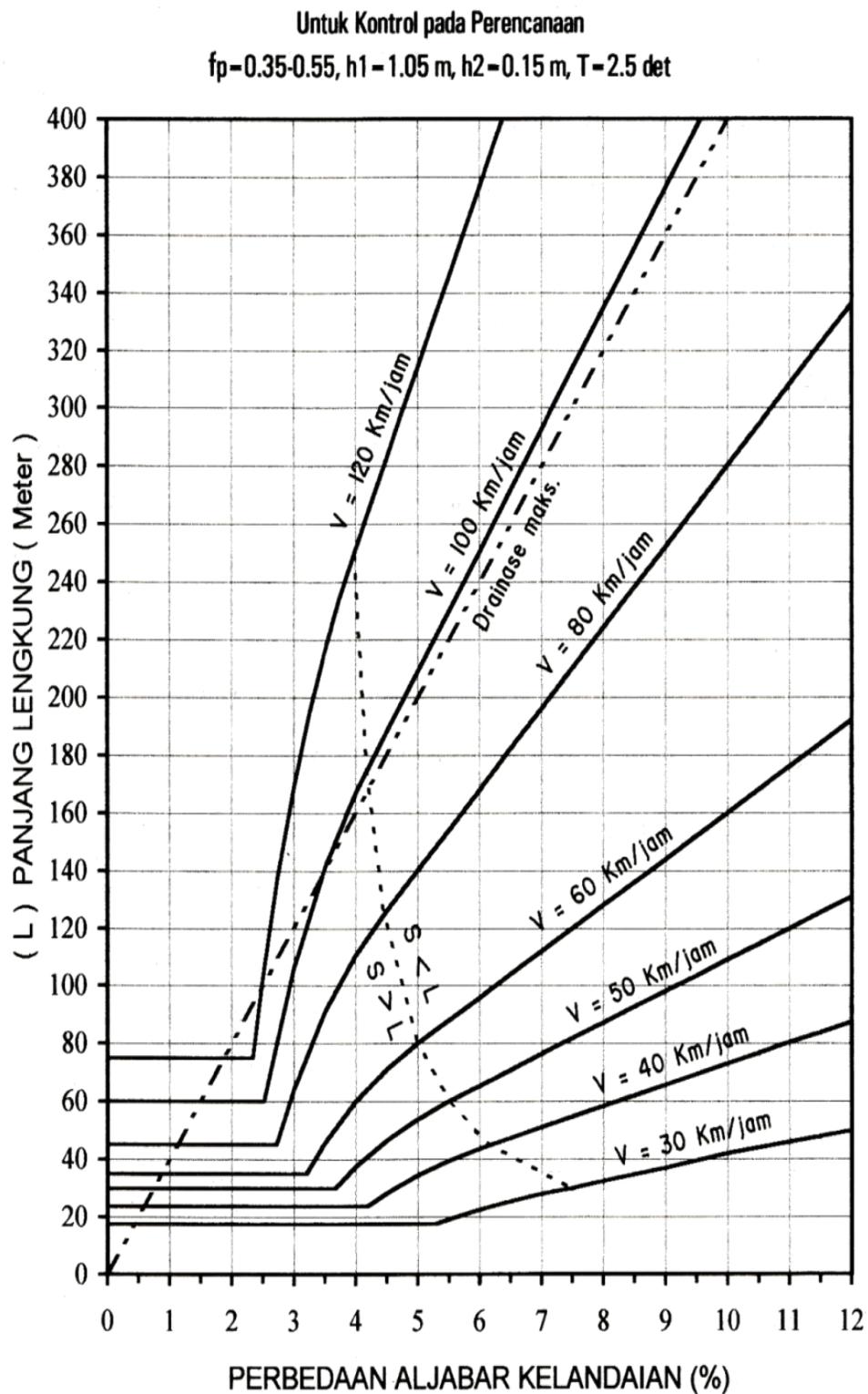
b. Lengkung vertikal cekung

yaitu bila titik perpotongan antara dua tangen (PPV) berada di bawah permukaan jalan.



Gambar 2.13

Lengkung Vertikal Cekung



Gambar 2.14

Grafik untuk menentukan harga L_v pada lengkung vertikal cekung

2.6 Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

Untuk alasan ekonomis, maka dalam merencanakan suatu ruas jalan raya diusahakan agar pada pekerjaan tanah dasar volume galian seimbang dengan volume timbunan. Hal ini bertujuan agar jumlah kebutuhan tanah timbunan dapat dipenuhi oleh tanah dari hasil galian yang ada dilokasi tersebut. Namun perlu diingat bahwa asumsi demikian hanya berlaku apabila kualitas tanahnya memenuhi kriteria yang disyaratkan.

Dengan mengkombinasikan alinemen horizontal dan alinemen vertikal, yang dilengkapi dengan bentuk penampang melintang jalan yang direncanakan, memungkinkan kita untuk menghitung besarnya 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 dan/atau timbunannya. Perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan alat planimetri atau dengan cara membagi-bagi setiap penampang menjadi bentuk-bentuk bangun sederhana, misalnya bangun segitiga, segi empat dan trapesium, kemudian dijumlahkan.

Perlu diketahui bahwa perhitungan volume galian dan timbunan ini dilakukan secara pendekatan. Semakin kecil jarak antar Sta, maka harga volume galian dan juga timbunan 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 pada waktu pelaksanaan lapangan nantinya. Pekerjaan tanah yang terlalu besar akan berdampak terhadap semakin mahalnya biaya pembuatan jalan yang direncanakan.

Oleh sebab itu, faktor-faktor yang perlu diperhatikan guna menghindari ketidak hematian tersebut perlu diperhatikan sejak dini. Faktor-faktor tersebut antara lain :

- a. Pengambilan data lapangan oleh surveyor harus seakurat mungkin dan didukung dengan peralatan yang berfungsi baik,

- b. Penuangan data lapangan kedalam bentuk gambar harus seakurat mungkin baik skala maupun ukuran yang digunakan
- c. Perhitungan luas penampang harus seteliti mungkin
- d. Penentuan jarak antar Sta harus sedemikian rupa sehingga informasi-informasi penting, seperti perubahan elevasi, dapat dideteksi dengan baik.

2.7 Perencanaan Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberi pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanan diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Lapisan perkerasan jalan adalah suatu struktur konstruksi yang terdiri dari lapisan – lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan – lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas yang berada di atasnya menyebar ke lapisan di bawahnya.

Beban lalu lintas yang bekerja di atas konstruksi perkerasan meliputi :

- a. Beban / gaya vertikal (berat kendaraan dan muatannya)
- b. Beban / gaya horizontal (gaya rem kendaraan)
- c. Getaran – getaran roda kendaraan

2.7.1 Jenis Konstruksi Perkerasan

Berdasarkan bahan pengikat yang digunakan untuk membentuk lapisan atas, perkerasan jalan akan dibedakan menjadi 3 (Sukirman, 2010, yaitu :

- a. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya.

- b. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

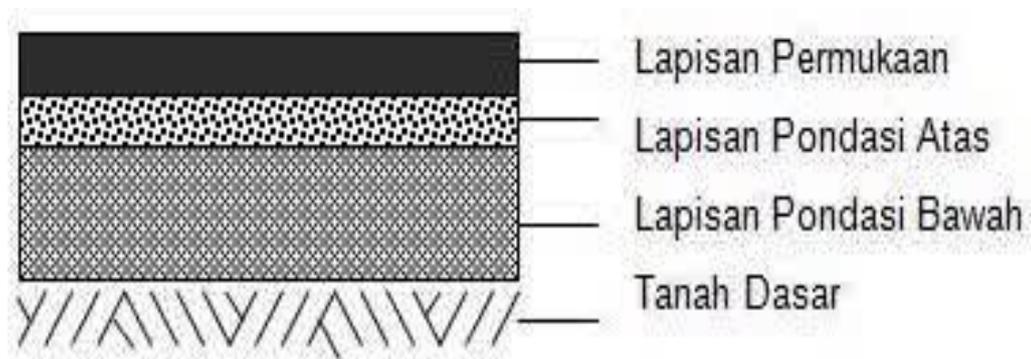
Yaitu pekerasan yang menggunakan semen *Portland*.

- c. Perkerasan Komposit (*Composte Pavement*)

Yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur.

2.7.2 Perkerasan Lentur

Perkerasan Lentur yaitu suatu perkerasan yang menggunakan bahan campuran aspal dan agregat atau bahan-bahan yang bersifat tidak kaku atau lentur. Pada umumnya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai dengan sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak dibawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap.



Gambar 2.15

Struktur Perkerasan Lentur (Sukirman, 2010)

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 di atasnya.

Struktur perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan – lapisan yang semakin ke bawah memiliki daya dukung yang semakin kecil. Lapisan – lapisan tersebut adalah (Sukirman, 2010) :

a. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan merupakan lapis paling atas dari struktur perkerasan jalan, yang fungsi utamanya sebagai :

- 1) Lapis penahan beban vertikal dari kendaraan, oleh karena itu lapisan harus memiliki stabilitas tinggi selama masa pelayanan.
- 2) Lapis aus (*wearing course*) karena menerima gesekan dan getaran roda dari kendaraan yang mengerem.

- 3) Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atas lapis permukaan tidak meresap ke lapisan di bawahnya.
- 4) Lapis yang menyebarkan beban ke lapis pondasi.

Lapis perkerasan lentur menggunakan bahan pengikat aspal menghasilkan lapis yang kedap air, berstabilitas tinggi, dan memiliki daya tahan selama masa pelayanan. Namun demikian, akibat kontak langsung dengan roda kendaraan, hujan, dingin, dan panas, lapis paling atas cepat menjadi aus dan rusak, sehingga disebut lapis aus.

Dengan demikian lapisan permukaan dapat dibedakan menjadi :

- 1) Lapis aus (*wearing course*), merupakan lapis permukaan yang kontak dengan roda kendaraan dan perubahan cuaca.
- 2) Lapis permukaan antara (*binder course*), merupakan lapis permukaan yang terletak di bawah lapis aus dan di atas lapis pondasi.

Berbagai jenis lapis permukaan yang umum digunakan di Indonesia adalah :

- 1) Laburan aspal
- 2) Lapis tipis aspal pasir (Latasir)
- 3) Lapis tipis beton aspal (Lataston)
- 4) Lapis beton aspal (Laston)
- 5) Lapis penetrasi macadam (Lapen)
- 6) Lapis asbuton agregat (Lasbutag)

b. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas (*base course*). Jika tidak digunakan lapis pondasi bawah, maka lapis pondasi atas diletakkan langsung di atas permukaan tanah dasar.

Lapis pondasi atas berfungsi sebagai :

- 1) Bagian struktur perkerasan yang menahan gaya vertikal dari beban kendaraan dan disebarkan ke lapis di bawahnya.

- 2) Lapis peresap untuk lapis pondasi bawah.
- 3) Bantalan atau perletakan lapis permukaan.

Material yang digunakan untuk lapis pondasi adalah material yang cukup kuat dan awet sesuai syarat teknik dalam spesifikasi pekerjaan. Lapis pondasi dapat dipilih lapis berbutir tanpa pengikat atau lapis dengan sebagai pengikat.

Berbagai jenis aspal yang umum digunakan di Indonesia adalah :

- 1) Laston lapis pondasi (*asphalt concrete base = AC – Base*)
- 2) Lasbutag lapis pondasi
- 3) Lapis penetrasi macadam (lapen)
- 4) Apis pondasi agregat
- 5) Lapis pondasi tanah semen
- 6) Lapis pondasi agregat semen (LFAS)

c. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis pondasi bawah merupakan lapis perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi dan tanah dasar.

Lapis pondasi bawah berfungsi sebagai :

- 1) Bagian dari struktur perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban kendaraan ke lapis tanah dasar.
- 2) Efisiensi penggunaan material yang relatif murah, agar lapis di atasnya dapat dikurangi tebalnya.
- 3) Lapis peresap, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- 4) Lapis pertama, agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan lancar, sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca. Atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda alat berat.
- 5) Lapis *filter* untuk mencegah partikel – partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi.

d. Lapis Tanah Dasar (*Subgrade Course*)

Tanah dasar atau tanah asli adalah permukaan tanah semula sebelum dilakukan pelaksanaan galian dan timbunan yang merupakan perletakan bagian – bagian perkerasan lainnya.

Berdasarkan elevasi muka tanah dimana struktur perkerasan jalan diletakkan, lapis tanah dasar dibedakan menjadi :

- 1) Lapis tanah dasar asli adalah tanah dasar yang merupakan muka tanah asli di lokasi jalan tersebut.
- 2) Lapis tanah dasar tanah urug atau tanah timbunan adalah lapis tanah dasar yang lokasinya terletak di atas muka tanah asli.
- 3) Lapis tanah dasar tanah galian adalah lapis tanah dasar yang lokasinya terletak di bawah muka tanah asli.

Keuntungan menggunakan perkerasan lentur yaitu (Sukirman, 2010) :

- 1) Dapat digunakan pada daerah dengan penurunan (*differential statement*) terbatas.
- 2) Mudah diperbaiki.
- 3) Tambahan lapisan perkerasan dapat dilakukan kapan saja.
- 4) Memiliki tahanan geser yang yang baik.
- 5) Warna perkerasan memberikan kesan tidak silau bagi pemakai jalan.
- 6) Dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas atau kurangnya data untuk perencanaan.

Selain keuntungan, terdapat juga kerugian dalam menggunakan perkerasan lentur yaitu (Sukirman, 2010) :

- 1) Tebal total struktur perkerasan lebih tebal daripada perkerasan kaku.
- 2) Kelenturan dan sifat kohesi berkurang selama masa pelayanan.
- 3) Frekuensi pemeliharaan lebih sering daripada menggunakan perkerasan kaku.
- 4) Tidak baik digunakan jika sering tergenang air.
- 5) Membutuhkan agregat yang lebih banyak.

2.7.3 Kriteria Konstruksi Perkerasan Jalan

Konstruksi perkerasan jalan harus dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan. Oleh karena itu harus dipenuhi syarat sebagai berikut (Sukirman, 1995) :

a. Syarat untuk lalu lintas

- 1) Permukaan harus rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang.
- 2) Permukaan cukup kaku, tidak mudah mengalami deformasi akibat beban yang bekerja.
- 3) Permukaan cukup memiliki kekesatan sehingga mampu memberikan tahanan gesek yang baik antara ban dan permukaan jalan.
- 4) Permukaan jalan tidak mengkilap (tidak menyilaukan jika terkena sinar matahari)

b. Syarat kekuatan struktural

- 1) Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
- 2) Kedap terhadap air sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan di bawahnya.
- 3) Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang ada di permukaan jalan dapat cepat dialirkan.
- 4) Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi permanen.

2.8 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Pt T-01-2002-B

Metode Pt T-01-2002-B mengacu kepada metode AASHTO 1993. Bagan alir perencanaan tebal perkerasan sama dengan bagan alir perencanaan tebal perkerasan dengan metode AASHTO 1993. Hampir keseluruhan tabel yang digunakan pada metode Pt T-01-2002-B merupakan adopsi identik dengan metode AASHTO 1993. Metode AASHTO 1993 sendiri adalah salah satu metoda perencanaan untuk tebal perkerasan jalan yang sering digunakan di Indonesia.

Metode ini dikembangkan pertama kali oleh *American Association of State Highway Official* (AASHO). AASHO berdiri pada November 1914 dan karena

perkembangan yang terjadi dalam dunia transportasi, maka pada tahun 1973 AASHO berubah menjadi *American Association of State Highway Official* (AASHTO).

Metode ini sudah dipakai secara umum di seluruh dunia untuk perencanaan serta diadopsi sebagai standar perencanaan di berbagai negara. Metode AASHTO 1993 ini pada dasarnya adalah metoda perencanaan yang didasarkan pada metoda empiris.

2.8.1 Parameter – parameter Metode Pt T-01-2002-B

Adapun parameter – parameter yang ada dalam merencanakan tebal suatu perkerasan menggunakan metode Pt T-01-2002-B adalah sebagai berikut :

a. Repetisi beban lalu lintas

Dalam metode Pt T-01-2002-B ini beban lalu lintas yang dipakai mengacu pada metode AASTHO 1993 yaitu dinyatakan dalam repetisi lintasan sumbu standar selama umur rencana (W_{18}).

$$W_{18} = \sum LHR_i \times E_i \times D_A \times D_L \times 365 \times N \dots \dots \dots (28)$$

$$W_{18} = 365 \times D_L \times W_{18} \dots \dots \dots (29)$$

$$W_{18} = \sum_i^n BS_i LEF_i \dots \dots \dots (30)$$

Keterangan :

W_{18} = repetisi beban lalu lintas selama umur rencana (iss/umur rencana/lajur rencana).

LHR = Lalu lintas Harian Rata – rata (kendaraan/hari/2 arah).

W_{18} = akumulasi beban sumbu standar kumulatif per hari.

LEF = angka ekivalen jenis kendaraan i.

D_A = faktor distribusi arah, digunakan untuk menunjukkan distribusi ke masing masing arah.

D_L = faktor distribusi lajur, digunakan untuk menunjukkan distribusi kendaraan ke lajur rencana.

365 = jumlah hari dalam satu tahun.

N = faktor umur rencana.

b. Umur rencana

Umur rencana dinyatakan sebagai faktor umur rencana yaitu angka yang dipergunakan untuk menghitung repetisi lalu lintas selama umur rencana dari awal umur rencana.

$$N = \frac{[(1+g)^{UR} - 1]}{g} \dots\dots\dots(31)$$

Dimana :

UR = umur rencana

g = pertumbuhan lalu lintas per tahun (% tahun)

c. Koefisien distribusi kendaraan per lajur rencana (D_L)

Faktor distribusi lajur ditentukan jumlah lajur dan lajur rencana. Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas darisuatu ruas jalan yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan sesuai tabel 2.11.

Tabel 2.11
Faktor Distribusi Lajur (D_D)

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

(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2012)

Dan faktor distribusi lajur dapat ditentukan dari tabel 2.12.

Tabel 2.12
Faktor Distribusi Lajur (D_D)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,600	0,500	0,700	0,500
3	0,400	0,400	0,500	0,475
4	0,300	0,300	0,400	0,450
5	–	0,250	–	0,425
6	–	0,200	–	0,400

(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2012)

d. Faktor distribusi arah (D_A)

Digunakan untuk menunjukkan distribusi ke masing – masing arah. Jika data lalu lintas yang digunakan adalah satu arah, maka $D_A = 1$. Jika volume lalu lintas yang tersedia dalam dua arah, D_A berkisar antara 0,3 – 0,7. Untuk perencanaan umumnya D_A diambil sama dengan 0,5.

e. Beban sumbu dan konfigurasi beban sumbu

Lalu lintas yang digunakan untuk perancangan tebal perkerasan lentur dalam pedoman ini adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban sumbu standar kumulatif pada lajur rencana selama setahun (W_{18}) dengan besaran kenaikan lalu lintas (*traffic growth*). Secara numerik rumusan lalu lintas kumulatif ini adalah sebagai berikut :

$$W_t = W_{18} = W_{18} \frac{[(1+g)^{UK}-1]}{g} \dots\dots\dots(32)$$

Keterangan :

$W_t = W_{18}$ = jumlah beban sumbu tunggal standar kumulatif pada lajur rencana

f. Faktor ekivalen beban sumbu kendaraan (LEF)

Faktor ekvivalen beban sumbu kendaraan (*Load Equivalency Factor*, LEF) setiap kelas kendaraan adaah sesuai dengan beban sumbu setiap kelas kendaraan, yaitu konfigurasi sumbu tunggal, sumbu ganda (tandem), dan sumbu tiga (*triple*).

$$LEF = 1 / \left(\frac{W_{18}}{W_{tx}} \right) \dots\dots\dots(33)$$

$$\frac{W_x}{W_{18}} = \left[\frac{L_{18} + L_{2x}}{L_x + L_{2x}} \right]^{4,79} \left[\frac{10^{G/B_{18}}}{10^{G/B_x}} \right] [L_{2x}]^{4,33} \dots\dots\dots(34)$$

$$\beta_x = 0,40 + \frac{0,08(L_x + L_{2x})^{8,28}}{(SN+1)^{5,19} L_{2x}^{8,28}} \dots\dots\dots(35)$$

$$G = \frac{IP_o - IP_t}{4,2 - IP_f} \dots\dots\dots(36)$$

Dimana :

W_x = angka beban sumbu x pada akhir waktu t

W_{18} = angka 18 – kip (80k Kn) beban sumbu tunggal untuk waktu t

L_x = beban dalam kip pada satu sumbu tunggal ayau pada sumbu ganda (tandem) atau satu sumbu *triple*

L_{2x} = kode beban (1 untuk sumbu tunggal, 2 untuk sumbu tandem dan 3 untuk sumbu *triple*)

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

β_x = faktor desain dan variasi beban sumbu

G = faktor perbandingan kehilangan tingkat pelayanan

Faktor angka ekivalen untuk konfigurasi sumbu lainnya ditentukan dengan mempergunakan tabel angka ekivalen yang dikeluarkan AASTHO 1993.

g. *Structural Number* (SN)

SN adalah angka yang menunjukkan jumlah tebal lapis perkerasan yang telah disetarakan kemampuannya sebagai bagian kinerja jalan.

SN digunakan untuk menentukan tebal lapis perkerasan jalan yang dapat ditentukan dengan nomogram yang dikeluarkan AASTHO 1993 atau dapat dicari dengan rumus :

$$\begin{aligned} \log(W_{18}) = & Z_R \times S_o + 9,36 \times \log(SN + 1) - 20 + \frac{\log\left[\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5}\right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} \\ & + 2,32 \times \log(M_R) - 8,07 \dots\dots\dots(37) \end{aligned}$$

Keterangan :

W_{18} = repetisi beban lalu lintas selama umur rencana (iss/umur rencana/lajur rencana)

Z_R = simpangan baku normal

S_o = deviasi standar keseluruhan, bernilai antara 0,4 – 0,5

SN = structural number, angka struktural relatif perkerasan (inci)

ΔPSI = perbedaan serviceability index di awal dan akhir umur rencana

MR = modulus resilient tanah dasar (psi)

SN asumsi digunakan untuk menentukan angka ekivalen (E), dan jika SN yang telah dicari dengan rumus 2.39 atau dengan nomogram tidak sama dengan SN yang dicari dengan rumus 2.40, maka penentuan angka ekivalen harus diulang kembali dengan menggunakan SN baru.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3 \dots\dots\dots(38)$$

Keterangan :

SN = *Structural Number*, angka struktural relatif perkerasan (inci)

a_1 = koefisien kekuatan relatif lapis permukaan

a_2 = koefisien kekuatan relatif lapis pondasi

a_3 = koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah

D_1 = tebal lapis permukaan (inci)

D_2 = tebal lapis pondasi (inci)

D_3 = tebal lapis pondasi bawah (inci)

$M_{2,3}$ = koefisien drainase untuk lapis pondasi dan pondasi bawah

h. Indeks Permukaan (*Serviceability Index*)

Indeks permukaan digunakan untuk menyatakan kinerja struktur perkerasan jalan dalam menerima beban untuk melayani arus lalu lintas selama umur rencana dan kondisi kinerja di akhir umur rencana.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada awal umur rencana (IP_o) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan pada awal umur rencana sesuai dengan tabel 2.13.

Tabel 2.13
Indeks Permukaan (IP_o)

Jenis Lapis Permukaan	IP_o	<i>Roughness</i> (IRI, m/km)
Laston	≥ 4	$\leq 1,0$
	3,9 – 3,5	$\geq 1,0$
Lasbutag	3,9 – 3,5	$\geq 2,0$
	3,4 – 3,0	$\geq 2,0$
Lapen	3,4 – 3,0	$\geq 3,0$
	2,9 – 2,5	$\geq 3,0$

(Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002)

Dan dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana (IP_t) perlu diperhatikan kinerja struktur perkerasan di akhir umur rencana. Nilai IP_t dapat dilihat pada tabel 2.14.

Tabel 2.14
Indeks Permukaan (IP_t)

Klasifikasi Jalan			
Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
1,0 – 1,5	1,5	1,50 – 2,0	–
1,5	1,5 – 2,0	2,0	–
1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	–
–	2,0 – 2,5	2,5	2,5

(Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2002)

i. Reliabilitas (R)

Reliabilitas adalah tingkat kepastian bahwa struktur perkerasan mampu melayani arus lalu lintas selama umur rencana sesuai dengan proses penurunan kinerja struktur perkerasan yang dinyatakan dengan *serviceability* yang direncanakan. Kemungkinan bahwa jenis kerusakan tertentu atau kombinasi jenis kerusakan pada

struktur perkerasan akan tetap lebih rendah atau dalam rentang yang diizinkan selama umur rencana. Lengkung distribusi normal menggambarkan hubungan antara frekuensi dicapainya p_t pada repetisi beban lalu lintas tertentu. Reliabilitas digunakan untuk mengalikan repetisi beban lalu lintas yang diperkirakan selama umur rencana dengan faktor reliabilitas (F_R) ≤ 1 . Efek adanya faktor reliabilitas dalam perencanaan adalah meningkatkan ESAL yang digunakan untuk merencanakan tebal perkerasan jalan.

$$F_R = 10^{-Z_R(S_o)} \dots\dots\dots(39)$$

Keterangan :

F_R = faktor reliabilitas

S_o = deviasi standar keseluruhan dari distribusi normal sehubungan dengan kesalahan yang terjadi pada perkiraan lalu lintas kinerja perkerasan, antara 0,35 – 0,45

Z_R = Z – statistik (sehubungan dengan lengkung normal)

Untuk menentukan nilai reliabilitas (R) dapat kita ambil dari tabel 2.15.

Tabel 2.15

Nilai Reliabilitas (R) Sesuai Fungsi Jalan

Fungsi jalan	Rekomendasi	
	Urban	Rural
Bebas Hambatan	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

(Sumber : Sukirman, 2010)

Hubungan nilai reliabilitas (R), S_o , dan Z_R dapat dilihat dari tabel 2.16. Dari tabel ini nilai F_R dapat langsung diketahui.

Tabel 2.16

Nilai Reliabilitas, Z_R , dan S_o

Reliabilitas (%)	Standard Normal Deviate (Z_R)
50	0,00

60	- 0,25
70	- 0,52
75	- 0,67
80	- 0,84
85	- 1,04
90	- 1,28
91	- 1,34
92	- 1,41
93	- 1,48
94	- 1,56
95	- 1,65
96	- 1,75
97	- 1,88
98	- 2,05
99	- 2,33
99,9	- 3,09
100	- 3,75

(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2012)

j. Modulus *Resilient* (M_R)

Modulus *Resilient* adalah perbandingan antara nilai *deviator stress*, yang menggambarkan repetisi beban roda dan *recobale strain*. Nilai M_R dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kadar air, derajat kejenuhan, kepadatan, temperatur, jumlah butir halus dan gradasi. Setelah nilai CBR telah dihitung dengan menggunakan rumus 2.3 maka nilai M_R dapat dihitung.

$$M_R = 1500 \times CBR \dots \dots \dots (40)$$

Keterangan :

M_R = Modulus *Resilient* (psi)

CBR = nilai CBR_{segmen} (%)

k. Koefisien Drainase

Koefisien drainase adalah faktor yang digunakan untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif sebagai fungsi yang menyatakan seberapa baiknya struktur perkerasan dapat mengatasi pengaruh negatif masuknya air ke dalam struktur perkerasan. Untuk perencanaan tebal perkerasan jalan, kualitas drainase ditentukan berdasarkan kemampuan menghilangkan air dari struktur perkerasan.

Tabel 2.17

Kelompok Kualitas Drainase

Kualitas Drainase	Air hilang dalam
Baik Sekali	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Jelek	1 bulan
Jelek Sekali	Air tidak mengalir

(Sumber : Sukirman, 2010)

Pengaruh kualitas drainase dalam proses perencanaan tebal lapisan perkerasan dinyatakan dengan menggunakan koefisien drainase (m).

Tabel 2.18

Koefisien Drainase

Kualitas Drainase	Persen pada saat struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1%	1 – 5%	5 – 25%	> 25%
Baik sekali	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Baik	1,40 – 1,36	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Sedang	1,40 – 1,37	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Jelek	1,40 – 1,38	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Jelek sekali	1,40 – 1,39	0,90 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

(Sumber : Sukirman, 2010)

1. Koefisien kekuatan relatif

Koefisien kekuatan relatif adalah angka penyetaraan berbagai jenis lapis perkerasan yang dipengaruhi oleh mutu dari jenis lapisan yang dipilih. Koefisien kekuatan relatif lapis permukaan ditentukan dengan menggunakan tabel 2.19 berdasarkan nilai modulus elastisitas, E_{AC} (psi) beton aspal.

Tabel 2.19
Tebal Minimum Lapis Perkerasan

Jenis Bahan	Koefisien Kekuatan Relatif		
	a ₁	a ₂	a ₃
1. Lapis Permukaan			
Laston Modifikasi ¹			
– Lapis Aus Modifikasi	0,414		
– Lapis Antara Modifikasi	0,360		
Laston			
– Lapis Aus	0,400		
– Lapis Antara	0,344		
Lataston			
– Lapis Aus	0,350		
2. Lapis Pondasi			
Lapis Pondasi Laston Modifikasi		0,305	
Lapis Pondasi Laston		0,290	
Lapis Pondasi Lataston			
Lapis Pondasi LAPEN		0,190	
CMRFB (<i>Cold Mix Recycling Foam Bitumen</i>)		0,270	
Beton Padat Giling (BPG/RCC)		0,230	
CTB (<i>Cement Treated Base</i>)		0,210	
CTSB (<i>Cement Treated Subbase</i>)		0,170	
CTRB (<i>Cement Treated Recycling Base</i>)		0,170	
CTRSB (<i>Cement Treated Recycling Subbase</i>)		0,160	
Tanah Semen		0,145	
Tanah Kapur		0,135	
Agregat Kelas A			
3. Lapis Pondasi Bawah			
Agregat Kelas B			0,125
Agregat Kelas C			0,112
Konstruksi Telford			
– Pemasangan Mekanis			0,104
– Pemasangan Manual			0,074
Material Pilihan (<i>Selected Material</i>)			0,080

(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2012)

m. Tebal minimum setiap lapisan

Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi, dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perancangan yang tidak praktis. Pada tabel 2.20 disajikan tebal minimum untuk lapis permukaan, lapis pondasi dan lapis pondasi bawah.

Tabel 2.20

Tebal Minimum Lapis Perkerasan

Jenis Bahan	Tebal Minimum	
	(inci)	(cm)
4. Lapis Permukaan		
Laston Modifikasi ¹		
– Lapis Aus Modifikasi	1,6	4,0
– Lapis Antara Modifikasi	2,4	6,0
Laston		
– Lapis Aus	1,6	4,0
– Lapis Antara	2,4	6,0
Lataston		
– Lapis Aus	1,2	3,0
5. Lapis Pondasi		
Lapis Pondasi Laston Modifikasi	2,9	7,5
Lapis Pondasi Laston	2,9	7,5
Lapis Pondasi Lataston	1,4	3,5
Lapis Pondasi LAPEN	2,5	6,5
Agregat Kelas A	4,0	10
CMRFB (<i>Cold Mix Recycling Foam Bitumen</i>)	6,0	15
Beton Padat Giling (BPG/RCC)	6,0	15
CTB (<i>Cement Treated Base</i>)	6,0	15
CTSB (<i>Cement Treated Subbase</i>)	6,0	15
CTRB (<i>Cement Treated Recycling Base</i>)	6,0	15
CTRSB (<i>Cement Treated Recycling Subbase</i>)	6,0	15
Beton Kurus (CBK) atau <i>Lean – Mix Concrete</i> (LC)	6,0	15
Tanah Semen	6,0	15
Tanah Kapur	6,0	15
6. Lapis Pondasi Bawah		15
Agregat Kelas B	6,0	15
Agregat Kelas C	6,0	15
Konstruksi Telford	6,0	15
Material Pilihan (<i>Selected Material</i>)	6,0	15

(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2012)

Untuk menentukan tebal minimum masing – masing perkerasan digunakan rumus (41) sampai dengan (46).

$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \dots\dots\dots(41)$$

$$D^*_1 = a_1 D_1 \geq SN_1 \dots\dots\dots(42)$$

$$D^*_2 \geq \frac{SN_2 - SN^*_1}{a_2 m_2} \dots\dots\dots(43)$$

$$D^*_2 = a_2 D_2 m_2 \dots\dots\dots(44)$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2 \dots\dots\dots(45)$$

$$D^*_3 \geq \frac{SN_3 - (SN^*_1 + SN^*_2)}{a_3 m_3} \dots\dots\dots(46)$$

2.8.2 Langkah – langkah Perencanaan Tebal Perkerasan

Metode Pt T-01-2002-B adalah sebagai berikut :

- a. Tetapkan umur rencana perkerasan dan jumlah lajur lalu lintas yang akan dibangun.
- b. Tetapkan indeks pelayanan akhir (IP_t) dan susunan struktur perkerasan rancangan yang diinginkan.
- c. Hitung CBR tanah dasar yang mewakili segmen, kemudian hitung modulus reaksi tanah dasar efektif (MR) dengan menggunakan persamaan 1 atau 2.
- d. Hitung lalu lintas rencana seama 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 (IP_t) 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 struktural 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 struktural lapisan yang lain dapat ditentukan.

2.9 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda dimasing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

Dalam menyusun anggaran biaya dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Membuat Daftar Harga Satuan Bahan dan Upah

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

b. Analisa satuan harga pekerjaan

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

c. Perhitungan volume pekerjaan

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

d. Rekapitulasi biaya

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