

BAB II STUDI PUSTAKA

Studi Pustaka adalah suatu pembahasan yang berdasarkan bahan baku referensi yang bertujuan untuk memperkuat materi pembahasan maupun sebagai dasar untuk menggunakan rumus-rumus tertentu dalam desain suatu struktur. Guna memecahkan masalah yang ada baik untuk menganalisa faktor dan data pendukung maupun untuk merencanakan konstruksi yang menyangkut perhitungan teknis maupun analisa tanah.pada bagian ini kami menguraikan secara global rumus-rumus yang akan digunakan untuk pemecahan masalah.

Untuk memberikan gambaran terhadap proses perencanaan,maka diuraikan studi pustaka sebagai berikut:

1. Apek Karakteristik Jalan
2. Aspek Karakteristik Lalu Lintas
3. Aspek Topografi
4. Aspek Penyelidikan Tanah
5. Aspek Hidrologi
6. Aspek Struktur *Fly Over*

2.1. ASPEK KARAKTERISTIK JALAN

2.1.1 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi fungsional seperti dijabarkan dalam peraturan pemerintah No.26 tahun 1985 pasal 4 dan 5, (Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan, 1992) dibagi dalam dua sistem jaringan yaitu :

1. Sistem jaringan jalan primer

Sistem jaringan jalan primer disusun mengikuti ketentuan peraturan tata ruang dan struktur pengembangan wilayah tingkat nasional,yang menghubungkan simpul-simpul jasa distribusi sebagai berikut :

- Dalam kesatuan wilayah pengembangan menghubungkan secara menerus kota jenjang kesatu, kota jenjang kedua, kota jenjang ketiga, dan kota jenjang dibawahnya.
- Menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kesatu antara satuan wilayah pengembangan.

Fungsi jalan dalam sistem jaringan primer dibedakan sebagai berikut :

a. Jalan arteri primer

Jalan arteri primer menghubungkan kota jenjang kesatu yang terletak berdampingan atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.

Persyaratan jalan arteri primer adalah :

- Kecepatan rencana minimal 60 km/jam
- Lebar badan jalan minimal 8 meter
- Kapasitas lebih besar dari pada volume lalu-lintas rata-rata
- Lalulintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalulintas ulang alik, lalu lintas local dan kegiatan lokal
- Jalan masuk dibatasi secara efisien
- Jalan persimpangan dengan pengaturan tertentu tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan.
- Tidak terputus walaupun memasuki kota
- Persyaratan teknis jalan masuk ditetapkan oleh menteri

b. Jalan kolektor primer

Jalan kolektor primer menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga.

Persyaratan jalan kolektor primer adalah :

- Kecepatan rencana minimal 40 km/jam
- Lebar badan jalan minimal 7 meter

- Kapasitas sama dengan atau lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata
- Jalan masuk dibatasi, direncanakan sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan
- Tidak terputus walaupun masuk kota

c. Jalan lokal primer

Jalan lokal primer menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan persil atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan dibawahnya, kota jenjang ketiga dengan persil atau dibawah kota jenjang ketiga sampai persil.

Persyaratan jalan lokal primer adalah :

- Kecepatan rencana minimal 20 km/jam
- Lebar jalan minimal 6 meter
- Tidak terputus walaupun melewati desa

2. Sistem jaringan jalan sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder disusun mengikuti ketentuan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan-kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua dan seterusnya sampai perumahan.

Fungsi jalan dalam sistem jaringan jalan sekunder dibedakan sebagai berikut :

a. Jalan arteri sekunder

Jalan arteri sekunder menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

Berikut persyaratan jalan arteri sekunder

- Kecepatan rencana minimal 30 km/jam
- Lebar badan jalan minimal 8 meter
- Kapasitas sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata

- Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat
- Persimpangan dengan pengaturan tertentu, tidak mengurangi kecepatan dan kapasitas jalan.

b. Jalan kolektor sekunder

Jalan kolektor sekunder menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.

Berikut persyaratan jalan kolektor sekunder

- Kecepatan rencana minimal 20 km/jam
- Lebar badan jalan minimal 7 meter

c. Jalan lokal sekunder

Jalan lokal sekunder menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, menghubungkan kawasan sekunder ketiga dengan kawasan perumahan dan seterusnya.

Berikut persyaratan jalan lokal sekunder :

- Kecepatan rencana minimal 10 km/jam
- Lebar badan jalan minimal 5 meter
- Persyaratan teknik diperuntukkan bagi kendaraan beroda tiga atau lebih
- Lebar badan jalan tidak diperuntukkan bagi kendaraan beroda tiga atau lebih, minimal 3.5 meter

2.1.2 Tipe Jalan

Tipe jalan ditentukan sebagai jumlah dari lajur dan arah pada suatu ruas jalan dimana masing-masing memiliki keadaan dasar (karakteristik geometrik) jalan yang digunakan untuk menentukan kecepatan arus bebas dan kapasitas jalan yang telah dibagi sebagai berikut :

1. Jalan Satu Arah (1-3/1)

- Lebar jalan 7 meter

- Lebar bahu paling sedikit 2 meter pada setiap sisi
 - Tanpa median
 - Hambatan samping rendah
 - Ukuran kota 1-3 juta penduduk
 - Digunakan pada alinyemen datar
2. Jalan dua jalur – dua arah (2/2 UD)
- Lebar jalan 7 meter
 - Lebar bahu paling sedikit 2 meter pada setiap sisi
 - Tanpa median
 - Pemisah arus lalu lintas adalah 50-50
 - Hambatan samping rendah
 - Ukuran kota 1-3 juta penduduk
 - Digunakan pada alinyemen datar
3. Jalan empat lajur-dua arah (4/2)
- a. Tanpa median (*undivided*)
- Lebar lajur 3.5 m (lebar lajur lalu lintas total 14 meter)
 - Jarak antara kerb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 meter dari rintangan jalan
 - Tanpa median
 - Pemisahan arus lalu lintas adalah 50-50
 - Hambatan samping rendah
 - Ukuran kota 1-3 juta penduduk
 - Digunakan pada alinyemen datar
- b. Dengan Median (*devided*)
- Lebar lajur 3.5 m (lebar jalur lalu lintas total 14 meter)
 - Jarak antara kerb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 meter dari rintangan jalan
 - Tanpa median

- Pemisahan arus lalu lintas adalah 50-50
 - Hambatan samping rendah
 - Ukuran kota 1-3 juta penduduk
 - Digunakan pada alinyemen datar
4. Jalan enam lajur-dua arah-dengan median
- Lebar lajur 3.5 m (lebar lalu lintas total 14,0 m)
 - Kerb (tanpa bahu)
 - Jarak antar penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 m
 - Median pemisah arus lalu lintas adalah 50-50

2.1.3 Hambatan Samping

Interaksi antara arus lalu lintas dan kegiatan di samping jalan yang berpengaruh pada kapasitas dan kinerja jalan. Hambatan samping yang berpengaruh diantaranya :

- Pejalan kaki \Rightarrow bobot = 0,5
- Angkutan umum dan kendaraan lain berhenti \Rightarrow bobot = 1,0
- Kendaraan lambat (missal, becak kereta kuda) \Rightarrow bobot = 0,4
- Kendaraan masuk dan keluar dari lahan di samping jalan \Rightarrow bobot = 0,7

Tingkat hambatan samping dikelompokkan dalam lima kelas dari sangat rendah sampai sangat tinggi sebagai fungsi dari frekuensi kejadian hambatan samping sepanjang segmen jalan yang diamati. Kelas hambatan samping dapat dilihat dari tabel di bawah ini :

Kelas hambatan samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200 m per jam (dua sisi)	Kondisi khusus
Sangat rendah			Daerah pemukiman. Jalan samping tersedia
Rendah			
Sedang	VL	< 100	Daerah pemukiman. Beberapa angkutan umum
Tinggi	L	100 – 299	
Sangat tinggi	M	300 – 499	Daerah industri, beberapa toko sisi jalan
	H	500 – 899	Daerah komersial, aktifitas sisi jalan tinggi
	VH	> 900	Daerah komersial, aktifitas pasar sisi jalan

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 2.1 Kelas Hambatan Samping Jalan Perkotaan

2.1.4 Aspek Geometrik

2.1.4.1 Perencanaan Trase

Untuk dapat merencanakan desain suatu jalan raya, sebagian besar karakteristik desain secara umum diperlihatkan metode pendekatan terhadap desain tersebut, yaitu standarisasi yang cukup luas dengan alasan-alasan yang tepat. Hal ini dapat diuraikan sebagai berikut :

- Keinginan untuk memenuhi standar minimal terhadap angka keamanan.
- Kesamaan syarat-syarat suatu situasi ke situasi lainnya.
- Untuk mendapatkan petunjuk terhadap aspek-aspek yang memerlukan pertimbangan.

Segi-segi desain yang utama sebuah jalan adalah lokasi dan penampang melintangnya. Lokasi sebagian ditentukan dengan alinyemen horisontal yaitu

posisi dalam bidang horisontal relatif terhadap koordinat sumbu. Alinyemen horisontal dikenal dengan nama situasi jalan atau trase jalan. Desain ini juga ditentukan oleh alinyemen vertikal, yaitu perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan melalui sumbu jalan atau melalui tepi jalan dan sering disebut dengan penampang memanjang jalan.

Tipe Alinyemen	Keterangan	Lengkung Vertikal Naik + Turun (m/km)	Lengkung Horisontal (rad/km)
F	Datar	< 10	< 1,0
R	Bukit	10 – 30	1,0 – 2,5
H	Gunung	> 30	> 2,5

Sumber : MKJI 1997

Tabel 2.2 Tipe Alinyemen

2.1.4.2 Alinyemen Horisontal

Alinyemen horisontal merupakan proyeksi sumbu jalan tegak lurus bidang horisontal yang terdiri dari susunan lurus (tangent) dan garis lengkung (busur, lingkaran, spiral). Bagian lengkung merupakan bagian yang perlu mendapatkan perhatian karena bagian tersebut dapat terjadi gaya sentrifugal yang cenderung melemparkan kendaraan keluar. Perencanaan alinyemen horisontal secara umum :

- Alinyemen dibuat selurus mungkin dengan tetap memperhatikan keamanan dan menghindari keadaan yang monoton.
- Alinyemen dibuat menurut garis tinggi topografis.
- Menghindari tikungan yang terlalu panjang
- Pada lengkung yang berdekatan, perbedaan jari-jari maksimum 1 : 1,5
- Hindarkan lengkung searah dengan tangen pendek
- Hindarkan tikungan berbalik secara mendadak.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan tikungan pada alinyemen horisontal:

1. Superelevasi

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang ditikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan rencana.

2. Jari-jari tikungan

Jari-jari tikungan minimum (R_{\min}) ditetapkan berikut :

$$(R_{\min}) = (V_R)^2 : 127 (e_{\max} + f_{\max})$$

Dimana :

R_{\min} = jari-jari tikungan minimum (m)

V_R = kecepatan rencana (km/jam)

e_{\max} = superelevasi maksimum (%)

f_{\max} = koefisien gesek maksimum

Secara praktis panjang jari-jari dapat dilihat pada tabel berikut :

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jari-jari minimum (m)	
	Jalan Tipe I	Jalan Tipe II
100	380	460
80	230	280
60	120	150
50	80	100
40	-	60
30	-	30
20	-	15

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan. 1992

Tabel 2.3 Panjang Jari-jari Minimum

3. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan. Lengkung peralihan berfungsi mengantisipasi perubahan gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan pada saat berjalan di tikungan secara berangsur-angsur.

Kecepatan Rencana (km/jam)	Panjang Minimum Lengkung Peralihan (m)
100	85
80	70
60	50
50	40
40	25
30	25
20	20

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan. 1992

Tabel 2.4 Panjang Minimum Lengkung Peralihan

Ada tiga macam tikungan pada perencanaan tikungan yaitu :

a. *Full Circle*

Batasan yang diperbolehkan oleh Bina Marga untuk menggunakan *full circle* adalah:

<i>Design Speed (km/jam)</i>	<i>Radius Circle (meter)</i>
120	> 2000
100	> 1500
80	> 1100
60	> 700
40	> 300
30	> 100

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan. 1992

Tabel 2.5 Batasan Desain Full Circle

Untuk radius dibawah harga –harga tersebut di atas, maka lengkung horisontal yang dipilih harus *spiral-circle-spiral*

Rumus yang digunakan :

$$Tc = Rc \times \tan (\Delta c/2)$$

$$Ec = Tc \times \tan (\Delta c/4)$$

$$Lc = \Delta c \times (2 \times \pi \times Rc) / 360$$

$$Ls \text{ min} = [0,022 \times V^3 / (R.C)] - (2,77 \times V \times k) / C$$

$$= 0,01774 \Delta c \times RC$$

Keterangan

α_1, α_2 = sudut jurusan tangen I dan II

Δc = sudut luar di PI

Tc = titik awal tikungan

PI = titik perpotongan tangen

Ct = titik akhir tikungan

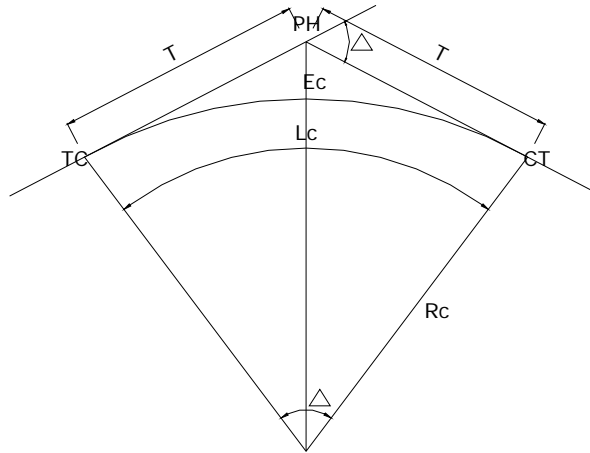
Cc = titik tengah busur lingkaran

R = sudut pusat lingkaran di O

O = titik pusat lingkaran

TC = panjang tangen (jarak Tc – PI atau jarak PI – Ct)

R_c = jari-jari lingkaran (jarak O - Tc atau ke Ct atau ke setiap busur lingkaran)



Gambar 2.1 Lengkung *Full Circle*

b. Spiral- Circle - Spiral

Tipe tikungan ini dan arah tangan ke arah *circle* memiliki spiral yang merupakan transisi dari bagian luar ke bagian *circle*, sehingga kemudian dikenal dengan istilah transisi *curve*. Fungsinya menjaga agar perubahan gaya sentrifugal yang timbul pada waktu kendaraan memasuki atau meninggalkan tikungan dapat terjadi secara berangsur-angsur, tidak mendadak. Disamping itu untuk mengadakan perubahan dari lereng jalan normal kemiringan superelevasi yang telah diperhitungkan secara berangsur-angsur sesuai dengan gaya sentrifugal yang timbul.

Rumus yang digunakan :

$$T_s = [(R_c + p) \times \tan (\Delta / 2)] + k$$

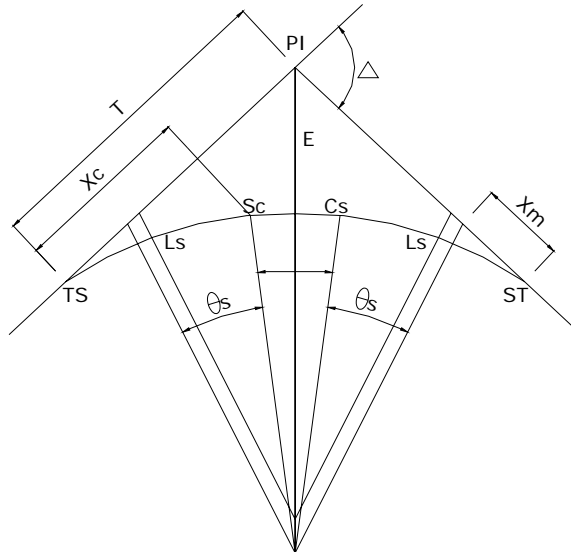
$$E_s = [(R_c + p) / \cos n (\Delta / 2)] - R_c$$

$$L_c = [(\Delta + 2 \times \theta_s) / 180] \times (\pi \times R_c)$$

$$L_t = 2 L_s + L_c \leq 2 T_s$$

Keterangan :

- T_s = Titik awal *spiral* (titik dari tangen ke *spiral*)
 S_t = Titik akhir *spiral*
 S_c = Titik dari *spiral* ke *circle*
 C_s = Titik dari *circle* ke *spiral*
 PI = Titik perpotongan tangen
 L_s = Panjang *spiral*
 O = Titik pusat lingkaran
 R_c = Jari-jari lingkaran (jarak $O - T_c$ atau C_t atau ke setiap titik busur lingkaran)
 L_c = Panjang *circle* (busur lingkaran)
 R_s = Sudut *spiral*



Gambar 2.2 Lengkung *Spiral-Circle-Spiral*

c. *Spiral – Spiral*

Pada *spiral – spiral* dimana $L_c = 0$ atau $Sc = Cs$ adalah merupakan tikungan yang kurang baik, sebab tidak ada jarak yang tertentu dalam masa tikungan yang sama miringnya, untuk itu disarankan untuk tidak memakai *curve* ini. Pada lengkung *spiral-spiral*, hanya disini tidak digunakan lengkung *circle*, $L_c = 0$ sehingga $\Delta = 2\theta$

Rumus-rumus yang dipakai :

$$\theta_s = \Delta/2$$

$$L_c = (\theta_s \times L_c \times 2\pi) / 180$$

$$T_s = [(R_c + p) \times \tan (\Delta/2)] + k$$

$$E_s = [(S_c + p) / \cos (\Delta/2)] - R_c$$

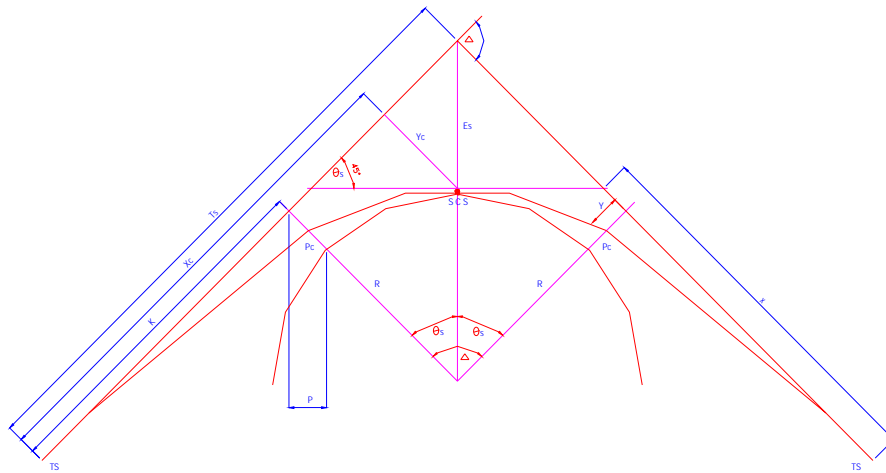
$$L_t = 2 L_s \leq 2 T_s$$

Keterangan :

T_s = Panjang tangen lingkaran

E_s = Jarak luar

Δ = Sudut luar PI



Gambar 2.3 Lengkung *Spiral –Spiral*

2.1.4.3 Aliyemen Vertikal

Aspek penting dalam perencanaan alinyemen vertikal adalah jika terlampauinya batas ketentuan landai maksimum. Kedudukan lengkung vertikal sedemikian rupa sehingga trase jalan yang dihasilkan memberikan tingkat kenyamanan dan tingkat keamanan yang optimal. Rumus yang digunakan :

$$A = g_1 - g_2 = \dots\dots\dots \%$$

Keterangan :

A = Perbedaan aljabar landai

g_1, g_2 = Kelandaian jalan (%)

$$EV = (A \times LV) / 800$$

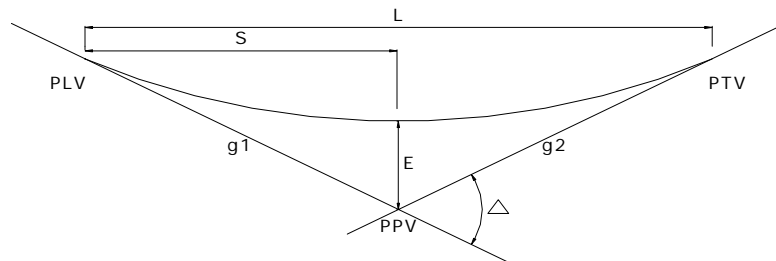
Keterangan :

EV = jarak antara lengkung vertikal dengan PV

LV = panjang lengkung vertikal

Pandangan bebas vertikal cekung

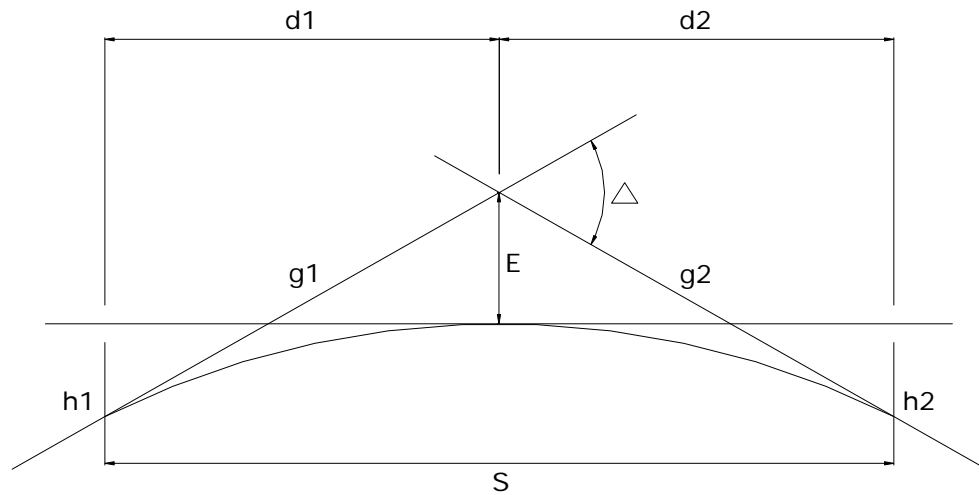
$$L = 2S - \frac{200 \cdot x \cdot (h_1 + h_2)^2}{A}$$



Gambar 2.4 Lengkung Vertikal Cekung

Pandangan Bebas Vertikal Cembung

$$L = 2S - \frac{100 \cdot x \cdot (3.5 \cdot xS)}{A}$$



Gambar 2.5 Lengkung Vertikal Cembung

Keterangan :

- h1 = Tinggi mata pengemudi = 1,25 m
- h2 = Tinggi bahaya :
1,25 m untuk jarak pandang menyiap
0,10 m untuk jarak pandang henti
- A = Beda landai aljabar
- S = Jarak pandang menyiap
- L = Panjang lengkung

2.1.5 Landai Jalan

2.1.5.1 Landai Melintang

Diagram ini merupakan cara untuk menggambarkan pencapaian superelevasi dari lereng normal kemiringan melintang (superelevasi). Pada jalan-jalan yang lebar kemiringan badan jalan (e) sebesar 2 % merupakan kemiringan minimum sedangkan maksimumnya 10 %. Syarat agar konstruksi aman adalah bila ($e_{maks} + f_m$)

Yang ada lebih besar dari (e_{maks}) yang didapat dari pada lapangan, besarnya f_m ini dapat dari grafik koefisien gesekan melintang sesuai dengan AASTHO 1986.

Rumus :

$$e_{maks} + f_m = V^2 : (127 \times R_{min})$$

Keterangan :

e_{maks} = kemiringan melintang jalan

f_m = koefisien gesekan melintang

Pembuatan kemiringan jalan dengan pertimbangan kenyamanan, keamanan, komposisi kendaraan dan variasi kecepatan serta efektifitas kerja dari alat-alat berat pada saat pelaksanaan.

2.1.5.2 Landai Memanjang

Harus dipertimbangkan tingkat gangguan penurunan kecepatan truk terhadap arus lalu lintas secara keseluruhan. Panjang landai kritis atau maksimum yang belum mengakibatkan gangguan lalu lintas adalah yang mengakibatkan penurunan kecepatan maksimum 25 km/jam. Menurut SGPJP landai maksimum yang diijinkan adalah :

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

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan. 1992

Tabel 2.6 Landai Maksimum dan Panjang Kritis

2.1.6 Jarak Pandang

Keamanan dan kenyamanan pengemudi kendaraan untuk dapat melihat dengan jelas dan menyadari situasinya pada saat mengemudi, sangat tergantung pada jarak yang dapat dilihat dari tempat kedudukannya. Panjang jalan di depan kendaraan yang masih dapat di lihat dengan jelas dan titik kedudukan pengemudi di sebut jarak pandang.

Jarak pandang berguna untuk :

- Menghindarkan terjadinya tabrakan yang dapat membahayakan kendaraan dan manusia akibat adanya benda yang berukuran cukup besar, kendaraan yang sedang berhenti, pejalan kaki atau hewan-hewan pada lajur jalannya.
- Memberikan kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan yang lebih rendah.
- Menambah efisiensi jalan tersebut, sehingga volume pelayanan dapat dicapai semaksimal mungkin.
- Sebagai pedoman bagi pengatur lalu lintas dalam menempatkan rambu-rambu lalu lintas yang diperlukan pada setiap segmen jalan.

Jarak pandang dibagi dalam beberapa kelas, yang ditentukan berdasarkan persentase dari segmen jalan yang mempunyai jarak pandang ≥ 300 m.

Kelas Jarak Pandang	Persen (%) segmen dengan jarak
---------------------	--------------------------------

	pandang minimum 300 m
A	70 %
B	30 % - 70 %
C	< 30%

Sumber : MKJI. 1997

Tabel 2.7 Kelas Jarak Pandang

2.1.6.1 Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti adalah jarak yang di tempuh pengemudi untuk dapat menghentikan kendaraannya. Guna memberikan keamanan pada pengemudi kendaraan, maka pada setiap jalan haruslah di penuhi paling sedikit jarak pandangan sepanjang jarak henti minimum.

Rumus umum untuk jarak pandang henti (J_H) adalah :

$$J_H = 0,694 V_R + 0,004 (V_R^2 / R)$$

Keterangan :

J_H = Tinggi mata pengemudi = 1,25 m

V_R = Tinggi bahaya

F = Koefisien gesek

Kecepatan	Jarak Pandang
------------------	----------------------

rencana (km/jam)	Henti Minimum (m)
100	165
80	440
60	75
50	55
40	40
30	30
20	20

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan. 1992

Tabel 2.8 Jarak Pandang Henti Minimum

2.1.6.2 Jarak Pandang Menyiap

Jarak pandang menyiap adalah jarak pandang yang dibutuhkan pengemudi untuk dapat melakukan gerakan menyiap dengan aman dan dapat melihat kendaraan dari arah depan dengan bebas. Jarak pandang menyiap standar di hitung berdasarkan atas panjang jalan yang diperlukan untuk dapat melakukan gerakan menyiap suatu kendaraan dengan sempurna dan aman berdasarkan asumsi yang di ambil.

Rumus umum untuk jarak pandang henti (J_H) adalah :

$$J_M = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Keterangan :

d_1 = Jarak yang ditempuh kendaraan yang hendak menyiap selama waktu reaksi dan waktu membawa kendaraan yang hendak membelok ke lajur kanan,

$$d_1 = 0,278 \cdot t_1 \{V - m + (a \cdot t_1/2)\}$$

dimana :

t_1 = waktu reaksi

$$= 2,12 + 0,026 V \text{ (detik)}$$

a = percepatan kendaraan

$$= 2,052 + 0,0036 V \text{ (km/jam/detik)}$$

V = Kecepatan kendaraan yang menyiap (km/jam)

d_2 = jarak yang ditempuh selama kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan.

$$d_2 = 0,0278 \cdot V \cdot t_2$$

dimana :

t_2 = waktu dimana kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan.

d_3 = jarak bebas yang harus ada antara kendaraan yang menyiap dengan kendaraan yang berlawanan arah setelah gerakan menyiap dilakukan (diambil 30 – 100 m)

d_4 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang berlawanan arah selama $\frac{2}{3}$ dari waktu yang diperlukan oleh kendaraan yang menyiap berada pada lajur sebelah kanan ($\frac{2}{3} d_2$)

Untuk lebih jelasnya, penentuan jarak pandangan menyiap minimum dapat dilihat pada tabel berikut :

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jarak Pandang Menyiap Standar (m)	Jarak Pandang Menyiap Minimum (m)
80	550	350
60	350	250
50	250	200
40	200	150
30	150	100
20	100	70

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan. 1997

Tabel 2.9 Jarak Pandang Menyiap

2.2. KARAKTERISTIK ARUS LALU LINTAS

2.2.1. Volume Lalu Lintas (Q)

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati satu titik tertentu dari suatu segmen jalan selama waktu tertentu (Edward, 1978). Dinyatakan dalam satuan kendaraan atau satuan mobil penumpang (smp). Sedangkan volume lalu lintas rencana (VLHR) adalah perkiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dan dinyatakan dalam smp/hari. Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar lajur adalah :

a. Lalu Lintas Harian Rata-rata

Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Dari cara memperoleh data tersebut dikenal 2 jenis lalu lintas harian rata-rata yaitu lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) dan lalu lintas harian rata-rata (LHR). LHRT adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh.

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah lalu lintas dalam satu tahun}}{365}$$

Pada umumnya lalu lintas jalan raya terdiri dari campuran kendaraan berat dan kendaraan ringan, cepat atau lambat, motor atau tak bermotor, maka dalam hubungannya dengan kapasitas jalan (jumlah kendaraan maksimum yang

melewati 1 titik/1 tempat dalam satuan waktu) mengakibatkan adanya pengaruh dari setiap jenis kendaraan tersebut terhadap keseluruhan arus lalu lintas. Pengaruh ini diperhitungkan dengan mengekivalenkan terhadap kendaraan standart.

b. Volume Jam Rencana

Volume jam perencanaan (VJP) adalah prakiraan volume lalu lintas pada jam sibuk rencana lalu lintas dan dinyatakan dalam smp/jam. Arus rencana bervariasi dari jam ke jam berikut dalam satu hari, oleh karena itu akan sesuai jika volume lalu lintas dalam 1 jam dipergunakan. Volume 1 jam yang dapat digunakan sebagai VJP haruslah sedemikian rupa sehingga :

- Volume tersebut tidak boleh terlalu sering terdapat pada distribusi arus lalu lintas setiap jam untuk periode satu tahun.
- Apabila terdapat volume lalu lintas per jam yang melebihi VJP, maka kelebihan tersebut tidak boleh mempunyai nilai yang terlalu besar.
- Volume tersebut tidak boleh mempunyai nilai yang sangat besar, sehingga akan menyebabkan jalan menjadi lenggang.

VJP dapat di hitung dengan rumus :

$$\text{VJP} = \text{LHRT} \times k$$

Dimana : LHRT : Lalu lintas harian rata-rata tahunan (kend/hari)

Faktor K : Faktor konversi dari LHRT menjadi arus lalu lintas jam puncak

Lingkungan Jalan	Jumlah Penduduk Kota	
	> 1 Juta	≤ 1 Juta
Jalan didaerah komersial dan jalan arteri	0,07 – 0,08	0,08 – 0,10

Jalan di daerah pemukiman	0,08 – 0,09	0,09 – 0,12
---------------------------	-------------	-------------

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997*

Tabel 2.10 Penentuan Faktor K

2.2.2 Arus dan Komposisi Lalu Lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melalui suatu titik pada ruas jalan tertentu persatuan waktu, yang dinyatakan dalam kend/jam (Q_{kend}) atau smp/jam (Q_{smp}). Pada MKJI 1997, nilai arus lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu lintas. Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) di konversikan menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan sebagai berikut :

Tipe Kendaraan	Kode	Karakteristik Kendaraan
Kendaraan ringan	LV	Kendaraan bermotor beroda empat dengan gandar berjarak 2-3 m (termasuk kendaraan penumpang, oplet, mikro bis, pick up dan truk kecil)
Kendaraan Berat Menengah	MHV	Kendaraan bermotor dengan dua gandar yang berjarak 3,5 – 5 m (termasuk bis kecil, truk dua as dengan enam roda)
Truk besar	LT	Truk tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak antar gandar < 3,5 m
Bis besar	LB	Bis dengan dua atau tiga gandar dengan jarak antar gandar 5-6 m
Sepeda motor	MC	Sepeda motor dengan dua atau tiga roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda tiga)
Kendaraan Tak Bermotor	UM	Kendaraan bertenaga manusia atau hewan

		diatas roda (meliputi sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong
--	--	--

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997*

Tabel 2.11 Pembagian Tipe Kendaraan

c. Nilai Konversi Kendaraan

Dalam MKJI,1997 definisi dari emp (ekivalensi mobil penumpang) adalah faktor yang menunjukkan berbagai tipe kendaraan dibandingkan kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruhnya terhadap kecepatan kendaraan ringan dalam arus lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang sasisnya mirip, emp = 1.0) dan definisi dari smp (satuan mobil penumpang) adalah satuan untuk arus lalu lintas dimana arus berbagai tipe kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp. Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan berikut (berdasarkan MKJI, 1997):

- a. Kendaraan ringan (HV) meliputi mobil penumpang, minibus, *pick up*, *truk* kecil dan jeep atau kendaraan bermotor dua as beroda empat dengan jarak as 2.0 – 3.0 m (klasifikasi Bina Marga)
- b. Kendaraan berat (HV) meliputi truck dan bus atau kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3.50 m, biasanya beroda lebih dari 4 (klasifikasi Bina Marga).
- c. Sepeda motor (MC) merupakan kendaraan bermotor beroda dua atau tiga (klasifikasi Bina Marga).

Menentukan ekivalensi mobil penumpang (emp) berdasarkan MKJI, 1997, seperti yang terlihat pada tabel 2.12 berikut ini.

Tipe jalan : Tak terbagi	Arus lalu lintas total	emp	
		HV	MC

	dua arah (kend/jam)		Lebar jalur lalu lintas W_c (m)	
			≤ 6	> 6
Dua jalur, takterbagi (2/2 UD)	0	1.3	0.50	0.40
	≥ 1800	1.2	0.35	0.25
Empat jalur, tak terbagi (4/2 UD)	0	1.3	0.40	
	≥ 1800	1.2	0.25	

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 2.12 emp untuk Jalan Perkotaan Tak Terbagi

Tipe jalan : Jalan satu arah dan jalan terbagi	Arus lalu lintas perlajur (kend/jam)	Emp	
		HV	MC
Dua lajur, satu arah (2/1) dan Empat lajur terbagi (4/2 D)	0	1.3	0.40
	≥ 1800	1.2	0.25
Tiga lajur satu arah (3/1) dan Enam lajur terbagi (6/2 D)	0	1.3	0.40
	≥ 1800	1.2	0.25

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 2.13 emp untuk Jalan Perkotaan Terbagi dan Satu Arah

d. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lenggang dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti.

Faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan besarnya kecepatan rencana adalah :

- Keadaan medan (*Terrain*)

Untuk menghemat biaya tentu saja perencanaan jalan sebaiknya disesuaikan dengan keadaan medan. Sebaliknya fungsi jalan seringkali menuntut perencanaan jalan tidak sesuai dengan kondisi medan dan sekitar, hal ini dapat menyebabkan tingginya volume pekerjaan tanah. Keseimbangan antara fungsi jalan dan keadaan medan akan menentukan biaya pembangunan jalan tersebut. Untuk jenis medan datar, kecepatan rencana lebih besar dari pada jenis medan perbukitan atau pegunungan dan kecepatan rencana jenis medan perbukitan lebih besar daripada jenis medan pegunungan.

- Sifat dan Penggunaan Daerah

Kecepatan rencana yang diambil akan lebih besar untuk jalan luar kota daripada jalan perkotaan. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dapat direncanakan dengan kecepatan tinggi, karena penghematan biaya operasi kendaraan dan biaya lainnya dapat mengimbangi tambahan biaya akibat diperlukannya tambahan biaya untuk pembebasan tanah dan biaya konstruksinya. Tapi sebaliknya jalan dengan volume lalu lintas rendah tidak dapat direncanakan dengan kecepatan rendah, karena pengemudi memilih kecepatan bukan berdasarkan volume lalu lintas saja, tetapi juga berdasarkan batasan fisik, yaitu sifat kendaraan pemakai jalan dan kondisi jalan.

Tipe	Kelas	Kecepatan Rencana (km/jam)
Tipe I	Kelas 1	100 ; 80
	Kelas 2	80 ; 60

Tipe II	Kelas 1	60
	Kelas 2	60;50
	Kelas 3	40;30
	Kelas 4	30;20

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, 1992

Tabel 2.14 Penentuan Kecepatan Rencana

2.2.3 Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan lain di jalan.

Persamaan untuk menentukan kecepatan arus bebas adalah :

$$FV = (FV_o + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

Dimana :

FV = kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)

FV_o = kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan yang diamati (km/jam)

FV_w = faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk lebar jalan (km/jam)

FFV_{SF} = faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk hambatan samping dan lebar bahu atau jarak kerb penghalang

FFV_{CS} = faktor Penyesuaian kecepatan arus bebas untuk ukuran kota

- Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan diamati

Tipe Jalan	Kecepatan arus bebas dasar FV_o (km/jam)
------------	--

	Kendaraan ringan LV	Kendaraan berat HV	Sepeda motor MC	Semua kendaraan rata-rata
Enam lajur, terbagi (6/2 D) atau Tiga lajur, satu arah (3/1)	61	52	48	54
Empat lajur, terbagi (4/2 D) atau Dua lajur, satu arah (2/1)	57	50	47	55
Empat lajur, tak terbagi (4/2 UD)	53	46	43	51
Dua lajur, tak terbagi (4/2 UD)	44	40	40	42

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 2.15 Kecepatan Arus Bebas Dasar FV_0 Untuk Jalan Perkotaan

- Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Lebar Jalan

Tipe jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (W_c)(m)	FV_w (km/jam)
Empat lajur, terbagi atau Jalan satu arah	Per lajur	
	3.00	-4
	3.25	-2
	3.50	0
	3.75	2
Empat lajur, tak terbagi	4.00	4
	Per lajur	
	3.00	-4
	3.25	-2

	3.50	0
	3.75	2
	4.00	4
Dua lajur, tak terbagi	Total	
	5	-9.5
	6	-3
	7	0
	8	3
	9	4
	10	6
	11	7

Sumber : MKJI, 1997

**Tabel 2.16 Penyesuaian Untuk Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas (FV_w)
pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Untuk Jalan
Perkotaan**

- Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk hambatan samping dan lebar bahu jalan atau jarak kerb penghalang
 - a. Jalan dengan bahu

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif rata-rata W_s (m)			
		≤ 0.5 m	1.0 m	1.5 m	≥ 2 m
Empat lajur, terbagi (4/2 D)	Sangat rendah	1.02	1.03	1.03	1.04
	Rendah	0.98	1.00	1.02	1.03
	Sedang	0.94	0.97	1.00	1.02
	Tinggi	0.89	0.93	0.96	0.99
	Sangat tinggi	0.84	0.88	0.92	0.96
Empat lajur, tak terbagi (4/2 UD)	Sangat rendah	1.02	1.03	1.03	1.04
	Rendah	0.98	1.00	1.02	1.03
	Sedang	0.93	0.96	0.99	1.02
	Tinggi	0.87	0.91	0.94	0.98
	Sangat tinggi	0.80	0.86	0.90	0.95
Dua lajur, tak terbagi atau Jalan satu arah	Sangat rendah	1.00	1.01	1.01	1.01
	Rendah	0.96	0.98	0.99	1.00
	Sedang	0.90	0.93	0.96	0.99
	Tinggi	0.82	0.86	0.90	0.95
	Sangat tinggi	0.73	0.79	0.85	0.91

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 2.17 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FFV_{SF}) pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan untuk Jalan Perkotaan dengan Bahu

b. Jalan dengan Kerb

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif rata-rata W_s (m)			
		≤ 0.5 m	1.0 m	1.5 m	≥ 2 m
Empat lajur, terbagi (4/2 D)	Sangat rendah	1.00	1.01	1.01	1.02
	Rendah	0.97	1.98	1.99	1.00
	Sedang	0.93	0.95	0.97	0.99
	Tinggi	0.87	0.90	0.93	0.96
	Sangat tinggi	0.81	0.85	0.88	0.92
Empat lajur, tak terbagi (4/2 UD)	Sangat rendah	1.00	1.01	1.01	1.02
	Rendah	0.96	0.98	1.99	1.00
	Sedang	0.91	0.93	0.96	1.98
	Tinggi	0.84	0.87	0.90	0.94
	Sangat tinggi	0.81	0.81	0.85	0.90
Dua lajur, tak terbagi atau Jalan satu arah	Sangat rendah	0.99	0.99	0.99	1.00
	Rendah	0.93	0.95	0.96	0.98
	Sedang	0.87	0.89	0.92	0.95
	Tinggi	0.78	0.81	0.84	0.88
	Sangat tinggi	0.68	0.72	0.77	0.82

Sumber MKJI, 1997

Tabel 2.18 Faktor penyesuaian untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kerb penghalang (FFV_{SF}) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan untuk jalan perkotaan dengan kerb

c. Faktor penyesuaian FFV_{SF} untuk jalan enam lajur

Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FFV_{SF} untuk jalan empat lajur dengan disesuaikan seperti rumus dibawah ini :

$$FFV_{6,SF} = 1 - 0.8 \times (1 - FFV_{4,SF})$$

Dimana :

$FFV_{6,SF}$ = faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan enam lajur

$FFV_{4,SF}$ = faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan empat lajur

- Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk ukuran kota

Ukuran kota (juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0.1	0.90
0.1 – 0.5	0.93
0.1 – 0.5	0.95
0.1 – 0.5	1.00
> 0.3	1.03

Sumber : MKJI, 1997

Tabel 2.19 Faktor Penyesuaian untuk Pengaturan Ukuran Kota (FFV_{CS}) pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan untuk Jalan Perkotaan dengan Kerb

2.2.4 Kapasitas

Kapasitas dapat didefinisikan sebagai tingkat arus maksimum dimana kendaraan dapat diharapkan untuk melalui suatu potongan jalan pada waktu tertentu untuk kondisi lajur/jalan, lalu lintas, pengendalian lalu lintas dan cuaca yang berlaku (Tamin, 1997). Oleh karena itu, kapasitas tidak dapat dihitung dengan formula yang sederhana. Yang penting dalam penilaian kapasitas adalah pemahaman akan kondisi yang berlaku.

1. Kondisi Ideal

Kondisi ideal dapat dinyatakan sebagai kondisi yang mana peningkatan jalan lebih lanjut dan perubahan kondisi cuaca tidak akan menghasilkan penambahan nilai kapasitas.

2. Kondisi Jalan

Kondisi jalan yang mempengaruhi kapasitas meliputi :

- a. Tipe fasilitas atau kelas jalan
- b. Lingkungan sekitar (misalnya antara kota atau perkotaan)
- c. Lebar lajur/jalan
- d. Lebar bahu jalan
- e. Kebebasan lateral (dari fasilitas pelengkap lalu lintas)
- f. Kecepatan rencana
- g. Alinyemen horisontal dan vertikal
- h. Kondisi permukaan jalan dan cuaca

3. Kondisi Lalu lintas

Tiga kategori dari kondisi medan yang umumnya dikenal yaitu :

- a. Medan datar, semua kombinasi dari semua alinyemen horisontal dan kelandaian, tidak menyebabkan kendaraan angkutan barang kehilangan kecepatan dan dapat mempertahankan kecepatan yang sama seperti kecepatan mobil penumpang.
- b. Medan bukit, semua kombinasi dari alinyemen horisontal dan vertikal dan kelandaian, menyebabkan kendaraan angkutan barang kehilangan kecepatan mereka merayap untuk periode waktu yang panjang.
- c. Medan gunung, semua kombinasi dari alinyemen horisontal dan vertikal dan kelandaian, menyebabkan kendaraan angkutan barang merayap untuk periode yang cukup panjang dengan interval yang sering.

4. Kondisi Lalu lintas

Tiga kategori dari lalu lintas jalan yang umumnya dikenal, yaitu :

- a. Mobil penumpang, kendaraan yang terdaftar sebagai mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya seperti van, pick up, jeep.
 - b. Kendaraan barang, kendaraan yang mempunyai lebih dari empat roda, dan umumnya digunakan untuk transportasi barang,
 - c. Bis, kendaraan yang mempunyai lebih dari empat roda, dan umumnya digunakan untuk transportasi penumpang.
5. Kondisi pengendalian lalu lintas
- Kondisi pengendalian lalu lintas mempunyai pengaruh yang nyata pada kapasitas jalan, tingkat pelayanan dan arus jenuh. Bentuk pengendalian tipikal termasuk :
- a. Lampu lalu lintas
 - b. Rambu
 - c. Marka berhenti

Rumus yang digunakan untuk menghitung kapasitas jalan perkotaan berdasarkan MKJI, 1997 adalah sebagai berikut :

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Dimana :

- C = kapasitas (smp/jam)
- C₀ = kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_w = faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas
- FC_{SP} = faktor penyesuaian pemisah arah
- FC_{SF} = faktor penyesuaian hambatan samping
- FC_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota.

- Kapasitas dasar

Menurut buku Standar Desain Geometrik Jalan Perkotaan, yang dikeluarkan Dirjen Bina Marga, kapasitas dasar didefinisikan : volume maksimum perjam yang dapat lewat suatu potongan lajur jalan (untuk jalan multi jalur) atau suatu

potongan jalan (untuk jalan dua lajur) pada kondisi jalan dan arus lalu lintas ideal.

Kondisi ideal terjadi bila :

- a. Lebar jalan kurang dari 3.5 m
- b. Kebebasan lateral tidak kurang dari 1.75 m
- c. Standar geometrik baik
- d. Hanya kendaraan ringan atau *light vehicle* (LV) yang menggunakan jalan
- e. Tidak ada batas kecepatan

Kapasitas jalan tergantung kepada tipe jalan, jumlah lajur dan apakah jalan dipisahkan dengan pemisah fisik atau tidak, seperti yang ditunjukkan dalam tabel 2.20 berikut

Tipe jalan kota	Kapasitas dasar (Co) (smp/jam)	Keterangan
Empat lajur terbagi atau Jalan satu arah	1650	Per lajur
Empat lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

Sumber MKJI, 1997

Tabel 2.20 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan

- Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas adalah seperti pada tabel 2.21 berikut ini.

Tipe jalan	Lebar lalu lintas efektif (W_C) (m)	FC_w
Empat lajur terbagi atau Jalan satu arah	Per lajur	
	3.00	0.92
	3.25	0.96
	3.50	1.00
	3.75	10.4
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	
	3.00	0.91
	3.25	0.95
	3.50	1.00
	3.75	1.05
Dua lajur tak terbagi	Total dua arah	
	5	0.56
	6	0.87
	7	1.00
	8	1.14
	9	1.25
	10	1.29
	11	1.34

Sumber MKJI, 1997

**Tabel 2.21 Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas
Untuk jalan perkotaan (FC_w)**

- Faktor penyesuaian pemisah arah

Besarnya faktor penyesuaian untuk jalan tanpa pengguna pemisah tergantung pada besarnya *Split* kedua arah sebagai berikut :

Pemisah arah SP %- %	50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
-------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

FC _{SP}	Dua lajur 2/2	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
	Empat lajur 4/2	1.00	0.985	0.97	0.955	0.95

Sumber MKJI, 1997

Tabel 2.22 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah (FC_{SP})

- Faktor penyesuaian hambatan samping
 - a. Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu FC _{SF}			
		Lebar bahu efektif W _s			
		< 0.5	1.0	1.5	≥ 2.0
4/2 D	VL	0.96	0.98	1.01	1.03
	L	0.94	0.97	1.00	1.02
	M	0.92	0.95	0.98	1.00
	H	0.88	0.92	0.95	0.98
	VH	0.84	0.88	0.92	0.96
4/2 UD	VL	0.96	0.99	1.01	1.03
	L	0.94	0.97	1.00	1.02
	M	0.92	0.95	0.98	1.00
	H	0.87	0.91	0.94	0.98
	VH	0.80	0.86	0.90	0.95
2/2 UD atau jalan satu arah	VL	0.94	0.96	0.99	1.01
	L	0.92	0.94	0.97	1.00
	M	0.89	0.92	0.95	0.89
	H	0.82	0.86	0.90	0.95
	VH	0.73	0.79	0.85	0.91

Sumber MKJI, 1997

Tabel 2.23 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu (FC_{SF}) untuk jalan perkotaan dengan bahu

- b. Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kerb penghalang

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kerb penghalang FC_{SP}			
		Jarak kerb penghalang W_K			
		≤ 0.5	1.0	1.5	≥ 2.0
4/2 D	VL	0.95	0.97	0.99	1.01
	L	0.94	0.96	0.98	1.00
	M	0.91	0.93	0.95	0.98
	H	0.86	0.89	0.92	0.95
	VH	0.81	0.85	0.88	0.92
4/2 UD	VL	0.95	0.97	0.99	1.01
	L	0.93	0.95	0.97	1.00
	M	0.90	0.92	0.95	0.97
	H	0.84	0.87	0.90	0.93
	VH	0.78	0.81	0.85	0.90
2/2 UD atau jalan satu arah	VL	0.93	0.95	0.97	0.99
	L	0.90	0.92	0.95	0.97
	M	0.86	0.88	0.91	0.94
	H	0.78	0.81	0.84	0.88
	VH	0.68	0.72	0.77	0.82

Sumber MKJI, 1997

Tabel 2.24 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kerb penghalang(FC_{SP}) untuk jalan perkotaan dengan kerb

- Faktor penyesuaian ukuran kota

Faktor penyesuaian ukuran kota adalah seperti pada Tabel 2.25 berikut ini

Ukuran kota (juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota FC_{CS}
< 0.1	0.86
0.1 – 0.5	0.90
0.5 – 1.0	0.94
1.0 – 3.0	1.00
> 3.0	1.04

Sumber , MKJI, 1997

Tabel 2.25 Faktor penyesuaian ukuran kota (FC_{CS}) untuk jalan perkotaan

2.2.5 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai arus (Q) terhadap kapasitas (C), digunakan faktor utama untuk menentukan tingkat kinerja dan segmen jalan (MKJI, 1997). Nilai DS menentukan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

$$DS = Q/C$$

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas yang dinyatakan dalam smp/jam. DS juga digunakan untuk analisa perilaku lalu lintas berupa kecepatan.

2.2.6 Kecepatan

MKJI, 1997 menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena mudah mengerti, diukur dan merupakan masukan penting untuk biaya pemakaian jalan dalam analisa ekonomi. Kecepatan tempuh didefinisikan dalam MKJI, 1997 sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan (LV) sepanjang segmen jalan.

$$V = L / TT$$

Dimana :

V = kecepatan rata-rata ruang LV (km/jam)

L = panjang segmen (km)

TT = waktu rata-rata LV sepanjang segmen (jam)

2.3 ASPEK PENYELIDIKAN TANAH

Penyelidikan tanah untuk perencanaan pondasi *Fly Over*, Oprit dan bangunan lainnya di maksudkan untuk mengetahui daya dukung tanah setempat. Untuk perencanaan pondasi jembatan dilakukan dengan penyelidikan "Borring dan Sondir".

a. Borring

Penyelidikan tanah menggunakan alat boring dengan maksud dan tujuan sebagai berikut:

- Untuk mengetahui struktur (lapisan) tanah dengan memperhatikan jenis dan warna yang dikeluarkan dari mata bor sampai dengan kedalaman yang direncanakan.
- Untuk mengetahui muka air tanah (MAT).
- Pengambilan contoh tanah pada kedalaman tertentu, setiap ada perbedaan warna/struktur sesuai dengan yang direncanakan berupa:
 - Contoh tanah asli (*undisturbed*) berupa tabung
 - Contoh tanah terganggu (*disturbed*) diambil dari mata bor.

b. Sondir

Penggunaan alat sondir untuk penyelidikan dengan maksud dan tujuan sebagai berikut :

- untuk memenuhi data akan kekuatan geser tanah yang belum terpenuhi dengan cara lain.
- Menduga kekerasan tanah pada setiap lapisan dengan menggunakan/mengukur tanah terhadap konus yang ditekan kedalam tanah sehingga diketahui letak lapisan-lapisan tanah keras.
- Menyelidiki lapisan-lapisan tanah yang membayakan.

Jumlah minimum pengujian yang harus dilakukan :

- 2 pengujian sondir untuk setiap kepala jembatan
- 1 pengujian sondir untuk tiap pilar.

Sedangkan tanah diklasifikasikan sebagai berikut :

1. butir tanah halus
2. Butir tanah kasar
3. Tanah organik

AD.1. Butir Tanah Halus

Tanah yang terdiri dari butir-butir halus disebut butir tanah halus atau tanah kohesif.

Lumpur tanah liat adalah salah satu contoh dari butir tanah halus.

Hubungan didalam tanah terdiri dari partikel-partikel halus.

Tanah yang bertambah liat apabila dikeringkan akan lebih cepat keras daripada tanah berlumpur.

AD.2. Butiran Tanah Kasar

Tanah yang terdiri dari butir-butir kasar disebut butir tanah kasar.

Pasir dan kerikil merupakan contoh dari partikel kasar tersebut.

Ukuran kerikil dan tanah berkisar antara 30 cm, 8 cm, 4.75-80 mm, 0.075 mm. Tanah seperti ini tidak dapat digunakan sebagai konstruksi tanggul karena tanah kasar mudah ambrol.

AD.3. Tanah Organik

Tanah yang berisi zat-zat organik disebut tanah organi.

Contoh :tanah yang dapat digunakan sebagai bahan bakar zat organik tersebut terdiri dari :

Campuran sisa-sisa organik tumbuh-tumbuhan dan binatang.

Terdapat diatas permukaan tanah setebal 5-30 cm yang berasal dari kehidupan organik dimasa lalu.

Komposisi dari zat-zat organik tergantung pada perkembangan tumbuh-tumbuhan.

Tanah tersebut lebih keras dan kestabilannya kurang jika dibandingkan dengan tanah anorganik.

2.4. ASPEK STRUKTUR *FLY OVER*

Penentuan letak dan penentuan *Fly Over* tidak hanya diperhitungkan pada hal-hal teknis saja tetapi juga harus dipertimbangkan segi non teknis.

- Mudah dalam pelaksanaan

- Mengutamakan bahan-bahan setempat yang mudah didapat
- Mudah untuk mendapatkan peralatan yang dibutuhkan
- Ekonomis tetapi masih memenuhi persyaratan kekuatan secara teknis.

2.4.1 Bangunan Atas

Bangunan atas sesuai dengan posisinya berada pada bagian atas suatu *Fly Over* yang berfungsi menampung beban-beban yang ditimbulkan oleh lalu lintas dan kemudian menyalurkannya ke bangunan di bawahnya, jadi yang ditinjau:

- Sandaran (*Rolling*)
- Trotoar
- Lantai Kendaraan
- Diafragma
- Gelagar (*Beam*)

Jenis	Kelas Rencana	Bentang	Lebar Aspal	Keterangan
Beton Konvensional	100%	6.00-20.00	7.00	<i>Cast In Place</i>
Beton Pracetak				
- <i>Pretension</i>	100%	20.00-40.00	7.00	Fabrikasi
- <i>Postension</i>	100%	20.00-40.00	7.00	Fabrikasi
Baja	100%	6.00-20.00	7.00	Komposit
	100%	20.00-30.00	7.00	Komposit Fabrikasi
	100%	35.00-60.00	7.00	Rangka Fabrikasi

Tabel 2.26 Standar Bina Marga Untuk Bangunan Atas Jembatan Kelas A

Bahan	Jenis	Bentang Max
Beton Konvensional	Gorong-gorong	4.00-6.00
	Pelat datar	6.00-8.00
	Balok dan Plat	6.00-13.00
Beton Pratekan	Balok dan Pelat	20.00-40.00
Baja	Gorong-gorong	6.00-8.00
	Komposit	40.00
	Rangka	60.00

Tabel 2.27 Jenis, Bahan, Bentang Maksimum Bangunan Atas

No	Lebar <i>Fly Over</i> (M)	Jumlah Lajur	Jumlah Median
1	5,50-8,25	2	-
2	8,25-11,25	3	-
3	11,25-15,00	4	1
4	15,00-18,25	5	1
5	18,25-32,50	6	2

Tabel 2.28 Jalur Lalu Lintas dan Kebutuhan Median

Kelas	Beban Lalu Lintas	Tinggi (H) Minimum	Lebar Jalur (M)	Trotoar (M)	Keterangan
A	100% BM	5.00-5.50	7.00	2x1.00	Jalan Nasional/Propinsi
B	70% BM	4.00-4.50	6.00	2x0.50	Jalan Kabupaten
C	50% BM	3.50-4.00	4.50	-	Darurat/Sementara

Tabel 2.29 Tinggi Ruang Bebas Kendaraan

2.4.2. Bangunan Bawah *Fly Over*

Bangunan ini sesuai dengan namanya terletak di bawah bangunan atas, sedangkan fungsinya menerima atau memikul beban-beban yang diberikan bangunan atas kemudian disalurkan ke bagian pondasi.

2.4.2.1 Abutment

Abutmen adalah bangunan yang terletak pada ujung atau pangkal *Fly Over* selain berfungsi sebagai penahan bangunan bagian atas juga berfungsi sebagai dinding penahan tanah. Yang termasuk bangunan bawah adalah abutmen (kepala jembatan)

2.4.2.2 Pilar

Pilar digunakan apabila bentang bangunan atas yang tersedia tidak mencukupi untuk memenuhi bentang *Fly Over* secara keseluruhan, sehingga diperlukan bentang ganda bangunan atas. Pilar disini dimaksudkan untuk mendukung perletakan pada pertemuan dua bentang bangunan atas.

2.4.2.3 Tumpuan / Perletakan

Tumpuan / Perletakan berfungsi meneruskan beban dan gaya dari bangunan atas ke bangunan bawah *Fly Over* berupa gaya vertikal dan horizontal yang dapat berupa gaya lateral dan longitudinal. Bridge Management System mensyaratkan bahwa tumpuan jembatan kelas A menggunakan tumpuan elastomer yang dianggap mampu meneruskan gaya ke berbagai arah baik vertikal, horizontal maupun puntiran.

2.4.2.4 Pondasi

Sistem pondasi mendukung dan meneruskan gaya-gaya dari bangunan bawah *Fly Over* ke lapisan tanah keras dibawahnya.

Pemilihan jenis pondasi dipengaruhi oleh hal-hal sebagai berikut:

- Gaya yang bekerja dari konstruksi *Fly Over*
- Kapasitas daya dukung tanah dan kedalaman yang akan dicapai
- Stabilitas tanah yang mendukung pondasi
- Tingkat kesulitan pada saat pelaksanaan

Jenis pondasi dibedakan menjadi:

a. Pondasi Dangkal

Pondasi ini dapat dipergunakan secara langsung diatas lapis tanah keras,jenis pondasi ini adalah monolit dapat berupa pasangan batu kali maupun beton bertulang.Persyaratan teknisnya adalah:

- Tekanan konstruksi ke tanah < daya dukung tanah
- Aman terhadap geser,guling,dan penurunan yang berlebihan
- Aman terhadap gerusan air dan longsoran tanah
- Kedalaman dasar pondasi > 3M dari dasar sungai terdalam atau muka tanah setempat
- Tidak disarankan untuk pondasi pilar

b. Pondasi Dalam

1. Pondasi Sumuran

- Tekanan kostruksi ke tanah < daya dukung tanah pada dasar sumuran
- Aman terhadap penurunan yang berlebihan,gerusan air,dan longsoran tanah
- Diameter sumuran $\geq 1,50$ M
- Tdak disarankan jika tanah atas lunak dan tebalnya > 3M
- Cara galian terbuka tidak disarankan
- Kedalaman dasar pondasi sumuran harus dibawah gerusan maksimum

2. Pondasi Tiang Pancang

- Kapasitas daya dukung tiang terdiri dari point bearing serta tahanan gesek tiang
- Lapisan tanah keras berada > 8M dari muka tanah setempat atau dari dasar sungai terdalam
- Jika gerusan tidak dapat dihindari yang dapat mengakibatkan daya dukung tiang dapat berkurang maka harus diperhitungkan

pengaruh tekuk dan reduksi gesekan antara tiang dan tanah sepanjang kedalaman gerusan

- Jarak as tiang tidak boleh kurang dari 3 kali garis tengah tiang yang dipergunakan.

2.4.3 Oprit *Fly Over*

Oprit (jalan pendekat) adalah suatu timbunan tanah dibelakang abutmen. Timbunan tanah ini harus sepadat mungkin dibuat untuk menghindari terjadinya penurunan. Apabila terjadi penurunan akan mengakibatkan kerusakan pada expansion, yaitu bidang pertemuan antara bidang atas dengan abutmen.

2.4.4 Bangunan Pelengkap *Fly Over*

Yang termasuk bangunan pelengkap adalah :

- Median Jalan
- Bahu Jalan
- Trotoar (*Side Walk*)
- Dinding Penahan Tanah
- Rambu-rambu Lalu Lintas
- Patok Pengaman

2.5 Pembebanan Pada *Fly Over*

Beban-beban yang diperhitungkan pada perencanaan *Fly Over* ini:

1. Beban Primer yang terdiri dari :

- Beban mati (berat sendiri)

Untuk menentukan besarnya beban mati digunakan nilai isi bahan-bahan bangunan yang dipakai, antara lain :

Baja tuang	: 7.85 ton/m ³
Beton bertulang	: 2.40 ton/m ³
Beton biasa, tumbuk, cyclop	: 2.20 ton/m ³
Pasangan batu/bata	: 2.00 ton/m ³
Tanah, pasir kerikil	

(semua dalam keadaan padat)	: 2.00 ton/m ³
Perkerasan jalan aspal	: 2.50 ton/m ³
Air	: 1.00 ton/m ³

- Beban hidup

Beban "T" untuk mendimensi plat T = 10 ton

Terpusat (100% kelas I, 70% kelas II dan 50% kelas III)

Beban "D" untuk mendimensi gelagar jembatan.

Beban "Q"

$q = 2.2$ t/m untuk $L \leq 30$ m

$q = 2.2$ t/m s/d $1.1/60 \times (L-30)$ t/m untuk $L \geq 30$ m

$q = 1.1 (1+30/L)$ t/m untuk $L \geq 60$ m

Beban garis "P"

$P = 12$ t/lebar jalur

P dan q diperhitungkan 100% untuk $W = 5.5$ m

Beban gelagar karena dimungkinkan terjadi distribusi gaya kearah melintang, maka :

$$P = \frac{q \times a \times s}{2.75} \text{ t/m gelagar (gelagar tengah)}$$

$$q = \frac{q \times s}{2.75} \text{ t/m gelagar}$$

$$p = \frac{p \times s}{2.75} \text{ t/m gelagar}$$

dimana :

W = lebar jalan pada jembatan

S = jarak gelagar

s' = jarak ($\frac{1}{2}$) gelagar tepi dan sebelahnya

a = faktor distribusi beban akibat adanya diafragma

$a = 1.00$ apabila diafragma tidak difungsikan struktural

$a = 1.00$ apabila diafragma difungsikan struktural

(ikut menyebarkan beban kegelagar disampingnya)

- Beban kejut

$$\text{Koefisien kejut K: } K = 1 + \frac{20}{50 + L}$$

- Beban tekanan tanah

Disesuaikan dengan jenis tanah. Sedang beban kendaraan dibelakang bangunan penahan tanah diperhitungkan senilai muatan tanah 60 cm.

2. Beban sekunder yang terdiri dari :

- Beban angin

Untuk jembatan dinding penuh tekanan angin dihitung 100%, hisap 50% x 150 kg/m.

Apabila dihitung bersamaan dengan beban hidup, maka beban angin pada gelagar jembatan penuh, tekanan 50% dan hisap 25% x 150 kg/m².

Beban tetap dihitung 100%.

Untuk jembatan menerus lebih dari dua perletakan. Pada perletakan dihitung beban angin arah longitudinal jembatan.

Arah lateral dinding 40% tekan dan 20% hisap x 150 kg/m².

- Rem dan traksi

Gaya rem dihitung sebagai gaya mendatar sebesar 5% beban "D"

(P dan q) dan koefisien kejut setinggi 1.8 m diatas permukaan jembatan.

- Gaya akibat gempa

$$G_h = R \times f_g$$

G_h = Gaya akibat gempa bumi

R = Reaksi yang bekerja pada preil atau pangkal jembatan
(reaksi tumpuan)

- Gaya gesekan pada tumpuan

G_h = Gaya gesekan pada tumpuan

R = Reaksi akibat beban mati

F_t = koefisien gesek antara gelagar dan tumpuan

0.1 untuk tumpuan 1 (satu) rol baja

0.05 untuk tumpuan 2 (dua) atau lebih rol baja

0.15 untuk tumpuan gesekan (tembaga-baja)

0.25 untuk tumpuan gesekan (baja-besi tulangan)

0.15 s/d 0.18 untuk tumpuan gesekan (baja-beton)

3. Gaya khusus yang terdiri dari :

- Gaya sentrifugal
- Gaya dan beban pada saat pelaksanaan
- Gaya tumbukan dari kendaraan..

2.6 Aspek Perkerasan

Petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen (DPU). Perkerasan jalan merupakan bagian penting perencanaan suatu jalan karena jalan berfungsi sebagai berikut :

- Menyebarkan beban lalu lintas sehingga beban yang dipikul oleh sub grade lebih kecil dari kekuatan sub grade itu sendiri.
- Menyalurkan air hujan kesamping, sehingga sub grade dapat terlindungi
- Memberikan kenyamanan bagi pemakai jalan.

Salah satu jenis perkerasan jalan adalah perkerasan lentur (*fleksibel pavement*). Perkerasan letur adalah perkerasan yang menggunakan bahan campuran dari aspal sebagai lapis permukaan. Untuk menghitung tebal perkerasan jalan memakai metode analisa komponen (SKBI 2.3.26.1987)

Hal-hal yang perlu diperhatikan dan diperhitungkan dalam merencanakan tebal perkerasan adalah :

1. Umur rencana

Umur rencana perkerasan ditentukan atas dasar pertimbangan Klasifikasi fungsional pada lalu lintas dan nilai ekonomi jalan yang bersangkutan yang tidak lepas dari pola pengembangan wilayah.

2. Lalu lintas

Lalu lintas dianalisa berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan komponen beban

3. Konstruksi jalan

Konstruksi jalan terdiri dari tanah dan perkerasan jalan. Penetapan besarnya rencana tanah dasar dan material-material yang akan menjadi bagian dari konstruksi perkerasan harus didasarkan atas survei dan penyelidikan laboratorium.

- Lapis pondasi bawah (*sub base course*)
- Lapis pondasi atas (*base course*)
- Lapis permukaan (*surfase course*)

Untuk mendapatkan suatu struktur perkerasan yang baik maka persyaratan untuk tiap lapisan harus memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

Selain itu dalam pelaksanaannya pun harus diperhatikan bahan yang dipergunakan, sehingga baik bahan dan pelaksanaan harus diperhatikan sesuai dengan ketentuan.

<i>Surface Course</i>
<i>Base Course</i>
<i>Sub Base Course</i>
<i>Sub Grade</i>

Gambar 2.6. lapis perkerasan lentur

Faktor-faktor yang mempengaruhi perencanaan tebal perkerasan jalan adalah :

- Jumlah jalur (n) dan koefisien distribusi kendaraan (c)
- Angka ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan
- Lalu lintas harian rata-rata (LHR)
- Faktor-faktor regional.

4. Tebal perkerasan

Tebal perkerasan adalah lapisan penguat suatu jalan (konstruksi) jalan supaya jalan tersebut layak untuk dilalui oleh kendaraan. Dalam hal ini perhitungan didasarkan atas kondisi tanah, kelandaian jalan yang bersangkutan, prosentase kendaraan berat, curah hujan dan lintasan ekivalen rencana (LER) serta umur rencana jalan tersebut yang disesuaikan dengan ITP (indek tebal perkerasan).

Dalam menentukan tebal perkerasan yang dibutuhkan adalah :

- Mampu menahan beban yang direncanakan
- Mempunyai nilai ekonomi
- Stabil dan kokoh
- Tahan terhadap cuaca

Sehingga tebal perkerasan yang direncanakan mempunyai nilai konstruksi jalan yang optimal dan efisien.

Dasar perhitungan adalah Petunjuk perencanaan tebal perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987 Departemen Pekerjaan Umum.

LHR setiap jenis kendaraan ditentukan dengan umur rencana

LEP (Lintas Ekivalen Permulaan) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEP = \sum^n LHRJ \times C_j \times E_j \rightarrow j = 1$$

j = Jenis kendaraan

$$LEA = \sum^n LHRJ \times (1+i)^n \times C_j \times E_j \rightarrow j = 1$$

I = faktor pertumbuhan lalu lintas

LET = (Lintas Ekivalen Tengah) dihitung dengan rumus sebagai berikut

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

LER = (Lintas Ekuivalen Rencana) dihitung dengan rumus

LER = LEP x FP → FP = faktor penyesuaian

Faktor penyesuaian tersebut ditentukan dengan rumus :

FP = UR/10 dari LER yang ada kemungkinan dicari ITP

(Indek tebal perkerasan) menurut nomogram II dengan faktor-faktor yang berpengaruh, yaitu DDT atau CBR, Indek permukaan dan koefisien bahan-bahan sub base, base dan lapisan permukaan. Setelah ITP diketahui langkah selanjutnya yaitu mencari indek tebal perkerasan yang dibutuhkan atau ijinan dengan memperhitungkan faktor regional (FR) melalui nomogram. Dari ITP ini dapat diketahui tebal perkerasannya, tebal masing-masing lapisan perkerasan yang kita rencanakan. Penentuan tiap jenis lapisan dengan memperhatikan faktor ekonomis (bahan lapis perkerasan yang mudah didapat).

2.7 Aspek Dimensi Balok dan Plat Lantai *Fly Over*

Untuk mendesain balok dan plat suatu *Fly Over* adalah sebagai berikut :

Komponen	fy		fy		fy		fy	
	400	200	400	200	400	200	400	200
Plat	1	1	1	1	1	1	1	1
Pendukung satu Arah	20	27	24	32	28	37	30	13
Balok	1	1	1	1	1	1	1	1
Pendukung Satu Arah	16	21	18,5	24,5	21	18	8	1

Tabel 2.30 Aspek Dimensi Balok dan Plat Lantai *Fly Over*

Secara umum untuk mendesain balok cukup diperkirakan saja dengan H balok adalah 1/10 s/d 1/16 . L untuk balok yang kedua tepinya ditumpu bebas.

Untuk memilih lebar balok sangat tergantung besarnya gaya lintang, sering sekali dengan mengambil $b=1/2 h$ sampai dengan $2/3 h$.

2.8. Bangunan Bawah

- Berat abutmen sendiri

$$G = V \cdot B_j$$

$$M = G \cdot x$$

$$= G \cdot y$$

- Titik berat terhadap titik A

$$X = \frac{\sum X_0}{\sum G}, Y = \frac{\sum y_0}{\sum G}$$

Akibat beban hidup

$$Q = K \left\{ \left(\frac{5,5}{2,75} \times 2,2 - 100\% \right) + \left(\frac{18 - 5,5}{2,75} \times 2,2 - 100\% \right) \right\} \frac{20}{2}$$

$$Q = K \left\{ \left(\frac{5,5}{2,75} \times 2,2 - 100\% \right) + \left(\frac{18 - 5,5}{2,75} \times 12 - 100\% \right) \right\}$$

$$\text{Jumlah beban hidup} = Q + P$$

$$\text{Momen terhadap titik A} = X (Q + P)$$

1. Beban horizontal

$$\text{Gaya Rem} = \frac{(Q + P)}{1,28} \cdot 50\% \rightarrow \text{gaya rem} = R_m$$

$$\text{Untuk } l_m = \frac{R_m}{1} \cdot l_m = \text{panjang abutmen}$$

2. Gaya angin (A)

Luas bidang yang terkena angina

$$\diamond \text{ Terhadap geser} = 150\% \rightarrow 1,45, 20, 0, 15 \text{ (g)}$$

$$\diamond \text{ Terhadap kendaraan} = 150\% \times 11, 2, 0, 15 \text{ (K)}$$

$$\sum A = \frac{g + k}{L} \cdot \text{jarak terhadap A} = 8,00 \dots \dots (1)$$

$$M_A = A \cdot l$$

3. Gaya geser tumpuan

Rumus yang dibutuhkan $F = f \times K_m$

Dimana : F = gaya gesek; f = koefisien gesek; K_m : Muatan mati bangunan atas

4. Akibat tekanan tanah aktif

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \theta/2)$$

5. Akibat tekanan tanah pasif

$$K_p = \tan^2 (45^\circ + \theta/2)$$

6. Akibat gaya gempa (Gh)

Untuk wilayah pulau jawa termasuk daerah gempa dengan koefisien gempa $E = 0,8$ s/d $0,14$

Gaya horizontal akibat gempa $\rightarrow K = E \cdot G$

G = berat beban mati

- Perhitungan stabil abutmen

Pengertian stabilitas ditinjau dari beberapa kombinasi muatan, dimana kombinasi tersebut ialah :

- Kombinasi I = $M + (H+K) + T_a + T_u \cdot 100\%$
- Kombinasi II = $M + T_a + A_h + G_h + A + S_r + T_m \cdot 100\%$
- Kombinasi III = $(\text{Komb.I}) + R_m G_g + A + S_r + T_m + 5 \cdot 140\%$
- Kombinasi IV = $M + G_h + T_g + G_g + A H_g \cdot 150\%$

- Rumus terhadap guling (f_g) = $\frac{\sum MV}{\sum h} \cdot x^2$

- Rumus terhadap geser (f_s) = $\frac{\sum v \times tg \times \phi b^2}{\sum h}$

B = Lebar Pondasi ; $f_s \geq 1,5$

- Terhadap exentrisitas (e)

$$e = \frac{b}{2} = \frac{\sum MV - \sum MH \leq 1/6b}{\sum VX} (\text{aman})$$

ditinjau terhadap daya dukung tanah (σ)

$$\sigma = \frac{\sum V}{bx1} \cdot x \frac{(1+6,1)}{b}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{\sum V}{bx1} \cdot xx(1+6,1/b)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{\sum V}{bx1} \cdot xx(1+6,1/b)$$

- Teori perhitungan tiang pancang

Daya dukung tiang pancang (Q_a)

$$Q_a = \frac{JHLx\phi}{SF1} + \frac{qcxP}{SF2}$$

efisiensi kelompok tiang pancang (E)

$$E = 1 - \phi \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \times m \times n}$$

dimana $\phi = \text{arc tg } (D/K)$ D = diameter tiang pancang

K = Jarak antara tiang pancang

Arc tg = tg (D/K)

M = jumlah tiang pancang 1 jurusan

n = jumlah tiang pancang dalam arah lain

jadi $E = 1 - (D/K)$

$$n = \frac{\sum G}{Q_a}$$

- Rencana penempatan tiang pancang

Jarak terkecil tiang pancang (S) = 1,5 D

Sehingga daya dukung tiang pemancang menjadi $peff = Q_a \cdot E$

Daya dukung tiang pancang kelompok (Q_i)

$$Q_t = n \cdot P_{eff}$$

Syarat $Q_a < Q_t \rightarrow$ jadi tiang pancang mampu menerima beban yang ada

- Kapasitas tiang pancang

Dapat di perkirakan selama pemancangan dengan memakai suatu perencanaan dinamis yang dipakai *Engineering New Record* (ENR) = 6

$$Q_a = \frac{Q_{kotor}}{FK}$$

FK = Faktor keamanan untuk ENR = 6

$$Q_{batas} = \frac{W_r \times h}{S + c}$$

dimana :

Q_a = kapasitas batas ijin

Q_{batas} = kapasitas batas perkiraan

W_r = berat palu

h = tinggi

eh = efisiensi palu apabila diketahui I berkisar (0,65-1) tergantung kondisi balok

S = rangkaian penetrasi per pukulan kayu (5-10 pukulan)

c = konstanta yang tergantung pada jenis palu dan satuan eh atau h