

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 struktur.

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

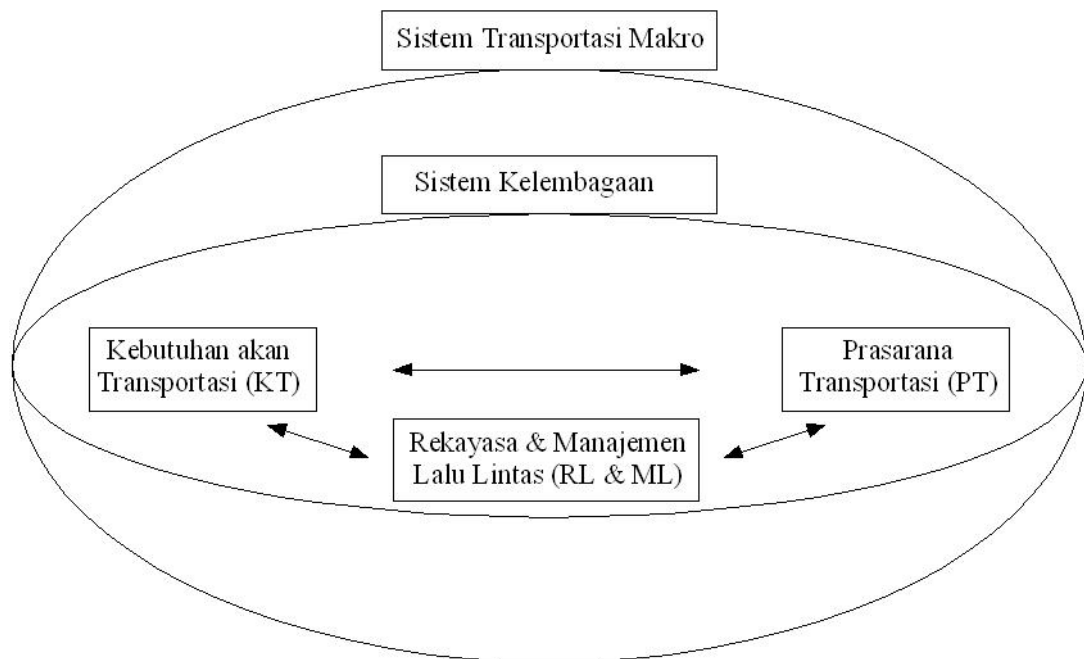
1. Aspek Transportasi
2. Aspek Lalu Lintas
3. Aspek Penyelidikan Tanah
4. Aspek Geometri
5. Aspek Struktur Fly Over
6. Aspek Perkerasan
7. Aspek Dimensi Balok dan Plat Lantai

2.1. Aspek Transportasi

2.1.1. Transportasi Sebagai Suatu Sistem

Sistem adalah gabungan beberapa komponen atau obyek yang saling berkaitan dan saling mempengaruhi. Dikarenakan dalam transportasi terdapat banyak komponen yang saling terkait dan saling mempengaruhi, maka transportasi dapat dikatakan sebagai suatu sistem. Sehingga sistem transportasi suatu wilayah dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang terdiri dari prasarana atau sarana dan sistem pelayanan yang memungkinkan adanya pergerakan di seluruh wilayah.

Transportasi dalam arti luas harus dikaji dalam bentuk kajian sistem secara menyeluruh (makro) yang dapat dipecahkan menjadi beberapa sistem transportasi yang lebih kecil (mikro) yang saling terkait dan saling mempengaruhi seperti terlihat pada gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1 Sistem Transportasi Makro

Sistem transportasi mikro tersebut adalah :

1. Sistem Kebutuhan akan Transportasi (KT)

Merupakan sistem pola tata guna lahan yang terdiri dari sistem pola kegiatan sosial, ekonomi, kebudayaan, dan lain-lain. Kegiatan dalam sistem ini membutuhkan pergerakan sebagai alat pemenuhan kebutuhan yang perlu dilakukan setiap hari. Pergerakan yang meliputi pergerakan manusia dan atau barang itu jelas membutuhkan moda atau sarana transportasi dan media atau prasarana tempat moda transportasi tersebut bergerak.

2. Sistem Prasarana Transportasi (PT)

Meliputi sistem jaringan jalan raya dan kereta api, terminal bus dan stasiun kereta api serta bandara dan pelabuhan laut. Peranan sistem jaringan transportasi sebagai prasarana perkotaan mempunyai dua tujuan utama yaitu :

- a) Sebagai alat untuk mengarahkan pembangunan perkotaan.
- b) Sebagai prasarana bagi pergerakan orang dan barang yang timbul akibat adanya kegiatan di daerah perkotaan tersebut.

3. Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas (RL dan ML)

Interaksi antara kebutuhan transportasi dan sistem prasarana transportasi akan menghasilkan pergerakan manusia dan/ atau barang. Sistem pergerakan tersebut diatur oleh sistem rekayasa dan manajemen lalu lintas, agar tercipta sistem pergerakan yang aman, cepat, nyaman, murah, handal sesuai dengan lingkungan.

4. Sistem Kelembagaan (KLG)

Menentukan kebijakan yang diambil berhubungan dengan sistem kegiatan, sistem jaringan dan sistem pergerakan dari transportasi. Sistem ini merupakan gabungan dari pihak pemerintah, swasta dan masyarakat dalam suatu lembaga atau instansi terkait.

2.1.2. Prasarana Transportasi

Sistem prasarana transportasi harus dapat digunakan dimanapun dan kapanpun. Ciri utama prasarana transportasi adalah melayani pengguna, bukan berupa barang atau komoditas, sedangkan sarana transportasi merupakan alat atau moda yang dipergunakan untuk melakukan pergerakan dari suatu tempat menuju tempat yang lain.

Ciri-ciri dari sarana dan prasarana transportasi ini hendaknya diperhatikan dengan sungguh-sungguh pada saat mengadakan evaluasi kinerja suatu sarana dan prasarana transportasi dalam hubungannya dengan besarnya kebutuhan transportasi yang ada dimana mempunyai karakteristik yang khas pula oleh karena itu sangat penting mengetahui secara akurat besarnya kebutuhan transportasi di masa yang akan datang sehingga kita dapat menghemat sumber daya dengan mengelola sistem prasarana yang dibutuhkan.

2.2. Aspek Lalu Lintas Ruas Jalan Perkotaan

2.2.1. Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Volume lalu lintas menyatakan jumlah lalu lintas per hari dalam 1 tahun untuk 2 arah yang diharapkan dalam LHR. Hal ini memerlukan pengamatan lapangan dengan mencatat jenis kendaraan bermotor maupun kendaraan fisik atau

tidak bermotor. Jumlah lalu lintas dalam 1 tahun dinyatakan sebagai lalu lintas harian rata-rata (LHR).

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah Lalu Lintas Dalam 1 Tahun}}{365}$$

2.2.2. Pertumbuhan Lalu Lintas

Untuk memperkirakan pertumbuhan lalu lintas dimasa yang akan datang (ferocasting) dapat digunakan metode “Statistik Ferocasting”. Perkiraan lalu lintas untuk tahun yang akan datang dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{LHR}_n = \text{LHR}_0 * (1+l)^n$$

Dimana :

LHR_n : Lalu lintas harian rata-rata tahun ke-n

LHR₀ : Lalu lintas harian rata-rata awal tahun perencanaan

l : Faktor Pertumbuhan (%)

n : umur rencana

Pada umumnya perkiraan pertumbuhan lalu lintas digunakan metode “Regresi Linear” dengan alasan bahwa untuk menganalisa pertumbuhan lalu lintas jika dipakai sistem eksponensial akan terlalu besar volume lalu lintasnya.

Rumus Regresi Linear :

$$Y = a + b \times \sum X$$

$$\sum X = n \times a + b \times \sum X$$

$$\sum XY = a \times \sum X + b \times \sum X^2$$

dimana :

Y : Besar nilai (LHR) yang diperkirakan

X : Unit tahun yang dihitung

A : Nilai tred pada nilai dasar

B : Tingkat perkembangan nilai yang diperkirakan

n : Jumlah data

Berdasarkan jumlah LHR yang ada pada awal tahun rencana dan LHR umur rencana dapat diperhitungkan kelas jalan dengan menggunakan Referensi "Standar Perencanaan Geometrik Tahun 1997" Ditjen Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum.

2.2.3. Nilai Konversi Kendaraan

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997 ekivalensi kendaraan penumpang (Emp) adalah faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya emp = 1,0). Untuk jalan perkotaan meliputi kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), sepeda motor (MC), dan kendaraan tidak bermotor (UM). Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1
Ekivalensi mobil penumpang (emp)

Tipe Jalan : Jalan tak terbagi	Arus lalu lintas total dua arah (kend./jam)	Emp		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalu lintas (Wc) (m)	
			≤ 6	> 6
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1.3	0.5	0.40
	≥ 1800	1.2	0.35	0.25
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	0	1.3	0.40	
	≥ 3700	1.2	0.25	

Sumber : MKJI 1997

2.2.4. 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.

Tabel 2.2

Penentuan Kecepatan Rencana

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, 1997

2.2.5. Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang dipilih pengemudi jika menghindari kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lainnya. Kecepatan arus bebas mobil penumpang biasanya 10% - 15% lebih tinggi dari tipe lainnya.

Bentuk umum dari persamaan kecepatan arus bebas adalah :

$$FV = (FV_o + FV_w) \times FFV_{sf} \times FFV_{cs}$$

Dimana :

FV = kecepatan arus bebas kendaraan ringan untuk kondisi sesungguhnya (km/jam).

FV_o = kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi jalan yang diamati, untuk kondisi ideal.

FV_w = penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam)(penambahan).

FFV_{sf} = faktor penyesuaian untuk hambatan samping (perkalian).

FFV_{cs} = faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota (perkalian).

Faktor - faktor penyesuaian untuk kecepatan arus bebas adalah sebagai berikut :

a. Kecepatan arah bebas dasar FV_o

Tabel 2.3

Kecepatan arus Bebas Dasar Untuk Jalan Perkotaan (FV_o) tipe alinyemen biasa

Tipe jalan / tipe	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	57
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 (2/2 UD)	44	40	40	42

Sumber : MKJI 1997

b. Penyesuaian kecepatan FVw untuk lebar jalur lalu lintas

Tabel 2.4

Penyesuaian akibat Lebar Lalu Lintas (FVw) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada berbagai tipe alinyemen

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalin Efektif (Wc)(m)	FVw (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	Per Lajur	
	3.00	- 4
	3.25	- 2
	3.50	0
	3.75	2
Dua Lajur Tak Terbagi	Total	
	5	- 9.5
	6	- 3
	7	0
	8	3
	9	4
	10	6
11	7	

Sumber : MKJI 1997

- c. Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu FFVsf pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan.

Tabel 2.5

Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu (FFVsf) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan.

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian hambatan samping dan Lebar bahu			
		Lebar Bahu Efektif rata-rata (m)			
		≤ 0.5	1.0	1.5	≥ 2.0
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 2/2 UD 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 2.6
Kelas hambatan samping untuk jalan perkotaan

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

Sumber : MKJI 1997

- d. Faktor Penyesuaian kecepatan arus bebas untuk ukuran kota (FFVcs).

Tabel 2.7
Faktor Penyesuaian kecepatan arus bebas untuk ukuran kota (FFVcs)

Ukuran kota Juta penduduk	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0.1	0.90
0.1 – 0.5	0.93
0.5 – 1.0	0.95
1.0 – 3.0	1.00
> 3.0	1.03

Sumber : MKJI 1997

2.2.6. Kapasitas

Kapasitas suatu jalan dalam sistem jalan raya adalah jumlah kendaraan maksimum yang memiliki kemungkinan yang cukup untuk melewati ruas jalan tersebut (dalam satu maupun dua arah) pada periode waktu tertentu dan di bawah kondisi jalan dan lalu lintas yang umum.

Penjelasan :

- Maksimum : besarnya kapasitas yang menunjukkan volume maksimum yang dapat ditampung jalan raya pada keadaan lalu lintas yang bergerak lancar tanpa terputus atau kemacetan.
- Jumlah kendaraan : umumnya kapasitas dinyatakan mobil penumpang per jam. Truk dan bus yang bergerak di dalamnya dapat mengurangi besarnya kapasitas.
- Kemungkinan yang cukup : besarnya kapasitas tidak dapat ditentukan dengan tepat karena banyak variabel yang mempengaruhi arus lalu lintas. Oleh karena itu besarnya kapasitas kemungkinan tidak dapat disebut secara tepat.
- Satu arah – dua arah : pada jalan raya terdapat jalan searah atau dua arah banyak lajur.
- Periode waktu tertentu : periode ini dapat dinyatakan dalam 5 menit, 15 menit atau 1 (satu) jam. Umumnya variasi yang terjadi dalam 1 jam dinyatakan sebagai “faktor jam sibuk” (peak hour factor,PHF). Faktor ini besarnya kurang atau sama dengan 1 (satu).

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas adalah :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}(\text{smp/jam})$$

Dimana :

C = kapasitas

C_o = kapasitas dasar

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

Faktor-faktor tersebut adalah :

- a. Kapasitas dasar

Tabel 2.8
Kapasitas dasar pada jalan perkotaan (Co)

Tipe jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	1650	Per lajur
Enam lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

Sumber : MKJI 1997

b. Faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas (FCw)

Tabel 2.9

Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCw)

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (Ws) (m)	FCw
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	Per lajur	
	3.00	0.92
	3.25	0.96
	3.50	1.00
	3.75	1.04
	4.00	1.08
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	
	3.00	0.91
	3.25	0.95
	3.50	1.00
	3.75	1.05
	4.0	1.09
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

c. Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah

Tabel 2.10

Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FCsp)

Pemisahan arah SP % - %		50 - 50	55 - 45	60 - 40	65 - 35	70 - 30
FCsp	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	0.94

Sumber : MKJI 1997

- d. Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu (FCsf)

Tabel 2.11

Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu (FCsf)

Tipe jalan	Kelas Hambatan samping	Faktor penyesuaian hambatan samping dan lebar bahu FCsf			
		Lebar bahu W (m)			
		≥ 0.5	1.0	1.5	≥ 2
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	0.98
	H	0.82	0.86	0.90	0.95
	VH	0.73	0.79	0.85	0.91

Sumber : MKJI 1997

e. Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FCcs)

Tabel 2.12

Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FCcs)

Ukuran kota Juta penduduk	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0.1	0.86
0.2 – 0.5	0.90
0.5 – 1.0	0.94
1.0 – 3.0	1.00
> 3.0	1.04

Sumber : MKJI 1997

2.2.7. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan merupakan rasio perbandingan antara arus total lalu lintas (SMP/jam) dengan kapasitas

$$DS = Q / C$$

Dimana :

Q = arus lalu lintas total (SMP/jam)

C = kapasitas sesungguhnya

2.2.8. Tinjauan Segmen Jalan

Tinjauan analisa operasional untuk segmen jalan tertentu pada daerah perkotaan, dengan kondisi geometrik, lalu lintas dan lingkungan jalan yang ada atau yang direncanakan, menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) Jalan Perkotaan tahun 1997 dapat berupa satu atau semua kondisi berikut :

- Menentukan kapasitas (C).
- Menentukan derajat kejenuhan (DS) dihubungkan dengan arus lalu lintas sekarang atau yang akan datang.
- Menentukan kecepatan jalan tersebut.

2.2.9. Keperluan untuk Perubahan

- Sasaran utama dalam evaluasi tingkat kinerja pada segmen jalan luar kota adalah yang berkaitan dengan kapasitas dan kecepatan.
- Cara paling tepat untuk mengevaluasi hasil adalah melihat derajat kejenuhan (DS) untuk kondisi yang dialami dan membandingkannya dengan pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur fungsional yang diinginkan dari segmen jalan tersebut.
- Nilai normal DS yang masih dapat dipertahankan 0,75. Jika dalam evaluasi nilai DS yang diperoleh tinggi atau sama dengan 0,75 maka salah satu alternatif yang perlu dipertimbangkan untuk menaikkan kapasitas adalah dengan jalan merubah ukuran-ukuran penampang melintang jalan (pelebaran). Alternatif lain adalah mengalihkan sebagian arus lalu lintas dengan membuat jalan lingkar.

2.2.10.Keperluan Lajur

Lajur adalah bagian lalu lintas yang memanjang, yang dibatasi oleh marka jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai dengan kendaraan rencana.

Lebar lajur tergantung pada kecepatan dan kendaraan rencana, dinyatakan dalam fungsi dan kelas jalan seperti ditetapkan dalam tabel.

Jumlah lajur ditetapkan dengan mengacu pada MKJI berdasarkan tingkat kinerja yang direncanakan, dimana untuk suatu kelas jalan dinyatakan oleh rasio antara volume terhadap kapasitas yang nilainya lebih dari 0,75.

Tabel 2.13
Lebar Lajur Jalan Ideal

Kelas Perencanaan	Lebar Lajur(m)
Tipe I Kelas I	3,5
Kelas II	3,5
Tipe II Kelas I	3,5
Kelas II	3,25
Kelas III	3,25 ; 3,0

Tabel 2.14
Kelas Jalan Berdasarkan Volume dan Fungsi Jalan

Jalan Tipe I

Fungsi		Kelas
Primer	Arteri	1.00
	Kolektor	2.00
Sekunder	Arteri	2.00

Jalan Tipe II

Fungsi		DTV (SMP)	Kelas
Primer	Arteri	-	1
	Kolektor	> 10000	1
		< 10000	2
Sekunder	Arteri	> 20000	1
		< 10000	2
	Kolektor	> 6000	2
		< 6000	3
	Lokal	> 500	3
< 500	4		

Sumber : MKJI 1997

Keterangan :

- Jalan Tipe I = jalan masuk diatur secara penuh
- Jalan Tipe II = jalan masuk sebagian diatur atau seluruhnya tanpa pengatur
- DTV = Design Traffic Volume (LHR rencana)
- Kendaraan tidak bermotor tidak diperhitungkan

2.3. Aspek Lalu Lintas Simpang

Metode dan prosedur yang diuraikan dalam manual ini mempunyai dasar empiris. Alasannya adalah bahwa perilaku lalu lintas pada simpang tak bersinyal dalam hal aturan memberi jalan, disiplin lajur, dan aturan antri sangat sulit digambarkan dalam suatu model perilaku seperti model berhenti/ jalan yang berdasarkan pada pengambilan celah. Metode ini memperkirakan pengaruh terhadap

kapasitas dan ukuran-ukuran terkait lainnya akibat kondisi geometri, lingkungan dan kebutuhan lali lintas.

2.3.1. Prosedur Perhitungan Arus Lalu Lintas dalam Satuan Mobil Penumpang

- a. Data Arus Lalu Lintas Klasifikasi per Jam untuk Masing-Masing Gerakan
Konversi ke dalam smp/jam dilakukan dengan mengalikan emp
 - LV = 1,0
 - HV = 1,3
 - MC = 0,5
- b. Data Arus Lalu Lintas per Jam (bukan klasifikasi) untuk Masing-Masing Gerakan
Untuk menghitung faktor smp dari emp yang diberikan dan data komposisi lalu lintas kendaraan bermotor. Hasil tersebut dikalikan dengan arus kendaraan per jam maka diperoleh arus total dalam smp/jam untuk masing-masing gerakan.

2.3.2. Perhitungan Rasio Belok dan Arus Jalan Minor

Dari hasil survey simpang dapat diperoleh :

- ◆ Arus jalan minor total (Q_{mi}) yaitu jumlah seluruh arus pada pendekat jalan minor smp/jam.
- ◆ Arus jalan utama total (Q_{ma}) yaitu jumlah seluruh arus pada pendekat jalan utama smp/jam
- ◆ Arus jalan minor + utama total untuk masing-masing gerakan (belok kiri Q_{lt} , lurus Q_{st} , belok kanan Q_{rt} , Q_{tot}).
- ◆ Rasio arusjalan minor (P_{mi}) yaitu arus jalan minor dibagi dengan arus total $P_{mi} = Q_{mi}/Q_{tot}$.
- ◆ Rasio arus belok kiri dan kanan tota (P_{lt} , P_{rt})
 - $P_{lt} = Q_{lt} / Q_{tot}$.
 - $P_{rt} = Q_{rt} / Q_{tot}$.
- ◆ Rasio antar arus kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor di jalan dalam kend./jam

$$P_{um} = Q_{um} / Q_{tot}$$

2.3.3. Kondisi Lingkungan

Data yang diperlukan :

- ◆ Kelas ukuran kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (juta)
Sangat Kecil	< 0,1
Kecil	0,1-0,5
Sedang	0,5-1,0
Besar	1,0-3,0
Sangat Besar	>3,0

- ◆ Tipe Lingkungan Jalan

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna tanah dan akses jalan tersebut dari aktifitas sekitarnya.

Komersial	Tata gunan lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Permukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Akses Terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya adanya penghalang fisik, jalan samping dan sebagainya)

◆ Kelas hambatan samping

Hambatan samping menunjukkan pengaruh aktifitas samping jalan di daerah simpang pada arus berangkat lalu lintas, misalnya pejalan kaki berjalan atau menyeberang jalur, angkutan kota dan bis berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, kendaraan masuk dan keluar halaman dan tempat parkir di luar jalur. Hambatan samping ditentukan secara kualitatif dengan pertimbangan teknik lalu lintas sebagai tinggi, sedang, atau rendah.

2.3.4. Kapasitas

Kapasitas total untuk semua lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu dan faktor-faktor penyesuaian (F) dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas.

$$C = C_0 \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi}$$

a. Kapasitas dasar (C_0)

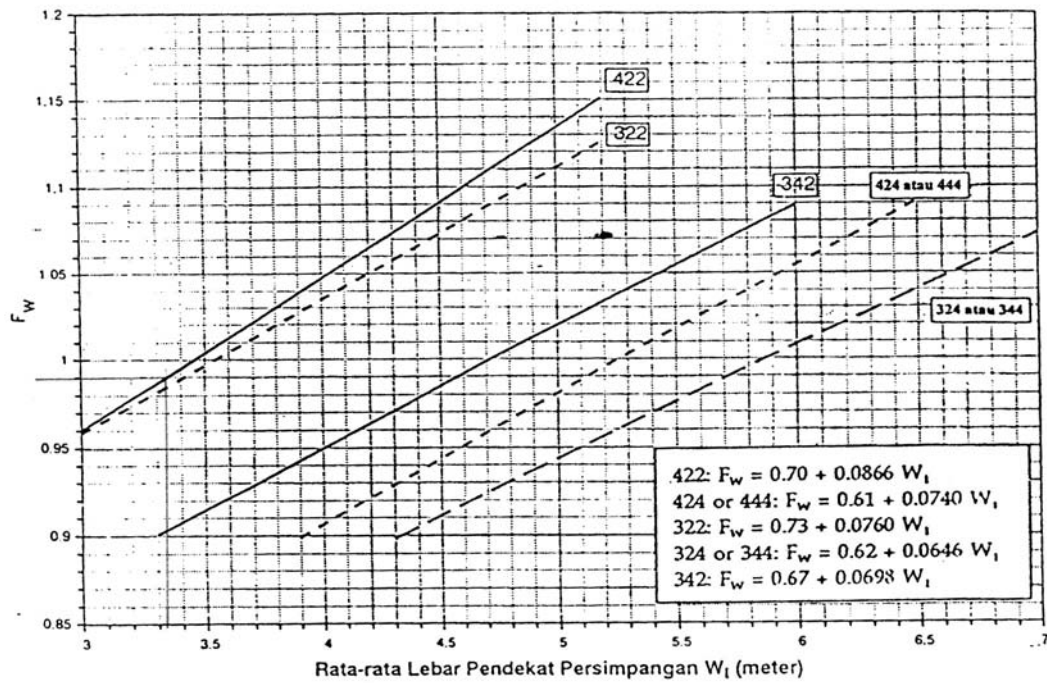
Tabel 2.15
Kecepatan Dasar (C_0)

Tipe Simpang	Kapasitas dasar
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber : MKJI 1997

b. Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w)

Gambar 2.2
Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)



Sumber : MKJI 1997

c. Faktor Penyesuaian median jalan utama (F_m)

Tabel 2.16
Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_m)

Uraian	Tipe Median	Faktor Penyesuaian Median (F_m)
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,00
Ada median jalan utama, lebar < 3 m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama, lebar \geq 3 m	lebar	1,2

Sumber : MKJI 1997

d. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

Tabel 2.17
Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Ukuran Kota	Penduduk	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1-0,5	0,88
Sedang	0,5-1,0	0,94
Besar	1,0-3,0	1,00
Sangat besar	>3,0	1,05

Sumber : MKJI 1997

e. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (Frsu)

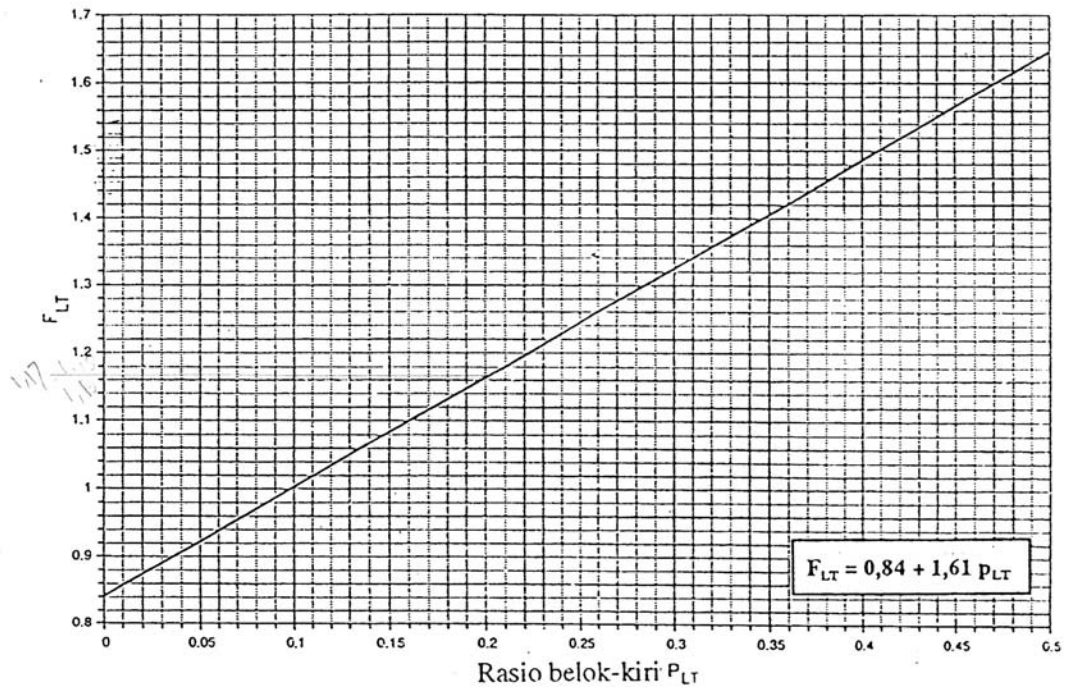
Tabel 2.18
Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (Frsu)

Kelas Tipe Lingkungan Jalan	Kelas Hambatan Samping	Rasio Kendaraan Tak Bermotor Pum					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥ 0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/sedang/rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : MKJI 1997

f. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (Flt)

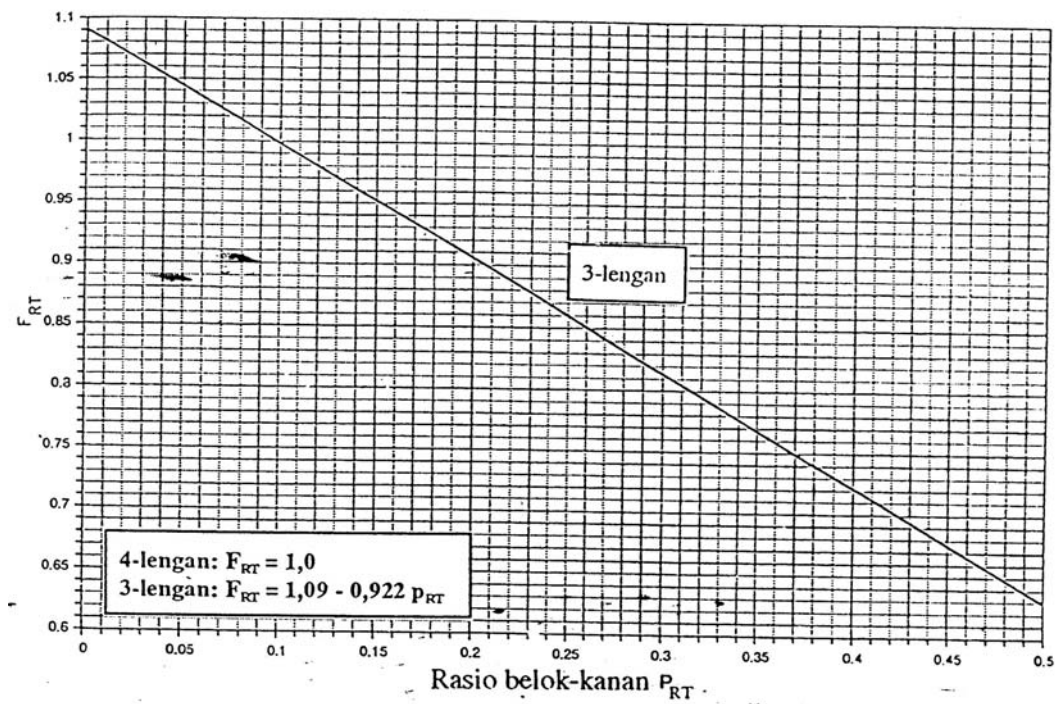
Gambar 2.3
Faktor Penyesuaian Belok Kiri (Flt)



Sumber : MKJI 1997

g. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (Frt)

Gambar 2.4
Faktor Penyesuaian Belok Kanan (Frt)



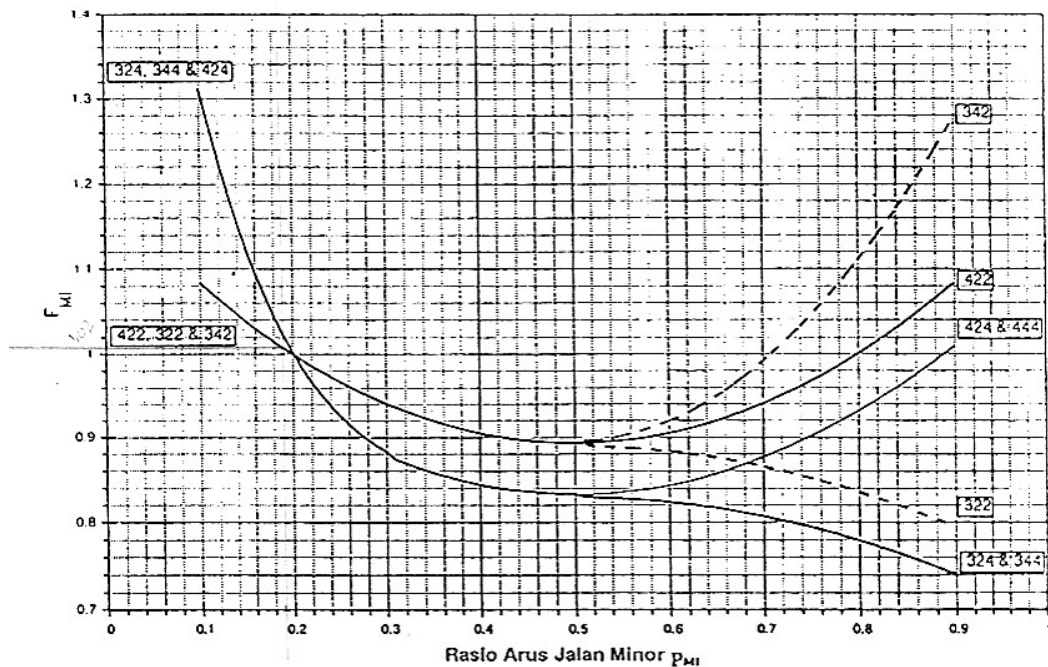
Untuk simpang 4 lengan $F_{RT} = 1,0$

Sumber : MKJI 1997

h. Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (Fmi)

Gambar 2.5

Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (Fmi)



Sumber : MKJI 1997

2.3.5. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan untuk seluruh simpang (DS), dihitung sebagai berikut :

$$DS = Q_{tot} / C$$

Dimana :

Q_{tot} = Arus Total (smp/jam)

C = Kapasitas

2.3.6 Tundaan

Tundaan pada simpang dihitung sebagai berikut :

$$D = DG + DT_i, \text{ dimana :}$$

DG = tundaan geometrik simpang

DT_i = tundaan lalu lintas simpang

Tundaan pada simpang dapat terjadi karena dua sebab :

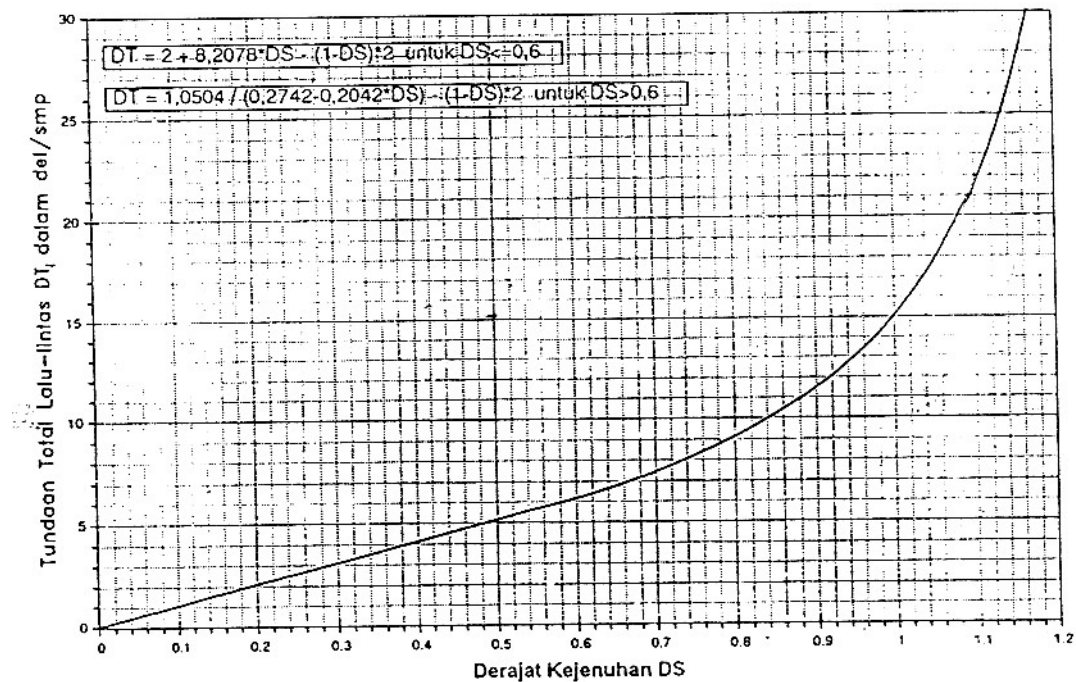
1). Tundaan Lalu Lintas (DT) akibat interaksi lalu lintas dengan gerakan yang lain dalam simpang, yang terdiri dari :

a. Tundaan Lalu Lintas Simpang(DTi)

Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang.

Gambar 2.6

Tundaan Lalu Lintas Simpang(DTi)



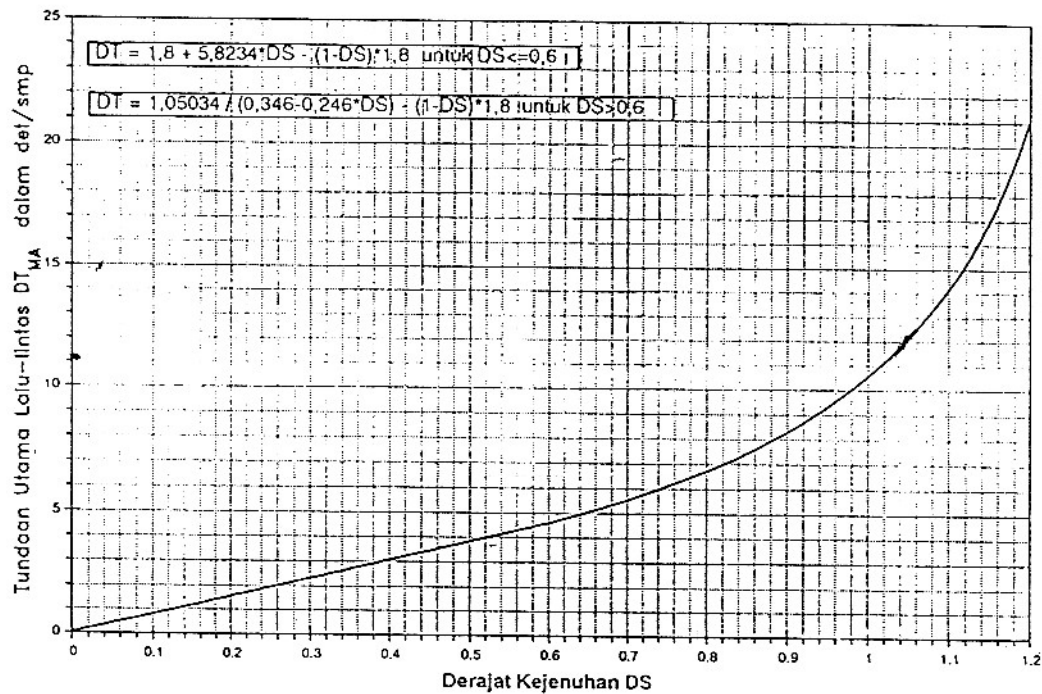
Sumber : MKJI 1997

b. Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DTma)

Tundaan lalu lintas jalan utama adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama.

Gambar 2.7

Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DTma)



Sumber : MKJI 1997

c. Penentuan Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DTmi)

Tundaan lalulintas jalan minor rata-rata, ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata :

$$DTmi = (Q_{tot} \times DTi - Q_{ma} \times DTma) / Q_{mi}$$

Dimana :

Q_{tot} = arus total

DTi = tundaan lalu lintas simpang

Q_{ma} = arus jalan utama

$DTma$ = tundaan lalu lintas jalan utama

Q_{mi} = arus jalan minor

2). Tundaan Geometrik Simpang (DG) akibat perlambatan dan percepatan kendaraan yang terganggu dan tak terganggu, atau dengan kata lain tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang, dihitung dari rumus berikut :

Untuk $DS < 1,0$:

$$DG = (1 - DS) \times (Pt \times 6 + (1 - Pt) \times 3) + DS \times 4$$

Untuk $DS \geq 1,0$ $DG = 4$

Dimana :

DG = Tundaan geometrik simpang

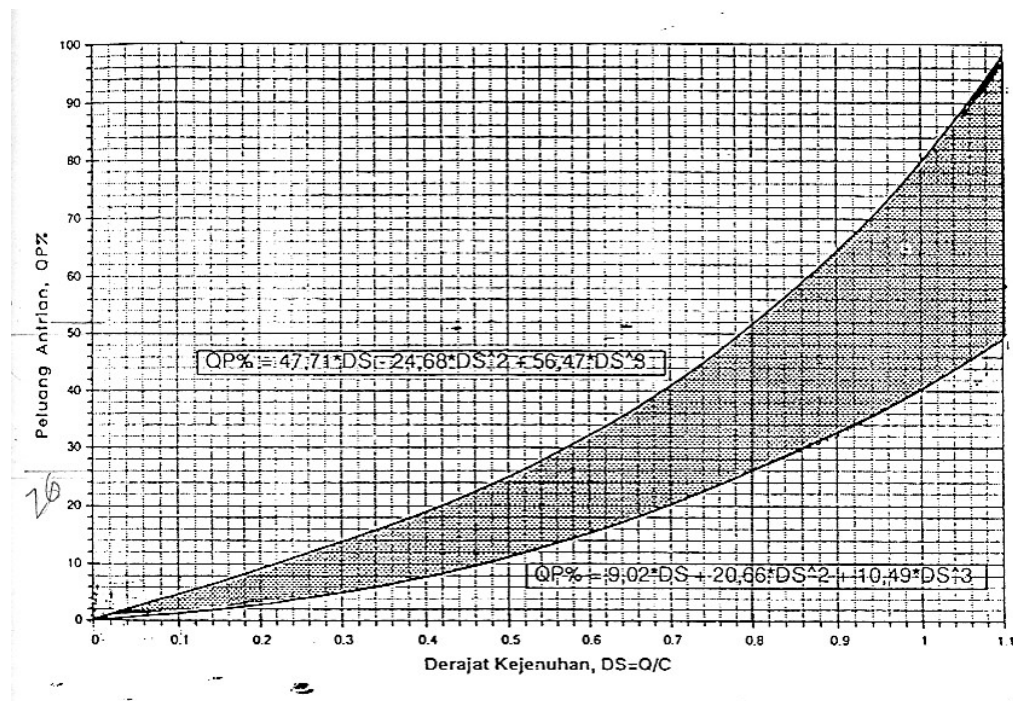
DS = Derajat kejenuhan

Pt = Rasio belok total

2.3.7 Peluang Antrian

Peluang antrian ditentukan dari kurva peluang antrian/derajat kejenuhan secara empiris.

Gambar 2.8
Peluang Antrian



Sumber : MKJI 1997

2.4. Aspek Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah untuk perencanaan pondasi Fly-Over oprit dan bangunan lainnya dimaksudkan untuk mengetahui daya dukung tanah setempat. Untuk perencanaan pondasi jembatan dilakukan dengan penyelidikan “Borring dan Sondir”

a. Borring

Penyelidikan tanah menggunakan alat borring 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 kedalaman muka air tanah (MAT)
- Pengambilan contoh tanah pada kedalaman tertentu, setiap ada perbedaan warna / struktur sesuai dengan yang direncanakan berupa :
 - a. Contoh tanah asli (undisturbed) berupa tabung.
 - b. 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 membahayakan.

Jumlah minimum pengujian yang harus dilakukan :

- 2 pengujian sondir untuk tiap 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 di dalam tanah terdiri dari partikel-partikel halus. Tanah itu tanah yang bertambah liat apabila dikeringkan akan lebih cepat keras daripada tanah berlumpur.

Ad.2. Butir 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, 8cm, 4,75 – 80 mm, 0,075 – 4,75 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 organik, 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 di masa lalu.

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

Tanah tersebut lebih keras dan kestabilannya kurang jika dibandingkan dengan tanah an-organik.

2.5. Aspek Geometri

Dalam perencanaan jalan raya, bentuk geometriknya harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan tersebut dapat memberikan pelayanan optimal kepada lalu lintas sesuai dengan fungsinya. Perencanaan geometrik jalan raya dapat menggunakan referensi Standard Untuk Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan

(Bina Marga, Bipran, Subdir, Perencanaan Teknis Jalan). Analisa geometrik ini dibagi menjadi dua bagian yaitu : Alinyemen Horisontal dan Alinyemen Vertikal.

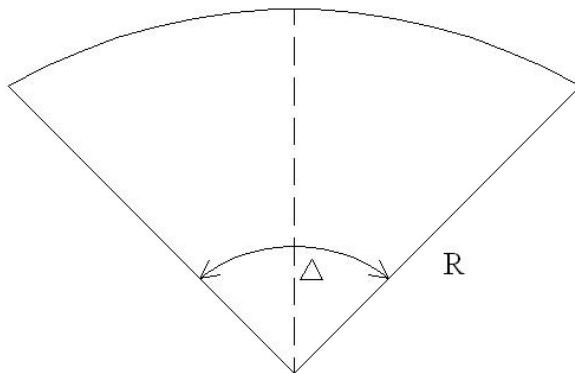
2.5.1 Alinyemen Horisontal

2.5.1.1 Umum

Alinyemen horisontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horisontal. Kendaraan yang bergerak pada lengkung horisontal akan mengalami gaya sentrifugal dan gaya tersebut akan diimbangi oleh gaya gesekan antara ban dan muka jalan serta komponen berat kendaraan akibat dibuatnya superelevasi (kemiringan melintang jalan di tikungan).

2.5.1.2 Jari-jari Lengkung (radius) Minimum

Jari-jari lengkung minimum untuk setiap kecepatan rencana ditentukan berdasarkan miring tikungan maksimum dan koefisien gesekan melintang maksimum.



$$R_{\min} = \frac{v^2}{127(e + f_m)}$$

Gambar 2.9. Jari-jari lengkung minimum

Dimana :

R = jari-jari lengkung minimum (meter)

V = kecepatan rencana (km/jam)

e = miring tikungan (%)

f_m = koefisien gesekan melintang

$$= -0,00065 \times V + 0,192$$

Tabel 2.19

Panjang jari-jari minimum yang disarankan

Kecepatan Rencana (km/jam)	jari-jari minimum yang disarankan (m)
100	700
80	400
60	200
50	150
40	100
30	65
20	30

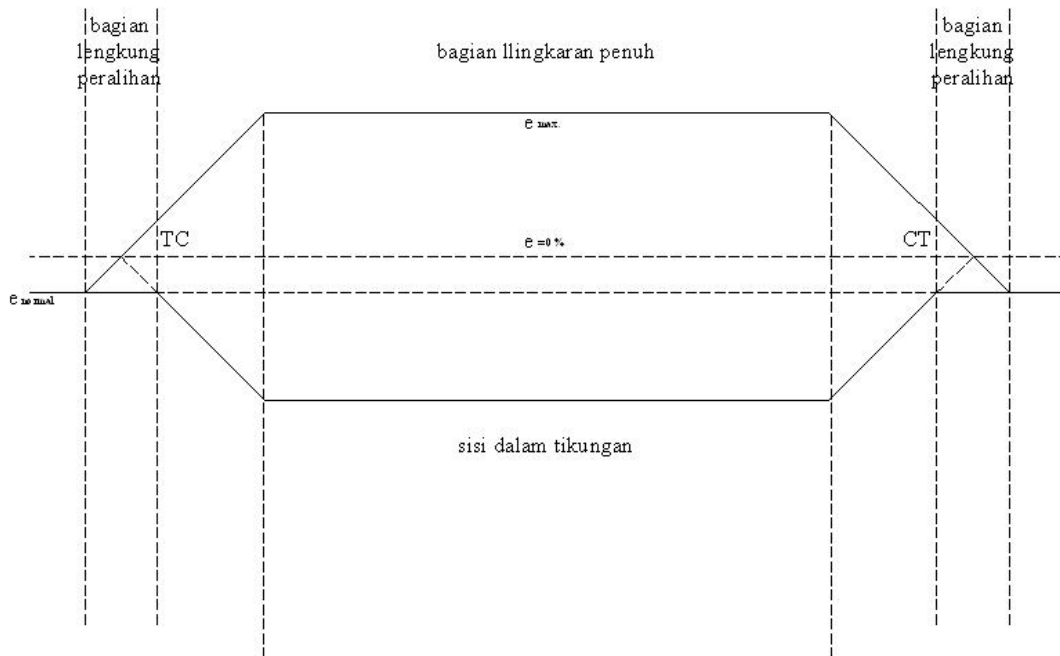
Sumber : Standar Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, 1992

2.5.1.3 Superelevasi

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan pada saat berjalan melalui tikungan pada kecepatan rencana. Nilai superelevasi maksimum ditetapkan 10 %.



Gambar 2.10. Metode pencapaian superelevasi pada tikungan tipe SCS



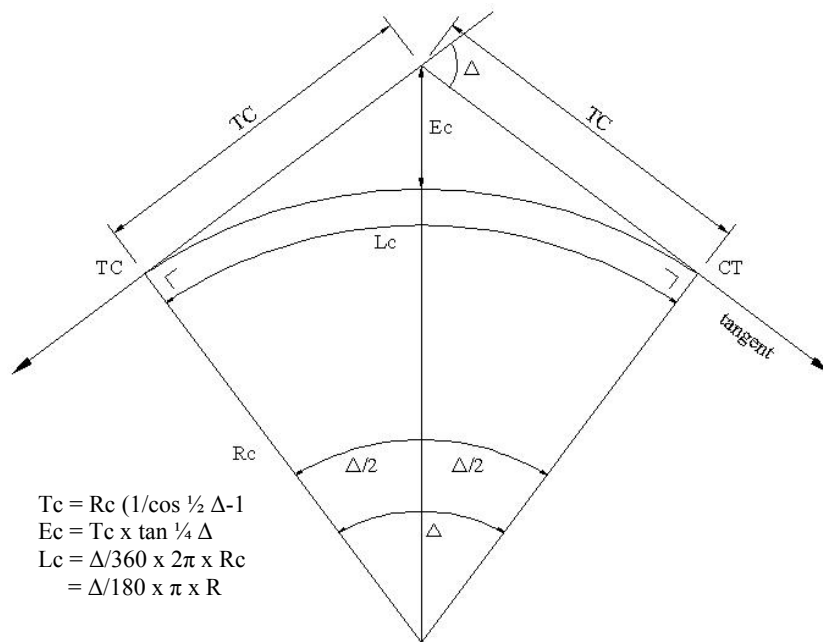
Gambar 2.11. Metode Superelevasi pada tikungan Full Circle

2.5.1.4 Bentuk Lengkung Horisontal

Ada 3 bentuk lengkung horisontal yaitu :

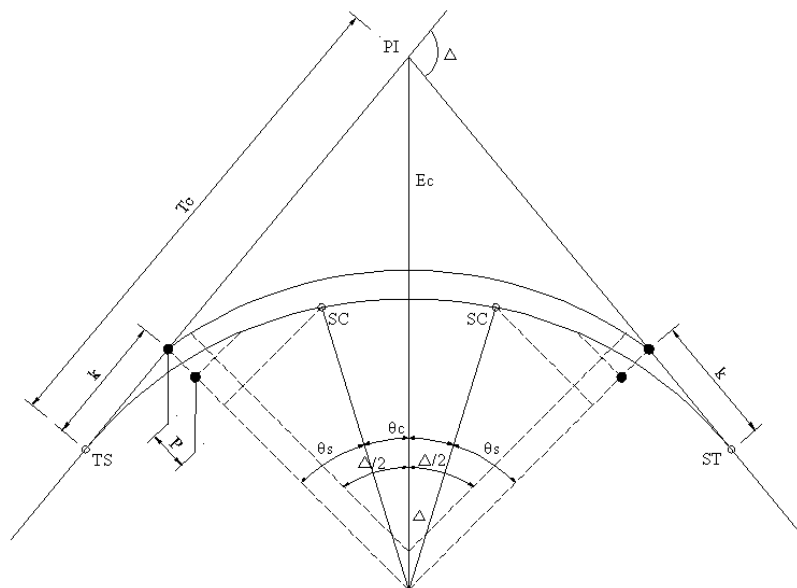
- Lengkung busur lingkaran sederhana (Full Circle)

Batasan lengkung Full Circle adalah tabel 2.12 untuk R_c dibawah dengan harga tersebut, (karena medan tidak memungkinkan) maka lengkung horisontal yang dipilih type Spiral-Circle-Spiral.



Gambar 2.12. Full Circle

▀ Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan (Spiral-Circle-Spiral)



Gambar 2.13. Spiral-Circle-Spiral

Rumus Spiral-Circle-Spiral :

$$L_s = m \cdot b \cdot e$$

$$\theta_s = \frac{90 \cdot L_s}{\pi \cdot R_c}$$

$$p = p^* \cdot L_s$$

$$k = k^* \cdot L_s$$

$$\theta_c = \Delta - 2 \theta_s$$

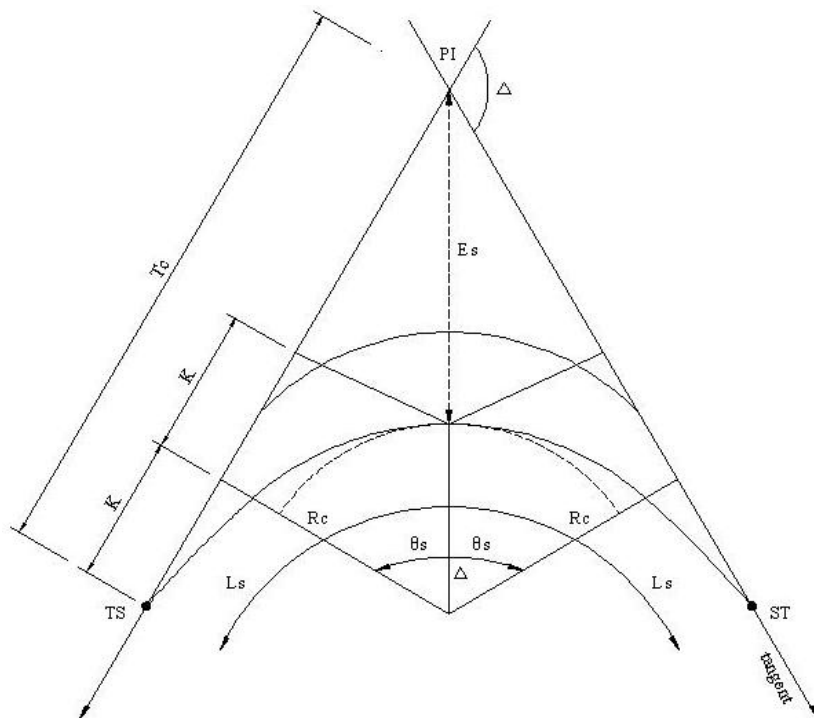
$$T_c = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$E_c = \left[\frac{(R_c + p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} \right] - R_c$$

$$L = \frac{\theta_c}{180} \pi \cdot R_c$$

▀ Lengkung peralihan (Spiral-Spiral)

Jika $L_c < 20$ m (jika medan tidak memungkinkan), maka lengkung horizontal yang dipilih harus tipe Spiral-Spiral, karena kesulitan dalam pelaksanaan.



Gambar 2.14. Spiral-Spiral

Rumus Spiral- Spiral :

$$\Delta = 2 \cdot \theta_s$$

$$L_s = ((2\pi \cdot Rc)/360)/ 2\theta_s$$

$$= (\theta_s \cdot \pi \cdot Rc)/90$$

$$T_s = (Rc + P) \tan \frac{1}{2} \Delta + k$$

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

■ Pelebaran di tikungan

Untuk membuat tingkatan pelayanan suatu jalan selalu tetap sama, baik di bagian lurus maupun di tikungan perlu diadakan pelebaran pada perkerasan di tikungan

2.5.1.5 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan, berfungsi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus sampai bagian lengkung jalan sehingga gaya sentrifugal yang bekerja di tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Bentuk lengkung peralihan dalam perencanaan ini digunakan dengan bentuk spiral.

Tabel 2.20

Panjang Minimum Lengkung Peralihan

Kecepatan Rencana (km/jam)	Panjang Minimum Lengkung Peralihan (m)
100	85
80	70
60	50
50	40
40	35
30	25
20	20

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, 1992

2.5.2. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah garis vertikal yang dibentuk oleh bidang vertikal melalui sumbu jalan. Alinyemen vertikal menyatakan bentuk geometrik jalan dalam arah vertikal (naik / turunnya jalan).

Dalam alinyemen vertikal ini terdapat dua macam lengkung yaitu lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal cekung.

- Lengkung Vertikal Cembung

Dalam membahas masalah lengkung vertikal cembung akan ditinjau 2 (dua) hal, yaitu :

1. Jarak pandang henti

Panjang lengkung vertikal cembung dapat dikatakan memenuhi syarat apabila kebebasan pandangan henti pada kecepatan rencana. Oleh karena itu perlu diadakan peninjauan panjang lengkung vertikal cembung terhadap pandangan henti minimum.

2. Jarak pandang menyiap

Panjang lengkung vertikal cembung dapat dikatakan memenuhi syarat untuk melakukan gerakan menyiap adalah apabila kebebasan pandangan yang tersedia memenuhi syarat terhadap jarak pandang menyiap. Peninjauan terhadap kedua faktor tersebut yang berkaitan dengan pengaruh panjang lengkung vertikal cembung terhadap jarak pandang henti dan menyiap di kategorikan menjadi :

Baik : apabila panjang lebih besar dari jarak pandang henti dan jarak pandang menyiap.

Cukup baik : apabila panjang jalan hanya lebih panjang dari jarak pandang henti.

Jelek : apabila panjang jalan lebih pendek dari jarak pandang henti.

Seringkali panjang lengkung vertikal yang ada tidak memenuhi syarat apabila ditinjau dari persyaratan gerakan menyiap, namun karena alasan pertimbangan ekonomi atau kelas jalan, kalau masih lebih besar dari jarak pandang henti maka lengkung vertikal cembung masih dapat dipakai.

Kelandaian Jalan dan Panjang Kritis

Dalam perencanaan kelandaian jalan, harus dipertimbangkan besarnya gangguan penurunan kecepatan terhadap arus lalu lintas secara keseluruhan. Dengan demikian besar dan jarak kelandaian maksimum terhadap suatu jalan perlu dibatasi dan disesuaikan dengan kecepatan rencana, keadaan medan dan pertimbangan biaya. Landai maksimum yang diijinkan seperti tercantum dalam tabel berikut :

Tabel 2.21
Kelandaian Maksimum

V_R (km/jam)	100	80	60	50	40	30	20
Kelandaian maksimum (%)	3	4	5	6	7	8	9

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan,1992

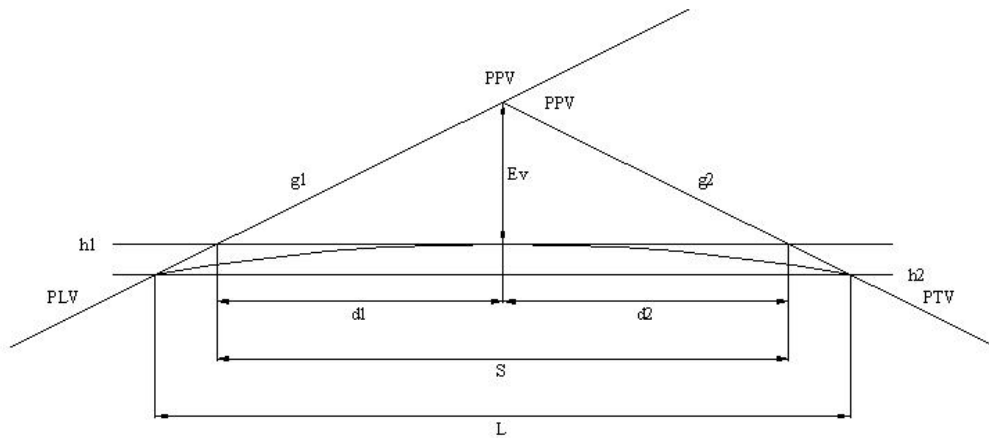
Panjang Kritis yaitu panjang landai maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya, sehingga penurunan kecepatannya tidak lebih dari separuh V_r . Lama perjalanan tersebut ditetapkan tidak lebih dari satu menit,

Table 2.22
Panjang Kritis

Kecepatan Rencana (km/jam)	Kelandaian (%)	Panjang Kritis Dari Kelandaian (m)
100	4	700
	5	500
	6	400
80	5	600
	6	500
	7	400
60	6	500
	7	400
	8	300
50	7	500
	8	400
	9	300
40	8	400
	9	300
	10	200

Sumber : Standar Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan,1992

Pandang Bebas Vertikal



Gambar 2.15 Jarak pandangan lengkung vertikal cembung ($S < L$)

Rumus panjang lengkung yang digunakan :

$$S^2 = \frac{100L}{A} (\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2$$

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2} \dots\dots\dots(1)$$

Jika dalam perencanaan dipergunakan jarak pandang henti menurut Bina Marga

dimana : $h_1 = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

dan $h_2 = 120 \text{ cm} = 1,2 \text{ m}$

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

$$L = \frac{AS^2}{399} = CAS^2 \dots\dots\dots(2)$$

Atas dasar perhitungan jarak pandang, keamanan dan kenyamanan bagi pemakai jalan maka ditentukan landai jalan dibawah harga landai maksimum. Mengingat jalan tersebut diperbolehkan untuk dilewati kendaraan dengan kecepatan rencana yang cukup tinggi sesuai dengan kelas dan fungsi jalan.

Dengan alinyemen vertikal pada ruas jalan adalah berupa lengkung cekung dan lengkung cembung, dimulai jalan masuk Fly-Over hingga puncak lengkungan pada elevasi lantai kendaraan kemudian menurun sampai elevasi jalan.

Jika dalam perencanaan dipergunakan jarak pandang menyiap menurut Bina Marga, dimana $h_1 = 120$ cm, dan $h_2 = 120$ cm, maka :

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2,40} + \sqrt{2,40})^2}$$

$$L = \frac{AS^2}{960} = CAS^2 \dots\dots\dots(3)$$

C = Konstanta garis pandangan untuk lengkung vertikal cembung dimana $S < L$

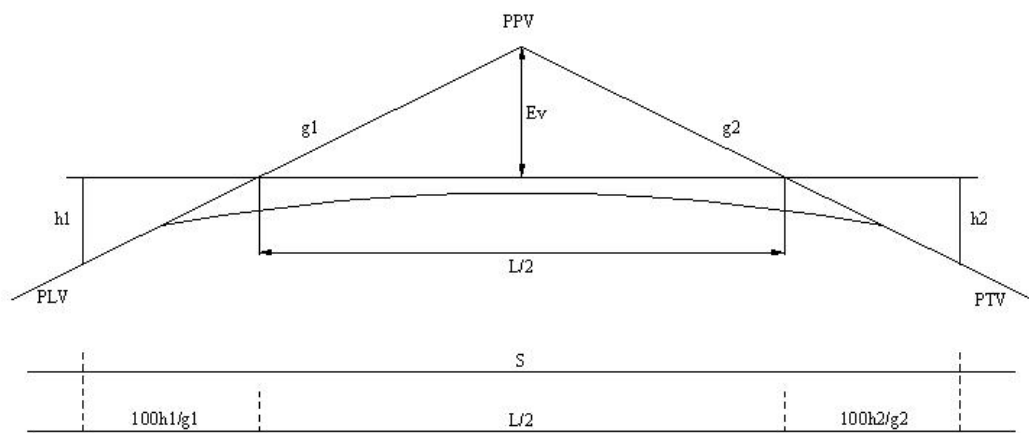
Tabel 2.23
Nilai C untuk Beberapa h_1 dan h_2 Berdasarkan
AASHTO dan Bina Marga

	AASHTO 1990		Bina Marga 1990	
	JPH	JPM	JPH	JPM
Tinggi mata pengemudi (h_1) (m)	1.07	1.07	1.20	1.20
Tinggi obyek (h_2) (m)	0.15	1.03	0.10	1.20
Konstanta (C)	404	946	399	960

JPH = Jarak Pandang Henti

JPM = Jarak Pandang Menyiap

Lengkung Vertikal Cembung $S > L$



Gambar 2.16. Jarak pandangan lengkung vertikal cembung ($S > L$)

$$S = \frac{1}{2}L + \frac{100h_1}{g_1} + \frac{100h_2}{g_2}$$

$$L = 2S - \frac{200h_1}{g_1} - \frac{200h_2}{g_2}$$

Panjang lengkung minimum jika $dL/dg = 0$, maka diperoleh :

$$\frac{h_1}{g_1} - \frac{h_2}{g_2} = 0 \Rightarrow \frac{h_1}{g_1} = \frac{h_2}{g_2}$$

$$g_2 = g_1 \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$$

A merupakan jumlah aljabar $g_1 + g_2$

$$A = \left[\sqrt{\frac{h_2}{h_1} + 1} \right] g_1$$

$$g_1 = \frac{A\sqrt{h_1}}{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}}$$

$$g_2 = \frac{A\sqrt{h_2}}{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}}$$

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

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A} \dots\dots\dots(4)$$

Jika dalam perencanaan dipergunakan jarak pandang henti menurut Bina Marga, dimana $h_1 = 10$ cm, $h_2 = 120$ cm, maka :

$$L = 2S - \frac{200(\sqrt{0,1} + \sqrt{1,2})^2}{A}$$

$$L = 2S - \frac{399}{A} = 2S - \frac{C_1}{A} \dots\dots\dots(5)$$

Jika dalam perencanaan dipergunakan jarak pandang menyiap menurut Bina Marga, dimana $h_1 = 120$ cm, $h_2 = 120$ cm, maka :

$$L = 2S - \frac{200 \left(\sqrt{1,2} + \sqrt{\sqrt{1,2}} \right)^2}{A}$$

$$L = 2S - \frac{960}{A} = 2S - \frac{C_1}{A} \dots\dots\dots(6)$$

C₁ = konstanta pandangan untuk lengkung vertikal cembung dimana S>L

Tabel 2.17 menunjukkan konstanta C = C₁ tanpa melihat apakah jarak pandangan berada di dalam atau di luar lengkung.

Tabel 2.24
Nilai C untuk Beberapa h₁ dan h₂ Berdasarkan
AASHTO dan Bina Marga

	AASHTO 1990		Bina Marga 1990	
	JPH	JPM	JPH	JPM
Tinggi mata pengemudi (h ₁) (m)	1.07	1.07	1.20	1.20
Tinggi obyek (h ₂) (m)	0.15	1.03	0.10	1.20
Konstanta (C ₁)	404	946	399	960

JPH = Jarak Pandang Henti

JPM = Jarak Pandang Menyiap

Panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan kebutuhan akan drainase

Lengkung vertikal cembung yang datar dan relatif datar dapat menyebabkan kesulitan dalam masalah drainase jika di sepanjang jalan dipasang kreb. Air disamping jalan tidak dapat mengalir lancar, untuk menghindari hal tersebut panjang lengkung vertikal biasanya dibatasi tidak melebihi 50 A.

Persyaratan penjang lengkung vertikal cembung sehubungan dengan drainase :

$$L = 50 A \dots\dots\dots(7)$$

Panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan kenyamanan perjalanan

Panjang lengkung vertikal cembung juga harus baik dilihat secara visual. Jika perbedaan aljabar landai kecil, maka lengkung vertikal yang dibutuhkan pendek, sehingga alinyemen vertikalnya tampak melengkung. Oleh karena itu disyaratkan panjang lengkung yang diambil untuk perencanaan tidak kurang dari 3 detik perjalanan.

- Lengkung Vertikal Cekung

Disamping bentuk lengkung yang berbentuk parabola sederhana, panjang lengkung vertikal cekung juga harus ditentukan dengan memperhatikan :

- Jarak penyinaran lampu kendaraan
- Jarak pandangan bebas dibawah bangunan
- Persyaratan drainase
- Kenyamanan pengemudi
- Keluwesan bentuk

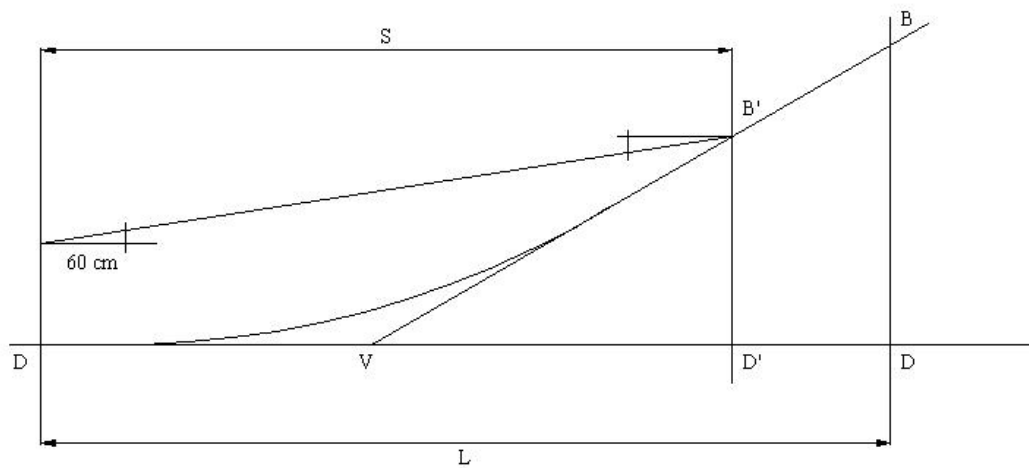
Jarak penyinaran lampu kendaraan

Jangkauan lampu depan kendaraan pada lengkung vertikal cekung merupakan batas jarak pandangan yang dapat dilihat oleh pengemudi pada malam hari. Di dalam perencanaan umumnya tinggi lampu depan diambil 60 cm, dengan sudut penyinaran sebesar 1° .

Letak penyinaran lampu depan kendaraan dapat dibedakan atas 2 keadaan, yaitu :

1. Jarak pandangan akibat penyinaran lampu depan $< L$
2. Jarak pandangan akibat penyinaran lampu depan $> L$

Lengkung Vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan < L



Gambar 2.17. Lengkung vertikal cekung dengan jarak pandangan penyinaran lampu depan < L

$$DB = \frac{Al}{100^2}$$

$$D' B' = \left(\frac{S}{L}\right)^2 (DB)$$

$$D' B' = \frac{S^2 A}{200L}$$

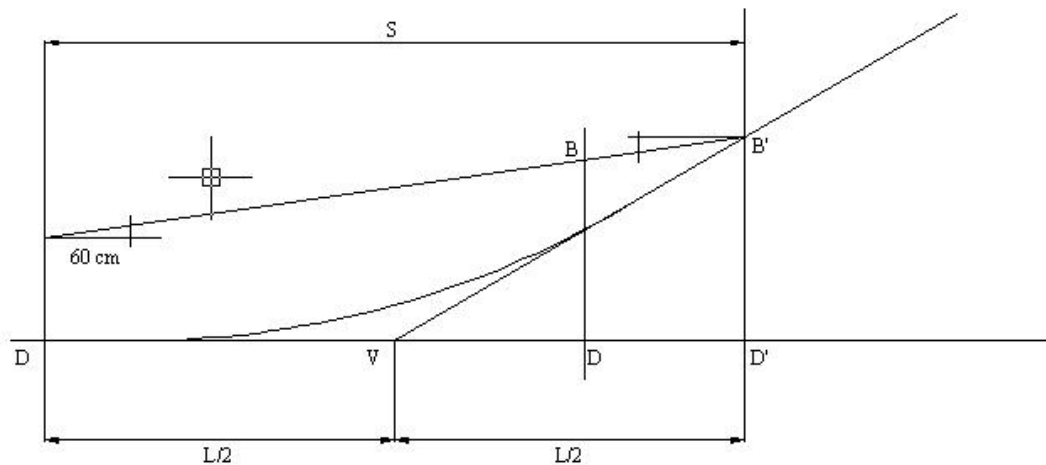
$$D' B' = 0,6 + S \cdot \text{tg } 1^\circ$$

$$\text{tg } 1^\circ = 0,0175$$

$$\frac{S^2 A}{200L} = 0,06 + S \cdot \text{tg } 1^\circ$$

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3,50S} \dots\dots\dots(8)$$

Lengkung Vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan > L



Gambar 2.18. Lengkung vertikal cekung dengan jarak pandangan

$$D' B' = \frac{A}{100} \left(S - \frac{1}{2} L \right)$$

$$D' B' = 0,60 + S \cdot \text{tg } 1^\circ$$

$$D' B' = 0,60 + 0,0175 S$$

$$\frac{A}{100} \left(S - \frac{1}{2} L \right) = 0,60 + 0,0175 S$$

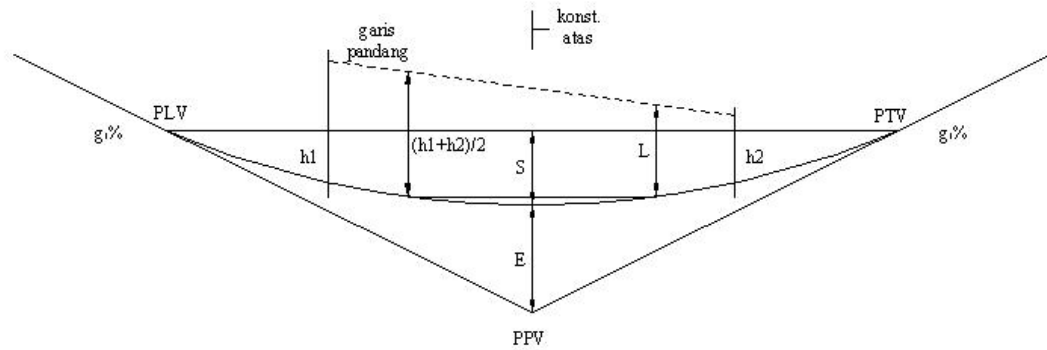
$$L = 2S - \frac{120 - 3,5S}{A} \dots\dots\dots(9)$$

Jarak pandangan bebas di bawah bangunan pada lengkung vertikal

Cekung

Jarak pandangan bebas pengemudi pada jalan raya yang melintasi bangunan-bangunan lain seperti jalan lain, jembatan penyeberangan, viaduct, aquaduct, sering kali terhalangi oleh bagian bawah bangunan tersebut. Panjang lengkung vertikal cekung minimum diperhitungkan berdasarkan jarak pandangan henti minimum dengan mengambil tinggi mata pengemudi truck yaitu 1,8 m dan tinggi obyek 0,5 m (tinggi lampu belakang kendaraan). Ruang bebas vertikal minimum 5 m, disarankan

mengambil lebih besar untuk perencanaan yaitu $\pm 5,5$ m untuk memberikan kemungkinan adanya lapisan tambahan di kemudian hari.



Gambar 2.19. Jarak pandangan bebas di bawah bangunan pada

a. Jarak Pandangan S < L

Diasumsikan titik PPV berada di bawah bangunan

$$\left(\frac{S}{L}\right)^2 = \frac{m}{E} \Rightarrow E = \frac{AL}{800}$$

$$\left(\frac{S}{L}\right)^2 = \frac{800}{AL}$$

$$L = \frac{S^2 A}{800m} \text{ dan } \Rightarrow m = \frac{S^2 A}{800L}$$

Jika jarak bebas dari bagian bawah bangunan atas ke jalan adalah C, maka :

$$m = C - \frac{h_1 - h_2}{2} = \frac{S_2 A}{800L} = C - \frac{h_1 + h_2}{2}$$

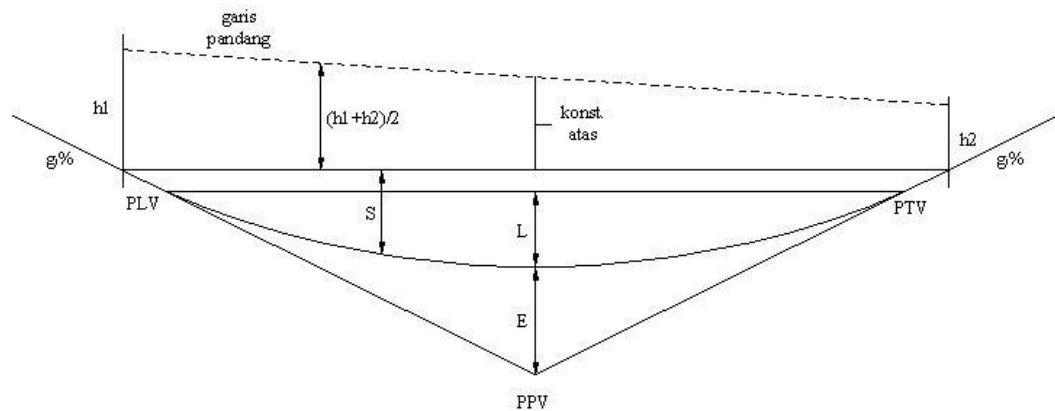
$$L = \frac{S_2 A}{800C - 400(h_1 + h_2)} \dots\dots\dots(10)$$

Jika h₁ = 1,80 m, h₂ = 0,5 m, dan C = 5,50 m, maka persamaan (10) menjadi :

$$L = \frac{AS^2}{3480} \dots\dots\dots(11)$$

b. Jarak pandangan $S > L$

Diasumsikan titik PPV berada di bawah bangunan



Gambar 2.20. Jarak pandangan bebas di bawah bangunan pada

$$\frac{S}{L} = \frac{E + m}{2E} \Rightarrow \frac{S}{L} = \frac{1}{2} \frac{m}{E}$$

$$E = \frac{AL}{800} \Rightarrow m = C - \frac{h_1 - h_2}{2}$$

$$L = 2S \frac{800C - 400(h_1 - h_2)}{A} \dots\dots\dots(12)$$

Jika $h_1 = 1,80$ m, $h_2 = 0,5$ m, dan $C = 5,5$ m, maka persamaan (12) menjadi :

$$L = 2S \frac{3480}{A} \dots\dots\dots(13)$$

Bentuk visual lengkung vertikal cekung

Adanya gaya sentrifugal dan gravitasi pada lengkung vertikal cekung akan menimbulkan rasa tidak nyaman pada pengemudi. Panjang lengkung vertikal cekung minimum yang dapat memenuhi syarat kenyamanan adalah

$$L = \frac{AV^2}{380}$$

dimana :

V = kecepatan rencana (km/jam)

A = perbedaan aljabar landai

L = panjang lengkung vertikal cekung

2.6. Aspek Struktur Fly-Over

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

- Mudah dalam pelaksanaan
- Mengutamakan bahan-bahan setempat yang mudah di dapat
- Mudah untuk mendapatkan peralatan yang dibutuhkan
- Ekonomis tetapi masih memenuhi persyaratan kekuatan secara teknis

2.6.1. 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 antara lain :

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

2.6.2. 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 yang kemudian disalurkan ke bagian pondasi .

Abutment 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).

2.6.3. Landasan atau Andas

Landasan adalah sebagai bagian ujung-ujung suatu bangunan atas jembatan yang berfungsi sebagai penyalur gaya-gaya dari bangunan atas ke bangunan bawah , baik gaya yang diakibatkan oleh beban vertikal maupun horizontal gaya-gaya yang diakibat oleh putaran sudut.

Menurut fungsinya dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu :

- Landasan tetap (sendi)
- Landasan bergerak (rol)

2.6.4. Pondasi

Bagian pondasi ini berfungsi meneruskan beban-beban yang diterima pada lapisan tanah dasar dimana bangunan tersebut berdiri.

Tipe yang biasa digunakan dalam pembangunan Fly-Over adalah :

- Pondasi langsung atau pondasi dangkal
- Pondasi tiang pancang

2.6.5. Oprit Fly-Over

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

2.6.6. Bangunan Pelengkap Fly-Over

Yang termasuk bangunan pelengkap adalah:

- Lampu penerangan
- Guard rail (patok pengaman)
- Pengarah arus

2.6.7. Rambu dan Marka

Sebagai alat untuk mengendalikan lalu lintas, khususnya untuk meningkatkan keamanan dan kelancaran pada sistem jalan maka marka dan rambu lalu lintas merupakan obyek fisik yang dapat menyampaikan informasi kepada pemakai jalan serta dapat mempengaruhi penggunaan jalan.

Fungsi dari rambu lalu lintas adalah :

1. rambu peringatan, untuk memberi peringatan kemungkinan adanya bahaya atau tempat berbahaya bagian jalan di depannya.
2. rambu larangan, untuk menyatakan perbuatan yang dilarang dilakukan oleh pemakai jalan yang ditempatkan sedekat mungkin dengan larangan dimulai.
3. rambu perintah, untuk menyatakan perintah yang wajib dilakukan oleh pemakai jalan yang ditempatkan sedekat mungkin dengan titik kewajiban dimulai.
4. rambu petunjuk, untuk menyatakan petunjuk mengenai jurusan, jalan, situasi, kota, tempat, pengaturan, fasilitas dan lain-lain.

Marka jalan adalah suatu tanda yang berada di permukaan jalan atau di atas permukaan jalan yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas. Marka ini terdiri dari :

1. marka garis membujur
2. marka garis melintang
3. marka garis serong
4. marka lambang
5. marka lainnya

2.7. 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 berat 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"

$$q = 2,2 \text{ t/m untuk } L \leq 30 \text{ m}$$

$$q = 2,2 \text{ t/m s/d } 1,1/60 \times (L - 30) \text{ t/m untuk } L \leq 30 \text{ m}$$

$$q = 1,1 (1 + 30/L) \text{ t/m untuk } L \geq 60 \text{ m}$$

Beban garis "P"

$$P = 12 \text{ t/lebar jalur}$$

P dan q diperhitungkan 100% untuk W = 5,5 m

P dan q diperhitungkan 50% untuk W di luar 5,5 m

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

$$P = \frac{q \times a \times s}{2,75} \text{ t/m gelagar (gelagar tengah)}$$

$$q = \frac{q \times s}{2,75} \text{ t/m gelagar}$$

$$P = \frac{P \times s}{2,75} t / m \text{ gelagar}$$

dimana :

W = lebar jalan pada jembatan

s = jarak gelagar

s' = jarak (1/2) gelagar tepi dan sebelahnya

a = faktor distribusi beban akibat adanya diafragma

- 1,00 apabila diafragma tidak difungsikan struktural
- 1,00 apabila diafragma difungsikan structural
(ikut menyebarkan beban ke gelagar disampingnya)

➤ Beban kejut

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

➤ Beban tekanan tanah

Disesuaikan dengan jenis tanah, sedang beban kendaraan di belakang 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/m².

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% tekan.

Untuk jembatan menerus lebih dari dua perletakan, pada perletakan dihitung beban angin arah longitudinal jembatan. Arah lateral dinding 40% tekan dan 20% hisap x 150kg/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

$$G_h = R \times f_t$$

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

2.8. 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 besarnya beban yang dipikul oleh sub grade lebih kecil dari kekuatan sub grade itu sendiri
- Menyalurkan air hujan ke samping, sehingga sub grade dapat terlindungi
- Memberikan kenyamanan bagi pemakai jalan.

Salah satu jenis perkerasan jalan adalah perkerasan lentur (flexible pavement). Perkerasan lentur 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 perencanaan 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

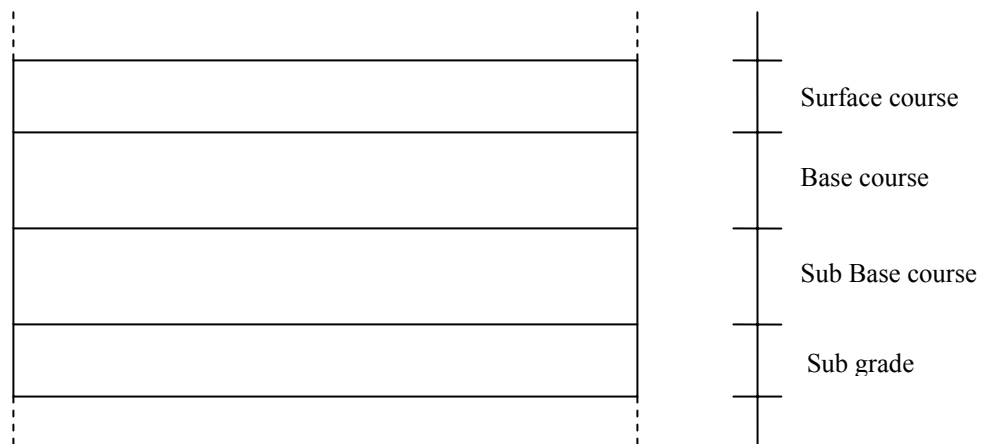
Lalu lintas dianalisa berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan komposisi beban.

3. Konstruksi jalan

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

- Lapis pondasi bawah (sub base course)
- Lapis pondasi atas (base course)
- Lapis permukaan (surface 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.



Gambar 2.21. 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)
- Daya dukung tanah (DDT) dan CBR
- 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. Curah hujan dan lintasan ekivalen rencana (LER) serta umur rencana jalan tersebut yang disesuaikan dengan ITP (indeks tebal perkerasan).

Dalam menentukan tebal perkerasan yang dibutuhkan adalah :

- Mampu menahan beban yang direncanakan
- Mempunyai nilai ekonomi
- Stabil dan kokoh
- Tahan terhadap perubahan 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 sesuai dengan umur rencana.

LEP (Lintas Ekvivalen 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 Ekvivalen Tengah, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

LER = Lintas Ekvivalen Rencana, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LER = LET \times FP \rightarrow FP = \text{Faktor Penyesuaian}$$

Faktor penyesuaian tersebut ditentukan dengan rumus :

FP = UR/10 dari LER yang ada kemudian dicari ITP (indeks tebal perkerasan) menurut nomogram II dengan faktor-faktor yang berpengaruh, yaitu DDT atau CBR, Indeks Permukaan dan koefisien bahan-bahan sub base, base dan lapis permukaan. Setelah ITP diketahui langkah selanjutnya yaitu mencari indeks tebal perkerasan yang dibutuhkan atau diijinkan dengan memperhitungkan Faktor Regional (FR) melalui nomogram, dari ITP ini dapat diketahui tebal perkerasannya, tebal masing-masing lapis perkerasan yang kita rencanakan. Penentuan tiap jenis lapisan dengan memperhatikan faktor ekonomis (bahan lapis perkerasan yang mudah didapat).

2.9. Aspek Dimensi Balok dan Plat Lantai Jembatan

Untuk mendesain balok dan plat suatu jembatan adalah sebagai berikut :

Komponen	Fy		Fy		Fy		Fy	
	400	240	400	240	400	240	400	240
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

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

Untuk memilih lebar balok sangat tergantung pada besarnya gaya lintang, sering sekali dengan mengambil $b = \frac{1}{2}h$ sampai dengan $\frac{2}{3}h$.

Bangunan Bawah

- Berat abutment 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

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

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

Jumlah beban hidup = $Q + P$

Momen terhadap titik A = $X (Q + P)$

✓ Beban horizontal

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

$$\text{Untuk } 1 \text{ m} = \frac{Rm}{1} \cdot 1m = \text{panjang abutment}$$

✓ Gaya angin

Luas bidang yang terkena angin

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

$$- \text{ Terhadap kendaraan} = 150\% \times 11 \cdot 2 \cdot 0,15 (k)$$

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

$$MA = A \cdot 1$$

✓ Gaya geser tumpuan

Rumus yang dibutuhkan $F = f \times K_m$

dimana : F = gaya gesek ; f = koefisien gesek ;

K_m = muatan mati bangunan atas

✓ Akibat tekanan tanah aktif

$$K_a = \text{tg}^2 (45^\circ - \phi/2)$$

✓ Akibat tekanan tanah pasif

$$K_p = \text{tg}^2 (45^\circ + \phi/2)$$

✓ 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 : $K = E \cdot G$

G = berat beban mati

➤ Perhitungan stabilitas abutment

Pengertian stabilitas ditinjau dari beberapa komponen muatan, dimana kombinasi tersebut adalah :

- ✓ Kombinasi I = $M + (H + K) + Ta + Tu$. 100%
- ✓ Kombinasi II = $M + Ta + Ah + Gh + A + Sr + Tm$. 125%
- ✓ Kombinasi III = $(\text{Komb.I}) + Rm Gg + A + Sr + Tm + 5$. 140%
- ✓ Kombinasi IV = $M + Gh + T ga + Gg + A Hg$. 150%

➤ Rumus terhadap guling (fg) = $\frac{\Sigma MV}{\Sigma Mh} \times 2$

➤ Rumus terhadap geser (fs) =

B = lebar pondasi; $fs \geq 1,5$

➤ Terhadap eksentrisitas (e)

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

ditinjau terhadap daya dukung tanah (σ)

$$\sigma = \frac{\Sigma V}{bx1} \times \frac{(1 + 6,1)}{b}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{\Sigma V}{bx1} \times \left(1 + \frac{6,1}{b}\right)$$

$$\sigma_{\min} = \frac{\Sigma V}{bx1} \times \left(1 - \frac{6,1}{b}\right)$$

➤ Teori perhitungan tiang pancang

Daya dukung tiang pancang (Qa)

$$Qa = \frac{JHL \times \phi}{SF1} + \frac{qc \times P}{SF2}$$

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 antar tiang pancang

$$\text{Arc tg} = \text{tg} (D/K)$$

M = jumlah tiang pancang 1 jurusan

n = jumlah tiang pancang dalam arah lain

$$\text{jadi } E = 1 - (D/K)$$

$$n = \frac{\Sigma G}{Qa}$$

➤ Rencana penempatan tiang pancang

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

Sehingga daya dukung tiang pancang menjadi $P_{\text{eff}} = Qa \cdot E$

Daya dukung tiang pancang kelompok (Q_t)

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

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

➤ Kapasitas tiang pancang

Dapat diperkirakan selama pemancangan dengan memakai suatu perencanaan dinamis yang dipakai Engineering New Record

$$(ENR) = 6$$

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

FK = factor keamanan untuk ENR = 6

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

dimana :

Qa = kapasitas batas ijin

Q batas = kapasitas batas perkiraan

Wr = berat palu

h = tinggi jatuh

eh = efisiensi palu apabila diketahui I berkisar (0,6 – 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