
BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 TINJAUAN UMUM

Studi pustaka adalah suatu pembahasan 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 menganalisis faktor dan data pendukung maupun untuk merencanakan konstruksi yang menyangkut perhitungan teknis maupun analisis 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. Aspek Karakteristik Jalan.
2. Aspek Karakteristik Lalu Lintas.
3. Aspek Perkeretaapian.
4. Aspek Penyelidikan Tanah.
5. Aspek Struktur *Fly Over*.

2.2 ASPEK KARAKTERISTIK JALAN

2.2.1 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi fungsional seperti dijabarkan dalam Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006 pasal 7 dan 8 (Standar Perencanaan Geometri Untuk Jalan Perkotaan, 1992) dibagi dalam dua sistem jaringan yaitu:

2.2.1.1 Sistem Jaringan Jalan Primer

Sistem jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan sebagai berikut:

- a. Menghubungkan secara menerus pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan: dan

- b. Menghubungkan antar pusat kegiatan nasional.

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:

- 1) Kecepatan rencana minimal 60 km/jam.
- 2) Lebar badan jalan minimal 8 meter.
- 3) Kapasitas lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata.
- 4) Lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal.
- 5) Jalan masuk dibatasi secara efisien.
- 6) Jalan persimpangan dengan pengaturan tertentu tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan.
- 7) Tidak terputus walaupun memasuki kota.
- 8) 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:

- 1) Kecepatan rencana minimal 40 km/jam.
- 2) Lebar badan jalan minimal 7 meter.
- 3) Kapasitas sama dengan atau lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata.
- 4) Jalan masuk dibatasi, direncanakan sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan.
- 5) 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:

- 1) Kecepatan rencana minimal 20 km/jam.
- 2) Lebar badan jalan minimal 6 meter.
- 3) Tidak terputus walaupun melewati desa.

2.2.1.2 Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil.

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. Persyaratan jalan arteri sekunder adalah:

- 1) Kecepatan rencana minimal 30 km/jam.
- 2) Lebar badan jalan minimal 8 meter.
- 3) Kapasitas sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
- 4) Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.
- 5) 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. Persyaratan jalan kolektor sekunder adalah:

- 1) Kecepatan rencana minimal 20 km/jam.
- 2) 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 perumahan dan seterusnya. Persyaratan jalan lokal sekunder adalah:

- 1) Kecepatan rencana minimal 10 km/jam.
- 2) Lebar badan jalan minimal 5 meter.
- 3) Persyaratan teknik diperuntukkan bagi kendaraan beroda tiga atau lebih.
- 4) Lebar badan jalan tidak diperuntukkan bagi kendaraan beroda tiga atau lebih, minimal 3,5 meter.

2.2.2 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)
 - 1) Lebar jalan 7 meter.
 - 2) Lebar bahu paling sedikit 2 meter pada setiap sisi.
 - 3) Tanpa median.
 - 4) Hambatan samping rendah.
 - 5) Ukuran kota 1-3 juta penduduk.
 - 6) Digunakan pada alinyemen datar.
2. Jalan dua lajur-dua arah tak terbagi (2/2 UD)
 - 1) Lebar jalan 7 meter.
 - 2) Lebar bahu paling sedikit 2 meter pada setiap sisi.
 - 3) Tanpa median.
 - 4) Pemisah arus lalu lintas adalah 50-50.
 - 5) Hambatan samping rendah.
 - 6) Ukuran kota 1-3 juta penduduk.
 - 7) Digunakan pada alinyemen datar.

3. Jalan empat lajur-dua arah tak terbagi (4/2 UD)
 - 1) Lebar lajur 3,5 meter (lebar lalu lintas total 14 meter).
 - 2) Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 meter dari rintangan jalan.
 - 3) Tanpa median.
 - 4) Pemisahan arus lalu lintas adalah 50-50.
 - 5) Hambatan samping rendah.
 - 6) Ukuran kota 1-3 juta penduduk.
 - 7) Digunakan pada alinyemen datar.
4. Jalan empat lajur-dua arah terbagi (4/2 D)
 - 1) Lebar lajur 3,5 meter (lebar lalu lintas total 14 meter).
 - 2) Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 meter dari rintangan jalan.
 - 3) Tanpa median.
 - 4) Pemisah arus lalu lintas adalah 50-50.
 - 5) Hambatan samping rendah.
 - 6) Ukuran kota 1-3 juta penduduk.
 - 7) Digunakan pada alinyemen datar.
5. Jalan enam lajur-dua arah terbagi (6/2 D)
 - 1) Lebar lajur 3,5 meter (lebar lalu lintas total 14 meter).
 - 2) Kereb (tanpa bahu).
 - 3) Jarak antara penghalang terdekat pada trotoar ≥ 2 meter.
 - 4) Median pemisah arus lalu lintas adalah 50-50.

2.2.3 Hambatan Samping

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

- a. Pejalan kaki;
- b. Angkutan umum dan kendaraan lain berhenti;
- c. Kendaraan lambat (misal: becak, kereta kuda);
- d. Kendaraan masuk dan keluar dari lahan di samping jalan.

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 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Kelas Hambatan Samping Jalan Perkotaan

Kelas Hambatan Samping (SFC)	Kode	Jumlah kejadian per 200 m per jam (dua sisi)	Kodisi khusus
Sangat rendah	VL	< 100	Daerah pemukiman, jalan dengan jalan samping
Rendah	L	100-299	Daerah pemukiman, beberapa kendaraan umum, dsb.
Sedang	M	300-499	Daerah industri, beberapa toko di sisi jalan
Tinggi	H	500-899	Daerah komersil dengan aktivitas sisi jalan tinggi
Sangat tinggi	VH	> 900	Daerah komersil dengan aktivitas pasar disamping jalan

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

2.2.4 Aspek Geometrik

2.2.4.1 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:

1. Keinginan untuk memenuhi standar minimal terhadap angka keamanan.
2. Kesamaan syarat-syarat suatu situasi ke situasi lainnya.
3. 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 horizontal yaitu posisi dalam bidang horizontal relatif terhadap koordinat

sumbu. Alinyemen horizontal 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. Standard tipe alinyemen untuk lengkung vertikal dan lengkung horizontal seperti terlihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Tipe Alinyemen

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

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

2.2.4.2 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal merupakan proyeksi sumbu jalan tegak lurus bidang horizontal 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 horizontal secara umum meliputi:

1. Alinyemen dibuat selurus mungkin dengan tahap memperhatikan keamanan.
2. Alinyemen dibuat menurut garis tinggi topografis.
3. Menghindari tikungan yang terlalu tajam.
4. Pada lengkung yang berdekatan, perbedaan jari-jari maksimum 1 : 1,5.
5. Hindarkan lengkung searah dengan tangen pendek.
6. Hindarkan tikungan berbalik secara mendadak.

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

1. Superelevasi

Superelevasi adalah suatu kemiringan melintang di tikungan 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 sebagai berikut:

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

Dimana:

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

V_R = kecepatan rencana (km/jam).

e_{maks} = superelevasi maksimum (%).

f_{maks} = koefisien gesek maksimum.

Secara praktis panjang jari-jari minimum untuk jalan perkotaan dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Panjang Jari-jari Minimum jalan Perkotaan

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 Jalan Perkotaan

Sedangkan panjang jari-jari minimum untuk jalan luar kota dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Panjang Jari-jari Minimum Jalan Luar Kota

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jari-jari Minimum (m)
120	600
100	370
80	210
60	110
50	80
40	50
30	30
20	15

Sumber: Standar Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota

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 ditikungan secara berangsur-angsur. Panjang minimum lengkung peralihan dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut ini:

Tabel 2.5 Panjang Minimum Lengkung Peralihan

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 Jalan 1992

Ada tiga macam tikungan pada perencanaan tikungan:

a. *Full Circle*

Full circle adalah tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-

jari yang seragam. Batasan yang diperbolehkan oleh Bina Marga untuk menggunakan *full circle* seperti pada Tabel 2.6 berikut:

Tabel 2.6 Batasan Desain *Full Circle*

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

Sumber: Standar Perencanaan Geometrik Jalan 1992

Untuk radius dibawah harga-harga tersebut diatas, maka lengkung horizontal yang dipilih harus *spiral-circle-spiral*.

Rumus:

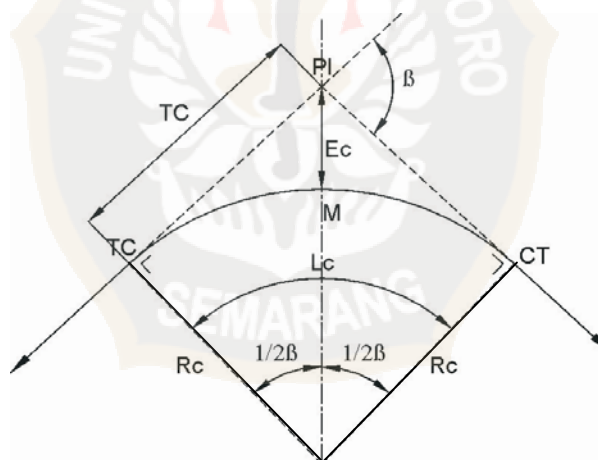
$$TC = Rc * \tan \frac{1}{2}\beta$$

$$Ec = Rc * (\sec \frac{1}{2}\beta - 1) = TC \tan \frac{1}{4}\beta$$

$$Lc = \frac{2\pi}{360} * \beta * Rc$$

$$= 0,01745 * \beta * Rc$$

Bentuk lengkung *full circle* dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Lengkung *Full Circle*

Keterangan:

β = sudut luar di PI.

TC = titik awal tikungan.

PI = titik perpotongan tangen.

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

- CT = titik akhir tikungan.
 Es = jarak luar.
 TC = panjang tangen (jarak TC – PI atau jarak PI – CT).
 Rc = jari-jaru lingkaran.

b. *Spiral-Circle-Spiral*

Tipe tikungan ini dari arah tangen 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.

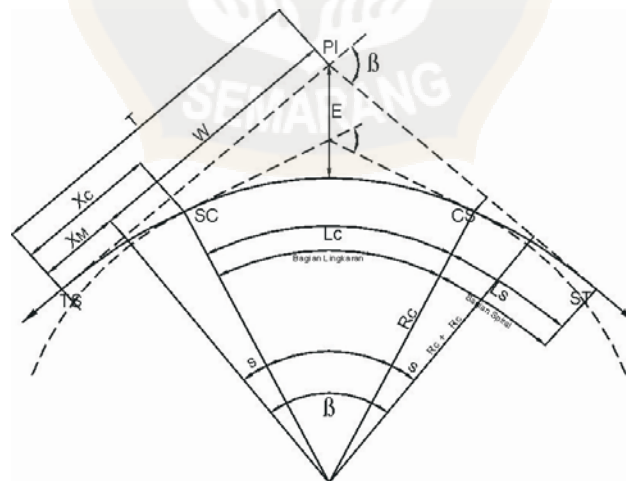
Rumus: $R_{min} = \frac{V_R^2}{127(e_{max} + f)}$, Dimana $f = 0,14$ s/d $0,24$

TC = $(Rc + \beta Rc) * \tan \frac{1}{2} \beta + (X - Rc \sin \Theta_s)$

E = $\{ (Rc + \beta Rc) / (\cos \frac{1}{2} \beta) \} - Rc$

LC = $(\beta - 2\Theta_s) \pi Rc / 180$

Bentuk lengkung *spiral circle spiral* dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Lengkung *Spiral-Circle-Spiral*

TUGAS AKHIR
 PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
 DI BENDAN PEKALONGAN

2.2.4.3 Landai Melintang

Diagram ini merupakan cara untuk menggambarkan pencapaian superelevasi dari lereng normal kemiringan melintang (superelevasi). Pada 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 lapangan, besarnya f_m ini didapat dari grafik koefisien gesekan melintang sesuai dengan AASTHO 1986.

Rumus:

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

Keterangan:

- e_{maks} = kemiringan melintang jalan
 f_m = koefisien gesekan melintang

2.2.4.4 Landai Memanjang

Landai Memanjang harus dipertimbangkan tingkat gangguan penurunan kecepatan truk terhadap lalu lintas secara keseluruhan. Panjang landai kritis atau maksimum yang belum mengakibatkan gangguan lalu lintas adalah yang mengakibatkan penurunan kecepatan maksimum 25 km/jam. Landai maksimum yang diijinkan untuk jalan perkotaan adalah seperti pada Tabel 2.7 berikut ini:

Tabel 2.7 Landai Maksimum dan Panjang Kritis untuk Jalan Perkotaan

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

Sumber: Standar Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan

Landai maksimum yang diijinkan untuk jalan luar kota adalah seperti pada Tabel 2.8 berikut ini:

Tabel 2.8 Landai Maksimum dan Panjang Kritis untuk Jalan Luar Kota

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

Sumber: Standar Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota

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

a. Lengkung Vertikal Cekung

Lengkung vertikal cekung adalah lengkung vertikal dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada dibawah permukaan jalan. Panjang lengkung vertikal cekung tergantung pada:

a.1 Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Penyinaran

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

Letak penyinaran lampu depan kendaraan dapat dibedakan atas dua keadaan:

1. Jarak pandangan akibat penyinaran lampu depan < L

$$\text{Rumus: } L_v = \frac{A * S^2}{120 + (3,5 * S)}$$

Dimana:

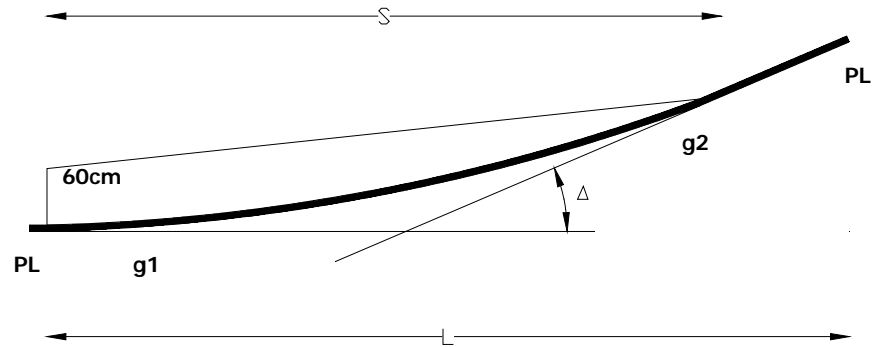
A = perbedaan aljabar kedua tangen: $g_2 - g_1$

S = jarak pandang menyiap (m).

L = panjang lengkung vertikal cekung (m).

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

Untuk lengkung vertikal cekung dengan jarak pandangan akibat penyinaran lampu depan $< L$ dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut:

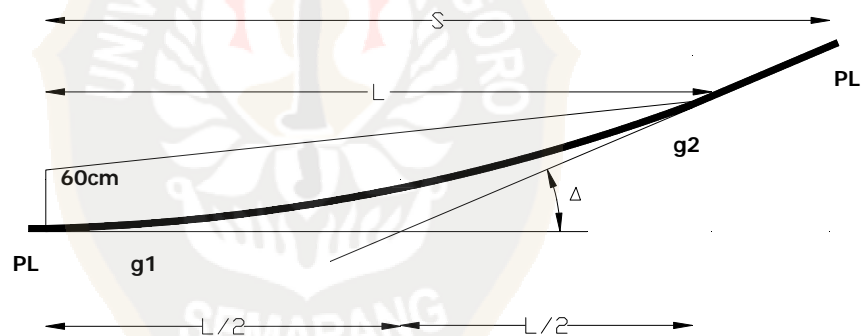


Gambar 2.4 Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Penyinaran Lampu $< L$

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

$$\text{Rumus: } L_v = 2S - \frac{120 \cdot 3,5S}{A}$$

Untuk lengkung vertikal cekung dengan jarak pandangan akibat penyinaran lampu depan $> L$ dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.5 Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Penyinaran Lampu $> L$

a.2 Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandangan Bebas di Bawah Bangunan

Jarak pandangan bebas pengemudi pada jalan raya yang melintasi bangunan-bangunan lain seperti jalan lain, jembatan penyebrangan, viaduck, aquaduck, seringkali 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 menganbil lebih besar untuk perencanaan yaitu $\pm 5,5$ m untuk memberikan kemungkinan adanya lapisan tambahan dikemudian hari. Jarak pandangan bebas di bawah bangunan dapat dibedakan atas dua keadaan:

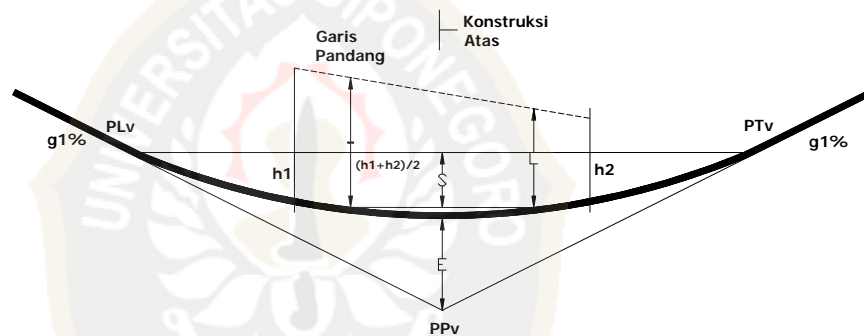
1. Jarak pandangan bebas di bawah bangunan $< L$

$$\text{Rumus: } L_v = \frac{S_2 * A}{800C - 400(h_1 + h_2)}$$

Jika $h_1 = 1,8$ m, $h_2 = 0,5$ m, dan $C = 5,5$ m, maka:

$$L_v = \frac{A * S}{3480}$$

Untuk lengkung vertikal cekung dengan jarak pandangan bebas di bawah bangunan $< L$ dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.6 Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Pandangan Bebas di Bawah Bangunan $< L$

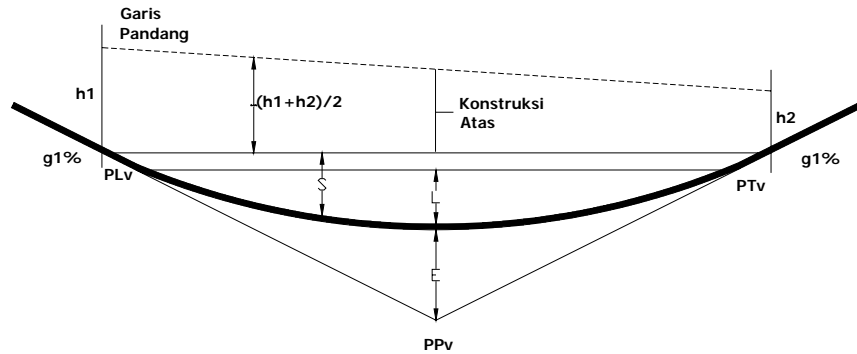
2. Jarak pandangan bebas di bawah bangunan $> L$

$$\text{Rumus: } L_v = 2S \frac{800C - 400(h_1 - h_2)}{A}$$

Jika $h_1 = 1,8$ m, $h_2 = 0,5$ m, dan $C = 5,5$ m, maka:

$$L_v = 2S \frac{3480}{A}$$

Untuk lengkung vertikal cekung dengan jarak pandangan bebas di bawah bangunan $> L$ dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut:



Gambar 2.7 Lengkung Vertikal Cekung dengan Jarak Pandangan Bebas di Bawah Bangunan > L

b. Lengkung Vertikal Cembung

Panjang lengkung vertikal cembung tergantung pada:

b.1 Syarat keamanan terhadap JPH (Jarak Pandang Henti)

Untuk kondisi jarak pandang henti < L

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

Jika dalam perencanaan menggunakan JPH menurut Bina Marga dimana: $h_1 = 10$ cm, $h_2 = 120$ cm, maka:

$$L_v = \frac{A \cdot S^2}{399}$$

Untuk kondisi jarak pandang henti > L

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

Jika dalam perencanaan menggunakan JPH menurut Bina Marga dimana: $h_1 = 10$ cm, $h_2 = 120$ cm, maka:

$$L_v = 2S - \frac{399}{A}$$

b.2 Syarat keamanan terhadap JPM (Jarak Pandang Menyiap)

Untuk kondisi jarak pandang menyiap < L

$$L_v = \frac{A \cdot S^2}{100(\sqrt{2,4} + \sqrt{2,4})^2}$$

Jika dalam perencanaan menggunakan JPM menurut Bina Marga dimana: $h_1 = 120$ cm, $h_2 = 120$ cm, maka:

$$L_v = \frac{A * S^2}{960}$$

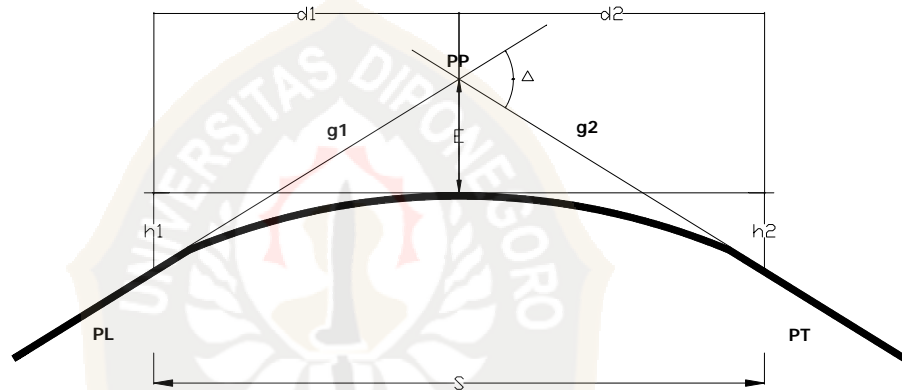
Untuk kondisi jarak pandang menyiap $> L$

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

Jika dalam perencanaan menggunakan JPM menurut Bina Marga dimana: $h_1 = 120$ cm, $h_2 = 120$ cm, maka:

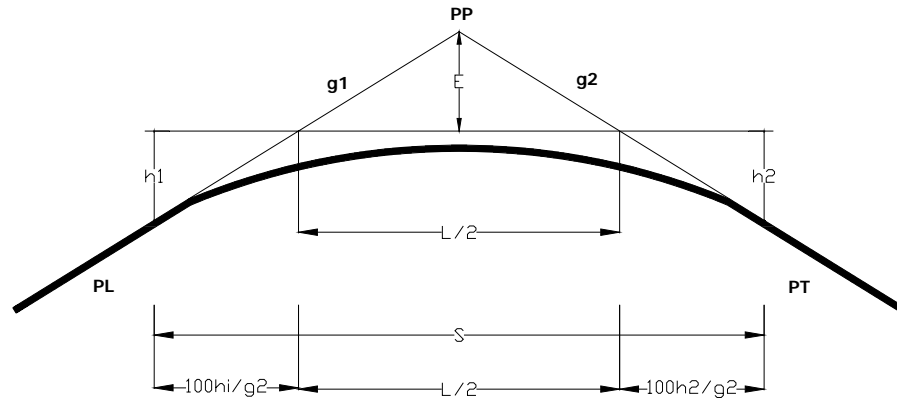
$$L_v = 2S - \frac{960}{A}$$

Untuk lengkung vertikal cembung dengan jarak pandangan akibat penyinaran lampu depan $< L$ dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.8 Lengkung Vertikal Cembung $S < L$

Untuk lengkung vertikal cembung dengan jarak pandangan akibat penyinaran lampu depan $> L$ dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut:



Gambar 2.9 Lengkung Vertikal Cembung $S > L$

b.3 Syarat Drainase

$$L_v = 50 * A$$

b.4 Syarat Kenyamanan

$$L_v = \frac{A * V_r^2}{360}$$

2.2.5 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 didepan kendaraan yang masih dapat dilihat dengan jelas dan titik kedudukan pengemudi disebut jarak pandang.

Jarak pandang berguna untuk:

- a. Menghindarkan terjadinya tabrakan yang dapat membahayakan kendaraan dan manusia akibat benda yang berukuran cukup besar, kendaraan yang sedang berhenti, pejalan kaki atau hewan-hewan pada lajur jalannya;
- b. Memberikan kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan yang lebih rendah;
- c. Menambah efisiensi jalan tersebut, sehingga volume pelayanan dapat dicapai semaksimal mungkin;
- d. 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 dapat dilihat pada Tabel 2.9 dibawah ini:

Tabel 2.9 Kelas Jarak Pandang

Kelas Jarak Pandang	Persen (%) Segmen dengan Jarak Pandang Minimum 300 m
A	> 70 %
B	30 % - 70 %
C	< 30 %

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

2.2.5.1 Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti adalah jarak yang ditempuh pengemudi untuk dapat menghentikan kendaraannya. Guna memberikan keamanan pada pengemudi kendaraan, maka pada setiap jalan haruslah dipenuhi 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.

V_R = tinggi bahaya.

F = koefisien gesek.

Standard jarak pandang henti minimum untuk jalan perkotaan menurut SPGJ adalah seperti pada Tabel 2.10 berikut:

Tabel 2.10 Jarak Pandang Henti Minimum Untuk Jalan Perkotaan

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jarak Pandang Henti Minimum (m)
100	165
80	140
60	75
50	55
40	40
30	30
20	20

Sumber: Standar Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan

Standard jarak pandang henti minimum untuk jalan luar kota menurut SPGJ adalah seperti pada Tabel 2.11 berikut:

Tabel 2.11 Jarak Pandang Henti Minimum untuk Jalan Luar Kota

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jarak Pandang Henti Minimum (m)
120	250
100	175
80	120
60	75
50	55
40	40
30	27
20	16

Sumber: Standar Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota

2.2.5.2 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 dihitung berdasarkan atas panjang jalan yang diperlukan untuk dapat melakukan gerakan menyiap suatu kendaraan dengan sempurna dan aman berdasarkan asumsi yang diambil.

Rumus umum untuk jarak pandang menyiap (J_m) 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.

$$d_1 = 0,278 * t [V - m + (a * t_1/2)]$$

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

$$d_2 = 0,0278 * V * t_2$$

dimana:

t_1 = waktu reaksi: $2,12 + 0,026 V$ (detik).

t_2 = waktu dimana kendaraan yang menyiap berada pada lajur kanan

a = percepatan kendaraan: $2,052 + 0,0036 V$ (km/jam/detik).

V = kecepatan kendaraan yang menyiap (km/jam).

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 pandang menyiap minimum untuk jalan perkotaan dan luar kota dapat dilihat pada Tabel 2.12 berikut:

Tabel 2.12 Jarak Pandang Menyiap Minimum

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 Jalan 1992

**TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN**

2.3 KARAKTERISTIK ARUS LALU LINTAS

2.3.1 Volume Lalu Lintas (Q)

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati satu titik tertentu dari suatu segmen jalan selama waktu tertentu. 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 jalur adalah:

a. Lalu Lintas Harian Rata-rata

Lalu lintas harian rata-rata adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan bermotor beroda empat atau lebih yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan. Ada dua jenis LHR yaitu:

$LHRT = \text{jumlah lalu lintas dalam satu tahun} / 365$

$LHR = \text{jumlah lalu lintas selama pengamatan} / \text{lama pengamatan}$

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:

1. Volume tersebut tidak boleh terlalu sering terdapat pada distribusi arus lalu lintas setiap jam untuk periode 1 tahun.
2. Apabila terdapat volume lalu lintas per jam yang melebihi VJP, maka kelebihan tersebut tidak boleh mempunyai nilai yang terlalu besar.
3. Volume tersebut tidak boleh mempunyai nilai yang sangat besar, sehingga akan menyebabkan jalan menjadi lengang.

VJP dapat dihitung dengan rumus:

$$VJP = LHRT \times k$$

Dimana:

$LHRT = \text{lalu lintas harian rata-rata tahunan (kend/hari)}$.

Faktor $k = \text{faktor volume lalu lintas pada jam sibuk}$.

Penentuan faktor k adalah seperti pada Tabel 2.13 berikut:

Tabel 2.13 Penentuan Faktor k

Lingkungan Jalan	Jumlah Penduduk Kota	
	> 1 Juta	≤ 1 Juta
Jalan di daerah komersial dan jalan arteri	0,07 – 0,08	0,08 – 0,10
Jalan didaerah pemukiman	0,08 – 0,09	0,09 – 0,12

Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

2.3.2 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}). Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan seperti pada Tabel 2.14 berikut:

Tabel 2.14 Pembagian Tipe Kendaraan

Tipe Kendaraan	Kode	Karakteristik Kendaraan
Kendaraan ringan	LV	Kendaraan bermotor beroda empat dengan gandar berjarak 2 – 3 m (termasuk kendaraan penumpang, oplet, mikro bis, <i>pick up</i> , 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 1997*

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

2.3.2.1 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.

Cara menentukan ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk jalan perkotaan tak terbagi berdasarkan MKJI 1997, seperti yang terlihat pada Tabel 2.15.

Tabel 2.15 Emp untuk Jalan Perkotaan Tak Terbagi

Tipe Jalan: Jalan Tak Terbagi	Arus Lalu Lintas Total Dua Arah (kend/jam)	HV	Emp	
			MC	
			Lebar Jalur lalu lintas Ws (m)	
			≤ 6	> 6
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0 ≥ 1800	1,3	0,50	0,40
		1,2	0,35	0,25
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	0 ≥ 3700	1,3	0,40	
		1,2	0,25	

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Sedangkan untuk menentukan ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah dapat dilihat pada Tabel 2.16 berikut:

Tabel 2.16 Emp untuk Jalan Perkotaan Terbagi dan Satu Arah

Tipe Jalan: Jalan Satu Arah dan Jalan Terbagi	Arus Lalu Lintas per Lajur (kend/jam)	Emp	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/1) dan Empat lajur terbagi (4/2 D)	0 ≥ 1800	1,3	0,40
		1,2	0,25
Tiga lajur satu arah (3/1) dan Enam lajur terbagi (6/2 D)	1 ≥ 1800	1,3	0,40
		1,2	0,25

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

Cara menentukan ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk jalan luar kota dua-arah dua-lajur tak terbagi berdasarkan MKJI 1997, seperti yang terlihat pada Tabel 2.17 berikut:

Tabel 2.17 Emp untuk Jalan Luar Kota 2/2 UD

Tipe Alinyemen	Arus Total (kend/jam)	Emp					
		MHB	LB	LT	MC		
					Lebar Lalu Lintas (m)		
< 6m	6 – 8m	> 8m					
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Sedangkan untuk menentukan ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk jalan luar kota dua-arah empat-lajur terbagi dan tak terbagi berdasarkan MKJI 1997, seperti yang terlihat pada Tabel 2.18 dibawah ini:

Tabel 2.18 Emp untuk Jalan Luar Kota 4/2 UD dan 4/2 D

Tipe Alinyemen	Arus Total (kend/jam)		Emp			
	Jalan Terbagi per Arah (kend/jam)	Jalan Tak Terbagi Total (kend/jam)	MHV	LB	LT	MC
Datar	0	0	1,2	1,2	1,6	0,5
	1000	1700	1,4	1,4	2,0	0,6
	1800	3250	1,6	1,7	2,5	0,8
	≥2150	≥3950	1,3	1,5	2,0	0,5
Bukit	0	0	1,8	1,6	4,8	0,4
	750	1350	2,0	2,0	4,6	0,5
	1400	2500	2,2	2,3	4,3	0,7
	≥1750	≥3150	1,8	1,9	3,5	0,4
Gunung	0	0	3,2	2,2	5,5	0,3
	550	1000	2,9	2,6	5,1	0,4
	1100	2000	2,6	2,9	4,8	0,6
	≥1500	≥2700	2,0	2,4	3,8	0,3

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN**

2.3.2.2 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 lengang dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti.

Faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan besarnya kecepatan rencana adalah:

a. 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 dari pada jenis medan pegunungan.

b. Klasifikasi Fungsi Jalan

Kecepatan rencana yang diambil akan lebih besar untuk jalan arteri dari pada jalan kolektor dan lokal. Jalan arteri merupakan lalu lintas jarak jauh yang tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal jadi dalam perencanaannya dapat menggunakan kecepatan rencana yang besar. Sedang jalan kolektor merupakan jalan dengan volume lalu lintas sedang dan jalan lokal merupakan jalan dengan volume lalu lintas rendah dengan lebar badan jalan minimal 6 m sehingga akan sangat berbahaya jika menggunakan kecepatan rencana yang tinggi.

Besarnya kecepatan rencana berdasarkan klasifikasi fungsi jalan dan medan untuk jalan perkotaan dan luar kota dapat dilihat pada Tabel 2.19 dibawah ini:

Tabel 2.19 Kecepatan Rencana Berdasarkan Klasifikasi Fungsi Jalan dan Medan

Fungsi	Kecepatan Rencana Vr (Km/Jam)		
	Datar	Bukit	Gunung
Arteri	70 – 120	60 – 80	40 – 70
Kolektor	60 – 90	50 – 60	30 – 50
Lokal	40 – 50	30 – 50	20 – 30

Sumber: Standar Perencanaan Geometrik Jalan 1992

c. Sifat dan Penggunaan Daerah

Kecepatan rencana yang diambil akan lebih besar untuk jalan luar kota dari pada 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. Besarnya kecepatan rencana berdasarkan sifat dan penggunaan daerah dapat dilihat pada Tabel 2.20 berikut:

Tabel 2.20 Kecepatan Rencana Berdasarkan Sifat dan Penggunaan Daerah

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 Jalan 1992

Pengertian Jalan Tipe I (klasifikasi jalan raya standar Bina Marga)

Kelas 1 : Jalan standar tertinggi untuk melayani lalu lintas kecepatan tinggi antar daerah atau antar kota dengan bebas hambatan.

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

Kelas 2 : Jalan standar tinggi untuk melayani lalu lintas kecepatan tinggi antar daerah atau dalam kota metropolitan dengan bebas hambatan.

Pengertian Jalan Tipe II

Kelas 1 : Jalan standar tertinggi dengan empat jalur atau lebih untuk melayani antar kota dari dalam kota.

Kelas 2 : Jalan standar tertinggi dengan 2 atau 4 lajur untuk melayani angkutan cepat antar kota dan dalam kota, terutama untuk persimpangan tanpa lalu lintas.

Kelas 3 : Jalan standar tertinggi dengan 2 jalur untuk melayani angkutan dalam distrik dengan kecepatan sedang, untuk persimpangan tanpa lalu lintas.

Kelas 4 : Jalan standar terendah dengan satu arah untuk melayani hubungan dengan jalan lingkungan di sekitarnya.

2.3.3 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:

$$FV = (FV_O + FV_W) * FFV_{SF} * FFV_{CS} \text{ (untuk jalan perkotaan)}$$

$$FV = (FV_O + FV_W) * FFV_{SF} * FFV_{RC} \text{ (untuk jalan luar kota)}$$

Keterangan:

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

FV_O = kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (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 kereb penghalang.

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

FFV_{RC} = faktor penyesuaian akibat kelas fungsi jalan dan guna lahan.

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan pada jalan perkotaan dan jalan luar kota dapat dilihat pada Tabel 2.21 dan Tabel 2.22 dibawah ini:

Tabel 2.21 Kecepatan Arus Bebas Dasar (FV₀) untuk Jalan Perkotaan

Tipe Jalan	Kecepatan Arus Bebas Dasar (FV ₀)			
	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Semua Kendaraan (Rata-rata)
6/2 D atau 3/1	61	52	48	57
4/2 D atau 2/1	57	50	47	55
4/2 UD	53	46	43	51
2/2 UD	44	40	40	42

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2.22 Kecepatan Arus Bebas Dasar (FV₀) untuk Jalan Luar Kota

Tipe Jalan/Tipe Alinyemen/(Kelas Jarak Pandang)	Kecepatan Arus Bebas Dasar (km/jam)				
	LV	MHV	LB	LT	MC
Enam-lajur terbagi					
- Datar	83	67	86	64	64
- Bukit	71	56	68	52	58
- Gunung	62	45	55	40	55
-					
Empat-lajur terbagi	78	65	81	62	64
- Datar	68	55	66	51	58
- Bukit	60	44	53	59	55
- Gunung					
Empat-lajur tak terbagi					
- Datar	74	63	78	60	60
- Bukit	66	54	65	50	56
- Gunung	58	43	52	39	53
Dua-lajur tak terbagi					
- Datar SDC: A	68	60	73	58	55
Datar SDB	65	57	69	55	54
Datar SDC	61	54	63	52	53
- Bukit	61	52	62	49	53
- Gunung	55	42	50	38	51

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Untuk menentukan faktor penyesuaian lebar jalur efektif pada kecepatan arus bebas pada jalan perkotaan terdapat dalam Tabel 2.23 dan jalan luar kota terdapat dalam Tabel 2.24.

Tabel 2.23 Faktor Penyesuaian Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas (FVw) pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan untuk Jalan Perkotaan

Tipe Jalan	Lebar Jalur Efektif (m)	FVw (km/jam)
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	Plat lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
Empat lajur tak terbagi	Plat 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: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2.24 Faktor Penyesuaian Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas (FVw) pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan untuk Jalan Luar Kota

Tipe Jalan	Lebar Jalur Efektif (m)	FVw (km/jam)		
		Datar: SDC=A,B	Bukit: SDC=A,B,C Datar: SDC=C	Gunung
Empat lajur dan enam lajur terbagi	Per lajur			
	3,00	-3	-3	-2
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
Empat lajur tak terbagi	Per lajur			
	3,00	-3	-2	-1
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
Dua lajur tak terbagi	Total			
	5	-11	-9	-7
	6	-3	-2	-1
	7	0	0	0
	8	1	1	0
	9	2	2	1
	10	3	3	2
11	3	3	2	

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN**

Berikut ini adalah faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk hambatan samping dan lebar bahu jalan atau jarak kereb penghalang:

a. Jalan dengan Bahu

Cara menentukan faktor penyesuaian untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu pada kecepatan arus bebas untuk jalan perkotaan dengan bahu terdapat pada Tabel 2.25 dan untuk jalan luar kota dengan bahu terdapat pada Tabel 2.26 dibawah ini:

Tabel 2.25 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FFV_{SF}) pada Kecepatan Arus Bebas untuk Jalan Perkotaan dengan Bahu

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping dan Lebar Bahu			
		Lebar Bahu Efektif Rata-rata W_s (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	≥ 2
Empat lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,00	1,03
	Sedang	0,94	0,97	0,97	1,02
	Tinggi	0,89	0,93	0,93	0,99
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,88	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 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: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2.26 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FFV_{SF}) pada Kecepatan Arus Bebas untuk Jalan Luar Kota dengan Bahu

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping dan Lebar Bahu			
		Lebar Bahu Efektif Rata-rata W_s (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	≥ 2
Empat lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,02	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,98	0,98	0,98	0,99
	Sedang	0,95	0,95	0,96	0,98
	Tinggi	0,91	0,92	0,93	0,97
	Sangat tinggi	0,86	0,87	0,89	0,96

**TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN**

Lanjutan Tabel 2.26 Faktor penyesuaian untuk Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FFV_{SF}) pada Kecepatan Arus Bebas untuk Jalan Luar Kota dengan Bahu

Empat lajur tak terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,92	0,94	0,95	0,97
	Tinggi	0,88	0,89	0,90	0,96
	Sangat tinggi	0,81	0,83	0,85	0,95
Dua lajur terbagi 2/2 UD	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,91	0,92	0,93	0,97
	Tinggi	0,85	0,87	0,88	0,95
	Sangat tinggi	0,76	0,79	0,82	0,93

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

b. Jalan dengan Kereb

Faktor penyesuaian untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb penghalang pada kecepatan arus bebas untuk jalan perkotaan dengan kereb dapat ditentukan seperti pada Tabel 2.27 berikut ini:

Tabel 2.27 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Hambatan Samping dan Jarak Kereb Penghalang (FFV_{SF}) pada Kecepatan Arus Bebas untuk Jalan Perkotaan dengan Kereb

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping dan Jarak Kereb Penghalang			
		Jarak; Kereb-Penghalang Wk (m)			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2
Empat lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,97	0,98	0,99	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	0,99	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,96	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,90	0,94
	Sangat tinggi	0,77	0,81	0,85	0,90
Dua lajur terbagi 2/2 UD atau jalan satu arah	Sangat rendah	0,98	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	0,85

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL DI BENDAN PEKALONGAN

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 untuk pengaturan ukuran kota pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan untuk jalan perkotaan dengan kereb dapat dilihat seperti pada Tabel 2.28 berikut:

Tabel 2.28 Faktor Penyesuaian untuk Pengaturan Ukuran Kota (FFV_{CS}) pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan untuk Jalan Perkotaan dengan Kereb

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk Ukuran Kota FF_{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: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

d. Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas akibat Kelas Fungsional Jalan

Faktor penyesuaian akibat kelas fungsional jalan dan guna lahan pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan untuk jalan luar kota dapat dilihat pada Tabel 2.29 berikut:

Tabel 2.29 Faktor Penyesuaian Akibat Kelas Fungsional Jalan dan Guna Lahan pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan untuk Jalan Luar Kota

Tipe Jalan	Faktor Penyesuaian FFV_{RC}				
	Pengembangan Samping Jalan (%)				
	0	25	50	75	100
Empat-lajur terbagi					
Arteri	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
Kolektor	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94
Lokal	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

Lanjutan Tabel 2.29 Faktor Penyesuaian Akibat Kelas Fungsional Jalan dan Guna Lahan pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan untuk Jalan Luar Kota

Empat-lajur tak terbagi						
Arteri	1,00	0,99	0,97	0,96	0,945	
Kolektor	0,97	0,96	0,94	0,93	0,915	
Lokal	0,95	0,94	0,92	0,91	0,895	
Dua-lajur tak terbagi						
Arteri	1,00	0,98	0,97	0,96	0,94	
Kolektor	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	
Lokal	0,90	0,88	0,87	0,86	0,84	

Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

2.3.4 Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan adalah arus lalu lintas (stabil) maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu (geometri, distribusi arah dan komposisi lalu lintas, faktor lingkungan), MKJI 1997. Yang penting dalam penilaian kapasitas adalah pemahaman akan kondisi yang berlaku pada kondisi berikut:

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/jalur;
- 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.

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

3. Kondisi Medan

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 yang sama seperti kecepatan mobil penumpang;
- b. Medan bukit, semua kombinasi dari semua 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 semua 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:

$$C = C_0 * FC_w * FC_{SP} * FC_{SF} * FC_{CS} \text{ (smp/jam)} \rightarrow \text{untuk jalan perkotaan}$$

$$C = C_0 * FC_w * FC_{SP} * FC_{SF} \text{ (smp/jam)} \rightarrow \text{untuk jalan luar kota}$$

Keterangan :

C = kapasitas (smp/jam).

C_0 = kapasitas dasar untuk kondisi ideal (smp/jam).

FC_W = faktor penyesuaian lebar jalur arus lalu lintas.

FC_{SP} = faktor penyesuaian pemisah arah.

FC_{SF} = faktor penyesuaian hambatan samping.

FC_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota.

2.3.4.1 Kapasitas Dasar

Menurut buku Standar Desain Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, yang dikeluarkan Dirjen Bina Marga, kapasitas dasar didefinisikan volume maksimum perjam yang dapat lewat pada 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:

1. Lebar jalan kurang dari 3,5 m.
2. Kebebasan lateral tidak kurang dari 1,75 m.
3. Standar geometrik baik.
4. Hanya kendaraan ringan (LV) yang menggunakan jalan.
5. Tidak ada batas kecepatan.

Kapasitas jalan tergantung pada tipe jalan, jumlah lajur dan apakah jalan dipisahkan dengan pemisah fisik atau tidak, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.30 berikut:

Tabel 2.30 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan

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

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

2.3.4.2 Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas

Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas yaitu faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat lebar jalur lalu lintas. Faktor penyesuaian untuk jalan perkotaan dan jalan luar kota dapat dilihat pada Tabel 2.28 dan Tabel 2.29 berikut:

Tabel 2.31 Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw) untuk Jalan Perkotaan

No	Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas		FCw
1	Empat lajur terbagi atau satu arah	Per lajur	3,00	0,92
			3,25	0,96
			3,50	1,00
			3,75	1,04
			4,00	1,08
2	Empat lajur tak terbagi	Per lajur	3,00	0,91
			3,25	0,95
			3,50	1,00
			3,75	1,05
			4,00	1,09
3	Dua lajur tak terbagi	Total kedua arah	5	0,56
			6	0,87
			7	1,00
			8	1,14
			9	1,25
			10	1,29
			11	1,34

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2.32 Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw) untuk Jalan Luar Kota

No	Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas		FCw
1	Empat lajur terbagi atau satu arah	Per lajur	3,00	0,91
			3,25	0,96
			3,50	1,00
			3,75	1,03
2	Empat lajur tak terbagi	Per lajur	3,00	0,91
			3,25	0,96
			3,50	1,00
			3,75	1,03
3	Dua lajur tak terbagi	Total kedua arah	5	0,69
			6	0,91
			7	1,00
			8	1,08
			9	1,15
			10	1,21
			11	1,27

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

2.3.4.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisah Arah

Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat pemisah arah lalu lintas (hanya jalan dua arah tak terbagi). Besarnya faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah pada jalan perkotaan dan jalan luar kota seperti Tabel 2.33 dan Tabel 2.34 berikut ini:

Tabel 2.33 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisahan Arah (FC_{SP}) pada Jalan Perkotaan

Pemisahan Arah SP % - %		50-50	55-45	65-40	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	0,94

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2.34 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisahan Arah (FC_{SP}) pada Jalan Luar Kota

Pemisahan Arah SP % - %		50-50	55-45	65-40	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	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

2.3.4.4 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Faktor penyesuaian hambatan samping ada dua macam, yaitu:

a. Jalan dengan Bahu

Yaitu faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat hambatan samping sebagai fungsi lebar bahu. Besarnya faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping dan lebar bahu pada jalan perkotaan dan jalan luar kota dengan bahu dapat dilihat pada Tabel 2.35 dan Tabel 2.36 dibawah ini:

Tabel 2.35 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FC_{SF}) pada Jalan Perkotaan dengan Bahu

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping dan Lebar Bahu			
		Lebar Bahu Efektif Rata-rata W_s (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	≥ 2
Empat lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	0,96	0,98	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1,00	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1,00
	Tinggi	0,88	0,92	0,95	0,98
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
Empat lajur tak terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	0,96	0,99	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1,00	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1,00
	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	0,94	0,96	0,99	1,01
	Rendah	0,92	0,94	0,97	1,00
	Sedang	0,89	0,92	0,95	0,98
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2.36 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{SF}) pada Jalan Luar Kota

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FC_{SF})			
		Lebar Bahu Efektif W_s (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	≥ 2
4/2 D	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
4/2 UD 2/2 UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

b. Jalan dengan Kereb

Yaitu faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat hambatan samping sebagai fungsi jarak kereb. Besarnya faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping dan jarak kereb penghalang pada jalan perkotaan dengan kereb dapat dilihat pada Tabel 2.37 dibawah ini:

**TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN**

Tabel 2.37 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pengaruh Hambatan Samping dan Jarak Kereb-Penghalang (FC_{SF}) pada Jalan Perkotaan dengan Kereb

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping dan Jarak Kereb Penghalang			
		Jarak, Kereb-Penghalang Wk (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	≥ 2
Empat lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,94	0,96	0,99	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,95	0,98
	Tinggi	0,86	0,89	0,92	0,95
	Sangat tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
Empat lajur tak terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1,00
	Sedang	0,90	0,92	0,95	0,97
	Tinggi	0,84	0,87	0,90	0,93
	Sangat tinggi	0,77	0,81	0,85	0,90
Dua lajur tak terbagi 2/2 UD atau jalan satu arah	Sangat rendah	0,93	0,95	0,97	0,99
	Rendah	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sedang	0,86	0,88	0,91	0,94
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

2.3.4.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Faktor penyesuaian untuk ukuran kota adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat ukuran kota. Faktor penyesuaian untuk ukuran kota adalah seperti Tabel 2.38 berikut:

Tabel 2.38 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FC_{CS}) untuk Jalan Perkotaan

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: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

2.3.5 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) yaitu perbandingan antara volume dengan kapasitas. Perbandingan tersebut menunjukkan kepadatan lalu-lintas dan kebebasan bagi kendaraan.

Bila $DS < 0,75$ maka jalan tersebut masih layak, dan

Bila $DS > 0,75$ maka harus dilakukan pelebaran atau dilakukan *traffic management* pada ruas jalan tersebut.

$$\text{Rumus: } DS = \frac{Q_{DH}}{C}$$

Dimana : Q_{DH} = volume jam perencanaan (smp/jam)

C = kapasitas jalan (smp/jam)

2.3.6 Kecepatan

MKJI,1997 menggunakan kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena mudah dimengerti, 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).

2.4 ASPEK PERKERETAAPIAN

Jalan kereta api/rel adalah suatu jalan yang dibuat dari 2 batang di atas bantalan-bantalan kayu, besi, atau beton. Jalan tersebut merupakan muatan, yang diteruskannya ketanah dasar. Muatan tersebut berupa rangkaian kereta/gerbong dengan unit penggerak lokomotif (uap, listrik, atau *diesel*).

2.4.1 Kelas Jalan Kereta Api

Dalam perencanaan konstruksi jalan kereta api/rel dipengaruhi oleh: jumlah beban, kecepatan maksimal, beban gandar, dan pola operasi. Atas dasar tersebut maka diadakan kelas jalan rel yang dapat dilihat pada Tabel 2.39 berikut ini:

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

Tabel 2.39 Kelas Jalan Rel di Indonesia

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (Ton/Tahun)	Kec. Vmaks (km/jam)	Beban Gandar (Ton)	Tipe Rel yang Digunakan	Jenis Bantalan jarak Bantalan	Jenis Penamb at	Tebal Balas Atas (cm)	Tebal Balas Bawah (cm)
I	$> 20 \cdot 10^6$	120	18	R60/R54	Beton 600	EG	30	50
II	$10^6 - 20 \cdot 10^6$	110	18	R54/R50	Beton/Kayu 600	EG	30	50
III	$5 \cdot 10^6 - 10^7$	100	18	R54/R50/R42	Beton/Kayu/Baja 600	EG	30	40
IV	$2,5 \cdot 10^6 - 5 \cdot 10^6$	90	18	R54/R50/R42	Beton/Kayu/Baja 600	EG/ET	25	40
V	$< 2,5 \cdot 10^6$	80	18	R42	Kayu/Baja 600	ET	25	35

Sumber: PD 10

2.4.2 Aspek Teknis Jalan Kereta Api

2.4.2.1 Single Track

Dalam pengoperasiannya, moda kereta api sangat dipengaruhi beberapa faktor. Baik faktor yang langsung berpengaruh maupun yang secara tidak langsung. Faktor tersebut antara lain jarak angkutan yang mesti ditempuh, kecepatan kereta api, sifat prasarana, jarak dan sifat sarana, jumlah kereta api yang dibutuhkan untuk mengangkut. Pengaruh dari beberapa faktor tersebut akan memberikan kinerja perkeretaapian yang diinginkan oleh pengguna jasanya. Selain sebagai usaha untuk menaikkan kinerja ke arah yang lebih baik juga akan berpengaruh terhadap meningkatnya layanan kereta api terhadap jasa penumpang dan barang. Selama kinerja layanan kereta api masih dapat terpenuhi dengan baik maka jalan rel jalur tunggal (*single track*) masih bisa digunakan. Mengingat bertambahnya pertumbuhan penduduk sehingga lahan yang tersedia menjadi sempit, maka agar lebih efektif digunakan jalan rel jalur tunggal (*single track*).

2.4.2.2 Double Track

Penggunaan jalur ganda di beberapa lokasi jaringan perlintasan jalan rel sangat dibutuhkan. Meningkatnya frekuensi perjalanan kereta api menyebabkan perlunya dibangun jalur ganda dalam upaya mengantisipasi kebutuhan saat ini dan masa mendatang. Keberadaan jalur ganda sangat membantu operasional perjalanan perkereta apian.

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

Pertambahan jumlah kereta api selain disebabkan meningkatnya sarana dan prasarana kereta api berdasarkan pada pola kebutuhan masyarakat pengguna jasa kereta api yang sangat berkaitan dengan karakteristik sosial ekonomi penumpang serta karakteristik teknologi dan tingkat pelayanan dari sistem transportasi yang ada. Di sisi lain angkutan kereta api sebagai tulang punggung angkutan darat, mengingat pengembangan prasarana jalan raya punya keterbatasan lahan yang tersedia, maka penambahan jalur lintasan kereta api lebih dimungkinkan.

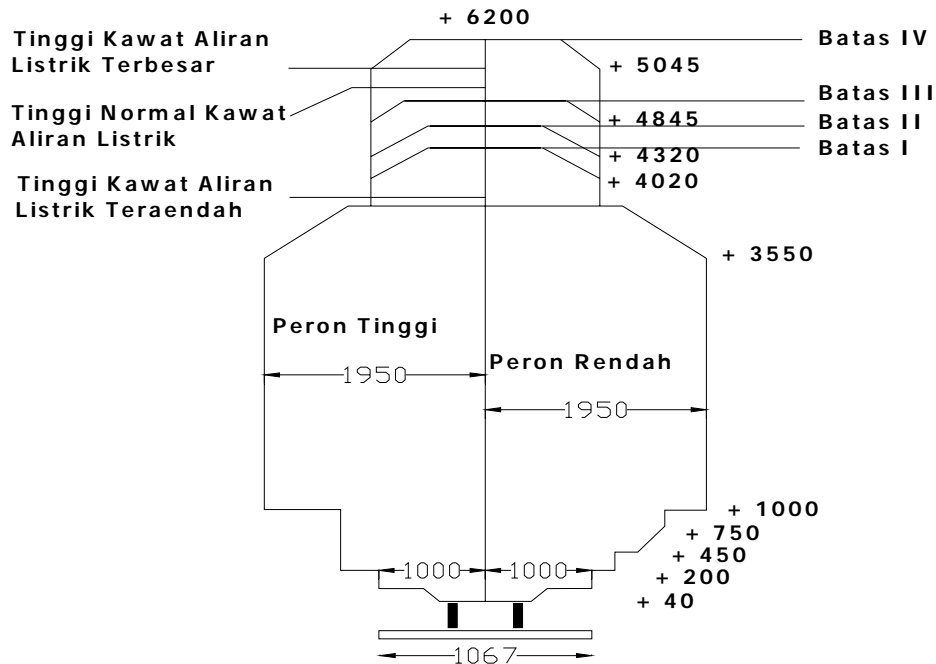
Beberapa keuntungan yang didapat dari adanya jalur ganda adalah sebagai berikut:

- a. Mengurangi dan bahkan dapat mengeliminir risiko tabrakan yang fatal.
- b. Persilangan, tidak akan terjadi saling mengganggu antara dua kereta api yang berlawanan arah.
- c. Mengurangi waktu kerja petugas yang berwenang dalam melayani persilangan.
- d. Mengurangi waktu hilang untuk persiapan persilangan, seperti waktu pengereman, waktu *start*, tanya jawab pemindahan persilangan dan sebagainya.
- e. Mengurangi resiko kecelakaan akibat kesalahan pelayanan dari petugas yang bersangkutan.
- f. Meningkatkan kapasitas lintas lebih dari 2 kali jalur tunggal.

2.4.3 Syarat Ruang Bebas

Aspek lalu lintas bawah (lalu lintas kereta api) sangat berpengaruh terhadap dimensi *fly over*. Karena *fly over* terletak di atas jalur kereta api, maka dimensi *fly over* tersebut harus dibuat sedemikian rupa sehingga memberikan ruang yang cukup bagi kereta api untuk dapat melintasi di bawahnya.

Menurut Buku Peraturan Dinas No. 10 PT. Kereta Api Indonesia tentang ruang bebas dan ruang bangun, yang dimaksud ruang bebas adalah ruang diatas sepur yang senantiasa bebas dari segala rintangan dan benda penghalang. Ruang ini disediakan untuk lalu lintas rangkaian kereta api. Untuk ruang bebas pada jalur kereta api untuk *single track* ditunjukkan oleh Gambar 2.10 di bawah ini:



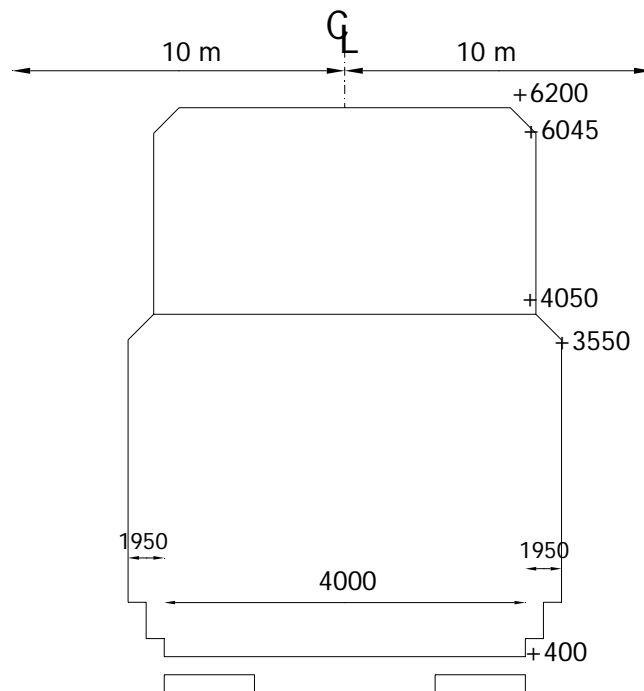
Gambar 2.10 Ruang Bebas pada Jalur Kereta Api untuk *Single Track*

Keterangan:

- Batas I : untuk jembatan dengan trowongan sampai 60 km/jam.
- Batas II : untuk *viaduck* dan trowongan dengan kecepatan sampai 60 km/jam dan untuk jembatan tanpa pembatasan kecepatan.
- Batas III : untuk *viaduck* baru dan bangunan lama kecuali trowongan dan jembatan.
- Batas IV : untuk lintas kereta listrik.

Pada ruang bebas untuk jalur ganda (*double track*) berdasarkan himbauan PT. Kereta Api, 10 meter dari kiri dan kanan sumbu sepur tidak diperkenankan didirikan bangunan, sehingga dalam perencanaan bentang *fly over* harus lebih dari 20 meter. Untuk ukuran ruang bebas pada jalur kereta api *double track* dapat dilihat pada Gambar 2.11 berikut:

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN



Gambar 2.11 Ruang Bebas pada Jalur Kereta Api untuk *Double Track*

2.4.4 Jadwal Kereta Api saat Melewati Perlintasan

Banyaknya perlintasan sebidang antara jalan raya dan jalan rel menyebabkan panjangnya antrian kendaraan bila terjadi penutupan pintu perlintasan saat kereta api lewat. Sebagai gambaran panjang antrian kendaraan yang terjadi di perlintasan Bendan Pekalongan dapat dilihat jadwal kereta api yang melewati perlintasan jalan raya Bendan Pekalongan pada Tabel 2.40 berikut:

Tabel 2.40 Jadwal Perjalanan Kereta Api dari Stasiun Pekalongan

No Urut	No Kereta Api	Jam Datang	Jam Berangkat	Persilangan	Nama Kereta Api
1	110	0:25	0:38	X KA 73	Parcel
2	73	0:30	0:44	X KA 110 KA 124	Gumarang
3	124	0:42	0:50		Senja Utama
4	35	1:14	1:18		Sembrani
5	4	1:54	1:59	X KA 3	Argo Bromo Anggrek
6	3	1:58	2:03	X KA 4	Argo Bromo Anggrek
7	109	2:49	3:01	X KA 48	Parcel
8	48	3:00	3:03	X KA 109	Harina
9	168	3:31	3:36	X KA 141	Tawang Jaya
10	141	3:35	3:38	X KA 168	Matarmaya
11	740	5:50	5:52		Kaligung Bisnis
12	11	6:49	6:51		Argo Sindoro
13	1002	7:19	7:41	X KA 819	KA Barang
14	1006	7:37	7:54		KA Barang
15	819	7:40	7:42	X KA 1002 KA 1006	Kaligung Ekonomi
16	1004	8:11	8:38	X KA 1003	KA Barang
17	1003	8:22	8:40	X KA 1004	KA Barang
18	1001	9:15	9:43	X KA 125	KA Barang
19	125	9:28	9:31	X KA 1001	Fajar Bitama Bisnis
20	741	9:55	10:00		Kaligung Bisnis
21	1005	10:21	10:35	X KA 820	KA Barang
22	820	10:22	10:34	X KA 1005	Kaligung Ekonomi
23	14	11:42	11:44		Argo Muria
24	126	12:44	12:49		Fajar Utama Bisnis
25	2	13:56	14:01	X KA 1	Argo Bromo Anggrek
26	1	14:00	14:05	X KA 2	Argo Bromo Anggrek
27	742	14:29	14:31		Kaligung Bisnis
28	44	15:03	15:07	X KA 821	Kamandanu
29	821	15:06	15:08	X KA 44	Kaligung Ekonomi
30	13	17:19	17:21		Argo Muria
31	822	17:52	17:54		Kaligung Ekonomi
32	743	18:16	18:20		Kaligung Bisnis
33	142	19:27	19:32		Matarmaya
34	72	20:02	20:06		Bangun Karya
35	167	20:33	20:38		Tawang Jaya
36	12	21:13	21:16		Argo Sindoro
37	123	21:35	21:39	X KA 146	Senja Utama Bisnis
38	146	21:38	21:42	X KA 123	Brantas
39	148	22:03	22:15	X KA 47	Kerta Jaya
40	47	22:06	22:13	X KA 148	Harina
41	43	22:43	22:48		Kamandanu
42	145	23:07	23:19	X KA 74	Brantas
43	74	23:18	23:28	X KA 71	Gumarang

Sumber: Stasiun Kereta Api Kota Pekalongan

**TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN**

2.5 ASPEK PENYELIDIKAN TANAH

Data tanah diperlukan untuk menganalisa kemampuan daya dukung tanah terhadap beban yang bekerja dan penentuan jenis pondasi yang sesuai dengan kebutuhan. Data tersebut diperoleh melalui penyelidikan tanah yang bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi dan karakteristik lapisan tanah, jenis tanah, parameter tanah, dan muka air tanah pada lokasi rencana *fly over*.

Penyelidikan tanah menurut Hary Christady (Mekanika Tanah 2) meliputi:

1. Penyelidikan tanah di lapangan

Pekerjaan ini dilakukan langsung dilokasi proyek, diantaranya yaitu:

- a. Pengujian sondir / CPT (*Cone Penetration Test*) sebanyak empat titik sampai kedalaman 25 m atau sampai diperoleh *conus resistance* (qc) > 200 kg/cm;
- b. Pemboran dengan mesin (*mechine boring*) sampai kedalaman ± 30 m atau sampai nilai SPT > 60 , sebanyak 1 titik;
- c. Pengambilan contoh tanah tidak terganggu (*undisturbed sample*) dan contoh tanah terganggu (*disturbed sample*);
- d. Deskripsi tanah sewaktu pemboran (*bor log*);
- e. Penyelidikan letak muka air tanah (*ground water table*) saat pemboran.

2. Penyelidikan Tanah di Laboratorium

Pekerjaan laboratorium dilakukan dengan menggunakan peralatan dan metode yang standar untuk mengetahui parameter tanah yaitu indeks propertis, klasifikasi tanah, parameter kekuatan geser tanah, dan parameter konsolidasi. Pengujian laboratorium meliputi:

a. Analisa Saringan (*Grainsize Analisis*)

Tes ini digunakan untuk mengetahui gradasi atau pembagian besar butir dari tanah.

b. Batas Atteberg Limit

Tes ini untuk mengetahui respon tanah terhadap air yang meliputi batas cair (*Liquid Limit*), batas plastis (*plastis limit*), dan indeks plastis tanah (*plasis indeks*).

c. Indeks Propertis

Tes ini meliputi kadar air alami (*natural water content*), *spesific gravity*, *density test*.

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

d. Geser Langsung (*Direct Shear*)

Tes untuk mengetahui parameter kekuatan geser tanah yang berupa c (kohesi) dan ϕ (sudut geser tanah).

e. Tekan Bebas (*Unconfined Compression*)

Tes ini bertujuan untuk memperoleh *strength undrained*.

f. Tes Konsolidasi (*Consolidation Test*)

Tes ini bertujuan untuk memperoleh *indeks compression*.

Data-data yang diperlukan pada tahapan pembuatan *fly over* yaitu:

2.5.1 Tahapan Pondasi

Dalam perencanaan pondasi data tanah yang harus diperhitungkan adalah daya dukung tanah dan letak lapisan tanah. Daya dukung tanah yang telah dihitung harus lebih besar dari beban ultimit yang telah dihitung terhadap faktor keamanan.

2.5.2 Tahapan Abutment

Dalam perencanaan abutment data tanah yang diperlukan berupa ϕ (sudut geser), c (kohesi), berat jenis tanah yang digunakan untuk menghitung tekanan tanah horizontal juga gaya akibat berat tanah yang bekerja pada abutment, dan daya dukung tanah yang merupakan reaksi tanah dalam menyalurkan beban dari abutment.

1. Tekanan tanah dihitung dari data *soil propertis* yang ada. Dalam menentukan tekanan tanah yang bekerja dapat ditentukan dengan cara analitis atau grafis. Pada perhitungan tekanan tanah ini berdasarkan buku *Teknik Sipil*, Ir. V Sunggono kh: 139.
2. Gaya berat dari tanah ditentukan dengan menghitung volume tanah di atas abutment dikalikan dengan berat jenis dari tanah itu sendiri.

2.5.3 Tahapan Oprit

Oprit merupakan bangunan penghubung berupa jalan antara jalan utama dengan jembatan. Oprit tersebut terdiri dari lapisan pemadatan tanah dan lapisan perkerasan jalan yaitu *base course*, *subbase course*, dan *surface course*, dimana dalam tiap lapisan ketebalannya ditentukan dari nilai CBR.

2.6 ASPEK STRUKTUR *FLY OVER*

Perencanaan struktur *fly over* memerlukan perhitungan yang cermat karena menyangkut kekokohan dan kekuatan serta keamanan struktur bangunan tersebut. Karena struktur *fly over* dibangun tidak untuk sementara waktu saja melainkan dalam jangka waktu yang lama dan digunakan untuk kepentingan umum, sehingga memerlukan perencanaan yang matang dan cermat serta sesuai dengan standar yang ditetapkan.

2.6.1 Rencana Pembebanan

Dalam perencanaan struktur *fly over* jalan Bendan menggunakan pedoman-pedoman terbaru seperti:

1. Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan (*Bridge Management System*) Mei 1992, Bina Marga.
2. *Bridge Design Manual*, Desember 1992, Bina Marga.

Berdasarkan pada Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan tersebut di atas, serta spesifikasi dari *fly over* yang akan dibuat, maka beban rencana yang bekerja pada struktur adalah sebagai berikut:

2.6.1.1 Beban Tetap

Beban tetap adalah beban yang bekerja sepanjang waktu dan bersumber pada sifat bahan jembatan, cara jembatan dibangun dan bangunan lain yang menempel pada jembatan. Beban tetap yang bekerja pada struktur *fly over* ini meliputi:

a. Berat sendiri

Berat sendiri meliputi berat sendiri struktur dan elemen-elemen struktur yang dipikulnya, seperti *super structure* (I girder), lantai jembatan, diafragma, *RC Plate*, *concrete barrier* dan lapisan aspal (*wearing coarse*).

b. Beban mati tambahan

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen *non structural* dan mungkin besarnya berubah selama umur rencana. Beban mati ini meliputi pelapisan aspal tambahan (*overlay*), tanah tanaman, drainase dan pelayanan lainnya.

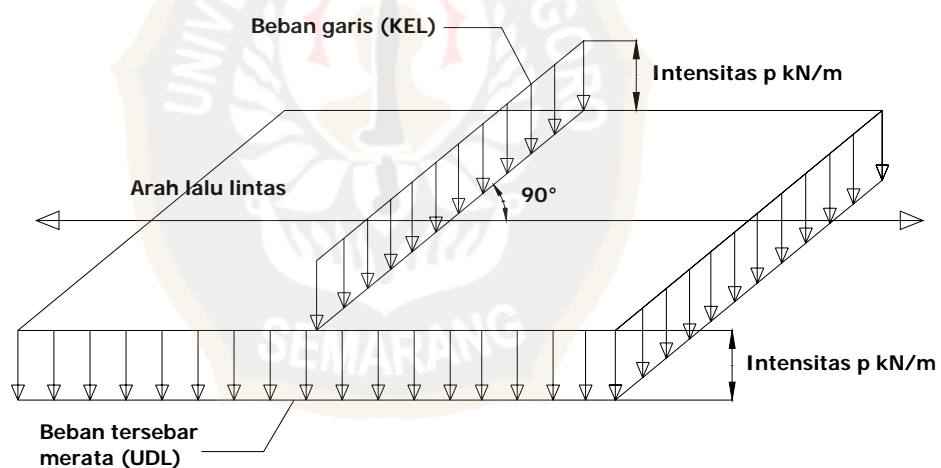
2.6.1.2 Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas untuk perencanaan jembatan terdiri dari beban lajur "D" dan beban truk "T". Beban lajur "D" bekerja pada seluruh lebar lajur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban lajur "D" yang bekerja tergantung pada lebar lajur kendaraan itu sendiri. Beban truk "T" adalah suatu kendaraan berat dengan 3 as yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu lintas rencana. Tiap as terdiri dari 2 bidang kontak pembebanan yang dimaksud sebagai simulasi pengaruh roda kendaraan berat. Hanya 1 truk "T" diterapkan per lajur lalu lintas rencana.

Secara umum, beban "D" akan menentukan dalam perhitungan yang mempunyai bentang mulai sedang sampai panjang, sedangkan beban "T" digunakan untuk beban pendek dan lantai kendaraan.

a. Beban Lajur "D"

Beban lajur "D" terdiri dari beban merata (*uniformly distributed load* atau UDL) yang digabung dengan beban garis (*knife edge load* atau KEL). Distribusinya dapat dilihat pada Gambar 2.12.



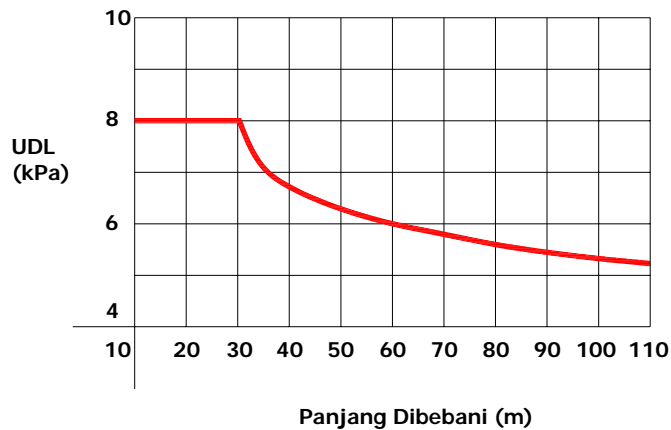
Gambar 2.12 Distribusi Beban "D" pada Arah Memanjang

Beban terbagi rata "UDL" mempunyai intensitas q kPa, dimana besarnya q tergantung pada panjang total yang dibebani "L" seperti berikut:

$$L \leq 30 \text{ m} \longrightarrow q = 8,0 \text{ kPa}$$

$$L > 30 \text{ m} \longrightarrow q = 8,0 (0,5 + 15/L) \text{ kPa}$$

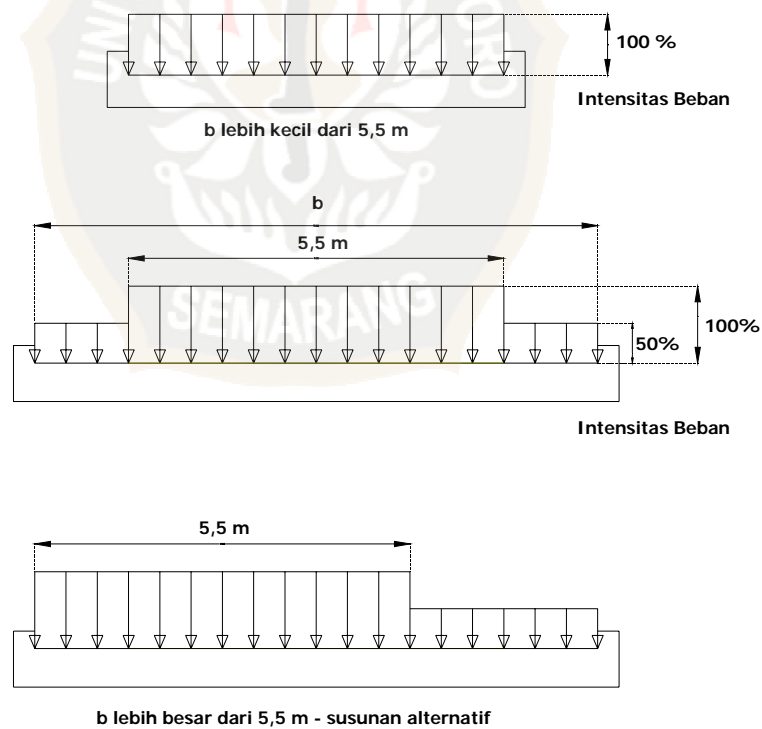
Dengan grafik hubungan antara panjang total yang dibebani "L" dengan "UDL" dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Beban "D" : UDL vs Panjang yang Dibebani

Beban garis "KEL" didefinisikan dengan p kN/m, yang harus ditempatkan tegak lurus dari arah lalu lintas pada jembatan besarnya intensitas p adalah 44,0 kN/m.

Beban "D" harus disusun pada arah melintang sedemikian rupa sehingga menimbulkan momen yang maksimum. Distribusi beban "D" pada arah melintang dapat dilihat pada Gambar 2.14.

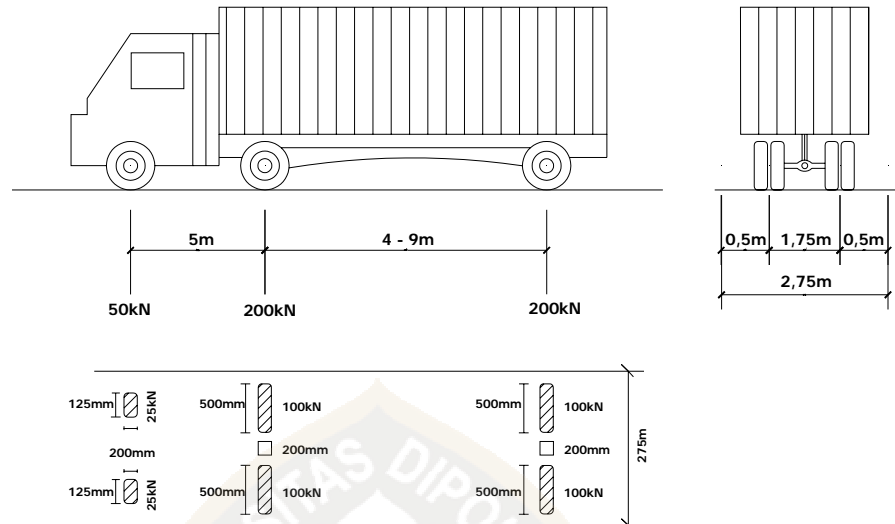


Gambar 2.14 Penyebaran Beban "D" pada Arah Melintang

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

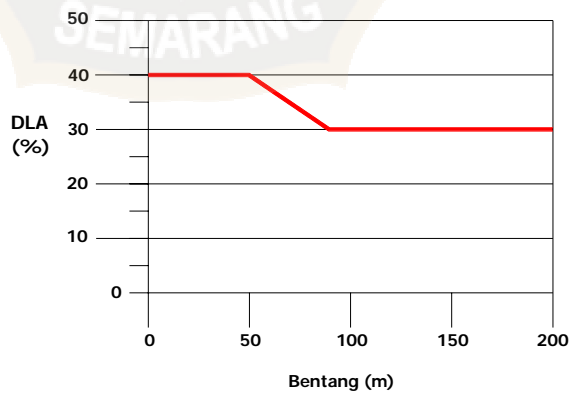
b. Beban Truk "T"

Pembebanan truk "T" terdiri dari kendaraan truk semi trailer yang mempunyai susunan dan berat as. Pada satu lajur lalu lintas rencana hanya dapat ditempatkan satu kendaraan truk "T". Kendaraan truk "T" ini harus ditempatkan di tengah-tengah lajur lalu lintas rencana seperti pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Pembebanan Truk "T"

Kedua beban lalu lintas tersebut di atas (beban "D" dan beban "T") harus dikalikan dengan suatu faktor beban dinamis (*dynamic load allowance* atau DLA) untuk beban "D", DLA merupakan fungsi dari panjang bentang ekuivalen (L_E) seperti tercantum pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Faktor Beban Dinamis untuk KEL pada Pembebanan Lajur "D"

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

Dengan panjang bentang ekivalen (L_E) untuk bentang tunggal sama dengan panjang bentang sebenarnya dan bentang menerus diberikan dengan rumus: $L_E = \sqrt{(L_{av} * L_{max})}$

Dimana:

L_{av} = panjang bentang rata-rata dari kelompok bentang yang disambung secara menerus.

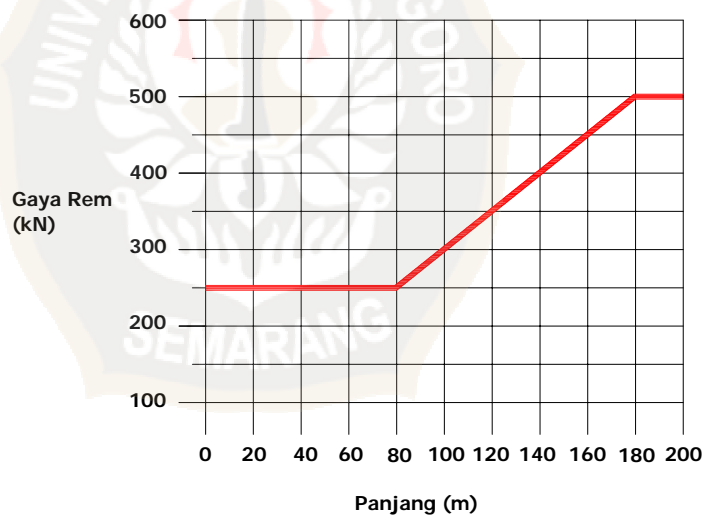
L_{max} = panjang bentang maksimum dalam kelompok bentang yang disambung secara menerus.

Untuk beban truk "T", DLA diambil sebesar 30%.

c. Gaya Rem

Pengaruh dari percepatan dan pengereman dari lalu lintas harus diperhitungkan sebagai gaya dalam arah memanjang dan dianggap bekerja pada permukaan lantai jembatan.

Gaya rem ini harus diambil dari Gambar 2.17 dengan panjang bangunan yang diambil harus sesuai dengan panjang sistem penahan memanjang yang diusulkan.



Gambar 2.17 Gaya Rem

Gaya rem ini tidak boleh digunakan tanpa beban lalu lintas vertikal bersangkutan, dimana beban lalu lintas vertikal mengurangi pengaruh dari gaya rem tersebut. Faktor beban ultimit berkurang sebesar 0,4 dapat digunakan untuk pengaruh beban lalu lintas vertikal.

d. Beban Tumbukan pada Penyangga Jembatan

Abutment direncanakan untuk bisa menahan beban tumbukan kendaraan sebesar 1000 kN yang bekerja dengan sudut 10° dengan sumbu jalan yang terletak dibawah jembatan. Beban ini bekerja pada 1,8 m di atas permukaan jalan.

2.6.1.3 Aksi Lingkungan

Aksi lingkungan yang dianggap dominan bekerja pada struktur *fly over* adalah beban gempa. Sesuai dengan Peraturan Teknik Jembatan Bagian 1 Persyaratan Umum Perencanaan (PPTJ.B1PUP) maka struktur *fly over* ini merupakan jembatan dengan type struktural B, dengan pengertian bahwa kinerjanya akibat gempa sepenuhnya mulur dan tidak monolit dan mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Sambungan-sambungan dalam bangunan atas dan antara bangunan atas dan pilar diijinkan;
- Hubungan-hubungan antara ujung-ujung bentang tunggal (yang tidak perlu dibuat di atas pilar-pilar) dan antara bentang-bentang dan pilar-pilar dirinci untuk menampung deformasi dan gaya-gaya gempa rencana;
- Semua kolom pilar dipasang ke dalam pondasi secara monolit;
- Semua gaya lateral ditahan oleh lenturan kolom-kolom pilar;
- Bangunan atas dapat menggelincir pada kepala jembatan tetapi harus dicegah jatuh kebawah.

Beban gempa rencana minimum diperoleh dari rumus:

$$T_{EQ} = K_h * I * W_T$$

$$K_h = C * S$$

Dimana:

T_{EQ} = gaya geser dasar total dalam arah yang ditinjau (kN).

K_h = koefisien beban gempa horizontal.

C = koefisien geser dasar untuk daerah, waktu dan kondisi setempat yang sesuai.

I = faktor kepentingan.

S = faktor tipe bangunan.

W_T = berat total nominal bangunan yang mempengaruhi percepatan total gempa diambil sebagai beban mati dan beban hidup tambahan (kN).

Koefisien beban gempa horizontal (K_h), koefisien geser dasar untuk daerah, waktu dan kondisi setempat yang sesuai (C), faktor kepentingan (I), faktor tipe bangunan (S), ditentukan berdasarkan pada PPTJ.B2BJ. Untuk bangunan yang mempunyai satu derajat kebebasan yang sederhana, digunakan rumus:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{W_{TP}}{g \cdot K_p}}$$

Dimana:

T = waktu getar dalam detik.

G = percepatan gravitasi (m/dtk²).

W_{TP} = berat total nominal bangunan atas termasuk beban mati tambahan, ditambah setengah dari berat pilar (kN).

K_p = kekakuan gabungan sebagai gaya horizontal yang diperlukan untuk menimbulkan satu satuan lendutan pada bagian atas pilar (kN/m).

2.6.2 Perencanaan Struktur Atas

Struktur 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. Pemilihan tipe bentang fly over yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.41 berikut:

Tabel 2.41 Standar Bina Marga untuk Bangunan Atas Jembatan Kelas A

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>	20.00 – 40.00	7.00	Fabrikasi
	<i>Postention</i>	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 – 65.00	7.00	Rangka Fabrikasi

Sumber: Bina Marga

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

Dari beberapa alternatif tersebut dilakukan penilaian atau pemilihan yang sesuai dengan situasi dan kondisi *fly over* perlintasan jalan raya dan rel kereta api di Bendan Pekalongan, serta pertimbangan keuntungan dan kerugian dari masing-masing alternatif tersebut.

Keuntungan dan kerugian masing-masing alternatif konstruksi atas *fly over* dapat dilihat pada Tabel 2.42 berikut:

Tabel 2.42 Keuntungan dan Kerugian Alternatif Konstruksi Bangunan Atas

Alternatif	Keuntungan	Kerugian
Beton Konvensional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proses pelaksanaan cor di tempat, sehingga beton mudah dikerjakan. 2. Biaya pembuatan relatif rendah. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk bentang > 20 meter memerlukan dimensi yang besar, sehingga berat sendiri beton terlalu besar (boros). 2. Pada kondisi sungai yang lebar, akan mengalami kesulitan dalam pemasangan perancah. 3. Memerlukan waktu untuk memperoleh kekuatan awal beton sehingga menambah waktu pelaksanaan.
Beton Prategang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proses pembuatan dapat dilaksanakan di pabrik atau lokasi pekerjaan. 2. Menggunakan beton <i>readymix</i>, sehingga dapat terjamin mutunya. 3. Untuk bentang > 30 m dapat dibuat secara segmental, sehingga mudah untuk dibawa dari pabrik ke lokasi pekerjaan. 4. Beton hampir tidak memerlukan perawatan khusus. 5. Mempunyai nilai estetika. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diperlukan alat berat (<i>crane</i>) untuk menempatkan gelagar pasca penegangan. 2. Untuk bentang > 40 meter, pemasangannya sulit. 3. Diperlukan keahlian khusus dalam pelaksanaan.
Rangka Baja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mutu bahan yang seragam dapat mencapai kekuatan yang seragam pula. 2. Kekenyalnya tinggi. 3. Mudah pemasangannya. 4. Mampu mencapai bentang yang lebar. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Baja mudah korosi terlebih pada daerah pantai. 2. Baja memerlukan perawatan tinggi untuk menghindari adanya korosi. 3. Harga baja lebih mahal. 4. Untuk daerah perkotaan nilai estetikanya kurang. 5. Baja akan meleleh jika suhu $\pm 800^{\circ}\text{C}$ (jika terjadi kebakaran).
Komposit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proses pelaksanaannya mudah dan dapat dikerjakan di tempat. 2. Biaya konstruksi relatif lebih murah. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak efektif untuk bentang > 25 meter. 2. Memerlukan waktu pelaksanaan yang lama. 3. Dibutuhkan perancah untuk pelat beton, sehingga untuk bentang lebar akan sulit pemasangannya.

Sumber: Struktur Beton Pratekan

**TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN**

Struktur atas pembangunan *fly over* pada perlintasan jalan raya KH Mas Mansyur dan jalan rel kereta api di kelurahan Bendan terdiri dari:

2.6.2.1 Plat lantai

Perencanaan plat lantai dilakukan setelah kelas jembatan/jalan dan jumlah lajur ditentukan. Langkah pertama dalam perencanaan plat lantai adalah menghitung beban-beban yang bekerja, yaitu:

a. Penentuan Gaya-gaya

Setelah diketahui kondisi pembebanannya, kemudian dilakukan analisis gaya-gaya menggunakan prinsip mekanika teknik. Asumsi dasar perhitungan mekanika untuk lantai jembatan ini adalah dengan menganggap bahwa lantai jembatan tersebut merupakan balok yang tertumpu menerus di atas banyak tumpuan, bila ditinjau dari potongan melintangnya. Plat tersebut harus memikul beban yang tersebar merata akibat beban mati dan beban terpusat dari muatan "T". Dianggap posisi muatan "T" terletak pada tengah-tengah lajur, sehingga hanya satu truk yang harus ditempatkan dalam tiap lajur lalu lintas rencana untuk panjang penuh dari jembatan (*bridge design manual section 2 design methodology* hal. 2-20).

b. Perhitungan Beton Bertulang

Perhitungan dimensi dan pembesian plat dilakukan sesuai standar SKSNI T-15-1991-03.

2.6.2.2 Trotoar

Penentuan lebar trotoar berdasarkan rencana beban lalu lintas serta fungsi jalan dapat dilihat pada Tabel 2.43 berikut:

Tabel 2.43 Lebar Trotoar

Kelas	Beban Lalu Lintas	Tinggi (H) Minimum	Lebar Jalur (m)	Trotoar (m)	Keterangan
A	100 % BM	5.00 - 5.50	7.00	2 x 1.00	Jalan Nasional/Propinsi
B	70 % BM	4.00 - 4.50	6.00	2 x 0.50	Jalan Kabupaten
C	50 % BM	3.50 - 4.00	4.500	-	Darurat/sementara

Sumber: Bina Marga

2.6.2.3 Diafragma

Berada melintang diantara gelagar utama, konstruksi ini berfungsi sebagai pengaku gelagar utama dan tidak berfungsi sebagai struktur penahan beban luar apapun, kecuali berat sendiri diafragma. Menggunakan konstruksi beton bertulang.

2.6.2.4 Balok Beton Prategang (Girder)

Balok beton prategang dibuat komposit dengan plat lantai dengan sistem *post tension*. Untuk perencanaan balok beton prategang ditinjau dua kondisi yaitu:

a. Tegangan pada kondisi awal, sebelum beban hidup bekerja

$$\text{Tegangan pada serat atas } -\sigma_{ti} = \frac{Ti}{A} - \frac{Ti * e}{S_t} + \frac{Md}{S_t}$$

$$\text{Tegangan pada serat bawah } \sigma_{ci} = \frac{Ti}{A} + \frac{Ti * e}{S_b} - \frac{Md}{S_b}$$

b. Tegangan pada kondisi akhir, setelah beban hidup bekerja

$$\text{Tegangan pada serat atas } \sigma_c = R \left[\frac{Ti}{A} - \frac{Ti * e}{S_t} \right] + \left[\frac{Md + Ml}{S_t} \right]$$

$$\text{Tegangan pada serat bawah } -\sigma_t = R \left[\frac{Ti}{A} - \frac{Ti * e}{S_b} \right] - \left[\frac{Md + Ml}{S_b} \right]$$

Beban yang bekerja pada struktur bangunan atas didistribusikan ke tiap balok prategang dengan menggunakan metode courbons, yaitu:

$$R_i = \frac{P * I_i}{\sum I_i} \left[1 + \frac{I_i}{\sum (I_i * d_i^2)} * e * d_i \right]$$

Dimana:

- R_i = beban yang bekerja pada balok prategang ke-i.
- P = jumlah beban yang bekerja pada penampang jembatan.
- I_i = momen inersia balok prategang ke-i.
- d_i = jarak balok prategang ke-i terhadap titik berat jembatan.
- E = eksentrisitas dari beban terhadap titik berat jembatan.

2.6.2.5 Oprit

Oprit merupakan bangunan penghubung berupa jalan antara jalan utama dengan jembatan. Oprit tersebut terdiri dari lapisan pemadatan tanah dan lapisan perkerasan jalan yaitu *base course*, *subbase course*, dan *surface course*, dimana dalam tiap lapisan ketebalannya ditentukan dari nilai CBR.

2.6.2.6 Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap pada konstruksi *fly over* dibuat dengan maksud untuk pengamanan struktur dan untuk pengamanan pemakai jalan. Bangunan pelengkap yang digunakan antara lain:

- a. Konstruksi tiang sandaran/penghalang lalu lintas (*concrete barrier*)
Konstruksi tiang sandaran ini didesain harus mampu untuk menahan beban horizontal sebesar 145 kN setinggi 1,05 m.
- b. Drainase/saluran pembuang
Befungsi menjaga agar *fly over* tidak tergenang air pada waktu hujan.

2.6.3 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan bagian penting perencanaan suatu jalan karena jalan berfungsi sebagai berikut:

- a. Menyebarkan beban lalu lintas sehingga beban yang dipikul oleh *subgrade* lebih kecil dari kekuatan *subgrade* itu sendiri;
- b. Menyalurkan air hujan kesamping, sehingga *subgrade* dapat terlindungi;
- c. 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. Hal-hal yang perlu diperhatikan dan diperhitungkan dalam merencanakan tebal perkerasan jalan 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

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 dan material-material yang akan menjadi bagian dari konstruksi perkerasan harus didasarkan atas survei dan penyelidikan laboratorium.

- a. Lapis pondasi bawah (*subbase course*);
- b. Lapis pondasi atas (*base course*);
- c. Lapis permukaan (*surface course*).

Lapis perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 2.18 berikut:

<i>Surface Course</i>
<i>Base Course</i>
<i>Subbase Course</i>
<i>Subgrade</i>

Gambar 2.18 Lapis Perkerasan Lentur

Faktor-faktor yang mempengaruhi perencanaan tebal perkerasan jalan adalah:

- 1) Jumlah jalur (n) dan koefisien distribusi kendaraan (c);
 - 2) Angka ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan;
 - 3) Lalu lintas harian rata-rata (LHR);
 - 4) Faktor-faktor regional.
4. Tebal perkerasan

Tebal perkerasan adalah lapisan penguat suatu jalan agar 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 ekuivalen rencana (LER) serta umur rencana jalan tersebut yang disesuaikan dengan ITP (Indeks Tebal Perkerasan). Dalam menentukan tebal perkerasan yang dibutuhkan adalah:

- 1) Mampu menahan beban yang direncanakan.
- 2) Mempunyai nilai ekonomi.

- 3) Stabil dan kokoh.
- 4) Tahan terhadap cuaca.

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 Ekuivalen Permulaan) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LEP = \sum^n LHRJ * Cj * Ej \rightarrow j = 1$$

j = Jenis kendaraan

$$LEA = \sum^n LHRJ * (1 + i)^n * Cj * Ej \rightarrow j = 1$$

I = Faktor pertumbuhan lalu lintas

LET = (Lintas Ekivalen Tengah) dihitung dengan rumus

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

LER = (Lintas Ekivalen Rencana) dihitung dengan rumus

$$LER = LEP * FP \rightarrow FP = \text{faktor penyesuaian}$$

Faktor penyesuaian tersebut ditentukan dengan rumus:

$$FP = UR/10 \text{ dari LER yang ada kemungkinan dicari ITP}$$

(Indek Tebal Perkerasan) menurut nomogram II dengan faktor-faktor yang berpengaruh, yaitu DDT dan CBR, Indek Permukaan dan koefisien bahan-bahan subbase, base dan lapisan 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 lapisan perkerasan yang kita rencanakan. Penentuan tiap jenis lapisan dengan memperhatikan faktor ekonomis (bahan lapis perkerasan yang mudah didapat).

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

2.6.4 Struktur Bawah

Bangunan struktur bawah *fly over* berfungsi sebagai pendukung dan meneruskan gaya dari bangunan atas ke bagian lapisan tanah keras. Bangunan struktur bawah sebagian besar merupakan struktur beton bertulang yang secara metode pelaksanaan dan perhitungan tidak jauh berbeda dengan bangunan struktur atas, secara umum bangunan struktur bawah adalah sebagai berikut:

a. Abutment

Abutment adalah bangunan yang terletak pada ujung atau pangkal *fly over* selain berfungsi sebagai penahan bangunan bagian atas juga berfungsi sebagai dinding penahan tanah. Abutment dilengkapi dengan konstruksi sayap atau *wing wall* yang berfungsi untuk menahan tanah dalam arah tegak lurus as *fly over* (menahan tanah ke samping). Beberapa tipe abutment yang sering dipakai adalah seperti pada Tabel 2.44 sebagai berikut:

Tabel 2.44 Tipe Abutment

Tipe Abutment	Keterangan
Abutment berbentuk <i>block/grafitasi</i>	Biasanya penggunaan abutment berbentuk <i>block/grafitasi</i> ditetapkan jika konstruksi jembatan abutment tidak lebih tinggi dari 3,4 meter. Tipe ini bisa memanfaatkan jenis konstruksi pasangan batu kali atau beton dengan tulangan praktis. Dalam pertimbangan kekuatan dan keawetan terhadap beban permanen, beban hidup dan beban gempa maka lebih condong menggunakan jenis beton bertulang.
Abutment berbentuk kantilever	Abutment dengan tinggi lebih dari 4 meter lazimnya menggunakan bentuk kantilever dengan pertimbangan akan lebih ekonomis dan memenuhi tuntutan kebutuhan teknis agar dapat mengurangi berat sendiri pangkal yang akan dibebankan pada bagian pondasi. Abutment kantilever biasanya menggunakan jenis beton bertulang.
Abutment berbentuk portal	Kadang kala jenis abutment ini tidak dapat diterapkan, mengingat kondisi lapisan tanah yang kurang mendukung sehingga perlu adanya pengurangan berat sendiri abutment, atau karena muka air tanah tinggi serta debit airnya besar sehingga akan menyulitkan dalam pelaksanaan fisik dan membutuhkan biaya yang besar.

Sumber: Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN FLY OVER PERLINTASAN JALAN RAYA DAN JALAN REL
DI BENDAN PEKALONGAN

b. 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 dimaksudkan untuk mendukung perletakan pada pertemuan dua bentang bangunan atas.

c. Tumpuan/Perletakan

Tumpuan/perletakan berfungsi meneruskan beban dan gaya dari bangunan atas ke bangunan bawah *fly over* berupa gaya vertikal dan horisontal 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, horisontal maupun puntiran.

d. Pondasi

Menurut Joseph E. Bowles dalam bukunya *Analisis dan Desain 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:

- a. Gaya yang bekerja dari konstruksi *fly over*;
- b. Kapasitas daya dukung tanah dan kedalaman yang akan dicapai;
- c. Stabilitas tanah yang mendukung pondasi;
- d. Tingkat kesulitan pada saat pelaksanaan.

Jenis pondasi dibedakan menjadi:

1. Pondasi Dangkal

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

- a. Tekanan konstruksi ke tanah < daya dukung tanah;
- b. Aman terhadap geser, guling dan penurunan yang berlebihan;
- c. Aman terhadap gerusan air dan longsoran tanah;
- d. Kedalaman dasar pondasi > 3 m dari dasar sungai terdalam atau muka tanah setempat;
- e. Tidak disarankan untuk pondasi pilar.

2. Pondasi Dalam

a. Pondasi Sumuran

1. Tekanan konstruksi ke tanah < daya dukung tanah pada dasar sumuran.
2. Aman terhadap penurunan yang berlebihan, gerusan air dan longsoran tanah.
3. Diameter sumuran $\geq 1,50$ m.
4. Tidak disarankan jika tanah atas lunak dan tebalnya > 3 m.
5. Cara galian terbuka tidak disarankan.
6. Kedalaman dasar pondasi sumuran harus dibawah gerusan maksimum .

b. Pondasi Tiang Pancang

1. Kapasitas daya dukung tiang terdiri dari *point bearing* serta tanah gesek tiang.
2. Lapisan tanah keras berada > 8 m dari muka tanah setempat atau dari dasar sungai terdalam.
3. 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.