

PERENCANAAN *FLY OVER* SIMPANG PELABUHAN PANJANG BANDAR LAMPUNG DENGAN PC-U GIRDER

Bestyanda Rizki I, Wiwied Adhi Prasetyo, Indrastono D.A^{*)}, Muhrozi^{*)}

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Perkembangan sosial dan ekonomi di Kecamatan Panjang Bandar Lampung Provinsi Lampung akan menyebabkan mobilitas penduduk sekitar menjadi sangat tinggi untuk memenuhi kebutuhan mereka. Tingginya mobilitas penduduk di sekitar ditambah dengan adanya persimpangan antara dua jalan menyebabkan kemacetan. Untuk mengatasi kemacetan pada jalan Yos Sudarso kecamatan Lampung Provinsi Bandar Lampung dilakukan dengan pembangunan jalan layang (*fly over*).

Jalan layang ini memiliki bentang 35.8 m, memiliki lebar jalan 14.1 m terbagi menjadi 2 lajur lalu lintas dengan masing-masing lebar lajur lalu lintas 3.5 m dan lebar masing-masing trotoar pada sisi kanan dan kiri jalan layang 1 m. Konstruksi atas dari jalan layang terdiri dari : pelat lantai, balok diafragma, *deck slab*, dan balok prategang. Sedangkan konstruksi bawah terdiri dari : *abutment*, pilar dan pondasi. Bangunan pelengkap terdiri dari *elastomeric bearing*, pelat injak dan *wingwall*.

Konstruksi pelat lantai terbuat dari beton bertulang dengan tebal 20 cm. balok diafragma menggunakan beton bertulang dengan ukuran tebal 20 cm tinggi 950 cm. Terdapat dua tipe *deck slab* yaitu *inner deck slab* dan *outer deck slab*. Balok prategang menggunakan *precast concert* tipe U (PC-U) *girder* dan untuk tendon menggunakan tipe kawat *seven wire strand* dengan jumlah 8 tendon. Konstruksi bawah meliputi *abutment*, pilar dan pondasi terbuat dari beton bertulang. Pondasi menggunakan tiang pancang dengan diameter 0.6 m dan kedalaman 36 m.

Kata kunci : Jalan layang, Bandar Lampung, persimpangan, balok prategang, *precast concert*, tendon

ABSTRACT

Social and economic development in Kecamatan Panjang Bandar Lampung Provinsi Lampung will cause people mobility become very high to fulfill their demand. The high mobility of the surrounding population coupled with the intersection between the two roads caused congestion. To overcome the congestion on the road Yos Sudarso Lampung district of Bandar Lampung province is done by the construction of fly over.

This fly over has a span of 35.8 m, has a road width of 14.1 m divided into 2 lanes of traffic with each 3.5 m wide traffic lane and the width of each sidewalk on the right and left side of the fly over 1 m. The top construction of the fly over consists of : slab, diaphragm slab, deck slab, and prestressed beams. While the sub structure consists of: abutments, pillars and foundations. Complementary buildings consist of elastomeric bearing, tread slab and wingwall.

*) Penulis Penanggung Jawab

Construction of slab made of reinforced concrete with a thickness of 20 cm. Slab diaphragm using reinforced concrete with a thickness of 20 cm height 950 cm. There are two types of slab deck inner deck slab and outer deck slab. Prestressed beams use a U-type precast concert (PC-U) girder and for tendons using a seven wire strand wire type with a total of 8 tendons. Sub structure includes abutments, pillars and foundations made of reinforced concrete. The foundation uses a pile with a diameter of 0.6 m and a depth of 36 m.

Keywords: *fly over, Bandar Lampung, intersection, prestressed beam, precast concert, tendon*

PENDAHULUAN

Perkembangan suatu daerah yang diiringi oleh bertambah majunya tingkat sosial dan ekonomi masyarakat daerah tersebut, secara langsung akan menyebabkan mobilitas penduduk menjadi sangat tinggi untuk memenuhi semakin kompleksnya kebutuhan mereka. Perkembangan suatu daerah akan sangat ditentukan oleh ketersediaan transportasi yang ada, karena transportasi memegang peranan sebagai penopang mobilitas aktifitas masyarakat pada daerah tersebut.

Kondisi tersebut menuntut tersedianya fasilitas yang semakin baik, terutama menyangkut sarana dan prasarana transportasi yang dapat mendukung pertumbuhan yang terjadi. Upaya untuk mewujudkan prasarana yang mendukung peningkatan pergerakan lalu lintas sebagai dampak dari pertumbuhan suatu daerah harus dibarengi dengan perencanaan yang matang yang mengacu pada kondisi topografi dan geografi setempat, kondisi lalu lintas, tersedianya biaya, potensi sumber daya daerah yang ada, maupun berkaitan dengan Rencana Umum Tata Ruang Kota (RUTRK). Sehingga prasarana yang akan dibangun tersebut dapat berfungsi dengan optimal.

Salah satu cara pemecahan kemacetan lalu lintas jalan utama biasanya diatasi dengan pelebaran jalan atau dengan pembangunan jalan layang (*Fly Over*). Pada pembangunan jalan layang (*Fly Over*) perlu diperhatikan pengaruh dari luar, misalnya kondisi lalu lintas, ruas jalan, situasi daerah tersebut, sehingga jalan layang (*Fly Over*) tersebut dapat dimanfaatkan secara maksimal.

PERMASALAHAN

Kota Bandar Lampung dari waktu ke waktu mengalami perkembangan yang sangat pesat, sehingga membutuhkan infrastruktur untuk menunjang kebutuhan pergerakan masyarakat guna untuk memenuhi kebutuhannya. Dalam pengembangan infrastruktur ini yang menjadi perhatian yaitu masalah kemacetan yang sering terjadi di perkotaan. Kemacetan yang terjadi sudah menyebar di setiap ruas jalan dan tidak hanya terjadi pada saat jam – jam sibuk saja. Kemacetan lalu lintas ini sangat berpengaruh bagi kehidupan masyarakat, yang mengakibatkan pemborosan waktu dan energi serta peningkatan polusi udara bahkan dalam jangka panjang akan mengganggu kegiatan perekonomian.

Kemacetan yang terjadi karena terdapat persimpangan pada jalan Yos Sudarso dan kondisi topografi jalan yang tidak mendukung untuk dilakukan pelebaran jalan, di karenakan adanya rel kereta api di sisi jalan yos sudarso dan tata guna lahan di sekitar jalan tersebut yang tidak mendukung untuk dilakukan pelebaran jalan. Maka disimpulkan untuk dibangun *fly over* pada persimpangan tersebut.

METODOLOGI

Proses perencanaan yang terstruktur dan sistematis diperlukan untuk menghasilkan suatu karya yang efektif dan efisien. Pada jalan layang biasanya dirancang menurut trase lintasan tertentu yang diperoleh berdasarkan kesatuan pertimbangan kehandalan alinyemen, stabilitas struktur, kemudahan pelaksanaan, pemeliharaan dan pertimbangan ekonomi. Persoalan awal yang dihadapi dalam perencanaan *Flyover* adalah penetapan panjang, bentang efektif, dan kebebasan ruang. Oleh karena itu hal pertama yang harus dilakukan adalah analisis geometrik *fly over*. Setelah didapat nilai panjang, bentang, dan kebebasan ruang dapat dilanjutkan dengan perhitungan konstruksi dengan metode *Load and Resistance Factor Design (LRFD)*. Perhitungan konstruksi meliputi perhitungan pembebanan, struktur atas, dan struktur bawah. Hasil akhir dari perhitungan ini adalah dimensi dari elemen struktur yang akan digunakan pada *fly over*.

EVALUASI KEBUTUHAN JUMLAH LAJUR

1. Kondisi Saat Eksisting

Data Jalan Eksisting :

- 4/2 D (empat lajur terbagi)
- Lebar lajur 3,5 m
- Pemisah arah 50% - 50%
- Lebar bahu 2m
- Jalan Arteri

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

Dimana :

$$C_0 = 1650 \times 4 \text{ (empat lajur tak terbagi)}$$

$$FC_w = 1 \text{ (lebar lajur 3,5m)}$$

$$FC_{SP} = 1 \text{ (pemisah arah 50-50)}$$

$$FC_{SF} = 1 \text{ (lebar bahu 2m)}$$

$$FC_{CS} = 1 \text{ (jumlah penduduk 1jt - 3jt)}$$

$$C = (1650 \times 4) \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 6600 \text{ smp/jam}$$

$$\begin{aligned} LHR_{2017} &= 29226 \times (1 + 0,032)^2 \\ &= 31126,391 \text{ smp/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Faktor K} = 6\%$$

$$\begin{aligned} QDH &= 0,06 \times 31126,391 \\ &= 1867,583 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DS &= QDH / C \\ &= 0,282 \end{aligned}$$

2. Kondisi 10 Tahun Rencana

$$\begin{aligned} LHR_{2027} &= 29226 \times (1 + 0,032)^{10} \\ &= 40046,664 \text{ smp/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Faktor K} = 6\%$$

$$\begin{aligned} QDH &= 0,06 \times 40046,66 \\ &= 2402,799 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DS &= QDH / C \\ &= 0,36 \end{aligned}$$

Evaluasi jalan eksisting kondisi 10 tahun rencana DS masih $< 0,75$, tetapi tetap di bangun *fly over* karena hirarki jalan Tik Ambon yang berada di persimpangan lebih kecil dibandingkan dengan hirarki jalan Yos Sudarso, sehingga jalan yang lurus yaitu jalan Yos Sudarso di bangun *fly over*. Pada evaluasi jumlah lajur, bahwa jalan Yos Sudarso masih

bagus dan masih dapat dilewati sampai beberapa tahun kemudian, tetapi kondisi hambatan samping seperti banyaknya kawasan industri yang berada pada sisi kanan dan kiri jalan Yos Sudarso serta mengingat di pertigaan antara jalan Yos Sudarso dengan jalan Tik Ambon di perparah dengan kondisi lingkungan komersil maka di bangun *fly over*.

Tabel 1. faktor K berdasarkan spesifikasi standar untuk perencanaan jalur antar kota

V _{LHR}	Faktor k (%)
>50000	4 – 6
30000 – 50000	6 – 8
10000 – 30000	6 – 8
5000 – 10000	8 – 10
1000 – 5000	10 – 12
< 1000	12 - 16

JUMLAH LAJUR FLY OVER

Penentuan jumlah lajur kendaraan untuk jalan antar kota mengacu pada buku “Tata Cara perancangan Geometrik Jalan Antar Kota” 1997, Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Tabel II.7 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan adalah Sebagai berikut :

Tabel 2. Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan (buku “Tata Cara perancangan Geometrik Jalan Antar Kota” 1997, DPU)

VLHR Smp/jam	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
< 3000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,5	1,0
3000 - 10000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	5,0	1,0
10001- 25000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**	**	-	-	-	-
> 25000	2x3,5 *	2,5	2x2,0 *	2,0	2x3,5 *	2,0	**	**	-	-	-	-

Keterangan :

** = mengacu pada persyaratan ideal

* = 2 jalur terbagi, masing-masing n x 3,5 m, dimana n : jumlah lajur/jalur

- = tidak ditentukan

Dari data diperoleh VLHR > 25000, maka perancangan *fly over* yang diambil dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Jalan 2 lajur 2 arah (2 / 2 UD)
- Lebar jalur 2x3.5 m
- Lebar bahu 2 m
- Tanpa median

PERHITUNGAN PEMBEBANAN FLY OVER

Berdasarkan buku RSNI T-02 tahun 2005 tentang jembatan, data pembebanan terdiri dari:

1. Beban Primer : Beban utama dalam perhitungan tegangan yang terdiri dari :
 - a. Beban mati : Semua beban tetap yang berasal dari berat sendiri jalan layang atau bagian jalan layang yang ditinjau.
 - b. Beban hidup : Semua beban yang berasal dari berat kendaraan yang bergerak atau lalu lintas dan atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jalan layang.
 - Beban Truk (T) : Merupakan kendaraan truk yang mempunyai beban roda ganda (*dual wheel load*) sebesar 11,25 ton.
 - Beban Lajur (D) : terdiri dari beban tersebar merata (BRT) yang digabung dengan beban garis (BGT).

Beban terbagi rata (BRT) mempunyai intensitas q kPa, dimana besarnya q tergantung pada panjang total yang dibebani L sebagai berikut :

$$L \leq 30 \text{ m} \quad : q = 9,0 \text{ kPa}$$

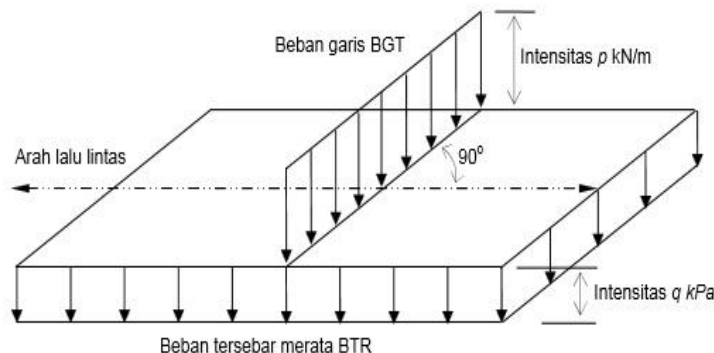
$$L \geq 30 \text{ m} \quad : q = 9,0 \times (0,5 + 15/L) \text{ kN} / \text{m}^2$$

Dimana :

q adalah intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan.

L adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter)

Beban garis (BGT) dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas p adalah 49,0 kN/m.



Gambar 1. Distribusi Beban D

2. Beban Sekunder :
 - a. Gaya Rem
 - b. Gaya akibat gempa bumi
 - c. Beban angin
 - d. Gaya gesekan akibat tumpuan bergerak

STRUKTUR ATAS

Struktur bangunan atas *fly over*, terdiri dari :

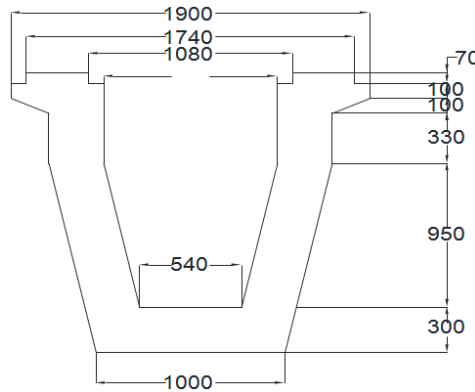
1. Pelat lantai
Pelat lantai terbuat dari beton bertulang dengan tebal 20 cm. Menggunakan tulangan lapangan dan tumpuan arah x D 19 – 100, tulangan lapangan arah y D 16 – 250.
2. Balok diafragma
Balok diafragma berfungsi sebagai pengaku antar girder terbuat dari beton bertulang dengan dimensi 20 x 95 cm. menggunakan tulangan pokok 3 D19, tulangan bagi 2 ϕ 8, tulangan sengkang ϕ 8 – 150.

3. *Deck slab*

Terdapat 2 tipe *deck slab* yaitu *inner deck slab* dan *outer deck slab*. *Inner deck slab* berdimensi 102 x 100 cm dan *outer deck slab* berdimensi 130 x 100 cm.

4. Balok prategang

Balok prategang yang digunakan mempunyai bentuk penampang tipe U yang terbuat dari beton pracetak. Jumlah balok yang dibutuhkan sebanyak 4 buah. Kabel pratekan yang digunakan adalah tipe *seven wire strand* dengan diameter 12,7 mm. Berikut adalah dimensi dari balok prategang :



Gambar 2. Penampang U-Girder

STRUKTUR BAWAH

Struktur bangunan bawah *fly over*, terdiri dari :

1. *Abutment*

Abutment merupakan struktur bawah dari suatu konstruksi *fly over*, yang berfungsi menyalurkan beban struktur atas ke dalam tanah.

2. Pilar

3. Pondasi

Pondasi dari *fly over* menggunakan pondasi tiang pancang dengan diameter 0,6 m dan panjang 36 m.

Tahapan perhitungan konstruksi untuk abutment dan pilar sama, yaitu:

1. Perhitungan beban

- Beban mati meliputi : berat sendiri, beban mati bangunan atas, gaya akibat beban vertikal tanah.
- Beban hidup meliputi : beban hidup bangunan atas, gaya horisontal akibat rem dan traksi, gaya akibat tekanan tanah aktif, gaya gesek tumpuan bergerak, gaya gempa, beban angin.

2. Kontrol terhadap kestabilan konstruksi

Stabilitas yang ditinjau :

a. Tinjauan terhadap guling

$$F_g = \frac{MV}{MH} > SF$$

Dimana :

F_g : Stabilitas guling

MV : Total momen akibat gaya vertikal (kgm)

MH : Total momen akibat gaya horizontal (kgm)

SF : faktor keamanan (lebih besar 1,5 aman terhadap guling)

- b. Tinjauan terhadap geser

$$F_s = \frac{Vx \tan \phi + co x B}{H}$$

Dimana :

- F_s : Stabilitas geser
 V : Total beban vertikal (kg)
 co : adhesi antara tanah dan dasar tembok
 B : Lebar abutment (m)
 $\tan \phi$: faktor geser tanah antara tanah dan dasar tembok
 H : Total beban horizontal (kg)

- c. Tinjauan terhadap eksentrisitas

$$e = \frac{B}{2} - \frac{MV - MH}{V} < \frac{1}{6} \times B$$

Dimana :

- e : Eksentrisitas
 B : Lebar abutment (m)
 MV : Total momen akibat gaya vertikal (kgm)
 MH : Total momen akibat gaya horizontal (kgm)
 V : Total beban vertikal (kg)

- d. Terhadap daya dukung tanah

$$Q_{ult} = (c \cdot N_c (1 + 0,3B/L) + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot (1 - 0,2B/L))$$

Dimana :

- Q_{ult} = daya dukung ultimate tanah dasar (t/m²)
 c = kohesi tanah dasar (t/m²)
 γ = berat isi tanah dasar (t/m³)
 $B = D$ = lebar pondasi (m)
 D_f = kedalaman pondasi (m)
 N_γ, N_q, N_c = faktor daya dukung terzaghi
 B = lebar pondasi
 L = panjang pondasi

3. Penulangan

Dari hasil perhitungan beban yang didapatkan sebelumnya, maka dapat dicari momen pada bagian-bagian *abutmen* dan pilar kemudian dapat ditentukan jumlah kebutuhan tulangan pada bagian-bagian tersebut.

Tahapan perhitungan konstruksi untuk pondasi :

1. Perhitungan daya dukung tiang pancang

- a. Metode Meyerhorf (1976)

Tahanan ujung tiang

$$Q_p = 40 \cdot N_p \cdot A_p$$

Dimana :

- Q_p = daya dukung ujung tiang
 N_p = harga N-SPT pada elevasi ujung tiang
 A_p = luas penampang ujung tiang

Tahanan selimut tiang

$$Q_s = 2 \cdot N_s \cdot A_s$$

Dimana :

- Q_s = daya dukung selimut tiang
 N_s = rata-rata harga N-SPT pada selimut tiang
 A_s = luas penampang selimut tiang

b. Metode Vesic (1977)

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot (c N_c + \sigma' N_\sigma)$$

Dimana :

σ' = tegangan tekan normal efektif tanah pada tingkat titik tiang

$$\sigma' = \left(\frac{1 + 2K_0}{3} \right) q'$$

K_0 = koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam

N_c, N_σ = faktor daya dukung tanah

c. Metode Reese and Wright (1977)

Tahanan ujung tiang

$$Q_p = A_p \cdot q_p$$

Dimana :

Q_p = daya dukung ujung tiang (ton)

A_p = luas penampang tiang (m^2)

q_p = tahanan ujung persatuan luas (t/m^2)

Tahanan selimut tiang

$$Q_s = L \cdot p \cdot f_s$$

$$f_s = \alpha \cdot c$$

Dimana :

Q_s = daya dukung selimut tiang (ton)

L = panjang tiang

p = keliling penampang tiang (m)

f_s = gesekan selimut tiang (t/m^2)

α = faktor adhesi (0.55)

$$Q_{ult} = \frac{Q_p + Q_s}{F_s}$$

d. Metode Reese and O'Neill (1989)

Tahanan ujung tiang

$$Q_b = A_b \cdot f_b$$

$$f_b = 0.60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} < 4500 \text{ kN/m}^2$$

Dimana :

Q_b = daya dukung ujung tiang (ton)

f_b = tahanan ujung netto per satuan luas

N_{60} = nilai N-SPT rata-rata ujung bawah tiang bor sampai 2D dibawahnya

σ_r = tegangan referensi 100 kN/m^2

A_b = luas permukaan ujung tiang

Tahanan selimut tiang

$$Q_s = A_s \cdot \beta \cdot \sigma_v'$$

Dimana :

A_s = luas permukaan selimut tiang

$\beta = 1,5 - 0,245 \cdot \bar{z}$ dengan batasan $0,25 \leq \beta \leq 1,2$

z = kedalaman diukur dari permukaan tanah sampai titik lapisan tanah yang ditinjau

σ_v' = tegangan vertikal efektif pada kedalaman z (kg/cm^2) = $z \cdot \gamma$

$$Q_{ult} = \frac{Q_p + Q_s}{F_s}$$

e. Metode Begemann (1965)

$$Q_{ult} = \frac{qc \cdot A}{3} + \frac{K \cdot TF}{5}$$

Dimana :

A = luas tiang beton

K = keliling tiang

- TF = total friction
qc = point bearing capacity
qcu = *qonus resistance* rata –rata 8D di atas ujung tiang
qcb = rata – rata perlawanan *conus* setebal 3,5 D di bawah tiang

2. Menentukan jumlah tiang

$$n = \frac{V}{Q_{ult\ all}}$$

n = jumlah tiang pancang

V = gaya vertikal

Qult all = daya dukung ultimit tiang pancang

3. Pengecekan terhadap jumlah tiang pancang yang dipasang

$$n * Q_{ult\ all} > V$$

4. Penulangan tiang pancang

a. Momen akibat pengangkatan 1 titik

b. Momen akibat pengangkatan 2 titik

Dari kedua momen tersebut dipilih momen terbesar untuk menentukan jumlah kebutuhan tulangan pada tiang pancang.

KESIMPULAN

Perlintasan sebidang antara dua jalan raya yaitu jalan Yos Sudarso dan jalan Tik Ambon di direncanakan dengan berbagai pertimbangan yaitu; kemacetan, hambatan samping tinggi, tidak adanya pembangunan jalan lingkar dan jalan alternatif di kota Bandar Lampung, menghindari perlintasan sebidang, dan estetika di kota Bandar Lampung. Dengan adanya pembangunan *fly over* pada perlintasan tersebut diharapkan arus lalu lintas yang melalui Jalan Yos Sudarso menjadi semakin lancar dan menambah estetika di kota Bandar Lampung.

SARAN

Di dalam merencanakan suatu prasarana transportasi yang akan mendukung peningkatan pergerakan lalu lintas sebagai dampak dari pertumbuhan suatu kota hendaknya mengacu pada kondisi topografi dan geografi setempat, kondisi lalu lintas dan biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Braja M. Das. 2007. *Principles of Foundation Engineering, Sixth Edition*. M1K5G4 : Canada
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). 1997. *Jalan Perkotaan*. Dinas Pekerjaan Umum dan Direktorat Jenderal Bina Marga Republik Indonesia : Jakarta
- _____. 1997. *Standar Perancangan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan*. Dinas Pekerjaan Umum dan Direktorat Jenderal Bina Marga Republik Indonesia : Jakarta
- Rancangan Standar Nasional Indonesia. RSNI2 2833. 2013. *Perancangan Jembatan Terhadap Beban Gempa*.
- Rancangan Standar Nasional Indonesia T-02-2005. 2005. *Standar Pembebanan Untuk Jembatan*.

Standar Nasional Indonesia T-12-2004. 2004. *Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan.*

Standar Nasional Indonesia 03-1729-2002. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung.*

Dinas Pekerjaan Umum dan Direktorat Jenderal Bina Marga Republik Indonesia. 1997. *Standar Perancangan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan.* Jakarta: Dinas Pekerjaan Umum dan Direktorat Jenderal Bina Marga Republik Indonesia.

T.Y.Lin Ned, dan H. Burns. 1991. *Desain Struktur Beton Prategang Edisi Ketiga Jilid 1.* Penerbit Erlangga : Jakarta.

Wika PC-U Girder. 2015. *Technical Calculation PC-U Girder For Highway Bridges.*

W.C.Vis dan Gideon Kusuma, 1997, *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang,* Erlangga : Jakarta.