

## DESAIN FLY OVER PADA PERLINTASAN SEBIDANG JALAN KERETA API DI JALAN SLAMET RIYADI SURAKARTA

Denta Purnama M, Wahyu Aktorina, Himawan Indarto<sup>\*)</sup>, Kami Hari Basuki<sup>\*)</sup>

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

### ABSTRAK

*Perencanaan fly over di Daerah Purwosari tepatnya Jalan Slamet Riyadi ini didasarkan oleh perlintasan sebidang dengan jalan kereta api yang menyebabkan lalu lintas di persilangan tersebut berhenti total ketika ada kereta api melintas. Dengan adanya pembangunan fly over pada perlintasan tersebut, diperhitungkan bahwa arus lalu lintas di Jalan Slamet Riyadi akan menjadi semakin lancar, hal ini dapat dilihat dari nilai derajat kejenuhan ruas jalan tersebut yang dihitung berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, yang berkurang dari 1,26 menjadi 0,62 setelah direncanakannya fly over. Fly over ini direncanakan dengan tipe 2 lajur 2 arah tak terbagi dengan lebar 11 m dan panjang 410,8 m. Struktur atas fly over menggunakan balok prategang dengan profil I. Struktur bawah fly over menggunakan dua buah abutment, sembilan buah pilar dan pondasi jenis bore pile dengan diameter 0,6 m dan kedalaman 18 m.*

**Kata kunci:** Fly Over, Purwosari, Struktur, Persilangan Sebidang

### ABSTRACT

*In Purwosari, Slamet Riyadi Street to be exact, there is an intersection which intersect with railroad crossing, which when a train crossing the track, it causes an extremely dangerous traffic problems around Slamet Riyadi Street. The severe traffic problems can cause a total jam. With an overpass, it has been estimated that it will help a lot with traffic jam evidenced by the reduction in the degree of saturation of these roads from 1.26 to 0.62 after the overpass planned which counted based on Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. The overpass' width designed as 11 m and the span is determined as 410.8 m. The upper structure of the overpass is designed by using prestressed beam with I form. The lower structure uses abutments, piers and foundation with bore pile type which the diameter is 0.6 m and 18 m depth.*

**Keywords:** Overpass, Purwosari, Structure, Intersection.

### PENDAHULUAN

Transportasi adalah kegiatan memindahkan atau mengangkut orang dan atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kendaraan atau alat lain, dimana produk yang dipindahkan ke tempat tujuan yang dipindahkan. Disisi lain, peningkatan pergerakan penduduk dapat menyebabkan meningkatkan kebutuhan akan ketersediaan prasarana dan

<sup>\*)</sup> Penulis Penanggung Jawab

sarana transportasi. Kebutuhan sarana dan prasarana transportasi meliputi penambahan panjang jalan, peningkatan kualitas jalan yang ada, penambahan jumlah kendaraan serta fasilitas lainnya yang dibutuhkan untuk menunjang kegiatan transportasi tersebut. Jika penambahan jalan baik dari segi kuantitas maupun kualitas tidak mampu mengimbangi peningkatan jumlah kendaraan, maka hal ini dapat menyebabkan timbulnya masalah transportasi.

## **PERMASALAHAN**

Salah satu fasilitas perhubungan di daerah Jawa Tengah adalah Ruas Jalan Slamet Riyadi. Pada ruas tersebut tepatnya di daerah Purwosari terdapat persimpangan sebidang dengan rel kereta api yang menyebabkan lalu lintas jalan di persilangan tersebut berhenti total ketika ada kereta api melintas. Hal ini juga sangat membahayakan pengguna lalu lintas Jalan Slamet Riyadi.

*Fly over* yang direncanakan akan dilewati oleh kereta api. Oleh karena itu *fly over* Purwosari ini dibuat dengan mempertimbangkan ruang bebas kereta api, yaitu tinggi dan lebar yang dibutuhkan.

Persilangan sebidang jalan raya dan jalan jalan rel di Daerah Purwosari ini tidak berpotongan tegak lurus, melainkan miring dengan sudut kemiringan yang cukup besar. Sehingga perencanaan *fly over* ini harus direncanak sedemikian rupa dan menyebabkan bentang antar pilar cukup lebar.

## **METODOLOGI**

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*. 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*.

## **PERENCANAAN LEBAR FLY OVER**

Hal yang mempengaruhi lebar *fly over* adalah volume lalu lintas di ruas jalan tersebut. Untuk mengetahui kinerja lalu lintas, dibutuhkan volume lalu lintas, kapasitas jalan dan derajat kejenuhan.

Acuan yang digunakan dalam menentukan lebar lajur kendaraan untuk *fly over* ini adalah "Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya No.13/1970". Penentuan lebar jalur dapat dilihat dalam Tabel 1. Lebar lajur yang digunakan pada *fly over* ini adalah 3,50 m.

Tabel 1. Lebar Lajur Lalu Lintas

Kelas Perencanaan	Lebar Lajur (m)
Kelas I	3,75
Kelas II	3,50
Kelas III	3,00

Berdasarkan MKJI 1997, nilai DS ideal adalah  $< 0,75$ . Nilai DS dapat dihitung menggunakan formula  $DS = \frac{Q}{C} = \frac{3795,3}{6087,3} = 0,62$ . Maka jalan tipe 2/2 UD layak dipergunakan.

Dimana:

DS : Derajat kejenuhan

Q : Volume lalu lintas total

C : Kapasitas jalan

Perencanaan Lebar *Fly Over*:

Lebar jalur =  $2 \times 3,50 = 7 \text{ m}$

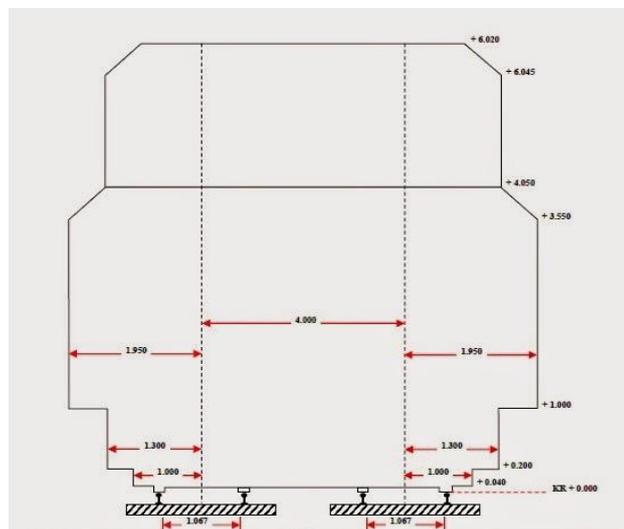
Lebar bahu =  $2 \times 1,50 = 3 \text{ m}$

Lebar Sandaran =  $2 \times 0,50 = 1 \text{ m}$

Lebar *fly over* =  $7 + 3 + 1 = 11 \text{ m}$

### PERENCANAAN RUANG BEBAS *FLY OVER*

Ruang bebas adalah ruang di atas jalan rel yang senantiasa harus bebas dari segala rintangan dan benda penghalang, ruang ini disediakan untuk lalu lintas rangkaian kereta api. Ukuran ruang bebas untuk jalur tunggal dan jalur ganda, baik pada bagian lintas yang lurus maupun yang melengkung, untuk lintas elektrifikasi dan non elektrifikasi. Karena jalur kereta api yang ada di Jalan Slamet Riyadi ini merupakan jalur ganda, maka digunakan ruang bebas seperti Gambar 1.



Gambar 1. Ruang Bebas Pada Jalur Kereta Api Ganda

### PERHITUNGAN PEMBEBANAN

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

#### 1. Beban Mati

Berikut berat jenis material yang digunakan untuk menghitung beban mati:

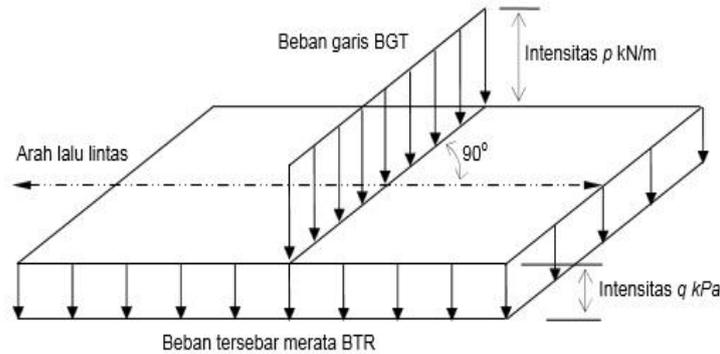
Beton Prategang =  $2400 \text{ kg/m}^3$

Plat =  $2400 \text{ kg/m}^3$

Aspal =  $2500 \text{ kg/m}^3$

2. Beban Hidup (Beban lajur D dan beban garis KEL)

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.



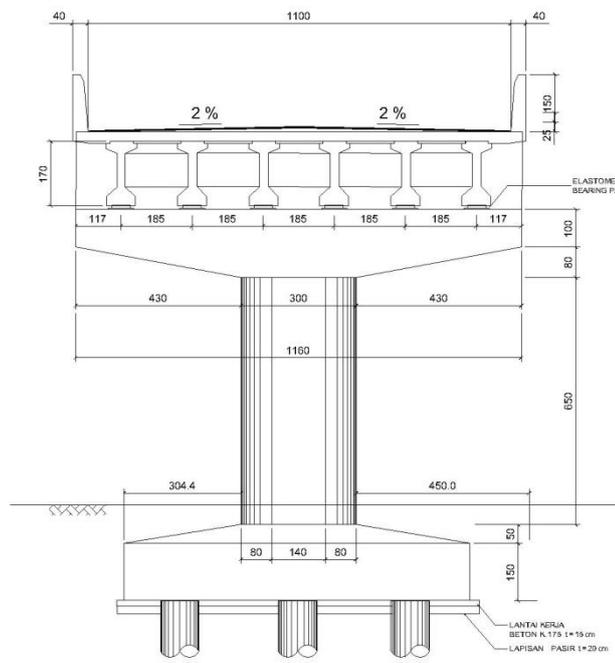
Gambar 2. Distribusi beban D dan beban KEL

Beban D mempunyai intensitas  $9 \text{ kN/m} = 900 \text{ kg/m}$

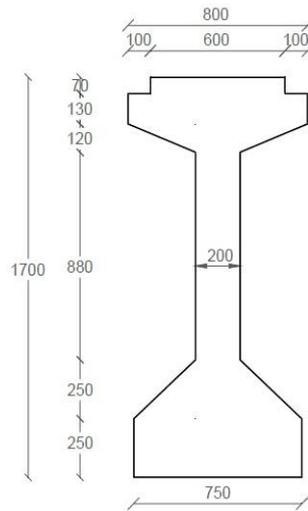
KEL mempunyai intensitas  $qP = 49 \text{ kN} = 4900 \text{ kg}$

**STRUKTUR ATAS**

Struktur atas *fly over* ini terdiri dari enam buah girder, tampak potongan melintangnya dapat dilihat pada Gambar 3. Jenis beton prategang yang digunakan adalah balok girder profil I dengan dimensi pada Gambar 4 berikut:



Gambar 3. Potongan Melintang



Gambar 4. Dimensi Girder I

Dalam penggunaan beton prategang, yang harus diperhitungkan pula kehilangan kehilangan tegangan. Jenis-jenis kehilangan tegangan pada balok prategang dan persentasenya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Persentase rata-rata kehilangan gaya prategang

No.	Kehilangan Prategang	Pretension	Post Tension
1	Perpendekan elastis beton	4%	1%
2	Rangkak pada beton	6%	5%
3	Susut beton	7%	6%
4	Relaksasi baja	8%	8%
	TOTAL	25%	20%

## STRUKTUR BAWAH

Pada struktur bawah digunakan dua buah abutment dan sembilan buah pilar. Tahapan perhitungan konstruksi untuk abutment dan pilar sama, yaitu:

1. Perhitungan beban

Beban yang diperhitungkan adalah beban mati yang terdiri dari beban struktur atas dan berat sendiri abutment atau pilar, beban hidup, dan tekanan tanah aktif.

2. Kontrol terhadap kestabilan konstruksi

Stabilitas yang ditinjau:

a. Tinjauan terhadap guling

$$F_g = \frac{\sum MV}{\sum MH} > n$$

Dimana :

$F_g$  : Stabilitas guling

$\sum MV$  : Total momen akibat gaya vertikal (kgm)

$\sum MH$  : Total momen akibat gaya horizontal (kgm)

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

- b. Tinjauan terhadap geser

$$F_g = \frac{\sum Vx \tan \phi + c x B x D}{\sum H}$$

Dimana :

- $F_g$  : Stabilitas geser  
 $\sum V$  : Total beban vertikal (kg)  
 c : Kohesi ( $\text{kg/m}^2$ )  
 B : Lebar abutment (m)  
 D : Tebal abutment (m)

$\sum H$  : Total beban horizontal (kg)

- c. Tinjauan terhadap eksentrisitas

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

Dimana :

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

- d. Tinjauan pada dasar abutment

$$\sigma = \frac{\sum V}{A} \pm \frac{\sum MV - \sum MH}{W} < q_{all}$$

Dimana :

- $\sigma$  : Tegangan tanah pondasi  
 $\sum V$  : Total beban vertikal (kg)  
 $\sum MV$  : Total momen akibat gaya vertikal (kgm)  
 $\sum MH$  : Total momen akibat gaya horizontal (kgm)  
 A : Luas abutment ( $\text{m}^2$ )  
 W : Berat abutment (kg)  
 $q_{all}$  : Daya dukung tanah ( $\text{kg/m}^2$ )

3. Penulangan

Pada struktur bawah juga terdapat pondasi, pondasi yang digunakan pada *fly over* ini adalah jenis *bore pile* dengan diameter 0,6 m dan kedalaman 18 m, daya dukung satu tiang *bore pile* adalah 221,363 ton. Untuk menghitung daya dukung pondasi digunakan persamaan mayerhoff berikut:

$$Q_{ult} = 40.N_b.A_b + 0,2.N_{rt}.O.Li$$

Dimana:

- $Q_{ult}$  : daya dukung batas pondasi tiang pancang (ton)  
 $N_b$  : nilai N-SPT pada elevasi dasar tiang  
 $A_b$  : luas penampang dasar tiang ( $\text{m}^2$ )  
 $N_{rt}$  : nilai N-SPT rata-rata  
 $A_s$  : luas selimut tiang ( $\text{m}^2$ )  
 O : keliling penampang tiang ( $\text{m}^2$ )  
 Li : Kedalaman tiang (m)

## **KESIMPULAN**

Perlindungan sebidang antara jalan raya dan jalan rel di Jalan Slamet Riyadi Surakarta direncanakan dengan berbagai pertimbangan yaitu; kemacetan, kecelakaan, tidak adanya pembangunan jalan lingkar dan jalan alternatif di kota Surakarta, menghindari perlindungan sebidang, adanya perencanaan *double track*, dan estetika di kota Surakarta. Dengan adanya pembangunan *fly over* pada perlindungan tersebut diharapkan arus lalu lintas yang melalui Jalan Slamet Riyadi menjadi semakin lancar dan tidak terganggu dengan adanya kereta api yang melewati perlindungan tersebut, sehingga memperkecil resiko kecelakaan (lebih aman) dan menambah estetika di kota Surakarta.

## **SARAN**

Sebelum kita merencanakan suatu konstruksi *fly over*, harus diadakan proses analisa yang seksama terlebih dahulu agar diperoleh desain yang paling sesuai dengan kebutuhan dan paling menguntungkan dalam segala hal. Dalam menentukan panjang *fly over* di Jalan Slamet Riyadi Surakarta ini harus dipertimbangkan ruang bebas kereta api, yaitu letak abutment harus berada di luar jangkauan ruang bebas kereta api agar tidak membahayakan kereta api yang melintas.

Pada masa mendatang (2022) volume lalu lintas Jl. Slamet Riyadi sudah melebihi kapasitas jalan yang ditunjukkan dengan nilai DS terbesar 0,75 sehingga mulai terjadi kemacetan. Diperlukan pembangunan jalan alternatif lain untuk mengurangi kepadatan di jalan utama.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Peraturan Pemerintah 2009, *PP 72 lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api*

Jati Utomo dkk, 2004, *Buku ajar Manajemen Konstruksi*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNDIP : Semarang.

Lin Ned T.Y, H. Burns, 1996, *Desain Struktur Beton Prategang Edisi Ketiga Versi S1 Jilid I*, Erlangga : Jakarta.

Pudjianto Bambang dkk, 2004, *Buku Ajar Perencanaan Jembatan*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro : Semarang.

Sunggono Ir, 1995, *Buku Teknik Sipil*, Nova : Bandung.

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

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

\_\_\_\_\_, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Kompone*, 1987 , Dinas Pekerjaan Umum dan Direktorat Jenderal Bina Marga Republik Indonesia : Jakarta.

\_\_\_\_\_, *Bridge Design Manual*, 1992, Dinas Pekerjaan Umum dan Direktorat Jenderal Bina Marga Republik Indonesia : Jakarta.

Rsni,2005, *Pembebanan Untuk Jembatan*.