

# STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN JEMBATAN DENGAN KONSTRUKSI *PLATE GIRDER* PADA JEMBATAN PAGERLUYUNG TOL MOJOKERTO

Febrian Deni Bastian

## ABSTRAK

Jembatan merupakan konstruksi yang berfungsi untuk meneruskan jalan dari satu tempat ke tempat yang lain yang terhalang oleh rintangan. Rintangan ini dapat berupa jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Perkembangan transportasi yang semakin erat kaitannya dengan pembangunan, baik berupa pembangunan jalan maupun jembatan yang berfungsi untuk memperlancar arus kendaraan sehingga tercipta efisiensi waktu dalam beraktifitas. Jembatan Pagerluyung mempunyai bentang total yaitu 87,9m dan lebar 11,15m, dengan bentang yang panjang jembatan pagerluyung dibagi menjadi 3 bentang yaitu bentang I : 16,60m, bentang II : 40,70m, dan bentang III : 30,60m. Secara umum, tugas akhir ini adalah merencanakan alternatif struktur jembatan. Alternatif perencanaan Jembatan pagerluyung tol Mojokerto menggunakan konstruksi gelagar plat, bentang jembatan di ambil 40,65 meter dengan lebar 11,15 meter. Untuk pembebanan pada jembatan ini menggunakan LRF, Standard pembebanan untuk jembatan RSNI T – 02 - 2005 dan RSNI4 (Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan). Hasil perencanaan besarnya pembebanan dan dimensi plat lantai kendaraan dari perhitungan Beban primer didapat Berat plat lantai kendaraan: 1304,4 kg/m, Beban sendiri gelagar : 1050,016 kg/m, beban hidup : 2111,4 kg/m dan beban garis "P" : 11466 kg. Sedangkan untuk beban sekunder didapat Beban angin : 1109,65 kg/m dan akibat Gaya rem: 8100 kg. Perencanaan dimensi plat lantai kendaraan diperoleh Tebal plat beton : 20 cm, Tulangan pokok : D16 - 100 mm, dan Tulangan bagi: D10 - 100mm. Hasil perhitungan dimensi gelagar tipe plat tinggi 170 cm, lebar flens atas dan bawah 60 cm, tebal flens 7,5 cm terdiri dari 3 lapis plat, tebal badan 2 cm. Semua dimensi yang dipakai memenuhi persyaratan dari beban yang bekerja. Panjang gelagar 40,65 meter terbagi menjadi 6 sambungan baut dengan panjang 5,325 meter untuk ujung bentang dan 6 meter pada tengah bentang. Pada perencanaan pondasi, pondasi yang digunakan adalah tiang pancang dengan diameter 60 cm, kedalaman 24 meter, sebanyak 15 buah dan menggunakan besi tulangan diameter 14 mm.

**Kata Kunci :** Alternatif jembatan, Plate girder, Tol Mojokerto.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Jembatan merupakan konstruksi yang berfungsi untuk meneruskan jalan dari satu tempat ke tempat yang lain yang terhalang oleh rintangan. Rintangan ini dapat berupa jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Perkembangan transportasi yang semakin erat kaitannya dengan pembangunan, baik berupa

pembangunan jalan maupun jembatan yang berfungsi untuk memperlancar arus kendaraan sehingga tercipta efisiensi waktu dalam beraktifitas.

Dalam perencanaan jembatan pagerluyung konstruksi yang digunakan adalah beton pratekan, Sedangkan gelagar jembatan yang digunakan di lapangan yaitu gelagar pratekan dengan tipe I. Pada penyusunan tugas akhir ini penulis mengambil alternatif perencanaan jembatan dengan gelagar plat karena gelagar plat merupakan

alternatif terbaik yang bisa digunakan karena mempunyai nilai ekonomis yang lebih.

#### **Identifikasi Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang di atas maka di per oleh identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Kondisi lalu lintas yang padat sehingga perlu lantai kendaraan yang sesuai.
2. Gelagar tipe I adalah gelagar yang digunakan di lapangan sehingga perlu arternatif lain yaitu dengan gelagar plat.
3. Gelagar plat (*plate girder*) yang direncanakan mempunyai beban yang cukup besar sehingga memerlukan dimensi pilar yang sesuai.
4. Kondisi tanah keras letaknya sangat dalam.

#### **Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah yang ada, maka dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa pembebanan dan dimensi plat lantai kendaraan?
2. Berapa dimensi gelagar plat (*plate girder*) jembatan ?
3. Berapa dimensi pilar yang sesuai dengan beban yang bekerja?
4. Berapa dimensi pondasi yang sesuai dengan beban yang bekerja?

#### **Tujuan dan Manfaat**

Sesuai dengan judul tugas akhir dan uraian di atas maka tujuan yang di harapkan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui perencanaan penampang komposit dan gaya-gaya pada jembatan layang.
2. Menerapkan disiplin ilmu tentang struktur jembatan yang di terima selama perkuliahan.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Pengertian Jembatan Jalan Raya**

Jembatan adalah bagaian dari jalan yang merupakan bangunan layanan lalu lintas (untuk melewati jalan yang terputus oleh suatu rintangan seperti sungai, lembah, gorong-gorong, saluran-saluran, jalan atau lalu lintas lainnya. Adapun fungsi dari jembatan yaitu sama dengan jaan yang melintasinya yakni prasarana penghubung atau meneruskan pergerakan lalu lintas barang dan jasa, secara langsung dan ekonomis sehingga akan menambah nilai efisiensi produksi barang tersebut.

### **Pembebanan Jembatan**

Pada perencanaan jembatan ini, dipakai peraturan perencanaan teknik jembatan (RSNI T-02-2005) dan selanjutnya akan dibahas jenis beban yang bekerja pada jembatan jalan raya yaitu Pembebanan kelas I adalah aplikasi pembebanan sebesar 100 % beban "T" (beban truck) dan 100 % beban "D" (beban lajur).

Beban-beban yang dipakai dalam perhitungan adalah ;

- a. Beban primer
  - Beban hidup
  - Beban mati
- b. Beban lalu lintas
  - Lajur lalu lintas biasa
  - Beban lajur "D"
  - Beban truk "T"
  - Faktor beban dinamis
  - Gaya rem
- c. Beban lingkungan
  - Beban angin
  - Pengaruh gempa

### **Konstruksi Plat girder**

Plat girder adalah elemen struktur lentur tersusun yang didesain untuk memenuhi kebutuhan yang tidak dapat

dipenuhi oleh penampang gelas panas biasa. Bentuk umum yang dewasa ini yang didesain terdiri atas dua flens yang dilas pada plat web yang relatif tipis. Tebal plat biasanya konstan. Tinggi plat web dapat konstan atau menjadi lebih tinggi didaerah yang momennya besar. Girder plat yang tingginya tidak konstan biasanya hanya digunakan pada struktur bentang panjang.

#### Perencanaan plat girder baja

Tebal badan girder bisa diambil dari persamaan :

$$\frac{h}{tw} \leq \frac{95000}{\sqrt{F_y(F_y + 115)}}$$

Perencanaan dimensi plat sayap digunakan rumus :

$$A_f = \frac{M_u}{0,9 \cdot h \cdot F_y} - \frac{A_w}{6}$$

#### Perencanaan pengaku

- Pengaku vertikal

$$A_{st} = \frac{1 - C_v}{2} \left( \frac{a}{h} - \frac{(a/h)^2}{\sqrt{1 + (a/h)^2}} \right) Y.D. h t_w$$

- Pengaku Tumpuan

$$A_{st\text{perlu}} = \frac{A_{st}}{A_w} \cdot w$$

#### Sambungan plat girder

Setiap struktur baja merupakan gabungan dari beberapa komponen batang yang disatukan dengan alat pengencang. Salah satu alat pengencang disamping las yaitu baut mutu tinggi. Baut mempunyai beberapa kelebihan dari paku keling yang terlebih dahulu ada yaitu jumlah tenaga kerja yang lebih sedikit, kemampuan menerima gaya lebih besar, dan secara keseluruhan dapan menghemat biaya konstruksi.

**Tabel 1. Tipe tipe baut**

Tipe baut	Diameter (mm)	Proof stress(Mpa)	Kuat tarik min (Mpa)
A307	6,35-10,4	-	60
A325	12,7-25,4	585	825
A490	12,7-38,1	825	1035

#### Perencanaan Kepala jembatan

Kepala jembatan dan pondasi termasuk dalam bangunan bawah jembatan yang menerima beban-beban dari bangunan di atasnya meliputi beban mati, beban hidup dan beban-beban lainnya yang bekerja pada struktur jembatan yang kemudian diteruskan ke tanah sebagai dasar dan landasan struktur jembatan.

- Stabilitas terhadap beban eksentrinitas

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

- Stabilitas terhadap guling

$$S_f = \frac{\sum MV}{\sum MH} \geq 1,5$$

Stabilitas terhadap geser

$$S_f = \frac{\sum V \cdot \tan \theta}{\sum H} \geq 1,5$$

#### Perencanaan pondasi tiang pancang

Pondasi tiang pancang berfungsi untuk memindahkan beban-beban dari konstruksi di atasnya ke lapisan tanah yang lebih dalam. Pemilihan tipe pondasi ini didasarkan atas:

- Fungsi bangunan atas yang akan dipikul oleh pondasi tersebut.
- Besarnya beban dan beratnya bangunan atas.
- Keadaan tanah dimana bangunan tersebut akan didirikan.  
Biaya pondasi dibandingkan dengan bangunan atas.

#### Perhitungan daya dukung pondasi

$$P_{\text{tiang}} = \phi P_n \text{ maks} = 0,85 \cdot \phi (0,85 \cdot f_c \cdot x(A_g \cdot A_{st}) + f_y \cdot A_{st})$$

### Berdasarkan Data SPT

Daya dukung yang diijinkan:

$$R_a = \frac{R_u}{n}$$

### Perhitungan Jumlah Tiang Pancang

$$n = \frac{\sum V}{N}$$

### Jarak Antar Tiang Dalam Kelompok

Berdasarkan perumusan "Uniform Building Code" dari AASHO

$$S \leq \frac{1,57 \cdot d \cdot m \cdot n}{m + n - 2}$$

$$E_{ff} \eta = 1 - \frac{\theta}{90} \left[ \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{m \cdot n} \right]$$

$$\theta = \text{Arc. Tan} \frac{d}{S} (\theta^0)$$

### Gaya Yang Bekerja Pada Tiang Pancang

$$P = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{M_y \cdot X_{Max}}{I_y \cdot \sum x^2}$$

## METODOLOGI PERENCANAAN

### Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data. Dalam tahap awal disusun hal hal yang penting yang harus dilakukan untuk mengefektikan waktu perjalanan.

Tahap persiapan ini meliputi kegiatan kegiatan sebagai berikut :

1. Studi pustaka terhadap materi untuk penentuan desain.
2. Menentukan data data yang dibutuhkan.
3. Mencari instansi yang akan dijadikan nara sumber.
4. Pengadaan periyaratan administrasi untuk perencanaan data.
5. Pembuatan proposal penyusunan tugas akhir.
6. Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi proyek.
7. Perencanaan jadwal pembuatan desain.

### Pengumpulan data

Pengumpulan data merupakan sarana pokok untuk penyelesaian suatu masalah secara ilmiah. Dalam pengumpulan data peran instansi terkait sangat diperlukan sebagai pendukung dalam memperoleh data data yang dibutuhkan.

Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengumpulan data adalah:

- a. Jenis data
- b. Tempat diperolehnya data.
- c. Jumlah data yang harus di kumpulkan agar diperoleh data yang memadai (cukup dan akurat).

Metode yang dilakukan selama proses pengumpulan data adalah sebagai berikut :

1. Metode literatur

Yaitu mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan.

2. Metode observasi

Dengan langsung survey lapangan agar keadaan real yang ada dilapangan diketahui, sehingga dapat diperoleh gambaran sebagai pertimbangan dalam perencanaan desain struktur.

### Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan berdasarkan data data yang diperoleh, selanjutnya dilakukan perencanaan dan perhitungan konstruksi yaitu sebagai berikut :

#### Perencanaan bangunan atas

- a. Analisa pembebanan
- b. Perhitungan dimensi dan penulangan plat lantai
- c. Perhitungan dimensi sandaran
- d. Perencanaan dimensi gelagar induk
- e. Perencanaan dimensi pengaku vertikal dan tumpuan

#### Perencanaan sambungan

- a. Perencanaan sambungan las

b. Perencanaan sambungan baut

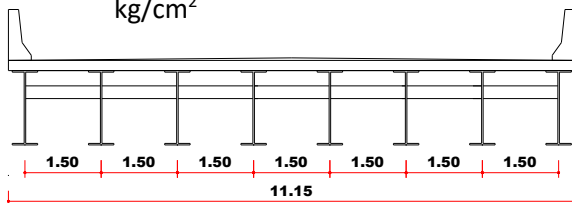
**Perencanaan bangunan bawah**

- a. Perhitungan dimensi, penulangan dan stabilitas Pilar.
- b. Perhitungan dimensi dan daya dukung pondasi tiang pancang

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Data Perencanaan**

Kelas Jembatan= Kelas 1  
 Tipe Gelagar =gelagarPlat(plate girder)  
 Bentang jembatan 40,65m  
 Lebar Jembatan 11,15m  
 Lebar Lantai kendaraan 10,25m  
 Tebal plat lantai kendaraan 0,20 m  
 Mutu Beton Lantai Kendaraan  
 - Mutu baja tulangan (fy) 240 Mpa  
 - Mutu beton (fc) 25Mpa  
 - Mutu baja konstruksi Bj.55;Fy4100 kg/cm<sup>2</sup>



Gambar Gelagar plat (plate girder)

**Data Pembebanan**

- a) Lapisan aspal lantai kendaraan
  - Tebal Aspal Beton = 0,05 meter
  - Berat satuan volume aspal = 2240 kg/m<sup>3</sup>
  - Faktor beban K=1,3 (RSNI T-02-2005 Hal: 9)
- b) Plat beton lantai kendaraan
  - Tebal plat beton = 0,20 m
  - Berat Volume beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>
  - Faktor beban K=1,3 (RSNI T-02-2005 Hal : 9)
- c) Air hujan dengan faktor beban
  - Tinggi air hujan = 0,05 m
  - Berat Volume air hujan= 1000 kg/m<sup>3</sup>
  - Faktor beban K=2,0 (RSNI T-02-2005 Hal : 9)

**Pembebanan Lantai Kendaraan**

Plat di anggap balok selebar 1m

a. Beban Mati

Berat Sendiri Plat beton  
 $0,20 \times 1 \times 2400 \times 1,3 = 624 \text{ kg/m}$

Berat lapisan Aspal

$$0,05 \times 1 \times 2240 \times 1,3 = 145,6 \text{ kg/m}$$

Berat air hujan

$$0,05 \times 1 \times 1000 \times 2,0 = 100 \text{ kg/m}$$

$$q_1 = 869,6 \text{ kg/m}$$

b. Beban Hidup

- Muatan 'T' yang bekerja pada lantai kendaraan adalah tekanan gandar = 225 kN = 22500 kg, atau tekanan roda sebesar = 11250 kg

- Faktor beban dinamis "FBD" untuk beban T diambil 30%

$$FBD = 0,30$$

$$\text{Faktor beban } K_u; TT = 1,8$$

Maka P

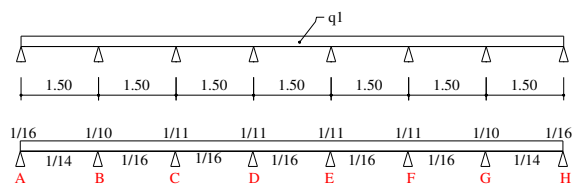
$$(1 + 0,30) \times 11250 = 14625 \text{ kg}$$

Jadi beban total hidup P = 14625 kg

$$\text{Pult atau Beban T} = 1,8 \times 14625 = 26325 \text{ kg}$$

**Perhitungan Plat Lantai Kendaraan**

Momen Akibat Beban Mati



Gambar Koefisien Momen

Momen maksimum pada Tumpuan

$$M_B = M_G = -1/10 \times 869,6 \times 1,5^2 = -195,66 \text{ kg.m}$$

Momen maksimum pada Lapangan

$$M_{AB} = M_{GH} = 1/14 \times 869,6 \times 1,5^2 = 139,75 \text{ kg.m}$$

**Momen akibat beban hidup**

S = 1,5 m

$$M_T = M_L = 0,8 \times \frac{1,5+0,6}{10} \times 26325 = 4422 \text{ kg.m}$$

**Penulangan Plat Lantai Kendaraan**

**Arah Melintang (Y)**

Penulangan Pada tumpuan- lapangan

$$M_u = 195,66 + 4422 = 4617,66 \text{ kg.m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4617,66}{0,8} = 5772,07 \text{ kg.m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5772,07 \times 10^4}{1000 \times 162^2} = 2,19 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_{c'}} = \frac{240}{0,85 \times 25} = 11,29 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = 0,0096$$

$$\rho_{\min} = 0,0058 < \rho = 0,0096 < \rho_{\max} = 0,039$$

maka dipakai  $\rho = 0,0096$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0096 \cdot 1000 \cdot 162 = 1555,2 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = 20\% \times 1555,2 = 311,04 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan } D_{16-100} = 2010,6 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan } D_{10-100} = 785,4 \text{ mm}^2$$

### Penulangan plat lantai kendaraan arah memanjang (x)

$$A_s = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2$$

Jarak maksimum antar tulangan

$$\frac{113,04}{291,6} \times 1000 = 387,65 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan  $\varnothing 12 - 250$ ;  $A_s' = 452,4 \text{ mm}^2$

### Dimensi gelagar

#### Perhitungan Lebar Effektif

Tebal plat kendaraan = 20cm

Jarak gelagar induk = 1,5m = 150 cm

Jarak diafragma = 5,081 m = 508,1 cm

Jadi lebar efektif lantai kendaraan :

$$- B_{\text{eff}} = 1/5 \times 508,1 = 101,62 \text{ cm} = 102 \text{ cm}$$

$$- B_{\text{eff}} = 12 \times 20 = 240 \text{ cm}$$

$$- B_{\text{eff}} = 150 \text{ cm}$$

Maka dipakai  $B_{\text{eff}}$  sebesar 102 cm

### Perencanaan Dimensi Plat Badan

a. Dimensi plat girder direncanakan sesuai rencana awal yaitu :

Untuk plat badan = 2 x 158 cm

Untuk Plat sayap = 7,5 x 60 cm

### Perencanaan Dimensi Plat Sayap

Dari perhitungan statika didapat:

$$M_u = 1067186,836 \text{ kgm}$$

$$A_f = \frac{M_u}{0,9 \cdot h \cdot f_y} \cdot \frac{T_w \cdot h}{6}$$

$$= 134,92 \text{ cm}^2$$

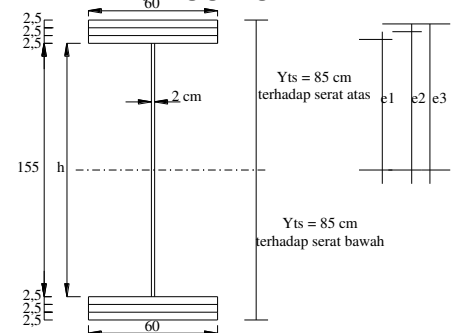
$$B_f = \frac{A_f}{t_f} = \frac{134,92}{7,5} = 21,72 \text{ cm} \rightarrow \text{dipakai}$$

bf 60 cm

Maka ukuran pelat sayap 2,5 x 60 cm

- Letak Garis Netral Baja

#### a. Penampang gelagar



Tabel Perhitungan Penampang Plat Girder

Bagian Plat	Luas (A) cm <sup>2</sup>	Jarak (d) cm	A . d (cm <sup>2</sup> )
I	2,5 x 60 = 360	1,5	187,5
II	2,5 x 60 = 360	3,75	562,5
III	2,5 x 60 = 360	6,25	937,5
IV	2 x 158 = 310	85	26350
V	2,5 x 60 = 360	163,75	14562,5
VI	2,5 x 60 = 360	166,25	24937,5
VII	2,5 x 60 = 360	168,75	25312,5
Σ	1210		102850

Jarak garis netral :

$$Y_{ts} = \frac{\sum A \cdot d}{\sum A} = 85 \text{ cm (dari serat atas)}$$

$$Y_{bs} = 170 - 85 = 85 \text{ cm}$$

Momen Inersia :

$$I_x = (1/12 \times 2 \times 155^3) + 2 (1/12 \times 60 \times 2,5^3 + 60 \times 2,5 \times 78,75) + 2 (1/12 \times 60 \times 2,5^3 + 60 \times 2,5 \times 81,25) + 2 (1/12 \times 60 \times 2,5^3 + 60 \times 2,5 \times 83,75) = 6541221 \text{ cm}^4$$

$$(s) = \frac{I_x}{d/2} = \frac{6541221}{170/2} = 76955,54 \text{ cm}^3$$

- Kuat lentur nominal gelagar

$$M_n = K_g \times S \times f_{cr} = 32300294,64 \text{ kgm}$$

$$\varnothing \cdot M_n = 0,9 \times 32300294,64 = 29070265,18 \text{ kgm} > 1067186,836 \text{ kgm} \rightarrow \text{OK}$$

b. Penampang gelagar setelah komposit

$$b_{\text{eq}} = \frac{b_{\text{ef}}}{n} = \frac{102}{8,51} = 11,98 \text{ cm}$$

$$\text{Penampang baja : } A_s = 1210 \text{ cm}^2$$

Penampang baja (s) = 76955,54 cm<sup>3</sup>  
 Penampang beton : Ac = b<sub>eq</sub> . ts  
 = 11,89 x 20 = 239,72 cm<sup>2</sup>  
 Ic = 1/12 x beq x ts<sup>3</sup>  
 = 1/12 x 11,89 x 20<sup>3</sup> = 7990,6cm<sup>4</sup>

$f_{bs} = \frac{M_{tot}}{S_{bs}} = \frac{10671863,6}{70671,61}$   
 = 1286,93 kg/cm<sup>2</sup> < 2460kg/cm<sup>2</sup> OK

Terhadap serat atas baja

$f_{ts} = \frac{M_{tot}}{S_{ts}} = \frac{10671863,6}{108247,28}$   
 = 884,92kg/cm<sup>2</sup> < 2460kg/cm<sup>2</sup> OK

Tabel Perhitungan Penampang Plat Girder Setelah Komposit

Bagian Plat	Luas (A) cm <sup>2</sup>	Jarak (d) cm	A . d (cm <sup>2</sup> )
Beton	239,72	10	2397,2
I	2,5 x 60 = 150	21,25	3187,5
II	2,5 x 60 = 150	23,75	3562,5
III	2,5 x 60 = 150	26,25	3937,5
IV	2 x 155 = 310	105	32550
V	2,5 x 60 = 150	183,75	27562,5
VI	2,5 x 60 = 150	186,25	27937,5
VII	2,5 x 60 = 150	188,75	28312,5
Σ	1449,72		129447,2

Jarak garis netral

$Y_{tc'} = \frac{\sum A.d}{\sum A} = 89,29$  cm (dari serat atas)

$Y_{bc'} = (170+ 20) - 80,88 = 100,71$  cm

Momen inersia :

Plat beton = Ic + Ac (Ytc - 1/2 hc)<sup>2</sup>  
 = 1515123 cm<sup>4</sup>

plat baja = Is + As(Ybc - 1/2 hs)<sup>2</sup>  
 = 6841015 cm<sup>4</sup>

Total momen inersia (Icp) = 1515123 + 6841015 = 8356138 cm<sup>4</sup>

Modulus Terhadap serat atas beton

$S_{tc} = \frac{I_{cp}}{Y_{ts}} = \frac{8356138}{89,29} = 93582,91$  cm<sup>3</sup>

Modulus terhadap serat bawah baja

$S_{bs} = \frac{I_{cp}}{Y_{bs}} = \frac{8356138}{100,71} = 82973,34$  cm<sup>3</sup>

Modulus terhadap serat atas baja

$S_{ts} = \frac{I_{cp}}{Y_{ts} - tc} = 120594,36$  cm<sup>3</sup>

Tegangan yang terjadi akibat beban setelah komposit :

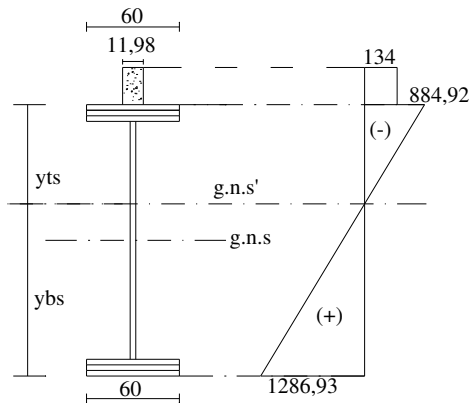
0,6 fy = 0,6 . 4100 = 2460 kg/cm<sup>2</sup>

Fc = 250 kg/cm<sup>2</sup>

Terhadap serat atas beton

$f_{tc} = \frac{M_{tot}}{S_{tc} . n} = \frac{10671863,6}{83405,31 \times 8,51}$   
 = 134 kg/cm<sup>2</sup> < 250 kg/cm<sup>2</sup> OK

Terhadap serat bawah baja



Gambar Tegangan Pada Gelagar Setelah Komposit

### Kontrol Lendutan

- Akibat beban mati

$\Delta = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot EI} = 5,009$  cm

- Akibat beban hidup

$\Delta = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot EI} = 4,492$  cm

- Akibat beban terpusat

$\Delta = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot EI} = 0,960$  cm

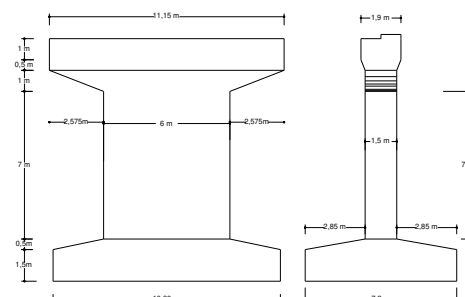
$\Delta_{total} = 5,009 + 4,492 + 0,960 = 10,461$  cm

Lendutan yang diijinkan adalah :

$\bar{\Delta} = \frac{1}{360} \cdot 4065 = 11,30$  cm > 10,461 cm

### Perhitungan Pilar

Direncanakan bentuk Pilar sebagai berikut :





Keterangan :

Atas : Panjang (L) = 11,15 m  
 - Lebar (B) = 1,90 m  
 Bawah : Panjang (L) = 10,80 m  
 - Lebar (B) = 7,20 m  
 Tinggi (h) = 11,15 m  
 Berat satuan volume beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>

**Perhitungan Pembebanan**

R = 961933,97 kg  
 Reaksi akibat beban mati ( Rm )  
 = 1/2 . 961933,97 = 480966,98 kg  
 Beban hidup :  
 Reaksi akibat beban hidup :  
 (q) = 2111,4 kg/m  
 Rh = 1/2 . 2111,4 . 40,65  
 = 42914,21 kg  
 Beban hidup garis (P) = 11466 kg  
 R<sub>Total</sub> = 480966,98 + 42914,21 + 11466  
 = 535347,19 kg

**1. Gaya-Gaya Horizontal**  
 Titik berat Pilar

	Luas	Jarak (m)	Luas x jarak
1	1 x 1,9 x 11,15	21,19	118,11
2	0,5 x 1,50 x 11,15	8,36	46,62
3	$(\frac{6+11,15}{2}) \times 1 \times 1,5$	13,13	73,17
4	7 x 1,5 x 6	63	351,23
5	$(\frac{6+10,8}{2}) \times 0,5 \times 7,2$	30,24	168,59
6	1,5 x 7,2 x 10,80	116,64	650,27
		252,55	1407,98

$$Y = \frac{1407,98}{252,55} = 5,575 \text{ m}$$

$$\text{MTEQ} = 205,465 \times 5,575 = 1145468 \text{ kg.m}$$

**2. Kombinasi Pembebanan**

Beban Vertikal

$$\Sigma V = \Sigma \text{ Berat Pilar} = 1141473 \text{ kg}$$

$$\Sigma MV = \Sigma \text{ Momen pada Pilar} = 6363713 \text{ kg.m}$$

Beban horizontal

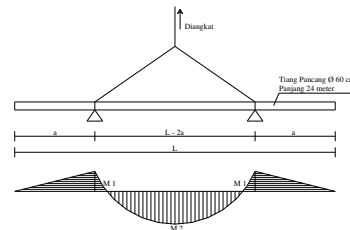
$$\Sigma H = \text{TEQ} = 205465 \text{ kg}$$

$$\Sigma MH = \text{MTEQ} = 1145468 \text{ kg.m}$$

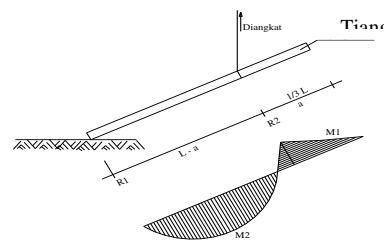
**Perencanaan Pondasi Tiang Pancang**

Data Perencanaan (Sumber Data Perencanaan)  
 Diameter tiang pancang = 0,6 meter  
 Panjang tiang pancang = 24 meter  
 Mutu baja fy 400 Mpa = 4000 kg/cm<sup>2</sup>  
 Mutu beton fc 50 Mpa = 500 kg/cm<sup>2</sup>  
 Gaya vertikal = 1141,473 ton

**Penulangan tiang pancang**



Gaya angkat pada kondisi I



Gaya angkat pada kondisi II

Jadi momen yang paling menentukan adalah pada kondisi II (diambil momen terbesar 17452,97 kg.m).

Dipakai rencana tulangan Ø 19

$$d = 600 - 45 - (1/2 \cdot 19) - 12 = 533,5 \text{ mm}$$

$$Rn = \frac{M}{\phi \cdot b \cdot d^2} = 1,277$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$w = 0,85 \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2,353 \times Rn}{fc}} \right) = 0,0259$$

$$\rho = w \times \frac{fc}{fy} = 0,0259 \times \frac{50}{400} = 0,0032 <$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

$$As = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0035 \times 600 \times 535,5 = 1124,55 \text{ mm}^2$$



Dipakai tulangan pokok 10 Ø 14 ;  $A_s = 1540 \text{ mm}^2$

Tulangan geser :

Untuk tulangan geser menggunakan tulangan spiral D10

$$\text{Rumus : } \rho_s = 0,45 \times \left[ \frac{A_g}{A_c} - 1 \right] \times \frac{f_c}{f_y}$$

$$\begin{aligned} A_{sp} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= 78,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\rho_s \text{ aktual} = \frac{4 \times A_{sp}}{f_y \times p_{s_{min}}} = 36,34 \rightarrow 40 \text{ mm}$$

Untuk menentukan jarak spasi bersih lilitan spiral tidak boleh lebih 80 mm dan kurang dari 25 mm, maka :

$$\text{Jarak spasi bersih} = 40 - 10 = 30 \text{ mm}$$

### Daya dukung tiang pancang

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

1) Berdasarkan kekuatan bahan tiang  
 $P_{\text{tiang}} = \phi P_n \text{ maks} = 0,85 \cdot \phi [ (0,85 \cdot f_c \cdot x(A_g - A_{st})) + f_y \cdot A_{st} ]$

$$A_{\text{tiang}} = 282600 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{Tulangan}} = 1540 \text{ mm}^2$$

$$\phi P_n = 0,85 \cdot \phi (0,85 \cdot f_c \cdot x(A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st})$$

$$\begin{aligned} &= 0,85 \cdot 0,70 (0,85 \cdot 50 \times (0,8 \cdot 50 \\ &(282600 - 1540) + (400 \cdot 1540)) \cdot (10^{-3}) \\ &= 74738,24 \text{ KN} = 747,382 \text{ ton} \end{aligned}$$

1) Kemampuan terhadap kekuatan tanah

• Akibat tanah ujung  
 Daya dukung pada ujung

$$q_d = 300 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned} q_d \cdot xA &= 300 \times \frac{3,14 \times 0,6^2}{4} \\ &= 84,78 \text{ ton} \end{aligned}$$

Gaya geser maksimum

$$\begin{aligned} U \sum l_i \times f_i &= \pi \times d \times \sum l_i \times f_i \\ &= 3,14 \times 0,6 \times 211,72 \\ &= 398,88 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi : } R_u = q_d \cdot xA + \pi \times d \sum (l_i \cdot f_i)$$

$$= 84,78 + 398,88 = 483,66 \text{ ton}$$

Daya dukung yang menentukan berdasarkan kondisi tanah.

sehingga  $R_u = 483,66 \text{ ton}$

$$R_a = \frac{R_u}{n} = \frac{483,66}{3} = 161,22 \text{ ton}$$

$$\text{Berat sendiri tiang} = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2 \times 24$$

$$\times 2,5 = 16,956 \text{ ton}$$

Kemampuan satu tiang pancang adalah :

$$\eta = 161,22 - 16,956 = 144,26 \text{ ton}$$

### Perhitungan Jumlah Tiang

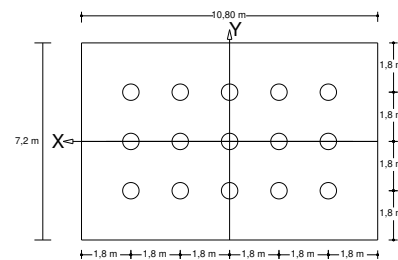
$$n = \frac{\sum V}{N} \quad (\text{Sarjono Hs, "Pondasi Tiang})$$

$$n = \frac{1141,473}{144,26} = 7,91$$

Direncanakan tiang pancang 15 buah

### Perhitungan Kontrol jarak antar tiang

(Sarjono Hs, "Pondasi Tiang Pancang", hal 56)



Gambar Kontrol jarak antar tiang

$$S \leq \frac{1,57 \times 60 \times 3 \times 5}{3 + 5 - 2} = 235,5 = 236 \text{ cm}$$

Kontrol S

$$2,5 D \leq S \leq 3D$$

$$2,5 \times 60 \leq S \leq 3 \times 60$$

$$150 \leq S \leq 180, \text{ diambil } S = 180 \leq 236 \text{ cm}$$

### Perhitungan Efisiensi Kelompok Tiang Pancang

$$\eta = 1 -$$

$$\frac{18^{0,25/4}}{90} \times \left[ \frac{(5-1) \times 3 + (3-1) \times 5}{3 \times 5} \right]$$

$$= 1 - (0,204 \times 1,6) = 0,673$$

$$\text{Maka daya dukung tiang} = \eta \times Q_{Sp}$$

$$= 0,673 \times 144,26 \text{ ton}$$

$$= 97,087 \text{ ton}$$

### Tiang pancang beton menerima gaya eksentris

$$\text{Maka } P_{mak} = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{\sum MH \cdot X_{max}}{n y \cdot \sum X^2}$$

$$= \frac{1141,473}{15} \pm \frac{1145,468 \times 3,6}{3 \times 97,2}$$

$$= 76,098 + 14,141$$

$$= 90,239 \text{ ton} < q_{\text{tiang}} = 97,087 \text{ ton (aman)}$$

## KESIMPULAN

Dari hasil analisa perhitungan Studi Alternatif Perencanaan Jembatan dengan Konstruksi *Plate girder* Pada Jembatan Pagerluyung Tol Mojokerto, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perencanaan besarnya pembebanan dan dimensi plat lantai kendaraan dari perhitungan Beban primer didapat Berat plat lantai kendaraan: 1304,4 kg/m, Beban sendiri gelagar : 1050,016 kg/m, beban hidup : 2111,4 kg/m dan beban garis "P" : 11466 kg. Sedangkan untuk beban sekunder didapat Beban angin : 1109,65 kg/m dan akibat Gaya rem: 8100 kg. Perencanaan dimensi plat lantai kendaraan diperoleh Tebal plat beton : 20 cm, Tulangan pokok : D16 - 100 mm, dan Tulangan bagi: D10 - 100mm
2. Hasil perhitungan dimensi gelagar tipe plat dengan tinggi 170cm, lebar flens atas dan bawah 60 cm, tebal badan gelagar 2 cm, tebal flens 7,5 cm terdiri dari 3 lapis plat.
3. Dari perhitungan yang direncanakan maka diperoleh ukuran pilar untuk tinggi 11,15 m, panjang pilar sesuai dengan lebar jembatan yaitu 11,15 m, dan lebar pilar 7,2m.
4. Berdasarkan dari data SPT maka Pondasi yang dipakai adalah pondasi tiang pancang dengan kedalaman 24 meter, diameter luar 60cm, diameter dalam 51 cm dan jumlah pondasi sebanyak 15 buah.

## SARAN

1. Dalam studi tugas akhir ini menggunakan perencanaan gelagar plat, dimana bentang jembatan perlu diperhatikan. Alternatif lain

gelagar yang dapat dipakai misalnya gelagar box atau gelagar pratekan.

2. Untuk perencanaan pondasi dapat memakai pondasi kaisan atau pondasi sumuran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Sardjono,HS. 1998. **Pondasi tiang pancang jilid 2**, Penerbit Sinar wijaya.
- Supriyadi, B dan muntohar,S.A. 2007.**Jembatan**.Yogyakarta, Penerbit Beta Offset.
- Iqbal manu, Agus. **Dasar-dasar Perencanaan jembatan Beton Bertulang**; Departemen Pekerjaan Umum.
- Struyk,Van Der Veen, Soemargono.1990.**Jembatan**. Edisi Ketiga.PT Pradya Paramita.Jakarta
- Istimawan. 1994. **Struktur Beton Bertulang**. Gramedia Pustaka Umum Jakarta.
- E. Bowles 1993. **Analisis Dan Desain Pondasi**. Edisi Keempat Jilid 2. Penerbit Erlangga.