

ABSTRAK

Jembatan yang terletak di desa Mandiro kecamatan Tegal Ampel kabupaten Bondowoso, Kondisi jembatan sangat sempit hanya layak dilewati kendaraan bermotor ringan, seperti motor, becak, motor roda tiga dan hand tractor. Dengan kondisi yang ada kendaraan sedang hingga berat bila menuju desa sebelah harus berjalan memutar sekitar 8 km, tujuan dari studi perencanaan jembatan ini tidak lain adalah untuk memperlancar arus transportasi, sehingga menunjang kegiatan perekonomian masyarakat. Diharapkan dengan perencanaan ini akan didapatkan gambaran tentang struktur jembatan yang lebih besar secara kapasitas serta dapat mengurangi tingkat kemacetan dan kecelakaan pada jembatan tersebut.

Sebelum mengadakan perhitungan dan perencanaan jembatan lama perlu mengadakan identifikasi dari struktur jembatan di lokasi tersebut secara rinci. Data teknis jembatan untuk jembatan atas terdiri dari tebal perkerasan, Tebal Plat beton, Panjang 1 Bentang, Panjang Total Jembatan, Kelas Jembatan, Lebar lalu lintas, Lebar Trotoar, Pagar Jembatan, Jarak antar gelagar, Jarak gelagar ke tepi, Jumlah gelagar WF, Panjang Total Jembt, bahan yang digunakan Mutu beton plat dan pondasi (f_c') 25 MPa, Mutu beton tiang sandaran (f_c') 22,5 Mpa, Baja tulangan (f_y) = 240 Mpa, Baja profil BJ-37 (f_y) = 370 Mpa. Dan untuk data teknis jembatan bawah terdiri dari Diameter Pondasi Sumuran, Tinggi Sumuran, Jumlah Pondasi Sumuran tiap balok poer, Tinggi pilar, Dimensi balok poer

Dengan menggunakan gelagar komposit dan pondasi sumuran ketahanan dan umur jembatan bisa bertahan lama. Penambahan bentang jembatan yang semula 5.00 meter menjadi 7.00 meter dapat melancarkan dan mengurangi tingkat kemacetan lalu lintas pada jembatan. Kekuatan dan kekakuan struktur komposit, banyak dipengaruhi oleh kemampuan penghubung geser dalam menahan geseran.

ABSTRACT

The bridge is located in the village of Tegal Ampel sub-district Mandiro Bondowoso, condition very narrow bridge impassable to vehicles only decent light, such as motorcycles, rickshaws, three-wheeled motorcycle and hand tractor. With the existing conditions of moderate to severe when the vehicle toward the next village had circled around 8 km, the purpose of this study is not planning another bridge is to facilitate the flow of transport, thus supporting the activities of the community's economy. The plan is expected to be obtained an overview of the structure of the bridge is greater capacity and can reduce the level of congestion and accidents on the bridge.

Prior to the calculation and design of the old one needs to hold the identification of the location of the bridge structure in detail. Technical data bridge to the upper bridge consists of pavement thickness, concrete Plate Thickness, Length 1 Landscape, Long Total Bridge, Bridge Class, traffic Wide, Wide Sidewalks, Fences bridge, girder spacing, distance to the edge girder, girder Number WF, Long total Jembt, the materials used and the quality of the concrete foundation plate (f_c) 25 MPa, quality of the concrete pole backrest (f_c) 22.5 MPa, steel reinforcement (f_y) = 240 MPa, Steel profiles BJ-37 (f_y) = 370 Mpa. And for technical data under the bridge consists of a foundation sinks Diameter, Height wells, number of wells each beam foundation poer, High pillars, beams Dimension poer

By using composite girders and foundation pitting resistance and long life of the bridge can last. The addition of the original bridge spans 5.00 m to 7:00 meters to expedite and reduce the level of traffic congestion on the bridge. Strength and stiffness of the composite structure, much influenced by the ability to withstand shear shear connector.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan dan kemajuan dalam dunia ekonomi menyebabkan salah satu permasalahan dibidang transportasi jalan dan jembatan semakin kompleks. Salah satu yang menjadi masalah adalah kemacetan lalu lintas yang dapat dijumpai hampir disetiap kota-kota besar, baik di negara maju maupun di negara yang sedang berkembang.

Oleh karenanya jalan dan jembatan merupakan salah satu sektor yang harus dikembangkan sebagai prasarana untuk melancarkan roda perekonomian dan pemerataan hasil pembangunan.

Dalam kaitan ini tidak terlepas mengenai pembangunan jembatan, karena jembatan merupakan pelengkap dari konstruksi jalan, jembatan merupakan sarana penghubung suatu daerah yang dibatasi oleh sungai atau rawa. Oleh karena itu demi tercapainya arus lalu lintas yang lancar dan tertib, maka perlu adanya perencanaan konstruksi jalan raya yang sesuai dengan perkembangan dan fungsi jalan tersebut.

Untuk mewujudkan sarana lalu lintas yang baik, maka Pemerintah dalam hal ini Departemen Pekerjaan Umum (DPU) Dirjen Binamarga melalui Dinas Bina Marga dan Cipta Karya Kabupaten Bondowoso mengadakan studi penelitian ataupun perencanaan jembatan yang sudah tidak memenuhi fungsinya.

1.2. Permasalahan

Dari uraian di atas timbul permasalahan yang bila diperinci di antaranya adalah :

- a) Diperlukan pelebaran jembatan lama dan peninggian plat lalu lintas karena bila musim hujan hingga pada curah hujan tinggi air sering menggenangi plat jembatan yang ada.
- b) Diperlukan peningkatan klas jembatan sehingga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat umum.
- c) Meredesain dari jembatan yang sudah ada dengan model struktur rangka baja komposit.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dan asumsi-asumsi yang digunakan dalam studi perencanaan ini meliputi :

- 1) Jembatan untuk klas I.
- 2) Pagar, Trotoar, dan plat beton tebal 20 cm.

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

- 3) Gelagar memanjang/utama dari profil rangka baja komposit.
- 4) Pondasi direncanakan dari sumuran.
- 5) Ujung jembatan merupakan bangunan abutmen.
- 6) Tidak menghitung biaya konstruksi jembatan.
- 7) Tidak merencanakan perkerasan jalan di jembatan.
- 8) Tidak membahas teknik pelaksanaan pembuatan jembatan secara keseluruhan.
- 9) Tidak merencanakan desain jalan pendekat (approach road).

1.4. Tujuan

Maksud dan tujuan dari studi perencanaan jembatan ini tidak lain adalah untuk memperlancar arus transportasi, sehingga menunjang kegiatan perekonomian masyarakat. Sementara ini jembatan lama yang berada di jalur lain mengalami permasalahan, yaitu umur jembatan yang sudah tua, ditambah lagi hampir keseluruhan konstruksi jembatan lama dari batu, dimana dinding bagian bawah jembatan pada abutmen maupun pilar telah banyak dijumpai retak melingkar pada dindingnya. Diharapkan dengan perencanaan ini akan didapatkan gambaran tentang struktur jembatan yang lebih besar secara kapasitas serta diharapkan dapat mengurangi tingkat kemacetan dan kecelakaan pada jembatan tersebut.

1.5. Identifikasi Masalah

Sebelum mengadakan perhitungan dan perencanaan jembatan lama perlu mengadakan identifikasi dari struktur jembatan di lokasi tersebut secara rinci, yaitu :

➤ Jembatan A (lama) :

- Jembatan gelagar baja dengan plat deck-plank.
- Lebar jembatan hanya 1,50 meter.
- Abutmen dari pasangan batu kali.
- Dasar sungai lebih kurang 6,5 meter.
- Tingkat kepadatan lalu lintas setiap tahun rendah.

➤ Jembatan B (baru) :

- Jembatan dengan gelagar baja komposit.
- Plat lalu lintas tebal 20 cm.
- Lebar jembatan hanya 7.00 meter.
- Abutmen dari beton bertulang.
- Pondasi menggunakan pondasi Sumuran.

BAB III

METODOLOGI

3.1. Data – Data Teknis Rencana Jembatan

1) Data Jembatan Atas

- Tebal Perkerasan = 5,0 cm.
- Tebal Plat beton = 20,00 cm.
- Panjang 1 Bentang = 12,00 meter.
- Panjang Total Jembt = $12,00 \text{ m} \times 3 = 36,00 \text{ meter}$.
- Kelas Jembatan = III (beban klas I)
- Lebar lalu lintas = 5,00 meter.
- Lebar Trotoar = $2 \times 0,50 \text{ m}$.
- Pagar Jembatan = 10/16
- Jarak antar gelagar = 0,80 m.
- Jarak gelagar ke tepi = 0,20 m

- Jumlah gelagar WF = 8 batang.
- Panjang 1 Bentang = 12,00 meter.
- Panjang Total Jembt = 12,00 m x 3 = 36,00 meter.

Mutu bahan yang digunakan :

- Mutu beton plat dan pondasi (f_c') = 25 MPa.
- Mutu beton tiang sandaran (f_c') = 22,5 Mpa.
- Baja tulangan (f_y) = 240 Mpa.
- Baja profil BJ-37 (f_y) = 370 Mpa.

2) Data Jembatan Bawah

- Diameter Pondasi Sumuran = 3,0 cm.
- Tinggi Sumuran = 2,00 meter.
- Jumlah Pondasi Sumuran tiap balok poer = 2,00 buah
- Tinggi pilar = 8,50 meter
- Dimensi balok Poer = 7,5 x 3,5 meter

2) Dokumentasi 0% Kegiatan (Jembatan Asal)



Jembatan Lama (Tengah Bentang)

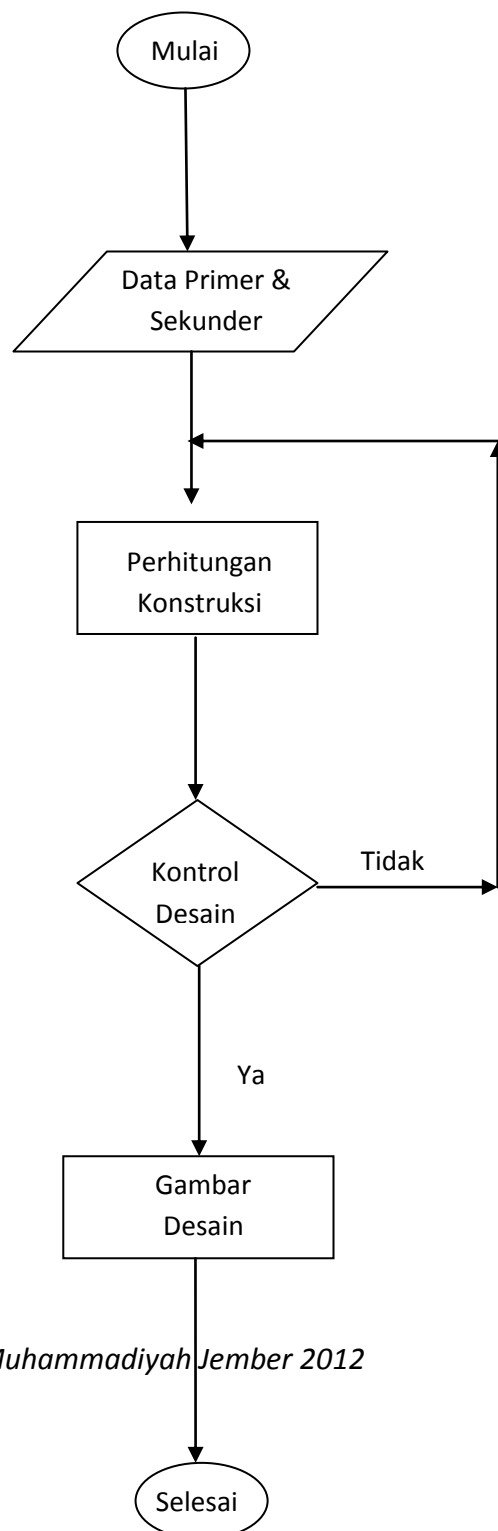


Pintu Masuk/Keluar Jembatan Lama Timur



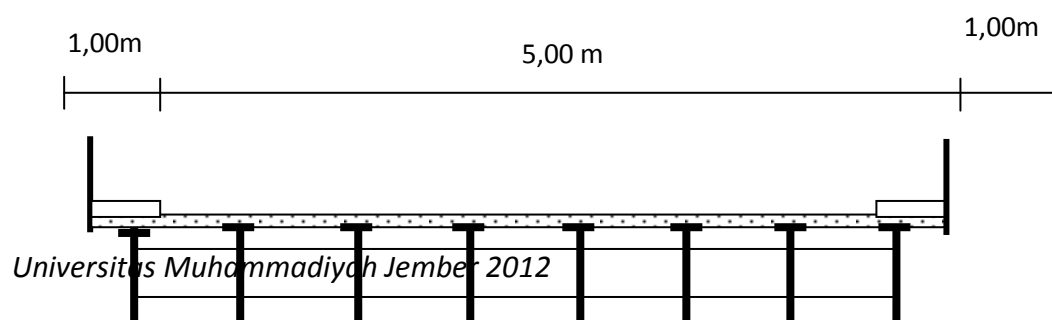
Pintu Masuk/Keluar Jembatan Lama Barat

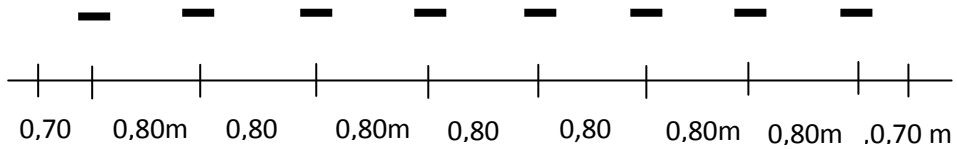
3.2. Diagram Alir Perencanaan Jembatan



BAB IV
PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

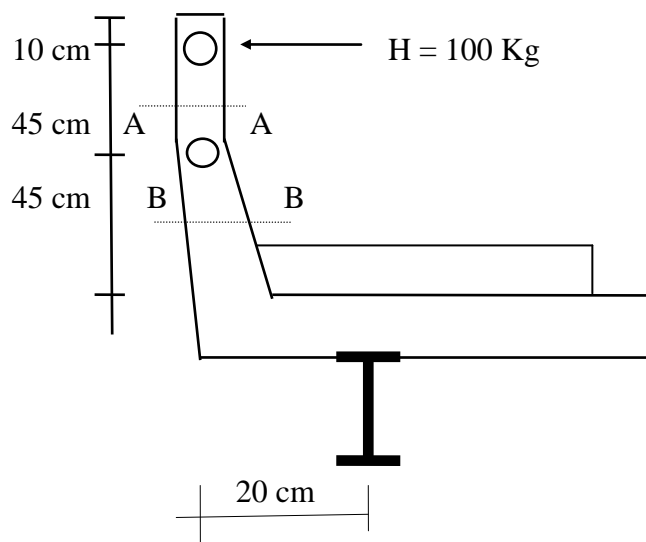
4.1. Jembatan Atas





4.1.1. Tiang Sandaran

Menurut PMJJR tiang-tiang Sandaran pada tiap jembatan harus diperhitungkan dapat menahan muatan horisontal sebesar 100 Kg/m² yang bekerja setinggi 90 cm di atas lantai Trotoar.



Data-data :

- ⇒ Jarak antar tiang sandaran : 2,0 meter.
- ⇒ Dimensi tiang sandaran : 10/15.
- ⇒ Mutu beton (f_c') : 22,5 Mpa.
- ⇒ Mutu Baja (f_y') : 240 MPa.

Ditinjau Potongan A - A :

ht = 15 cm.

$b = 10 \text{ cm.}$

$H = 100 \text{ kg}$ (bekerja setinggi 90 cm dari lantai trotoar).

Beban setiap jarak antara sandaran (2,0 m) adalah :

$H = 100 \times 2,0 = 200 \text{ Kg.}$

$M_{a-a} = 200 \times 0,45 = 90,0 \text{ Kgm.}$

Penulangan :

$M_u = \phi M_n$ (M_n momen nominal, beban tetap $\phi = 1,5$).

$M_u = 1,5 M_{a-a}$

$= 1,5 \times 90 = 135,00 \text{ Kg.m.}$

$$R_m = \frac{M_u}{\phi f_c' b d^2}$$
$$= \frac{135 \cdot 10^4}{0,8 \cdot 22,5 \cdot 100 \cdot 125^2} = 0,048$$

dengan $\delta = 0,0 \rightarrow$ dari Tabel R_m diperoleh nilai $q = 0,0493$.

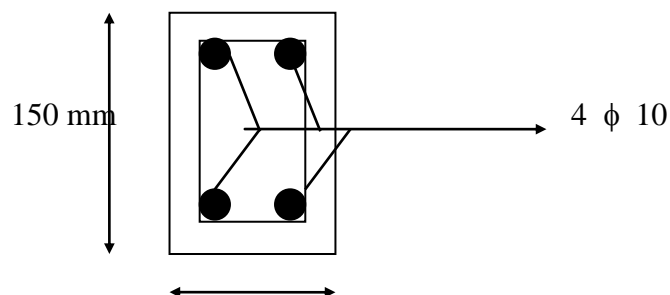
$q_{\min} = 1,4/f_c' = 1,4 / 24 = 0,056$.

Dipakai $q_{\min} = 0,056$

$A_s = q \cdot b \cdot d \left(\frac{f_c'}{f_y} \right) = 0,056 \cdot 100 \cdot 125 \cdot (22,5/240) = 65,625 \text{ mm}^2$.

Dipakai tulangan : 2 ϕ 10

$A_s' = A_s$ (tulangan praktis) = 70 mm² \longrightarrow dipakai 2 ϕ 10



Universitas Muhammadiyah Jember 2012

100 mm

Ditinjau Potongan B - B :

$$h_t = 250 \text{ mm.}$$

$$h = 250 - 50 = 200 \text{ mm.}$$

$$b = 100 \text{ mm.}$$

$$H = 100 \text{ Kg} \quad (\text{jarak tiang } 2,0 \text{ meter sehingga } H' = 2,0 \times 100 = 200 \text{ Kg})$$

$$M_{B-B} = 200 \times 0,9 = 180 \text{ Kgm.}$$

Penulangan :

$$M_u = 1,5 \times M_{B-B}$$

$$= 1,5 \times 180 = 270 \text{ Kg.m.}$$

$$R_m = \frac{M_u}{\phi f_c' b d^2}$$

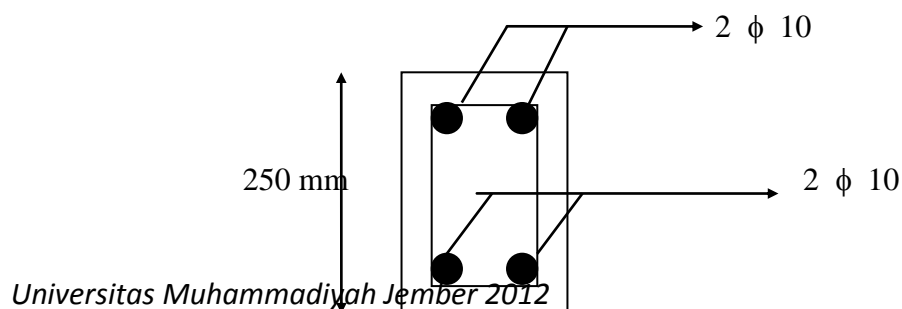
$$= \frac{270 \cdot 10^4}{0,8 \cdot 22,5 \cdot 100 \cdot 125^2}$$

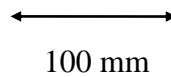
$$= 0,096 \quad \longrightarrow \quad \text{dengan asumsi } \delta = 0, \text{ didapat } q = 0,102 > q_{\text{min}} \text{ OK!}$$

$$A_s = q b d \left(\frac{f_c'}{f_y} \right)$$

$$= 0,102 \cdot 100 \cdot 125 \left(\frac{22,5}{240} \right) = 119,5 \text{ mm}^2.$$

Tulangan tekan/tarik dipakai 2 ϕ 10

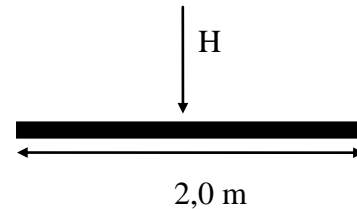




4.1.2. Pipa Sandaran

Pembebanan :

- Gaya horisontal : 100 Kg/m'
- Jarak tiang sandaran : 2,0 meter.



$$M = \frac{1}{8} q L^2 = \frac{1}{8} (100) 2,0^2 = 50 \text{ Kg.m.}$$

Dipakai Pipa bulat diameter 3" $W_x = 11,5 \text{ cm}^3$ $g = 5,77 \text{ Kg/m}^3$.

Tambahan momen akibat beban pipa :

$$M = \frac{1}{8} (5,77) 2,^2 = 2,89 \text{ Kg.m.}$$

sehingga Momen total = 52,885 Kg.m.

Tegangan yang terjadi :

$$f^o = \frac{M}{W_x} = 5288,5/11,5 = 459,87 \text{ Kg/cm}^2 < f^r (=1400 \text{ Kg/cm}^2).$$

4.1.3. Lantai Kendaraan

Pembebanan :

▪ **Beban Mati**

Jumlah gelagar memanjang direncanakan 8 buah dengan jarak antaranya 0,80 meter.

$$\text{Berat sendiri plat : } 0,2 \cdot 0,8 \cdot 2400 = 384 \text{ Kg/m.}$$

$$\text{Berat aspal : } 0,05 \cdot 0,8 \cdot 2200 = 88 \text{ Kg/m.}$$

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

$$\begin{array}{lcl} \text{Air hujan} & : & 0,05 \cdot 0,8 \cdot 1000 = 40 \text{ Kg/m.} \\ \hline & & \text{q DL} = 512 \text{ Kg/m.} \end{array}$$

Plat memikul beban satu arah dengan tebal tetap (PBI'71 13.4 (2)) :

$$l_y/l_x = 12/0,8 = 15 > 2,5$$

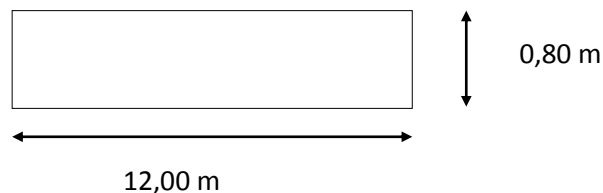
Dengan melihat PBI'71 tabel 13.3.2, maka diperoleh :

$$C_{lx} = -C_{tx} = 60 \text{ dan } C_{ly} = -C_{ty} = 13.$$

Momen-momen :

$$\begin{aligned} M_{lx} = -M_{tx} &= 0,001 \cdot q_{DL} \cdot l_x^2 \cdot C \\ &= 0,001 \cdot 512 \cdot 0,8^2 \cdot 60 = 20,644 \text{ kg.m.} \end{aligned}$$

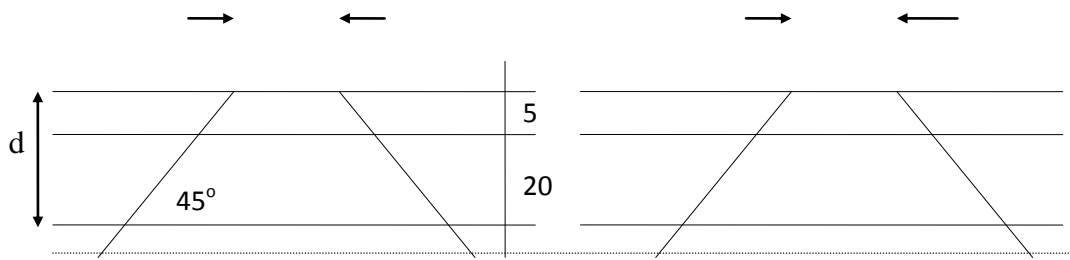
$$\begin{aligned} M_{ly} = -M_{ty} &= 0,001 \cdot q_{DL} \cdot l_x^2 \cdot C \\ &= 0,001 \cdot 512 \cdot 0,8^2 \cdot 13 = 4,260 \text{ kg.m.} \end{aligned}$$



▪ Beban Hidup

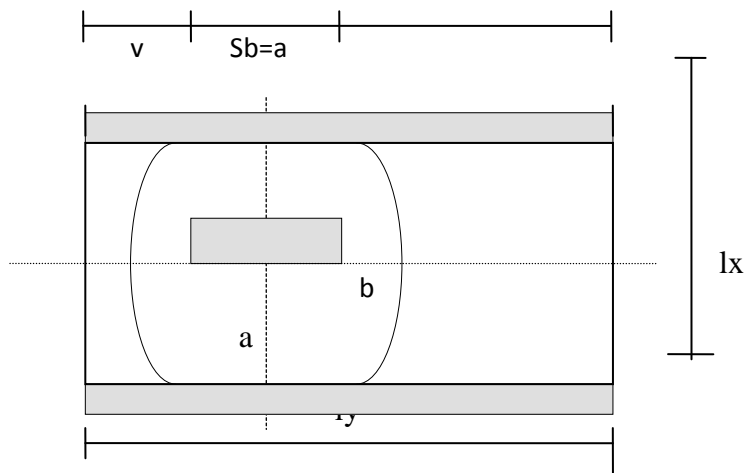
Dipakai beban 'T' dengan beban roda sebesar 10 ton (hasil pengamatan kendaraan lewat adalah Truk pengangkut Tebu) dan luas bidang kontak roda seperti berikut ini.





$$a = 20 + 2 (5 + 0,5 + 20) = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ meter.}$$

$$b = 50 + 2 (5 + 0,5 + 20) = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ meter.}$$



Posisi yang menimbulkan momen maksimum :

a) Beban berada di tengah-tengah antara kedua tepinya yang tidak ditumpu, untuk keadaan antara $r = 2/3$.

$$L_y > 3 \cdot r \cdot l_x$$

$$12 > 3 \cdot 2/3 \cdot 0,8$$

$$12 > 1,6$$

$$S_a = \frac{3}{4} \cdot a + \frac{3}{4} \cdot 2/3 \cdot l_x$$

$$= \frac{3}{4} \cdot 0,5 + \frac{3}{4} \cdot 2/3 \cdot 0,8 = 0,775 \text{ m.}$$

$$M_o = \frac{1}{4} P L_x$$

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

$$= \frac{1}{4} \cdot 10 \cdot 0,8 = 2,00 \text{ ton} = 2000 \text{ Kg.}$$

Momen arah x :

$$M_{lx} = M_o/S_a = 2000/0,775 = 2580,65 \text{ Kg.m.}$$

$$M_{tx} = -1/3 \cdot M_o/S_a = 860,22 \text{ kg.m.}$$

Momen araf y :

$$M_{ly} = \frac{M_{lx}}{1 + 4a/3l_x}$$

$$M_{ly} = \frac{2580,65}{1 + 4 \cdot 0,5/3 \cdot 0,8} = 1410,19 \text{ Kg.m.}$$

$$M_{ty} = -0,1 \cdot M_o/S_a = -258,06 \text{ Kg.m.}$$

b) Beban yang tidak berada di tengah-tengah antara kedua tepinya yang tidak ditumpu, untuk keadaan antara $r = 2/3$.

$$L_y > r \cdot L_x$$

$$12 > 2/3 \cdot 0,8$$

$$12 > 0,07$$

$$S_a = \frac{3}{4} a + \frac{1}{4} \frac{2}{3} L_x + V \quad (V=0)$$

$$= \frac{3}{4} 0,5 + \frac{1}{4} \frac{2}{3} 0,8 + 0 = 0,508 \text{ m.}$$

Momen arah x :

$$M_{lx} = M_o/S_a = 2000/0,508 = 3937 \text{ Kg.m.}$$

$$M_{tx} = -1/3 M_o / S_a = -1312,34 \text{ Kg.m.}$$

Momen arah y :

$$M_{ly} = \frac{M_{lx}}{1 + 4a/3l_x} = M_{ly} = \frac{3937,00}{1 + 4 \cdot 0,5/3 \cdot 0,8} = 2151,37 \text{ Kg.m.}$$

$$M_{ty} = -0,1 \cdot M_o/S_a = -0,1 \cdot 3900,12 = -215 \text{ Kg.m.}$$

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

Kombinasi momen yang terjadi pada pelat lantai kendaraan akibat beban-beban mati dan hidup adalah :

Untuk daerah tepi :

$$M_{lx} = 20,644 + 3937 = 3957,644 \text{ Kg.m.}$$

$$M_{tx} = -20,644 - 1312,34 = -1332,984 \text{ Kg.m.}$$

$$M_{ly} = 4,260 + 2151,37 = 2155,63 \text{ Kg.m.}$$

$$M_{ty} = -4,260 - 215 = -219,26 \text{ kg.m.}$$

Untuk daerah tengah :

$$M_{lx} = 20,644 + 2580,65 = 2601,294 \text{ Kg.m.}$$

$$M_{tx} = -20,644 + (-860,22) = -880,864 \text{ Kg.m.}$$

$$M_{ly} = 4,260 + 1410,19 = 1414,45 \text{ Kg.m.}$$

$$M_{ty} = -4,26048 - 258,06 = -262,32 \text{ Kg.m.}$$

Untuk momen desain diambil nilai terbesar :

$$M_{lx} = 20,644 + 3937 = 3957,644 \text{ Kg.m.}$$

$$M_{tx} = -20,644 - 1312,34 = -1332,984 \text{ Kg.m.}$$

$$M_{ly} = 4,260 + 2151,37 = 2155,63 \text{ Kg.m.}$$

$$M_{ty} = -4,26048 - 258,06 = -262,32 \text{ Kg.m.}$$

Penulangan :

a) Arah X

Penulangan Lapangan :

$$M_u = 3962,80 \text{ Kg.m.} = 39,576 \text{ KNm.}$$

$$d = h_t - d' = 200 - 40 = 160 \text{ mm}$$

$$R_m = \frac{M_u}{\phi f_c' b d^2}$$

$$R_m = \frac{39,576 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 25 \cdot 1000 \cdot 160^2} = 0,077$$

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

diambil $\delta = 0,0$ didapat $q = 0,07075$ (tabel Rm).

$$q_{\min} = \left(\frac{1,4}{f_{c'}} \right) = 1,4 / 25 = 0,056.$$

$$A_s = q \cdot b \cdot d \left(\frac{f_{c'}}{f_y} \right) = 0,07075 \cdot 1000 \cdot 160 (25/240) = 1179,17 \text{ mm}^2.$$

Dipakai tulangan $\phi 12 - 100$ (= 1243,44 mm²)

Atau $\phi 14 - 150$

Penulangan Tumpuan :

Mu = 1332,984 kg.m. = 13,33 KNm.

$$R_m = \frac{Mu}{\phi f_{c'} b d^2}$$

$$R_m = \frac{13,33 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 25 \cdot 1000 \cdot 160^2} = 0,026$$

diambil $\delta = 0,6 \longrightarrow$ didapat $q = 0,026$ (tabel Rm) < q_{\min}

dipakai $q_{\min} = 0,056$

$$A_s = q \cdot b \cdot d (f_{c'} / f_y) = 0,056 \cdot 1000 \cdot 160 (25/240) = 1179,17 \text{ mm}^2.$$

dipakai tulangan $\phi 16 - 150$ mm (= 1339,73 mm²)

b) Arah y

Penulangan Lapangan :

Mu = 2155,63 Kg.m. = 21,56 KNm.

$$R_m = \frac{Mu}{\phi f_{c'} b d^2}$$

$$R_m = \frac{21,56 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 25 \cdot 1000 \cdot 160^2} = 0,042$$

diambil $\delta = 0,0 \longrightarrow$ didapat $q = 0,0425$ (tabel Rm). < q_{\min}

dipakai $q_{\min} = 0,056$

$$A_s = q \cdot b \cdot d (f_c'/f_y) = 0,056 \cdot 1000 \cdot 160 (25/240) = 1179,17 \text{ mm}^2.$$

Dipakai tulangan $\phi 12 - 150$ (= 1243,44 mm²).

Penulangan Tumpuan :

$$M_u = 262,32 \text{ kg.m.} = 2,62 \text{ KNm.}$$

$$R_m = \frac{M_u}{\phi f_c' b d^2}$$

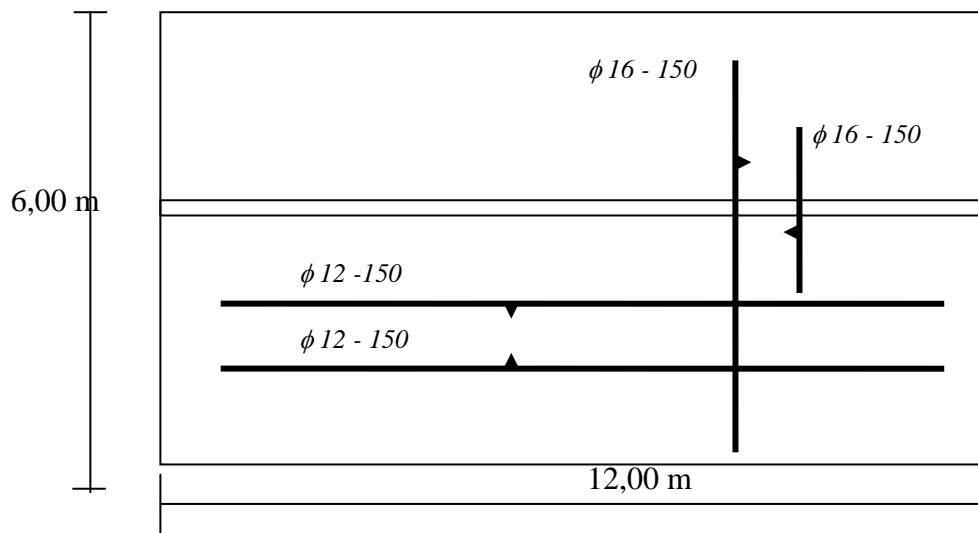
$$R_m = \frac{2,62 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 25 \cdot 1000 \cdot 160^2} = 0,0051$$

diambil $\phi = 0,0 \rightarrow$ didapat $q = 0,017$ (tabel R_m) < q_{\min}

dipakai $q_{\min} = 0,056$

$$A_s = q \cdot b \cdot d (f_c'/f_y) = 0,056 \cdot 1000 \cdot 160 (25/240) = 1179,17 \text{ mm}^2.$$

Dipakai tulangan $\phi 12 - 150$

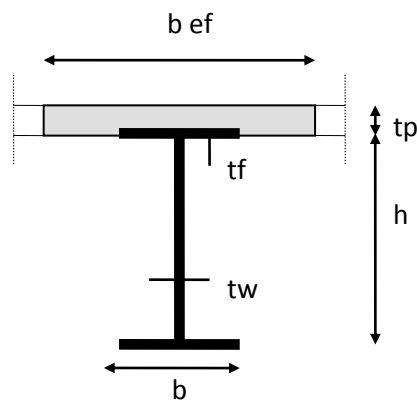


4.1.4. Gelagar Induk

Gelagar induk (memanjang) dari baja profil BJ-37 dengan menggunakan profil WF 600 x 200 x 11 x 17.

Data-data profil :

$h = 600 \text{ mm}$	$A_s = 134,4 \text{ cm}^2$
$b = 200 \text{ mm}$	$g = 106 \text{ kg/m}$
$t_w = 11 \text{ mm}$ (tebal badan)	$I_x = 77.600 \text{ cm}^4$
$t_f = 17 \text{ mm}$ (tebal sayap).	$W_x = 2.590 \text{ cm}^3$



Gambar Balok Komposit

Lebar efektif :

$$\begin{aligned}
 b_{ef} &\leq b_o = \mathbf{80 \text{ cm.}} \\
 &\leq \frac{L}{4} = 1200/4 = 300 \text{ cm.} \\
 &\leq 12 t_p = 12 (20) = 240 \text{ cm.}
 \end{aligned}$$

sehingga digunakan lebar efektif $b_{ef} = 80 \text{ cm}$.

dengan asumsi perbandingan modulus terhadap beton $n = 20$, maka :

Baja : $A_s = 134,4 \text{ cm}^2$.

$$y_s = h/2 + 20 = 60/2 + 20 = 50 \text{ cm.}$$

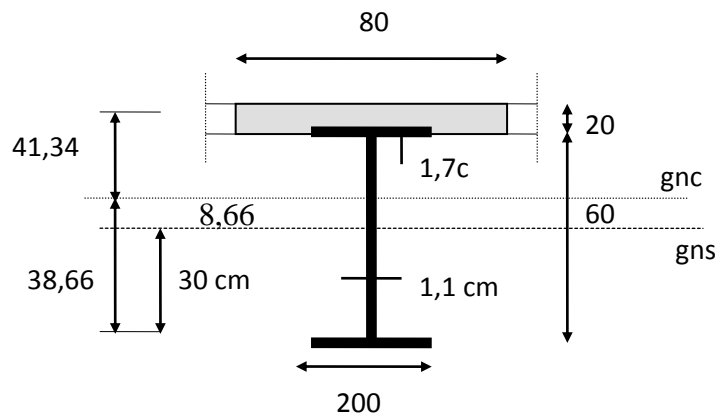
$$\text{Beton : } A_c = \frac{b_{ef} \times t_p}{n} = 80 \times 20 / 20 = 80 \text{ cm}^2.$$

$$y_c = 10 \text{ cm.}$$

Garis netral komposit :

$$y' = \frac{A_s \cdot y_s + A_c \cdot y_c}{A_c + A_s}$$

$$y' = \frac{134,4 \cdot 60 + 80 \cdot 10}{134,4 + 80} = 41,34 \text{ cm.}$$



Momen Inersia Komposit I_k :

$$I_k = 1/12 \text{ be. } t^3 + \text{be. } t \cdot y_c^2 + I_x + A_s \cdot y_c^2$$

$$I_k = 1/12(80)(20)^3 + 80(20)31,34^2 + 77.600 + 134,4 \cdot 8,66^2$$

$$= 1.712.526 \text{ cm}^4.$$

Modulus Tampang :

$$y_{ba} = 41,34 \text{ cm} \quad y_{sb} = 38,66 \text{ cm.}$$

$$y_{bb} = 21,34 \text{ cm.}$$

$$W_{ba} = 1.712.526 / 41,34 = 41.425 \text{ cm}^3.$$

$$W_{sb} = 1.712.526 / 38,66 = 44.297 \text{ cm}^3.$$

$$W_{bb} = W_{sa} = 1.712.526 / 21,34 = 80.250 \text{ cm}^3.$$

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

a) Pembebanan

1. Beban Mati :

$$\text{Berat gelagar WF 600 x 200 x 11 x 17} = 106 \text{ kg/m.}$$

$$\text{Berat shear connector 10\%} = 10,6 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat sendiri plat : } 0,2 \cdot 0,8 \cdot 2400 = 384 \text{ Kg/m.}$$

$$\text{Berat begisting } 0,02 \times (0,8 - 0,2) 1200 = 14,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat aspal : } 0,05 \cdot 0,8 \cdot 2200 = 88 \text{ Kg/m.}$$

$$\text{Air hujan : } 0,05 \cdot 0,8 \cdot 1000 = 40 \text{ Kg/m.}$$

$$\text{Jumlah} = 643 \text{ kg/m.}$$

$$\text{Beban Mati} = 643 \text{ kg/m.}$$

1. Beban Hidup :

Beban merata q :

$$q = 2,2 \text{ t/m/jalur; } L < 30 \text{ meter.}$$

$$\text{Koefisien kejut } k = 1 + 20 / (50 + 12) = 1,32$$

$$q_l = q \cdot k \cdot (s / 2,75) = 2200 \times 1,32 (0,8/2,75) = 844,8 \text{ kg/m.}$$

Beban terpusat P :

$$P_I = 10.000 \text{ kg/jalur.}$$

$$P_{II} = 10.000 (1,32) = 13.200 \text{ kg.}$$

b) Statika

Sebelum komposit (beton sebelum mengering dan begisting belum dilepas) :

$$M = 1/8 (643) 12^2 = 11.574 \text{ kg.m.}$$

Setelah komposit : 26780,4 =

$$M = 1/8 (643 + 844,8)12^2 + 1/4 (13.200)12$$

$$= 66.380,4 \text{ kg.m.}$$

c) Kontrol tegangan yang terjadi :

Sebelum komposit :

$$f^*bk = 11.574 \times 100 \times 30 / 77.600 = 447,45 \text{ kg/cm}^2.$$

Setelah komposit :

$$fba = \frac{M.Yba}{n.Ik} = 6.638.040 (41,34) / (20 \times 1.712.526) = 8,01 \text{ kg/cm}^2.$$

$$fbb = \frac{M.Ybb}{n.Ik} = 6.638.040 (21,34) / (20 \times 1.712.526) = 4,12 \text{ kg/cm}^2.$$

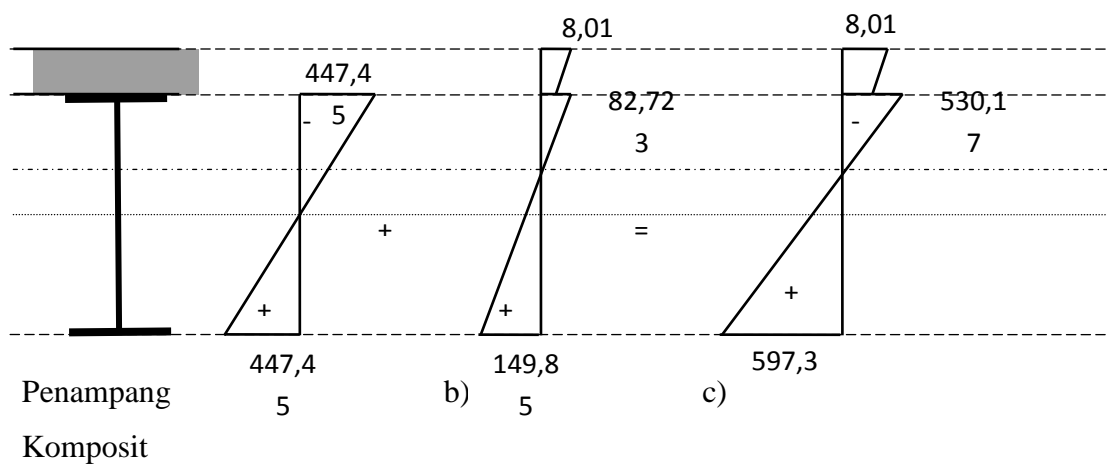
$$fsa = \frac{M.Ysa}{n.Ik} = 6.638.040 (21,34) / (1.712.526) = 82,72 \text{ kg/cm}^2.$$

$$fsb = \frac{M.Ysb}{n.Ik} \text{ MY/I} = 6.638.040 (38,66) / (1.712.526) = 149,85 \text{ kg/cm}^2.$$

Tegangan ekstrim :

$$fsb = 447,45 + 149,85 = 597,3 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2$$

Distribusi tegangan pada penampang komposit :



Keterangan : a) Diagram tegangan sebelum komposit (beban mati)

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

b) diagram tegangan setelah komposit (termasuk beban hidup)

c) diagram tegangan gabungan (beban mati + beban hidup).

d) Kontrol Lendutan

$$q_t = 643 \text{ kg/m.}$$

$$q_l = 844,8 \text{ kg/m.}$$

$$P = 13.200 \text{ kg.}$$

$$f_{\text{ijin}} = L/400 = 1200/400 = 3 \text{ cm.}$$

Lendutan yang terjadi :

$$f^* = \frac{5 \cdot q_t \cdot L^4}{384 \cdot E I_x} + \frac{5 \cdot q_l \cdot L^4}{384 \cdot E I_k} + \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E I_k}$$

$$f^* = \frac{5 \cdot (6,43) \cdot (1200)^4}{384 \cdot 2,1E6 \cdot (77.600)} + \frac{5 \cdot (8,4) \cdot (1200)^4}{384 \cdot 2,1E6 \cdot (1712526)} + \frac{(13200) \cdot (1200)^3}{48 \cdot 2,1E6 \cdot (1712526)}$$

$$= 1,261 \text{ cm} < f_{\text{ijin}} (=3 \text{ cm})$$

e) Gelagar Diafragma

Diafragma direncanakan menggunakan gelagar profil WF 300x150x6,5x9

Data - data profil :

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$A_s = 46,78 \text{ cm}^2$$

$$b = 150 \text{ mm}$$

$$g = 36,7 \text{ kg/m}$$

$$t_w = 6,5 \text{ mm (tebal badan)}$$

$$I_x = 7.210 \text{ cm}^4$$

$$t_f = 9 \text{ mm (tebal sayap).}$$

$$W_x = 481 \text{ cm}^3$$

Pembebanan :

1. Beban Mati

$$\text{Beban Mati} = 36,7 \text{ kg/m.}$$

2. Beban Hidup :

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

Beban merata q :

$$q = 2,2 \text{ t/m/jalur}; \quad L < 30 \text{ meter.}$$

$$\text{Koefisien kejut } k = 1 + 20 / (50 + 12) = 1,32$$

$$q_1 = q \cdot k \cdot (s / 2,75) = 2200 \times 1,32 (0,8/2,75) = 844,8 \text{ kg/m.}$$

Beban terpusat P :

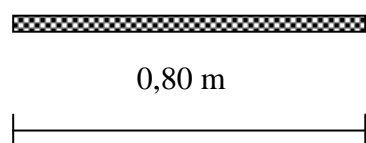
$$P_1 = 10.000 \text{ kg/jalur.}$$

$$P_{II} = 10.000 (1,32) = 13.200 \text{ kg.}$$

Gelagar melintang adalah gelagar yang menghubungkan antar gelagar memanjang/induk. Bila gelagar tersebut dibebani plat beton maka disebut sebagai gelagar melintang, tetapi apabila gelagar tersebut tidak dibebani plat beton dan hanya berfungsi sebagai stabilita gelagar induk saja maka gelagar tersebut dikatakan sebagai diafragma. Pada kasus jembatan ini gelagar melintang berfungsi hanya sebagai diafragma saja sehingga sistim pembebanan diperoleh 10% dari beban mati dan berat kendaraan yang lewat. Untuk pengaruh beban angin tidak diperhitungkan karena pengaruhnya sangat kecil sekali.

$$P_q = 10\% (36,7 + 844,8) \cdot 0,8 = 70,52 \text{ kg.}$$

$$P_p = 10\% (13.200) = 1.320 \text{ kg.}$$



$$\text{Reaksi ujung perletakan } R_a = \frac{1}{2} P = \frac{1}{2} (70,52 + 1.320) = 695,26 \text{ kg.}$$

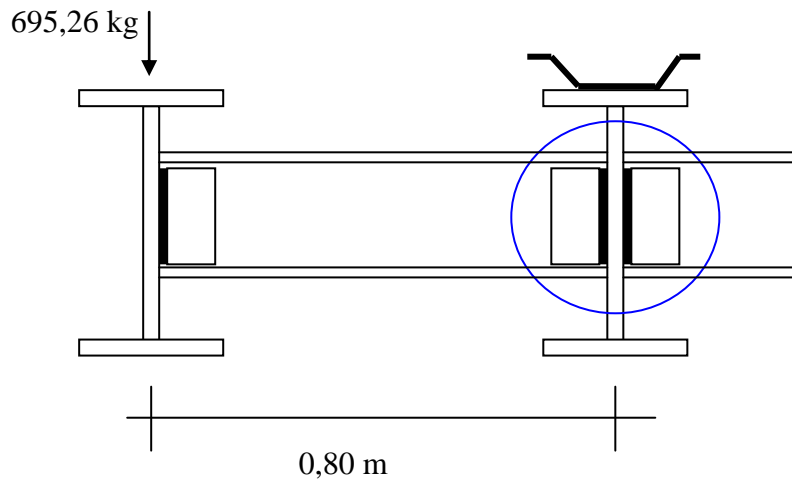
$$\text{Momen max} = \frac{1}{4} P l = \frac{1}{4} (70,52 + 1.320) 0,8 = 278,104 \text{ kg.m.}$$

$$\text{Tegangan yg terjadi} = \frac{M}{W_x} = \frac{27810,4}{481} = 57,82 \text{ kg/cm}^2.$$

f) Sambungan Gelagar Induk dengan Diafragma

Sambungan gelagar memanjang dengan gelagaran diafragma digunakan plat penyambung tetap yaitu L 100.100.10

Dengan jarak dan ukuran baut tetap seperti perencanaan semula.



Sambungan irisan ganda :

Tegangan tarik/desak $f_{tr} = f_{ds} = 0,8 f^p = 0,8 (1600) = 1280 \text{ kg/cm}^2$.

Tegangan tumpu $f_{tp} = 2 f^p = 2 (1600) = 3200 \text{ kg/cm}^2$.

Gaya – gaya terjadi :

Digunakan ukuran baut dia 16

$N_{gs} = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi d^2 f_{ds} = 2(1/4) 3,14 (1,6^2) 1280 = 5144,6 \text{ kg}$.

$N_{tp} = \pi d f_{tp} = 3,14 (1,6) 3200 = 16.076,8 \text{ kg}$.

Jumlah baut = $768,2 / 5144,6 = 1$ baut

Minimal pemakaian 2 buah baut.

Kontrol jarak dan ukuran plat penyambung

$1,5d < S_1 < 3d$

$1,5 (1,6) < S_1 < 3 (1,6)$

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

$$2,4 < S1 < 4,8 \quad \overline{S1} = 40 \text{ mm}$$

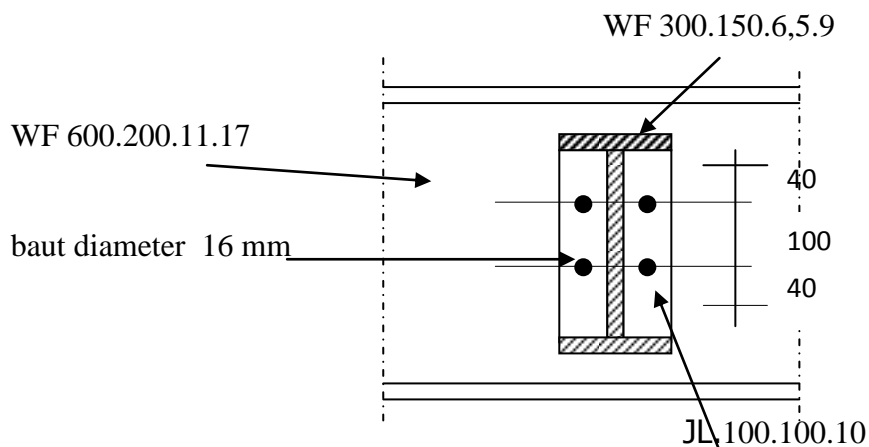
$$2,5 d < U < 7d$$

$$2,5 (1,6) < U < 7(1,6)$$

$$4 < U < 11,2 \quad \overline{U} = 100 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Total panjang perlu} &= 2 S1 + 2 U \\ &= 2 (40) + 2 (100) = 280 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dipakai profil penyambung siku L 100.100.10

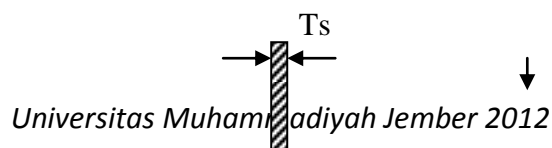


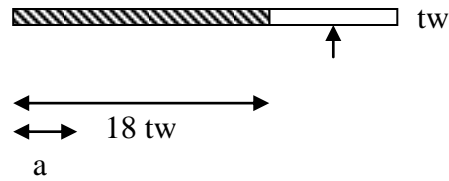
g) Plat Pengaku

Untuk mengatasi bahaya lipatan pada flen maka dipasang pengaku. Jenis pengaku ada dua yaitu pengaku dukung dan pengaku antara.

1. Pengaku Dukung

- Perhitungan pengaku dukung sebagai berikut (berdasar rumus ASTM) :





a = jarak yang diperlukan.

$$18 \text{ tw} = 18 (12) = 216 \text{ mm} = 8,5 \text{ in}$$

Lebar pengaku b_s direncanakan $\approx \frac{1}{2} b_f$

$$b_s = \frac{b_f - t_w}{2}$$

$$= \frac{11,81 - 0,47}{2} = 5,67 \text{ in} = 144 \text{ mm}$$

Syarat batas perbandingan $\frac{b_s}{t_s} \leq \frac{69}{\sqrt{F_y}}$

Sehingga $t_s = \frac{b_s}{69} \sqrt{F_y}$ baja ST-37, Fe 360

$$= \frac{5,67}{69} \sqrt{37} = 0,5 \text{ in} = 12,69 \text{ mm dipakai } 13 \text{ mm}$$

Plat pengaku dukung digunakan 13mm x 144 mm

$$A_s = 2 b_s t_s + 18 t_w$$

$$= 2 (144)13 + 18(13)13 = 6.786 \text{ mm}^2 = 10,52 \text{ in}^2.$$

Momen inersia pengaku $I_s = 1/12 t_s b_s^3$

$$= 1/12 (13) (144)^3$$

$$= 7,772 \text{ in}^4.$$

$$\text{Jari-jari girasi } r = \sqrt{\frac{I_s}{A_s}} = \sqrt{\frac{7,772}{10,52}} = 0,86 \text{ in}$$

$$\frac{L'}{r} = \frac{K.L}{r}; K = 0,65 \text{ (jepit elastic, ASTM);}$$

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

$$L = 500 - (2 \times 16) = 18,425 \text{ in}$$

$$\frac{L'}{r} = \frac{0,65(21,57)}{0,86} = 16,3$$

$$C_c = \sqrt{2\pi^2 \frac{E}{F_y}} \quad ; E = 2,1 E6 \text{ kg/cm}^2 = 29.869,01897 \text{ Ksi.}$$

$$= \sqrt{2(3,14)^2 \frac{29.869}{36}} = 127,9098$$

- Tegangan kolom yang diperbolehkan untuk $\frac{K.L}{r}$ adalah :

$$\frac{K.L}{r} < C_c$$

$$F_a = \frac{F_y}{SF} \left[1 - 0,5 \frac{(K.L/r)^2}{C_c^2} \right] \quad ; SF = 2,12$$

$$F_a = \frac{36}{2,12} \left[1 - 0,5 \frac{(16,3)^2}{127,9098^2} \right]$$

$$= 16,98 (0,9919) = 16,84 \text{ Ksi}$$

- Beban kolom yang diperbolehkan adalah :

$$P \text{ kolom} = F_a \cdot A_s$$

$$= 16,84 (10,52) = 177,16 \text{ Kip} > D_{maks} (= 6,58 \text{ Kip})$$

- Kontrol pengaku dukung untuk dukungan dan dianggap sebagai lis kukuh dengan las berukuran 0,24 in (6mm).

$$A \text{ dukung} = 2,13 (144 - 6) = 3588 \text{ mm}^2 = 5,56 \text{ in}^2.$$

$$F \text{ dukung} = 0,8 F_y = 28,8 \text{ Ksi}$$

$$P \text{ dukung} = 28,8 \times 5,56 = 160,128 \text{ Kip} > D_{maks}$$

Sehingga pengaku dukung dipakai ukuran 13mm x 144mm.

2. Pengaku Antara

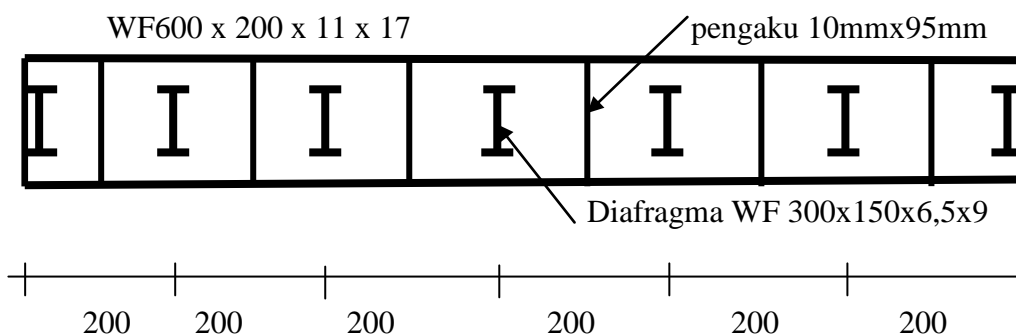
Kontrol apakah diperlukan pengaku antara :

$$\frac{h}{tw} \leq 150 \text{ dan } f_v \leq F_v \text{ dan } f_v = 4,2 \text{ Ksi (AASHTO)}$$

$$\frac{21,57}{0,47} = 45,894 < 150$$

$$F_v = \frac{56250}{(h/tw)^2} = 26,71 \text{ Ksi Ok}$$

Dapat digunakan pengaku antara dengan ukuran 10mm x 95 mm.



h) Penghubung Geser

Gaya geser horisontal yang timbul antara pelat beton dan balok sebagai akibat beban horisontal maka harus ditahan oleh penampang komposit yang bekerja secara monolit. Walaupun lekatan antara balok dan pelat cukup besar, tetapi lekatan ini tidak cukup untuk diandalkan dalam memberikan enteraksi yang diperlukan pada saat menahan gaya geser. Untuk itu sebagai penggantinya alat penyambung geser mekanis dilekatkan antara balok dan pelat, dimana alat ini sebagai penghubung geser terhadap gaya geser yang terjadi (shear connector).

Penghubung geser digunakan untuk memikul geser horisontal yang terjadi pada bidang kontak antara pelat beton dengan balok baja. Secara khusus penghubung geser ini berfungsi :

⇒ Memikul gaya geser horisontal pada bidang kontak pelat beton dan balok baja atau balok pracetak (precast concrete).

⇒ Mencegah terjadinya gaya pengangkatan pada bidang kontak antara pelat beton dan baja.

Dalam perencanaan gelagar komposit kali ini alat penghubung geser yang digunakan adalah **Bond connector**.

1) Pembebanan dan Statika

Plat lantai beton	:	0,2. 0,8. 2400	= 384 kg/m.
Berat profil	:	WF 600 x 200 x 11 x 17	= 106 kg/m.
Lapisan aspal	:	0,05. 0,8. 2200	= 88 kg/m
Air hujan	:	0,05. 0,8. 1000	= 40 kg/m.
Shear Connector 10% x 106			= 10,6 kg/m
			<hr/>
			= 628,6 kg/m.

Beban Hidup :

Berat kendaraan 20000 kg/m/jalur lalu lintas, lebar satu lajur = 2,75 meter (lebar lalu lintas/jembatan 5meter).

$$q_{ll} = (20000/2,75) 0,8 = 5.818 \text{ kg/m.}$$

Beban terpusat P = 10000 kg.

$$\text{Kejut } k = 1 + 20/(50 + 10,5) = 1,33$$

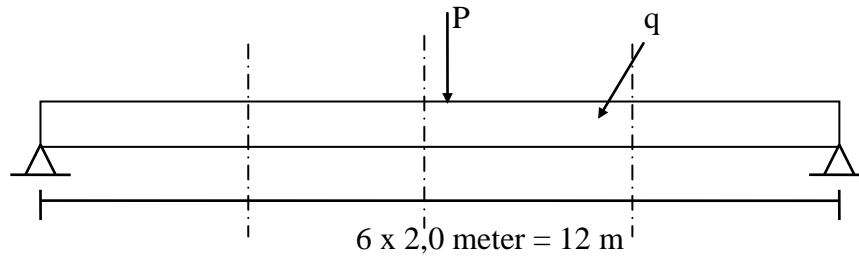
$$\text{sehingga } P = 10000/2,75 (1,33) = 4 836 \text{ kg.}$$

Beban-beban total :

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

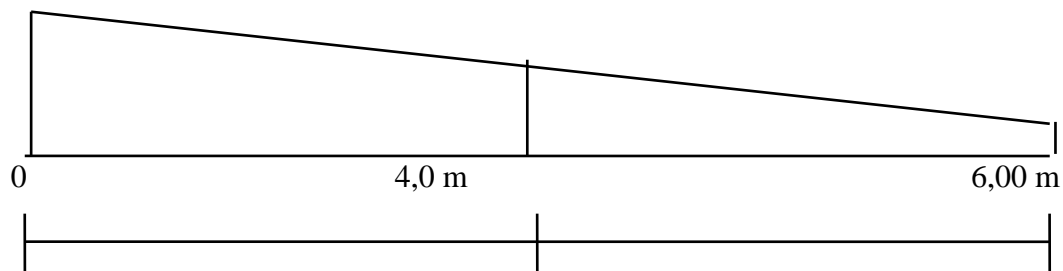
beban merata $q = q_{DL} + q_{LL} = 662,7 + 5.818 = 6.480,7 \text{ kg/m}$.

beban terpusat $P = 4.836 \text{ kg}$.



Gaya lintang/geser yang terjadi akibat beban di atas ditabelkan sebagai berikut (untuk setengah bentang) :

x (m)	q (kg/m)	P (kg)	L (m)	(L-x)/L (m)	D (kg)
0,00	6.480,7	4.836	12	1	11.316,7
2,0	6.480,7	4.836	12	5/6	10.236,6
4,0	6.480,7	4.836	12	2/3	9.156,5
6,0	6.480,7	4.836	12	1/2	8.076,35



2) Kekuatan satu buah Connector

$$Q = A \cdot f_s'$$

dimana :

A = luas batang angker.

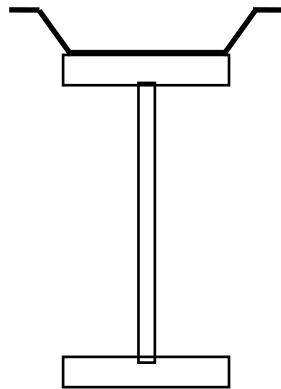
f_s' = tegangan yang diijinkan.

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

Dipakai angker ϕ 16 $A = 2,0096 \text{ cm}^2$

Tegangan ijin baja $f_s' = 1400 \text{ kg/cm}^2$

$$Q = 2,0096 \times 1600 = 3.215,36 \text{ kg}$$



Statis momen terhadap garis momen beton :

$$I_c = 1\,906.226 \text{ cm}^4.$$

$$Y_c = 10 \text{ cm}.$$

$$S_c = I_c / Y_c = 190.623 \text{ cm}^3.$$

Tegangan geser :

$$\tau = D S_c / I_c$$

$$= 11.316,7 (190.623) / 1\,906.226 = 1\,132 \text{ kg/cm}.$$

Jarak connector = $3.215,36 / 1\,132 = 2,8 \text{ cm}$, dipasang ganda dengan jarak 125mm.

4.2. Perencanaan Jembatan Bawah (Pondasi)

4.2.1. Data tanah :

Tanah berjenis padas berkerikil dengan tegangan konus rata-rata 150 kg/cm^2 pada kedalaman 2 meter dari dasar sungai.

Cek daya dukung tanah : $q_{ult} = 28 - 0,0052 (300 - q_c)^{1,5} \text{ (kg/cm}^2 \text{)}$.

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

Desain pre-liminary masing pondasi (pondasi ujung dan pondasi tengah) diuraikan seperti gambar berikut ini.

4.2.2. Pembebanan

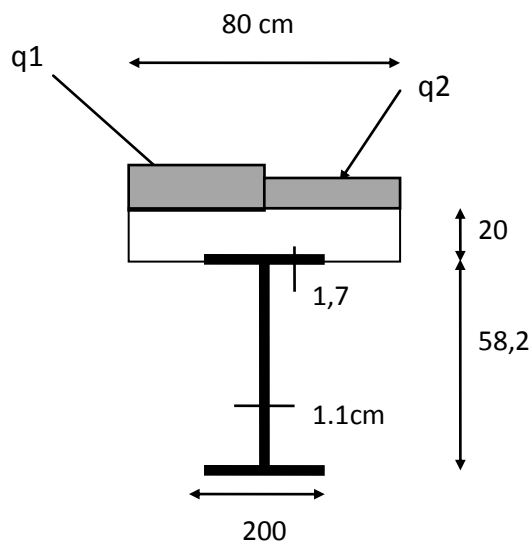
Akibat beban hidup :

Untuk gelagar tepi

Beban merata $q_1 = 70\% (2200/2,0) 0,8$
 $= 516 \text{ kg/m.}$

Beban Trotoar $q_2 = 500. 0,5$
 $= 250 \text{ kg/m.}$

Beban garis $P_1 = 70\% (10000/2,0) 0,8$
 $= 2800 \text{ kg.}$



Beban hidup tanpa koefisien kejut :

$$H = \frac{1}{2} q_1. L + \frac{1}{2} q_2. L + \frac{1}{2} P_1.$$

$$= \frac{1}{2} (516) 12 + \frac{1}{2} (250) 12 + \frac{1}{2} . 2800$$

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

$$= 5996 \text{ kg.}$$

Beban hidup dengan koefisien kejut :

$$H_k = \frac{1}{2} q_1 \cdot L + \frac{1}{2} q_2 \cdot L + \frac{1}{2} P_1 \cdot k$$

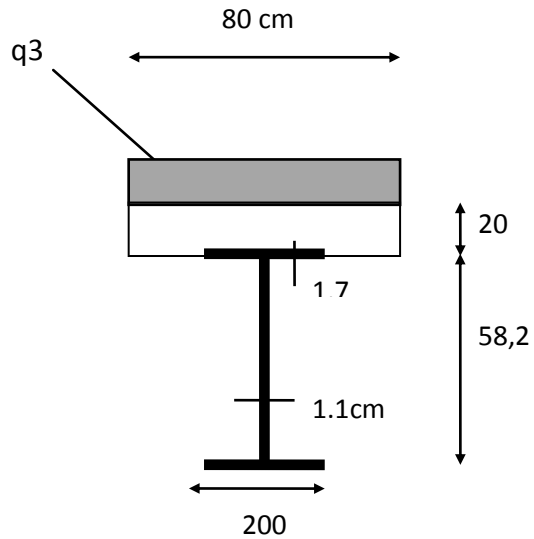
$$= \frac{1}{2} (516) 12 + \frac{1}{2} (250) 12 + \frac{1}{2} \cdot 2800 \cdot 1,33$$

$$= 6458 \text{ kg.}$$

Gelagar Tengah :

Beban merata $q_3 = 70\% (2200/2,0) 1,33$
 $= 1024 \text{ kg/m.}$

Beban garis $P_2 = 70\% (10000/2,0) 1,33$
 $= 4655 \text{ kg.}$



Beban hidup tanpa koefisien kejut :

$$H = \frac{1}{2} q_3 \cdot L + \frac{1}{2} P_2$$

$$= \frac{1}{2} (1024) 12 + \frac{1}{2} \cdot 4655$$

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

$$= 8471,5 \text{ kg.}$$

Beban hidup dengan koefisien kejut :

$$H_k = \frac{1}{2} q_3 \cdot L + \frac{1}{2} P_l \cdot k$$

$$= \frac{1}{2} (1024) 12 + \frac{1}{2} \cdot 4655 \cdot 1,33$$

$$= 9240 \text{ kg.}$$

Total beban hidup yang bekerja :

Jumlah gelagar tepi 2 buah.

Jumlah gelagar tengah 6 buah.

Beban hidup tanpa koefisien kejut :

$$H = 2 \cdot 5996 + 6 \cdot 8471,5 = 62.821 \text{ kg}$$

Beban hidup dengan koefisien kejut :

$$H = 2 \cdot 6458 + 6 \cdot 9240 = 68.356 \text{ kg}$$

Akibat Struktur Atas (Beban mati)

- Gelagar Tepi

Jumlah tiang sandara = 7 buah.

$$\text{Tiang sandaran} = \frac{1}{2} (0,16) 0,1 (1,0) 2400(7) = 134,4 \text{ kg.}$$

$$\text{Beton tumbuk} = \frac{1}{2} (0,2) 0,5 (12) 2400 = 1440 \text{ kg.}$$

$$\text{Plat beton} = \frac{1}{2} (0,2) 0,6 (12) 2400 = 1728 \text{ kg.}$$

$$= 3302,8 \text{ kg.}$$

- Gelagar Tengah

$$\text{Berat profil WF } 600 \times 200 \times 11 \times 17 = \frac{1}{2} (106) 12 = 636 \text{ kg.}$$

$$\text{Pelat beton} = \frac{1}{2} (0,2) 0,8 (12) 2400 = 2304 \text{ kg.}$$

$$\text{Aspal} = \frac{1}{2} (0,05) 0,8 (12) 2200 = 528 \text{ kg.}$$

$$\text{Air Hujan} = \frac{1}{2} (0,05) 0,8 (12) 1000 = 240 \text{ kg.}$$

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

$$= 3708 \text{ kg.}$$

Total beban mati :

$$BM = 3302,8 + 3708 = 7.010,8 \text{ kg.}$$

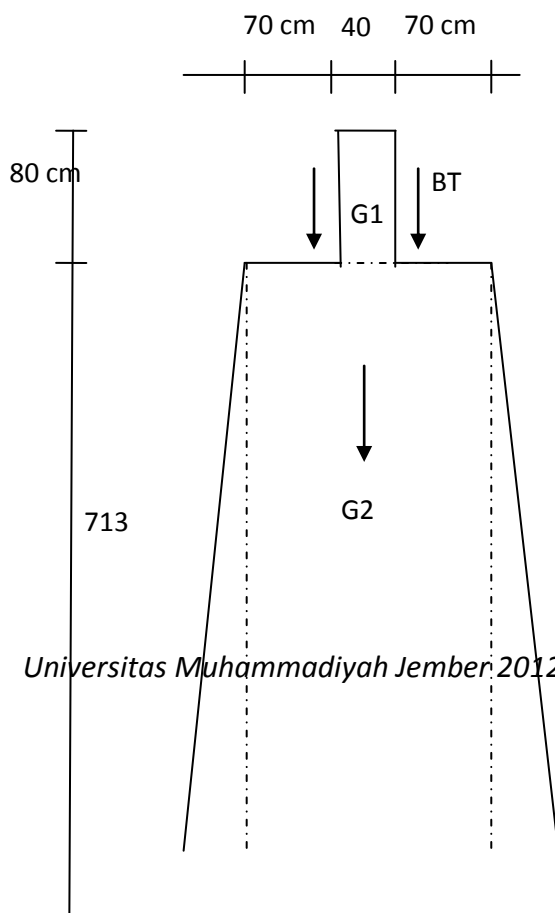
Total beban Hidup :

$$BH = 68.356 \text{ kg}$$

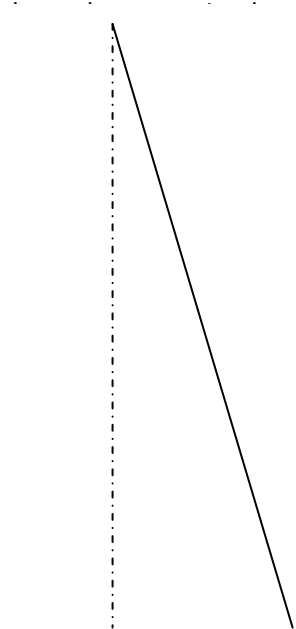
$$\text{Beba Total} = \mathbf{75.367 \text{ kg.}}$$

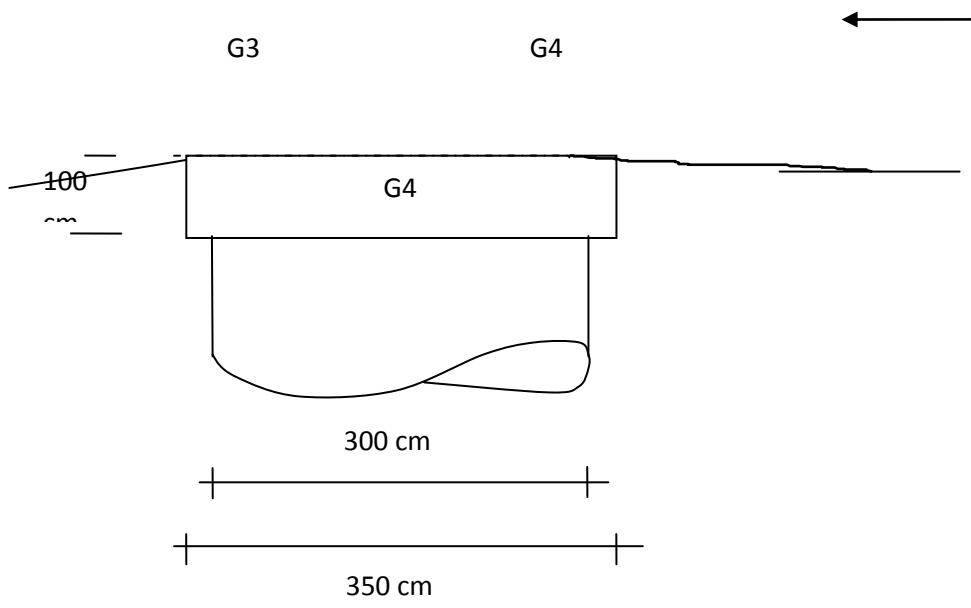
4.2.3. Pondasi Tengah

Lebar pondasi direncanakan sesuai dengan lebar jembatan

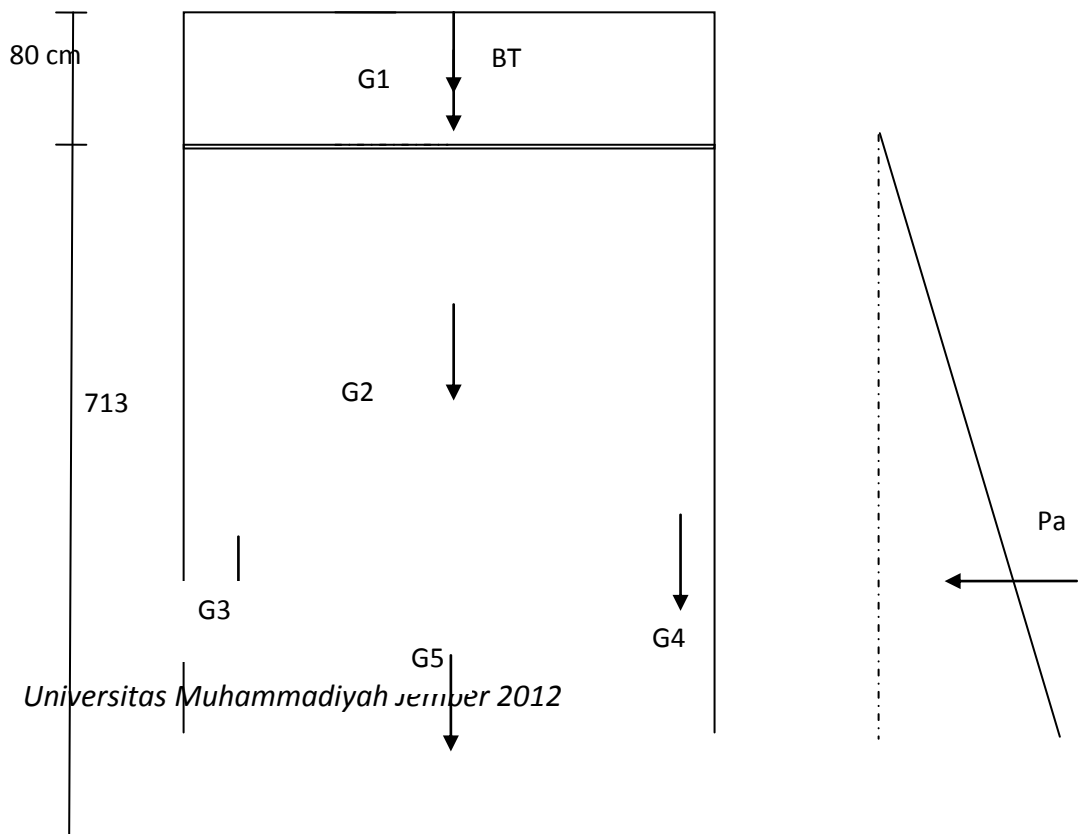


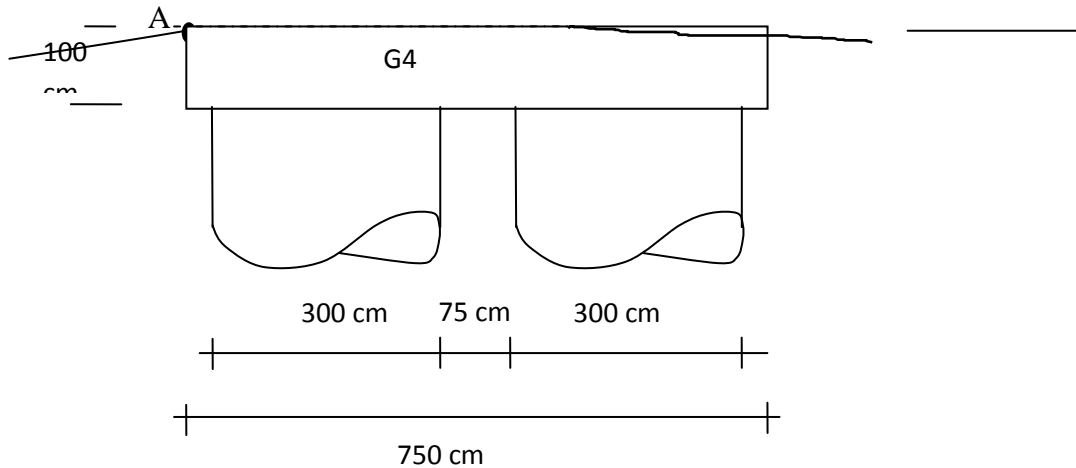
Bila air tinggi, posisi tinggi air kanan-kiri pondasi sama, sehingga tekanan air ke pondasi saling meniadakan. Tekanan air yg berpengaruh adalah arah air yg tegak





Tampak Tegak Lurus Aliran Sungai





Tampak Sejajar Lurus Aliran Sungai

a) **Gaya-gaya vertikal akibat berat pondasi beton bertulang (Pondasi Tengah penuh) :**

NO	GAYA (Kg)	LENGAN (m)	MOMEN (Kgm)
G1	$0,8 \times 0,4 \times 6,76 \times 2500 = 5.408$	3,75	20.280
G2	$1,8 \times 7,13 \times 6,76 \times 2500 = 216.894,6$	3,75	813.354,75
G3	$\frac{1}{2} \times 0,6 \times 7,13 \times 6,76 \times 2500 = 36.149,1$	0,775	28.015,55
G4	$\frac{1}{2} \times 0,6 \times 7,13 \times 6,76 \times 2500 = 36.149,1$	7,325	264.792,16
G5	$3,5 \times 1,0 \times 6,76 \times 2500 = 59.150$	3,75	221.812,50
Σ	294.600,8		1.126.442,46

b) **Gaya akibat Tanah di atas Pondasi**

Gaya akibat tanah di atas pondasi tengah diabaikan karena pengaruhnya kecil sekali.

c) **Gaya horisontal**

Akibat tekanan air arah tegak lurus as/poros Jembatan :

$$H = \gamma h = 1000 \times 9,8 \times 7,13 = 69.874 \text{ kg}$$

$$\text{Momen horisontal } M_h = 69.874 \times 2,38 = 166.300,12 \text{ kg.m.}$$

d) Gaya akibat berat jembatan

$$\text{Beba Total} = \mathbf{75.367 \text{ kg}}$$

$$\text{Momen thd A} = 75.367 \times 3,75 = 282.626,25 \text{ kg.m.}$$

4.2.4. Pondasi Ujung

Pondasi Ujung Gelagar sama dengan pondasi tengah hanya dimensinya lebih pendek.

a) Akibat tekanan Tanah pada pondasi ujung :

$$c = 0,1$$

$$\phi = 23^\circ$$

$$\gamma_t = 1,75 \text{ t/m}^3.$$

$$K_a = \tan^2 (45 - \phi/2)$$

$$= \tan^2 (45 - 23/2) = 0,44$$

$$\text{Tekanan tanah aktif } P_a = \frac{1}{2} \gamma h^2 \cdot K_a$$

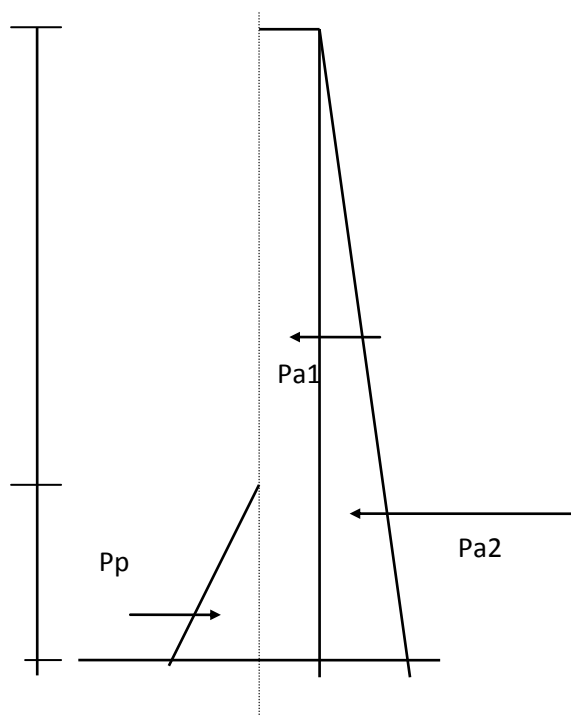
$$\text{Beban merata } P_a = q \cdot \gamma \cdot K_a$$

Tinggi pondasi dari balok Poer ke atas $h = 4,80$ meter

NO	GAYA (Kg)	Lengan Thd. A (m)	MOMEN (Kg.m)
Pa1	785,4	2.40	1.884,96
Pa2	8.870,4	1.60	14.192,64
Pp	1.988,6	0.33	656,24

Σ	7.667,2		15.421,36
----------	---------	--	-----------

b) Diagram Tegangan



Tekanan Tanah Pasif tidak diperhitungkan, sehingga nilai Pp diabaikan.

c) Gaya-gaya vertikal akibat berat pondasi beton bertulang (ditinjau 1 m tegak lurus bid gambar) :

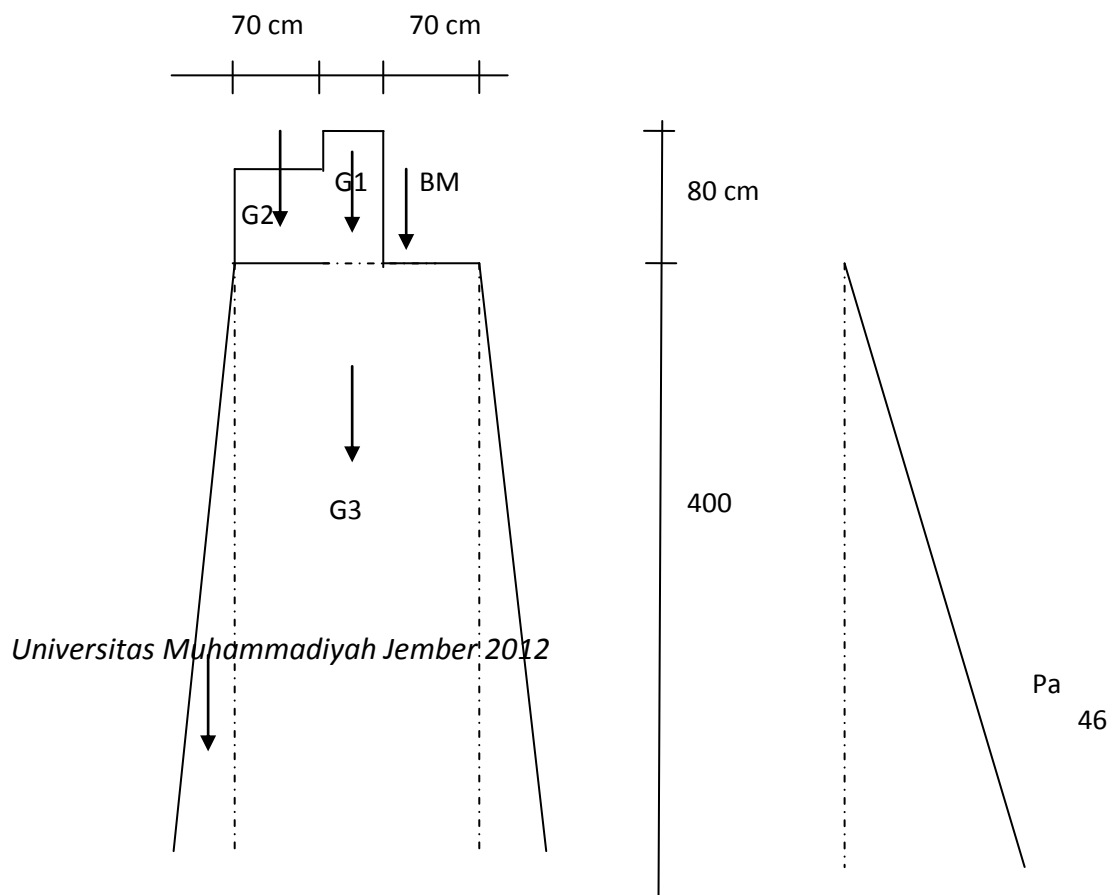
NO	GAYA (Kg)	LENGAN (m)	MOMEN (Kgm)
G1	$0,8 \times 0,4 \times 1,0 \times 2500 = 800$	1,75	1.424
G2	$0,6 \times 0,7 \times 1,0 \times 2500 = 1.050$	2,425	2.546,25
G3	$1,8 \times 4,0 \times 1,0 \times 2500 = 18.000$	1,75	31.500
G4	$\frac{1}{2} \times 0,6 \times 4,0 \times 1,0 \times 2500 = 3.000$	3,15	9.450
G5	$\frac{1}{2} \times 0,6 \times 4,0 \times 1,0 \times 2500 = 3.000$	0,65	1.950
G6	$3,5 \times 1,0 \times 1,0 \times 2500 = 8.750$	1,75	15.312,50
Σ	34.600		62.182,75

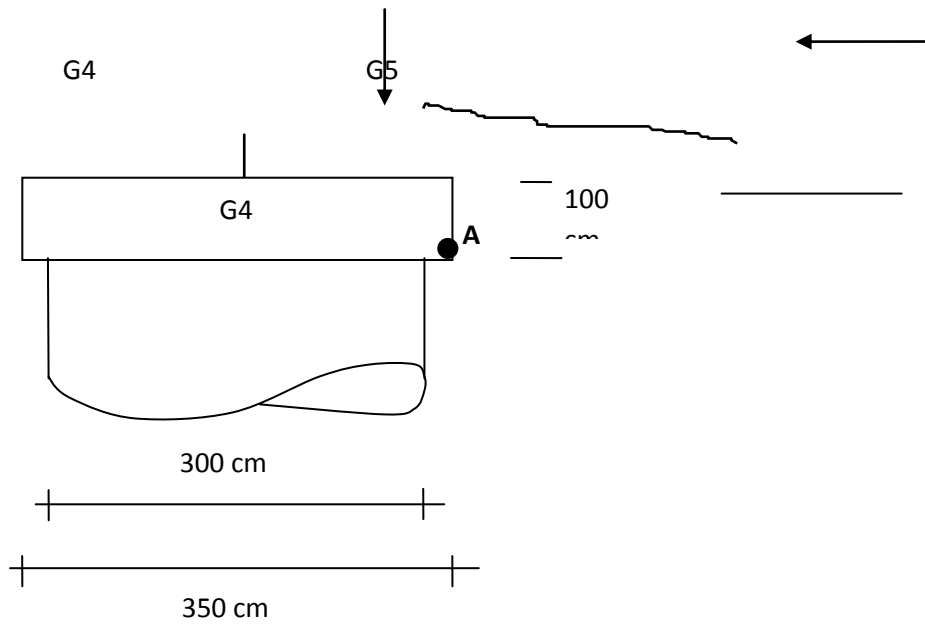
d) Gaya akibat berat jembatan

Beba Total = **75.367 kg**

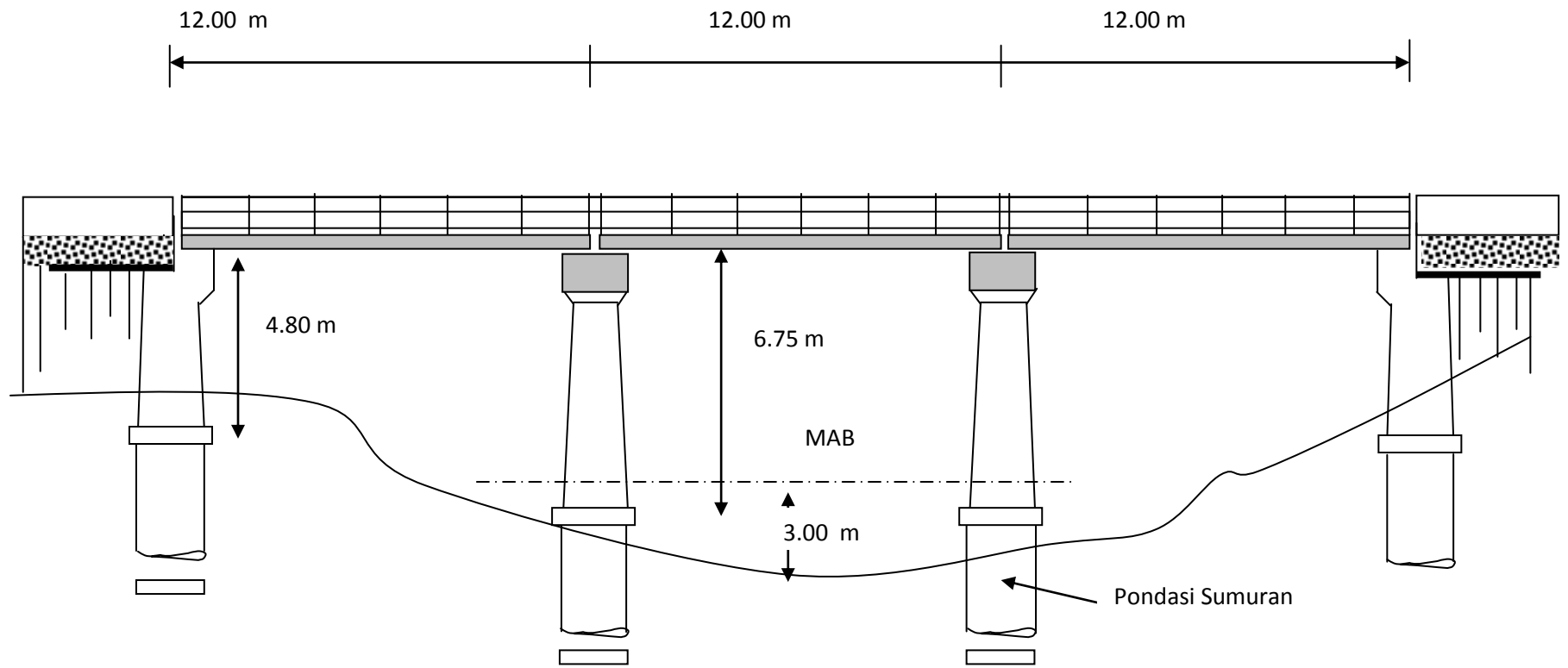
Momen thd A = $75.367 \times 1,75 = 131.892,25 \text{ kg.m}$.

Lebar pondasi direncanakan sesuai dengan lebar jembatan





Tampak Tegak Lurus Aliran Sungai



TAMPAK MEMANJANG JEMBATAN

4.2.5. Kontrol Stabilitas Pondasi

a) Pondasi Tengah

- Kontrol Terhadap Guling (tanpa beban balok Poer)

$$\frac{\sum MP}{\sum MG} \geq 1,5$$

$$\frac{\sum MP}{\sum MG}$$

$$\frac{1.409.068,71}{166.300,12} = 8,47 > 1,5 \text{ OK!}$$

- Kontrol Terhadap Geser (tanpa beban balok Poer)

$$\frac{\sum V}{\sum H} \tan \phi \geq 1,5$$

$$\frac{\sum V}{\sum H}$$

$$\frac{369.967}{69.874} \tan 23^\circ = 2,25 \geq 1,5$$

Bila beban balok Poer diperhitungkan :

$$\frac{(369.967 + 59.150)}{69.874} \tan 23^\circ = 2,61$$

b) Pondasi Ujung

- Kontrol Terhadap Guling

$$\frac{\sum MP}{\sum MG} \geq 1,5$$

$$\frac{194.075}{15.421,36} = 12,58 > 1,5 \text{ OK!}$$

- Kontrol Terhadap Geser.

$$\frac{\sum V}{\sum H} \tan \phi \geq 1,5$$

$$\frac{109.967}{7.667,2} \tan 23^\circ = 6,09 \geq 1,5$$

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

4.2.6. Penulangan Pondasi

a) Penulangan Konsol Pendek

Penulangan konsol pendek sama dengan penulangan abutmen sehingga diameter dan jarak tulangan sama. Berikut ini akan direncanakan penulangan pilar pondasi.

Momen total :

Beton mutu K-250 (~ 20,75 Mpa).

Besi tulangan $f_y = 240$ Mpa.

Akibat berat jembatan = 75.367 kg.

$M = 75367 \times 0,4 = 30.146,8 \text{ kg.m.} = 301,468 \text{ KNm.}$

$h_t = 70 \text{ cm}$

$h = \text{per } 100 \text{ cm.}$

$d' = 5 \text{ cm.}$

$d = h_t - d'$

$= 70 - 5 = 65 \text{ cm} = 650 \text{ mm.}$

$$R_m = \frac{Mu}{\phi f_c' b d^2}$$

$R_m = 301,5 \cdot 10^6 / (0,8 \cdot 20,75 \cdot 1000 \cdot 650^2) = 0,0429$

$\delta = 0 \quad \longrightarrow \quad \text{dari tabel didapat } q = 0,0425$

$q_{\min} = 1,4/f_c' = 0,067$, sehingga

$$A_s = q \cdot b \cdot d \left(\frac{f_c'}{f_y} \right)$$

$A_s = 0,067 \cdot 1000 \cdot 650 \cdot 20,75/240 = 3765,26 \text{ mm}^2$.

Dipakai tulangan $\phi 22 - 100\text{mm}$ (= 4179,34 mm²)

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

b) Penulangan Pilar

Terhadap tekanan air tegak lurus jembatan (Pondasi Tengah)

$$M_h = 166.300,12 \text{ kg.m} = 1.663 \text{ KNm}$$

$$h_t = 180 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm (per 1 meter lebar)}$$

$$d' = 5 \text{ cm.}$$

$$d = h_t - d'$$

$$= 180 - 5 = 175 \text{ cm} = 1750 \text{ mm.}$$

$$R_m = \frac{M_u}{\phi f_c' b d^2}$$

$$R_m = 1663.10^6 / (0,8. 20,75. 1000. 1750^2) = 0,0327$$

$$\delta = 0 \quad \longrightarrow \quad \text{dari tabel didapat } q = 0,0323$$

$$q_{\min} = 1,4/f_c' = 0,067, \text{ sehingga}$$

$$A_s = q.b.d \left(\frac{f_c'}{f_y} \right)$$

$$A_s = 0,067. 1000. 1750. 20,75/240 = 8.738,3 \text{ mm}^2.$$

Dipakai tulangan rangkap 3 ϕ 22 - 150mm (8.738,62 mm²)

c) Penulangan Balok Poer

Penulangan balok Poer berdasarkan asumsi pondai hanya menerima gaya tekanan saja dengan total =

$$\text{Berat pilar} = 294.600,8 \text{ kg}$$

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

Berat balok Poer = 59.150 kg

Berat jembatan = 75.367 kg.

Total = 429.117,8 kg., sehingga $q = 16.347,34 \text{ kg/m}^2$

Momen = $1/8 (16347,34) 7,5^2 = 114.942,23 \text{ kg.m} = 1.149,4 \text{ KNm}$

ht = 100 cm

h = per 100 cm.

$d' = 5 \text{ cm.}$

$d = ht - d'$

$$= 100 - 5 = 95 \text{ cm} = 950 \text{ mm.}$$

$$Rm = \frac{Mu}{\phi f'c' b d^2}$$

$$Rm = 1149,4 \cdot 10^6 / (0,8 \cdot 21,4 \cdot 1000 \cdot 950^2) = 0,0744$$

$\delta = 0 \longrightarrow$ dari tabel didapat $q = 0,079$

$$q_{\min} = \frac{1,4}{f'c'} = 0,067$$

$$As = q \cdot b \cdot d \left(\frac{f'c'}{fy} \right)$$

$$As = 0,079 \cdot 1000 \cdot 950 \cdot 21,4/240 = 6.691,96 \text{ mm}^2.$$

Dipakai tulangan ganda $2 \phi 22 - 125\text{mm} (6.838,92 \text{ mm}^2)$

d) Pondasi Sumuran

Beban sumuran $P = 429.117,8 \text{ kg}$

Kedalaman sumuran 2 meter.

$\phi = 23^\circ$, dari grafik Terzaghi didapatkan :

$Nc = 28$, $Nq = 13$, dan $N\gamma = 12$, maka tegangan :

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

$$\sigma_t = \gamma t \cdot h$$

$$= 1,75 (5) = 8,75 \text{ t/m}^2$$

Kapasitas ultimit :

$$Q_u = \sigma_t \cdot N_q \cdot A + \frac{1}{2} \gamma t \cdot N_{\gamma} \cdot A$$

$$= 8,75 (13) 2 (1/4 \pi d^2) + \frac{1}{2} (8,75)^2 \cdot 12 (2) \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$= 8,75 \times 13 \times 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 3^2 + \frac{1}{2} \times 8,75^2 \times 12 \times 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 3^2$$

$$= 8098,26 \text{ ton.}$$

$$\text{Daya dukung sumuran } Q_u' = Q_u/SF = 8098,26/3 = 2.699,41 \text{ ton.}$$

$$\text{Beban kerja total termasuk berat sumuran : } 429,1178 \text{ ton} + 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 3^2 \times 2 \times 2,4 = 496,95 \text{ ton} < Q_u' \text{ (pondasi aman).}$$

$$\text{Cek daya dukung tanah : } q_{ult} = 28 - 0,0052 (300 - q_c)^{1,5} \text{ (kg/cm}^2\text{)}.$$

$$\text{Pada kedalaman 2 meter } q_c = 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ult} = 28 - 0,0052 (300 - 150)^{1,5} = 18,45 \text{ kg/cm}^2.$$

$$Q_u = 0,25 \times 3,14 \times 3^2 \times 2 \times 18,45 \times 0,001/0,0001 = 2.606,985 \text{ ton OK!}$$

Penulangan :

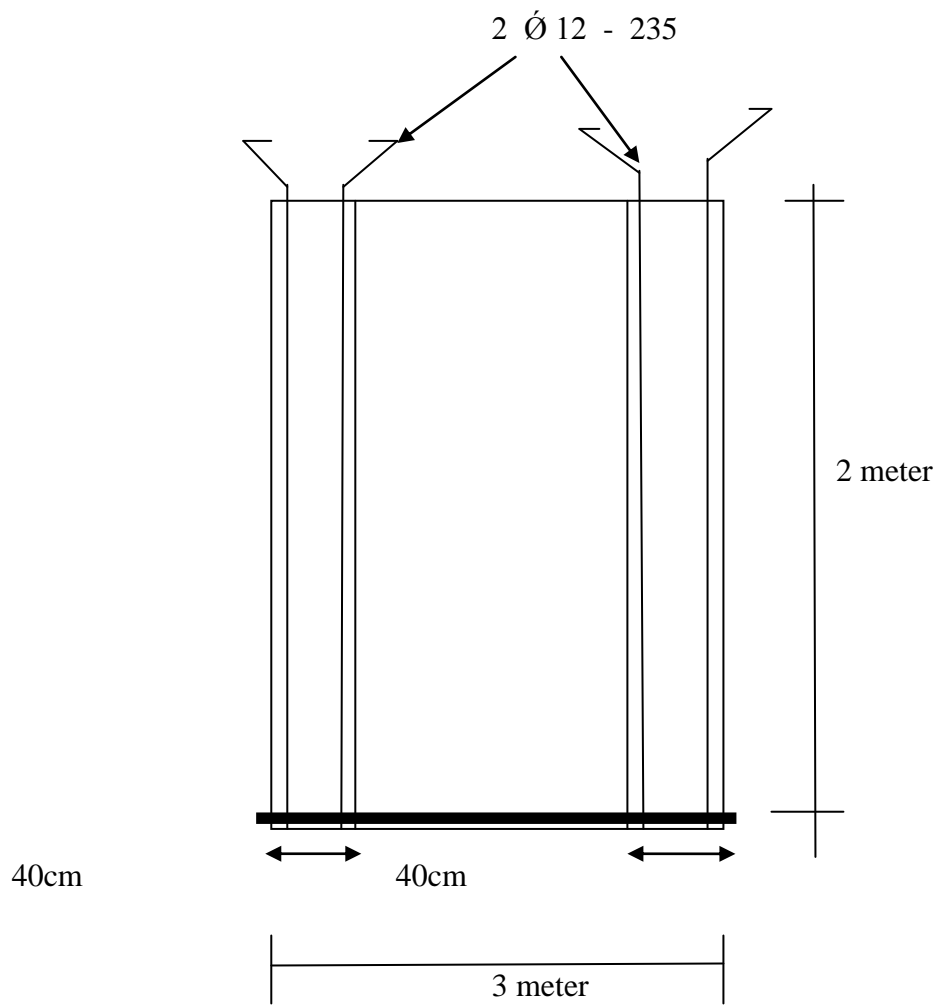
Dipakai tulangan dengan $f_y = 240 \text{ MPa}$ dengan luasan tulangan :

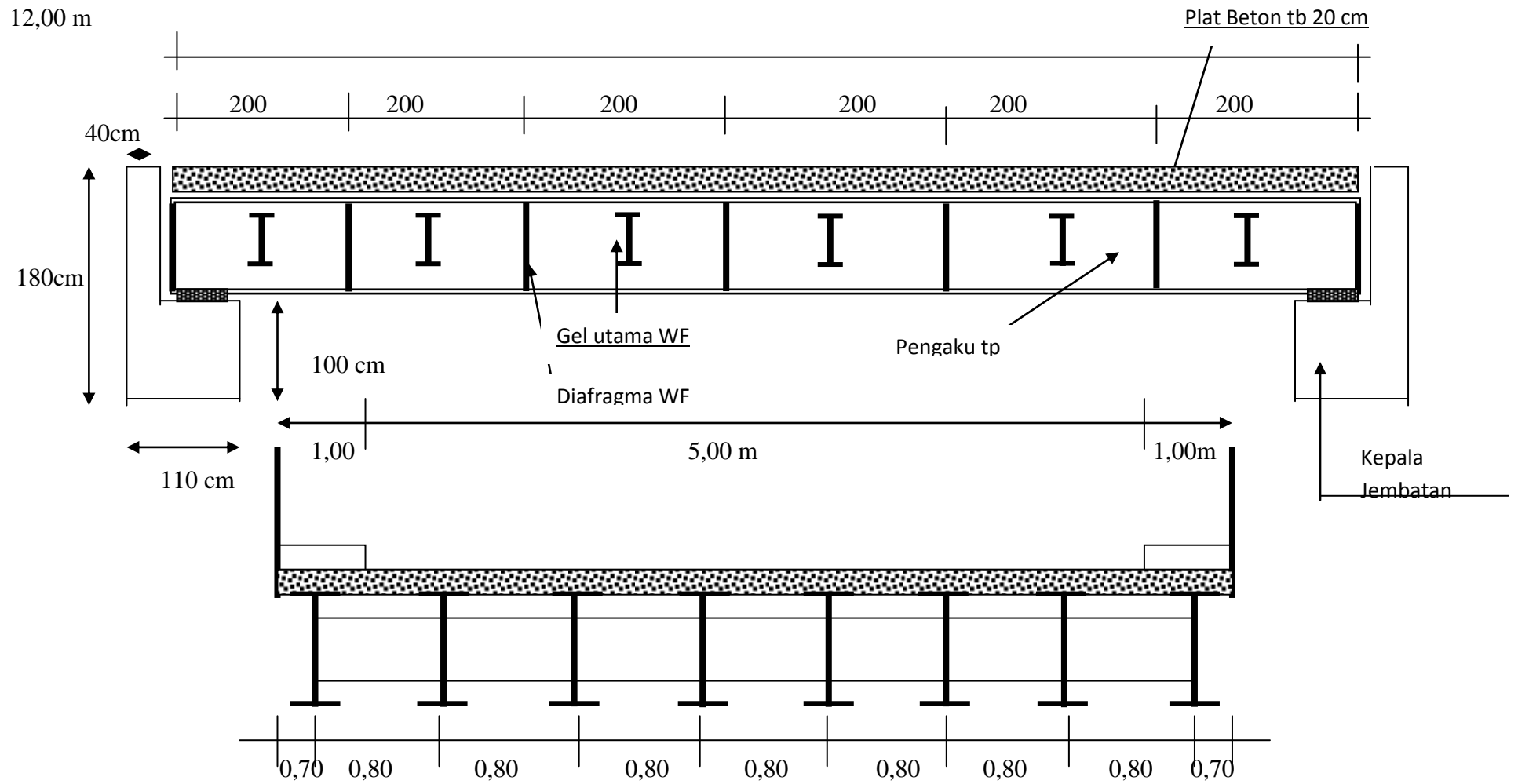
$$A = 429.117,8 / 2400 = 178,80 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tiap sumuran} = 178,8/2 = 89,4 \text{ cm}^2 = 8940 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan : 80 \emptyset 12 (= 9.043,20 mm²).

Atau dipasang rangkap 2 \emptyset 12 - 235 (9.043,20 mm²)





BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dalam tulisan ini dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan ini jembatan Mandiro banyak perubahan yang mana sebelumnya Jembatan lama hampir keseluruhan konstruksi jembatan menggunakan bahan batu bata sehingga jembatan mengalami keretakan dan umur jembatan tidak bisa bertahan lama, maka dengan menggunakan gelagar komposit dan pondasi sumuran ketahanan dan umur jembatan bisa bertahan lama.
2. Penambahan bentang jembatan yang semula 5.00 meter menjadi 7.00 meter dapat melancarkan dan mngurangi tingkat kemacetan lalu lintas pada jembatan.
3. Kekuatan dan kekakuan struktur komposit, banyak dipengaruhi oleh kemampuan penghubung geser dalam menahan geseran.

Universitas Muhammadiyah Jember 2012

5.2 Saran.

Adapun beberapa saran yang dapat dikemukakan adalah sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan jembatan sebaiknya perencana merencanakan perkerasan jalan di Jembatan.
2. Dilihat dari segi ekonomis kebanyakan seorang perencana jembatan sebelumnya menggunakan jembatan pelengkung 3 sendi dan tidak memperhitungkan umur jembatan yang mana tingkat kepadatan transportasi semakin meningkat. Sebaiknya seorang perencana untuk kedepannya menggunakan jembatan rangka beton lengkung dengan struktur komposit dari baja dan beton.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum, 1987, Peraturan Muatan Untuk Jembatan Jalan Raya, Dep PU, Jakarta.

Edward Nawy, 1990, Beton Bertulang, Suatu Pendekatan Dasar, Penerbit PT Eresco, Jakarta.

JE Salmon & Jhonson, 1990, Kontruksi Baja dan perilaku, Penerbit Erlangga, Jakarta.

P. Priyono, 1997, Tabel Lentur, Penerbit FT-UM Jember.

P. Priyono, 1998, Struktur Beton Bertulang, materi Pondasi, Penerbit FT-UM Jember.

Rudi Gunawan, 1987, Tabel Profil Konstruksi Baja, Penerbit Kanisius, Jakarta.