

ANALISIS PERBANDINGAN GELAGAR INDUK JEMBATAN KONSTRUKSI BALOK BETON KONVENSIONAL DENGAN GIRDER BAJA KOMPOSIT JEMBATAN AIR PEDU OKI

Sartika Nisumanti¹⁾ Djaenudin Hadiyana²⁾

²⁾¹⁾ Jurusan Teknik Sipil Universitas Indo Global Mandiri
Jl Jend. Sudirman No. 629 KM. 4 Palembang Kode Pos 20129
Email : Sartika.nisumanti@uigm.ac.id¹⁾, djaenudinhadiyana@yahoo.com²⁾

ABSTRAK

Economic conditions in South Sumatera Province are developing, the Government made policy by opening a new alternative route from Palembang to Kayu Agung, Ogan Komering Ilir Regency, so the vehicles going towards Kayu Agung or otherwise can use this route. Therefore, the construction of Air Pedu bridge that connects Jakabaring Palembang - Jejawi road with a length of 25 meters were done. The problem is the construction of the Pedu Water Bridge are use 5 prestress precast girder beams that are 1.25 meters high so that the mobilization to the location is quite difficult, so it is try to be re-planned by using conventional concrete beams which are casted on the spot and also try to be re-planned by using composite steel. Thus the bridge is planned by using conventional concrete beams and steel girder beams. The aims to compare the results of the calculation of the longitudinal girder of Air Pedu Bridge using material and concrete prestress calculation method by re-planning using the method of calculation of conventional concrete beams and steel girder beams by re-planning both methods with reference to applicable planning standards.

The result is the loading of conventional concrete beams by using the quality of concrete $f_c' = 4000$ psi and reinforcing steel $f_y = 40000$ psi gained a moment $M_u = 3879,6$ k-ft, and $\rho_{max} = 0,0371$. Loading girder beam with steel profile Bj 37 with $f_y = 240$ Mpa and $f_u = 370$ MPa got the total moment $M_{tot} = 394,01$ t.m. From the results of calculations Conventional concrete beams and steel girder beams still allow for bridges with short spans, especially spans 25 meters.

Keywords : conventional concrete girder, composite steel girder, prestressed concrete

1. Pendahuluan

Seiring dengan pesatnya perkembangan ekonomi di Provinsi Sumatera Selatan, maka akses jalan yang cepat dan bebas dari kemacetan sangat dibutuhkan. Untuk menanggulangi kemacetan tersebut salah satunya dapat dilakukan dengan membuka suatu jalur alternatif.

Hal ini menyebabkan pemerintah melakukan langkah-langkah kebijakan dengan membuka suatu jalur alternatif baru dari Palembang ke Kayu Agung sehingga kendaraan yang akan menuju ke arah Kayu Agung atau sebaliknya dapat menggunakan jalur ini. Oleh sebab itu, Kementerian Pekerjaan Umum dalam hal ini SNVT PJN WIL 1 Sumatera Selatan melaksanakan pekerjaan pembangunan jalan termasuk bangunan pelengkap jalan. Pekerjaan tersebut antara lain pembangunan jembatan karena ditemuinya rintangan berupa sungai dan jembatan yang telah ada tidak dapat lagi memenuhi arus lalu lintas yang akan datang. Oleh karena itu dilaksanakanlah pembangunan jembatan Air Pedu yang menghubungkan ruas jalan Jakabaring Palembang — Jejawi dengan panjang 25 meter ini. Permasalahan dalam pembangunan Jembatan Air Pedu adalah menggunakan 5 buah balok girder prestress pracetak yang tingginya 1.25 meter sehingga mobilisasinya ke lokasi cukup sulit, untuk itu dicoba direncanakan ulang dengan menggunakan balok beton

konvensional yang dicor ditempat dan juga dicoba direncanakan ulang dengan menggunakan baja komposit. Dengan demikian jembatan ini direncanakan dengan menggunakan balok beton konvensional dan balok girder baja.

Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil dari perhitungan gelagar memanjang Jembatan Air Pedu yang memakai material dan metode perhitungan beton prestress dengan direncanakan ulang memakai metode perhitungan dari jenis balok beton konvensional dan balok girder baja. Salah satu bagian dari jembatan rencana awalnya adalah balok girder beton prategang yang menggunakan sistem pasca tarik atau *post-tensioned*. Mengingat kesulitan transportasi beton prategang, maka dalam penelitian ini akan melakukan perencanaan ulang kedua metode tersebut dengan mengacu pada standar perencanaan yang berlaku.

Pembebanan Jembatan Berdasarkan RSNI T-02-2005 (Standar Pembebanan Untuk Jembatan): Beban Lajur "D", Pembebanan Truk "T", Faktor Beban Dinamis, Gaya Rem, Pembebanan Untuk Pejalan Kaki
Pembebanan Jembatan Berdasarkan RSNI T-12-2004 (Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan).

Umur rencana jembatan pada umumnya disyaratkan 50 tahun. Namun untuk jembatan penting dan/atau berbentuk panjang, atau yang bersifat khusus, disyaratkan umur rencana 100 tahun. Untuk

merencanakan suatu jembatan maka sifat dan karakteristik material harus memenuhi persyaratan yang ada.

a. Beton

Beton adalah campuran antara agregat halus dan semen portland atau jenis semen hidraulik yang lain dan air.

b. Baja Tulangan Non Prategang

Baja tulangan adalah batang baja berbentuk polos atau ulir atau pipa yang berfungsi untuk menahan gaya tarik pada komponen struktur.

Perhitungan Gelagar beton Balok T

Peraturan ACI 318-95 pasal (9.2) menyatakan bahwa kemampuan menahan beban ultimate suatu batang U yang diperlukan untuk menahan beban (McCormac, 2004):

$$U = 1,4D + 1,7L$$

$$U = 0,75(1,4D + 1,7L + 1,7W)$$

$$U = 0,9D + 1,3W$$

Jika sumbu netral diasumsikan terletak didalam *flens*, nilai a dapat dihitung seperti pada balok persegi :

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c' b} = \frac{\rho_s d}{0,85 f_c'}$$

Analisa Balok T

Perhitungan $T = A_s f_y$

Perhitungan luasan beton yang menerima tekan (A_c) yang diberi tegangan sampai $0,85 f_c'$

$$C = T = 0,85 f_c' A_c \quad ; \quad A_c = \frac{T}{0,85 f_c'}$$

Letak titik berat daerah tekan beton A_c'

Perhitungan $M_n = T$ dikalikan lengan momen dari titik berat tulangan ke titik berat tulangan ke titik berat A_c'

$$M_u = \phi M_n$$

Desain Balok T

Nilai A_s maksimum yang diizinkan oleh peraturan ACI untuk balok T dapat dihitung untuk mutu beton dan baja yang lain.

Penulangan

Tulangan tekan tidak hanya meningkatkan kemampuan momen penahan penampang beton, tetapi juga meningkatkan jumlah lekukan (*curvature*) yang dapat ditahan suatu batang sebelum kegagalan lentur terjadi.

$$M_u = \phi [A_s f_y (d - a/2) + A_s' f_y (d - d')]$$

Jika tulangan tekan telah meleleh, luas tulangan tarik maksimum yang dibolehkan :

$$A_s = 0,75 \rho_b b d + A_s'$$

Luas tulangan tarik maksimum yang diperbolehkan ketika tulangan tekan belum meleleh adalah sebagai berikut :

$$A_s = 0,75 \rho_b b d + A_s' \frac{f_s'}{f_y}$$

Girder Baja

Baja yang akan digunakan dalam struktur dapat diklasifikasikan menjadi baja karbon, baja paduan rendah mutu tinggi dan baja paduan. Sifat-sifat mekanik dari baja tersebut seperti tegangan leleh dan tegangan putusnya diatur dalam ASTM A6/A6M (Setiawan, 2008) :

Sifat-sifat Mekanik Baja

Perencanaan struktur baja, SNI 03-1729-2002 mengambil beberapa sifat-sifat mekanik dari material baja yang sama yaitu (Setiawan, 2008) :

- Modulus Elastisitas, E = 200.000 MPa
- Modulus Geser, G = 80.000 MPa
- Angka poisson, μ = 0,30
- Koefisien muai panjang, α = $12.10^{-6} / ^\circ C$

Balok Pelat Berdinding Penuh (Pelat Girder)

Balok pelat berdinding penuh pada dasarnya adalah sebuah balok dengan ukuran penampang melintang yang besar serta bentang yang panjang.

Persyaratan Pelat Berdinding Penuh

Komponen struktur dapat dikategorikan sebagai balok biasa atau sebagai balok pelat berdinding penuh, tergantung dari rasio kelangsingan web, h/t_w , dengan h adalah tinggi bersih bagian web dan t_w adalah tebal dari web.

$$h/t_w < 2550/\sqrt{f_y}$$

komponen struktur tersebut dikategorikan sebagai balok biasa. dan jika :

$$h/t_w > 2550/\sqrt{f_y}$$

maka dalam perencanaanya harus dikategorikan sebagai balok pelat berdinding penuh. Untuk balok hibrida maka nilai f_y diambil dari nilai f_y *flens*, hal ini disebabkan karena stabilitas dari web untuk menahan tekuk lentur tergantung pada regangan yang terjadi dalam *flens*.

Momen Nominal Pelat Berdinding Penuh

a. Balok pelat berdinding penuh dalam hal ini adalah balok yang mempunyai ukuran $h/t_w > \lambda_r$. Kuat lentur nominal komponen struktur dinyatakan dengan :

$$M_n = K_g \cdot S \cdot f_{cr}$$

Koefisien balok pelat berdinding penuh, K_g ditentukan sebagai berikut :

$$K_g = \left[\frac{a_r}{1200 + 300 a_r} \right] \left[\frac{h}{t_w} - \frac{2550}{\sqrt{f_{cr}}} \right]$$

faktor pengali momen c_b ditentukan oleh persamaan (RSNI T-03-2005):

$$C_o = \frac{12,5 M_{max}}{2,5 M_{max} + 3 M_a + 4 M_b + 3 M_c} \leq 2.3$$

Kuat Lentur Berdasarkan Faktor Kelangsingan

Untuk kuat lentur balok pelat berdinding penuh diambil nilai terkecil dari keruntuhan akibat tekuk torsi lateral yang tergantung panjang bentang dan akibat tekuk lokal yang ditentukan oleh tebal pelat sayap.

Faktor kelangsingan berdasarkan panjang bentang dinyatakan dengan persamaan :

$$\lambda_G = L / r_t$$

batas-batas kelangsinganya adalah :

$$\lambda_p = 1,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\lambda_r = 4,40 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

2. Metode Analisa

Perencanaan balok dengan mutu beton pelat lantai K 350 $f'_c = 30$ MPa, Jarak antar gelagar (a) 1.750 m, Mutu baja tulangan BJ 37 $f_y = 240$ MPa, $f_u = 370$ Mpa

Perhitungan Pembebanan:

- Akibat beban sendiri
 - Aspal = 0.274 t/m
 - Pelat lantai = 0.875 t/m
 - Air hujan = 0.105 t/m
 - Balok Beton (taksir) = 1.200 t/m
 - $DM = 2.454$ t/m
- Akibat muatan "D"
 - Jembatan BM 100, maka P dan q 100%
 - Gelagar langsung mempengaruhi lantai kendaraan
 - Bentang / L = 25 m maka "D" :
 - Beban merata kendaraan $q_{LL} = 9$ kPa = 0.9 t/m²
 - Beban garis $P_{LL} = 49$ kN/m = 4.9 t/m
 - Beban merata orang (diatas trotoar) $q_{LLT} = 5$ kPa = 0.5 t/m²

Faktor beban dinamis (FBD)

Beban garis diatas lantai kendaraan $P_{LL} = 4.9$ t/m, dipengaruhi oleh faktor dinamis dengan berpedoman Faktor Beban Dinamis RSNI T-02-2005.

Beban dan momen yang terjadi:

- Akibat berat sendiri: $q_D = 3.436$ t/m²
- Akibat muatan "D": $q_L = 1.53$ t/m²
 $P_L = 11.66$ t/m
- Muatan trotoar : $q_{LT} = 0.85$ t/m²
 $P_U = 20.41$ t/m
- Momen muatan "D" $M_u = 581.94$ t.m = 3879.6 k-ft

$$\rho_{maks} = 0.75 \rho_b = 0.75 \left(\frac{0.85 \times \beta_1 \times f'_c}{f_y} \right) \left(\frac{87000}{87000 + f_y} \right)$$

$$\beta_1 = 0.85 - \left(\frac{f'_c - 4000}{1000} \right) 0.05 \geq 0.65$$

$$= 0.85 - \left(\frac{4000 - 4000}{1000} \right) 0.05 \geq 0.65$$

$$= 0.85 \geq 0.65 \text{ OK}$$

$$\rho_{maks} = 0.75 \left(\frac{0.85 \times 0.85 \times 4000}{40000} \right) \left(\frac{87000}{87000 + 40000} \right) = 0.0371$$

$$\rho_{min} = \frac{3 \sqrt{f'_c}}{f_y} = \frac{3 \sqrt{4000}}{40000} = 0.0047$$

Untuk nilai $f_y = 40000$ psi dan $f'_c = 4000$ psi

$$\rho_{max} = 0.0371$$

Tetapi tidak boleh kurang dari $\frac{200}{f_y} = \frac{200}{40000} = 0.005$

Mendimensi ukuran balok :

$$\frac{M_u}{\phi b d^2} = \rho f_y \left(1 - \frac{1}{1.7} \times \frac{\rho f_y}{f'_c} \right)$$

$$\frac{3879.6 \times 1000 \times 12}{0.9 \phi d^2} = 0.0371 \times 40000 \left(1 - \frac{1}{1.7} \times \frac{0.0371 \times 40000}{4000} \right)$$

$$b d^2 = 44587.82$$

nilai $b d^2$ dicoba dengan nilai b yang berbeda-beda :

b = 15 in maka nilai d = 55 in

b = 22 in maka nilai d = 46 in

b = 25 in maka nilai d = 43 in

diambil ukuran balok $b = 22$ in dan $d = 46$ in

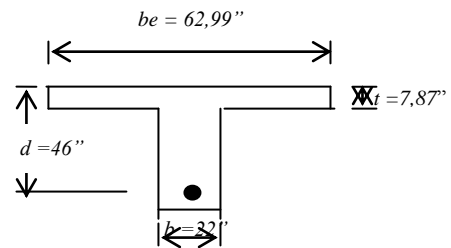
$$L = 984.3 \text{ in}, t = 7.87 \text{ in}, a = 68.9 \text{ in}$$

$$b_e = 1/4L = 1/4 \times 984.3 = 246.1 \text{ in}$$

$$b_e = 8.t = 8 \times 7.87 = 62.99 \text{ in}$$

$$b_e = a = 68.9 \text{ in}$$

Menghitung dimensi balok diambil nilai $b_e = 62,99$ in

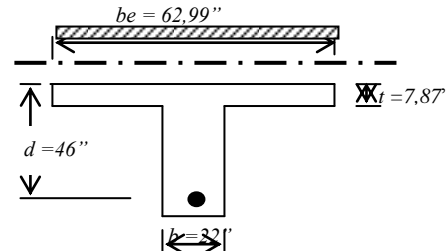


Gambar 1. Lebar Efektif dan Dimensi Penampang Balok

mengasumsikan lengan momen (z) sama dengan nilai terbesar dari 0.9d atau d - (t/2)

Menghitung Luas tulangan coba-coba $A_s \cdot f_y \cdot z = M_n$

menghitung nilai a dan z : $0.85 f'_c A_c = A_s \cdot f_y$



Gambar 2 Sumbu Netral Terletak Pada Flens

Perhitungan A_s dengan z :

$$A_s = \frac{M_n}{f_y \cdot z}, \text{ maka nilai a dan z : } A_c = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 f'_c}$$

Mencari nilai a dan z sebenarnya :

$$a = A_c / b, z = d - a/2$$

$$A_s \text{ dengan z hasil perhitungan } A_s = \frac{M_n}{f_y \cdot z}$$

Perhitungan tulangan tumpuan :

$$A_s' = \frac{M_n}{f_y \cdot (d-a/2)} = \frac{4310.7 \times 1000 \times 12}{40000 \times (46 - 26.8/2)} = 39.66 \text{ in}^2$$

Tulangan minimum :

$$A_{smin} = \frac{3 \sqrt{f'_c}}{f_y} b d = 4.8 \text{ in}^2 \text{ atau } 5.06 \text{ in}^2$$

$$A_{smin} = 4.8 \text{ in}^2 < A_s = 29.94 \text{ in}^2$$

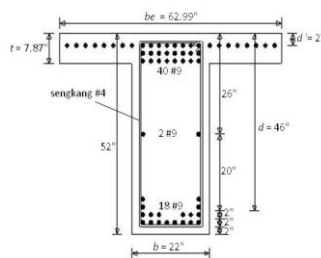
$$A_{smin} = 5.06 \text{ in}^2$$

tulangan maksimum :

$$A_{smax} = 57.313 \text{ in}^2 > A_s = 29.94 \text{ in}^2 \dots \text{ OK}$$

hasil dari perhitungan didapat, jumlah tulangan:

Tulangan tarik $A_S = 29.94 \text{ in}^2$
 Direncanakan menggunakan tulangan #9 ($\varnothing 29\text{mm}$)
 Dari tabel ACI, didapatkan Jumlah tulangan dalam satu baris = 8 batang, $b_{min} = 21.16 \text{ in}^2 < 22 \text{ in}^2$ OK
 Dari table Tabel ACI, didapatkan :
 Diambil tulangan 11 batang dengan $A_S = 10.99 \text{ in}^2$
 10 batang dengan $A_S = 9.99 \text{ in}^2$
 9 batang dengan $A_S = 8.99 \text{ in}^2$
 Jumlah seluruh tulangan = 30 batang
 Jumlah seluruh luas tulangan = 29.96 in^2
 $> 29.94 \text{ in}^2$ OK
 Tulangan tekan $A_S' = 39.66 \text{ in}^2$
 Direncanakan menggunakan tulangan #9 ($\varnothing 29\text{mm}$)
 Dari tabel ACI, didapatkan :
 Jumlah tulangan dalam satu baris = 8 batang
 $b_{min} = 21.16 \text{ in} < 22 \text{ in}$ OK
 Dari tabel A.4 (Tabel ACI), didapatkan :
 Diambil tulangan 15 batang dengan $A_S = 14.98 \text{ in}^2$
 13 batang dengan $A_S = 12.98 \text{ in}^2$
 12 batang dengan $A_S = 11.99 \text{ in}^2$
 Jumlah seluruh tulangan = 40 batang
 Jumlah seluruh luas tulangan = 39.95 in^2
 $> 39.66 \text{ in}^2$ OK



Gambar 3. Gambar dimensi balok induk jembatan beton dan Penulangan padaTumpuan

Perencanaan Balok Girder Baja

Perencanaan Balok dengan mutu baja balok girder: BJ 37 $f_y = 240 \text{ MPa}$ $f_U = 370 \text{ MPa}$
Pembebanan:

- Akibat beban sendiri $q_{DM} = 1.604 \text{ t/m}$
- Akibat muatan "D" $q_{LLT} = 5 \text{ kPa} = 0.5 \text{ t/m}^2$

Faktor Beban Dinamis (FBD)

Beban garis diatas lantai kendaraan $P_{LL} = 4.9 \text{ t/m}$, dipengaruhi oleh faktor dinamis dengan berpedoman Faktor Beban Dinamis RSNI T-02-2005

Dari pembacaan grafik bentang 25 m, diperoleh faktor beban dinamis $FBD = 40\%$, maka beban garis menjadi $P_{LL} = 1.4 \times 4.9 \text{ t/m} = 6.86 \text{ t/m}$

Beban dan momen total : $M_{Tot} = 150.4 + 243.6$
 $= 394.01 \text{ tm} = 39401250 \text{ kg.cm}$

Dimensi Profil:

Pelat badan direncanakan tinggi balok $d = 140 \text{ cm}$, tebal pelat sayap rencana $t_f = 2.5 \text{ cm}$, tTinggi $h = d - 2t_f = 140 - 2 \times 2.5 = 135 \text{ cm}$, Tebal pelat badan (t_w) $h/t_w > \lambda_r$

$t_w < 1350 / 164.6 = 8.2 \text{ mm}$, Jarak pengaku $a = 1250 \text{ mm}$.

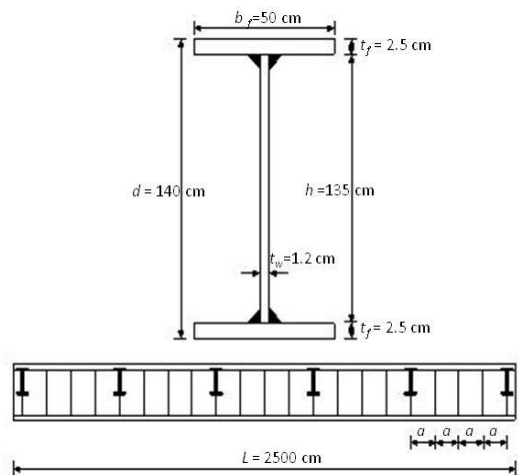
Pelat Sayap

diambil ukuran pelat sayap :

$t_f = 25 \text{ mm} \times b_f = 500 \text{ mm}$
 $A_f = 12500 \text{ mm}^2 > 12161 \text{ mm}^2$ OK

Gambar 4. Dimensi Profil Girder Baja

Perhitungan Balok Komposit dan Penghubung



Geser.

- Balok komposit

Pelat beton ditransformasikan ke penampang baja, sehingga : $\frac{b_e}{n} = \frac{175}{8} = 21.88 \approx 21 \text{ cm}$

- Menentukan lokasi sumbu netral

$\Sigma A = 420 + 412 = 832 \text{ cm}^2$

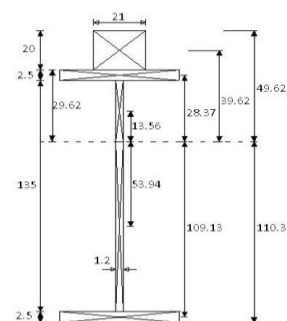
Jarak dari titik berat bahan ke sumbu paling atas (y):

- Pelat beton = $(1/2) 20 = 10 \text{ cm}$
- Pelat baja = $(1/2) 140 + 20 = 90 \text{ cm}$

Luas transformasi dikali jarak (A.y) :

- Pelat beton = $420 \times 10 = 4200 \text{ cm}^3$
 - Pelat baja = $412 + 90 = 37080 \text{ cm}^3$
- $\Sigma A.y = 4200 + 37080 = 41280 \text{ cm}^3$

$\bar{y} = \frac{\Sigma A.y}{\Sigma A} = \frac{41280}{832} = 49.62 \text{ cm}$ (diukur dari bagian atas pelat)



Gambar 5. Titik berat Komposit

Perhitungan momen inersia :
Balok beton = 673139.1 cm^4
Balok baja $I_{bj} = 2099746.2 \text{ cm}^4$
Momen inersia total = $I_{tot} = 2772885.26 \text{ cm}^4$
Penghubung geser direncanakan *stud connector*

$h = 100 \text{ mm}$ $d = 1/2'' = 12.7 \text{ mm}$
Jumlah *Stud* yang diperlukan :

$$N = \frac{V_k}{Q_n} = \frac{8925000}{4688931} = 190.3 \approx 191 \text{ buah}$$

Digunakan minimum 191 *stud* untuk $1/2$ bentang balok atau 382 buah *stud* untuk keseluruhan bentang.

Jarak antar *stud* adalah : $s = \frac{25000}{382/2} = 130 \text{ mm}$

Jarak minimum *stud* = $6d = 6 \times 12.7 = 76.2 \text{ mm}$

Jarak *stud* ke tepi ujung balok :

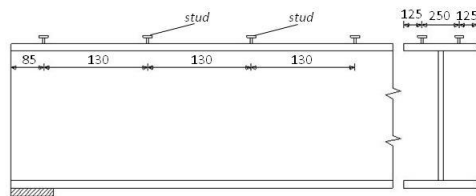
$$S_t = \frac{25000 - (130 - 191)}{2} = 85 \text{ mm}$$

Jarak antar *stud* arah melintang (*transversal*) :

$$s_{ts} = 1/2 \cdot b_f = 1/2 \times 500 = 250 \text{ mm} > S_{ts \text{ min}} = 50.8 \text{ mm} \text{ OK}$$

Jarak *stud* ke tepi flens :

$$s_{tf} = 1/4 \cdot b_f = 1/4 \times 500 = 125 \text{ mm}$$



Gambar 6. Jarak Stud Connector

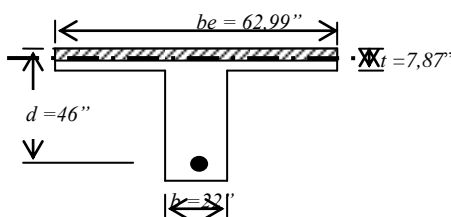
3. Hasil Analisa

Hasil analisa Perhitungan Balok Beton Konvensional didapatkan Berat sendiri $q_D = 3,436 \text{ t/m}^2$, Beban hidup "D": $q_L = 1,53 \text{ t/m}^2$, Beban trotoar $q_{Lt} = 0,85 \text{ t/m}^2$, Beban hidup $P_u = 20,41 \text{ t/m}$ dengan memakai mutu beton dan baja maka di dapat beton $f'_c = 4000 \text{ psi}$ dan baja tulangan $f_y = 40000 \text{ psi}$ besarnya momen yang diperoleh adalah : $M_u = 3879,6 \text{ k-ft}$ dan $\rho_{\text{max}} = 0,0371$.

Dimensi profil Balok beton

Profil balok memanjang dengan memakai balok persegi didapatkan nilai $bd^2 = 44587,82$ dimensi balok persegi di tentukan Lebar balok $b = 22 \text{ in}$, Tinggi balok $d = 46 \text{ in}$ penulangan dihitung dengan cara Balok T.

Llebar efektif sebesar : $b_e = 62,99 \text{ in}$, momen nominal sebesar : $M_n = 4310,7 \text{ k-ft}$, luas tulangan coba-coba diperoleh : $A_s = 30,74 \text{ in}^2$



Gambar 7. Balok T

Pembesian Balok Beton

sumbu netral balok terletak pada sayap, didapatkan luas tulangan tarik sebesar $A_s = 29,94 \text{ in}^2$ dan tulangan tekan sebesar $A_s' = 39,66 \text{ in}^2$

Tulangan yang digunakan sebanyak:

- tarik (lapangan) **30#9** ($\varnothing = 29 \text{ mm}$) $\rightarrow A_s = 29,96 \text{ in}^2$
- tekan (tumpuan) **40#9** $\rightarrow A_s = 39,95 \text{ in}^2$

Analisa Perhitungan Balok Girder Baja

Pembebanan

Pembebanan berpedoman dengan RSNI T-02-2005 (Standar Pembebanan Untuk Jembatan) dan RSNI T-03-2005 (Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan).

Hasil analisa didapat :

- a. Berat sendiri : $q_D = 1,925 \text{ t/m}^2$
- b. Beban hidup "D" : $q_L = 1,44 \text{ t/m}^2$
- c. Beban trotoar : $q_{Lt} = 0,80 \text{ t/m}^2$
- d. Beban hidup : $P_u = 20,41 \text{ t/m}$

Dengan memakai profil baja BJ 37

dengan $f_y = 240 \text{ MPa}$ dan

$f_u = 370 \text{ MPa}$ serta

Beban-besan yang telah didapat maka diperoleh :

Momen berat sendiri $M_D = 150,41 \text{ t.m}$

Momen muatan "D" $M_L = 243,6 \text{ t.m}$

Sehingga momen total : $M_{tot} = 394,01 \text{ t.m}$

Dimensi Profil Baja Girder

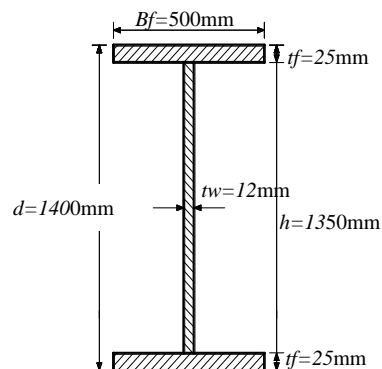
Dalam perhitungan ini, dipakai profil susun yang terdiri dari pelat badan (*web*) dan pelat sayap (*flens*.) Hasil perhitungan penampang sebagai berikut:

a. Pelat Badan (*web*)

- Tinggi balok rencana (d) = 1400 mm
- Tebal pelat sayap rencana (t_f) = 25 mm
maka tinggi pelat badan $h = 1350 \text{ mm}$
- \rightarrow Tebal pelat badan (t_w) diambil = 12 mm
 $\lambda_r = h/t_w = 112,5 < \lambda_r = 164,6$

b. Pelat Sayap (*flens*)

- Lebar pelat sayap (b_f) = 500 mm
- Luas penampang pelat sayap = 12500 mm^2



Gambar 8. Dimensi Profil Balok Baja

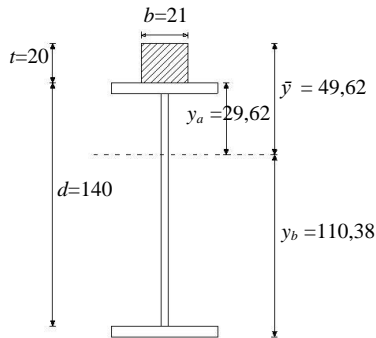
Balok Komposit

Balok komposit perpaduan dari dua macam material yang antara lain material beton (pelat lantai) dan material baja (profil balok memanjang).

Lebar efektif balok komposit (b_e) = 1750 cm

Transformasi $n \rightarrow$ nilai $b = 21$ cm

Transformasi pelat beton dan pelat baja = $420 \text{ cm}^2 + 412 \text{ cm} \rightarrow \Sigma A = 832 \text{ cm}^2$



Gambar 9. Letak Garis Netral pada Balok Komposit

Momen inersia balok beton (I_{bt}) = $673139,1 \text{ cm}^4$
 Momen inersia balok baja (I_{bj}) = $2099746,2 \text{ cm}^4$
 Momen inersia total (I_{tot}) = $2772885,3 \text{ cm}^4$

$$\sigma_s = 546,44 \text{ kg.cm}^2 < \bar{\sigma}_s = 1600 \text{ kg.cm}^2$$

$$\sigma_c = 54,484 \text{ kg.cm}^2 < \bar{\sigma}_c = 115 \text{ kg.cm}^2$$

Tegangan pada serat atas baja (f_{sa}) = $42,08 \text{ MPa} < f_u = 370 \text{ MPa}$

Tegangan pada serat bawah beton (f_c) = $8,813 \text{ MPa} < f_c' = 30 \text{ MPa}$

shear connector berbentuk stud dan dipakai ukuran :

Tinggi (h) = 100 mm

Diameter (d) = 12,7 mm

Jarak antar stud (s) melintang balok = 250 mm
 memanjang balok adalah : = 130 mm

Dari hasil perhitungan maka analisis yang dapat diambil adalah balok beton konvensional karena pembebanan dengan memakai mutu beton $f_c' = 4000$ dan baja tulangan $f_y = 40000$ psi diperoleh besar momen $M_u = 3879,6 \text{ k-ft}$, dan $\rho_{max} = 0,0371$, sedangkan balok girder baja masih memungkinkan untuk jembatan dengan bentang pendek, khususnya 25 meter.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pembebanan Balok beton konvensional dengan memakai mutu beton $f_c' = 4000$ psi dan baja tulangan $f_y = 40000$ psi diperoleh besar momen $M_u = 3879,6 \text{ k-ft}$, dan $\rho_{max} = 0,0371$.

2. Pembebanan Balok girder dengan memakai profil baja B_j 37 dengan $f_y = 240 \text{ MPa}$ dan $f_u = 370 \text{ MPa}$ didapat momen total $M_{tot} = 394,01 \text{ t.m}$
3. Balok beton konvensional dan balok girder baja masih memungkinkan untuk jembatan dengan bentang pendek, khususnya 25 meter.
4. Dengan balok beton konvensional atau balok girder baja, pelaksanaan dan pengadaanya lebih mudah.
5. Balok girder baja lebih ringan dari pada memakai balok girder prestress.

Daftar Pustaka

- [1] Asri, Rusman. 2012. “Balok Komposit (Composite Beam)”. Jurnal Bearing Vol 2. No 3. Juni 2012. Penerbit Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah. Palembang.
- [2] Kh, Sunggono Ir. 1995. “Buku Teknik Sipil”. Penerbit Nova. Bandung.
- [3] Manu, Agus Iqbal. 1995. “Dasar-dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang”. PT. Mediatama Sapta Karya. Jakarta.
- [4] McCormac, Jack C. 2003. “Desain Beton Bertulang Edisi Kelima Jilid 1”. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- [5] RSNI T-02-2005. “Standar Pembebanan Untuk Jembatan”. Badan Standar Nasional Jakarta.
- [6] RSNI T-03-2005. “Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan”. Badan Standar Nasional. Jakarta.
- [7] RSNI T-12-2004. “Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan”. Badan Standar Nasional. Jakarta.
- [8] Setiawan, Agus. 2008. “Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD”. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- [9] SNI 03-1729-2002. “Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung”. Badan Standar Nasional. Jakarta.
- [10] Wang, Chu-Kia dan Salmon, Charles G. 1994. “Disain Beton Bertulang Edisi keempat Jilid 1”. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- [11] Wight, James K. dan MacGregor. James G. 2009. “Reinforced Concrete Mechanics and Design Fifth Edition” Prentice-Hall, Inc. New Jersey