

Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Rangka Tipe *Parker* dengan Kontruksi Baja Bentang 60 Meter Desa Bram Itam Raya Kecamatan Bram Itam Kabupaten Tanjung Jabung Barat

¹M. Asmuni Jatoeb, ²Huzeirien M, ³Ali Mutoha

^{1,2}Dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi

³Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi

Email : asmunijatoeb@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan bangunan atas jembatan rangka baja menggunakan tipe *parker truss* yang meliputi perhitungan sandaran, pelat lantai, dimensi gelagar memanjang dan melintang, perencanaan gelagar rangka, sambungan, dan penghubung geser. Pembebanan pada jembatan menggunakan SNI 1725 – 2016. Jembatan ini terletak di Desa Bram Itam Raya Kecamatan Bram Itam Kabupaten Tanjung Jabung Barat, merupakan jembatan penghubung ruas jalan utama Kecamatan Bram Itam menuju Kecamatan Pengabuan di Kabupaten Tanjung Jabung Barat. Perencanaan struktur baja menggunakan pendekatan Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK). Gaya batang dihitung dengan menggunakan metode garis pengaruh. Hasil perencanaan adalah pipa sandaran diameter 76,3 mm, pelat lantai beton bertulang tebal 20 cm dan penghubung geser diameter 24 mm, gelagar memanjang menggunakan IWF 400x200x7x11, gelagar melintang IWF 800x300x14x26, batang atas ($A_1=A_8$, $A_2=A_7$, $A_3=A_6$, $A_4=A_5$) dan batang diagonal ($D_1 = D_{10}$) IWF 400x400x18x24, batang diagonal ($D_2=D_9$, $D_3=D_8$, $D_4=D_7$, $D_5=D_6$) IWF 400x400x11x18, batang vertikal ($V_2=V_8$, $V_3=V_7$) IWF 400x300x9x14, ($V_1=V_9$, $V_4=V_6$, V_5) IWF 400x200x7x11, batang bawah ($B_1=B_{10}$, $B_2=B_9$) IWF 400x400x11x18, ($B_3=B_8$, $B_4=B_7$, $B_5=B_6$) IWF 400x400x20x35, Alat sambung yang digunakan yaitu baut, diameter baut yang digunakan untuk rangka batang yaitu 30 mm, untuk gelagar memanjang ke gelagar melintang 20 mm, dan untuk gelagar melintang ke galagar rangka 27 mm, serta tebal pelat sambung 20 mm.

Kata Kunci: Jembatan Rangka Baja Tipe Parker, DFBK, Garis Pengaruh.

PENDAHULUAN

Jembatan merupakan sarana transportasi yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Seiring dengan berkembangnya teknologi dan perekonomian, pembangunan jembatan dengan bentang panjang dan kuat akan sangat dibutuhkan mengingat fungsi jembatan sebagai penghubung antara satu daerah dengan daerah lain. Oleh karena itu, diperlukannya penguasaan teknologi jembatan baik dari aspek perencanaan, peralatan dan material. Dalam perencanaan pembangunan jembatan dengan bentang panjang maka membutuhkan teknologi struktur jembatan yang kuat dan ringan sehingga mampu menahan beban-beban yang bekerja pada jembatan. Material ringan dan struktur kuat yang sering dipakai pada konstruksi jembatan pada umumnya berupa rangka baja. Rangka baja sendiri memiliki beberapa tipe, salah satu tipenya adalah tipe *parker truss*.

Jembatan yang terletak di Desa Bram Itam Raya Kecamatan Bram Itam memiliki panjang jembatan 60 meter. Jembatan ini merupakan penghubung antara Kecamatan Bram Itam dengan Kecamatan Pengabuan. Kondisi jembatan yang sudah tua membuat jembatan ini mengalami korosi pada bagian-bagian jembatan. Bahkan saat ini sudah mengalami kerusakan seperti, keropos pada tiang jembatan sehingga dikhawatirkan akan mengurangi kekuatan dari jembatan tersebut, ditambah lagi peningkatan kepadatan arus lalu lintas, oleh karena itu diperlukan suatu solusi untuk menghindari ambruknya struktur jembatan. Selain itu tiang jembatan juga menghambat transportasi air, seperti pompong yang mengangkut hasil perkebunan masyarakat.

Jembatan ini memiliki bentang yang panjang cukup panjang, maka diperlukan struktur jembatan yang kuat dan ringan sehingga mampu menahan beban-beban yang bekerja pada jembatan. Material ringan dan struktur kuat yang sering dipakai pada konstruksi jembatan pada umumnya berupa rangka baja. Selain itu material baja dipilih karna material baja mempunyai kekuatan yang tinggi, tahan terhadap cuaca, pelaksanaan yang lebih cepat karena melalui pabrikasi tanpa harus dibuat di lapangan, dan dapat mengikuti bentuk-bentuk yang lebih bervariasi. Oleh sebab itu, penulis melakukan perencanaan struktur baja sebagai Penelitian dengan judul “Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Rangka Tipe *Parker* Dengan Kontruksi Baja Bentang 60 Meter Desa Bram Itam Raya Kecamatan Bram Itam Kabupaten Tanjung Jabung Barat”.

Metode Perhitungan Perencanaan Struktur Atas

Perhitungan Sandaran

Sandaran selain berfungsi sebagai pembatas jembatan juga sebagai pagar pengaman baik bagi kendaraan maupun pejalan kaki. Sandaran terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

1. Pipa sandaran *Railing*
2. Tiang sandaran Rail post

Perhitungan Pelat Lantai Kendaraan

1. Data perencanaan
2. Perhitungan momen lentur pada pelat lantai kendaraan
 - a. Akibat beban mati
 - b. Akibat beban hidup (T)

Untuk perhitungan kekuatan lantai kendaraan atau sistem lantai kendaraan jembatan harus digunakan beban "T" yaitu beban yang merupakan kendaraan truk yang mempunyai beban roda ganda (*Dual Wheel Load*) sebesar 10 ton.

3. Perhitungan tulangan pelat lantai kendaraan

Momen nominal rencana :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

Koefisien ketahanan (R_n) :

$$R_n = \frac{M_n \text{ perlu} * 10^6}{b * d^2}$$

Rasio tulangan :

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 * f_{rc}}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * R_n}{0,85 * f_{rc}}} \right)$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} > \rho_{\text{perlu}}$$

Digunakan ρ_{min}

$$A_{s\text{perlu}} = \rho_{\text{min}} * b * d$$

Rencana tulangan pokok :

$$A_{\text{tul}} = \frac{1}{4} * \pi * D^2$$

Jarak antar tulangan :

$$S = \frac{A_{\text{tul}} * b}{A_{s\text{perlu}}}$$

$$A_{s\text{pakai}} = \frac{A_{\text{tul}} * b}{S} > A_{s\text{perlu}}$$

$$a = \frac{A_{s\text{pakai}} * f_y}{0,85 * f'_{rc} * b}$$

$$m_n = A_{s\text{pakai}} * f_y * (d - \frac{1}{2}a) > m_n \text{ perlu}$$

Rencana Tulangan bagi / susut :

$$A_s = 0,002 * b * h$$

$$A_{\text{tul}} = \frac{1}{4} * \pi * \phi^2$$

$$A_{s\text{pakai}} = \frac{A_{\text{Tul}} * b}{S} > A_s$$

Gelagar Memanjang dan Melintang

1. Pembebanan

- a. Beban mati

Beban mati terdiri atas sumbangan dari berat sendiri plat lantai, perkerasan, air hujan, dan gelagar baja.

- b. Beban hidup

Beban hidup ini terdiri atas beban terbagi rata (BTR), dan beban garis terpusat (BGT).

- c. Momen maksimum beban mati dan beban hidup

$$M_{DL} = \left(\frac{1}{8} * q_{DL} * L^2 \right) * 1,2$$

$$M_{LL} = \left(\frac{1}{4} * P_{LL} * L \right) * 1,6$$

2. Perhitungan analisa penampang komposit

$$A_c = \left(\frac{b_e}{n} * h_c \right)$$

$$A_{tot} = \left(\frac{b_e}{n} * h_c \right) + A_s$$

$$S_{xo} = \left(\frac{b_e}{n} * h_c * y_c \right) + (A_s * y_s)$$

$$y_b = \frac{S_{xo}}{A_{tot}}$$

$$y_a = (h_s + h_c) - y_b$$

$$I_{xcomp} = \left(\frac{1}{12} * \frac{b_e}{n} * h_c^3 \right) + \left(\frac{b_e}{n} * h_c * y_1^2 \right) + I_x + (A_s * y_2^2)$$

Perhitungan tegangan lentur sistem terlayang.

a. Beban mati dipikul profil baja dan beban hidup di plat komposit

a) Tegangan lentur akibat beban mati pada baja

$$f_{sb1} = f_{sa1} = \frac{M_{DL}}{\phi * W_x * 1,1}$$

b) Tegangan lentur akibat beban hidup

1) Baja

$$f_{sb2} = \frac{M_{LL} * y_b}{\phi * I_{xcomp} * 1,1}$$

$$f_{sa2} = \frac{M_{LL} * y_3}{\phi * I_{xcomp} * 1,1}$$

2) Beton

$$f_{cb} = \frac{M_{LL} * y_3}{\phi * I_{xcomp} * n}$$

$$f_{ca} = \frac{M_{LL} * y_a}{\phi * I_{xcomp} * n}$$

b. Lendutan

$$\delta = \frac{S * q_{DL} * L^4}{384 * E * I_{xcomp}} + \frac{P_{LL} * L^3}{48 * E * I_{xcomp}} \leq \frac{1}{300} * L$$

Jika ya maka dimensi gelagar aman.

Analisis Gaya Batang

Untuk menghitung gaya batang, digunakan metode garis pengaruh. Angka – angka yang didapat dari garis pengaruh gaya batang akibat beban mati dan gaya batang akibat beban hidup selanjutnya dikombinasikan.

Dimensi Profil

Setelah gaya batang didapat, dilanjutkan dengan perencanaan profil.

1. Kontrol terhadap batang tekan

Beban kritis yang menyebabkan tekuk tersebut telah dirumuskan oleh Euler.

Sampai saat ini rumus tersebut tetap d jadikan dasar menentukan kuat nominal batang tekan (Pn).

$$P_n = F_{cr} * A_g$$

Tegangan kritis, F_{cr} dihitung berdasarkan syarat berikut, jika

a) $\frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ atau $\frac{F_y}{F_e} \leq 2,25 \Rightarrow$ tekuk inelastis, maka:

$$F_{cr} = [0,658^{f_y/F_e}] * f_y$$

b) $\frac{KL}{r} > 4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ atau $\frac{F_y}{F_e} > 2,25 \Rightarrow$ tekuk elastis, maka:

$$F_{cr} = 0,877 F_e$$

dimana F_e = tegangan tekuk Euler (elastis) sebagai berikut:

$$F_e = \frac{\pi^2 \times E}{\lambda^2}, \text{ sedangkan } \lambda = \frac{KL}{r}$$

2. Kontrol terhadap batang tarik

Leleh $\Rightarrow \phi P_n = 0,9 * f_y * A_g$

Fraktur $\Rightarrow \phi P_n = 0,75 * f_u * A_e = 0,75 * 0,85 * A_g = 0,638 A_g$

$A_e = 0,85 A_g$

$0,9 \times A_g * f_y = \phi P_u$

$A_g = \frac{\phi P_u}{0,9 * f_y}$

$0,638 A_g * f_u = P_u$

$A_g = \frac{\phi P_u}{0,638 \times f_u}$

Diambil A_g yang terbesar

$A_g > A_g \text{ perlu}$

$\frac{L}{r_y} \leq 300$

$\phi P_n = 0,9 * A_g * f_y$

$\phi P_n = 0,638 * A_g * f_u$

Dari persamaann tersebut diambil yang terkecil.

Perencanaan Sambungan

Jenis-jenis alat sambung pada konstruksi baja adalah paku keling (*rivet*), baut dan las. Baut Dua tipe dasar baut mutu tinggi yang distandarkan oleh ASTM adalah tipe A325 dan A490. Baut A325 terbuat dari baja karbon yang memiliki kuat leleh 560 – 630 MPa, baut A490 terbuat dari baja alloy dengan berkisar antara 1/2 - 1 1/2 in, yang sering digunakan dalam struktur bangunan berdiameter 3/4 dan 7/8 in, dalam desain jembatan antara 7/8 hingga 1 in.

Tabel 1. Tipe-Tipe Baut

Tipe Baut	Diameter (mm)	Proof Stress (MPa)	Kuat Tarik Min. (MPa)
A307	6,35-104	-	60
A325	12,7-25,4	585	825
28,6-38,1	510	725	
A490	12,7-38,1	825	1035

Sumber: Agus Setiawan (2008)

Tahanan Nominal Baut

Suatu baut yang memikul beban terfaktor R_u , sesuai persyaratan DFBK harus memenuhi:

$R_u \leq \phi \cdot R_n$

Dengan R_n adalah tahanan nominal baut sedangkan ϕ adalah faktor reduksi yang diambil sebesar 0,75. Besarnya R_n berbeda-beda untuk masing-masing tipe sambungan.

a. Tahanan Geser Baut

Tahanan nominal satu buah baut yang memikul gaya geser memenuhi persamaan :

$R_n = m * r_l * f_u^b * A_b$

Dengan: $r_l = 0,50$ untuk baut tanpa ulir pada bidang geser

$r_l = 0,40$ untuk baut dengan ulir pada bidang geser

$f_u^b =$ kuat tarik baut (kg/cm²)

$A_b =$ luas bruto penampang baut (cm²)

$m =$ jumlah bidang geser

b. Tahanan Tarik Baut

Baut yang memikul gaya tarik tahanan nominalnya dihitung menurut:

$R_n = 0,75 * f_u^b * A_b$

Persamaan diatas berlaku untuk semua baut, sedangkan untuk lubang baut selot panjang tegak lurus arah gaya berlaku:

$$R_n = 2,0 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u$$

c. Tahanan Tumpu Baut

Tahanan tumpu nominal tergantung kondisi yang terlemah dari baut atau komponen pelat yang disambung. Besarnya ditentukan sebagai berikut:

$$R_n = 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u$$

Dengan: d_b = diameter baut pada daerah tak berulir (cm)
 t_p = tebal pelat (cm)
 f_u = kuat tarik putus terendah dari pelat (kg/cm²)

Tata letak baut

$$3d_b < S < 15t_p \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$1,5d_b < S_1 < (4t_p + 100\text{mm}) \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

Las

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan bahan logam yang menghasilkan peleburan bahan dengan pemanasannya hingga suhu yang tepat dengan atau tanpa pemberian tekanan dan dengan atau tanpa pemakaian bahan pengisi.

Tahanan Nominal Sambungan Las

Filosofi umum dari DFBK terhadap persyaratan keamanan suatu struktur, dalam hal ini terutama untuk las, adalah terpenuhinya persamaan: $\phi R_{mw} \geq R_u$

Dengan: ϕ = faktor ketahanan
 R_{mw} = tahanan nominal per satuan panjang las (N/mm)
 R_u = beban terfaktor per satuan panjang las (N/mm)

Kuat rencana per satuan panjang las sudut, ditentukan sebagai berikut:

$$\phi R_{mw} = 0,75 t_e (0,6 f_{uw})$$

Tebal efektif (t_e) las sudut adalah jarak nominal terkecil dari kemiringan las dengan titik sudut didepannya. Asumsikan bahwa las sudut mempunyai ukuran kaki yang sama (a), maka tebal efektif adalah $0,707a$. Jika ukuran las tak sama panjang, maka tebal efektif harus dihitung dengan memakai hukum-hukum trigonometri.

Beban eksentris normal pada bidang las

Akibat geser langsung :

$$(R_n)_v = \frac{\frac{1}{4} \cdot D_{max}}{A}$$

Akibat Momen :

$$(R_n)_t = \frac{M \cdot c}{I}$$

Resultan Gaya :

$$\phi R_n \text{ perlu} = \sqrt{(R_n)_v^2 + (R_n)_t^2}$$

Tahanan Las :

$$\phi R_{nw} = \phi \cdot t_e \cdot 0,6 \cdot f_{uw} =$$

$$a_{\text{perlu}} = \frac{\phi R_n \text{ perlu}}{\phi R_{nw}}$$

Penghubung Geser (Shear Connector)

Dengan Q_n adalah kuat geser minimal satu buah penghubung geser. Jenis penghubung geser yang disyaratkan dalam SNI 03-1729-2002 pasal 12.6.1 adalah berupa jenis paku berkepala (stud) dengan panjang dalam kondisi terpasang tidak kurang dari 4 kali diameternya, atau berupa penampang baja kanal gilas.

Kuat nominal penghubung geser jenis paku yang ditanam di dalam pelat beton masif, ditentukan sesuai pasal 12.6.3, yaitu:

$$Q_n = 0,5 * A_{sc} * (\sqrt{f'_c * E_c} < A_{sc} * f_u$$

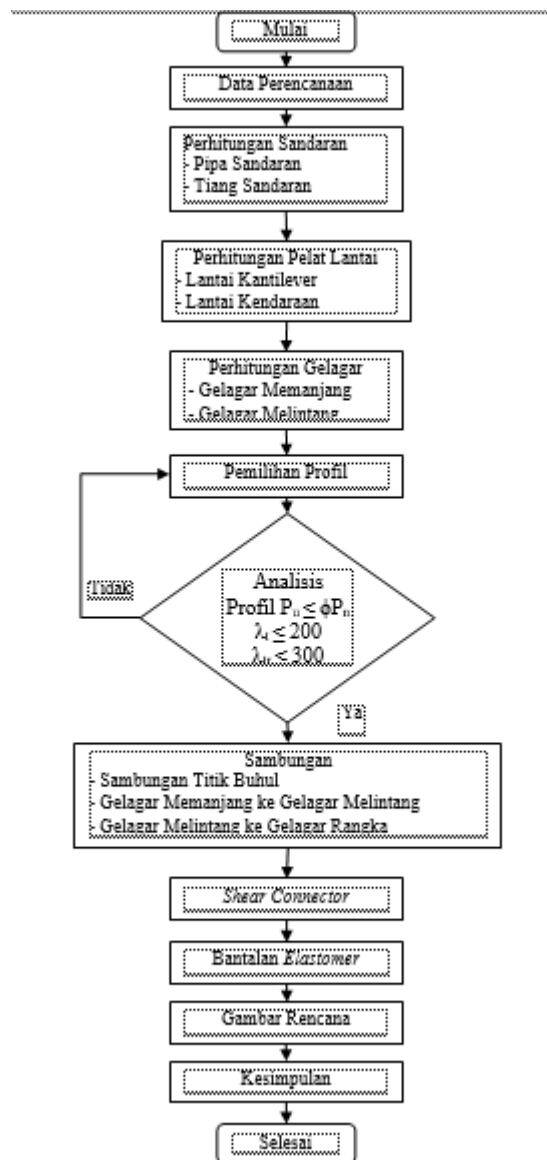
$$A_{sc} = \frac{1}{4} * \pi * d^2$$

$$E_c = 4700 * (\sqrt{f'_c})$$

$$n = \frac{V_h}{Q_n}$$

METODE PENELITIAN

Berikut ini prosedur penelitian berupa tahapan yang akan dilalui mulai dari langkah awal hingga tercapainya tujuan penelitian.



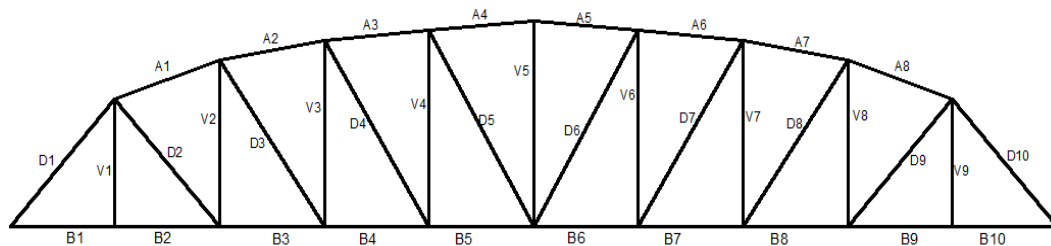
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kriteria Perencanaan

- Bentang jembatan : 60 m
- Jenis jembatan : Struktur Rangka Baja
- Bangunan atas
 - a. Lantai jembatan
 - Lebar lantai jembatan : 9 m
 - Mutu beton : K-350 ($f'_c = 0,083 \times 350 = 29,05 \text{ MPa}$)

- Tebal pelat lantai : 20 cm
- b. Lantai trotoar
 - Lebar Lantai Trotoar : 2 x 1 m
 - tebal : 25 cm
 - Mutu beton : K-175
- Jumlah Gelagar Memanjang : 5 buah
- Mutu Baja (rangka utama) : BJ 55 ($f_y = 410 \text{ MPa}$, $f_u = 550 \text{ Mpa}$)
- Mutu Baja (gelagar) : BJ 37 ($f_y = 240 \text{ Mpa}$, $f_u = 370 \text{ MPa}$)
- E baja (E_s) : 200.000 MPa
- Alat Penyambung : Pelat dan baut
- Beban Angin : $1,46 \text{ N/mm} = 146 \text{ kg/m}^2$
-



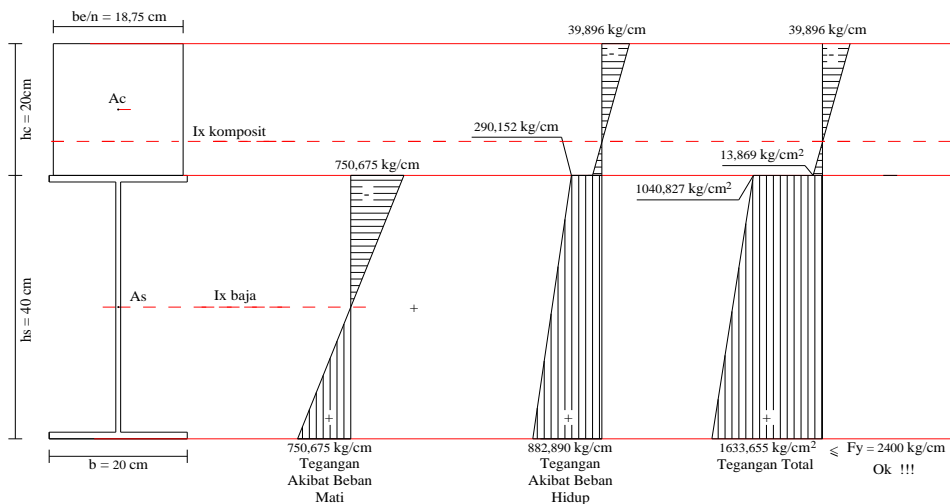
Gambar 2. Jembatan Tipe Parker

Gelagar Memanjang

Hasil perhitungan beban mati dan beban hidup :

$$M_{DL} = 6,255 \text{ ton.m} * 1,2 = 7,506 \text{ ton.m}$$

$$M_{LL} = 10,520 \text{ ton.m} * 1,6 = 16,832 \text{ ton.m}$$



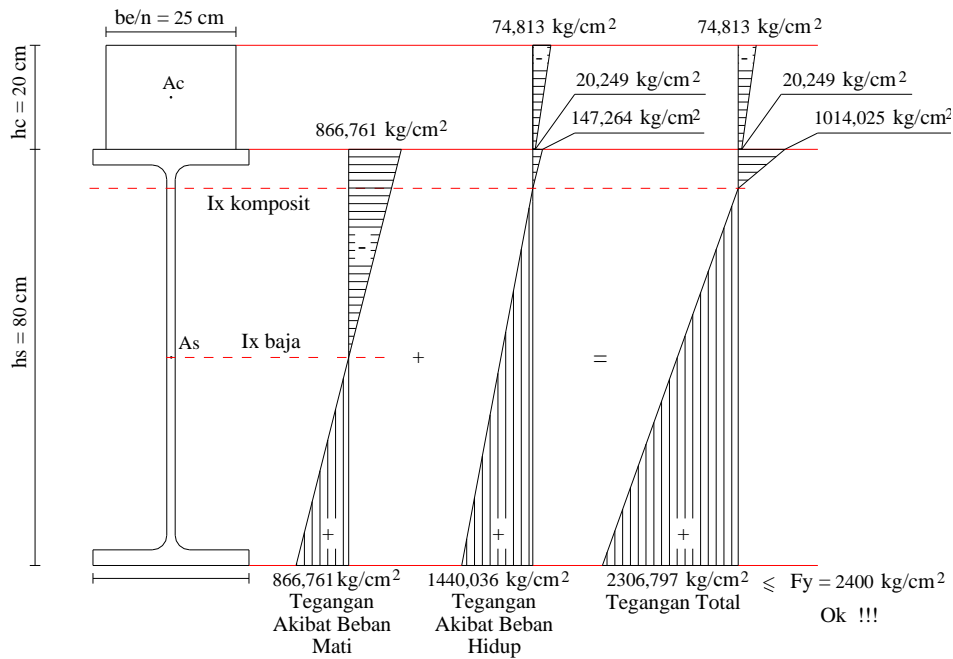
Gambar 3. Penampang dan tegangan yang terjadi pada Gelagar Memanjang

Gelagar Melintang

Hasil perhitungan beban mati dan beban hidup :

$$M_{DL} = 50,691 \text{ ton.m} * 1,2 = 60,829 \text{ ton.m}$$

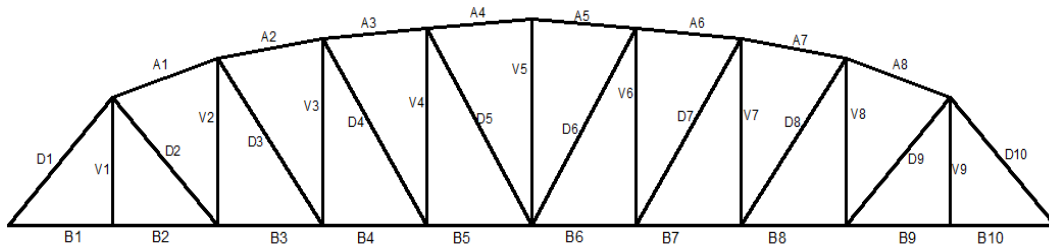
$$M_{LL} = 91,369 \text{ ton.m} * 1,6 = 146,190 \text{ ton.m}$$



Gambar 4. Penampang dan tegangan yang terjadi pada Gelagar Melintang

Gelagar Rangka

Untuk menghitung gaya batang, digunakan metode garis pengaruh. Angka- angka yang didapat dari garis pengaruh gaya batang akibat beban mati dan gaya batang akibat beban hidup selanjutnya dikombinasikan.



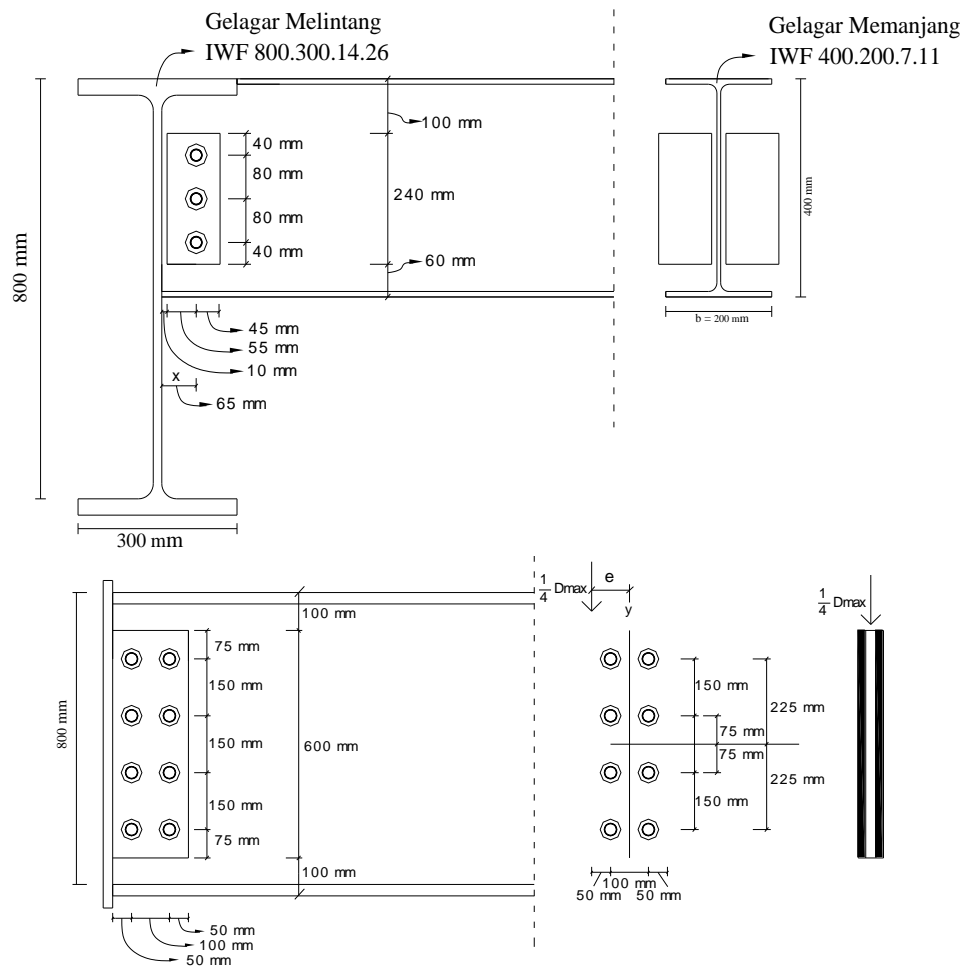
Gambar 5. Penomoran Rangka batang

(A ₁ = A ₈ , A ₂ = A ₇ , A ₃ = A ₆ , A ₄ = A ₅) tekan	: Baja IWF 400 x 400 x 18 x 24
(D ₁ = D ₁₀) tekan	: Baja IWF 400 x 400 x 18 x 24
(D ₂ = D ₉ , D ₃ = D ₈ , D ₄ = D ₇ , D ₅ = D ₆) tarik	: Baja IWF 400 x 400 x 11 x 18
(V ₂ = V ₈ , V ₃ = V ₇) tekan	: Baja IWF 400 x 300 x 9 x 14
(V ₁ = V ₉ , V ₄ = V ₆ , V ₅) tarik	: Baja IWF 400 x 200 x 7 x 11
(B ₁ = B ₁₀ , B ₂ = B ₉) tarik	: Baja IWF 400 x 400 x 11 x 18
(B ₃ = B ₈ , B ₄ = B ₇ , B ₅ = B ₆) tarik	: Baja IWF 400 x 400 x 20 x 35

Dimensi memenuhi syarat.

Sambungan

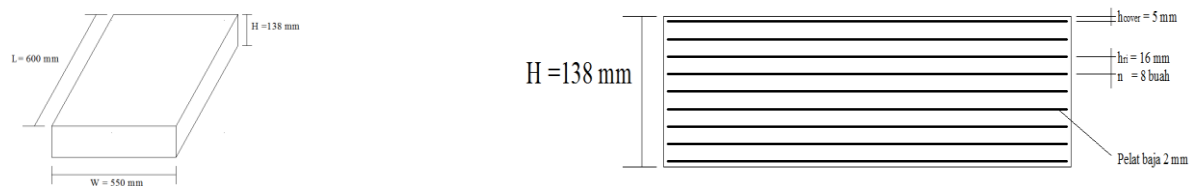
Diameter baut yang digunakan untuk rangka batang yaitu Dia 30 mm, untuk gelagar memanjang Dia 20 mm, dan untuk gelagar melintang Dia 37 mm. Tebal pelat sambung yang digunakan adalah 2 cm.



Gambar 6. Sambungan hasil perhitungan

Perhitungan Bantalan Elastomer

Perhitungan perancangan bantalan elastomer berlapis berdasarkan daya layan (METODE – A, AASHTO BRIDGE DESIGN EDITION 2007) didapatkan dimensi bantalan elastomer seperti gambar berikut ini:



Gambar 7. Dimensi Elastomer

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan dan perhitungan struktur atas jembatan rangka baja tipe parker, dengan bentang jembatan 60 m dan lebar jembatan 10 m, diperoleh:

1. Pelat lantai jembatan memiliki tebal 20 cm menggunakan beton bertulang K-350 dengan penulangan D14-150 untuk tulangan pokok dan Ø12-150 untuk tulangan susut.
2. Gelagar memanjang memakai profil IWF 400 x 200 x 7 x 11
3. Gelagar melintang memakai profil IWF 800 x 300 x 14 x 26
4. Profil yang digunakan untuk gelagar batang atas ($A_1 = A_8, A_2 = A_7, A_3 = A_6, A_4 = A_5$) tekan: Baja IWF 400 x 400 x 18 x 24
5. Profil yang digunakan untuk gelagar batang diagonal ($D_1 = D_{10}$) tekan: Baja IWF 400x 400 x 18 x 24

6. Profil yang digunakan untuk gelagar batang diagonal ($D_2 = D_9$, $D_3 = D_8$, $D_4 = D_7$, $D_5 = D_6$) tarik: Baja IWF 400x 400 x 11 x 18
7. Profil yang digunakan untuk gelagar batang vertikal ($V_2 = V_8$, $V_3 = V_9$) tekan: Baja IWF 400 x 300 x 9 x 14
8. Profil yang digunakan untuk gelagar batang vertikal ($V_1 = V_9$, $V_4 = V_6$, V_5) tarik: Baja IWF 400 x 200 x 7 x 11
9. Profil yang digunakan untuk gelagar batang bawah ($B_1 = B_{10}$, $B_2 = B_9$) tarik: Baja IWF 400 x 400 x 11 x 18
10. Profil yang digunakan untuk gelagar batang bawah ($B_3 = B_8$, $B_4 = B_7$, $B_5 = B_6$) tarik: Baja IWF 400 x 400 x 20 x 35
11. Dari hasil analisis perhitungan struktur seluruh dimensi yang direncanakan memenuhi syarat kekuatan dan keamanan struktur.

DAFTAR PUSTAKA

-2016. "*Pembebanan Untuk Jembatan, SNI 1725-2016*", Badan Standarisasi Nasional, Jakarta: 2016
-2010. *Perencanaan Teknik Jembatan*, Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta: 2010
-2007. *Bridge Design Engineering*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta: 2010
- Agus Iqbal Manu. 1995. *Dasar-Dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang*. PT Mediatama Saptakarya, DPU
- Agus Setiawa. 2008. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*. Semarang: Penerbit Erlangga.
- Asiyanto. 2011. *Metode Konstruksi Jembatan Rangka Baja*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Heinz Frick.1978. *Mekanika Teknik 2*. Yogyakarta: Kanisius.
- Herry Vaza. 2010. *Perencanaan Teknik Jembatan*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta: 2010.
- Rudy Gunawan. 1993. *Tabel Profil Konstruksi Baja*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Thamrin Nasution. 2012. *Modul 3 Pengenalan Jembatan Baja*. Medan: Institut Teknologi Medan.
- Wiryanto Dewobroto. 2015. *Struktur Baja*, Edisi Kedua. Tangerang: Universitas Pelita Harapan.