

Evaluasi Jembatan Rangka Baja Kampung Erambu – Toray Distrik Sota Kabupaten Merauke

Yeni Eriani¹, Budi Doloksaribu¹, Dewi Sriastuti Nababan^{1,*}

¹Teknik Sipil, Universitas Musamus
Merauke, Indonesia

yenierianinani@gmail.com, budi@unmus.ac.id, nababan@unmus.ac.id*

Abstrak – Jembatan Erambu-Toray merupakan suatu prasarana yang dibangun untuk memenuhi kebutuhan transportasi dan menghubungkan antara Kampung Erambu-Toray. Seiring meningkatnya kebutuhan masyarakat akan jembatan tersebut, maka kebutuhan kendaraan meningkat pula. Hal ini tentunya menimbulkan beban maksimum terhadap jembatan dari pengaruh kendaraan tersebut. Tujuan penulisan ini adalah untuk mengevaluasi kekuatan struktur atas jembatan rangka baja Kampung Erambu dengan Kampung Toray. Perhitungan struktur atas jembatan meliputi pembebanan pada jembatan yang mengacu pada SNI 1725:2016, menganalisa beban yang bekerja menggunakan program SAP 2000 v14. Perhitungan struktur rangka baja jembatan mengacu pada SNI 1729:2015 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Berdasarkan hasil penelitian tentang analisa perhitungan diperoleh kapasitas penampang batang lentur $\phi.M_n = 2.305,8 \text{ kN.m}$ pada gelagar melintang profil WF 700.300.13.24. Kapasitas penampang batang lentur $\phi.M_n = 197,33 \text{ kN.m}$ pada gelagar memanjang profil WF 244.175.7.11. Kapasitas penampang ikatan angin profil L 150.150.18 pada batang tekan $\phi.P_n = 351,55 \text{ kN}$ dan batang tarik $\phi.P_n = 824,175 \text{ kN}$. Kapasitas penampang rangka induk profil WF 400.400.18.18 pada batang tekan $\phi.P_n = 6.391,86 \text{ kN}$ dan batang tarik $\phi.P_n = 4.056,53 \text{ kN}$. Sambungan digunakan baut diameter 40 mm, diperoleh kapasitas satu baut sebesar $\phi.R_n = 350,424 \text{ kN}$.

Kata kunci; Jembatan, rangka baja, SAP 2000

Abstract - The Erambu-Toray Bridge is an infrastructure built to meet transportation needs and connect between Kampung Erambu Toray. As the community's need for the bridge increases, the demand for vehicles also increases. Of course, this creates a burden maximum to the bridge from the influence of the vehicle. The writing purpose is to evaluate the strength of the superstructure of the steel frame bridge between Erambu village and Toray village. The calculation of the bridge's structure includes the loading on the bridge, which refers to SNI 1725:2016, and analyzes the workload using the SAP 2000 v14 program. Calculating the steel frame structure of the bridge refers to SNI 1729:2015 concerning Specifications for Steel Buildings Structural. Based on the research results on the calculation analysis obtained

capacity section of bending bar $\phi.M_n = 2.305.8 \text{ kN.m}$ in cross-section girder WF profile 700.300.13.24. Bending bar cross-sectional capacity $\phi.M_n = 197.33 \text{ kN.m}$ at WF profile longitudinal beam 244.175.7.11. Wind bond cross-sectional capacity profile L 150.150.18 on compression rod $\phi.P_n = 351.55 \text{ kN}$ and tension rod $\phi.P_n = 824.175 \text{ kN}$. Mainframe sectional capacity of WF profile 400.400.18.18 at compression rod $\phi.P_n = 6391.86 \text{ kN}$ and tension rod $\phi.P_n = 4056.53 \text{ kN}$. The connection used bolts with a diameter of 40 mm, obtaining a capacity of one bolt of $\phi.R_n = 350.424 \text{ kN}$.

Keywords; Bridge; steel frame; SAP 2000.

1. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan sarana transportasi yang dibuat untuk menyeberangi lembah ataupun rintangan seperti sungai, rel kereta api ataupun jalan raya[1]. Jembatan memiliki fungsi yang sangat penting bagi sistem transportasi, dengan adanya bangunan jembatan akan didapat rute tujuan yang lebih singkat dan biaya yang lebih ekonomis dibandingkan dengan membuat jalan memutar untuk menghindari hambatan tersebut[2]. Melihat pentingnya fungsi dari suatu jembatan maka pembuatan jembatan harus memenuhi sifat aman, ekonomis, tahan lama, kemudahan pemeliharaan dan perbaikan dengan menggunakan standar perencanaan jembatan. Jembatan rangka baja merupakan struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang baja yang dihubungkan satu dengan yang lain. Beban dan muatan yang dipikul oleh struktur ini akan diuraikan dan disalurkan pada rangka batang, sebagai gaya – gaya tekan dan tarik, melalui titik – titik pertemuan batang (titik buhul)[3].

Seiring meningkatnya kebutuhan masyarakat akan jembatan tersebut, maka kebutuhan kendaraan meningkat pula. Jembatan yang ada pada saat ini kurang berfungsi dengan baik sebab lantai jembatan masih terbuat dari kayu, Sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan karena Jembatan Erambu merupakan jembatan penghubung antara Kampung Erambu-Toray.

Hal ini membuat evaluasi jembatan merupakan hal yang penting untuk mengevaluasi kembali jembatan tersebut tentu harus menganalisis perhitungan pembebanan jembatan yang mengacu pada SNI 1725:2016 dan perhitungan struktur atas jembatan rangka baja yang mengacu pada SNI 1729:2015.

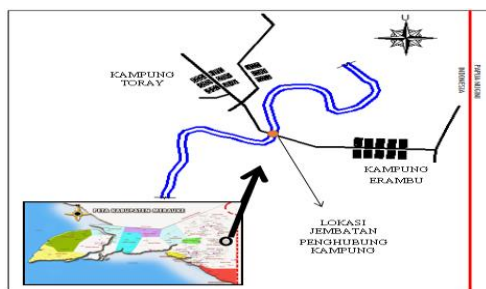
Kajian tentang evaluasi jembatan rangka baja telah banyak dilakukan. Akan tetapi penelitian ini dilakukan pada struktur jembatan yang memiliki bentangan yang cukup besar dengan bentang terpanjang sebesar 60 meter. Namun penelitian ini hanya berfokus pada pembebanan jembatan, dan analisa struktur atas jembatan[4][5].

Penelitian ini bertujuan mengetahui kekuatan dan keamanan konstruksi jembatan rangka baja melalui evaluasi pembebanan pada jembatan, menganalisa gaya-gaya yang bekerja pada struktur atas jembatan rangka baja.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian berada pada koordinat $8^{\circ}00'34,7''$ LS dan $140^{\circ}58'37,4''$ BT yang menghubungkan antara Kampung Erambu dengan Kampung Toray. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Peta Lokasi penelitian

2.2. Teknik pengumpulan data

Data yang digunakan pada penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini yaitu pengukuran bentang jembatan, dimensi profil baja, lebar jembatan, dan diameter baut yang diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan. Data sekunder diperoleh data beban yang digunakan dari SNI 1725:2016.

2.3. Analisa data

a. Pembebanan jembatan

Pembebanan yang ditinjau berdasarkan SNI 1725:2016 adalah berat sendiri (MS), beban mati tambahan (MA), beban truk (TT), beban lajur D (TD), beban pejalan kaki (TP), gaya rem (TB), beban angin struktur (EW_s), beban angin kendaraan (EW_L), dan beban gempa (EQ) dengan bantuan program SAP 2000 v14[6].

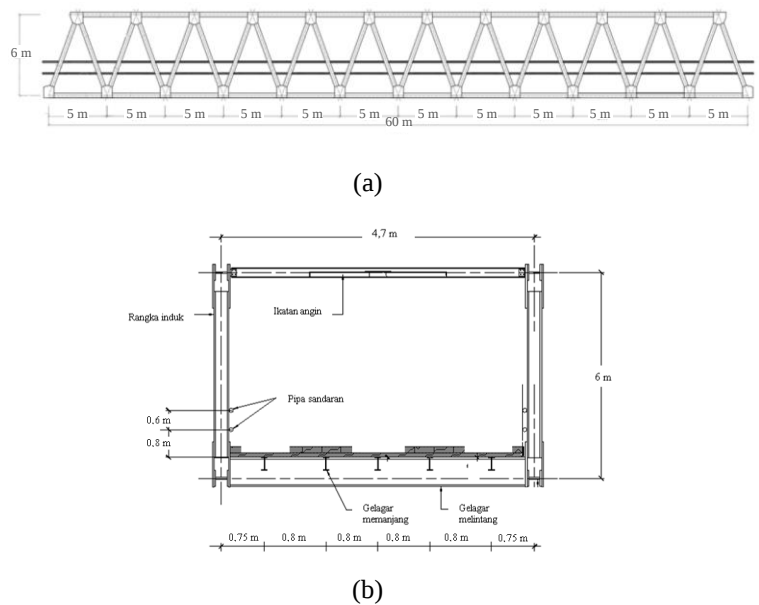
b. Perhitungan struktur atas jembatan

Evaluasi struktur rangka jembatan meliputi perhitungan kapasitas penampang batang lentur, batang tekan, batang tarik, dan kapasitas sambungan baut yang mengacu pada SNI 1729:2015[7].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis data

Struktur yang diteliti dalam penelitian ini adalah struktur atas jembatan Kampung Erambu-Toray bentang 60 m. Di bawah ini adalah gambar penampang memanjang dan melintang jembatan pada gambar 2.



Gambar 2 (a) Penampang Memanjang Jembatan
(b) Penampang Melintang Jembatan

Jembatan Kampung Erambu-Toray mempunyai data teknis sebagai berikut:

Tipe	: Rangka baja
Panjang bentang yang ditinjau	: 60 m
Lebar jembatan	: 4,7 m
Tinggi jembatan	: 6 m
Jarak antar gelagar melintang	: 5 m
Jarak antar gelagar memanjang	: 0,8 m
Mutu baja yang digunakan	: BJ. 55 (f_u : 550 MPa, f_y : 410 MPa)
Alat sambung	: Baut

3.2. Perhitungan pembebanan jembatan

Pembebanan pada jembatan mengacu pada SNI 1725:2016 tentang pembebanan jembatan. Berdasarkan SNI, beban kerja adalah sebagai berikut:

a. Berat sendiri (MS)

Pembebanan akibat berat sendiri dapat dihitung langsung menggunakan program SAP 2000 v14, Dari permodelan struktur menggunakan program SAP 2000 v14 diperoleh berat sendiri jembatan (MS) = 1.040,323 kN.

b. Beban mati tambahan (MA)

Tebal kayu (h_1) = 0,16 m
 Tebal kayu (h_2) = 0,08 m
 Tebal kayu (h_3) = 0,08 m
 Lebar (b_1) = 0,8 m
 Lebar (b_2) = 0,8 m
 Lebar (b_3) = 0,775 m
 Panjang satu segmen jembatan (p) = 5 m
 Berat isi kayu (γ_{kayu}) = 11 kN/m³
 $Q_{MA1} = \gamma_{kayu} \cdot h_1 \cdot b_1$
 $= 11 \text{ kN/m}^3 \times 0,16 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 1,408 \text{ kN/m}$
 $Q_{MA2} = \gamma_{kayu} \cdot h_2 \cdot b_2$
 $= 11 \text{ kN/m}^3 \times 0,08 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 0,704 \text{ kN/m}$
 $Q_{MA3} = \gamma_{kayu} \cdot h_3 \cdot b_3$
 $= 11 \text{ kN/m}^3 \times 0,08 \text{ m} \times 0,775 \text{ m} = 0,682 \text{ kN/m}$

Total beban mati tambahan (QMA):

$$Q_{MA} = (Q_{MA3} + Q_{MA3} + Q_{MA3}) \cdot p \\ = (1,408 \text{ kN/m} + 1,408 \text{ kN/m} + 1,408 \text{ kN/m}) \times 5 \text{ m} = 13,97 \text{ kN}$$

3.3. Kombinasi pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam perhitungan analisis jembatan rangka baja adalah sebagai berikut.

$$\text{Kuat I} = 1,1 \cdot \text{MS} + 2 \cdot \text{MA} + 1,8 \cdot \text{TT} + 1,8 \cdot \text{TD} + 1,8 \cdot \text{TB} + 1,8 \cdot \text{TP} \\ = (1,1 \times 1.040,323 \text{ kN}) + (2 \times 13,97 \text{ kN}) + (1,8 \times 20,4 \text{ kN}) + (1,8 \times 198,84) + (1,8 \times 0,33 \text{ kN}) + (1,8 \times 18,75 \text{ kN}) \\ = 1.601,28 \text{ kN}$$

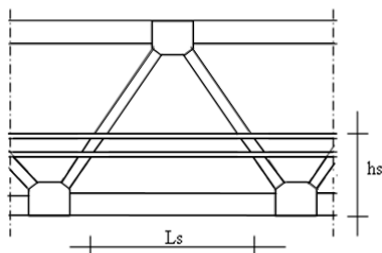
Hasil analisis pada program SAP 2000 v14 menunjukkan bahwa jembatan aman dalam menahan beban-beban yang berkerja.

3.4. Perhitungan struktur atas jembatan

Perhitungan struktur atas jembatan mengacu pada SNI 1729:2015 tentang spesifikasi bangunan rangka baja. Berikut ini adalah perhitungan struktur atas jembatan.

a. Perhitungan pipa sandaran

Sandaran pada jembatan dapat dilihat gambar 3.



Gambar 3 Sandaran pada Jembatan

Data teknis profil :

Panjang sandaran $l_s = 3,25 \text{ m}$

Diameter (D) = 7,6 cm

Tebal (t) = 0,4 cm

Inersia (I) = 59,5 cm⁴

Momen plastis (Z_x) = 20,76 cm³

Menghitung beban dan momen yang terjadi

$R = \text{beban merata (q)} = 100,254 \text{ kg/m}$

$$R_a = R_b = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l_s$$

$$= \frac{1}{2} \times 100,254 \text{ kg/m} \times 3,25 \text{ m} = 162,9 \text{ kg}$$

Momen yang terjadi pada pipa sandaran

$$M_u = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l_s^2$$

$$= \frac{1}{8} \times 100,254 \text{ kg/m} \times (3,25 \text{ m})^2 = 132,37 \text{ kg.m}$$

Kontrol terhadap bahan dan tegangan yang ada
Cek lendutan

$$\Delta = \frac{5 \cdot q \cdot l_s^4}{384 EI} \leq \Delta_{ijin} = \frac{l_s}{180}$$

$$\Delta = 1,2 \text{ cm} \leq \Delta_{ijin} = 1,8 \text{ cm} \text{(ok)}$$

b. Perhitungan ikatan angin

Digunakan profil L 150.150.18

Inersia ($I_x = I_y$) = 310.000 mm⁴

Luas penampang (A_g) = 5.100 mm²

Radius girasi ($r_x = r_y$) = 45,4 mm

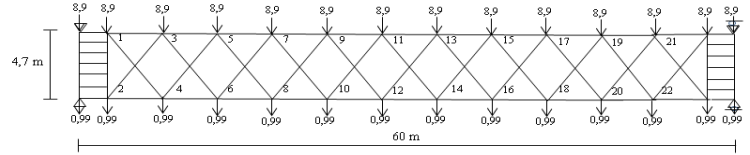
Tegangan leleh (f_y) = 410 Mpa = 0,41 kN/mm²

Tegangan putus (f_u) = 550 Mpa = 0,55 kN/mm²

Panjang (L) = 6.822 mm

Modulus elastis baja (E) = 200 kN/mm²

Distribusi beban angin digunakan nilai angin tekan sesuai dengan hasil perhitungan beban angin sebesar 8,9 kN dan angin hisap sebesar 0,99 kN. Beban angin ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Penomoran dan Distribusi Beban Angin pada Ikatan Angin

Hasil analisis struktur pada SAP 2000 v14 diperoleh nilai gaya aksial terbesar :

$P_u = -39,315 \text{ kN}$ (tekan)

$P_u = 425,037 \text{ kN}$ (tarik)

Periksa kelangsingan penampang pada profil siku

$$\frac{b}{t} \leq 0,45 \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$8,3 \leq 9,9 \text{(tidak langsing)}$$

• Batang Tekan

Rasio kelangsingan batang

$$\frac{K \times L}{r_y} \geq 4,71 \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$150,3 \geq 104,03$$

Tegangan tekuk elastis

$$F_e = 0,08733 \text{ kN/mm}^2$$

Tegangan kritis

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

$$= 0,877 \times 0,08733 \text{ kN/mm}^2 = 0,07659 \text{ kN/mm}^2$$

Kuat tekan nominal

$$\phi P_n = \phi \cdot F_{cr} \cdot A_g$$

$$= 0,9 \times 0,07659 \text{ kN/mm}^2 \times 5.100 \text{ mm}^2$$

$$= 351,55 \text{ kN}$$

Cek keamanan profil

$$P_u < \phi P_n$$

$$39,315 \text{ kN} < 351,55 \text{ kN} \text{(ok)}$$

• Batang Tarik

Luas penampang bersih (A_n) = 4.344 mm²

Faktor shear lag (U) = 0,60

Luas penampang efektif (A_e) = 2.606,4 mm²

Kuat tarik nominal :

Kuat tarik kriteria leleh penampang utuh

$$\phi P_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

$$= 0,9 \times 0,41 \text{ kN/mm}^2 \times 5.100 \text{ mm}^2$$

$$= 1.881,9 \text{ kN}$$

Kuat tarik kriteria fraktur penampang berlubang

$$\phi P_n = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$

$$= 0,75 \times 0,55 \text{ kN/mm}^2 \times 2.606,4 \text{ mm}^2$$

$$= 1.075,14 \text{ kN}$$

Kuat batang tarik pakai $P_n = 824,175 \text{ kN}$

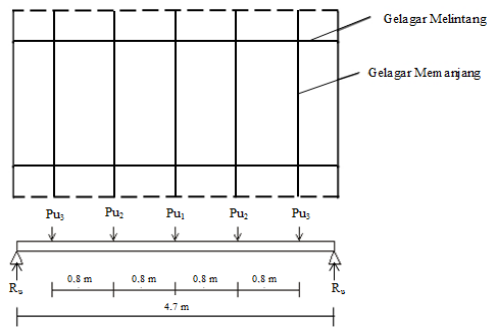
Cek keamanan

$$P_u < \phi P_n$$

$$425,037 \text{ kN} < 824,175 \text{ kN} \text{(ok)}$$

c. Perhitungan gelagar melintang

Permodelan beban pada gelagar melintang dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Permodelan Beban Gelagar Melintang

Digunakan profil WF 700.300.13.24

Inersia x (I_x) = 2.010.000.000 mm⁴

Inersia y (I_y) = 108.000.000 mm⁴

Modulus penampang x (S_x) = 5.742.857,143 mm³

Radius girasi y (r_y) = 67,8 mm

Tegangan leleh (f_y) = 410 Mpa = 0,41 kN/mm²

Tegangan putus (f_u) = 550 Mpa = 0,55 kN/mm²

Momen plastis (Z_x) = 6.248.788 mm³

Panjang gelagar melintang (L) = 4,7 m

Jarak antar gelagar (l) = 5 m

Jumlah gelagar melintang = 13 buah

Beban ultimit (q_u) = $\frac{1601,28 \text{ kN}}{13} = 123,18 \text{ kN}$

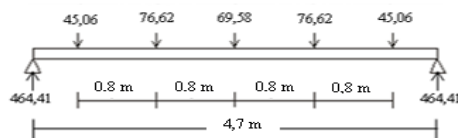
Berdasarkan analisis SAP 2000 yang dilakukan diperoleh nilai beban P ultimit pada gelagar melintang sebesar :

Beban P_{u1} = 69,58 kN/m

Beban P_{u2} = 76,62 kN/m

Beban P_{u3} = 45,06 kN/m

Reaksi tumpuan pada gelagar melintang dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Reaksi Tumpuan pada Gelagar Melintang

Reaksi tumpuan ultimit :

Cek keamanan profil terhadap geser

$V_u = 2.014,740 \text{ kN}$ (SAP 2000)

$A_w = h \cdot t_w = 700 \text{ mm} \times 13 \text{ mm} = 9.100 \text{ mm}^2$

$\phi \cdot V_n \geq V_u$

$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_v$

$= 0,6 \times 0,41 \text{ kN/mm}^2 \times 9.100 \text{ mm}^2 \times 1,27$

$= 2.843,55 \text{ kN}$

$\phi \cdot V_n = 0,9 \times 2.843,55 = 2.559,19 \text{ kN}$

$2.559,19 \text{ kN} > 2.014,740 \text{ kN} \dots (\text{ok})$

Cek Lendutan

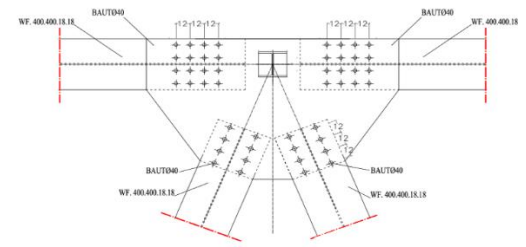
$\Delta = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 EI} \leq \Delta_{ijin} = \frac{L}{500}$

$\Delta = 0,19 \text{ cm} \leq \Delta_{ijin} = 0,94 \text{ cm} \dots (\text{ok})$

d. Sambungan

Jenis sambungan yang digunakan untuk menyambung semua sambungan antar bentang jembatan adalah jenis sambungan baut.

- Sambungan baut antar rangka induk
- Sambungan baut dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 Sambungana Baut pada Rangka Induk

Berikut ini adalah perhitungan untuk frame 42:

Diameter baut (d_b) = 40 mm

Gaya yang Bekerja (R_u) = 5.575,70 kN

Kuat tarik nominal baut (F_{nt}) = 0,62 kN/mm²

Kuat geser nominal baut (F_{nv}) = 0,372 kN/mm²

Luas penampang baut (A_b) = 1.256 mm²

Tahanan nominal satu baut

Tarik $\phi R_n = \phi F_{nt} \cdot A_b$

$= 0,75 \times 0,62 \text{ kN/mm}^2 \times 1.256 \text{ mm}^2$

$= 584,04 \text{ kN}$

Geser $\phi R_n = \phi F_{nv} \cdot A_b$

$= 0,75 \times 0,372 \text{ kN/mm}^2 \times 1.256 \text{ mm}^2$

$= 350,424 \text{ kN}$

3.5. Pembahasan

1. Pembebanan

Pembebanan yang ditinjau berdasarkan SNI 1725:2016 adalah berat sendiri (MS) sebesar 1.040,323 kN, beban mati tambahan (MA) sebesar 13,97 kN, beban truk (TT) sebesar 20,4 kN, beban lajur D (TD) sebesar 198,84 kN, beban pejalan kaki (TP) sebesar 18,75 kN, gaya rem (TB) sebesar 0,33 kN, beban angin struktur (EWS) sebesar 9,89 kN, beban angin kendaraan (EWL) sebesar 0,02 kN, dan beban gempa (EQ) sebesar 1,15 kN. Analisis pembebanan dilakukan dengan bantuan software SAP v 14 mampu menahan beban-beban yang bekerja dengan beban maksimum sebesar 1.601,28 kN.

2. Struktur atas jembatan

Berdasarkan perhitungan manual struktur atas jembatan yang mengacu pada SNI 1729:2015 tentang spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural, hasil analisa pada jembatan Kampung Erambu-Toray telah memenuhi syarat dan dinyatakan aman. Untuk rekapitulasi hasil analisa struktur atas jembatan dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Rekapitulasi Hasil Analisa Struktur Atas

Struktur	Dimensi Struktur	Kontrol	Keterangan
Pipa sandaran	$\phi 7,63 \text{ cm}$	Lendutan $\Delta = 1,2 \text{ cm}$ $< \Delta_{ijin} = 1,8 \text{ cm}$	Aman
	$t = 0,4 \text{ cm}$	Momen $M_u = 128,793 \text{ kg.m}$ $< \phi \cdot M_n = 765,946 \text{ kg.m}$	Aman
Ikatan angin	L 150.15.18	Batang tekan : kapasitas penampang $P_u = 39,315 \text{ kN}$ $< \phi \cdot P_n = 351,55 \text{ kN}$	Aman

Struktur	Dimensi Struktur	Kontrol	Keterangan
Gelagar melintang	WF 700.300.13.24	Batang tarik : kapasitas penampang $P_u = 425,037 \text{ kN} < \phi \cdot P_n = 824,175 \text{ kN}$ Kelangsingan $\lambda = 8,3$ $< \lambda_p = 9,9$	Aman Penampang Kompak
		Lendutan $\Delta = 0,19 \text{ cm}$ $< \Delta_{ijin} = 0,94 \text{ cm}$ Momen $M_u = 471,54 \text{ kN.m}$ $< \phi \cdot M_n = 2.305,80 \text{ kN.m}$	Aman Aman
		Geser $\phi \cdot V_n = 2.559,19 \text{ kN}$ $> V_u = 2.014,740 \text{ kN}$ Kelangsingan sayap $\lambda = 6,25$ $< \lambda_{pf} = 8,4$ $\lambda_{rf} = 22,1$ Kelangsingan badan $\lambda = 53,8$ $< \lambda_{pf} = 83,04$ $< \lambda_{rf} = 125,9$	Aman Aman Penampang kompak Penampang kompak
Gelagar memanjang	WF 244.175.7.11	Lendutan $\Delta = 0,82 \text{ cm}$ $< \Delta_{ijin} = 1,0 \text{ cm}$ Momen $M_u = 33,985 \text{ kN.m}$ $< \phi \cdot M_n = 197,33 \text{ kN.m}$	Aman Aman
		Geser $\phi \cdot V_n = 420,168 \text{ kN}$ $> V_u = 378,151 \text{ kN}$ Kelangsingan sayap $\lambda = 7,95$ $< \lambda_{pf} = 8,4$ $\lambda_{rf} = 22,1$ Kelangsingan badan $\lambda = 34,9$ $< \lambda_{pf} = 83,04$ $< \lambda_{rf} = 125,9$	Aman Aman Penampang kompak Penampang kompak
		Kelangsingan sayap $\lambda = 11,1$ $< \lambda_p = 12,4$ Kelangsingan badan $\lambda = 20,2$ $< \lambda_p = 32,9$	Penampang kompak Penampang kompak
Rangka induk	WF 400.400.18.18	1. Batang horizontal atas (tekan) : Kapasitas penampang $P_u = 5.575,699 \text{ kN} < \phi \cdot P_n = 6.391,86 \text{ kN}$	Aman
		2. Batang horizontal bawah (tarik) : Kapasitas penampang $P_u = 3.769,550 \text{ kN} < \phi \cdot P_n = 4.056,53 \text{ kN}$	Aman
		3. Batang diagonal (tekan) : Kapasitas penampang $P_u = 2.157,865 \text{ kN} < \phi \cdot P_n = 5.517,17 \text{ kN}$	Aman
		4. Batang diagonal (tarik) : Kapasitas penampang $P_u = 1.753,666 \text{ kN} < \phi \cdot P_n = 2.987,33 \text{ kN}$	Aman

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dilaksanakan adalah berdasarkan perhitungan manual pada struktur atas jembatan yang mengacu pada SNI 1729:2015 sebagai berikut :

1. Jembatan Kampung Erambu-Toray dinyatakan aman yang ditunjukkan dengan kapasitas penampang batang lentur pada gelagar melintang profil WF 700.300.13.24 telah memenuhi syarat terhadap kontrol lendutan $\Delta = 0,19 \text{ cm} < \Delta_{ijin} = 0,94 \text{ cm}$, momen $M_u = 471,54 \text{ kN.m} < \phi \cdot M_n = 2.305,8 \text{ kN.m}$ dan gaya geser $V_u = 2.14,740 \text{ kN} < \phi \cdot V_n = 2.559,19 \text{ kN}$.
2. Gelagar memanjang profil WF 244.175.7.11 telah memenuhi syarat terhadap kontrol lendutan $\Delta = 0,82 \text{ cm} < \Delta_{ijin} = 1 \text{ cm}$, momen $M_u = 33,985 \text{ kN.m} < \phi \cdot M_n = 197,33 \text{ kN.m}$ dan gaya geser $V_u = 378,151 \text{ kN} < \phi \cdot V_n = 420,168 \text{ kN}$.
3. Kapasitas penampang ikatan angin profil L 150.150.18 pada batang tekan $\phi \cdot P_n = 351,55 \text{ kN}$ dan batang tarik $\phi \cdot P_n = 824,175 \text{ kN}$ dikatakan aman dalam menahan beban-beban yang bekerja serta telah memenuhi syarat $P_u \leq \phi P_n$.
4. Kapasitas penampang rangka induk profil WF 400.400.18.18 pada batang tekan $\phi \cdot P_n = 6.391,86 \text{ kN}$ dan batang tarik $\phi \cdot P_n = 4.056,53 \text{ kN}$ dikatakan aman dalam menahan beban-beban yang bekerja serta telah memenuhi syarat $P_u \leq \phi P_n$.
5. Pada sambungan digunakan baut diameter 40 mm, diperoleh kapasitas satu baut sebesar $\phi R_n = 350,424 \text{ kN}$ serta telah memenuhi syarat $\phi R_n > R_u$.

REFERENSI

- [1] M. Syafuadtuudin, "Tinjauan Pelaksanaan Konstruksi Pekerjaan *Box Girder Balance Cantilever* Dengan Metode *Form Traveler* Pada Proyek Pembangunan Jembatan Ogan Tol Kayu Agung Palembang Betung," 2021
- [2] D. N. S. Correia, "Perencanaan Struktur Atas Jembatan Dengan *Type Warren Truss* Di Baucau Dengan Metode LRFD," Institut Teknologi Nasional Malang, 2015.
- [3] A. M. Indrilackson, "Analisa Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Sei Namuq Desa Lakan Bilem Kabupaten Kutai Barat," 2021.
- [4] L. Sihombing, "Analisis Dimensi Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Sungai Sale KM. 16 Tabuyung Mandailing Natal (MADINA)," 2019.
- [5] K. M. Mahardika, P. Studi, T. Sipil, F. Teknik, S. Dan, and U. I. Indonesia, "Evaluasi Kinerja Struktur Atas Jembatan Sardjito 1 Dengan Metode *Pushover Analysis*," 2021. 6] SNI 1725:2016, "Standar pembebanan untuk jembatan," 2016.
- [6] SNI 1726:2019, "Tata Cara Perenc. Ketahanan Gempa Untuk Strukt. Bangunan Gedung" 2019.
- [7] SKBI 1.3.28.1987, "Pedoman Pembebanan Jembatan Jalan Raya," 1987.
- [8] SNI 1729:2015, "Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural," 2015.