

PERENCANAAN ULANG PROFIL BAJA JEMBATAN MERAH PATIKRAJA KABUPATEN BANYUMAS MENGGUNAKAN RANGKA BAJA TIPE “K” TRUSS

Rifandi Harmianto¹, Armin Naibaho², Sudarmanto³

¹Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

Email: ¹rifandiharmianto@gmail.com, ²ar_naibaho@yahoo.co.id, ³sudarmanto@polinema.ac.id

ABSTRAK

Jembatan Merah Patikraja Kabupaten Banyumas merupakan jembatan rangka dengan tipe pratt dengan panjang 127 m dan lebar 5 m diperuntukan untuk jalur kereta api pada kolonial Belanda dan kini dialih fungsikan sebagai jalur umum untuk kendaraan. Perencanaan ulang jembatan dengan rangka baja tipe K truss digunakan sebagai alternatif perencanaan. Skripsi ini bertujuan untuk merencanakan dimensi profil baja yang dibutuhkan.

Data yang diperlukan adalah gambar jembatan dan data penyelidikan tanah jembatan Merah Patikraja kabupaten Banyumas. LRFD (Load Resistance Factor Design) diaplikasikan dengan pembebanan berdasarkan SNI 1726:2016 (Standar Nasional Indonesia).

Dari hasil perhitungan untuk profil Batang Ikatan Angin menggunakan profil 500x200x10x16 dan 500x500x25x40. Batang samping Atas, Batang samping Diagonal, dan Batang samping Bawah menggunakan profil H 500x500x25x40. Untuk gelagar pada jembatan menggunakan profil baja H 450x200x9x14 untuk memanjang dan H 700x300x13x24 untuk melintang. Sambungan baut menggunakan baut dengan Ø 1½ inch. Lendutan yang terjadi pada jembatan sebesar 36 mm. Untuk dimensi pelat diperoleh 7x45x0,25m. Pipa sandaran pada jembatan menggunakan pipa Ø3 inch. Bantalan elastomer dengan dimensi 725x740 mm. Plat injak memiliki lebar 7 m dan panjang 6 m. Tubuh Abutmen memiliki tebal 2 m dan panjang 8 m. Pilecap abutmen memiliki lebar 8 m dan panjang 9 m. Wing wall memiliki lebar 5,5m dan tinggi 6,75m. Untuk pondasi pada abutmen memiliki diameter 0,5 m dengan panjang 10 m sebanyak 18 pondasi

Kata kunci : jembatan, perencanaan ulang, rangka baja

ABSTRACT

5x127-m span Jembatan Merah Patikraja is of Pratt-type bridge, functioned as a rail track. Nowadays, it is functioned for public highway. An alternative planning was made to redesign the bridge of this thesis with steel frame. The objective of this thesis was to find out the profiles.

The required data were of technical drawings of the bridge, soil investigation of the bridge. LRFD (Load Resistance Factor Design) was applied by loading based on SNI (Indonesian National Standard) 1726:2016.

The redesign resulted in profile H 500x200x10x16 and 500x500x25x40 steel beams for wind braces; 500x500x25x40 for side upper beams, side diagonal beams, and side bottom beams; H 450x200x9x14 longitudinal dimension of steel profile girder and H 700x300x12x24 diaphragm of girder; Ø1½ inch bolt joints; 36mm deflection.; 7x45x0.25m slab; Ø3inch backrest pipe; 725x740mm elastomeric bearing; 7x6m stepping plate; 2m deep and 8m long abutment; 8x9m pile-capped abutment; 5.5m wide and 6.55m tall wing wall; 18 drilled foundations of Ø0.5x10m.

Keywords : bridge, redesign, steel frame

1. PENDAHULUAN

Jembatan Merah Patikraja sebelumnya merupakan jembatan yang di peruntukan untuk jalur kereta api pada jaman Belanda tapi seiring majunya jaman jembatan ini sudah tidak digunakan lagi sebagai jalur kereta api, dan dijadikan jalan umum yang dapat dilalui kendaraan bermotor.

Dalam perkembangannya jembatan ini menimbulkan masalah karena semakin tinggi arus lalu lintas dan menimbulkan kemacetan di daerah Patikraja khususnya dekat dengan pertigaan pasar Patikraja yang mengharuskan kendaraan bergantian untuk melintasi jembatan karena sempitnya lebar jembatan.

Saat ini perkembangan teknologi konstruksi tergolong maju banyak tipe jembatan yang dipilih dalam pembangunan. Setiap tipe jembatan memiliki kelebihan dan kekurangan masing – masing tergantung pada kondisi tempat yang akan dibangun, dalam pembahasan ini saya memilih tipe jembatan rangka baja karena memiliki banyak variasi bentuk tergantung dengan kebutuhan.

Berdasarkan kelebihan yang dimiliki, jembatan rangka baja dapat digunakan sebagai pilihan dalam pembangunan jembatan. Peneliti bermaksud melakukan Perencanaan Ulang Struktur Profil Baja Jembatan Merah Patikraja Kabupaten Banyumas Menggunakan Jembatan Rangka Baja tipe “K” Truss untuk mengatasi masalah pada jembatan Merah Patikraja.

Adapun rumusan masalah berdasarkan hal tersebut adalah berapa besar dimensi profil baja yang dibutuhkan untuk rangka jembatan Merah Patikraja Kabupaten Banyumas menggunakan tipe K truss.

Jembatan

Jembatan secara umum adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lain-lain. (Perencanaan teknik Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga Direktorat bina teknik, 2010).

2. METODE

Metode perhitungan sebagai berikut:

1. Perhitungan Pembebanan
Menghitung beban yang bekerja pada jembatan dengan mengacu pada Pembebanan Untuk Jembatan SNI 1725:2016.
2. Perhitungan Rangka
Rangka jembatan merupakan rangka utama untuk menahan beban-beban yang terjadi pada jembatan.
3. Perhitungan Ikatan Angin
Ikatan angin berfungsi untuk menahan atau menerima gaya yang diakibatkan oleh angin, baik pada bagian atas maupun bagian bawah jembatan dalam keadaan stabil.
4. Perhitungan Gelagar Melintang
Gelagar melintang berfungsi untuk menerima beban lantai kendaraan, trotoar dan beban lainnya serta menyalurkannya ke rangka utama.

Diagram Alir Penelitian

Langkah pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



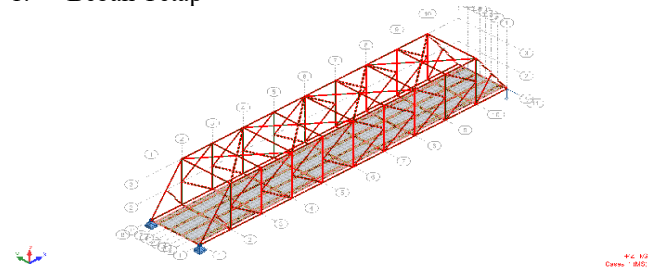
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Spesifikasi Teknis

- Tipe struktur jembatan baja = Rangka Tipe K
- Kelas kekuatan serta bentang = Kelas B
- Dimensi Panjang Jembatan = Bentang 45 m
- Panjang bottom chord = 4.5 m
- Dimensi Lebar jembatan = 7 m
- Lebar jalur asphalt = 6 m
- Lebar pedestrian kiri - kanan jalan = 0,5 m
- Tinggi jembatan = Tinggi rangka ± 6,3m
dihitung dari pusat batang atas ke pusat batang bawah.

Pembebanan

1. Beban Tetap



Node/Case	FX (kgf)	FY (kgf)	FZ (kgf)	MX (kgfm)	MY (kgfm)	MZ (kgfm)
1/ 1	-110,53	-14542,60	110805,66	0,00	0,00	-0,00
11/ 1	-0,00	-14533,40	110817,64	-0,00	-0,00	-0,00
31/ 1	110,53	14525,09	110817,64	-0,00	-0,00	-0,00
41/ 1	0,00	14550,91	110805,66	0,00	0,00	0,00
Case 1	MS					
Sum of val.	-0,00	-0,00	443246,60	-0,00	-0,00	-0,00
Sum of reac.	-0,00	-0,00	443246,60	1580174,13	-9973048,52	-0,00
Sum of forc.	0,0	0,00	-443246,60	-1580174,13	9973048,52	0,00
Check val.	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	0,00	-0,00
Precision	7,87355e-06	8,66704e-20				

Gambar 2. Beban Mati (MS) Dihitung dengan Software Robot

- a. Dari hasil analisa menggunakan aplikasi Robot 2017 didapat beban jembatan termasuk lantai sebesar 443246,60 kg
 - b. Berat Trotoar dengan tebal rencana 25 cm (Sesuai Klasifikasi jembatan permanen kelas B) Kerapatan masa beton low density 1250 kg/m³
 - c. Berat Aspal tebal rencana 5 cm, kerapatan masa lapisan permukaan beraspal 2245 kg/m³
2. Aksi Lalu Lintas
- a. Beban hidup
Beban (D) BTR $q = 9(0,5+15/L)$ kPa
 $= 7.5$ kPa = 750 kg/m²
Beban (P) BGT $q = 49$ kN/m
Beban Truk $T = 50$ kN ; 225 kN ; 255 kN
 - b. Beban Rem
Diambil gaya rem terbesar diantara :
25% berat gandar = 125 kN
5% berat truk rencana + BTR = 1746.25 kN
Sehingga diambil yang terbesar 1746.25 kN
MTR = 1746.25 kN . 1.8 = 3098.25 kNm = 309825kg.m
 - c. Beban pejalan kaki di trotoar

Sesuai dengan peraturan pembebanan SNI 1725:2016:46 besar beban pejalan kaki adalah 5 kPa

3. Aksi Lingkungan

a. Beban Angin

Asumsi :

Elevasi struktur (Z) = 19000 mm
 Panjang gesekan di hulu jembatan (Z₀) = 70
 Kecepatan gesekan angin (V₀) = 13.2
 Kecepatan angin pada elevasi 10 m (V₁₀) = 100 km/jam
 Kecepatan angin dasar 90- 126 km/jam (V_B) = 90 km/jam
 Titik node jembatan = 30
 Tekanan angin dasar (PBtekan) = 0.0024 MPa
 Tekanan angin dasar (PBhisap) = 0.0012 MPa
 Kecepatan angin rencana (VDZ) = $2.5V_0(V_{10}/V_B) \ln(Z/Z_0)$
 = 205,468 km/jam

Dari data diatas maka nilai tekanan angin rencana (PD) sebagai berikut:

$$PD\text{-tekan} = PB \cdot (VDZ/VB)^2 = 0,0125 \text{ MPa}$$

Nilai PD-tekan dalam bentuk beban
 PD-tekan = 0,0125 MPa
 = 12500 Pa
 = 35437500 kg / 30 nodal
 = 1181250 kg/nodal

Jadi PD-tekan per titik nodal 1181250 kg

$$PD\text{-hisap} = 0.00625 \text{ MPa}$$

Nilai PD-hisap dalam bentuk beban
 PD-hisap = 0,00625 MPa
 = 6250 N/m²
 = 17718750 kg / 30 nodal
 = 590625 kg/nodal

Jadi PD-hisap per titik nodal 590625 kg

$$EWV = 9.6 \times 10^{-4} \times \text{lebar jembatan} = 672 \text{ kg m}$$

$$EWL = 1.46 \text{ kN/m} \times L \text{ bentang} = 6570 \text{ kg} / 30 \text{ node} = 298.636 \text{ kg/nodal}$$

b. Beban Gempa

$$T = 2\pi \sqrt{W/gK} = 2 \cdot (3.14) \sqrt{(419/9.81(20000))} = 0.29$$

$$E_Q = \frac{C_{sm}}{R_d} \times Wt = 0.23/2.5 \times 419 = 0,64246 \text{ ton/titik nodal}$$

4. Simulasi beban hidup "T" untuk kondisi macet

Yang juga merupakan beban lalu lintas yang digunakan yaitu beban truk (TTT). Beban yang digunakan adalah beban kendaraan (beban T) dengan tonase gandar depan, gandar tengah dan gandar belakang masing-masing 50 kN, 225 kN, dan 225 kN serta mempunyai jarak masing-masing 5 meter dan 5 meter dengan penempatan yang diatur sedemikian rupa dengan pendekatan asumsi kendaraan berderet di atas jembatan secara penuh (dalam kondisi macet/padat).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Statika Jembatan

Dari pemasukan data pembebanan pada aplikasi Robot structural analysis profesional, diantara 12 kombinasi beban diambil yang terbesar yaitu pada kombinasi beban Kuat 1 yang terdiri dari kombinasi beban (1.1Ma+ 2MA+1.8 BTR + 1.8 BGT + 1.8 TB+ 1.8 T) berikut hasil analisa statikanya :

1. Gaya tekan paling besar adalah 541225,14 kg dan gaya tarik terbesar adalah 364721,49 kg
2. Momen searah sumbu X terbesar adalah 158,23 kgm
3. Gaya geser adalah 0
4. Lendutan paling besar 36 mm

Perencanaan Rangka Batang Jembatan

1. Perencanaan Batang Tekan (BSA,BSD,BIU)

Perencanaan batang tekan meliputi Batang Struktur Atas (BSA), Batang Struktur Diagonal (BSD), dan Batang Ikat Ujung (BIU) menggunakan profil baja H 500x500x25x40 mm. Dari perhitungan analisa statika menggunakan aplikasi Robot Structural 2017 didapat data sebagai berikut :

$$Pu = 541225,14 \text{ kg} = 5412251,4 \text{ N}$$

$$fy = 410 \text{ Mpa}$$

$$L = 7130 \text{ mm}$$

$$k = 1$$

$$Ag = ((500.40).2) + ((500-(2.40)).25) = 50500 \text{ mm}^2$$

$$Iy = (2.(1/12.40.500^3)) + (1/12.(500-(2.40)).25^3) = 833880208,3 \text{ mm}^4$$

$$Imin = ry = \sqrt{Iy/Ag} = \sqrt{(833880208,3/50500)} = 128,5009 \text{ mm}$$

$$\lambda = (k.L)/(r.\pi) \sqrt{Fy/E} = 0,799669337$$

Karena $0,25 < \lambda < 1,2$ maka

$$\omega = 1,43/(1,6-0,67\lambda) = 1,343705179$$

$$\phi.Pn = \phi.Ag.Fy/\omega = 13.097.553,15 \text{ N}$$

$$\phi.Pn > Pu$$

$$13.097.553,15 \text{ N} > 5412251,4 \text{ N}$$

Karena $\phi.Pn > Pu$ maka profil dapat digunakan sebagai dasar perencanaan

2. Perencanaan Batang Tarik (BIA)

Perencanaan batang tekan Batang Ikat Angin (BIA) menggunakan profil baja H 500x200x10x16 mm. Dari perhitungan analisa statika menggunakan aplikasi Robot Structural 2017 didapat data sebagai berikut:

$$Pu = 61084,14 \text{ kg} = 610841,4 \text{ N}$$

$$Fy = 410 \text{ Mpa}$$

$$L = 5740 \text{ mm}$$

$$k = 1$$

$$Ag = ((200.16).2) + ((500-(2.16)).10) = 11080 \text{ mm}^2$$

$$Iy = (2.(1/12.16.200^3)) + (1/12.(500-(2.16)).10^3)$$

$$= 21372333,33 \text{ mm}^4$$

$$I_{min} = \sqrt{I_y/Ag}$$

$$= 43,91936874 \text{ mm}$$

$$\lambda = (k.L)/(r.\pi) \sqrt{F_y/E}$$

$$= 1,883574754$$

Karena $\lambda > 0,25$ maka

$$\omega = 1,43/(1,6-0,67\lambda)$$

$$= 4,435$$

$$\phi.P_n = \phi.A_g.F_y/\omega$$

$$= 0,85.11080.410/4,435$$

$$= 870696,5186 \text{ N}$$

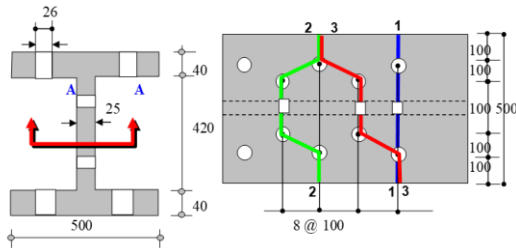
$$\phi.P_n > P_u$$

$$870696,5186 \text{ N} > 610841,4 \text{ N}$$

Karena $\phi.P_n > P_u$ maka profil dapat digunakan sebagai dasar perencanaan

3. Perencanaan Batang Tarik (BIU,BSD,BSB)

Perhitungan kapasitas tarik nominal pada Batang Ikatan Angin Ujung (BIU), Batang Rangka Baja Samping Diagonal (BSD), Batang Rangka Baja Samping bagian Bawah (BSB) menggunakan profil H 500.500.25.40 terhadap gaya aksial tarik $P_u = 364721,49 \text{ kg}$ dan terhadap bahaya putus (fracture) di lubang sambungan.



Gambar 3. Dimensi batang frame dan detail sambungan

$$P_u = 364721,49 \text{ kg}$$

$$= 3647214,9 \text{ N}$$

$$\Phi \text{ baut} = 26 \text{ mm}$$

$$F_u = 550 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tebal penampang (t)} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Toleransi lubang} = 2 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter lubang (d)} = 26 \text{ mm}$$

$$A_g = (500.40).2 + (420.25)$$

$$= 50500 \text{ mm}^2$$

$$\text{Potongan 1 : } A_n = A_g - n.d.t$$

$$= 50500 - (2.(26.40))$$

$$= 48420 \text{ mm}^2$$

$$\text{Potongan 2 : } A_n = A_g - n.d.t + \sum (s^2.t)/4u$$

$$= 47040 \text{ mm}^2$$

$$\text{Syarat } A_n < 0,85 A_g$$

$$0,85 A_g = 0,85. 50500$$

$$= 42925 \text{ mm}^2$$

Karena $A_n > 0,85 A_g$ maka $A_n \text{ minimum} = 42925 \text{ mm}^2$

$$= 1-X/L$$

$$= 1- 0/906$$

$$A_e = U.A_n$$

$$= 1 \times 42925$$

$$= 42925 \text{ mm}^2$$

$$\phi T_{n1} \text{ (Kondisi Fraktur)} = 0,75.A_e.F_u$$

$$= 0,75 \times 42925 \times 550$$

$$= 17706562,5 \text{ N} > 3647214,9 \text{ N}$$

$$\phi T_{n1} \text{ (Kondisi Leleh)} = 0,9.A_g.F_y$$

$$= 0,9 \times 50500 \times 460$$

$$= 20907000 \text{ N} > 3647214,9 \text{ N}$$

Karena $\phi T_n > P_u$ maka profil dapat digunakan sebagai dasar perencanaan.

Perencanaan Batang Lentur Jembatan

1. Perencanaan Batang Lentur Pada Gelagar Memanjang (GP)

Perhitungan kapasitas lentur nominal profil H 450x200x9x14 terhadap momen lentur Muz = 17487,68 kgm dan Muy = 8040,73 kNm untuk gelagar memanjang.

Data Perencanaan:

Profil yang digunakan	= H 450x200x9x14
Tinggi H	= 450 mm
Lebar B	= 200 mm Tebal
Badan t1	= 9 mm
Tebal Sayap t2	= 14 mm
Jari-Jari Kelengkungan r	= 18 mm
Luas A	= 96,8 cm ²
Berat W	= 75,988 kg/m
Momen Inersia x Ix	= 33500 cm ⁴
Momen Inersia y Iy	= 1870 cm ⁴
Jari-Jari Girasi x ix	= 18,6 mm
Jari-Jari Girasi y iy	= 4,4 mm
Modulus Penampang x Zx	= 1490 cm ³
Modulus Penampang y Zy	= 187 cm ³
Tepi dari Pusat Sb. Y Cy	= B/2
	= 100 cm
Tepi dari Pusat Sb. X Cx	= H/2
	= 225 cm

$$S_x = I_x/C_x$$

$$= 148,8888889 \text{ cm}^3$$

$$S_y = I_y/C_y$$

$$= 18,7 \text{ cm}^3$$

$$\text{Panjang (L)} = 20 \text{ m}$$

$$\text{Mutu baja} = \text{BJ 55}$$

$$\text{Kuat tarik baja (fu)} = 550 \text{ MPa}$$

$$\text{Kuat leleh baja (fy)} = 410 \text{ MPa}$$

Analisa Statika :

$$\text{Momen maksimal} = 8040,75 \text{ kgm}$$

$$\text{Geser Maksimal} = 17487,68 \text{ kg}$$

$$\text{Kekompakan penampang}$$

$$\text{Kekompakan sayap } \lambda = bf/(2 \times tf)$$

$$= 200/(2 \times 14)$$

$$= 7,142857143$$

$$\lambda_p = 170/\sqrt{f}$$

$$= 170/\sqrt{410}$$

$$= 8,395701572$$

$$\lambda_r = 370/\sqrt{(fy-fr)}$$

$$= 370/\sqrt{(410-70)}$$

$$= 20,06606735$$

$$\lambda \leq \lambda_p \text{ (Penampang Kompak)}$$

$$\text{Kekompakan badan } \lambda = h/tw$$

$$= ((450-2 \times 18))/9$$

$$= 29,57142857$$

$$\begin{aligned} \lambda_p &= 1680/\sqrt{f_y} \\ &= 1680/\sqrt{410} \\ &= 82,96928612 \\ \lambda_r &= 2550/\sqrt{f_y} \\ &= 2550/\sqrt{410} \\ &= 125,9355236 \\ \lambda &\leq \lambda_p \text{ (Penampang Kompak)} \end{aligned}$$

Momen Tahanan

Jika penampang kompak

$$\begin{aligned} M_{n1} &= Z_x \times f_y \times 10 \\ &= 1490 \times 410 \times 10 \\ &= 61090 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jika penampang langsing } M_{n2} &= (f_y - 70) \times S_x \times 10 \\ &= (410 - 70) \times 148,88 \times 10 \\ &= 5062,222222 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Jika penampang tak kompak M_{n3}

$$\begin{aligned} &= ((\lambda_r - \lambda)/(\lambda_r - \lambda_p)) \times M_{n1} + ((\lambda - \lambda_p)/(\lambda_r - \lambda_p)) \times M_{n2} \\ &= ((20,06 - 7,142)/(125,9 - 8,3955)) \times 61090 + ((7,142 - 8,395)/(20,066 - 8,395)) \times 5062,2222 \\ &= 6710472,915 \text{ kgcm} \\ &= 67104,72915 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Karena penampang kompak, maka:

$$\begin{aligned} M_n &= 61090 \text{ kgm} \\ \phi &= 0,9 \\ \phi M_n &= 54981 \text{ kgm} \\ M_u &= 8040,75 \text{ kgm} \\ \phi M_n &\geq M_u \\ 54981 &> 8040,75 \end{aligned}$$

Profil tersebut memenuhi

Kontrol Tegangan Geser

$$\begin{aligned} V &= 17487,68 \text{ kg} \\ H &= 200 \text{ mm} \\ t_1 &= 14 \text{ mm} \\ f_v &= 6,2456 \text{ kg/mm}^2 \\ &= 62,456 \text{ MPa} \\ t_y &= 0,6 f_y \\ &= 246 \text{ MPa} \\ f_v &< t_y \end{aligned}$$

Profil tersebut memenuhi

Kontrol Gaya Geser

Sehingga:

$$\begin{aligned} h &= d - 2(r - t_f) \\ &= 442 \text{ mm} \\ h/t_w &= 49,111 \text{ mm} \\ 1100/\sqrt{f_{yw}} &= 54,32512782 \\ h/t_w &< 1100/\sqrt{f_{yw}} \end{aligned}$$

Kontrol Gaya Geser Memenuhi

Sehingga, gaya geser nominal dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \cdot f_y \cdot d \cdot t_w \\ &= 996300 \text{ N} \\ &= 99630 \text{ kg} \\ \phi V_n &= 0,9 \cdot V_n \\ &= 89667 \text{ kg} \\ V_u &= 17487,68 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_u < \phi V_n$$

Profil tersebut memenuhi

2. Perencanaan Batang Tarik Gelagar Melintang GMT

Perhitungan kapasitas lentur nominal profil H 700.300.13.24 terhadap momen lentur sumbu lemah $M_{uy} = 64330,76 \text{ kNm}$ dan $M_{uz} = 93612,65 \text{ kNm}$ untuk gelagar GMT.

Data Perencanaan:

$$\begin{aligned} \text{Profil yang digunakan} &= \text{H } 700 \times 300 \times 13 \times 24 \\ \text{Tinggi H} &= 700 \text{ mm} \\ \text{Lebar B} &= 300 \text{ mm} \\ \text{Tebal Badan } t_1 &= 13 \text{ mm} \\ \text{Tebal Sayap } t_2 &= 24 \text{ mm} \\ \text{Jari-Jari Kelengkungan } r &= 28 \text{ mm} \\ \text{Luas A} &= 235,5 \text{ cm}^2 \\ \text{Berat W} &= 184,8675 \text{ kg/m} \\ \text{Momen Inersia } x \text{ } I_x &= 201000 \text{ cm}^4 \\ \text{Momen Inersia } y \text{ } I_y &= 10800 \text{ cm}^4 \\ \text{Jari-Jari Girasi } x \text{ } i_x &= 29,3 \text{ mm} \\ \text{Jari-Jari Girasi } y \text{ } i_y &= 6,85 \text{ mm} \\ \text{Modulus Penampang } x \text{ } Z_x &= 5760 \text{ cm}^3 \\ \text{Modulus Penampang } y \text{ } Z_y &= 722 \text{ cm}^3 \\ \text{Tepi dari Pusat Sb. Y } C_y &= B/2 \\ &= 150 \text{ cm} \\ \text{Tepi dari Pusat Sb. X } C_x &= H/2 \\ &= 350 \text{ cm} \\ S_x &= I_x/C_x \\ &= 574,2857143 \text{ cm}^3 \\ S_y &= I_y/C_y \\ &= 72 \text{ cm}^3 \\ \text{Panjang (L)} &= 20 \text{ m} \\ \text{Mutu baja} &= \text{BJ } 55 \\ \text{Kuat tarik baja (} f_u \text{)} &= 550 \text{ MPa} \\ \text{Kuat leleh baja (} f_y \text{)} &= 410 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Analisa Statika:} \\ \text{Momen maksimal} &= 64330,76 \text{ kgm} \\ \text{Geser Maksimal} &= 93612,65 \text{ kg} \\ \text{Kekompakan penampang} \\ \text{Kekompakan sayap } \lambda &= 6,25 \\ \lambda_p &= 2,96928612 \\ \lambda_r &= 125,9355236 \\ \lambda &\leq \lambda_p \text{ (Penampang Kompak)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kekompakan badan } \lambda &= h/t_w \\ &= ((700 - 2 \times 28))/24 \\ &= 26,83333333 \\ \lambda_p &= 82,96928612 \\ \lambda_r &= 125,9355236 \\ \lambda &\leq \lambda_p \text{ (Penampang Kompak)} \end{aligned}$$

$\lambda \leq \lambda_p$ (Penampang Kompak)

$$\begin{aligned} \text{Momen Tahanan} \\ \text{Jika penampang kompak } M_{n1} &= Z_x \times f_y \times 10 \\ &= 5760 \times 410 \times 10 \\ &= 236160 \text{ kgm} \\ \text{Jika penampang langsing } M_{n2} &= (f_y - 70) \times S_x \times 10 \\ &= (410 - 70) \times 574,285 \times 10 \\ &= 5062,222222 \text{ kgm} \\ \text{Jika penampang tak kompak } M_{n3} \end{aligned}$$

$\lambda \leq \lambda_p$ (Penampang Kompak)

Momen Tahanan

$$\begin{aligned} \text{Jika penampang kompak } M_{n1} &= Z_x \times f_y \times 10 \\ &= 5760 \times 410 \times 10 \\ &= 236160 \text{ kgm} \\ \text{Jika penampang langsing } M_{n2} &= (f_y - 70) \times S_x \times 10 \\ &= (410 - 70) \times 574,285 \times 10 \\ &= 5062,222222 \text{ kgm} \\ \text{Jika penampang tak kompak } M_{n3} \end{aligned}$$

$$= ((\lambda_r - \lambda) / (\lambda_r - \lambda_p)) \times M_{n1} + ((\lambda - \lambda_p) / (\lambda_r - \lambda_p)) \times M_{n2}$$

$$= 27599015,92 \text{ kgcm}$$

$$= 275990,1592 \text{ kgm}$$

Karena penampang kompak, maka:

$$M_n = 236160 \text{ kgm}$$

$$\phi = 0,9$$

$$\phi M_n = 212544 \text{ kgm}$$

$$M_u = 64330,76 \text{ kgm}$$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$212544 > 64330,76$$

Profil tersebut memenuhi

Kontrol Tegangan Geser

$$V = 93612,65 \text{ kg}$$

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

$$t_l = 24 \text{ mm}$$

$$f_v = 13,00175694 \text{ kg/mm}^2$$

$$= 130,0175694 \text{ MPa}$$

$$t_y = 0,6 f_y$$

$$= 246 \text{ MPa}$$

$$f_v < t_y$$

Profil tersebut memenuhi

Kontrol Gaya Geser

Sehingga:

$$h = d - 2(r - t_f)$$

$$= 692 \text{ mm}$$

$$h/t_w = 53,2307692 \text{ mm}$$

$$1100/\sqrt{f_{yw}} = 54,33$$

$$h/t_w < 1100/\sqrt{f_{yw}}$$

Kontrol Gaya Geser Memenuhi

Sehingga, gaya geser nominal dapat dihitung sebagai berikut:

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot d \cdot t_w$$

$$= 223860 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = 0,9 \cdot V_n$$

$$= 201474 \text{ kg}$$

$$V_u = 93612,65 \text{ kg}$$

$$V_u < \phi V_n$$

Profil tersebut memenuhi

4. KESIMPULAN

Kesimpulan

Pada Perencanaan Ulang Struktur Jembatan Merah Patikraja Kabupaten Banyumas Dengan Struktur Rangka Baja Tipe K Truss dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Diperoleh besar dimensi profil baja yang dibutuhkan untuk rangka jembatan sebagai berikut :
 - a. Profil baja yang digunakan untuk Batang Struktur Atas (BSA), Batang Struktur Diagonal (BSD), dan Batang Ikat Ujung (BIU) adalah H 500.500.25.40 .
 - b. Profil baja yang digunakan untuk Batang Ikat Angin (BIA) adalah H 500.200.10.16 .
 - c. Profil baja yang digunakan untuk Batang Ikat Angin Ujung (BIU), Batang Rangka Baja Samping Diagonal (BSD), Batang Rangka Baja Samping bagian Bawah (BSB) adalah H 500.500.25.40 .

- d. Profil baja yang digunakan untuk Gelagar Memanjang (GP) H 450.200.9.14
- e. Profil baja yang digunakan untuk Gelagar Melintang dan Gelagar Melintang Ujung (GMT & GMU) H 700.300.13.24 .

Saran

Saran dari hasil Perencanaan Ulang Struktur Profil Baja Jembatan Merah Patikraja Kabupaten Banyumas Dengan Struktur Rangka Baja Tipe K Truss sebagai berikut:

1. Dalam setiap perencanaan hendaknya selalu mengacu pada peraturan, landasan ataupun standar terbaru yang dikeluarkan oleh pihak yang berwenang.
2. Ketelitian adalah salah satu unsur terpenting agar dapat tercapainya hasil perencanaan yang baik dan tepat.
3. Konsep perencanaan harus menggabungkan antara unsur kekuatan, keselamatan, kenyamanan dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Elia Emisasmata, Muhammad Mukhtar, Yan Agus W. Adinata .(2015) . Jembatan Struktur Rangka Baja Pemodelan Jembatan Rangka Kasih Ibu (K-Truss Internasional Bridge Union). Universitas Negeri Yogyakarta,134-149.
- [2] Dewita, H., Supriantini, L., & Wibisono, H. (2016). Perencanaan Struktur Atas Jembatan Kedaun-Jenggol di Kabupaten Tanggerang Dengan Menggunakan Rangka Baja. Jurnal Sains dan Teknologi Teknik Utama, 11(3), 147-156.
- [3] Djoko, Y. (2016). Standar Pembebanan Pada jembatan Menurut SNI 1725 2016. Jurnal Teknik Sipil Universitas Komputer Indonesia.
- [4] Helmi, A. (2015). Re-Design Jembatan Nambangan Bantul Menggunakan Rangka Baja Type Warren. Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
- [5] Massaroh, A. (2015). Perhitungan Struktur Jembatan Rangka (Truss Bridge) Bentang 60 Meter di Samboja Kabupaten Kutai Kertanegara. Jurnal Mahasiswa 4(1), 1558-1569.
- [6] Binamarga, Dirjen Bina Teknik. (2010) PERENCANAAN TEKNIK JEMBATAN.
- [7] Nasional, B. S. (2016). SNI 1725: 2016 Pembebanan untuk Jembatan. BSN. Jakarta.
- [8] Nasional, B. S. (2005). SNI T 03-2005 Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [9] RSNI, T. (2004). 12-2004. Perencanaan struktur beton untuk jembatan.
- [10] Setiawan, A. (2008). Perencanaan Struktur baja dengan metode LRFD. Jakarta: Erlangga.
- [11] Sukian, S., Atmanto, I. D., & Nurhuda, I. (2013). Desain Jembatan Lemah Gempal Kota Semarang Dengan Rangka Baja. Jurnal Karya Teknik Sipil, 2(1), 193-204.