

ANALISIS STRUKTUR ATAS JEMBATAN LENGKUNG RANGKA BAJA TIPE *PARKER* BENTANG 60 M KELAS A MENGGUNAKAN APLIKASI *MIDAS CIVIL*

Heri Sutanto¹⁾, Ery Budiman²⁾, Muhammad Adrian³⁾

¹⁾Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung No. 9
Kampus Gunung Kelua Samarinda, 75119

²⁾Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung No. 9
Kampus Gunung Kelua Samarinda, 75119

³⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung No. 9
Kampus Gunung Kelua Samarinda, 75119
muhammadadrianade17@gmail.com

ABSTRAK

Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi peleburan besi dan baja serta seiring berkembangnya zaman yang menuntut inovasi ditemukannya berbagai metode dan software salah satunya adalah *software midas civil*. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gaya aksial terbesar pada setiap elemen yang terjadi akibat kombinasi pembebanan melalui *software midas civil* dan mengetahui besar tahanan tarik/tekan nominal yang terjadi akibat gaya aksial terbesar tersebut serta untuk mengetahui profil struktur rangka baja yang diperlukan pada struktur atas jembatan dalam menganalisis jembatan Sambera Desa Tanjung Limau, Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. Hasil perencanaan jembatan lengkung rangka baja dengan tipe parker tinggi jembatan sebesar 10 meter, lebar sebesar 9 meter dan panjang jembatan sebesar 60 meter dengan gaya aksial tekan sebesar 10079.06 kN dan aksial tarik sebesar 7701.53 kN. Profil batang samping atas, batang samping bawah, dan batang samping tengah yaitu IWF 498×432–45/70, profil gelagar memanjang yaitu IWF 356×352–14/22, profil gelagar melintang yaitu IWF 458×417–30/50, profil ikatan angin yaitu IWF 304×301–11/17 dimana pembebanan yang direncanakan, hasil perhitungan komponen jembatan, serta perencanaan analisis *software midas civil* telah memenuhi syarat agar dapat memberikan jembatan lengkung rangka baja tipe parker yang aman, nyaman dan kokoh bagi penggunaannya.

Kata Kunci: Jembatan Lengkung Rangka Baja, Tipe Parker, Midas Civil.

ABSTRACT

With the development of science and technology of iron and steel smelting and along with the development of the times that demand innovation, various methods and software have been discovered, one of which is the Midas Civil software. This study aims to determine the largest axial force on each element that occurs due to the combination of loads through the Midas Civil software and to determine the nominal tensile/compressive resistance that occurs due to the largest axial force and to determine the profile of the steel frame structure required for the bridge superstructure. In analyzing the Sambera bridge in Tanjung Limau Village, Muara Badak District, Kutai Kartanegara Regency. The results of the steel frame arch bridge planning with a parker type bridge height of 10 meters, width of 9 meters and a bridge length of 60 meters with a compressive axial force of 10079.06 kN and a tensile axial force of 7701.53 kN. The profile of the upper side member, lower side member, and middle side member is IWF 498×432–45/70, the longitudinal girder profile is IWF 356×352–14/22, the transverse girder profile is IWF 458×417–30/50, the wind tie profile is IWF 304×301–11/17 where the planned loading, the results of bridge component calculations, and the analysis planning of Midas Civil software have met the requirements to provide a safe, comfortable and sturdy parker type steel frame arch bridge for its users.

Keywords: Steel Frame Arch Bridge, Parker Type, Midas Civil.

1. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan salah satu prasarana penunjang transportasi dimana jembatan dapat

menghubungkan dua daratan yang terpisah oleh sungai, lembah, danau, rel kereta, jalan raya dan lain-lain agar dapat terhubung. Jembatan memiliki banyak jenis berdasarkan lokasi, fungsi, bahan

konstruksi dan tipe struktur. Salah satu tipe jembatan yaitu jembatan rangka baja (*truss bridge*) tersusun dari batang-batang yang dihubungkan dengan pelat buhul, pengikat paku keling, baut atau las. Pada batang-batang jembatan rangka memikul gaya dalam aksial tekan atau tarik.

Kabupaten Kutai Kartanegara merupakan salah satu kabupaten yang memiliki anak sungai yang begitu banyak yang tersebar di Kecamatan-kecamatan dan berdiri jembatan di atas sungai-sungai tersebut yang dimana ada beberapa jembatan yang harus digantikan karena termakan usia dan terdapat banyak kerusakan. Salah satu jembatan yang mengalami kerusakan dan akan digantikan dengan jembatan yang baru yaitu jembatan Sambera yang berada di Kecamatan Muara Badak Desa Tanjung Limau yang terbangun diatas sungai Sambera dengan luas sungai tersebut sebesar 60 m.

Seiring berkembangnya zaman yang menuntut inovasi di segala bidang termasuk di dunia konstruksi yang terus berinovasi dengan ditemukannya berbagai metode dan software salah satunya adalah *software midas civil*.

Oleh karena itu penelitian ini dibuat berdasarkan hal-hal di atas sebagai sebuah referensi atau acuan dalam merencanakan pembangunan jembatan lengkung rangka baja tipe *parker* dengan bentang jembatan 60 m yang akan dirancang menggunakan peraturan pembebanan pada jembatan yaitu SNI 1725:2016 (Pembebanan untuk Jembatan) dan peraturan beban gempa yaitu SNI 2833:2016 (Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa) serta menggunakan aplikasi *midas* yang bertujuan untuk mengetahui gaya-gaya dalam terbesar pada setiap elemen yang terjadi akibat kombinasi pembebanan melalui *software midas civil* dan mengetahui besar tahanan tarik/tekan nominal yang terjadi akibat gaya aksial terbesar tersebut serta untuk mengetahui profil struktur rangka baja yang diperlukan pada struktur atas jembatan tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jembatan

Berdasarkan UU 38 Tahun 2004 bahwa jalan dan jembatan sebagai bagian dari sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya, serta lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah.

Jembatan rangka baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang baja yang dihubungkan satu dengan yang lainnya. Beban dan muatan yang dipikul oleh struktur ini akan diuraikan dan disalurkan pada batangbatang baja tersebut, sebagai gaya-gaya tekan dan tarik melalalui titik-titik pertemuan batang (titik buhul). Garis netral tiap-tiap batang yang bertemu pada titik buhul harus saling berpotongan pada satu titik saja untuk menghindari timbulnya momen sekunder. (Asiyanto,2008).

2.2. Pembebanan pada Jembatan

Pada analisis jembatan rangka baja ini, pembebanan yang bekerja pada konstruksi dihitung berdasarkan SNI 1725:2016 tentang Peraturan Pembebanan untuk Jembatan yang dijelaskan dalam sub bab- sub bab berikut ini.

2.2.1. Beban Permanen

Beban Permanen dibagi menjadi dua yaitu berat sendiri (MS) dan berat mati tambahan. Dimana berat sendiri (MS) adalah berat bagian tersebut dan elemen-elemen struktural lain yang dipikulnya, termasuk dalam hal ini adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen nonstruktural yang dianggap tetap. Sedangkan, Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen nonstruktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan.

2.2.2. Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas untuk perencanaan jembatan terdiri atas beban lajur "D" dan beban truk "T". Secara umum, beban "D" akan menjadi beban penentu dalam perhitungan jembatan yang mempunyai bentang sedang sampai panjang, sedangkan beban "T" digunakan untuk bentang pendek dan lantai kendaraan. Dalam keadaan tertentu beban "D" yang nilainya telah diturunkan atau dinaikkan dapat digunakan.

Beban garis terpusat (BGT) dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas p adalah 49,0 kN/m. Untuk mendapatkan momen lentur negatif maksimum pada jembatan menerus, BGT kedua yang identik harus ditempatkan pada posisi dalam arah melintang jembatan pada bentang lainnya.

Beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas q Kpa, dimana besarnya q tergantung pada panjang total L yang dibebani seperti berikut :

$$\text{Jika } L \leq 30 \text{ m} : q = 9.0 \text{ kP} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{Jika } > 30 \text{ m} : q = 9.0 \left(0.5 + \frac{15}{L}\right) \text{ kPa} \dots(2.2)$$

Keterangan :

q adalah intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan (kPa)

L adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter)

Penempatan gaya rem diletakkan disemua lajur rencana yang dimuati dan yang berisi lalu lintas dengan arah yang sama. Gaya rem (TB) harus diambil yang terbesar dari: 25% dari berat gandar truk desain atau, 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

Gaya ini harus diasumsikan untuk bekerja secara horizontal pada jarak 1800 mm diatas permukaan jalan pada masing-masing arah *longitudinal* dan dipilih yang paling menentukan. Perhitungan gaya rem tergantung dari faktor kepadatan lajur yang ditentukan, jika jembatan menggunakan jalur satu arah maka semua lajur rencana harus dibebani secara simultan pada saat menghitung besarnya gaya rem.

Semua komponen trotoar yang lebih lebar dari 600 mm harus direncanakan untuk memikul beban pejalan kaki (TP) dengan intensitas 5 kPa dan dianggap bekerja secara bersamaan dengan beban kendaraan pada masing-masing lajur kendaraan. Jika trotoar dapat dinaiki maka beban pejalan kaki tidak perlu dianggap bekerja secara bersamaan dengan beban kendaraan.

2.2.3. Aksi Lingkungan

Deformasi akibat perubahan temperatur yang merata dapat dihitung dengan menggunakan prosedur seperti yang dijelaskan pada pasal ini. Prosedur ini dapat digunakan untuk perencanaan jembatan yang menggunakan gelagar terbuat dari beton atau baja.

Beban angin harus diasumsikan terdistribusi secara merata pada permukaan yang terekspos oleh angin. Luas area yang diperhitungkan adalah luas area dari semua komponen, termasuk sistem lantai dan railing yang diambil tegak lurus terhadap arah angin. Arah ini harus divariasikan untuk mendapatkan pengaruh yang paling berbahaya terhadap struktur jembatan atau komponen-komponennya. Perencana dapat menggunakan kecepatan angin rencana dasar yang berbeda untuk kombinasi pembebanan yang tidak melibatkan kondisi beban angin yang bekerja pada kendaraan. Arah angin rencana harus diasumsikan horizontal.

2.3. Pengaruh Gempa

Menurut SNI 2833:2016 tentang perencanaan jembatan terhadap beban gempa sebagai berikut : Jembatan harus direncanakan agar memiliki kemungkinan kecil untuk runtuh namun dapat mengalami kerusakan yang signifikan dan gangguan terhadap pelayanan akibat gempa.

2.4. Perencanaan Jembatan Rangka Baja

2.4.1. Tahanan Tarik

Tahanan tarik merupakan tahanan pada komponen struktur yang memikul beban tarik. Tahanan tarik ditinjau berdasarkan dua kondisi yaitu pada kondisi leleh dan kondisi fraktur. Perhitungan tahanan tarik suatu komponen struktur dihitung dengan persamaan berikut :

$$P_r = \phi_y P_{ny} = \phi_y F_y A_g \dots\dots\dots(2.3)$$

$$P_r = \phi_u P_{nu} = \phi_u F_u A_n U \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

P_{ny} adalah tahanan aksial tarik nominal untuk pelelehan pada penampang bruto (N)

F_y adalah kuat leleh minimum yang dispesifikasikan (MPa)

A_g adalah luas bruto penampang dari komponen (mm^2)

P_{nu} adalah tahanan aksial tarik nominal untuk fraktur pada penampang neto efektif (N)

F_u adalah kuat tarik minimum yang dispesifikasikan (MPa)

A_n adalah luas neto penampang komponen tarik (mm^2)

R_p adalah faktor reduksi untuk lubang diambil sama dengan 0,90 untuk lubang baut yang ditumbuk (*punched*) ukuran penuh dan 1,0 untuk lubang baut yang dibor (*drilled*) ukuran penuh atau dengan cara ditumbuk (*subpunched*) lalu diputar dengan alat ream (*reamed*) sampai mencapai ukuran tertentu

U adalah faktor reduksi untuk memperhitungkan pengaruh shear lag dalam sambungan yang memikul gaya tarik; 1,0 untuk komponen dimana pengaruh gaya disalurkan ke semua elemen

ϕ_y adalah faktor reduksi untuk pelelehan pada penampang bruto

ϕ_u adalah faktor reduksi untuk fraktur pada penampang neto

2.4.2. Tahanan Tekan

Tahanan rencana dari komponen tekan, P_r dapat diambil sebagai berikut:

$$P_r = \phi_c P_n \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

P_n adalah tahanan aksial tekan nominal (N)
 ϕ_c adalah faktor reduksi untuk aksial tekan (N)

P_n harus ditentukan sebagai berikut:

a. Jika $\frac{P_e}{P_n} \geq 0.44$ maka,

$$P_n = \left[0.658 \left(\frac{P_e}{P_e} \right) \right] P_o \dots\dots\dots(2.6)$$

b. Jika $\frac{P_e}{P_n} < 0.44$ maka,

$$P_n = 0.877 P_e \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

P_o adalah tahanan nominal ekuivalen (N)

P_e adalah tahanan tekuk elastis (N)

2.4.3. Kombinasi Aksial Tekan dan Lentur

Komponen yang memikul tekan dan lentur harus memenuhi persamaan di bawah ini:

Jika $\frac{P_u}{P_r} < 0.2$ maka :

$$\frac{P_u}{2.0 P_r} + \left(\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \right) \leq 1.0 \dots\dots\dots(2.8)$$

Jika $\frac{P_u}{P_r} \geq 0.2$ maka :

$$\frac{P_u}{P_r} + \frac{8.0}{9.0} \left(\frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \right) \leq 1.0 \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

P_r adalah tahanan tarik terfaktor (N)

M_{rx} adalah tahanan lentur terfaktor terhadap sumbu-x yang diambil sebagai ϕ_f kali tahanan lentur nominal terhadap sumbu-x (N.mm)

M_{ry} adalah tahanan lentur terfaktor terhadap sumbu-y yang diambil sebagai ϕ_f kali tahanan lentur nominal terhadap sumbu-y (N.mm)

M_{ux}, M_{uy} adalah momen lentur akibat beban terfaktor berturut-turut terhadap sumbu-x dan sumbu y yang diperoleh (N.mm)

P_u adalah pengaruh gaya aksial akibat beban terfaktor (N)

ϕ_f adalah faktor tahanan untuk lentur Stabilitas pelat sayap yang mengenai tegangan tekan akibat tarik dan lentur harus diselidiki untuk tekuk setempat.

2.5. Lentutan Izin

Menurut RSNI T-03-2005 Lentutan yang timbul akibat beban mati tidak boleh melampaui $L/180$ atau 13 mm untuk bentangan acuan $L \leq 3,00$ m. atau $L/240$ atau 19 mm, untuk $L > 3,00$ m. Balok di atas dua tumpuan atau gelagar menerus, lentutan maksimumnya adalah $1/800 \times$ bentang. Kecuali pada jembatan di daerah perkotaan yang sebagian jalur digunakan pejalan kaki, batasan tersebut adalah $1/1.000 \times$ bentang.

2.6. Midas

Midas Civil adalah *software* yang dapat membantu kontraktor ataupun *consultant* untuk mengelola resiko dari biaya yang tidak terduga dan hilangnya waktu, terutama pada fase pelaksanaan proyek. Data penting untuk pekerjaan proyek seperti desain untuk supply dan instalasi dapat dimasukkan kedalam *software midas civil*. Dengan begitu dapat merespon apabila terjadi penyimpangan dan juga dapat mengelola proyek secara baik dalam satu sistem. *Software midas civil* dapat mewujudkan platform perencanaan dan manajemen yang komprehensif (*Midas Civil*, 2011).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan dengan mempelajari buku, jurnal serta tugas akhir terdahulu yang berkaitan dengan topik dalam penelitian ini. Studi literatur ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari tentang menganalisis jembatan rangka baja yang mencakup analisis struktur atas jembatan tersebut termasuk menggunakan peraturan pembebanan pada jembatan juga diperbarui yaitu SNI 1725:2016 (Pembebanan untuk Jembatan) dan peraturan beban gempa juga diperbarui yaitu SNI 2833:2016 (Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa).

3.2. Pengumpulan Data

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari standar jembatan diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum melalui Direktorat Jenderal Bina Marga. Menentukan jenis dan desain awal jembatan yang akan dilakukan perencanaan. Jembatan yang akan direncanakan adalah jenis jembatan rangka baja tipe *parker*. Data-data yang tidak ada di standar bina marga akan diasumsikan oleh penulis.

3.3. Analisis Struktur

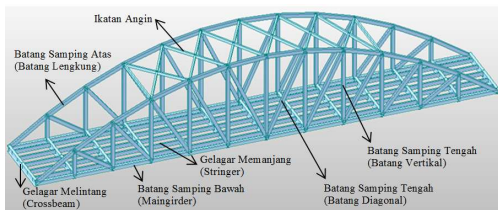
Dalam penelitian ini analisis struktur awal dilakukan menggunakan *software* untuk menganalisis struktur atas jembatan tersebut. *Software* yang digunakan untuk melakukan analisis tersebut yaitu aplikasi *midas civil*. Yang dimana pada analisis menggunakan *midas civil* ini terlebih dahulu menghitung pembebanan yang akan berkerja pada jembatan serta menentukan peta lokasi gempa sesuai dengan lokasi yang diteliti. Kemudian setelah analisis struktur atas

jembatan dengan *midas civil* selesai dilakukan perhitungan manual dengan menggunakan excel.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur atas jembatan yang akan direncanakan merupakan jembatan lengkung rangka baja yang akan di rencanakan di atas sungai Sambera dengan gambar pemodelan dan data-data perencanaan sebagai berikut,

Jenis jembatan :Jembatan rangka baja tipe *parker*
 Kelas jembatan :Kelas A
 Panjang bentang jembatan : 60 m
 Lebar jembatan : 9 m
 Lebar jalan : 2×3.5 m
 Lebar trotoar : 2×1 m
 Tinggi puncak jembatan : 10 m
 Tebal Slab Lantai Jembatan : 250 mm
 Tebal aspal : 50 mm
 Jumlah jalur / lajur : 1 jalur / 2 lajur
 Jarak antar gelagar memanjang : 1700 mm
 Jarak antar gelagar melintang : 5000 mm
 Berikut gambar pemodelan jembatan pada penelitian ini.



Gambar 4.1 Pemodelan Jembatan Tampak 3D

4.1. Data Profil Batang Samping

Profil batang samping atas dan bawah ini merupakan batang-batang yang memiliki gaya aksial tekan dan tarik terbesar dalam analisis *midas civil*.

1. Data Profil

Tipe Material :
 Tinggi profil $d = 498 \text{ mm}$
 Lebar sayap atas $b_c = 432 \text{ mm}$
 Lebar sayap bawah $b_t = 432 \text{ mm}$
 Tebal sayap atas $t_c = 70 \text{ mm}$
 Tebal sayap bawah $t_t = 70 \text{ mm}$
 Tebal badan $t_w = 45 \text{ mm}$
 Tinggi badan $D = d - (t_c + t_t)$
 $= 498 - (70 + 70)$
 $= 358 \text{ mm}$

Luas penampang $A_g = 77010 \text{ mm}^2$
 Inersia penampang $I_x = 2980000000 \text{ mm}^4$
 $I_y = 944000000 \text{ mm}^4$
 Modulus of section $S_x = 12000000 \text{ mm}^3$
 $S_y = 4370000 \text{ mm}^3$

Jari-jari gradasi

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{2980000000}{77010}} = 196.71368 \text{ mm}$$

Jari-jari gradasi minimum

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} = \sqrt{\frac{944000000}{77010}} = 110.7265222 \text{ mm}$$

Titik berat penampang

$$y = \frac{d}{2} = \frac{498}{2} = 249 \text{ mm}$$

2. Spesifikasi material

Mutu Baja : BJ50
 Tegangan leleh minimum $f_y = 290 \text{ MPa}$
 Tegangan putus minimum $f_u = 500 \text{ MPa}$
 Peregangan minimum = 16 %
 Modulus elastisitas $E = 200000 \text{ MPa}$
 Modulus Geser $G = 80000 \text{ MPa}$
 Angka poisson $\mu = 0.3$
 Koefisien pemuaian $\alpha = 0.000012/^\circ\text{C}$

3. Faktor reduksi kekuatan

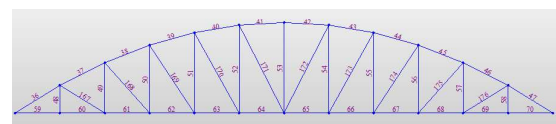
Berdasarkan RSNI T-03-2005 tentang Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan, Faktor reduksi kekuatan untuk keadaan batas ultimit dengan situasi rencana yang ditentukan sebagai berikut.

- Lentur (ϕ_{lentur}) = 0.09
- Geser (ϕ_{geser}) = 0.09
- Aksial tekan (ϕ_{tekan}) = 0.85
- Aksial tarik terhadap kuat leleh (ϕ_{leleh}) = 0.90
- Aksial tarik terhadap kuat fraktur ($\phi_{fraktur}$) = 0.75

4.2. Perencanaan Komponen Tarik Batang Samping Bawah

1. Beban yang bekerja

Berdasarkan hasil dari pengaplikasian beban serta kombinasi pembebanan yang bekerja pada jembatan menurut SNI 1725-2016 pada jembatan rangka baja tipe *parker* ini dengan menggunakan aplikasi *Midas civil* didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 4.2 Posisi element batang no. 70

Gaya aksial tarik $P_u = 7701.53 \text{ kN}$

Nomor Element : 70

Torsi = 2.56 kNm

Momen lentur $M_{ux} = 660.95 \text{ kNm}$

$M_{uy} = -1.87 \text{ kN}$

Panjang batang tarik $l = 5000 \text{ mm}$

$$\text{Shear } x = 65.86 \text{ kN}$$

$$\text{Shear } y = -17.96 \text{ N}$$

2. Cek penampang

a. Cek batas kelangsingan

$$\lambda = \frac{l}{r_y}$$

$$\lambda = \frac{5000}{110.7265222} = 45.16037805$$

Syarat,

$$\frac{l}{r_y} < 240$$

$$45.16037805 < 240 \quad \dots \text{"OKE"}$$

b. Tahanan tarik terfaktor

1) Kondisi leleh dari luas penampang kotor

$$A_g = 77010 \text{ mm}^2$$

$$P_r = \phi \cdot P_n$$

$$P_{r1} = \phi_{leleh} \cdot f_y \cdot A_g$$

$$P_{r1} = 0.90 \times 290 \times 77010 =$$

$$20099610 \text{ N} = 20099.61 \text{ kN}$$

2) Kondisi fraktur dari luas penampang bersih

Tahanan nominal kondisi fraktur

$$P_r = \phi \cdot P_n$$

$$P_{r2} = \phi_{fraktur} \cdot f_u \cdot A_e \cdot R$$

$$P_{r2} = 0.75 \times 500 \times 59481 \times 1 \quad P_{r2} =$$

$$22305375 \text{ N}$$

$$P_{r2} = 22305.375 \text{ kN}$$

Tahanan tarik terfaktor diambil nilai yang terkecil diantara dua kondisi, maka digunakan :

$$P_r = \min(P_{r1}, P_{r2})$$

$$P_r = \min(20099.61, 22305.375)$$

$$P_r = 20099.61 \text{ kN}$$

Syarat,

$$P_u \leq P_r$$

$$7701.53 \leq 20099.61 \quad \dots \text{"OKE"}$$

Rasio tahanan tarik nominal dan tarik yang terjadi di batang

$$\frac{P_u}{P_r} = \frac{7701.53}{20099.61} = 0.383168131$$

$$\frac{P_u}{P_r} \leq 1$$

$$0.383168131 \leq 1 \quad \dots \text{"OKE"}$$

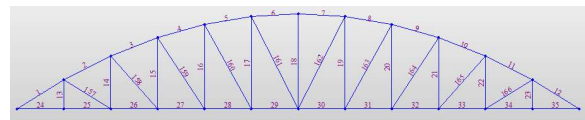
3. Pembahasan

Pada elemen batang samping bawah profil IWF 498×432-45/70, nomor elemen 70 dan panjang sebesar 5000 mm, dicek batas kelangsingan λ sebesar 90.3207561 dengan syarat $\lambda < 240$ telah memenuhi. Kemudian di cari tahanan tarik terfaktor yang dimana diambil yang terkecil diantara kondisi leleh dari luas penampang kotor (P_{r1}) sebesar 20099.61 kN dan kondisi fraktur dari luas penampang bersih (P_{r2}) sebesar

22305.375 kN. Jadi diambil tahanan tarik terfaktornya (P_r) sebesar 20099.61 kN dimana dengan syarat $P_u \leq P_r$ yang dimana besar nilai gaya aksial tarik yang terjadi P_u sebesar 7701.53 kN telah memenuhi syarat. Dan syarat rasio tahanan tarik yang terjadi $\frac{P_u}{P_r} \leq 1$ dengan nilai sebesar 0.38316813 telah memenuhi syarat.

4.3. Perencanaan Komponen Tekan Batang Samping Atas

1. Beban yang bekerja



Gambar 4.3 Posisi element batang no. 1

Gaya aksial tekan $P_u = -10079.06 \text{ kN}$

Nomor Element : 1

Torsi = 0.17 kNm

Momen lentur $M_{ux} = -325.54 \text{ kNm}$

$$M_{uy} = 1.52 \text{ kNm}$$

Panjang batang tarik $l = 5859.7 \text{ mm}$

Shear x = -39.81 kN

Shear y = -91.04 kN

2. Cek penampang

a. Cek batas kelangsingan

$K = 0.75$ (untuk sambungan yang menggunakan baut di kedua ujungnya)

$$\lambda = \frac{K \cdot l}{r_y} = \frac{0.75 \times 5859.7}{110.7265222} = 39.69394009$$

Syarat batas kelangsingan penampang,

$$\frac{K \cdot l}{r_y} < 140$$

$$39.69394009 < 140 \quad \dots \text{"OKE"}$$

b. Tahanan tekan nominal (P_n)

Berdasarkan Surat Edaran Nomor : 06/SE/Db/2021 Kementerian Pekerjaan dan Perumahan Rakyat, sebelum menentukan tahanan tekan nominal, komponen tekan dengan penampang tidak langsing harus di periksa tahanan nominal leleh (P_o) terhadap tahanan kritis tekuk elastik (P_e) dengan persyaratan sebagai berikut:

Tahanan nominal leleh $P_o = f_y \cdot A_g$

$$P_o = 290 \times 77010 = 22332900 \text{ N}$$

$$\frac{P_{e1}}{P_o} = \frac{96478.03394}{22332.9} = 4.319995788$$

$$\frac{P_{e1}}{P_o} \geq 0.44$$

$$4.319995788 \geq 0.44 \quad \dots \text{"OKE"}$$

$$\frac{P_{e2}}{P_o} = \frac{249721.8429}{22332.9} = 11.18179202$$

$$\frac{P_{e2}}{P_o} \geq 0.44$$

$$11.18179202 \geq 0.44 \quad \dots \text{"OKE"}$$

Berdasarkan AASHTO LRFD 2017 Pasal 6.9.4.1.1, jika $\frac{P_{e1}}{P_o} \geq 0.44$ maka tahanan tekan nominal ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_{n1} = \left[0.658 \left(\frac{P_o}{P_{e1}} \right) \right] \cdot P_o$$

$$P_{n1} = 20270.65307 \text{ kN}$$

$$P_{n2} = \left[0.658 \left(\frac{P_o}{P_{e2}} \right) \right] \cdot P_o$$

$$P_{n2} = 21512.39989 \text{ kN}$$

Sedangkan menurut RSNi T-03-2005 penentuan tahanan tekan nominal dihitung melalui persamaan berikut :

Jika, $\lambda_c \leq 1.5$

$$0.481125459 \leq 1.5 \quad \dots \text{"OKE"}$$

$$\text{Maka, } P_{n3} = (0.66 \lambda_c^2) \cdot A_g \cdot f_y$$

$$P_{n3} = (0.66^{0.481125459^2}) \times 77010 \times 290$$

$$P_{n3} = 20284.8987 \text{ kN}$$

Diambil tahanan tekan nominal (P_n) yang terkecil.

$$P_n = \min(P_{n1}, P_{n2}, P_{n3})$$

$$P_n = 20270.65307 \text{ kN}$$

$$P_r = \phi \cdot P_n$$

$$P_r = \phi_{tekan} \cdot P_n$$

$$P_r = \phi_{tekan} \cdot P_n = 17230.05511 \text{ kN}$$

Syarat,

$$P_u \leq P_r$$

$$|-10079.06| \leq 17230.05511 \quad \dots \text{"OKE"}$$

Rasio tahanan tekan nominal dan tekan yang terjadi di batang

$$\frac{P_u}{P_r} = \frac{10079.06}{17230.05511} = 0.58496969$$

$$\frac{P_u}{P_r} \leq 1$$

$$0.58496969 \leq 1 \quad \dots \text{"OKE"}$$

3. Pembahasan

Pada elemen batang samping atas dengan profil IWF 498x432-45/70, nomor elemen I dan panjang sebesar 5859.7 mm, dicek batas kelangsingan λ sebesar 39.69394009 dengan syarat $\lambda < 140$ telah memenuhi. Periksa kelangsingan penampang λ_r sebesar 14.70632048 dengan syarat $\frac{b}{t_c} \leq \lambda_r$ dan nilai $\frac{b}{t_c}$ sebesar 3.085714286 telah memenuhi syarat. Kemudian di cari tahanan tekan nominal yang dimana diambil yang terkecil diantara P_{n1} sebesar 20270.65307 kN, P_{n2} sebesar 21512.39989 kN, dan P_{n3} sebesar 20284.8987 kN. Jadi diambil tahanan tekan nominal (P_n) sebesar 20270.65307 kN sehingga nilai P_r sebesar 17230.05511 kN, dimana dengan syarat $P_u \leq P_r$ yang dimana besar nilai gaya aksial tekan yang terjadi P_u sebesar 10079.06 kN telah memenuhi syarat.

Dan syarat rasio tahanan tarik yang terjadi $\frac{P_u}{P_r} \leq 1$ dengan nilai sebesar 0.58496969 telah memenuhi syarat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian analisis struktur atas jembatan rangka baja tipe *parker* bentang 60 m kelas A menggunakan aplikasi *midas civil* serta dilakukan perhitungan manual yang diperoleh, disimpulkan beberapa hal yang dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Gaya-gaya aksial yang terjadi pada point-point di bawah ini merupakan gaya-gaya aksial tekan maupun tarik terbesar pada setiap elemen jembatan.
 - a. Pada elemen batang samping atas /batang lengkung gaya aksial tekan terbesar yang terjadi sebesar 10079.06 kN dan tahanan tekan nominal pada elemen tersebut sebesar 17230.05511 kN yang dimana gaya aksial tekan lebih kecil daripada tahanan tekan nominal sedangkan, tidak terdapat gaya aksial tarik pada elemen tersebut.
 - b. Pada elemen batang samping bawah gaya aksial tarik terbesar yang terjadi sebesar 7701.53 kN dan tahanan tarik nominal pada elemen tersebut sebesar 20099.61 kN yang dimana gaya aksial tarik lebih kecil daripada tahanan tarik nominal sedangkan, tidak terdapat gaya aksial tekan pada elemen tersebut.
2. Struktur yang diperlukan dalam penelitian ini sudah dalam kondisi aman baik dalam analisis pada aplikasi *midas civil* maupun pada perhitungan manual yang meliputi komponen tarik, tekan dan lentur, dimana struktur yang diperlukan pada masing-masing elemen yaitu.
 - a. Pada elemen batang samping atas / batang lengkung menggunakan profil IWF 498x432 – 45/70 dengan material BJ50 (tegangan leleh minimum sebesar 290 MPa dan tegangan putus minimum 500 MPa)
 - b. Pada elemen batang samping bawah menggunakan profil IWF 498x432 – 45/70 dengan material BJ50 (tegangan leleh minimum sebesar 290 MPa dan tegangan putus minimum 500 MPa)

5.2. Saran

Adapun saran untuk meningkatkan penelitian selanjutnya dikarenakan masih banyaknya kekurangan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Melakukan penelitian menganalisis struktur bawah jembatan dan menggunakan objek penelitian di daerah rawan gempa agar dapat mengetahui pengaruh gempa yang terjadi pada jembatan secara maksimal.
2. Menggunakan model jembatan yang baru dan/atau jarang diteliti agar lebih bervariasi serta membandingkan analisis menggunakan aplikasi *midas civil* dengan aplikasi struktur yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agus, S., 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LFRD*, Erlangga, Jakarta.
2. Asiyanto, 2008, *Metode Konstruksi Proyek Jalan*, Press Universitas Indonesia, Jakarta.
3. Badan Standarisasi Nasional, 2016, *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*, SNI 2833-2016, Jakarta.
4. Badan Standarisasi Nasional, 2016, *Pembebanan untuk Jembatan*, SNI 1725-2016, Jakarta.
5. Badan Standarisasi Nasional, 2005, *Perencanaan Struktur Baja untuk Jembata*, RSNI T-03-2005, Jakarta.
6. Herri P., Gunawan H., 2018, *Analisis Perbandingan Jembatan Tipe Parker dan Tipe Warren dengan Bentang 50 Meter*, Vol. 3 No. 1, pp. 67-74, Prodi Teknik Sipil Universitas PGRI Palembang, Palembang.
7. <https://www.prabaengineering.com/midas-civil>, 14-02-2025
8. Ir. Rudy Gunawan dengan petunjuk Ir. Morrisco, 1988, *Tabel Profil Konstruksi Baja*, Kanisius, Yogyakarta.
9. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021, *Surat Edaran Nomor :06/SE/Db/2021 tentang Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
10. M. Asmuni J., Huzeirien M., Ali M., 2019, *Perencanaan Bangunan Atas Jembatan, Rangka Tipe Parker dengan Konstruksi Baja Bentang 60 Meter Desa Bram Itam Raya Kecamatan Bram Itam Kabupaten Tanjung Jabung Barat*, Civronlit Unbari, pp. 69-78, Jambi.
11. Midas Civil, 2011, *Analysis Reference*, Midas User Support System.
12. Pemerintah Indonesia, 2004, *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*, Lembaran RI Tahun 2004, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
13. Rancangan Standarisasi Nasional, 2005, *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan (RSNI-03-2005)*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
14. Rudy E. S., Lilis Z., Retnowati S., 2021, *Alternatif Desain Struktur Atas Jembatan Paseban II di Kabupaten Jember Menggunakan Tipe Parker Truss*, Equilib, Vol. 02 No. 02, pp. 161-170, Yogyakarta.
15. Supriyadi, Dr. Ir. Bambang dan Agus Setyo Muntohar, 2007, *Jembatan*. Catunggal, Yogyakarta.
16. Van Der Veen, K.H.C.W. & Struyk, H.J., 1984, *Jembatan*, Pradnya Paramita, Jakarta.