

ALTERNATIF PERENCANAAN *SUPER STRUCTURE* JEMBATAN RANGKA BAJA PADA JEMBATAN WAY UMALOYA DI KABUPATEN KEPULAUAN SULA

Article history

Received

10 Januari 2022

Received in revised form

2 Februari 2022

Accepted

5 Maret 2022

Mardhan Fatmona^{a*}, Erwinsyah Tuhuteru^b, Muhammad Taufiq Yuda Saputra^c

*Corresponding author

Mardhan.07231611020@gmail.com^aAlumni Prodi Sipil Fakultas Teknik Universitas Kahirun^bProdi Sipil Fakultas Teknik Universitas Kahirun

Graphical abstract



Abstract

The Way Umaloyna Bridge in the Sula Islands Regency is a reinforced concrete girder type bridge which has a total bridge span length of 60.00 with field survey results there are cracks in each of the longitudinal and transverse girders, corrosion of steel reinforcement and deflection due to repeated loads. The purpose of this research is as a planning alternative to analyze the dimensions of each element of the superstructure of the steel frame bridge in the redesign. In planning the superstructure of the steel truss bridge, warren truss type is used with analysis and design calculations using the LRFD method for control of the steel frame, such as tensile bars, compression rods, bending rods and bolted connections. In each calculation, the superstructure elements are controlled against the requirements for selecting the profile dimensions and controlled for materials and stresses. In planning the super structure of the bridge, the results of the analysis and design were obtained as follows: the use of dimensions and reinforcement on the pavement floor plate and vehicle floor plate used the dimensions of the pavement floor plate 25 x 50 x 6000 cm, with the main reinforcement requirements ϕ 16-12 mm and reinforcement for ϕ 12-200 mm, vehicle floor plate dimensions are used 20 x 600 x 6000 cm, with the need for basic reinforcement ϕ 16-100 mm, reinforcement for ϕ 12-200, the use of longitudinal girders with dimensions of WF profile 450 x 200 x 9 x 14 mm, the use of transverse girders with a WF profile dimension of 800 x 300 x 14 x 26 mm, the use of a main frame with a WF profile dimension of 400 x 400 x 45 x 70 mm, the use of wind ties with a WF profile dimension of 150 x 150 x 7 x 10 mm, the use of connection on the node plate with a plate thickness of 2.5 cm, the use of connecting plate connections between longitudinal girders, transverse girders, and the main frame with a profile dimension of L 100.100.10 mm. and the use of connection plates on wind ties with a dimension of 1.0 cm thick C profile.

Keywords: Planning alternative, Bridge Super Structure, Steel Frame, Warren Truss Type, LRFD

Abstrak

Jembatan Way Umaloyna di kabupaten kepulauan sula merupakan jembatan tipe gelagar beton bertulang yang mempunyai panjang total bentang jembatan 60,00 dengan hasil survey lapangan terdapat retak pada masing-masing gelagar memanjang dan gelagar melintang, korosi pada tulangan baja serta terjadinya lendutan akibat beban berulang. tujuan pada penelitian ini adalah sebagai alternatif perencanaan untuk menganalisis dimensi pada masing – masing elemen *super structure* jembatan rangka baja dalam perencanaan ulang. Pada perencanaan *super structure* jembatan rangka baja, digunakan tipe warren truss dengan dilakukan perhitungan analisis dan desain menggunakan metode LRFD untuk kontrol terhadap rangka baja seperti, batang tarik, batang tekan, batang lentur dan sambungan baut. Pada masing-masing perhitungan elemen *super structure* di kontrol terhadap syarat pemilihan dimensi profil serta di kontrol terhadap bahan dan tegangan. Pada perencanaan *super structure* jembatan, didapatkan hasil analisis dan desain sebagai berikut: penggunaan dimensi dan tulangan pada plat lantai trotoar dan plat lantai kendaraan digunakan dimensi plat lantai trotoar 25 x 50 x 6000 cm, dengan kebutuhan tulangan pokok ϕ 16-12 mm dan tulangan bagi ϕ 12-200 mm, digunakan dimensi plat lantai kendaraan 20 x 600 x 6000 cm, dengan kebutuhan tulangan pokok ϕ 16-100 mm, tulangan bagi ϕ 12-200, penggunaan gelagar memanjang dengan dimensi profil WF 450 x

200 x 9 x 14 mm, penggunaan gelagar melintang dengan dimensi profil WF 800 x 300 x 14 x 26 mm, penggunaan rangka induk dengan dimensi profil WF 400 x 400 x 45 x 70 mm, penggunaan ikatan angin dengan dimensi profil WF 150 x 150 x 7 x 10 mm, penggunaan sambungan pada plat simpul dengan tebal plat 2,5 cm, penggunaan sambungan plat penyambung antar gelagar memanjang, gelagar melintang, dan rangka induk dengan dimensi profil L 100.100.10 mm. dan penggunaan sambungan plat penyambung pada ikatan angin dengan dimensi profil C tebal 1,0 cm.

Kata Kunci: Alternatif perencanaan, *Super Structure* Jembatan, Rangka Baja, Tipe Warren Truss, LRFD

© 2022 Penerbit Fakultas Teknik Unkhair. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Jembatan sebagai struktur yang dibuat untuk menyebrangi suatu ringtangan seperti jurang, sungai, lembah dan lain-lain. merupakan bagian yang sangat penting pada bidang transportasi dalam mendorong percepatan pertumbuhan ekonomi, pariwisata dan lingkungan sosial. Kabupaten kepulauan sula sebagai salah satu daerah dengan pertumbuhan serta mobilitas penduduk yang berkembang begitu cukup pesat. Serta meningkatnya volume kendaraan setiap tahunnya.

Jembatan Way Umaloya di kabupaten kepulauan sula merupakan jembatan tipe gelagar beton bertulang yang mempunyai panjang total bentangan 60.00 m dan dibagi menjadi tiga bentangan dimana diantara terdiri dari bentangan pertama dengan panjang 20 m, bentangan kedua dengan panjang 16 m dan bentangan ketiga dengan panjang 24 m, yang memiliki dua buah abutmen dan buah pilar (*pier*) yang berada di tengah antara kedua abutmen.

Pada jembatan way umaloya terdapat retak pada masing-masing gelagar memanjang dan gelagar melintang, korosi pada tulangan baja serta terjadinya lendutan akibat beban berulang. Jenis dan tipe jembatan yang dipilih haruslah tergantung pada beberapa faktor seperti lebar rintangan, panjang bentangan jembatan, beban lalu lintas, bentang ekonmis dan lain-lain. Penyelesaian yang nantinya diharapkan adalah untuk dapat menerapkan suatu inovasi sebagai alternatif perencanaan yang efektif dan efisien pada konstruksi bangunan jembatan.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian jembatan Way Umaloya terletak di Desa Umaloya, Kecamatan Sanana, Kabupaten Kepulauan Sula, Provinsi Maluku Utara.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Metode Pengumpulan Data yang digunakan adalah Untuk mengetahui jumlah data yang harus dikumpulkan agar diperoleh data yang memadai, cukup, seimbang, dan akurat. Pada penelitian ini digunakan dua metode sebagai berikut:

1. Metode Observasi

Metode dengan survei secara langsung ke lapangan, agar mendapatkan data jembatan, sehingga dapat mengetahui kondisi real di lapangan. Maka pada penelitian ini dapat mempertimbangkan dalam perencanaan desain struktur atas jembatan.

2. Studi literatur

Studi literatur adalah studi untuk mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data tertulis berdasar pada beberapa jurnal ilmiah, buku atau SNI sebagai literatur.

Metode Perencanaan, Dalam perencanaan *Super Structure* jembatan rangka baja ini, analisis perhitungan dengan pendekatan menggunakan metode LRFD (*Load Resistance Factor and Design*).

Teknik analisis data pada penyelesaian penelitian ini adalah menggunakan metode kuantitatif, pada tahapan metode kuantitatif dalam penelitian ini dengan cara mengumpulkan data, mengolah, merencanakan, menyajikan, dan menginterpretasi data yang nantinya akan diperoleh gambaran yang jelas. Analisa data perencanaan struktur atas jembatan rangka baja adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data survey lokasi dan studi literatur
2. Preliminary Design atau pra desain
3. Perhitungan pembebanan
4. Pemodelan dan analisis dengan program software SAP2000
5. Kontrol perhitungan hasil analisis
6. Desain hasil analisis dengan program software Autocad 2D dan Skechup 3D
7. Hasil dan pembahasan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Super Structure Jembatan Rangka Baja

Tabel 1. Data *Super Structure* Jembatan Rangka Baja

No	Keterangan	Dimensi dan Mutu	Satuan
1	Kelas Jembatan	Permanen Kelas II/B	
2	Tipe Jembatan	Rangka baja	
3	Panjang Jembatan	60	m
4	Lebar Lantai Kendaraan	6	m
5	Lebar Lantai Trotoar	2 x 0,5	m
6	Jarak antar gelagar melintang	5	m
7	Jarak antar gelagar memanjang	1,5	m
8	Tinggi Rangka Jembatan	7	m
	Mutu profil baja (BJ)	41	
9	a. Tegangan leleh minimum (fy)	250	Mpa
	b. Tegangan putus minimum (fu)	410	Mpa
10	Elastisitas profil baja (E)	200000	Mpa
11	Mutu beton (fc)	25	Mpa
12	Mutu tulangan (fy)	260	Mpa

Sumber: Data Perencanaan Penelitian

2. Perhitungan Sandaran

Perhitungan sandaran dimaksudkan untuk mengetahui distribusi beban yang bekerja pada jembatan, sehingga dapat memperhitungkan kontrol sandaran terhadap bahan dan tegangan yaitu, kontrol terhadap lendutan, kontrol terhadap momen, dan kontrol terhadap geser.

Sandaran direncanakan menggunakan pipa \varnothing 76,3 mm (3 Inchi)

Kontrol terhadap lendutan pada pipa sandaran

Hasil nilai kontrol lendutan

$$1,805 < \frac{L_s}{180} = \frac{362,57}{180} = 2,014 \text{ cm OK}$$

Kontrol terhadap momen pada pipa sandaran

Hasil nilai kontrol momen

$$\sigma_u < \sigma_{ijin} = 291,260 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$

Kontrol terhadap geser pada pipa sandaran

Hasil nilai kontrol geser

$$\tau < \tau_{ijin} = 476,510 < 928,000 \text{ OK}$$

Jadi pipa \varnothing 76.3 mm (3 inchi) dapat dipakai untuk sandaran pada super structure jembatan rangka baja

3. Perhitungan Plat Lantai Trotoar

Hasil momen tumpuan = 5882,616 Kgm

Hasil momen lapangan = 7509,500 Kgm

Pada hasil perhitungan perencanaan plat lantai trotoar, maka dapat digunakan ketebalan plat lantai trotoar 25 cm, ketebalan plat lantai kendaraan 20 cm, tulangan pokok ϕ 16 - 125 mm dan tulangan bagi ϕ 12 - 200 mm pada super structure jembatan rangka baja

4. Perhitungan Plat Lantai Kendaraan

Hasil momen tumpuan = 5882,616 Kgm

Hasil momen lapangan = 7509,500 Kgm

Pada hasil perhitungan perencanaan plat lantai trotoar, maka dapat digunakan tulangan pokok ϕ 16 - 100 mm dan tulangan bagi ϕ 12 - 200 mm.

5. Perhitungan Gelagar Memanjang

Pada perencanaan gelagar memanjang digunakan profil WF 450 x 200 x 9 x 14

Syarat pemilihan profil pada gelagar memanjang

$\phi M_n \geq M_u = 3752280 \geq 1101625$ Kgcmm **OK**

Kontrol penampang gelagar memanjang

Kontrol penampang sayap (*flanges*)

$f_f < f_p = \text{Penampang Kompak} = 7,143 < 10,752 = \text{Penampang Kompak}$

Kontrol penampang badan (*web*)

$f_f < f_p = \text{Penampang Kompak} = 50,00 < 106,253 = \text{penampang Kompak}$

Kontrol terhadap lendutan (δ) pada gelagar memanjang

f ada < f ijin = 0,428 < 2,083 cm **OK**

Jadi gelagar memanjang dapat menahan terjadinya lendutan

Kontrol terhadap tegangan lentur (σ) pada gelagar memanjang

σ terjadi < σ dasar = 786,875 < 1666,000 Kg/cm² **OK**

Kontrol terhadap tegangan geser (τ) pada gelagar memanjang

$V_u < \phi V_n = 6140,270 < 51273,000$ Kg/cm² **OK**

Perhitungan shear conector (stud) pada gelagar memanjang

b eff = 125 cm

Gaya geser horizontal (V_h) = C max = 624218,750 Kg

Jarak antar stud = 11 cm

Jumlah stud = 45 buah

Pada perencanaan gelagar memanjang dengan menggunakan dimensi profil WF 450 x 200 x 9 x 14 mm dapat di gunakan untuk super structure jembatan rangka baja

6. Perhitungan Gelagar Melintang

Pada perencanaan gelagar melintang direncanakan menggunakan dimensi profil WF 800 x 300 x 14 x 26 mm

Syarat pemilihan profil pada gelagar melintang

$\phi M_n \geq M_u = 18396000,000 \geq 202876,371$ Kgcmm **OK**

Kontrol penampang gelagar melintang

Kontrol penampang sayap (*flanges*)

$f_f < f_p = \text{Penampang Kompak} = 5,769 < 10,752 = \text{Penampang Kompak}$

Kontrol penampang badan (*web*)

$f_f < f_p = \text{Penampang Kompak} = 57,143 < 106,253 = \text{penampang Kompak}$

Kontrol terhadap lendutan (δ) pada gelagar melintang

f ada < f ijin = 1,786 < 2,917 cm **OK**

Kontrol terhadap tegangan lentur (σ) pada gelagar melintang

σ terjadi < σ dasar = 144,912 < 1666,000 Kg/cm² **OK**

Kontrol terhadap tegangan geser (τ) pada gelagar melintang

$V_u < \phi V_n = 90883,615 < 141372,000$ Kg/cm² **OK**

Perhitungan shear conector (stud) pada gelagar memanjang

b eff = 175 cm

Gaya geser horizontal (V_h) = C max = 873906,250 Kg

Jarak antar stud = 20 cm

Jumlah stud = 35 buah

Pada perencanaan gelagar memanjang dengan menggunakan dimensi profil WF 800 x 300 x 14 x 26 mm dapat di gunakan untuk super structure jembatan rangka baja

7. Perhitungan Gelagar Induk

Analisis pada perencanaan rangka induk tidak menggunakan rumus pendekatan, tetapi menggunakan program software SAP2000 untuk perhitungan statika dalam mencari gaya aksial Pu terfaktor yang terjadi pada masing-masing rangka induk

Perencanaan dimensi rangka induk batang tekan (batang horizontal atas) direncanakan menggunakan dimensi batang profi WF 400 x 400 x 45 x 70

Mutu baja = BJ 41

Tegangan leleh minimum (f_y) = 25000 Kg/cm

Tegangan putus minimum (f_u) = 4100 Kg/cm

Gaya aksial Pu terfaktor = 745886,160 Kg

Menghitung radius girasi (r)

$r_x = 19,605$ cm

$r_y = 11,072$ cm

Menghitung parameter kerampingan (λ_c)

$\lambda_c = 0,508$

Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})

$F_{cr} = 2243,572$ Kg/cm²

Kontrol kekuatan batang tekan

$\phi_c P_n \geq P_u = 1468608,563$ Kg $\geq 745886,160$ Kg **OK**

Perencanaan dimensi rangka induk batang tarik (batang horizontal bawah) direncanakan menggunakan dimensi batang profi WF 400 x 400 x 45 x 70

Mutu baja = BJ 41

Tegangan leleh minimum (f_y) = 25000 Kg/cm

Tegangan putus minimum (f_u) = 4100 Kg/cm

Gaya aksial Pu terfaktor = 736752,370 Kg

Cek rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300 = \frac{500}{11,072} = 45,160 \leq 300$$

Menghitung luas nominal batang tarik

$A_n = 764,500$ cm²

Kontrol kekuatan batang tarik, desain kekuatan bahan batang tarik didasarkan pada 2 kriteria yaitu:

Didasarkan pada pelelehan penampang bruto, $\phi_t T_n = 1732725,000$ Kg

Didasarkan pada retakan penampang bersih, $\phi_t T_n = 1827632,813$ Kg

Berdasarkan hasil desain 2 kriteria diatas maka diambil kekuatan desain yang lebih kecil yaitu: pada pelelehan penampang bruto, $\phi_t T_n = 1732725,000$ Kg

Maka, $\phi_t T_n > T_u = 1732725,000$ Kg $> 736752,370$ Kg **OK**

Perencanaan batang diagonal (batang tekan) direncanakan menggunakan dimensi batang profi WF 400 x 400 x 45 x 70

Mutu baja = BJ 41

Tegangan leleh minimum (f_y) = 25000 Kg/cm

Tegangan putus minimum (f_u) = 4100 Kg/cm

Gaya aksial Pu terfaktor = 341983,740 Kg

Menghitung radius girasi (r)

$r_x = 19,605$ cm

$r_y = 11,072$ cm

Menghitung parameter kerampingan (λ_c)

$\lambda_c = 0,5085$

Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})

$F_{cr} = 1968,204$ Kg/cm²

Kontrol kekuatan batang tekan

$\phi_c P_n \geq P_u = 1288356,504$ Kg $\geq 341983,740$ Kg **OK**

Perencanaan batang diagonal (batang tarik) direncanakan menggunakan dimensi batang profi WF 400 x 400 x 45 x 70

Mutu baja = BJ 41

Tegangan leleh minimum (f_y) = 25000 Kg/cm

Tegangan putus minimum (f_u) = 4100 Kg/cm

Gaya aksial Pu terfaktor = 337118,430 Kg

Cek rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300 = \frac{743,303}{11,072} = 67,136 \leq 300$$

Menghitung luas nominal batang tarik

$$A_n = 764,500 \text{ cm}^2$$

Kontrol kekuatan batang tarik, desain kekuatan bahan batang tarik didasarkan pada 2 kriteria yaitu:

Didasarkan pada pelelehan penampang bruto, $\phi_t.T_n = 1732725,000 \text{ Kg}$

Didasarkan pada retakan penampang bersih, $\phi_t.T_n = 1827632,813 \text{ Kg}$

Berdasarkan hasil desain 2 kriteria diatas maka diambil kekuatan desain yang lebih kecil yaitu: pada pelelehan penampang bruto, $\phi_t.T_n = 1732725,000 \text{ Kg}$

Maka, $\phi_t.T_n > T_u = 1732725,000 \text{ Kg} > 337118,430 \text{ Kg}$ **OK**

Perencanaan ikatan angin atas (batang tekan) direncanakan menggunakan dimensi batang profil WF 150 x 150 x 7 x 10

Mutu baja = BJ 41

Tegangan leleh minimum (f_y) = 25000 Kg/cm

Tegangan putus minimum (f_u) = 4100 Kg/cm

Gaya aksial P_u terfaktor = 1530,100 Kg

Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = 6,395 \text{ cm}$$

$$r_y = 3,747 \text{ cm}$$

Menghitung parameter kerampingan (λ_c)

$$\lambda_c = 1,503$$

Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})

$$F_{cr} = 971,775 \text{ Kg/cm}^2$$

Kontrol kekuatan batang tekan

$\phi_c.P_n \geq P_u = 33122,961 \text{ Kg} \geq 1530,100 \text{ Kg}$ **OK**

Perencanaan ikatan angin atas (batang tarik) direncanakan menggunakan dimensi batang profil WF 150 x 150 x 7 x 10

Mutu baja = BJ 41

Tegangan leleh minimum (f_y) = 25000 Kg/cm

Tegangan putus minimum (f_u) = 4100 Kg/cm

Gaya aksial P_u terfaktor = 1676,590 Kg

Cek rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300 = \frac{500,010}{3,747} = 133,44 \leq 300$$

Menghitung luas nominal batang tarik

$$A_n = 34,500 \text{ cm}^2$$

Kontrol kekuatan batang tarik, desain kekuatan bahan batang tarik didasarkan pada 2 kriteria yaitu:

Didasarkan pada pelelehan penampang bruto, $\phi_t.T_n = 90225,000 \text{ Kg}$

Didasarkan pada retakan penampang bersih, $\phi_t.T_n = 82476,563 \text{ Kg}$

Berdasarkan hasil desain 2 kriteria diatas maka diambil kekuatan desain yang lebih kecil yaitu: pada retakan penampang bersih, $\phi_t.T_n = 82476,563 \text{ Kg}$

Maka, $\phi_t.T_n > T_u = 82476,563 \text{ Kg} > 1676,590 \text{ Kg}$ **OK**

Perencanaan ikatan angin bawah (batang tekan) direncanakan menggunakan dimensi batang profil WF 150 x 150 x 7 x 10

Mutu baja = BJ 41

Tegangan leleh minimum (f_y) = 25000 Kg/cm

Tegangan putus minimum (f_u) = 4100 Kg/cm

Gaya aksial P_u terfaktor = 19278,240 Kg

Menghitung radius girasi (r)

$$r_x = 6,395 \text{ cm}$$

$$r_y = 3,747 \text{ cm}$$

Menghitung parameter kerampingan (λ_c)

$$\lambda_c = 1,503$$

Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})

$$F_{cr} = 971,775 \text{ Kg/cm}^2$$

Kontrol kekuatan batang tekan

$\phi_c.P_n \geq P_u = 33122,961 \text{ Kg} \geq 19278,240 \text{ Kg}$ **OK**

Perencanaan ikatan angin atas (batang tarik) direncanakan menggunakan dimensi batang profil WF 150 x 150 x 7 x 10

Mutu baja = BJ 41

Tegangan leleh minimum (f_y) = 25000 Kg/cm

Tegangan putus minimum (f_u) = 4100 Kg/cm

Gaya aksial P_u terfaktor = 19299,340 Kg

Cek rasio kerampingan

$$\frac{L}{r} \leq 300 = \frac{500,010}{3,747} = 133,44 \leq 300$$

Menghitung luas nominal batang tarik

$$A_n = 34,500 \text{ cm}^2$$

Kontrol kekuatan batang tarik, desain kekuatan bahan batang tarik didasarkan pada 2 kriteria yaitu:

Didasarkan pada pelelehan penampang bruto, $\phi_t.T_n = 90225,000 \text{ Kg}$

Didasarkan pada retakan penampang bersih, $\phi_t.T_n = 82476,563 \text{ Kg}$

Berdasarkan hasil desain 2 kriteria diatas maka diambil kekuatan desain yang lebih kecil yaitu: pada retakan penampang bersih, $\phi_t.T_n = 82476,563 \text{ Kg}$

Maka, $\phi_t.T_n > T_u = 82476,563 \text{ Kg} > 19299,340 \text{ Kg}$ **OK**

Pada perencanaan rangka induk dapat di gunakan untuk super structure jembatan rangka baja

8. Perencanaan Sambungan

Sambungan pada gelagar memanjang dan melintang

Sambungan direncanakan menggunakan baut A 490 dengan diameter 7/8 inchi atau diameter 2,223 cm

Kekuatan geser gelagar memanjang, $V_u = 6140,270 \text{ Kg}$

Luas baut pada sambungan gelagar memanjang dan melintang $A_b = 3,878 \text{ cm}^2$

ϕ lubang baut = 2,323 cm

Jarak tepi baut diambil $L = 5 \text{ cm}$

Jarak antar baut diambil $L = 10 \text{ cm}$

Sambungan irisan tunggal pada gelagar melintang

Kekuatan tarik desain, $\phi R_n = 22558,034 \text{ Kg}$

Kekuatan geser desain, $\phi R_n = 15640,237 \text{ Kg}$

Kekuatan tumpu desain, $\phi R_n = 23996,070 \text{ Kg}$

Kekuatan nominal, $T_n = 157080,000 \text{ Kg}$

Sehingga, $T_n > T_u = 157080,000 > 6140,270 \text{ Kg}$ **OK**

Momen ultimate, $M_u = 21490,945 \text{ Kgcm}$

Jumlah baut, n diambil = 2 buah

Ketebalan plat yang digunakan, t diambil = 1,0 cm

Kontrol kekuatan tarik desain > beban tarik terfaktor baut = $\phi.R_n > R_{ut} = 22558,034 \text{ Kg} > 358,182 \text{ Kg}$ **OK**

Kekuatan geser desain > beban geser terfaktor baut = $\phi.R_n > R_{ut} = 31280,474 \text{ Kg} > 3070,135 \text{ Kg}$ **OK**

Sambungan irisan ganda pada gelagar memanjang

Kekuatan tarik desain, $\phi R_n = 22558,034 \text{ Kg}$

Kekuatan geser desain, $\phi R_n = 31280,474 \text{ Kg}$

Kekuatan tumpu desain, $\phi R_n = 15426,045 \text{ Kg}$

Kekuatan nominal, $T_n = 56970,000 \text{ Kg}$

Sehingga, $T_n > T_u = 157080,000 > 6140,270 \text{ Kg}$ **OK**

Momen ultimate, $M_u = 21490,945 \text{ Kgcm}$

Jumlah baut, n diambil = 2 buah

Ketebalan plat yang digunakan, t diambil = 1,0 cm

Kontrol kekuatan tarik desain > beban tarik terfaktor baut

$\phi.R_n > R_{ut} = 22558,034 \text{ Kg} > 358,182 \text{ Kg}$ **OK**

Kekuatan geser desain > beban geser terfaktor baut

$\phi.R_n > R_{ut} = 31280,474 \text{ Kg} > 3070,135 \text{ Kg}$ **OK**

Sehingga direncanakan menggunakan plat penyambung dengan dimensi profil L 100.100.10 pada sambungan gelagar memanjang dan gelagar melintang

Sambungan pada gelagar melintang dan rangka induk

Sambungan direncanakan menggunakan baut A 490 dengan diameter 7/8 inchi atau diameter 2,223 cm

Kekuatan geser gelagar melintang, $V_u = 90883,615 \text{ Kg}$

Luas baut pada sambungan gelagar memanjang dan melintang $A_b = 3,878 \text{ cm}^2$

ϕ lubang baut = 2,323 cm

Jarak tepi baut diambil $L = 5$ cm

Jarak antar baut diambil $L = 10$ cm

Sambungan irisan tunggal pada rangka induk

Kekuatan tarik desain, $\phi R_n = 22558,034$ Kg

Kekuatan geser desain, $\phi R_n = 15640,237$ Kg

Kekuatan tumpu desain, $\phi R_n = 77130,225$ Kg

Kekuatan nominal, $T_n = 175500,000$ Kg

Sehingga, $T_n > T_u = 175500,000 > 90883,615$ Kg **OK**

Momen ultimate, $M_u = 454418,074$ Kgcm

Jumlah baut, n diambil = 6 buah

Ketebalan plat yang digunakan, t diambil = 1,0 cm

Kontrol kekuatan tarik desain > beban tarik terfaktor baut = $\phi R_n > R_{ut} = 22558,034$ Kg > 7573,635 Kg **OK**

Kekuatan geser desain > beban geser terfaktor baut = $\phi R_n > R_{ut} = 31280,474$ Kg > 15147,269 Kg **OK**

Sambungan irisan ganda pada gelagar melintang

Kekuatan tarik desain, $\phi R_n = 22558,034$ Kg

Kekuatan geser desain, $\phi R_n = 31280,474$ Kg

Kekuatan tumpu desain, $\phi R_n = 23996,070$ Kg

Kekuatan nominal, $T_n = 157080,000$ Kg

Sehingga, $T_n > T_u = 157080,000 > 6140,270$ Kg **OK**

Momen ultimate, $M_u = 454418,074$ Kgcm

Jumlah baut, n diambil = 6 buah

Ketebalan plat yang digunakan, t diambil = 1,0 cm

Kontrol kekuatan tarik desain > beban tarik terfaktor baut

$\phi R_n > R_{ut} = 22558,034$ Kg > 7573,635 Kg **OK**

Kekuatan geser desain > beban geser terfaktor baut

$\phi R_n > R_{ut} = 31280,474$ Kg > 15147,269 Kg **OK**

Sehingga direncanakan menggunakan plat penyambung dengan dimensi profil L 100.100.10 pada sambungan gelagar melintang dan rangka induk

Sambungan pada rangka induk

Perhitungan kekuatan baut

Pada perencanaan sambungan rangka induk digunakan baut A490 dengan diameter ($d = 3/4$ inchi) atau (1,905 cm)

Luas baut $A_b = 2,849$ cm²

Kekuatan geser desain = $\phi R_n = 11490,786$ Kg

Kekuatan tumpu desain = $\phi R_n = 35147,250$ Kg

Perhitungan kebutuhan baut

$N_{S1} = 18$ buah

$N_{S71} = 30$ buah

$N_{S2} = 36$ buah

$N_{S72} = 30$ buah

$N_{S73} = 30$ buah

$N_{S60} = 20$ buah

$N_{S74} = 30$ buah

$N_{S61} = 36$ buah

Syarat jarak ujung baut

Digunakan $L = 4$ cm

Syarat jarak antar baut, digunakan $L = 10$ cm

Pada perencanaan sambungan rangka dapat digunakan plat penyambung dengan dimensi tebal 2,5 cm untuk *super structure* jembatan rangka baja

Sambungan pada ikatan angin atas

Perhitungan kekuatan baut

Pada perencanaan sambungan ikatan angin atas digunakan baut A490 dengan diameter ($d = 1/2$ inchi) atau (1,270 cm)

Luas baut $A_b = 1,266$ cm²

Kekuatan geser desain = $\phi R_n = 5107,016$ Kg

Kekuatan tumpu desain = $\phi R_n = 11836,800$ Kg

Perhitungan Kebutuhan Baut Pada Sambungan ikatan angin atas

$N_{S113} = 4$ buah

$$N_{S114} = 4 \text{ buah}$$

$$N_{S116} = 4 \text{ buah}$$

$$N_{S115} = 4 \text{ buah}$$

Syarat jarak ujung baut, digunakan $L = 4 \text{ cm}$

Syarat jarak antar baut, digunakan $L = 10 \text{ cm}$

Pada perencanaan sambungan ikatan angin atas dapat digunakan plat penyambung dengan dimensi tebal 1,0 cm untuk *super structure* jembatan rangka baja

Sambungan pada ikatan angin bawah

Perhitungan kekuatan baut

Pada perencanaan sambungan ikatan angin atas digunakan baut A490 dengan diameter ($d = 1/2 \text{ inchi}$) atau (1,270 cm)

$$\text{Lus baut } A_b = 1,266 \text{ cm}^2$$

$$\text{Kekuatan geser desain} = \phi R_n = 5107,016 \text{ Kg}$$

$$\text{Kekuatan tumpu desain} = \phi R_n = 11836,800 \text{ Kg}$$

Perhitungan Kebutuhan Baut Pada Sambungan ikatan angin atas

$$N_{S141} = 4 \text{ buah}$$

$$N_{S141} = 4 \text{ buah}$$

$$N_{S143} = 4 \text{ buah}$$

$$N_{S144} = 4 \text{ buah}$$

Syarat jarak ujung baut, digunakan $L = 3 \text{ cm}$

Syarat jarak antar baut, digunakan $L = 7 \text{ cm}$

Pada perencanaan sambungan ikatan angin bawah dapat digunakan plat penyambung dengan dimensi tebal 1,0 cm untuk *super structure* jembatan rangka baja

Kontrol plat simpul:

$$\text{Kontrol terhadap gaya tarik pada plat simpul } 1 = \phi R_n > T_u = 633375,000 > 20046,963 \text{ Kg} \quad \text{OK}$$

$$\text{Kontrol terhadap gaya geser pada plat simpul } 1 = V_u < \phi V_n = 179022,982 < 346106,250 \text{ Kg} \quad \text{OK}$$

$$\text{Kontrol terhadap gaya tekan pada plat simpul } 39 = \phi P_n \geq P_u = 207669,998 > 44570,066 \text{ Kg} \quad \text{OK}$$

$$\text{Kontrol terhadap gaya geser pada plat simpul } 39 = V_u < \phi V_n = 164110,346 < 309993,750 \text{ Kg} \quad \text{OK}$$

$$\text{Kontrol terhadap gaya tarik pada plat simpul } 40 = \phi R_n > T_u = 633375,000 > 56546,335 \text{ Kg} \quad \text{OK}$$

$$\text{Kontrol terhadap gaya geser pada plat simpul } 40 = V_u < \phi V_n = 200463,895 < 346106,250 \text{ Kg} \quad \text{OK}$$

9. Perhitungan Perletakan

Perencanaan perhitungan perletakan

Perletakan sendi

$$l = 100 \text{ cm} \quad b = 50 \text{ cm} \quad S1 = 15 \text{ cm}$$

$$S2 = 5 \text{ cm} \quad S3 = 3 \text{ cm} \quad S4 = 4 \text{ cm}$$

$$h = 23 \text{ cm} \quad d2 = 11 \text{ cm} \quad d3 = 2 \text{ cm}$$

Perletakan rol

$$l = 100 \text{ cm} \quad b = 50 \text{ cm} \quad S1 = 15 \text{ cm}$$

$$d4 = 40 \text{ cm} \quad d5 = 45 \text{ cm} \quad d6 = 2,5 \text{ cm}$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan dan analisis pada hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perencanaan dimensi profil gelagar jembatan

Profil gelagar memanjang (WF 450 x 200 x 9 x 14) mm dengan berat total profil = 22788,000 Kg, profil gelagar melintang (WF 800 x 300 x 14 x 26) mm dengan berat total profil = 17632.440 Kg, profil gelagar induk (WF 400 x 400 x 45 x 70) mm dengan berat total profil = 311844,300 Kg dan profil ikatan angin (WF 150 x 150 x 7 x 10) mm dengan berat total profil = 12575.340 Kg

2. Perencanaan sambungan pada profil rangka jembatan

Perencanaan sambungan dipakai baut pada plat simpul = Baut A490 $\phi 1.905 \text{ cm}$ dengan tebal plat simpul pada sambungan gelagar induk = (2.5 cm), dipakai baut pada plat penyambung pada gelagar = Baut A490 $\phi 2.223 \text{ cm}$ dipakai dimensi plat pada sambungan gelagar = (L 100 x 100 x 10) mm, dipakai baut pada plat penyambung ikatan angin = Baut A490 $\phi 1.27 \text{ cm}$ dan dipakai plat sambungan ikatan angin profil Canal (150 x 75 x 6.5 x 10) mm

3. Perencanaan plat lantai kendaraan dan trotoar

Dipakai tebal plat beton = (trotoar 25) (lantai kendaraan 20) cm, dipakai tulangan pokok = (trotoar $\phi 16-125$) (lantai kendaraan $\phi 12-200$) mm dan dipakai tulangan bagi = (trotoar dan lantai kendaraan $\phi 12-200$) mm

4. Perencanaan perletakan jembatan (sendi dan rol)
 Lebar perletakan: $b = 50$ cm dan Panjang perletakan: $l = 100$ cm
 Pada perencanaan jembatan rangka baja tipe warren, dengan menggunakan standar perhitungan SNI dan metode LRFD dihasilkan konstruksi yang lebih kuat di dalam menahan beban ultimate dengan II kombinasi pembebanan, yaitu pada kombinasi pembebanan I dan kombinasi pembebanan V.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah berperan dalam penelitian tentang Alternatif Perencanaan *Super Structure* Jembatan Rangka Baja Pada Jembatan Way Umaloya Di Kabupaten Kepulauan Sula, sehingga penelitian ini dapat di selesaikan dengan baik.

References

- [1] Agung Wahyudi dkk, 2014. *Analisis Kapasitas Jembatan Rangka Baja Austria Tipe A60 Dengan Menggunakan Software Midas Civil (Studi Kasus Jembatan Pintu Air Sepuluh)*, Jurnal Matriks Teknik Sipil Vol.2 No.2/Juli 2014/155
- [2] Annisa Sabila, 2018. *Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Busur Rangka Baja Pada Jembatan Srigonco Kecamatan Bantur-Malang*, Skripsi. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang
- [3] Andi Syamsudin dkk, 2015. *Perencanaan Struktur Bangunan Atas Rangka Baja A-60 m Di Kabupaten Supiore Provinsi Papua*, Jurnal Bentang Vol.3 No.2 Juli 2015
- [4] Anonim, 1992. *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan*, BMS 1992, Jakarta. Yayasan Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum
- [5] Arifi Eva dan Desy Setyowulan, 2020. *Perencanaan Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729: 2020*. Malang: UB Press
- [6] Asiyanto, 2005. *Metode Konstruksi Jembatan Rangka Baja*, Jakarta: Universitas Indonesi (UI-Press)
- [7] Badan Standarisasi Nasional, 2016. *Pembebanan untuk Jembatan*, SNI 1725-2016. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, 2005. *Perencanaan struktur baja untuk jembatan*, RSNI T-03-2005. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, 2004. *Perencanaan struktur beton untuk jembatan*, RSNI T-12-2004. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- [10] Danilo Nacher Sequeira Correia, 2016. *Perencanaan Struktur Jembatan Dengan Type Warren Truss Di Baccau Dengan Metode LRFD*, Skripsi. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang
- [11] Direktorat Jenderal Bina Marga. (1992), *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan BMS 1992*, Badan Standardisasi Nasional.
- [12] Salmon, CG. Jhonson, JE. 1992. *Struktur Baja Desain Dan Perilaku Jilid I*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- [13] Struyk H.J dan K.H.C.W Van Der Veen, 1990. *Jembatan Terjemahan Soemargono*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita