

MODIFIKASI PERENCANAAN JEMBATAN SURODADI – MADUGOWONG (SUROMADU) MENGUNAKAN SISTEM BUSUR RANGKA BAJA

Febiria Rahmawati¹, Mochamad Solikin¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417
Email : d100210114@student.ums.ac.id

Abstrak

Jembatan busur merupakan jenis jembatan yang konstruksi utamanya berbentuk lengkung setengah lingkaran dan ditumpu oleh abutmen di kedua ujungnya. Bentuk busur pada jembatan dinilai lebih estetis dibandingkan jembatan rangka baja konvensional, sehingga penerapannya pada Jembatan Suromadu di daerah Surodadi–Madugowong, Kabupaten Batang, diharapkan mampu memberikan karakter visual yang khas. Tugas akhir ini bertujuan merencanakan struktur jembatan busur sesuai dengan ketentuan standar yang berlaku. Komponen yang dianalisis meliputi plat lantai, gelagar memanjang, gelagar melintang, rangka utama jembatan, ikatan angin, serta sistem sambungannya. Pemodelan dan analisis gaya dalam dilakukan dengan bantuan program SAP2000, sedangkan perhitungan detail diselesaikan menggunakan Microsoft Excel. Perencanaan mengacu pada SNI 1725:2016 dan SNI 1729:2020. Proses desain diawali dengan penentuan tebal plat lantai, yang diperoleh sebesar 230 mm. Gelagar memanjang direncanakan menggunakan profil IWF 400 × 200 × 13 × 8, sedangkan gelagar melintang memakai IWF 500 × 200 × 16 × 10. Struktur utama busur dipilih profil IWF 600 × 200 × 17 × 11, dan elemen hanger menggunakan pipa baja berdiameter 355,6 mm dengan tebal 6,4 mm. Sistem sambungan direncanakan menggunakan baut mutu tinggi tipe ASTM A490 dan ASTM 325.

Kata kunci: jembatan; jembatan busur; surodadi – madugowong

Pendahuluan

Jembatan merupakan salah satu prasarana transportasi jalan yang berfungsi menghubungkan dua wilayah yang terpisah oleh hambatan, misalnya sungai, lembah, ruas jalan, dan sebagainya (Hadi dan Leo, 2018). Keberadaan jembatan sangat penting bagi masyarakat karena menjadi jalur pergerakan dan distribusi kegiatan ekonomi. Perencanaan jembatan yang baik mampu menunjang kelancaran aktivitas ekonomi, produksi, dan sosial di suatu daerah (Lumettu Jegiftha, 2018).

Jembatan Suromadu sendiri menghubungkan Desa Surodadi dengan Desa Madugowongjati dan berlokasi di Ruas Jalan Surodadi–Pujud, Kecamatan Gringsing, Kabupaten Batang. Jembatan ini merupakan jembatan rangka baja dengan panjang bentang sekitar 60 meter dan lebar 7 meter, terletak di atas sungai yang panjangnya kurang lebih 75 meter. Fungsinya terutama untuk menunjang mobilitas warga sekitar yang mayoritas bekerja di sektor pertanian. Selain itu, posisinya yang berdekatan dengan Jalan Raya Pantura sebagai jalur utama antarprovinsi menyebabkan arus lalu lintas di Jembatan Suromadu cukup padat.

Tipe jembatan busur adalah jembatan dengan rangka utama berbentuk lengkung setengah lingkaran yang bertumpu pada abutmen di kedua ujungnya. Untuk bentang sekitar 60–600 meter, penggunaan sistem jembatan busur baja dinilai lebih efektif. Bentuk lengkung pada busur dirancang untuk menurunkan momen lentur pada struktur, sehingga kebutuhan material menjadi lebih hemat dibandingkan sistem gelagar paralel.

Berdasarkan hal tersebut, penulis berinisiatif merencanakan ulang Jembatan Suromadu dengan sistem jembatan busur rangka baja. Diharapkan, perubahan menjadi jembatan busur dapat meningkatkan kualitas estetika sehingga Jembatan Suromadu menjadi salah satu elemen ikonik di kawasan Surodadi–Madugowong, Kabupaten Batang. Selain perubahan tipe struktur, panjang jembatan juga direncanakan bertambah dari 60 meter menjadi 80 meter. Penambahan ini dipertimbangkan karena pada area abutmen terdapat timbunan tanah yang cukup besar, sehingga dengan bentang 80 meter pembangunan jembatan dapat lebih optimal hingga mendekati tebing.

Metode Perencanaan

Perencanaan jembatan busur pada penelitian ini, elemen yang direncanakan berupa plat lantai, gelagar memanjang, gelagar melintang, struktur utama jembatan, ikatan angin, dan sambungan. Elemen-elemen tersebut didesain berdasarkan peraturan-peraturan berikut.

1. SNI 1725:2016 tentang pembebanan jembatan
 2. SNI 1729:2020 tentang bangunan baja struktural
- Tahapan perencanaan dimulai dengan mengumpulkan data jembatan, yaitu data umum jembatan dan data eksisting jembatan. Kemudian dilakukan perencanaan bangunan atas jembatan yang berupa :

1. Perencanaan plat lantai

Perencanaan plat lantai dilakukan dengan menggunakan bondek yang berfungsi sebagai tulangan pada momen positif (daerah lapangan) dan wiremesh sebagai tulangan momen negatif (daerah tumpuan). Dalam perencanaan plat bondek, harus memenuhi persyaratan rumus :

$$K = \frac{M_u}{0.8 \cdot b \cdot t_p^2} < K_{maks} = \frac{382.5 \cdot \beta_1 \cdot f_c' \cdot (600 + f_y - 225 \cdot \beta_1)}{(600 + f_y)^2} \quad (1)$$

Dengan :

M_u = momen perlu, kNm
 b = lebar plat tinjauan (1000 mm), mm
 t_p = tebal plat, mm
 f_y = tegangan leleh baja, MPa
 f_c' = kuat tekan beton, MPa
 K = faktor pikul momen, MPa

2. Perencanaan balok *stringer* dan *tranverse*

Balok *stringer* dianalisis sebagai balok baja biasa (non komposit) sedangkan balok melintang (*tranverse*) dianalisis sebagai balok baja komposit. Kontrol yang dilakukan pada perhitungan yaitu berupa momen dan gaya geser.

$$M_u < \phi M_n \quad (2)$$

$$V_u < \phi V_n \quad (3)$$

Dengan :

M_u = momen perlu, kNm
 M_n = momen nominal, kNm
 V_u = gaya geser perlu, kN
 V_n = gaya geser nominal, kN

3. Perencanaan rangka utama

Perencanaan rangka utama berbentuk busur harus memenuhi persamaan tinggi fokus busur dan lebar segmen jembatan :

$$\frac{1}{6} \leq \frac{f}{L} \leq \frac{1}{5} \quad (4)$$

Dengan :

f = tinggi busur, m
 L = bentang busur, m

$$\lambda < \frac{L}{15} \quad (5)$$

Dengan :

λ = lebar segmen jembatan, m
 L = bentang busur, m

4. Perencanaan ikatan angin

Ikatan angin ditentukan dengan membagi 2 sisi ikatan angin yaitu sisi atas dan sisi bawah kemudian melakukan analisis pembebanan ikatan angin dengan SAP 2000 dan analisis mekanika kecukupan profil dilakukan dengan $T_u < T_n$ dan $N_u < N_n$ yang dijabarkan pada rumus berikut :

$$T_n = \phi \cdot A_{br} \cdot f_y \quad (6)$$

$$N_n = \phi \cdot A_{br} \cdot F_{cr} \quad (7)$$

Dimana :

A_{br} = luas tampang bruto, mm²
 f_y = tegangan leleh baja, MPa
 f_{cr} = tegangan kritis, MPa

Θ = faktor reduksi, 0,75

5. Perencanaan sambungan dan plat penyambung

Sambungan digunakan baut tipe geser dengan menggunakan baut mutu tinggi ASTM A490 dan ASTM A325. Sebelum merencanakan plat penyambung perlu menghitung jumlah baut yang digunakan dengan rumus :

$$R_n = \mu \cdot D_u \cdot h_f \cdot T_b \cdot n_s \tag{8}$$

Keterangan :

- μ = koefisien slip rata – rata tergantung kondisi permukaan
= 0,3 untuk pekerjaan persiapan mutu kelas A
= 0,5 untuk pekerjaan persiapan mutu kelas B (lebih ketat)
- D_u = 1,13 (faktor pengali yang merepresentasikan gaya prategang baut rata – rata terpasang dengan tarik baut prategang minimum.
- h_f = faktor terkait adanya pelat pengisi (*filler*)
= 1,0 jika tidak ada filler atau hanya ada 1 filler
= 0,85 jika ada 2 filler diantara pelat sambung
- T_b = Gaya Tarik baut prategang, kN
- n_s = jumlah permukaan yang menimbulkan bidang kontak, buah

Pemodelan dan analisis struktur menggunakan alat bantu SAP 2000 v.14. Sedangkan perhitungan desain struktur dilaksanakan secara manual menggunakan alat bantu microsoft excel 2021.

Hasil dan Pembahasan

1. Perencanaan plat lantai

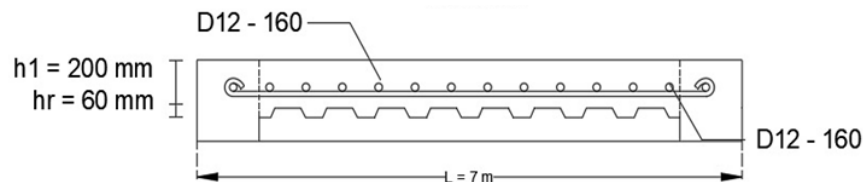
Perencanaan plat lantai memiliki tebal 230 mm. Beban yang dihitung yaitu beban mati yang meliputi berat sendiri (*MS*) dan berat tambahan (*MA*), beban kendaraan truk (*TT*), beban angin (*EWi*). Dalam perencanaan plat bondek dan wiremesh, lebar plat yang ditinjau diambil sebesar 1000 mm memiliki mutu beton f_c ' 30 MPa dan tebal plat lantai sebesar 230 mm dihasilkan perhitungan sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil perencanaan tebal pelat bondek

| | |
|--|--------------------------------------|
| K | = 1,5196 MPa |
| K_{maks} | = 7,729 MPa |
| α | = 14,141 mm |
| $A_{s,u}$ | = 776,039 mm ² |
| Tebal plat bondek ($t_{bondek} \geq A_{s,u} / (1,2 \cdot b_w)$) | = t bondek \geq 0,647 mm = 1 mm |

Tabel 2. Hasil diameter wiremesh

| | |
|--|--|
| K | = 2,227 MPa |
| K_{maks} | = 7,729 MPa |
| α | = 11,682 mm |
| $A_{s,u}$ | = 726,553 mm ² |
| Tebal plat bondek $D_{wiremesh} \geq \left(\sqrt{\frac{4A_{s,u}}{6,67 \cdot \pi}} \right)$ | = D wiremesh \geq 11,774 mm = 12 mm |



Gambar 1. Hasil Penulangan Plat Lantai

2. Perencanaan balok *stringer*

Balok stringer direncanakan menggunakan profil IWF 400 x 200 x 13 x 8. Hasil perhitungan analisis penampang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Hasil perhitungan analisis penampang balok stringer

| Analisis Tampang | Hasil |
|------------------|--------------------------------|
| A_s | 8192 mm ² |
| I_s | 3600609588 mm ⁴ |
| S_x | 12002031,96 mm ³ |
| Z_x | 29172421 mm ³ |
| K_g | 40168561709,15 mm ⁴ |
| W_{bs} | 1,022541 kN/m |

Hasil perhitungan momen perlu menggunakan persamaan kombinasi Kuat I yaitu $1,10. M_{BS-BAJA} + 1,30.M_{BS-BETON} + 2,0. M_{BS-MA} + 1,80. M_{BS-LL} + 1,80. M_{BS-TB}$. Sedangkan gaya geser dengan persamaan $1,10. R_{BS-BAJA} + 1,30.R_{BS-BETON} + 2,0. R_{BS-MA} + 1,80. R_{BS-LL} + 1,80. R_{BS-TB}$. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan M_u sebesar 818,571 kNm dan V_u sebesar 267,553 kN. Hasil perhitungan terhadap momen lentur dan gaya geser dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Hasil perhitungan terhadap momen lentur

| Tekuk Lokal | | Tekuk Lateral | | |
|--|--------------|--|--------------|-----------------------------------|
| Pelat Sayap | λ_s | 2,779 | J | 913724,33 mm ⁴ |
| | λ_p | 8,396 | I_w | 1.930.000.000.000 mm ⁶ |
| | λ_r | 20,066 | X_1 | 80803,093 |
| Pelat Badan | λ_b | 51,455 | X_2 | 0,001278 |
| | λ_p | 82,969 | L_p | 5142,776 mm |
| | λ_r | 125,935 | L_r | 8042,498 mm |
| λ_s dan $\lambda_b < \lambda_p$ (Penampang kompak) | | $S < L_p$; 5000 mm < 5142,776 mm (bentang pendek) | | |
| ϕM_{n1} | 1056,513 kNm | ϕM_{n2} | 1056,513 kNm | |
| $M_u < \phi M_n$ | | 818,571 kNm < 1056,513kNm | (memenuhi) | |

Tabel 5. Hasil perhitungan terhadap gaya geser

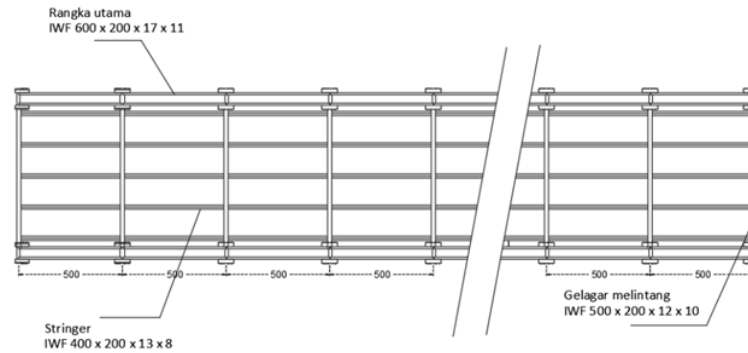
| | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| V_u | 267,553 kN |
| $V_n = 0,6.f_y.(h-2t_s).t_b$ | 1531,596 kN |
| $V_u < \phi V_n$ | 267,553 kN < 1531,596 kN (memenuhi) |

3. Perencanaan balok *transverse*

Gelagar melintang direncanakan menggunakan profil IWF 500 x 200 x 16 x 10. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan M_u sebesar 1151,432 kNm dan V_u sebesar 677,072 kN. Perhitungan momen nominal pada perencanaan ini didasarkan pada perhitungan yang memenuhi syarat penampang kompak. Hasil perhitungan kecukupan dimensi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6. Hasil perhitungan kecukupan dimensi gelagar melintang

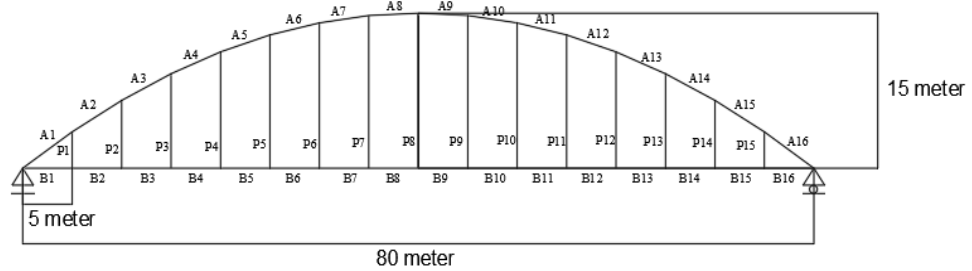
| | |
|------------------------------|--|
| C_c | 8797500 N |
| T_s | 4682200 N |
| a | 122,41 mm |
| d_l | 418,795 mm |
| $M_n = A_s.f_y.d_l$ | 1960,881 kNm |
| $M_u < M_n$ | 1151,432 kNm < 1960,881 kNm (memenuhi) |
| $V_n = 0,6.f_y.(h-2t_s).t_b$ | 1151,28 kN |
| $V_u < V_n$ | 677,072 kN < 1151,28 kN (memenuhi) |



Gambar 2. Hasil Desain Gelagar

4. Perencanaan struktur utama

Desain geometrik busur pada perencanaan ini memiliki tinggi fokus busur sebesar 15 meter dan lebar segmen sebesar 5 meter. Bentuk dasar dari perencanaan geometrik busur jembatan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Geometrik Busur Jembatan

Struktur utama jembatan direncanakan menggunakan profil IWF 600 x 200 x 17 x 11. Dari hasil analisis program aplikasi SAP 2000, diperoleh gaya tekan maksimum pada struktur utama yaitu sebesar 9159,434 kN. Hasil perhitungan struktur utama dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Hasil pemeriksaan kecukupan dimensi batang tekan

| | |
|--|--|
| F_e | 337,844 MPa |
| F_{cr} | 183,413 |
| A_{br} | 13440 mm ² |
| $N_n = \phi \cdot A_{br} \cdot F_{cr}$ | 22185,621 kN |
| $N_u \leq N_n$ | 9159,434 kN \leq 29660,256 kN (memenuhi) |

Tabel 8. Hasil pemeriksaan lendutan beban hidup

| | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| δ_{izin} | 100 mm |
| $\delta_{terjadi}$ | 96,7 mm |
| $\delta_{terjadi} \leq \delta_{izin}$ | 96,7 mm \leq 100 mm (memenuhi) |

5. Perencanaan hanger

Hanger direncanakan untuk meneruskan beban dari lantai jembatan dan balok melintang ke struktur utama. Berdasarkan hasil perhitungan panjang dari masing – masing batang hanger disajikan pada tabel berikut :

Tabel 9. Panjang Hanger

| Titik | X | L | f | Yn |
|-------|-----|-----|-----|-------|
| | (m) | (m) | (m) | (m) |
| 1 | 0 | 80 | 15 | 0,00 |
| 2 | 5 | 80 | 15 | 3,52 |
| 3 | 10 | 80 | 15 | 6,56 |
| 4 | 15 | 80 | 15 | 9,14 |
| 5 | 20 | 80 | 15 | 11,25 |
| 6 | 25 | 80 | 15 | 12,89 |
| 7 | 30 | 80 | 15 | 14,06 |
| 8 | 35 | 80 | 15 | 14,77 |
| 9 | 40 | 80 | 15 | 15,00 |
| 10 | 45 | 80 | 15 | 14,77 |
| 11 | 50 | 80 | 15 | 14,06 |
| 12 | 55 | 80 | 15 | 12,89 |
| 13 | 60 | 80 | 15 | 11,25 |
| 14 | 65 | 80 | 15 | 9,14 |
| 15 | 70 | 80 | 15 | 6,56 |
| 16 | 75 | 80 | 15 | 3,52 |
| 17 | 80 | 80 | 15 | 0,00 |

Profil *hanger* yang dipakai merupakan profil pipa dengan diameter pipa sebesar 355,6 mm dan tebal sebesar 6,4 mm. Mutu baja yang dipakai yaitu BJ41 f_y sebesar 250 MPa dan f_u sebesar 410 MPa. Perhitungan analisa struktur melalui aplikasi program SAP 2000 didapatkan gaya tarik maksimum (T_u) sebesar 707,547 kN. Kemudian dilakukan kontrol terhadap kuat tarik yang hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 10. Hasil pemeriksaan kecukupan dimensi batang tarik

| | |
|----------------------------------|---|
| A_g | 7021,083 mm ² |
| $T_n = \phi \cdot F_y \cdot A_g$ | 1516,553 kN |
| Syarat $T_u \leq T_n$ | 707,547 kN \leq 1516,553 kN (memenuhi) |

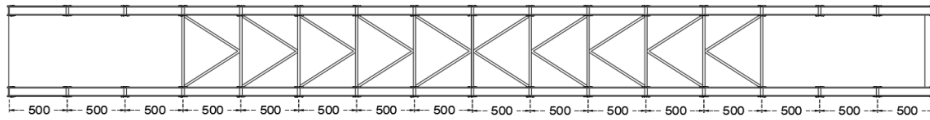
6. Perencanaan ikatan angin

Ikatan angin atas direncanakan menggunakan profil IWF 200 x 200 x 12 x 8. Berdasarkan hasil analisa struktur, didapatkan gaya tarik maksimum (T_u) sebesar 734,451 kN dan gaya tekan maksimum (N_u) sebesar 577,0919 kN. Sedangkan Ikatan angin bawah direncanakan menggunakan profil IWF 150 x 150 x 10 x 7. Berdasarkan hasil analisa struktur, didapatkan gaya tarik maksimum (T_u) sebesar 240,828 kN dan gaya tekan maksimum (N) sebesar 187,437 kN. Pemeriksaan kecukupan dimensi tercantum pada tabel berikut :

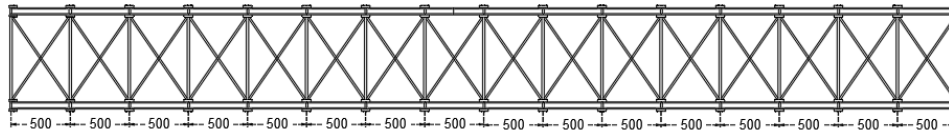
Tabel 11. Hasil pemeriksaan kecukupan dimensi ikatan angin

| | Ikatan Angin Atas | | Ikatan Angin Bawah | |
|--------------|-------------------|---|--|--|
| Batang Tekan | f_e | 212,059 MPa | 66,686 MPa | |
| | f_{cr} | 152,631 | 59,151 | |
| | A_{br} | 6353 mm ² | 4014 mm ² | |
| | N_n | 872,699 kN | 213,688 kN | |
| | $N_u \leq N_n$ | 577,092 kN \leq 872,699 kN (memenuhi) | 187,437 kN \leq 213,688 kN (memenuhi) | |
| Batang Tarik | A_g | 6353 mm ² | 4014 mm ² | |
| | T_n | 1429,425 kN | 867,024 kN | |
| | $T_u \leq T_n$ | 734,451 kN \leq 1429,425 kN (memenuhi) | 240,828 kN \leq 867,024 kN (memenuhi) | |

Desain ikatan angin pada perencanaan kali ini dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. Desain Ikatan Angin Atas



Gambar 5. Desain Ikatan Angin Bawah

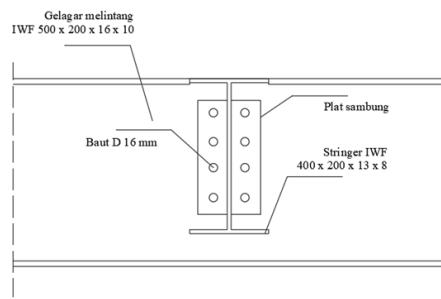
7. Perencanaan sambungan dan plat penyambung

Sambungan yang direncanakan yaitu sambungan mutu tinggi dengan ASTM A325 dan A490 jumlah baut yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

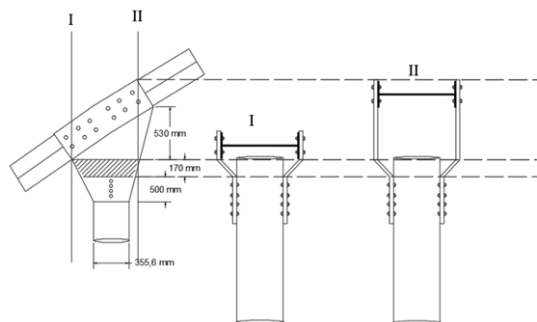
Tabel 12. Hasil Perhitungan Jumlah baut

| Nama Bagian Jembatan | Jumlah Baut |
|-------------------------------------|------------------------------|
| rangka utama atas | 12 Buah |
| rangka utama bawah | 12 Buah |
| <i>hanger</i> | 4 Buah (atas) 8 Buah (bawah) |
| <i>stringer</i> – Gelagar Melintang | 8 buah |
| <i>transverse</i> – rangka utama | 10 buah |

Sedangkan untuk tebal plat penyambung untuk rangka utama berdasarkan hasil perencanaan didapatkan hasil sebesar 17 mm.



Gambar 6. Sambungan *Stringer* – Gelagar Melintang



Gambar 7. Sambungan *Hanger*

Penutup

1. Kesimpulan

Berdasarkan perencanaan yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a) Jembatan Surodadi – Madugowong dimodifikasi menjadi jembatan busur dengan panjang jembatan 80 meter, lebar jembatan 7 meter, tinggi fokus busur sebesar 15 meter, lebar segmen sebesar 5 meter, dan hanger berbentuk pipa dengan diameter sebesar 355,6 mm serta tebal 6,4 mm
- b) Plat lantai jembatan memiliki tebal sebesar 230 mm dengan tebal bondek sebesar 1 mm, tulangan wiremesh dengan diameter 12 mm dengan jarak tulangan 160 mm
- c) Ukuran profil bagian jembatan berdasarkan hasil perhitungan :
 - 1) Gelagar melintang : IWF 500 x 200 x 16 x 10
 - 2) Gelagar memanjang : IWF 400 x 200 x 13 x 8
 - 3) Struktur utama : IWF 600 x 200 x 17 x 11
 - 4) Ikatan angin atas : IWF 200 x 200 x 12 x 8
 - 5) Ikatan angin bawah : IWF 150 x 150 x 10 x 7
- d) Sambungan yang digunakan pada perencanaan ini yaitu baut mutu tinggi tipe A490 dan A320 dengan variasi diameter sebesar 36 mm, 22 mm, dan 16 mm, tebal plat penyambung sebesar 17 mm.

2. Saran

Saran untuk peneliti selanjutnya yang akan datang berkaitan tentang perencanaan jembatan busur antara lain :

- a) Sebelum melakukan perencanaan diharapkan sudah menguasai 70 % dari teori perencanaan jembatan yang diinginkan.
- b) Peneliti dapat melakukan variasi desain profil yang diterapkan pada jembatan seperti profil box maupun pipa untuk struktur utama jembatan supaya hasilnya dapat dibandingkan
- c) Peneliti dapat melakukan analisis struktur menggunakan program aplikasi yang berbeda seperti MIDAS CIVIL atau aplikasi lainnya.

Daftar Pustaka

- Aryad Masagala, A. dan Jatmiko, B. (2023), “Perancangan Ulang Struktur Atas Jembatan Tipe Tied Arch Bridge Bentang 82 Meter (Studi Kasus Jembatan Ruas Tawang-Ngalang Gunung Kidul)”, *Jurnal Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, Vol. 8 No. 2.
- Christin, H.M., Supriyadi, A. dan Sangadji, S. (2022), “Perencanaan Ulang Jembatan Busur Di Sungai Code Yogyakarta”, *Matriks Teknik Sipil*, Universitas Sebelas Maret, Vol. 10 No. 1, p. 60, doi: 10.20961/mateksi.v10i1.55540.
- Dewobroto, W. (2014), “Pemanfaatan software Structural Analysis Program (SAP) sebagai media pembelajaran dalam mata kuliah Analisis Struktur”, doi: 10.13140/RG.2.1.5107.5289.
- Fairuz, M., Prayogo, S., Manurung, E.H., Purwanto, D., Mata, D. dan Etika, K. (2024), “Jembatan Konstruksi”, *Jurnal Ilmiah Sain Dan Teknologi*, Vol. 2.
- Farhan Natanagara Putra Setiawan, Hidajat Sugihardjo and Djoko Irawan. (2023), “Modifikasi Struktur Jembatan Pegalongan Mandirancan dengan Menggunakan One-Span Diagonal Arch Bridge”, *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 12.
- Hadi, N. dan Leo, D.E. (2018), Analisis Perbandingan Perkuatan Jembatan Rangka Baja Dengan Metode Prategang Eksternal Ditinjau Dari Bentuk Trase Kabel Prategang, *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, Vol. 1.
- Lumettu Jegiftha, R.G.D.S.S. (2018), “Kinerja Dinas Pekerjaan Umum Dan Tata Ruang Dalam Pembangunan Infrastruktur Di Kabupaten Kepulauan Talaud”, *Jurnal Jurusan Ilmu Pemerintahan*, Vol. 1.
- Manalip, A.H. dan Dwi Handono, B. (2018), “Perencanaan Balok Girder Profil I Pada Jembatan Prestressed Dengan Variasi Bentang”, *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 6 No. 2, pp. 67–74.
- Pranoto, Y., Nindya Fitrisari dan Sujiati Jepriani. (2020), *Desain Jembatan Pelengkung Lamaru-Tritip Menggunakan Tipe Trough Arch*.
- Rochman, A., (2024), “Desain Jembatan I”, Surakarta, Muhammadiyah University Press.
- Setiawan, E. and Heldiansyah, J.C. (2020), *Bengkel Modifikasi Custom Di Kota Banjarmasin*, *Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa Lanting*, Vol. 9.
- Setiyarto, Y.D. (2017), *The Loading Standards on Bridges According to SNI 1725 2016*.
- Yanisfa Septiarsilia, Dita Kamarul Fitriyah dan Jaka Propika. (2020), *Perencanaan Struktur Jembatan Sumber Sari, Kutai Barat, Kalimantan Timur Dengan Sistem Busur Baja*, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 1.
- Yusri A. Boko. (2020), *Perencanaan Sarana Dan Prasarana (SARPRAS) Sekolah*, Vol. 1.