

PERENCANAAN JEMBATAN BUSUR RANGKA SUNGAI LUSI DI DESA GETASREJO KABUPATEN GROBOGAN

Fadhil Akmal Prakusya, Abdul Rochman

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Jembatan Sungai Lusi di Desa Getasrejo, Kabupaten Grobogan, memerlukan perencanaan ulang akibat meningkatnya beban lalu lintas dan menurunnya performa struktur jembatan eksisting. Perencanaan dilakukan dengan mengubah jembatan rangka baja menjadi jembatan busur rangka baja tipe *Through Arch* yang memiliki efisiensi struktural, nilai estetika, dan ketahanan lebih baik terhadap beban dinamis, sekaligus menghilangkan pilar pada badan sungai agar aliran lebih optimal. Jembatan direncanakan memiliki bentang 80 m, tinggi busur 18 m, dan lebar 10 m. Perencanaan mengacu pada Panduan Praktis Perencanaan Teknis jembatan, Panduan Bidang Jalan dan Jembatan, SNI 1725:2016, SNI 2833:2016, SNI 1729:2020, dan SNI 2847:2013. Analisis struktur menggunakan SAP2000 dan perhitungan manual untuk menentukan dimensi struktur atas dan bawah sesuai persyaratan kekuatan, kestabilan, dan keamanan. Hasil perencanaan menunjukkan tebal pelat lantai 20 cm. Struktur utama busur dan batang tarik tepi menggunakan profil H 400×400×30×50, batang vertikal dan diagonal menggunakan profil H 200×200×8×12, ikatan angin menggunakan profil H 100×100×6×8, kabel penggantung berdiameter 60 mm, serta pondasi tiang pancang 40 buah pada setiap abutment dengan kedalaman 15 m. Hasil analisis menunjukkan seluruh elemen memenuhi persyaratan kekuatan dan stabilitas sehingga desain jembatan busur rangka baja layak diterapkan sebagai pengganti jembatan eksisting di Sungai Lusi.

Kata kunci: Jembatan Busur Rangka Baja, SAP2000, Perencanaan ulang, Sungai Lusi.

Abstract

The Lusi River Bridge in Getasrejo Village, Grobogan Regency, requires redesign due to increasing traffic loads and the declining performance of the existing bridge structure. The redesign replaces the existing steel truss bridge with a *Through Arch* steel truss bridge, which offers greater structural efficiency, aesthetic value, and resistance to dynamic loads while eliminating the pier located within the river channel to improve water flow. The bridge is designed with an 80 m span, an 18 m arch height, and a width of 10 m. The design refers to *Practical Guide for Bridge Technical Design, Road and Bridge Sector Guidelines*, SNI 1725:2016, SNI 2833:2016, SNI 1729:2020, and SNI 2847:2013. Structural analysis was carried out using SAP2000 software supported by manual calculations to determine the dimensions of the superstructure and substructure in accordance with strength, stability, and safety requirements. The design results indicate that the bridge deck slab has a thickness of 20 cm. The main arch and tie members use H 400×400×30×50 sections, while the vertical and diagonal members use H 200×200×8×12 sections. Wind bracing uses H 100×100×6×8 sections, suspension cables have a diameter of 60 mm, and the substructure consists of 40 driven piles at each abutment with a depth of 15 m. The analysis results show that all structural elements satisfy the required strength and stability criteria, indicating that the proposed steel arch bridge design is suitable to replace the existing bridge over the Lusi River.

Keywords: Steel Arch Bridge, SAP2000, Bridge Redesign, Lusi River

1. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan infrastruktur transportasi yang berperan penting dalam mendukung mobilitas dan konektivitas antarwilayah, sehingga diperlukan struktur yang mampu mengakomodasi peningkatan beban lalu lintas. Penelitian ini melakukan redesain Jembatan Sungai Lusi di Desa Getasrejo, Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Grobogan menjadi jembatan busur rangka baja karena memiliki efisiensi struktural, distribusi beban yang lebih merata, serta ketahanan yang baik terhadap beban dinamis. Redesain dilakukan mengingat jembatan rangka baja eksisting berpotensi mengalami penurunan kinerja akibat belum dirancang untuk memenuhi tuntutan lalu lintas modern (Septinurriandiani & Akbar, 2023). Perencanaan ulang ini bertujuan menghasilkan desain jembatan yang memenuhi persyaratan kekuatan, keamanan, dan efisiensi sesuai standar perencanaan yang berlaku.

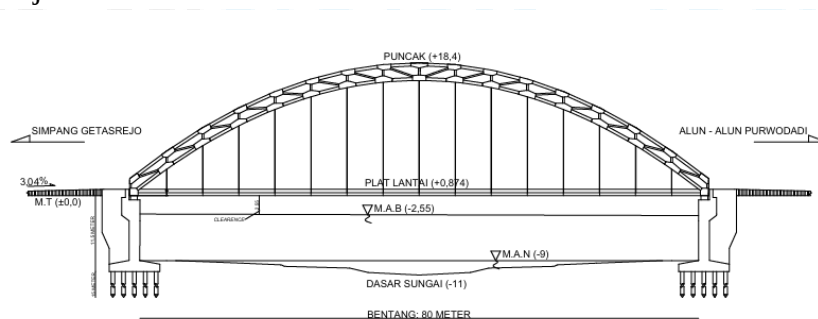
Beberapa penelitian mengenai perencanaan jembatan busur rangka telah dilakukan, di antaranya Perencanaan Jembatan Leho Kawasan Pesisir Kabupaten Karimun, Kepulauan Riau, dengan Struktur Jembatan Busur Rangka (Wanarno, 2013), Modifikasi Perencanaan Jembatan Sei Segah Kabupaten Berau Menggunakan Jembatan Busur Lantai Kendaraan Tengah (Utomo, 2017), Perencanaan Modifikasi Jembatan Kali Legi Menggunakan Busur Baja dengan Lantai Kendaraan di Tengah (*A Half Through Arch*) (Sutisna, 2018), Desain Ulang Jembatan Lengkong Kabupaten Lumajang Provinsi Jawa Timur (Santoso, 2016), Modifikasi Perencanaan Jembatan Sipait Pekalongan dengan Menggunakan Sistem Jembatan Busur Rangka Baja (Akbar, 2018), Perencanaan Jembatan Rangka Baja Pelengkung Sungai Liong (Suhendra et al., 2018), dan Perencanaan Ulang Jembatan Lemah Ireng II pada Jalan Tol Semarang–Bawen (Hakikie, 2017). Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini melakukan perencanaan ulang Jembatan Sungai Lusi di Desa Getasrejo, Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Grobogan menggunakan struktur baja tipe *through arch* dengan analisis SAP2000, pembebanan mengacu pada SNI 1725:2016 dan SNI 1726:2019, serta fondasi tiang bor berdiameter 500 mm sesuai kondisi tanah setempat.

Jembatan busur rangka baja merupakan struktur yang efektif dalam menahan beban karena mampu mendistribusikan gaya secara efisien melalui kombinasi elemen busur dan rangka, sehingga menghasilkan defleksi yang lebih kecil dan respons struktur yang lebih stabil dibandingkan jembatan balok konvensional (Huang & Yang, 2021). Perencanaan awal (*preliminary design*) meliputi penentuan dimensi utama, seperti tebal pelat lantai, tinggi dan dimensi busur, panjang batang penggantung, serta lebar jembatan sesuai ketentuan yang berlaku. Analisis struktur dilakukan berdasarkan pembebanan sesuai SNI 1725:2016 yang mencakup beban permanen, beban lalu lintas, gaya rem, beban angin, dan beban gempa,

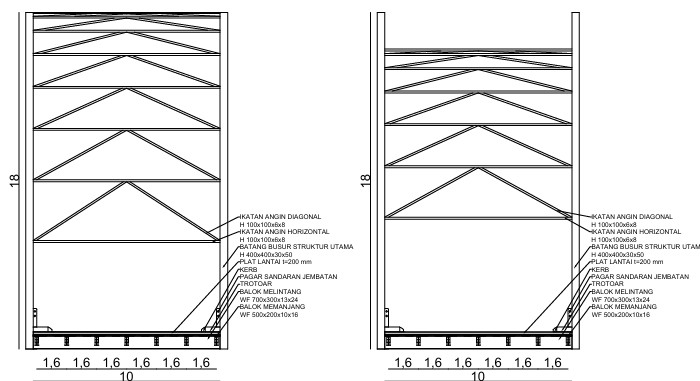
sedangkan perencanaan sambungan mengacu pada SNI 1729:2020 menggunakan sambungan baut mutu tinggi dan sambungan las. Selain itu, perencanaan struktur bawah meliputi analisis daya dukung pondasi tiang berdasarkan data CPT untuk memastikan keamanan dan kestabilan struktur.

2. METODE

Jembatan yang direncanakan merupakan Jembatan Sungai Lusi yang berlokasi di Desa Getasrejo, Kabupaten Grobogan. Jembatan ini dirancang dengan panjang bentang 80 meter, tinggi busur 18 meter, lebar lantai jembatan 8 meter, serta dilengkapi trotoar pada kedua sisi masing-masing selebar 1 meter sehingga memiliki lebar total 10 meter. Jenis konstruksi yang digunakan adalah jembatan busur rangka (*through arch bridge*) dengan bangunan atas berupa struktur busur baja.



Gambar 1. Tampak samping



Gambar 2. Tampak depan

Tahapan perencanaan terbagi menjadi 8 tahap, yaitu sebagai berikut:

a) Tahap 1 Pengumpulan data

Menghimpun data lapangan penting seperti geoteknik (sondir dan boring), topografi, dan kondisi eksisting lokasi.

b) Tahap 2 Perencanaan Bentang, Tipe, dan Sistem Struktur Jembatan

Menetapkan panjang bentang, tipe jembatan busur rangka, dan sistem struktur (misalnya dua atau tiga sendi) berdasarkan aspek teknis, estetika, dan ekonomi.

c) Tahap 3 Desain Awal Gambar dan Asumsi Elemen

Membuat skema layout, elevasi, serta menetapkan asumsi dimensi awal elemen struktur yang nantinya akan divalidasi.

d) Tahap 4 Analisis Struktur dengan Software dan Verifikasi Manual

Menghitung gaya-gaya dalam akibat beban (mati, hidup, angin, dan gempa) menggunakan perangkat lunak seperti SAP2000 yang diverifikasi dengan perhitungan manual.

e) Tahap 5 Perencanaan Elemen Busur rangka, Hanger, dan Lantai Jembatan

Menentukan dimensi serta kapasitas busur rangka, *hanger*, dan lantai jembatan berdasarkan metode LRFD dan standar SNI pembebanan.

f) Tahap 6 Perencanaan Abutmen dan Fondasi

Merancang abutmen, pilar, dan sistem fondasi (tiang pancang atau *bored pile*) berdasarkan beban struktur atas serta kapasitas dukung tanah.

g) Tahap 7 Perencanaan Terhadap Beban Gempa (RSA)

Melakukan perencanaan ketahanan gempa memakai metode *Response Spectrum Analysis* (RSA) sesuai SNI 1726:2019.

h) Tahap 8 Penyusunan Gambar Kerja dan Detail

Membuat gambar rencana detail dan lengkap yang mencakup seluruh komponen struktur sebagai pedoman pelaksanaan konstruksi.

Analisis pembebanan dihitung secara manual dan dibantu dengan software SAP2000. terdiri dari:

a) Berat sendiri (MS)

Berat sendiri merupakan berat elemen struktural beserta elemen nonstruktural permanen yang dipikul oleh struktur jembatan.

b) Beban mati tambahan (MA)

Beban mati tambahan merupakan beban dari elemen nonstruktural yang besarnya dapat berubah selama umur layan jembatan.

c) Beban lajur (TD)

Beban lajur "D" merupakan beban lalu lintas rencana yang digunakan untuk analisis jembatan dengan bentang sedang hingga panjang, yang terdiri atas beban terbagi rata (BTR) dan beban garis terpusat (BGT).

d) Beban truk (TT)

Beban truk “T” adalah beban dari kendaraan berat dengan tiga sumbu (as) yang digunakan untuk mensimulasikan beban kendaraan besar di atas jembatan.

e) Gaya rem (TB)

Gaya rem merupakan gaya horizontal yang bekerja searah sumbu memanjang jembatan akibat pengereman kendaraan.

f) Beban angin pada struktur (EWi)

Beban angin pada struktur adalah gaya akibat tekanan angin yang bekerja langsung pada elemen struktur jembatan.

g) Beban angin pada kendaraan (EWs)

Beban angin pada kendaraan merupakan gaya akibat tekanan angin yang bekerja pada kendaraan saat melintasi jembatan dan diteruskan ke struktur jembatan.

h) Pengaruh gempa (Eq)

Beban gempa adalah gaya horizontal pada struktur yang dihitung berdasarkan koefisien respons gempa dan berat struktur ekuivalen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Plat Lantai

Plat lantai direncanakan memiliki tebal 200 mm menggunakan plat bondek dari PT. Aplus Pasific tipe 1000/40 dengan tebal 0,65 TCT, serta dikombinasikan dengan *wiremesh* dari PT. Union Metal berspesifikasi M16-175.

3.2 Perencanaan Balok *Stringer*

Balok *stringer* direncanakan menggunakan profil baja *Wide Flange* (WF) 500x200x10x16 dengan mutu SS400 dari PT. Garuda Yamato Steel.

3.3 Perencanaan Balok *Transverse*

Balok melintang (*transverse*) direncanakan menggunakan profil baja *Wide Flange* (WF) 700x300x13x24 dengan mutu SS400 dari PT. Garuda Yamato Steel, yang dilengkapi dengan *shear connector* berdiameter 22 mm produksi PT. Jala Fungsi Kreasiindo.

3.4 Perencanaan *Hanger*

Hanger (kabel penggantung) direncanakan menggunakan Macalloy 460 M64 dari Macalloy dan dilengkapi dengan *socket* jenis *ropeblock with bolt and nut* tipe OSS 130 B.

3.5 Perencanaan Struktur Utama

Pada perencanaan struktur utama, menggunakan 2 spesifikasi profil baja, dimana batang busur direncanakan menggunakan profil H 400x400x30x50 dengan mutu SM490B produksi PT. Nippon Steel Indonesia, batang tarik tepi menggunakan profil H

400x400x30x50 dengan mutu SS400 produksi PT. Nippon Steel Indonesia, dan batang vertikal serta batang diagonal menggunakan profil H 200x200x8x12 dengan mutu SS400 produksi PT. Garuda Yamato Steel.

3.6 Perencanaan Ikatan Angin

Ikatan angin pada busur atas, busur bawah, dan pelat lantai direncanakan menggunakan profil H 100x100x6x8 dengan mutu material SS400 produksi PT Garuda Yamato Steel.

3.7 Perencanaan Sambungan

Desain sambungan menggunakan baut tipe A325 dan A490 dengan diameter maksimum 30 mm. Pada setiap titik buhul, perbedaan dimensi profil diatasi menggunakan *filler plate* setebal 100 mm yang dihubungkan ke pelat buhul melalui las elektroda E70. Sambungan gelagar memanjang ke gelagar melintang mengaplikasikan profil siku L 90x90x10 (SS400, PT Gunung Garuda). Komponen *hanger* menggunakan profil T 400x300x14x26 (SS400, PT Gunung Garuda) yang dihubungkan ke sisi tepi balok melintang, sedangkan simpul tepi pada ikatan angin busur atas, bawah, dan pelat lantai diperkuat dengan profil pelat siku L60x60x6 (SS400, PT Gunung Garuda).

3.8 Perencanaan Perletakan

Pada perencanaan perletakan digunakan 2 jenis tumpuan perletakan, yaitu perletakan sendi dan perletakan rol. dari SAP2000 didapatkan beban ultimit 8,329 kN. direncanakan dimensi perletakan sendi dengan tebal bantalan 21 cm, tinggi 40 cm dan diameter sendi 11 cm dan dimensi perletakan rol dengan tebal bantalan 21 cm, diameter rol 25 cm, dan tinggi rol 30 cm. Perletakan direncanakan menggunakan baja dengan mutu BJ 55.

3.9 Perencanaan Struktur Bawah

Berdasarkan hasil *preliminary design*, direncanakan jalan pendekat sepanjang 23 meter dengan kelandaian sebesar 3,04% serta *clearance* jembatan setinggi 2,55 meter. Bagian pondasi menggunakan tiang pancang tipe PC Spun Pile berdiameter 500 mm kelas C produksi PT. Wika Beton sebanyak 40 buah, yang dipasang dari kedalaman 2 meter hingga 15 meter dengan panjang efektif tiang 13 meter. Adapun struktur bawah jembatan ini didukung oleh *pilecap* berdimensi 12 meter x 7 meter serta *abutment* dengan ketinggian 11,5 meter.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jembatan Sungai Lusi Desa Getasrejo dimodifikasi menjadi jembatan busur dengan Panjang jembatan 80 meter, lebar jembatan 10 meter, tinggi busur sebesar 18 meter, lebar segmen sebesar 8 meter dan lebar trotoar 1 meter tiap trotoar
2. Struktur plat lantai jembatan direncanakan memiliki ketebalan 200 mm. Penggunaan *plat bondek* setebal 0,65 mm diterapkan sebagai bekisting permanen, dikombinasikan dengan tulangan *wiremesh* berdiameter 16 mm yang dipasang dengan jarak antar tulangan 175 mm.
3. Profil yang digunakan untuk balok *stringer* dan balok *transverse* yaitu:
 - a) Balok *stringer* (Gelagar memanjang) = IWF 500x200x10x16
 - b) Balok *transverse* (Gelagar melintang) = IWF 700x300x13x24
4. Profil yang digunakan untuk struktur utama yaitu:
 - a) Struktur utama: busur = H 400x400x30x50
 - b) Struktur utama: tarik tepi = H 400x400x30x50
 - c) Struktur utama: vertikal = H 200x200x8x12
 - d) Struktur utama: diagonal = H 200x200x8x12
5. Ikatan angin horizontal, vertikal, dan plat lantai kendaraan menggunakan profil dengan ukuran profil H 100x100x6x8.
6. *Hanger* kabel menggunakan tipe Macalloy 460 M64.
7. Dimensi abutmen dirancang dengan ketinggian 11,5 meter, lebar 12 meter, dan ketebalan 1 meter, serta didukung oleh 40 tiang pancang sedalam 15 meter.
8. Pondasi tiang pancang yang diaplikasikan menggunakan jenis *prestressed concrete spun pile* kelas C dengan diameter 0,5 meter serta kuat tekan beton f'_c sebesar 50 MPa.

4.2 Saran

Dari pelaksanaan perencanaan ini ada beberapa saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Perencanaan jembatan busur selanjutnya disarankan menggunakan perangkat lunak khusus, seperti MIDAS CIVIL atau CSI Bridge, agar hasil analisis lebih akurat.
2. Perencanaan jembatan di Indonesia perlu mempertimbangkan tidak hanya aspek fungsi dan kekuatan struktur, tetapi juga estetika serta masa layan yang panjang.
3. Guna memperoleh hasil analisis yang lebih mendalam, penelitian mendatang disarankan untuk mengeksplorasi variabel-variabel yang belum diteliti sebelumnya, meliputi metode pelaksanaan, gerusan dasar sungai akibat aliran air, serta analisis tahapan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, D. J. M. (2018). *Modifikasi Perencanaan Jembatan Sipait Pekalongan dengan Menggunakan Sistem Jembatan Busur Rangka Baja*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. SNI 2847.2013, ICS 91.080.40*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). *Pembebanan untuk Jembatan. SNI 1725.2016*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). *Perencanaan Jembatan terhadap Beban Gempa. SNI 2833.2016*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *Praktik Baku Bangunan Gedung dan Jembatan Baja. SNI 8369.2020*. Jakarta.
- Hakikie, P. N. (2017). *Perencanaan Ulang Jembatan Lemah Ireng II pada Jalan Tol Semarang-Bawen Menggunakan Jembatan Busur Rangka Baja* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.25682>
- Santoso, Y. A. (2016). *Desain Ulang Jembatan Lengkong Kabupaten Lumajang Provinsi Jawa Timur*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Septinurriandiani, & Akbar, I. (2023). *Structural Health Monitoring System (Shms): Teknologi Identifikasi Kerusakan Infrastruktur* (4th ed.). Bandung: Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan. <https://binamarga.pu.go.id/index.php/article/structural-health-monitoring-system-shms-teknologi-identifikasi-kerusakan-infrastruktur>
- Suhendra, F., Ananda, F., & Alamsyah. (2018). Perencanaan Jembatan Rangka Baja Pelengkung Sungai Liong. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 2(2), 10–21. <https://doi.org/10.31961/gradasi.v2i2.594>
- Sutisna, E. N. A. (2018). *Perencanaan Modifikasi Jembatan Kali Legi Menggunakan Busur Baja dengan Lantai Kendaraan di Tengah (a Half Through Arch)*. Institut Sepuluh Nopember.
- Utomo, S. M. (2017). *Modifikasi Perencanaan Jembatan Sei Segah Kabupaten Berau Menggunakan Jembatan Busur Lantai Kendaraan Tengah*. Institut Sepuluh Nopember.
- Wanarno, A. N., Pakpahan, A. N., Tudjono, S., & Nuroji. (2013). Perencanaan Jembatan Leho Kawasan Pesisir Kabupaten Karimun, Kepulauan Riau, dengan Struktur Jembatan Pelengkung (Arch Bridge). *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 1(1), 1–7.