



## Evaluasi Struktur Bangunan Atas Jembatan Sambaliung Provinsi Kalimantan Timur

Hariadi<sup>✉1</sup>, Tumingan<sup>2</sup>, Suryono<sup>3</sup>

Magister Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

DOI: <https://doi.org/10.26623/g6dpef06>

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Disubmit 2024-12-15

Direvisi 2025-02-10

Disetujui 2025-04-08

*Keywords:*

*Corrosion Rate, Reinforced Concrete, Weight-Loss Method*

### Abstrak

Jembatan sambaliung direncanakan pada tahun 1984 dan mulai digunakan sebagai infrastruktur pada tahun 1986, maka dengan memperhatikan umur jembatan (37 tahun s/d tahun 2023), kondisi lalu lintas saat ini (2.000 smp/jam, hasil survey lalu lintas DPUK & Pera Provinsi Kalimantan Timur tahun 2022), dan peraturan-peraturan yang berlaku saat ini dapat disimpulkan bahwa jembatan sudah mengalami kelebihan kapasitas layak. Hal ini dapat terlihat dari hasil pengamatan visual di lapangan dimana terdapat perubahan pada elemen jembatan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi eksisting struktur rangka Jembatan Sambaliung, melakukan analisis (pemodelan) terhadap struktur rangka jembatan sesuai peraturan pembebanan yang berlaku saat ini, kemudian menentukan metode perkuatan jembatan dengan mempertimbangkan kondisi struktur setelah dianalisis.

Hasil dari penelitian diketahui bahwa dengan memasukkan beban berdasarkan peraturan lama tahun 1980, rasio tegangan jembatan ialah 0,98 dengan lendutan sebesar 43,80 mm dan beban 10 ton. Berdasarkan peraturan baru tahun 2016, rasio tegangan didapat adalah 1,50 dengan nilai lendutan maksimum 63,77mm dan beban maksimum 50 ton. Setelah diberi perkuatan dengan metode memperbesar penampang, rasio tegangan menjadi 0,94 dan lendutan menjadi 44,82 mm dengan beban 50 ton.

### Abstract

*The environment for the implementation of construction projects around the sea or construction carried out during the rainy season will cause corrosion of the reinforcement if left unprotected in the open. The purpose of this study is to analyze the corrosion rate on the reinforcement with different corrosion media. The researcher used a reinforcing iron test piece with a diameter of 10mm that will be left in seawater, rainwater, closed rooms and open spaces and then go through a corrosion process for 7, 20, 40, and 65 days. The reinforcement was then analyzed using the weight-loss corrosion rate method to determine the corrosion rate of reinforcement on the medium used. The medium that produces the highest corrosion rate value in the reinforcement is seawater media, then rainwater media, open space media, and the lowest corrosion rate value is closed space media. This is due to the NaCl content contained in seawater media will accelerate and increase the corrosion rate of the rebar.*

<sup>✉</sup>: [muhammad.n.fajar53@gmail.com](mailto:muhammad.n.fajar53@gmail.com)

### PENDAHULUAN

Jembatan merupakan salah satu infrastruktur pada sistem transportasi yang berfungsi melayani distribusi barang dan orang dari suatu tempat ke tempat yang lain (Wanarno et al., 2013). Peranan jembatan sangatlah penting bagi kehidupan manusia, oleh karenanya maka perlu dilakukan kajian atau penelitian untuk kondisi kelayakan struktur jembatan yang erat kaitannya dengan lalu lintas diatas jembatan, baik beban mati maupun beban hidup/layan, yang selanjutnya berdampak pada

keselamatan, keamanan dan kenyamanan bagi masyarakat pengguna jembatan.

Dalam tesis ini, peneliti mencoba untuk menganalisis struktur bangunan atas Jembatan Sambaliung, sesuai dengan kemampuan yang peneliti miliki. Seperti diketahui Jembatan Sambaliung, berada di Kota Tanjung Redeb Kabupaten Berau yang merupakan salah satu akses penghubung Kota Tanjung Redeb (Ibukota Kabupaten Berau) dengan daerah-daerah pesisir seperti Kecamatan Talisayan, Kecamatan Biduk-Biduk dan lainnya.

Jembatan ini memiliki 3 (tiga) bentang utama dengan masing-masing panjang bentang adalah 60,0 meter, tipe konstruksi adalah rangka baja (*warren truss*), dan lebar lalulintas adalah 6,0 meter (klas B), sedangkan trotoar 2 X 0,50 meter yang berfungsi sebagai jalan inspeksi dan *barrier*.

Jembatan Sambaliung direncanakan pada tahun 1984 dan mulai digunakan sebagai infrastruktur pada tahun 1986, maka dengan memperhatikan umur jembatan (37 tahun sampai dengan sampai tahun 2023), kondisi lalu lintas saat ini (2.000 smp/jam, hasil survey lalu lintas Dinas PUPR dan Pera Provinsi Kalimantan Timur tahun 2022), dan peraturan-peraturan yang berlaku saat ini, dapat disimpulkan bahwa jembatan sudah mengalami kelebihan kapasitas layan, hal ini dapat terlihat dari hasil pengamatan visual di lapangan dimana terdapat perubahan-perubahan pada elemen jembatan seperti *buckling* atau tekuk pada rangka baja (*bottom chord* atau *tie beam*).

Getaran struktur jembatan yang besar akibat kendaraan yang melintas terutama kendaraan berat (hasil asesmen Dinas PUPR dan Pera Provinsi Kalimantan Timur tahun 2021), lantai jembatan mengalami retak-retak, deformasi pada *bearing pad*, *spalling* pada pile cap P.1, dan korosi pada tiang pancang. Dinas PUPR & Pera Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2023 telah melaksanakan penggantian/ perbaikan pelat lantai.

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah untuk mengevaluasi kondisi struktur dari segi pembebanan dan acuan yang terbaru.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di jembatan mahulu dengan pengambilan data sesuai dengna kondisi jembatan terutama *expantion joint*, dengan mengacu pada SNI 1725:2016 pembebanan untuk struktur atas jembatan ialah sebagai berikut : sebagai berikut : Berat sendiri 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.

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen nonstruktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan. Dalam hal tertentu, nilai faktor beban mati tambahan yang berbeda dengan ketentuan pada Tabel 3.3 boleh digunakan dengan persetujuan instansi yang berwenang. Hal ini bisa dilakukan apabila instansi tersebut melakukan pengawasan terhadap beban mati tambahan pada jembatan.

Beban lalu lintas untuk perancangan jembatan terdiri dari beban lajur "D" dan beban truk "T". Beban lajur "D" bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban lajur "D" yang bekerja tergantung pada lebar jalur kendaraan itu sendiri. Beban truk "T" adalah satu kendaraan berat dengan 3 gandar yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu lintas rencana. Tiap gandar terdiri atas dua bidang kontak pembebanan yang dimaksud sebagai simulasi pengaruh roda kendaraan berat.

Tekanan angin yang disebabkan oleh angin rencana dengan kecepatan dasar ( $V_B$ ) sebesar 90 hingga 126 km/jam.

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. Luasan yang tidak memberikan kontribusi dapat diabaikan dalam perencanaan.

Untuk jembatan atau bagian jembatan dengan elevasi lebih tinggi dari 10.000 mm diatas permukaan tanah atau permukaan air, kecepatan angin rencana,  $V_{DZ}$ , harus dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_{DZ} = 2,5 V_0 \left( \frac{V_0}{V_B} \right) \ln \left( \frac{Z}{Z_0} \right) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- $V_{DZ}$  : kecepatan angin rencana pada elevasi rencana, Z (km/jam)
- $V_{10}$  : kecepatan angin pada elevasi 10.000 mm di atas permukaan tanah atau di atas permukaan air rencana (km/jam)
- $V_B$  : kecepatan angin rencana yaitu 90 hingga 126 km/jam pada elevasi 1.000 mm, yang akan menghasilkan tekanan
- Z : elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau dari permukaan air dimana beban angin dihitung ( $Z > 10.000$  mm)
- $V_0$  : kecepatan gesekan angin, yang merupakan karakteristik meteorologi, sebagaimana ditentukan dalam Tabel. 3.6, untuk berbagai macam tipe permukaan di hulu jembatan (km/jam)
- $Z_0$  : Panjang gesekan di hulu jembatan, yang merupakan karakteristik meteorologi ditentukan pada Tabel 3.6 (mm)

**Tekanan Angin Vertikal**

Jembatan harus mampu memikul beban garis memanjang jembatan yang merepresentasikan gaya angin vertikal ke atas sebesar  $9.6 \times 10^{-4}$  MPa dikalikan lebar jembatan, termasuk parapet dan trotoar. Gaya ini harus ditinjau hanya untuk Keadaan Batas Kuat III dan Layan IV yang tidak melibatkan angin pada kendaraan, dan hanya ditinjau untuk kasus pembebanan dimana arah angin dianggap bekerja tegak lurus terhadap sumbu memanjang jembatan. Gaya memanjang tersebut mempunyai titik tangkap pada seperempat lebar jembatan dan bekerja secara bersamaan dengan beban angin horizontal.

**Perhitungan Elemen Lentur Baja**

Pengecekan elemen lentur sesuai SNI 1729-2020 pada umumnya terdapat dua parameter penting dalam pengecekan batang lentur, yaitu : kontrol lendutan, klasifikasi penampang (kompak/non kompak), klasifikasi keadaan batas, analisa kuat geser. Dengan kata lain, elemen lentur bisa dikatakan memenuhi persyaratan bila memenuhi semua parameter tersebut.

**Kontrol Lendutan**

Batas maksimum lendutan untuk perletakan sendi-rol bisa menggunakan pendekatan :

Syarat Lendutan :

$$\Delta y < \Delta_{max} \dots\dots\dots (2)$$

Batas Max Lendutan :

$$\Delta_{max} = L/800 \dots\dots\dots (3)$$

Lendutan yang terjadi akibat beban momen

$$\Delta y = \frac{M \times L^2}{9\sqrt{3} \times E \times I} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :  
 E : Modulus elastisitas material (Mpa)

$\Delta_{max}$  : batas maksimal lendutan  
 I : Inersia

**Analisa Kuat Geser (Vn)**

Sebelum menghitung kuat nominal geser, perlu dilakukan pengecekan pada 2 kondisi yang dimana akan berpengaruh pada nilai  $\phi_y$  dan nilai  $C_{v1}$ .

$$\frac{h}{tw} \leq 2,24 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

- h : jarak bersih antara sayap-sayap dikurangi fillet pada setiap sayap (mm)
- tw : tebal web (mm)
- E : modulus elastisitas material (MPa)
- H : tinggi WF (mm)
- tf : tebal sayap (mm)
- $\phi_y$  : Faktor reduksi kuat tekan
- $C_{v1}$  : Faktor reduksi kuat tekan

**Leleh Tarik**

Persamaan kekuatan nominal untuk leleh tarik dari elemen tarik:

Luas penampang utuh dan luas bruto:

$$P_n = F_y \times A_g \dots\dots\dots (6)$$

Kontrol leleh tarik:

$$\phi_t P_n \geq P_u \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

- $\phi_t$  : Faktor reduksi leleh tarik
- $P_n$  : Kuat Nominal Tarik (N)
- $A_g$  : Luas penampang ( $mm^2$ )

**Keruntuhan Tarik**

Persamaan kekuatan nominal untuk keruntuhan Tarik dari elemen Tarik :

$$P_n = F_u \times A_e \dots\dots\dots (8)$$

Faktor *shear lag* (U), dengan mengacu SNI 1729-2020, Tabel D3.1; Hal-29 :

Jika tidak seluruh luas penampang menjadi tahanan :

$$U = 1 - (\bar{x} / l) \dots\dots\dots (9)$$

Jika semua sisi profil tersambung secara merata :

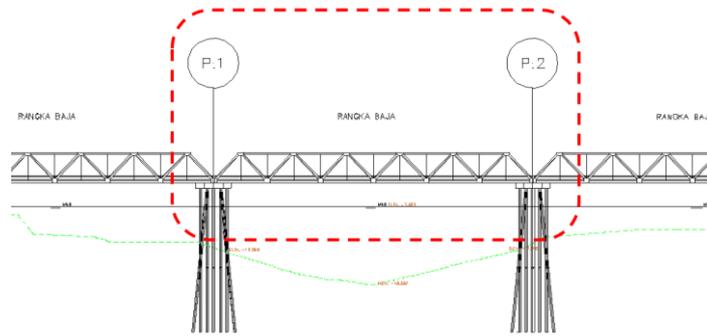
$$U = 1 \dots\dots\dots (1)$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada pembahasan ini, penulis akan menguraikan Analisa Jembatan Sambaliung yang berada di Tanjung Redeb, Kabupaten Berau dengan kondisi eksisting menggunakan program Midas Civil 22 v1.2.

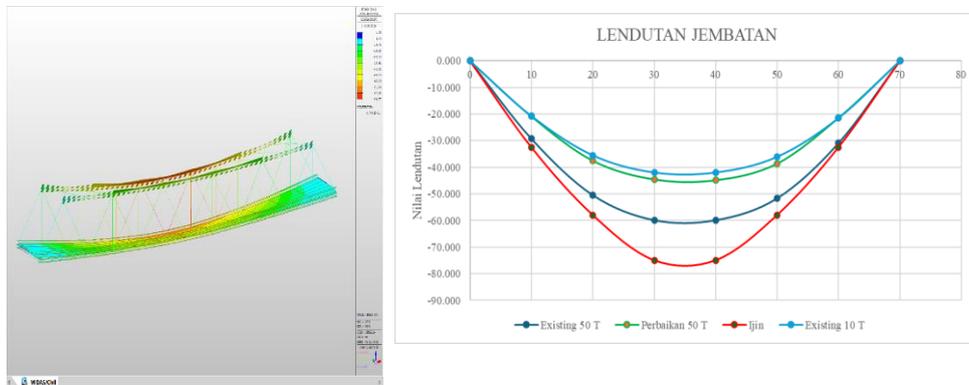
**Data Profil Baja**

Dimensi profil baja diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Provinsi Kalimantan Timur. Berikut adalah Profil baja yang digunakan dalam komponen struktur jembatan :



**Gambar 1.** Profil Jembatan

Dari hasil analisa untuk lendutan diketahui bahwa lendutan yang terjadi masih dibawah lendutan ijin, lendutan terbesar adalah Ketika kondisi eksisting sebelum dilakukakn perbaikan, seperti ditunjukkan pada grafik di bawah ini.

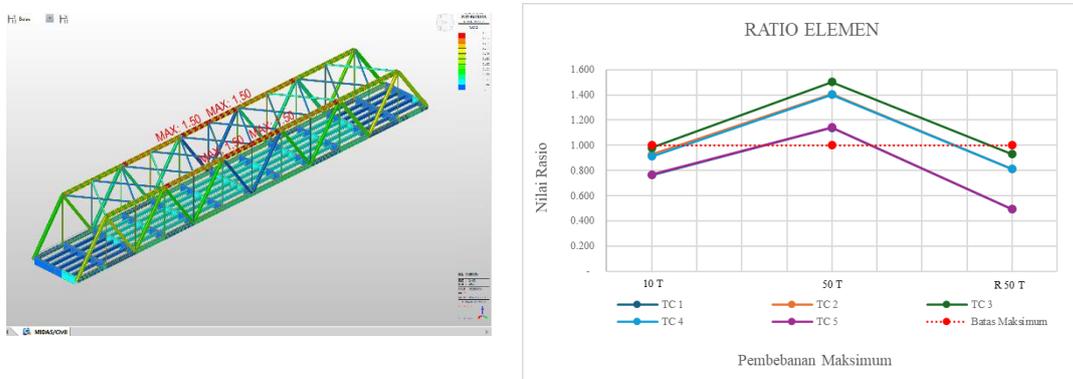


**Gambar 2.** Lendutan yang terjadi

### Elemen Lentur

Pengecekan Elemen Lentur Sesuai SNI 1729-2020 pada umumnya terdapat dua parameter penting dalam pengecekan batang lentur, yaitu : kontrol lendutan, klasifikasi penampang (kompak/non kompak), klasifikasi keadaan batas, Analisa kuat geser. Dengan kata lain elemen lentur bisa dikatakan memenuhi persyaratan bila memenuhi semua parameter tersebut.

Dari serangkaian Analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa profil WF 1000x250x10x12 **memenuhi semua syarat** sebagai elemen lentur (balok) dalam memikul beban lentur dan geser.



### Gambar 3. Lendutan yang terjadi

Hasil Analisa Jembatan sambaliung dengan standar pembebanan SNI 1725:2016 & kombinasi pembebanan terbesar, didapatkan hasil lendutan yang terjadi pada Bentang Tengah adalah 63,77 mm. Syarat lendutan jembatan menurut SNI 1725:2016 yaitu  $L/800$ :

$$\begin{aligned}\text{Lendutan Ijin} &= L/800 \\ &= 60000 \text{ mm} / 800 \\ &= 75 \text{ mm}\end{aligned}$$

#### Elemen Tarik

Pada umumnya terdapat empat parameter penting dalam Analisa/mendesain batang Tarik, yaitu : leleh Tarik, keruntuhan Tarik, block shear dan kelangsingan. Dengan kata lain, elemen Tarik bisa dikatakan memenuhi persyaratan desain bila memenuhi semua parameter tersebut.

Bila terdapat salah satu kondisi tidak memenuhi syarat, maka perlu dilakukan desain ulang agar menjamin kekuatan elemen Tarik dalam menerima gaya aksial Tarik.

Dari serangkaian Analisa yang dilakukan, analisa tarik **Memenuhi Syarat** dari beberapa aspek leleh tarik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa **penampang mampu memikul beban tarik** yang diberikan. Bila ada salah satu persyaratan tidak terpenuhi, maka profil elemen tarik harus dievaluasi/dirubah, hingga semua syarat terpenuhi.

#### Elemen Tekan

Perencanaan elemen tekan sesuai SNI 1729-2020. Pada umumnya terdapat dua parameter penting dalam analisa/mendesain batang tekan, yaitu kelangsingan dan tekuk. Dengan kata lain, elemen tekan bisa dikatakan memenuhi persyaratan desain bila memenuhi semua parameter tersebut.

Bila terdapat salah satu kondisi tidak memenuhi syarat, maka perlu dilakukan desain ulang agar menjamin kekuatan elemen tekan dalam menerima gaya aksial tekan.

Berdasarkan hasil analisa dapat disimpulkan bahwa semua persyaratan, baik tekuk lentur ataupun tekuk torsi, **tidak memenuhi persyaratan** kekuatan ( $\phi_c P_n \geq P_u$ ). Jadi, Profil 2C 350x100x14x16 tidak memenuhi syarat sebagai struktur tekan.

#### Hasil Analisa Perkuatan

Hasil analisa Jembatan Sambaliung setelah diberi perkuatan dengan mengganti dimensi profil *Top Chord*, yaitu : Syarat lendutan jembatan menurut RSNI T 03 2005 yaitu  $L/800$ , Lendutan ijin :  $L/800 = 60000 \text{ mm}/800 = 75 \text{ mm}$

#### SIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan di atas mengacu pada standar SNI 1725-2016 dan menggunakan *Software* Midas Civil 2022 dan dilihat dari besar lendutan, rasio tegangan yang terjadi untuk kondisi eksisting maka perlu dilakukan perkuatan agar umur jembatan dapat bertambah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2009) *Pemeriksaan Jembatan Rangka Baja*, Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 1725-2016 Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta : BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1729-2020 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Jakarta : BSN.
- Binus University. (2014). *Modul Program Midas/Civil Struktur Beton*. Jakarta: Jurusan Teknik Sipil Binus University.

- Direktorat Jendral Bina Marga. (2009). *Pemeriksaan Jembatan Rangka Baja*. Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2022). *Pemeriksaan Jembatan*. Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Hafidz Abdul, Primantasi Luky F.A. (2022). *Evaluasi Kondisi Jembatan Jurug Lama Dengan Metode Bridge Management System (BMS)*. Surakarta, Universitas Surakarta, 2022.
- Hariman Ferry, dkk. (2007). *Evaluasi dan Program Pemeliharaan Jembatan Dengan Metode Bridge Management System (BMS) (Studi Kasus : empat Jembatan Provinsi D.I Yogyakarta)*. No.XVII/3-September 2007. 581.
- Heriyanto. (2022). *Redesain Struktur Atas Jembatan Hargrojo Menggunakan Software Midas Civil 2019*. Purworejo : Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Gunawan Rudy. (1987). *Tabel Profil Konstruksi Baja*. Yogyakarta : Kansus.
- Lubis Irfan. (2022). *Metode Tercepat Perbaikan Lantai Jembatan. Volume 2 Nomor 1*.
- Padudung, Yunus N. (2019). *Analisis Kapasitas Struktur Atas Jembatan Mahakam IV (Tipe ARCH BRIDGE)*. Samarinda : Politeknik Negeri Samarinda.
- Pratito Muh, dkk. (2016) *Evaluasi dan Program Pemeliharaan Jembatan Menggunakan Metode Bridge Management System (BMS) 1993 Studi Kasus : Jembatan Rangka Baja Kali Bogowonto, Kabupaten Purworejo-Jawa Tengah*. Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada, 2016.
- Purnomo Heri, dkk. (2019). *Analisis Struktur Perkuatan Jembatan Beton Menggunakan Steel Plate Bonding dan Fiber Reinforced Polymer (FRP) untuk Mendukung Efisiensi Biaya Pekerjaan*. Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada, 2019.
- Rasidi Nawir, dkk. (2017). *Analisi Alternatif Perkuatan Jembatan Rangka Baja (Studi Kasus : Jembatan Rangka Baja Soekarno-Hatta Malang)*, eUREKA : Jurnal Penelitian Teknik Sipil dan Teknik Kimia, Volume 1 (1), 1-9.
- Widyatama, Abimayu T. (2021). *Evaluasi Kapasitas Struktur Atas Jembatan Menggunakan Metode Rating Factor (Studi Kasus: Jembatan Kuala Samboja, Kecamatan Samboja)*. Samarinda, Politeknik Negeri Samarinda, 2021.