



## ANALISIS STRUKTUR ATAS EKSISTING JEMBATAN PELANGI KOLAKA BERDASARKAN PANDUAN PRAKTIS PERENCANAAN TEKNIS JEMBATAN 2021 (02/M/BM/2021)

Tri Syafri 1<sup>a</sup>, Mursalim Ninoy La Ola 2<sup>a\*</sup>, Muhammad Buttomi Masgode 3<sup>a</sup>, Septi Adnan 4<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka - Indonesia 93516

### ARTICLE INFO

Editor – Septi Adnan

**Keywords:** *Steel truss bridge, bridge superstructure, SAP2000, serviceability limit state, ultimate limit state*

### ABSTRACT

Bridges are vital infrastructure that facilitate public mobility and the distribution of goods and services. Consequently, their structural systems must ensure safety, serviceability, and compliance with prevailing technical standards. The Pelangi Kolaka Bridge, a steel truss bridge located in Kolaka Regency, Southeast Sulawesi, was constructed in 2014. This study evaluates the performance of its existing superstructure according to SNI 1725:2016, AASHTO LRFD 2017 (8th edition), and the 2021 Practical Guidelines for Bridge Design. The methodology includes field inspections, collection of primary data on the bridge condition and geometric model, and secondary data regarding load standards and element inspection criteria. Structural modeling and analysis were conducted using SAP2000 V.26 to determine responses under relevant load combinations. Results indicate that the maximum axial forces under Load Combination 1 occur in the stringers (1,128.686 kN), upper chord (-6,645.17 kN), lower chord (4,497.196 kN), diagonal trusses ( $\pm 2,910.14$  kN), and wind bracing (-202.879 kN). Element assessments reveal that the stringers, upper chord, lower chord, and wind bracing do not satisfy the latest SNI requirements, while the diagonal trusses and cross beams comply with the standards. These findings highlight the need for further evaluation and dimensional adjustments of non-compliant components to ensure that the bridge superstructure meets contemporary bridge design standards.

*Singkatan:*

\* Korespondensi ke: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka - Indonesia 93516  
E-mail address: [ninoey.laola@gmail.com](mailto:ninoey.laola@gmail.com)

<https://doi.org/10.1016/j.akhwat.2024.108XXX>

Diajukan, 12 Maret 2026; Diterima dalam bentuk revisi, 22 Maret 2026; Disetujui, 23 Maret 2026;

Terbit secara online, 01 April 2026

3047-518X/© 2026 Published by USN Scientific Journal Publisher. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Pendahuluan

Jembatan merupakan bagian penting dari sistem transportasi karena berfungsi menghubungkan wilayah, mendukung mobilitas masyarakat, serta memperlancar distribusi barang dan jasa. Sebagai struktur yang bekerja secara terus-menerus menerima beban lalu lintas dan pengaruh lingkungan, jembatan perlu dievaluasi secara berkala agar tetap memenuhi aspek keamanan, kenyamanan, dan kelayakan fungsi. Evaluasi struktur jembatan eksisting perlu dilakukan karena perubahan beban lalu lintas, usia layan, korosi, dan penurunan kondisi elemen dapat memengaruhi kapasitas struktur. Penilaian kapasitas struktur atas jembatan dapat dilakukan melalui pendekatan rating factor untuk mengetahui kemampuan elemen dalam menerima beban yang bekerja (Saputra et al., 2020).

Pada jembatan rangka baja, pemeriksaan elemen struktur perlu dilakukan secara menyeluruh karena gaya dalam pada setiap batang saling memengaruhi kinerja sistem rangka. Studi pemodelan pada jembatan dengan struktur rangka baja Warren menunjukkan bahwa analisis numerik dapat digunakan untuk mengevaluasi respons struktur akibat kombinasi pembebanan yang bekerja (Gunawan & Nuranita, 2023). Penilaian kondisi jembatan tidak cukup hanya dilakukan secara visual, tetapi perlu didukung dengan analisis struktur untuk mengetahui respons berupa lendutan, gaya dalam, tegangan, dan kapasitas elemen. Penelitian Tran et al. (2023) pada jembatan rangka baja menunjukkan bahwa pengukuran getaran dan pemodelan elemen hingga dapat digunakan untuk menilai kondisi struktur secara lebih terukur. Selain itu, Nguyen et al. (2022) menjelaskan bahwa pembaruan model elemen hingga berdasarkan data pengujian dapat meningkatkan keakuratan evaluasi struktur jembatan eksisting. Selain pemeriksaan gaya dalam dan lendutan, karakteristik dinamis seperti frekuensi alami juga dapat digunakan sebagai indikator pendukung dalam evaluasi kondisi struktur. Tran et al. (2023) dan Fitriyah et al. (2023) menunjukkan bahwa analisis getaran pada jembatan rangka dapat membantu memahami respons struktur dan mendukung identifikasi kondisi elemen.

Perkembangan standar teknis juga menjadi dasar penting dalam evaluasi jembatan eksisting. Di Indonesia, pembebanan jembatan mengacu pada SNI 1725:2016, sedangkan pemeriksaan kapasitas elemen baja dapat mengacu pada AASHTO LRFD dan Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan Tahun 2021. Evaluasi berdasarkan standar terbaru diperlukan untuk mengetahui apakah struktur yang telah dibangun masih memenuhi kriteria perencanaan saat ini. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip evaluasi jembatan modern yang menekankan hubungan antara kondisi aktual struktur, pembebanan, dan kapasitas elemen dalam menentukan kelayakan struktur. Studi Guan et al. (2024) juga menunjukkan bahwa pemodelan elemen hingga banyak digunakan dalam pembaruan dan evaluasi jembatan karena mampu menggambarkan respons struktur terhadap beban secara lebih rinci.

Jembatan Pelangi Kolaka merupakan jembatan rangka baja yang berada di Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara, dan dibangun pada tahun 2014. Jembatan ini memiliki peran penting sebagai akses pada kawasan dermaga pelabuhan ferry. Dengan mempertimbangkan fungsi jembatan, usia layan, serta kebutuhan evaluasi terhadap standar pembebanan terbaru, maka diperlukan analisis terhadap struktur atas jembatan tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja struktur atas eksisting Jembatan Pelangi Kolaka berdasarkan SNI 1725:2016, AASHTO LRFD 2017 edisi ke-8, dan Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan Tahun 2021. Analisis dilakukan dengan pemodelan struktur menggunakan SAP2000 V.26 untuk memperoleh respons struktur berupa lendutan, gaya aksial, tegangan, dan hasil pemeriksaan elemen struktur.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Jembatan Pelangi Kolaka yang berlokasi di Jalan Dermaga Pelabuhan Ferry, Kecamatan Lamokato, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara. Secara geografis, lokasi jembatan berada pada koordinat lintang -4.062249033753702 dan bujur 121.59319571938285. Objek penelitian merupakan jembatan rangka baja dengan bentang 55 m dan lebar jembatan 7 m.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

## 2.2 Data Jembatan

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan untuk mengetahui kondisi eksisting jembatan, bentuk struktur, dimensi utama, serta elemen-elemen penyusun struktur atas. Data sekunder diperoleh dari dokumen teknis, literatur pendukung, dan standar perencanaan yang digunakan sebagai acuan analisis.

Berdasarkan data umum jembatan, struktur yang dianalisis memiliki lebar trotoar 1 m, tebal pelat lantai kendaraan 0,20 m, dan tebal pelat trotoar 0,25 m. Struktur atas jembatan terdiri atas rangka baja, gelagar memanjang baja WF, pelat lantai beton dengan mutu  $f_c' = 30$  MPa, serta diafragma baja WF.

## 2.3 Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur dilakukan berdasarkan kondisi eksisting Jembatan Pelangi Kolaka. Model struktur dibuat dengan memperhatikan geometri jembatan, dimensi elemen, jenis material, serta sistem rangka baja yang digunakan. Pemodelan ini bertujuan untuk memperoleh respons struktur akibat beban yang bekerja pada jembatan.

Analisis struktur dilakukan menggunakan SAP2000 V.26. Hasil dari pemodelan digunakan untuk memperoleh nilai lendutan, frekuensi alami struktur, gaya aksial, tegangan, dan respons elemen struktur pada kondisi pembebanan yang dianalisis.

## 2.4 Pembebanan dan Kombinasi Beban

Pembebanan jembatan dalam penelitian ini mengacu pada SNI 1725:2016, sedangkan pemeriksaan kapasitas elemen baja mengacu pada AASHTO LRFD Bridge Design Specifications edisi ke-8 dan Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan Tahun 2021 (Badan Standardisasi Nasional, 2016; AASHTO, 2017; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021).

Kombinasi beban yang digunakan mencakup kombinasi beban layan dan kombinasi beban ultimit. Kombinasi tersebut digunakan untuk menilai kinerja struktur terhadap kondisi batas layan dan kondisi batas ultimit sesuai standar perencanaan jembatan yang berlaku.

## 2.5 Pemeriksaan Elemen Struktur

Pemeriksaan struktur dilakukan untuk mengetahui kinerja elemen-elemen utama jembatan terhadap pembebanan yang bekerja. Elemen yang diperiksa meliputi stringer, rangka atas, rangka bawah, rangka diagonal, cross beam, dan ikatan angin.

Parameter yang dianalisis meliputi lendutan maksimum, frekuensi alami, gaya aksial maksimum, tegangan, serta kapasitas elemen struktur. Pemeriksaan lendutan dilakukan pada kondisi batas layan dengan mengacu pada batas lendutan izin  $L/800$ . Sementara itu, pemeriksaan kapasitas elemen struktur baja dilakukan dengan mengacu pada AASHTO LRFD 2017 edisi ke-8 dan Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan Tahun 2021.

## 2.6 Tahapan Analisis

Tahapan analisis dalam penelitian ini dilakukan secara berurutan sebagai berikut:

1. Melakukan observasi lapangan dan pengumpulan data teknis jembatan.
2. Mengidentifikasi dimensi, jenis elemen, dan material struktur atas jembatan.
3. Membuat model struktur berdasarkan kondisi eksisting jembatan.
4. Menentukan beban yang bekerja sesuai SNI 1725:2016.
5. Menyusun kombinasi pembebanan layan dan ultimit.
6. Melakukan analisis struktur untuk memperoleh lendutan, gaya aksial, tegangan, dan frekuensi alami.
7. Memeriksa elemen struktur berdasarkan standar yang digunakan.
8. Menentukan elemen yang memenuhi maupun belum memenuhi kriteria SNI terbaru.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Analisis Pembebanan jembatan berdasarkan SNI 1725:2016

Pembebanan jembatan dilakukan berdasarkan SNI 1725:2016. Beban yang dimasukkan ke dalam model meliputi beban sendiri struktur, beban mati tambahan, beban lajur, beban truk, beban pejalan kaki, beban rem kendaraan, serta beban angin. Nilai masing-masing beban yang digunakan dalam analisis ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel. 1 Analisis Pembebanan

| Beban                      | Hasil Beban | Satuan |
|----------------------------|-------------|--------|
| beban sendiri struktur     | 143,33      | kN     |
| beban mati tambahan        | 23,37       | kN     |
| beban akibat lajur         | 441,22      | kN     |
| beban akibat truk          | 292,5       | kN     |
| beban akibat pejalan       | 35          | kN     |
| beban akibat rem kendaraan | 26,71       | kN     |
| beban angin tekan          | 18,91       | kN     |
| beban angin hisap          | 9,46        | kN     |

### 3.2 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan dalam analisis ditampilkan pada Tabel 2. Kombinasi tersebut meliputi uji pembebanan truk, beban layan, beban ultimit, dan beban ekstrem. Kombinasi beban diperlukan untuk mengetahui kondisi struktur pada beberapa kemungkinan pembebanan yang terjadi selama masa layan jembatan.

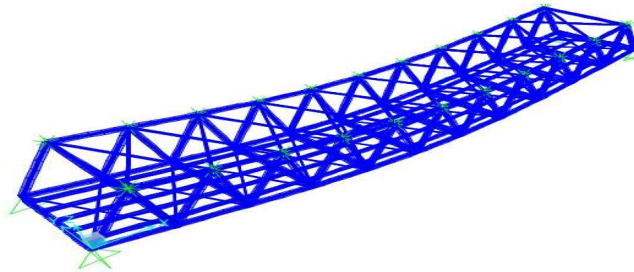
Tabel 2. Kombinasi beban

| No | Kombinasi           | BM | Tu | TTD1 | TTD2 | TTT | TTB |
|----|---------------------|----|----|------|------|-----|-----|
| 1  | Uji Pembebanan Truk | -  | 1  | -    | -    | -   | -   |
| 2  | Beban Layan 1       | 1  | -  | 1    | 1    | -   | 1   |
| 3  | Beban Layan 2       | 1  | -  | -    | -    | 1   | 1   |
| 4  | Beban Ultimate 1    | 1  | -  | 1,8  | 1,8  |     | 1,8 |
| 5  | Beban Ultimate 2    | 1  | -  | -    | -    | 1,8 | 1,8 |

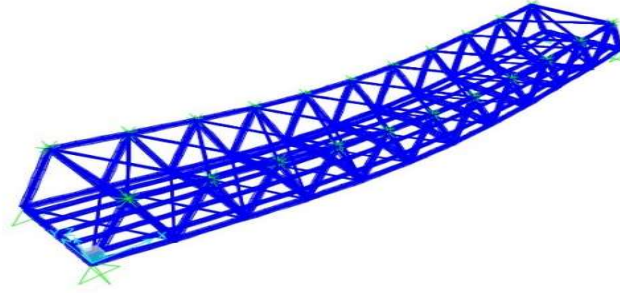
### 3.3 Evaluasi Lendutan Struktur

Pemeriksaan lendutan dilakukan untuk mengetahui kinerja struktur terhadap kondisi batas layan. Berdasarkan AASHTO LRFD 2017, batas lendutan izin yang digunakan adalah  $L/800$ . Dengan bentang jembatan sebesar 55 m, maka nilai lendutan izin diperoleh sebesar 68,75 mm.

Hasil analisis menunjukkan bahwa lendutan maksimum pada kondisi batas layan sebesar 47,65 mm, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai tersebut masih berada di bawah lendutan izin, sehingga dari aspek lendutan layan, struktur masih memenuhi kriteria yang digunakan. Adapun lendutan pada kondisi batas ultimit sebesar 76,55 mm, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3. Nilai lendutan ultimit ini menunjukkan respons struktur pada kondisi pembebanan maksimum, namun pemeriksaan utama terhadap kenyamanan dan pelayanan struktur tetap mengacu pada kondisi batas layan.



Gambar 2. Lendutan pada kondisi batas layan



Gambar 3. Lendutan Pada Kondisi Batas Ultimit

Dengan demikian, berdasarkan hasil lendutan pada kondisi batas layan, struktur atas Jembatan Pelangi Kolaka masih menunjukkan kinerja layanan yang dapat diterima

### 3.4 Frekuensi Getaran Struktur

Analisis modal dilakukan untuk mengetahui karakteristik dinamis jembatan. Hasil frekuensi alami pada Tabel 5 dapat digunakan sebagai data awal untuk memahami karakteristik dinamis struktur. Parameter dinamis seperti frekuensi alami telah banyak digunakan dalam evaluasi kondisi jembatan, terutama pada pendekatan berbasis getaran (Tran et al., 2023; Fitriyah et al., 2023). Berdasarkan tabel tersebut, frekuensi pada mode pertama sebesar 0,670 Hz, sedangkan frekuensi terbesar dari mode yang ditampilkan adalah 4,777 Hz.

Tabel. 5 Modal Periods And Frequencies

| <b>TABEL: Modal Periods And Frequencies</b> |                |               |                  |                 |                   |
|---------------------------------------------|----------------|---------------|------------------|-----------------|-------------------|
| <b>StepType</b>                             | <b>StepNum</b> | <b>Period</b> | <b>Frequency</b> | <b>CircFreq</b> | <b>Eigenvalue</b> |
| Text                                        | Unitless       | Sec           | Cyc/sec          | rad/sec         | rad2/sec2         |
| Mode                                        | 1              | 1,491641      | 0,670402449      | 4,212262815     | 17,74315802       |
| Mode                                        | 2              | 1,170349      | 0,854445927      | 5,368642093     | 28,82231793       |
| Mode                                        | 3              | 0,546038      | 1,831373088      | 11,50685648     | 132,407746        |
| Mode                                        | 4              | 0,457937      | 2,183705408      | 13,72062574     | 188,2555706       |
| Mode                                        | 5              | 0,405713      | 2,464798031      | 15,48678277     | 239,8404407       |
| Mode                                        | 6              | 0,394383      | 2,535603669      | 15,93166772     | 253,8180363       |
| Mode                                        | 7              | 0,330078      | 3,029589124      | 19,03546987     | 362,3491133       |
| Mode                                        | 8              | 0,312833      | 3,196596555      | 20,08480851     | 403,3995328       |
| Mode                                        | 9              | 0,27681       | 3,612585589      | 22,69854469     | 515,2239312       |
| Mode                                        | 10             | 0,228099      | 4,384058776      | 27,54585368     | 758,7740552       |
| Mode                                        | 11             | 0,219286      | 4,560245994      | 28,65287063     | 820,9869952       |
| Mode                                        | 12             | 0,209304      | 4,777731063      | 30,01936962     | 901,1625523       |

Nilai frekuensi alami ini menunjukkan perilaku dinamis struktur terhadap getaran. Pada jembatan, informasi frekuensi penting untuk mengetahui kecenderungan respons struktur akibat beban bergerak dan pengaruh dinamis lainnya. Hasil ini juga dapat menjadi data pendukung apabila di kemudian hari dilakukan evaluasi lanjutan melalui uji getaran atau pemantauan kesehatan struktur.

### 3.5 Pemeriksaan Elemen Stringer

Elemen stringer merupakan komponen yang berfungsi menyalurkan beban dari lantai jembatan menuju sistem rangka utama. Letak elemen stringer yang dianalisis ditunjukkan pada Gambar 4, sedangkan hasil gaya aksial maksimum ditampilkan pada Tabel 6.

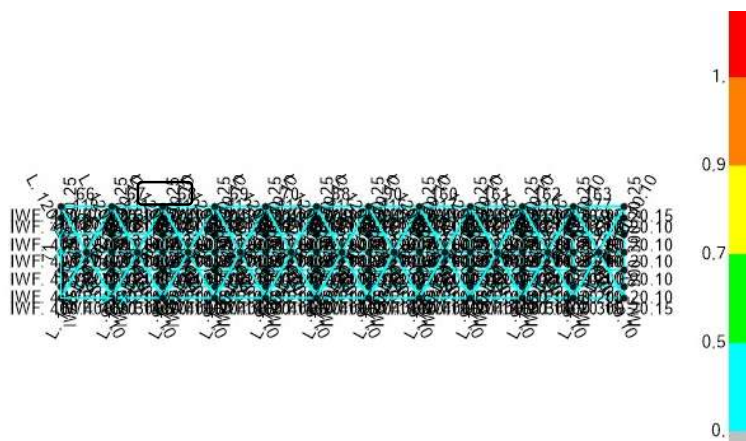
|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 31  | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  |
| 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 |
| 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 |
| 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 |
| 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 |
| 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 |
| 69  | 70  | 71  | 72  | 73  | 74  | 75  | 76  | 77  | 78  |

Gambar 4. Bagian Stringer jembatan

Tabel 6 Kombinasi beban pada stringer jembatan

| Bagian   | Kombinasi | No. Batang | Gaya (kN) |       |
|----------|-----------|------------|-----------|-------|
|          |           |            | Tarik     | Tekan |
| Stringer | Kuat 1    | 114        | 1128,686  | -     |
|          | Kuat 2    | 114        | 939,519   | -     |
|          | Kuat 3    | 114        | 277,434   | -     |
|          | Layan 1   | 114        | 699,178   | -     |
|          | Layan 2   | 114        | 841,053   | -     |
|          | Layan 3   | 114        | 604,594   | -     |
|          | Extreme 2 | 114        | 513,893   | -     |

Berdasarkan Tabel 6, gaya maksimum pada stringer terjadi pada batang nomor 114 dengan nilai tarik sebesar 1128,686 kN pada kombinasi Kuat 1. Hasil pemeriksaan desain stringer ditunjukkan pada Gambar 5 dan informasi pemeriksaan tegangan baja ditampilkan pada Gambar 6. Berdasarkan hasil pemeriksaan tersebut, elemen stringer dinyatakan belum memenuhi kriteria SNI terbaru, sehingga diperlukan evaluasi lanjutan terhadap dimensi profil yang digunakan.



Gambar 5. Hasil Cek Desain Stringer pada Sap2000



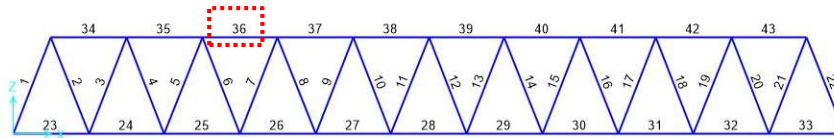
| Steel Stress Check Information (AISC 360-16) |             |                  |   |                     |                          |         |          |
|----------------------------------------------|-------------|------------------|---|---------------------|--------------------------|---------|----------|
| Frame ID                                     | 69          |                  |   | Analysis Section    | 400.400.16.28            |         |          |
| Design Code                                  | AISC 360-16 |                  |   | Design Section      | 400.400.16.28            |         |          |
| COMBO ID                                     | STATION LOC | ----MOMENT RATIO | = | AXL + B-MAJ + B-MIN | INTERACTION CHECK-----// | MAJ-SHR | MIN-SHR- |
| EXTREME 2                                    | 3,          | 0,059 (T)        | = | 0,059 +             | 0, + 0,                  | 0,      | 0,       |
| EXTREME 2                                    | 3,5         | 0,059 (T)        | = | 0,059 +             | 0, + 0,                  | 0,      | 0,       |
| EXTREME 2                                    | 4,          | 0,059 (T)        | = | 0,059 +             | 0, + 0,                  | 0,      | 0,       |
| EXTREME 2                                    | 4,5         | 0,059 (T)        | = | 0,059 +             | 0, + 0,                  | 0,      | 0,       |
| EXTREME 2                                    | 5,          | 0,059 (T)        | = | 0,059 +             | 0, + 0,                  | 0,      | 0,       |
| KUAT 1                                       | 0,          | 0,097 (T)        | = | 0,097 +             | 0, + 0,                  | 0,      | 0,       |
| KUAT 1                                       | 0,5         | 0,097 (T)        | = | 0,097 +             | 0, + 0,                  | 0,      | 0,       |

Gambar 6. steel stress check information pada stringer

### 3.6 Pemeriksaan Elemen Atas

Rangka atas merupakan elemen utama pada jembatan rangka baja yang berperan dalam menjaga kestabilan sistem dan menyalurkan gaya tekan akibat pembebanan. Letak rangka atas yang dianalisis ditunjukkan pada Gambar 7, sedangkan gaya aksial maksimum pada elemen ini ditampilkan pada Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 7, gaya tekan maksimum terjadi pada batang nomor 38 sebesar -6645,17 kN pada kombinasi Kuat 1. Hasil pemeriksaan desain rangka atas ditampilkan pada Gambar 8, sedangkan detail pemeriksaan tegangan baja ditunjukkan pada Gambar 9. Dari hasil pemeriksaan tersebut, elemen rangka atas dinyatakan belum memenuhi kriteria SNI terbaru. Kondisi ini menunjukkan bahwa profil eksisting pada rangka atas perlu ditinjau kembali, khususnya terhadap kapasitas tekan elemen.

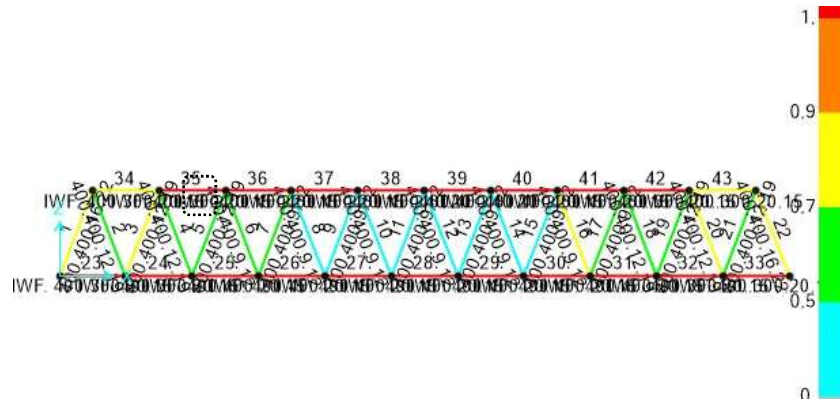


Gambar 7. Bagian Rangka Atas Jembatan

Tabel 7. Kombinasi beban pada rangka atas jembatan

| Bagian      | Kombinasi | No. Batang | Gaya (kN) |         |
|-------------|-----------|------------|-----------|---------|
|             |           |            | Tarik     | Tekan   |
| Rangka Atas | Kuat 1    | 38         | -         | 6645,17 |
|             | Kuat 2    | 38         | -         | 5513,7  |
|             | Kuat 3    | 38         | -         | 1553,56 |
|             | Layan 1   | 38         | -         | 4095,67 |
|             | Layan 2   | 38         | -         | 4944,27 |
|             | Layan 3   | 38         | -         | 3529,94 |
|             | Extreme 2 | 38         | -         | 2967,9  |

Berdasarkan hasil analisis pada *Sap2000*, Batang 38 mengalami gaya tekan terbesar pada kombinasi Kuat 1, serta bagian Rangka atas tidak memenuhi ketentuan *AASHTO LRFD 2017 edition 8* pasal 6.9.4.2, dimana rangka atas tidak memenuhi ketentuan ( $P_u < P_r$ ) dikarenakan tahanan tekan sebenarnya lebih besar dari tahanan tekan nominal, sehingga komponen jembatan dengan profil baja IWF 400.300.20.15 tersebut tidak dapat menahan gaya tekan yang terjadi.



Gambar 8. Hasil Cek Desain Rangka atas

S Steel Stress Check Information (AISC 360-16)

|             |             |                  |                    |
|-------------|-------------|------------------|--------------------|
| Frame ID    | 38          | Analysis Section | WVF. 400.400.40.20 |
| Design Code | AISC 360-16 | Design Section   | WVF. 400.400.40.20 |

| COMBO | STATION | /----MOMENT INTERACTION CHECK-----/ -MAJ-SHR----MIN-SHR-/ |   |                     |  |       |  |       |  |
|-------|---------|-----------------------------------------------------------|---|---------------------|--|-------|--|-------|--|
| ID    | LOC     | RATIO                                                     | = | AXL + B-MAJ + B-MIN |  | RATIO |  | RATIO |  |
| DSTL2 | 2000,   | 1, 122 (C)                                                | = | 1, 122 + 0, + 0,    |  | 0,    |  | 0,    |  |
| DSTL2 | 2500,   | 1, 122 (C)                                                | = | 1, 122 + 0, + 0,    |  | 0,    |  | 0,    |  |
| DSTL2 | 3000,   | 1, 122 (C)                                                | = | 1, 122 + 0, + 0,    |  | 0,    |  | 0,    |  |
| DSTL2 | 3500,   | 1, 122 (C)                                                | = | 1, 122 + 0, + 0,    |  | 0,    |  | 0,    |  |
| DSTL2 | 4000,   | 1, 122 (C)                                                | = | 1, 122 + 0, + 0,    |  | 0,    |  | 0,    |  |
| DSTL2 | 4500,   | 1, 122 (C)                                                | = | 1, 122 + 0, + 0,    |  | 0,    |  | 0,    |  |
| DSTL2 | 5000,   | 1, 122 (C)                                                | = | 1, 122 + 0, + 0,    |  | 0,    |  | 0,    |  |

Gambar 9. Steel Stress Check Information pada rangka atas

### 3.7 Pemeriksaan Elemen Rangka Bawah

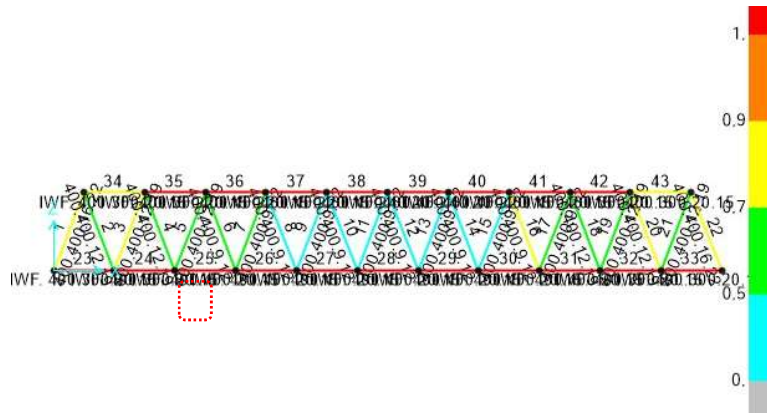
Rangka bawah merupakan bagian dari sistem rangka utama yang menerima gaya aksial akibat pembebanan vertikal maupun distribusi gaya dari elemen rangka lainnya. Hasil gaya aksial maksimum pada rangka bawah ditampilkan pada Tabel 8, sedangkan hasil pemeriksaan desain ditunjukkan pada Gambar 10 dan Gambar 11.

Tabel 8. Kombinasi beban pada batang no.28

| Bagian       | Kombinasi | No. Batang | Gaya     |       |
|--------------|-----------|------------|----------|-------|
|              |           |            | Tarik    | Tekan |
| Rangka Bawah | Kuat 1    | 28         | 4497,196 | -     |
|              | Kuat 2    | 28         | 3729,163 | -     |
|              | Kuat 3    | 28         | 1041,049 | -     |
|              | Layan 1   | 28         | 2769,105 | -     |
|              | Layan 2   | 28         | 3345,129 | -     |
|              | Layan 3   | 28         | 2385,088 | -     |
|              | Extreme 2 | 28         | 2001,09  | -     |

Berdasarkan Tabel 8, gaya maksimum pada rangka bawah terjadi pada batang nomor 28 dengan nilai tarik sebesar 4497,196 kN pada kombinasi Kuat 1. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa elemen rangka bawah belum memenuhi kriteria SNI terbaru. Oleh karena itu, elemen ini perlu mendapatkan perhatian dalam rekomendasi teknis, terutama terkait perubahan dimensi profil atau perkuatan elemen agar dapat memenuhi kriteria perencanaan terbaru.





Gambar 10. Hasil Cek Desain rangka Bawah

| Steel Stress Check Information (AISC 360-16) |               |                     |                                         |                    |                |  |
|----------------------------------------------|---------------|---------------------|-----------------------------------------|--------------------|----------------|--|
| Frame ID                                     | 28            |                     | Analysis Section                        | IWF. 400.400.20.15 |                |  |
| Design Code                                  | AISC 360-16   |                     | Design Section                          | IWF. 400.400.20.15 |                |  |
| COMBO ID                                     | STATION / LOC | ----MOMENT RATIO    | INTERACTION CHECK = AXL + B-MAJ + B-MIN | MAJ-SHR RATIO      | MIN-SHR-/RATIO |  |
| KUAT 1                                       | 3999,         | 1,355 (T) = 0,553 + | 0, + 0,802                              | 0,                 | 0,209          |  |
| KUAT 1                                       | 4499,         | 0,955 (T) = 0,553 + | 0, + 0,402                              | 0,                 | 0,235          |  |
| KUAT 1                                       | 4999,         | 0,555 (T) = 0,553 + | 0, + 0,002                              | 0,                 | 0,262          |  |
| KUAT 1                                       | 4999,         | 0,555 (T) = 0,553 + | 0, + 0,002                              | 0,                 | 0,262          |  |
| KUAT 1                                       | 5000,         | 0,553 (T) = 0,553 + | 0, + 0,                                 | 0,                 | 0,262          |  |
| KUAT 5                                       | 0,            | 0,066 (T) = 0,066 + | 0, + 0,                                 | 0,                 | 0,             |  |
| KUAT 5                                       | 499,8         | 0,066 (T) = 0,066 + | 0, + 0,                                 | 0,                 | 0,             |  |

Gambar 11. Steel stress check information pada rangka bawah No.28

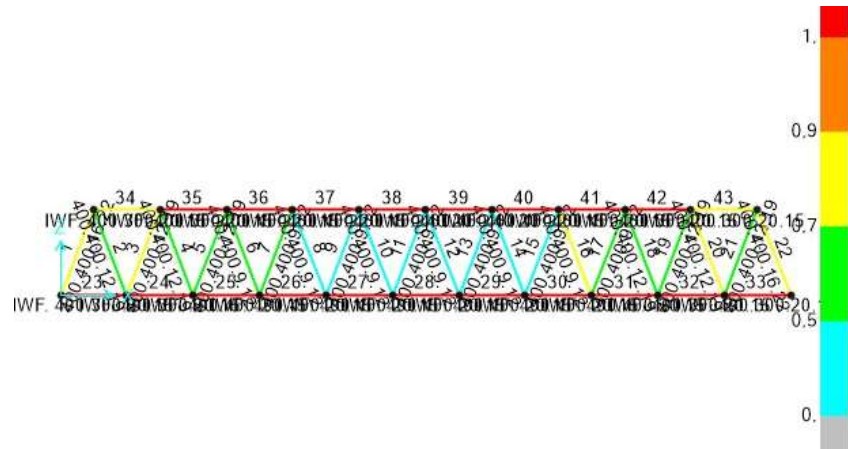
### 3.8 Pemeriksaan Elemen Rangka Diagonal

Rangka diagonal berfungsi menyalurkan gaya akibat beban vertikal dan lateral pada sistem rangka jembatan. Hasil gaya aksial pada rangka diagonal ditampilkan pada Tabel 9. Berdasarkan tabel tersebut, gaya maksimum terjadi pada batang nomor 1 dan 2. Batang nomor 1 mengalami gaya tekan sebesar -2910,14 kN, sedangkan batang nomor 2 mengalami gaya tarik sebesar 2910,14 kN pada kombinasi Kuat 1.

Hasil pemeriksaan desain elemen diagonal ditampilkan pada Gambar 12, sedangkan informasi pemeriksaan tegangan baja masing-masing batang ditunjukkan pada Gambar 13 dan Gambar 14. Berdasarkan hasil pemeriksaan tersebut, elemen rangka diagonal dinyatakan memenuhi kriteria SNI terbaru. Dengan demikian, profil yang digunakan pada elemen diagonal masih dapat menerima gaya yang bekerja berdasarkan kombinasi pembebanan yang dianalisis.

Tabel 9. Kombinasi Pembebanan Pada rangka diagonal

| Bagian          | Kombinasi | No. Batang | Gaya     |          |
|-----------------|-----------|------------|----------|----------|
|                 |           |            | Tarik    | Tekan    |
| Rangka Diagonal | Kuat 1    | 1          | -        | 2910,14  |
|                 |           | 2          | 2910,14  | -        |
|                 | Kuat 2    | 1          | -        | 2441,72  |
|                 |           | 2          | 2441,72  | -        |
|                 | Kuat 3    | 1          | -        | 802,252  |
|                 |           | 2          | 2441,72  | -        |
|                 | Layan 1   | 1          | -        | 1825,322 |
|                 |           | 2          | 1825,322 | -        |
|                 | Layan 2   | 1          | -        | 2176,637 |
|                 |           | 2          | 2176,637 | -        |
|                 | Layan 3   | 1          | -        | 1591,112 |
|                 |           | 2          | 1591,112 | -        |
|                 | Extreme 2 | 1          | -        | 1387,78  |
|                 |           | 2          | 1387,78  | -        |



Gambar 12. Hasil Cek Desain Struktur Diagonal

**S Steel Stress Check Information (AISC 360-16)**

|             |             |                  |               |
|-------------|-------------|------------------|---------------|
| Frame ID    | 1           | Analysis Section | 400.400.16.22 |
| Design Code | AISC 360-16 | Design Section   | 400.400.16.22 |

| COMBO ID | STATION LOC | ---MOMENT RATIO   | INTERACTION CHECK = | AXL + B-MAJ + B-MIN | ---MAJ-SHR---MIN-SHR--- RATIO | RATIO |
|----------|-------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------|
| KUAT 1   | 0,          | 0,773 (C) = 0,773 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |
| KUAT 1   | 1,          | 0,773 (C) = 0,773 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |
| KUAT 1   | 1,          | 0,773 (C) = 0,773 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |
| KUAT 1   | 3421,51     | 0,773 (C) = 0,773 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |
| KUAT 1   | 6842,02     | 0,773 (C) = 0,773 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |
| KUAT 1   | 6842,02     | 0,773 (C) = 0,773 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |
| KUAT 1   | 6843,02     | 0,773 (C) = 0,773 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |

Gambar 13. Steel stress check information pada batang no.1

**S Steel Stress Check Information (AISC 360-16)**

|             |             |                  |               |
|-------------|-------------|------------------|---------------|
| Frame ID    | 2           | Analysis Section | 400.400.12.19 |
| Design Code | AISC 360-16 | Design Section   | 400.400.12.19 |

| COMBO ID | STATION LOC | ---MOMENT RATIO   | INTERACTION CHECK = | AXL + B-MAJ + B-MIN | ---MAJ-SHR---MIN-SHR--- RATIO | RATIO |
|----------|-------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------|
| KUAT 1   | 0,          | 0,656 (T) = 0,656 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |
| KUAT 1   | 0,78        | 0,656 (T) = 0,656 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |
| KUAT 1   | 0,78        | 0,656 (T) = 0,656 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |
| KUAT 1   | 3421,51     | 0,656 (T) = 0,656 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |
| KUAT 1   | 6842,02     | 0,656 (T) = 0,656 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |
| KUAT 1   | 6842,02     | 0,656 (T) = 0,656 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |
| KUAT 1   | 6843,02     | 0,656 (T) = 0,656 | +                   | 0, + 0,             | 0,                            | 0,    |

Gambar 14. Steel stress check information pada batang no.2

### 3.9 Implikasi Desain

Rekapitulasi hasil terhadap parameter utama struktur ditampilkan pada Tabel 10. Berdasarkan tabel tersebut, parameter yang ditinjau meliputi lendutan maksimum, tegangan maksimum, perpindahan horizontal, serta kekuatan maksimum akibat gaya tekan dan tarik.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa struktur atas jembatan memiliki respons yang berbeda pada kondisi batas layan dan kondisi batas ultimit. Lendutan pada kondisi batas layan masih memenuhi batas izin, namun beberapa elemen struktur belum memenuhi kriteria SNI terbaru berdasarkan hasil pemeriksaan elemen. Kondisi ini menunjukkan bahwa evaluasi jembatan eksisting tidak cukup hanya dilakukan berdasarkan lendutan global, tetapi juga harus memperhatikan kapasitas setiap elemen struktur.

Elemen yang belum memenuhi kriteria, yaitu stringer, rangka atas, rangka bawah, dan ikatan angin, perlu menjadi prioritas dalam evaluasi lanjutan. Sementara itu, elemen rangka diagonal dan cross beam masih memenuhi kriteria berdasarkan hasil pemeriksaan. Dengan demikian, rekomendasi teknis yang dapat diberikan adalah melakukan peninjauan ulang terhadap dimensi profil, kapasitas sambungan, dan kondisi fisik elemen baja, terutama pada komponen yang belum memenuhi kriteria standar terbaru.

Tabel 10. Implikasi Desain

| No | Element Struktural | Parameter               | Hasil Kondisi Batas Layan   | Hasil Kondisi batas Ultimit  | Ket         |
|----|--------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------|
| 1  | Defleksi           | maximum deflection      | 47,65 mm                    | 70,55 mm                     | -           |
| 2  | Tekanan            | maximum stress          | 0,206 kN/mm <sup>2</sup>    | 0,128 kN/mm <sup>2</sup>     | -           |
| 3  | Beban              | horizontal displacement | 29,51 mm                    | 47,46 mm                     | -           |
| 4  | Kekuatan           | maximum strength        | -6461,074 kN<br>2578,768 kN | -10433,092 kN<br>4127,465 kN | Tekan tarik |

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis struktur atas eksisting Jembatan Pelangi Kolaka dengan mengacu pada SNI 1725:2016, AASHTO LRFD 2017 edisi ke-8, dan Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan Tahun 2021, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil analisis pembebanan menunjukkan bahwa beban yang bekerja pada struktur atas jembatan terdiri atas beban sendiri struktur sebesar 143,33 kN, beban mati tambahan sebesar 23,37 kN, beban akibat lajur sebesar 441,22 kN, beban akibat truk sebesar 292,50 kN, beban pejalan kaki sebesar 35,00 kN, beban rem kendaraan sebesar 26,71 kN, beban angin tekan sebesar 18,91 kN, dan beban angin hisap sebesar 9,46 kN. Beban akibat lajur menjadi beban terbesar yang bekerja pada struktur atas jembatan.
2. Hasil pemeriksaan lendutan menunjukkan bahwa lendutan maksimum pada kondisi batas layan sebesar 47,65 mm masih berada di bawah batas lendutan izin  $L/800$  sebesar 68,75 mm. Dengan demikian, struktur atas jembatan masih memenuhi kriteria lendutan pada kondisi batas layan. Adapun lendutan maksimum pada kondisi batas ultimit sebesar 76,55 mm menunjukkan respons struktur pada kondisi pembebanan maksimum.
3. Hasil analisis gaya aksial maksimum pada kombinasi Kuat 1 menunjukkan bahwa gaya terbesar terjadi pada beberapa elemen utama, yaitu stringer sebesar 1128,686 kN, rangka atas sebesar -6645,17 kN, rangka bawah sebesar 4497,196 kN, rangka diagonal sebesar  $\pm 2910,14$  kN, dan ikatan angin sebesar -202,879 kN. Nilai tersebut menunjukkan bahwa elemen rangka utama menerima gaya aksial yang cukup besar akibat kombinasi pembebanan yang bekerja.
4. Berdasarkan hasil pemeriksaan elemen struktur, komponen stringer, rangka atas, rangka bawah, dan ikatan angin belum memenuhi kriteria SNI terbaru. Sementara itu, elemen rangka diagonal dan cross beam masih memenuhi kriteria berdasarkan hasil analisis yang dilakukan.
5. Secara umum, struktur atas Jembatan Pelangi Kolaka masih memenuhi kriteria lendutan pada kondisi batas layan, tetapi beberapa elemen struktur utama memerlukan evaluasi lanjutan karena belum memenuhi kriteria SNI terbaru. Oleh karena itu, diperlukan peninjauan ulang terhadap dimensi profil, kapasitas sambungan, serta kondisi fisik elemen baja, terutama pada komponen stringer, rangka atas, rangka bawah, dan ikatan angin.
6. Rekomendasi teknis yang dapat diberikan adalah melakukan perubahan dimensi profil atau perkuatan pada komponen yang belum memenuhi kriteria, serta melakukan pemeriksaan berkala terhadap kondisi struktur, termasuk potensi korosi, deformasi, sambungan, dan kestabilan lateral jembatan.

#### 5. Referensi

- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2017). *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications* (8th ed.). AASHTO.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 1725:2016 Pembebanan untuk jembatan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). *Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Fitriyah, D. K., Irawan, D., Suswanto, B., & Habieb, A. B. (2023). Structural damage identification

- methods in truss bridge structures using vibration analysis: A review. *E3S Web of Conferences*, 434, 02020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343402020>
- Gunawan, M. A. S., & Nuranita, B. (2023). Studi pemodelan dan analisis jembatan menggunakan struktur atas komposit I girder dan rangka baja Warren. *Prosiding FTSP Series*, 168–173.
- Nguyen, D. C., Tran, M. Q., Nguyen, D. D., & Kim, J. T. (2022). Finite element model updating of RC bridge structure with static load test and vibration measurements. *Sensors*, 22(22), 8884. <https://doi.org/10.3390/s22228884>
- Saputra, A. A., Priyosulistyo, H., & Muslikh, M. (2020). Analisis nilai kapasitas struktur atas jembatan dengan menggunakan metode rating factor. *INERSIA: Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur*, 16(1), 1–12. <https://doi.org/10.21831/inersia.v16i1.31311>
- Tran, M. Q., Matos, J., Baron, E., Nguyen, B. D., Sousa, H. S., Dang, S. N., Ngo, T. V., Nguyen, Q., & Nguyen, H. X. (2023). Structural assessment based on vibration measurement test combined with an artificial neural network for the steel truss bridge. *Applied Sciences*, 13(13), 7484. <https://doi.org/10.3390/app13137484>
- Wibowo, A., Suhendro, B., & Siswosukarto, S. (2022). Increasing inventory rating factor of steel truss bridge through orthotropic steel deck panel application. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 8(3), 277–288.