

Analisis Pemeriksaan Kapasitas Bangunan Atas Jembatan kereta Api Welded through Truss 51,6 m

ALIKA WIDHIANA MIDO¹, BADRIANA NURANITA².

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: alikawdhna@gmail.com

ABSTRAK

Jembatan sangat penting sebagai bagian dari jalan, agar lalu lintas berjalan dengan lancar sangat penting membangun jembatan yang kokoh, kuat dan tahan lama, yang dapat menahan beban lalu lintas. Menurut Struyk; Van Der Ven; Soermargono. (1995) terdapat beberapa jenis jembatan, salah satunya adalah jembatan baja, jembatan jenis baja banyak dipilih karena material ini memiliki sifat yang masuk untuk kriteria jembatan yaitu baja memiliki kekuatan tekan dan tarik yang tinggi, karena itu jembatan baja ini biasanya banyak digunakan untuk struktur jembatan kereta api, jenis yang biasa digunakan adalah tipe jembatan rangka baja Welded Through Truss, jembatan yang dibangun perlu memenuhi persyaratan dalam segi keamanan dan kenyamanan. Pada penelitian kali ini dilakukan pengecekan pada jembatan kereta api rangka baja dengan bentang 51,6 m menggunakan peraturan terbaru yaitu Lampiran Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 dan SNI-1725-2016 tentang pembebanan jembatan. Setelah dilakukan evaluasi, terdapat 23 batang yang mengalami kegagalan, dan memiliki nilai lendutan yang melebihi lendutan izin yaitu sebesar 7,4 cm.

Kata kunci: Jembatan Kereta Api, Welded Through Truss, Lendutan, Rasio Tegangan

ABSTRACT

Bridges are very important as part of the road, so that traffic runs smoothly it is very important to build a sturdy, strong and durable bridge, which can withstand traffic loads. According to Struyk; Van Der Ven; Soermargono. (1995) there are several types of bridges, one of which is a steel bridge, steel type bridges are widely chosen because this material has properties that are included for bridge criteria, namely steel has high compressive and tensile strength, therefore steel bridges are usually widely used for railroad bridge structures, one type of type used is the Welded Through Truss steel frame bridge type, the bridge built needs to meet the requirements in terms of safety and comfort. In this research, a check was carried out on a steel frame railway bridge with a span of 51.6 m using the latest regulations, Lampiran Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 and SNI-1725-2016 tentang pembebanan jembatan. After the evaluation, there were 23 bars that failed, and had a deflection value that exceeded the allowable deflection of 7,4 cm.

Keyword : Railway Bridge, Welded Through Truss, Deflection, Stress Ratio

1. PENDAHULUAN

Peran jembatan tentu sangat penting bagi berjalannya lalu lintas, jembatan memiliki syarat mutlak yaitu paling sedikit sama kuatnya seperti jalannya sendiri untuk lalu lintas kendaraan yang diizinkan (Subarkah, 1979). Menurut Struyk; Van Der Ven; Soermargono.(1995) Jembatan dapat dibagi menjadi dua golongan, golongan I adalah jembatan tetap, golongan II adalah Jembatan-jembatan yang dapat digerakan. Salah satu jenis jembatan pada golongan I, adalah jembatan jenis baja banyak dipilih karena material ini memiliki sifat yang masuk untuk kriteria jembatan yaitu baja memiliki kekuatan tekan dan tarik yang tinggi. Rangka baja banyak dipilih untuk jembatan kereta api, karena menurut Iman Subarkah (1979) gaya yang ditimbulkan oleh kereta api lebih besar dibandingkan lalu lintas jalan raya, pada jembatan kereta api sentuhan-sentuhan roda kendaraan dilimpahkan secara langsung kepada rasuk-rasuk lantai jembatan, karena itu, sifat yang dimiliki baja sangat cocok digunakan untuk menjadi struktur jembatan kereta api, salah satu jenis rangka baja yang digunakan adalah jenis *Welded Through Truss*.

Tipe *Welded Through Truss* adalah salah satu tipe rangka baja jembatan kereta api yang sudah digunakan sejak tahun 1990-an, jembatan jenis WTT ini diharapkan efisien dan mampu menahan beban lalu lintas yang beroperasi, karena itu banyak jembatan yang sekarang beroperasi adalah peninggalan yang dirancang tidak untuk keadaan masa kini, dan material struktur yang termakan usia. (Struyk; Van Der Veen; Soemargo 1995). Karena banyak jembatan yang dibangun pada tahun 1990-an maka saat dilakukan evaluasi terdapat persyaratan-persyaratan yang tidak terpenuhi saat jembatan dilakukan pengecekan menggunakan peraturan standar jembatan terbaru yaitu Lampiran Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 dan SNI-1725-2016 tentang pembebanan jembatan. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Badriana Nuranita pada tahun 2023, terjadi kegagalan desain struktur eksisting Jembatan Kereta Api WTT 42 meter dengan modifikasi lebar jalan rel menjadi 1,435 mm terdapat batang yang tidak memenuhi syarat kekuatan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa), (Struyk; Van Der Ven; Soermargono, 1995).

2.2 Jembatan Rangka Baja Kereta Api

Menurut Iman Subarkah 1979, struktur jembatan kereta api rangka baja dibuat redaman yang besar seperti jembatan yang dibuat untuk jalan raya, karena sentuhan roda kereta langsung dilimpahkan secara langsung kepada rusuk lantai jembatan, karena itu jembatan kereta api perlu dirancang untuk memikul gaya-gaya yang lebih berat, karena tekanan gandar dan kecepatan kereta api lebih besar.

2.3 Persyaratan Kereta Api

jembatan yang dibangun harus dapat melayani lalu lintas dengan aman yang mampu memikul beban rencana sesuai umur rencana yang telah direncanakan, perlunya pemeriksaan komponen jembatan untuk pemeriksaan kestabilan keseluruhan, umur fatik dan kestabilan aerodinamis, persyaratan tersebut mengacu pada AASTHO LRFD *Bridge Design Specification 4th edition 2007*

dan juga sesuai dengan Lampiran Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 dan SNI-1725-2016 tentang pembebanan jembatan.

Dengan beban yang digunakan adalah, beban mati sendiri an tambahan, beban hidup, beban kejut, beban horizontal, beban angin pada struktur dan juga kendaraan, dan juga kombinasi pembebanan menggunakan kombinasi Kuat I, Kuat II, Kuat III, Kuat IV, Kuat V, dan juga Layan I, Layan II, Layan III, Layan IV.

2.4 Mutu Material

Mutu material yang digunakan adalah standar *Japanese Industrial Standards*. Menggunakan baja mutu SM400.

2.5 Pengecekan Kapasitas Penampang

Metode yang digunakan adalah metode LRFD (*Load and Resistance Factor Design*), yang didasarkan pada perencanaan beban dan kekuatan terfaktor yang harus memenuhi kriteria keamanan untuk semua pembebanan dan gaya dalam, yaitu momen lentur, geser, aksial, dan torsi, harus didasarkan pada kekuatan nominal yang dikalikan dengan faktor reduksi kekuatan. Untuk pengecekan kapasitas penampang mengacu pada AASTHO LRFD 2012 dan RSNI T-03-2005 tentang Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan.

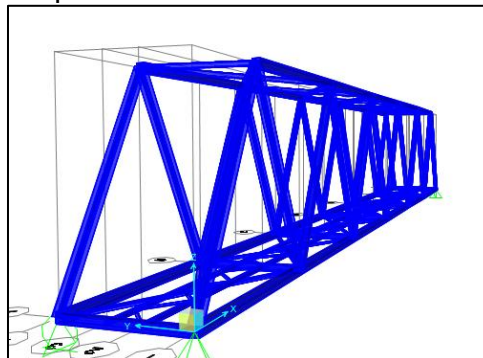
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan pencarian literatur untuk dijadikan referensi yang bersumber pada buku dan jurnal-jurnal penelitian terdahulu, dan juga pencarian data jembatan rangka baja tipe *Welded Through Truss* yang digunakan sebagai topik penelitian ini, setelah adanya data, dilakukan pemodelan jembatan menggunakan *software* Analisis Struktur Jembatan berdasarkan pada gambar rencana dengan bentang jembatan sepanjang 51,6m, lebar 4,9 meter dengan *Single Track* yang memiliki lebar rel 1067mm. Menggunakan material mutu baja SM400 dan dimensi profil yang berbagai macam sesuai dengan elemen strukturnya. Dengan adanya pemodelan jembatan dengan *software* dapat dilakukan *Run analys* untuk pengecekan nilai tegangan rasio, gaya normal, momen, gaya geser, untuk melihat kegagalan yang terjadi pada batang, dan juga besar lendutan yang terjadi pada struktur.

3.1 Profil Jembatan

Profil baja yang digunakan adalah profil cube, IWF, T, dan L.

Data geometri struktur jembatan kereta api rangka baja *Welded Through Truss* sesuai dengan gambar standar yang ditunjukkan pada **Gambar 1** berikut :



Gambar 1. Geometri Jembatan

4. PEMODELAN DAN PEMBAHASAN

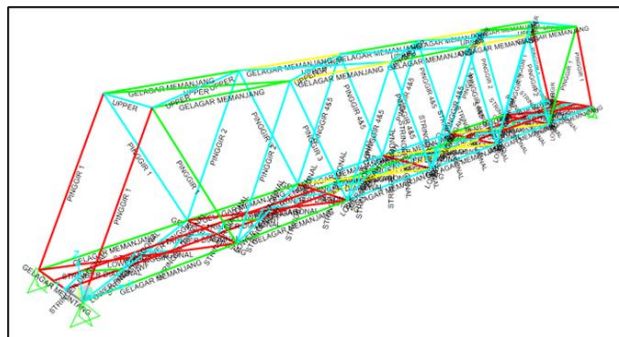
4.1 Pembebanan Jembatan

Pembebanan dan kombinasi pembebanan yang diberikan berdasarkan pada SNI 1725:2016, pemberian pembebanan diberikan sesuai kondisi pemodelan yang kita buat, seluruh beban yang dimasukan merupakan perkiraan beban yang akan dialami struktur. Beban yang didefinisikan adalah sebagai berikut :

MS	= Beban mati komponen struktural dan non struktural jembatan.
MA	= Beban mati tambahan (struktur rel KA dan utilitas).
PR	= Prategang.
RL	= Beban rel panjang longitudinal.
SH	= Gaya akibat susut/rangkak.
TB	= Gaya akibat rem.
TL	= Gaya lateral.
TD	= Gaya kejut/dinamik.
TK	= Beban hidup KA.
EWs	= Beban angin pada struktur.
EWL	= Beban angin pada kereta.

4.2 Pemodelan Struktur Jembatan Eksisting

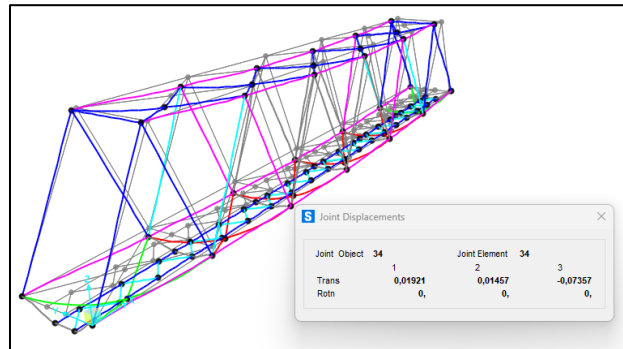
Pemodelan jembatan dilakukan menggunakan *software* Analisis struktur jembatan, pemodelan ini dilakukan untuk memperoleh nilai lendutan, nilai rasio tegangan, dan kapasitas jembatan, diperoleh hasil seperti pada **Gambar 2** berikut :



Gambar 2. Rasio Tegangan Jembatan

Terlihat pada **Gambar 2**, bahwa setelah dilakukan pembebanan berdasarkan peraturan terbaru diperoleh 23 batang yang memiliki nilai tegangan rasio lebih dari satu yang ditandai dengan batang yang berwarna merah.

Terjadi lendutan pada struktur seperti pada **Gambar 3** berikut:



Gambar 3. Lendutan Terbesar

nilai defleksi ini tidak boleh melebihi persyaratan koefisien terhadap bentang jembatan sesuai Lampiran PM 60 Tahun 2012 tentang persyaratan Teknis Jalur Kereta Api untuk tipe jembatan rangka baja, koefisien lendutan maksimum yang disyaratkan oleh peraturan adalah $L/1.000$. Nilainya dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Panjang bentang jembatan} &= 51,6 \text{ m} \\ \text{Lendutan ijin} &= L/1000 \\ &= 51,6/1000 \\ &= 0,0516 \text{ m atau } 5,16 \text{ cm.}\end{aligned}$$

Pada analisis menggunakan *software* diperoleh, bahwa jembatan mengalami lendutan 7,4 cm, dimana hal tersebut melebihi dari lendutan yang diijinkan, maka jembatan perlu dilakukan pemulihan kapasitas agar jembatan Kembali optimal dalam segi keamanan dan kenyamanan.

Beberapa pemulihan kapasitas yang dapat dilakukan pada jembatan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Perkuatan dengan memperbesar penampang dan penggantian elemen yang lemah
2. Penambahan *Strip Carbon Fibre Reinforced Polymer/Steel Plate Boarding*
3. Perkuatan sambungan
4. Pemasangan elemen tambahan seperti rangka batang tambahan
5. Prategang eksternal
6. Penggantian sistem penyokong
7. Penggantian pelat lantai dengan struktur yang lebih ringan
8. Perkuatan dengan memperbesar penampang
9. Penggantian elemen lemah

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis struktur pada penelitian jembatan kereta api rangka baja tipe *welded through truss* dengan bentang 51,6 m yang berdasarkan pada PM 60 Tahun 2012 dan juga SNI 1725:2016, dapat disimpulkan bahwa :

1. Saat dilakukan pengecekan terhadap jembatan eksisting menggunakan peraturan terbaru yaitu PM 60 Tahun 2012, terjadi ledutan yang melebihi batas lendutan ijin yaitu 7,4 cm dimana, nilai lendutan yang diijinkan adalah 5,16 cm.
2. Terjadi kegagalan pada 23 batang yang diakibatkan oleh kombinasi pembebanan Kuat I
3. Perlu dilakukan usaha pemulihan kapasitas agar jembatan Kembali optimal dalam segi keamanan dan kenyamanan, salah satu usaha pemulihan kapasitas jembatan yang dapat dilakukan adalah *External Prestress*.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *Pembebanan Untuk Jembatan* 1725:2016 Badan Standar Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan* T-03-2005. Rancangan Badan Standar Nasional. Jakarta.
- Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. 2015. *Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan* 07/SE/M/2015.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2012. *Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa* PM.60 Tahun 2012. Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Nuranita, B. (2023). Evaluasi Struktur Atas Jembatan Kereta Api WTT dengan Modifikasi Lebar Jalan Rel *Standard Gauge*. Jurnal Teknik Sipil Vol. 09, No. 01, Hal. 46-55.
- Roehman, F. (2009). Analisa Perencanaan Jembatan Kali Wulan Desa Bungo Kecamatan Wedung Kabupaten Demak Untuk Bangunan Atas. *Universitas Sultan Fatah*, 31-41.
- Struyk, Veen, V. D., & Soemargono. (1995). *Jembatan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Subarkah, I. (1979). *Jembatan Baja*. Bandung: Idea Dharma Bandung.