

Evaluasi Kapasitas Struktur Atas Jembatan Eksisting Callender Hamilton Tajum II Margasana Berdasarkan Standar Pembebanan SNI 1725:2016

KARNO ROMADON¹, BADRIANA NURANITA².

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

ABSTRAK

Jembatan Callender Hamilton Tajum II Margasana, yang merupakan contoh jembatan tipe CH, dibangun pada tahun 1970-an dengan menggunakan baja untuk struktur utama dan beton untuk pelat lantai. Jembatan ini dirancang dengan dimensi rangka yang relatif kecil dan diharapkan dapat memikul 100% Beban Standar Bina Marga 1970. Meskipun masih banyak digunakan, peningkatan beban lalu lintas tahunan menimbulkan kekhawatiran terkait kekuatan dan keselamatan. Penelitian ini menganalisis kondisi eksisting Jembatan Tajum II Margasana sebagai studi kasus jembatan tipe CH dengan menggunakan pedoman SNI 1725:2016. Hasil analisis menunjukkan bahwa banyak frame memiliki rasio tegangan lebih dari 1, dan lendutan mencapai 18,06 cm, jauh melebihi nilai izin sebesar 6,29 cm. Temuan ini menegaskan perlunya perbaikan segera untuk memastikan keselamatan dan kelancaran lalu lintas.

Kata kunci: *Jembatan Callender Hamilton, Lendutan, Rasio Tegangan.*

ABSTRACT

The Callender Hamilton Tajum II Margasana Bridge, an example of the CH bridge type, was built in the 1970s using steel for the main structure and concrete for the deck slab. Designed with relatively small frame dimensions, it was intended to support 100% of the Standard Load of the 1970 Indonesian Road Specifications. Despite its continued use, the increasing annual traffic load raises concerns about its strength and safety. This study assesses the existing condition of the Tajum II Margasana Bridge as a case study of the CH bridge type, using the SNI 1725:2016 guidelines. The analysis reveals that many frames have a stress ratio exceeding 1, and deflection measures 18.06 cm, significantly above the allowable limit of 6.29 cm. These findings underscore the urgent need for repairs to ensure safety and smooth traffic flow.

Keyword : *Callender Hamilton Bridge, Deflection, Stress Ratio*

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara berkembang, Indonesia memiliki mobilitas manusia dan barang yang tinggi, sehingga jembatan sebagai prasarana transportasi harus mampu memenuhi kebutuhan tersebut untuk memastikan kelancaran lalu lintas. Dalam 20 tahun terakhir, telah terjadi beberapa keruntuhan jembatan di Indonesia yang menelan korban jiwa, termasuk Jembatan Cipunegara (2004), Jembatan Sungai Kapuas (2009), Jembatan Kartanegara (2012), Way Lempuyang di Lampung (2014), dan Jembatan Cincin Lama, Tuban (2018). Keruntuhan tersebut umumnya terjadi secara tiba-tiba pada jembatan rangka baja, seperti yang terjadi pada Jembatan Kartanegara yang disebabkan oleh kegagalan pada tower strap dan pondasi blok angkur. Penelitian di Amerika dan Inggris menunjukkan bahwa sebagian besar keruntuhan jembatan disebabkan oleh kesalahan desain (22%), pengetahuan yang terbatas (22%), bahaya alam (21%), kecelakaan (14%), kesalahan manusia lainnya (13%), dan kelebihan beban (5%). Jembatan rangka baja, yang sering mengalami kegagalan akibat tekuk (16%) dan kelelahan (13%), adalah yang paling rentan terhadap keruntuhan.

Jembatan Callender Hamilton (CH) adalah jenis jembatan yang menggunakan konstruksi baja sebagai struktur utama dan beton untuk pelat lantai. Jembatan ini telah digunakan di Indonesia sejak tahun 1975 dan telah mencapai usia 46 tahun. Meskipun jembatan ini dirancang untuk ekonomis dengan dimensi rangka batang yang relatif kecil, beban lalu lintas yang terus meningkat setiap tahunnya menjadi perhatian. Oleh karena itu, diperlukan sistem manajemen jembatan yang dapat merencanakan prioritas penanganan berdasarkan kondisi jembatan dan komponen-komponennya. Salah satu jembatan yang menarik perhatian adalah Jembatan Tajum II Margasana yang terletak di jalur padat lalu lintas kendaraan bermuatan besar, dengan bentang sepanjang 50,29 meter. Penelitian dan analisis terhadap keruntuhan jembatan di Indonesia, termasuk Jembatan Tajum II Margasana, sangat penting untuk mencegah tragedi di masa depan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Jembatan

Berdasarkan Undang-undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004, jalan dan jembatan adalah bagian penting dari sistem transportasi nasional yang mendukung pembangunan ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan. Jembatan berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terpisah oleh rintangan seperti lembah, sungai, atau jalan lainnya.

2.2 Jenis-Jenis Jembatan

Jembatan secara umum diklasifikasikan berdasarkan fungsi, lokasi, dan material konstruksinya. Berdasarkan fungsi, terdapat jembatan jalan raya, jembatan saluran air, dan jembatan kereta api. Berdasarkan lokasi, jembatan dapat dibangun di atas sungai atau danau, lembah, jalan yang ada, saluran irigasi/drainase, maupun dermaga. Sedangkan berdasarkan material, jembatan dibuat dari baja, komposit, kayu, atau beton.

2.3 Jembatan Rangka Baja Callender Hamilton

Jembatan Callender Hamilton (CH) adalah jembatan rangka baja yang diproduksi oleh Balfour Beatty Ltd, Inggris, berdasarkan paten dari Mr. Callender dan Mr. Hamilton. Jembatan ini digunakan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga dengan dua tipe utama: through type (struktur rangka di samping pelat lantai) dan deck type (struktur rangka di bawah pelat lantai), dengan tipe through lebih umum digunakan di Indonesia. Saat ini, terdapat 157 jembatan CH yang tersebar di Pulau Sumatera, Jawa, dan Sulawesi.

2.4 Jenis-Jenis Jembatan Callender Hamilton

Jembatan Callender Hamilton (CH) adalah jembatan rangka baja yang diproduksi oleh Balfour Beatty di Inggris, dengan dua tipe utama: through type dan deck type. Pada tipe through, rangka baja berada di atas lantai jembatan, yang dikenal sebagai lantai bawah, sedangkan pada tipe deck, rangka baja dipasang di bawah lantai jembatan, yang dikenal sebagai lantai atas. Jembatan CH tipe through lebih banyak digunakan di Indonesia.

2.5 Data Material Jembatan Callender Hamilton

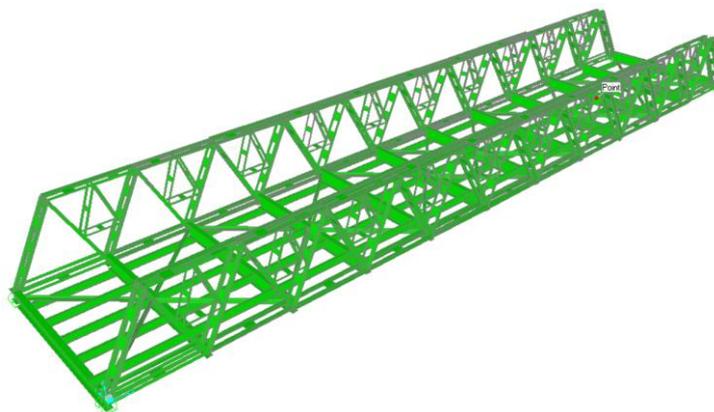
Data material dan geometri Jembatan Callender Hamilton (CH) merupakan acuan penting untuk melakukan analisis struktur. Material baja yang digunakan mengikuti British Standard (BS 4360), dengan mutu yang berbeda-beda untuk komponen utama dan sekunder, seperti baja Grade 55 C untuk baja siku utama dan Grade 50 B untuk baja siku sekunder. Selain itu, geometri jembatan ini bervariasi, dengan bentang yang berbeda-beda dan lebar melintang yang disesuaikan dengan kelas jembatan (A, B, dan C).

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 callender hamilton. Dalam konteks analisis struktur atas jembatan, data dikumpulkan melalui studi literatur dan survei lapangan. Studi literatur mencakup pencarian data dari sumber terpercaya yang relevan dengan landasan teori, sedangkan data primer diperoleh dari survei langsung ke lapangan untuk pengecekan dan penyesuaian dimensi profil jembatan dengan gambar standar. Data sekunder mencakup spesifikasi jembatan yang diperoleh dari referensi seperti gambar standar Jembatan Callender Hamilton dan dokumen standar pekerjaan jalan dan jembatan. Pengumpulan data terdiri dari dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengecekan langsung di lapangan, khususnya pada Jembatan Callender Hamilton Tajum II Margasana, untuk memastikan kesesuaian dimensi profil dengan gambar standar yang ada. Sementara itu, data sekunder mencakup berbagai referensi, seperti Callender Hamilton Bridge Erection Manual dan dokumen dari Departemen Pekerjaan Umum, yang digunakan untuk memahami spesifikasi dan standar yang relevan dengan penelitian ini.

3.1 Profil Jembatan

Data geometri struktur jembatan Callender Hamilton Tajum II Margasana sesuai dengan hasil survey lapangan yang ditunjukkan pada **Gambar 1** berikut :



Gambar 1. Geometri Jembatan

4. PEMODELAN DAN PEMBAHASAN

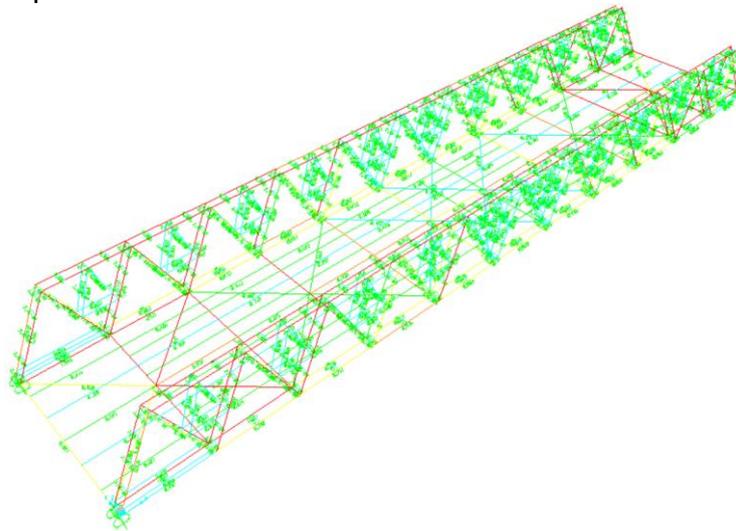
4.1 Pembebanan Jembatan

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 Struktur
MA	=	Beban Mati Tambahan
TT	=	Beban Truk
BGT	=	Beban Garis Terpusat
BTR	=	Beban Terbagi Rata
TB	=	Gaya Rem
TP	=	Beban Pejalan Kaki
EWS	=	Beban Angin Pada Struktur
EWI	=	Beban Angin Pada Kendaraan

4.2 Pemodelan Struktur Jembatan Eksisting

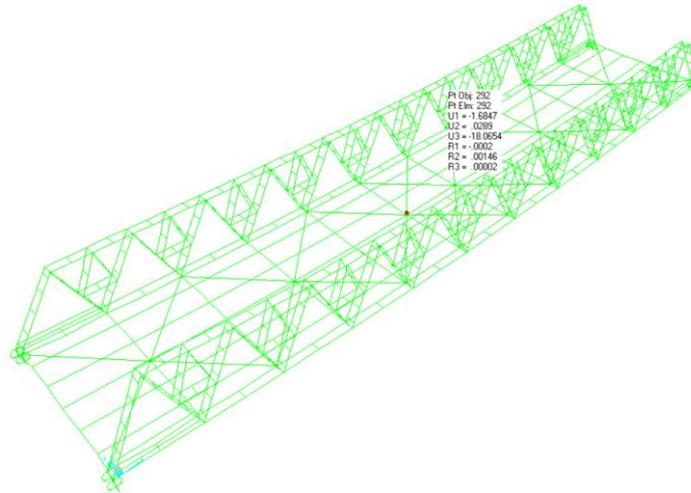
Pemodelan jembatan dilakukan menggunakan software Analisis struktur jembatan, pemodelan ini dilakukan untuk memperoleh nilai lendutan, nilai rasio tegangan, dan kapasitas jembatan, diperoleh hasil seperti pada **Gambar 2** berikut :



Gambar 2. Rasio Tegangan Jembatan

Terlihat pada **Gambar 2**, berdasarkan hasil pemeriksaan pada gambar diatas, dapat dilihat terdapat cukup banyak elemen struktur jembatan yang berwarna merah atau nilai rasio tegangan lebih dari 1 yang artinya elemen jembatan tersebut tidak aman. Hal ini terjadi dikarenakan elemen batang tidak mampu menahan beban akibat kombinasi pembebanan Kuat I sesuai persyaratan SNI 1725-2016. Nilai rasio tegangan pada jembatan eksisting yang melebihi nilai 1 yaitu sebanyak 91 frame dengan nilai berkisar 1,00 - 8,70.

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



Gambar 3. Lendutan Terbesar

Pengecekan nilai defleksi dimaksudkan untuk mengetahui besaran penyimpangan yang dihasilkan oleh struktur akibat beban yang bekerja, dimana nilai defleksi yang terjadi tidak boleh melebihi persyaratan koefisien terhadap bentang jembatan. Menurut AASTHO LRFD 2020 Bridge Design Specifications lendutan ijin jembatan adalah kurang dari $L/800$ dengan L adalah panjang bentang jembatan. Perhitungan lendutan ijin sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Panjang bentang jembatan} &= 50,29 \text{ m} \\ \text{Lendutan ijin} &= L/800 \\ &= 50,29/800 \\ &= 0,0629 \text{ m atau } 6,29 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jika dibandingkan dengan nilai defleksi maksimum yang diijinkan sesuai AASTHO LRFD 2020 Bridge Design Specifications yaitu sebesar 6,29 cm, dapat ditarik kesimpulan bahwa jembatan eksisting Callender Hamilton Tajum Margasana ini harus dilakukan perbaikan dikarenakan nilai lendutan jauh melebihi ijin yaitu 18,06 cm.

Beberapa pemulihan kapasitas jembatan (*retrofit*) yang dapat dilakukan pada jembatan diantaranya adalah sebagaiberikut :

1. Perkuatan dengan Memperbesar Penampang
2. Perkuatan dengan Penambahan Konfigurasi Penampang
3. Perkuatan dengan Prategang External

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan pada struktur atas Jembatan Callender Hamilton Tajum Margasana, dengan bentang 50,29 meter menggunakan peraturan pembebanan SNI 1725:2016, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rasio tegangan pada kondisi eksisting cukup banyak frame yang tidak memenuhi atau memiliki nilai melebihi dari 1 yaitu sebanyak 91 frame dengan nilai berkisar antara 1,00 - 8,70.
2. Lendutan pada kondisi eksisting bernilai 18,06 cm lebih besar daripada nilai lendutan yang diijinkan yaitu sebesar 6,29 cm, maka dapat dikatakan bahwa jembatan kondisi eksisting tidak memenuhi dari aspek lendutan atau tidak aman.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (2012). AASHTO LRFD Bridge Design Specifications. 6th edition. Washington D.C.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2016). Pembebanan untuk Jembatan. SNI 1725-2016. Jakarta: Dewan Standarisasi Indonesia.
- Balfour Beatty Power Construction Ltd., Indonesia Callender Bridge Erection Manual No. 1, England, 1977.
- British Standards Institution. (1990). British Standard Specification for Weldable Structural Steels. BS 4360:1990. London.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2005). Gambar Standar Pekerjaan Jalan dan Jembatan Volume Dua, No: 04/BM/2005. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2008). Penanganan dan Pemeliharaan Jembatan Callender Hamilton (CH). No 013/BM/2008. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Erlangga, D. A. (2022). "Kajian Retrofit Jembatan Rangka Baja Tipe Warren dengan Metode Eksternal Pre-stressing (Studi Kasus Jembatan Kalilanang, Kota Batu)". Rekaracana: Jurnal Teknik Sipil.
- Haq, S. M. I. (2023). "Analisis Variasi Konfigurasi Jembatan Rangka Baja Penyebrangan Orang Akibat Beban Statik dan Dinamik Pejalan Kaki". Rekaracana: Jurnal Teknik Sipil.
- Hardono, S. et al. (2022). "Belajar Dari Jembatan Callender Hamilton (Lesson Learn From The Callender Hamilton Bridge)". Prosiding Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-15, 23.
- Imam, B. M. and Chryssanthopoulos, M. K. (2012). "Causes and Consequences of Metallic Bridge Failures". Structural Engineering International: Journal of the International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE), 22(1), pp. 93-98.
- Mangkoesebroto, S. P. (2012). Keruntuhan Jembatan Gantung Kartanegara Tragedi dalam Proses Rancang Bangun Infrastruktur. Jurnal Teknik Sipil, 19 (3), 207-222.
- Manual Konstruksi dan Bangunan No.004/BM/2009. (2009). "Pemeriksaan Jembatan Rangka Baja". Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Nuranita, Badriana. (2023). "Evaluasi Struktur Atas Jembatan Kereta Api WTT dengan Modifikasi Lebar Rel Standard Gauge". Rekaracana: Jurnal Teknik Sipil, Vol 9. No 1, 46-55.
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan. (2004). Perkuatan Jembatan Rangka Baja Australia dengan Metode Prategang Eksternal. Pd T-03-2004-B. Jakarta: Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah.
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan. (2004). Perkuatan Struktur Atas Jembatan Pelat Berongga dengan Metode Prategang Eksternal. Pd T-02-2004-B. Jakarta: Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah.
- Riyandie, M. N. (2022). "Analisis Kinerja Jembatan Rangka Baja dengan Modifikasi Tipe Warren Menjadi Warren With Vertical dan Through Baltimore Truss". Rekaracana: Jurnal Teknik Sipil.
- Sarungallo, A. M., (2020). "Evaluasi Keruntuhan Jembatan Cincin Lama Tuban Jawa Timur". Laporan Tesis Program Studi Magister Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung, Oktober 2020.
- Undang-Undang Republik Indonesia No.38. (2004). "UU No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan".
- Witarnawan, W. (2000). "Penentuan Perkuatan Jembatan Callender Hamilton", p. 45" Pustran, Bina Teknik Jalan dan Jembatan.