



Evaluasi nilai sisa kapasitas jembatan *voided slab* Way Bako I

Devie Arisandy Sumantri^a, Masdar Helmi^{b,*}, Mohd Isneini^c

^a Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^b Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^c Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

HIGHLIGHTS

- Lentutan yang cukup besar saat kendaraan melintas terjadi pada jembatan Way Bako I.
- Kerusakan yang terjadi pada jembatan berupa kerusakan struktural dan non-struktural.
- Hasil perhitungan menunjukkan nilai sisa kapasitas jembatan.

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima 22 Desember 2020

Diterima setelah diperbaiki 7 Januari 2021

Diterima untuk diterbitkan 10 Januari 2021

Tersedia secara *online* 1 April 2021

Kata kunci:

Kapasitas jembatan,
voided slab,
rating factor,

ABSTRAK

Jembatan dapat mengalami kegagalan struktur karena berbagai macam faktor eksternal. Keadaan Jembatan Way Bako I yang mengalami lentutan cukup besar saat kendaraan melintas dan permukaan aspal yang selalu rusak mengindikasikan adanya potensi kegagalan struktur jembatan. Mengingat kegagalan struktur ini berbahaya bagi penggunaannya, maka diperlukan langkah evaluasi sehingga dapat diketahui nilai sisa kapasitas jembatan dan dihindari kegagalan strukturnya. Evaluasi pada Jembatan ini menggunakan metode *rating factor* (RF) mengacu kepada Pedoman Penentuan Nilai Sisa Kapasitas jembatan dari Dirjen Bina Marga dengan melakukan analisis terhadap kondisi harian (*inventory*) dan kondisi khusus (*operating*). Berdasarkan pengamatan lapangan dan perhitungan data penelitian, Jembatan Way Bako I mengalami kerusakan non struktur maupun struktur. Berdasarkan analisis RF menurut SNI 1725-2016 dan PPJRR No. 12/1970 didapat hasil bahwa kapasitas momen pada *inventory rating factor* dan *operating rating factor* tidak aman karena memiliki nilai RF < 1. Sedangkan kapasitas geser pada *inventory rating factor* dan *operating rating factor* aman karena memiliki nilai RF > 1. Dengan demikian maka Jembatan Way Bako I memerlukan perbaikan struktur.

Diterbitkan oleh Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung

1. Pendahuluan

Jembatan adalah suatu struktur yang memungkinkan rute transportasi melintasi sungai, danau, kali, jalan raya, jalan kereta api [1]. Jembatan dan jalan sangat berperan penting karena merupakan tulang punggung sistem transportasi. Jika suatu jembatan runtuh atau tidak berfungsi dengan baik (mengalami kegagalan fungsi), maka akan mengganggu fungsi sistem transportasi. Kinerja jembatan dapat mengalami penurunan yang tak terduga oleh perencana, sehingga membuat jembatan dapat mengalami kegagalan fungsi secara tiba-tiba. Dalam rangka menghindari terjadinya kegagalan fungsi jembatan yang diakibatkan oleh kegagalan layan dan penurunan kekuatan secara tiba-tiba maka perlu dilakukan evaluasi jembatan.

* Penulis koresponden.

Alamat E-mail: masdar.helmi@eng.unila.ac.id (M. Helmi).

Peer review dibawah tanggung-jawab Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

<https://doi.org/10.23960/rekrjits.v25i1.5>

Jembatan Way Bako I merupakan jembatan tipe *voided slab* yang berada di Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung, tepatnya jembatan ini berada di Ruas Jalan Nasional (016) Sp. Tanjung Karang – Simpang Tiga Teluk Ambon (Jalan Soekarno Hatta, Bandar Lampung) KM 9,76. Jembatan ini memperlihatkan indikasi awal berupa lentutan yang cukup besar saat kendaraan melintas serta tidak meratanya permukaan aspal diatas lantai jembatan meskipun sudah dilakukan *overlay*, sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap struktur bangunan Jembatan Way Bako I untuk menentukan nilai sisa kapasitas jembatan terhadap beban yang melintas.

Penelitian terkait evaluasi jembatan sudah banyak dilakukan di Indonesia. Arifai [2] melakukan analisa sisa kapasitas balok prategang tipe-I Jembatan Pules pada kondisi *inventory* dan *operating*. Penentuan pembebanan mengacu pada Standar Pembebanan untuk Jembatan (RSNI T-02-2005), sedangkan analisis tampang jembatan menggunakan Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan (RSNI T-12-2004). Indianto dkk [3] menganalisa kinerja struktur jembatan tipe *voided slab* bentang 16 meter

dengan meninjau beban sesuai SNI 1725:2016 dan beban aktual. Rahmadi dkk (2014) memprediksi nilai *rating factor* jembatan komposit baja-beton menggunakan *Artificial Neural Network*, namun metode ini memerlukan tahapan yang panjang dan lama [4]. Shintike dkk [5] menganalisis sisa kapasitas bangunan atas Jembatan Bahanapu menggunakan metode *rating factor* berdasarkan hasil uji beban statik.

Pada penelitian ini, perhitungan nilai sisa kapasitas jembatan juga menggunakan *rating factor* yang mengacu pada draft Pedoman Penentuan Nilai Kapasitas Jembatan dari Dirjen Bina Marga 024/BM/2011 [6] dengan membandingkan pembebanan berdasarkan PPJIR No.12/1970 (saat dibangun) dan pedoman SNI 1725:2016 [7] yang berlaku saat ini.

2. Metode Penelitian

2.1 Pembebanan pada jembatan voided slab

Jembatan Way Bako I di bangun pada Tahun 1980 menggunakan Pembebanan PPJIR No.12/1970 sedangkan pembebanan jembatan saat ini menggunakan standar pembebanan jembatan yang terbaru yaitu SNI 1725-2016 mengenai perencanaan pembebanan jembatan. Perbedaan antara pembebanan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1
Perbedaan pembebanan SNI 1725-2016 dan PPJIR no 12/1970

Parameter	SNI 1725-2016	PPJIR no 12/1970
Berat jenis air (Ww)	9,8 kN/m ³	1,0 kN/m ³
q (intensitas beban terbagi rata)	1. L < 30 m q = 9,0 kPa 2. L > 30 m q = 9,0 x (0,5+ 15/L) kPa	1. L < 30 m q = 2.2 t/m 2. 30 m < L < 60 m q = 2.2t/m - 1.1/60 x (L-30)t/m 3. L > 60 m q = 1.1(1+30/L) t/m
P (garis)	49 kN/m	12 t
Beban truk	500 kN	45t
Jarak gandar	5m dan (4-9)m	4m dan 5m
Daerah gempa	Terbagi menjadi 3 wilayah	Terbagi menjadi wilayah yang lebih spesifik
Gaya rem	1,8 m	1,2 m
Perbedaan temperatur beton	10 ^o c	12,5 ^o c

2.2 Penentuan nilai kapasitas sisa jembatan

Penentuan nilai sisa kapasitas jembatan dilihat dari 2 faktor sebagai berikut.

Terdapat 2 macam *rating factor* (RF), yaitu :

1. Inventory rating factor

a. *Inventory rating factor* pada kapasitas momen

$$RF = \frac{\phi \cdot Mn - \sum(Y_D \cdot MDL)}{Y_L \cdot MTD (1+I)} \quad (1)$$

b. *Inventory rating factor* pada kapasitas geser

$$RF = \frac{\phi \cdot Vn - \sum(Y_D \cdot VDL)}{Y_L \cdot VTD (1+I)} \quad (2)$$

2. Operating rating factor

a. Inventory Rating Factor pada kapasitas momen

$$RF = \frac{\phi \cdot Mn - \sum(Y_D \cdot MDL)}{Y_L \cdot MTT (1+I)} \quad (3)$$

b. Inventory Rating Factor pada kapasitas geser

$$RF = \frac{\phi \cdot Vn - \sum(Y_D \cdot VDL)}{Y_L \cdot VTT (1+I)} \quad (4)$$

dimana faktor kejut/ impak (I) 50 / (125 + L), pada *inventory rating factor* digunakan nilai YD (faktor beban mati) 1,3, YL (faktor beban hidup) 2,17, sedangkan pada *operating rating factor* digunakan nilai YD (faktor beban mati) 1,3 dan YL (faktor beban hidup) 1,3.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi jembatan berdasarkan pengamatan visual

Berdasarkan hasil pengamatan visual jembatan Way Bako I sudah mengalami kerusakan struktur dan non struktur seperti yang terlihat pada Tabel 2. Beberapa rekomendasi untuk mengatasi kerusakan pada Jembatan Way Bako I dapat terlihat pada Tabel 2 tersebut.

Tabel 2
Rekomendasi struktural dan non-struktural berdasarkan pengamatan visual

Non Struktural		Struktural	
Eksisting	Rekomendasi	Eksisting	Rekomendasi
Terdapat rumah warga dibawah jembatan	Dilakukan pembongkaran rumah warga untuk sterilisasi area jembatan	Elastomer bearing pad dan expansion joint mengalami penyusutan	Dilakukan pergantian elastomer bearing pad dan expansion joint
Tiang railing sudah mengalami perlemahan pada daerah sambungan	Dilakukan perkuatan pada sambungan baseplate tiang railing	Terdapat spalling pada jembatan	Dilakukan patching beton pada girder
Aspal yang bergelomban g dengan ketebalan yang sudah mencapai 25 cm	Dilakukan pengerukan aspal dengan cold miling dan dilakukan overlay sesuai persyaratan beban mati berdasarkan SNI 1725 2016	Beberapa girder mengalami lendutan yang lebih besar dari pada girder yang lain	Dilakukan retrofitting dan strength-tening pada jembatan untuk mengembalikan perilaku struktur dalam memikul beban
Banyaknya tanaman liar pada bagian terluar trotoar	Dilakukan pembersihan /pengendalian tanaman rumput	Terdapat tulangan yang terlihat dari luar	Dilakukan penambahan tulangan dan dilakukan grouting

3.2 Kondisi lendutan dan kekuatan beton

Pengujian lendutan menggunakan *laser distance meter* pada bagian girder. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa lendutan pada girder nomor 1 sisi A adalah 18 mm dan pada sisi B adalah 17 mm. Lendutan ini jauh lebih besar

dibandingkan girder lain karena girder ini berada tepat di lintasan ban kendaraan yang lewat di atasnya.

Pengujian kuat tekan beton pada girder menggunakan *hammer test*. Berdasarkan data awal balok girder Jembatan Way Bako I memiliki kekuatan rencana 29,05 Mpa. Namun dari 5 titik pengujian diperoleh rata-rata kekuatan beton girder saat ini adalah 27,47 Mpa. Ini berarti ada sedikit penurunan kekuatan sekitar 5,43% yang kemungkinan disebabkan faktor umur jembatan.

3.3 Kapasitas nilai sisa jembatan voided slab

Sebelum perhitungan kapasitas nilai sisa jembatan, terlebih dahulu dilakukan perhitungan variable penentu nilai rating factor yang terdiri dari kapasitas momen dan gaya geser baik untuk beban mati maupun beban kendaraan. Variabel ini dihitung menggunakan pedoman beban pada SNI 1725-2016 dan PPJRR No. 12/1970 yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3

Data Hasil Perhitungan

Data perhitungan	SNI 1725-2016	PPJRR No. 12/1970
Kapasitas momen (ϕM_n)	2.453,2608 kNm	2.600,6341 kNm
Kapasitas geser (ϕV_n)	3556,9494 kN	3740,1012 kN
Momen ultimit akibat beban mati (MDL)	1024,3322 kNm	993,6026 kNm
Gaya geser ultimit akibat beban mati (VDL)	170,7220 kN	165,6004 kN
Momen ultimit beban lajur D (MTD)	1027,8120 kNm	864,4709 kNm
Momen ultimit akibat beban truk (MTT)	1697,500 kNm	1127,7638 kNm
Gaya geser ultimit akibat beban lajur D (VTD)	138,0310 kN	117,7146 kN
Gaya geser ultimit akibat beban truk(VTT)	288,7500 kN	192,0466 kN

Selanjutnya variabel tersebut digunakan untuk menghitung nilai *rating factor* dengan nilai akhir ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4

Rekapitulasi rating factor

Perhitungan	SNI 1725-2016	PPJRR No. 12/1970
Kapasitas momen pada <i>inventory rating factor</i>	0,3765	0,5225
Kapasitas geser pada <i>inventory rating factor</i>	8,3367	10,3319
Kapasitas momen pada <i>operating rating factor</i>	0,3806	0,6685
Kapasitas geser pada <i>operating rating factor</i>	6,6522	7,3429

Berdasarkan perhitungan nilai kapasitas momen pada peraturan PPJRR No. 12/1970 dan SNI 1725-2016 didapat nilai < 1 dengan nilai *rating factor* terkecil adalah 0,5225 dan 0,3765 hal ini menunjukkan jembatan memiliki elemen struktur yang kapasitasnya kurang dari yang direncanakan.

3.4 Penentuan nilai sisa kapasitas jembatan

Defisit kapasitas pada peraturan PPJRR No. 12/1970. Berdasarkan nilai *rating factor* terkecil maka didapat nilai defisit kapasitas sebagai berikut:

Defisit kapasitas adalah kekuatan maksimum (%) dikurangi *rating factor* minimum (%) = $100\% - (0,5225 \times 100)$ jadi 47,75%.

Perhitungan tonase maksimum dilakukan dengan menggunakan beban truk berdasarkan SNI yang berlaku saat ini yaitu 45 ton sehingga beban maksimum kendaraan yang diberlakukan pada jembatan adalah sebagai berikut: Tonase maksimum adalah kekuatan maksimum (%) dikurangi defisit kapasitas kemudian dikalikan beban truk, yaitu sebesar $(100 - 47,75) \times 45$, sebesar 23,5125 ton.

Defisit kapasitas pada peraturan SNI 1725-2016.

Berdasarkan nilai *rating factor* terkecil maka didapat nilai defisit kapasitas sebagai berikut:

Defisit kapasitas adalah kekuatan maksimum (%) dikurangi *rating factor* minimum (%), berarti $100\% - 0,3765 \times 100$ menjadi sebesar 62,35 %.

Perhitungan tonase maksimum dilakukan dengan menggunakan beban truk berdasarkan SNI yang berlaku saat ini yaitu 500 kN sehingga beban maksimum kendaraan yang diberlakukan pada jembatan adalah sebagai berikut: Tonase maksimum adalah kekuatan maksimum (%) dikurangi defisit kapasitas yang kemudian dikalikan beban truk yaitu $(100 - 62,35) \times 500$ menjadi 18,8250 ton.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diketahui bahwa nilai sisa kapasitas jembatan Way Bako I saat dibangun sebesar 23,5125 ton yang diketahui dari nilai *rating factor* terkecil sedangkan nilai sisa kapasitas jembatan Way Bako I saat ini adalah 18,8250 ton. Terjadi penurunan kapasitas jembatan dalam menahan beban dari awal jembatan dibangun hingga saat ini. Berdasarkan nilai sisa kapasitas dari jembatan Way Bako I maka dapat disimpulkan bahwa perlu dilakukan pemasangan rambu lalu lintas pembatasan beban guna mewaspadai adanya transportasi dengan beban berlebih melintasi jembatan tersebut, sehingga dapat diketahui kendaraan yang diizinkan untuk melintasi jembatan tersebut merupakan kendaraan yang memiliki bobot maksimal kurang dari 18,8250 ton. Contoh-contoh kendaraan yang dapat melalui jembatan tersebut adalah kendaraan pribadi dengan bobot kurang lebih 2-3 ton seperti bobot pada kendaraan inova, mobil angkutan dengan berat maksimum 2 ton seperti *pick up L300, pick up box, pick up reefer dan Truk cold diesel engkel (CDE)*, mobil angkutan dengan berat maksimum 3 ton seperti *grand max blind van, mobil angkutan dengan berat maksimum 4 ton seperti truk cold diesel double (CDD)*, mobil angkutan dengan berat maksimum 5 ton seperti *colt diesel engkel (CDE) box, colt diesel engkel (CDE) reefer, colt diesel engkel (CDE) los bak*, mobil angkutan dengan berat maksimum 7 ton seperti *Fuso (box), Cold diesel double (CDD) bak*, mobil angkutan dengan berat maksimum 8 ton seperti *Cold diesel double (CDD) los bak, Cold diesel double (CDD) car carrier*, hingga *Cold diesel double (CDD) long box* dengan berat maksimum 14 ton, *tronton car carrier* dengan berat maksimal 15 ton dan *Cold diesel double (CDD) Wingbox* dengan berat maksimum 18 ton

Pada penelitian Arifai [2] didapat hasil perhitungan dengan nilai 0,634 pada *Inventory Rating factor* kapasitas momen dimana nilai tersebut <1 (tidak aman), Anas [8] meneliti tentang Kelayakan Struktur Jembatan Gelagar Komposit dengan Bentang 40 M dimana hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa Nilai Sisa Kapasitas Jembatan Kuranji Provinsi Sumatra Barat tidak mampu menahan beban lajur namun mampu menahan beban truk pada kondisi khusus (*operating*), Shintike [5] menggunakan metode *Rating factor*

untuk mengetahui nilai sisa kapasitas jembatan bahanpu dengan menggunakan beberapa titik yang ditinjau untuk mengetahui nilai *rating factor* dimana didapat hasil perhitungan *operating Rating factor* terkecil 0,51 dan pada *Inventory Rating factor* didapat nilai terkecil 0,31 pada posisi dial I.

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui nilai *rating factor* terkecil pada penelitian ini adalah 0,3278 pada kapasitas geser *Operating Rating factor*. Jika dibandingkan terhadap hasil penelitian yang lain maka hasil perhitungan memang memungkinkan untuk mendapatkan nilai kurang dari satu (tidak aman). Oleh karena itu perlu diberlakukan pembatasan beban lalu lintas, terutama pada saat terjadi kemacetan diseluruh lebar jalur kendaraan dengan beban tonase maksimum kendaraan sebesar 18,8250 ton di atas jembatan. Meskipun beban yang diterima oleh Jembatan Way Bako I telah berkurang sejak mulai beroprasinya jalan tol, namun perbaikan jembatan harus dilakukan karena karena jembatan berada di ruas jalan nasional yang merupakan alternatif utama lalu lintas.

Selain nilai sisa kapasitas jembatan yang menurun, kondisi jembatan secara visual juga menunjukkan keadaan yang kurang layak, berupa beton yang retak dan terkelupas, lubang pada permukaan jembatan, dan tulangan girder yang berkarat. Hal ini menguatkan kebutuhan perbaikan Jembatan Way Bako I.

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan hasil pembahasan pada penelitian maka dapat di simpulkan bahwa:

1. Kondisi Jembatan Way Bako I telah mengalami kerusakan non struktur pada bagian tiang railing, pipa sandaran dan aspal sedangkan kerusakan struktur berupa lendutan yang tidak seragam pada girder dan terdapat tulangan yang tidak terlindungi beton.
2. Analisis momen ultimit dan gaya geser ultimit jembatan berdasarkan pembebanan PPJRR No. 12/1970 menghasilkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan pembebanan SNI 1725-2016.
3. Analisis *Rating Factor* berdasarkan PPJRR No. 12/1970 dan SNI 1725-2016 menunjukkan hasil yang sama yaitu pada *inventory rating factor* dan *operating rating factor* menghasilkan kapasitas momen yang tidak aman (< 1) tapi kapasitas gesernya aman (> 1).
4. Kapasitas jembatan saat dibangun adalah 23,5125 ton sedangkan sisa kapasitas jembatan untuk menahan beban hidup saat jembatan saat ini adalah 18,8250 ton, sehingga perlu pembatasan berat maksimal kendaraan yang dapat melewatinya.

Daftar Pustaka

- [1] Manu, A.I.: Dasar-dasar perencanaan jembatan beton bertulang. Penerbit P.T Mediatama Saptakarya, 1995
- [2] Arifai: Analisa nilai sisa kapasitas balok prategang tipe-I jembatan pules dengan menggunakan metode *rating factor*. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. 2017
- [3] Indianto, A.: Evaluasi kinerja struktur jembatan tipe *voided slab*. Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Binamarga, 2017
- [4] Rahmadi, N. H.: Prediksi nilai *rating factor* jembatan komposit baja-beton dengan menggunakan *artificial neural network*. Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2014
- [5] Shintike, J. W.: Analisa nilai sisa kapasitas bangunan atas jembatan Bahanapu dengan menggunakan metode *rating factor*. Jurnal Teknik Sipil, IV, 1, 2015, 79–90
- [6] Direktorat Jendral Bina Marga. Penentuan nilai sisa kapasitas jembatan. Jakarta, 2011
- [7] Badan Standarisasi Nasional. SNI 1725:2016 tentang Pembebanan untuk jembatan. Jakarta, 2016

- [8] Anas, A.: Evaluasi kelayakan struktur jembatan gelagar komposit bentang 40 meter berdasarkan nilai sisa kapasitas jembatan - Studi kasus jembatan Kuranji, Provinsi Sumatera Barat. Skripsi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2013