EVALUASI NILAI SISA KAPASITAS STRUKTUR ATAS JEMBATAN SARDJITO II DENGAN METODE RATING FACTOR

Astriana Hardawati[1], Febriandha Treskha[2]

[1] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: 165111301@uii.ac.id
[2]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
Email: 16511122@students.uii.ac.id

ABSTRACT

Bridges are vital transportation infrastructure. If a bridge fails then the system is chaos. Therefore, this study aims to determine the remaining capacity of the existing bridge where the bridge is still suitable for use or not. This research was conducted on the Sardjito II bridge located in Yogyakarta Regency. The research method used is the load rating factor method. It was carried out by calculating the carrying capacity of the girder and curve beam of the bridge. Calculation refer to the Determination for Existing Bridges using Load Rating Factor of the Minister of Public Works and Public Housing (03/SE/M/2016). The results of calculation obtained that the Rating Factor (RF) of girder are greater than 1 (RF > 1), but the RF of curve beam are less than 1 (RF < 1) which means that the structure of the Sardjito II bridge needs to be handled, whether it is repair, strengthening, or rehabilitation of the bridge structure. Or a higher-level evaluation is carried out, with special examinations using non-destructive testing and more detailed analysis

Keywords**:** *Sardjito Bridge II, Residual Capacity Bridge, Rating Factor*

PENDAHULUAN

Jembatan adalah bangunan pelengkap jalan yang berfungsi sebagai penghubung dua ujung jalan yang terputus oleh sungai, saluran, lembah, dan selat atau laut, jalan raya, dan jalan kereta api (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2003), sehingga akses transportasi satu daerah dengan daerah lainnya akan lebih mudah. Jika suatu jembatan runtuh atau tidak berfungsi dengan baik (mengalami kegagalan fungsi) maka sistem transportasi akan terganggu secara keseluruhan.

Kegagalan fungsi jembatan akibat kegagalan jembatan dalam melayani beban lalu lintas yang melewatinya dapat dihindari dengan melakukan evaluasi komponen jembatan terhadap pembebanan-pembebanan tertentu secara berkala. Pada kajian ini evaluasi jembatan menggunakan metode Rating Factor untuk menghitung kapasitas dukung dengan mengacu pada peraturan Pedoman Penentuan Bridge Load Rating untuk Jembatan Eksisting dari Menteri Pekerjaan Umum (03/SE/M/2016). nalisis tampang jembatan dilakukan dengan mengacu pada Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan (RSNI T-12-2004).

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Anas (2013) dengan mengambil objek Jembatan Kuranji, Padang, Sumatera Barat. Dalam penelitiannya dilakukan pada gelagar komposit dan analisis dilakukan pada kondisi inventory dan operating. Berdasarkan analisis rating factor, elemen struktur jembatan hanya mampu menahan gaya momen dan geser akibat beban “T” dan

rem pada kondisi operating. Namun tidak mampu menahan gaya momen dan geser pada kondisi inventory dengan nilai RF kritis sebesar 0,669 (momen) dan 2,208 (geser). Dan elemen struktur jembatan tidak mampu menahan gaya momen akibat beban lajur "D" dan rem. Namun mampu menahan gaya geser baik pada kondisi operating maupun inventory dengan nilai RF kritis 0,254 (momen) dan 1,001 (geser).

Arifai (2017) juga melakukan penelitian serupa dengan menganalisis nilai sisa kapasitas berdasarkan metode RF pada struktur atas Jembatan Pules. Kesimpulan yang dapat diambil adalah nilai RF pada kondisi inventory akibat momen dinyatakan tidak aman, sedangkan kondisi inventory akibat gaya geser dinyatakan aman. Kemudian nilai RF pada kondisi operating akibat momen maupun gaya geser dinyatakan aman. Pada analisis lendutan yang terjadi pada balok prategang dinyatakan bahwa lebih kecil daripada lendutan ijin sebesar 0,0667 m

Mengacu pada paparan tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui kapasitas nominal struktur atas jembatan Sardjito II.
2. Mengetahui nilai rating factor struktur atas jembatan Sardjito II.
3. Mengetahui beban maksimum yang diizinkan untuk melintasi jembatan Sardjito II.

LANDASAN TEORI

Jembatan

Jembatan didefinisikan sebagai suatu konstruksi atau struktur bangunan yang menghubungkan rute atau lintasan transportasi yang terpisah baik oleh sungai, rawa, danau, selat, saluran, jalan raya, jalan kereta api, dan perlintasan lainnya (Budiadi, 2008)

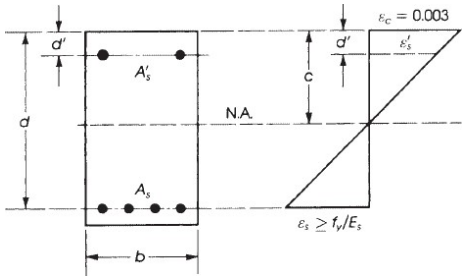
Bridge Load Rating

Metode evaluasi jembatan yang digunakan dalam analisis ini adalah perhitungan load rating yang akan menghasilkan output nilai rating factor (RF). RF merupakan perbandingan antara nilai sisa kapasitas tampang jembatan setelah melayani beban mati dengan beban lalu lintas. Di Indonesia mengacu pada peraturan Pedoman Penentuan Bridge Load Rating untuk Jembatan Eksisting dari Menteri Pekerjaan Umum (03/SE/M/2016). Pedoman ini memuat dua prosedur dalam perhitungan load rating antara lain penilaian beban desain dan penilaian beban khusus (Gambar 1).

Kapasitas Tampang Struktur

Perhitungan kapasitas tampang elemen jembatan dengan mengacu pada peraturan RSNI T-12-2004. Kapasitas tampang adalah menghitung besar kekuatan nominal tampang (Rn) pada struktur terhadap momen lentur maupun gaya geser.

a. Kapasitas momen lentur balok



Langkah-langkah dalam menganalisis kapasitas tahanan lentur dari penampang struktur beton bertulang dengan tulangan rangkap dijelaskan dalam uraian berikut:

1. Menetapkan nilai β_1
2. Menghitung nilai ab dengan persamaan sebagai berikut :

$$a_b = \beta_1 c = \beta_1 \left(\frac{600}{600+f}\right) d \qquad (1)$$

3. Melalui persamaan keseimbangan gaya $Cc + Cs = Ts$ dan melalui beberapa asumsi awal, maka nilai kedalaman garis netral (c) dan nilai kedalaman blok beton tekan (a) dapat didapatkan. Bila hasil kontrol regangan dengan menggunakan nilai c tersebut sesuai dengan asumsi

awal, maka asumsi awal tersebut benar. Tetapi jika tidak sesuai, maka asumsi tersebut harus diubah berdasarkan hasil kontrol tersebut.

4. Asumsi awal yang dimaksud yakni:
   a. Letak garis/sumbu netral

      Letak garis netral dapat diasumsikan berada di daerah selimut beton atau di antara tulangan tarik dan tekan.

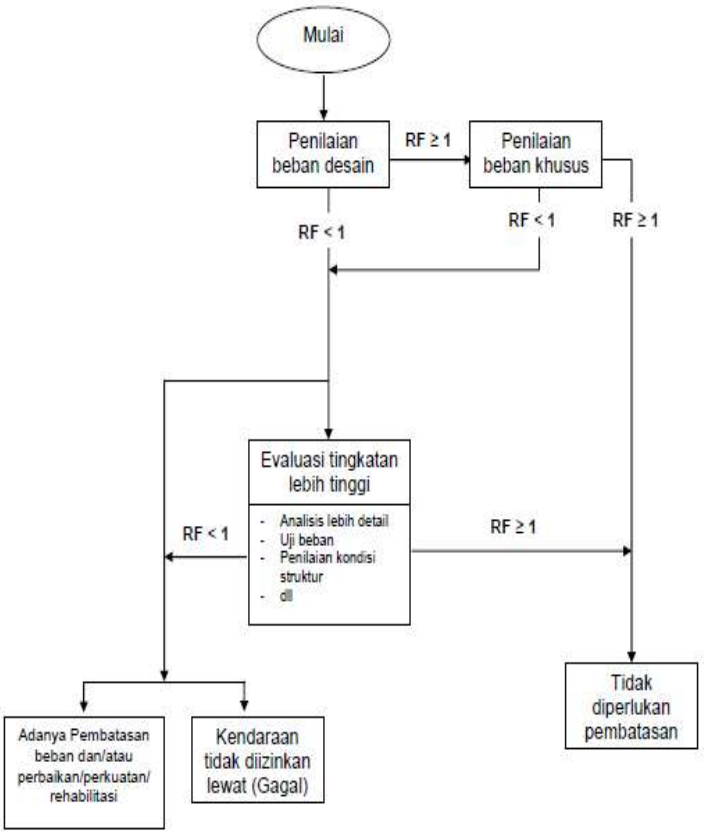
   b. Kondisi regangan tulangan tarik dan tekan (leleh atau tidaknya)

      Bila diasumsikan tulangan tarik atau tekan leleh maka gaya tarik tekan dihitung dengan perkalian luasan tulangan (A) dan tegangan leleh (f_y). Bila tidak, maka gaya tarik atau tekan dihitung dengan perkalian luasan tulangan (A) dan tegangan kerja baja ($f_s = \varepsilon_s$ x Es).

5. Mengontrol ulang asumsi awal terhadap posisi garis netral dan regangan pada tulangan tekan dan tarik dengan persamaan sebagai berikut:
   a. Tulangan tekan

      $$\varepsilon' = 0{,}003 \, . \frac{c - d'}{c} \qquad (2)$$

      dengan d' = kedalaman efektif tulangan tekan



Gambar 1 Tahapan untuk penilaian beban (SE Menteri PUPR, 2016)

b. Tulangan tarik

$$\varepsilon_s = 0{,}003 \cdot \frac{d-c}{c} \quad (3)$$

dengan d = kedalaman efektif tulangan tarik (h-ds)

6. Bila asumsi awal terpenuhi, maka langkah 7 dapat dilanjutkan. Bila tidak, perlu dibuat asumsi yang baru. Kemudian langkah 4 dan 5 diulang dengan asumsi baru tersebut, sampai menemukan asumsi yang sesuai dengan langkah 4 dan 5.
7. Bila a (hasil hitungan terakhir) < ab, maka akan dihasilkan penampang daktail
8. Kemampuan nominal penampang beton bertulang, dihitung terhadap sumbu tulangan tarik dengan Persamaan 4 berikut.

$$Mn = 0{,}85 \cdot f'c \cdot a \cdot b \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) + As' \cdot fs \cdot (d - d') \quad (4)$$

Dengan $f_S = f_y$ bila regangan tulangan tekan leleh ($\varepsilon' > \varepsilon_y$) dan $f_S = \varepsilon' E_S$ bila regangan tekan tidak leleh ($\varepsilon' < \varepsilon_y$).

9. Bila a (hasil hitungan terakhir) > ab, maka akan dihasilkan penampang getas
10. Kemampuan nominal penampang beton bertulang, dihitung terhadap sumbu tulangan tarik dengan Persamaan 4.
11. Kapasitas geser balok

Persamaan untuk menghitung kuat geser nominal yang mampu ditahan balok jembatan adalah sebagai berikut.

$$V_n = V_c + V_s \quad (5)$$

kuat geser yang disumbangkan oleh beton untuk komponen struktur yang dibebani oleh geser dan lentur saja, berlaku Persamaan 3.7. berikut.

$$Vc = \frac{1}{6}\sqrt{f'c} \cdot b \cdot d \quad (6)$$

kekuatan geser nominal yang disediakan oleh tulangan geser (sengkang) dapat dihitung dengan Persamaan 3.8. berikut.

$$Vs = \frac{Av \cdot fy \cdot d}{s} \quad (7)$$

Load and Resistance Factor Rating

Persamaan umum untuk menentukan nilai *load rating (rating factor)* pada setiap komponen struktur jembatan yang terkait dengan salah satu gaya dalam tertentu menurut 03/SE/M/2016 adalah

$$RF = \frac{C - (\gamma DC)(DC) - (\gamma DW)(DW)}{(\gamma LL)(LL+IM)} \quad (8)$$

dengan C adalah kapasitas tampang jembatan, DC adalah pengaruh beban mati akibat komponen struktur dan pelengkap, DW adalah pengaruh beban mati akibat komponen tambahan, LL adalah pengaruh beban hidup.

Tabel 1. Faktor beban, (SE Menteri PUPR no. 03/SE//M/2016)

Beban	Notasi Faktor Beban	Nilai
Beban mati dari komponen structural dan pelengkap jembatan	γ_{DC}	1,25
Beban mati dari lapisan permukaan dan utilitas jembatan	γ_{DW}	1,50
Beban hidup	γ_{LL}	Beban desain (*inventory*) = 1,8 Beban khusus (*operating*) = 1,50

Untuk kondisi batas kekuatan (*strength limit states*) dengan persamaan berikut.

$$C = \varphi_c \varphi_s \varphi R_n \quad (9)$$

Kondisi batas

a. Faktor beban untuk jembatan dengan struktur beton bertulang ditunjukkan pada Tabel 1
b. Faktor kondisi adalah faktor reduksi kapasitas tampang struktur akibat adanya kerusakan pada struktur atau kerusakan yang diperkirakan terjadi pada struktur yang ditinjau. Nilainya ditunjukkan dalam Tabel 2.
c. Faktor sistem merupakan faktor pengali pada tahanan nominal struktur yang merepresentasikan tingkat redundansi sistem struktur jembatan. Nilai dari faktor sistem ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Faktor kondisi, φ_c (SE Menteri PUPR no. 03/SE//M/2016)

Nilai kondisi bangunan atas	Deskripsi kondisi	φ_c	
		Bangunan Atas	Lantai
0	Jembatan dalam keadaan baru tanpa Kerusakan Cukup Jelas. Elemen jembatan berada dalam kondisi baik	1,00	1,00
1	Kerusakan sangat sedikit (dapat diperbaiki dengan pemeliharaan rutin tidak berdampak pada keamanan atau fungsi jembatan	1,00	1,00
2	Kerusakan yang memerlukan pemantauan atau pemeliharaan di masa yang akan datang, memberikan tanda-tanda diperlukan penggantian	0,90	1,00
3	Kerusakan yang membutuhkan perhatian (kemungkinan akan menjadi serius dalam 1 bulan)	0,70	0,70
4	Kondisi kritis, kerusakan yang membutuhkan tindakan segera	0,30	0,30
5	Runtuh atau tidak berfungsi lagi	0	0

Tabel 3. Faktor sistem, φ_s untuk struktur beton bertulang (SE Menteri PUPR no. 03/SE//M/2016)

Elemen	φ_s
Lentur	0,80
Geser dan torsi	0,70
Aksial tekan dengan tulangan spiral	0,70
Aksial tekan dengan sengkang biasa	0,65
Tumpuan beton	0,70

METODE PENELITIAN

Data Struktur

Data struktur yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

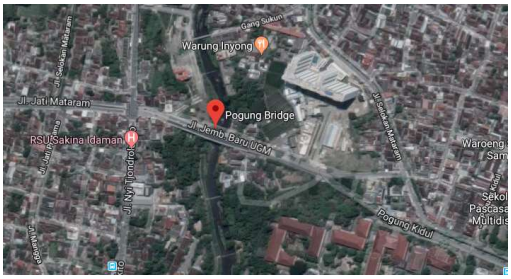
1. Bentang total jembatan : 145 meter
2. Jarak antar gelagar : 1,7 meter
3. Lebar jalur lalu lintas : 6 meter
4. Lebar trotoar : 1,5 meter
5. Tebal pelat lantai : 0,25 meter
6. Tebal lapisan aspal : 0,1 meter,

Struktur jembatan menggunakan,

1. Mutu beton : K – 350,
2. Kuat tekan beton (*f'c*) : 29,05 MPa,
3. Teg. leleh tulangan (fy) : 390 MPa

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Jl. Jembatan Baru UGM, Senolowo, Sinduadi, Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi jembatan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melakukan tinjauan Pustaka terlebih dahulu dan mengumpulkan data. Selanjutnya dilakukan proses pemodelan jembatan dengan menggunakan program SAP2000. Hasil output digunakan untuk menganalisis kapasitas struktur jembatan dan menghitung nilai RF jembatan.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Pembebanan

Analisis pembebanan yang dilakukan meliputi beban permanen dan beban hidup kendaraan.

Beban Permanen

a. Beban sendiri (DC)

Berat sendiri terdiri dari berat bahan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural ditambah dengan elemen non struktural yang dianggap tetap. Berat sendiri elemen struktural dihitung secara otomatis oleh program *SAP2000*. Berat elemen non

struktural tidak dimodelkan dalam program *SAP2000* sehingga perlu dilakukan analisis pembebanan tersendiri. Berikut uraian perhitungan berat sendiri non structural (Tabel 4 dan Tabel 5)

Tabel 4. Berat sendiri trotoar

No	Lebar (m)	Tinggi (m)	Shape	Berat Volume (kN/m^3)	Berat (kN/m)
1	0,85	0,25	1	25,00	5,313
2	0,25	0,55	1	25,00	3,438
3	0,85	0,20	0,5	25,00	2,125
4	0,6	0,20	1	25,00	3,000
5	0,3	0,20	1	24,00	1,440
				Q_{MS}	15,316

Tabel 5. Berat sendiri median

No	Lebar (m)	Tinggi (m)	Shape	Berat Volume (kN/m^3)	Berat (kN/m)
1	0,5	0,4	1	24,00	4,80

b. Beban permukaan (DW)

$Q_{\text{Aspal + overlay}} = b \text{ x } ta \text{ x } w_{aspal}$

$= 1 \text{ x } 0{,}1 \text{ x } 22$

$= 2{,}2 \text{ kN/m}$

$Q_{\text{Genangan air hujan}} = b \text{ x } t_h \text{ x } w_{air}$

$= 1 \text{ x } 0{,}05 \text{ x } 9{,}8$

$= 0{,}49 \text{ kN/m}$

$Q_{DW\text{total}} = Q_{\text{Aspal + overlay}} + Q_{\text{Genangan air hujan}}$

$= 2{,}2 + 0{,}49$

$= 2{,}69 \text{ kN/m}$

Beban Hidup Kendaraan

a. Beban terbagi rata (BTR)

$q = 9{,}0 \text{ x } (0{,}5 + \frac{15}{L}) \text{ kPa}$

$= 9{,}0 \text{ x } (0{,}5 + \frac{15}{64{,}226})$

$= 6{,}6 \text{ kN/m}^2$

$Q_{TD} = q \text{ x } s$

$= 6{,}6 \text{ x } 1{,}7$

$= 11{,}22 \text{ kN/m}$

b. Beban garis terpusat (BGT)

$FBD = 0{,}4 - 0{,}0025 \text{ x } (L - 50)$

$= 0{,}4 - 0{,}0025 \text{ x } (64{,}226 - 50)$

$= 0{,}364$

Beban terpusat pada balok,

$P_{TD} = (1 + FBD) \text{ x } p$

$= (1 + 0{,}364) \text{ x } 49$

$= 66{,}836 \text{ kN/m}$

***Running* analisis struktur**

Hasil perhitungan pembebanan yang diaplikasikan pada model SAP2000 ditunjukkan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Rangkuman hasil analisis struktur pada Girder

Load Case	Momen Lentur (kNm)	Gaya Geser (kN)
DC	1214,2566	304,798
DW	101,9192	21,562
LL	695,6275	137,874

Momen lentur akibat beban kendaraan maksimal = 695,6275 kNm

Gaya geser akibat beban kendaraan maksimal = 137,874 kN

Tabel 7. Rangkuman hasil analisis struktur pada Balok pelengkung

Load Case	Momen Lentur (kNm)	Gaya Geser (kN)
DC	2681,9428	427,567
DW	235,177	29,394
LL	1582,3539	230,145

Momen lentur akibat beban kendaraan maksimal = 1582,3539 kNm

Gaya geser akibat beban kendaraan maksimal = 230,145 kN

Analisis kapasitas struktur

a. Kapasitas momen nominal girder

$\text{Mn} = \text{Cc} \cdot (\text{d} - \frac{a}{2}) + \text{Ts} \cdot (\text{d} - \text{d}')$

$\text{Mn} = 4402{,}399 \text{ kNm}$

b. Kapasitas geser nominal girder

$\mathrm{Vn} = \mathrm{Vc} + \mathrm{Vs}$

Kuat geser oleh beton

$\mathrm{Vc} = \frac{1}{6} \mathrm{x} \sqrt{f'c}$ x b x d

$\mathrm{Vc} = \frac{1}{6} \mathrm{x} \sqrt{f'c}$ x b x d

$\mathrm{Vc} = 1185{,}397$ kN

Kuat geser oleh tulangan geser

$\mathrm{Vs} = \frac{Av \; x \; fy \; x \; d}{s}$

Tabel 8. Ringkasan hasil hitungan *RF* pada balok girder

Respon Struktur	Kapasitas Tahanan	Besar Respon Struktur			*Rating Factor* (*Inventory*)
Momen lentur	M_n (kNm)	M_{DC} (kNm)	M_{DW} (kNm)	M_{LL_IM} (kNm)	1,478
	4402,3997	1214,2566	101,9192	695,6275	
Gaya geser	V_n (kN)	V_{DC} (kN)	V_{DW} (kN)	V_{LL_IM} (kN)	5,140
	2412,8655	304,798	21,562	137,874	

Tabel 9. Ringkasan hasil hitungan *RF* pada balok pelengkung

Respon Struktur	Kapasitas Tahanan	Besar Respon Struktur			*Rating Factor* (*Inventory*)
Momen lentur	M_n (kNm)	M_{DC} (kNm)	M_{DW} (kNm)	M_{LL_IM} (kNm)	0,738
	7258,6733	2681,9428	235,177	1582,3539	
Gaya geser	V_n (kN)	V_{DC} (kN)	V_{DW} (kN)	V_{LL_IM} (kN)	4,454
	3462,3937	427,567	29,394	230,145	

$\mathrm{Vc} = 826{,}077$ kN

Kuat geser oleh tulangan geser

$$Vs = \frac{Av \; x \; fy \; x \; d}{s}$$

$\mathrm{Vs} = 1586{,}787$ kN

Sehingga Vn = 2412,865 kN

c. Kapasitas momen nominal balok pelengkung

$\mathrm{Mn} = \mathrm{Cc} \; . \; (\mathrm{d} - \frac{a}{2}) + \mathrm{Ts} \; . \; (\mathrm{d} - \mathrm{d'})$

$\mathrm{Mn} = 7258{,}673$ kNm

d. Kapasitas geser nominal balok pelengkung

$\mathrm{Vn} = \mathrm{Vc} + \mathrm{Vs}$

Kuat geser oleh beton

$\mathrm{Vs} = 2276{,}995$ kN

Sehingga Vn = 3462,394 kN

Analisis *rating factor*

Faktor beban

$\gamma_{DC} = 1{,}25$; $\gamma_{DW} = 1{,}5$; $\gamma_{LL} = 1{,}8$ (*inventory*)

Kapasitas tampang komponen jembatan (*C*)

Faktor kondisi (φ_c) = 1 (kondisi baik)

Faktor sistem (φ_s) = 0,8 untuk lentur, 0,7 untuk geser

Faktor tahanan LRFD (φ) = 1

Hasil hitungan *RF* ditunjukkan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Pembahasan

Pada analisis pembebanan untuk jembatan setelah dilakukan pembebanan, maka menimbulkan momen akibat beban kendaraan sebesar 695,6275 kNm dan gaya geser akibat beban kendaraan sebesar 137,874 kN pada balok girder. Pada balok pelengkung, terjadi momen akibat beban kendaraan sebesar 1582,3539 kNm dan gaya geser akibat beban kendaraan sebesar 230,145 kN. Pada analisis kapasitas momen nominal pada balok girder didapat 4402,3997 kNm dan gaya geser nominal sebesar 2412,8655 kN. Dari analisis kapasitas momen nominal pada balok pelengkung didapat 7258,6733 kNm dan gaya geser nominal sebesar 3462,3937 kN. Maka apabila dibandingkan antara kapasitas dan pembebanan, dikatakan struktur masih mampu menahan beban yang bekerja.

Girder jembatan memiliki nilai RF pada kondisi *inventory* akibat momen yaitu sebesar 1,478 > 1 (aman). Untuk kondisi *inventory* akibat gaya geser juga aman (5,140 > 1). Balok pelengkung jembatan memiliki nilai RF pada kondisi *inventory* akibat momen yaitu sebesar 0,738 < 1 (tidak aman). Untuk kondisi *inventory* akibat gaya geser aman (4,454 > 1). Hal ini menunjukkan bahwa jembatan Sardjito II perlu dilakukan penanganan, baik itu perbaikan, perkuatan, atau rehabilitasi pada struktur jembatan, atau dilakukan evaluasi dengan tingkatan yang lebih tinggi, dengan pemeriksaan khusus yang menggunakan uji tidak merusak dan analisis yang lebih detail karena pada jembatan pelengkung, struktur utama yang menopang beban hidup jembatan adalah balok pelengkung itu sendiri.

Beban izin dihitung dengan mengalikan nilai *rating factor* dengan beban LL yang menjadi acuan. Misal, akan dihitung beban izin berdasarkan beban kendaraan rencana standar SNI (500 kN = 50 ton). Kemudian, diambil nilai *rating factor* paling kritis yakni 0,738 maka beban yang secara aman dapat diizinkan melintasi jembatan Sardjito II adalah $0{,}738 \times 50 = 36{,}9$ ton ≈ 37 ton.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari peneltian ini adalah sebagai berikut.

1. Balok girder dan balok pelengkung jembatan Sardjito II mempunyai nilai kapasitas momen (φMn) dan nilai kapasitas geser (φVn) yang lebih besar daripada momen lentur dan gaya geser yang terjadi akibat pembebanan.
2. Berdasarkan hitungan RF pada elemen balok pelengkung yang ditinjau, disimpulkan bahwa nilai RF < 1, artinya bahwa struktur jembatan Sardjito II perlu dilakukan penanganan, baik itu perbaikan, perkuatan, atau rehabilitasi pada struktur jembatan. Atau dilakukan evaluasi dengan tingkatan yang lebih tinggi, dengan pemeriksaan khusus yang menggunakan uji tidak merusak dan analisis yang lebih detail.
3. Beban lalu lintas izin yang dapat melintasi jembatan adalah 37 ton.

Saran

Saran yang dapat penulis berikan kepada peneliti selanjutnya adalah sebagai berikut ini.

1. Bagi pihak pemelihara Jembatan Sardjito II agar dilakukan penanganan, baik itu pembatasan beban, perbaikan, perkuatan, atau rehabilitasi pada struktur jembatan.
2. Pada penelitian ini aspek yang ditinjau adalah nilai sisa kapasitas pada balok girder dan balok pelengkung. Pada bagian struktur atas lainnya seperti pelat lantai, diafragma dan lapisan permukaan aspal belum diteliti.

Sehingga pada bagian-bagian tersebut dapat dilakukan penelitian lanjutan guna mendapatkan hasil yang maksimal.

3. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada struktur bawah dimana menyangkut dua aspek, yaitu hidrolika dan geoteknik.
4. Untuk penelitian selanjutnya, dapat menggunakan SNI Standar Pembebanan untuk Jembatan dan SNI Perencanaan Struktur Jembatan Beton terbaru.

REFERENCES

AASHTO. 2012. *Design Specification Bridge*. Customary. US.

Arifai, A. 2017. *Analisa Nilai Sisa Kapasitas Balok Prategang Tipe I Jembatan Pules dengan Menggunakan Metode Rating Factor*. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta

Anas, A. 2013. *Evaluasi Kelayakan Struktur Gelagar Jembatan Komposit Bentang 40 M berdasarkan Nilai Sisa Kapasitas Jembatan*. *Tugas Akhir* . (Tidak Diterbitkan).Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2016. *Pedoman Penentuan Bridge Load Rating untuk Jembatan Eksisting*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. Bandung.

Rancangan Standar Nasional Indonesia T-12-2004. 2004. *Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan*. Penerbit Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

Standar Nasional Indonesia 1725. 2016. *Pembebanan untuk Jembatan*. Penerbit Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

Supriyadi, dan Muntohar. 2007. *Jembatan*. Beta Offset. Yogyakarta.

WisDOT. 2018. *Bridge Manual Chapter 4*