

ANALISIS PENILAIAN KONDISI JEMBATAN SEI. LALAK II MENGGUNAKAN FRACTURE CRITICAL MEMBER

(Assessment Analysis Of The Condition Of The Sei. Lalak Ii Bridge Uses Fracture Critical Member)

Widya Apriani¹, Setiawan¹, Virgo Trisep Haris¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
E-mail: widyaapriani@unillak.ac.id

Diterima 27 Juni 2022, Disetujui 3 Oktober 2022

ABSTRAK

Pemeriksaan jembatan berperan penting sebagai pencegahan sebelum terjadinya kerusakan yang berkelanjutan. Jembatan Sei. Lalak II merupakan jembatan rangka baja yang berada diruas jalan Kecamatan Airmolek Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi kerusakan elemen jembatan Sei. Lalak II di Kabupaten Indragiri Hulu. Metode yang digunakan untuk menganalisis kondisi kerusakan jembatan adalah berdasarkan metode Fracture Critical Member (FCM). Pada hasil metode FCM yaitu rangka batang yang memiliki rasio tegangan tertinggi terdapat pada nomor batang 2 dengan nilai rasio tegangan (0,717), nomor batang 7 dengan nilai rasio tegangan (0,717) dan nomor batang 33 dengan nilai rasio tegangan (0,717). Dari nilai tersebut, kondisi rangka batang dalam kategori peringatan sehingga diperlukan rehabilitasi ringan seperti pengecatan rangka baja. Pada tahap penyaringan FCM nilai yang diperoleh sebesar 25 poin, maka pemeriksaan selanjutnya dilakukan maksimal pada 24 bulan yang akan datang. Pada tahap penilaian FCM nilai yang diperoleh sebesar 79 poin, maka pemeriksaan selanjutnya akan dilakukan pada 6 bulan yang akan datang. Secara keseluruhan kondisi jembatan Sei. Lalak II diperlukan rehabilitasi ringan untuk mempertahankan jembatan dalam jangka panjang.

Kata kunci: FCM, Jembatan, Kondisi, Penilaian

ABSTRACT

Bridge inspection plays an important role as prevention before the occurrence of continuous damage. Sei Bridge. Lalak II is a steel truss bridge located on the Airmolek Subdistrict, Indragiri Hulu Regency, Riau Province. The purpose of this study was to analyze the condition of the damage to the elements of the Sei bridge. Lalak II in Indragiri Hulu Regency. The method used to analyse was the Fracture Critical Member (FCM) method. In the results of the FCM method were trusses that had the highest stress ratio in rod number 2 with a stress ratio value (0,717), rod number 7 with a stress ratio value (0,717) and rod number 33 with a stress ratio value (0,717). From this value, the condition of the truss is in the warning category, so light rehabilitation is needed, such as painting the steel frame. At the FCM screening stage, the score obtained was 25 points, then the next examination was carried out a maximum of the next 24 months. At the FCM assessment stage, the score obtained was 79 points, then the next examination will be carried out in the next 6 months. The overall condition of the Sei bridge. Lalak II required light rehabilitation to maintain the bridge in the long term.

Keywords: FCM, Bridge, Condition, Assessment

PENDAHULUAN

Jembatan merupakan salah satu bagian dari prasarana jalan yang memiliki peranan sangat penting dan strategis terhadap sambungan suatu jaringan jalan dalam mendukung terciptanya kelancaran mobilisasi manusia, barang dan jasa secara luas di seluruh wilayah. Kondisi jembatan yang berada dilingkungan terbuka mengakibatkan jembatan terkena hujan, panas matahari dan pengaruh dari cuaca tersebut mempercepat terjadinya kerusakan. Pertumbuhan jumlah volume kendaraan yang melalui jembatan terus meningkat dan kendaraan yang memuat barang melebihi kapasitas dari ketentuan juga mempercepat terjadinya kerusakan pada jembatan.

Federal Highway Administration (FHWA), (2012) menjelaskan bahwa *Fracture Critical Member (FCM)* merupakan komponen baja dengan tegangan tarik yang mana kegagalan batang tersebut dapat menyebabkan keruntuhan sebagian atau bahkan keseluruhan jembatan tersebut.

Dari penelitian terdahulu yang sudah dilakukan menurut Apriani, W., (2018), hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa batang kritis FCM pada jembatan Siak II terdiri atas batang atas dan batang diagonal 180-185, 2155-216, 251, dan 252. Rasio tegangan dapat mengidentifikasi kondisi kekuatan struktur. Suatu struktur dianggap telah memenuhi persyaratan kekuatan jika nilai $R < 1$ atau $R = 1$ (*SNI Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan, 2005*). Sedangkan jika $R > 1$ sudah dipastikan suatu struktur tidak memenuhi perencanaan lagi. Dari hasil penelitian pada jembatan Siak II rangka batang dengan rasio tegangan terbesar yaitu terdapat pada batang 183 dengan nilai rasio tegangannya sebesar 2,7. Hasil penilaian meliputi dua tahapan, yaitu tahap penyaringan dan tahap penilaian. Pada tahap penyaringan diperoleh hasil 15 poin dan pada tahap penilaian 78 poin, sehingga berdasarkan pedoman SNI dilakukan pemeriksaan selanjutnya pada 6 bulan sampai dengan 1 tahun. Hal tersebut menunjukkan bahwa jembatan Siak II harus diperiksa ulang maksimal pada tahun 2019. Dan kondisi jembatan yaitu terdapat kerusakan pada beberapa bagian yaitu batang atas, diagonal, sambungan serta dek lantai jembatan. Pada saat ini pengamatan kondisi jembatan Sei. Lalak II secara visual telah mengalami karat, *expansion joint* yang rusak dan dinding penahan tanah yang longsor. Apabila kita berada ditengah bentang jembatan dan ada kendaraan berat yang melewati maka sangat terasa goyangan atau lendutan yang terjadi. Oleh karena itu perlu dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi jembatan Sei. Lalak II. Dalam menentukan pemeriksaan jembatan terdapat beberapa metode yang dapat digunakan seperti metode *bridge management system*, metode *fracture critical member*, metode *NYSDOT (New York State Department of Transportation)* dan metode *NBI (National Bridge Inventory)*. Dari uraian permasalahan diatas dan berdasarkan hasil penelitian terdahulu mengenai pemeriksaan jembatan penulis tertarik untuk melakukan penilaian kondisi jembatan rangka baja pada jembatan Sei. lalak II menggunakan

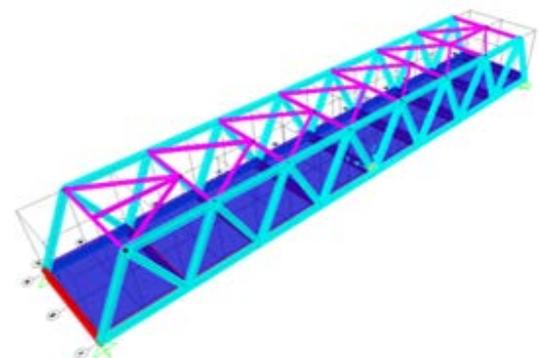
metode *fracture critical member*. Dengan digunakannya metode *fracture critical member* keunggulannya adalah metode ini tidak hanya kondisi visual saja seperti metode BMS, namun dapat diketahui kekuatan kondisi struktur rangka baja yang terjadi dilapangan saat ini dengan menggunakan evaluasi numerik dengan program computer struktur.

METODE

Studi kasus penelitian ini berada di Jembatan Sei. Lalak II Kab. Kuantan Singingi Provinsi Riau memiliki tipe jembatan rangka baja yang mempunyai satu bentang dengan panjang 42.50 meter. Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan jembatan dengan cara pemeriksaan secara visual dilapangan. Untuk penilaian kondisi jembatan dalam penelitian ini menggunakan FCM.

Tahapan penilaian kondisi metode *fracture critical member* terdapat beberapa tahapan yaitu:

- 1) Tahap survei kondisi jembatan, tujuan dilakukannya survei kondisi jembatan untuk mendapatkan data yang diperlukan pada tahap 4 dan tahap 5. Data yang diperoleh dari survei kondisi ini adalah mengenai seberapa besar karat pada rangka baja jembatan.
- 2) Tahap pemodelan struktur dan analisa struktur, dengan melakukan pemodelan struktur, nantinya di peroleh modeshape dari struktur dengan model 3d. Untuk melakukan pemodelan dan analisa struktur dibutuhkan data gambar teknis jembatan dilapangan yang kemudian dilakukan pemodelan dengan software aplikasi SAP2000. Tujuan dari pemodelan dan analisa bertujuan untuk menentukan batang kritis jembatan rangka baja yang termasuk komponen dari FCM. Pemodelan dan analisa struktur jembatan Sei. Lalak II ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 1725:2016 tentang Standar Pembebanan untuk Jembatan. Pemodelan struktur jembatan untuk mengetahui batang kritis FCM dan rasio tegangan yang terjadi sesuai dengan kondisi lapangan. Hasil pemodelan struktur dari jembatan Sei. Lalak II dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambar 3D geometri jembatan Sei. Lalak II pada SAP 2000

Berikut ini data eksisting dimensi elemen struktur jembatan yang digunakan dalam pemodelan :

Panjang bentang :42,50 meter
 Lebar jalan :6,00 meter
 Jumlah jalur/ lajur :2 jalur dan 2 lajur @3,00 meter
 Trotoar :2 sisi @0,50 meter
 Panjang panel :7,00 meter
 Tinggi panel :5,50 meter
 Bangunan bawah (substructure)
 Kepala jembatan : Beton bertulang
 Pondasi :Tiang pancang dia. 60 cm
 Abutment :Dinding penuh Material
 Rangka baja :ASTM A53 Grade B
 Pelat Lantai :Beton Bertulang dengan mutu $f_c' 30 \text{ Mpa}$
 Standar pembebanan: SNI 1725:2016
 Pembebanan untuk jembatan

Profil dan material jembatan

Dari hasil survei dilapangan diperoleh profil dan material jembatan Sei. Lalak II adalah sebagai berikut :

- Baja profil (BJ 370, $f_u = 370 \text{ Mpa}$, $f_y = 240 \text{ Mpa}$)
- Rangka atas Rangka baja ukuran 350x350x19 mm
- Rangka bawah: Rangka baja ukuran 350x350x19 mm
- Rangka diagonal:Rangka baja ukuran 50x350x19 mm
- Rangka girder melintang,
- Rangka baja ukuran 700x250x22 mm
- Ikatan angin, rangka baja ukuran 250x100x9 mm

- 3) Tahap analisis kelelahan struktur atas rangka baja jembatan, analisis kelelahan struktur atas rangka baja jembatan bertujuan untuk menganalisis material baja jembatan yang terjadi.
- 4) Tahap penyaringan, Berdasarkan Asmara E., (2012) tahap penyaringan ini bertujuan untuk mengetahui bahwa kondisi dari jembatan tersebut dalam keadaan normal dengan kecil kemungkinan akan terjadinya patah atau memiliki rangka batang FCM dan dalam waktu kurun waktu 6 bulan untuk selalu diperiksa. Dari setiap kriteria tahap penyaringan yang telah memenuhi syarat dari jembatan yang diperiksa mendapatkan nilai 5 (lima) poin sehingga nilai maksimal adalah 40 poin.
- 5) Tahap penilaian, acuan dari metode FCM tahap penilaian dilakukan untuk menentukan kapan akan dilakukan waktu pemeriksaan selanjutnya. Berdasarkan Asmara E., (2012) kriteria pada tahap penilaian mempunyai 12 kriteria yang masing-masing mempunyai skor tertentu.
- 6) Tahap pemilihan waktu pemeriksaan selanjutnya, tahapan terakhir dari metode FCM ini didapatkan hasil waktu untuk pemeriksaan selajutnya terhadap jembatan. Tujuan nya agar kondisi jembatan dapat terpantau dalam jangka waktu yang lama dan mempertahankan kerusakan yang tidak dipantau.

Tabel 1. Penentuan Jangka Waktu Pemeriksaan Selanjutnya

| Poin Acuan | Jangka Waktu | Syarat |
|-----------------------|--------------|--------|
| $Poin \leq 85$ | 6 bulan | |
| $100 \geq poin > 85$ | 12 bulan | |
| $120 \geq poin > 100$ | 24 bulan | * |
| $135 \geq poin > 120$ | 48 bulan | * |
| $165 \geq poin > 135$ | 72 bulan | * |
| $Poin \geq 165$ | 120 bulan | * |

Catatan :
 * = harus lolos tahap penyaringan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan telah diketahui kondisi dari pada elemen masing-masing jembatan sebagai berikut:

Survei Kondisi

a. Tebing sungai

Kondisi pada daerah pondasi dengan tipe penahan tanah disebabkan tergerusnya tanah yang mengakibatkan dinding penahan tanah mengalami penurunan. Kondisi pada elemen tebing sungai dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kondisi Kerusakan pada Penahan Tanah Pondasi

- b. Kondisi karat yang terjadi pada tiang pancang baja
 Kondisi karat yang terjadi pada tiang pancang baja disebabkan oleh terkikisnya tanah di sekitar abutment jembatan. Penanganan yang dapat dilakukan dengan cara pembersihan karat serta melakukan pengecatan dengan pemeliharaan rutin. Kondisi karat yang terjadi pada tiang pancang baja dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Kondisi Karat pada Tiang Pancang

- c. Kondisi komponen baja yang berkarat
Kondisi rangka baja berkarat yang terjadi disebabkan oleh banyak faktor salah satunya disebabkan oleh cuaca. Selain itu penumpukan sampah di batang rangka memanjang membuat cepat terjadi karat. Kondisi ini membuat ketahanan baja sangat cepat mengalami karat dan lumut. Bentuk penanganan yang dapat dilakukan dengan cara melakukan pembersihan terhadap karat dan lumut serta melakukan pengecatan dengan pemeliharaan rutin. Kondisi baja yang berkarat dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Kondisi Baja yang Berkarat

- d. Kondisi Lantai Permukaan Aspal
Kondisi lapis permukaan perkerasan aspal terlihat kondisi permukaan aspal sangat kasar. Kondisi lapis permukaan yang mengalami rontok atau berlubang dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Kondisi Lantai Permukaan Aspal

- e. Kondisi lubang drainase
Kondisi lubang drainase sudah tidak terlihat dikarenakan penumpukan tanah yang tebal. Penumpukan terjadi diseluruh lubang drainase pembuangan. Untuk itu dilakukan pembersihan penumpukan tanah dan dilakukan pemeliharaan rutin pada masa yang akan datang. Kondisi lubang drainase dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Kondisi Lubang Drainase

- f. Kondisi sambungan atau *expansion joint*
Kondisi pada sambungan atau *expansion joint* terjadi kerusakan berupa hilangnya *joint sealent*. Kondisi yang mengalami kerusakan terjadi pada kedua sambungan jembatan. Penanganan yang dapat dilakukan dengan cara memberikan sealent terhadap sambungan jembatan. Kondisi sambungan atau *expansion joint* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Kondisi Sambungan atau *Expansion Joint*

- g. Kondisi karat pada sandaran
Kondisi sandaran sudah mengalami karat dan berlumut. Kondisi sandaran karat dan berlumut terjadi di kedua sisi kiri dan kanan jembatan. Oleh karena itu sandaran harus dilakukan pembersihan dan dilakukan pengecatan ulang guna mempertahankan umur sandaran untuk pejalan kaki. Kondisi sandaran dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Kondisi Sandaran Pejalan Kaki

- h. Kondisi pada tembok ujung (parapet)
Kondisi pada tembok ujung (parapet) telah mengalami kerusakan ringan seperti telah berlumut pada tembok ujung (parapet). Untuk mempertahankannya diperlukan pembersihan dan pengecatan ulang agar tidak mengalami kerontokan plesteran. Kondisi tembok ujung (parapet) dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Kondisi Tembok Sedada (Parapet)

i. Kerusakan elemen marka jalan

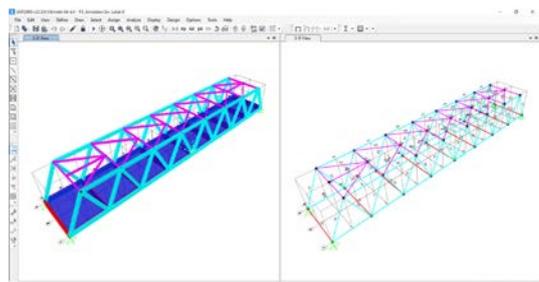
Kondisi pada marka jalan telah mengalami komponen yang hilang. Untuk itu diperlukan pembuatan marka baru untuk keamanan bagi pengguna jembatan. Kondisi kerusakan elemen marka jalan dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Kondisi Marka Jalan

Pemodelan jembatan

Pemodelan struktur jembatan untuk mengetahui batang kritis FCM dan rasio tegangan yang terjadi sesuai dengan kondisi lapangan. Untuk melakukan pemodelan struktur aplikasi yang digunakan adalah SAP 2000 versi 22.0.0. Hasil pemodelan struktur dari jembatan Sei. Lalak II dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Pemodelan 3D jembatan Sei. Lalak II pada SAP 2000

Rangkuman penginputan beban dan kombinasi beban

Dalam penginputan beban pada aplikasi SAP 2000 untuk jembatan Sei. Lalak II mengikuti pedoman SNI 1725:2016 pembebanan untuk jembatan. Setelah semua pemodelan struktur, material dan pembebanan diinput pada aplikasi SAP 2000, hasil dari running pembebanan jembatan dapat dilihat pada gambar 12.

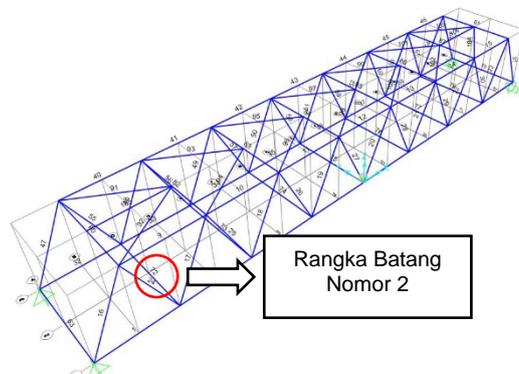


Gambar 12. Hasil Input Pembebanan Jembatan Sei. Lalak II pada SAP 2000

Dapat dilihat dari gambar 11 pembebanan berdasarkan SNI 1725:2016 sudah berhasil dilakukan penginputan beban diantaranya beban berat sendiri, beban mati tambahan, beban lajur merata, beban truk, dan beban pejalan kaki.

Kondisi rangka batang kritis

Dari hasil pengamatan dilapangan kondisi rangka batang sudah banyak mengalami penurunan terhadap karat. Kondisi karat yang terjadi terdapat pada rangka batang bawah dan rangka batang girder melintang. Karat yang paling banyak terlihat pada rangka batang bawah dengan penilaian karat sudah mencapai 40% (empat puluh persen) sedangkan karat yang terjadi pada batang girder melintang hanya berkisar 5% (lima persen). Penilaian kondisi karat berdasarkan dari weight loss dan volume rangka batang per-nomor batang. Cara menentukan penilaian karat dapat dilihat pada gambar 13.



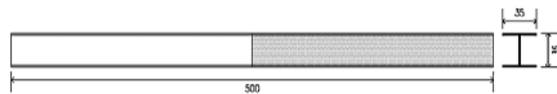
Gambar 13. Penilaian Kondisi Karat

Sampel penilaian karat dapat dilihat pada gambar 13 menunjukkan rangka batang nomor 2. Rangka batang pada nomor 2 ini memiliki panjang 5 meter dengan ukuran dimensi tipe H-beam (350.350.19 mm).



Gambar 14. Detail Rangka Batang Nomor 2

Luas penampang keseluruhan dari rangka batang nomor 2 adalah sebesar 10.30 M². karena keterbatasan dalam penelitian pengukuran karat yang terjadi secara visual dengan acuan seperti gambar 15.



Gambar 15. Acuan Penilaian Karat

Dari gambar 15 dapat dilihat bahwa penilaian dilihat secara visual dengan asumsi penilaian karat apabila karat telah mencapai setengah dari rangka batang mendapatkan penilaian karat sebesar 50%. Penilaian detail dilakukan dengan menghitung volume karat yang terdapat pada stuktur. Begitu seterusnya tergantung dari penilaian visual masing-masing peneliti. Jadi dari hasil

pemantauan penilaian karat terhadap jembatan Sei. Lalak II dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kondisi Karat Rangka Batang Jembatan Sei. Lalak II

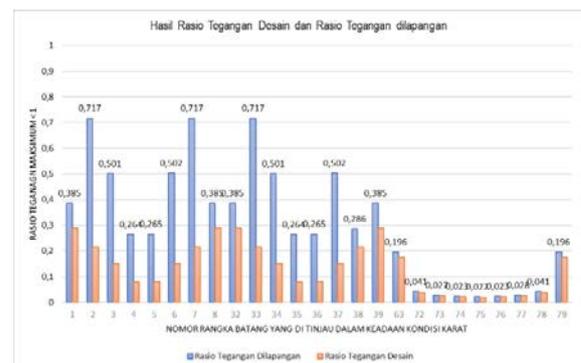
| Nomor Rangka Batang | Tipe Batang | Penilaian Karat (%) |
|---------------------|--------------------------------------|---------------------|
| (1) | (2) | (3) |
| 1 | Batang Bawah - 350.350.19 | 15 % |
| 2 | Batang Bawah - 350.350.19 | 40 % |
| 3 | Batang Bawah - 350.350.19 | 40 % |
| 4 | Batang Bawah - 350.350.19 | 40 % |
| 5 | Batang Bawah - 350.350.19 | 40 % |
| 6 | Batang Bawah - 350.350.19 | 40 % |
| 7 | Batang Bawah - 350.350.19 | 40 % |
| 8 | Batang Bawah - 350.350.19 | 15 % |
| 32 | Batang Bawah - 350.350.19 | 15 % |
| 33 | Batang Bawah - 350.350.19 | 40 % |
| 34 | Batang Bawah - 350.350.19 | 40 % |
| 35 | Batang Bawah - 350.350.19 | 40 % |
| 36 | Batang Bawah - 350.350.19 | 40 % |
| 37 | Batang Bawah - 350.350.19 | 40 % |
| 38 | Batang Bawah - 350.350.19 | 15 % |
| 39 | Batang Bawah - 350.350.19 | 15 % |
| 63 | Batang Girder Melintang - 700.250.22 | 5 % |
| 72 | Batang Girder Melintang - 700.250.22 | 5 % |
| 73 | Batang Girder Melintang - 700.250.22 | 5 % |
| 74 | Batang Girder Melintang - 700.250.22 | 5 % |
| 75 | Batang Girder Melintang - 700.250.22 | 5 % |
| 76 | Batang Girder Melintang - 700.250.22 | 5 % |
| 77 | Batang Girder Melintang - 700.250.22 | 5 % |
| 78 | Batang Girder Melintang - 700.250.22 | 5 % |
| | Batang Girder Melintang - 700.250.22 | 5 % |

Tabel 2 juga menjadi acuan dalam menginput karakteristik material pada program struktur, Sehingga dimensi dari batang struktur tidak berubah, namun ada karakteristik yang berkurang nilainya sesuai dengan tabel di atas. Setelah dilakukan pengamatan rangka batang yang karat tahap selanjutnya menganalisis rangka batang dengan kondisi eksisting di atas. Dibuat pemodelan di SAP 2000 dengan persentase sisa kekuatan yang ada. Untuk data spesifikasi material terdiri atas jenis baja pada perencanaan yang digunakan adalah BJ 37 dengan tegangan putus minimum, fu (Mpa) 370 dan tegangan leleh minimum, fy (Mpa) 240. Dengan kondisi karat yang terjadi fu dan fy baja sudah mengalami penurunan paling besar 40%. Dalam penginputan beban fu dan fy pada aplikasi SAP2000 dari fu sebesar 370 Mpa berkurang menjadi 40% yaitu 222 Mpa. Sedangkan untuk fy sebesar 240 Mpa berkurang menjadi 40% sebesar 144 Mpa. Begitu seterusnya untuk seluruh batang yang mengalami kondisi karat.

Pada rasio tegangan desain rencana seluruh batang memiliki rasio tegangan < 1. Apabila rasio tegangan memperoleh hasil > 1 batang tersebut termasuk kedalam kategori batang kritis FCM.

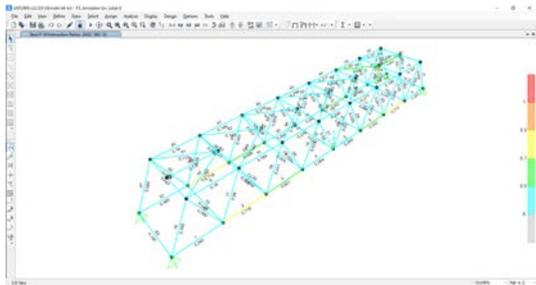
Tabel 3. Rasio Tegangan Rangka Baja Jembatan Sei. Lalak II

| Nomor Rangka Batang | Tipe Batang | Rasio Tegangan Desain | Rasio Tegangan saat ini |
|---------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| (1) | (2) | | |
| 1 | Batang Bawah | 0,289 | 0,385 |
| 2 | Batang Bawah | 0,215 | 0,717 |
| 3 | Batang Bawah | 0,150 | 0,501 |
| 4 | Batang Bawah | 0,079 | 0,264 |
| 5 | Batang Bawah | 0,080 | 0,265 |
| 6 | Batang Bawah | 0,151 | 0,502 |
| 7 | Batang Bawah | 0,215 | 0,717 |
| 8 | Batang Bawah | 0,289 | 0,385 |
| 32 | Batang Bawah | 0,289 | 0,385 |
| 33 | Batang Bawah | 0,215 | 0,717 |
| 34 | Batang Bawah | 0,150 | 0,501 |
| 35 | Batang Bawah | 0,079 | 0,264 |
| 36 | Batang Bawah | 0,080 | 0,265 |
| 37 | Batang Bawah | 0,151 | 0,502 |
| 38 | Batang Bawah | 0,215 | 0,286 |
| 39 | Batang Bawah | 0,289 | 0,385 |
| 63 | Batang Girder Melintang | 0,177 | 0,196 |
| 72 | Batang Girder Melintang | 0,037 | 0,041 |
| 73 | Batang Girder Melintang | 0,025 | 0,027 |
| 74 | Batang Girder Melintang | 0,021 | 0,023 |
| 75 | Batang Girder Melintang | 0,020 | 0,022 |
| 76 | Batang Girder Melintang | 0,021 | 0,023 |
| 77 | Batang Girder Melintang | 0,025 | 0,028 |
| 78 | Batang Girder Melintang | 0,037 | 0,041 |
| 79 | Batang Girder Melintang | 0,177 | 0,196 |



Gambar 16. Hasil Rasio Tegangan Desain dan Rasio Tegangan dilapangan

Rangka batang yang memiliki rasio tegangan tertinggi sesuai dengan kondisi dilapangan terdapat pada nomor rangka batang 2 dengan nilai rasio tegangan (0,717), nomor rangka batang 7 dengan nilai rasio tegangan (0,717) dan nomor rangka batang 33 dengan nilai rasio tegangan (0,717).



Gambar 17. Hasil *Running* Rasio tegangan Jembatan Sei. Lalak II Pada SAP 2000

Dari gambar diatas hasil indeks berwarna kuning pada rangka batang nomor batang 2, nomor rangka batang 7 dan nomor rangka batang 33 menunjukkan bahwa kondisi rangka batang dalam keadaan hati-hati sehingga diperlukan penanganan secepatnya agar kondisi tersebut tidak menyebar luas bagian yang lain. Penanganan yang dapat dilakukan dengan cara melakukan pemeliharaan rutin pembersihan terhadap lumut dan karat yang selanjutnya dilakukan pengecatan pada rangka batang jembatan Sei. Lalak II. Sedangkan indeks untuk berwarna hijau rasio tegangan masih dalam kategori aman.

Tahap penyaringan

Dari setiap kriteria tahap penyaringan yang telah memenuhi syarat dari jembatan yang diperiksa mendapatkan nilai 5 (lima) poin sehingga nilai maksimal adalah 40 poin Kriteria metode FCM. Pada jembatan Sei. Lalak II ini terdapat 8 kriteria dengan nilai masing-masing kriteria memperoleh skor 5 poin jika sesuai dengan kriteria/ menjawab iya dan point nol jika menjawab tidak. Sehingga total keseluruhan memdapatkan nilai maksimal 40 poin. Hasil tahap penyaringan FCM dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Hasil Tahap Penyaringan FCM

| No. | Uraian | Skor Acuan | Kondisi | Skor |
|-----|--|------------|---------|------|
| 1.1 | Jembatan tidak baru saja direhab, atau diretrofit pada batang FCM | 5 | x | |
| 1.2 | Jembatan tidak ber-struktur <i>pin</i> dan <i>hanger</i> | 5 | x | |
| 1.3 | Jembatan tidak ber-struktur <i>eyebars</i> tanpa <i>redundancy</i> | 5 | √ | 5 |
| 1.4 | Jembatan tidak ber-struktur las lubang dan <i>backup bar</i> yang terputus | 5 | x | |
| 1.5 | Tidak ada retakan aktif akibat fatik | 5 | √ | 5 |
| 1.6 | Jembatan tidak ber-struktur yang rawan terhadap patah (CIF) | 5 | √ | 5 |
| 1.7 | Jembatan tidak menyisakan perawatan | 5 | √ | 5 |
| 1.8 | Nilai kondisi jembatan baik (BMS ≥ 2) | 5 | √ | 5 |
| | | 40 | Jumlah | 25 |

Catatan :

1. Nilai maksimal 40 poin
2. Semua kriteria harus terpenuhi untuk melanjutkan ke tahap penilaian.
3. Apabila ada kriteria yang tidak terpenuhi maka pemeriksaan selanjutnya maksimal 24 bulan.

Dari kedelapan kriteria ini dilakukan penilaian terhadap jembatan rangka baja secara umum di Indonesia, maka

dari itu kriteria untuk nomor 3 dan nomor 6 memenuhi syarat. Hal tersebut dikarenakan jembatan rangka baja di Indonesia tidak terdapat *eyebars* tanpa *redundancy* dan berstruktur rawan patah atau *constraint induced fracture* (CIF).

Dari hasil penilaian FCM Jembatan Sei. Lalak II pada tahap penyaringan nilai yang diperoleh sebesar 25 poin, maka pemeriksaan selanjutnya dari tahap penyaringan akan dilakukan maksimal pada 24 bulan yang akan datang.

Tahap penilaian

Setelah dilakukan tahap penyaringan selanjutnya dilakukan pada tahap penilaian kondisi. Untuk mendapatkan hasil penilaian ini telah dilakukan survei kondisi lapangan jembatan Sei. Lalak II. Berdasarkan Asmara E., (2012) pada tahap penilaian ini jembatan akan dinilai berdasarkan 12 kriteria yaitu dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Hasil Tahap Penilaian FCM

| No. | Uraian | Skor Acuan | Kondisi | Skor |
|------|---|------------|---------|------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 2.1 | Jembatan didesain berdasarkan AASSTO/AWS dengan kontrol terhadap patah batang | 20 | x | 0 |
| 2.2 | Lokasi jembatan menurut AASHTO <i>temperature zone</i> | | | |
| | i. Suhu terdingin diatas -18°C | 10 | | |
| | ii. Suhu terdingin diantara -18°C sampai -34°C | 5 | √ | 5 |
| | iii. Suhu terdingin dibawah -35°C | 0 | | |
| 2.3 | Jumlah kendaraan berat per jalur per hari (ADTT _{SL}) | | | |
| | Perkiraan | | | |
| | ADTT _{SL} ≤ 15 | 15 | | |
| | 15 < ADTT _{SL} ≤ 100 | 10 | √ | 10 |
| | 100 < ADTT _{SL} ≤ 1000 | 5 | | |
| | ADTT _{SL} ≥ 1000 | 0 | | |
| 2.4 | Apakah jembatan tidak dilalui kendaraan standar | | | |
| | ADTT _{SL} = 0 | 20 | | |
| | ADTT _{SL} ≠ 0 | 0 | x | 0 |
| 2.5 | Apakah batang FCM dibuat dari baja HPS (<i>high performance steel</i>) | 10 | x | 0 |
| 2.6 | Nilai kondisi batang FCM | | | |
| | Terlindungi atau lingkungan tak korosif | | | |
| | BMS = 1;2 | 15 | √ | 15 |
| | BMS = 3 | 7 | | |
| | BMS = 4;5 | 0 | | |
| | Tak terlindungi atau lingkungan korosif | | | |
| | BMS = 1;2 | 10 | | |
| | BMS = 3 | 5 | | |
| | BMS = 4;5 | 0 | | |
| 2.7 | <i>Internal Redundancy</i> pada batang FCM | | | |
| | Ada <i>Internal Redundancy</i> dengan analisa | 15 | √ | 15 |
| | Ada <i>Internal Redundancy</i> tanpa analisa | 7 | | |
| | Tanpa <i>Internal Redundancy</i> | 0 | | |
| 2.8 | <i>Structural Redundancy</i> pada batang FCM | | | |
| | Ada <i>Structural Redundancy</i> | 10 | √ | 10 |
| | Tanpa <i>Structural Redundancy</i> | 0 | | |
| 2.9 | Sisa umur rencana | | | |
| | Sisa umur ≥ 75 tahun | 7 | | |
| | 25 < sisa umur ≤ 75 tahun | 4 | √ | 4 |
| | Sisa umur ≤ 25 tahun | 0 | | |
| 2.10 | Kategori jenis detail fatik | | | |

| No. | Uraian | Skor Acuan | Kondisi | Skor |
|--------------------------------------|---|------------|---------|-----------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| | Kategori A, B, atau B' | 15 | | |
| | Kategori C atau C' | 10 | | |
| | Kategori D | 5 | | |
| | Kategori E atau E' | 0 | √ | 0 |
| 2.11 | Terdapat las jelujur (<i>tack weld</i>) | | | |
| | Tanpa las jelujur | 5 | | |
| | Terdapat las jelujur | 0 | √ | 0 |
| 2.12 | Penilaian pengelola atau ahli | Maks. | √ | 5 |
| | | 5 | | |
| | | 155 | Jumlah | 79 |
| Catatan : Nilai maksimum 155 poin | | | | |

Dari hasil tahap penilaian FCM pada jembatan Sei Lalak II nilai yang diperoleh adalah sebesar 79 poin, maka sesuai dengan penentuan jangka waktu pemeriksaan selanjutnya pada (tabel 1) akan dilakukan pada 6 bulan yang akan datang.

KESIMPULAN

Hasil penelitian berdasarkan metode FCM menunjukkan batang FCM pada jembatan Sei Lalak II tidak memiliki batang kritis, dimana batang kritis yang dimaksud memiliki rasio tegangan > 1 . Sedangkan hasil dari rasio batang jembatan Sei Lalak II memiliki rasio tegangan paling besar pada nomor batang 2 dengan nilai rasio tegangan $(0,717) < 1$, nomor batang 7 dengan nilai rasio tegangan $(0,717) < 1$ dan nomor batang 33 dengan nilai rasio tegangan $(0,717) < 1$. Dengan kondisi rangka baja saat ini menunjukkan bahwa jembatan Sei Lalak II masih dalam kategori aman untuk dilalui kendaraan yang melintasi. Penilaian tahap penilaian kondisi jembatan Sei Lalak II memperoleh hasil 79 poin sehingga pemeriksaan selanjutnya akan dilakukan pada 6 (enam) bulan yang akan datang. Sedangkan kondisi rangka baja diperlukan penanganan rehabilitasi ringan seperti pembersihan dan pengecatan rangka baja terutama pada bagian rangka batang bawah dan pada jembatan Sei Lalak II di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Perumahan, Kawasan Permukiman dan Pertanahan Bidang Bina Marga Provinsi Riau yang telah membantu memberikan informasi dalam pengambilan data lapangan.

REFERENSI

- BMS, Panduan Pemeriksaan Jembatan, bagian 1.** (1993). Panduan Pemeriksaan Jembatan.
- Apriani, Widya and Megasari, Shanti Wahyuni and Putri Loka, Wella Alrisa.** (2018) PENILAIAN KONDISI JEMBATAN RANGKA BAJA DI RIAU DENGAN METODE BRIDGE MANAGEMENT

SYSTEM. Program Studi Teknik Sipil, 4 (2). pp. 103-106. ISSN

<https://journal.unilak.ac.id/index.php/SIKLUS>

Apriani, W., Megasari, S. W., Alrisa, W., & Loka, P.. (2018). *Penilaian Jembatan Rangka Baja Transfield Australia Dengan Metode Fracture Critical Member (Studi Kasus : Jembatan Siak 2 Pekanbaru)*. September, 18–19

Apriani, W., Lubis, F., Suryanita, R., Firzal, Y. (2020). The Evaluation of Changes in Camber Position to Deflection of Arch Steel Bridge in Extreme Loads. In: Mohamed Nazri, F. (eds) Proceedings of AICCE'19. AICCE 2019. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 53. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32816-0_62

Widya Apriani and Shanti Wahyuni Megasari (2020) IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 469 012049

Kasus, S., Atinggola, J., & Gorontalo, P. (2021). Penilaian Kondisi Dan Prediksi Umur Sisa Berdasarkan Bridge Management System 1993. 9 (1), 1–12.

Kumalasari, D., & Sumargo, S. (2020). Investigasi Visual Jembatan Kp. Keling A & B Menggunakan Metode Bridge Management System (BMS). *Teknika*, 14(x),103–111.

FHWA. (n.d.). FHWA, 2012.

Kasus, S., Atinggola, J., & Gorontalo, P. (2021). Penilaian Kondisi Dan Prediksi Umur Sisa Berdasarkan Bridge Management System 1993. 9 (1), 1–12.

Kumalasari, D., & Sumargo, S. (2020). Investigasi Visual Jembatan Kp. Keling A & B Menggunakan Metode Bridge Management System (BMS). *Teknika*, 14(x),103–111.

Safana, N. G., & Sumargo, S. (2021). Penilaian Kondisi Visual dan Prediksi Sisa Umur Jembatan Way Gedau Lampung dengan Metode Bridge Management System. *Jurnal Teknik Sipil*, 28 (1), 23–30.

Sipil, M. T., Rehabilitasi, T., Pemeliharaan, D. A. N., Sipil, B., Pascasarjana, P., Sebelas, U., & Surakarta, M. (2012). CRITICAL MEMBER (Studi Kasus : Jembatan Bandar Kota Kediri) METHOD WITH FRACTURE CRITICAL MEMBER APPROACH (Case Study in Jembatan Bandar Kota Kediri) (Studi Kasus : Jembatan Bandar Kota Kediri).

SNI RSNI. (2005). Rancangan Standard Nasional Indonesia Tahun 2005 Tentang Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan. Badan Standardisasi Nasional (BSN) Indonesia.

Sumargo, Hakiki, R., & Raafidiani, R. (2020). Evaluasi Dan Penanganan Jembatan Di Pulau Nias Provinsi Sumatera Utara Dengan Metode Bridge Management System. *Jurnal Teknik Sipil*, 22(2), 874–878