

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tipe struktur yang mengalami pembebanan dengan sifat dinamis dan berulang salah satunya adalah struktur jembatan. Beban kendaraan merupakan beban pada batang jembatan yang bersifat dinamis dan berulang. Efek beban kendaraan yang terjadi pada batang jembatan berupa tegangan kemudian relaksasi setelah kendaraan melintas dan kemudian timbul tegangan kembali saat kendaraan selanjutnya melintas, dan seterusnya selama masa layan jembatan. Di Indonesia, masa layan jembatan biasa direncanakan untuk 75 tahun, mengacu pada standar pembebanan jembatan, yaitu SNI 1725:2016.

Tipe jembatan standar yang banyak diterapkan di Indonesia salah satunya adalah tipe jembatan rangka baja (*truss bridge*). Berdasarkan database jembatan nasional Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR tahun 2017, jumlah jembatan tipe rangka baja di Indonesia adalah 2.263 jembatan dari total 18549 jembatan, atau 12% dari seluruh tipe jembatan yang ada (DJBM 2017). Batang struktur baja pada umumnya memiliki kerentanan terhadap beban dinamis dan berulang, yang menyebabkan kegagalan fatik. Umumnya kegagalan tipe fatik dapat terjadi dengan adanya pembebanan berulang pada bagian batang jembatan yang mengalami tarik. Ada tiga fase di dalam kerusakan yang diakibatkan oleh kegagalan tipe fatik yaitu : permulaan retak (*crack initiation*), perambatan retak (*crack propagation*), dan patah statik (*fracture*) (Adam, 2011). Tahapan penampang terhadap kondisi fatik diteruskan oleh tiga variabel, yaitu (1) jumlah siklus pembebanan, (2) rentang tegangan akibat beban pada kondisi layan yang didefinisikan sebagai selisih antara tegangan maksimum dengan tegangan minimum yang terjadi, (3) ukuran awal dari sebuah kerusakan yang didefinisikan sebagai diskontinuitas pada batang, seperti retak yang sangat kecil atau sambungan antara dua batang baja (Salmon, Johnson, and Malh 2009). Retak yang terjadi akan mengalami perambatan dan berpengaruh terhadap kekuatan struktur material.

Metode *Weigh in Motion* (WIM) merupakan salah satu metode untuk mengukur beban kendaraan secara aktual sehingga akan didapatkan jumlah siklus pembebanan dan rentang tegangan akibat beban pada masa layan. Metode yang digunakan dalam AASHTO LRFD *Bridge Design Specifications* 2012 dalam analisis fatik yaitu menggunakan *S-N Curve* untuk mengetahui apakah siklus tegangan akibat beban terukur *Weigh in Motion* (WIM) telah melampaui atau masih berada dibawah kurva fatik *S-N Curve*. Widi Nugraha, 2017 telah melakukan evaluasi fatik metode *S-N Curve* pada gelagar jembatan standar Bina Marga Kelas A tipe komposit bentang 25 m yang diakibatkan oleh beban kendaraan hasil pengukuran *Weigh in Motion* (WIM) di Ruas Jalan Pantura Cikampek - Pamanukan pada tahun 2011 maupun di Ruas Jalan Tol Jakarta-Tanggerang pada tahun 2016, didapat bahwa siklus tegangan akibat pembebanan akumulasi kendaraan hasil pengukuran WIM, dengan besaran rentang tegangan > 60 MPa, berpotensi untuk dapat melampaui batasan tahanan fatik nominal *S-N Curve*. Adapun proyeksi kejadian fatik terdekat, terjadi pada masa layan 63 tahun untuk Ruas Jalan Pantura Cikampek – Pamanukan dan pada masa layan jembatan 55 tahun untuk Ruas Jalan Tol Jakarta-Tanggerang.

Haris Sidiq Pramono, Widarto Sutrisno, Iskandar Yasin, 2018 menyatakan bahwa hasil perpindahan dan tegangan pada analisis sambungan baut jembatan rangka baja menggunakan aplikasi komputer dengan perhitungan manual metode batang hingga efektif untuk diaplikasikan pada analisis struktur rangka batang statis tertentu maupun statis tak tentu menggunakan aplikasi komputer berbasis analisis 3D maupun 2D. Metode batang hingga merupakan sebuah metode numerik untuk mendapatkan *approximate solution* untuk berbagai *physical problems*. Metode pendekatan ini merupakan salah satu metode numerik sebagai alternatif solusi permasalahan dalam membuat variasi tipe sambungan untuk dianalisis perilakunya terhadap keadaan batas.

Berdasarkan uraian paragraf sebelumnya, penulis tertarik untuk menganalisis performa jembatan standar Bina Marga kelas A tipe rangka baja Austria dengan bentang 40 m menggunakan data WIM (*Weigh in Motion*) untuk mengetahui kondisi kekuatan struktur dengan mengevaluasi umur fatik pada elemen rangka baja

dan menganalisis pola keretakan pada sambungan pertemuan elemen kritis fatik berdasarkan tegangan maksimum, sehingga kelayakan dan keamanan jembatan pada saat digunakan atau dilintasi dapat selalu terjamin sampai mencapai umur layan jembatan. Data beban dan lalu lintas kendaraan dari pengukuran *Weigh in Motion* (WIM) diambil dari ruas Cikampek - Pamanukan (non-tol) yang diperoleh dari Puslitbang Jalan dan Jembatan, Kementerian Pekerjaan Umum selama 3x24 jam pada tahun 2011 dengan anggapan sebagai salah satu lokasi dengan lalu lintas dan intensitas beban terberat di Pulau Jawa untuk evaluasi jembatan standar Bina Marga yang telah diaplikasikan secara luas di berbagai ruas jalan nasional di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang menjadi dasar pemikiran dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa rentang tegangan akibat beban aktual kendaraan hasil pengukuran *Weigh in Motion* (WIM) yang berpotensi untuk dapat melampaui batasan tahanan fatik nominal *S-N Curve*?
2. Pada masa layan beberapa jembatan mengalami fatik berdasarkan proyeksi kejadian fatik terdekat?
3. Apakah pembebanan akibat beban aktual kendaraan hasil pengukuran *Weigh in Motion* (WIM) memenuhi kapasitas penampang pada kondisi fatik?
4. Bagaimana perilaku yang terjadi pada sistem sambungan pertemuan elemen kritis fatik yang mengalami konsentrasi tegangan akibat beban aktual kendaraan hasil pengukuran *Weigh in Motion* (WIM)?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Data beban aktual hasil pengukuran *Weigh in Motion* (WIM) yang dianalisis berdasarkan pengukuran Puslitbang Jalan dan Jembatan, Kementerian Pekerjaan Umum selama 3x24 jam terletak di ruas jalan nasional Cikampek - Pamanukan tahun 2011 (Pusjatan 2011) dengan klasifikasi jenis kendaraan yang digunakan oleh data logger Marksman 660 – *WIM System*, yaitu

klasifikasi EURO13. Klasifikasi tersebut membagi menjadi 12 jenis kendaraan.

2. Struktur jembatan yang dianalisis merupakan struktur jembatan standar Bina Marga kelas A tipe rangka baja Austria dengan bentang 40 meter dengan acuan gambar standar pada Pedoman Bina Marga No:07/BM/2005.
3. Jembatan yang dianalisis hanya pada struktur atasnya.
4. Material struktur atas jembatan yang digunakan adalah sebagai berikut:
 - a. Komponen baja konstruksi dalam jembatan rangka memenuhi (Pedoman No.07/BM/2005) yaitu memenuhi SM 490 BJ 55 dengan mutu $F_y = 410$ MPa, dan $F_u = 550$ MPa.
 - b. Material pelat lantai menggunakan beton bertulang dengan $f'_c = 30$ MPa.
 - c. Diameter sambungan yang digunakan adalah M24 memenuhi mutu JIS B1180 Grade 8.8 dengan tegangan leleh 620 MPa dan tegangan leleh ultimit 880 MPa.
5. Aplikasi komputer yang digunakan dalam analisis struktur jembatan atas adalah program Midas Civil dan untuk analisis sambungan menggunakan program ANSYS.
6. Pembebanan pada penelitian ini mengacu pada kondisi jembatan bentang pendek sesuai AASHTO LRFD *Bridge Design Specification* 2012 yaitu respon siklus tegangan untuk analisis fatik diakibatkan oleh beban satu truk rencana dalam satu lajur.
7. Pembebanan yang diberikan pada model jembatan ini hanya berupa berat sendiri struktur, beban mati tambahan dan beban hidup bergerak (*moving load*) yang berasal dari data beban hasil pengukuran *Weigh in Motion* (WIM), serta beban truk standar SNI 1725:2016 sebagai perbandingan terhadap beban hasil pengukuran *Weigh in Motion* (WIM).
8. Karena pengukuran *Weigh in Motion* (WIM) hanya dilakukan selama 3x24 jam maka jumlah kendaraan yang melintas diproyeksikan selama umur rencana jembatan yaitu 75 tahun yang ditetapkan dalam standar pembebanan jembatan SNI 1725:2016 dengan laju pertumbuhan lalu lintas tahunan adalah

4,8% untuk jalan arteri dan perkotaan terutama di Pulau Jawa berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan (Revisi 2017).

9. Evaluasi siklus tegangan fatik mengacu pada metode evaluasi fatik dalam *AASHTO Load and Resistance Design (LRFD) Bridge Design Specifications* 2012 dengan rentang tegangan yaitu perubahan tegangan ketika jembatan kosong dan jembatan dilintasi kendaraan.
10. S-N *Curve* yang digunakan untuk evaluasi umur fatik merupakan S-N *Curve* kategori detail B pada *AASHTO Load and Resistance Design (LRFD) Bridge Design Specifications* 2012 dengan tahanan nominal fatik 55,078 MPa.
11. Analisis sambungan yang dianalisis pada penelitian ini hanya pada pertemuan batang pada batang kritis akibat beban hasil pengukuran *Weigh in Motion* (WIM).
12. Konfigurasi sambungan yang dianalisis berdasarkan gambar standar pada Pedoman Bina Marga No.07/BM/2005 untuk jembatan rangka baja bentang 40 m.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi umur fatik dan masa layan terdekat pada struktur jembatan standar Bina Marga tipe rangka baja kelas A yang direncanakan dengan pembebanan lalu lintas berdasarkan standar *AASHTO LRFD Bridge Design Specification* 2012 yang diadopsi juga di dalam peraturan pembebanan untuk jembatan yaitu SNI 1725:2016 terhadap beban aktual hasil pengukuran beban *Weigh in Motion* (WIM) di ruas jalan nasional Cikampek – Pamanukan pada tahun 2011.
2. Mengetahui perilaku sistem sambungan pertemuan elemen kritis fatik terhadap beban aktual kendaraan hasil pengukuran *Weigh in Motion* (WIM).

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun gambaran secara garis besar penulisan tugas akhir ini yang diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang permasalahan, rumusan permasalahan, ruang lingkup kegiatan, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Memuat uraian dan teori-teori, temuan dan bahan-bahan lain yang diperoleh dari sumber pustaka yang dijadikan landasan dalam melakukan penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi uraian rinci tentang metodologi penelitian yang dilakukan dalam analisis berupa urutan-urutan tahapan pelaksanaan analisis, pengumpulan data-data yang berhubungan dengan penelitian, pemodelan, studi literatur hingga analisis data yang diperoleh.

BAB IV PEMODELAN DAN PEMBAHASAN

Berisi uraian tahapan-tahapan pemodelan, pembahasan masalah yang diteliti, dan menampilkan hasil dari pembahasan yang dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dari hasil analisis dan saran-saran yang diberikan atas hasil analisis yang diperoleh agar penelitian ini dapat bermanfaat.