

LAPORAN PENELITIAN

EVALUASI PERANCANGAN STRUKTUR UTAMA RANGKA BAJA DAN LANTAI JEMBATAN BENTANG 40M GAYO LUES PROVINSI ACEH



TIM PELAKSANA :

1. Udien Yulianto, ST, M.Tech NIDN 0310077002 (Ketua / Dosen)
2. Muhammad Rizal NPM 15273115060 (Mahasiswa)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
JAKARTA
TAHUN 2020**



YAYASAN BUDI UTOMO
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
(ITBU)

Jalan Raya Mawar Merah No. 23, Pondok Kopi, Jakarta Timur
Telp.8611849 – 8511850 Fax. 8613627

Bank : CIMB Niaga

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN

- A. Judul Kegiatan : EVALUASI PERANCANGAN STRUKTUR UTAMA
RANGKA BAJA DAN LANTAI JEMBATAN
BENTANG 40M GAYO LUES PROVINSI ACEH
1. Program : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
2. Ketua Pelaksana :
Nama : Udien Yulianto, ST, M.Tech
NIDN : 0310077002
Program Studi : Teknik Sipil
3. Anggota :
1) Nama : Muhammad Rizal
NPM : 15273115060
Program Studi : Teknik Sipil
Lokasi : Aceh
4. Lama Pelaksanaan : 6 (bulan)
5. Tanggal/Tahun : September 2019 s/d Februari 2020
6. Biaya : Rp 4.000.000,-

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknologi Industri



(Dr. Survadi, S.T., M.T)

NIDN : 0302046907

Jakarta, Februari 2020
Menyetujui,
Kepala LPPM,



(Sigit Wibisono, S.T., M.T.)

NIDN : 0314116301



YAYASAN BUDI UTOMO
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO
(I T B U)

Jalan Raya Mawar Merah No. 23, Pondok Kopi, Jakarta Timur
Telp.8611849 – 8511850 Fax. 8613627

Bank : CIMB Niaga

Kepada
Yth. **Kepala LPPM ITBU**
Di Jakarta

Dengan hormat,

Dalam rangka memenuhi kewajiban Tri Dharma Perguruan Tinggi, maka bersama ini kami mengajukan proposal penelitian untuk Semester Ganjil TA. 2019-2020:

- a. Judul : **EVALUASI PERANCANGAN STRUKTUR UTAMA RANGKA BAJA DAN LANTAI JEMBATAN BENTANG 40M GAYO LUES PROVINSI ACEH**
- b. Tim Peneliti:
1. Ketua
Nama : Udien Yulianto, St, M.Tech
NIDN : 0310077002
Prodi : Teknik Sipil
 2. Anggota
Nama : Muhammad Rizal
NPM : 15273115060
Prodi : Teknik Sipil
- c. Lokasi : Aceh
- d. Lama Pelaksanaan : 6 (bulan)
- e. Tanggal/Tahun : September 2019 s/d Februari 2020
Biaya : Rp 4.000.000,-


Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan bantuannya, kami ucapkan terima kasih.

Jakarta, September 2019
Yang mengajukan,

Menyetujui,
Kaprodik Teknik Sipil



(Udien Yulianto, S.T, M.Tech)
NIDN: 0310077002



(Udien Yulianto, S.T, M.Tech)
NIDN: 0310077002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Alloh SWT, yang telah melimpahkan rahmat & karuniaNya sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini Bersama dengan mahasiswa Teknik sipil Institut Teknologi Budi Utomo.

Dalam pengerjaan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari kekurangan. Oleh karena itu sangat diharapkan sekali kritik & saran yang sifatnya membangun untuk menciptakan laporan ini lebih baik lagi, semoga laporan ini dapat bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, Februari 2020

Peneliti

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Surat Pengajuan Penelitian	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	2
BAB III METODE PENELITIAN	6
BAB IV HASIL PEMBAHASAN.....	8
BAB V PENUTUP	11
DAFTAR PUSTAKA	12

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berat Isi Untuk Beban Mati	3
Tabel 2.2 Jumlah lajur lau lintas rencana.....	5
Tabel 4.1 Kombinasi Momen	9

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Sketsa Ilustrasi Beban Angin	8
Gambar 4.2 Ilustrasi Lantai Jembatan	10

BAB I

PENDAHULUAN

Pengertian jembatan secara umum adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan raya yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lain-lain.

Metode ASD (*Allowable Strees Design*) dalam struktur baja telah lama digunakan, namun beberapa tahun terakhir metode desain dalam struktur baja mulai beralih ke metode lain didasarkan pada ilmu probabilitas, sehingga dapat mengantisipasi segala ketidakpastian dari material maupn beban. Oleh karena itu, metode LRFD ini dianggap andal.

Kabupaten Gayo Lues dalam perkembangannya membangun jembatan rangka baja bentang 40 meter kelas C, untuk memajukan perekonomian disekitar. Dalam penelitian ini akan membahas jembatan rangka *type (warren truss)* yang telah dibangun pada tahun 2019, dengan menggunakan metode LRFD dengan dibantu program *SAP2000* mengacu dengan aturan-aturan yang berlaku di Indonesia.

Beban-beban yang dipakai untuk mengevaluasi jembatan ini akan mengacu pada peraturan SNI 1725:2016 yang merupakan pembaruan dari RSNI T-02-2005, karena kombinasi pembebanan yang terjadi ditambahkan dari peraturan sebelumnya. Dalam pembebanan akan di tinjau pada keadaan yang sangat ekstrim, untuk mengantisipasi keruntuhan pada struktur jembatan.

Dalam evaluasi re-desain struktur utama ini jembatan rangka baja dilakukan perhitungan untuk mendapatkan besarnya kuat tekan ultimit dengan menggunakan metode LRFD (*Load and Resitance Factor Deign*), dan dengan bantuan program *SAP2000* serta menyajikannya dalam bentuk tabel. Perhitungan menggunakan menggunakan profil *weldedbeam* dengan *preliminary design* terlebih dahulu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Landasan Teori

Landasan teori tentang penulisan mengacu pada SNI - 1725 : 2016 tentang Pembebanan dan re-desain lantai pada struktur jembatan rangka baja sesuai dengan standar Indonesia.

a. Definisi Jembatan Rangka

Jembatan rangka (*truss bridge*) tersusun dari batang-batang yang dihubungkan satu sama lain dengan pelat buhul, dengan pengikat paku keling, baut atau las. Batang-batang rangka ini hanya memikul gaya dalam aksial (normal) tekan atau tarik. Suatu jembatan terdiri atas bagian bawah dan bagian atas. Bagian bawah mendukung / memikul bagian atas jembatan dan meneruskan beban bagian atas beserta beban lalu lintas ke bagian bawah. Bagian bawah terdiri dari abutmen, pilar (jika ada) dan pondasi.

Tipe Jembatan B. Cameron Scultz dan Dimitri A. Grivas (*Microsoft Encarta*, 2006) menyebutkan bahwa berdasarkan bentuknya secara garis besar ada sembilan jenis tipe jembatan yang dapat digunakan, yaitu:

1. Jembatan balok (*beam bridges*)
2. Jembatan kantilaver (*cantilaver bridges*)
3. Jembatan lengkung (*arch bridges*)
4. Jembatan rangka (*truss bridges*)
5. Jembatan gantung (*suspension bridges*)
6. Jembatan kabel (*cable-stayed bridges*)
7. Jembatan gerak (*movable bridges*)
8. Jembatan terapung (*floating bridges*)

Dari beberapa tipe jembatan di atas, tipe jembatan yang akan digunakan adalah jembatan rangka (*truss bridge*) dengan material baja (*steel truss bridge*). Parameter yang digunakan sebagai pertimbangan atau dasar dalam melakukan perencanaan yaitu perencanaan struktur jembatan yang optimum sesuai dengan spesifikasi, pembebanan, dan kebutuhan yang diperlukan.

b. Jembatan Rangka Baja (*Truss Bridge*)

Jembatan rangka baja adalah salah satu tipe jembatan yang dibuat dengan menyambung beberapa batang dengan baut yang membentuk pola rangka segitiga.

Jembatan rangka biasanya akan efektif jika digunakan untuk bentang lebih dari 30 m sampai 375 m. Beberapa tipe jembatan rangka baja antara lain:

1. Pratt Truss
2. Parker “Camelback” (Pratt) Truss
3. Baltimore (Pratt) Truss
4. Pennsylvania-Petit (Pratt) Truss
5. Warren Truss
6. Subdivided Warren Truss
7. Howe Truss
8. Whicert Truss
9. Cantilaver Through Top Truss
10. Cantilaver Through *Top and Bottom Truss*

Pembebanan Jembatan

Besarnya dimensi setiap elemen struktur yang ditentukan oleh gaya-gaya dalam (momen, gaya lintang dan gaya normal) harus mampu mendukung kekuatan suatu struktur akibat gaya luar yang bekerja. Dasar peraturan terkait dengan pembebanan yang digunakan untuk perencanaan jembatan rangka di Indonesia adalah *SNI 1725:2016 “Standar Pembebanan Untuk Jembatan”*. Adapun beban-beban yang diperhitungkan antara lain:

a. Beban Permanen

Massa setiap bagian bangunan harus dihitung berdasarkan dimensi yang tertera dalam gambar dan berat jenis bahan yang digunakan. Berat dari bagian-bagian bangunan tersebut adalah massa dikalikan dengan percepatan gravitasi (g). Percepatan gravitasi yang digunakan dalam standar ini adalah 9,81 m/detik. Besarnya kerapatan massa dan berat isi untuk berbagai macam bahan diberikan dalam Tabel 2.2 Berat isi untuk beban mati.

Tabel 2.1. Berat Isi Untuk Beban Mati

No.	Bahan	Berat isi (kN/m ³)	Kerapatan massa (kg/m ³)
1	Lapisan permukaan beraspal (<i>bituminous wearing surfaces</i>)	22,0	2245
2	Besi tuang (<i>cast iron</i>)	71,0	7240
3	Timbunan tanah dipadatkan (<i>compacted sand, silt or clay</i>)	17,2	1755
4	Kerikil dipadatkan (<i>rolled gravel, macadam or ballast</i>)	18,8-22,7	1920-2315
5	Beton aspal (<i>asphalt concrete</i>)	22,0	2245
6	Beton ringan (<i>low density</i>)	12,25-19,6	1250-2000
7	Beton $f_c < 35$ MPa	22,0-25,0	2320
	$35 < f_c < 105$ MPa	$22 + 0,022 f_c$	$2240 + 2,29 f_c$
8	Baja (<i>steel</i>)	78,5	7850
9	Kayu (ringan)	7,8	800
10	Kayu keras (<i>hard wood</i>)	11,0	1125

(Sumber; SNI-1725:2016)

Pengambilan kerapatan massa yang besar, aman untuk suatu keadaan batas akan tetapi tidak untuk keadaan yang lainnya. Untuk mengatasi hal tersebut dapat digunakan faktor beban terkurangi. Akan tetapi, apabila kerapatan massa diambil dari suatu jajaran nilai, dan nilai yang sebenarnya tidak bisa ditentukan dengan tepat, perencana harus memilih di antara nilai tersebut yang memberikan keadaan yang paling kritis.

Beban mati jembatan merupakan kumpulan berat setiap komponen struktural dan nonstruktural. Setiap komponen ini harus dianggap sebagai suatu kesatuan aksi yang tidak terpisahkan pada waktu menerapkan faktor beban normal dan faktor beban terkurangi. Perencana jembatan harus menggunakan keahliannya di dalam menentukan komponen-komponen tersebut.

b. Beban Lalu-Lintas

Beban lalu-lintas untuk perencanaan jembatan terdiri atas beban lajur "D" dan beban truk "T". Beban lajur "D" bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban lajur "D" yang bekerja tergantung pada lebar jalur kendaraan itu sendiri.

Beban truk "T" adalah suatu kendaraan berat dengan 3 gandar yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu lintas rencana. Tiap gandar terdiri atas dua bidang kontak pembebanan yang dimaksud sebagai simulasi pengaruh roda kendaraan berat. Hanya satu truk "T" diterapkan per lajur lalu lintas rencana.

- **Lajur Lalu Lintas Rencana**

Secara umum, Jumlah lajur lalu lintas rencana ditentukan dengan mengambil bagian *integer* dari hasil pembagian lebar bersih jembatan (w) dalam mm dengan lebar lajur rencanasebesar 2750 mm. Perencana harus memperhitungkan kemungkinan berubahnya lebar bersih jembatan dimasa depan sehubungan dengan perubahan fungsi dari bagian jembatan. Jumlah maksimum lajur lalu lintas yang digunakan untuk berbagai lebar jembatan bisa dilihat dalam Tabel Jumlah lajur lalu lintas rencana. Lajur lalu lintas rencana harus disusun sejajar dengan sumbu memanjang jembatan.

Tabel 2.2. Jumlah lajur lau lintas rencana

Tipe Jembatan (1)	Lebar Bersih Jembatan (2) (mm)	Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana (n)
Satu Lajur	$3000 \leq w < 5250$	1
Dua Arah, tanpa Median	$5250 \leq w < 7500$	2
	$7500 \leq w < 10,000$	3
	$10,000 \leq w < 12,500$	4
	$12,500 \leq w < 15,250$	5
	$w \geq 15,250$	6
Dua Arah, dengan Median	$5500 \leq w \leq 8000$	2
	$8250 \leq w \leq 10,750$	3
	$11,000 \leq w \leq 13,500$	4
	$13,750 \leq w \leq 16,250$	5
	$w \geq 16,500$	6
Catatan (1)	: Untuk jembatan tipe lain, jumlah lajur lalu lintas rencana harus ditentukan oleh instansi yang berwenang.	
Catatan (2)	: Lebar jalur kendaraan adalah jarak minimum antara kerb atau rintangan untuk satu arah atau jarak antara kerb/rintangan/median dan median untuk banyak arah.	

(Sumber; SNI-1725:2016)

Berdasarkan Tabel bila lebar bersih jembatan berkisar antara 3000 mm sampai 5000 mm, maka jumlah jalur rencana harus diambil satu lajur lalu lintas rencana dan lebar jalur rencana harus diambil sebagai lebar jalur lalu lintas. Jika jembatan mempunyai lebar bersih antara 5250 mm dan 7500 mm, maka jembatan harus direncanakan memiliki dua lajur rencana, masing-masing selebar lebar bersih jembatan dibagi dua. Jika jembatan mempunyai lebar bersih antara 7750 mm dan 10000 mm, maka jembatan harus direncanakan memiliki tiga lajur rencana, masing-masing selebar lebar bersih jembatan dibagi tiga.

BAB III

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Sesuai dengan identifikasi penelitian, jenis penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian evaluasi. Penelitian evaluasi merupakan kegiatan penelitian untuk mengumpulkan data, menyajikan informasi yang akurat dan objektif mengenai struktur rangka utama jembatan baja bentang 40 meter. Berdasarkan akurasi dan objektivitas informasi yang diperoleh selanjutnya dapat menentukan nilai atau tingkat kekuatan struktur, sehingga dapat disimpulkan kekuatan struktur tersebut aman atau tidaknya dengan pembebanan yang ditinjau.

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif, karena hasil penelitian yang dilakukan berupa angka atau bilangan yaitu hasil rasio atau tegangan yang diijinkan lebih kecil dari yang terjadi pada struktur rangka utama jembatan rangka baja bentang 40 meter sesuai dengan SNI 1725 : 2016.

Pada penelitian ini akan dibahas metode-metode yang terkait dengan analisis yang akan dilakukan yaitu metode pengujian manual menggunakan Microsoft Excel dan metode numerik dengan menggunakan program SAP 2000.

Metode – Metode

1. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini perancangan harus memenuhi 2 macam data yang dibutuhkan pada saat mengevaluasi sebagai berikut :

1. Data Primer

Data Primer yang dibutuhkan untuk mengevaluasi adalah data-data desain sebelumnya seperti gambar rencana sebelumnya, hasil analisis sebelumnya, serta gambar kerja sebelumnya.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang terkait adalah studi literatur terhadap pembebanan jembatan dan data-data yang berhubungan tentang pembebanan jembatan.

2. Metode Perancangan

Dalam merancang desain jembatan perencana membuat beberapa tahapan-tahapan atau langkah-langkah perencanaan.

1. Mencari data jembatan yang akan di dievaluasi.
2. Menentukan spesifikasi dan konfigurasi jembatan.
3. Menghitung beban-beban yang bekerja pada jembatan dengan mengacu ke peraturan perencanaan jembatan SNI 1725 : 2016.
4. Menghitung elemen-elemen struktur rangka utama jembatan dengan *program SAP2000*.
5. Membedakan hasil desain awal dengan hasil di penelitian ini.
6. Menyimpulkan hasil rancangan.

3. Metode Pembahasan Hasil

Dari pembahasan hasil penelitian ini akan meninjau terhadap :

1. Meninjau kekuatan struktur utama dan gaya-gaya yang terjadi pada pembebanan yang ditinjau.
2. Batang-batang yang tidak aman akan diganti dengan profil yang lebih besar dan lebih optimal.

BAB IV

HASIL PEMBAHASAN

Perhitungan Struktur Rangka Utama Jembatan

Dimensi Perencanaan Jembatan

Properties Material

Berat Jenis Material

Beban Sendiri Lantai Jembatan (M_S)

Beban Mati Tambahan (M_A)

Beban Lajur "D" (TD)

Beban Rem

Beban pedestrian

Beban Angin

Beban Gempa

Hasil Analisis Struktur Utama Rangka Jembatan

Struktur Rangka Utama Jembatan

Lantai Jembatan

Perhitungan Lantai Jembatan

Beban-beban yang ditinjau

❖ **Beban sendiri lantai (MS)**

$$Q_{MS} = L \times t_c \times \gamma_c = 5,5 \text{ kN/m}$$

❖ **Beban mati tambahan**

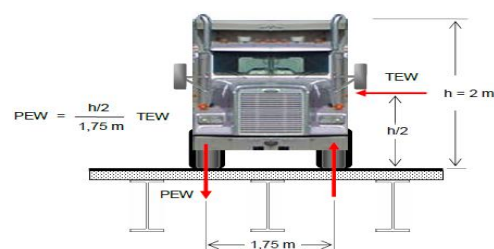
$$\text{Total beban mati tambahan } Q_{MA} = 2,26 \text{ kN/m}$$

❖ **Beban Truk (TT)**

$$\text{Total beban truk + pengaruh dinamik } P_{TT} = (1 + DLA) \times T = 146,25 \text{ kN}$$

❖ **Beban angin (EW)**

$$TEW = 0,0012 \times C_w \times V_w^2 = 1,76 \text{ kN/m}$$



Gambar 4.1. Sketsa Ilustrasi Beban Angin

(Sumber ; SNI 1726 – 2016)

Dari gambar diatas maka : $P_{EW} = 2,35 \text{ kN}$

❖ **Beban temperatur (ET)**

Modulus elastisitas beton

$E_c = 23,500 \text{ MPa}$

Momen Yang Bekerja

- ❖ Momen akibat berat sendiri lantai (M_{MS})
- ❖ Momen akibat beban mati tambahan (M_{MA})
- ❖ Momen akibat beban truk (M_{TT})
- ❖ Momen akibat beban angin (M_{EW})
- ❖ Beban temperatur (M_{ET})

Kombinasi Momen Yang Bekerja

- Kombinasi

Tabel 4.1. Kombinasi Momen

No	Jenis Beban	Faktor Ultimit	Mom.tum Ultimit (kN/m)	Mom.lap Ultimit (kN/m)
1	Berat sendiri pelat (MS)	1,30	0,75	0,38
2	Beban Mati tambahan (MA)	2,00	0,60	0,30
3	Beban truk (TT)	1,00	25,71	23,14
4	Beban angin (TW)	1,20	0,50	0,50
5	Beban temperatur (TE)	1,20	3,55	12,44
TOTAL KOMBINASI MOMEN			31,11	36,75

(Sumber; Pribadi)

Momen yang digunakan untuk desain pelat lantai beton adalah momen pada

KOMBINASI I

Momen Tumpuan Maksimum = 51 kN/m

Momen lapangan maksimum = 53,11 kN/m

Desain Penulangan Lantai Jembatan

❖ **Tulangan tumpuan**

❖ **Tulangan Lapangan**

Cek kapasitas lantai terhadap geser pons

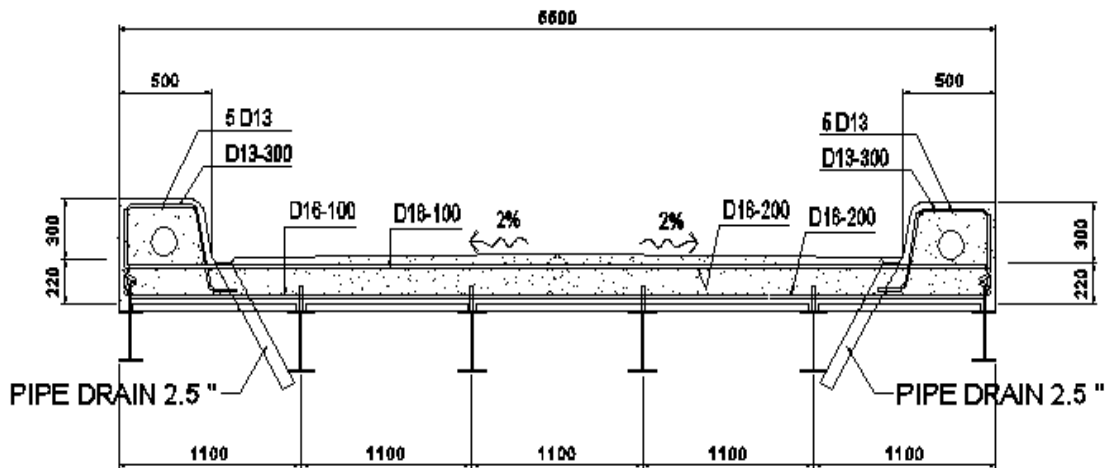
- Beban ultimit roda truk pada lantai jembatan $P_U = K_{TT} \times P_{TT} = 263,250 \text{ N}$

$$P_U < \phi P_n$$

$$263,250 \text{ N} < 582,540 \text{ N} \implies \text{OK!}$$

Kapasitas beton, cukup menahan gaya geser pons akibat beban truk, jadi tidak diperlukan tulangan geser.

Dari hasil perhitungan lantai jembatan didapatkan tebal lantai 220mm dan luas tulangan D 16-100, hasil dari penelitian ini sama dengan hasil dari gambar existing.



Gambar 4.2. Ilustrasi Lantai Jembatan

(Sumber; Pribadi)

BAB V

PENUTUP

Jembatan adalah salah satu bangunan infrastruktur yang sangat penting dalam menghubungkan dua wilayah yang dipisahkan oleh perairan. Kondisi layanan jembatan mempunyai umur layanan yang perlu diperhatikan dalam mempertahankan kemampuan jembatan harus mempunyai struktur yang kuat dan tahan lama serta tidak mudah rusak. Peningkatan volume kendaraan yang melewati jalan akan meningkatkan juga beban yang harus didukung oleh jembatan. Jembatan mempunyai masa layan tertentu, sehingga perlu inovasi dalam perancangan, pembangunan dan pemeliharaan jembatan, agar dapat berfungsi optimal dan umur layan memadai.

Dalam evaluasi re-desain struktur utama ini jembatan rangka baja dilakukan perhitungan untuk mendapatkan besarnya kuat tekan ultimit dengan menggunakan metode LRFD (*Load and Resitance Factor Deign*), dan dengan bantuan program *SAP2000* serta menyajikannya dalam bentuk tabel. Perhitungan menggunakan menggunakan profil *weldedbeam* dengan *preliminary design* terlebih dahulu.

Dari hasil perhitungan perancangan dan analisa yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian dengan program *SAP2000*, diperoleh hasil desain yang aman dan ekonomis sesuai dengan existing kecuali, pada batang diagonal 3 yang sebelumnya WB.350.280.8.12 dan hasil evalusai menjadi WB.350.280.12.16.
2. Dalam hasil re-desain lantai jembatan didapatkan tebal lantai 220mm dan luas tulangan D 16-100 hasil dari penelitian ini sama dengan hasil dari gambar existing.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali, 2010, *Balok dan Pelat Beton Bertulang*, Graha Ilmu, Surakarta
- Darma, Edirizal, 2012, *Modul Struktur Baja 2*, Pusat Pengembangan Bahan Ajar, UMB, Jakarta.
- Nasution, Thamrin, 2012, *Modul Struktur Baja 2*, Departemen Teknik Sipil, FTSP.ITM, thamrinst.wordpress.com
- Putra, Jon, 2016, *Lesson 7 Aplikasi Rekayasa Struktur dengan SAP2000*, Institut Teknologi Budi Utomo, Jakarta
- Setiawan, Agus, 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- SK-SNI T-03-2005 *Pembebanan angin pada struktur*, Badan Standarisasi Nasional
- SNI 1725:2016, *Pembebanan untuk Jembatan*, Badan Standarisasi Nasional
- SNI 1725:2016, *Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan*, Badan Standarisasi Nasional
- Wigroho, Haryanto Yoso, 2001, *Analisis & Perancangan Struktur Frame menggunakan SAP2000 Versi 14.0,0* Penerbit ANDI, Yogyakarta