

# **LAPORAN PENELITIAN**

## **EVALUASI PERANCANGAN STRUKTUR UTAMA RANGKA BAJA JEMBATAN BENTANG 40M BOALEMO DI GORONTALO**



### **TIM PELAKSANA :**

1. Jon Putra NIDN 0317118404 (Ketua / Dosen)
2. Andi Muhammad Jonal NPM. 13273115035 (Mahasiswa)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI BUDI UTOMO  
JAKARTA  
TAHUN 2019**



**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**

1. Judul Kegiatan : EVALUASI PERANCANGAN STRUKTUR UTAMA RANGKA BAJA JEMBATAN BENTANG 40M BOALEMO DI GORONTALO
2. Program : Fakultas Teknik Sipil
3. Ketua Pelaksana :  
Nama : Jon Putra  
NIDN : 0317118404  
Program Studi : Teknik Sipil
4. Anggota :
  - 1) Nama : Andi Muhammad Jonal  
NIDN/NIM : 13273115035  
Program Studi : Teknik Sipil
  - 2) Lokasi : Jakarta
5. Lama Pelaksanaan: 6 (bulan)
6. Tanggal/Tahun : September 2018 s/d Februari 2019
7. Biaya : Rp 4.500.000

Jakarta, Februari 2019

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri



**(Dr. Suryadi, S.T., M.T.)**

NIDN : 0302046907

Menyetujui,

Kepala LPPM,



**(Dr. Wili Isono, S.T., M.T.)**

NIDN : 0314116301



**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

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. 2018-2019:

- a. Judul : EVALUASI PERANCANGAN STRUKTUR UTAMA RANGKA BAJA JEMBRAN BENTANG 40M BOALEMO DI GORONTALO
- b. Tim Peneliti:
1. Ketua  
Nama : Jon Putra  
NIDN : 0317118404  
Prodi : Teknik Sipil
  2. Anggota
  3. Nama : Andi Muhammad Jonal  
NIDN/NIM : 13273115035  
Prodi : Teknik Sipil
- c. Lokasi : Kabupaten Kebumen
- d. Lama Pelaksanaan: 6 (bulan)
- e. Tanggal/Tahun : September 2018 s/d Februari 2019  
Biaya : Rp 4.500.000

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

Menyetujui,  
Kaprodik Teknik Sipil

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

Jakarta, September 2018  
Yang mengajukan,

  
**(Jon Putra, S.T., M.Eng)**  
NIDN: 0317118404

## **KATA PENGANTAR**

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

Dalam pengerjaan laporan penelitian 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 2019

**Peneliti**

## DAFTAR ISI

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| Lembar Pengesahan .....            | i   |
| Surat Pengajuan Penelitian .....   | ii  |
| Kata Pengantar .....               | iii |
| Daftar Isi .....                   | iv  |
| Daftar Gambar .....                | v   |
| <br>                               |     |
| 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 GAMBAR

|   |   |
|---|---|
| Gambar 2.1 Jenis-jenis jembatan rangka .....        | 3 |
| Gambar 3.1 Kerangka Pimikiran .....                 | 7 |
| Gambar 4.1 Ilustrasi beban mati trotoar (MS1) ..... | 9 |
| Gambar 4.2 Ilustrasi beban mati lantai (MS2) .....  | 9 |

## **DAFTAR TABEL**

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Faktor beban ultimit untuk beban sendiri .....  | 4  |
| Tabel 2.2 Faktor beban ultimit untuk beban tambahan ..... | 4  |
| Tabel 2.3 Faktor beban ultimit untuk beban “D” .....      | 5  |
| Tabel 4.1 Tabel Perbedaan Hasil .....                     | 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.

Kota Gorontalo dalam perkembangannya membangun jembatan rangka baja bentang 40 meter, untuk memajukan perekonomian disekitar. Dalam penelitan ini akan membahas jembatan *type warren truss* yang telah dibangun pada tahun 2016, dengan menggunakan metode LRFD dengan dibantu *software SAP2000* mengacu dengan aturan-aturan yang berlaku di Indonesia. Beban-beban yang dipakai untuk mengevaluasi jembatan ini akan mengacu pada peraturan RSNI 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.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **Definisi Jembatan Rangka**

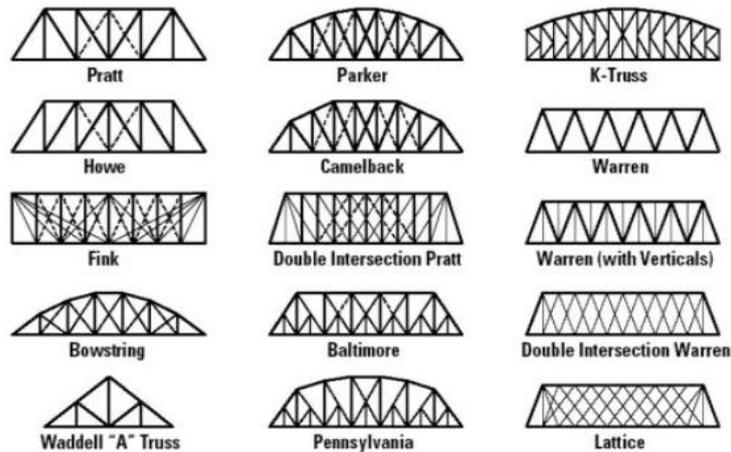
Jembatan rangka (*Truss Bridge*) adalah tersusun dari batang-batang yang dihubungkan satu sama lain dengan pelat buhul, dengan pengikat paku keling, baut atau las. Batang-batang rangka ini hanya memikul gaya dalam aksial (normal) tekan dan Tarik, tidak seperti pada gelagar yang memikul gaya-gaya dalam momen lentur dan gaya lintang. Batang Tarik adalah batang yang menerima beban Tarik. Desain untuk batang tarik didasarkan atas ijin tegangan Tarik dimana tegangan yang terjadi tidak boleh melampaui tegangan ijin. Apabila ada ubang maka luas penampang adalah luas netto (luas bruto-luas lubang). Untuk menahan beban berguna dipakai *factor of safety* (factor keamanan) yang cukup terhadap kehancuran.

Batang tekan yang merupakan batang dari suatu rangka batang. Batang ini dibebani gaya tekan aksial searah Panjang batangnya. Kolom juga merupakan batang tekan tegak yang bekerja untuk menahan balok-balok loteng, rangka atap, lintasan crane dalam bangunan pabrik dan sebagainya yang untuk seterusnya akan melimpahkan semua beban tersebut ke pondasi.

#### **Jenis-Jenis Jembatan Rangka Baja**

Dalam perencanaan jembatan Boalemo ini memakai jembatan rangka tipe *warren*, terdapat berbagai macam jenis jembatan rangka baja, diantaranya adalah.

1. *Warren truss*
2. *Double warren truss*
3. *Howe truss*
4. *Curve chord pratt truss*
5. *Baltimore truss*
6. *Pensylvania truss*
7. *Through truss*, dan lain-lain



Gambar 2.1 Jenis-jenis jembatan rangka

Sumber : : <http://okbridges.wkinsler.com/technology/index.html>

Dari berbagai macam jenis jembatan rangka baja yang ada, jembatan Boalemo di Gorontalo ini didesain menggunakan sistim rangka baja tipe *warren truss*. Tipe *warren truss* ini dinilai lebih umum dipakai di Indonesia dan juga mudah dalam konstruksinya tanpa mengurangi nilai kekuatan.

### **Pembebanan Jembatan**

Dalam perencanaan jembatan, pembebanan yang diberlakukan pada jembatan jalan raya, adalah mengacu pada standar “RSNI – 02 -2005 dan RSNI 1725 – 2016 Pembebanan pada jembatan”. Standar ini menetapkan ketentuan pembebanan dan aksi-aksi yang akan digunakan dalam perencanaan jembatan jalan raya termasuk jembatan pejalan kaki dan bangunan-bangunan sekunder yang terkait dengan jembatan.

#### 1. Berat Sendiri (*MS*)

Berat sendiri adalah berat bagian tersebut dan elemen-elemen structural lain yang dipikulnya, termasuk dalam hal ini adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen nonstruktural yang dianggap tetap. Adapun faktor beban yang digunakan untuk berat sendiri dalam RSNI – 1726 – 2016 untuk material baja adalah 1,1 seperti ditunjukkan pada tabel Tabel 2.1 Faktor beban ultimit untuk beban sendiri.

| Tipe beban | Faktor beban ( $\gamma_{MS}$ )          |      |   |            |
|------------|---|------|---|------------|
|            | Keadaan Batas Layan ( $\gamma_{MS}^S$ ) |      | Keadaan Batas Ultimit ( $\gamma_{MS}^U$ ) |            |
|            | Bahan                                   |      | Biasa                                     | Terkurangi |
| Tetap      | Baja                                    | 1,00 | 1,10                                      | 0,90       |
|            | Aluminium                               | 1,00 | 1,10                                      | 0,90       |
|            | Beton pracetak                          | 1,00 | 1,20                                      | 0,85       |
|            | Beton dicor di tempat                   | 1,00 | 1,30                                      | 0,75       |
|            | Kayu                                    | 1,00 | 1,40                                      | 0,70       |

Tabel 2.1 Faktor beban ultimit untuk beban sendiri

Sumber ;RSNI 1725:2016

## 2. Beban Mati Tambahan / Utilitas ( $MA$ )

Beban mati tambahan berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan nonstructural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan. Dalam hal tertentu, nilai faktor beban mati tambahan yang berbeda dengan ketentuan pada tabel Tabel 2.2 Faktor beban ultimit untuk beban tambahan boleh digunakan dengan persetujuan instansi yang berwenang. Hal ini bisa dilakukan apabila instansi tersebut melakukan pengawasan terhadap beban mati tambahan pada jembatan, sehingga tidak melampaui selama umur jembatan.

| Tipe beban | Faktor beban ( $\gamma_{MA}$ )          |                     |   |            |
|------------|---|---------------------|---|------------|
|            | Keadaan Batas Layan ( $\gamma_{MA}^S$ ) |                     | Keadaan Batas Ultimit ( $\gamma_{MA}^U$ ) |            |
|            | Keadaan                                 |                     | Biasa                                     | Terkurangi |
| Tetap      | Umum                                    | 1,00 <sup>(1)</sup> | 2,00                                      | 0,70       |
|            | Khusus (terawasi)                       | 1,00                | 1,40                                      | 0,80       |

Catatan <sup>(1)</sup> : Faktor beban layan sebesar 1,3 digunakan untuk berat utilitas

Tabel 2.2 Faktor beban ultimit untuk beban tambahan

Sumber ;RSNI 1725:2016

## 3. 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.

- Beban Lajur “D”

Beban lajur “D” terdiri atas beban terbagi rata (BTR) yang digabung dengan beban garis (BTG) seperti terlihat dalam gambar **Error! Reference source not found.** .

Adapun faktor beban yang digunakan untuk beban lajur “D” seperti tabel Tabel 2.3 Faktor beban ultimit untuk beban “D”.

| Tipe beban | Jembatan         | Faktor beban ( $\gamma_D$ )          |  |
|------------|------------------|--------------------------------------|--|
|            |                  | Keadaan Batas Layan ( $\gamma_D^S$ ) | Keadaan Batas Ultimit ( $\gamma_D^U$ ) |
| Transien   | Beton            | 1,00                                 | 1,80                                   |
|            | Boks Girder Baja | 1,00                                 | 2,00                                   |

Tabel 2.3 Faktor beban ultimit untuk beban “D”

*Sumber ;RSNI 1725:2016*

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **Data Teknis Jembatan**

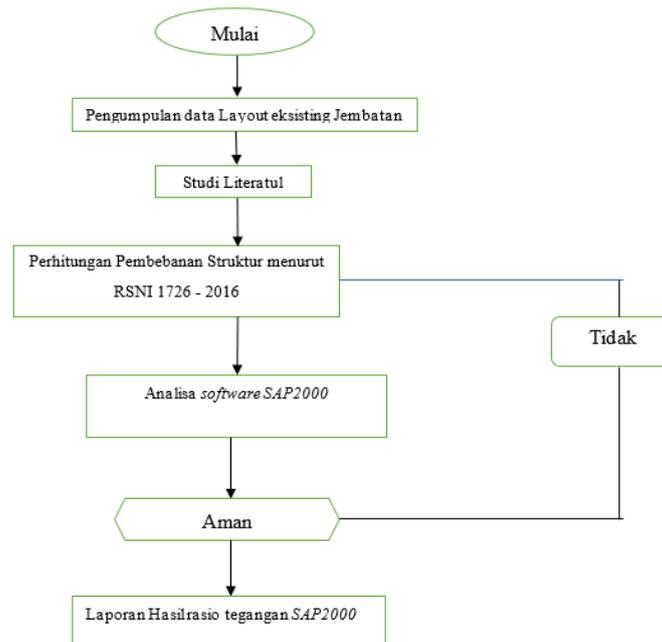
- |                           |   |                           |
|---------------------------|---|---------------------------|
| 1. Type jembatan          | = | Rangka type <i>Warren</i> |
| 2. Kelas jembatan         | = | Kelas 1 / A               |
| 3. Panjang jembatan       | = | 40 M                      |
| 4. Beban rencana          | = | BM100% RSNI – 2016        |
| 5. Lebar efektif jalan    | = | 6 M                       |
| 6. Lebar trotoar          | = | 2 x 0,94 M                |
| 7. Tinggi rangka jembatan | = | 6,8 M                     |

#### **Jenis dan Pendekatan 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 RSNI 1726:2016.

## Kerangka Pemikiran



Gambar 3.1 Kerangka Pimikiran

## BAB IV

### HASIL PEMBAHASAN

#### Perhitungan Struktur Rangka Utama Jembatan

##### Dimensi Perencanaan Jembatan

|                                 |     |          |
|---------------------------------|-----|----------|
| • Lebar efektif jalan           | B1  | = 6 m    |
| • Lebar Trotoar                 | B2  | = 0,94 m |
| • Panjang jembatan              | L   | = 40 m   |
| • Tebal rencana lantai beton    | tc  | = 0,22 m |
| • Tebal rencana lantai trotoar  | tto | = 0,25 m |
| • Tebal asumsi genangan air     | tw  | = 0,05 m |
| • Tebal aspal + rencana overlay | tas | = 0,08 m |
| • Lebar jembatan as to as (B)   | B   | = 8,43 m |
| • Tinggi rangka jembatan        | Hc  | = 6,8 m  |
| • Jarak antar gelagar melintang | L1  | = 5 m    |

##### Properties Material

|                                 |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| • Material primer rangka baja   | SM 490 YB / BJ 52 |
| • Material sekunder rangka baja | SS 400 / BJ 37    |
| • Tegangan leleh SM490 YB       | fy = 345 MPa      |
| • Tegangan leleh SS 400         | fy = 245 MPa      |
| • Kuat tekan beton              | fc' = 25 MPa      |
| • Tegangan putus SM 490 YB      | fu = 490 MPa      |
| • Tegangan putus SS 400         | fu = 400 MPa      |

##### Berat Jenis Material

|                     |               |                        |
|---------------------|---------------|------------------------|
| • Berat jenis beton | $\gamma_c$    | = 25 kN/m <sup>3</sup> |
| • Berat jenis baja  | $\gamma_s$    | = 77 kN/m <sup>3</sup> |
| • Berat jenis aspal | $\gamma_{as}$ | = 22 kN/m <sup>3</sup> |
| • Berat jenis air   | $\gamma_w$    | = 10 kN/m <sup>3</sup> |

Beban Sendiri Lantai Jembatan (MS)

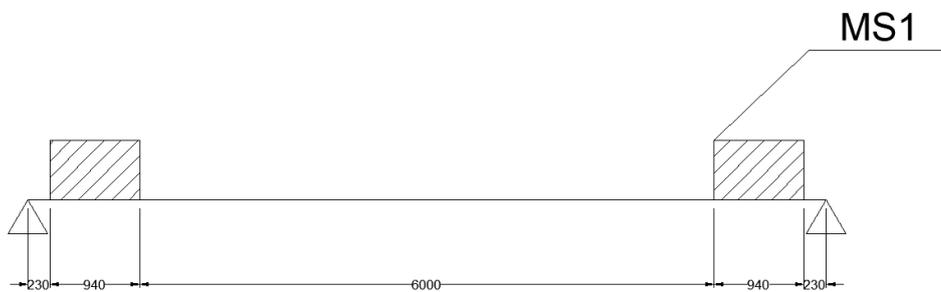
- Faktor kombinasi beban untuk beton  $K_{MS} = 1,3$
- Beban mati akibat berat sendiri trotoar (tengah)
 

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| $M_{S1} = \gamma_c \times (t_c + t_{to}) \times L1$ | $M_{S1} = 58,75 \text{ kN/m}$ |
|---|-------------------------------|
- Beban mati akibat berat sendiri trotoar (tepi)
 

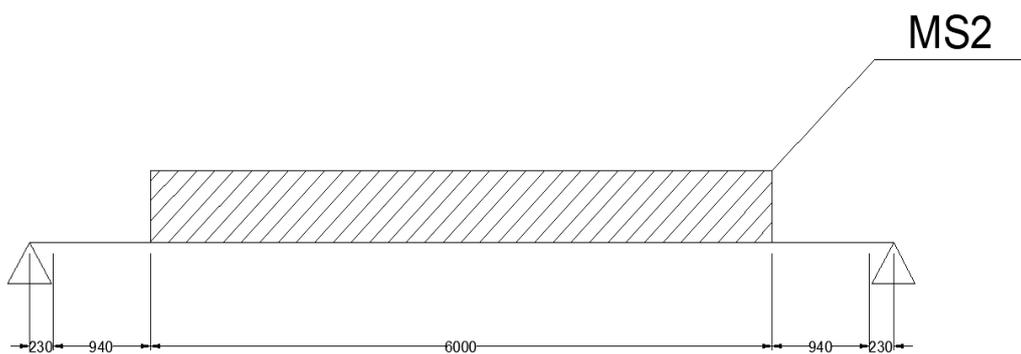
|            |                               |
|------------|-------------------------------|
| $M_{S1}/2$ | $M_{S1} = 29,38 \text{ kN/m}$ |
|------------|-------------------------------|
- Beban mati akibat berat sendiri lantai (tengah)
 

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| $M_{S2} = \gamma_c \times t_c \times L1$ | $M_{S2} = 27,50 \text{ kN/m}$ |
|--|-------------------------------|
- Beban mati akibat berat sendiri lantai (tepi)
 

|            |                               |
|------------|-------------------------------|
| $M_{S2}/2$ | $M_{S2} = 13,75 \text{ kN/m}$ |
|------------|-------------------------------|



Gambar 4.1 Ilustrasi beban mati trotoar (MS1)



Gambar 4.2 Ilustrasi beban mati lantai (MS2)

## Struktur Rangka Utama Jembatan

Dari perhitungan hasil evaluasi ini terdapat perbedaan beberapa batang yang tidak aman dan diganti penampangnya berikut perbedaan batang-batang yang diganti penampangnya,

| No. | Nama Batang       | Desain Awal     | Hasil penelitian |
|-----|-------------------|-----------------|------------------|
| 1.  | Batang Diagonal 1 | H.350.350.20.14 | H.350.360.10.14  |
| 2.  | Batang Atas 3     | H.350.380.12.16 | H.350.390.12.16  |
| 3.  | Batang Atas 4     | H.350.360.12.16 | H.350.420.12.16  |
| 4.  | Batang Bawah 3    | H.350.280.10.14 | H.350.300.10.14  |

Tabel 4.1 Tabel Perbedaan Hasil

## Gelagar Memanjang

Dari perhitungan *software SAP2000* profil penampang WF.346.174.6.9 aman terhadap kombinasi pembebanan yang ditinjau. Pada perhitungan manual di gelagar memanjang selisih hanya 4 % dari tegangan izin.

## Lantai Jembatan

Dalam hasil perancangan tulangan lantai jembatan dengan mutu beton  $f_c' = 20$  MPa, mutu baja U-39 mendapatkan hasil tulangan bagi D16-150 dan tulangan lapangan D16-250. Dalam desain sebelumnya menggunakan D16-100 dan D16-200.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan jika struktur utama rangka baja jembatan ada beberapa batang yang digantikan penampangnya dan mempengaruhi berat struktur utama rangka baja jembatan. Hal ini mempengaruhi berat struktur utama jembatan yang pada desain perencana berat sendiri seluruh rangka utama adalah 73,506 Kg, dan pada evaluasi ini berat sendiri struktur adalah 74,306 Kg.

## 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

RSNI 1725:2016, *Pembebanan untuk Jembatan*, Badan Standarisasi Nasional

RSNI T-03-2005, *Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan*, Badan Standarisasi Nasional

RSNI T-02-2005, *Pembebanan untuk Jembatan*, Badan Standarisasi Nasional

Setiawan, Agus, 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*, Penerbit Erlangga, Jakarta.