

# **STUDI PERENCANAAN JEMBATAN MENGGUNAKAN STRUKTUR RANGKA BAJA DI DESA IPI KABUPATEN MOROWALI SULAWESI TENGAH**

**Rial Hadi Rahmawan**

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email: sipil@untag-sby.ac.id

## **ABSTRAK**

Jembatan adalah suatu struktur konstruksi yang digunakan masyarakat sebagai sarana penghubung yang memungkinkan rute transportasi melalui pada daerah yang terpisah oleh sungai, danau dan dua pulau yang terpisah lautan. Jembatan rangka baja merupakan struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang baja dan merupakan gabungan elemen berbentuk segitiga yang tersusun secara stabil dimana gaya. Struktur bawah jembatan menggunakan pondasi tiang pancang dimana beban disalurkan oleh abutment yang terletak pada kedua sisi jembatan. Dasar perencanaan jembatan rangka baja menggunakan peraturan RSNI T-03-2005 tentang perencanaan struktur baja untuk jembatan. Pembebanan pada jembatan menggunakan peraturan SNI 1725-2016 tentang pembebanan untuk jembatan, dan beban gempa menggunakan peraturan SNI 2833-2016. Perencanaan struktur beton pelat lantai dan abutment pada jembatan menggunakan peraturan RSNI T 12-2004. Jembatan rangka baja Desa Ipi Kabupaten Morowali ini direncanakan dengan jembatan rangka tipe *Warren Truss* dengan bentang 70 meter dan tinggi 6 meter. Pelat lantai kendaraan direncanakan lebar 7 meter dengan tebal 20 cm, serta lebar pelat trotoar 2 meter dengan tebal 25 cm. Gelagar terdiri dari dua memanjang dan melintang, profil gelagar melintang WF 900x300x18x34, profil gelagar memanjang WF 400x200x8x13. Profil batang rangka utama terdiri dari dua horizontal dan diagonal berdasarkan analisa gaya tarik dan tekan batang pada rangka pemikul jembatan utama menggunakan program SAP 2000.

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Jembatan merupakan sarana transportasi yang digunakan oleh

masyarakat untuk mempermudah kegiatan interaksi antara manusia terutama dalam bidang sosial, ekonomi, politik, dan budaya. Oleh sebab itu maka jembatan merupakan

suatu sarana penghubung yang sangat penting terutama pada suatu kelompok masyarakat tertentu di daerah yang terputus oleh sungai atau dua pulau yang terpisah oleh lautan.

Kabupaten Morowali merupakan wilayah yang terletak di Provinsi Sulawesi Tengah. Menurut Wikipedia kota Morowali terletak pada  $01^{\circ}31'12''$  -  $03^{\circ}46'48''$  LS dan  $121^{\circ}02'24''$  -  $123^{\circ}15'36''$  BT. Kota Morowali secara keseluruhan berupa wilayah daratan, terdapat beberapa pulau-pulau yang terpisah dari wilayah daratan. Kabupaten Morowali terdiri dari delapan kecamatan, secara keseluruhan Kabupaten Morowali mempunyai luas sebesar 3037,04 km<sup>2</sup>. Di Kabupaten Morowali terdiri dari 9 kecamatan, terdapat sebuah sungai bernama sungai Ipi yang melintas ditengah kecamatan Bungku Tengah memisahkan wilayah Kabupaten Morowali menjadi wilayah bagian selatan yang terdiri dari lima kecamatan dan wilayah bagian utara terdapat 3 kecamatan.

Pusat pemerintahan merupakan suatu titik pada suatu kota atau kabupaten yang mempunyai fungsi sebagai pusat segala kegiatan kota antara lain politik sosial budaya ekonomi dan teknologi. Pusat Kabupaten Morowali berada di wilayah kecamatan Bungku Tengah sehingga menjadi tujuan dominan masyarakat dari Kecamatan-kecamatan disekitarnya terutama dari kecamatan yang berada di wilayah

selatan dan utara kabupaten Morowali. Di Desa Ipi terletak di Kecamatan Bungku Tengah terbelah oleh sungai Ipi sehingga membagi Kabupaten Morowali menjadi wilayah utara dan selatan. Di Desa Ipi sendiri memiliki dua jembatan penghubung salah satunya jembatan dengan konstruksi jembatan belly yang tidak bertahan terlalu lama, kondisi saat ini telah mengalami kerusakan akibat diterjang arus sungai hingga terputus. Saat ini hanya terdapat satu jembatan terpenting di Desa Ipi yaitu Jembatan Ipi Trans Sulawesi yang menjadi jalur lintas utama Kabupaten Morowali, antara kabupaten dan provinsi yang masih berfungsi sampai sekarang. Jembatan Trans Sulawesi terletak disebelah barat dari Jembatan Belly Ipi.

Jembatan belly sungai Ipi menghubungkan wilayah Desa Ipi - Desa Bente dan desa-desa yang ada disekitarnya dengan bentang jembatan 70 meter. Jembatan belly sungai Ipi terbuat dari material kayu dan baja, material kayu difungsikan sebagai perancah dan sebagai plat lantai lalu material baja sebagai balok memanjang dan melintang. Kondisi jembatan belly sungai Ipi yang sebagian besar terbuat dari material kayu saat ini telah rusak disebabkan sebagian besar material kayu telah lapuk dan arus sungai yang kuat, sehingga menyebabkan akses yang menghubungkan dua wilayah terputus. Rusaknya jembatan sungai Ipi sangat

berdampak pada masyarakat, karena dengan terputusnya akses transportasi jembatan belly maka masyarakat harus berputar dengan menempuh perjalanan yang cukup jauh menuju Jembatan Ipi Trans Sulawesi.

Dari beberapa uraian permasalahan masyarakat tersebut maka dipandang perlu adanya sebuah jembatan yang mempunyai peran penting, antara lain sebagai efisiensi hubungan regional anatara dua wilayah yang terpisah. Berdasarkan keresahan masyarakat, maka dalam tugas akhir ini saya akan merancang ulang konstruksi jembatan belly sungai Ipi dengan menggunakan tipe struktur rangka baja. Pemilihan elemen struktur rangka baja karena memperhatikan beberapa keunggulan diantaranya yaitu sistem struktur jembatan rangka baja lebih kuat serta tahan secara konstruksi dan lebih bagus secara estetika dibandingkan struktur jembatan belly. Kemudian karena jembatan rangka menggunakan besi baja sebagai struktur primer pemikul utama maka besi baja memiliki kuat tarik dan kuat tekan yang baik. Kelebihan lain dalam hal efisiensi waktu dan biaya, rangka baja rendah dalam biaya pemasangan karena menghemat tenaga pekerja serta kemudahan dalam pembangunan sehingga berpengaruh pada jadwal konstruksi yang lebih cepat. Untuk jangka panjang struktur baja lebih mudah dalam perbaikan dan perawatan serta apabila telah selesai masa layan jembatan, maka baja bisa dipindah atau dimanfaatkan

kembali. Selain itu karena jembatan Ipi memiliki bentang 70 meter, maka jembatan Ipi masuk dalam tipe jembatan menengah, sesuai dengan tipe jembatan rangka baja yang merupakan tipe jembatan bentang menengah dengan bentang 35 sampai 120 meter.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana perencanaan pembebanan jembatan sungai Ipi dengan bentang 70 meter?
2. Bagaimana perencanaan struktur bangunan atas primer dan sekunder pada jembatan sungai Ipi dengan bentang 70 meter?
3. Bagaimana perencanaan struktur bangunan bawah jembatan sungai Ipi dengan bentang 70 meter?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Dapat merencanakan pembebanan jembatan sungai Ipi dengan bentang 70 meter.
2. Dapat merencanakan struktur bangunan atas primer dan sekunder pada jembatan sungai Ipi dengan bentang 70 meter.
3. Dapat merencanakan struktur bangunan bawah jembatan sungai Ipi dengan bentang 70 meter.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Jembatan Rangka Baja**

Jembatan rangka baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang baja yang dihubungkan satu dengan

yang lain. Beban/muatan yang dipikul oleh struktur ini akan diuraikan dan disalurkan kepada batang-batang baja struktur tersebut, sebagai gaya-gaya tekan dan tarik, melalui titik-titik pertemuan batang (titik buhul).

Kelebihan jembatan rangka baja dibandingkan dengan jenis jembatan lainnya adalah biaya pembuatannya yang lebih ekonomis karena penggunaan bahan yang lebih efisien. Selain itu, jembatan kerangka dapat menahan beban yang lebih berat untuk jarak yang lebih jauh dengan menggunakan elemen yang lebih pendek. Jembatan rangka umumnya terbuat dari baja, dengan bentuk dasar berupa segitiga. Pembagian Elemen struktur Jembatan terdiri dari.

### 1. Struktur Atas (*Superstructures*)

Struktur atas jembatan merupakan bagian yang menerima beban langsung yang meliputi berat sendiri, Struktur atas jembatan umumnya terdiri dari trotoar, tiang sandaran, lantai kendaraan, balok memanjang, balok melintang, pemikul utama, ikatan angin, dan perletakan.

### 2. Struktur Bawah (*Substructures*)

Struktur bawah jembatan berfungsi untuk memikul seluruh beban struktur atas, terdiri dari Pangkal Jembatan (*Abutmen*), Fondasi (*Foundation*).

## 2.2 Pembebanan

Pembebanan yang digunakan mengikuti aturan yang ada dalam SNI 1725-2016 dari

direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum. Pembebanan pada jembatan dibagi menjadi 3 yaitu:

### 1. Beban Tetap

Beban mati adalah beban kerja akibat gravitasi yang tetap posisinya, karena bekerja terus menerus kearah bumi tempat struktur didirikan.

Tabel 2.1 Beban mati

No	Bahan	Berat isi (kN/m <sup>3</sup> )	Kerapatan massa (kg/m <sup>3</sup> )
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)

Tabel 2.2 Faktor beban mati tambahan

Tipe Beban	Faktor beban ( $\gamma_{MS}$ )			
	Keadaan Batas Layan ( $\gamma_{MS}^L$ )	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

(Sumber : SNI 1725-2016)

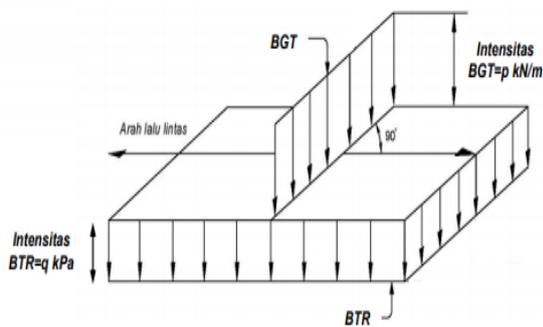
### 2. Beban Lalulintas

Semua beban yang berasal dari lalu lintas kendaraan beregrak atau pejalan kaki

yang dianggap bekerja pada jembatan. Pembebanan lalu lintas yang bekerja pada jembatan dibagi menjadi beban :

a. Pembebana Lajur “D”

Beban lajur “D” yang bekerja tergantung pada lebar jalur kendaraan itu sendiri. Beban lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata (UDL/BTR) dan beban garis (KEL/BGT).



Gambar 2.1 Beban lajur “D”  
(Sumber: SNI 1725-2016)

- Beban terbagi rata (BTR/UDL) mempunyai intensitas (q) kPa dengan besar q tergantung pada panjang jembatan (L) yaitu seperti berikut.

Jika  $L \leq 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa} \dots\dots\dots(2.1)$

Jika  $L \geq 30 \text{ m} : q = 9,0 \left(0,5 \frac{15}{L}\right) \text{ kPa} \dots\dots(2.2)$

Keterangan :

q = Intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan (kPa)  
L = Panjang total jembatan yang dibebani (meter)

- Beban garis terpusat (BGT)/(KEL) dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada

jembatan. Besarnya intensitas p adalah 49,0 kN/m.

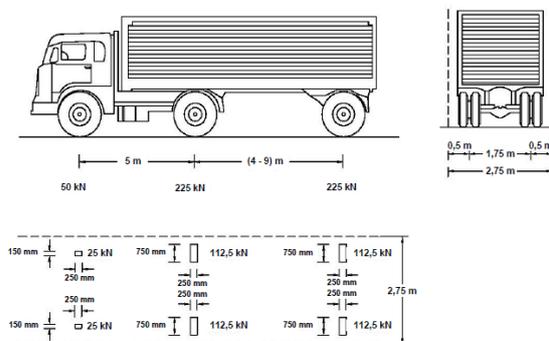
b. Pembebanan Truk “T”

Beban truk "T" adalah satu 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.

Tabel 2.3 Faktor beban untuk beban “T”

Tipe Beban	Jembatan	Faktor beban	
		Keadaan Batas Layan ( $\gamma_{TT}^L$ )	Keadaan Batas Ultimit ( $\gamma_{TT}^U$ )
Transien	Beton	1,00	1,80
	Boks Grder Baja	1,00	2,00

(Sumber : SNI 1725-2016)

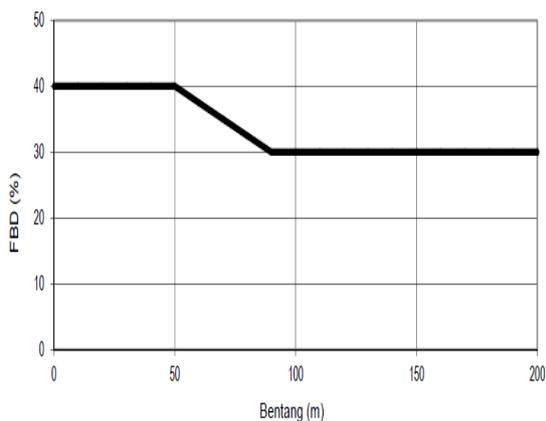


Gambar 2.2 Pembebanan truk “T” (500 kN)  
(Sumber: SNI 1725 - 2016)

- Faktor Beban Dinamis

Faktor Beban Dinamis (FBD) merupakan hasil interaksi antara kendaraan yang bergerak dengan jembatan. Besarnya FBD tergantung pada frekuensi dasar dari suspensi kendaraan biasanya antara 2 Hz

sampai 5 Hz untuk kendaraan berat, dan frekuensi dari getaran lentur jembatan. Untuk perencanaan, FBD dinyatakan sebagai beban statis ekuivalen. Besarnya BGT dari pembebanan lajur "D" dan beban roda dari pembebanan Truk "T" harus cukup untuk memberikan terjadinya interaksi antara kendaraan bergerak dengan jembatan dengan dikali FBD. Besarnya nilai tambah dinyatakan dalam fraksi dari beban statis. Untuk pembebanan truk "T", FBD diambil 30%. Nilai FBD yang dihitung digunakan pada seluruh bagian bangunan yang berada di atas permukaan tanah.



Gambar 2.2 Faktor beban dinamis untuk beban T untuk pembebanan lajur "D"

(Sumber: SNI 1725-2016)

### 3. Beban Lingkungan

Beban lingkungan terdiri dari:

- Beban Angin
- Beban Gempa

### 2.3 Sambungan

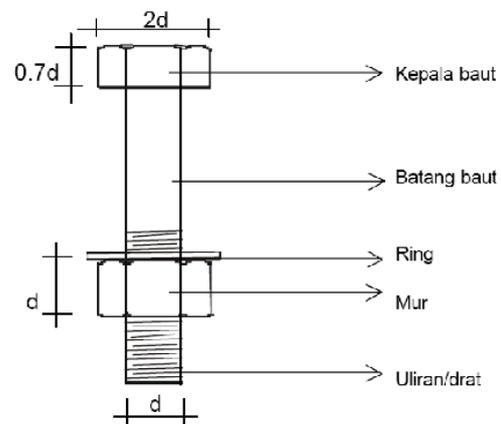
Konstruksi bangunan baja tersusun atas batang-batang baja yang digabung

menjadi satu kesatuan bentuk konstruksi dengan menggunakan berbagai macam teknik sambungan. Jenis-jenis sambungan baja terdiri dari :

#### 1. Paku keling

Paku keling merupakan suatu alat sambung konstruksi baja yang terbuat dari batang baja berpenampang bulat.

#### 2. Baut



Gambar 2.3 Baut

Baut merupakan alat sambung dengan batang bulat dan berulir, salah satu ujungnya kepala baut (umumnya bentuk kepala segi enam) dan ujung lainnya dipasang mur/pengunci. Baut dapat digunakan untuk membuat konstruksi sambungan tetap, sambungan bergerak, maupun sambungan sementara.

#### 3. Las

Las merupakan penyambung dengan cara memanaskan baja hingga mencapai suhu lumer (meleleh) dengan ataupun tanpa bahan pengisi, yang kemudian setelah dingin akan menyatu dengan baik.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Bagan Alir Metode Penelitian

Pada penelitian ini yang akan dibahas adalah perencanaan struktur atas dan bawah jembatan, langkah perencanaan berdasarkan gambar bagan alir berikut ini.



Gambar 3.1 *Flowchart*

#### 3.2 Preliminary Design

Prencanaan jembatan rangka baja berdasarkan data jembatan yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Morowali.

Data jembatan yang direncanakan

1. Nama : Jembatan Ipi 2  
jembatan
2. Lokasi : Desa Ipi, Kecamatan  
jembatan Bungku Tengah,  
Kabupaten  
Morowali
3. Jumlah : 1 Bentang  
bentang
4. Panjang : 70 meter  
total  
jembatan
5. Struktur : Baja  
utama
6. Klasifikasi : Kelas A Bina Marga  
jembatan  
Lebar : 9 meter  
jembatan  
Lebar jalur : 7 meter  
lalu-lintas  
Lebar : 2 x 1 meter  
Trottoar
6. Kontruksi : Struktur rangka baja  
atas  
: Pelat lantai lapis  
beton aspal  
Kontruksi : - Abutment beton  
bawah bertulang

: - Pondasi tiang  
 pancang

#### IV. PERHITUNGAN

##### 4.1 Pemikul Utama Rangka Baja

###### 1. Pembebanan

Total beban yang bekerja pada sebagian jembatan atau satu rangka adalah 1590,455746 Ton. Terdiri dari beban mati tambahan, beban mati sendiri dan beban hidup. Karena terdapat dua tumpuan maka:

$$RA = RB = 1590,455746/2 \\ = 795,228 \text{ Ton}$$

###### 2. Desain Profil

Diketahui rangka pemikul utama :

Jumlah titik buhul = 29

Jumlah batang = 55

Reaksi perletakan sendi rol = 3

Jumlah rangka pemikul = 2

Panjang batang λ Horizontal = 5 m

Panjang batang λ Diagonal = 6,5 m

Tinggi rangka jembatan = 6 m

Batang horizontal profil :

- HWF 750x750x50x50 pada batang (S4,S5,S6,S7,S18,S19,S20,S21),
- HWF 750x750x35x45 pada batang (S1,S2,S3,S15,S16,S17).

Batang vertikal diagonal profil :

- IWF 750x500x26x34 pada batang (S28,S29,S30,S31,S42,S43,S44),
- IWF 750x350x14x24 pada batang (S32,S33,S45,S46,S47),
- IWF 750x300x13x20 pada batang (S34,S35,S48).

Perhitungan batang pemikul utama menggunakan metode kesetimbangan titik buhul.

Kestabilan rangka statis tertentu:

Syarat:

$$(2 \times n \text{ titik buhul} - n \text{ batang} - n \text{ reaksi perletakan}) = 0$$

$$2 \times 29 - 55 - 3 = 0$$

$$0 = 0 \dots\dots \text{OK}$$

Sudut rangka pemikul utama:

$$\text{ArcTan} = \frac{\text{Tr}}{(\text{Ph}/2)}$$

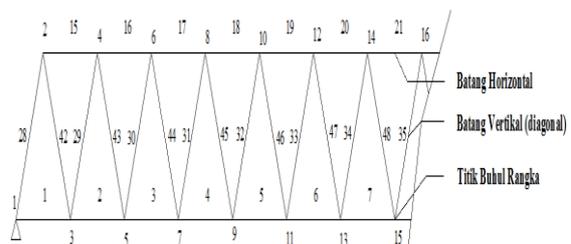
$$= \frac{6}{2,5}$$

$$= 67,38^\circ$$

$$\text{Sin} = 0,923$$

$$\text{Cos} = 0,384$$

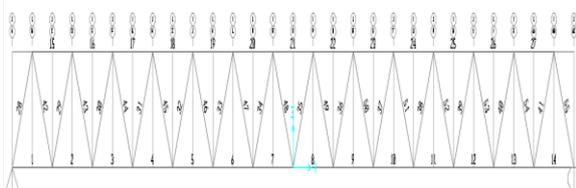
“karena struktur simetris maka cukup menghitung separuh rangka batang.”



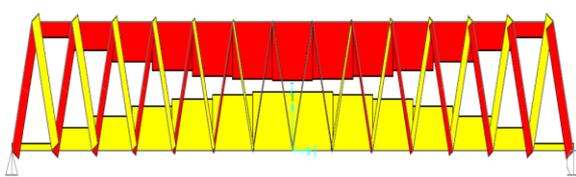
Gambar 4.1 Titik buhul dan batang rangka

Tabel 4.1 Perhitungan gaya batang metode titik buhul.

Titik Buhul	Batang vertikal	Batang horizontal
1	Bencari batang S28 $\Sigma FV = 0$ $RA(-P2)+S28\sin = 0$ $795,228+(-57,15)+(S28x0,923) = 0$ $S28 = \frac{-738,08}{0,923} = -799,59$ (Tekan)	Bencari batang S1 $\Sigma FH = 0$ $S1-S28\cos = 0$ $S1-799,59x0,384 = 0$ $S1 = 307,535$ (Tarik)
2	Bencari batang S42 $\Sigma FV = 0$ $S28\sin+S42\sin = 0$ $(-799,59x0,923)+S42x0,923 = 0$ $S42 = \frac{738,08}{0,923} = 799,59$ (Tarik)	$\Sigma FH = 0$ Bencari batang S15 $-S28H\cos+S42\cos+S15=0$ $(799,59x0,384)+(799,59x0,384)+S15 = 0$ $S15 = -615,0695$ (Tekan)
3	Bencari batang S29 $\Sigma FV = 0$ $-p+S42\sin+S29\sin = 0$ $-114,302+(799,59x0,923)+S29x0,923 = 0$ $S29 = \frac{-623,776}{0,923} = -675,755$ (Tekan)	Bencari batang S2 $\Sigma FH = 0$ $-S42\cos+S29\cos-S1+S2=0$ $(-799,59x0,384)+(-675,755x0,384)-307,535+S2 = 0$ $S2 = 874,979$ (Tarik)
4	Bencari batang S43 $\Sigma FV = 0$ $S29\sin+S43\sin = 0$ $(-675,755x0,923)+S43x0,923 = 0$ $S43 = \frac{623,776}{0,923} = 675,755$ (Tarik)	Bencari batang S16 $\Sigma FH = 0$ $-S15\cos+S43\cos+S16 = 0$ $(615,0695x0,384)+(675,755x0,384)+S16 = 0$ $S16 = -1134,887$ (Tekan)
5	Bencari batang S30 $\Sigma FV = 0$ $-p+S43\sin+S30\sin = 0$ $-114,302+(675,755x0,923)+S30x0,923 = 0$ $S30 = \frac{-509,474}{0,923} = -551,928$ (Tekan)	Bencari batang S3 $\Sigma FH = 0$ $-S43\cos+S30\cos-S2+S3 = 0$ $(-675,755x0,384)+(-551,928x0,384)-874,979+S3 = 0$ $S3 = 1347,17$ (Tarik)



Gambar 4.2 Nomor batang pemikul utama pada SAP 2000



Gambar 4.3 Gaya tekan dan tarik pada profil batang pemikul utama perhitungan SAP 2000.

“Berdasarkan gambar 4.1 warna merah berarti tekan dan warna kuning berarti tarik.”

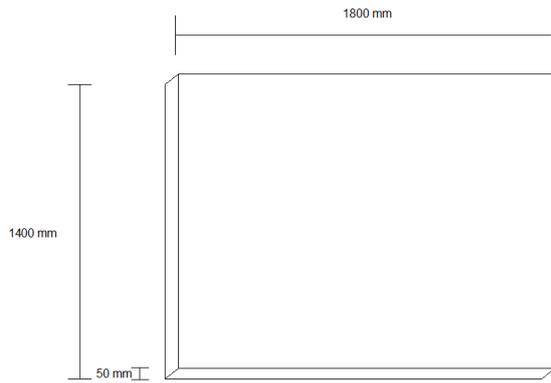
Tabel 4.2 Perbandingan perhitungan batang manual dan perhitungan SAP 2000.

Batang	Hitungan manual		Hitungan Sap		Perbandingan
	tarik (ton)	tekan (ton)	tarik (ton)	tekan (ton)	
S					0/0
1	307.53474		300.41057		2.316541857
2	874.97807		853.68253		2.43383672
3	1347.1691		1314.0992		2.454771522
4	1723.7368		1681.5195		2.449168065
5	2005.287		1956.4685		2.434489281
6	2192.7968		2139.6118		2.425442482
7	2286.4089		2231.0079		2.423059521
8	2286.4089		2231.0079		2.423059521
15		615.06948		598.94417	2.621705738
16		1134.8867		1105.78846	2.563973497
17		1559.4515		1519.77743	2.544104941
18		1888.022		1840.76043	2.503231231
19		2169.5722		2069.80655	4.598403429
20		2310.0618		2207.04698	4.459397003
21		2356.7965		2252.71577	4.416194223
28		799.58073		779.82518	2.470738816
29		675.75421		661.07743	2.171911489
30		551.9277		540.3655	2.094874999
31		427.13649		419.28719	1.837655925
32		304.88537		300.20152	1.536266232
33		182.63425		180.85413	0.974692847
34		60.754347		61.7885	1.673698212
35	60.754347		56.95036		6.261258937
42	799.58073		777.42966		2.770335831
43	675.75421		656.71773		2.817072098
44	551.9277		536.0058		2.88477919
45	427.13649		414.66577		2.919609849
46	304.88537		295.31838		3.137897685
47	182.63425		175.97098		3.648424592
48	60.754347		56.95036		6.261258937

Dari perbandingan kedua perhitungan diatas maka perhitungan manual dan perhitungan SAP pada batang horizontal dan vertikal tidak jauh berbeda <10%. Dengan demikian disimpulkan perhitungan sudah benar.

### 3. Perencanaan Sambungan Pemikul Utama

Untuk penyambungan antara pelat vertikal (diagonal) dan horizontal digunakan pelat simpul penyambung segi empat 1800x1400x50.



Gambar 4.4 Pelat penyambung pemikul

- Diameter baut  $d = \text{Ø } 25,4 \text{ mm}$
- Lebar plat penyambung  $B = 1800 \text{ mm}$
- Tinggi pelat penyambung  $H = 1400 \text{ mm}$
- Baut tanpa ulir bidang geser  $r1 = 0,50$
- Gaya maksimum  $P = 2356796,5 \text{ kg}$
- Kuat tarik pelat  $F_u = 550 \text{ Mpa}$
- Kuat leleh pelat  $F_y = 410 \text{ Mpa}$
- Kuat tarik baut  $F_u = 825 \text{ MPa}$
- Luas penampang baut bruto  $A_b = 506,911 \text{ mm}^2$
- Jumlah bidang geser  $m = 2$
- Tebal pelat  $t_p = 50 \text{ mm}$
- Koefisien gesek  $\mu = 0,35$
- Faktor reduksi baut fraktur  $\text{Ø} (0,75 \text{ dan } 0,9)$

**Tahanan Geser Baut :**

$$\begin{aligned}
 R_n &= \text{Ø} \times m \times r1 \times f_u \text{ baut} \times A_b \\
 &= 0,75 \times 2 \times 0,5 \times 825 \times 506,911 \\
 &= 313651,1813 \text{ N} \\
 &= 31365,11813 \text{ kg} \sim 31,365 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

**Jumlah baut pakai :**

$$n \text{ baut} = \frac{G_b}{R_n}$$

Keterangan :

- $R_n = \text{Geser baut (Ton)}$
- $G_b = \text{Gaya tiap batang pada rangka (Ton)}$
- $N \text{ baut} = \text{Jumlah baut}$

Tabel 4.3 Perhitungan jumlah baut pakai

Batang	Gb (Ton)	Rn (ton)	Gb/Rn = Jumlah Baut	Dipakai
1	307.534741	31.365	9.805029203	14
2	874.9780675	31.365	27.89663853	30
3	1347.169083	31.365	42.95134969	56
4	1723.73675	31.365	54.95733301	56
5	2005.286997	31.365	63.93390714	74
6	2192.796795	31.365	69.91222048	74
7	2286.408919	31.365	72.89682508	74
8	2286.408919	31.365	72.89682508	74
15	615.0694819	31.365	19.61005841	26
16	1134.886653	31.365	36.18321865	56
17	1559.451513	31.365	49.71948074	56
18	1888.021986	31.365	60.19518527	76
19	2169.572234	31.365	69.17175941	76
20	2310.061807	31.365	73.65094234	76
21	2356.79648	31.365	75.14096861	76
28	799.5807315	31.365	25.49277001	26
29	675.7542134	31.365	21.54484978	26
30	551.9276953	31.365	17.59692955	26
31	427.136489	31.365	13.61825248	26
32	304.885371	31.365	9.720560209	14
33	182.634253	31.365	5.822867941	14
34	60.75434698	31.365	1.937010903	14
35	60.75434698	31.365	1.937010903	14
42	799.5807315	31.365	25.49277001	26
43	675.7542134	31.365	21.54484978	26
44	551.9276953	31.365	17.59692955	26
45	427.136489	31.365	13.61825248	26
46	304.885371	31.365	9.720560209	14
47	182.634253	31.365	5.822867941	14
48	60.75434698	31.365	1.937010903	14

**4.2 Perencanaan Struktur Bawah**

Bangunan bawah jembatan berfungsi untuk menyalurkan semua beban yang bekerja pada bangunan atas ke tanah.

**1. Daya dukung tiang pancang**

Perhitungan pengolahan data sondir berdasarkan rumus *begemann*

$$P_{ult} = \frac{qc \times A}{3} + \frac{JHP \times O}{5}$$

Keterangan :

- $Q_c = 130$  (perlawanan konus kedalaman 3,2 m)
- $JHP = \text{jumlah hambatan pelekat (114 kg/cm)}$
- $A = \text{luas pancang (3846,5 cm}^2\text{)}$
- $O = \text{keliling pancang (219,8 cm)}$

Penyelesaian:

$$P_{ult} = \frac{130 \times 3846,5}{3} + \frac{14400 \times 219,8}{5}$$

$$= 799705,667 \text{ kg} \sim 799,705667 \text{ Ton}$$

## 2. Daya Dukung Kelompok Tiang

Perhitungan efisiensi kelompok tiang berdasarkan rumus dari *converse labarre* :

$$Eff = 1 - \theta \left[ \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \times m \times n} \right]$$

Keterangan:

Jumlah tiang baris y (m) = 5  
 Jumlah baris (n) = 2  
 Diameter tiang (D) = 60 cm  
 Jarak antar tiang (S) = 120 cm

$$\theta = \arcsin \left( \frac{D}{S} \right)$$

$$= \arcsin \left( \frac{70}{120} \right)$$

$$= \arcsin 0,5 = 30,256^\circ$$

Penyelesaian:

$$Eff = 1 - 30,256 \left[ \frac{(2-1)5 + (5-1)2}{90 \times 5 \times 2} \right]$$

$$= 0,56296902$$

Daya dukung tiap tiang pada kelompok tiang :

$$P_{ijin} = Eff \times P_{ult}$$

$$= 0,56296902 \times 799,705667$$

$$= 450,209 \text{ T}$$

Kontrol Pall terhadap Pmaks yang terjadi  
 $P_{ijin} (450,209T) > P_{mak} (424,801165T) \text{ OK}$

Daya dukung total pada kelompok tiang :

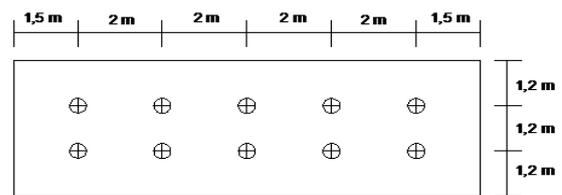
$$Q_{tiang} = n \text{ tiang pancang} \times P_{ijin}$$

$$= 10 \times 450,209$$

$$= 4502,09 \text{ Ton}$$

Kontrol Q group tiang terhadap Pv total beban yang terjadi :

$Q_{tiang} (4502,09T) > P_{vtotal} (1289,258T) \text{ OK}$



Gambar 4.5 Gambar rencana pembagian titik tiang pancang

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Pembebanan yang digunakan pada perencanaan jembatan rangka baja berdasarkan SNI 1725-2016 tentang pembebanan pada jembatan yaitu beban permanen yang terdiri dari beban sendiri, beban mati tambahan dan beban akibat tanah. Untuk beban lalu lintas terdiri dari beban lajur, beban truk, beban dinamis, beban rem dan beban pejalan kaki. Untuk beban aksi lingkungan terdiri dari beban angin berdasarkan ketentuan LRFD hal 4 Tekanan tiup ditepi laut 5 km dari pantai diambil minimum  $40 \text{ kg/m}^2$  dan beban gempa berdasarkan SNI 2833-2016 tentang perencanaan jembatan Terhadap Gempa.
2. Jembatan sungai Ipi direncanakan dengan perhitungan struktur primer dan sekunder pada bangunan atas jembatan.
  - a. Primer
 

Struktur baja primer pada bangunan atas jembatan terdiri dari rangka utama

dan gelagar. Perencanaan konstruksi jembatan rangka baja dengan material  $f_y = 410$  Mpa dan  $f_u = 550$  Mpa dan mutu beton yang digunakan yaitu  $f'_c = 35$ . Dimensi gelagar melintang menggunakan profil WF 900x300x18x34. Dimensi gelagar memanjang menggunakan WF 400x200x8x13. Dimensi struktur rangka utama menggunakan batang horizontal profil HWF 750x750x50x50, HWF 750x750x35x45. Dimensi struktur rangka utama menggunakan batang diagonal profil IWF 750x500x26x34, IWF 750x350x14x24 dan IWF 750x300x13x20. Dimensi struktur ikatan angin atas pada batang diagonal dan batang vertikal menggunakan profil siku sama kaki L 120x120x11, dan ikatan angin bawah pada batang diagonal menggunakan profil siku sama kaki L 160x160x17.

#### b. Sekunder

Pada struktur sekunder bangunan atas terdiri dari trotoar dan pipa sandaran. Perhitungan pelat lantai trotoar berdasarkan peraturan RSNI T 12-2004. Perencanaan struktur beton pelat lantai trotoar jembatan menggunakan material  $f_y = 240$  Mpa dan mutu beton yang digunakan yaitu  $f'_c = 35$  Mpa. Diameter untuk tulangan pembagi arah x D12-100 pelat lantai trotoar dan tulangan utama arah y D12-

90. Pipa sandaran menggunakan dua pipa sandaran yang masing-masing berjarak 30 cm, panjang pipa 3,375 m, diameter 101,6 mm, dan tebal pipa 4 mm.

3. Perencanaan struktur bangunan bawah jembatan Ipi yaitu perencanaan abutment dan pondasi. Terdapat dua abutment dengan tinggi masing-masing abutment 7,2 meter dan panjang abutment 11 meter. Perencanaan struktur beton abutment berdasarkan peraturan RSNI T 12-2004. Digunakan diameter tulangan pilecap abutment, yaitu tulangan utama D32-90 dan tulangan pembagi D35-200. Digunakan diameter tulangan badan abutment, yaitu tulangan utama D26-50 dan tulangan pembagi D22-40. Digunakan diameter tulangan kepala abutment, yaitu tulangan utama D20-200 dan tulangan pembagi D10-200. Untuk pondasi jembatan menggunakan total tiang pancang dari masing-masing dua abutment adalah 20 tiang pancang, sehingga masing-masing abutment terdiri dari 10 tiang pancang dengan menggunakan penampang bulat tiang pancang berdiameter 70 cm.

## 5.2 Saran

1. Perhitungan pembebanan sebaiknya dilakukan berdasarkan standar peraturan jembatan yang terbaru berdasarkan

- perubahan peraturan dari tahun ke tahun.
2. Perlunya pertimbangan tipe jembatan berdasarkan kondisi wilayah untuk perencanaan jembatan. Bentang menengah pada daerah terpencil sebaiknya menggunakan jembatan rangka baja tipe warren truss, karena bentuk struktur tidak terlalu rumit dan akan mempermudah pekerjaan dilapangan.
  3. Sebelum melakukan perancangan jembatan baik itu menggunakan sistem struktur rangka baja atau dengan menggunakan model sitem jembatan yang lain. Pertimbangkan wilayah yang akan dijadikan lokasi penelitian kerana ada beberapa wilayah yang dari segi informasi masih sangat minim terutama daerah terpencil, hal ini sangat perlu diperhatikan agar tidak terjadi hambatan dalam merancang jembatan disebabkan sulitnya mendapatkan data perencanaan.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2016. Bandung. *Pembebanan Untuk Jembatan*. SNI 1725-2016. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2016. Bandung. *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa Jembatan*. SNI 2833-2016. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2004. Bandung. *Standar Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan*. RSNI T-12-2004. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2005. Bandung. *Standar Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan*. RSNI T-03-2005. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2005. Bandung. *Standar Pembebanan Untuk Jembatan*. RSNI T-02-2005. Jakarta : BSN
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2004. Bandung. *Standar Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan*. RSNI T-12-2004. Jakarta: BSN
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan dan Jalan Raya (PPPJJR)*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1984. *Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI)*. Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2015. *Pedoman Perancangan Bantalan Elastomer untuk Perletakan Jembatan*. Jakarta.
- Kusuma, Gideon dan Vis, W.C. 1993. *Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*. Jakarta : Erlangga.
- Gunawan, Ir. Rudy. 1987. *Tabel Profil Kontruksi Baja*. Yogyakarta : Yayasan Sarana Cipta.

- Supriyadi, Dr. Ir. Bambang dan Agus Setyo Muntohar. 2007. *Jembatan*. Yogyakarta : Caturtunggal.
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*. Jakarta : Erlangga.
- Dewobroto,Wiryanto. 2016. Struktur Baja. Tangerang : Jurusan Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
- Sudarsono, Suyono dan Kazuto Nakazawa. (Diterjemahkan oleh Taulu, L,dkk).2000. *Mekanikah Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta :Pradnya Paramita.
- Chen, w. & Duan, L. (2000). *Bridge Engineering Handbook*. Boca Ratong: CRCCPress, 2000.
- Salmon, Charles G dkk. 1991. *Struktur Baja Disain dan Perliaku Edisi Kedua*. Jakarta : Erlangga.
- AgusSIqbal Manu, Ir, Dipl, Heng, MIHT. 1995. *Dasar-Dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang*, PT Mediatama Saptakarya, DPU.
- Chu-kia Wang, Salmon, C.G. 1993. *Desain Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga.
- Struyk, H.Jd.dan K.H.C.W. wan der veen. (Diterjemahkan oleh Soemargono). 1990. *Jembatan*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Kh SunggonoV.Ir. 1984. *Buku Teknik Sipil*. Bandung : Nova.