

## PERENCANAAN JEMBATAN SUNGAI SANGPIAK DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA

Parea Rusan Rangan<sup>1</sup>, Bastian A Ampangallo<sup>2</sup>, Zain Patongloan<sup>3</sup>, Pendi Sulli, Royanto K<sup>4</sup>.

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja  
[pareausanrangan68@gmail.com](mailto:pareausanrangan68@gmail.com), [bastianartanto@gmail.com](mailto:bastianartanto@gmail.com), [zainpatongloan@gmail.com](mailto:zainpatongloan@gmail.com),  
[pendisulli@gmail.com](mailto:pendisulli@gmail.com), [yantoroy086@gmail.com](mailto:yantoroy086@gmail.com)

### ABSTRAK

Jembatan adalah suatu struktur yang berfungsi sebagai lintasan untuk memperpendek jarak dengan menyeberang suatu rintangan tanpa menutup rintangan itu sendiri. Rintangan yang dimaksud dapat berupa sungai, jalan raya atau lembah. Salah satu peningkatan sarana transportasi yang akan dilakukan khususnya jembatan adalah pembangunan Jembatan Sungai Sangpiak, Kecamatan Awan Rantekarua, Kabupaten Toraja Utara. Pada Jembatan Sungai Sangpiak akan direncanakan jembatan baja komposit dengan menggunakan metode LRFD. Untuk melakukan suatu perencanaan, khususnya Jembatan Sungai Sangpiak, terlebih dahulu mengetahui dan merencanakan prosedur penelitian dan metode penelitian yang akan digunakan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka diperoleh data perencanaan Jembatan Sungai Sangpiak dengan bentang 20 meter dan lebar 6 meter, dimana struktur bangunan atas jembatan meliputi sandaran menggunakan profil Q 2”=5,8 cm, trotoar menggunakan mutu beton 25 MPa, mutu tulangan 240 MPa, plat lantai jembatan menggunakan mutu beton 25 MPa, mutu tulangan 240 MPa, gelagar jembatan (balok utama/gelagar melintang menggunakan BJ- 55, profil IWF 600.200.11.17, dan balok anak/ gelagar memanjang menggunakan BJ-55, profil IWF 400.200.8.13). Sher conector yang digunakan ¼ L sampai tengah bentang yaitu 2D10, dan sambungan gelagar menggunakan baut 7/8 inci =22,2 mm. Sedangkan ukuran struktur bawah bangunan jembatan meliputi perencanaan abutmen dengan dimensi yaitu tinggi abutment 9 meter, bentang abutmen 7 meter, dan lebar 4 meter.

**Kata kunci:** (Abutmen, Baja, Gelagar, Jembatan)

### ABSTRACT

*The bridge is a structure that functions as a path to shorten the distance by crossing an obstacle without closing the obstacle itself. The obstacles in question can be rivers, roads or valleys. One of the improvements in transportation facilities that will be carried out, especially the bridge, is the construction of the Sangpiak River Bridge, Awan Rantekarua District, North Toraja Regency. On the Sangpiak River Bridge, a composite steel bridge will be planned using the LRFD method. To carry out a plan, especially the Sangpiak River Bridge, first know and plan the research procedures and methods for use. Based on the results of the research conducted, the planning data for the Sangpiak River Bridge with a span of 20 meters and a width of 6 meters were obtained, where the superstructure of the bridge includes the backrest using a profile Q 2” = 5.8 cm, the sidewalks are using 25 MPa concrete quality, the quality of the reinforcement 240 MPa, bridge floor plates using 25 MPa concrete quality, 240 MPa reinforcement quality, bridge girders (main beams/transverse girders using BJ-55, IWF profile 600.200.11.17, and joists/longitudinal girders using BJ-55, IWF profile 400.200.8.13). The sher connector used is ¼ L to the middle of the span, which is 2D10, and the girder connection uses 7/8 inch bolts = 22.2 mm. While the size of the structure under the bridge building includes abutment planning with the dimensions of the abutment height of 9 meters, abutment span of 7 meters, and a width of 4 meters. Head of abutment (25 Mpa concrete quality, 320 Mpa reinforcement quality), abutment body and abutment foot (25 Mpa concrete quality, 320 Mpa reinforcement quality). From the*

*results of abutment stability control, values that meet the requirements (Safe) are obtained, namely: stability against overturning (longitudinal direction / X direction is  $1.65 > 1.5$ , transverse direction / Y direction is  $14.463 > 1.5$ ), and stability against shear (longitudinal / X direction is  $3.184 > 1.5$ , transverse / Y direction is  $24.415 > 1.5$ ).*

**Keywords:** *Abutment, Girder, LRFD, Frame of Steel, Bridge*

## 1. PENDAHULUAN

Jembatan adalah suatu struktur yang memungkinkan rute transportasi melintasi sungai, danau, kali, jalan raya, jalan kereta api, dan lain-lain. Perencanaan teknik jembatan dan penggantian jembatan merupakan salah satu upaya meningkatkan prasarana transportasi, sehingga evaluasi lalu lintas di sekitar jembatan diperlukan sebagai langkah awal suatu perencanaan teknik yang cermat hingga menghasilkan detail desain jembatan yang tepat dan efisien untuk memenuhi standar yang ditetapkan. Keberadaan jembatan saat ini terus mengalami perkembangan, dari bentuk sederhana sampai yang paling kompleks, demikian juga bahan-bahan yang digunakan mulai dari bambu, kayu, beton, dan baja. Penggunaan bahan baja untuk saat-saat sekarang maupun di masa mendatang, untuk struktur jembatan akan memberikan keuntungan yang berlebih terhadap perkembangan serta kelancaran sarana transportasi antar daerah maupun antar pulau yang ada di seluruh Indonesia.

Pada Jembatan Sungai Sangpiak yang menghubungkan antara Kecamatan Rindingallo dengan Kecamatan Awan Rantekarua yang terletak di Dusun Sangpiak, Desa Sangpiak, Kecamatan Awan Rantekarua, Kabupaten Toraja Utara. Jembatan Sungai Sangpiak mempunyai panjang bentang 20 meter dengan lebar 6 meter yang dilalui oleh kendaraan dengan muatan cukup besar akan menyebabkan kerusakan pada struktur atas dan struktur bawah jembatan sehingga perlu kami tinjau dan merencanakan kembali. Jembatan sungai Sangpiak juga banyak dilalui oleh kendaraan yang bermuatan berat sehingga perlu diperhatikan ketelitian pada plat jembatan dan abutmen sebagai penopang struktur atas pada jembatan agar dapat memenuhi standar kekuatan yang dibutuhkan. (Parea Rusan Rangan, dkk. 2021, Perbandingan Perencanaan Jembatan To’kanna Nanggala Menggunakan Box Culvert Dan Gelagar Profil Baja). Masalah jembatan ini sudah tidak layak atau tidak mampu untuk menopang kendaraan yang bermuatan berat karena struktur atasnya menggunakan plat kayu sehingga didesain ulang bersama dengan struktur bawah untuk mengantisipasi terjadinya retakan pada abutmen jika stuktur atasnya telah diganti dengan beban yang berat.

Panjang jembatan yang direncanakan adalah 20 meter dengan lebar 6 meter. Menggunakan standard RSNI 1725-2016, tentang perencanaan struktur baja untuk jembatan, RSNI T-03-2005, tentang standar perencanaan struktur baja untuk jembatan., SNI 2833-2016, tentang peraturan beban gempa, RSNI T-12-2004, tentang perencanaan struktur beton plat lantai dan abutmen pada jembatan., perencanaan struktur baja dengan metode LRFD (berdasarkan SNI 03-1729-2002), tidak menghitung bangunan pelengkap, tidak membahas tentang metode pelaksanaan dan waktu pelaksanaan, perhitungan menggunakan bantuan software perhitungan struktur (SAP 2000).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian yang dilakukan dalam penulisan ini terletak di Desa Sangpiak, Dusun Sangpiak, Kecamatan Awan Rantekarua, Kabupaten Toraja Utara. Waktu penelitian dilakukan selama 6 hari, mulai pada tanggal 16 juni sampai 22 juni 2022.

“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”



Gambar 1 Jembatan Sungai Sangpiak

### Tahapan Penelitian

Dalam merencanakan suatu struktur jembatan perlu diketahui tahap-tahap dan analisis apa yang akan digunakan. Adapun tahap penelitian yang digunakan antara lain:

#### 1. Pengumpulan Data

##### a. Data Fisik

- Panjang jembatan = 20 m
- Lebar jembatan = 5 m
- Tinggi jembatan dari permukaan air sungai = 13 m
- Lebar sungai = 12 m
- Tinggi abutmen = 9 m

##### b. Data Pondasi

- Pondasi langsung

Pondasi langsung adalah pondasi yang langsung berdiri pada tanah yang keras tanpa melalui perantara tiang atau sumuran, pondasi langsung digunakan bila lapisan tanah pondasi yang telah diperhitungkan mampu memikul beban-beban di atasnya, terletak pada lokasi yang dangkal dari tanah setempat, (SNI 03-3446-1994 tentang “Tata Cara Perencanaan Teknis Pondasi Langsung Untuk Jembatan” ).

#### 2. Analisa Lalu Lintas (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Dari cara memperoleh data tersebut dikenal dua jenis lalu lintas harian rata-rata yaitu Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) dan Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR). Dalam menganalisa LHR pada Jembatan Sungai Sangpiak dilaksanakan selama 6 hari, dan pada analisa tersebut didapat hasil dari Jumlah Kendaraan Tiap Jenis (kend) adalah 1608 kendaraan dan Jumlah Kendaraan (smp) adalah 874 smp, maka dapat ditentukan lebar jembatan pada tabel berikut berdasarkan “SE Menteri PUPR No 07-SE-M-2015 Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan” :

Tabel 1 Penentuan Lebar dan Kelas Jembatan

LHR	Lebar Jembatan (m)	Jumlah Jalur
LHR < 2000	3,5 – 4,5	1

**“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”**

2000 < LHR < 3000	4,5 – 6,0	2
3000 < LHR < 8000	6,0 – 7,0	2
8000 < LHR < 20000	7,0 – 14,0	4
LHR > 20000	> 14,0	> 4

**Berdasarkan Lebar Lalu Lintas**

- Kelas A = 1,0 + 7,0 + 1,0 meter
- Kelas B = 0,5 + 6,0 + 0,5 meter
- Kelas C = 0,5 + 3,5 + 0,5 meter

3. Tahap pengolahan data atau analisa data.

Langka yang dilakukan dalam tahap ini adalah mengola data-data yang suda di kumpulkan, agar dapat mengetahui awal perencanaan jembatan.

4. Tahap perencanaan struktur atas jembatan dengan menggunakan metode Load And Resistance Factor Design (LRFD) dan bantuan software SAP2000

- Material baja Bj = 55
- Elastisitas baja = 210000 Mpa
- Tegangan leleh fy= 410 Mpa
- Kuat tarik batas Fu= 550 Mpa
- Gelagar menggunakan propil IWF
  - o Bidang diagonal Beam = 300x300x10x15
  - o Gelagar melintang IWF = 600x200x11x17
  - o Gelagar memanjang IWF = 400x200x8x13
  - o Profil ikatan angin atas/bawah L= 100x100x10

- Material beton plat lantai = 25 Mpa
- Ketebalan plat lantai = 20 cm
- Bj beton = 400
- Elastisitas beton = 23500 Mpa

5. Tahap perencanaan struktur bawah jembatan

- Abutment

Perhitungan abutmen dilakukan dengan menentukan seluruh beban yang bekerja pada abutmen pada arah vertikal dan arah horizontal baik ke arah memanjang sumbu jembatan maupun ke arah tegak lurus terhadap sumbu jembatan. Adapun beban yang bekerja adalah :

- Akibat berat sendiri abutmen
- Akibat urugan tanah
- Beban rem
- Beban angin
- Beban gempa
- Beban akibat gaya gesekan
- Beban stuktur atas dan struktur bawah

Kemudian langkah selanjutnya dapat menentukan stabilitas terhadap geser dan penentuan pada penulangan abutmen.

□ pondasi langsung

Langka yang dilakukan dalam tahap ini yaitu terlebih dahulu menghitung beban yang akan melewati jembatan seperti beban sendiri, beban mati tambahan dan lain sebagainya. Kemudian menghitung dan mendesain struktur bangunan atas jembatan dan struktur bangunan bawah jembatan.

6. Tahap kesimpulan dan saran.

Langka yang dilakukan adalah dengan menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan saran yang berhubungan dengan penelitian.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Jembatan Sungai Sangpiak memerlukan analisa terhadap aspek lalu lintas untuk menentukan lebar jembatan yang mampu melayani peningkatan arus lalu lintas berdasarkan jenis dan fungsinya.

Pengumpulan data volume lalu lintas atau banyaknya kendaraan yang lewat pada garis pengamatan dilakukan dengan cara mencatat semua kendaraan yang melewati semua garis injak melintang. Perhitungan lalu lintas dalam penelitian ini dilakukan selama beberapa jam per hari dari jam 08.00 (pagi) – 17.00 (sore) WITA.

Jumlah total dari keseluruhan kendaraan, selanjutnya sesuai dengan ketentuan jumlah masing-masing volume kendaraan tersebut dikonversi dalam satuan mobil pengemudi (smp) sebagai berikut :


Tabel 2. Satuan Mobil Pengemudi (SMP)

no	Jenis kendaraan	EMP
1	Kendaraan berat (HV)	1,3
2	Kendaraan ringan (LV)	1
3	Sepeda motor (MC)	0,5
4	Kendaraan lambat (UM)	1

*Sumber : MKJI 1997*

#### Analisa LHR Kendaraan / SMP

Dari analisa Jembatan Sungai Sangpiak dapat ditemukan beberapa fakta perhitungan pengguna jalan seperti jumlah sepeda motor (MC) x (0,5 smp) : 100, pejalan kaki, jumlah kendaraan ringan (LV) x (1 smp) : 100, seperti angkutan umum, bus besar, bus mini, pick up, mobil pribadi dan jumlah kendaraan berat (HV) x (1,3 smp), seperti truk besar, truk tengki, truk gandeng, trailer, truk as 3, maka dari itu dapat disimpulkan hasil analisa LHR sebagai berikut dengan rumus dan tersusun dalam tabel adalah sebagai berikut.

 = jumlah kendaraan x kombinasi pengguna ruang jalan (emp)

Tabel 3 LHR volume lalulintas pada jembatan sangpiak

No	Klasifikasi kendaraan	Jumlah kendaraan tiap jenis (kend)	Komposisi pengguna ruang jalan (emp)	Jumlah kendaraan (smp)
1	Kendaraan bermotor	1468	0,5	734

**“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”**

2	Kendaraan ringan	140	1	140
3	Kendaraan berat	0	1,3	0
4	Kendaraan tak bermotor	0	0	0
Total		1608		874

Dari tabel 3. Volume lalu lintas dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$= \frac{N}{T}$$

Dengan :

- Total jumlah kendaraan (smp) = 874 smp
  - Waktu pengamatan pada jembatan sangpiak selama 9 jam, dalam 6 hari = 54 jam
- Jadi hasil volume lalu lintas yaitu :

$$= \frac{N}{T}$$

$$= \frac{874 \text{ ismp}}{54 \text{ ijam}}$$

$$= 16,19 \text{ smp/jam}$$

Sehingga ditemukan rata-rata volume lalu lintas yaitu 16,19 smp/jam

**Spesifikasi Bangunan**

1. Nama Jembatan : Jembatan Sungai Sangpiak
2. Jenis Jembatan : Rangka Baja Model Warren
3. Kelas jembatan : Arteri Kelas III
4. Panjang jembatan : 20 meter (2 x 10 meter)
5. Lebar jembatan : 6 meter
6. Lebar lantai kendaraan : 5 Meter
7. Lebar trotoar : 2 x 0,5 Meter
8. Tipe jembatan : Rangka Baja Tipe Warren
9. Jarak antara gelagar melintang : 4 Meter
10. Jarak antara gelagar memanjang : 1,25 Meter
11. Tebal plat beton : 20 cm

### Spesifikasi Konstruksi

a.a Ukuran yang digunakan yaitu:

- Tebal lapis aspal : 5 cm
- Tebal plat lantai kendaraan : 20 cm
- Air hujan : 5 cm
- Pipa sandaran :  $\varnothing$  76,3 (3 inchi)

a.b Berat jenis

- Berat baja ( $W_s$ ) : 77 kN / m<sup>3</sup>
- Berat Beton Bertulang ( $W_c$ ) : 25 kN / m<sup>3</sup>
- Berat Lapisan Aspal ( $W_a$ ): 22 kN / m<sup>3</sup>
- Berat Jenis Air ( $W_w$ ): 9,8 kN / m<sup>3</sup>

### Data Baja

a. Mutu Baja (BJ = 55)

1. Tegangan Leleh Baja ( $f_y$ ): 410 Mpa
2. Tegangan Dasar ( $f_s = f_y / 1,5$ ): 273 Mpa
3. Modulus Elastis Baja ( $E_s$ ): 210000 Mpa

b. Profil Baja Gelagar Melintang ( $WF = 600 \times 200 \times 11 \times 17$ )

1. Berat Profil Baja ( $W_{profil}$ ): 1272 kg
2. Tinggi ( $d$ ) : 600 mm
3. Lebar ( $b$ ) : 200 mm
4. Tebal Badan ( $t_w$ ) : 11 mm
5. Tebal Sayap ( $t_f$ ) : 17 mm
6. Luas Penampang ( $A$ ): 13440 mm<sup>2</sup>
7. Tahanan Momen ( $W_x$ ): 2590000 mm<sup>3</sup>
8. Momen Inersia ( $I_x$ ): 776000000 mm<sup>4</sup>

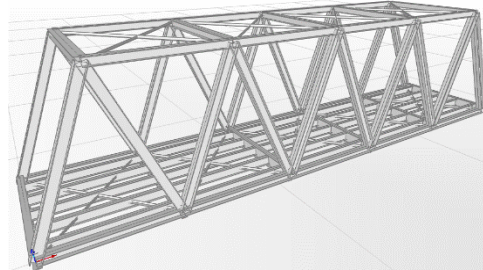
c. Profil Baja Gelagar Memanjang ( $WF = 400 \times 200 \times 8 \times 13$ )

1. Berat Profil Baja ( $W_{profil}$ ) : 792 kg
2. Tinggi ( $d$ ) : 400 mm
3. Lebar ( $b$ ) : 200 mm
4. Tebal Badan ( $t_w$ ) : 8 mm
5. Tebal Sayap ( $t_f$ ) : 13 mm
6. Luas Penampang ( $A$ ) : 8410 mm<sup>2</sup>
7. Tahanan Momen ( $W_x$ ): 1190000 mm<sup>3</sup>
8. Momen Inersia ( $I_x$ ): 237000000 mm<sup>4</sup>

### Data Mutu Beton (K-300)

1. Kuat Tekan Beton ( $f_c = 0,83 \times i \times \frac{K}{10}$ ) : 24,9 Mpa
2. Modulus Elastis Beton ( $E_c = 4700 \sqrt{f_c}$ ) : 23453 Mpa
3. Angka Poisson ( $\mu$ ) : 0,2
4. Modulus Geser ( $G = \frac{iE_c}{2 \times i(1 + i\mu)}$ ) : 9772,1 Mpa
5. Koefisien Muai Panjang Untuk Beton ( $\alpha$ ) : 1,0E-05 Mpa

## Perencanaan Struktur Atas Jembatan



Gambar 2. Perencanaan Jembatan

### Data Perencanaan

$$\begin{aligned}
 f_c &= 25 \text{ Mpa} \\
 \gamma_c &= 2500 \text{ kg/m}^3 \\
 f_y &= 410 \text{ Mpa} \\
 \phi &= 0,8 \\
 d &= \frac{1}{2} \cdot \text{tulangan} \\
 &= 200 - 30 - \frac{1}{2} \cdot 12 = 164 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

### Analisa SAP200

Tabel 4. Kombinasi Pembebanan

No	Kombinasi Pembebanan	Total Momen Ultimit Plat Lantai Kendaraan Mu	
		Mu TUMPUAN	Mu LAPANGAN
1	Kombinasi Kuat I	310,08 kNm	80,6 kNm
2	Kombinasi Kuat II	296,8 kNm	71,8 kNm
3	Kombinasi Kuat III	247,8 kNm	41 kNm
4	Kombinasi Kuat IV	247,8 kNm	41 kNm
5	Kombinasi Kuat V	266 kNm	41,4 kNm
6	Kombinasi Ekstrem I	17,5 kNm	11 kNm
7	Kombinasi Ekstrem II	235,6 kNm	51 kNm
8	Kombinasi Daya Layan I	227,9 kNm	57,2 kNm
9	Kombinasi Daya Layan II	210,4 kNm	46,2 kNm
10	Kombinasi Daya Layan III	182,4 kNm	28,6 kNm
11	Kombinasi Daya Layan IV	26,25 kNm	16,5 kNm

### Kontrol Lendutan Plat

$$\begin{aligned}
 K - 300 &= f_c = 24,9 \text{ iMpa} \\
 BJ - 55 &= f_y = 410 \text{ iMpa} \\
 E &= 200000 \text{ iMpa} \\
 E_c &= 4700 \text{ ix } i\sqrt{f_c} = 23452,95 \text{ iMpa} \\
 h &= 200 \text{ imm} \\
 d &= 40 \text{ imm} \\
 b &= 6000 \text{ imm} \\
 d &= h - d = 200 \text{ imm} - 40 \text{ imm} = 160 \text{ imm}
 \end{aligned}$$



$$A_s = 6336 \text{ imm}^2$$

$$L_x = 2,0 \text{ im}$$

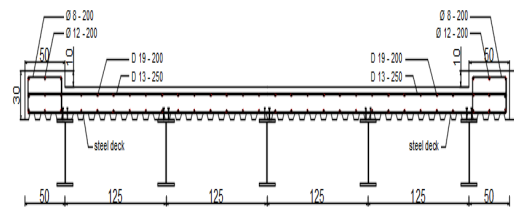
$$P_{TT} = 62,2 \text{ ikN}$$

$$Q = MS + MA$$

$$= 30 i \frac{kN}{m+1,59 i \frac{kN}{m}}$$

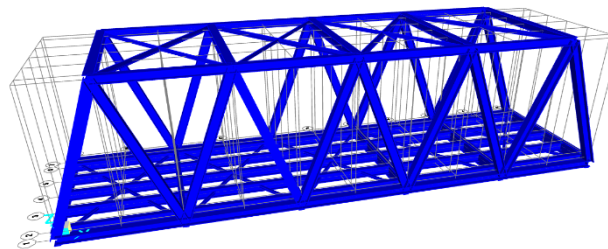
$$= 31,59 \text{ KN/m}$$

$$\delta_{Total} < i \frac{L_x}{410} = 0,00675 \text{ mm} < 8,33 \text{ mm} \dots\dots \text{ Ok}$$



Gambar 3. Penulangan Pelat Lantai Jembatan

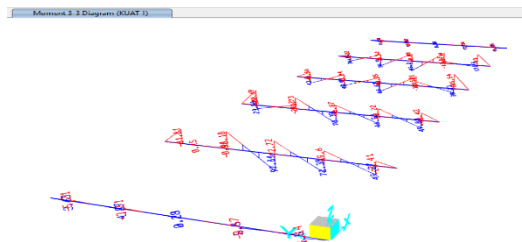
### Perhitungan Gelagar Memanjang Dan Melintang



Gambar 4. Pemodelan Gelagar Memanjang dan Melintang

### Kontrol Dimensi Gelagar Melintang

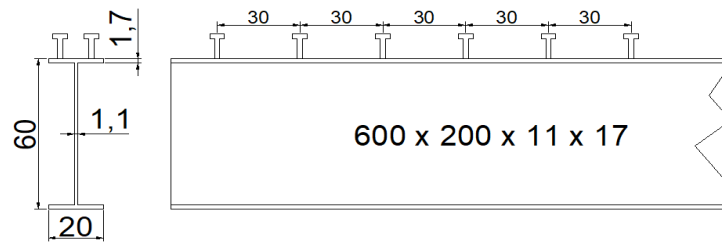
Untuk menentukan momen gelagar melintang dapat diinput dari program bantu SAP2000 seperti pada gambar berikut :



Gambar 5. Momen Pada Gelagar Melintang

$$M_u = 97,84 \text{ ikN.m} = 978400 \text{ ikg.cm}$$

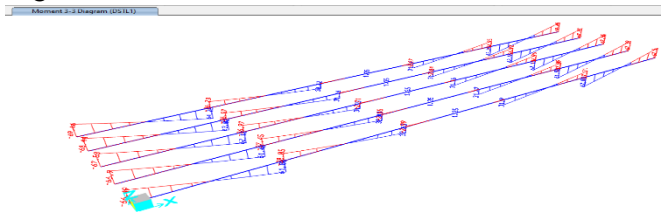
“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”



Gambar 6. Pemasangan Stud Pada Gelagar Melintang

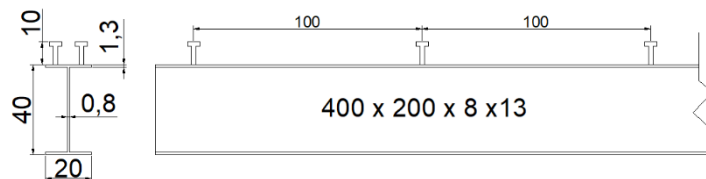
### Kontrol Dimensi Gelagar Memanjang

Untuk imenentukan imomen igelagar imemanjang idapat idiimput idari iprogram ibantu iSAP2000 iseperti ipada igambar iberikuti:



Gambar 7. Momen Pada Gelagar Memanjang

Total



Gambar 8. Pemasangan Stud Pada Gelagar Memanjang

### Perencanaan Gelagar Induk

#### Perencanaan Dimensi Batang Tekan

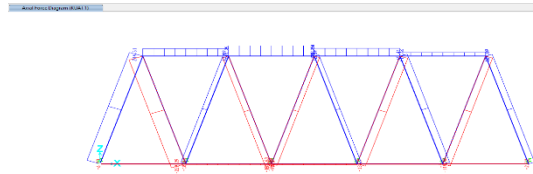
a. Direncanakan menggunakan Dimensi Batang Profil WF 300 x 300 x 10 x 15

$$\begin{aligned} A &= 119,8 \text{ cm}^2 \\ h &= 300 \text{ mm} \\ b &= 300 \text{ mm} \\ I_x &= 20400 \text{ cm}^4 \\ t_w &= 10 \text{ mm} \\ I_y &= 6750 \text{ cm}^4 \\ t_f &= 15 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$

Untuk penentuan gaya aksial maksimum pada batang tekan dapat diimput dari program bantu SAP2000 seperti pada gambar berikut :

“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”



Gambar 9. Gaya Aksial Maksimum Pada Batang Tekan

Dari hasil analisa SAP2000 v.21 didapat gaya aksial maksimum  
 $P_u = 229,29 \text{ Kn} = 22929 \text{ Kg}$

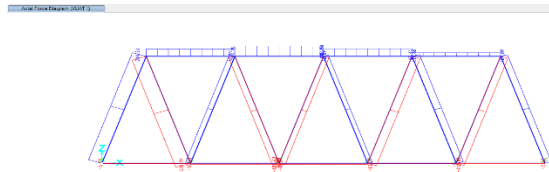
**Perencanaan Dimensi Batang Tarik**

b. Direncanakan menggunakan Dimensi Batang Profil WF 300 x 300 x 10 x 15

- A = 119,8 cm<sup>2</sup>
- h = 300 mm
- b = 300 mm
- I<sub>x</sub> = 20400 cm<sup>4</sup>
- tw = 10 mm
- I<sub>y</sub> = 6750 cm<sup>4</sup>
- tf = 15 mm

Syarat kekakuan nominal batang tarik berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$

Untuk penentuan gaya aksial maksimum pada batang tarik dapat diimput dari program bantu SAP2000 seperti pada gambar berikut :

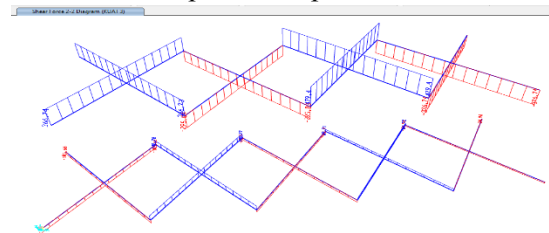


Gambar 10. Gaya Aksial Maksimum Pada Batang Tarik

Dari hasil analisa SAP2000 v.21 didapat gaya aksial maksimum  
 $P_u = 214,51 \text{ Kn} = 21451 \text{ Kg}$

**Perencanaan Ikatan Angin**

Untuk menentukan gaya aksial pada ikatan angin dapat diimput dari program bantu SAP2000 seperti pada gambar berikut dan sesuai pada Tampilan 10.3 :



Gambar 11. Gaya Aksial Pada Ikatan Angin

Perencanaan dimensi ikatan angin

Direncanakan menggunakan Dimensi Batang Profil L 100 x 100 x 10

- A = 19,2 cm<sup>2</sup>

“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”

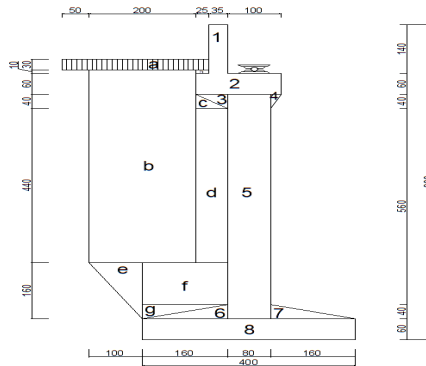
$$\begin{aligned}
 h &= 100 \text{ mm} \\
 b &= 100 \text{ mm} \\
 I_x = I_y &= 177 \text{ cm}^4 \\
 t &= 10 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Syarat kekakuan nominal batang tekan berdasarkan LRFD,  $\phi_c \cdot P_n \geq P_u$   
 Dari hasil analisa SAP2000 v.21 didapat gaya aksial maksimum  
 $P_u = 376,74 \text{ Kn} = 37674 \text{ Kg}$

**Perencanaan Struktur Bawah Jembatan**

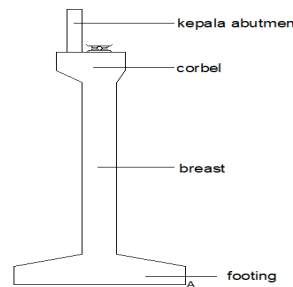
a. Akibat berat sendiri abutmen

Untuk memudahkan perhitungan, maka sketsa abutmen tersebut dibagi-bagi menjadi beberapa segmen (bagian), seperti pada gambar berikut :



Gambar 12. Pembagian Segmen Abutmen

**Penulangan Abutmen**



Gambar 13. Bagian-Bagian Abutmen

### Penulangan Kepala Abutmen

Beban-beban yang bekerja pada kepala abutmen (bagian I) disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 5. Pembebanan Kepala Abutmen

Nama Beban	Berat (kN)	Lengan (m)	Momen (kNm)
Beban Gempa	63,81	1,7	108,477
Beban Sendiri Abutmen	85,75	1,7	145,775
Total	149,56		254,252

Tabel 6. Perhitungan Penulangan Kepala Abutmen

Nama	Nilai
Momen rencana ultimate, $M_u$	254,252 kNm
Mutu beton, $F'_c$	20 Mpa
Mutu baja, Tegangan leleh baja, $F_y$	320 Mpa
Tebal beton, $h$	500 mm
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton, $d'$	50 mm
Faktor bentuk distribusi tegangan beton, $\beta_1$	0,85
$\rho_1 = \frac{\beta_1 \times 0,85 \times F'_c}{F_y} \left( \frac{600}{600 + F_y} \right)$	0,029
Faktor reduksi kekuatan geser, $\phi$	0,6
Tebal efektif, $d = h - d'$	450 mm
Lebar yang ditinjau, $b$	800 mm
Momen nominal rencana, $M_n = \frac{M_u}{\phi}$	423,753 kNm
Faktor tahanan momen, $R_n = \frac{M_n \times 10^6}{b \times d^2}$	2,62 Mpa
Rasio tulangan, $\rho_{perlu} = \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times f_c}} \right)$	0,0089
Rasio tulangan, $\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$	0,0044

### Penulangan Corbel

Pada saat penggantian bearing pad (elastometric), corbel direncanakan mampu menahan *jacking force* yang terdiri dari berat sendiri struktur atas, beban mati tambahan, dan beban lalu lintas.

Eksentrisitas,  $e = 0,33$

Beban-beban yang bekerja pada corbel (bagian II) disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 7. Pembebanan Corbel

Nama Beban	Berat (kN)	Berat (kN)	Eksentrisitas (m)	Momen (kNm)
Beban Sendiri Struktur Atas	927.361	927,361	0,33	306,03
Beban Lajur D	19,6	19,6	0,33	6,47
Beban Muatan T	460	460	0,33	151,8
Beban Genangan Air	47,78	47,78	0,33	15,77
Total	1454,741	1454,741		480,07

### Penulangan Breast Wall

Tabel 8. Pembebanan Breast Wall

Nama Beban	Berat (kN)	Lengan (m)	Momen (kNm)
Beban Segmen Kepala Abutmen	149,56	0,8	119,65
Beban Corbel	1454,741	0,4	581,9
Tekanan Tanah ( $T_{TA1}$ dan $T_{TA2}$ )	172,29	1	172,29
	1292,19	0,67	865,77
Berat Sendiri (3-5)	924	0,4	369,6
Beban Gempa (3-5)	304,92	0,4	121,97
Total	4297,701		2231,18

Tabel 9. Perhitungan Penulangan Breast Wall

Nama	Nilai
Momen rencana ultimate, $M_u$	2231,18 kNm
Mutu beton, $F'_c$	20 Mpa
Mutu baja, Tegangan leleh baja, $F_y$	320 Mpa
Tebal beton, $h$	800 mm
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton, $d'$	50 mm
Faktor bentuk distribusi tegangan beton, $\beta_1$	0,85

$\rho_1 = \frac{\beta_1 \times 0,85 \times F'_c}{F_y} \left( \frac{600}{600 + F_y} \right)$	0,029
Faktor reduksi kekuatan geser, $\phi$	0,6
Tebal efektif, $d = h - d'$	750 mm
Lebar yang ditinjau, $b$	800 mm
Momen nominal rencana, $M_n = \frac{M_u}{\phi}$	3718,633 kNm
Faktor tahanan momen, $R_n = \frac{M_n \times 10^6}{b \times d^2}$	8,3 Mpa
Rasio tulangan, $\rho_{perlu} = \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times f_c}} \right)$	0,045
Rasio tulangan, $\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$	0,0044

### Penulangan Footing

Tabel 10. Pembebanan Footing

Nama Beban	Berat (kN)	Lengan (m)	Momen (kNm)
Beban (I-III)	1602,72	1	1602,72
Beban Sendiri (6-8)	532	1	532
Beban Gempa (6-8)	175,56	1	175,56
Total	2310,28		2310,28

Tabel 11. Perhitungan Penulangan Footing

Nama	Nilai
Momen rencana ultimate, $M_u$	2310,28 kNm
Mutu beton, $F'_c$	20 Mpa
Mutu baja, Tegangan leleh baja, $F_y$	320 Mpa
Tebal beton, $h$	600 mm
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton, $d'$	50 mm
Faktor bentuk distribusi tegangan beton, $\beta_1$	0,85
$\rho_1 = \frac{\beta_1 \times 0,85 \times F'_c}{F_y} \left( \frac{600}{600 + F_y} \right)$	0,029

Faktor reduksi kekuatan geser, $\phi$	0,6
Tebal efektif, $d = h - d'$	550 mm
Lebar yang ditinjau, $b$	1000 mm
Momen nominal rencana, $M_n = \frac{M_u}{\phi}$	3850,467 kNm
Faktor tahanan momen, $R_n = \frac{M_n \times 10^6}{b \times d^2}$	12,73 Mpa
Rasio tulangan, $\rho_{purlu} = \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times f_c}} \right)$	0,0531
Rasio tulangan, $\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$	0,0044

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa data dan perhitungan pada perencanaan struktur jembatan rangka baja dengan menggunakan metode LRFD (studi kasus : Jembatan Sungai Sangpiak, Kecamatan Awan Rantekarua ) di peroleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Struktur atas jembatan rangka baja Sungai Sangpiak menggunakan metode LRFD. Perencanaan struktur atas jembatan Sangpiak meliputi: (railing (profil Q 2”= 80 m ), trotoar (mutu beton 25 MPa, mutu tulangan 240 MPa ), plat lantai jembatan (mutu beton 25 MPa, mutu tulangan 140 MPa), gelagar jembatan (gelagar melintang menggunakan bj- 55, propil IWF 600 x 200 x 11 x 17 dan gelagar memanjang menggunakan BJ-55, propil IWF 400 x 200 x 8 x 13), gelagar induk menggunakan (BJ-55, profil IWF 300 x 300 x 10 x 15), ikatan angina menggunakan BJ-55, profil 100 x 100 x 10), shear conector yang digunakan ½ L sampai tengah bentangan yaitu (25 cm), sambungan gelagar menggunakan baut  $\phi 22 = A307 = 2,222$  cm.
2. Struktur bawah jembatan Sungai Sangpiak direncanakan menggunakan beton bertulang. Perencanaan struktur bawah jembatan Sungai Sangpiak meliputi perhitungan abutmen dengan dimensi yaitu tinggi abutmen 9 m dan lebar 4 m, kepala abutmen mutu beton 25 MPa, mutu tulangan 320 MPa), badan abutmen dan kaki abutmen (mutu beton 25 MPa, mutu tulangan 320 MPa). Dari hasil kontrol stabilitas abutmen diperoleh nilai yang memenuhi syarat (Aman) yaitu: stabilitas terhadap guling (arah memanjang / arah X adalah  $1,65 > 1,5$ , arah melintang / arah Y adalah  $14,463 > 1,5$ ), dan stabilitas terhadap geser (arah memanjang / arah X adalah  $3,184 > 1,5$ , arah melintang / arah Y adalah  $24,415 > 1,5$ ).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agus Iqbal Manu, Ir, Dipl, Heng, MIHT, 1995, Dasar-Dasar perencanaan Jembatan Beton Bertulang, PT Mediatama Saptakarya, DPU.
- Agus, Setiawan. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD* Jakarta: Penerbit: Erlangga.
- Anonim, 2004, *Peraturan Muatan Jembatan*, SK-SNI-T-02, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta



**“Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)”**

- Anonim, *Perkuatan Struktur dan Lantai Jembatan Rangka Baja*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Asiyanto. 2005. *Metode Konstruksi Jembatan Rangka Baja*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional, *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan RSNI T-03-2005*, Jakarta
- Davis, H, E, 1982, *The Testing of Engineering Materials*, Mc Graw Hill Inc., Auckland
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1981, Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan
- Nasution Thamrin, *Modul 1 Pengenalan Jembatan Baja*, 2012
- Parea Rusan Rangan, 2019. Perencanaan Jembatan Sungai Mappajang Dengan Jembatan Beton Prategang, *Journal Dynamic Saint*, Volume 4, Nomor1, halaman 782-787.
- Parea Rusan Rangan, Hernita Matana, 2021. Perbandingan Perencanaan Jembatan To’kanna Nanggala Menggunakan Box Culvert Dan Gelagar Profil Baja, *Journal Dynamic Saint*, Volume 6, Nomor 1, halaman 53-59.
- Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI) T-02-2005. *Standar Pembebanan Untuk Jembatan*.
- Rancangan Standar Nasional Indonesia 1725-2016. *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan*.
- Ruslan Hariono Ir. 1981, *Mengenal Jembatan Komposit*.
- Santoso Fajar, 2009, *Tinjauan Bangunan Bawah (Abutmen) Jembatan Karang Kecamatan Karangpandan Kabupaten Karanganyar*.
- Setiawan, Agus. 2013. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*. (Berdasarkan SNI 03-1729-2002), Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Siswanto, 1999, *Perencanaan Struktur Bawah Jembatan*, Yogyakarta.
- SNI 1725 : 2016. *Pembebanan Untuk Jembatan* Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum
- SNI 2833 : 2016 *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa* Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum
- Standar Bangunan Atas Jembatan Tipe Komposit No.003/PTJ/ST/BM/1977
- Struyk, J, H; Van Der Veen; dan Soemargono, 1995. *Jembatan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Supriyadi, Bambang dan Agus Setyo Mutohar, “*Jembatan*”, Beta Offset, Yogyakarta, 2007.