

## **PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN SEI BELUMAI KECAMATAN TANJUNG MORAWA MENGGUNAKAN JEMBATAN BUSUR RANGKA BAJA**

**Aditya Wiradana<sup>1</sup>, Farhah Khairunnisa<sup>2</sup>, Ahmad Sumantri<sup>3</sup>**

Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan<sup>1,2,3</sup>, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan  
adityawiradana@students.polmed.ac.id<sup>1</sup>, farhahkhairunnisa@students.polmed.ac.id<sup>2</sup>,  
ahmadsumantri@polmed.ac.id<sup>3</sup>

### **ABSTRAK**

Jembatan Sei Belumai terletak di Kecamatan Tanjung Morawa, pada ruas Jalan Lintas Sumatera yang menghubungkan Kota Medan dengan Kecamatan Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang. Jembatan eksisting terdiri dari dua bentang terpisah dengan sistem gelagar beton dan pilar. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ulang jembatan dengan desain alternatif menggunakan sistem struktur busur rangka baja tanpa pilar. Tujuan perencanaan meliputi desain plat lantai kendaraan, gelagar memanjang dan melintang, rangka induk, serta ikatan angin. Standar yang digunakan dalam perencanaan ini adalah RSNI T-02-2005, SNI 1725:2016, RSNI T-03-2005, SNI 1729:2020, dan RSNI T-12-2004. Analisis gaya-gaya dalam dilakukan menggunakan SAP 2000 v.22 dan Microsoft Excel. Dari hasil perencanaan ulang, didapatkan tebal plat lantai 20 cm dengan tulangan D16 – 125, D14 – 200, D16 – 140, D14 – 220, gelagar memanjang WF 200.200.10.16, gelagar melintang WF 950.450.16.36, rangka busur atas WF 400.400.20.35, rangka busur bawah WF 400.400.15.15, batang tarik dan diagonal WF 400.200.8.13, serta kabel penggantung Macalloy 520 M76, dengan ikatan angin L 200.200.25 untuk busur atas dan L 175.175.15 untuk busur bawah.

**Kata Kunci :** Perencanaan Ulang, Sistem Struktur, Jembatan Busur

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Jembatan adalah sebuah struktur yang dibangun untuk menyediakan jalur lintasan melintasi suatu rintangan seperti sungai, lembah, atau jalan. Jembatan memiliki peran yang sangat krusial dalam mendukung konektivitas dan mobilitas suatu daerah karena tujuan utama dari jembatan adalah untuk menghubungkan dua titik yang terpisah oleh rintangan tersebut sehingga memungkinkan orang, kendaraan, atau pejalan kaki dapat melintasi area yang terpisah dengan mudah. Jembatan dapat dibangun dengan berbagai material konstruksi seperti beton, baja, kayu, atau komposit. Desain dan struktur jembatan dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, termasuk panjang bentang, beban yang dipikul hingga kondisi lingkungan sekitar.

Jembatan Sei Belumai terletak di Kecamatan Tanjung Morawa dan berada pada ruas Jalan Lintas Sumatera yang menghubungkan Kota Medan dengan Kecamatan Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang. Jalan tersebut juga merupakan akses utama dari Kawasan Industri Medan Star-Tanjung Morawa menuju gerbang tol Tanjung Morawa dan Kota Medan sehingga jembatan ini banyak dilalui oleh kendaraan-kendaraan bermuatan berat dan berdimensi besar.

Jembatan eksisting Sei Belumai terdiri dari dua bentang terpisah yang menggunakan sistem jembatan gelagar beton. Pada tahun 2013 salah satu bentang direhabilitasi menjadi jembatan lengkung beton dan bentang lainnya masih menggunakan girder dengan pilar. Adanya pilar yang menopang jembatan dapat menimbulkan terjadinya penggerusan lokal pada pilar akibat terhalangnya aliran air oleh dinding pilar sehingga terjadi pusaran di hulu pilar. Gerakan dari pusaran akan membawa butiran dasar menjauh dari asalnya dan jika tingkat debit sedimen yang keluar dari gerusan lebih besar dari yang masuk, maka akan terbentuk lubang akibat penggerusan (Syarvina & Terunajaya, 2013). Terbentuknya lubang pada daerah pilar dapat mengurangi daya dukung pondasi pilar. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan penurunan, keretakan, dan hal lain yang dapat mengganggu kestabilan struktur.

Atas dasar pemikiran tersebut perencanaan ulang ini dilakukan sebagai desain alternatif baru untuk Jembatan Sei Belumai. Pada jembatan ini penggunaan pilar dapat ditiadakan dengan mengganti sistem strukturnya menjadi jembatan busur rangka baja. Jembatan busur rangka baja dianggap lebih efektif untuk bentang menengah hingga bentang panjang. Bentuk busur pada rangka utama mampu mengurangi nilai momen lentur yang terjadi akibat beban-beban yang bekerja sehingga penggunaan material lebih efisien. Dari segi estetika, jembatan busur memiliki bentuk yang lebih artistik dan indah sehingga dapat menjadi ikon bagi Kecamatan Tanjung Morawa. Jembatan Sei Belumai direncanakan ulang satu bentang dengan total panjang 52 m. Jembatan direncanakan 4 lajur 2 arah dengan lebar 16 m.

### **Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil perencanaan plat lantai kendaraan pada jembatan busur rangka baja?
2. Bagaimana hasil perencanaan gelagar memanjang dan melintang pada jembatan busur rangka baja?
3. Bagaimana hasil perencanaan rangka induk dan ikatan angin pada jembatan busur rangka baja?

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dalam penelitian ini menurut rumusan masalah di atas adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan perencanaan plat lantai kendaraan pada jembatan busur rangka baja.
2. Menghasilkan perencanaan gelagar memanjang dan melintang pada jembatan busur rangka baja.
3. Menghasilkan perencanaan rangka induk dan ikatan angin pada jembatan busur rangka baja.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Definisi Jembatan**

Jembatan adalah sebuah struktur yang dibangun untuk menyediakan jalur lintasan melintasi suatu rintangan seperti sungai, lembah, atau jalan. Menurut Struyk dan Veen (1984) Jembatan adalah suatu konstruksi yang digunakan untuk meneruskan jalan melalui rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain berupa jalan air atau jalan lalu lintas biasa.

Jembatan secara umum terbagi menjadi dua bagian utama yaitu struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas merupakan struktur yang langsung menerima beban lalu lintas hingga beban pejalan kaki. Struktur atas terdiri dari beberapa komponen utama yaitu plat lantai jembatan, gelagar memanjang, gelagar melintang, gelagar induk, trotoar, railing, dan perletakan. Struktur bawah merupakan struktur yang menopang beban dari struktur atas dan menyalurkan beban tersebut ke tanah dasar. Struktur bawah terdiri dari tiga komponen yaitu abutment (kepala jembatan), pilar, dan pondasi.

### **Pembebanan Jembatan**

Dalam perencanaan jembatan, salah satu hal yang harus dipertimbangkan adalah beban yang akan ditanggung oleh jembatan. Beban ini akan mempengaruhi ukuran struktur dan jumlah tulangan yang diperlukan. Untuk mencapai tujuan pembangunan, keamanan, dan aspek layanan, jembatan harus dirancang dengan mempertimbangkan keadaan batas dan faktor ekonomi, estetika, dan kemudahan pengawasan. Pembebanan dalam perencanaan jembatan ini mengacu pada SNI 1725:2016.

### **Perencanaan Plat Lantai Kendaraan**

Plat lantai kendaraan merupakan komponen jembatan yang berperan langsung memikul beban lalu lintas di atasnya. Dalam perencanaan plat lantai kendaraan, beban yang diperhitungkan adalah beban mati dan beban hidup. Beban tersebut akan menghasilkan momen yang nantinya dikombinasikan dan hasil kombinasi yang paling maksimum digunakan sebagai acuan untuk merencanakan penulangan plat lantai kendaraan.

### Perencanaan Struktur Rangka Baja

Mengacu pada RSNI T-03-2005, perencanaan harus berdasarkan pada suatu prosedur yang memberikan jaminan keamanan, kenyamanan, dan keawetan selama umur rencana jembatan. Perencanaan kekuatan elemen baja sebagai komponen struktur jembatan yang diperhitungkan terhadap lentur, geser, aksial, punter serta kombinasinya, harus didasarkan pada cara perencanaan berdasarkan Beban dan Kekuatan Terfaktor (PBKT). Komponen struktur yang direncanakan pada perencanaan ini antara lain gelagar memanjang, gelagar melintang, rangka induk, dan perencanaan sambungan.

1. Desain Komponen Struktur untuk Tarik

Untuk leleh tarik pada penampang bruto ( $\phi_t = 0,90$ )

$$T_n = f_y A_g \dots\dots\dots(1)$$

Untuk keruntuhan tarik pada penampang neto ( $\phi_t = 0,75$ )

$$T_n = f_u A_e \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

$A_e$  = Luas neto efektif ( $\text{mm}^2$ )

$A_g$  = Luas bruto dari komponen struktur ( $\text{mm}^2$ )

$f_y$  = Tegangan leleh minimum terspesifikasi (MPa)

$f_u$  = Kekuatan tarik minimum terspesifikasi (MPa)

2. Desain Komponen Struktur untuk Tekan

Kekuatan tekan nominal,  $N_n$ , harus ditentukan berdasarkan keadaan batas dengan persamaan (3) di bawah ini.

$$N_n = F_{cr} A_g \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

$A_g$  = Luas bruto dari komponen struktur ( $\text{mm}^2$ )

$F_{cr}$  = Tegangan kritis (MPa)

3. Desain Komponen Struktur untuk Lentur

Komponen struktur lentur yang memikul gaya momen dan lintang digunakan dalam perencanaan gelagar memanjang dan melintang karena struktur gelagar dianggap sebagai batang lentur yang berdasarkan SNI 1729:2020 perencanaannya harus memenuhi syarat persamaan (4) di bawah ini.

$$M_u \leq \phi M_n \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

$M_u$  = Momen lentur akibat gaya (Nmm)

$\phi$  = Faktor reduksi,  $\phi = 0,90$

$M_n$  = Kekuatan lentur nominal (Nmm)

### Desain Sambungan Baut

Desain sambungan baut harus direncanakan sesuai dengan mekanisme keruntuhan yang teridentifikasi yaitu: kuat tarik dan geser baut, kuat tumpu baut, kuat sobek plat sambung dan kuat geser blok. Kuat batas desain sambungan adalah  $R_u = \phi R_n$  dengan faktor reduksi  $\phi = 0,75$  untuk keseluruhan mekanisme keruntuhan yang ditinjau.

1. Kuat Tarik dan Geser Baut

Kekuatan tarik atau geser desain,  $\phi R_n$ , pada baut yang dikencangkan pas atau baut kekuatan tinggi pratarik atau bagian berulir harus ditentukan sesuai dengan keadaan batas keruntuhan geser seperti persamaan (5) sebagai berikut:

$$R_n = F_n A_b \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

$F_n$  = Tegangan tarik nominal atau tegangan geser (MPa)

$A_b$  = Luas tubuh baut tidak berulir nominal atau bagian berulir ( $\text{mm}^2$ )

2. Kuat Tumpu Baut

Apabila deformasi di lubang baut pada beban layan adalah tinjauan desain, maka:

$$R_n = 2,4 d t F_u \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

$F_u$  = Kekuatan tarik minimum terspesifikasi material yang disambung (MPa)

$d$  = Diameter baut nominal (mm)

$t$  = Tebal material yang disambung (mm)

3. Kuat Sobek Plat Sambung

Apabila deformasi di lubang baut adalah tinjauan desain, maka:

$$R_n = 1,2l_c t F_u \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

$F_u$  = Kekuatan tarik minimum terspesifikasi material yang disambung (MPa)

$l_c$  = Jarak bersih, dalam arah gaya, antara tepi lubang dan tepi lubang yang berdekatan atau tepi material (mm)

$t$  = Tebal material yang disambung (mm)

4. Kuat Geser Blok

Kekuatan tersedia untuk keadaan batas keruntuhan blok geser sepanjang alur kegagalan geser dan alur kegagalan tarik tegak lurus harus diambil sebesar:

$$R_n = 0,60F_u A_{nv} + U_{bs} F_u A_{nt} \leq 0,60F_y A_{gv} + U_{bs} F_u A_{nt} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

$F_u$  = Kekuatan tarik minimum pelat sambung (MPa)

$F_y$  = Kuat leleh minimum pelat sambungan (MPa)

$A_{nv}$  = Luas neto (dengan lubang) potongan mengalami gaya geser, yaitu garis batas blok searah gaya ( $mm^2$ )

$A_{gv}$  = Luas utuh (tanpa lubang) potongan mengalami gaya geser, yaitu garis batas blok searah gaya ( $mm^2$ )

$A_{nt}$  = Luas neto (dengan lubang) potongan mengalami gaya tarik, yaitu garis batas blok searah gaya ( $mm^2$ )

$U_{bs}$  = Apabila tegangan tarik seragam,  $U_{bs} = 1$ ; apabila tegangan tarik tidak seragam,  $U_{bs} = 0,5$

**Lengkung Busur**

Lengkung busur jembatan rangka baja merupakan struktur utama dalam konstruksi jembatan tersebut. Luas penampang batang busur relatif lebih ramping tetapi memiliki kekuatan yang cukup tinggi sehingga penggunaan material lebih efisien. Menurut buku Ir. H. J. Struyk, Prof. Ir. K. H. C. W. Van Der Veen, dan Soemargono (1995) jembatan direncanakan sebagai berikut:

1. Menentukan tinggi batang tepi atas digunakan persamaan (9) sebagai berikut:

$$f = \frac{1}{5}L \text{ sampai } \frac{1}{8}L \dots\dots\dots(9)$$

Dengan syarat tinggi tampang busur (h):

$$\frac{1}{40} \leq \frac{h}{L} \leq \frac{1}{25} \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

$L$  = Panjang bentang jembatan (m)

2. Penggantung

Panjang penggantung dihitung dengan pendekatan persamaan sumbu geometrik dalam persamaan (11) dan (12) berikut:

$$Y_n = \frac{4fX(L-X)}{L^2} \dots\dots\dots(11)$$

$$Y'_n = f - Y_n \dots\dots\dots(12)$$

3. Panjang Tiap Segmen

$$\Delta S_n = \sqrt{(Y'_n + Y_{n-1})^2 + \Delta X^2} \dots\dots\dots(13)$$

**METODE PENELITIAN**

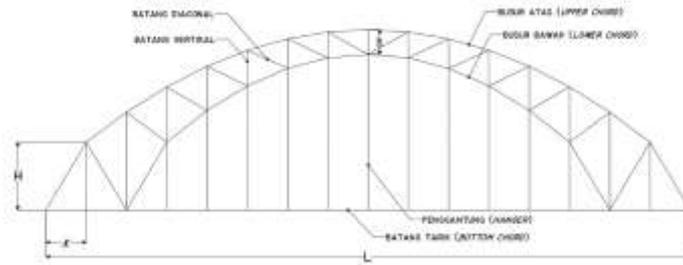
Dalam penelitian ini mengadopsi metode analitis untuk menghasilkan perancangan struktur atas jembatan dengan menggunakan peraturan yang sesuai yaitu RSNI T-02-2005 dan SNI 1725:2016

untuk pembebanan jembatan, RSNI T-03-2005 dan SNI 1729:2020 untuk perencanaan jembatan struktur baja dan sambungan, serta RSNI T-12-2004 untuk penulangan plat lantai. Untuk mendapatkan gaya-gaya dalam akibat beban yang bekerja, dilakukan analisis jembatan dengan memodelkan jembatan secara 3D dengan program SAP 2000 v.22. Hasil perhitungan dan analisis selanjutnya menjadi pedoman dalam menggambar jembatan dengan menggunakan program AutoCAD 2017.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Preliminary Design**

Dimensi jembatan direncanakan sepanjang 52 m dengan lebar 16 m. Untuk jalur lalu lintas masing-masing jalur selebar 7 m dengan lebar trotoar 0,80 m. Material beton yang digunakan untuk plat lantai memiliki mutu  $f_c'$  30 MPa dan material baja profil BJ 55. Dari hasil perhitungan, konfigurasi rangka induk dari jembatan dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Rangka Induk Jembatan

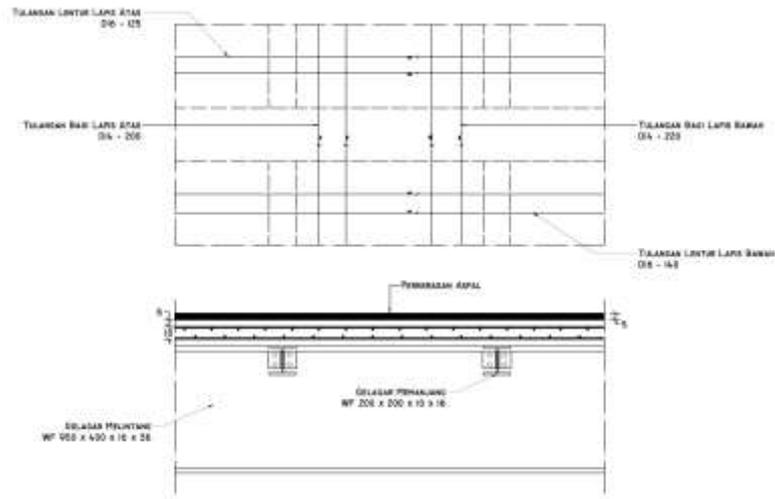
**Plat Lantai Kendaraan**

Plat lantai yang berfungsi sebagai lantai kendaraan pada jembatan direncanakan dengan ketebalan 20 cm. Pembebanan untuk plat lantai terdiri dari berat sendiri plat, beban mati tambahan, beban truk, beban angin pada kendaraan dan beban temperatur. Dari beban-beban tersebut dihitung momen yang terjadi pada plat lantai dengan metode persamaan tiga momen yang dianggap sebagai sebuah balok menerus dengan banyak tumpuan di atasnya. Momen yang terjadi dikombinasikan sesuai dengan SNI 1725:2016 sehingga didapat hasil kombinasi seperti pada Tabel 1 di bawah ini.

**Tabel 1.** Rekapitulasi Total Hasil Kombinasi Pembebanan

No	Keadaan Batas	M. Tumpuan (kNm)	M. Lapangan (kNm)
1	Kuat I	68,63	60,64
2	Kuat II	54,01	47,48
3	Kuat III	2,82	1,41
4	Kuat IV	2,82	1,41
5	Kuat V	3,20	1,75
6	Ekstrem I	2,82	1,41
7	Ekstrem II	21,10	17,86
8	Layan I	41,40	47,54
9	Layan II	49,32	43,67
10	Layan III	33,72	40,62
11	Layan IV	1,78	0,89
12	Fatik	27,42	24,68

Tulangan plat lantai direncanakan dengan mengacu pada kombinasi momen terbesar yaitu kondisi **Kuat 1**. Untuk tulangan lentur negatif digunakan tulangan D16-125 dengan tulangan bagi D14-200. Untuk tulangan lentur positif digunakan tulangan D16-140 dengan tulangan bagi D14-220. Berikut rencana penulangan plat lantai dalam Gambar 2.



Gambar 2. Penulangan Plat Lantai

### Gelasar Memanjang

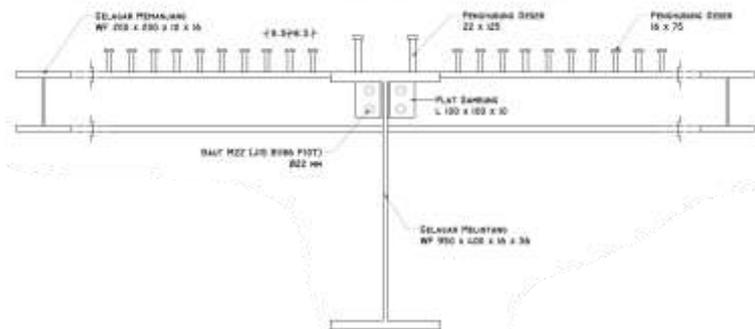
Gelasar memanjang menggunakan profil baja WF 200.200.10.16 dengan mutu BJ 55. Momen akibat beban yang bekerja sebesar  $M_u = 239,94$  kNm. Momen tahanan,  $M_n$  dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} M_n &= M_p = f_y \times Z_x \\ &= 410 \times 697980 \text{ mm}^3 \\ &= 286171800 \text{ Nmm} \\ &= 286,17 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0,90 \times M_n \\ &= 0,90 \times 286,17 \\ &= 257,55 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_u = 239,94 \text{ kNm} < \phi M_n = 257,55 \text{ kNm} \rightarrow \text{AMAN}$$

Nilai  $M_u < \phi M_n$  sehingga profil WF 200.200.10.16 dapat digunakan sebagai gelasar memanjang (*stringer*). Untuk menciptakan lekatan antara profil dengan plat lantai agar menjadi sebuah sistem komposit digunakan penghubung geser (*shear connector*) dimensi 16 x 75 sebanyak 78 buah dengan jarak 83 mm antar stud seperti tampak pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Gelasar Memanjang

### Gelasar Melintang

Gelasar melintang menggunakan profil baja WF 950.400.16.36 dengan mutu BJ 55. Momen akibat beban yang bekerja sebesar  $M_u = 5172,80$  kNm. Momen tahanan,  $M_n$  dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} M_n &= M_p = f_y \times Z_x \\ &= 410 \times 16245140 \text{ mm}^3 \\ &= 6660507400 \text{ Nmm} \\ &= 6660,51 \text{ kNm} \end{aligned}$$

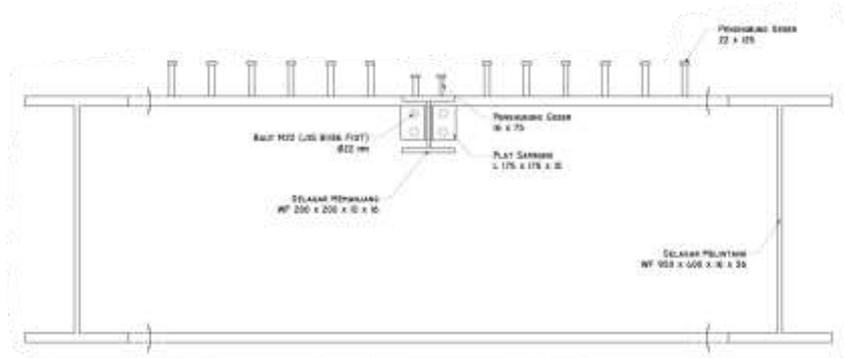
$$\phi M_n = 0,90 \times M_n$$

$$= 0,90 \times 6660,51$$

$$= 5994,46 \text{ kNm}$$

$$M_u = 5172,80 \text{ kNm} < \phi M_n = 5994,46 \text{ kNm} \rightarrow \text{AMAN}$$

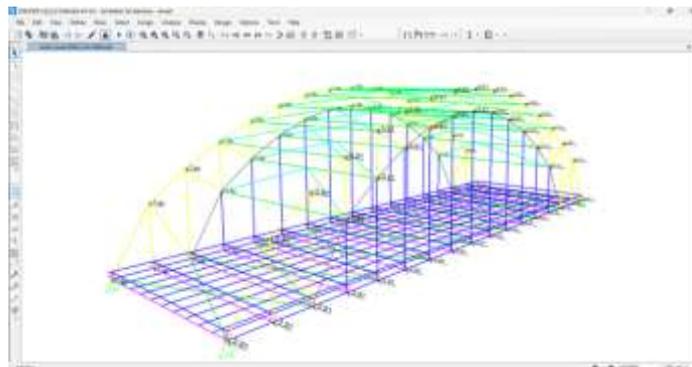
Nilai  $M_u < \phi M_n$  sehingga profil WF 950.400.16.36 dapat digunakan sebagai gelagar melintang (*cross girder*). Untuk menciptakan lekatan antara profil dengan plat lantai agar menjadi sebuah sistem komposit digunakan penghubung geser (*shear connector*) dimensi 22 x 125 sebanyak 210 buah dengan jarak 152 mm antar stud seperti tampak pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Gelagar Melintang

### Rangka Induk dan Ikatan Angin

Gaya-gaya dalam pada rangka induk dan ikatan angin dianalisis menggunakan program bantu SAP 2000. Bentuk rangka yang sudah direncanakan sebelumnya dimodelkan secara tiga dimensi ke dalam program dan beban yang bekerja di-input. Adapun beban yang di-input ke dalam program SAP 2000 meliputi beban mati, beban mati tambahan, beban lajur, beban truk, beban rem, dan beban angin. Contohnya dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Input Beban ke dalam SAP2000

Setelah semua beban ter-input, dilakukan *running analysis* dan didapat gaya-gaya dalam yang bekerja akibat beban. Nilai yang dihasilkan selanjutnya dikontrol dengan perhitungan manual. Dari hasil analisis, didapat profil yang digunakan untuk rangka induk dalam Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Analisa Komponen Rangka Induk

Komponen	Profil	Tu (kN)	$\phi T_n$ (kN)	Nu (kN)	$\phi N_n$ (kN)
Batang Tarik	WF 400.200.8.13	2557,39	3022,85	-	-
Busur Atas	WF 400.400.20.35	-	-	7747,80	11815,82
Busur Bawah	WF 400.400.15.15	-	-	2958,82	5649,34
Batang Vertikal	WF 400.200.8.13	1323,08	3022,85	29,40	2945,82
Batang Diagonal	WF 400.200.8.13	2359,76	3022,85	684,42	2872,97

Profil yang digunakan pada ikatan angin beserta kekuatannya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

**Tabel 3.** Hasil Analisa Ikatan Angin Jembatan

Ikatan Angin	Profil	Tu (kN)	$\phi T_n$ (kN)	Nu (kN)	$\phi N_n$ (kN)
Melintang-Busur Atas	L 200.200.25	226,50	3459,38	21,34	211,61
Diagonal-Busur Atas	L 200.200.25	20,49	3459,38	244,62	726,20
Melintang-Busur Bawah	L 175.175.15	83,41	1854,23	7,67	89,84
Diagonal-Busur Bawah	L 175.175.15	6,52	1854,23	90,37	308,12
Bawah (Lantai)	2L 175.175.15	1107,15	3708,45	445,65	616,90

### Sambungan Baut

Setelah semua profil dinyatakan aman untuk digunakan dan telah memenuhi kapasitas kekuatan rencana, profil-profil tersebut disatukan menjadi suatu kesatuan dengan baut dan pelat sambung. Perancangan sambungan mengacu kepada SNI 1729:2020 yang mensyaratkan beberapa batas kekuatan seperti kuat tarik dan geser baut, kuat tumpu baut, kuat sobek plat sambung dan kuat geser blok. Baut yang digunakan dalam sambungan menggunakan baut mutu tinggi JIS B1186 F10T. Berikut rekapitulasi sambungan dalam Tabel 4 di bawah ini.

**Tabel 4.** Hasil Analisa Sambungan pada Jembatan

Sambungan	Baut	Jumlah Baut	Kekuatan yang dipikul (kN)	Kuat sobek plat sambung (kN)	Kuat blok geser (kN)	$\phi R_n$ (kN)
Gelagar	M22	3	460,51	541,2	419,00	628,5
Batang Tarik	M22	10	2557,39	7992	4945,20	3708,90
Busur Atas	M22	28	7747,80	21888	11704,80	8778,60
Busur Bawah	M22	12	2958,82	8640	5858,40	4393,80
Bt. Vertikal	M22	6	1323,08	4320	3679,20	2759,40
Bt. Diagonal	M22	10	2359,76	7632	5140,80	3855,60
Penggantung	M27	4	1427,88	1710	1313,70	1970,55
Ik. Angin Busur Atas	M16	2	226,5	659,28	915,00	494,46
Ik. Angin Busur Bawah	M16	2	83,41	659,28	894,50	494,46
Ik. Angin Bawah (Lantai)	M16	8	1107	2735,52	2509,00	1881,75

### SIMPULAN

Pelat lantai kendaraan menggunakan pelat beton bertulang dengan mutu  $f_c' 30$  MPa dan tebal 200 mm. Tulangan lentur lapis atas D16-125, tulangan bagi lapis atas D14-200, tulangan lentur lapis bawah D16-140 dan tulangan bagi lapis bawah D14-220. Gelagar memanjang menggunakan profil WF 200.200.10.16 dengan penghubung geser dimensi 16 x 75 sebanyak 78 buah dan gelagar melintang menggunakan profil WF 950.400.16.36 dengan penghubung geser dimensi 22 x 125 sebanyak 105 buah. Rangka busur atas menggunakan profil WF 400.200.20.35; rangka busur bawah menggunakan profil WF 400.200.15.15; batang vertikal, diagonal dan batang tarik menggunakan WF 400.200.8.13. Ikatan angin busur atas menggunakan profil L 200.200.25, ikatan angin busur bawah menggunakan profil L 175.175.15 dan ikatan angin bawah (lantai kendaraan) menggunakan profil 2L 175.175.15.

### SARAN

Dalam penelitian ini tentu saja masih terdapat banyak kekurangan dalam pengerjaannya. Saran yang bisa diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam melakukan analisis gaya-gaya dalam pada jembatan dapat menggunakan program bantu lain seperti MIDAS Civil, STAAD Pro dan lain sebagainya.
2. Penelitian ini masih dapat dikembangkan hingga ke perencanaan struktur bawah dan membahas metode pelaksanaan konstruksi jembatan sehingga menjadi jembatan yang lengkap dengan struktur atas dan struktur bawahnya.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti berterima kasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini. Terima kasih juga kepada pihak-pihak yang berperan penting dalam penyelesaian penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *RSNI T-12-2004 Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2005). *RSNI T-02-2005 Standar Pembebanan untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2005). *RSNI T-03-2005 Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). *SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *SNI 1729:2020 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Ban, A. A., & Suharyatma. (2019). Desain Struktur Atas Jembatan Menggunakan Sistem Jembatan Pelengkung Baja Tipe Tied Arch Bridge.
- Dewobroto, W. (2016). *Struktur Baja - Perilaku, Analisis & Desain - AISC 2010 (Edisi ke-2)*. Tangerang: Jurusan Teknik Sipil UPH.
- Kementrian PUPR. (2018). *Perancangan Jembatan Pelengkung*. Jakarta: Kementrian PUPR.
- Kinanda, W. (2022). *Studi Perancangan Struktur Jembatan Menggunakan Busur Rangka Baja Tipe Through Arch (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jembatan Samota)*. Mataram: Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Luthfi, I. S., Indra, S., & Santosa, A. (2019). Studi Perencanaan Jembatan Rangka Baja Tipe Pelengkung (Through Arch) Pada Jembatan Cisadane Bogor Jawa Barat. *Student Journal GELAGAR*, 1(1).
- Prasetyo, M. B. (2020). *Modifikasi Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Baja (Jembatan Lama) dengan Jembatan Busur Rangka Baja (Jembatan Baru) pada Sungai Wampu di Kota Stabat Sumatera Utara*. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- PT. Wasaka Tomo Engineering. (2021). *Berita media*. Diambil dari Jembatan Pelengkung (Arch Steel Bridge): <https://www.wasakatomo.com/berita-media-20-januari-2021-3.html>.
- Sebayang, D. I. (2020). *Perancangan Jembatan Rangka Baja Lengkung (Arch Bridge) Kampung Mudik-Bungo Tanjung, Kec. Barus, Kab. Tapanuli Tengah*. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Setiawan, B., & Masagala, A. A. (2021). Perancangan Struktur Atas Jembatan Busur Baja Tipe Tied Arch Bridge Bentang 60 m (Studi Kasus: Jembatan Kali Putih, Magelang).
- Struyk, I. H., Van Der Veen, P. K., & Soemargono. (1995). *Jembatan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Syarvina, & Terunajaya. (2013). Mekanisme Gerusan Lokal Pada Pilar Silinder Tunggal Dengan Variasi Debit. 1.