

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN SOEKARNO-HATTA, KOTA MALANG MENGGUNAKAN DESAIN A HALF THROUGH ARCH

Wahyu Kurniawan¹, Ester Priskasari², Sudirman Indra²
¹²³⁾ Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email : kwahyu827@gmail.com¹

ABSTRACT

Soekarno-Hatta Bridge in Malang City, which has a level of traffic density in its development until now, has undergone strengthening due to structural fatigue and almost entering the fatigue age of a bridge. With this in view of the fairly dense function of transportation facilities, the Soekarno-Hatta Bridge was built to support access in the city of Malang. In this planning, Soekarno Hatta Bridge is planned using the construction method A Half Through Arch with Hanging Cables in a span of 100 meters without central pillars and the Load and Resistance Factor Design method (DFBK) and refers to the latest SNI rules. This planning is assisted by using the structural application program StaadPro V8i SS6 to analyze the structure of the bridge. After analyzing the upper structure of this bridge, the dimensions of the steel structure for the main girder were obtained using a WF profile 400.400.45.70, longitudinal girder WF profile 400.200.8.13, transverse girder under profile WF 850.350.16.36, upper transverse girder WF 350.350.12.19, Wire hanging cables 6x37 IWRC Ø38 ropes, 2L 150.150.19 atss wind tie girders, and 2L 250.250.35 downwind bond girders.

Keywords : Arch Bridge, Cable Bridge, A Half Through Arch, Load Factor and Resistance Design Method (DFBK)

ABSTRAK

Jembatan Soekarno-Hatta Kota Malang yang memiliki tingkat kepadatan lalu lintas pada perkembangannya hingga saat ini jembatan tersebut telah mengalami perkuatan karena mengalami kelelahan struktur dan hampir memasuki usia fatik sebuah jembatan. Dengan hal ini melihat fungsi sarana transportasi yang cukup padat, maka dibangun Jembatan Soekarno-Hatta sebagai pendukung akses di kota Malang. Dalam perencanaan ini, Jembatan Soekarno Hatta direncanakan dengan menggunakan metode konstruksi A Half Through Arch dengan Kabel Penggantung di bentang 100 meter tanpa pilar tengah dan metode Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK) serta mengacu pada aturan SNI yang terbaru. Perencanaan ini dibantu dengan menggunakan program aplikasi struktur StaadPro V8i SS6 untuk menganalisa struktur atas jembatan. Setelah dilakukan analisa struktur atas jembatan ini, didapatkan dimensi struktur baja untuk gelagar induk menggunakan profil WF 400.400.45.70, gelagar memanjang profil WF 400.200.8.13, gelagar melintang bawah profil WF 850.350.16.36, gelagar melintang atas WF 350.350.12.19, kabel penggantung Wire Ropes 6x37 IWRC Ø38, gelagar ikatan angin atss 2L 150.150.19, dan gelagar ikatan angin bawah 2L 250.250.35.

Kata Kunci : Jembatan Pelengkung, Jembatan Kabel, A Half Through Arch, Metode Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK)

1. PENDAHULUAN

Jembatan Soekarno-Hatta di kota Malang adalah jenis jembatan rangka baja model *Warren-Truss* di bangun pada tahun 1981 atau saat ini sudah berusia 38 tahun. Jembatan ini menghubungkan Blimbing – Dinoyo kota Malang sekaligus jalur alternatif Kota Malang – Kota Batu. Namun pada perkembangannya hingga saat ini jembatan tersebut telah mengalami perkuatan karena mengalami kelelahan struktur akibat beban statis dan hampir memasuki usia fatik sebuah jembatan.

Berdasarkan dari tinjauan tersebut, maka perlu direncanakan alternatif desain untuk jembatan tersebut, dimana bukan hanya meninjau aspek struktural dan transportasi saja tetapi juga membuat suatu desain yang memberikan nilai estetika yang indah. Design yang akan dibuat adalah jembatan rangka dengan menggunakan busur rangka baja.

Metode yang penyusun gunakan dalam perencanaan jembatan ini adalah menggunakan Metode DFBK. Dengan mengacu pada aturan-aturan berdasarkan SNI yang terbaru.

Tujuan Perencanaan

Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini untuk :

1. Mengetahui dimensi dan jumlah tulangan pada plat lantai jembatan
2. Mengetahui dimensi profil baja gelagar memanjang.
3. Mengetahui dimensi profil baja gelagar melintang.
4. Mengetahui dimensi profil baja gelagar induk.
5. Mengetahui dimensi profil baja ikatan angin
6. Mengetahui dimensi kabel untuk jembatan
7. Mengetahui jumlah baut sambungan pada jembatan
8. Mengetahui dimensi perletakan pada jembatan
9. Mengetahui gambar alternatif perencanaan struktur atas jembatan

Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan waktu, perencanaan jembatan pelengkung mengambil beberapa batasan :

1. Metode perhitungan mengacu pada Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK)
2. Panduan perencanaan Tugas Akhir ini mengacu pada :
 - a) SNI 1725-2016 tentang pembebanan untuk jembatan.
 - b) RSNI-T-03-2005 tentang perencanaan struktur baja untuk jembatan
 - c) SNI 1729-2015 tentang spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural.
 - d) SNI 03-3967-2008 tentang spesifikasi bantalan elastomer
 - e) SNI 2052-2014 tentang standar baja tulangan beton

- f) PUPR/ 07/SE/M/2015 tentang surat edaran menteri
- g) SNI 3967-2013 tentang spesifikasi dan metode uji bantalan karet elastomer untuk jembatan

2. LANDASAN TEORI

Definisi Jembatan

Jembatan rangka baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang baja yang dihubungkan satu dengan yang lainnya. Beban dan muatan yang dipikul oleh struktur ini akan diuraikan dan disalurkan pada batangbatang baja tersebut, sebagai gaya-gaya tekan dan tarik melalaui titik-titik pertemuan batang (titik buhul). Garis netral tiap-tiap batang yang bertemu pada titik buhul harus saling berpotongan pada satu titik saja untuk menghindari timbulnya momen sekunder. (Asiyanto,2008).

Tipe Kelas Jembatan

1. Berdasarkan Lebar Lalu Lintas

- a) Kelas A = 1,0 + 7,0 + 1,0 m → Lebar minimum untuk jembatan pada jalan nasional (SE DBM 21 Maret 2008)
- b) Kelas B = 0,5 + 6,0 + 0,5 m
- c) Kelas C = 0,5 + 3,5 + 0,5 m

2. Berdasarkan Pembebanan

- a) BM 100% = Untuk semua Jalan Nasional dan Provinsi
- b) BM 70% = Dapat digunakan pada jalan Kabupaten dan daerah Transmigrasi

(Sumber : Perencanaan Jembatan, Direktorat Jembatan, Direktorat Jenderal Bina Marga)

Pembebanan Jembatan

Pada analisis jembatan rangka baja ini, pembebanan yang bekerja pada konstruksi dihitung berdasarkan "Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan (SNI 1725 : 2016)"

Penyebaran beban "D" pada arah melintang jembatan

Beban "D" harus disusun pada arah melintang sedemikian rupa sehingga menimbulkan momen maksimum. Penyusunan komponen-komponen BTR dan BGT dari beban arah melintang harus sama

Faktor Beban "D"

Beban "D" mempunyai intensitas (q Kpa) dengan besaran q tergantung pada panjang total yang dibebani L yaitu seperti berikut :

Jika $L \leq 30$ m : $q = 9,0$ kPa

Jika $L > 30$ m : $q = 9,0 (0.5 + \frac{L-30}{L-30})$ kPa

Keterangan :

q adalah intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan (kPa).

L adalah panjang total jembatan yang dibebani (m).

Rn = Kekuatan tarik desain penyambung
(kg)

F_u^b = Kekuatan tarik baja yang membentuk bagian yang disambung
 t = Ketebalan gelagar melintang
 d = Diameter nominal

Plat Simpul

- Menentukan ketebalan plat penyambung :

$$t \geq \frac{P}{\phi \cdot F_u \cdot t}$$

Keterangan :

Φ = Faktor resistensi
 P = Beban terfaktor (kg)
 F_u = Kekuatan tarik plat (kg/cm²)
 T = Tebal minimum plat (cm)
 L = Jarak ujung minimum (cm)

- Kontrol plat simpul
 - Menghitung kekuatan nominal :

$$\phi P_n = \phi \cdot F_y \cdot A_g \quad \phi = 0,90$$

$$\phi P_n = \phi \cdot F_y \cdot A_g \quad \phi = 0,75$$
 - Kemudian, diambil nilai terkecil

$$P_u \geq \phi P_n$$
 - Perhitungan kontrol harus memenuhi :

$$F_{cr} \leq f_y$$

$$F_v \leq f_y$$

$$F_r \leq f_y$$

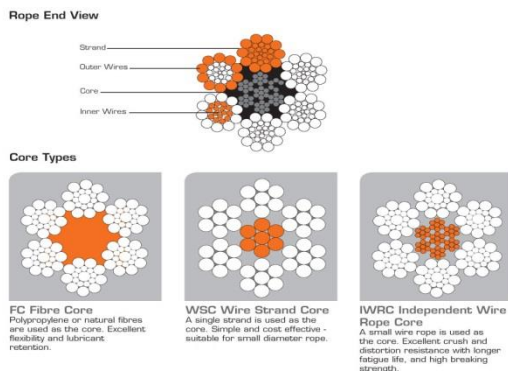
Keterangan :

Φ = Faktor resistensi
 F_y = Tegangan Leleh baja (kg/cm²)
 F_{cr} = Tegangan Kritis
 F_r = Kondisi Fraktur
 A_g = Kekuatan Tarik plat (cm²)
 P_n = Kekuatan batang desain (kg)
 P_u = Kekuatan Batang (kg)

Perencanaan Kabel

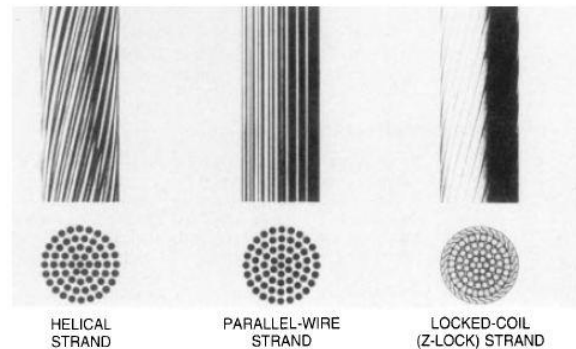
Kabel berfungsi sebagai penggantung antara gelagar induk atas (pelengkung) dan gelagar melintang / gelagar memanjang. Untuk menentukan dimensi kabel penggantung kita harus mengetahui dahulu gaya Tarik atau tegangan putus yang terjadi pada kabel. Untuk kontrol kabel dapat dilihat pada output Staad Pro V8i.

1. Wire Ropes



Gambar 2. Wire Ropes
 (Sumber : Huagei Industry Park,China)

2. Parallel Wire Cable



Gambar 3. Wire Ropes
 (Sumber : Bethlehem Steel Corporation)

Perletakan Elastomer

Elastomer merupakan bantalan berlapis yang memikul beban – beban vertikal maupun horizontal dari gelagar jembatan sekaligus berfungsi sebagai penyerap getaran (SNI 03-3967-2008).

3. METODOLOGI PERENCANAAN

Data Perencanaan

Berikut adalah data perencanaan alternatif desain jembatan Soekarno-Hatta :

- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| a. Kelas Jembatan | : I (satu) |
| b. Panjang Jembatan | : 100,0 meter |
| c. Lebar Lantai Kendaraan | : 7 meter |
| d. Lebar Trotoir | : 2 x 1 meter |
| e. Tipe Jembatan | : Arch Bridge |
| f. Jarak tiap Gelagar Melintang | : 5 meter |
| g. Jarak tiap Gelagar Memanjang | : 1,75 meter |
| h. Tebal Plat Beton | : 0,25 meter |
| i. Mutu Beton (f'c) | : 35 Mpa |
| j. Mutu Baja Tulangan (fy) | : BjTs 50 |
| 1. Tegangan Leleh Baja | : 4900 kg/cm ² |
| k. Mutu Baja | : BJ 55 |
| 1. Tegangan Leleh Baja | : 4100 kg/cm ² |
| 2. Tegangan Putus | : 5500 kg/cm ² |
| l. Mutu Baut | : ASTM A490 |

Data Pembebanan

- Plat Beton Lantai Kendaraan
 - Tebal plat beton lantai kendaraan : 0,25 meter
 - Berat jenis beton bertulang : 2400 kg/m³
(SNI 1725-2016 hal 13)
- Plat Lantai Trotoir
 - Tebal plat beton trotoir : 0,55 meter
 - Berat jenis beton bertulang : 2400 kg/m³
(SNI 1725-2016 hal 13)
- Lapisan Aspal Lantai Kendaraan
 - Tebal lapisan aspal : 0,05 meter
 - Berat jenis beton bertulang : 2245 kg/m³
(SNI 1725-2016 hal 13)
- Air Hujan
 - Tinggi air hujan : 0,05 meter

- b. Berat jenis beton bertulang : 1000 kg/m^3
(SNI 1725-2016 hal 13)
5. *Steel Deck* (Bondek)
- Tebal *Steel Deck* : 1,2 mm
 - Berat *Steel Deck* : $11,81 \text{ kg/m}^3$
(*Floor Deck W-1000*)

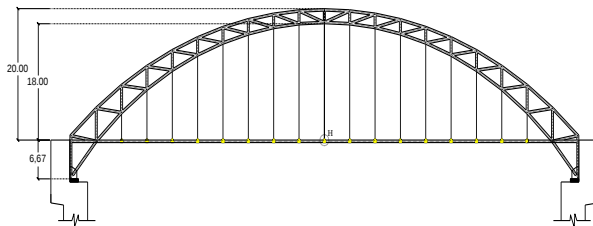
Lokasi Perencanaan

Jembatan Soekarno-Hatta berlokasi di Jalan Soekarno-Hatta Kota Malang, Jawa Timur

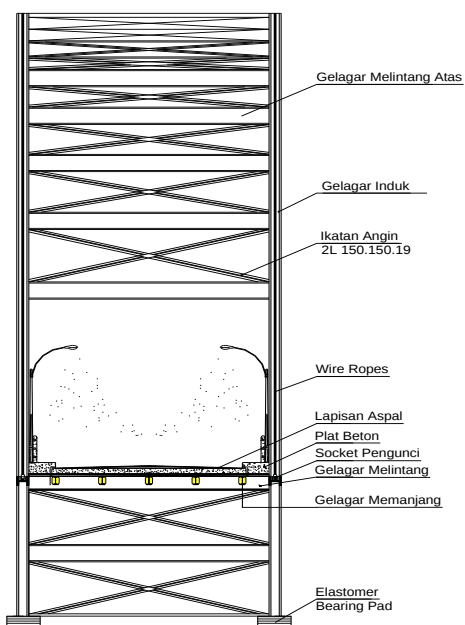


Gambar 4. Lokasi Perencanaan

Gambar Alternatif Rencana Jembatan

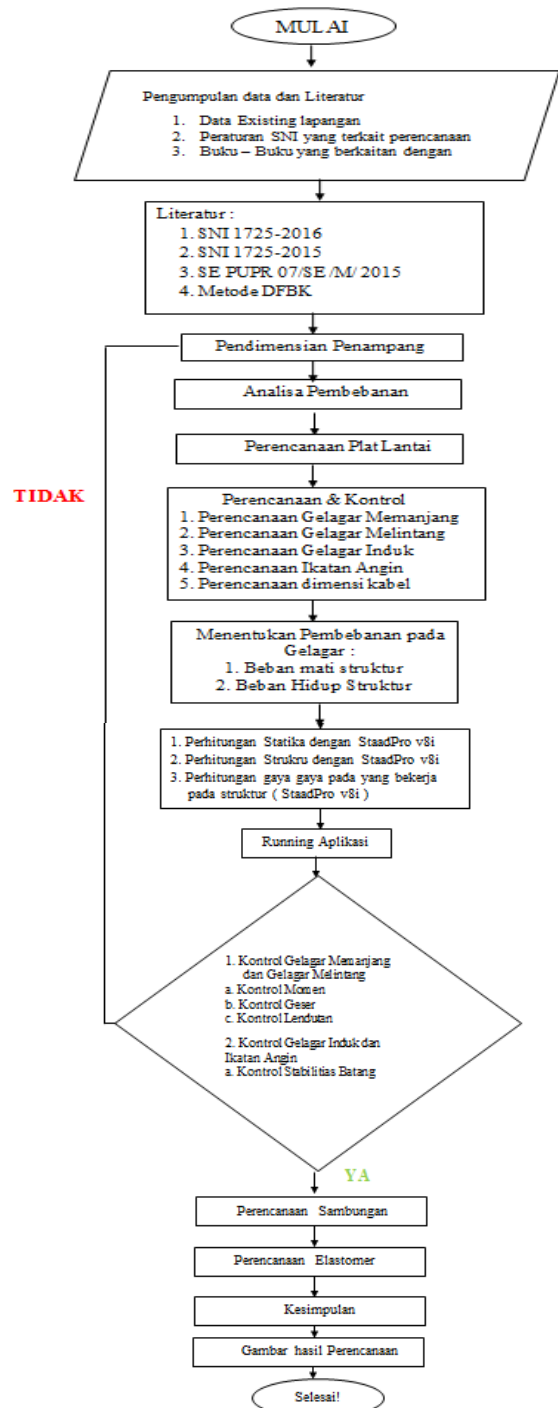


Gambar 4. Tampak Memanjang Jembatan



Gambar 5. Tampak Melintang Jembatan

Diagram Alir



Gambar 6. Diagram Alir

4. PEMBAHASAN

Perhitungan Pembebanan

Kesimpulan perhitungan pembebanan :

$$\begin{aligned}
 q_{ult} &= 1038,916 \text{ kg/m} & q_{Tr} &= 2884,991 \text{ kg/m} \\
 T_u &= 20250 \text{ kg} & P_u &= 1500 \text{ kg/m} \\
 P_1 &= 173,65 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

q_{ult} : Beban plat lantai kendaraan

q Tr : Beban lantai trotoir
 Tu : Beban Truk
 Pu : Beban kerb
 P1 : Beban tiang sandaran

Perhitungan Statika

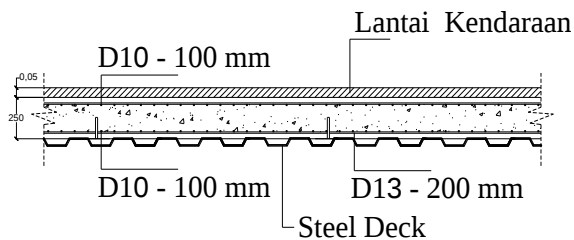
Tabel 3. Hasil Kondisi Pembebanan Statika

Kondisi Pembebanan	Momen Max (kgm) Lantai Kendaraan				Momen Max (kgm) Trotoir	
	Tumpuan		Lapangan		Tumpuan	Lapangan
	Negatif	Positif	Negatif	Positif	Negatif	Positif
Pembebanan 1	-7266,8		-1798,7	6270,2	-3118,1	
Pembebanan 2	-5080,1			3892,5	-3118,1	
Pembebanan 3	-7266,8		-1798,7	6270,2	-3118,1	
Max	-7266,8		-1798,7	6270,2	-3118	

(Sumber : StaadPro V8i)

Perhitungan Plat Lantai Kendaraan

Pada Perhitungan Plat Lantai Kendaraan didapatkan tulangan pokok D10-100 mm (untuk tulangan tarik) D10-100 (untuk tulangan tekan) dan D 13-200 mm untuk tulangan bagi.



Gambar 7. Penulangan Plat Lantai

Perencanaan Gelagar Memanjang

Analisa Beban Lalu Lintas

a. Beban Lajur "D" (TD)

- **Beban terbagi rata (BTR)**, untuk bentang (L) 100 m
 $q = 900 \times \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) = 5,85 \text{ kPa} = 585 \text{ kg/m}$
 $q_{Ltr 1} = \text{BTR} \times \text{Perataan Beban A} \times 2$
 $= 585 \times 0,946 \times 2$
 $= 1107,6 \text{ kg/m}$
 $q_{Ltr 2} = \text{BTR} \times (\text{Perataan Beban A} \times \text{Perataan beban A}) \times 2$
 $= 585 \times (0,946 \times 0,946) \times 2$
 $= 2215,2 \text{ kg/m}$

Keterangan :

qLtr 1 : Gelagar terletak di Tepi
 qLtr 2 : Gelagar terletak di Tengah

- **Beban garis terpusat (BGT)**
 Besar intensitas BGT (p) = 49 kN/m (SNI 1725-2016 Ps.8.3.1) dan Faktor beban dinamis (FBD) = 30% untuk 100 m (SNI 1725-2016 Ps.8.6)
 $P = 49 \text{ kN} = 4900 \text{ kg}$
 Faktor beban = 2
 $P_u = 4900 \times 2 = 9800 \text{ kg}$
 $\text{FBD} = 1 + \text{DLA} = 1 + 0,30 = 1,30$
 $\text{Plgt 1} = \text{PU} \times \text{Perataan beban A} \times k$

$$= 9800 \times 0,946 \times 1,30$$

$$= 12060,533 \text{ kg/m}$$

$$\text{Plgt 2} = \text{PU} \times (\text{Perataan beban A} \times \text{Perataan beban A}) \times k$$

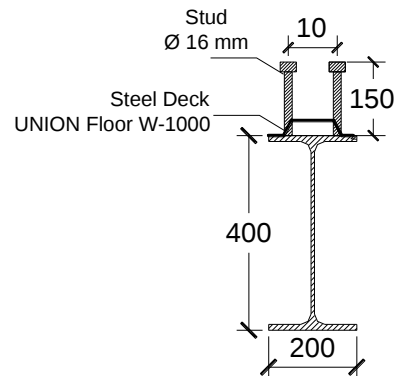
$$= 9800 \times (0,946 \times 0,946) \times 1,30$$

$$= 11417,305 \text{ kg/m}$$

Tabel 4. Hasil Pembebanan Gelagar Memanjang

KESIMPULAN		
PEMBEBANAN PADA GELAGAR MEMANJANG		
BEBAN MATI		
kg/m		
Gelagar Tepi (qd 1)	=	3413,311
Gelagar Tengah (qd2)	=	1749,996
BEBAN HIDUP BTR		
kg/m		
Gelagar Tepi (qltr 1)	=	1107,60
Gelagar Tengah (qltr 2)	=	2215,20
BEBAN HIDUP BGT		
kg/m		
Gelagar Tepi (plgt 1)	=	12060,533
Gelagar Tengah (plgt 2)	=	11417,305

Dimensi gelagar memanjang menggunakan profil WF 400 x 200 x 8 x 13, Stud connector yang digunakan diameter 16 mm x 150 mm dengan jumlah stud 20 buah dan jarak antar stud 500 mm.



Gambar 8. Penampang Profi WF 400.200.8.13

Perencanaan Gelagar Melintang

Analisa Beban Mati

$$q_{d 1} = \text{Perataan Beban D} \times q_{uTr} \times 2$$

$$= 0,667 \times 2884,991 \times 2$$

$$= 5771,315 \text{ kg/m}$$

$$q_{d 2} = (\text{Perataan Beban C} \times q_{uLr} \times 2$$

$$= 0,223 \times 1038,916 \times 2$$

$$= 2078,277 \text{ kg/m}$$

Analisa akibat beban sendiri Profil gelagar memanjang

Dimensi profil baja WF = 400 x 200 x 8 x 13

Faktor beban baja = 1,1

W profil baja = 66 kg/m

- $P_1 = \text{W profil baja} \times \text{L. Gelagar Memanjang} \times \text{Faktor Beban}$
 $= 66 \times 5 \times 1,1$

- = 363 kg
- P2 = Beban akibat RA Gelagar Memanjang Tepi
= 17332,543 kg
- P3 = Beban akibat RA Gelagar Memanjang Tengah
= 15621,642 kg

Analisa Beban Hidup

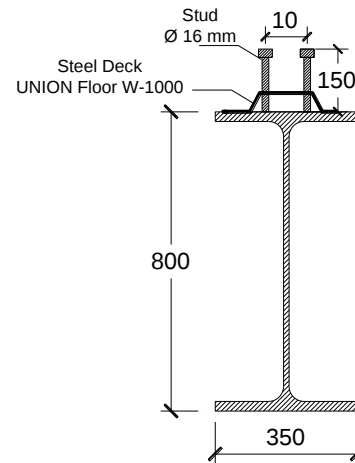
a. Beban Lajur “D” (TD)

- **Beban terbagi rata (BTR)**, untuk bentang (L) 100 m
 $q = 900 \times \left(0,5 + \frac{15}{L}\right) = 5,85 \text{ kPa} = 585 \text{ kg/m}$
 $q_{Ltr 1} = \text{BTR} \times \text{Perataan Beban C} \times 2 \times \text{Faktor Beban}$
 $= 585 \times 0,223 \times 2 \times 2$
 $= 521,664 \text{ kg/m}$
- **Beban garis terpusat (BGT)**
 Besar intensitas BGT (p) = 49 kN/m (SNI 1725-2016 Ps.8.3.1) dan Faktor beban dinamis (FBD) = 30% untuk 100 m (SNI 1725-2016 Ps.8.6)
 $P = 49 \text{ kN} = 4900 \text{ kg}$
 $P_u = 4900 \times 2 = 9800 \text{ kg}$
 $\text{FBD} = 1 + \text{DLA} = 1 + 0,30 = 1,30$
 $\text{Plgt 1} = \text{BGT} \times k \times 100\%$
 $= 9800 \times 1,30 \times 100\%$
 $= 12740 \text{ kg/m}$
- **Beban Hidup Pejalan Kaki (Trotoir)**
 Faktor Beban = 2
 $Q_p = 5 \text{ Kpa} = 500 \text{ kg/m}$ (SNI 1725-2016)
 $= 500 \times 2 \times (\text{Perataan beban tipe D} \times 2)$
 $= 500 \times 2 \times (0,667 \times 2)$
 $= 1333,33 \text{ kg/m}$

Tabel 5. Hasil Pembebanan Gelagar Melintang

KESIMPULAN			
PEMBEBANAN PADA GELAGAR MELINTANG			
No	BEBAN MATI	Ket	BESAR GAYA
1	Akibat berat lantai trotoar	q _{tr}	5771,315333 Kg/m
2	Akibat berat lantai kendaraan	q _{ult}	2078,277867 Kg/m
3	Akibat berat sendiri gelagar memanjang	P1	363,0 Kg
4	Akibat RA Gelagar memanjang Tepi	P2	17332,543 Kg
5	Akibat RA Gelagar memanjang Tengah	P3	15621,643 Kg
BEBAN HIDUP			
7	Beban terbagi rata (BTR)	q _{Ltr}	521,664 Kg/m
8	Beban garis terpusat (BGT)	Plgt	12740 Kg/m
9	Beban Hidup Pejalan Kaki	Q _p	1333,33 Kg/m

Dimensi gelagar memanjang menggunakan profil WF 800 x 3500 x 16 x 36, Stud connector yang digunakan diameter 16 mm x 150 mm dengan jumlah stud 60 buah dan jarak antar stud 600 mm.



Gambar 9. Penampang Profi WF 800.350.16.36

Perhitungan Gelagar Induk

Analisa Beban Rem

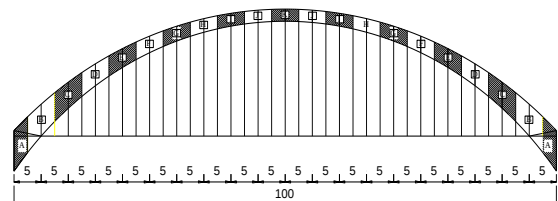
- Gaya rem = 25% x Tu x jml lajur
= 25% x 11250 x 2 = 5625 kg
 - Gaya rem = 5% x berat truk rencana x BTR (gelagar memanjang)
= 5% x 50000 + 585 = 3085 kg
- Gaya rem (TB) harus diambil yang terbesar = 5625 kg (SNI 1725-2016 Ps.8.7)

Analisa Beban Angin (EW)

a. Beban Angin pada Struktur (EWs)

Tekanan angin = 0,0024 Mpa = 240 kg/m²

- Hisap (P) = $\frac{360 \times \text{Luasan} \times 15\%}{2}$
- Tekan (P) = $\frac{360 \times \text{Luasan} \times 30\%}{2}$



Gambar 10. Luasan Beban Angin Struktur Pelengkung Atas

Tabel 6. Gaya angin terhadap Struktur Pelengkung Atas

Area	Luasan m2	Gaya Angin			
		15% (kg)	15%(Nmm)	30% (kg)	30%(Nmm)
A A'	15,69	282,42	2,8242	564,84	5,6484
B B'	26,35	474,3	4,743	948,6	9,486
C C'	21,54	387,72	3,8772	775,44	7,7544
D D'	17,93	322,74	3,2274	645,48	6,4548
E E'	15,55	279,9	2,799	559,8	5,598
F F'	13,66	245,88	2,4588	491,76	4,9176
G G'	12,15	218,7	2,187	437,4	4,374
H H'	11,23	202,14	2,0214	404,28	4,0428
I I'	10,55	189,9	1,899	379,8	3,798
J J'	10,55	189,9	1,899	379,8	3,798
K	10,11	181,98	1,8198	363,96	3,6396

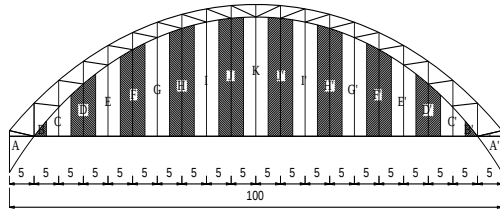
b. Beban Angin pada Kabel (EWc)

Tekanan angin = $0,0036 \text{ Mpa} = 360 \text{ kg/m}^2$

• Hisap (P) = $\frac{360 \times \text{Luasan} \times 15\%}{2}$

• Tekan (P) = $\frac{360 \times \text{Luasan} \times 30\%}{2}$

(Catatan : Dibagi "2" karena tinjauan kabel ada 2 di sambungn atas dan bawah)



Gambar 11. Luasan Beban Angin area Kabel

Tabel 7. Gaya angin terhadap Kabel

Area		Luasan m2	Gaya Angin			
			15% (kg)	15%(Nmm)	30% (kg)	30%(Nmm)
A	A'	0	0	0	0	0
B	B'	3,02	81,54	0,8154	163,08	1,6308
C	C'	22,63	611,01	6,1101	1222,02	12,2202
D	D'	41,24	1113,48	11,1348	2226,96	22,2696
E	E'	56,34	1521,18	15,2118	3042,36	30,4236
F	F'	68,51	1849,77	18,4977	3699,54	36,9954
G	G'	78,09	2108,43	21,0843	4216,86	42,1686
H	H'	85,33	2303,91	23,0391	4607,82	46,0782
I	I'	90,41	2441,07	24,4107	4882,14	48,8214
J	J'	93,41	2522,07	25,2207	5044,14	50,4414
K		94,4	2548,8	25,488	5097,6	50,976

c. Beban Angin pada Kendaraan (EW1)

Beban angin = $1,46 \text{ Nmm} = 146 \text{ kg/m}$

Ketinggian bidang kerja angin = $1800 \text{ mm} = 1.80 \text{ m}$

$q_1 = 146 \times 1.80 \times 100\%$
 $= 262,8 \text{ kg/m}$

Pendimensionian Gelagar Induk

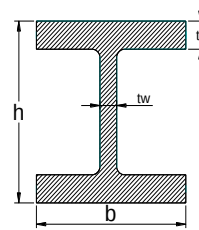
Tabel 8. Analisa gaya batang pelengkung atas

No	Batang	Panjang L (m)	Aksial Kg	Critical	No	Batang	Panjang L	Aksial Kg	Critical
1	62	6,62	-89393	TEKAN	1	180	6,62	-431857	TEKAN
2	63	6,17	-88945	TEKAN	2	181	6,17	-342904	TEKAN
3	64	5,85	-118619	TEKAN	3	182	5,85	-306421	TEKAN
4	65	5,59	-164077	TEKAN	4	183	5,59	-264561	TEKAN
5	66	5,40	-206442	TEKAN	5	184	5,40	-253537	TEKAN
6	67	5,27	-239880	TEKAN	6	185	5,27	-252508	TEKAN
7	68	5,15	-267848	TEKAN	7	186	5,15	-256758	TEKAN
8	69	5,08	-292845	TEKAN	8	187	5,08	-264167	TEKAN
9	70	5,03	-314902	TEKAN	9	188	5,03	-273378	TEKAN
10	71	5,00	-349563	TEKAN	10	189	5,00	-299286	TEKAN
11	72	5,00	-343478	TEKAN	11	190	5,00	-306398	TEKAN
12	73	5,03	-331877	TEKAN	12	191	5,03	-305485	TEKAN
13	74	5,08	-289460	TEKAN	13	192	5,08	-290438	TEKAN
14	75	5,15	-237726	TEKAN	14	193	5,15	-290538	TEKAN
15	76	5,27	-179158	TEKAN	15	194	5,27	-313395	TEKAN
16	77	5,40	-118519	TEKAN	16	195	5,40	-364480	TEKAN
17	78	5,59	-72680	TEKAN	17	196	5,59	-450789	TEKAN
18	79	5,85	-75278	TEKAN	18	197	5,85	-596447	TEKAN
19	80	6,17	-67310	TEKAN	19	198	6,17	-782858	TEKAN
20	81	6,62	-106747	TEKAN	20	199	6,62	-1016400	TEKAN

(Sumber : Analisa StaadPro)

Didapatkan nilai Pu terbesar adalah : Pu Batang 199
= 1016400 kg (Tekan)

Analisa Pendimensionian Gelagar Induk



Gambar 12. Penampang Baja WF

W = 605 kg/m
r = $22 \text{ mm} = 2,2 \text{ cm}$
A = $770,1 \text{ cm}^2 = 77010 \text{ mm}^2$
b = $400 \text{ mm} = 40 \text{ cm}$
Ix = 296000 cm^4
h = $400 \text{ mm} = 40 \text{ cm}$
Iy = 94400 cm^4
tw = $45 \text{ mm} = 1,6 \text{ cm}$
tf = $70 \text{ mm} = 7 \text{ cm}$
Mutu Baja = BJ 55
fy = $410 \text{ Mpa} = 4100 \text{ kg/cm}^2$
fu = $550 \text{ Mpa} = 5500 \text{ kg/cm}^2$
E = 200000 Mpa

• Perhitungan Radius Girasi

$$R_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} \quad R_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}}$$

$$= \sqrt{\frac{296000}{770,1}} \quad = \sqrt{\frac{94400}{770,1}}$$

$$= 19,605246 \text{ cm} \quad = 11,071652 \text{ cm}$$

• Perhitungan Parameter Kerampingan
Cek Rasio Kerampingan :

$$\lambda_c = \frac{K \cdot L}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 E}}$$

$$\lambda_c = \frac{1 \cdot 662}{11,071652} \sqrt{\frac{4100}{3,14^2 \times 2000000}}$$

$$= 59,7923405 \times 0,0144194$$

$$= 0,86216986 \text{ cm} < \lambda_c = 1,5$$

• Menghitung tegangan Kritis dengan Elemen Langsing

Untuk $\lambda_c < 1,5$

$$F_{cr} = \{0,658^{\lambda_c^2}\} \times f_y$$

$$= \{0,658^{0,86216986^2}\} \times 4100$$

$$= 3003,75469 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 300,375 \text{ Mpa}$$

• Maka, Pn

$$P_n = F_{cr} \times A_g \times A$$

$$= 0,85 \times 3003,75469 \times 770,1$$

$$= 1966212,76 \text{ kg}$$

• Kontrol

$$P_n > P_u$$

$$1966212,76 > 1016400 \longrightarrow \text{OK}$$

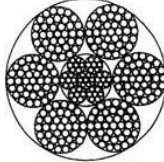
- Rasio Kekuatan

$$= \frac{P_u}{P_n} = \frac{1016400}{1966212,76}$$

$$= 0,517$$

Perencanaan Kabel

Profil Kabel = Pipe Ø38 mm
 Batang No = 229
 $P_u = 50483,76 \text{ kg}$
 $= 504838 \text{ N}$
 $= 504,837 \text{ kN}$

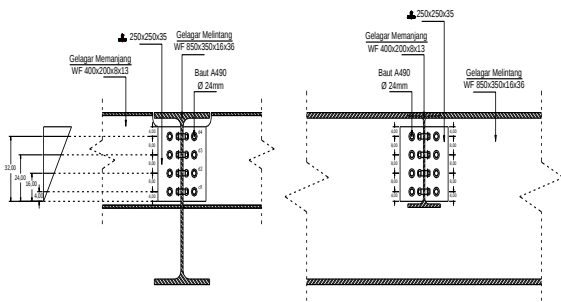


Gambar 13. Wire Ropes 6x37 IWRC
 Diameter= 38 mm
 $P_n = 104 \text{ Ton}$ (Tabel Bridge Rope)
 $= 1019,89 \text{ kN}$

- Kontrol
 $P_n > P_u$
 $1019,89 > 504,837 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$

Perencanaan Sambungan

a. Perencanaan Sambungan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang

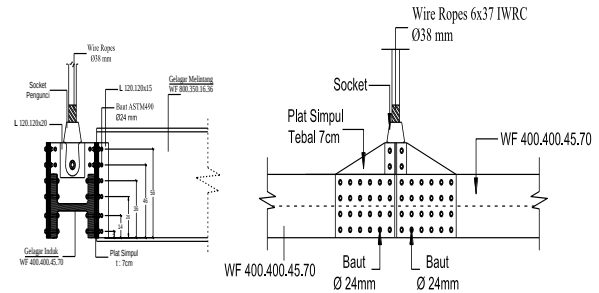


Gambar 14. Detail sambungan gelagar memanjang dan gelagar melintang

Dari perhitungan sambungan gelagar memanjang dan gelagar melintang, didapatkan jumlah baut 4 buah dengan jarak baut ke tepi plat 4 cm dan jarak antar baut 8 cm diameter baut 24 mm. Pada Sambungan gelagar melintang dan gelagar memanjang digunakan plat penyanggung L 250.250.35

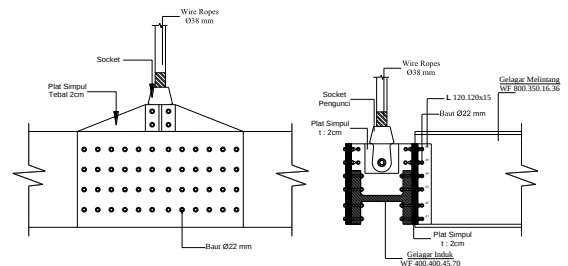
b. Perencanaan Sambungan Gelagar Melintang ke Gelagar Induk

Dari Perhitungan Sambungan gelagar melintang dan gelagar induk didapatkan jumlah baut 6 buah jarak baut ke tepi plat 4 cm dan jarak antar baut 10 cm diameter baut 24 mm. Dengan menggunakan plat penyanggung L 120.120.15



Gambar 14. Detail sambungan gelagar melintang dan gelagar induk

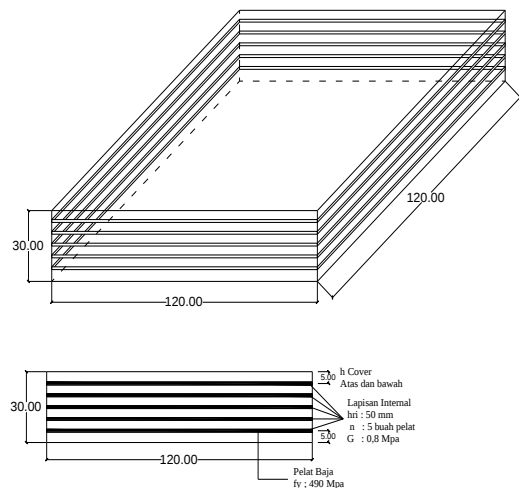
c. Perencanaan Sambungan Gelagar Induk dan Kabel



Gambar 15. Detail sambungan gelagar induk dan kabel

Dari Perhitungan Sambungan Kabel Pada Gelagar Induk. Didapatkan Diameter Kabel 38 mm Wire Ropes IWRC. Jumlah baut 4 jarak antar baut ke tepi plat 4 cm dan jarak antar baut 10 cm diameter baut 24 mm. Tebal plat simpul 7 cm.

Perencanaan Elastomer



Gambar 16. Dimensi perletakan elastomer

Lebar Penampang baja 500 mm, Hardness 55 shore A, direncanakan lebar 1100 mm panjang 1100 mm, tebal lapisan hri 30 mm tebal lapisan penutup 10 mm dan jumlah lapisan sebanyak 10 buah didapatkan ketebalan total elastomer 320 mm

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Perencanaan Penulangan Plat Lantai yang digunakan :
 - a) Lantai Kendaraan (Tumpuan)
 - Tulangan Utama D10 – 100 mm untuk tulangan tarik dan tekan
 - Tulangan Bagi D13 – 200 mm
 - b) Lantai Kendaraan (Lapangan)
 - Tulangan Utama D10 – 100 mm untuk tulangan tarik dan tekan
 - Tulangan Bagi D13 – 200 mm
 - c) Lantai Trotoir
 - Tulangan Bagi D10 – 100 mm
2. Perencanaan Pendimensian Gelagar yang digunakan pada struktur jembatan :
 - a. Dimensi Profil WF Gelagar Memanjang : WF 400.200.8.13 (mm)
 - b. Dimensi Profil WF Gelagar Melintang Bawah : WF 800.350.16.36 (mm)
 - c. Dimensi Profil WF Gelagar Melintang Atas : WF 350.350.12.19 (mm)
 - d. Dimensi Profil Shear Connector : D16 – 150 (h)
 - e. Dimensi Profil Gelagar Induk : WF 400.400.45.70
3. Perencanaan Pendimensian Kabel Penggantung yang digunakan : *Wire Ropes 6x37 IWRC Ø38 mm.*
4. Perencanaan Pendimensian Ikatan Angin (Bracing) yang digunakan:
 - a) Dimensi Ikatan Angin (atas) : 2L 150.150.19
 - b) Dimensi Ikatan Angin (bawah) : 2L 250.250.35
5. Perencanaan Sambungan yang digunakan pada struktur jembatan :
 - a) Pada sambungan antara gelagar memanjang dan gelagar melintang menggunakan Mutu Baut A490 - Ø 24 mm dengan pelat penyambung profil baja siku L 250.250.35.
 - b) Pada sambungan antara gelagar melintang dengan gelagar Induk menggunakan Mutu Baut A490 - Ø 24 mm dengan pelat penyambung profil baja siku L 250.250.35
 - c) Pada sambungan antara titik buhul (*Joint*) pada gelagar Induk menggunakan Mutu Baut A490 - Ø 24 mm dengan pelat simpul baja tebal 70 mm
 - d) Pada sambungan antara ikatan angin menggunakan Mutu Baut A490 - Ø 24 mm dengan pelat simpul baja tebal 20 mm
6. Perencanaan Dimensi perletakan Elastomer yang digunakan pada struktur jembatan ini memiliki dimensi 1200 x 1200 x 300 mm dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - Karet Alam : 60 Duro
 - Tebal Cover Atas : 50 mm
 - Tebal Cover Bawah : 50 mm

- Jumlah lapisan baja : 5 Buah

Saran

1. Sebagai perencana struktur jembatan, lebih baik merencanakan struktur yang efisien dan ekonomis dalam menggunakan metode maupun material yang akan direncanakan dilapangan.
2. Dalam perencanaan struktur jembatan, harus menggunakan peraturan-peraturan yang terbaru dan standar yang berlaku (SNI).
3. Perencanaan jembatan harus mempertimbangkan kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi secara tiba-tiba pada pra-perencanaan dan pelaksanaan dilapangan. Rencana Model teknologi pelaksanaan, dan efisien waktu dan biaya harus dapat dilaksanakan secara tepat.
4. Pada peremcamaam sambungan gelagar jembatan, tentu harus benar-benar diperhatikan, karena dalam komponen konstruksi sambungan memiliki resiko yang paling fatal yang diasumsikan lebih baik kokoh pada sambungan daripada mengalami kegagalan pada sambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2005. Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI). RSNI-T-03-2005. Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan. Dewan Standardisasi Indonesia. Jakarta.
- _____. 2014. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-2502-2014. Standar Baja Tulangan Beton. Dewan Standardisasi Indonesia. Jakarta.
- _____. 2015. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-1729-2015. Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural. Dewan Standardisasi Indonesia. Jakarta.
- _____. 2016. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-2833-2016. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan. Dewan Standardisasi Indonesia. Jakarta.
- _____. 2016. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-1725-2016. Standar Pembebanan untuk Jembatan. Dewan Standardisasi Indonesia. Jakarta.
- _____. 2008. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-03-3967-2008. Spesifikasi Bantalan Elastomer. Dewan Standardisasi Indonesia. Jakarta.
- _____. 2013. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-3967-2013. Spesifikasi dan Metode Uji Bantalan Karet Elastomer untuk Jembatan. Dewan Standardisasi Indonesia. Jakarta.
- Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Pedoman Perancangan Bantalan Elastomer untuk

- Perletakan Jembatan. 07/SE/M/2015.
Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Gunawan, Rudy. Morisco 1987. *Tabel Profil Konstruksi Baja*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Feyrer, Klaus. 2007. *Wire Ropes, Tension, Endurance, Reabilitiy*, Stuttgart University Stuttgart. Germany
- Setiawan, Agus, 2013. *Perencanaan Struktur Baja Metode Desain Faktor Beban dan Ketahanan-AISC 2010 Edisi Pertama*. Penerbit Erlangga. Jakarta