

STUDY ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE BOWSTRING TRUSS PADA JEMBATAN GELONDONG KABUPATEN BLITAR

Armadi Kilimondur¹, Ester Priskasari², Sudirman Indra²
¹²³⁾ Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email : armadikilimondur@gmail.com¹

ABSTRACT

Bowstring truss type bridge is a bridge structure whose structural elements resemble the letter X. Bowstring Truss type bridge is good for bridges with medium spans because the short element length reduces the risk of buckling in the frame. Through this thesis the author tries to plan an alternative structural design for the Bowstring Truss type steel truss bridge on the Blitar Regency log bridge. In this case the planning uses the LRFD (Load and Resistance Factor Design) method and for the modeling it uses the help of the STAAD Pro V8i program. The structure of the superstructure of the Bowstring Truss truss bridge consists of several main parts, namely longitudinal girders, transverse girders, main girders, upper wind ties, lower wind ties, upper transverse girders, sidewalks, vehicle floors and elastomeric placement which form a rigid unit so that it is safe. and comfortable in traffic on the bridge. As for the results of the planning and analysis obtained, the structure of the superstructure of the bridge uses a profile WF 400 x 200 x 8 x 13 (longitudinal girder), WF 700 x 300 x 13 x 24 (transverse girder), WF 400 x 400 x 13 x 21 (main girder), 2L 175 x 175 x 15 (wind ties), WF 400 x 200 x 8 x 13 (top transverse girder).

Keywords : steel truss arch bridge, bowstring Truss, Load and Resistance Factor Design (LRFD)

ABSTRAK

Jembatan rangka tipe *Bowstring truss* merupakan suatu struktur jembatan yang elemen struktur rangkanya menyerupai huruf X. Jembatan tipe *Bowstring Truss* baik untuk jembatan dengan bentang sedang karena panjang elemen yang pendek mengakibatkan pengurangan resiko tekuk pada rangka. Melalui skripsi ini penulis mencoba untuk merencanakan suatu alternatif perencanaan struktur atas jembatan rangka baja tipe *Bowstring Truss* pada jembatan gelondong kabupaten blitar. Dalam hal ini perencanaan menggunakan metode LRFD (Load and Resistance Factor Design) dan untuk pemodelannya menggunakan bantuan program bantu STAAD Pro V8i. Struktur bangunan atas jembatan rangka tipe *Bowstring Truss* terdiri atas beberapa bagian utama yaitu gelagar memanjang, gelagar melintang, gelagar induk, ikatan angin atas, ikatan angin bawah, gelagar melintang atas, trotoir, lantai kendaraan dan perletakan elastomer yang membentuk satu kesatuan yang kaku sehingga aman dan nyaman dalam berlalulintas diatas jembatan. Adapun hasil dari perencanaan dan analisa yang diperoleh, struktur bangunan atas jembatan menggunakan profil WF 400 x 200 x 8 x 13 (gelagar memanjang), WF 700 x 300 x 13 x 24 (gelagar melintang), WF 400 x 400 x 13 x 21 (gelagar induk), 2L 175 x 175 x 15 (ikatan angin), WF 400 x 200 x 8 x 13 (gelagar melintang atas).

Kata Kunci : Jembatan Pelengkung Rangka Baja, *Bowstring Truss*, Load and Resistance Factor Design (LRFD)

1. PENDAHULUAN

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk penghubung lalu lintas yang terputus pada kedua ujungnya akibat adanya hambatan berupa sungai / lintasan air, lembah, jalan / jalan kereta api yang menyilang dibawahnya. Pembangunan jembatan sebagai sarana penunjang untuk menghubungkan antara wilayah satu dan wilayah lainnya sehingga akses mobilisasi semakin nyaman dan lancar. Jembatan yang akan ditinjau adalah jembatan Gelondong sungai brantas yang berada di Kecamatan Sutojayan, Kabupaten Blitar, Jawa timur. Jembatan yang mempunyai desain jembatan trapesium yang memiliki bentang 88 meter dengan lebar 7,2 meter serta tinggi 5,5 meter jembatan gelondong sendiri sudah dibangun cukup lama dan pada lokasi tempat perencanaan terdapat pabrik pengolahan kelapa sawit dan pabrik pengolahan tebu, akan tetapi dengan mempertimbangkan kondisi yang sudah cukup lama dan semakin banyaknya akses transportasi pada jembatan Gelondong tersebut. Pada perancangan jembatan Gelondong menggunakan metode LRFD (*Load and Resistance Factor Design*) Dengan tujuan agar kualitas Dari Jembatan Gelondong Menjadi baik, aman, dan ekonomis.

Tujuan Perencanaan

Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini untuk :

1. Mengetahui diameter dan jumlah tulangan diplat lantai jembatan.
2. Mengetahui dimensi baja untuk gelagar memanjang.
3. Mengetahui dimensi baja untuk gelagar melintang atas dan gelagar melintang bawah.
4. Mengetahui dimensi baja untuk gelagar induk.
5. Mengetahui dimensi baja untuk gelagar ikatan angin.
6. Mengetahui berapa jumlah baut sambungan ikatan angin, gelagar memanjang, gelagar melintang, gelagar induk pada jembatan.
7. Mengetahui dimensi perletakan tumpuan elastomer untuk jembatan.

Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan waktu, perencanaan jembatan pelengkung mengambil beberapa batasan :

1. Dalam perhitungan jembatan struktur atas penulis menggunakan metode *Load and Resistance Factor Design* (LRFD)
2. Panduan perencanaan Tugas Akhir ini mengacu pada :
 - a) SNI 1725-2016 perencanaan pembebanan untuk jembatan
 - b) RSNI-T-03-2005 perencanaan struktur baja untuk jembatan
 - c) SNI 1729-2015 spesifikasi tentang 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 adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk melewati lalu lintas yang terputus pada kedua ujungnya akibat adanya hambatan berupa sungai / lintasan air, lembah, jalan / jalan kereta api yang menyilang dibawahnya. Pembangunan jembatan sebagai sarana penunjang untuk menghubungkan antara wilayah satu dan wilayah lainnya sehingga akses mobilisasi semakin nyaman dan lancar. Jembatan bowstring truss adalah variasi pada *Truss* untuk menguatkan diagonal semua panel. *Truss* pada jembatan pelengkung tipe *Bowstring* berbentuk silang untuk menambah ikatan pada bagian atas, bawah, atau kedua bagian panel.

1. Keuntungan Jembatan Baja

- Kekuatan tinggi
- Keseragaman
- Elasisitas
- Permanen
- Daktilitas
- Liat (*Toughness*)

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

Pembebanan pada jembatan sangat diperlukan karena untuk menganalisa dimensi dan kebutuhan dari struktur jembatan tersebut. Untuk pembebanan pada perencanaan jembatan gelondong menggunakan "**Peraturan Pembebanan Untuk Jembatan (SNI 1725 : 2016)**" tentang beban primer, beban mati, beban hidup.

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 : $q = 9,0 (0.5 + \frac{L-30}{L_{15}})$ kPa

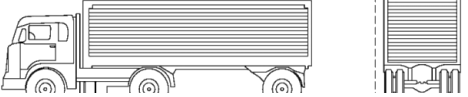
Keterangan :

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

L adalah panjang total jembatan yang dibebani (m).

Beban Truk "T"

Pembebanan truk "T" terdiri atas kendaraan truk semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat gandar. Berat dari tiap – tiap gandar disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 gandar tersebut bisa diubah – ubah dari 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan. Adapun factor beban untuk beban "T" sebagai berikut :SNI-1725-2016



Kondisi Beban	MS MA TA PR PL SH	TT TD TR TP	EU	EW ₁	EW ₂	BF	EU ₁	TG	ES	Durasi waktu lalu-lintas			
										EQ	TC	TV	TV
Kuat I	7 ₅	1,8	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	7 ₅	7 ₅	-	-	-	-
Kuat II	7 ₅	1,4	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	7 ₅	7 ₅	-	-	-	-
Kuat III	7 ₅	-	1,00	1,40	-	1,00	0,50/1,20	7 ₅	7 ₅	-	-	-	-
Kuat IV	7 ₅	-	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	-	-	-	-	-	-
Kuat V	7 ₅	-	1,00	0,40	1,00	1,00	0,50/1,20	7 ₅	7 ₅	-	-	-	-
Ekstrem I	7 ₅	7 ₅	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,8	-	-	-
Ekstrem II	7 ₅	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,8	1,8	-	-
Daya Jarak I	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	1,00/1,20	7 ₅	7 ₅	-	-	-	-
Daya Jarak II	1,00	1,30	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	-	-	-	-	-	-
Daya Jarak III	1,00	0,80	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	7 ₅	7 ₅	-	-	-	-
Daya Jarak IV	1,00	-	1,00	0,70	-	1,00	1,00/1,20	-	1,00	-	-	-	-
Factor TD dan TS	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Catatan :
 - 7₅ adalah beban 7,5 ton tergantung beban yang ditinjau
 - 7₅ adalah faktor beban hidup kondisi gempa

Gambar 1 Beban Truk "T" pada Jembatan
(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk
Jembatan Hal 41)

Kombinasi Pembebanan

Tabel 1. Kombinasi Pembebanan
(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan untuk
Jembatan)

Teori Metode LRFD (Load and Resistance Factor Design)

Dalam metode ini faktor-faktor untuk kelebihan beban merupakan variabel yang tergantung pada tipe beban, dan kombinasi-kombinasi beban yang difaktorkan, harus diperhitungkan (Salmon-johnson, 1992). Dimana beban kerja rencana dikalikan dengan faktor beban dan struktur direncanakan untuk menahan beban terfaktor tersebut pada kapasitas batasnya. LRFD memberikan perbandingan yang lebih spesifik antara beban Q dan resistensi Rn, seperti persamaan untuk persyaratan mendapatkan keamanan sebagai berikut:

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i$$

Keterangan :

- Σ = Penjumlahan
- Q_i = Pengaruh beban nominal
- γ_i = Faktor beban terkait beban Q_i yang ditinjau
- $\gamma_i Q_i$ = Kuat perlu, dari kondisi batas yang paling ekstrim

- R_n = Kuat nominal, kekuatan elemen yang dihasilkan
- Φ = Faktor tahanan sesuai jenis struktur yang di tinjau
- ϕR_n = Kuat rencana, kekuatan struktur yang direncana

Perencanaan Sambungan

Pada perencanaan jembatan rangka tipe pelengkung ini sambungan direncanakan dengan menggunakan baut mutu tinggi (A490).

Sambungan Baut

- Kekuatan baut dalam perencanaan
 $R_u \leq \phi \cdot R_n$

Keterangan :

Φ = Faktor resistensi
 R_n = Kekuatan geser desain (kg)
 R_u = Beban geser terfaktor baut (kg)

- Kekuatan Tarik Desain Untuk Baut
 $\phi R_n = \phi \cdot (0,75 \cdot F_u^b) \cdot A_b$

Keterangan :

Φ = Faktor resistensi (0,75)
 R_n = Kekuatan tarik desain (kg)
 F_u^b = Kekuatan tarik baut
 A_b = Luas penampang baut

- Kekuatan Geser Desain Baut
 $\phi R_n = \phi \cdot (0,4 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$

Keterangan :

Φ = Faktor resistensi (0,75)
 R_n = Kekuatan tarik desain (kg)
 F_u^b = Kekuatan tarik baut
 A_b = Luas penampang baut
 m = Banyaknya bidang geser yang terlihat

- Kekuatan Tumpu Desain Baut
 $\phi R_n = \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u)$

Keterangan :

Φ = Faktor resistensi (0,75)
 R_n = Kekuatan tarik desain (kg)
 F_u^b = Kekuatan tarik baja yang membentuk bagian yang disambung
 t = Ketebalan gelagar melintang
 d = Diameter nominal

- Perhitungan Jumlah Baut

$$n = \frac{P_u}{\phi}$$

Keterangan :

- ϕ = faktor resistensi (0,75) (kg)
- P_u = beban terfaktor (kg)
- n = jumlah baut

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)

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 | : 44 meter |
| c. Lebar Lantai Kendaraan | : 7 meter |
| d. Lebar Trotoir | : 2 x 1 meter |
| e. Tipe Jembatan | : <i>Pelengkung</i> |
| | <i>Rangka Baja</i> |
| f. Jarak antar Gelagar Melintang | : 4 meter |
| g. Jarak antar Gelagar Memanjang | : 1,75 meter |
| h. Tebal Plat Beton | : 0,25 meter |
| i. Mutu Beton (f'c) | : 35 Mpa |
| j. Mutu Baja Tulangan (fy) Ulir | : 490 Mpa |
| 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 |
| m. Profil Jembatan | |
| • Gelagar Induk | : BAJA WF |
| • Gelagar Memanjang | : BAJA WF |
| • Gelagar Melintang | : BAJA WF |
| • Ikatan Angin | : BAJA 2L |

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)

2. Plat Lantai Trotoir

- Tebal plat beton trotoir : 0,55 meter
 - Berat jenis beton bertulang : 2400 kg/m³
- (SNI 1725-2016 hal 13)

3. Lapisan Aspal Lantai Kendaraan

- Tebal lapisan aspal : 0,05 meter
 - Berat jenis beton bertulang : 2245 kg/m³
- (SNI 1725-2016 hal 13)

4. Air Hujan

- Tinggi air hujan : 0,05 meter
 - Berat jenis beton bertulang : 1000 kg/m³
- (SNI 1725-2016 hal 13)

5. Steel Deck (Bondek)

- Tebal Steel Deck : 1,2 mm
 - Berat Steel Deck : 11,81 kg/m³
- (Floor Deck W-1000)

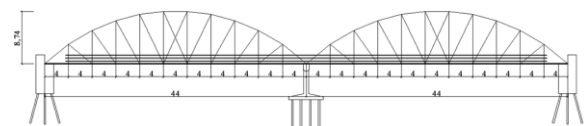
Lokasi Perencanaan

Jembatan Gelondong Brantas berlokasi di Kecamatan Sutojayan.

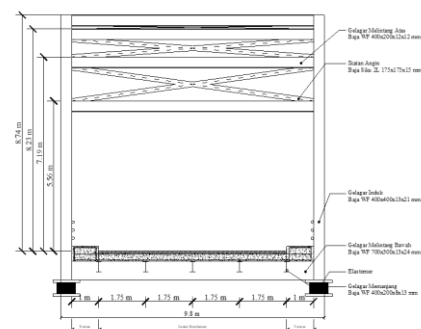


Gambar 2. Lokasi Perencanaan

Gambar Alternatif Rencana Jembatan

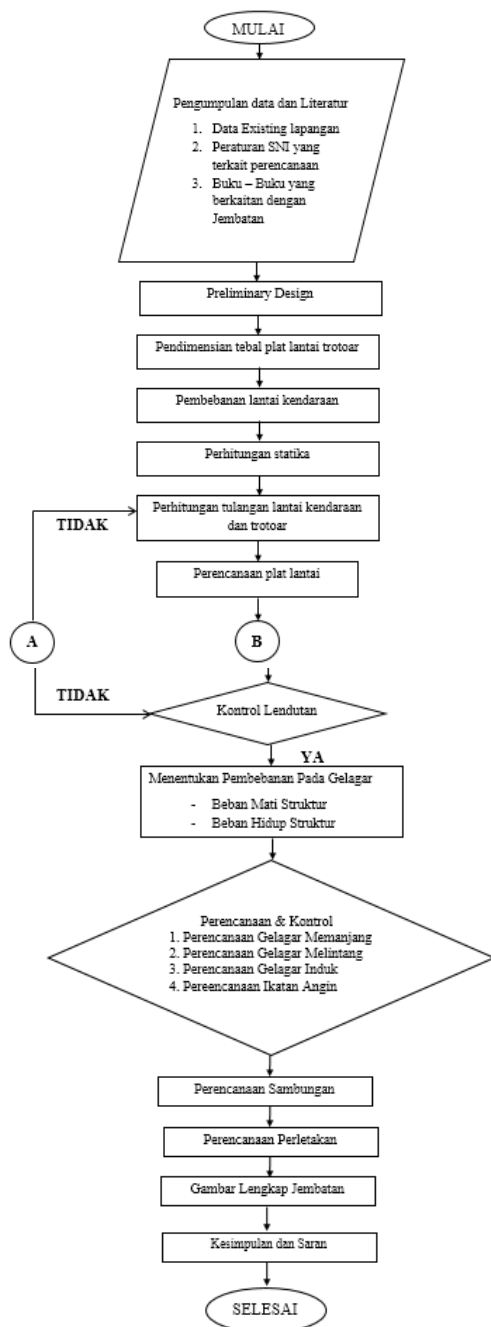


Gambar 3. Tampak Memanjang Jembatan



Gambar 4. Tampak Melintang Jembatan

Bagan alir / Flow Chart



Gambar 5. Diagram Alir

4. ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE BOWSTRING TRUSS (LOAD RESISTANCE FACTOR DESIGN)

Perhitungan Pembebanan

Kesimpulan perhitungan pembebanan :

qult = 1038,916 kg/m qutr = 2884,991 kg/m
Tu = 22500 kg Pu = 1500 kg/m
P1 = 196.119 kg/m

Keterangan :

Qd1 : Beban plat lantai kendaraan

Qu : Beban lantai trotoir

Tu : Beban Truk

Pu : Beban kerb

P1 : Beban tiang sandaran

Perhitungan Statika

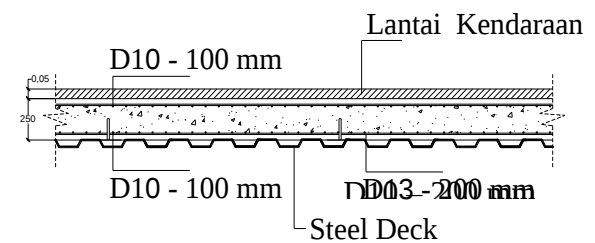
Tabel 2. Hasil Kondisi Pembebanan Statika

Kondisi Pembebanan	Momen Max (kgm) Lantai Kendaraan				Momen Max (kgm) Trotoar	
	Tumpuan		Lapangan		Tumpuan	Lapangan
Pembebanan 1	Negatif	Positif	Negatif	Positif	Negatif	Positif
Pembebanan 1	-3748.9			487.05	-3138.6	
Pembebanan 2	-5516.8			4507.6	-3137.6	
Pembebanan 3	-5695.3			4418.2	-3136.6	
Max	-5695.3			4507.6	-3139	

(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 10-200 mm untuk tulangan bagi.



Gambar 6. Penulangan Plat Lantai

Perencanaan Gelagar Memanjang

1. Beban Mati

$$q_{d1} = (\text{Perataan beban B} \times q_{utr}) + (\text{Perataan beban A} \times q_{ult})$$

$$= (0.916 \times 2884.991) + (0.819 \times 1038.916)$$

$$= 3493.523 \text{ Kg/m} = 34.93523 \text{ Nmm}$$

$$q_{d2} = (\text{Perataan beban A} \times q_{ult}) + (\text{Perataan beban A} \times q_{ult})$$

$$= (0.819 \times 1038.916) + (0.819 \times 1038.916)$$

$$= 1701.744408 \text{ Kg/m} = 17.01744408 \text{ Nmm}$$

Diambil nilai terbesar = 3493.523 Kg/m

2. Beban Hidup

a. Beban Lajur "D" (TD)

- **Beban terbagi rata (BTR)**, untuk bentang (L) 44 m

$$q = 9.0 \times \left(0.5 + \frac{15}{L} \right) = 7.568 \text{ kPa} = 756.818 \text{ kg/m}$$

$$q_{Ltr 1} = \text{BTR} \times \text{Perataan Beban A} \times 2$$

$$= 756.818 \times 0.819 \times 2$$

$$= 1239.6681 \text{ kg/m}$$

$$q_{Ltr 2} = \text{BTR} \times (\text{Perataan Beban A} + \text{Perataan beban A}) \times 2$$

$$= 756.818 \times (0.819 + 0.819) \times 2$$

$$= 2479.818 \text{ kg/m}$$

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) = 40% untuk 44 m (SNI 1725-2016 Ps.8.6)

$$P = 49 \text{ kN} = 4900 \text{ kg}$$

Faktor beban = 2

$$P_u = 4900 \times 2 = 9800 \text{ kg}$$

$$FBD = 1 + DLA = 1 + 0,40 = 1,40$$

$$Plgt 1 = P_u \times \text{Perataan beban A} \times k$$

$$= 9800 \times 0,819 \times 1,40$$

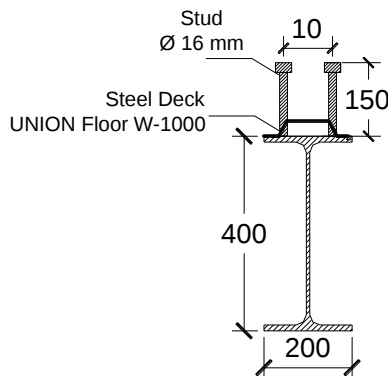
$$= 11236,68 \text{ kg/m}$$

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

$$= 9800 \times (0,819 \times 0,819) \times 1,40$$

$$= 9202,840 \text{ kg/m}$$

Tabel 4. Hasil Pembebanan Gelagar Memanjang
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 10 buah dan jarak antar stud 400 mm.



Gambar 7. Penampang Profi WF 400.200.8.13

Perencanaan Gelagar Melintang

Analisa Beban Mati

$$qd 1 = \text{Perataan Beban C} \times q_{uTr} \times 2$$

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

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

$$qd 2 = (\text{Perataan Beban D} \times q_{uLt} \times 2$$

$$= 0,0732 \times 1038,916 \times 2$$

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

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

- $P_1 = W \text{ profil baja} \times L. \text{ Gelagar Memanjang} \times \text{Faktor Beban}$
 $= 66 \times 4 \times 1,1$
 $= 290,4 \text{ kg}$

- $P_2 = \text{Beban akibat RA Gelagar Memanjang Tepi}$
 $= 15084,72 \text{ kg}$

- $P_3 = \text{Beban akibat RA Gelagar Memanjang Tengah}$
 $= 12963,582 \text{ kg}$

Analisa Beban Hidup

a. Beban Lajur "D" (TD)

- **Beban terbagi rata (BTR),** untuk bentang (L) 44 m

$$q = 900 \times \left(0,5 + \frac{15}{L}\right) = 7.568 \text{ kPa} = 756.818 \text{ kg/m}$$

$$q_{Ltr} 1 = BTR \times \text{Perataan Beban C} \times 2 \times$$

Faktor Beban

$$= 756.818 \times 0,224 \times 2 \times 2$$

$$= 678.7364571 \text{ kg/m}$$

- **Beban garis terpusat (BGT)**

Besar intensitas BGT (p) = 49 kN/m (SNI 1725-2016 Ps.8.3.1) dan Faktor beban dinamis (FBD) = 40% untuk 44 m (SNI 1725-2016 Ps.8.6)

$$P = 49 \text{ kN} = 4900 \text{ kg}$$

$$P_u = 4900 \times 2 = 9800 \text{ kg}$$

$$FBD = 1 + DLA = 1 + 0,40 = 1,40$$

$$Plgt 1 = BGT \times k \times 100\%$$

$$= 9800 \times 1,40 \times 100\%$$

$$= 13720 \text{ kg/m}$$

- **Beban Hidup Pejalan Kaki (Trottoir)**

Faktor Beban = 2

$$Q_p = 5 \text{ Kpa} = 500 \text{ kg/m (SNI 1725-2016)}$$

$$= 500 \times 2 \times (\text{Perataan beban tipe D} \times 2)$$

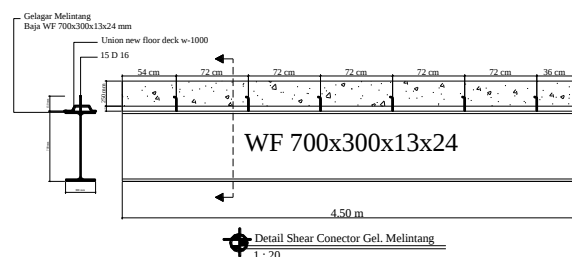
$$= 500 \times 2 \times (0,667 \times 2)$$

$$= 1333,33 \text{ kg/m}$$

Tabel 3. Hasil Pembebanan Gelagar Melintang

KESIMPULAN			
PEMBEBANAN PADA GELAGAR MELINTANG			
No	BEBAN MATI	KET	BEBAN GAYA
1	Akibat berat lantai trottoir	q _{tr}	5771,315333 kg/m
2	Akibat berat lantai kendaraan	q _{ult}	2078,280414 kg/m
3	Akibat berat sendiri gelagar memanjang	P ₁	290,4 kg
4	Akibat RA Gelagar memanjang Tepi	P ₂	15084,724 kg
5	Akibat RA Gelagar memanjang Tengah	P ₃	12963,582 kg
6	Akibat beban tiang sandaran	P ₄	195,119 kg
BEBAN HIDUP			
7	Beban terbagi rata (BTR)	q _{tr}	678,736 kg/m
8	Beban garis terpusat (BGT)	Plgt	13720,000 kg/m

Dimensi gelagar memanjang menggunakan profil WF 700 x 300 x 13 x 24, Stud connector yang digunakan diameter 16 mm x 150 mm dengan jumlah stud 25 buah dan jarak antar stud 720 mm.



Gambar 8. Penampang Profi WF 700.300.13.24

Perhitungan Gelagar Induk

Analisa Beban Rem

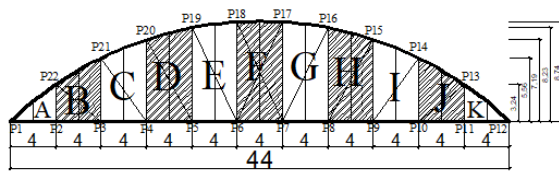
- Gaya rem = $25\% \times Tu \times \text{jml lajur}$
 $= 25\% \times 11250 \times 2 = 5625 \text{ kg}$
 - Gaya rem = $5\% \times \text{berat truk rencana} \times \text{BTR (gelagar memanjang)}$
 $= 5\% \times 50000 + 756.818182 = 3256.818 \text{ kg}$
- Gaya rem (TB) harus diambil yang terbesar = 5625 kg (SNI 1725-2016 Ps.8.7)

Analisa Beban Angin (EW)

a. Beban Angin pada Struktur (EWs)

Tekanan angin = $0,0024 \text{ Mpa} = 240 \text{ kg/m}^2$

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



Gambar 9. Luasan Beban Angin Struktur Pelengkung Atas

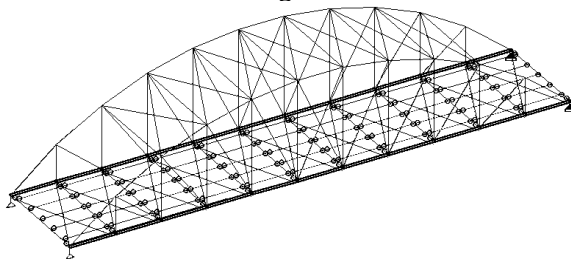
Tabel 4. Gaya angin terhadap Struktur Pelengkung Atas

Area		Luasan m ²	Gaya Angin			
Kiri	Kanan		15% (kg)	15%(Nmm)	30% (kg)	30%(Nmm)
A	A'	6.74	181.98	1.8198	363.96	3.6396
B	B'	17.79	480.33	4.8033	960.66	9.6066
C	C'	25.67	693.09	6.9309	1386.18	13.8618
D	D'	30.98	836.46	8.3646	1672.92	16.7292
E	E'	34.06	919.62	9.1962	1839.24	18.3924
F	F'	35.07	946.89	9.4689	1893.78	18.9378
G	G'	34.06	919.62	9.1962	1839.24	18.3924
H	H'	30.98	836.46	8.3646	1672.92	16.7292
I	I'	25.67	693.09	6.9309	1386.18	13.8618
J	J'	17.79	480.33	4.8033	960.66	9.6066
K		6.74	181.98	1.8198	363.96	3.6396

Pendimensionian Gelagar Induk Batang Bawah

Didapatkan nilai Pu terbesar adalah : Pu Batang 6 = 206994.9 kg (Tarik)

Analisa Pendimensionian Gelagar Induk



Gambar 10. Gelagar Induk Batang Bawah

$$\begin{aligned}
 A &= 218.7 \text{ cm}^2 &= 21870 \text{ mm}^2 \\
 b &= 400 \text{ mm} &= 40 \text{ cm} \\
 I_x &= 66600 \text{ cm}^4 \\
 h &= 400 \text{ mm} &= 40 \text{ cm} \\
 I_y &= 22400 \text{ cm}^4 \\
 t_w &= 13 \text{ mm} &= 1,3 \text{ cm} \\
 t_f &= 21 \text{ mm} &= 2.1 \text{ cm} \\
 \text{Mutu Baja} &= \text{BJ 55}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_y &= 410 \text{ Mpa} &= 4100 \text{ kg/m}^2 \\
 f_u &= 550 \text{ Mpa} &= 5500 \text{ kg/m}^2 \\
 E &= 200000 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

• Perhitungan Radius Girasi

$$\begin{aligned}
 R_x &= \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} & R_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} \\
 &= \sqrt{\frac{66600}{218.7}} & &= \sqrt{\frac{22400}{218.7}} \\
 &= 17.4507 \text{ cm} & &= 10.1204 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

• Perhitungan Parameter Kerampingan Cek Rasio Kerampingan :

$$\begin{aligned}
 \frac{L}{r} &\leq 300 \\
 \frac{400}{10.1204} &\leq 300 = 39.524 \leq 300
 \end{aligned}$$

• Menghitung luas nominal

$$\begin{aligned}
 A_n &= A_g - (d_l \times t_f) \\
 &= 218.7 - (2.4 \times 2.1) \\
 &= 213.66 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

• Luas Bersih Plat

$$\begin{aligned}
 A_e &= U \times A_n \\
 &= 0.85 \times 213.66 \\
 &= 181.611 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

• Kekuatan Desain Didasarkan Penampang Bruto

$$\begin{aligned}
 P_n &= \phi_t \cdot f_y \cdot A_n \\
 &= 0,90 \times 4100 \times 213.66 \geq \text{kg} \\
 &= 788405.4 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

• Kekuatan Desain Didasarkan Pelelehan Penampang Bersih

$$\begin{aligned}
 P_n &= \phi_t \cdot f_u \cdot A_e \\
 &= 0.75 \times 5500 \times 181.611 \\
 &= 749145.375 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

• Kontrol Kekuatan

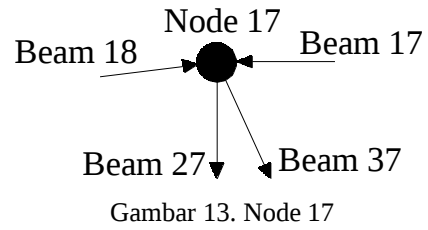
$$\begin{aligned}
 P_n &> P_u \\
 749145.375 &> 206994.9 \text{ (OKE)}
 \end{aligned}$$

• Kontrol Kekuatan

$$\begin{aligned}
 &= P_u / P_n \\
 &= 206994.9 / 749145.375 \\
 &= 0.2763 \text{ (OKE)}
 \end{aligned}$$

Perencanaan Sambungan

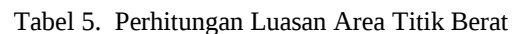
c. Perencanaan Sambungan Plat Simpul

[illegible]

Gambar 14. Skema Potongan Pada Node 17

The diagram illustrates a 3D trapezoidal structure composed of several numbered components. The components are labeled as follows: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, and 15. The structure is defined by a base width b (Lebar) and a height h (Tinggi). A vertical dimension y is also indicated. The structure is composed of several triangular and quadrilateral faces, with some faces labeled with numbers 1 through 15. The base is labeled b (Lebar) and the height is labeled h (Tinggi). A vertical dimension y is also indicated. The structure is composed of several triangular and quadrilateral faces, with some faces labeled with numbers 1 through 15.

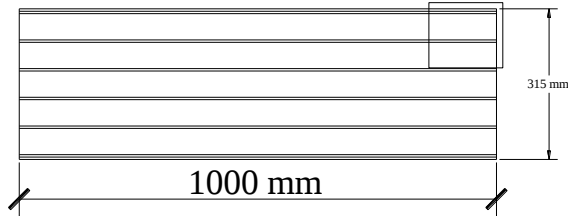
Gambar 15. Luasan Area Plat Simpul



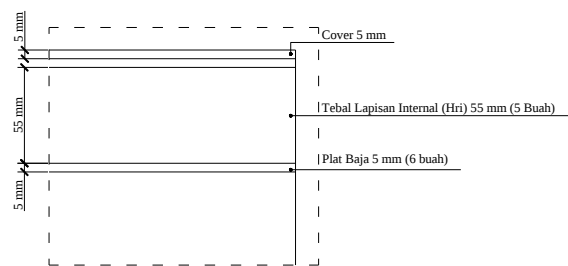
No	Dimensi		Jumlah Bidang	A	Y	(A x Y)
	b (m)	h (m)		n	m2	m2
1	0,69	1,30	1,00	0,897	0,43	0,38571
2	0,4	1,30	1,00	0,520	0,65	0,338
3	0,29	1,24	1,00	0,360	0,62	0,222952
4	0,36	1,19	1,00	0,428	0,59	0,252756
5	0,16	1,19	1,00	0,190	0,4	0,07616
6	0,52	0,40	1,00	0,208	0,2	0,0416
7	0,18	0,51	1,00	0,092	0,26	0,023868
8	0,56	0,48	1,00	0,269	0,24	0,064512
9	0,64	0,40	1,00	0,256	0,2	0,0512
10	0,36	0,17	1,00	0,061	0,12	0,007344
11	0,29	0,06	1,00	0,017	0,1	0,00174
12	0,56	0,03	1,00	0,017	0,19	0,003192
13	0,64	0,08	1,00	0,051	0,23	0,011776
14	0,05	0,01	1,00	0,001	0,02	0,00001
15	0,05	0,40	1,00	0,020	0,13	0,0026
ΣA				3,387	m2	
ΣAxY				1,483	m3	

Dari perhitungan sambungan plat simpul didapatkan tebal plat simpul 2.5 cm dengan diameter baut 24 mm dan diameter lubang 26 mm dengan jumlah baut 28 bh per setiap batang.

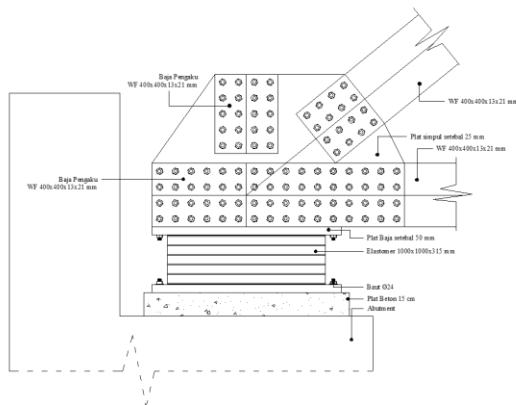
Perletakan elastomer



Gambar 16. Lapisan Elastomer



Gambar 17. Detail Lapisan Elastomer



Gambar 18. Detail Perletakan Elastomer

Lebar Penampang baja 500 mm, Hardness 70 ± 5 shore A, direncanakan lebar 1000 mm panjang 1000 mm, tebal lapisan hri 55 mm tebal lapisan penutup 5 mm dan jumlah lapisan sebanyak 5 buah didapatkan ketebalan total elastomer 315 mm

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Perencanaan Penulangan Plat Lantai yang digunakan :
 - Dimensi plat lantai kendaraan adalah 250 mm dengan menggunakan tulangan utama D10 – 100 mm, dan tulangan bagi D10 – 200 mm dan dimensi plat trotoir adalah 500 mm

dengan menggunakan tulangan utama D10 – 100 mm, dan tulangan bagi D10 – 200 mm,

- Perencanaan Pendimensian Gelagar yang digunakan pada struktur jembatan :

- Dimensi Profil WF Gelagar Memanjang : WF 400.200.8.13 (mm)
- Dimensi Profil WF Gelagar Melintang Bawah : WF 700.300.13.24 (mm)
- Dimensi Profil WF Gelagar Melintang Atas : WF 400.200.8.13 (mm)
- Dimensi Profil Shear Connector : D16 – 150 (h)
- Dimensi Profil Gelagar Induk : WF 400.400.13.21

- Perencanaan Pendimensian Ikatan Angin (Bracing) yang digunakan:

- Dimensi Ikatan Angin (atas) : 2L 175.175.15
- Dimesin Ikatan Angin (bawah) : 2L 175.175.15

- Perencanaan Sambungan yang digunakan pada struktur jembatan :

- Pada sambungan antara gelagar memanjang dan gelagar melintang menggunakan Mutu Baut A490 - Ø 22 mm dengan pelat penyambung profil baja siku L 200.200.20
- Pada sambungan antara gelagar melintang dengan gelagar Induk menggunakan Mutu Baut A490 - Ø 22 mm dengan pelat penyambung profil baja siku L 200.200.20
- Pada sambungan antara titik buhul (*Joint*) pada gelagar Induk menggunakan Mutu Baut A490 - Ø 24 mm dengan pelat simpul baja tebal 25 mm
- Pada sambungan antara ikatan angin menggunakan Mutu Baut A490 - Ø 22 mm dengan pelat simpul baja tebal 20 mm

- Perencanaan Dimensi perletakan Elastomer yang digunakan pada struktur jembatan ini memiliki dimensi 1000 x 1000 x 315 mm dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Karet Alam : 70 Duro
- Tebal Cover Atas : 5 mm
- Tebal Cover Bawah : 5 mm
- Jumlah lapisan baja : 5 Buah

Saran

- Perencanaan jembatan di Sungai Njaring Kabupaten Blitar bisa direncanakan menggunakan alternatif lain berupa jembatan rangka baja tipe *Bowstring Truss* dengan alasan bahwa jembatan tipe ini dapat memberikan hasil perencanaan yang ekonomis, kuat, dan indah estetikanya.
- Pemodelan struktur jembatan dengan menggunakan program bantu STAAD Pro V8i sangat tepat dalam menganalisa suatu struktur jembatan rangka tipe

- Bowstring Truss* karena waktu yang diperlukan akan lebih singkat dan kesalahan relative kecil dibandingkan dengan perhitungan struktur secara manual.
3. Ada baiknya apabila ingin menggunakan program bantu STAAD Pro V8i untuk pemodelan jembatan rangka baja dianjurkan untuk memakai program yang orisinal agar terjadinya *error*, *warning* dan lain sebagainya tidak terlalu besar.
 4. Dalam merencanakan suatu struktur jembatan rangka baja tipe *Bowstring Truss* harus diperhatikan lagi tentang pembebanannya dengan mengacu pada peraturan terbaru yang sudah ada.
 5. Mengingat begitu pentingnya fungsi jembatan, maka dalam setiap perencanaan konstruksi jembatan ada banyak hal yang harus diperhatikan dalam merencanakannya, terutama pada perencanaan sambungan sangat riskan sekali dalam kegagalan struktur, karena pada dasarnya kekuatan jembatan sangat ditentukan oleh kekuatan konstruksinya.

Perancangan Bantalan Elastomer Untuk Perletakan Jembatan. 07/SE/M/2015. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Pedoman Pemasangan Baut Jembatan. 17/SE/M/2015. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Gunawan, Rudy. 1987. *Tabel Profil Konstruksi Baja*. Penerbit Yayasan Sarana Cipta. Yogyakarta

Setiawan, Agus. 2013. *Perencanaan Struktur Baja Metode Desain Faktor Beban dan Ketahanan-AISC 2010 Edisi Pertama*. Penerbit Erlangga. Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2005. Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI). RSNI-T-03-2005. Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan. Dewan Standarisasi Indonesia. Jakarta.

_____.2014. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-2502-2014. Standar Baja Tulangan Beton. Dewan Standarisasi Indonesia. Jakarta.

_____.2015. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-1729-2015. Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Dewan Standarisasi Indonesia. Jakarta.

_____.2016. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-1725-2016. Standar Pembebanan Untuk Jembatan. Dewan Standarisasi Indonesia. Jakarta.

_____.2008. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-03-3967-2008. Spesifikasi Bantalan Elastomer. Dewan Standarisasi Indonesia. Jakarta.

_____.2013. Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-3967-2013. Spesifikasi dan Metode Uji Bantalan Karet Elastomer Untuk Jembatan. Dewan Standarisasi Indonesia. Jakarta.

Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Pedoman