

PERANCANGAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN BAJA TIPE SUBDIVIDED WARREN PADA JEMBATAN KELUTAN – PAPAR

Andri Rilo Gusti Prayogo¹, Ester Priskasari², Sudirman Indra²
¹²³⁾ Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email : andriyoga245@gmail.com¹

ABSTRACT

The Kelutan - Papar Bridge was built across the Brantas River to connect the Nganjuk and Kediri borders. Intends to redesign the bridge with the title "Redesign of the Upper Structure of the Subdivided Warren Type Steel Bridge on the Kelutan - Papar Bridge". The purpose of this re-planning is as an alternative to the bridge design if there is a redesign of the Kelutan - Papar bridge.

Re-planning the upper structure of the bridge from previously using 3 superstructures to 2 superstructure and using 1 pillar, in order to find bridge efficiency. Using the Load and Resistance Factor Design (LRFD) method and refers to the latest SNI rules. This planning is assisted by using the StaadPro V8i SS6 structural application program to analyze the structure of the bridge.

The structure of the superstructure of the Subdivided Warren Truss type bridge consists of several main parts, namely the elongated girder with a bolt size of Ø24 mm with a connecting plate L 100 x 100 x 10 mm, a transverse girder and a main bolt measuring Ø24 mm with a connecting plate L 100 x 100 x 10 mm, The connection between the join of the main girder and wind ties with a diameter of Ø24 mm with a plate thickness of 21 mm. As for the results of the planning and analysis obtained, the structure of the structure of the bridge uses WF profiles 350 x 175 x 7 x 11 (longitudinal girder), WF 900 x 300 x 16 x 28 (lower transverse girder), WF 350 x 350 x 12 x 19 (top girder), WF 400 x 400 x 13 x 21 (main girder), 2L 250 x 250 x 25 (wind bond).

Keywords: Kelutan Papar Bridge, Arch Bridge, Steel Frame Bridge, Subdivided Warren truss

ABSTRAK

Jembatan Kelutan – Papar dibangun melintang melintasi Sungai Brantas sebagai penghubung perbatasan Nganjuk dan Kediri. Bermaksud untuk merencanakan ulang jembatan dengan judul “Perancangan Ulang Struktur Atas Jembatan Baja Tipe *Subdivided Warren* Pada Jembatan Kelutan – Papar”. Tujuan perencanaan ulang ini adalah Sebagai alternatif desain jembatan bila terdapat perencanaan ulang jembatan Kelutan – Papar.

Perencanaan ulang struktur atas jembatan dari yang sebelumnya menggunakan 3 struktur atas menjadi 2 struktur atas dan memakai 1 pilar, guna mencari efisiensi jembatan. Menggunakan 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.

Struktur bangunan atas jembatan rangka tipe Subdivided Warren Truss terdiri atas beberapa bagian utama yaitu gelagar memanjang baut ukuran Ø24 mm dengan plat penyambung L 100 x 100 x 10 mm, gelagar melintang dan induk baut ukuran Ø24 mm dengan plat penyambung L 100 x 100 x 10 mm, Sambungan antar join gelagar induk dan ikatan angin dengan diameter Ø24 mm dengan tebal plat simpul 21 mm. Adapun hasil dari perencanaan dan analisa yang diperoleh, struktur bangunan atas jembatan menggunakan profil WF 350 x 175 x 7 x 11 (gelagar memanjang), WF 900 x 300 x 16 x 28 (gelagar melintang bawah), WF 350 x 350 x 12 x 19 (gelagar melintang atas), WF 400 x 400 x 13 x 21 (gelagar induk), 2L 250 x 250 x 25 (ikatan angin).

Kata Kunci : Jembatan Kelutan Papar, Jembatan Pelengkung, Jembatan Rangka Baja, Subdivided Warren truss

1. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan bangunan pelengkap jalan yang berfungsi sebagai penghubung antara dua bagian ruas jalan yang dipisahkan oleh suatu rintangan, berupa sungai ataupun rintangan lain dengan elevasi tidak sebidang. Pembangunan jembatan harus sesuai dengan standar yang berlaku, mulai dari perancangan, pelaksanaan, hingga perawatan. Beban lalu lintas, berat sendiri dan beban akibat lingkungan yang terus bekerja setiap saat membuat jembatan harus mampu menahan beban-beban tersebut serta melayani arus kendaraan yang melintas agar tidak terjadi kemacetan. Hal tersebut berlaku pada setiap jembatan yang akan dibangun, tidak terkecuali Jembatan Kelutan – Papar. Jembatan Kelutan – Papar dibangun melintang melintasi Sungai Brantas sebagai penghubung perbatasan Nganjuk dan Kediri. Jembatan ini mempunyai bentang sepanjang 100 m dengan lebar 9 m yang terdiri dari 3 struktur atas jembatan dan mempunyai 2 pilar.

Maksud Dan Tujuan

Dalam perencanaan ini penulis bermaksud untuk merencanakan ulang jembatan Kelutan – Papar dengan desain jembatan pelengkung tipe subdivided warren menurut SNI, sekaligus menggunakan metode LRFD (Load and Resistance Factor Design) berdasarkan data-data yang didapat. Adapun tujuan direncanakan jembatan kerangka baja pelengkung tipe subdivided warren adalah:

1. Mengetahui dimensi gelagar memanjang, gelagar melintang dan gelagar induk.
2. Mengetahui dimensi tulangan pelat pada lantai jembatan.
3. Mengetahui diameter profil busur jembatan.
4. Mengetahui dimensi ikatan angin.
5. Mengetahui jumlah baut yang diperlukan pada jembatan.
6. Mengetahui dimensi elastomer yang digunakan sebagai tumpuan jembatan.

Batasan Masalah

Berbagai permasalahan yang ada pada jembatan, penulis akan membahas perencanaan struktur atas jembatan rangka baja tipe subdivided warren. Adapun batasan masalah pada perencanaan jembatan Kelutan – Papar ini meliputi:

1. Perencanaan jembatan dengan bentang 50 meter per segmen dan lebar jembatan 9 meter.
2. Perencanaan lantai jembatan.
3. Perencanaan gelagar memanjang.
4. Perencanaan gelagar melintang.
5. Perencanaan gelagar induk.
6. Perencanaan ikatan angin.
7. Perencanaan sambungan.

8. Perencanaan perletakan.

9. Perencanaan gambar desain

Dalam perencanaan ini penulis menerapkan metode LRFD (Load and Resistance Factor Design) dengan berpedoman pada peraturan SNI yang ada di Indonesia dan menggunakan program bantu STAAD PRO untuk membantu perhitungan statika.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Jembatan

Jembatan merupakan suatu konstruksi yang berfungsi meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain berupa jalan air atau lalu lintas biasa. Jembatan yang berada diatas jalan lalu lintas biasanya disebut viaduct. (Struyk dan Veen, 1995). Jembatan sendiri dibedakan menjadi dua bagian, yaitu bangunan bagian bawah (lower structure) dan bangunan bagian atas (super structure).

Tipe Kelas Jembatan

1. Tipe kelas jembatan memiliki beberapa tipe yaitu :

Jembatan Kelas Standar (A / I)

Beban : 100 % Muatan “T” dan 100 % Muatan “D”

Lebar Jembatan : (1,00 + 7,00 + 1,00) meter.

Jembatan Kelas Standar (B / II)

Beban : 70 % Muatan “T” dan 70 % Muatan “D”

Lebar Jembatan : (0,50 + 6,00 + 0,50) meter.

Jembatan Kelas Standar (A / III)

Beban : 50 % Muatan “T” dan 50 % Muatan “D”

Lebar Jembatan : (0,50 + 3,50 + 0,50) meter.

Beban Lajur “D”

Beban “D” atau terbagi rata (BTR) adalah beban yang bekerja pada seluruh lebar lajur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya.

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).

F_u^b = Kekuatan tarik baut

- Ab = Luas penampang baut
 m = Banyaknya bidang geser yang terlihat
- Kekuatan Tumpu Desain baut dalam perencanaan harus memenuhi:

$$\phi R_n = \phi \cdot (2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u)$$

Keterangan :

Φ = Faktor resistensi (0,75)
 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)

3. METODOLOGI PERENCANAAN

Data Perencanaan

Data umum perencanaan struktur atas jembatan :

- Kelas Jembatan : I (satu)
- Panjang Jembatan : 50 meter
- Lebar Lantai Kendaraan : 7 meter
- Lebar Trotoir : 2 x 1 meter
- Tipe Jembatan : Pelengkung
- Jarak tiap Gelagar Melintang : 3,125 meter
- Jarak tiap Gelagar Memanjang : 1,75 meter
- Mutu Beton (f'c) : 35 Mpa
- Mutu Baja Tulangan Ulir (fy) : 410 Mpa
- Mutu Baja : BJ 55

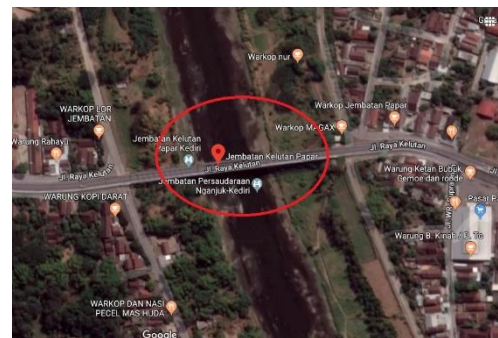
- Tegangan Leleh Baja : 410 Mpa
- Tegangan Dasar : 550 Mpa
- Mutu Baut : ASTM A490

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
 - Berat jenis beton bertulang : 1000 kg/m³ (SNI 1725-2016 hal 13)
- Steel Deck (Merk Alkadek)
 - Tebal Steel Deck : 1,4 mm
 - Berat Steel Deck : 18,72 kg/m³ (SNI 1725:2016, hal 14)

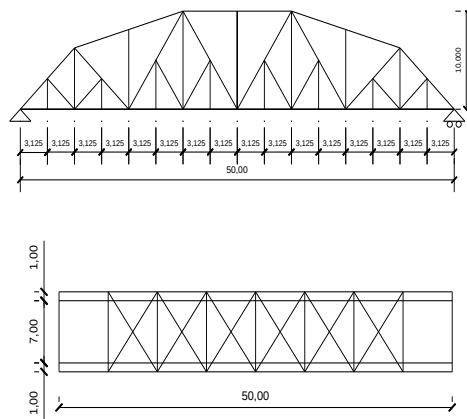
Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan berada di Jalan Raya Kelutan, perbatasan antara Kelurahan kelutan dan Kelurahan papar, Kecamatan Ngronggot, Kota Nganjuk, Provinsi Jawa Timur.



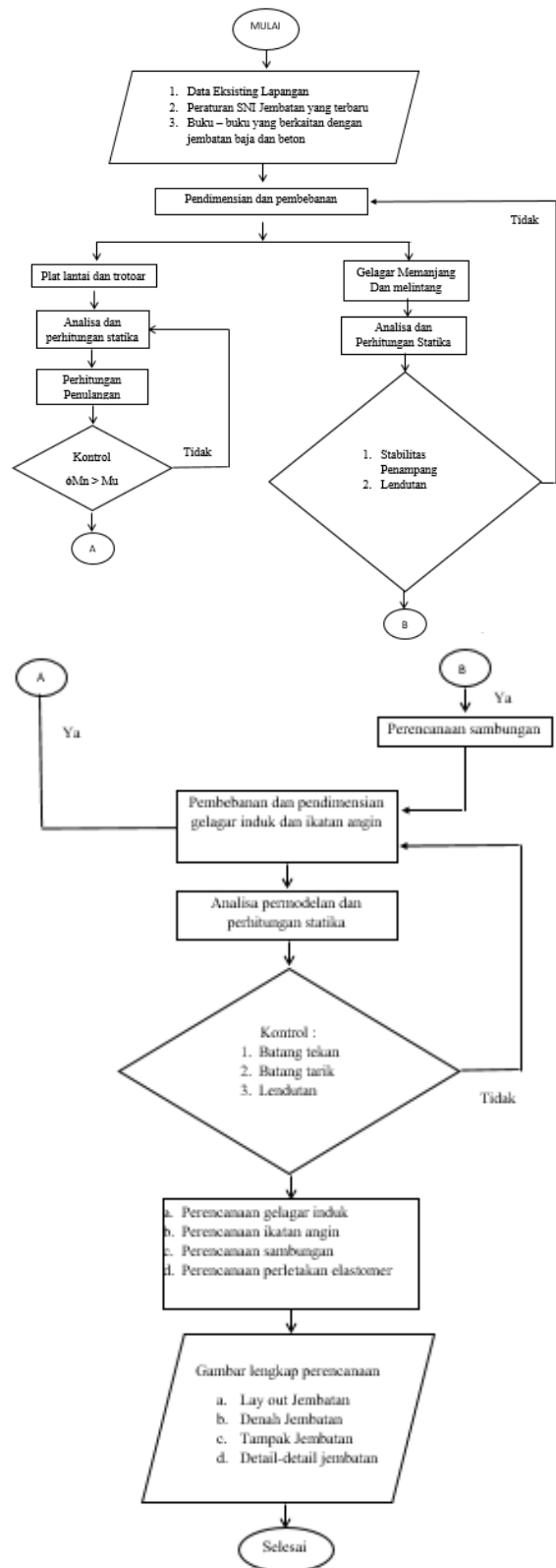
Gambar 1. Peta lokasi jembatan kelutan papar

Gambar Alternatif Rencana Jembatan



Gambar 2. Desain struktur atas jembatan

Diagram Alir



Gambar 3. Diagram Alir

4. PERENCANAAN

Perhitungan Pembebanan

Kesimpulan perhitungan pembebanan :

$$q_{ult} = 1046,517 \text{ kg/m} \quad q_{Tr} = 2892,592 \text{ kg/m}$$

$$Tu = 22500 \text{ kg} \quad Pu = 1500 \text{ kg/m}$$

$$P1 = 173,646 \text{ kg/m}$$

Keterangan :

q_{ult} : Beban plat lantai kendaraan

q_{Tr} : Beban lantai trotoir

Tu : Beban Truk

Pu : Beban kerb

$P1$: Beban tiang sandaran

Perhitungan Statika

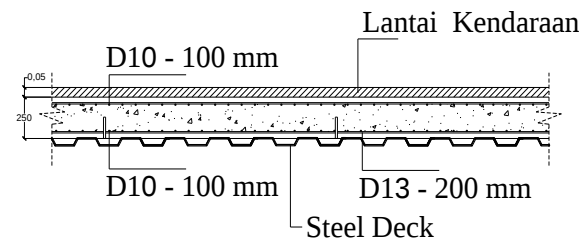
Tabel 4. Hasil Kondisi Pembebanan Statika

Kondisi Pembebanan	Momen Max (kgm) Lantai Kendaraan		Momen Max (kgm) Trotoar	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
Pembebanan 1	-5718,5	-4418,9	-3119,9	-
Pembebanan 2	-5702,8	4426,8	-3119,9	-
Pembebanan 3	-8005,5	6930,7	-3119,9	-
Max	-8005,5	6930,7	-3120	-

(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 4. Penulangan Plat Lantai

Perencanaan Gelagar Memanjang

Analisa Beban Lalu Lintas

a. Beban Lajur "D" (TD)

- **Beban terbagi rata (BTR)**, untuk bentang (L) 100 m

$$q = 900 \times \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) = 7,2 \text{ kPa} = 720 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} q_{Ltr 1} &= BTR \times \text{Perataan Beban A} \times 2 \\ &= 720 \times 0,863 \times 2 \\ &= 1243,392 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{Ltr 2} &= BTR \times (\text{Perataan Beban A} \times \text{Perataan beban A}) \times 2 \\ &= 720 \times (0,863 \times 0,863) \times 2 \\ &= 2486,784 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Keterangan :

$q_{Ltr 1}$: Gelagar terletak di Tepi

$q_{Ltr 2}$: 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 50 m (SNI 1725-2016 Ps.8.6)

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

Faktor beban = 2

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

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

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

$$= 9800 \times 0,863 \times 1,40$$

$$= 11846,762 \text{ kg/m}$$

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

$$= 9800 \times (0,863 \times 0,863) \times 1,40$$

$$= 10229,285 \text{ kg/m}$$

Dari perhitungan gelagar tepi dan tengah maka diambil nilai terbesar yaitu $Plgt1 = 11846,76267 \text{ Kg/m}$

Kesimpulan pembebanan gelagar memanjang :

Tabel 5. Tabel Pembebanan Gelagar Memanjang

KESIMPULAN PEMBEBANAN PADA GELAGAR MEMANJANG			
BEBAN MATI kg/m			
Gelagar Tepi (qd 1)	=		3132,278
Gelagar Tengah (qd 2)	=		1612,613
BEBAN HIDUP BTR kg/m			
Gelagar Tepi (qltr 1)	=		1243,392
Gelagar Tengah (qltr 2)	=		2486,784
BEBAN HIDUP BGT kg/m			
Gelagar Tepi (plgt 1)	=		11846,763
Gelagar Tengah (plgt 2)	=		10229,285

Perencanaan Gelagar Melintang

Analisa Beban Mati

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

$$= 0,667 \times 2893 \times 2$$

$$= 3856,789 \text{ kg/m}$$

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

$$= 0,21875 \times 1046,517 \times 2$$

$$= 457,8511875 \text{ kg/m}$$

Analisa akibat beban sendiri Profil gelagar memanjang

$$\text{Dimensi profil baja WF} = \text{WF 350 X 175 X 7 X 11}$$

$$\text{Faktor beban baja} = 1,1$$

$$\text{W profil baja} = 49,6 \text{ kg/m}$$

- $P1 = W \text{ profil baja} \times L. \text{ Gelagar Memanjang} \times \text{Faktor Beban}$
 $= 49,6 \times 3,125 \times 1,1$
 $= 170,5 \text{ kg}$

- $P2 = \text{Beban akibat RA Gelagar Memanjang Tepi}$
 $= 3186,860868 \text{ kg}$

- $P3 = \text{Beban akibat RA Gelagar Memanjang Tengah}$
 $= 1928,318432 \text{ kg}$

Analisa Beban Hidup

a. Beban Lajur "D" (TD)

- **Beban terbagi rata (BTR)**, untuk bentang (L) 100 m

$$q = 900 \times \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) = 7,2 \text{ kPa} = 720 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} q_{Ltr\ 1} &= BTR \times \text{Perataan Beban C} \times 2 \times \\ &\quad \text{Faktor Beban} \\ &= 720 \times (0,219 \times 2) \times 2 \\ &= 630,000 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

• **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)

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

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

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

$$Q_{lgt\ 1} = BGT \times k \times 100\%$$

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

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

• **Beban Hidup Pejalan Kaki (Trotoir)**

$$\text{Faktor Beban} = 2$$

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

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

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

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

Tabel 6. Hasil Pembebanan Gelagar Melintang

Beban mati			
Akibat berat lantai trotoar	q_{dtr}	=	3856,789 Kg/m
Akibat berat lantai kendaraan	q_{dk}	=	457,851 Kg/m
Akibat berat sendiri profil gelagar memanjang	P_1	=	170,500 Kg
Beban akibat RA gelagar memanjang Tepi	P_2	=	3186,861 Kg
Beban akibat RA gelagar memanjang Tengah	P_3	=	1928,318 Kg
Beban Hidup "D"			
Beban terbagi rata (BTR)	q_{tr}	=	630,000 Kg/m
Beban garis (BGT)	P_{gt}	=	13720,000 Kg/m
Beban Hidup Pejalan Kaki	Q_p	=	1333,333 Kg/m
Beban Hidup "T"			
Beban Truck (T)	T_u	=	22500,000 Kg/m

Perhitungan Gelagar Induk

Analisa Beban Rem

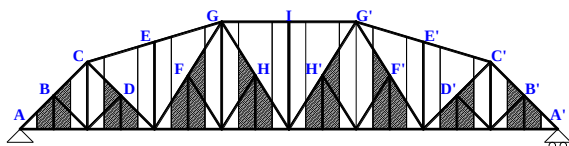
- Gaya rem = 25% x T_u x jml lajur
 $= 25\% \times 11250 \times 2 = 5625 \text{ kg}$
- Gaya rem = 5% x berat truk rencana x BTR (gelagar memanjang)
 $= 5\% \times 50000 + 720 = 3220 \text{ kg}$
 Gaya rem (TB) harus diambil yang terbesar = 5625 kg (SNI 1725-2016 Ps.8.7)

Analisa Beban Angin (EW)

a. Beban Angin pada Struktur (EWs)

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

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



Gambar 4. Luasan Beban Angin Struktur Pelengkung Atas

Tabel 7. Gaya angin terhadap Struktur Pelengkung Atas

No	Nama		Luas (m ²)	Gaya angin tekan (kg) 30%	Gaya angin hisap (kg) 15%
1	A	A'	1,2207	131,8356	65,9178
2	B	B'	9,7656	1054,6848	527,3424
3	C	C'	18,6768	2017,0944	1008,5472
4	D	D'	9,7656	1054,6848	527,3424
5	E	E'	25,3906	2742,1848	1371,0924
6	F	F'	15,625	1687,5	843,75
7	G	G'	30,8838	3335,45	1667,7252
8	H	H'	15,625	1687,5	843,75
9	I	I'	31,25	3375,00	1687,5

Pendimensionian Gelagar Induk

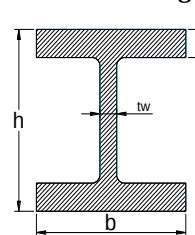
Tabel 8. Analisa gaya batang pelengkung atas

Beam	L/C	Node	Axial Force kg	Shear-Y kg	Shear-Z kg	Torsion kg-m	Moment-Y kg-m	Moment-Z kg-m
17	37	1	156.33427E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000
17	37	18	-155.79892E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000
87	37	50	-152.54679E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000
87	37	65	152.01342E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000
18	37	18	-146.87030E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000
18	37	19	-146.33496E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000
86	37	65	-145.00258E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000
86	37	64	144.54723E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000
78	37	34	142.55323E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000
78	37	51	-142.01785E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000
21	37	25	-139.96545E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
21	37	23	139.96545E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
19	37	19	139.93733E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
19	37	21	-139.61612E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
20	37	21	139.09844E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
20	37	23	-138.77723E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
79	37	51	135.08153E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000
22	37	25	134.75974E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
22	37	27	-134.75974E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
79	37	52	-134.54616E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000
83	37	60	-133.15028E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
83	37	58	133.15028E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
85	37	64	-131.45417E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
85	37	62	131.13294E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
81	37	54	128.21934E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
82	37	56	128.17142E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
82	37	58	-128.17142E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
81	37	56	-127.89612E	535.365	0.000	0.000	0.000	0.000
26	37	17	-127.45285E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000
26	37	32	126.91729E	267.682	0.000	0.000	0.000	0.000

Sumber : Load combination Kuat 5-C STAADPro V8i

Didapatkan nilai P_u terbesar adalah : P_u Batang 17 = **156334,27 kg (Tekan)**

Analisa Pendimensionian Gelagar Induk



Gambar 5. Penampang Baja WF

Dicoba dimensi Profil WF 400 x 400 x 13 x 21

$$W = 172 \text{ kg/m}$$

$$r = 22 \text{ mm} = 2,2 \text{ cm}$$

$$A = 218,7 \text{ cm}^2 = 218,70 \text{ mm}^2$$

$$b = 400 \text{ mm} = 40 \text{ cm}$$

$$I_x = 66600 \text{ cm}^4$$

$$h = 400 \text{ mm} = 40 \text{ cm}$$

$$I_y = 22400 \text{ cm}^4$$

$$t_w = 13 \text{ mm} = 1,3 \text{ cm}$$

$$t_f = 21 \text{ mm} = 2,1 \text{ cm}$$

$$\text{Mutu Baja} = \text{BJ 55}$$

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

- Perhitungan Radius Girasi

$$\begin{aligned} R_x &= \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} & R_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} \\ &= \sqrt{\frac{66600}{218,7}} & &= \sqrt{\frac{22400}{218,7}} \\ &= 17,4506948 \text{ cm} & &= 10,1204452 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Perhitungan Parameter Kerampingan Cek Rasio Kerampingan :

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{K \cdot L}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 E}} \\ \lambda_c &= \frac{1 \cdot 441,942}{11,071652} \sqrt{\frac{4100}{3,14^2 \times 2000000}} \\ &= 43,668 \times 0,0144194 \\ &= 0,63 \text{ cm} < \lambda_c = 1,5 \end{aligned}$$

- Menghitung tegangan Kritis dengan Elemen Langsing

$$\begin{aligned} \text{Untuk } \lambda_c &< 1,5 \\ F_{cr} &= \{0,658^{\lambda_c^2}\} \times f_y \\ &= \{0,658^{0,396^2}\} \times 4100 \\ &= 3528,887105 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 352,8887105 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Maka, P_n

$$\begin{aligned} P_n &= F_{cr} \times A_g \times A \\ &= 0,85 \times 3528,887105 \times 218,7 \\ &= 656002,468 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Kontrol

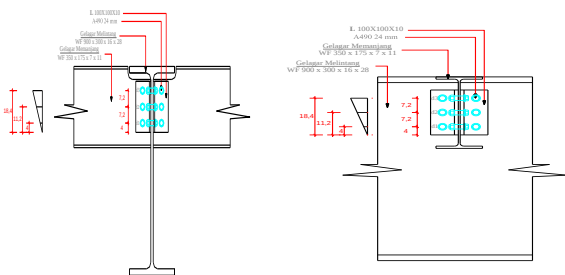
$$\begin{aligned} P_n &> P_u \\ 656002,4683 &> 156334,27 \longrightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

- Rasio Kekuatan

$$\begin{aligned} &= \frac{P_u}{P_n} = \frac{156334,27}{656002,4683} \\ &= 0,238 \end{aligned}$$

Perencanaan Sambungan

a. Perencanaan Sambungan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang



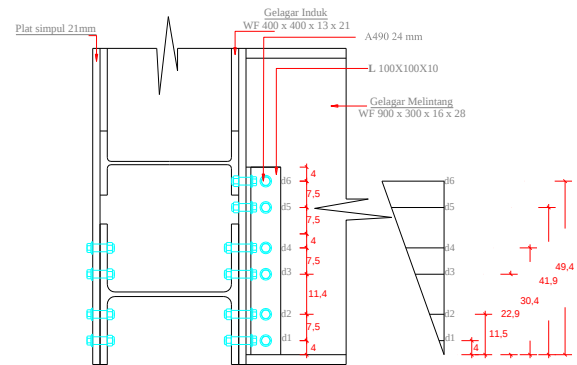
Gambar 6. Detail sambungan gelagar memanjang dan gelagar melintang

Dari perhitungan sambungan gelagar memanjang dan gelagar melintang, didapatkan jumlah baut 3 buah dengan jarak baut ke tepi plat 40 mm dan jarak antar baut 72 mm diameter baut 24 mm. Pada Sambungan gelagar melintang dan

gelagar memanjang digunakan plat penyambung L 100x100x10

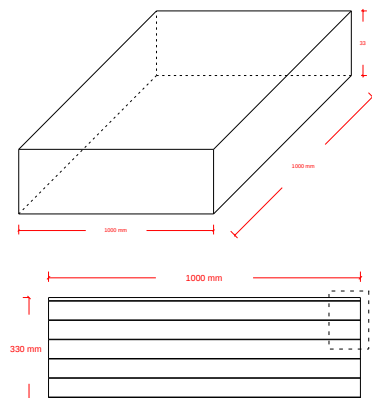
b. Perencanaan Sambungan Gelagar Melintang ke Gelagar Induk

Dari Perhitungan Sambungan gelagar melintang dan gelagar induk didapatkan jumlah baut 6 buah jarak baut ke tepi plat 40 mm dan jarak antar baut 75 mm diameter baut 24 mm. Dengan menggunakan plat penyambung L 100x100x10



Gambar 7. Detail sambungan gelagar melintang dan gelagar induk

Perencanaan Elastomer



Gambar 8. Dimensi perletakan elastomer

Dimensi perletakan elastomer menggunakan panjang 1000 mm, lebar 1000 mm, dan tinggi 330 mm, dengan susunan cover plat baja atas dan bawah setebal 10 mm, 5 lapisan internal setebal 60 mm dan 6 lapisan plat baja setebal 1,5 mm.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil perencanaan dan analisa pada bab sebelumnya, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dimensi plat lantai kendaraan adalah 250 mm dengan menggunakan tulangan utama D10 - 100 mm, dan tulangan bagi D13 - 200 mm. dan dimensi

plat trotoir adalah 500 mm dengan menggunakan tulangan utama D10 - 100 mm, dan tulangan bagi D13 - 200 mm.

2. Dimensi baja WF (Wide Flange) pada gelagar memanjang adalah WF 350 x 175 x 7 x 11 mm.
3. Dimensi baja WF (Wide Flange) pada gelagar melintang bawah adalah WF 900 x 300 x 16 x 28 mm.
4. Dimensi baja WF (Wide Flange) pada gelagar melintang atas adalah WF 350 x 350 x 12 x 19 mm.
5. Dimensi baja WF (Wide Flange) pada gelagar induk adalah WF 400 x 400 x 13 x 21 mm.
6. Dimensi ikatan angin yang digunakan adalah baja siku 2L 250 x 250 x 25 mm.
7. Diameter sambungan gelagar memanjang dan gelagar melintang menggunakan baut ukuran Ø24 mm dengan plat penyambung L 100 x 100 x 10 mm. Diameter sambungan gelagar melintang dan gelagar induk menggunakan baut ukuran Ø24 mm dengan plat penyambung L 100 x 100 x 10 mm. Sambungan antar join gelagar induk menggunakan diameter Ø24 mm dengan tebal plat simpul 21 mm. Dan sambungan antar ikatan angin menggunakan diameter Ø24 mm dengan tebal plat simpul 21 mm.
8. Dimensi perletakan elastomer menggunakan panjang 1000 mm, lebar 1000 mm, dan tinggi 330 mm, dengan susunan cover plat baja atas dan bawah setebal 10 mm, 5 lapisan internal setebal 60 mm dan 6 lapisan plat baja setebal 1,5 mm.

Saran

Berdasarkan dari hasil perencanaan dan analisa yang dilakukan, penulis menyarankan sebagai berikut :

1. Perencanaan jembatan di Kelutan – Papar, perbatasan antar kota nganjuk dan kediri bisa direncanakan menggunakan alternatif lain berupa jembatan rangka baja tipe Subdivided Warren Truss dengan alasan bahwa jembatan tipe ini dapat memberikan hasil perencanaan yang ekonomis, kuat, dan indah estetikanya.
2. Pemodelan struktur jembatan dengan menggunakan program bantu STAAD Pro V8i sangat tepat dalam menganalisa suatu struktur jembatan rangka tipe Subdivided Warren 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 Subdivided Warren 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 beresiko sekali dalam kegagalan struktur, karena pada dasarnya kekuatan jembatan sangat ditentukan oleh kekuatan konstruksinya.kokoh pada sambungan daripada mengalami kegagalan pada sambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional 2005, “Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan RSNI-T-03-2005”.
- Badan Standar Nasional 2005, “Standar Pembebanan Untuk Jembatan RSNI-T-02-2005”.
- Badan Standar Nasional 2016, “Standar Perencanaan Pembebanan Pada Jembatan SNI 1725-2016”.
- Badan Standar Nasional 2015, “Spesifikasi Tentang Bangunan Gedung Baja Struktural SNI-1729-2015”.
- Badan Standar Nasional 2016, “Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Jembatan SNI-2833-2016”.
- Badan Standar Nasional 2008, “Spesifikasi Tentang Bantalan Elastomer SNI-03-3967-2008”.
- Badan Standar Nasional 2013, “Spesifikasi dan Metode Uji Bantalan Karet Elastomer untuk Jembatan SNI-3967-2013”.
- Salmon, C.G., & Johnson, J.E., 1995 “Struktur Baja 2, Desain dan Perilaku”. Edisi kedua, PT. Gramedia Pusat Utama, Jakarta.
- Setiawan Agus, 2013 “Perencanaan Struktur Baja, Metode LRFD”, edisi pertama Erlangga, Jakarta.
- Wiryanto Dewobroto, 2016 “Struktur Baja, Desain dan Perilaku-AISC 2010”, edisi ke-2, PT. Sinergi Pandu Dinamika, Jakarta.
- Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Pedoman 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. 14/SE/M/2015. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

- Gunawan, Rudy. 1993. Tabel Profil Konstruksi Baja.
Penerbit Kanisius.
Yogyakarta.
- Feyrer, Klaus. 2007. *Wire Ropes, Tension, Endurance, Reability*,
Stuttgart University Stuttgart.
Germany
- Setiawan, Agus, 2013. Perencanaan Struktur Baja
Metode Desain Faktor Beban dan
Ketahanan-AISC 2010 Edisi Pertama.
Penerbit Erlangga. Jakarta