

**STUDI KELAYAKAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA PADA  
SUNGAI BEDADUNG DESA KEPONJEN KECAMATAN KENCONG KABUPATEN  
JEMBER DENGAN PANJANG BENTANG 60 METER**

(Studi Kasus Pada Jembatan Keponjen Kencong Kabupaten Jember Dengan Panjang  
Bentang 60 meter )

Dio Martha Anugraha

Dosen Pembimbing :

Ir. Pujo Priyono, MT. ; Ir Totok Dwi K. MT.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia

**ABSTRAK**

Jembatan secara umum adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan. Dalam pembuatan jembatan perlu memperhatikan beberapa aspek seperti lokasi jembatan, kelas jembatan, jenis jembatan, tipe jembatan, dan kelas jalan. Dimana pembuatan jembatan per-meternya lebih mahal daripada pembuatan jalan itu sendiri. Maka perlu di perhatikan dalam pemilihan jenis dan tipe jembatan yang akan digunakan.

Dalam pemilihan tipe jembatan yang ada tidak membahas secara detail tentang jembatan yang lebih efisien dan optimal dalam penggunaannya maka tugas akhir ini membahas tentang optimalisasi tipe jembatan yang di gunakan pada studi kasus jembatan Kencong dengan panjang bentang 60 meter. Tipe jembatan rangka yang digunakan berdasarkan buku *Strkuture steel desing* untuk jembatan dengan bentang 60 digunakan tipe jembatan warren dan pratt.

Dari kedua tipe jembatan tersebut direncanakan menggunakan profil WF 400x200x7x11 untuk gelagar memanjang dengan jarak 1.5 meter dan profil WF 900x300x16x28 untuk gelagar melintang dengan jarak 5 meter. Untuk mengetahui mana tipe jembatan yang lebih efisien maka pendimesinsia profil rangka induk kedua tipe jembatan tersebut diatur sedemikian rupa sehingga rasio tegangan yang terjadi bernilai sama. Sehingga nilai reaksi yang terjadi di tumpuan pada tipe jembatan warren sebesar 325410.9 kg-m dan tipe jembatan pratt sebesar 140752.59 kg-m dengan nilai efisiensi sebesar 56.71%.

Kata Kunci : SNI-03-2005, Strukture Steel Desing, Optimalisasi Tipe Jembatan.

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Jembatan secara umum adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan – rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lin-lain.

Suatu hal yang penting dalam perencanaan jembatan adalah menentukan jenis jembatan yang akan dibangun. Pemilihan tipe jembatan sangat berpengaruh terhadap kondisi geografis disuatu daerah. Dari tipe jembatan yang ada diperlukan proses optimasi dalam perencanaannya. Perencanaan jembatan ini akan didesain seoptimal mungkin, dimana mampu menahan beban yang bekerja dengan penggunaan material seminimal mungkin dan tetap memenuhi peraturan-peraturan yang berlaku. Sehingga dari tipe jembatan yang ada dapat diketahui mana tipe jembatan yang lebih efisien sehingga dapat menekan biaya konstruksi namun tetap memenuhi persyaratan.

Dalam tugas akhir ini penulis akan merencanakan jembatan dengan menggunakan struktur jembatan rangka baja. Rangka baja merupakan sistem struktur yang khas dimana struktur ini dianggap hanya terjadi gaya aksial (gaya tekan atau gaya tarik) pada batangnya. Anggapan ini memberikan asumsi di titik simpul yang merupakan titik tangkap beban, tidak terjadi gaya momen, gaya geser ataupun torsi. Pada kenyataannya, struktur rangka yang ada, pada sambungannya menyerupai struktur kaku

yang bisa dianggap sebagai jepit sehingga bisa menimbulkan momen.

### **1.2. Rumusan Masalah**

1. Meninjau pemilihan tipe jembatan yang efektif dan efisien berdasarkan reaksi yang terjadi pada tiap tumpuan.
2. Bagaimana cara mengetahui efisiensi struktur atas jembatan rangka baja bila ditinjau dari segi berat struktur, terhadap reaksi yang terjadi.
3. Bagaimana optimalisasi struktur atas jembatan rangka baja dengan model jembatan yang efisien.

### **1.3. Maksud dan Tujuan**

1. Merencanakan struktur atas jembatan rangka baja yang optimal dan efisien.
2. Memberikan tingkat pelayanan transportasi yang optimal bagi penggunaannya.
3. Pemenuhan syarat kelulusan program S1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.

### **1.4. Manfaat**

1. Dapat merencanakan struktur atas jembatan rangka baja sesuai dengan persyaratan struktur yang aman.
2. Dapat memahami konsep perencanaan struktur jembatan yang menggunakan profil baja.
3. Sebagai alternatif dalam teknik perencanaan jembatan rangka yang optimal dan efisien.

### **1.5. Batasan Masalah**

1. Hanya merencanakan struktur atas jembatan.
2. Tidak membahas perencanaan dan analisa perhitungan struktur bangunan bawah jembatan.
3. Tidak merencanakan ikatan angina atas dan bawah pada jembatan.
4. Tidak memperhitungkan berat sambungan terhadap pengaruh berat struktur jembatan.
5. Menggunakan mutu baja BJ 37 dalam mendisain jembatan rangka baja.
6. Tidak merencanakan perkerasan jalan di atasnya.
7. Tidak meninjau profil sungai.
8. Menggunakan aplikasi Sap 2000v14.0.0.

1. Pengumpulan data Jembatan.
2. Penentuan spesifikasi struktur jembatan.
3. Menganalisis struktur dengan menggunakan Microsoft Excel.
4. Menyimpulkan hasil rancangan.
5. Menggunakan aplikasi pendukung berupa SAPv14.0.0 untuk menghitung garis pengaruh dan gaya aksial di ujung jembatan.

## 2. METODE PERENCANAAN

### 2.1. Data-data Perencanaan

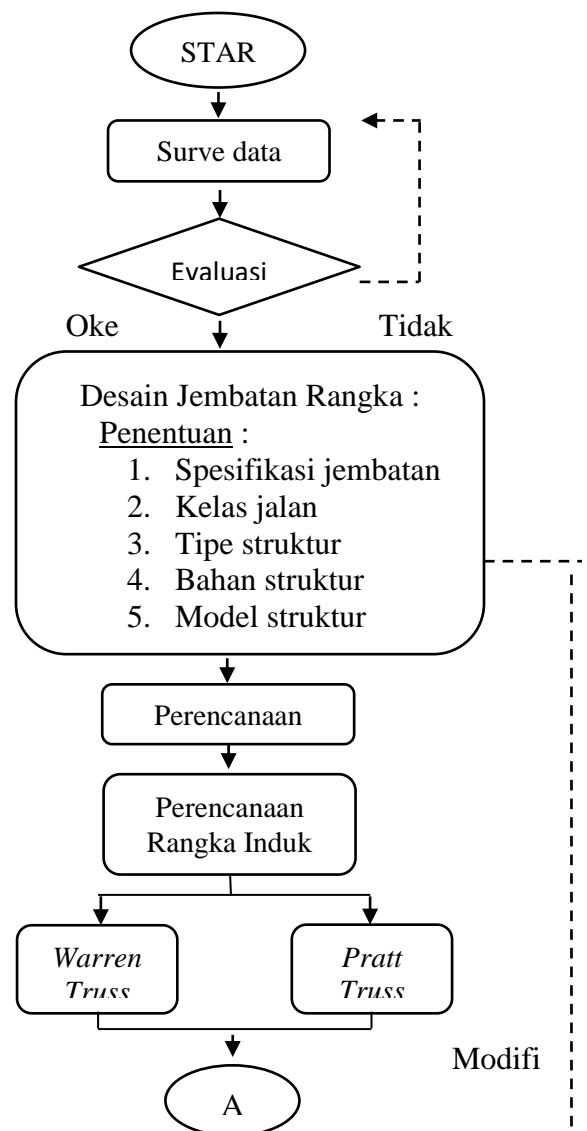
Dalam tugas akhir ini akan direncanakan jembatan dengan konstruksi rangka baja. Sebagai hasil akhir dari tugas akhir ini nantinya dimensi penampang struktur jembatan akan dituangkan ke dalam bentuk gambar teknik.

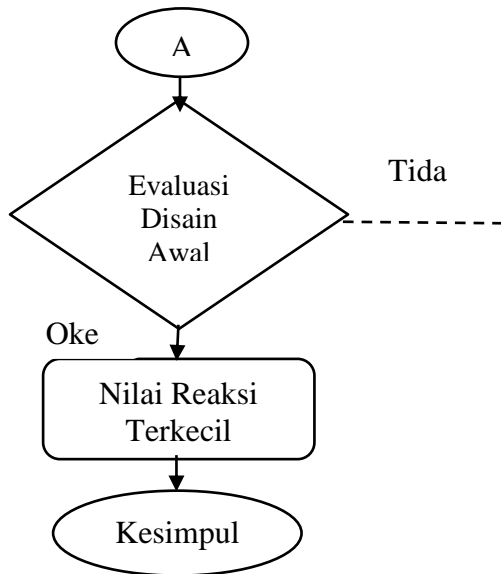
### 2.2. Perancangan Struktur Atas

Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan RSNI T-03-2005, Pedoman Perencanaan Jembatan Jalan Raya SKB1 – 1.3.28. 1987, Perencanaan struktur baja dengan Metode LRFD, SNI – 03 – 1726 - 2002. dan yang dimana perhitungan pembebanan mengacu pada pengaturan itu.

Perencanaan jembatan ini meliputi perancangan slab trotoar, slab lantai kendaraan, dan perancangan balok prategang. Adapun tahapan perencanaan meliputi :

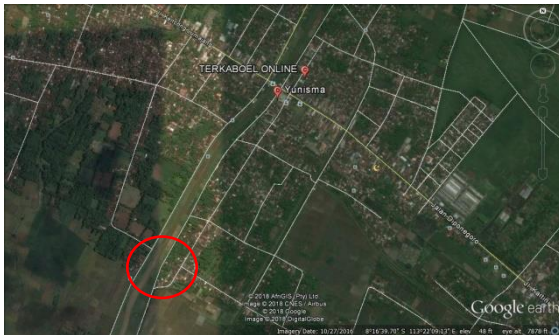
### 2.3. Flowchart Tahap Perencanaan





## 2.4. Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan berada di desa Keponjen kecamatan Kencong kabupaten Jember.



Gambar 1 Lokasi Perencanaan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Data Perencanaan

1. Mutu beton K300  $f_c = 24.9 \text{ MPa}$
2. Masa jenis beton bertulang ( $\gamma_c$ )  
 $= 24 \text{ kN/m}^3 = 2400 \text{ kg/m}^3$
3. Masa jenis beton biasa  $= 2200 \text{ kg/m}^3$
4. Mutu baja BJ = 41  $F_y = 250 \text{ MPa}$
5. Tebal pelat lantai  $= 0.2 \text{ m}$
6. Berat jenis aspal  $= 2200 \text{ kN/m}^3$
7. Tebal pelat lantai kendaraan  $= 0.2 \text{ m}$

8. Tebal lapisan perkerasan  $= 0.1 \text{ m}$
9. Tinggi trotoar  $= 0.25 \text{ m}$
10. Lebar trotoar  $= 0.72 \text{ m}$
11. Lebar lalulintas  $= 6 \text{ m}$
12. Lebar pelat jalan  $= 7.44 \text{ m}$
13. Panjang jembatan  $= 60 \text{ m}$
14. Jarak antar gelagar memanjang  
 $= 1.5 \text{ m}$
15. Jarak antar gelagar melintang  
 $= 5 \text{ m}$
16. Berat jenis air  $= 1000 \text{ kg/m}^3$
17. Tebal genangan air hujan  $= 50 \text{ mm}$

### 3.2. Perencanaan Gelagar Memanjang

Gelagar jembatan berfungsi untuk menerima beban-beban yang bekerja di atasnya dan menyalurkannya ke bangunan di bawahnya. Pembebanan pada gelagar memanjang meliputi :

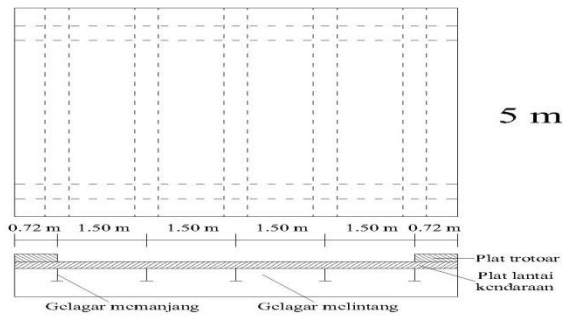
1. Beban mati.

Beban mati terdiri dari berat sendiri gelagar dan beban-beban yang bekerja di atasnya (pelat lantai jembatan, perkerasan, dan air hujan).

2. Beban hidup.

Beban hidup pada gelagar jembatan dinyatakan dengan beban "D" atau beban jalur, dari beban terbagi rata "q" ton-m, dan beban garis "P" ton per jalur.

Pada proses perencanaannya menggunakan metode "unpropped". Dimana pada proses pengerjaannya diasumsikan konstruksi tidak menggunakan perancah sebagai penyangga bekesting.



Gambar 2. Penampang Lantai Jembatan.

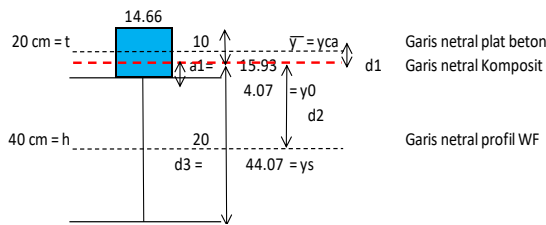
Direncanakan menggunakan profil WF 400 x 400 x 7 x 11.

Tabel 1 Profil Baja 400 x 400 x 7 x 11

Profil WF	=	400	X	200	x	7	x	11	mm
data data: A	=	72.16	cm <sup>2</sup>		ly	=	20000	cm <sup>4</sup>	
Sx	=	1010	cm <sup>3</sup>		rx	=	16.7	cm	
Zx	=	248	cm <sup>3</sup>		ry	=	4.48	cm	
Weight	=	56.6	kg/m		bf	=	200		

Tabel 2. Menentukan Letak garis netral.

	Luas Transformasi	Lengan Momen	A.Y
	A(cm <sup>2</sup> )	Y(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>3</sup> )
Pelat Beton	293.16	10.0	2931.62
Profil WF	72.16	40	2886.4
Jumlah	365.32		5818.019



Gambar 3. Garis netral komposit pada gelagar memanjang.

Momen inerti penampang komposit, dihitung dengan menggunakan teorema sumbu sejajar.

$$I_y = 1/12 (be/n) t^3 + (be/n) x t x d1^2 + I_y + A d2^2 = 41821.8$$

$$I_{xc} = 9772.1 + 10294.2 + 20000 + 41821.8 = 81888.0$$

Tabel 3. Momen inersia penampang komposit gelagar memanjang.

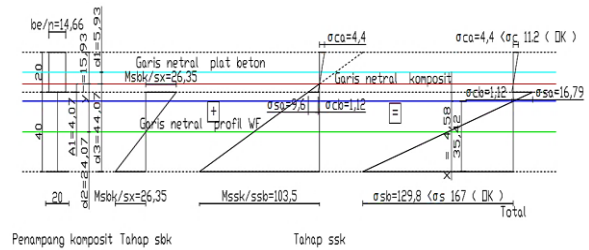
	A(cm <sup>2</sup> )	Y(cm <sup>2</sup> )	lo (cm <sup>3</sup> )	D Cm	lo+Ad <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>
Pelat Beton	293.16	10.00	9772.06	5.93	20066.2
Profil WF	72.16	40	20000.00	24.07	61821.8
Jumlah	365.32			Ix =	81888.0

Modulus penampang S.

$$S_c = S \text{ beton} = I_x/y_{ca} = 5142 \text{ cm}^3$$

$$S_{sa} = S \text{ baja atas} = I_x/y_{sa} = 20099 \text{ cm}^3$$

$$S_{sb} = S \text{ baja bawah} = 1858 \text{ cm}^3$$



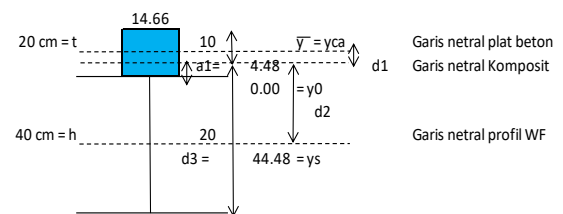
Gambar 4. Profil tegangan untuk analisa beton dibawah garis netral.

### 3.3. Beton Diasumsikan Tidak Memikul Tegangan Tarik.

Jika beton di asumsikan tidak memikul tegangan tarik, beton dibawah sumbu ntral harus diabaikan. Perhitungan sumbu ntral harus diulangi sebagai berikut:

Tabel 4. Letak garis netral

	Luas transformasi	lengan momen	A.y
	A(cm <sup>2</sup> )	y (cm)	(cm <sup>3</sup> )
Pelat Beton	14.66 x y	1/2 y	7.33 y <sup>2</sup>
Profil WF	72.16 +	40/2+20 = 40.00	2886.4
Jumlah	72.16 14.66 y		2886.4 + 7.33 y <sup>2</sup>



Gambar 5. Garis netral saat beton diasumsikan tidak memikul tegangan tarik.

Tabel 5. Momen inerti penampang komposit.

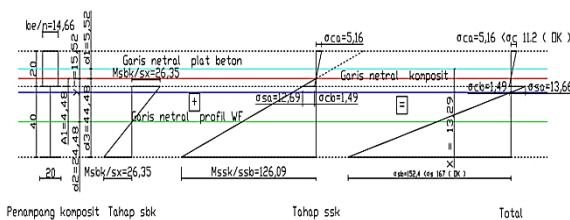
	A(cm <sup>2</sup> )	Y(cm <sup>2</sup> )	lo (cm <sup>3</sup> )	d (cm)	lo+Ad <sup>2</sup> (cm <sup>4</sup> )
Pelat Beton	240.99	10.00	4569.69		4569.7
Profil WF	72.16	40	20000.00	24.48	63230.1
Jumlah	-	-	-	lx =	67799.8

Modulus penampang S.

$$S_c = S \text{ beton} = I_x / y_{ca} = 4367 \text{ cm}^3$$

$$S_{sa} = S \text{ baja atas} = I_x / y_{sa} = 15147 \text{ cm}^3$$

$$S_{sb} = S \text{ baja bawah} = I_x / y_{sb} = 1524.4 \text{ cm}^3$$



Penampang komposit Tahap sikk Tahap sikk Total

Gambar 6. Profil tegangan saat kondisi beton di bawah sumbu netral diabaikan.

### 3.4. Perencanaan Penghubung geser (Shear Connector)

Pada penghubung geser menggunakan model stud connector dengan metode elastic pada kondisi “unpropped”.

Direncanakan dimensi stud d: 1.9 cm

h = 5 cm.

Jarak stud dari x = 0 s/d 1/4 L dari ujung =  $1975 / 252 = 7.85 \text{ cm}$  diambil 8cm.

Jarak stud dari x = 1/4 s/d 1/2 L dari ujung =  $1975 / 126 = 15.70 \text{ cm}$  diambil = 15 cm.

### 3.5. Kontrol Lendutan Gelagar Memanjang

1. Sebelum beton mengeras

$$\Delta 1 = (5 \times q \times \text{tot} \times L^4) / (384 \cdot E \cdot I_x) = 1.733 \text{ mm}$$

2. Saat pelaksanaan konstruksi

Beban q merupakan beban pekerja sebesar 100 kg/m

$$\Delta 2 = 0.203 \text{ mm}$$

3. Lendutan akibat beban mati tambahan

$$\Delta 3 = 0.132 \text{ mm}$$

4. Lendutan akibat beban hidup.

$$\Delta 4 = 0.503 \text{ mm}$$

5. Lendutan jangka panjang akibat partisi.

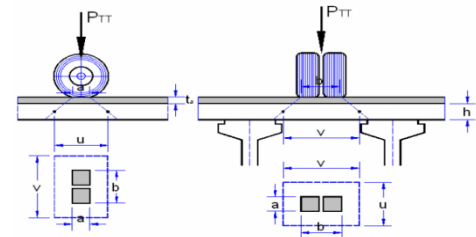
$$\Delta 5 = 0.613 \text{ mm}$$

Lendutan total yang terjadi

$$= \Delta 1 + \Delta 3 + \Delta 4 + \Delta 5 < \delta \text{ ijin} < 5000 / 500$$

$$= 2.980 < 10 \text{ mm (OK)}$$

### 3.6. Kontrol Tegangan Geser Pons



Gambar 7. Penampang tegangan geser pons.

Mutu beton  $f_c = 24.90 \text{ MPa}$

Kuat geser pons yang disyaratkan,

$$F_y = 1.65 \text{ MPa}$$

Faktor reduksi kekuatan geser  $\phi = 0.75$

Beban roda truk pada slab,

$$PTT = 151.3 \text{ kN} = 151250 \text{ N}$$

Luas bidang geser :

$$A_v = 2 \cdot (u + h) \cdot d = 273600.00$$

Gaya geser pons nominal,

$$P_n = A_v \cdot f_v = 450536.2 \text{ N}$$

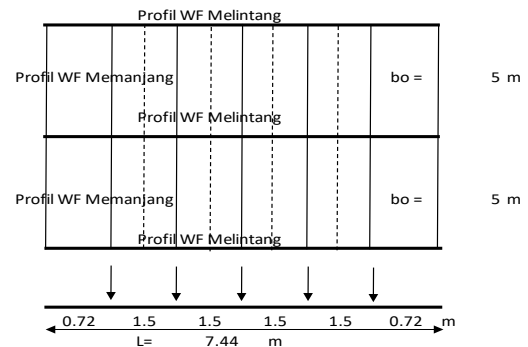
$$\phi \cdot P_n = 337902.2 \text{ N}$$

Faktor beban ultimit,  $K_{TT} = 2$

Beban ultimit roda truk pada slab,  $P_u$

$$= K_{TT} \times PTT = 302500 \text{ N (OK)} \quad P_u < \phi \cdot P_n$$

### 3.7. Perencanaan Gelagar Melintang



Gambar 8. Penampang gelagar melintang

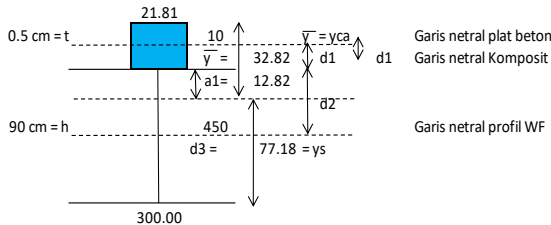
Direncanakan menggunakan profil WF 900 x 300 x 16 x 28.

Tabel 7. Tabel profil WF gelagar memanjang.

Profil WF	=	900	x	300	x	16	X	28	mm
data data: A	=	309.28	cm <sup>2</sup>			I <sub>y</sub>	=	411000	cm <sup>4</sup>
S <sub>x</sub>	=	9140	cm <sup>3</sup>			r <sub>x</sub>	=	12600	cm
Z <sub>x</sub>	=	843	cm <sup>3</sup>			r <sub>y</sub>	=	6.39	cm
Weight	=	243	kg/m			bf	=	200	

Tabel 8. Menentukan letak garis netral komposit gelagar melintang.

	Luas Transformasi	Lengan Momen	A.Y
	A(cm <sup>2</sup> )	Y(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>3</sup> )
Pelat Beton	436.22	10.0	4362.2
Profil WF	309.28	65	20103.2
Jumlah	745.50		24465



Gambar 9. Garis netral komposit pada gelagar melintang.

Momen inersia penampang komposit, dihitung dengan menggunakan teorema sumbu sejajar.

$$I = \frac{1}{12} (be/n) t^3 + (be/n) x t x d1^2 + I_y + A d2^2 = 972981.6$$

Tabel 9. Momen inersia penampang komposit gelagar melintang.

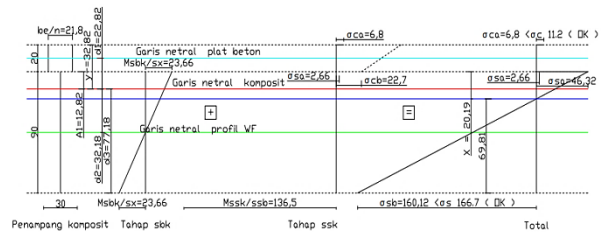
	A(cm <sup>2</sup> )	Y(cm <sup>2</sup> )	lo (cm <sup>3</sup> )	D Cm	lo+Ad <sup>2</sup> cm <sup>4</sup>
Pelat Beton	436.22	10.00	14540.83	22.82	241652.0
Profil WF	309.28	65	411000.00	32.18	731329.6
Jumlah	745.50			I <sub>x</sub> =	972981.6

Modulus penampang S.

$$S_c = S_{\text{beton}} = I_x / y_{ca} = 29648 \text{ cm}^3$$

$$S_{sa} = S_{\text{baja atas}} = I_x / y_{sa} = 75912 \text{ cm}^3$$

$$S_{sb} = S_{\text{baja bawah}} = I_x / y_{sb} = 12606 \text{ cm}^3$$



Gambar 10. Profil tegangan untuk gelagar memanjang.

### 3.8. Perencanaan Penghubung geser (Shear Connector)

Pada penghubung geser menggunakan model stud connector dengan metode elastic pada kondisi "unpropped". Direncanakan dimensi stud d: 2.20cm h = 15cm.

Jarak stud dari x = 0 s/d 1/4 L dari ujung = 13718/ 2001 = 6.87 cm diambil 7cm.

Jarak stud dari x = 1/4 s/d 1/2 L dari ujung = 13718/ 2001 = 13.71 cm diambil = 14 cm.

### 3.9. Kontrol Lentutan Gelagar Memanjang

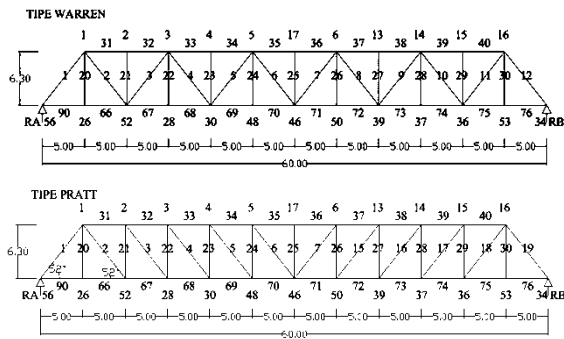
- Sebelum beton mengeras  
 $\Delta 1 = (5 \times q \text{ tot} \times L^4) / (384 \cdot E \cdot I_x)$   
 $= 1407 \text{ mm}$
- Saat pelaksanaan konstruksi  
 Beban q merupakan beban pekerja sebesar 100 kg/m  
 $\Delta 2 = 0.049 \text{ mm}$
- Lentutan akibat beban mati tambahan  
 $\Delta 3 = 0.04 \text{ mm}$
- Lentutan akibat beban hidup.  
 $\Delta 4 = 2.094 \text{ mm}$
- Lentutan jangka panjang akibat partisi.  
 $\Delta 5 = 0.203 \text{ mm}$

Lentutan total yang terjadi  
 $= \Delta 1 + \Delta 3 + \Delta 4 + \Delta 5 < \delta \text{ ijin} < 5000 / 500$   
 $= 5.646 < 10 \text{ mm (OK)}$

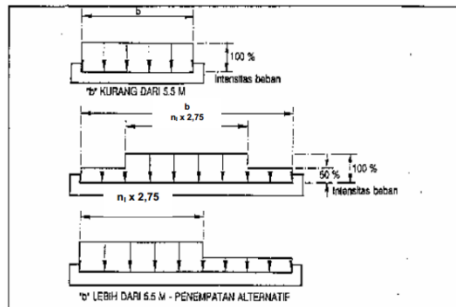
### 3.10. Perencanaan Garis Pengaruh Pada Jembatan Tipe Warren dan Pratt.

Pada perencanaan garis pengaruh jembatan dibuat dengan alat bantu program

SAP 2000 v.14. Dengan cara melakukan pembebanan sebesar 1 ton pada masing – masing titik dari titik 56-26-52-30-48-46-50-39-37-36-53-34 secara bergantian.



Gambar 11. Jembatan Tipe Warren dan Pratt.



Gambar 12. Penyebaran beban Hidup pada gelagar melintang (Pasal 6.3.1.2 RSNI T-02-2005).

### 1. BEBAN LAJUR "D" (DT)

Pasal 6.3.1.2 RSNI T-02-2005

$q = 9 \text{ kPa}$  untuk  $L \leq 30 \text{ m}$

$q = 9 * (0.5 + 15 / L) \text{ kPa}$  untuk  $L > 30 \text{ m}$

Untuk panjang bentang gelagar

$L = 60.00 \text{ m}$

$q = 6.75 \text{ kPa}$

$p = 49.00 \text{ kN/m}$

Faktor beban dinamis (Dynamic Load Allowance) untuk KEL diambil sebagai berikut :

$DLA = 0.4$  untuk  $L \leq 50 \text{ m}$

$DLA = 0.4 - 0.0025x(L - 50)$  untuk  $50 < L < 90 \text{ m}$

$DLA = 0.3$  untuk  $L \geq 90 \text{ m}$

Jarak antar gelagar ( $s$ ) = 5 m

$DLA = 0.38$

dengan nilai  $L = 60 \text{ m}$

Beban lajur di gelagar

$q_{td} = 6.75 \times 3.72 = 25.11 \text{ kN/m}$

Pembebanan kondisi batas layan

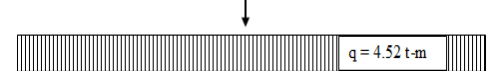
$= q_{td} \times 1.8 = 4.52 \text{ ton/m}$

$P_{td} = (1 + DLA) \times p / 2 = 33.68 \text{ kN}$

Pembebanan kondisi batas layan

$= q_{td} \times 1.8 = 6.06 \text{ ton/m}$

$P = 6.06 \text{ ton}$  Beban hidup



### 2. BEBAN MATI

Beban mati terpusat ( $M_s$ )

Jarak setengah melintang = 3.72 m

Gelagar melintang = 243 x 3.72

= 903.96 kgm

Pembebanan kondisi batas layan

=  $M_s \times 1.2 = 1084.752 \text{ kgm}$

Beban mati merata ( $M_s$ )

Gelagar memanjang = 141.5 kgm

Pelat lantai kendaraan = 1785.6 kgm

Pelat trotoar = 216 kgm +

= 2143.1 kgm

Pembebanan kondisi batas layan

=  $M_s \times 1.2 = 2571.72 \text{ kgm}$

Beban Mati = ( $M_s$ ) + ( $M_s$ )

= 3656.472 kg = 3.656472 tonm

Perhitungan beban mati tambahan ( $M_a$ )

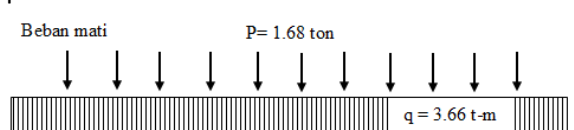
Berat lapis perkerasan = 818.4 kgm

Berat air hujan = 24.0 kgm +

Pembebanan kondisi batas layan

=  $M_a \times 2.0 = 1684.8 \text{ kgm}$

$p = 1.6848 \text{ tonm}$



Pada perhitungan garis pengaruh

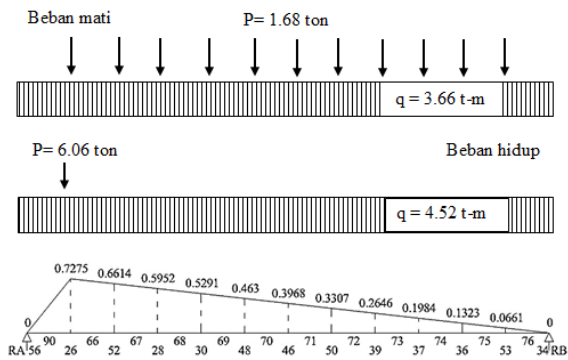
Perhitungan beban mati

= (L garis pengaruh . q) + (kordinat setiap  $\Delta$  . P)

Perhitungan beban hidup



= (L garis pengaruh . q) + (kordinat puncak Δ .P)  
 Pembebanan yang Diterima Satu Sisi Rangka  
 Jembatan Tipe Warren dan pratt.



Beban mati = ( 0.5 x 60 x 0.7275 ) x1.68+  
 (0.7275+0.6614+0.5952 +  
 0.5951+0.463+0.3968+0.3307+0.2646+0.1984+  
 0.1323 + 0.0661) x 3.66 = 36.7707 + 16.2022 =  
 = 52.97 Ton Tarik  
 Beban Hidup = ( 0.5 x 60 0.7275 ) 4.52 +  
 0.7275 x 6.06 = 98.645 + 4.41  
 = 103.06 Ton Tarik

Tabel 10. Gaya batang Jembata tipe warren

BTG	Gaya Batang				Gaya Batang	
	Beban Mati		Beban Hidup		Total	
	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik
90		52.97		103.06		156.03
66		52.97		103.06		156.03
67		129.43		168.64		298.08
68		129.43		252.96		382.39
69		167.78		327.91		495.69
70		167.78		327.91		495.69
71		167.78		327.91		495.69
72		167.78		327.91		495.69
73		129.43		252.96		382.39
74		129.43		168.64		298.08
75		52.97		103.06		156.03
76		52.97		103.06		156.03
1	-84.83		-165.78		-250.61	
2		48.01	-1.96	137.61		183.66
3	-53.98		-112.03	6.54	-159.47	
4		36.80	-13.74	84.08		107.15
5	-23.13		-68.77	23.57	-68.33	
6		7.71	-36.00	51.08		22.79
20		12.08		28.66		40.74
21		0.00		0.00		0.00
22		12.08		28.66		40.74
23		0.00		0.00		0.00
24		12.08		28.66		40.74

25		0.00		0.00		0.00
26		12.08		28.66		40.74
27		0.00		0.00		0.00
28		12.08		28.66		40.74
29		0.00		0.00		0.00
30		12.08		28.66		40.74
7	7.71		-36.00	51.08		22.79
8	-23.13		-68.77	23.57	-68.33	
9		36.80	-13.74	84.08		107.15
10	-53.98		-112.03	6.54	-159.47	
11		48.01	-1.96	137.61		183.66
12	-84.83		-165.78		-250.61	
31	-95.88		-187.38		-283.26	
32	-95.88		-187.38		-283.26	
33	-153.40		-299.80		-453.21	
34	-153.40		-299.80		-453.21	
35	-172.58		-337.29		-509.87	
36	-172.58		-337.29		-509.87	
37	-153.40		-299.80		-453.21	
38	-153.40		-299.80		-453.21	
39	-95.88		-187.38		-283.26	
40	-95.88		-187.38		-283.26	

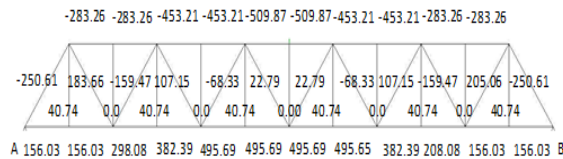
Tabel 11. Gaya batang jembatan tipe pratt

BTG	Gaya Batang				Gaya Batang	
	Beban Mati		Beban Hidup		Total	
	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik
90		52.97		103.06		156.03
66		52.97		103.06		156.03
67		95.88		187.38		283.26
68		129.43		252.96		382.39
69		153.40		299.80		453.21
70		167.78		327.91		495.69
71		167.78		327.91		495.69
72		153.40		299.80		453.21
73		129.43		252.96		382.39
74		95.88		187.38		283.26
75		52.97		103.06		156.03
76		52.97		103.06		156.03
1	-84.83		-165.78		-250.61	
2		69.41	-1.96	137.61		205.06
3		53.98	-6.54	112.03		159.47
4		36.80	-13.74	84.08		107.15
5		23.13	-23.57	68.77		68.33
6		7.71	-36.00	51.08		22.79
20		12.08		28.66		40.74
21	-44.43		-89.82	7.14	-127.12	
22	-10.65		-32.29	29.82	-13.12	
23	-19.03		-56.76	21.34	-54.45	
24	-6.36		-43.09	31.24	-18.22	
25	0.00		0.00	0.00	0.00	
26	-6.36		-43.09	31.24	-18.218	
27	-19.03		-56.76	21.34	-54.45	
28	-10.65		-32.29	29.82	-13.12	
29	-44.43		-89.82	7.14	-127.12	
30		12.08		28.66		40.74
7		7.71	-36.00	51.08		22.79
8		23.13	-23.57	68.77		68.33

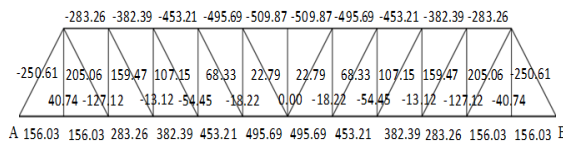
9		36.80	-13.74	84.08		107.15
10		53.98	-6.54	112.03		159.47
11		69.41		137.61		207.01
12	-84.83		-165.78			-250.61
31	-95.88		-187.38			-283.26
32	-129.43		-252.96			-382.39
33	-153.40		-299.80			-453.21
34	-167.78		-327.91			-495.69
35	-172.58		-337.29			-509.87
36	-172.58		-337.29			-509.87
37	-167.78		-327.91			-495.69
38	-153.40		-299.80			-453.21
39	-129.43		-252.96			-382.39
40	-95.88		-187.38			-283.26

### 3.11. Pendimensian Batang Rangka Induk

Dari data dalam table 4.11. dan 4.12. untuk gaya pada batang jembatan, pembagian gaya yang terjadi dapat di lihat di gambar dibawah ini.



Gambar 13. Jembatan tipe warren



Gambar 14. Jembatan tipe pratt

Dari kedua jenis jembatan di atas, untuk memilih mana jembatan yang lebih efisien untuk di gunakan, maka perlu di tinjau pemilihan profil baja yang digunakan dengan menyetarakan nilai rasio devisiasi tegangan yang terjadi. Profil baja yang digunakan bervariasi : mulai dari profil baja tersusun dengan cara menambah ketebalan profil dasar , menggunakan profil baja dobel kanal dan dobel baja siku-siku sama kaki. Mutu baja yang digunakan Bj.41,  $f_e = 410$ ,  $f_y = 250$  MPa ,  $f_c = 24.9$  MPa

Tabel 12. Rasio defisiensi pada gelagar horizontal bawah.

Bentang jembatan		Gaya terfaktor		Tegangan yang terjadi	Profil yang digunakan				Rasio defisiensi
Warren	Pratt				h	b	tw	tf	
90		156.03		Tarik	400	400	13.00	21.00	0.950
	90		156.03	Tarik	400	400	13.00	21.00	0.950
66		156.03		Tarik	400	400	13.00	21.00	0.950
	66		156.03	Tarik	400	400	13.00	21.00	0.950
67		298.08		Tarik	400	400	25.00	35.00	0.948
	67		283.26	Tarik	400	400	25.00	35.00	0.951
68		382.39		Tarik	400	400	25.00	35.00	0.933
	68		382.39	Tarik	400	400	27.00	45.00	0.945
69		495.69		Tarik	400	400	43.00	61.00	0.950
	69		453.21	Tarik	400	400	43.00	51.00	0.949
70		495.69		Tarik	400	400	43.00	61.00	0.950
	70		495.69	Tarik	400	400	43.00	51.00	0.950

Tabel 13. Rasio defiasi pada gelagar horizontal atas.

Bentang jembatan		Gaya terfaktor		Tegangan yang terjadi	Profil yang digunakan				Rasio defisiensi	
Warren	Pratt				h	b	tw	tf	sumbu x	sumbu y
31		283.26		Tekan	400	400	13.00	21.00	0.290	0.371
	31		283.26	Tekan	400	400	13.00	21.00	0.290	0.371
32		283.26		Tekan	400	400	13.00	21.00	0.290	0.371
	32		382.39	Tekan	400	400	25.00	21.00	0.265	0.371
33		453.21		Tekan	400	400	25.00	29.00	0.383	0.287
	33		453.21	Tekan	400	400	25.00	29.00	0.383	0.287
34		453.21		Tekan	400	400	25.00	29.00	0.377	0.288
	34		495.69	Tekan	400	400	25.00	33.00	0.370	0.285
35		509.87		Tekan	400	400	25.00	35.00	0.375	0.294
	35		509.87	Tekan	400	400	25.00	35.00	0.375	0.294

Tabel 14. Rasio defiasi pada gelagar diagonal

Bentang jembatan		Gaya terfaktor		Tegangan yang terjadi	Profil yang digunakan				Rasio defisiensi
Warren	Pratt				h	b	tw	tf	
1		283.26		Tekan	400	400	43.00	61.00	0.834
	1		283.26	Tekan	400	400	43.00	61.00	0.834
2		283.26		Tekan	400	400	13.00	21.00	0.935
	2		382.39	Tekan	400	400	13.00	21.00	0.935
3		453.21		Tekan	400	400	43.00	61.00	0.856
	3		453.21	Tekan	400	400	13.00	21.00	0.898
4		453.21		Tekan	400	400	13.00	21.00	0.966
	4		495.69	Tekan	400	400	13.00	21.00	0.966
5		509.87		Tekan	400	400	25.00	35.00	0.956
	5		509.87	Tekan	400	400	13.00	21.00	0.978
6		509.87		Tekan	400	400	13.00	21.00	0.956
	6		509.87	Tekan	400	400	13.00	21.00	0.993

Tabel 2.15. Rasio deviasi pada gelagar vertikal

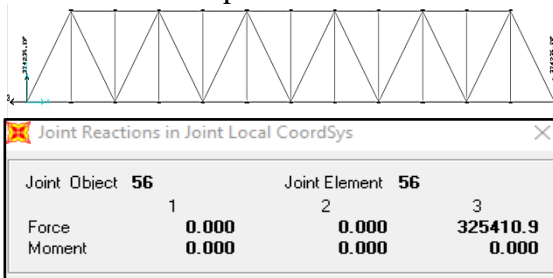
Bentang jembatan		Gaya terfaktor		Tegangan yang terjadi	Profil yang digunakan				Rasio defisiensi
Warren	Pratt				h	h	b	b	
20		40.74		Tekan	180	70	8	11	0.466
	20		40.74	Tekan	180	70	8	11	0.466
21		0.10		Tekan	35	35	4	4	0.498

	21		127.12	Tarik	320	100	18	9	0.533
22		40.74		Tekan	180	70	8	11	0.466
	22		3.69	Tarik	80	80	12	12	0.467
23		0.10		Tekan	35	35	4	4	0.498
	23		55.75	Tarik	200	75	9	12	0.408
24		40.74		Tekan	180	70	8	11	0.466
	24		18.22	Tekan	35	35	4	4	0.556
25		0.10		Tekan	35	35	4	4	0.498
	25		0.10	Tekan	35	35	4	4	0.498

### 3.12. Analisa Reaksi di Tumpuan Jembatan

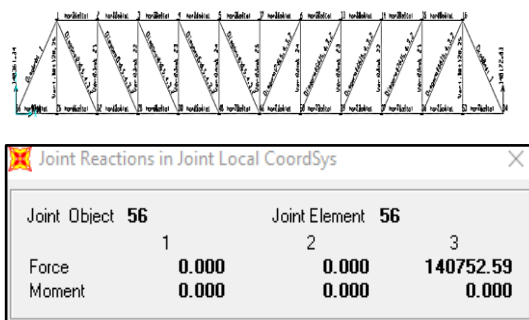
Untuk menghitung seberapa besar reaksi yang terjadi di ujung tumpuan jembatan maka digunakan program bantu Sap 2000v14.0.0 dengan cara membuat model rangka jembatan 2D frame. Atur dimensi profil sesuai dengan perhitungreaksi yang terjadi. Dengan cara ini dapat mempermudah dalam menganalisa reaksi pada titik tumpuan jembatan seperti hasil analisa di bawah ini.

#### 1. Jembatan tipe warren



Gambar 15. Analisa reaks di tumpuan jembatan warren

#### 2. Jembatan tipe pratt



Gambar 16. Analisa reaks di tumpuan jembatan pratt.

Dari hasil analisa sap didapat nilai reaksi di tumpuan jembatan warren sebesar 325410.9 kg-m dan di tumpuan jembatan pratt sebesar 140752.59 kg.

$$\text{Nilai efisiensi} = (325410.9 - 140752.59) / 325410.9 \times 100\% = 56.71\%$$

### 3. KESIMPULAN

#### 3.1. Kesimpulan.

Dari hasil analisa keseluruhan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisa reaksi di tumpuan jembatan terdapat reaksi untuk jenbatan tipe warren sebesar 325410.9 kg-m dan di tumpuan jembatan pratt sebesar 140752.59 kg-m. dari hasil tersebut dapat di simpulkan jembatan tipe pratt lebih efisien sebesar 56.7%.
2. Nilai efisiensi jembatan dapat di ketahui melalui seberapa kecil nilai reksi yang terjadi di setiap tumpuan jembatan. Namun terlebih dahulu reksi yang terjadi akibat beban garis di kedua tipe jembatan harus sama.
3. Optimalisasi dapa di lakukan dengan cara mengatur profil baja agar di dapat rasio deviasi yang sama sesuai table 4.15,4.18,4.21,4.24.

#### 3.2. Saran.

1. Analisa rangka atas statis tak tentu sangatlah membantu untuk digunakan dalam menganalisa suatu sruktur jembatan rangka.
2. Menggunakan SAP 2000v.14 sangat membantu untuk menentukan Garis Pengaruh lebih cepat dan efektif.
3. Menggunakan SAP 2000v.14 sangat membantu untuk mebuat profil tersusun dan mengetahui nilai gaya dalam yang terjadi.

4. Perlu ketelitian dalam mengola data garis pengaruh.

#### 4. DAFTAR PUSTAKA

1. Margaret dan Gunawan, 1999, *Teori Soal dan Penyelesaian Konstruksi Baja I Jilid 1*, Delta Teknik Group, Jakarta.
2. Margaret dan Gunawan, 1999, *Teori Soal dan Penyelesaian Konstruksi Baja II Jilid 1*, Delta Teknik Group, Jakarta.
3. M Doloksaribu Hiram dan Tigor Oktaga Andreas. 2008, *Tugas Akhir Perencanaan Jembatan Rangka Baja Sungai Ampel Kabupaten Pekalongan*, Tidak Dipublikasikan.
4. Gunawan, Rudi, 1987, *Tabel Profil Konstruksi Baja*, Kanisius, Jakarta.
5. Anonim, 2004, *Standart Pembebanan untuk Jembatan*, Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum.
6. Soemargono, Veen V.D dan Struyk H.J, 1984, *Jembatan*, Pradnya Paramitha, Jakarta
7. Anonim, 2005, RSNI-t-02-2005 , *Standard Pembebanan Untuk Jembatan*, Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum.
8. Agus Setiawan, 2008, *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*, Jakarta : Erlangga.