

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR RANGKA BAJA TYPE WARREN TRUSS PADA JEMBATAN KLAMPES KABUPATEN SAMPANG

Muhammad Riza Azis Jabarudin¹, Warsito² dan Bambang Suprpto³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : rizajabar25@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : warsito@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : bambang.suprpto@unisma.ac.id

ABSTRAK

Klampes Bridge is a class A (I) bridge located on the national road in Klampes Village, Sampang District, Sampang Regency. The author replaced the I beam girder structure (PCI Girder) to a Warren truss type steel frame structure because there was an increase in traffic on the Klampes Bridge using the LRFD method. Therefore, based on the results of the calculation analysis, the thickness of the vehicle's floor plate has a thickness of 200 mm, it uses D16 bars spaced 125 mm apart as primary reinforcement and Ø16 bar spaced 300 mm apart as secondary reinforcement, The longitudinal girders are made from WF 350 x 175 x 7 x 11 profiles, The transverse girders are made WF 900 x 300 x 16 x 28 profiles, the main girders are made from WF 350 x 350 x 14 x 22 profiles.

Keywords : *Alternative bridge, warren truss methode, PCI girder*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jembatan rangka baja merupakan tipe jembatan yang dibangun dari komponen batang baja yang saling terhubung untuk membentuk sebuah sistem struktural [1]. Beban yang bekerja pada jembatan ini tidak dipikul secara langsung, melainkan didistribusikan ke setiap batang dalam bentuk gaya aksial. Gaya tersebut berupa tarik dan tekan yang disalurkan melalui titik sambungan antar batang, atau yang dikenal sebagai titik buhul [2]. Untuk mengatasi masalah-masalah ini, sangat penting untuk melakukan reformasi kebijakan yang disesuaikan dengan kebutuhan industri konstruksi di Indonesia [3]

Satu di antara jembatan di Indonesia yang menghadapi Tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi adalah Jembatan Klampes. Jembatan kelas A (I) yang berada pada jalan nasional di Desa Klampes, Kecamatan Sampang, Kabupaten Sampang. Jembatan ini sedang dalam poses pembaruan jembatan yang

dimana proses tersebut saat ini sampai pemasangan tiang pancang dan metode yang digunakan pada jembatan tersebut yaitu konstruksi gelagar balok "I" (PCI Girder) dari beton pratekan sebagai gelagar utama. Penulis mengalternatifkan jembatan dengan bentang 45 m, struktur gelagar balok I (PCI Girder) menjadi struktur rangka baja tipe *Warren truss*.

1.2. Identifikasi Masalah

1. Terjadinya peningkatan lalu lintas pada Jembatan Klampes
2. Perencanaan ini tidak menggunakan pilar tengah.
3. Kondisi struktur jembatan saat ini lebar 7 meter sehingga direncanakan ulang menggunakan lebar 9 meter.

1.3. Perumusan Masalah

Pada perancangan elemen struktur atas di bentang utama Jembatan Klampes kecamatan Jrengik Kabupaten Sampang memiliki permasalahan – permasalahan yaitu :

1. Berapa besar pembebanan yang terjadi pada plat lantai kendaraan beserta tulangan
2. Berapa ukuran masing-masing gelagar, yaitu memanjang, melintang dan induk?
3. Berapa ukuran pada ikatan angin?
4. Berapa ukuran baut untuk sambungan gelagar antar gelagar?
5. Berapa ukuran abutment yang direncanakan berdasarkan kondisi Jembatan Klampes?
6. Berapa ukuran tiang pancang yang digunakan pada Jembatan Klampes?

1.4. Tujuan

1. Mengetahui besaran beban, ketebalan plat lantai, serta dimensi gelagar memanjang, melintang, dan gelagar utama guna menjamin kemampuan struktur dalam menahan beban.
2. Mengetahui ukuran ikatan angin serta dimensi baut antar gelagar.
3. Mengetahui dimensi abutment dan berapa dimensi pondasi tiang pancang.

1.5. Ruang Lingkup Pembahasan

1. Analisis plat lantai
2. Analisis gelagar
3. Analisis ikatan angin
4. Analisis sambungan
5. Analisis abutment
6. Analisis pondasi

2. STUDI LITERATUR

2.1. Jembatan

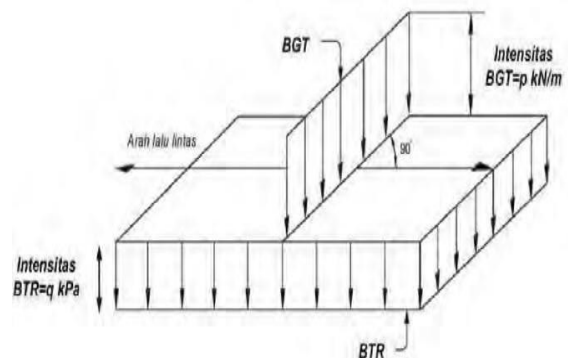
Jembatan merupakan bangunan yang dirancang untuk menghubungkan ruas jalan yang terpisah oleh sungai, saluran air, lembah, atau perlintasan dengan jalan lain yang tidak sejajar elevasinya. Dalam perencanaan jembatan, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu fungsi sebagai sarana transportasi, persyaratan teknis konstruksi, serta nilai estetika dan arsitektural yang meliputi aspek lalu lintas, aspek keteknikan, dan aspek keindahan bentuk [4]. Jembatan baja jenis warren merupakan tipe jembatan dengan desain yang mudah dan praktis untuk dipasang di berbagai tempat. Struktur utama dibangun dengan pola trapesium, sementara rangka batangnya memiliki bentuk segitiga sehingga

struktur seperti ini akan stabil dalam menahan gaya aksial dan lateralnya.

2.2. Kriteria Pembebanan

Berdasarkan [5], beban pada jembatan terbagi atas :

1. Beban Permanen
2. Berat Sendiri (MS)
3. Beban Mati Tambahan/ Utilitas (MA)
4. Beban Akibat tekanan tanah
5. Beban Lalu Lintas



Gambar 1. Beban Lajur "D"

Pada Beban Lalu Lintas

(Sumber : SNI 1725-2016, hal 39)[3]

2.3. Perencanaan Bangunan Atas Jembatan

Bangunan atas jembatan adalah konstruksi yang langsung menerima beban-beban yang bekerja pada jembatan. Bangunan atas jembatan terdiri dari beberapa unsur, antara lain

1. Pelat dek jembatan
2. Balok memanjang
3. Balok melintang, Perhitungan Gelagar Memanjang dan Melintang.
 - a. Menghitung Modulus Plastis (Z_x).

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi_b \cdot f_y} \quad (2.12)$$
 (Setiawan Agus, 2013).
 - b. Analisis beban Ultimit yang disebabkan Berat Sendiri Profil.

$$M_u = 1/8 \times q \times L^2 \quad (2.13)$$
4. Gelagar induk
5. Ikatan angin
6. Penghubung Geser

2.4. Perencanaan Bangunan Bawah Jembatan

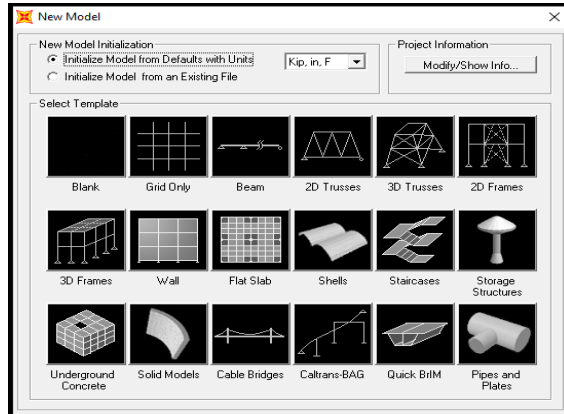
Abutment dan pondasi merupakan bagian dari struktur bawah jembatan yang mendukung beban dari konstruksi di atasnya [7]

2.5. Dasar Desain Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang berfungsi untuk memindahkan beban-beban dari konstruksi diatasnya ke lapisan tanah yang lebih dalam.

2.6. Pemodelan Struktur Jembatan Rangka Baja pada SAP 2000 v12.0

Untuk memulai pembuatan model struktur pada SAP 2000 v14.0. dapat dilakukan sebagai berikut.



Gambar 2. Permulaan program SAP 2000
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2025)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Deskripsi Daerah Studi

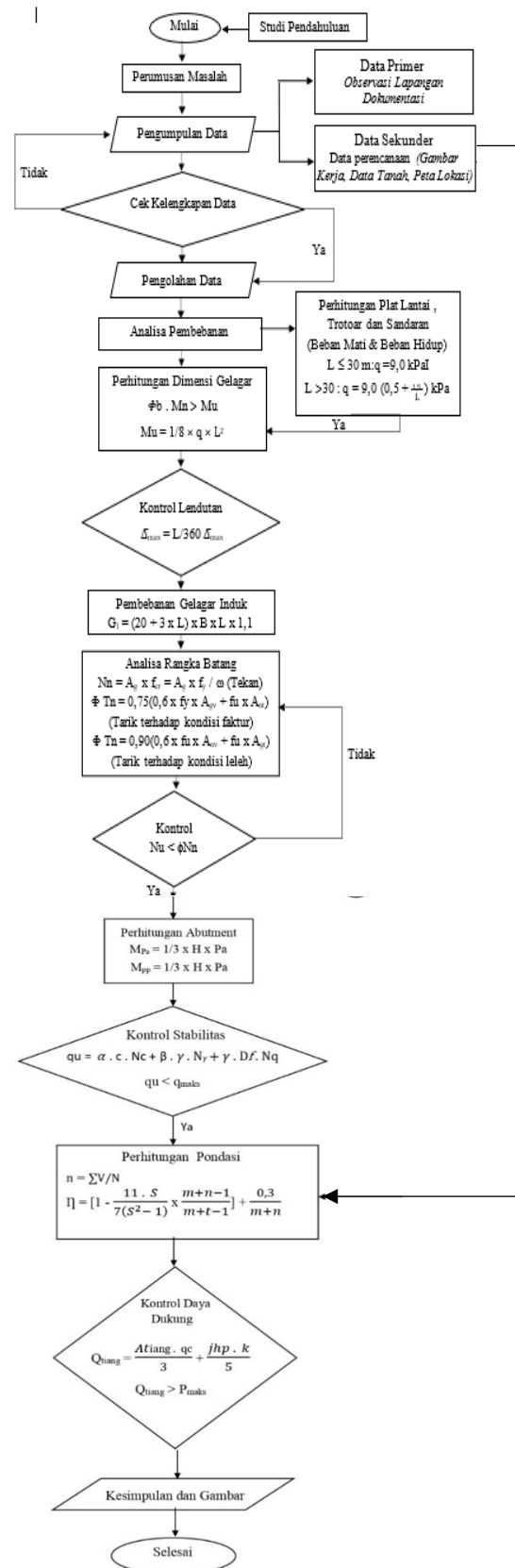


Gambar 3. Peta Administrasi Kab Sampang
(Sumber : Pemerintah Kab. Sampang, 2025)

3.2. Pengumpulan Data

1. Data Primer : Observasi lapangan, dokumentasi
2. Data Sekunder : Peta lokasi, gambar DED, data tanah

3.3. Diagram Alir Penelitian & Penggunaan Software SAP 2000



Gambar 4. Diagram Alir
(Sumber :Penulis, 2025)

3.4. Sistematis Tahapan Studi

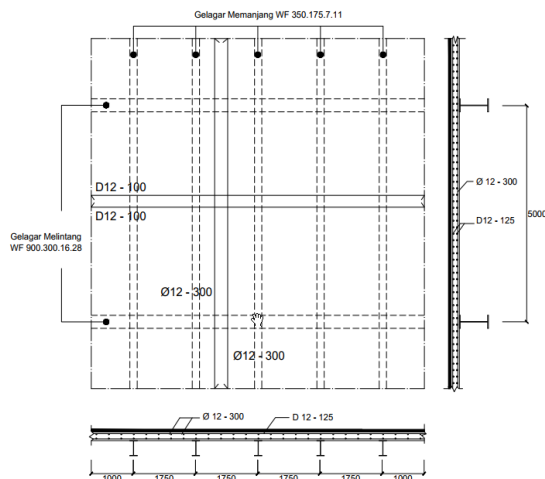
1. Data Perencanaan
2. Perhitungan Plat Lantai Kendaraan
3. Perencanaan Profil Gelagar Induk.
4. Perencanaan Penghubung Geser (*Shear Connector*).
5. Perencanaan ikatan angin
6. Perhitungan Dimensi abutmen.
7. Perhitungan Tiang Pancang.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Perencanaan

1. Kategori Jalan = Kelas 1
2. Panjang Jembatan = 45 meter
3. Lebar Permukaan Kendaraan = 7 meter
4. Lebar Trotoar = 2 x 1 meter
5. Ketebalan Trotoar = 0,20 meter
6. Jenis Jembatan = Rangka Baja tipe *Warren truss*
7. Ketinggian Rangka Jembatan = 6 meter
8. Jarak antara Gelagar Memanjang = 1,75 meter
9. Jarak antara Gelagar Melintang = 5 meter
10. Kualitas Baja :
 Kualitas Baja Tulangan BJ 37 (F_y) = 240 Mpa
 Kualitas Beton (F_c) = 35 Mpa
 Kualitas Baja Bj 55 ; f_y = 410 Mpa
 (Anonim, 2005)

4.2. Perhitungan Plat Lantai Kendaraan



Gambar 5. Penulangan plat lantai kendaraan
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

$$M_u = 260.045 + 5.499 = 5759.044 \text{ kg.m}$$

$$M_n = M_u / \phi = 5759.044 / 0.8$$

$$= 7198,806 \text{ kg/m}$$

$$d = h - \frac{1}{2} \phi - \text{tebal selimut beton}$$

$$= 200 - (1/2 \times 16) - 20 = 172 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,01059 \times 1.000 \times 172$$

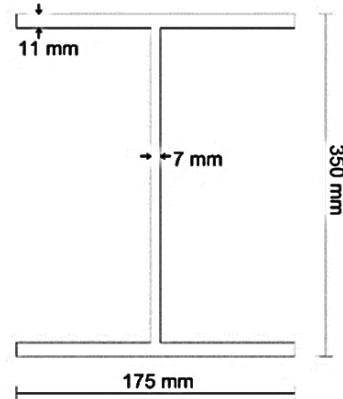
$$= 1821,724 \text{ mm}^2$$

Tulangan yang dipakai D_{16-100}

$$A_s = 2010,6 \text{ mm}^2$$

4.3. Perancangan Gelagar Memanjang

Memakai profil WF 350 * 175 * 7 * 11.
 Kualitas baja BJ-55 dengan f_y = 4100 kg/m².



Gambar 5. Profil Gelagar Memanjang
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

Menghitung modulus plastis (Z_x)

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi b \cdot f_y} = \frac{2176087,5}{0,9 \cdot 4100}$$

$$= 589,725 \text{ cm}^3$$

Pemeriksaan kapasitas penampang
 $\phi b \cdot M_n = \phi b \cdot Z_x \cdot F_y$, (Setiawan, Agus. 2016)

$$\phi b \cdot M_n = \phi b \cdot Z_x \cdot F_y \geq M_{u1} + M_{u2}$$

$$= (0,9 \times 775 \times 4100) \geq (2176087,5 + 17050)$$

$$= 2859750 \text{ kg.cm} \geq 2193137,5 \text{ kg.cm.}$$

(Aman)

Kontrol tegangan

$$\sigma = \frac{M_{\text{total}}}{Z_x} = \frac{2193137,5}{775} = 2829,854 < 4100 \text{ kg/cm}^2. \text{ (aman)}$$

4.4. Perencanaan Penghubung Geser (*Shear Connector*)

Pada $x = 1,25 \text{ m}$

$$D_{\text{maks}} = \text{beban merata} + \text{beban T}$$

$$= 12957,933 \text{ kg}$$

Jarak *shear connector* (s)

$$s = \frac{Q}{\tau}$$

$$= \frac{2795,612}{451,279} = 6,834 \text{ cm}$$

Oleh karena itu, *shear connector* yang diperlukan adalah :

Tabel 1. Perancangan penghubung geser

Jarak (m)	D _{maks} (kg)	Tegangan geser (kg/cm)	Jarak stud (cm)	Jumlah stud
0 – 1	21751,193	451,279	6,195	21
1 – 2	12957,933	268,843	10,399	12
2 – 3	8996,327	186,650	14,978	10

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

4.5. Perhitungan Gelagar Melintang

Beban Trotoar.

Momen maksimum di tengah bentang :

$$M_L = (R_A \times 4,5) - (P \times 2,25) - (P \times 0,5) = (63180 \times 4,5) - (31590 \times 2,25) - (31590 \times 0,5) = 197437,5 \text{ kg/m}$$

Jadi, beban ultimate yang terjadi :

$$\begin{aligned} M_{\text{total}} &= M_D + M_L \\ &= 46965,319 + 197437,5 \\ &= 244402,819 \text{ kg.m} \\ &= 24440281,9 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

4.6. Perancangan Profil Gelagar Melintang

Menggunakan profil WF 900 x 300 x 16 x 28 (Gunawan, Rudy. 1993)

Mutu baja BJ-55 dengan $f_y = 4100 \text{ kg/m}^2$

Menghitung modulus plastis (Z_x) b

(Setiawan, Agus. 2013)

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi_b \cdot f_y} = \frac{24440281,9}{0,9 \cdot 4100} = 6623,382 \text{ cm}^3$$

Momen maksimum akibat beban sendiri penampang profil

$$\begin{aligned} M_{u2} &= \frac{1}{8} \times q \times l^2 \\ &= \frac{1}{8} \times (243 \times 1,1) \times 5^2 \\ &= 835,313 \text{ kg/m} = 83531,3 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

Kontrol kekuatan penampang

$$\phi_b \cdot M_n = \phi_b \cdot Z_x \cdot F_y$$

$$\begin{aligned} \phi_b \cdot M_n &= \phi_b \cdot Z_x \cdot F_y \geq M_{u1} + M_{u2} \\ &= (0,9 \times 6615,066 \times 4100) \geq \\ &= (24440281,9 + 83531,3) \end{aligned}$$

$$= 244402,819 \text{ kg.cm} \geq 24523813,2 \text{ kg.cm. (Aman)}$$

Kontrol tegangan

$$\sigma = \frac{M_{\text{total}}}{Z_x} = \frac{24523813,2}{6623,382} = 3702,611 < 4100 \text{ kg/cm}^2. \text{ (Aman)}$$

4.7. Perhitungan Komposit

Pembebanan sebelum komposit

Beban gelagar memanjang :

Berat gelagar memanjang = 49,6 kg/m

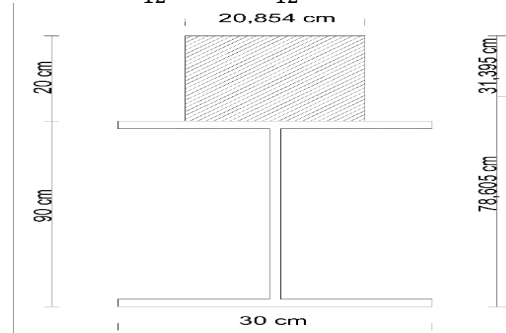
$$P = 49,6 \times 5 \times 1,1 = 272,8$$

Maka beban mati sebelum komposit adalah

$$\begin{aligned} M_{\text{total}} &= M_{d1} + M_{d2} \\ &= 33243,4125 + 1329,9 \\ &= 34573,3125 \text{ kg.m} \\ &= 3457331,25 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

Pembebanan sesudah komposit

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{24,329 \cdot 20^3}{12} = 16219,3 \text{ cm}^4$$



Gambar 6. Letak garis netral

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

4.8. Perencanaan Penghubung Geser

Pada $X = 4,5 \text{ m}$

Dipakai shear connector = stud headed “ $\emptyset$ $\frac{3}{4} \times 3$ ”

$$\begin{aligned} d_{\frac{3}{4}} &= 0,75 \times (2,5 \times 10^{-2}) \\ &= 0,019 \text{ m} = 19 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_s &= 3 \times (2,5 \times 10^{-2}) \\ &= 0,075 \text{ m} = 75 \text{ mm} \end{aligned}$$

Besarnya Tegangan geser pada $x = 1$

$$\begin{aligned} A_t &= \frac{t_s \times B_{\text{eff}}}{n} = \frac{20 \times 175}{7,193} \\ &= 486,584 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ST &= A_t \times d_c \\ &= 486,584 \times 15,14 \\ &= 7366,881 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{S_r}{l_t} \times D_{\text{maks}} \\ &= \frac{7366,881}{999805,268} \times 76687,177 \\ &= 565,055 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

Interval shear connector (s)

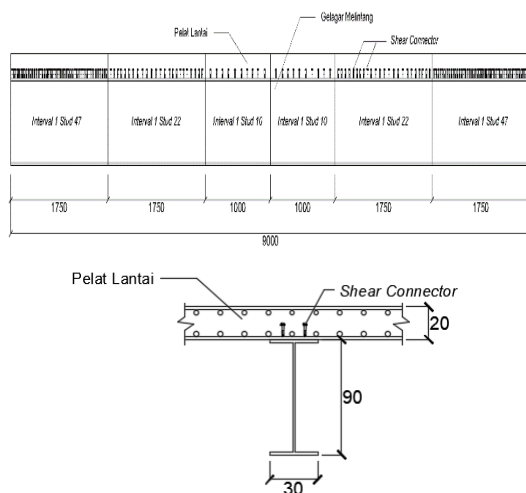
$$s = \frac{Q}{\tau} = \frac{2795,612}{565,055} = 4,947 \text{ cm}$$

Kebutuhan *shear connector* adalah :

Tabel 3 Perancangan penghubung geser

Jarak (m)	D _{maks} (kg)	Tegangan geser (kg/cm)	Jarak stud (cm)	Jumlah stud
0 – 2	76687,177	629,293	4,947	47
2 – 3	36732,488	309,967	9,019	22
3 – 4,5	23408,19	193,592	14,441	10

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)



Gambar 7. Letak *Shear Connector*
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

4.9. Perencanaan Gelagar Induk

4.9.1 Statika Gelagar Induk

Beban angin yang bekerja tiap titik buhul tengah adalah:

$$PA_t = \frac{p}{\sum \text{titik buhul}} = \frac{2308,5}{9} = 256.5 \text{ kg}$$

Beban angin yang bekerja pada titik buhul tepi sebesar:

$$PA_u = \frac{PA_t}{2} = \frac{256,5}{2} = 128.25 \text{ kg}$$

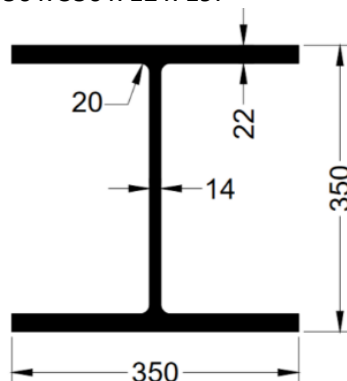
Hasil Pembebanan akibat beban terbagi rata (BTR)

$$Q_t = 9147.735 \text{ kg}$$

$$Q_u = 4573.868 \text{ kg}$$

4.9.2 Perencanaan Dimensi Profil

Dari hasil analisa nilai maksimum gaya aksial tekan terjadi pada batang atas 16 sebesar $N_u = -417423.36 \text{ kg}$. Batang direncanakan ukuran $350 \times 350 \times 12 \times 19$.



Gambar 8. Hasil Dimensi profil batang atas
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2025)

Hasil perhitungan arah sumbu kuat :

$$0,25 < \lambda_{cx} < 1,2 \rightarrow$$

$$\omega_x = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_{cx}} = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 0,466} = 1.11$$

$$N_n = A_g \cdot \frac{f_y}{\omega_x} = 17044 \times \frac{410}{1.11} = 6295531.53$$

$$N = 629553.153 \text{ kg}$$

$$N_u \leq \phi_c \cdot N_n$$

$$417423.36 \leq 0.85 \times 629553.153$$

$$417423.36 \text{ Kg} \leq 535120.18 \text{ Kg}$$

(Aman)

4.9.3 Perhitungan Ukuran Batang Diagonal

Dari hasil analisis SAP2000, gaya aksial tekan maksimum terjadi pada batang 22 sebesar $T_u = -64 \text{ kg}$. Ukuran batang direncanakan memakai profil WF 100 x 100 x 12. Komponen struktur yang memikul gaya tarik maka harus memenuhi:

$$T_u \leq T_n$$

Terhadap kondisi fraktur

$$T_u \leq \phi \cdot T_n - 64 \text{ Kg} \leq 339100.864 \text{ Kg (Aman)}$$

4.10. Perancangan Sambungan

4.10.1 Hubungan antara gelagar melintang dan memanjang

Dirancang baut A325 d 5/8"

$$\begin{aligned} \text{Ukuran baut (db)} &= 0.625 \text{ inchi} \\ &= 1.588 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Luas (Ab)} = 9796 \text{ cm}^2$$

Pemeriksaan kekuatan geser rencana > beban geser terfaktor baut

$$\phi \cdot R_n \geq R_{ut}$$

$$\phi \cdot R_n = \text{Kekuatan geser desain (12248.775)}$$

$$R_{ut} = \text{Muatan geser terfaktor baut} = (P_u) / (\sum_n)$$

$$\phi \cdot R_n \geq (P_u) / (\sum_n)$$

$$12248.775 \geq \frac{19789.225}{6}$$

$$12248.775 \geq 3298.204 \text{ (Aman)}$$

4.10.2 Sambungan Gelagar Melintang Dengan Gelagar Induk

Direncanakan baut A325 d 5/8"

Pemeriksaan kekuatan geser rencana > beban geser terfaktor baut

$$\phi \cdot R_n \geq R_{ut}$$

$$\phi \cdot R_n = \text{Kekuatan geser desain (12248.775)}$$

$$R_{ut} = \text{Beban geser terfaktor baut} = (P_u) / (\sum_n)$$

$$\phi \cdot R_n \geq (P_u) / (\sum_n)$$

$$12248.775 \geq \frac{33461.5}{6}$$

12248.775 ≥ 5576.917 (Aman)

4.11. Sambungan Batang & Gelagar Induk

Direncanakan baut = A325 d 1/2"

Diameter baut (db)= 0.5inchi=1.27 cm

Luas (A_b)= 1/2 inchi

4.11.1 Sambungan type tumpu dengan ulir berada di luar bidang geser

Sesuai persyaratan LRFD baut yang memikul beban terfaktor, R_u, harus memenuhi :

$$R_u < \phi \cdot R_n$$

(Setiawan, Agus. 2013, hal 109)

a. Tahanan terhadap tarik desain

$$\phi \cdot R_n = 0.75 \times 7833.994$$

$$= 5875.496 \text{ kg}$$

b. Tahanan terhadap geser desain

$$\phi \cdot R_n = 0.75 \times 10445.325$$

$$= 7833.994 \text{ kg}$$

c. Tahanan terhadap tumpu desain

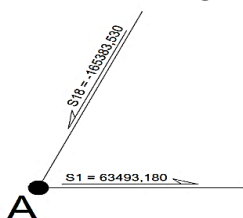
$$\phi \cdot R_n = 0.75 \times 11734.8$$

$$= 8801.1 \text{ kg}$$

Jadi, kekuatan beban kerja tarik sebesar 5875.496 kg

4.11.2 Menentukan Jumlah Baut

a. Perhitungan Pada Sambungan simpul A



Gambar 8. Sambungan simpul A
Sumber: Software SAP 2000 V.14.0

Sambungan simpul A

- Batang 1

$$\phi \cdot R_n \geq (P_u) / (\Sigma_n)$$

$$7833.994 \geq \frac{63493.18}{12}$$

$$7833.994 \geq 5291.098 \text{ (Aman)}$$

- Batang 18

$$\phi \cdot R_n \geq (P_u) / (\Sigma_n)$$

$$7833.994 \geq \frac{165383.53}{32}$$

$$7833.994 \geq 5168.235 \text{ (Aman)}$$

4.12. Perencanaan Perletakan (Bantalan /Elastomer)

Data Perencanaan

Beban mati (PDL):

$$\text{Reaksi akibat beban mati} = 1/4 \times \text{PDL}_{\text{Total}}$$

$$= 1/2 \times 319108.815$$

$$= 159554.408 \text{ kg} \rightarrow 1595544.08 \text{ N}$$

Beban hidup (PLL):

$$\text{Reaksi akibat beban hidup} = 1/4 \times \text{PLL}_{\text{Total}}$$

$$= 1/2 \times 96049.615$$

$$= 48024.808 \text{ kg} \rightarrow 480248.08 \text{ N}$$

Cek Stabilitas

$$H \leq \frac{W}{3}$$

$$h_{\text{cover}} \leq 0,7 \cdot h_{\text{ri}}$$

$$H \leq \frac{L}{3}$$

$$H \leq \frac{675}{3} = 225 \text{ mm}$$

$$220 \text{ mm} \leq 225 \text{ mm} \quad (\text{OKE})$$

$$h_{\text{cover}} \leq 0.7 \times 20$$

$$h_{\text{cover}} \leq 14 \text{ mm} \quad 5 \text{ mm} \leq 14 \text{ mm} \quad (\text{OKE})$$

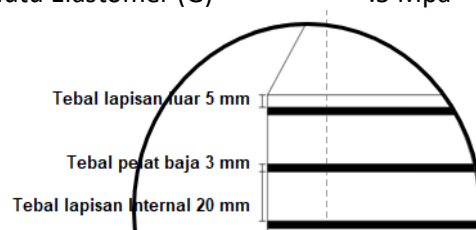
Dipakai 3 mm

$$3 \text{ mm} \geq 0.043 \text{ mm} \quad (\text{OKE})$$

Sifat fisik:

Mutu pelat baja (f_y) 40 Mpa

Mutu Elastomer (G) 1.5 Mpa



Gambar 9. Detail bantalan elastomer

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

4.13. Perencanaan Bangunan Bawah

4.13.1 Perhitungan Pembebanan Struktur Atas

Reaksi akibat beban mati (R_m)

$$= 1/2 \times Q_{\text{Total}}$$

$$= 1/2 \times 319108.815$$

$$= 159554.408 \text{ kg}$$

$$R_{\text{Total}} = R_m + R_h + P$$

$$= 159554.408 + 82329.615 + 13720$$

$$= 255604.023 \text{ kg}$$

4.13.2 Perhitungan Pembebanan Abutment

a. Perhitungan berat sendiri abutmen

Tabel 4. Perencanaan berat sendiri

Titik	p x l x t x berat jenis beton	Berat (kg)	Jarak (m)	Momen (kg.m)
T1	10 x 0,5 x 1,597 x 2320,15	18526,398	3	55579,194
T2	10 x 1,5 x 1,5 x 2320,15	52203,375	2,5	130508,438
T3	1/2 x 10 x 0,5 x 0,5 x 2320,15	2900,188	2,7516	7980,157
T4	10 x 1 x 1,903 x 2320,15	44152,455	2,25	99343,024
T5	1/2 x 10 x 1,75 x 0,5 x 2320,15	399778,75	3,3333	1332582,507
T6	1/2 x 10 x 1,75 x 0,5 x 2320,15	399778,75	1,1667	466421,868
T7	10 x 4,5 x 1 x 2320,15	104406,75	2,25	234915,188
R		255604,023	2,25	575109,052
Jumlah		1277350,689		2902439,428

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

b. Perhitungan berat sendiri urugan tanah

Perhitungan berat urugan tanah pada bidang persegi

= panjang x lebar x tinggi x berat satuan

$$= 10 \times 1.25 \times 4.5 \times 1.755 = 98.719 \text{ kg}$$

Perhitungan berat urugan tanah pada bidang segitiga

$$= \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi} \times \text{panjang} \times \text{berat satuan urugan tanah}$$
$$= \frac{1}{2} \times 10 \times 0,5 \times 1.903 \times 1.755 = 8.349 \text{ kg}$$

Rumus daya dukung pondasi persegi panjang menurut Terzaghi :

$$\begin{aligned}
 &= H \times \gamma \\
 &= 7 \times 1755 = 12285 \text{ kg/m}^2 \\
 &= c.Nc(1 + 0,3.B/L) + (Po.Nq) + \\
 &\quad (0,5.\gamma.B.N\gamma.(1 - 0,2B/L)) \\
 &= 20000 \times 111.02(1 + 0,3 \times 4.5 / 10) + \\
 &\quad (12285 \times 99.7) + (0.5 \times 1755 \times 4,5 \times \\
 &\quad 139.82) \times (1 - 0,2 \times 4.5 / 10)) \\
 &= 4247392.445 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$Q_{\max} = -366739,697 < Q_{ijin} = 1415797.482$$

(OKE)

$Q_{\min} = 423516,407 < Q_{ijin} = 1415797.482$
(OKE)

c. Penulangan Abutment

Penulangan bagian 1

Dipakai tulangan : D14 - 50, $A_s = 3078.76 \text{ mm}^2$

$$A_s = 2/3 \times (A_v + A_H) = 2/3 \times (2886.554 + 808.236) = 2463.206 \text{ mm}^2$$

$$A_h = 1/2 \times (A_s - A_H) = 1/2 \times (2463.206 - 808.236)$$

Dipakai tulangan : D18 - 100,

$$A_s = 2544.69 \text{ mm}^2$$

Penulangan bagian 2

As ada > as

$$5086.8 \text{ mm}^2 > 5026.548 \text{ mm}^2 \text{ (OKE)}$$

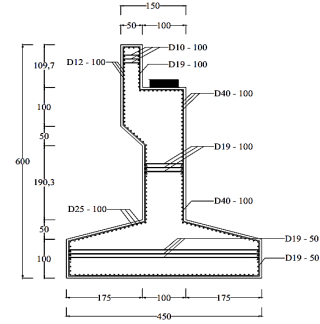
Dipakai tulangan : D19 - 50, $A_s = 5670.57 \text{ mm}^2$

Penulangan bagian 3

As ada > as

$$3218.679 \text{ mm}^2 > 3216.99 \text{ mm}^2 \text{ (OKE)}$$

Dipakai tulangan : D16 - 50, $A_s = 4021.24 \text{ mm}^2$



Gambar 10. Penulangan abutment
Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

4.14. Perencanaan Pondasi

4.14.1 Penelangan Tiang Pancang

Penulangan tiang pancang dihitung berdasarkan kebutuhan pada waktu pengangkatan ketika mobilisasi serta penyusunan tiang dan pada saat akan dilakukan pemancangan. [8]

Maka, kekuatan tiang pancang:

$$P = \frac{\Sigma V}{n} \pm \frac{M_x \times Y_{\max}}{N_x \times \Sigma Y^2}$$

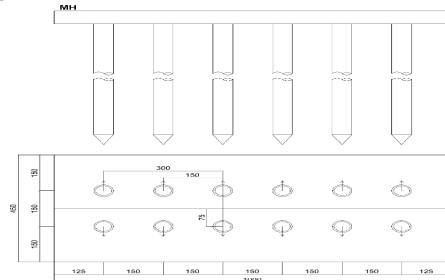
$$P_{\max} = \frac{1277,478}{12} + \frac{212.974 \times 0.75}{6 \times 6.75}$$

$$= 110.4 \text{ ton}$$

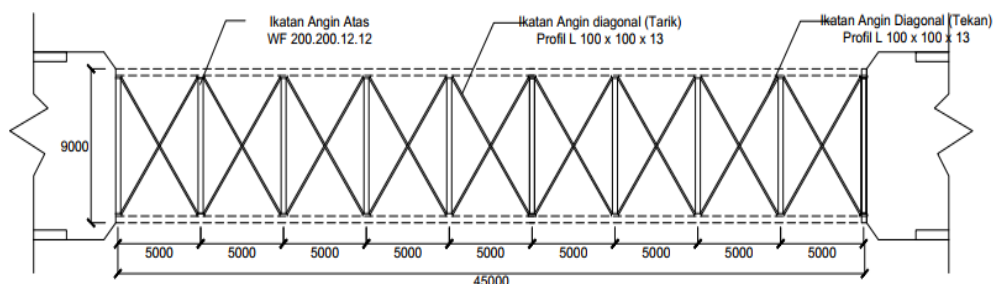
$$P_{\min} = \frac{1277,478}{12} - \frac{212.974 \times 0.75}{6 \times 6.75}$$

$$= 102.513 \text{ ton}$$

$$Q_{\text{tiang}} = 156.824 \text{ ton} > 110.4 \text{ ton (OKE)}$$

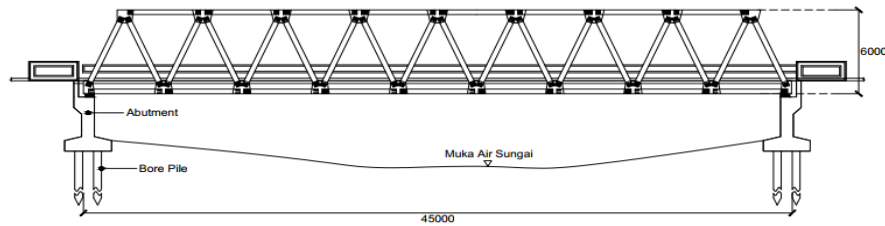


Gambar 11. Kekuatan tiang pancang menerima gaya eksentrisitas
Sumber: Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 12. Tampak atas jembatan

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 13. Tampak samping jembatan
Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa perhitungan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar pembebanan yang terjadi pada plat lantai kendaraan pada tumpuan 260,045 kg.m sedangkan pada lapangan 236,404, momen akibat beban hidup 5499 kg.m dan tebal plat lantai kendaraan pada jembatan setebal 200 mm, dengan menggunakan tulangan utama D16 – 125 mm serta tulangan pembagi $\emptyset 16$ – 300 mm.
2. Digunakan ukuran WF 350 x 175 x 7 x 11 untuk gelagar memanjang, gelagar melintang ukuran WF 900 x 300 x 16 x 28, dan gelagar induk WF 350 x 350 x 14 x 22.
3. Dimensi ikatan angin atas menggunakan profil WF 100 x 100 x 6 x 8, dimensi ikatan angin bawah menggunakan WF 200 x 200 x 10 x 16.
4. Jumlah baut pada sambungan gelagar melintang dengan gelagar memanjang yaitu menggunakan 3 baut/baris, diameter baut $5/8$ " inch tipe A325, serta plat penyambung profil L 55 x 55 x 10. Untuk jumlah baut pada sambungan gelagar melintang dengan gelagar induk yaitu 6 baut/baris, diameter baut $5/8$ " inch tipe A325, dan pelat penyambung profil L 110 x 110 x 12. Sambungan antar batang gelagar induk memakai baut A325 berdiameter $\emptyset 1\frac{1}{2}$ " dengan ketebalan plat simpul 20 mm.
5. Pada dimensi abutment menggunakan lebar atas 1.5 m, lebar bawah 4.5 m, tinggi 7 m, panjang 10 m.
6. Pondasi tiang pancang menggunakan diameter 50 cm dengan panjang 22 m menggunakan 12 buah. Tulangan pondasi tiang pancang menggunakan tulangan

utama dua sisi 10 D12, dan tulangan spiral D12-35 mm.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil analisa perhitungan pada "Studi Alternatif Perencanaan Jembatan Rangka Baja Tipe Warren Truss Pada Jembatan Klampes Kab. Sampang Jawa Timur", maka penulis memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan struktur jembatan dapat direncanakan dengan alternatif lain seperti tipe prategang ataupun menggunakan tipe rangka yang berbeda sesuai yang direncanakan.
2. Dalam analisa struktur jembatan dapat dikerjakan menggunakan metode analisis 3 dimensi (3D).
3. Perhitungan struktur jembatan ini dapat menggunakan software seperti STAAD.Pro, MIDAS Civil, CSI Bridge, ETABS, dan lain – lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] RSNI T-03;Standar Nasional Indonesia, Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan, Jakarta, 2005.
- [2] Afiyak, Warsito & Suprpto,, "Studi Alternatif Perencanaan Jembatan Dengan Sistem Rangka Baja Pada Jembatan Morowudi I Kabupaten Gresik.," *Jurnal Rekayasa Sipil*, 7(1), 53-63., 2019.
- [3] Iis Roin Widiati, Ita Suhermin Ingsih, George Winaktu, "A STUDY ON EFFICIENCIESAND HINDRANCES TO BIM IMPLEMENTATION IN INDONESIAN CONSTRUCTION PROJECTS," *JICE*, pp. Vol. 5, No. 1, pp. 1-7,, 2024.
- [4] Supriyadi, B dan Muntohar A. S, "Jembatan Yogyakarta," *Beta Offset*, 2007.

- [5] SNI 1725, Pembebanan Pada Jembatan; Badan Standar Nasional Indonesia, 2016.
- [6] A. Setiawan, "Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD," Jakarta, Erlangga, 2013.
- [7] S. &. Nakazawa, "Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi PT Pradnya Paramita," 2000.
- [8] Departemen Pekerjaan Umum, "Pembebanan Untuk Jembatan," Jakarta, Badan Standarisasi Nasional, 2016.