

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN TIPE WARREN PANJANG 100 METER DI GRAND WISATA KABUPATEN BEKASI DENGAN METODE LOAD AND RESISTANCE FACTOR DESIGN MENGGUNAKAN PENDEKATAN SOFTWARE SAP2000 V.21

Tedi Hermawan^{1*}, Sugeng Purwanto²

^{1,2}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I No. 33, Cikokol, Kota Tangerang, Banten

*Co Responden Email: sugeng.p6135@gmail.com

Abstrak

Jembatan merupakan infrastruktur vital yang memfasilitasi transportasi dan konektivitas antara dua wilayah yang terpisah. Jembatan tipe Warren adalah salah satu jenis jembatan yang paling umum digunakan di seluruh dunia. Struktur rangka atasnya terdiri dari balok utama, diagonal, dan anggota penahan, yang membentuk pola segitiga. Grand Wisata Bekasi merupakan kawasan pemukiman modern yang dikembangkan oleh Sinar Mas Land, sebuah perusahaan properti nasional tekemuka di Asia Tenggara dengan pengalaman lebih dari 40 tahun di industri properti. Metode Load and Resistance Factor Design (LRFD) adalah pendekatan yang digunakan dalam perencanaan struktur yang bertujuan untuk memastikan bahwa struktur dapat menahan beban yang diberikan dengan aman dan efisien. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rangka atas, rangka bawah jembatan, dan diagonal member menggunakan profil H 350x350x14x22, gelagar memanjang menggunakan profil Canal C26, gelagar melintang menggunakan profil WF 700x300x15x28, dan ikatan angin menggunakan profil Canal C16. Sambungan rangka atas dan bawah jembatan menggunakan baut A325 D16 mm sejumlah 12. Sambungan diagonal member menggunakan baut A325 D16 mm sejumlah 8 buah dan sambungan ikatan angin menggunakan baut A325 D12 mm sejumlah 2 buah. penulangan pelat lantai yang terdiri dari tulangan tumpuan dan lapangan menggunakan tulangan lentur besi D13 - 300 mm, sedangkan tulangan bagi D10 - 400 mm.

Kata kunci: Jembatan Tipe Warren, Pelat Lantai, Rangka Baja, SAP 2000, Sambungan.

Abstract

Bridges are a vital infrastructure that facilitates transportation and connectivity between two separate areas. The Warren type bridge is one of the most commonly used types of bridges around the world. The superstructure consists of girders, diagonals and support members, which form a triangular pattern. Grand Wisata Bekasi is a modern residential area developed by Sinar Mas Land, a leading national property company in Southeast Asia with more than 40 years of experience in the property industry. The Load and Resistance Factor Design (LRFD) method is an approach used in structural planning which aims to ensure that the structure can withstand a given load safely and efficiently. The results of this study indicate that the superstructure, underframe, and diagonal members used H profile 350x350x14x22, longitudinal girder used Canal C26 profile, transverse girder used WF 700x300x15x28 profile, and wind ties used Canal C16 profile. Connections to the upper and lower frames of the bridge used 12 A325 D16 mm bolts. The diagonal member connections used 8 A325 D16 mm bolts and the wind tie connections used 2 A325 D12 mm bolts. slab reinforcement consisting of pedestal and field reinforcement using flexural steel reinforcement D13 - 300 mm, while reinforcement for D10 - 400 mm.

Keywords: Warren Type Bridge, Floor Plate, Steel Frame, SAP 2000, Connection.

1. PENDAHULUAN

Dalam konteks latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji

perencanaan struktur rangka atas jembatan tipe Warren dengan menggunakan metode *Load Resistance and Factor Design* (LRFD) dan

memanfaatkan perangkat lunak SAP2000 serta ingin mengetahui lebih dalam struktur pada jembatan terkhusus jembatan tipe *warren* dengan arahan dosen pembimbing guna mendapatkan hasil penelitian yang efisien. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang perencanaan struktur rangka atas jembatan dengan metode *Load Resistance dan Factor Design*. Selain itu, penelitian ini juga akan memberikan panduan praktis bagi insinyur dan profesional dalam merencanakan jembatan dengan menggunakan software SAP2000, dengan fokus pada jembatan tipe *Warren*.

2. METODOLOGI

2.1 Metodologi Perencanaan

Perencanaan struktur jembatan harus menghasilkan struktur yang memenuhi pokok-pokok perencanaan sebagai berikut (SE Menteri PUPR No. 7/SE/M/2017) :

1. Kekuatan dan stabilitas struktur (*structural safety*),
2. Keawetan dan kelayakan jangka panjang (*durability*),
3. Kemudahan pemeriksaan (*inspectability*),
4. Kemudahan pemeliharaan (*maintainability*),
5. Kenyamanan bagi pengguna jembatan (*rideability*),
6. Ekonomis,
7. Kemudahan pelaksanaan (*constructability*),
8. Estetika,
9. Dampak lingkungan pada tingkat yang wajar dan cenderung minimal.

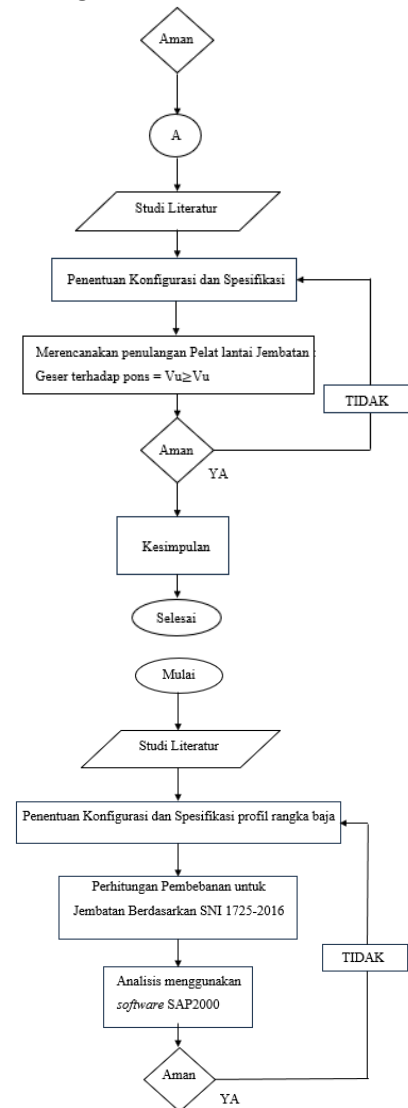
Tahapan perencanaan teknis jembatan faktor utama dalam tahapan tersebut adalah:

1. Pengumpulan data,
2. Filosofi perencanaan,
3. Beban rencana,

4. Metode analisis struktur,
5. Metode perhitungan kekuatan elemen struktur,
6. Penyajian hasil perencanaan.

2.2 Metodologi Penelitian

1. Kerangka Penelitian



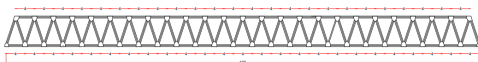
Gambar 1. Kerangka Penelitian (Data Peneliti, 2023)

2. Metode Pengumpulan Data
Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara studi literatur. Data penelitian terbagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung oleh peneliti dari penelitian di lapangan yang berada di lokasi penelitian

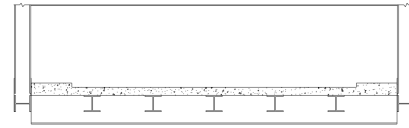
ataupun sekitarnya. Data sekunder adalah data yang berasal dari sumber kedua, seperti instansi-instansi terkait. Pada penelitian ini tidak memiliki data primer hanya menggunakan data sekunder saja. Data sekunder pada penelitian ini adalah Data jembatan menurut kelas Bina Marga. Dalam pengambilan data sekunder, adapun langkah-langkah nya sebagai berikut.

- a. Mencari data-data melalui internet dengan cara melakukan mengunduh peraturan atau standar nasional indonesia yang berkaitan dengan jembatan, antara lain data kelas jembatan, lebar bentang, lebar jalan jembatan, tinggi jembatan, tebal aspal + overlay, lebar trotoar, dan jumlah lajur.
3. Data Penelitian
- Data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.
- a. Tipe Struktur = Rangka Baja tipe Warren
 - b. Kelas Jembatan = A
 - c. Jumlah Bentang = 1
 - d. Panjang Jembatan = 100 meter
 - e. Lebar total jembatan = 9 meter
 - f. Lebar Jalan Jembatan = 7 meter
 - g. Tebal aspal + overlay = 0,08 meter
 - h. Lebar trotoar = 1 meter
 - i. Jumlah Lajur = 2 Lajur
 - j. Rangka atas dan bawah = H – 350x350x14x22
 - k. Gelagar memanjang = Canal C26
 - l. Gelagar melintang = WF 700x300x15x28
 - m. Ikatan Angin = Canal C16

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Tampak memanjang jembatan (Data Peneliti, 2023)



Gambar 3. Tampak melintang jembatan (Data Peneliti, 2023)

Trotoar

Beban Hidup Trotoar

Konstruksi trotoar harus diperhitungkan terhadap beban hidup sebesar

$$q = 5 \text{ kPa} = 500 \text{ kg/m}^2 = 0,5 \text{ ton/m}^2$$

Lantai Kendaraan

Beban Mati Lantai Kendaraan

Berat sendiri aspal + overlay = $0,08 \times 2,2 = 0,176 \text{ ton/m}^2$

Berat air hujan = $0,05 \times 1 = 0,05 \text{ ton/m}^2$

$Q_{ma} \text{ total} = 0,226 \text{ ton/m}^2$

Beban Hidup Lantai Kendaraan

Beban Hidup "T"

Beban D = $9,0 \text{ kPa} = 900 \text{ kg/m}^2$

Beban Terbagi Rata (BTR) = $100 \% \times 900 \times (0,5 + (15/1000)) = 585 \text{ kg/m}^2 = 0,585 \text{ ton/m}^2$

Beban lajur "D" = $4,9 \text{ ton/m}$ (ketentuan SNI)

FDB = 40%

Beban Garis Terpusat (BGT) = $4,9 \times (1 + 40\%) = 6,86 \text{ ton/m}$

Rangka Jembatan

Beban Hidup Rangka Jembatan

Gaya Rem

Gaya rem harus diambil yang terbesar dari :

- 25% dari berat gandar truk desain atau,
- 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

Lebar Lalu Lintas L = 7 meter

Berat gandar truk T = 22,5 ton

Berat truk rencana PTT = 50 ton

Jumlah Joint n = 125

Gaya Rem "1" = $25\% \times 25,5 = 5,625 \text{ ton}$

Gaya Rem "2" = $(5\% \times 50) + (0,585 \times 7) = 6,595 \text{ ton}$

Perhitungan gaya Rem per Gelagar terbesar:

$$TB = 6,595/125 = 0,053 \text{ ton}$$

Joint Jembatan

Beban Hidup Joint Jembatan

Beban Angin

Kecepatan angin di elevasi 10 m

$$(V10) = 126 \text{ km/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan angin rencana di elevasi di 10 m (VB)} \\ = 126 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Elevasi struktur dari permukaan tanah

$$(Z) = 8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan gesekan angin di hulu jembatan (V0)} \\ = 13,2 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang gesekan angin di hulu jembatan (Z0)} \\ = 0,07 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan angin dasar angin tekan (PBT)} \\ = 0,0024 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan angin dasar angin hisap (PBH)} \\ = 0,0012 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang bentang atas (la)} \\ = 96 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang bentang bawah (lb)} \\ = 100 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi jembatan (h)} \\ = 6 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah joint (n)} \\ = 51 \text{ joint} \end{aligned}$$

Luas area beban angin

$$\begin{aligned} Ab &= (30\% \times \left(\frac{la+lb}{2}\right) \times h) \\ &= (30\% \times \left(\frac{96+100}{2}\right) \times 6) \\ &= 176,4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Syarat gaya angin horizontal pada bidang tekan adalah tidak boleh kurang dari 4,4 kN/mm.

$$\begin{aligned} &= \frac{PEWT \times lb}{n} \\ &= \frac{4,4 \times 100}{51} \\ &= 8,6 \text{ kN} \\ &= 0,86 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Syarat gaya angin horizontal pada bidang hisap adalah tidak boleh kurang dari 2,2 kN/mm.

$$\begin{aligned} &= \frac{PEH \times lb}{n} \\ &= \frac{2,2 \times 100}{51} \\ &= 4,3 \text{ kN} \\ &= 0,43 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Beban Hidup Joint Jembatan

Beban Gempa

Berat Struktur atas

Tabel 1. Berat Struktur atas

Jenis	Jumlah Beban Ton
Berat Rangka	716,7984
Berat Mati Tambahan	158,2
Total	874,9984

(Data Peneliti, 2023)

puncak di batuan dasar (PGA) = 0,376119 g
 Peta respons spektra percepatan 0,2 detik (Ss)
 = 0,79551 g

Peta respons spektra percepatan 1 detik (S1)
 = 0,380361 g

Menurut SNI 2833-2016, dalam penentuan respon spektra di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi untuk PGA, Ss, dan S1.

Tanah pada rencana jembatan tergolong tanah sedang (SD) dengan nilai PGA 0,376119 dan Ss 0,79551. Sehingga dapat disimpulkan nilai FPGA adalah 1,124.

Tanah pada rencana jembatan tergolong tanah sedang (SD) dengan nilai S1 0,380361. Sehingga dapat disimpulkan nilai Fv adalah 1,639.

Berdasarkan SNI 2833:2016, untuk nilai periode lebih besar dari pada nilai T0, maka respon spektra percepatan, Csm adalah sama dengan SDS.

$$Csm = SDS$$

$$Csm = 0,627$$

Tabel 2. Faktor modifikasi respon (R) untuk hubungan antar elemen struktur

Hubungan antar elemen struktur	Semua Kategori Kepentingan
Bangunan atas dengan kepala jembatan	0,8
Sambungan muai (dilatasi) pada bangunan atas	0,8
Kolom, pilar, atau tiang dengan bangunan atas	1,0
Kolom atau pilar dengan fondasi	1,0

(Data Peneliti, 2023)

Berdasarkan tabel diatas, dipakai faktor modifikasi respon 1 dengan hubungan elemen struktur bangunan atas dengan kepala jembatan.

Gaya Gempa

$$\begin{aligned} EQx &= \frac{C_{sm}}{R} \times Wt \\ &= \frac{0,627}{1} \times 874,9984 \\ &= 548,624 \text{ ton} \end{aligned}$$

EQx per joint

$$\begin{aligned} &= \frac{EQx}{n} \\ &= \frac{548,624}{3} \\ &= 182,87 \text{ ton} \end{aligned}$$

4. Analisa Struktur menggunakan *Software* SAP2000

Berikut ini adalah kombinasi pembebanan yang digunakan.

Kuat I = 1,1 MS + 2 MA + 1,8 TD + 1,8 TB + 1,8 TP

Kuat II = 1,1 MS + 2 MA + 1,4 TD + 1,4 TB + 1,4 TP

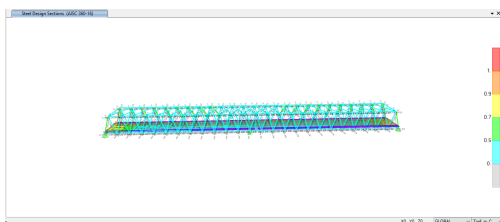
Kuat III = 1,1 MS + 2 MA + 1,4 EWs

Kuat IV = 1,1 MS + 2 MA

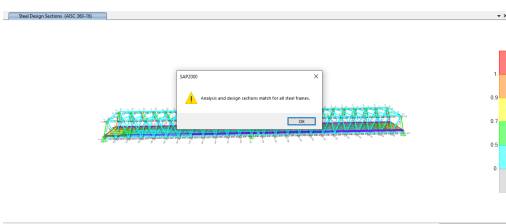
Kuat V = 1,1 MS + 2 MA + 0,4 EWs

Ekstrem I = 1,1 MS + 2 MA + 1 EQ

Ekstrem II = 1,1 MS + 2 MA + 0,5 TD + 0,5 TB + 0,5 TP



Gambar 3. Start Design
(Data Peneliti, 2023)



Gambar 4. Verify analysis vs design section

(Data Peneliti, 2023)

2.3 Perencanaan Sambungan

Baut Sambungan batang atas

Gaya aksial ultimate, Pu = 81,95 ton

Ukuran baut, db = 16 mm

Menurut RSNI T-03-2005, untuk lubang baut dengan diameter baut tidak melebihi 24 mm adalah 4 mm.

Ukuran lubang, dh = 16 + 4

= 20 mm

Tipe baut = A325

Kuat tarik nominal baut, Fnt = 620 Mpa

Kuat geser nominal baut, Fnv = 372 Mpa

Luas Penampang Baut

$$Ab = \frac{1}{4} \times \pi \times db^2$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 20^2$$

$$= 314,16 \text{ mm}^2$$

Kapasitas Satu Baut

$$\phi Rn = 0,75 \times Fnv \times Ab$$

$$= 0,75 \times 372 \times 314,16$$

$$= 8,77 \text{ ton}$$

Jumlah Baut

$$Nb = \frac{Pu}{\phi Rn}$$

$$= \frac{81,95}{8,77}$$

$$= 9,34 \text{ buah}$$

$$\approx 12 \text{ buah}$$

Jarak baut ke tepi sambungan

$$st = 1,25 \times db$$

$$= 1,25 \times 32$$

$$= 40 \text{ mm}$$

$$\approx 100 \text{ mm}$$

Jarak spasi antar baut

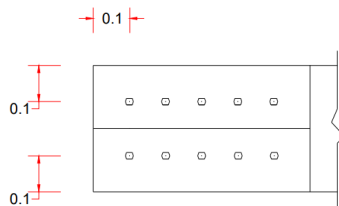
$$s = 3 \times db$$

$$= 3 \times 32$$

$$= 96 \text{ mm}$$

$$\approx 100 \text{ mm}$$

Berikut ini adalah gambar sambungan baut pada batang atas yang dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 5. Sambungan batang atas (Data Peneliti, 2023)

Baut Sambungan batang bawah

$$\text{Gaya aksial ultimate, } P_u = 70,43 \text{ ton}$$

$$\text{Ukuran baut, } d_b = 16 \text{ mm}$$

Kapasitas Satu Baut

$$\phi R_n = 0,75 \times F_{nv} \times A_b$$

$$= 0,75 \times 372 \times 314,16$$

$$= 8,77 \text{ ton}$$

Jumlah Baut

$$N_b = \frac{P_u}{\phi R_n}$$

$$= \frac{70,43}{8,77}$$

$$= 8,03 \text{ buah}$$

$$\approx 10 \text{ buah}$$

Jarak baut ke tepi sambungan

$$s_t = 1,25 \times d_b$$

$$= 1,25 \times 32$$

$$= 40 \text{ mm}$$

$$\approx 100 \text{ mm}$$

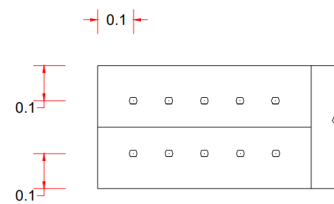
Jarak spasi antar baut

$$s = 3 \times d_b$$

$$= 3 \times 32$$

$$= 96 \text{ mm}$$

$$\approx 100 \text{ mm}$$



Gambar 6. Sambungan batang bawah (Data Peneliti, 2023)

Sambungan batang diagonal

$$\text{Gaya aksial ultimate, } P_u = 39,875 \text{ ton}$$

$$\text{Ukuran baut, } d_b = 16 \text{ mm}$$

Kapasitas Satu Baut

$$\phi R_n = 0,75 \times F_{nv} \times A_b$$

$$= 0,75 \times 372 \times 314,16$$

$$= 8,77 \text{ ton}$$

$$\text{Gaya aksial ultimate, } P_u = 70,43 \text{ ton}$$

$$\text{Ukuran baut, } d_b = 16 \text{ mm}$$

Kapasitas Satu Baut

$$\phi R_n = 0,75 \times F_{nv} \times A_b$$

$$= 0,75 \times 372 \times 314,16$$

$$= 8,77 \text{ ton}$$

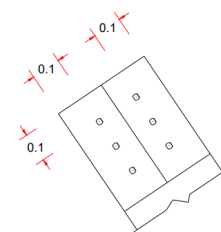
Jumlah Baut

$$N_b = \frac{P_u}{\phi R_n}$$

$$= \frac{39,875}{8,77}$$

$$= 4,5 \text{ buah}$$

$$\approx 8 \text{ buah}$$



Gambar 7. Sambungan diagonal (Data Peneliti, 2023)

Sambungan ikatan angin

$$\text{Gaya aksial ultimate, } P_u = 2,71 \text{ ton}$$

$$\text{Ukuran baut, } d_b = 12 \text{ mm}$$

Menurut RSNI T-03-2005, untuk lubang baut dengan diameter baut tidak melebihi 24 mm adalah 4 mm.

$$\text{Ukuran lubang, } d_h = 12 + 4$$

$$= 16 \text{ mm}$$

$$\text{Luas Penampang} = 201,06 \text{ mm}^2$$

Kapasitas Satu Baut

$$\begin{aligned} \phi R_n &= 0,75 \times F_{nv} \times A_b \\ &= 0,75 \times 372 \times 201,06 \\ &= 5,61 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jumlah Baut

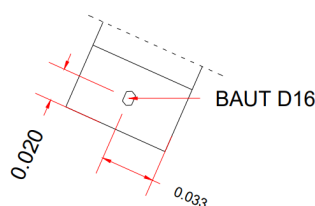
$$\begin{aligned} N_b &= \frac{P_u}{\phi R_n} \\ &= \frac{2,71}{5,61} \\ &= 0,48 \text{ buah} \\ &\approx 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

Jarak baut ke tepi sambungan

$$\begin{aligned} s_t &= 1,25 \times d_b \\ &= 1,25 \times 12 \\ &= 15 \text{ mm} \\ &\approx 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak spasi antar baut

$$\begin{aligned} s &= 3 \times d_b \\ &= 3 \times 12 \\ &= 36 \text{ mm} \\ &\approx 50 \text{ mm} \end{aligned}$$



Gambar 8. Sambungan ikatan angin
(Data Peneliti, 2023)

2.4 Perencanaan Penulangan pelat lantai

Tulangan Tumpuan

Momen Rencana, $M_u = 9,35 \text{ kNm}$ (hasil dari *software* SAP2000)

$$\text{Mutu Beton, } f_c' = 25 \text{ Mpa}$$

$$\text{Mutu Baja Lapangan, } F_y = 420 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tebal Slab Beton, } t_s = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar Balok yang ditinjau, } b = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter tulangan, } \phi = 13 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton, selimut} = 40 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal efektif lantai, } d &= t_s - (\phi \times \text{selimut} \\ &\text{beton}) \\ &= 200 - (13 \times 40) \\ &= 147 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Faktor Reduksi Lentur, } \phi = 0,80$$

$$\begin{aligned} \text{Momen Nominal, } M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{9,35}{0,80} \\ &= 11,69 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Tahanan Momen Nominal

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{11,69}{1000 \times 147^2} \\ &= 0,54 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton, (untuk $f_c' < 30 \text{ Mpa}$)

Digunakan,

$$\beta_1 = 0,85$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{\beta_1 \times 0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left[\frac{600}{(600 + f_y)} \right] \\ &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 25}{420} \times \left[\frac{600}{(600 + 420)} \right] \\ &= 0,0253 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0253 \\ &= 0,0190 \end{aligned}$$

Tahanan Momen Maksimum,

$R_{max} =$

$$\rho_{max} \times f_y \times \left\{ 1 - \left[\frac{\left(\frac{1}{2} \times \rho_{max} \times f_y \right)}{(0,85 \times f_c')} \right] \right\}$$

=

$$0,0190 \times 420 \times \left\{ 1 - \left[\frac{\left(\frac{1}{2} \times 0,0190 \times 420 \right)}{(0,85 \times 25)} \right] \right\}$$

= 6,4746 N/mm²

Rasio tulangan yang diperlukan

$\rho =$

$$0,85 \times f_c' \div f_y \times \left[1 - \sqrt{\frac{(1 - 2 \times R_n)}{(0,85 \times f_c')}} \right]$$

=

$$0,85 \times 25 \div 420 \times \left[1 - \sqrt{\frac{(1 - 2 \times 0,54)}{(0,85 \times 25)}} \right]$$

= 0,0013

Luas tulangan yang diperlukan

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0013 \times 1000 \times 147$$

$$= 191,74 \text{ mm}^2$$

Jarak Spasi Tulangan

$$S = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times b \right) \div A_s$$

$$= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 \times 1000 \right) \div 191,74$$

$$= 691,90 \text{ mm}$$

Ambil jarak spasi Tulangan

$$S = 300 \text{ mm}$$

Luas Tulangan Terpasang

$$A_s = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times b \right) \div s$$

$$= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 \times 1000 \right) \div 300$$

$$= 442,22 \text{ mm}$$

Maka, dipakai tulangan Lentur D13 – 300

Tulangan bagi arah memanjang

$$A_s' = 50\% \times A_s$$

$$= 50\% \times 191,74$$

$$= 95,87 \text{ mm}^2$$

Diameter tulangan pakai

$$\phi = 10 \text{ mm}$$

Jarak Spasi Tulangan

$$s = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times b \right) \div A_s'$$

$$= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \times 1000 \right) \div 95,87$$

$$= 1383,79 \text{ mm}^2$$

Ambil Jarak Spasi tulangan

$$s = 400 \text{ mm}$$

Luas tulangan terpasang

$$A_s = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times b \right) \div s$$

$$= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \times 1000 \right) \div 400$$

$$= 331,66 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan bagi D10 – 400

Pemeriksaan Geser Pons

Tekanan ganda roda

Besaran setengah gandar roda,

$$T = 112,5 \text{ kN (lihat gambar 28 SNI 1725 – 2016)}$$

$$PTT = (1 + FDB) \times T = (1 + 40\%) \times 112,5 = 157,5 \text{ kN}$$

Faktor Kekuatan Reduksi,

$$\phi = 0,70$$

Kekuatan Nominal terhadap geser pons

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times [b' \times d]$$

$$= \frac{1}{6} \times \sqrt{25} \times [3440 \times 147]$$

$$= 592,59 \text{ kN}$$

Kekuatan Geser terfaktor

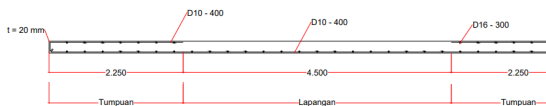
$$\begin{aligned} V_u &= \phi \times V_c \\ &= 0,70 \times 592,59 \\ &= 414,82 \text{ kN} \end{aligned}$$

Syarat, kekuatan geser pons

$$V_u > PTT$$

$$414,82 \text{ kN} > 157,59 \text{ kN}$$

Karena Kekuatan geser terfaktor lebih besar dari Tekanan gandar roda maka pelat lantai jembatan kuat dan aman terhadap geser pons.



Gambar 9. Penulangan pelat lantai jembatan
(Data Peneliti, 2023)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan jembatan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Profil Rangka Baja

Hasil dari desain struktur atas, maka didapatkan profil dimensi sebagai berikut :

- Rangka atas Jembatan menggunakan profil H 350 x 350 x 14 x 22.
- Rangka bawah Jembatan menggunakan profil H 350 x 350 x 14 x 22.
- Rangka diagonal Jembatan menggunakan profil H 350 x 350 x 14 x 22.
- Rangka ikatan angin atas Jembatan menggunakan profil Canal C16.
- Gelagar melintang Jembatan menggunakan profil WF 700 x 300 x 15 x 28.
- Gelagar memanjang Jembatan menggunakan profil Canal C26.

2. Sambungan Rangka baja

- Rangka atas Jembatan menggunakan sambungan tipe baut A325 sejumlah 12 buah berdiameter 16 mm.

- Rangka bawah Jembatan menggunakan sambungan tipe baut A325 sejumlah 12 buah berdiameter 16 mm.

- Rangka diagonal Jembatan menggunakan sambungan tipe baut A325 sejumlah 8 buah berdiameter 16 mm.

- Rangka ikatan angin atas Jembatan menggunakan sambungan tipe baut A325 sejumlah 2 buah berdiameter 12 mm.

3. Penulangan Pelat lantai

Hasil dari perhitungan, maka didapatkan dimensi penulangan pelat lantai jembatan sebagai berikut :

a. Tulangan Tumpuan

- Tulangan Lentur memiliki dimensi besi D13 dengan jarak antar tulangan sebesar 300 mm.
- Tulangan Bagi memiliki dimensi besi D10 dengan jarak antar tulangan sebesar 400 mm.

b. Tulangan Lapangan

- Tulangan Lentur memiliki dimensi besi D13 dengan jarak antar tulangan sebesar 300 mm.
- Tulangan Bagi memiliki dimensi besi D10 dengan jarak antar tulangan sebesar 400 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Bridge Management System, 1992. *Bridge Design Code Vol 1 Dan Vol 2 & Bridge Manual Design Vol 1 Dan Vol 2*. Australia
- Ir.Sunggono KH, 1995. *Buku Teknik Sipil*. Bandung
- Muhammad Yoga, 2022. *Perencanaan Jembatan Kedungjati Menggunakan Struktur Atas Rangka Baja Tipe Warren (Kedungjati Bridge Design With Upper Structure Steel Using*

- Warren Type). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2016. *Pembebanan Untuk Jembatan*. SNI 1725. Manggala Wanabakti. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2016. *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*. SNI 2833. Manggala Wanabakti. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2005. *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan*. RSNI T-03. Manggala Wanabakti. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2004. *Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan*. RSNI T-12. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, 2020. *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. SNI 1729. Jakarta.
- Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Pekerjaan Perumahan Rakyat Nomor 07, 2015. *Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan*. SE 05 M. Jakarta.
- Surat Edaran Direktorat Jendral Bina Marga Nomor 05, 2017. *Penyampaian Ketentuan Desain Dan Revisi Desain Jalan Dan Jembatan, Serta Kerangka Acuan Kerja Pengawasan Teknis Untuk Dijadikan Acuan DiLingkungan Direktorat Jendral Bina Marga*. SE 05 DB. Jakarta
- Surat Edaran Direktorat Jendral Bina Marga Nomor 06, 2021. *Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan*. SE 06 DB. Jakarta.