

STUDI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN SEMANDING TUBAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR RANGKA BAJA

Dewi Hartini Caley¹, Retno Trimurtiningrum²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email: dewicalley259@gmail.com, retnotrimurti@untag-sby.ac.id

Abstrack

This study aims to plan the superstructure of a steel frame bridge using K-truss type. The bridge that will be planned in this project has a span of 36 meters and the width of the bridge is 11 meters, located at stations 10+436.80 to stations 10+401 located at over the Semanding River and connects Tunah Village, Semanding District to the Village Prudara Kulon, Semanding District, Tuban. Design of steel structures using the Load and Resistance Factor Design (LRFD) approach. The planning of this bridge was assisted by Autocad software and SAP200 V22. The steel profile on the longitudinal girder is IWF 250 x 125 x 6 x 9 and for IWF transverse girders 1000 x 350 x 18 x 38. Longitudinal and transverse girders using a composite beam system. The main frame profile uses IWF 400 x 400 x 21 x 21, and IWF diagonal girders 400 x 400 x 21 x 21. Connections used on longitudinal girders and transversely, the connecting device is a bolt with a diameter of 20 mm and welding. Whereas the connection on the main frame is a gusset connection with the connecting device being a bolt 20 mm in diameter.

Keywords: *Autocad, K-Truss Type Steel Bridge, LRFD, SAP2000 V22.*

Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk merencanakan bangunan atas jembatan rangka baja menggunakan tipe *K-Truss*. Jembatan yang akan direncanakan pada proyek ini mempunyai bentang panjang 36 meter dan lebar jembatan 11 meter, berada pada stasiun 10+436.80 sampai stasiun 10+401 yang berlokasi di atas Sungai Semanding dan menghubungkan Desa Tunah, Kecamatan Semanding sampai dengan Desa Prunggahan Kulon, Kecamatan Semanding, Tuban. Perencanaan struktur baja menggunakan pendekatan Load and Resistance Factor Design (LRFD). Perencanaan jembatan ini dibantu oleh *software Autocad* dan *SAP200 V22*. Profil baja pada gelagar memanjang adalah IWF 250 x 125 x 6 x 9 dan untuk gelagar melintang IWF 1000 x 350 x 18 x 38. Gelagar memanjang dan melintang menggunakan sistem balok komposit. Profil rangka utama menggunakan IWF 400 x 400 x 21 x 21, dan gelagar diagonal IWF 400 x 400 x 21 x 21. Sambungan yang dipakai pada gelagar memanjang dan melintang adalah dengan alat penyambungannya adalah baut berdiameter 20 mm dan las. Sedangkan sambungan pada rangka utama adalah sambungan buhul dengan alat penyambungannya adalah baut berdiameter 20 mm.

Keywords: *Autocad, Jembatan Baja Tipe K-Truss, LRFD, SAP2000 V22.*

1. Pendahuluan

Jembatan adalah suatu bangunan struktural yang digunakan untuk melewati orang atau kendaraan di atas dua daerah/kawasan atau ruang yang terpisah oleh sungai, lembah, jurang, jalan atau hambatan fisik lainnya. Jembatan merupakan bagian dari jalan yang sangat diperlukan dalam sistem jaringan transportasi darat untuk menunjang pembangunan pada suatu daerah. Keberadaan jembatan akan memberikan dampak pada beberapa bidang kehidupan masyarakat, seperti sosial, ekonomi,

kesehatan, pertahanan dan kemandirian, Prasarana jalan mempunyai peranan penting dalam kemajuan dan perkembangan suatu daerah karena prasarana jalan menjadi alat penghubung antardaerah. Jembatan mempunyai fungsi sebagai penghubung dua daerah yang terpisah untuk melancarkan dan memudahkan kegiatan manusia. (BSN,2008).

Elemen struktur jembatan dibagi menjadi empat bagian utama (Siswanto, 1998), yaitu struktur bawah, struktur atas, jalan pendekat (oprit) dan bangunan pengaman. Untuk struktur atas jembatan adalah bagian yang memindahkan beban pada lantai jembatan ke perletakan. Sedangkan lantai jembatan adalah bagian dari jembatan yang langsung menerima beban yang meliputi beban lalu lintas kendaraan, gaya rem, beban pejalan kaki dan lain-lain.

Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Tuban ini merupakan salah satu proyek yang membangun Sistem Sarana dan Prasarana dalam bidang transportasi jalan dan jembatan. Jembatan pada proyek ini mempunyai bentang panjang 35,8 meter dan lebar jembatan 11 meter, berada pada stasiun 10+436.80 sampai stasiun 10+401 yang berlokasi di atas Sungai Semanding dan menghubungkan Desa Tunah, Kecamatan Semanding sampai dengan Desa Prunggahan Kulon, Kecamatan Semanding, Tuban. Desain eksisting struktur utama dan bahan konstruksi pada jembatan semanding adalah menggunakan gelagar beton prategang tipe I beam (*Type I beam prestressed concrete girder*). Struktur beton prategang memiliki harga yang sangat mahal sebagai material konstruksi, karena tingginya harga material bermutu tinggi yang digunakan dan operasi pemberian gaya prategang (material bermutu tinggi yang dimaksud disini yaitu beton dan sistem kabel yang meliputi kabel, selongsong dan angkur. (Triandita, 2016), pemeliharaan dan perbaikan yang sulit jika terjadi kerusakan, dan kurang tahan terhadap beban gempa. (Rangan, 2019) .

Pada penelitian ini, akan digunakan struktur rangka batang tipe *K-truss*. Pemilihan tipe *K-Truss* ini selain kokoh dan mempunyai resiko tekuk yang sedikit, keunggulan dari jembatan rangka batang tipe *K-truss* ini adalah mampu mengurangi tekanan pada member atau batang vertikal serta dapat mengurangi penggunaan material baja dan biaya konstruksi jika di desain dengan efisien. (Azka Fardany, 2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan dimensi profil utama penyusun struktur atas jembatan dalam perencanaan struktur atas jembatan rangka baja pada proyek pembangunan jembatan semanding.

2. Dasar Teori

Sifat mekanis baja merupakan yang sangat penting dalam desain konstruksi. Sifat ini di peroleh dari uji tarik baja, uji melibatkan pembebanan tarik sampel baja dan bersama ini dilakukan pembebanan dan panjangnya sehingga diperoleh tegangan dan regangannya. Kondisi batas kekuatan yang umum digunakan adalah sebagai berikut :

1. Terjadinya leleh baja samapai terbentuknya sendi plastis, dan mekanisme plastisnya, ketidakstabilan elemen dan struktur.
2. Tekuk torsi lateral, tekuk lokal.
3. Fraktur tarik atau adanya kemungkinan retak akibat fatig
4. Ketidakstabilan elemen atau struktur
5. Deformasi yang berlebihan

Secara umum, suatu struktur dikatakan aman apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\sum \gamma_i Q_i \leq \phi R_n \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

\sum = penjumlahan

i = menunjukkan berbagai kondisi yang ditinjau

γ_i = faktor beban terkait beban Q_i yang ditinjau

Q_i = pengaruh beban nominal

- $\gamma_i Q_i$ = kuat perlu, dari kondisi batas yang paling ekstrim
- ϕ = faktor tahanan sesuai jenis struktur yang ditinjau
- R_n = kuat nominal, kekuatan elemn yang dihasilkan
- ϕR_n = kuat rencana, kekuatan struktur yang direncanakan

Pembebanan pada jembatan dibutuhkan untuk menganalisa kebutuhan dimensi dari struktur jembatan. Massa setiap bagian bangunan harus di hitung berdasarkan dimensi yang tertera dalam gambar dan berat jenis bahan yang digunakan. Besarnya pembebanan sesuai dengan peraturan SNI 1725:2016.

Tabel 1. Kombinasi Pembebanan

Keadaan Batas	MS MA TA PR PL SH	TT TD TB TR TP	EU	EW _s	EW _L	BF	EU _N	TG	ES	Gunakan salah satu		
										EQ	TC	TV
Kuat I	γ_p	1,8	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Kuat II	γ_p	1,4	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Kuat III	γ_p	-	1,00	1,40	-	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Kuat IV	γ_p	-	1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	-	-	-	-	-
Kuat V	γ_p	-	1,00	0,40	1,00	1,00	0,50/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Ekstrem I	γ_p	γ_{EQ}	1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,00	-	-
Ekstrem II	γ_p	0,50	1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	1,00	1,00
Daya layan I	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	1,00	1,00/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Daya layan II	1,00	1,30	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	-	-	-	-	-
Daya layan III	1,00	0,80	1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	γ_{TG}	γ_{ES}	-	-	-
Daya layan IV	1,00	-	1,00	0,70	-	1,00	1,00/1,20	-	1,00	-	-	-
Fatik (TD dan TR)	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Catatan :												
1. γ_p dapat berupa $\gamma_{MS1}, \gamma_{MA}, \gamma_{TA}, \gamma_{PR}, \gamma_{PL}, \gamma_{SH}$ tergantung beban yang ditinjau												
2. γ_{EQ} adalah faktor beban hidup kondisi gempa												

Konstruksi perletakan harus mengalihkan gaya-gaya tegak dan mendatar yang bekerja pada jembatan kepada pangkal jembatan dan pondasi. Untuk mengatasi kedua macam gaya tersebut dapat dipasang perletakan dengan bantalan elastomer. Bantalan elastomer merupakan suatu elemen jembatan yang terbuat dari karet alam atau karet sintetis yang berfungsi untuk meneruskan beban dari bangunan atas ke bangunan bawah (SNI 3967-2008).

Persyaratan keamanan struktur yang diberikan dalam LRFD adalah (CG. Salmon, JE. Jhonson. Struktur Baja Desain dan Perilaku, jilid 1, 1992 : 95).

$$\phi_t \cdot T_n \geq T_u \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

ϕ_t : faktor resistensi yang berkaitan dengan kekuatan tarik

T_n : kekuatan nominal batang tarik

T_u : beban terfaktor pada batang Tarik

Penyebaran beban “D” pada arah melintang jembatan

Beban “D” harus disusun pada arah melintang sedemikian rupa sehingga menimbulkan momen maksimum. Penyusunan komponen-komponen BTR dan BGT dari beban arah melintang harus sama.

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 : $q = 9,0 (0.5 +L / 15)$ kPa

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

L adalah panjang total jembatan yang dibebani (m).

Tabel 2. Faktor beban Untuk Beban Lajur “D”

Tipe Beban	Jembatan	Faktor Beban	
		Keadaan batas layan (γ_{TD}^S)	Keadaan batas ultimit (γ_{TD}^U)
Transien	Beton	1,00	1,80
	Boks girder baja	1,00	2,00

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan Untuk Jembatan hal 39)

Faktor Beban “T”

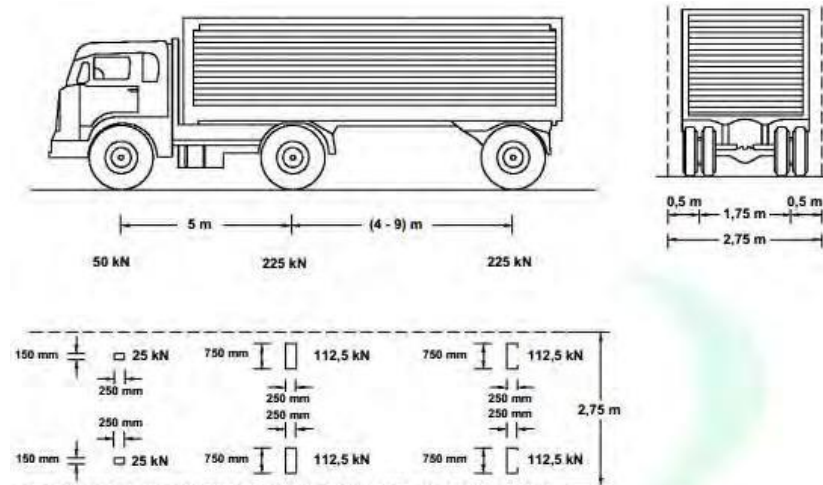
Beban “T” adalah beban suatu kendaraan berat dengan 3 gandar yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu-lintas rencana.

Tabel 3. Faktor Beban Untuk Beban Lajur “D”

Tipe Beban	Jembatan	Faktor Beban	
		Keadaan batas layan (γ_{TT}^S)	Keadaan batas ultimit (γ_{TT}^U)
Transien	Beton	1,00	1,80
	Boks girder baja	1,00	2,00

(Sumber : SNI 1725:2016 Pembebanan Untuk Jembatan hal 41)

Pembebanan truk "T" terdiri atas kendaraan truk semitrailer yang mempunyai susunan dan berat gandar seperti terlihat dalam Gambar 1. Berat dari tiap-tiap gandar disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 gandar tersebut bisa diubah-ubah dari 4,0 m sampai dengan 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan.



Gambar 1.
Pembelian Truk

Analisis Gaya Batang

Gaya batang dihitung dengan menggunakan metode garis pengaruh serta bantuan program komputer dengan *SAP2000 V22*. Beban-belan yang bekerja adalah beban mati dan beban hidup yang selanjutnya dikombinasikan dan diambil nilai yang terbesar.

Perencanaan Profil Rangka Utama

Perencanaan profil tangga utama terdiri dari batang tekan dan batang tarik.

Batang Tekan

Pada batang tekan terjadi beban kritis yang menyebabkan terjadinya tekuk. Beban kritis yang menyebabkan tekuk tersebut telah dirumuskan oleh Euler untuk penentuan kuat nominal batang tekan, sebagai berikut:

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g$$

Tegangan kritis, F_{cr} dihitung berdasarkan syarat berikut, jika :

1. $KL/r \leq 4,71 \sqrt{E f_y}$ atau $F_y / F_e \leq 2,25$ merupakan tekuk inelastis, maka :
 $F_{cr} [0,658^{f_y/f_e}] \times f_y$
2. $KL/r \leq 4,71 \sqrt{E f_y}$ atau $F_y / F_e \leq 2,25$ merupakan tekuk elastis, maka :
 $F_{cr} = 0,877 F_e$

Dimana f_e = tegangan tekuk Euler (elastis) sebagai berikut :

$$F_e = \pi^2 E / \lambda^2, \text{ sedangkan } \lambda = KL/r$$

Batang Tarik

Untuk kondisi leleh,

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$\phi f_y \cdot A_g \geq P_u$$

$$A_g = \frac{P_u}{\phi F_y}$$

Untuk kondisi fraktur,

$$A_e = 0,85 A_g$$

Maka,

$$\phi P_n \geq P_u \quad \phi f_u \cdot 0,85 A_g \geq P_u$$

$$A_g = \frac{P_u}{\phi F_u \times 0,85}$$

Diambil A_g yang terbesar

$A_g > A_g$ perlu

$L/r_y \leq 300$

$\phi P_n = 0,9 \times A_g \times f_y$

$\phi P_n = 0,638 \times A_g \times f_u$

Dari persamaann tersebut diambil yang terkecil.

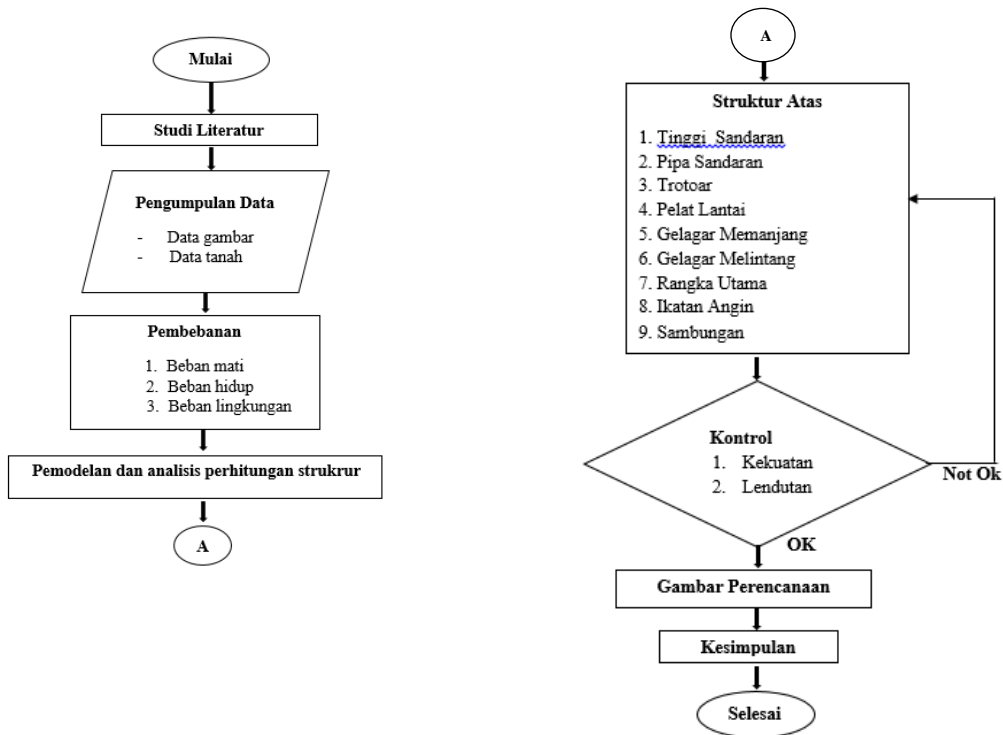
Sambungan

Sambungan dalam suatu struktur merupakan bagian yang tidak mungkin diabaikan begitu saja, karena kegagalan pada sambungan dapat mengakibatkan kegagalan stuktur secara keseluruhan.

2.3 Metodologi Penelitian

Sebelum melakukan penelitian maka dibuat langkah – langkah pelaksanaan alur kegiatan penelitian agar dapat berjalan sistematis dan tepat sasaran tercapainya tujuan penelitian. Langkah awal yang perlu dilakukan adalah studi pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan perencanaan.

Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Pengumpulan Data

Tebal slab lantai jembatan (d3)	= 0.250 m
Tebal lapisan aspal + overlay (ta)	= 0.100 m
Tebal genangan air hujan (th)	= 0.050 m
Lebar trotoar (b2)	= 1.000 m
Jumlah trotoar	= 2.000 bh
Lebar total jembatan (B)	= 11.000 m
Lebar lajur lalu lintas (b1)	= 7.000 m
Jumlah lajur lalu lintas	= 2.000 bh
Lebar bersih per lajur	= 3.500 m
Panjang total jembatan (L)	= 36.000 m
Jarak gelagar melintang (λ)	= 6.000 m
Jumlah gelagar melintang	= 7.000 bh
Jarak antar balok memanjang ($Lx = b1 = s$)	= 1.125 m
Jumlah gelagar memanjang	= 8.000 bh
Jumlah joint satu muka	= 15.000 bh

Data pembebanan jembatan Semanding Tuban adalah sebagai berikut :

Lapisan Aspal Lantai Kendaraan :

- Tebal Lapisan Aspal : 0,10 meter
- Berat Jenis Aspal : 22.00 Kg/m³ (SNI 1725-2016)

Pelat Beton Trotoir :

- Tebal Plat Beton : 0,30 meter
- Tegel : 0,05 meter
- Berat Jenis Beton Bertulang : 25.00 Kg/m³ (SNI 1725-2016)

Pelat Beton Lantai Kendaraan :

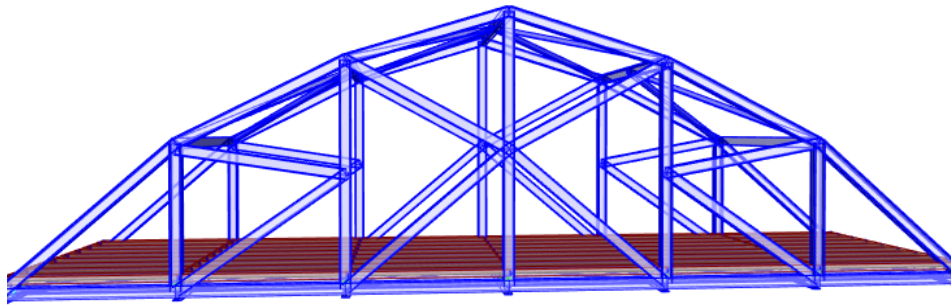
- Tebal Plat Beton Lantai Kendaraan : 0,25 m
- Berat Jenis Beton Bertulang : 25.00 Kg/m³ (SNI 1725-2016)

Air Hujan :

- Tinggi Air Hujan : 0,05 meter
- Berat Air Hujan : 9.80 Kg/m³ (SNI 1725-2016)

Steel Deck :

- Tebal Steel Deck : 1,2 mm
 - Berat Steel Deck : 9.38 Kg/m²
-



Gambar 2. Tampak Samping Jembatan

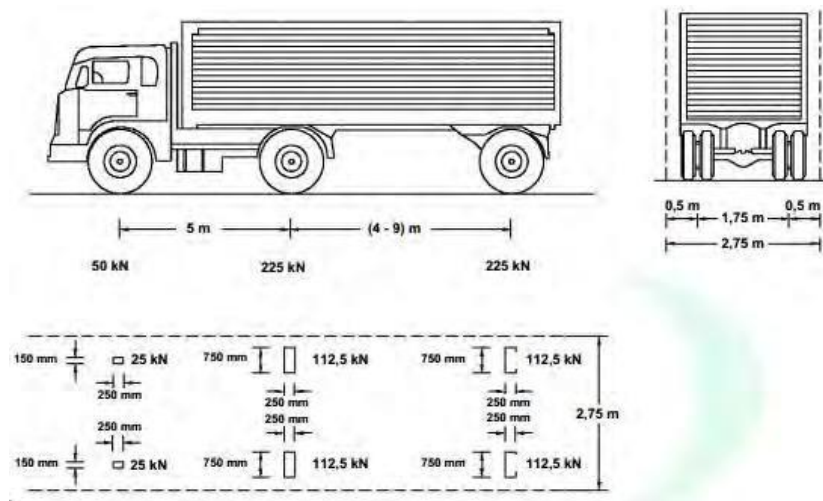
Standar Perencanaan

1. SNI 1725-2016, Pembebanan Untuk Jembatan.
2. SNI 3967-2008, Spesifikasi Bantalan Elastomer Tipe Polos Dan Tipe Berlapis Pada Jembatan.
3. SNI 1729-2015, Tentang Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.
4. SNI 2833-2016, Tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk jembatan.
5. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, No. 10/SE/M/2015; Tentang Pedoman Perancangan Bantalan Elastomer Untuk Perletakan Jembatan

3. Hasil dan Pembahasan

Pelat Lantai Kendaraan

Pelat lantai pada jembatan berfungsi sebagai jalan kendaraan yang melintas di atas jembatan dan mempunyai tebal minimum (t_s) sesuai dengan BMS BDC (1992). Fungsi utama pelat lantai adalah untuk mendistribusikan beban disepanjang jembatan untuk diteruskan ke bagian bawah jembatan. Pelat yang digunakan setebal 250 mm. Pembebanan yang terjadi pada pelat yaitu beban mati (berat pelat dan berat air hujan) dan berat hidup terpusat truk "T" dengan faktor dinamis, $DLA = (100\% + 30\%) = 1,3$.



Gambar 3. Pembebanan Truk

Data Perencanaan :

- Tebal pelat lantai

Tebal slab lantai jembatan (d_3) ≥ 250 mm

Tebal slab lantai jembatan (d_3) $\geq 100 + 40 \times \text{Lebar lajur lalu lintas (b1)}$
 $= 100 + 40 \times 1.125 = 145.00$ mm

Maka Tebal slab lantai jembatan (d_3) = 250.00 mm

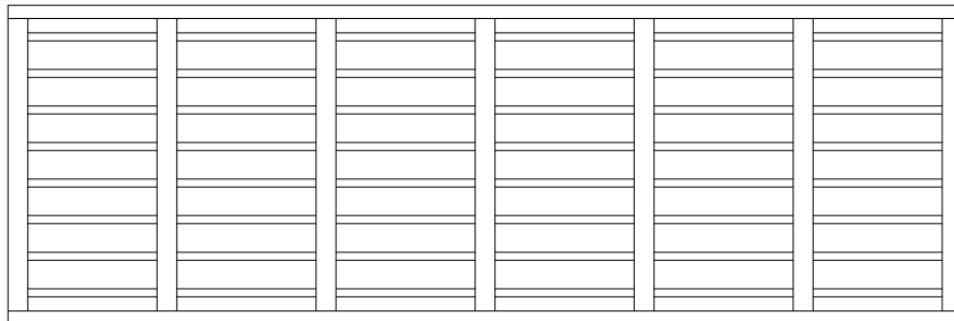
- Tebal aspal

$d_4 = 0.10$ mm

Pada Perhitungan Plat Lantai Kendaraan didapatkan tulangan melintang tumpuan D19-200 mm (untuk tulangan tarik) D13-150 (untuk tulangan tekan) dan untuk tulangan melintang lapangan D19-150 (untuk tulangan tarik) D13-200 untuk tulangan tekan).

Gelagar Memanjang

Perencanaan gelagar memanjang pada jembatan Semanding Tuban ini menggunakan profil IWF 250 x 125 x 6 x 9.



DENAH GELAGAR MEMANJANG

Gambar 4. Gelagar Memanjang

Pembebanan

1. Beban mati (Q_D) beban tiap m diluar berat profil

- a. Berat Sendiri (MS)

Faktor beban ultimit (γ^u_{MS}) = 1.30 (SNI 1725 : 2016 Pasal 7.2)

Ditinjau selebar (b) = 1.125 m

Tebal slab lantai jembatan (h) = 0.25 m

Berat beton bertulang (W_c) = 2,400.00 Kg/m³

$Q_{MS} = b \times h \times W_c \times \gamma^u_{MS} = 1,072.50$ Kg/m

- b. Berat Mati Tambahan (MA)

Faktor beban ultimit (γ^u_{MA}) = 2.00 (SNI 1725 : 2016 Pasal 7.3)

Ditinjau selebar (b) = 1.125 m

Tebal lapisan aspal + Overlay (ta) = 0.10 m

Berat jenis aspal (wa) = 2,245.00 Kg/m³

Tebal genangan air hujan (th) = 0.05 m

Berat jenis air (ww) = 1,000.00 Kg/m³

Berat lapisan aspal + Overlay = wa x ta x b

= 2,245.00 x 0.10 x 1.125

= 252.56 Kg/m

Berat air hujan

= ww x th x b

$$= 1,000.00 \times 0.05 \times 1.125$$

$$= 56.25 \text{ Kg/m}$$

$$Q_{MA} = (w_a \times t_a) + (w_w \times t_h) \times \gamma^u_{MA} = 617.63 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Total beban mati } Q_D = Q_{MS} + Q_{MA} = 1,495.13 \text{ Kg/m}$$

2. Beban hidup (Q_L)

a. Beban terbagi rata (BTR) SNI 1725 : 2016 Pasal 8.3.1

$$\text{Jika } L \leq 30 \text{ m} \rightarrow q = 9.00 \text{ kPa} = 917.74 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Jika } L > 30 \text{ m} \rightarrow q = 9 \left(0.5 + \frac{15}{L} \right) \text{ kPa} = 8.25$$

Maka :

$$b = 1.13 \text{ m}$$

$$L = 36.00 \text{ m} > 30.00$$

$$q = 8.25 \text{ kPa} = 841.27 \text{ Kg/m}^2$$

$$\gamma^u_{TD} = 2.00 \text{ (SNI 1725 : 2016 Pasal 8.3.1 tabel 12)}$$

$$Q = q \times \gamma^u_{TD} = 1,682.53 \text{ Kg/m} = 16.50 \text{ kN/m}$$

$$q_l = 16.5 - \left[\left(\frac{11}{60} \right) \times (L-30) \right]$$

$$= 16.5 - \left[\left(\frac{11}{60} \right) \times (36-30) \right]$$

$$= 15.400 \text{ kN/m}$$

$$= 1,570.36 \text{ Kg/m}$$

b. Beban garis terpusat (BGT) SNI 1725 : 2016 Pasal 8.3.1

$$b = 1.125 \text{ m}$$

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

Faktor beban dinamis (FBD) = 40% (SNI 1725 : 2016 Pasal 8.6 gambar 28)

$$\gamma^u_{TD} = 2.00 \text{ (SNI 1725 : 2016 Pasal 8.3.1 tabel 12)}$$

$$P_{I1} = (1 + \text{FBD}) \times p \times \gamma^u_{TD} = 137.20 \text{ kN}$$

$$= 13,990.51 \text{ Kg}$$

$$P_1 = \left(\frac{b_1}{2.75} \right) \times P$$

$$= \frac{1.13}{2.75} \times 137.20$$

$$= 56.13 \text{ kN}$$

$$= 5,723.39 \text{ Kg}$$

❖ Momen Maksimum

1. Momen beban mati (Q_D)

Momen akibat berat sendiri dan berat mati tambahan

$$\frac{1}{8} \times Q \times L^2 = \frac{1}{8} \times 1,495.13 \times 6.00^2$$

$$= 6,728.06 \text{ Kgm}$$

2. Momen beban hidup (Q_L)

a. Momen akibat BTR

$$\frac{1}{8} \times Q \times L^2 = \frac{1}{8} \times 1,570.36 \times 6.00^2$$

$$= 7,066.63 \text{ Kgm}$$

b. Momen akibat BGT

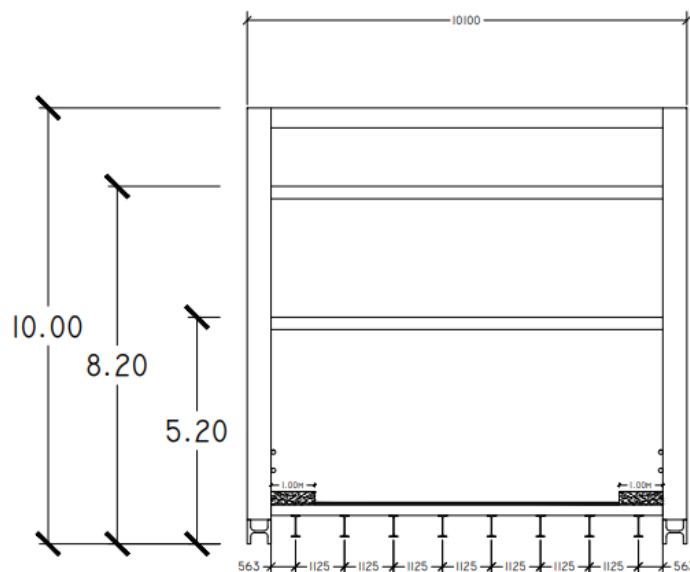
$$\begin{aligned}\frac{1}{4} \times P \times L &= \frac{1}{4} \times 5,723.39 \times 6.00 \\ &= 8,585.08 \text{ Kgm}\end{aligned}$$

3. Momen maksimal

$$\begin{aligned}M_{\text{maks}} &= Q_D + Q_L + \text{Momen akibat BGT} \\ &= 6,728.06 \text{ Kgm} + 7,066.63 \text{ Kgm} + 8,585.08 \text{ Kgm} \\ &= 22,379.78 \text{ Kgm} \\ &= 219,470,661.98 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

Gelagar Melintang

Perencanaan gelagar melintang pada jembatan Semanding ini menggunakan profil IWF 1000 x 350 x 18 x 38.



POTONGAN MELINTANG

Gambar 5. Potongan Melintang

1. Perhitungan Kuat Lentur Nominal Penampang Dengan Pengaruh Tekuk Lokal Kelangsingan (Perhitungan Prasyarat Rumus Yang Dipilih) → SNI 1729:2020 Pasal F2

- Flange

$$\frac{b}{t} < 0,38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\frac{350}{38} < 0,38 \sqrt{\frac{200000}{290}}$$

$$9,210.526 < 9,979.288$$

(PENAMPANG KOMPAK)

- **Web**

$$\frac{h}{tw} < 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\frac{924}{18} < 3,76 \sqrt{\frac{200000}{290}}$$

$$51,3 < 98,742.437$$

(PENAMPANG KOMPAK)

2. Momen Lentur Nominal

$$\begin{aligned} M_p &= f_y \times 1.5 \times S_x \\ &= 290 \times 1.5 \times 15220000 \\ &= 6,620,700,000.00 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_r &= S (f_y - f_r) \\ &= 15220000 (290 - 70) \\ &= 3,348,400,000.00 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = M_p = 6,620,700,000.00 \text{ Nmm} \quad \text{(PENAMPANG KOMPAK)}$$

Perencanaan Gelagar Induk

Beban Rem

Beban Rem per Gelagar memnajang didapatkan 3.34 kN/m.

Beban Angin Pada Kendaraan

untuk beban angin yang bekerja pada kendaraan yang disalurkan ke gelagar sebesar 1.251 kN.

Pendemensian Gelagar Induk

Dipakai profil IWF 400 x 400 x 21 x 21

- Gaya – gaya dalam

Aksial (P) :

$$\text{Tarik} = 2,827,840.00 \text{ N}$$

$$\text{Geser (V)} = 62,870.00 \text{ N}$$

$$\text{Momen (M)} = 230,895,400.00 \text{ N-mm}$$

Perhitungan Dimensi Batang Tarik

Mutu Baja 41

$$F_u = 410.00 \text{ Mpa}$$

$$F_y = 250.00 \text{ Mpa}$$

$$E_s = 200,000.00 \text{ Mpa}$$

$$H : 400.00 \text{ mm}$$

$$B : 400.00 \text{ mm}$$

$$h : 358.00 \text{ mm}$$

$$tw : 21.00 \text{ mm}$$

$$tf : 21.00 \text{ mm}$$

$$dw : 379.00 \text{ mm}$$

$$1. \text{ Beban terfaktor} = P_u = 2,827,840.00 \text{ N}$$

2. Luas penampang netto

$$A_{nt} = 0.85 \times A_g$$

$$= 0.85 \times 25,070.00$$

$$= 21,309.50 \text{ mm}^2$$

3. Luas penampang efektif

$$\begin{aligned} A_c &= A_g \times U \\ &= 21,309.50 \times 1 \\ &= 21,309.50 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

4. Kuas tarik rencana

$$\phi = 0.90$$

$$P_n = A_g \times F_y = 25,070.00 \times 410.00 = 9,150,550.00 \text{ N}$$

$$\phi \times P_n = 0.90 \times 9,150,550.00 = 8,235,495.00 \text{ N}$$

$$\phi = 0.75$$

$$P_n = A_g \times F_y = 21,309.50 \times 410.00 = 7,777,967.50 \text{ N}$$

$$\phi \times P_n = 0.75 \times 7,777,967.00 = 5,833,475.63 \text{ N}$$

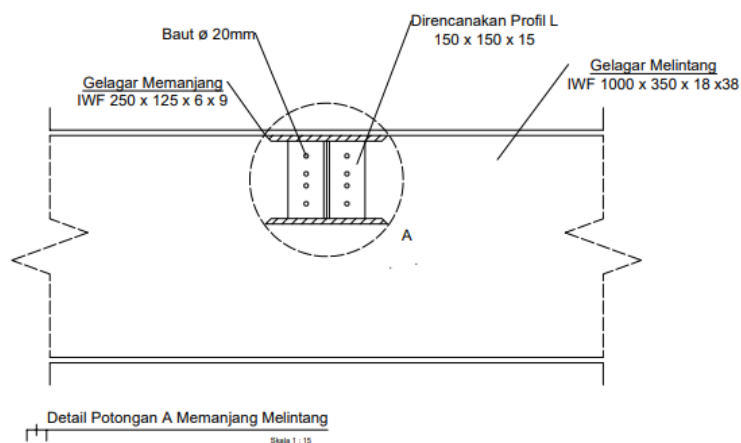
Dipilih yang terkecil = 5,833,475.63 N

Kontrol :

$$N_u = 2,827,840.00 \text{ N} < \phi \times P_n = 5,833,475.63 \text{ N} \quad (\text{OK})$$

Perencanaan Sambungan Perhitungan Sambungan Gelagar Memanjang dan Gelagar Melintang

Penyambung antara balok memanjang dan balok melintang direncanakan dengan pelat penyambung profil L 150 x 150 x 15.



Gambar 6. Sambungan Gelagar Memanjang dan Melintang

1. Luas kotor penampang

$$A_g = L_{bp} \times t_p$$

$$A_g = 150 \times 15 = 3.350 \text{ mm}^2$$

2. Luas bersih penampang

$$A_n = A_g - (c \times t_p)$$

$$A_n = 2.250 - (21,5 \times 15) = 1.927,5 \text{ mm}^2$$

3. Kekuatan pelat Leleh batang:

$$N_u = \phi \times A_g \times F_y$$

$$N_u = 0,9 \times 2.250 \times 245 = 49,613 \text{ ton}$$

Fraktur:

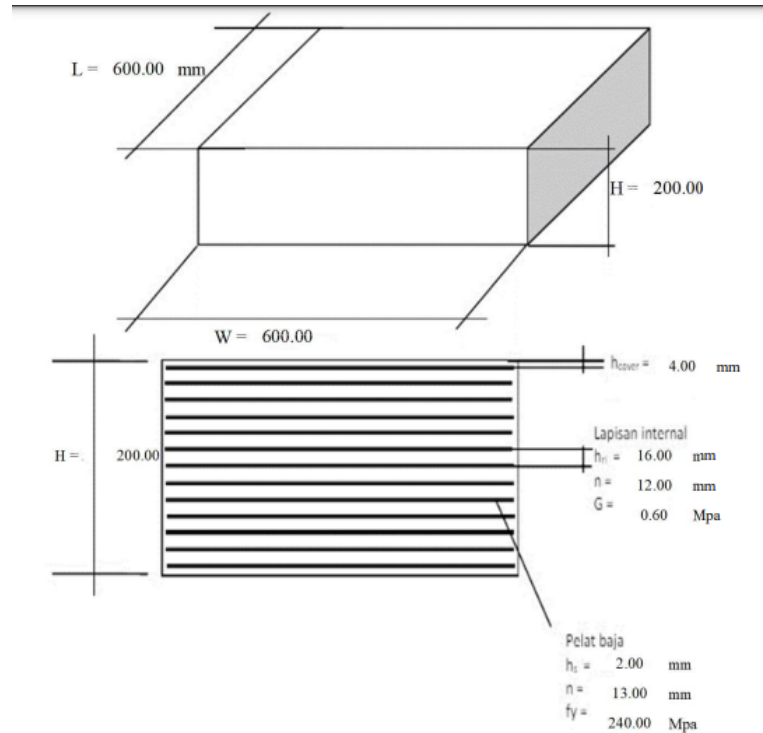
$$N_u = \phi \times A_n \times F_u$$

$$N_u = 0,9 \times 1.927,5 \times 400 = 69,39 \text{ ton}$$

Diambil nilai terkecil dari leleh batang dan fraktur. Sehingga diambil $N_u = 49,613 \text{ ton}$.

CEK $Nu > 49,613 \text{ ton} > 40,669 \text{ ton}$
MEMENUHI SYARAT

Perencanaan Elastomer



Gambar 6. Perletakan Elastomer

Hardness	= 55 Shore A
Modulus geser	= 0.70 s/d 0.91 Mpa
Total beban kompresi	= 2,119.63 kN
Batas tegangan delaminasi	= 7.00 Mpa

4. Kesimpulan

- Pada perencanaan plat lantai kendaraan dan trotoar :
 - Tebal plat lantai kendaraan : 250 mm
 - Tebal plat lantai trotoar : 30 cm
 - Dipakai tulangan pokok : D16 – 250 mm
 - Dipakai tulangan pembagi : D16 – 250 mm
- Pada perencanaan gelagar memanjang :
- Pada perencanaan gelagar melintang :
- Pada perencanaan gelagar induk :
- Pada perencanaan ikatan angin jembatan :
 - Ikatan angin atas dipakai profil : IWF 250 x 250 x 8 x 13
 - Ikatan angin bawah dipakai profil : IWF 250 x 250 x 8 x 13
- Pada perencanaan sambungan : Dipakai diameter baut: 20 mm

Saran

Berdasarkan hasil perencanaan yang dilakukan pada jembatan rangka dengan tipe *K-Truss* dan berdasarkan kesimpulan diatas, maka penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Perencanaan jembatan di kabupaten Tuban bisa direncanakan dengan menggunakan rangka baja tipe *K-Truss* sebagai salah satu alternatif dengan alasan bahwa jembatan rangka tipe *K-Truss* bisa memberikan hasil perencanaan yang ekonomis dan kuat.
2. Mengingat begitu pentingnya fungsi dari jembatan, maka dalam setiap perencanaan konstruksi jembatan banyak hal yang harus diperhatikan terutama dalam hal sambungan yang sangat riskan sekali dalam kegagalan struktur, karena kekuatan jembatan pada dasarnya sangat ditentukan oleh kekuatan konstruksinya.
3. Dalam merencanakan pembebanan pada jembatan harus didasarkan pada standar yang sudah ditetapkan oleh Badan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan akan lebih baik menggunakan standar yang terbaru.
4. Untuk perencanaan sambungan pada jembatan sebaiknya menggunakan metode yang lebih moderen, dan pada perencanaan jembatan ini penulis memilih metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*) dengan alasan metode ini adalah metode yang sering dipakaai karena memiliki kelebihan (struktur lebih aman dan ekonomis) dibandingkan metode yang lain.
5. Dalam merencanakan sambungan harus dihitung dengan baik dan sesuai dengan rumus yang ditetapkan dalam metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*) sehingga tidak menimbulkan kerusakan atau kegagalan pada struktur jembatan yang direncanakan.
6. Untuk perencanaan selanjutnya, sebaiknya merencanakan dan menghitung struktur pondasi atau struktur bawah jembatan untuk mendapatkan hasil yang lebih sempurna.

Referensi

- [1] Hidayat, A. (2016). Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Type (K-Truss) Dengan Menggunakan Metode Lrfd Di Jembatan Kalilanang, Desa Pandanrejo,. 1-286.
 - [2] Ibad, A. F. (2018). *Analisis Kapasitas Struktur Jembatan Rangka Tipe K-Truss Dengan Mutu Baja Tidak Seragam Dalam Menahan Beban Gempa Dua Arah dan Tiga Arah* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
 - [3] Adryana, V. N., Warsito, W., & Suprpto, B. (2019). Studi Perencanaan Struktur Jembatan Rangka Baja Pada Jembatan Ake Toduku Halmahera Barat. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 6(2), 208-215.
 - [4] Arifi, E., Suseno, H., Hidayat, M. T., & Grahadika, H. E. (2017). Pengaruh Konfigurasi Rangka Dan Optimasi Profil Terhadap Kinerja Pada Struktur Jembatan Rangka Baja. *Rekayasa Sipil*, 10(3), 187-193.
 - [5] Ashari, W., Pathoni, H., & Nuklirullah, M. PERENCANAAN BANGUNAN ATAS DUPLIKASI JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE WARREN DESA MUARA KUMPEH KECAMATAN KUMPEH ULU KABUPATEN MUARO JAMBI. *Universitas Jambi*.
 - [6] Retno Trimurtiningrum. (2020). Modifikasi Perencanaan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik dengan Struktur Baja Tahan Gempa.
-