

PERENCANAAN JEMBATAN RANGKA BENTANG PANJANG TIPIKAL PADA SUNGAI MAHAKAM, KECAMATAN TENGGARONG, KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA KALIMANTAN TIMUR

Achmad Abdul Aziz Bakhtiar^{1,*}, Nawir Rasisdi², Sugeng Riyanto³

¹Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

¹dinariblok@gmail.com, ²nawir.rasisdi@polinema.ac.id, ³gusriyan74@yahoo.com

ABSTRAK

Perencanaan struktur atas Jembatan Rangka Bentang Panjang Tipikal pada Sungai Mahakam, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Perencanaan ini didasarkan oleh pertembuhan penduduk dan prasarana penghubung antara dua daerah. Struktur atas jembatan direncanakan menggunakan tipe rangka model warren truss dengan bentang total 598 m dan lebar 22 m. Jembatan ini direncanakan untuk meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar. Tinggi kebebasan bawah jembatan dipegarui muka air sungai dan tinggi perahu dimana pada kasus ini diambil sebesar 15 meter. Perencanaan struktur atas ini meliputi elemen-elemen struktur, dan estimasi biaya. Data yang dibutuhkan yaitu HSPK Samarinda 2017. *LRFD (Load Resistance Factor Design)* menggunakan Standart pembebanan SNI 1725:2016, untuk Standart perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan menggunakan SNI 2833:2008 dan Perencanaan Struktur baja untuk Jembatan menggunakan SNI T 03-2005. Analisis Struktur menggunakan aplikasi bantu program StaadPro V8.i. Dari hasil perhitungan untuk profil gelagar jembatan menggunakan profil baja WF 1350.500.25.60. Struktur rangka jembatan menggunakan profil baja BOX 1200.1000.70.70, 1200.1000.50.50, 1200.1000.100.100, 1000.1000.60.60, 1000.1000.40.40, 1200.1000.45.45, dan WF 1000.600.20.35. Batang ikatan jembatan menggunakan profil baja WF 300.500.35.55, 350.450.10.19. Sambungan menggunakan baut berdiameter 32mm. Pipa sandaran menggunakan pipa diameter 3". Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan adalah sebesar Rp 9,681,457,376,456.

Kata kunci : jembatan rangka, Jembatan bentang panjang, Anggaran biaya.

ABSTRACT

Structure planning for the Typical Long Stretch Frame Bridge on Mahakam River, Kutai Kartanegara, East Kalimantan. This plan is based on population recovery and connecting infrastructure between the two regions. The structure over the bridge is planned using a warren truss model frame type with a total span of 598 m and a width of 22 m. The bridge is planned to boost the economy of the surrounding communities. The height of freedom under the bridge is restored by the water level of the river and the height of the boat where in this case was taken by 15 meters. This top structure planning includes structural elements, and cost estimates. The data required is HSPK Samarinda 2017. LRFD (Load Resistance Factor Design) uses SNI 1725:2016 loading standart, for earthquake resistance planning standart for bridges using SNI 2833:2008, and Steel Structure Planning for Bridges using SNI T 03-2005. Structure Analysis using the StaadPro V8.i program help application. From the result obtsined bridge girder profile using WF 1350.500.25.60, 550.200.9.16, 300.300.15.22, 250.250.9.14. Frame Structure using steel profile BOX 1200.1000.70.70, 1200.1000.50.50, 1200.1000.100.100, 1000.1000.60.60, 1000.1000.40.40, 1200.1000.45.45, and WF 1000.600.20.35. Bridge bracing use steel profile WF 300.500.35.55, 350.450.10.19. The bolt connection uses with a diameter 32mm. The pipe brackets use diameter 3". The cost estimate is Rp 9,681,457,376,456.

Keywords : truss bridge, long span bridge, cost estimate.

1. PENDAHULUAN

Jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyalang sungai/saluran air, lembah atau menyalang jalang lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya

mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika-arsitektur yang meliputi aspek lalu lintas, teknis, estetika (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Dengan mengacu pada penelitian sebelumnya dilakukan Rijal Fauzi (2019). Thesis yang diambil menggunakan tipe jembatan *Warren Truss*. Jembatan yang direncanakan mengacu pada pedoman Standart bangunan atas jembatan No.07/BM/2005 yakni kelas A-50 meter Perencanaan dengan menggunakan program SAP.2000.v.14

Perencanaan jembatan rangka bentang panjang tipikal ini akan dibangun pada sungai mahakam dengan memiliki bentang total 598 meter dan lebar 22 meter dan menggunakan rangka baja tipe warren truss.

Menurut A Helmi Jaelani (2015), jembatan rangka baja tipe warren merupakan jembatan rangka baja yang sederhana dalam strukturnya dan penerapannya dilapangan. Struktur utama rangkanya dibuat trapesium dan rangka batangnya dibuat dalam bentuk segitiga sehingga struktur seperti ini akan stabil dalam menahan gaya aksial dan lateralnya. Batang-batang diagonal pada rangka utama dan ikatan angin berfungsi mengikat joint-joint pada batang utamanya sehingga menjadi batang yang stabil.

Berdasarkan uraian tersebut dapat didapatkan latar belakang dan permasalahan tersebut diatas maka tujuan pembahasan ini meliputi:

1. Dapat merencanakan struktur atas pada Jembatan rangka bentang panjang pada Sungai Mahakam dengan struktur rangka baja tipe warren truss.
2. Dapat merencanakan rencana anggaran biaya Jembatan rangka bentang panjang pada Sungai Mahakam dengan struktur rangka baja tipe warren truss.

2. METODE

Adapun perencanaan dalam rumah susun memiliki data sebagai berikut :

- Total bentang jembatan : 598 meter
- Tinggi jembatan : 21 meter
- Lebar jembatan : 22 meter
- Mutu baja f_y : 360 MPa
- Elastisitas baja : 365.00 MPa
- Berat jenis baja : 7850 kg/m³
- Tebal pelat : 200 mm
- Diameter pipa sandaran : 3"

Pembebanan Jembatan

Pembebanan pada jembatan mengacu pada SNI 1725:2016 tentang Pembebanan untuk jembatan yang telah distandarisasi oleh Badan Standarisasi Nasional.

1. Beban permanen merupakan beban yang bersifat tetap meliputi: beban mati komponen struktural dan non struktural jembatan, beban mati perkerasan dan

utilitas, dan gaya-gaya yang terjadi pada struktur jembatan.

2. Beban lalu lintas untuk perencanaan jembatan terdiri atas beban lajur "D" dan beban truk "T". Beban lajur "D" bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban lajur "D" yang bekerja tergantung pada lebar jalur kendaraan itu sendiri.
3. Aksi lingkungan memasukkan pengaruh temperatur, angin, gempa dan penyebab penyebab alamiah lainnya. Besarnya beban rencana yang diberikan dalam standar ini dihitung berdasarkan analisis statistik dari kejadian-kejadian umum yang tercatat tanpa memperhitungkan hal khusus yang mungkin akan memperbesar pengaruh setempat. Perencana mempunyai tanggung jawab untuk mengidentifikasi kejadian-kejadian khusus setempat dan harus memperhitungkannya dalam perencanaan.
4. Kombinasi pembebanan mengacu pada Pembebanan pada jembatan mengacu pada SNI 1725:2016 tentang Pembebanan Untuk Jembatan.

Perencanaan Baja untuk Jembatan Rangka

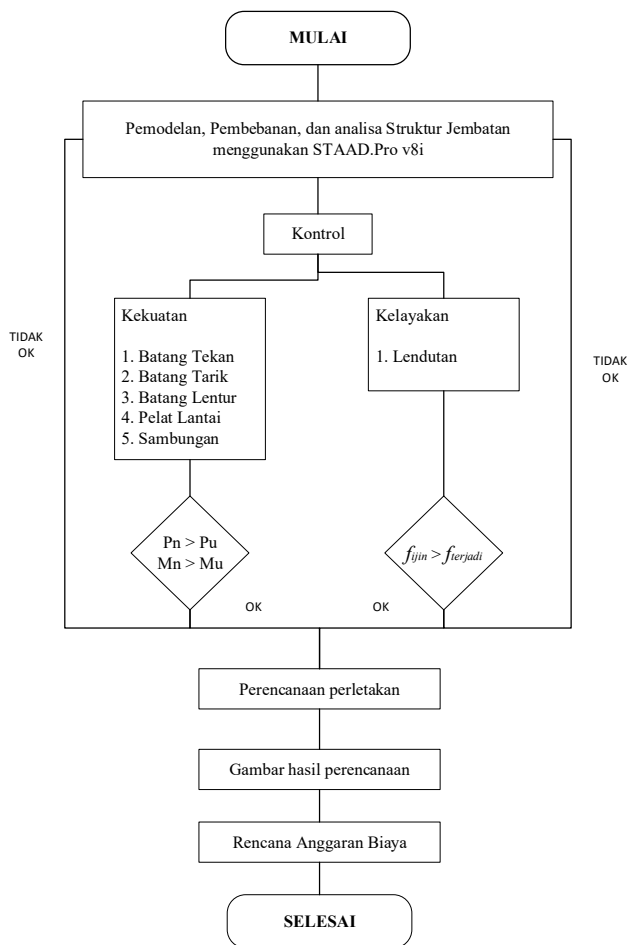
Menurut RSNI T-03-2005, perencanaan harus memberikan jaminan keamanan, kenyamanan, dan keawetan selama umur rencana jembatan. Perencanaan kekuatan elemen baja sebagai komponen struktur jembatan yang diperhitungkan terhadap lentur, geser, aksial, puntir serta kombinasinya, harus didasarkan pada cara perencanaan berdasarkan beban dan kekuatan terfaktor (PBKT).

Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek pembangunan. Secara umum perhitungan RAB dapat dirumuskan sesuai **Persamaan 1**.

$$RAB = \Sigma (\text{Volume} \times \text{Harga satuan Pekerjaan}) \quad (1).$$

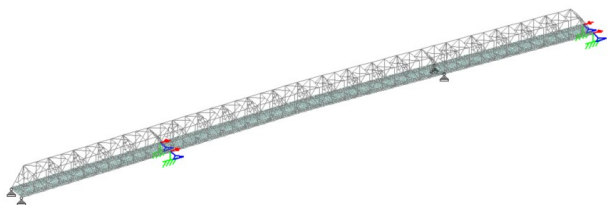
Diaram alur perencanaan struktur atas jembatan rangka bentang panjang pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Diagram alur perencanaan
Sumber : Hasil Analisis

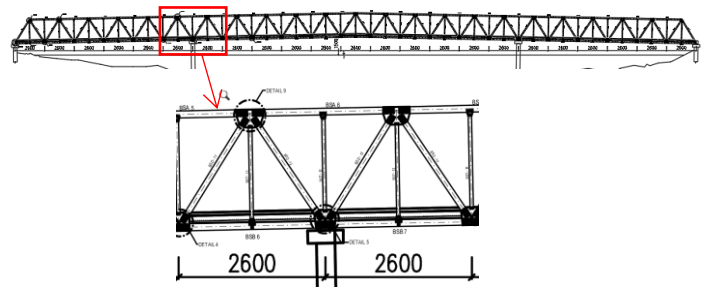
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan struktur atas jembatan memakai aplikasi bantu StaadPro sesuai pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Pemodelan Struktur Jembatan menggunakan StaadPro
Sumber : Hasil Analisis

Jembatan ini memiliki bentang 598 meter dengan lebar 22 meter dan tinggi 21 meter memakai pemodelan dengan aplikasi StaadPro V8i. Adapun gambar geometrik jembatan 3D dan pemodelan jembatan seperti pada **Gambar 2**, adapun gambar potongan memanjang jembatan bisa dilihat **Gambar 3**.



Gambar 3 Gambar Potongan Memanjang Jembatan
Sumber : Hasil Analisis

Gaya-gaya dan momen yang bekerja pada batang elemen struktur dengan menggunakan hasil analisis dari StaadPro V8i seperti pada **Tabel 1**.

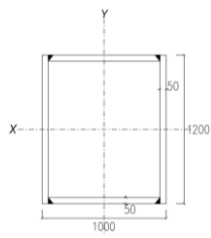
Tabel 1 Gaya Dan Momen Yang Bekerja Pada Batang

No.	Batang	Gaya	STAAD Pro
1	BSA 4, 5, 7, 16, 18, 19	Tarik	4250000 Kg
2	BSD 1, 3, 6, 8, 10, 17, 19, 21, 23, 24, 26, 28, 30, 37, 39, 41, 44, 46	Tekan	3145000 Kg
3	BSB 9-15, 20-23, 32-38, 43-46	Tarik	2416200 Kg
4	BST 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44	Tekan	268060 Kg
5	BIA 43 - 46	Tekan	799061.87 Kg
6	BIB 1 - 35, 70 - 100, 130 - 145, 162 - 184	Tekan	281450 Kg
7	GMT	Lentur	
		Mz	10764 kNm
		My	48.702 kNm
		Vu	417829 kg

Sumber : Hasil Analisa

Kontrol Batang

1. Kontrol BSA 4,5,7,16,18,19



Gambar 5 Detail Profil BSA 4,5,7,16,18,19

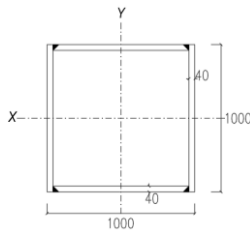
Batang yang dikontrol merupakan batang tarik BSA 4,5,7,16,18,19 yang merupakan profil BOX 1200.1000.50.50 dan menerima gaya sebesar 4250000 kg berdasarkan beban kombinasi Kuat I.

$$\begin{aligned} \phi P_{n1} \text{ (Kondisi Leleh)} &= 0.9 \cdot A_g \cdot F_y \\ &= 0.9 \cdot 210000 \cdot 355 \\ &= 67095000 \text{ N} > 42500000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi P_{n2} \text{ (Kondisi Fraktur)} &= 0.75 \cdot A_n \cdot F_y \\ &= 0.9 \cdot 174000 \cdot 490 \\ &= 63945000 \text{ N} > 42500000 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena $\phi P_{n1} > P_u$ dan $\phi P_{n2} > P_u$ maka profil aman untuk diaplikasikan.

2. Kontrol BSD 1,3,6,8,10,17,19,21,23,24,26,28,30, 37,39,41,44,46



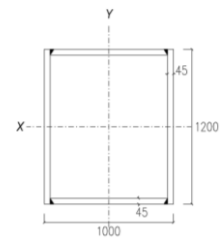
Gambar 6 Detail Profil BSD 1,3,6,8,10,17,19,21, 23,24,26,28,30,37,39,41,44,46

Batang yang dikontrol merupakan batang tekan BSD 1,3,6,8,10,17,19,21,23,24,26,28,30,37,39,41,44,46 yang merupakan profil BOX 1000.1000.40.40 dan menerima gaya sebesar 3145000 kg berdasarkan beban kombinasi Kuat I.

$$\begin{aligned} \phi \cdot P_n &= \phi \cdot A_g \cdot \frac{F_y}{\omega} \\ &= 0,85 \cdot 153600 \cdot \frac{355}{1,35112} \\ &= 34304089,15 \text{ N} > 31450000 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena $\phi \cdot P_n > P_u$ maka profil aman untuk diaplikasikan.

3. Kontrol BSB 9-15, 20-23



Gambar 9 Detail Profil BSB 9-15, 20-23

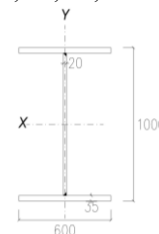
Batang yang dikontrol merupakan batang tarik BSB 9-15, 20-23 yang merupakan profil BOX 1200.1000.45.45 dan menerima gaya sebesar 2416200 kg berdasarkan beban kombinasi Kuat I.

$$\begin{aligned} \phi P_{n1} \text{ (Kondisi Leleh)} &= 0.9 \cdot A_g \cdot F_y \\ &= 0.9 \cdot 153600 \cdot 355 \\ &= 60673050 \text{ N} > 24162000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi P_{n2} \text{ (Kondisi Fraktur)} &= 0.75 \cdot A_n \cdot F_y \\ &= 0.9 \cdot 157500 \cdot 490 \\ &= 57881250 \text{ N} > 24162000 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena $\phi P_{n1} > P_u$ dan $\phi P_{n2} > P_u$ maka profil aman untuk diaplikasikan.

4. Kontrol BST 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44



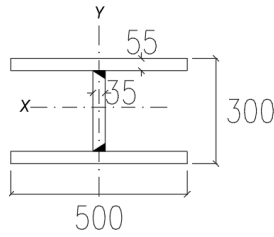
Gambar 10 Detail Profil BST 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44

Batang yang dikontrol merupakan batang tekan BST 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44 yang merupakan profil WF 1000.600.20.35 dan menerima gaya sebesar 268060 kg berdasarkan beban kombinasi Kuat I.

$$\begin{aligned} \phi \cdot P_n &= \phi \cdot A_g \cdot \frac{F_y}{\omega} \\ &= 0,85 \cdot 268060 \cdot \frac{355}{4,323} \\ &= 52395694,79 \text{ N} > 39960000 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena $\phi \cdot P_n > P_u$ maka profil aman untuk diaplikasikan.

5. Kontrol BIA 43 – 46



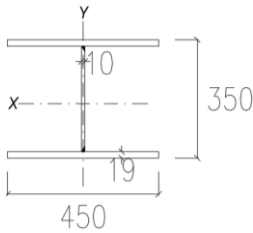
Gambar 12 Detail Profil BIA 43 – 46

Batang yang dikontrol merupakan batang tekan BIA 43 - 46 yang merupakan profil WF 300.550.35.55 dan menerima gaya sebesar 7990961,87 kg berdasarkan beban kombinasi Kuat I.

$$\begin{aligned} \phi.P_n &= \phi.A_g \cdot \frac{F_y}{\omega} \\ &= 0,85.67150. \frac{355}{2,478} \\ &= 8190358,083 \text{ N} > 7990961,7 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena $\phi.P_n > P_u$ maka profil aman untuk diaplikasikan.

6. Kontrol BIB 1 – 35, 70 – 100, 130 -145, 162 -184



Gambar 19 Detail Profil BIB 1 – 35, 70 – 100, 130 - 145, 162 -184

Batang yang dikontrol merupakan batang tekan BIB 1 – 35, 70 – 100, 130 -145, 162 -184 yang merupakan profil WF 350.450.10.19 dan menerima gaya sebesar 281450 kg berdasarkan beban kombinasi Kuat I.

$$\begin{aligned} \phi.P_n &= \phi.A_g \cdot \frac{F_y}{\omega} \\ &= 0,85.20220. \frac{355}{1,949} \\ &= 3129807,56 \text{ N} > 2814500 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena $\phi.P_n > P_u$ maka profil aman untuk diaplikasikan.

7. Kontrol Batang GMT



Gambar 22 Detail Profil GMT

Batang yang dikontrol merupakan batang Lentur GMT yang merupakan profil WF 1350.500.25.60 dan menerima momen arah z sebesar 10764 kNm serta momen arah y sebesar 48,702 kNm berdasarkan kombinasi beban Kuat I.

Momen Nominal (M_n)

Karena $\lambda < \lambda_p$ dan $L_b < L_p$, maka M_n dapat dianalisis dengan metode plastis.

Momen nominal arah x (M_{nx})

$$\begin{aligned} M_{nx} &= Z_x \cdot F_y \\ &= 49205625. 355 \\ &= 17467996875 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_{nx} &= 0.9 \cdot 17467996875 \\ &= 15721197188 \text{ Nmm} > 10764000000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Karena $\phi M_{nx} > M_u$ maka profil "OK".

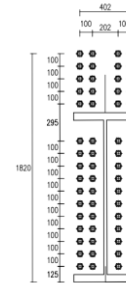
Momen nominal arah (M_{ny})

$$\begin{aligned} M_{ny} &= Z_y \cdot F_y \\ &= 7692187,5. 355 \\ &= 2730726563 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_{ny} &= 0.9 \cdot 2730726563 \\ &= 2457653906 \text{ Nmm} > 48702000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Karena $\phi M_{ny} > M_u$ maka profil "OK".

Sambungan Baut



Gambar 23 Detail Sambungan girder utama

Sambungan pada girder utama yang digunakan sebagai alat pengencang pada struktur jembatan adalah sambungan baut diameter 32 mm.

Kuat nominal baut terhadap geser

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi r_2 \cdot f_u^b \cdot m \cdot A_b \\ &= 0.75 \cdot 0.5 \cdot 825 \cdot 1 \cdot (804,25) \end{aligned}$$

$$= 248814,14 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_n\text{-total} &= \phi R_n \cdot n \\ &= 139958 \cdot 18 \end{aligned}$$

$$= 2519243 \text{ N} > 799843 \text{ N}$$

Gaya tarik terbesar yang diterima satu baut

$$\sum y^2 = 2(100^2 + 200^2 + 300^2 + 400^2 + 500^2 + 600^2 +$$

$$700^2 + 800^2 + 900^2 + 1195^2 + 1295^2 + 1395^2 + 1495^2 + 1595^2 + 11685^2) = 54428500 \text{ mm}$$

$$T_u = \frac{M_u \cdot y}{\sum y^2} = \frac{10764000000 \cdot 1695}{54428500} = 335210 \text{ N}$$

Interaksi geser dan tarik

$$f_{uv} = \frac{V_u}{n \cdot A_b} = \frac{4178290}{64 \cdot 660,52} = 81,176 \text{ Mpa}$$

$$f_t = (807 - 1.5 f_{uv}) < 621 \text{ Mpa}$$

$$= 807 - 1.5 \cdot 81,176$$

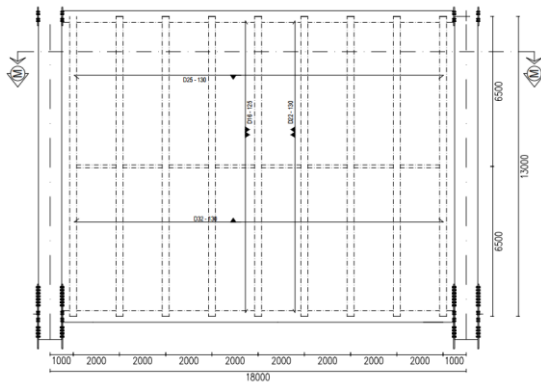
$$= 685,24 \text{ Mpa} < 621 \text{ Mpa}$$

$$\phi T_{n-1} \text{ baut} = 0.75 \cdot 621 \cdot 660,52$$

$$= 374578,38 \text{ N} > 335210 \text{ N}$$

Jadi jumlah baut yang dibutuhkan adalah 64 buah.

Perencanaan Pelat Lantai

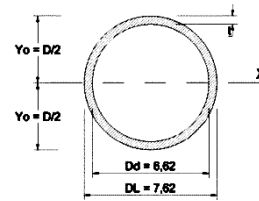


Gambar 24 Denah Penulangan Pelat Lantai

Diperoleh penulangan pelat lantai terbuat dari beton dengan K-250 dengan tulangan pokok D32-130 dan tulangan bagi D22-130.

Diperoleh Shear connector arah memanjang membutuhkan 40 buah dengan jarak 1300 mm setiap 13 meter bentang, dan Shear connector arah melintang membutuhkan 2 buah dengan jarak 300 mm pergelagar memanjang.

Perencanaan Pipa Sandaran



Gambar 25 Penampang Pipa Sandaran

Sandaran untuk pejalan kaki harus direncanakan untuk pembebanan rencana daya layan yaitu 0.75 kNm. Beban yang bekerja secara bersamaan dalam arah horizontal dan vertikal pada masing-masing sandaran pada ketinggian 90 cm dari lantai trotoar. Tidak ada ketentuan beban ultimate untuk sandaran. (SNI-T-02-2005).

Momen nominal (Mn) penampang kompak

$$M_n = Z_x \cdot f_y$$

$$= 42589.704 \cdot 240$$

$$= 10221529 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n = 0.9 \cdot 10221529$$

$$= 9199376 \text{ Nmm} > 3960938 \text{ Nmm}$$

Karena $\phi M_n > M_{ux}$ maka profil "OK". Didapatkan sandaran jembatan menggunakan pipa diameter 3".

Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) seperti pada Tabel 2.

No	Pekerjaan	Biaya (Rp)
1	Persiapan	511,520,258
2	Rangka Batang	399,012,110,370
3	Bracing	43,029,624,741
4	Gelagar Memanjang	45,638,361,591
5	Shear Connector	365,616,234
6	Pengecoran Pelat Lantai	9,066,517,613,338
7	Stell Deck Jembatan	213,606,772
8	Pipa Sandaran	885,325,724
9	Pekerjaan Aspal	125,793,775,910
TOTAL BIAYA		9,681,457,376,456

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Profil baja yang digunakan :
 - a. Batang Struktur Atas (BSA) adalah BOX 1200.1000.50.50, 1200.1000.70.70 dan BOX 1200.1000.100.100

- b. Batang Struktur Diagonal (BSD) adalah BOX 1000.1000.40.40 dan BOX 1000.1000.60.60
 - c. Batang Struktur Bawah (BSB) adalah BOX 1200.1000.45.45
 - d. Batang Struktur Tegak (BST) adalah WF 1000.600.20.35
 - e. Bracing Atas (BIA) adalah WF 300.550.35.55 dan WF 300.300.9.15
 - f. Bracing Bawah (BIB) adalah WF 350.450.10.19
 - g. Gelagar Melintang (GMT) adalah WF 1350.500.25.60
2. Sambungan menggunakan baut diameter 32 mm.
 3. Pelat lantai terbuat dari beton bertulang dengan tulangan pokok D32 – 130 dan tulangan bagi D22-130.
 4. Sandaran pada jembatan menggunakan pipa diameter 3”.
 5. Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan adalah sebesar Rp 9,681,457,376,456

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Monika Eirine Tumimomor Servie O. Dapas, Melke R. I. A. J. Mondoringin. (2016). Analisis Penghubung Geser (*Shear Connector*) Pada Balok Baja dan Pelat Beton. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado*.
- [2] Dewi Safitri L, Bernadinus Herbudiman. (2015). Kajian Perilaku Jembatan *Cable Stayed* terhadap Variasi Kemiringan Lantai Jembatan Studi Kasus: Jembatan Satu, Bareleng. *Jurnal Teknik Sipil Universitas, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional*.
- [3] Djoko, Y. (2016). Standar Pembebanan Pada jembatan Menurut SNI 1725 2016. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Komputer Indonesia*.
- [4] Helmi, A. (2015). Re-Design Jembatan Nambangan Bantul Menggunakan Rangka Baja Type Warren. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia*.
- [5] Nasional, B. S. (2005). SNI T 03-2005 Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan. *Badan Standarisasi Nasional, Jakarta*.
- [6] Nasional, B. S. (2008). SNI 2833:2008 Standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan. *BSN. Jakarta*.
- [7] Nasional, B. S. (2016). SNI 1725: 2016 Pembebanan untuk Jembatan. *BSN. Jakarta*.
- [8] Setiawan, A. (2008). Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD. *Jakarta: Erlangga*.