

Alternatif Desain Struktur Atas Jembatan Paseban II di Kabupaten Jember Menggunakan Tipe Parker Truss

Rudy Ermawan Sumpeno¹, Lilis Zulaicha², Retnowati Setioningsih³

^{1,2,3}Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl. Babarsari No 1. Depok, Sleman, Yogyakarta, Telp: (0274) 485390, 486986 Fax: (0274) 487249

e-mail: *1rudysumpeno@gmail.com, 2lilis.zulaicha@gmail.com, 3rsetioningsih13@gmail.com

Abstrak

Pembangunan Jalur Lintas Selatan (JLS) yang berada di Jawa Timur memiliki panjang total 684km yang membentang dari Kabupaten Tulungagung sampai dengan Kabupaten Banyuwangi. Jembatan Psaeban II merupakan jembatan yang dibangun sebagai sarana penghubung Jalur Lintas Selatan Pulau Jawa yang terletak di Kabupaten Jember, Jawa Timur. Pada Tugas Akhir ini merencanakan ulang Jembatan Paseban II dengan rangka baja tipe parker truss sebagai alternatif desain jembatan baru yang sudah dibangun. Jembatan Parker Truss direncanakan dengan bentang total 82,80 m terbagi menjadi 2 segmen masing-masing 41,4m.

Dalam perencanaan ulang Jembatan Paseban II ini dimulai dengan pengumpulan data sekunder yang berupa gambar eksisting jembatan, pembuatan gambar rencana jembatan, perencanaan dimensi dan perhitungan pembebanan yang mengacu pada SNI 1725-2016, perhitungan perencanaan jembatan yang mengacu pada RSNI-T-03-2005. Perencanaan struktur atas jembatan meliputi perencanaan pelat lantai, tiang sandaran, gelagar memanjang, gelagar melintang, ikatan angin, dan gelagar induk dengan analisis pembebanan dengan program bantu SAP2000.

Hasil perencanaan yang telah dilakukan diperoleh ketebalan pelat lantai 20mm, dengan mutu beton $f_c' 30$ MPa dan tulangan lentur negatif D16-200 serta tulangan lentur positif D16-200. Gelagar memanjang digunakan profil IWF 500x300x11x18 dengan jarak 1,75m, sedangkan gelagar melintang digunakan profil IWF1000x400x16x28 dengan jarak 4,6m. Gelagar induk digunakan profil WF400x400x20x35.

Kata kunci: Perencanaan, Jembatan, Rangka, Baja, Parker.

Abstract

The construction of the Southern Cross on East Java has a total length 684km extending from Tulungagung Regency until Banyuwangi Regency. Pasaeban II Bridge was located in Jember Regency, East Java. On this research redesign of Paseban Bridge II with a steel frame of parker truss as an alternative design for a new bridge already built. The parker truss bridge is planned with a total span of 82,80 m and divides into 2 segments each of 41,4 m.

In redesign of Paseban Bridge II it start from to collect secondary data which is asbuilt drawing bridge, preliminary design, dimensional planning and load calculations refer to SNI 1725-2016, bridge planning calculation refer to RSNI-T-03-2005. Planning of structure bridge consist of planning floor plate, railings, longitudinal girder, transverse girder, bracing chord and main girder with the load analysis use SAP2000 program.

The result of the planning that have been obtained the thickness of 20mm floor slab with quality of concrete $f_c' 30$ MPa and the negative reinforcement D16-200 and the positive reinforcement D16-200. Longitudinal girder use profile IWF 500x300x11x18 and total length 1,75m, transverse girder for use profile IWF1000x400x16x28 and total length 4,6m. Main girder use profile WF400x400x20x35.

Keywords : Bridges, Redesign, Parker, Truss, Steel.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada Pembangunan Jalur Lintas Selatan (JLS) memiliki kendala baik teknis maupun non-teknis. Salah satu kendala teknis yang dihadapi dalam pembangunan yaitu kondisi geografis daerah pantai selatan yang berbeda-beda. Sehingga perlu dibangun infrastruktur yang mampu mengatasi permasalahan yang ada. Jembatan merupakan salah satu solusi terhadap permasalahan yang dihadapi dalam pembangunan Jalur Lintas Selatan.

Salah satu jembatan yang dibangun adalah Jembatan Paseban II yang berada di Kabupaten Jember. Jembatan Paseban II dibangun pada awal tahun 2020 dengan konstruksi jembatan PCI Girder dengan panjang total jembatan 82,80 m dengan pembagian segmen jembatan yaitu 25,60 m, 30,60 m, dan 25,60 m yang berdiri diatas 2 pilar penopang berada ditengah. Akan tetapi, penggunaan tipe PCI Girder dirasa kurang efisien dalam penggunaan pilar, sehingga pada Tugas Akhir ini dilakukan perencanaan ulang sebagai alternatif jembatan baru yang sudah dibangun dengan menggunakan rangka baja tipe parker truss. Pemilihan rangka baja dikarenakan memiliki rasio bentang yang lebih panjang sehingga dapat mengurangi penggunaan pilar.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang tersebut adalah:

- 1) Bagaimana perencanaan struktur atas jembatan baja tipe parker truss?
- 2) Bagaimana perhitungan analisis struktur beserta kontrol analisisnya?
- 3) Bagaimana perencanaan sambungan pada komponen-komponen penyusun struktur atas jembatan?

1.3 Ruang Lingkup Studi

Pada penyusunan ini hanya membahas struktur bagian atas jembatan dan tidak melakukan perhitungan biaya serta waktu dan metode pelaksanaan. Perencanaan struktur atas mengacu pada RSNI T-03-2005 Tentang Pedoman Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan. Sedangkan pada perhitungan pembebanan mengacu pada SNI 1725-2016 Tentang Pembebanan Pada Jembatan. Adapaun pembahasan struktur atas meliputi:

- 1) Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan
- 2) Perencanaan Tiang Sandaran
- 3) Perencanaan Gelagar Memanjang
- 4) Perencanaan Gelagar Melintang
- 5) Perencanaan Gelagar Induk
- 6) Perencanaan Ikatan Angin
- 7) Perencanaan Sambungan Baut

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Jembatan berada di Jalan Jalur Lintas Selatan, Panggul Mlati, Kepanjen, Kecamatan Gumuk Mas, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur.

2.2 Penentuan Dimensi Jembatan

Dalam perencanaan jembatan ini direncanakan berdasarkan ketentuan yang ditetapkan menurut Surat Edaran Menteri PUPR No. 07/SE/M/2015 harus memenuhi beberapa aspek antara lain : keselamatan, keawetan, mudah diperiksa, mudah dipelihara, keamanan dan kenyamanan pengguna, utilitas, perubahan bentuk, pertimbangan pelebaran di masa depan, kemudahan pengerjaan dan ekonomis. Sedangkan menurut Surat Edaran Menteri PUPR No 05/SE/Db/2017 berdasarkan bentang jembatan eksisting, perencanaan jembatan bentang 40 s.d. 100 meter dapat menggunakan jembatan rangka baja sebagai bahan menyusun utamanya.

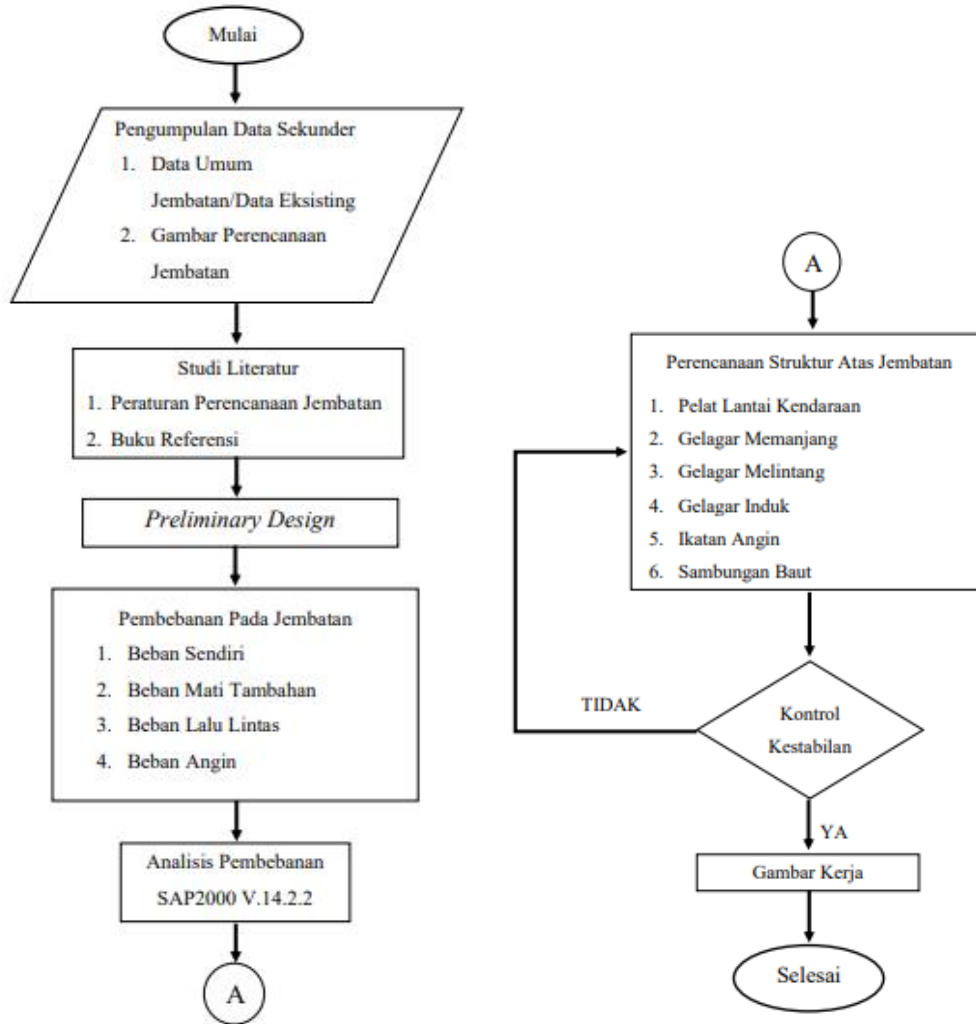
2.3 *Pembebanan Jembatan*

Beban yang direncanakan dalam penelitian ini mengacu pada pedoman pembebanan pada jembatan SNI 1725:2016 yang meliputi beban sendiri, beban mati tambahan, beban lalu lintas (beban jalur D, beban truk T, dan beban rem) dan beban angin.

2.4 *Perencanaan Struktur Atas Jembatan*

Struktur atas jembatan rangka baja ini direncanakan berdasarkan RSNI T 03-2005 dengan komponen yang direncanakan meliputi Perencanaan pelat lantai kendaraan, gelagar memanjang, gelagar melintang, gelagar induk, ikatan angin, dan perencanaan sambungan.

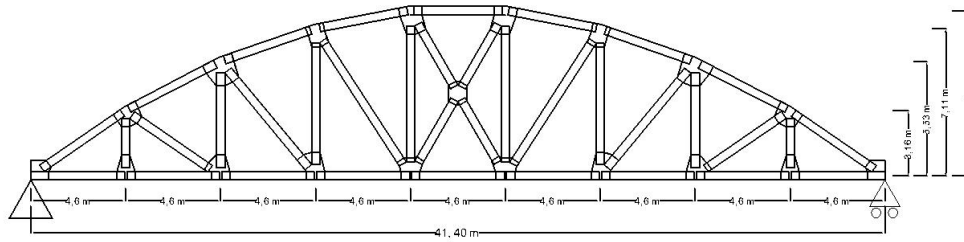
2.5 *Bagan Alur Penelitian*



Gambar 1. Digram Alur Tugas Akhir
Sumber: Data Penelitian

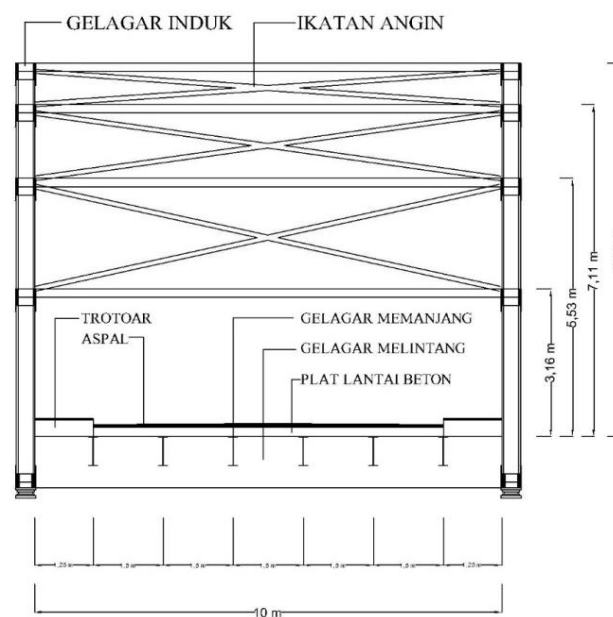
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Preliminary Design



Gambar 2. Preliminary desain jembatan 1 segmen

Sumber : (Data Penelitian, 2021)



Gambar 3. Tampak depan jembatan

Sumber : (Data Penelitian, 2021)

3.2 Perencanaan Tiang Sandaran

Berikut merupakan hasil perhitungan dan perencanaan Tiang Sandaran :

Profil yang digunakan	= Circular Hollow Ø 101,6 mm
Gaya horizontal yang terjadi	= 100 kg/m
Momen yang terjadi	= 26572,5 kgcm
Gaya Geser yang terjadi	= 231,065 kg
Lendutan yang terjadi (δ)	= 1,911 cm < δ_{ijin} 2,556
Tegangan yang terjadi (σ)	= 922,656 kg/cm ² < σ_{ijin} = 1600 kg/cm ²
Gaya Geser yang terjadi (σ)	= 18,847 kg/cm ² < σ_{ijin} = 928 kg/cm ²

3.3 Perencanaan Pelat Lantai

Berikut merupakan hasil perhitungan dan analisis pelat lantai kendaraan:

Tabel 1. Perhitungan Tulangan Pelat Lantai

No	Notasi		Tul. Lentur Negatif		Tul. Lentur Positif	
			Arah		Arah	
			Melintang	Memanjang	Melintang	Memanjang
1	Mu	kNm	85,742	17,148	89,307	17,861
2	Mn _{perlu} = Mu/0,9	kNm	94,969	19,054	99,230	19,846
3	A _{Sperlu}	mm ²	1652,44	574,36	1733,92	574,36
4	ρ _{pakai}		0,0126	0,0041	0,0126	0,0041
5	A _S _{pakai}	mm ²	2011,429	663,93	2011,42	663,93
6	Tulangan _{pakai}		D16-100	D16-200	D16-100	D16-200
7	Mn = Ts (d-a/2)	kNm	113,45	40,115	113,45	40,115

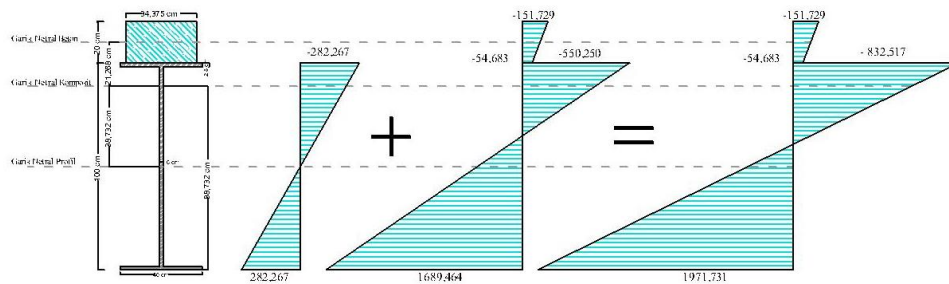
Sumber : (Data Penelitian, 2021)

3.4 Perencanaan Gelagar Memanjang

- Profil yang digunakan = IWF 600.200.12.20
- Momen yang terjadi (Mu) = 379,602 kNm
- Gaya Geser yang terjadi (Vu) = 183,838 kN
- Momen Nominal Profil (ØMn) = 965,520 kNm
- Kuat Rencana Geser (ØVn) = 1203,725 kN
- Lendutan ijin (δ_{ijin}) = 0,575 cm
- Lendutan yang terjadi (δ) = 0,381
- Tegangan Lentur terjadi (σ) = 1273,831 kg/cm²
- Tegangan yang diijinkan (σ_{ijin}) = 2400 kg/cm²

3.5 Perencanaan Gelagar Melintang

- Profil yang digunakan = IWF 1000.400.16.28
- Gaya Geser komposit yang terjadi (Vu) = 1364,675 kN
- Kuat Rencana Geser (ØVn) = 2866,545 kN
- Lendutan ijin (δ_{ijin}) = 2,2000 cm
- Lendutan yang terjadi (δ) = 1,9889 cm
- Tegangan pada pelat atas beton (σ) = 151,729 kg/cm²
- Tegangan pada pelat bawah beton (σ) = 5,468 kg/cm²
- Tegangan ijin pada pelat beton (σ_{ijin}) = 1620 kg/cm²
- Tegangan pada sayap atas profil (σ) = 55,025 kg/cm²
- Tegangan pada sayap bawah profil (σ) = 1689,464 kg/cm²
- Tegangan yang diijinkan (σ_{ijin}) = 2400 kg/cm²

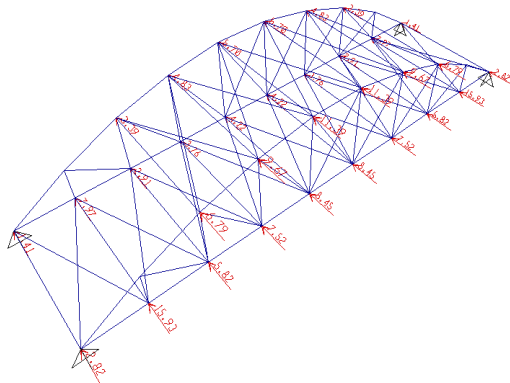


Gambar 4. Grafik tegangan komposit gelagar melintang

Sumber : (Data Penelitian, 2021)

3.6 Perencanaan Ikatan Angin

Perhitungan beban angin mengacu pada SNI 1725-2016 dengan tekanan angin diasumsikan maksimal sebesar 126 km/jam. Berikut analisis beban angin dengan SAP2000.



Gambar 5. Pembebanan Ikatan Angin

Sumber: (Design Perencanaan, 2021)

Tabel 2. Hasil Analisis SAP 2000 Gaya Angin

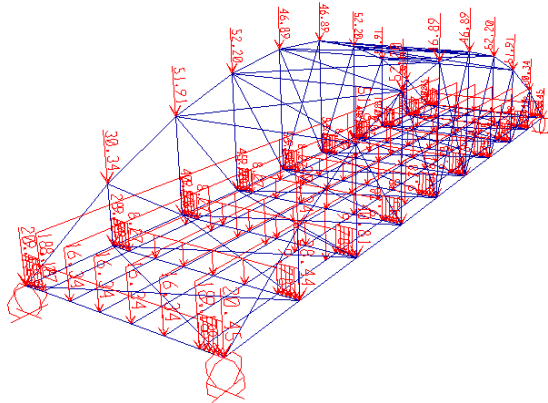
Segmen Ikatan Angin	Gaya Aksial (kN)	Ket. Batang
Ikatan Angin Atas	-85,556	Tekan
	84,034	Tarik
Ikatan Angin Bawah	-50,745	Tekan
	48,884	Tarik

Kontrol perhitungan ikatan angin :

- Profil yang digunakan = L 200.200.25
- Tegangan tekan ikatan angin atas (σ) = 2191,931 kg/cm²
- Tegangan tarik ikatan angin atas (σ) = 89,636 kg/cm²
- Tegangan tekan ikatan angin atas (σ) = 1288,834 kg/cm²
- Tegangan tekan ikatan angin atas (σ) = 52,142 kg/cm²
- Tegangan yang diijinkan (σ_{ijin}) = 2400 kg/cm²

3.7 Perencanaan Gelagar Induk

3.7.1 Beban Mati Gelagar Induk (MS)



Gambar 6. Pembebanan beban mati

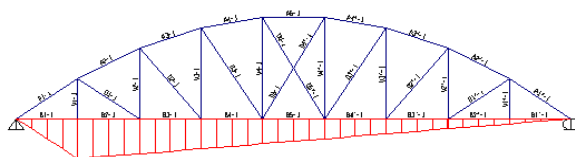
Sumber: (Design Perencanaan, 2021)

Tabel 3. Gaya Aksial Beban Mati

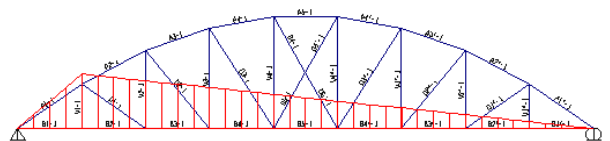
No. Kode	BATANG							
	A (kN)		B (kN)		V (kN)		D (kN)	
	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik
1	659.660	-	-	510.325	-	33.942	-	29.360
2	638.872	-	-	498.444	-	29.691	-	16.013
3	593.010	-	-	510.060	-	38.975	4.395	-
4	576.534	-	-	514.756	-	44.802	-	23.413
5	577.909	-	-	500.298	-	-	-	24.230
5'	-	-	-	-	-	-	-	23.413
4'	578.460	-	-	516.994	-	44.252	-	24.230
3'	596.979	-	-	514.833	-	37.859	2.896	-
2'	644.425	-	-	504.220	-	29.268	-	17.465
1'	664.901	-	-	519.332	-	33.942	-	30.109

3.7.2 Beban Hidup Gelagar Induk (TD)

Perhitungan beban hidup menggunakan analisis garis pengaruh akibat beban bergerak.

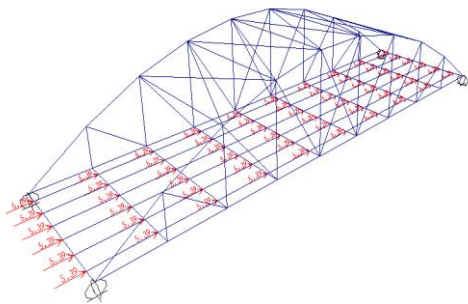


Gambar 7. Analisis garis pengaruh batang A1



Gambar 8. Analisis garis pengaruh batang B1

3.7.3 Beban Rem (TB)

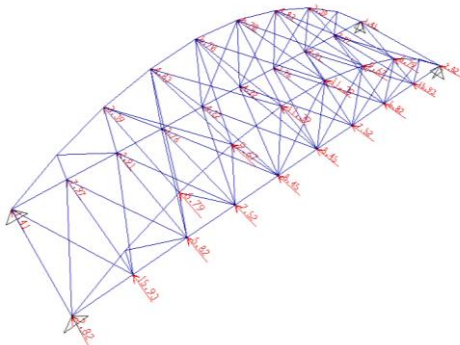


Gambar 9. Pembebanan gaya rem

Tabel 4. Hasil Analisis SAP 2000 gaya rem

No. Kode	BATANG							
	A (kN)		B (kN)		V (kN)		D (kN)	
	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik
1	48	-	-	16	0	0	-	24
2	16	-	-	16	4,647	-	-	16
3	0	0	-	64	3,158	-	-	16
4	-	32	-	48	14,431	-	0	0
5	0	0	-	16	-	-	0	0
5'	-	-	-	-	-	-	0	0
4'	32	-	0	0	-	6,773	0	0
3'	48	-	48	-	-	14,291	8	-
2'	16	-	-	16	-	17,154	24	-
1'	8	-	-	32	0	0	0	-

3.7.4 Beban Angin (EW)



Gambar 10. Pembebanan gaya angin

Tabel 5. Hasil Analisis SAP 2000 Gaya Angin

No. Kode	BATANG							
	A (kN)		B (kN)		V (kN)		D (kN)	
	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik
1	47,540	-	43,163	-	0	0	-	6,791
2	50,377	-	10,762	-	3,845	-	-	4,054
3	38,672	-	-	14,660	3,116	-	1,379	-
4	17,977	-	-	26,119	0	0,059	-	1,267
5	16,450	-	-	26,292	-	-	-	1,267
5'	-	-	-	-	-	-	-	1,267
4'	17,977	-	-	26,119	0	0,059	-	1,267
3'	38,672	-	-	14,660	3,116	-	1,379	-
2'	50,377	-	10,762	-	3,845	-	-	4,054
1'	47,540	-	43,163	-	0	0	-	6,791

3.7.5 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan digunakan kombinasi Kuat I dan Kuat III SNI 1725-2016. Berikut merupakan hasil pembebanan gelagar induk jembatan.

1) Kombinasi Kuat I

No Batang	Beban Mati		Beban Hidup D		Beban Rem		TOTAL	
	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik
A1	659.66	0	3961.706	0	48	0	4669.366	0
B3	0	510.06	0	4484.991	0	64	0	5059.051

2) Kombinasi Kuat III

No Batang	Beban Mati		BEBAN ANGIN		TOTAL	
	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik	Tekan	Tarik
A1	659.66	0	66.556	0	726.216	0
B4'	0	516.994	0	36.5666	0	553.5606

3.7.6 Kontrol Rangka Induk

Batang Tarik

Kapasitas Putus = 11957,205 kN

Kuat Leleh = 11091,530 kN

Batang Tekan

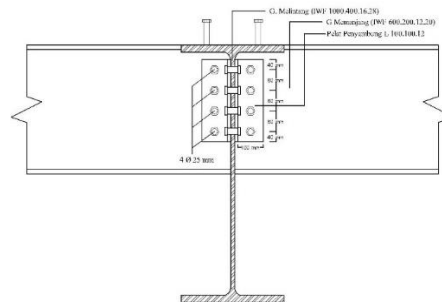
Kuat Nominal Penampang = 10278,530 kN

3.8 Perencanaan Sambungan

1) Sambungan Gelagar Memanjang ke Gelagar Melintang

Pelat Penyambung = L 100.100.12

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| Diamater Baut | = 24 mm |
| Gaya Tarik Minimum Baut | = 210 kN |
| Gaya Geser G Memanjang | = 183,8383 kN = 18383,83 kg |
| Kuat Geser 1 Baut | = 124,5825 kN |
| Jumlah Baut | = 1,475 \approx 4 buah |
- 2) Sambungan Gelagar Melintang ke Gelagar Induk
- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| Pelat Penyambung | = L 150.150.18 |
| Diamater Baut | = 36 mm |
| Gaya Tarik Minimum Baut | = 490 kN |
| Gaya Geser G Melintang | = 1349,675 kN = 134967,5kg |
| Kuat Geser 1 Baut | = 290,6925 kN |
| Jumlah Baut | = 4,69 \approx 5 buah |
- 3) Sambungan Ikatan Angin
- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Tebal Pelat Penyambung | = 10 mm |
| Diamater Baut | = 16 mm |
| Gaya Tarik Minimum Baut | = 95 kN |
| Gaya Geser Angin | = 8555,6 kg |
| Kuat Geser 1 Baut | = 2817,9375 kg |
| Jumlah Baut | = 3,036 \approx 4 buah |



Gambar 11. Sambungan gelagar memanjang ke gelagar melintang
Sumber: (Design Perencanaan, 2021)

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan studi yang telah dilakukan maka diperoleh beberapa kesimpulan dari hasil penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- 1) Bentang eksisting Jembatan Paseban II sepanjang 82,8 m dengan pembagian 3 segmen jembatan yang terdiri atas 2 pilar jembatan. Tipe jembatan eksisting merupakan jembatan jenis PCI Girder. Pada alternatif desain yang dilakukan direncanakan jembatan dengan 2 segmen yang masing-masing segmen sepanjang 41,40 m. Jembatan direncanakan berupa jembatan rangka baja tipe *parker truss*
- 2) Pelat lantai kendaraan direncanakan dengan mutu beton f_c' 30 MPa selebar 11 m. Lebar lantai kendaraan disesuaikan dengan lebar jembatan dan tanpa menggunakan trotoar. Ketebalan pelat lantai kendaraan sebesar 200 mm serta tebal aspal sebesar 50 mm dengan tulangan lentur negatif D16-100, tulangan lentur positif D16-100 serta tulangan bagi dengan D16-200.
- 3) Gelagar memanjang digunakan profil IWF 600x200x12x20 dengan mutu baja profil BJ52. Jarak antar gelagar memanjang sepanjang 1,75 m dengan lendutan yang terjadi sebesar 0,381 cm yang lebih kecil dari lendutan ijin sebesar 0,575 cm.

- 4) Pada gelagar melintang direncanakan dengan profil IWF 1000.400.16.28 dengan mutu baja BJ 52. Jarak anatar gelagar direncanakan 4,6 m dengan lendutan maksimal yang terjadi 1,9889 cm lebih kecil dibanding lendutan ijin 2,2 cm.
- 5) Ikatan angin yang direncanakan berupa ikatan angin atas dan ikatan angin bawah dengan profil L 200x200x25 dengan gaya aksial yang bekerja sebesar -85,556 kN dan 84,034 pada ikatan angin atas dan -50,745 kN dan 48,884 kN pada ikatan angin bawah.
- 6) Rangka induk pada jembatan ini digunakan profil WF 400x400x20x35 dengan mutu baja profil BJ52. Pada analisis perhitungan rangka induk dilakukan kombinasi pembebanan yang mengacu pada RSNI T-03-2005 dengan kombinasi Kuat I dan Kuat III.
- 7) Perencanaan sambungan direncanakan pada beberapa bagian jembatan agar komponen satu dengan lainnya saling terikat. Adapun perencanaan sambungan meliputi :
 - a) Sambungan gelagar memanjang dengan gelagar melintang. Direncanakan dengan profil siku L 100x100x12 dengan alat sambung baut \varnothing 24 mm sejumlah 4 buah baut.
 - b) Sambungan gelagar melintang dengan gelagar induk. Direncanakan dengan profil siku L 150x150x18 dengan alat sambung baut \varnothing 36 mm sejumlah 5 baut.
 - c) Sambungan ikatan angin digunakan profil pelat setebal 10 mm dengan alat sambung baut \varnothing 16 mm sejumlah 4 buah baut.
 - d) Sambungan antar gelgar induk direncanakan dengan baut \varnothing 36 mm dengan pelat sambung setebal 25 mm, dengan jumlah baut bervariasi yang terlampir dalam perhitungan.

5. SARAN

Adapun saran dalam penulisan jurnal ini diantaranya sebagai berikut :

- 1) Pada proses pengumpulan data sebaiknya dilengkapi dengan data primer berupa pengamatan langsung pada objek serta data teknis yang lebih lengkap sehingga pada saat perencanaan diperoleh data dan hasil yang lebih akurat.
- 2) Analisis perhitungan sebaiknya menggunakan program bantu komputer yang lebih diperuntukkan dalam mendesain jembatan seperti Midas Civil, STAAD Pro, dsb.
- 3) Pada perencanaan jembatan ini masih banyak yang bisa dikembangkan dalam penelitian lanjutan seperti perencanaan struktur bawah jembatan, perencanaan metode pelaksanaan jembatan, serta analisis perbandingan biaya antara jembatan eksisting dengan alternatif jembatan yang direncanakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT, karena kehendak dan ridhaNYA. Adapun dalam kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada Ibu Lilis Zulaicha, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I, Ibu Retnowati Setioningsih, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II dan semua pihak yang terkait dan membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Standar Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan (RSNI T-03:2005)*. Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *Standar Pembebanan Untuk Jembatan (SNI 1725:2016)*. Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Pemerintah Indonesia. 2015. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor : 07/SE/M/2015 Tentang Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Pemerintah Indonesia. 2017. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor : 05/SE/Db/2017 Tentang Ketentuan Desain dan Revisi Desain Jalan dan Jembatan, Serta Kerangka Acuan Kerja Pengawasan Teknis. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

