

DESAIN STRUKTUR *CABLE STAYED BRIDGE TYPE FAN PATTERN* (JEMBATAN KEBON AGUNG 2, SLEMAN, YOGYAKARTA)

Algazt Aryad Masagala¹, Samun Rinasa Adi²

^{1,2} Universitas Teknologi Yogyakarta
Email : algazt.masagala@uty.ac.id

ABSTRAK

Jembatan Kebon Agung 2 terletak di Sleman, D.I. Yogyakarta memiliki bentang 200 m, lebar 7 m, dan memiliki dua trotoar dengan lebar 1 m. Dipilihnya tipe jembatan *cable stayed* dimaksudkan bahwa tipe jembatan tersebut merupakan tipe jembatan yang digunakan untuk bentang panjang. Tujuan dari penelitian ini untuk memperoleh hasil desain struktur jembatan *Cable Stayed* tipe *Fan Pattern*. Komponen struktur utama menggunakan material baja BJ 37 dan beton f_c' 25 MPa. Dari hasil perencanaan didapatkan dimensi profil baja gelagar memanjang menggunakan *Box* 1200.500.20.20, untuk *End Cross Girder* menggunakan IWF 700.300.13.24, *Cross Girder* menggunakan IWF 900.300.16.28, *Stringers* menggunakan IWF 450.200.9.14, *Wind Bracing* menggunakan IWF 200.200.8.12, serta sambungan menggunakan baut mutu tinggi A-325. Dimensi kabel secara total menggunakan Ø130 mm dengan jumlah angkur 61. Slab komposit tebal 20 cm dengan tulangan pokok Ø16-150 mm dan tulangan bagi Ø13-150 mm. Nilai lendutan maksimum yaitu 0,10 m dengan nilai lendutan ijin yang disyaratkan sebesar 0,13 m.

Kata Kunci : Desain Struktur, *Cable Stayed Bridge*, Jembatan Kebon Agung 2.

1. PENDAHULUAN

Rekayasa jembatan dengan sistem *cable stayed*, yang merupakan salah satu teknologi jembatan kabel, telah semakin berkembang pesat dan sangat menarik perhatian para arsitek dan para insinyur sipil (Supriyadi, 2013). Jembatan *cable stayed* diminati, mengingat tampilan akhir yang berkesan sederhana tetapi mengandung unsur estetis yang tinggi serta ketangguhannya secara struktural yang tidak diragukan. Setelah sistem *cable stayed* diperkenalkan, rekayasa teknologi telah menghasilkan kreasi kreasi dari struktur tipe baru yang memiliki karakteristik yang sangat baik dan keuntungan yang sangat besar (Masagala, 2022). Dan yang paling menonjol adalah karakteristik karakteristik secara struktural, efisiensi dan pengaplikasian yang sangat luas. Karakteristik struktural dasar, alasan pembangunan secara cepat serta keberhasilan dari jembatan (Masagala, 2022).

Jembatan Kebon Agung 2 memiliki bentang 200 meter, lebar 7 meter, memiliki dua trotoar pada kedua sisi dengan lebar 1 meter. Struktur *Existing* Jembatan Kebon Agung melewati Sungai Progo yang berada di ruas jalan Dekso – Minggir yang menghubungkan Kecamatan Kalibawang, Kabupaten Kulon Progo dengan Kecamatan Minggir, Kabupaten Sleman. Dipilihnya Jembatan *Cable Stayed* pada perencanaan ulang dimaksudkan bahwa tipe jembatan tersebut merupakan tipe jembatan yang digunakan untuk bentang panjang (Irawan et al., 2011).

Lemahnya jembatan Kebon Agung lama ditinjau dari segi usia, jembatan ini merupakan bangunan lama yang dibuat sekitar pada tahun 2008. Selain dari faktor usia, beban tonase yang berlebihan dan padatnya lalu lalang kendaraan yang melewati jembatan tersebut semakin memperapuh kondisi jembatan. Melihat kelemahan tersebut, maka dilakukan perencanaan jembatan baru direncanakan dengan dimensi lebar serta bentang yang sama dengan bentang 200 meter, sehingga dapat dikategorikan sebagai jembatan bentang panjang. Jembatan bentang panjang biasanya didesain dengan beberapa metode diantaranya *Cable Stayed* (Kementerian Pekerjaan Umum, 2010).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui hasil perencanaan struktur atas Jembatan Kebon Agung 2 menggunakan sistem jembatan *Cable Stayed* dengan tipe *Fan Pattern*.

Pembebanan jembatan mengacu pada (SNI 1725-2016) Tentang Pembebanan Jembatan. Perhitungan terhadap gaya gempa mengacu pada (SNI 2833-2016) Tentang Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa. Analisis kekuatan struktur menggunakan bantuan *software* SAP2000. Perancangan pada rangka jembatan mengacu pada (RSNI T-03-2005) Tentang Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan.

Dalam penelitian ini perlu difokuskan pada suatu hal sehingga diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Jembatan yang ditinjau adalah Jembatan Kebon Agung 2 di ruas Jalan Dekso-Minggir, Kabupaten Sleman.
2. Model struktur yang digunakan adalah jembatan kabel (*Cable Stayed*) bentang 200 meter dengan tiang utama *pylon* berada ditengah bentang.
3. Hanya melakukan perancangan struktur atas jembatan tanpa meninjau struktur bawah dan *pylon* jembatan.
4. Analisis yang difokuskan hanya pada kabel dan *deck* jembatan.
5. Tidak mendesain ukuran dan jumlah pondasi serta kontrol terhadap bangunan bawah.
6. Tidak menganalisa pengaruh momen tambahan pada *pylon* akibat kemiringan kabel.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang tidak sebidang dan berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya berupa sungai, laut, atau jalan lalu lintas biasa (Struyk dan Veen, 1984). Menurut Supriyadi dan Muntohar (2007), dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknik dan estetika arsitektural yang meliputi: aspek lalu lintas, aspek teknis, dan aspek estetika. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dalam Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan, jembatan adalah bangunan pelengkap jalan yang berfungsi sebagai penghubung dua ujung jalan yang terputus oleh sungai, saluran, lembah dan selat atau laut, jalan raya dan jalan kereta api. Jembatan terdiri dari dua bagian, yaitu bangunan atas dan bangunan bawah.

2.2. Definisi Jembatan Cable Stayed

Jembatan *Cable Stayed* merupakan salah satu tipe struktur yang digunakan dalam konstruksi jembatan. Jembatan *Cable Stayed* sudah dikenal sejak lebih dari 200 tahun yang lalu (Walther, 1988) pada awal era tersebut umumnya dibangun dengan menggunakan kabel vertikal dan miring seperti Dryburgh Abbey Footbridge di Skotlandia yang dibangun pada tahun 1817. Sejak saat itu jembatan *Cable Stayed* mengalami banyak perkembangan dan mempunyai bentuk yang bervariasi dari segi material yang digunakan maupun segi estetika (Supriyadi dan Muntohar, 2007:197).

Jembatan *Cable Stayed* adalah jembatan yang dibangun dengan menggunakan gelagar baja, rangka beton, atau beton pratekan sebagai gelagar utama (Zarkast dan Roliansjah, 1995). Pemilihan bahan gelagar tergantung pada ketersediaan bahan, metode pelaksanaan dan harga konstruksi. Penilaian parameter tersebut tidak hanya tergantung pada perhitungan semata melainkan masalah ekonomi dan estetika lebih dominan. Kecenderungan sekarang adalah menggunakan gelagar beton, *cast in situ* atau *prefabricated* (pre cast).

2.3. Pembebanan

a. Beban Permanen

Beban permanen merupakan beban yang bersifat tetap meliputi: beban mati komponen struktural dan non struktural jembatan, beban mati perkerasan dan utilitas, gaya horisontal akibat tekanan tanah, gayagaya yang terjadi pada struktur jembatan yang disebabkan oleh proses pelaksanaan, termasuk semua gaya yang terjadi akibat konstruksi segmental, dan gaya prategang.

b. Beban Lajur "D"

Pembebanan lajur "D" ditempatkan melintang pada lebar penuh dari jalur lalu lintas pada jembatan dan menghasilkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan rangkaian kendaraan sebenarnya.

c. Beban Truk "T"

Pembebanan truk "T" adalah kendaraan berat tunggal (semitriller) dengan tiga gandar yang ditempatkan dalam kedudukan jembatan pada lajur lalu lintas rencana. Tiap gandar terdiri dari dua pembebanan bidang kontak yang dimaksud agar mewakili pengaruh roda kendaraan berat. Hanya satu truk yang harus ditempatkan dalam tiap lajur lalu lintas rencana. Untuk panjang penuh dari beban truk "T" harus ditempatkan di tengah lajur lalu lintas.

d. Beban Pejelan Kaki

Trotoar yang memiliki lebar lebih dari 60 cm harus direncanakan untuk memikul beban dengan intensitas 5 kPa dan dianggap bekerja secara bersamaan dengan beban kendaraan pada tiap lajur.

e. Beban Angin

Tekanan angin yang diasumsikan disebabkan oleh angin rencana dengan kecepatan dasar (*VB*) sebesar 90 hingga 126 km/jam. Beban angin harus diasumsikan terdistribusi secara merata pada permukaan yang terkena oleh angin. Luas area yang diperhitungkan adalah luas area dari semua komponen, termasuk sistem lantai dan *railing* yang diambil tegak lurus terhadap arah angin. Arah ini harus divariasikan untuk

mendapatkan pengaruh yang paling berbahaya terhadap struktur jembatan atau komponen-komponennya.

f. **Beban Gempa**

Perencanaan beban gempa dalam pembebanan jembatan yang digunakan mengacu pada peraturan yang dibuat Badan Standarisasi Nasional (SNI 2833:2016 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Jembatan). Prosedur analisis yang digunakan tergantung dari beberapa kriteria yang terkait dengan tipe dan jenis jembatan yang akan dianalisis.

3. METODE PENELITIAN

Objek yang diteliti adalah Jembatan Kebon Agung 2 yang merupakan jembatan *girder* dengan lebar jembatan 9 m dan bentang jembatan 200 m. Studi yang dilakukan berlokasi di Kecamatan Minggir, Kabupaten Sleman yang berbatasan dengan Desa Banjararum, Kecamatan Kalibawang, Kabupaten Kulonprogo.

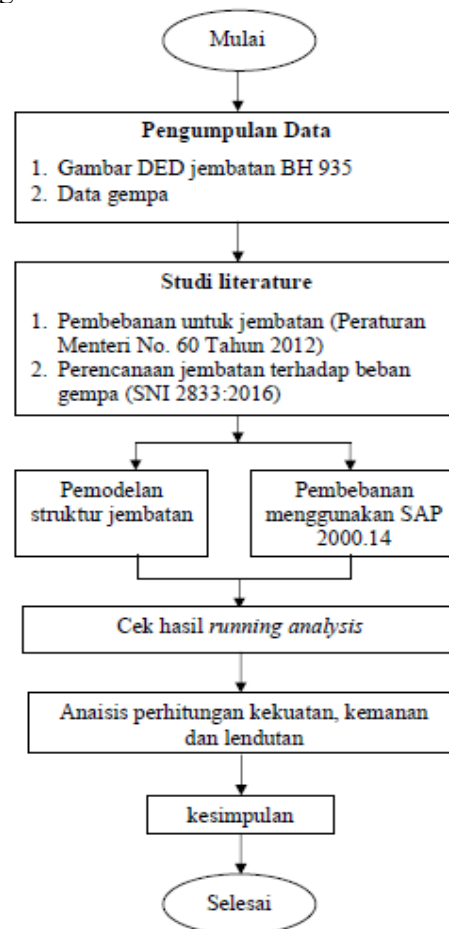
Metode pengumpulan data merupakan cara penyusunan mendapatkan data yang dapat menunjang proses analisis. Jenis data yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapatkan dari observasi langsung di Jembatan Kebon Agung. Data primer yang dikumpulkan berupa kondisi struktur atas Jembatan Kebon Agung dan dimensi jembatan. Data hasil survey ini akan digunakan sebagai dasar asumsi dalam pemodelan dan analisis struktur Jembatan Kebon Agung. Data sekunder merupakan data yang telah ada yang tidak diperoleh sendiri oleh penyusun. Data sekunder dalam penelitian ini adalah data perencanaan Jembatan Kebon Agung yang sudah ada pada instansi/pihak terkait.

Proses analisis struktur atas Jembatan Kebon Agung akan dilakukan dengan pemodelan 3 dimensi menggunakan program SAP 2000 (*Structure Analysis Program 2000*) yang dikembangkan oleh Computers and Structures, Inc. University Avenue Berkeley, California 94704, USA. Analisis struktur Jembatan Kebon Agung dilakukan menggunakan program SAP 2000 agar dapat mempermudah proses analisis untuk mengetahui besar gaya dalam yang terjadi pada elemen struktur atas Jembatan Kebon Agung.

Dalam proses analisis menggunakan program SAP 2000, hal yang sangat penting adalah data input dan data output struktur Jembatan Kebon Agung. Data input yang digunakan adalah data material, ukuran/dimensi

elemen struktur, dan data pembebanan (Setiawan & Masagala, 2019). Pada Jembatan Kebon Agung data input berupa mutu material jembatan diasumsikan bahwa, untuk material baja mempunyai mutu terendah seperti yang distandarkan oleh instansi yang berwenang, atau peraturan standar mengenai perencanaan struktur baja.

Setelah proses pemodelan dan proses input data selesai, selanjutnya dilakukan analisis menggunakan SAP 2000 atau running model. Data output yang digunakan untuk mengevaluasi struktur atas Jembatan Kebon Agung adalah gaya dalam yang terjadi pada elemen struktur, dan kekakuan jembatan yang meliputi besar lendutan jembatan dan frekuensi natural jembatan. Elemen struktur dikatakan masih memenuhi syarat kekuatan apabila tahanan gaya dari elemen struktur mempunyai nilai lebih besar dibandingkan gaya dalam yang terjadi, sedangkan syarat kekakuan struktur atas jembatan ditinjau dari nilai lendutan yang terjadi, dimana nilai lendutan yang terjadi tidak diizinkan melebihi batas lendutan maksimum yang diizinkan.

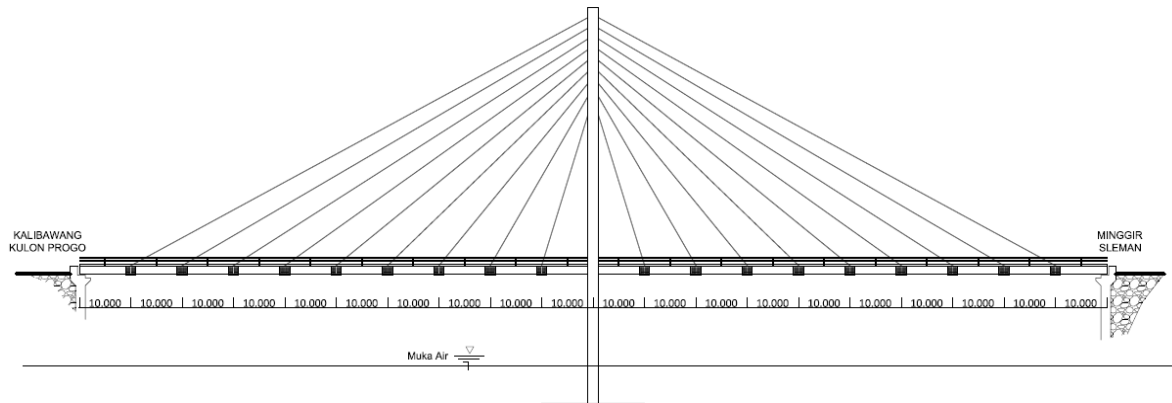


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

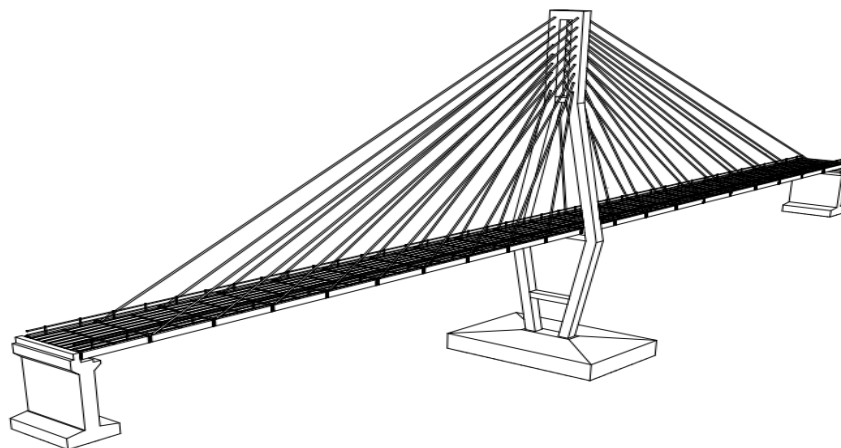
Jembatan yang didesain mempunyai data yang terdiri dari bagian-bagian jembatan tersebut, dalam hal ini data struktur jembatan *Cable Stayed tipe Fan Pattern* adalah:

- a. Jenis jembatan : *Cable Stayed*
- b. Tinggi pylon : 75 m
- c. Jarak antar segmen : 10 m

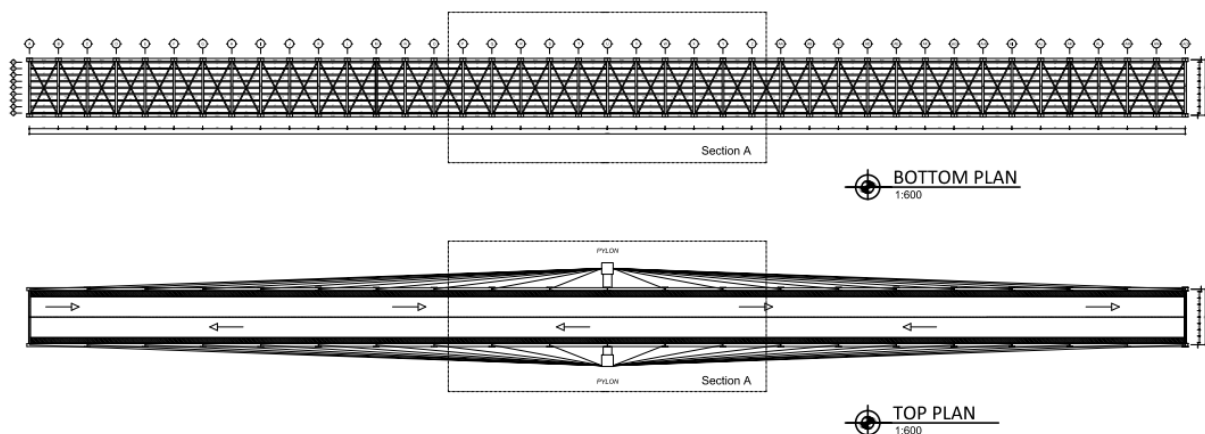
- d. Jarak antar stringers : 1,1 m
- e. Lebar lajur : 7 m
- f. Lebar trotoar : 1 m
- g. Panjang total : 200 m



Gambar 2. Jembatan *Cable Stayed Tipe Fan Pattern* Kebon Agung 2



Gambar 3. Model 3D Jembatan *Cable Stayed Tipe Fan Pattern* Kebon Agung 2



Gambar 4. Tampak Atas dan Bawah Jembatan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembebanan

1. Beban Mati

Di dalam program SAP2000 berat sendiri struktur sudah diperhitungkan secara otomatis, beban tersebut kemudian ditambah dengan beban mati tambahan yang nilainya ditentukan berdasarkan tabel berikut:

Tabel 1. Beban Mati Tambahan

No	Jenis	Tebal (m)	W (kN/m ³)	Berat (kN/m ²)
1	Lap. Aspal & overlay	0,05	22	1,10
2	Railing, light, dll		0,1	0,10
3	Air Hujan	0,05	10	0,50
W ma				1,70

2. Beban hidup (beban lajur)

Faktor beban dinamis (*Dinamic Load Allowance*) untuk KEL diambil sebagai berikut:

$$DLA = 0,3 \quad \text{untuk } L > 90 \text{ m}$$

Jarak antar gelagar

$$s = 1,1 \text{ m}$$

$$L = 200 \text{ m ; maka:}$$

$$DLA = 0,3$$

$$Q_{TD} = q \cdot s = 5,692 \text{ kN/m}$$

$$P_{TD} = (1 + DLA) p \cdot s = 70,07 \text{ kN}$$

3. Beban Kendaraan

Beban hidup yang diperhitungkan adalah beban pejalan kaki dan beban bergerak (kendaraan). Beban kendaraan yang diperhitungkan adalah truk sesuai SNI 1725:2016 pasal 8.4.1 dengan pembebanan truk (T) 500 kN.

4. Beban Gaya Rem

Besarnya gaya rem arah memanjang jembatan tergantung panjang total jembatan:

$$H_{TB} = 250 \quad \text{untuk } L \leq 80 \text{ m}$$

$$H_{TB} = 250 + 2,5 (L - 80) \quad \text{untuk } 80 \text{ m} < L < 180 \text{ m}$$

$$H_{TB} = 500 \quad \text{untuk } L > 180 \text{ m}$$

5. Beban Pejalan Kaki

Trotoar hanya direncanakan bagi pejalan kaki tanpa dilalui kendaraan direncanakan memikul beban nominal sebesar 5 kPa. (SNI 1725:2016)

6. Beban Angin

Hasil perhitungan didapatkan nilai angin tekan dan angin hisap memiliki nilai dibawah ketetapan yang telah disyaratkan, dimana gaya total beban angin tidak boleh diambil kurang 4,4 kN/m pada bidang tekan dan 2,2 kN/m pada bidang hisap pada struktur rangka, serta tidak kurang dari 4.4 kN/mm.

7. Beban Gempa

Jembatan direncanakan memiliki kemungkinan kecil runtuh namun dapat mengalami kerusakan yang signifikan dan gangguan terhadap pelayanan akibat gempa dengan kemungkinan terlampaui 7% dalam 75 tahun.

$$C_{sm} = S_{D1}/T = 0,457/1,99 \text{ g} = 0,229$$

Beban gempa statik ekuivalen pada sruktur

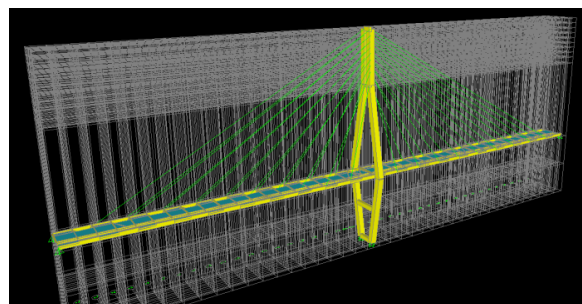
$$EQ = (C_{sm}/R) \times W_t$$

$$= (0,229/1,5) \times 28422,19 \text{ kN} = 4333,02 \text{ kN}$$

4.2 Analisis Struktur

Analisa struktur merupakan proses menghitung serta menentukan efek yang terjadi akibat beban yang bekerja pada struktur yang ditinjau sehingga menimbulkan reaksi berupa gaya dalam, analisis struktur sangat penting untuk memastikan bagaimana perilaku yang terjadi serta tingkat keamanannya saat menerima beban-beban yang terjadi.

Metode yang biasa digunakan dalam melakukan tahapan analisis adalah metode *Software Analisis Struktur* atau biasa disebut SAS, dalam tugas akhir ini metode SAS menggunakan *software* bantu berupa SAP 2000.



Gambar 5. Pemodelan 3D SAP2000 Jembatan Kebon Agung 2

Output data diantaranya berupa gaya dalam elemen struktur, gaya dalam (*internal Forces*) hasil *running analysis* model jembatan *cable stayed tipe harp* diperoleh gaya-gaya dalam (*internal forces*) seperti yang tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekap *Output* Gaya Dalam Maksimal

No	Nama Elemen Struktur	Aksial Tekan, Nu (kN)	Aksial Tarik, Tu (kN)	Momen (kN/m)		Gaya Geser (kN)	
				Mu+	Mu-	Vu+	Vu-
1	BOX 1200.500.20.20	123,44	133,45	1756,62	1756,62	260,07	264,17
2	<i>End Cross Girder</i> IWF 700.300.13.24	88,89	150,34	466,56	466,56	135,62	137,08
3	<i>Cross Girder</i> IWF 900.300.16.28	190,95	280,24	690,95	372,19	394,44	394,85
4	<i>Stringers</i> IWF 450.200.9.14	89,88	111,23	88,71	75,15	61,90	61,90
5	<i>Wind Bracing</i> IWF 200.200.8.12	23,33	13,35	14,31	34,24	27,21	27,20
6	<i>Hanger cable</i> Ø 130 mm	18,77	2246,86	327,56	654,90	38,13	38,13

4.3 Perancangan Struktur

Perancangan struktur digunakan untuk mengetahui kelayakan struktur yang ditinjau dari aspek kekuatan, hasil analisis struktur akan dibandingkan dengan syarat standar yang telah diberikan di dalam peraturan perencanaan jembatan. Bagian dari struktur atas jembatan seperti gelagar memanjang, *end cross girder*, *cross girder*, *stringers*, dan *wind bracing* akan dilakukan kontrol kekuatan dengan analisis numerik untuk mengetahui keamanan struktur

terhadap beban yang bekerja. Perhitungan kekuatan struktur baja didasarkan pada RSNI T-03-2005 tentang Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan. Bertujuan menghitung beban rencana yang akan bekerja pada jembatan.

Semua hasil rekap akibat gaya aksial dapat dilihat pada tabel yang tertera. Prinsip utama yang menentukan tiap struktur rangka tersebut aman dari gaya aksial adalah jika gaya aksial tekan (N_u) dan tarik (T_u) yang terjadi lebih kecil dari pada gaya aksial tahanan tekan (ϕN_n) maupun tariknya (ϕT_n).

Tabel 3. Rekap Hasil Perhitungan Gaya Aksial

Nama Elemen Struktur	Aksial tekan, Nu (kN)	Aksial tarik, Tu (kN)	Tahanan tekan, ϕN_n (kN)	Tahanan tarik ϕT_n (kN)	Keterangan
Gelagar Memanjang BOX 1200.500.20.20	123,44	133,45	1353,31	14342,4	Aman
<i>End Cross Girder</i> IWF 700.300.13.24	88,89	150,34	1635,08	4654,8	Aman
<i>Cross Girder</i> IWF 900.300.16.28	190,95	280,24	2240,77	6691,68	Aman
<i>Stringers</i> IWF 450.200.9.14	89,88	111,23	1004,75	2090,02	Aman
<i>Wind Bracing</i> IWF 200.200.8.12	23,33	13,35	204,30	1372,03	Aman

Semua hasil rekap akibat evaluasi kontrol momen dan gaya geser dapat dilihat pada tabel yang tertera. Prinsip utama yang menentukan tiap struktur rangka tersebut aman dari evaluasi kontrol momen dan gaya geser adalah jika

momen ultimate (M_u) lebih kecil daripada tahanan momen nominal (ϕM_n), dan yang terjadi pada gaya geser (V_u) lebih kecil daripada tahanan gaya geser (ϕV_n).

Tabel 4. Rekap Hasil Perhitungan Kontrol Momen dan Gaya Geser

Nama Elemen Struktur	Momen Ultimit M_u (kN)	Tahanan Momen Nominal ϕM_n (kN)	Gaya Geser, V_u (kN)	Tahanan Gaya Geser ϕV_n (kN)	Keterangan
Gelagar Memanjang BOX 1200.500.20.20	1756,62	7720,70	260,07	5483,52	Aman
End Cross Girder IWF 700.300.13.24	466,56	1349,74	135,62	1037,46	Aman
Cross Girder IWF 900.300.16.28	690,95	2197,61	394,44	1652,88	Aman
Stringers IWF 450.200.9.14	88,71	393,96	61,90	410,18	Aman
Wind Bracing IWF 200.200.8.12	14,31	110,84	27,21	172,34	Aman

4.4 Perancangan Sambungan

Tahapan analisa sambungan bertujuan mendapatkan nilai kekuatan serta jumlah baut, dan menghitung kemampuan plat penyambung yang dibutuhkan pada setiap joint sambungan. Pada perhitungan analisa sambungan menggunakan baut mutu tinggi dengan dimensi

baut yang berbeda-beda tergantung kekuatan baut yang dibutuhkan, dan juga dimensi serta ketebalan plat penyambung yang berbeda pada setiap sambungannya. Baut yang digunakan pada perencanaan menggunakan *high tension bolt A-325* sedangkan plat sambung menggunakan material baja BJ 37 (SNI 0076, 2008).

Tabel 5. Data Perhitungan Sambungan

Data Perencanaan							
Joint	:	Cross Girder IWF 900.300.16.28					
		Stringers IWF 450.200.9.14					
Vu	:	195.07	kN	Mu	:	379.96	kN
Data Plat Sambung							
fy	:	240	MPa	lp	:	200	mm
fup	:	370	MPa	tpf	:	20	mm
hp	:	400	mm	f	:	0,9	
tpw	:	20	mm				
Data Baut							
Tipe Baut	:	A-325		ff	:	0,75	
fub	:	825	MPa	m	:	1,5	
d	:	25	mm	r1	:	0,5	
d'	:	27	mm				

4.5 Perhitungan Lendutan

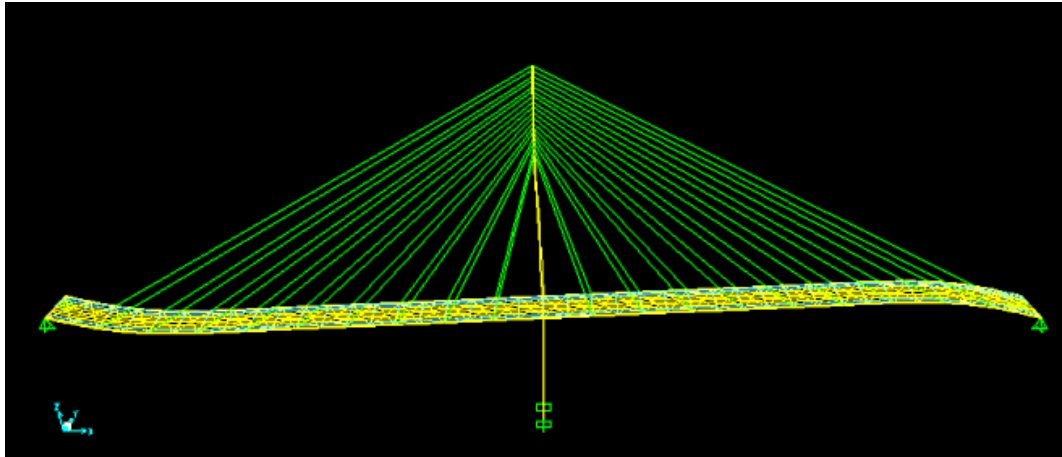
Nilai lendutan (*joint displacement*) akan ditinjau pada $\frac{1}{4}$ bentang dan $\frac{1}{2}$ bentang jembatan, seperti yang disebutkan di dalam RSNI-T-03-2005 Pasal 4.7.2, dengan asumsi lendutan terbesar akibat beban simetris dan asimetris akan terjadi pada bentang tersebut.

Lendutan yang terjadi pada setiap *joint* tidak diijinkan melebihi lendutan maksimum yaitu

$\frac{1}{800} L$, dengan L adalah bentang jembatan. Lendutan ijin:

$$(\Delta L) = \frac{1}{800} \times L \\ = \frac{1}{800} \times 100 = 0,13 \text{ m}$$

Lendutan terbesar yang terjadi pada $\frac{1}{4}$ bentang akibat variasi pembebanan kombinasi 13 yaitu $0,10 \text{ m} < \text{lendutan ijin}$ yaitu $0,13 \text{ m}$ sehingga lendutan yang terjadi masih dalam kategori aman.



Gambar 6. Deformasi Jembatan

4.6 Perancangan Slab Jembatan

Dari hasil analisis perhitungan slab lantai jembatan direncanakan tebal slab 200 mm dengan f'_c 25 MPa. Pada perhitungan penulangan slab didapat tulangan dengan ϕ 16 – 150 mm untuk tulangan pokok dan ϕ 13 – 150 mm untuk tulangan bagi.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis serta perencanaan yang telah dilakukan, diperoleh dimensi struktur jembatan sebagai berikut : gelagar memanjang box 1200.500.20.20, *wind bracing* IWF 200.200.8.12, *cross girder* IWF 900.300.16.28, *end cross girder* IWF 700.300.13.24, *stringers* IWF 450.200.9.14, *hanger cable* ϕ 130 mm, tebal slab 200 mm f'_c 25 MPa, dan diameter tulangan slab yaitu tulangan Pokok ϕ 16 – 150 mm serta tulangan bagi ϕ 13 – 150 mm. Lendutan maksimum jembatan yaitu 0,10 m lebih kecil dari nilai lendutan ijin yang disyaratkan sehingga lendutan yang terjadi masih dalam kategori aman.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2005). Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan. Jakarta: RSNI T-03-2005.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). Tali Kawat Baja. Jakarta: SNI 0076 : 2008.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). Pembebanan Untuk Jembatan. Jakarta: SNI 1726 : 2016.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa. Jakarta: SNI 2833 : 2016.
- Irawan, R., Trisanto, L., & Virlianda, T. (2011).

Perencanaan Teknis Jembatan Cable Stayed. Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan. Jakarta.

- Kementerian Pekerjaan Umum. (2010). Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.02/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung Untuk Pejalan Kaki. Jakarta.
- Masagala, A. A. (2022). Jembatan Truss Dengan Analisis SAP 2000. PACE, Padang, Sumatera Barat.
- Masagala, A. A. (2022). Desain Struktur Jembatan Kereta Api Tipe Concrete Through Arch: Studi Kasus Jembatan Kereta Api BH 1828 Purworejo. *Semesta Teknik*, 25, 71-79.
- Setiawan, B., & Masagala, A. A. (2019). Perancangan Struktur Atas Jembatan Busur Baja Tipe Tied Arch Bridge Bentang 60 M (Studi Kasus: Jembatan Kali Putih, Magelang). *Jurnal Renovasi UST*, Yogyakarta.
- Supriyadi, B., & Muntohar, A. S. (2013). Jembatan. Yogyakarta: Beta Offset.