

REVIEW TEGANGAN DAN LENDUTAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN PEJALAN KAKI 120 METER DI DUSUN FAIR, KOTA TUAL, MALUKU TENGGARA

Ngir Tjuk Hirwo

Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo, Jakarta

ngirtjuk@itbu.ac.id

Dalam proses pembangunan jembatan gantung, terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan, seperti faktor keselamatan, kegunaan, dan ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan yang matang terkait konstruksi jembatan gantung. Perancangan struktur atas jembatan gantung juga harus memiliki acuan dasar agar memenuhi standar. Oleh karena itu, pedoman perancangan struktur atas jembatan gantung menggunakan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010 tentang Pedoman Pelaksanaan Perencanaan dan Pelaksanaan Pembangunan Jembatan Gantung untuk Pejalan Kaki. Kajian perancangan struktur jembatan gantung hanya mencakup struktur atas jembatan gantung untuk pejalan kaki. Dari hasil perhitungan menggunakan aplikasi SAP2000, diperoleh hasil aman untuk rasio tegangan struktur jembatan utama <1 , struktur kabel dan penggantung $>2,22$. Lendutan yang terjadi akibat beban hidup adalah 702,00 mm atau lebih kecil dari lendutan izin sebesar 1.200,00 mm.

Kata kunci: rasio tegangan struktur, struktur jembatan gantung, lendutan, SAP2000

1. PENDAHULUAN

Dusun Fair, Kota Tual, Maluku Tenggara pada tahun 2018 telah kehilangan sebuah jembatan penghubung ke pulau Kei Kecil yang disebabkan oleh bencana alam. Tanpa adanya jembatan penghubung tersebut, masyarakat membutuhkan biaya transportasi yang lebih besar yaitu dengan sarana *Speedboat*.

Tipe jembatan gantung dipilih untuk dibangun dengan pertimbangan kesesuaian dengan anggaran biaya yang tersedia. Bentang jembatan yang direncanakan adalah 120 meter.

Jembatan Gantung

Bangunan atas jembatan yang berfungsi sebagai pemikul langsung beban lalu lintas yang melewati jembatan tersebut, terdiri dari lantai jembatan, gelagar pengaku, batang penggantung, kabel pemikul dan pagar pengaman.

Seluruh beban lalu lintas dan gaya-gaya yang bekerja dipikul oleh sepasang kabel pemikul yang menumpu di atas 2 pasang menara dan 2 pasang blok ankur.

Jembatan Gantung Pejalan Kaki

Jembatan gantung yang hanya boleh dilewati oleh lalu lintas pejalan kaki, dan kendaraan ringan seperti sepeda, gerobak, kendaraan yang ditarik hewan, motor dan kendaraan bermotor ringan dengan maksimum roda tiga dapat lewat untuk

keadaan darurat (Badan Standarisasi Nasional, 2016).

Beban Rencana

Jembatan pejalan kaki harus kuat dan kaku (tanpa lendutan yang berlebihan) untuk menahan beban berikut:

1. Beban Vertikal
2. Beban Samping
3. Beban Hidup

Beban hidup yang paling kritis yang dipikul karena pengguna jembatan pejalan kaki ditunjukkan pada Tabel 1. Dipertimbangkan bahwa beban terpusat 2000 kgf (20 kN) untuk kendaraan ringan/ternak dan beban merata 5 kPa memberikan batas yang cukup untuk keselamatan untuk semua pengguna biasa dari jembatan pejalan kaki.

Tabel 1. Beban hidup yang dipikul dan lendutan izin jembatan gantung pejalan kaki

Kelas pengguna	Lebar	Beban terpusat	Beban terdistribusi merata	Lendutan izin Δ
Jembatan gantung pejalan kaki kelas I (beban hidup maksimum sampai dengan kendaraan ringan)	1,8 m	20 kN (hanya ada satu kendaraan bermotor ringan pada satu bentang jembatan)	5 kPa	$\frac{1}{200}L$
Jembatan gantung pejalan kaki kelas II (beban hidup dibatasi hanya untuk pejalan kaki dan sepeda motor)	1,4 m	-	4 kPa	$\frac{1}{100}L$
Keterangan: L adalah bentang utama jembatan				

Sumber : Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010

Di dalam "Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.02/SE/M/2010 tentang

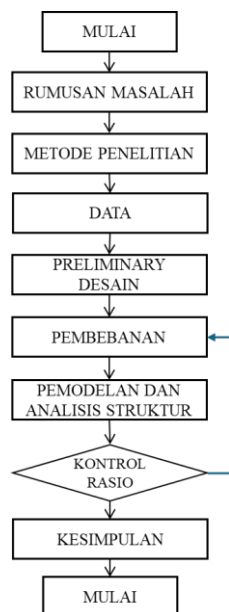
Pemberlakuan Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung untuk Pejalan Kaki” terdapat pedoman perencanaan yang bisa dijadikan panduan karena sudah berstandarkan nasional.

Di dalam surat edaran tersebut ruang lingkup untuk pedoman tersebut meliputi perencanaan dan pelaksanaan termasuk pemeliharaan bangunan atas, bangunan bawah dan fondasi jembatan gantung untuk lalu lintas pejalan kaki dengan bentang utama maksimum 120 m.

2. METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis penelitian review atau kajian. Kerana penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan kajian terhadap penilaian suatu hasil atau penyelesaian masalah pada kondisi telah selesai dilaksanakan.

Adapun kerangka pemikiran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Pikir
Sumber : Olahan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap paling awal sebelum melakukan analisis struktur adalah membuat desain atau model dari struktur yang akan dianalisis. Pada tahap ini diperlukan data –

data kebutuhan dimensi standar untuk jembatan pejalan kaki sebagai berikut :

Tabel 2. Dimensi Standar Jembatan Gantung Pejalan Kaki

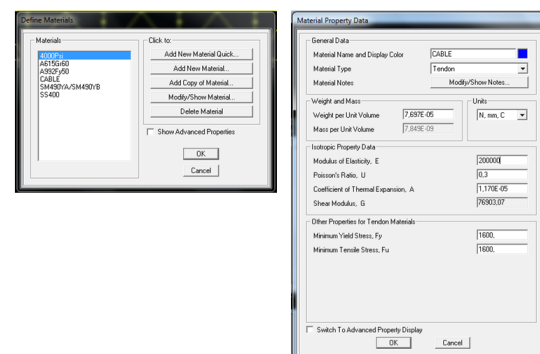
Jenis struktur	Jembatan Gantung (Suspension Bridge)
Peruntukan	Jembatan Penyeberangan Orang (JPO)
Panjang bentang kiri, L1	35 m
Panjang bentang tengah, L2	120 m
Panjang bentang kanan, L3	31,1 m
Lebar efektif jembatan	2,3 m
Lebar menara, w	6 m
Tinggi menara, H1	14 m
Jumlah segmen , N1	60
Ukuran minimum sag tengah	1,5 m
Mutu baja JIS G3101 SS400	250 Mpa
Saddle pylon	Roller, Mat. JIS SCM440 Fu = 950 MPA
Tipe Menara/ pylon	Sistem Truss (Rangka Batang)
Tipe Rangka Struk Jembatan	Sistem Truss (Rangka Batang)
Sistem lantai	Lantai baja
Jenis Kabel	Round Strand (Wire rope) 6x36
Sistem Hanger	Flat Bar
Angkur	JIS S45C Fu = 600 MPa

Sumber : Olahan Penelitian

Kemudian dilakukan analisis struktur jembatan tersebut dengan menggunakan SAP2000 (PT. Wiratama Globalindo Jaya, 2020).

Identifikasi Material

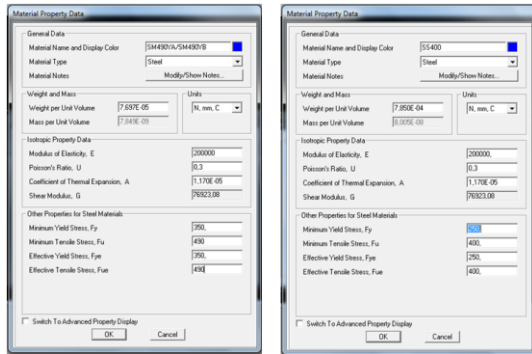
Tahapan berikutnya adalah mengidentifikasi jenis material yang akan digunakan dalam model struktur tersebut. Pengidentifikasiannya dimulai dengan membuka menu define, materials, *add new material*, lalu masukan data yang diinginkan.



Gambar 2. Penentuan Material
Sumber : Olahan Penelitian

Diperlukan juga spesifikasi material setelah input penentuan material. Spesifikasi

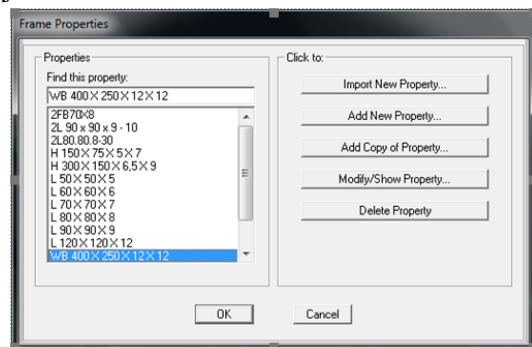
material yang dimaksud adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Penentuan Spesifikasi Material
Sumber : Olahan Penelitian

Identifikasi Dimensi Penampang

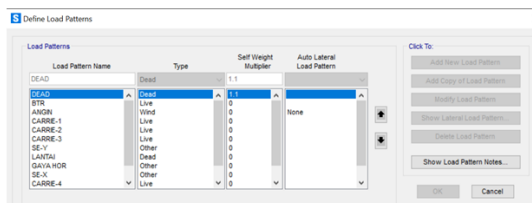
Setelah mengidentifikasi properti material selanjutnya kita dapat mengidentifikasi ukuran penampang yang akan digunakan pada bagian – bagian jembatan.



Gambar 4. Identifikasi Dimensi Penampang
Sumber : Olahan Penelitian

Identifikasi Beban

Pada bagian ini beban yang bekerja pada struktur jembatan didefinisikan pada lembar isi ini

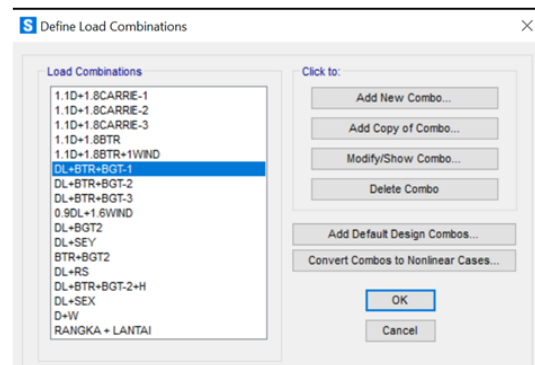


Gambar 5. Identifikasi Beban
Sumber : Olahan Penelitian

Identifikasi Kombinasi Beban

Dan selanjutnya yang harus diidentifikasi adalah memberikan kombinasi

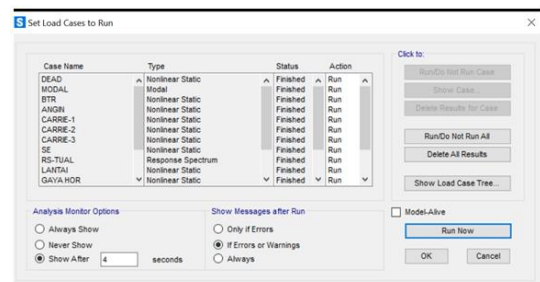
pembebanan yang akan dipakai saat analisis struktur.



Gambar 6. Identifikasi Kombinasi Beban
Sumber : Olahan Penelitian

Analisis Struktur

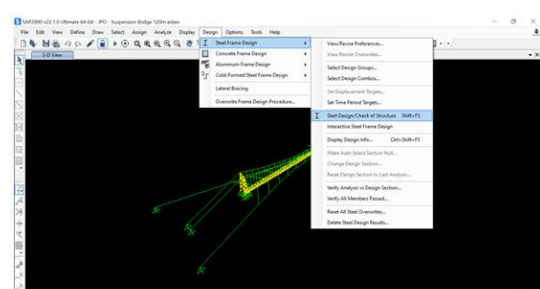
Setelah semua data dimasukkan pada model, analisis struktur dapat dilakukan. Dengan cara memilih menu *analyze, run analysis, run now*, maka program akan menjalankan perhitungan analisis struktur.



Gambar 7. Analisis Struktur SAP2000
Sumber : Olahan Penelitian

Pemeriksaan Struktur

Setelah analisis struktur, bisa dilakukan pemeriksaan struktur untuk mengetahui rasio tegangan struktur yang terjadi.



Gambar 8. Rasio Tegangan Struktur
Sumber : Olahan Penelitian

Hasil Analisis Struktur

Reaksi Tumpuan

Reaksi tumpuan yang terjadi pada rangka dan pylon dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Reaksi Tumpuan pada Pylon dan Rangka

No	Titik Tumpuan	Beban	Gaya Maks sumbu X (kN)	Gaya Maks sumbu Y (kN)	Gaya Maks sumbu Z (kN)
1	Pylon	Beban Mati	-99,63	0,134	704,976
		Hidup Terbagi Rata	-233,588	0,09	1688,458
		Hidup Berjalan	-15,142	0,00581	109,55
2	Rangka	Beban Mati	138,18	1,814	13,986
		Hidup Terbagi Rata	305,522	4,944	26,504
		Hidup Berjalan	22,418	0,262	6,086

Sumber : Olahan Penelitian

Deformasi

Deformasi atau lendutan yang terjadi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Lendutan

Lendutan ijin = $L/100$	1.200,0 mm
Lendutan maksimum yang terjadi akibat beban hidup	702,0 mm < 1.200,0 mm OK

Sumber : Olahan Penelitian

Diperlukan Chamber Adjustment :

Kebutuhan Chamber atau lawan lendutan yang harus disediakan sebagai berikut :

Tabel 5. Kebutuhan Chamber Adjustment

Lendutan akibat Berat sendiri Struktur	262,0	mm			
Lendutan akibat beban mati Lantai	215,0	mm			
Lendutan akibat beban Hidup	702,0	mm			
Lendutan akibat Loss friction of bolt	-	mm			
Total Lendutan yang terjadi	1.179,0	mm			
Direncanakan lawan Lendut (chamber)	1,0%	L			
	1.200	mm			
Sisa Chamber Minimum (Chamber rencana – Lendutan ak. Beban sendiri struktur – Lendutan ak. Beban Lantai)	723	mm	>	702	mm
⇒ Saging Puncak Jembatan (ak. Rangka + Ak. Lantai)	-11,00	m			(Saging Final)
⇒ Saging Puncak Jembatan (ak. Rangka)	-10,73	m			(Saging BS Rangka)
⇒ Saging Puncak Jembatan (Kabel)	-10,49	m			(Saging Awal)

Sumber : Olahan Penelitian

Waktu Getar Struktur

Berdasarkan hasil analisis struktur menggunakan SAP2000 pada mode pertama didapatkan waktu getar 1,88 detik dan frekuensi getar alami sebesar 0,529 Hz.

Gaya Dalam

Gaya-gaya dalam hasil analisis struktur menggunakan SAP2000 dapat dilihat pada tabel berikut :

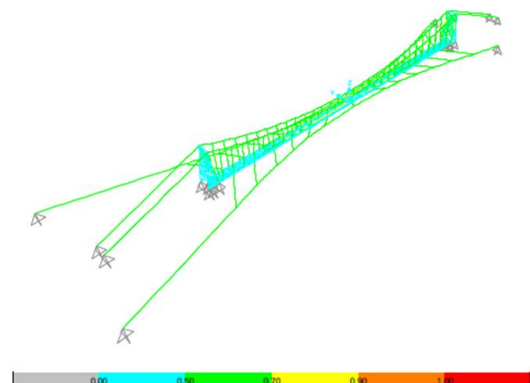
Tabel 6. Gaya Dalam

No.	Komponen Jembatan	Gaya Dalam			
		Axial Tarik (kN)	Aksial Tekan (kN)	Gaya Geser (kN)	Momen Lentur (kNm)
1.	Kabel utama	907,536	NA	NA	NA
2.	Hanger	20,151	NA	NA	NA
3.	Kabel ikatan angin	106,193	NA	NA	NA
4.	Kabel ikatan angin wire utama to body	21,907	NA	NA	NA
5.	Kolom pylon	1243,793	-1728,883	-369,628	-143,0354
6.	Bottom cord	1058,076	-939,535	1,867	2,1492
7.	Top cord	286,385	-482,82	-2,934	1,8922
8.	Diagonal	28,8	-30,664	0,365	-0,8971
9.	Bracing	72,033	-68,815	0,235	-0,872
10.	Bracing diagonal	1,408	-26,453	-0,238	-0,3388
11.	Gelagar melintang	2,359	-2,331	5,424	-1,3302

Sumber : Olahan Penelitian

Rasio Tegangan Struktur

Dari hasil analisis struktur menggunakan SAP2000 didapatkan rasio maksimal struktur jembatan sebesar 0,918 dengan ketentuan rasio yang maksimal diharuskan untuk keamanan adalah dibawah dari 1, maka dengan hasil rasio yang sebesar 0,918 desain struktur bisa dinyatakan aman.



Gambar 9. Hasil Pengecekan Rasio Tegangan Struktur yang Terjadi

Sumber : Olahan Penelitian

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Rasio tegangan pada struktur utama jembatan (struktur pylon dan struktur rangka) lebih kecil dari 1, Faktor Keamanan (SF) struktur kabel dan penggantung lebih besar dari 2,22. Sehingga dapat disimpulkan struktur atas jembatan gantung di Dusun Fair, Kota Tual, Maluku Tenggara aman untuk digunakan.
- Lendutan yang terjadi akibat beban hidup adalah sebesar 702,00 mm atau

lebih kecil dari lendutan ijin yaitu sebesar 1.200,00 mm, sehingga dapat disimpulkan struktur atas jembatan gantung di Dusun Fair, Kota Tual, Maluku Tenggara nyaman untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 1726 – 2016 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.

Kementerian Pekerjaan Umum, 2010. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.

PT. Wiratama Globalindo Jaya. 2020. Report design jembatan gantung 40 M Serang, PT. Wiratama Globalindo Jaya, Tangerang.