

ASESMEN DAN PERKUATAN JEMBATAN PIPA CIBEET 2

Sumargo¹, Muhammad Reza², Achmad Abrar Haziri³ dan Noval Hasan³

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jenderal Achmad Yani, Bandung 40525, Indonesia

²Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Lhokseumawe 24301, Indonesia

³Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012, Indonesia

e_mail : smg.7ph1@gmail.com

Abstrak — Jembatan pipa Cibeet merupakan jembatan rangka baja yang digunakan sebagaiudukan pipa 8 inci untuk distribusi minyak mentah. Diketahui bahwa jembatan 2 mengalami lendutan yang berlebihan sehingga perlu dilakukan asesmen dan perkuatan. Asesmen Jembatan dimaksudkan untuk mendukung infrastruktur transportasi minyak mentah yang sesuai dengan kriteria perencanaan yang berlaku dan perencanaan perkuatan jembatan. Dengan menggunakan metode perkuatan prategang eksternal, didapat dengan tujuan jembatan rangka baja dapat mengurangi lendutan pada jembatan. Pada jembatan Cibeet 2 juga mengalami konstruksi dengan diameter kabel ½ inci dengan, $f_u = 270$ ksi. Jumlah kabel yang terpasang sebanyak 8 buah. Sehingga total kabel pada masing-masing sisi memanjang jembatan: $8 \times \frac{1}{2} \text{ in} = 4.0 \text{ in}$. Gaya prategang sebesar 80 ton yang diaplikasikan secara bersamaan pada kedua sisi memanjang jembatan yang berjarak 2.0 meter.

Kata kunci : Gaya Prategang, Infrastruktur, Lendutan, Jembatan Pipa Cibeet.

Abstract — The Cibeet pipe bridge is a steel frame bridge that is used as an 8 inch pipe holder for distribution of crude oil. It is known that Bridge 2 has excessive deflection so it needs to be assessed and strengthened. The Bridge Assessment is intended to support the crude oil transportation infrastructure in accordance with applicable planning criteria and bridge reinforcement planning. By using an external prestressed reinforcement method, it is obtained with the aim of a steel frame bridge to reduce deflection on the bridge. The Cibeet 2 bridge also underwent construction with a ½ inch diameter cable with, $f_u = 270$ ksi. The number of cables installed as many as 8 pieces. So that the total cable on each side extends the bridge: $8 \times \frac{1}{2} \text{ in} = 4.0 \text{ in}$. A prestressing force of 80 tons was applied simultaneously on both sides of the bridge extending a distance of 2.0 meters.

Keywords: Pre-stroke Style, Infrastructure, Deflection, Cibeet Pipe Bridge.

I. PENDAHULUAN

Jembatan pipa adalah pipa yang melintasi saluran, sungai, atau lainnya, yang tidak memungkinkan pipa ditanam di dalam tanah. Jembatan pipa harus mempunyai pondasi/penyokong yang kokoh di kedua ujungnya untuk perkuatan.

Konstruksi jembatan pipa dapat berupa pipa yang melintang dengan atau tanpa besi penyokong di bawahnya. Besi penyokong terpasang sepanjang kedua pondasi di kedua belah sisi untuk meletakkan pipa di atasnya. Pipa diklem di beberapa titik sepanjang besi penyokong bagian untuk penguatan.

Pada jembatan pipa Cibeet terdapat lendutan yang berlebihan pada tengah dan ujung bentang jembatan yang berlebihan sehingga perlunya usulan perkuatan pada daerah jembatan yang mengalami lendutan, salah satunya adalah

menggunakan kabel prategang pada daerah yang mengalami lendutan.

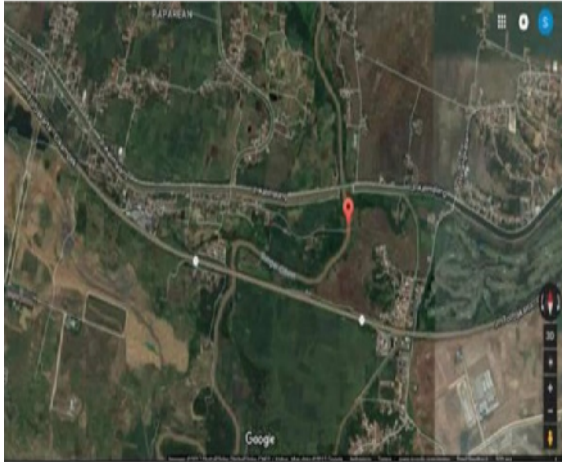
II. TINJAUAN PUSTAKA

Jembatan Cibeet berlokasi di Kabupaten Karawang, lokasi jembatan ini dari kota Bandung berjarak 102 km yang dapat ditempuh melalui Tol Cipularang dan ext di Karawang Barat 1, menyusuri Jalan International Karawang Barat – Jalan Pasar Jati – Jalan Pangkalan dan Jalan Kalimalang.

Konsep Perencanaan

Menurut klasifikasi jembatan pipa Cibeet diklasifikasikan menurut tujuan penggunaannya adalah jembatan air / pipa dan saluran kemudian bahan material jembatan digunakan jembatan baja. Kemudian menurut klasifikasi struktur / konstruksinya jembatan pipa Cibeet menggunakan jembatan rangka baja dan klasifikasi menurut tingkat kemampuan /

derajat geraknya jembatan ini adalah jembatan tetap.



Gambar 1 Peta Lokasi Jembatan Pipa Cibeeb

Kriteria Perencanaan

Perencanaan perkuatan jembatan harus memenuhi pokok-pokok perencanaan sebagai berikut:

1. Kekuatan dan stabilitas struktur
Jembatan harus mampu menahan beban yang diterimanya maka dari itu jembatan harus memiliki kekuatan dalam menerima beban. Salah satu syarat agar sebuah bangunan memenuhi syarat dan layak dipakai adalah kestabilan struktur yang bagus. Kestabilan memiliki arti bangunan tidak akan runtuh (collapse) jika mendapat pengaruh gaya-gaya dari luar
2. Kenyamanan dan Keselamatan

Kenyamanan dan keselamatan pada jembatan sangat diperhatikan dikarenakan akan sangat berpengaruh pada masyarakat.

3. Kemudahan (pelaksanaan dan pemeliharaan)
Pelaksanaan dan pemeliharaan pada jembatan adalah menjaga agar bangunan jembatan selalu dalam kondisi baik sesuai dengan desain dan umur yang direncanakan dan terbatas pada lingkup kegiatan pemeliharaan rutin.
4. Ekonomis
Yang dimaksudkan ekonomis adalah jembatan memberikan harga termurah tetapi juga harus memiliki kualitas yang baik.

Rujukan Perencanaan

Perencanaan jembatan ini mengacu kepada standard dan pedoman yang berlaku seperti:

1. RSNI T-03-2005, Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan.
2. RSNI T-02-2005, Pembebanan untuk Jembatan.

III. METODE PENELITIAN

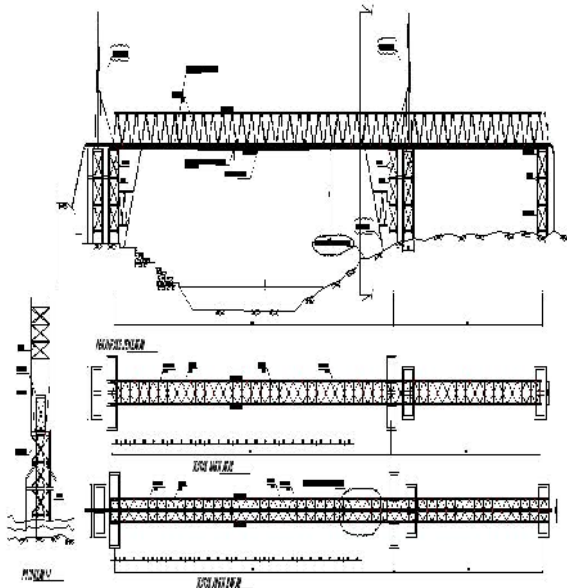
Spesifikasi Pembebanan

Beban rencana yang diperhitungkan pada perencanaan perkuatan Jembatan ini terdiri dari:

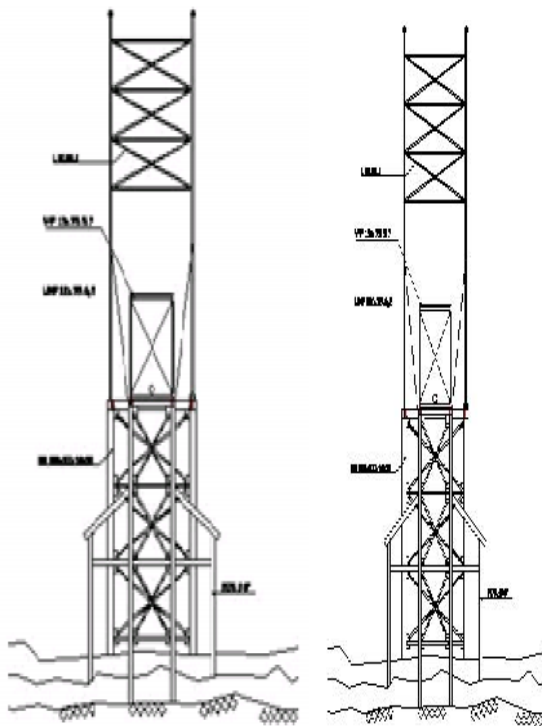
1. Beban Rencana Individual :
 - Beban permanen
 - Berat pipa 8 inci berisi minyak mentah penuh
 - Beban prategang eksternal
2. Kombinasi beban :
 - Kombinasi pembebanan kondisi ultimate:
 - 1.2 DL + 1.6 LL (pipa) + 1.6 prategang
 - 1.2DL + 1.6LL (pipa)
 - Kombinasi Pembebanan Kondisi Servis :
 - 1.0 DL + 1.0 LL (pipa) + 1.0 Prategang
 - 1.0 DL + 1.0 LL (pipa)

Sistem Struktur Jembatan dan Kondisi Eksisting

Jembatan pipa ini merupakan jembatan rangka dengan panjang bentang 99 m, lebar 2 meter, dan tinggi 3 meter seperti ditunjukkan dalam Gambar berikut.



Gambar 2 Struktur Jembatan Rangka Cibeeet II



Gambar 3 Struktur Jembatan Rangka Cibeeet II

Jembatan ini terletak di atas 4 titik tumpuan yang tampak sendi dan diberikan sokongan pada satu sisi dekat tumpuan. Sokongan ini menyebabkan bergelombangnya balok memanjang jembatan. Karat ringan sudah terjadi pada beberapa tempat dan baut tidak dalam kondisi lengkap.

Tabel berikut menunjukkan hasil pengukuran lendutan pada 33 titik sepanjang jembatan. Lendutan maksimum yang terjadi di tengah bentang adalah 556 mm. Lendutan ini sudah tampak meskipun dilihat dengan kasat mata.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Lendutan

NO	KANAN (meter)		ELEVA SI	NO	KIRI (meter)		ELEVA SI
	BT STN	BT FR			BT STN	BT FR	
1	0.548	0.548	0	1	0.548	0.548	0.000
2	0.548	0.641	-0.093	2	0.548	0.644	-0.096
3	0.548	0.703	-0.155	3	0.548	0.729	-0.181
4	0.548	0.764	-0.216	4	0.548	0.782	-0.234
5	0.548	0.821	-0.273	5	0.548	0.838	-0.290
6	0.548	0.871	-0.323	6	0.548	0.888	-0.340
7	0.548	0.922	-0.374	7	0.548	0.935	-0.387
8	0.548	0.968	-0.42	8	0.548	0.975	-0.427
9	0.548	1.02	-0.472	9	0.548	1.019	-0.471
10	0.548	1.047	-0.499	10	0.548	1.056	-0.508
11	0.548	1.072	-0.524	11	0.548	1.098	-0.510
12	0.548	1.104	-0.556	12	0.548	1.11	-0.562
13	0.548	1.099	-0.551	13	0.548	1.092	-0.544
14	0.548	0.972	-0.424	14	0.548	0.988	-0.440
15	0.548	0.865	-0.317	15	0.548	0.865	-0.317
16	0.548	0.762	-0.214	16	0.548	0.777	-0.229
17	0.548	0.783	-0.235	17	0.548	0.8	-0.252
18	0.548	0.813	-0.265	18	0.548	0.836	-0.288
19	0.548	0.857	-0.309	19	0.548	0.858	-0.310
20	0.548	0.905	-0.357	20	0.548	0.89	-0.342
21	0.548	0.939	-0.391	21	0.548	0.922	-0.374
22	0.548	0.928	-0.38	22	0.548	0.931	-0.383
23	0.548	0.915	-0.367	23	0.548	0.925	-0.377
24	0.548	0.899	-0.351	24	0.548	0.915	-0.367
25	0.548	0.879	-0.331	25	0.548	0.891	-0.343
26	0.548	0.84	-0.292	26	0.548	0.862	-0.314
27	0.548	0.809	-0.261	27	0.548	0.822	-0.274
28	0.548	0.768	-0.22	28	0.548	0.789	-0.241
29	0.548	0.73	-0.182	29	0.548	0.74	-0.192
30	0.548	0.695	-0.147	30	0.548	0.706	-0.158
31	0.548	0.683	-0.135	31	0.548	0.688	-0.140
32	0.548	0.66	-0.112	32	0.548	0.66	-0.112
33	0.548	0.635	-0.087	33	0.548	0.624	-0.076

Dalam hal ini akan dilakukan beberapa skenario analisis berikut:

- a. Analisis jembatan kondisi eksisting.
- b. Analisa jembatan dengan gaya eksternal prategang untuk mengurangi lendutan yang terjadi

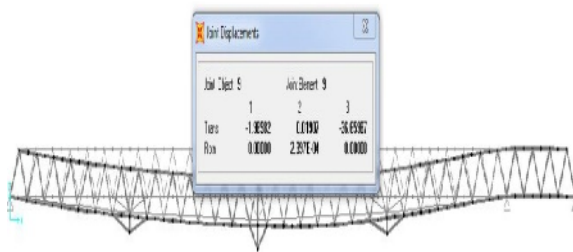
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Jembatan Kondisi Eksisting

Geometri struktur yang diberikan dalam mengikuti gambar rencana yang diberikan dalam. Berat pipa didistribusikan sebesar 33 kg/m. Pipa dimodelkan sebagai elemen yang menumpu pada bracing.

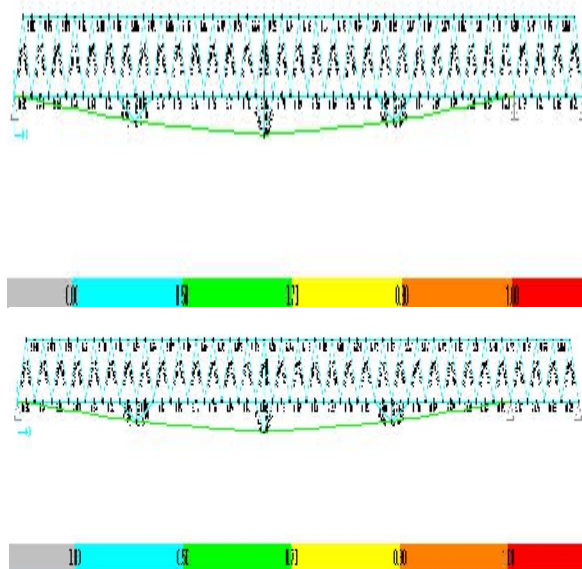
Kabel prategang menggunakan mutu $f_u = 270$ Ksi (1861.5 MPa = 0.1898 ton mm) dan untuk analisis digunakan $0.7 f_u$ atau 189 Ksi (1266 MPa = 0.1296 ton mm). Dengan menggunakan diameter 0.5 inci, gaya prategang yang dapat ditimbulkan adalah $= (126.61 \text{ mm}^2)(0.1296) = 16.4$ ton. Untuk memenuhi kebutuhan gaya tarik 80 ton, diperlukan 8 buah kabel. Penarikan kabel ini harus dilakukan bertahap (tidak sekaligus) dan pada saat yang bersamaan dengan penarikan kabel harus dilakukan pengukuran lendutan.

Gambar ini menunjukkan bahwa lendutan yang terjadi dengan menggunakan eksternal prestressing ini berkurang dari 186 mm menjadi 36 mm. Nilai lendutan ini lebih kecil dari lendutan ijin yaitu sebesar 50 mm.

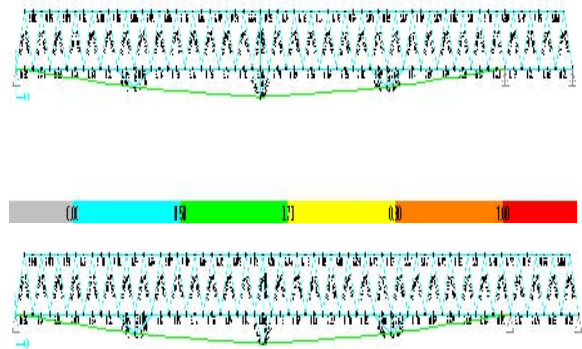


Gambar 10 Lendutan Struktur Pada Rangka Sisi Memanjang Jembatan

Nilai lendutan ini lebih kecil dari lendutan ijin yaitu sebesar 30 mm.



Gambar 11 Tidak Terjadi Overstress Elemen (1)



Gambar 12 Tidak Terjadi Overstress Elemen (2)

Analisa Struktur Jembatan Cibee 2 Tanpa Prategang

Setelah dilakukan survey kondisi lapangan, terdapat beberapa perubahan pada struktur jembatan Cibee 2 yaitu terangkatkannya tumpuan sebesar 13 cm pada bagian X-1 dan 11 cm pada bagian X-2.



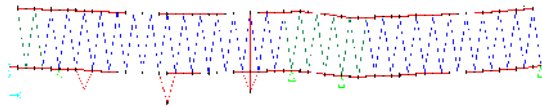
Gambar 13 Terangkatnya Tumpuan Sebesar 13 cm (X-1)



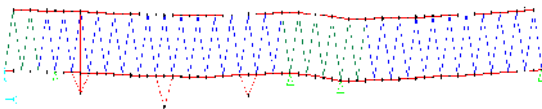
Gambar 14 Terangkatnya Tumpuan Sebesar 11 cm (X-2)

Permodelan Struktur Jembatan Cibeet 2 Tanpa Prategang

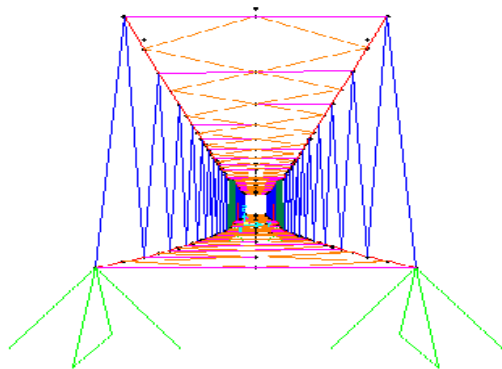
Permodelan Struktur Jembatan Cibeet 2 ini dibuat berdasarkan hasil survey dilapangan. Permodelan SAP-2000 dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 15 Tampak X-1 Memanjang Struktur Jembatan Cibeet 2 Tanpa Prategang



Gambar 16 Tampak X-2 Memanjang Struktur Jembatan Cibeet II Tanpa Prategang



Gambar 17 Struktur Jembatan Cibeet II Tanpa Prategang Melintang

Beban yang bekerja secara detail dijabarkan sebagai berikut :

•Beban mati

Beban mati atau berat sendiri struktur sudah dihitung secara langsung oleh program SAP2000 sehingga tidak diberikan beban tersendiri.

•Beban Pipa

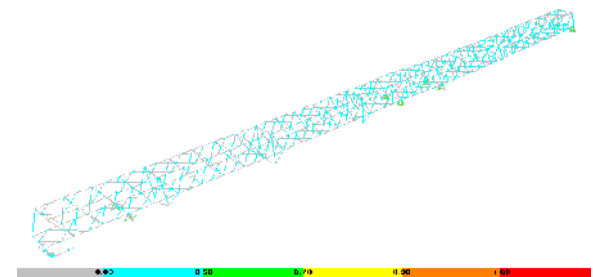
$$\begin{aligned} \text{Beban pipa} &= \text{Berat sendiri pipa} + \text{Berat minyak} \\ &= 24.3 \text{ kg/m} + 32 \text{ kg/m} \\ &= 57.4 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Dikarenakan beban pipa dijadikan terpusat, sehingga beban pipa dikali panjang

segmen. Jadi beban pipa yang didistribusikan sebesar, $57.4 \text{ kg/m} \times 2 \text{ m} = 114 \text{ kg}$.

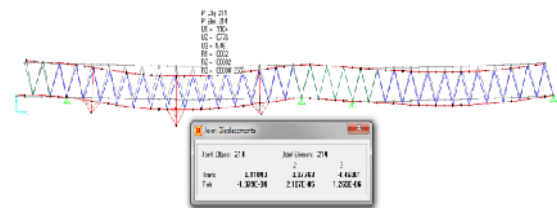
Analisa Struktur Jembatan Cibeet 2 Tanpa Prategang

Rasio kapasitas elemen struktur jembatan Cibeet 2 bermaterial baja dianalisis menggunakan program SAP 2000 ver 14.2.2. Dilihat pada Gambar 5.6, rasio kapasitas dari struktur jembatan Cibeet 2 tanpa prategang berwarna biru yaitu, kurang dari 50%. Sehingga struktur jembatan Cibeet 2 tanpa prategang dalam kondisi aman.



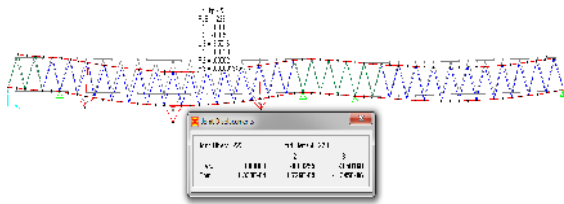
Gambar 18 P-M Ratio Struktur Jembatan Cibeet 2 Tanpa Prategang

Terdapat 2 hasil deformasi dikarenakan terjadi deformasi vertikal yang berbeda antara bagian X-1 dan X-2 dari struktur jembatan Cibeet 2 tanpa prategang. Deformasi pada bagian X-1 dengan pembebanan ultimate yang terjadi masih pada batas aman yaitu 4.46 mm pada joint 214 $< (64000/800 = 80 \text{ mm})$. Salah satu contoh deformasi pada joint 214.



Gambar 19 Deformasi pada Bagian X-1 di Joint 214 Jembatan Cibeet 2 Tanpa Prategang Dengan Beban Ultimate

Deformasi pada bagian X-2 dengan pembebanan servis yang terjadi masih pada batas aman yaitu 3.50 mm pada joint 223 $< (64000/800 = 80 \text{ mm})$. Terlihat pada Gambar diatas.



Gambar 20 Deformasi pada Bagian X-2 di Joint 223 Jembatan Cibeet 2 Tanpa Prategang Dengan Beban Servis

Rasio kapasitas dari struktur jembatan Cibeet 2 tanpa prategang berwarna biru yaitu, kurang dari 50% dan deformasi dengan pembebanan ultimate dan servis yang terjadi masih pada batas aman, seperti Tabel dibawah ini

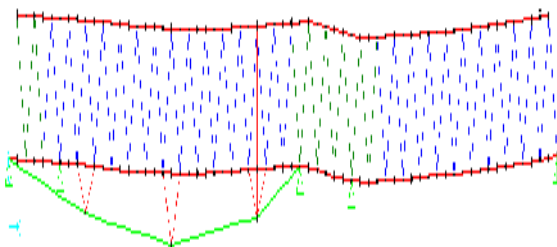
Tabel 2 Deformasi Jembatan Cibeet 2 Tanpa Prategang

Bagian		Deformasi	Deformasi	Deformasi Ijin [L/800] (mm)	Keterangan
		Beban Ultimate (mm)	Beban Servis (mm)		
X-1	Joint 214	4.46	3.52	80	< 80 mm, Aman
	Joint 414	2.54	1.98	80	< 80 mm, Aman
X-2	Joint 223	4.44	3.50	80	< 80 mm, Aman
	Joint 413	2.63	1.98	80	< 80 mm, Aman

Analisa Struktur Jembatan Cibeet 2 Dengan Prategang

Permodelan Struktur Jembatan Cibeet 2 Dengan Prategang

Permodelan Struktur Jembatan Cibeet 2 ini dibuat berdasarkan hasil survey dilapangan. Permodelan SAP-2000 dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 21 Tampak X-1 Memanjang Struktur Jembatan Cibeet 2 Tanpa Prategang

Beban yang bekerja secara detail dijabarkan sebagai berikut:

•Beban mati

Beban mati atau berat sendiri struktur sudah dihitung secara langsung oleh program SAP2000 sehingga tidak diberikan beban tersendiri.

•Beban Pipa

$$\begin{aligned} \text{Beban pipa} &= \text{Berat sendiri pipa} + \text{Berat minyak} \\ &= 24.3 \text{ kg/m} + 32 \text{ kg/m} \\ &= 57.4 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Dikarenakan beban pipa dijadikan terpusat, sehingga beban pipa dikali panjang segmen. Jadi beban pipa yang didistribusikan sebesar, $57.4 \text{ kg/m} \times 2 \text{ m} = 114 \text{ kg}$.

Kabel prategang (tendon) menggunakan mutu $f_u = 270 \text{ Ksi}$ dengan diameter 0.5 inci dan untuk analisis digunakan 0.7 fu. Diberikan gaya tarik sebesar 14 ton, sehingga dibutuhkan jumlah tendon sebagai berikut :

Diketahui :

$$f_u = 270 \text{ Ksi}$$

$$0.7 f_u = 0.7 \times 270 = 189 \text{ Ksi}$$

$$14 \text{ Ton} = 30.86 \text{ Kips}$$

$$A = 0.25 \times \pi \times 0.5^2 = 0.1963 \text{ in}^2$$

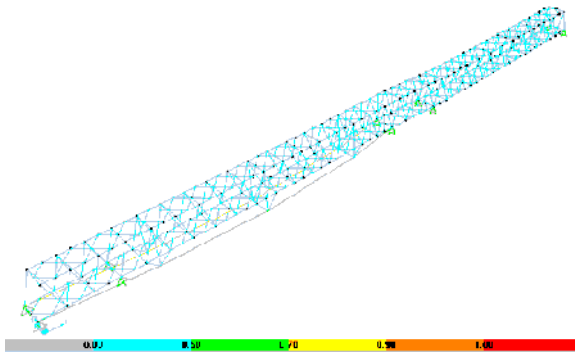
$$f = \frac{P}{A} = \frac{30.86}{0.1963} = 157.208 \text{ Ksi}$$

$$a) \sum \text{tendon} = \frac{f}{0.7 f_u} = \frac{157.208}{189} = 0.832 = 1 \text{ tendon}$$

Dengan diberikan gaya tarik sebesar 14 ton, jumlah tendon yang dibutuhkan sebanyak 1 tendon.

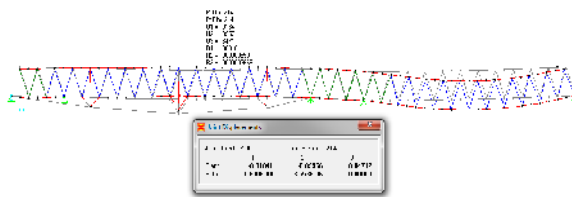
Analisa Struktur Jembatan Cibeet 2 Dengan Prategang

Rasio kapasitas elemen struktur jembatan Cibeet 2 bermaterial baja dianalisis menggunakan program SAP 2000 ver 14.2.2. Dilihat pada Gambar 5.10, rasio kapasitas dari struktur jembatan Cibeet 2 dengan prategang berwarna biru yaitu, kurang dari 50%. Sehingga struktur jembatan Cibeet 2 tanpa prategang dalam kondisi aman.



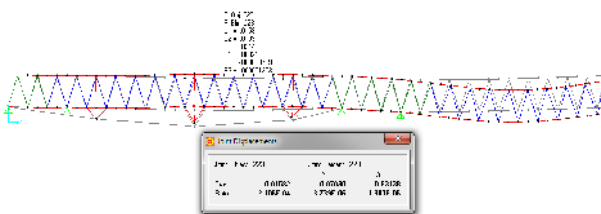
Gambar 22 P-M Ratio Struktur Jembatan Cibeeet 2 Dengan Prategang

Terdapat 2 hasil deformasi dikarenakan terjadi deformasi vertikal yang berbeda antara bagian X-1 dan X-2 dari struktur jembatan Cibeeet 2 dengan prategang. Deformasi pada bagian X-1 dengan pembebanan ultimate yang terjadi masih pada batas aman yaitu 0.85 mm (ke atas) pada joint 214 dan 2.75 mm pada joint 414 < $(64000/800 = 80 \text{ mm})$. Terlihat pada Gambar berikut.



Gambar 23 Deformasi pada Bagian X-1 di Joint 214 Jembatan Cibeeet 2 Dengan Prategang Dengan Beban Ultimate

Deformasi pada bagian X-2 dengan pembebanan servis yang terjadi masih pada batas aman yaitu 3.50 mm pada joint 223 < $(64000/800 = 80 \text{ mm})$. Terlihat pada Gambar 5.12.



Gambar 24 Deformasi pada Bagian X-2 di Joint 223 Jembatan Cibeeet 2 Tanpa Prategang Dengan Beban Servis

Rasio kapasitas dari struktur jembatan Cibeeet 2 dengan prategang berwarna biru yaitu, kurang dari 50% dalam kondisi aman dan beban 14 ton pada tendon dibutuhkan 1 tendon dengan ukuran 0.5 in. Dengan diberi beban 14 didapat hasil deformasi.

Tabel 3 Deformasi pada Struktur Jembatan Cibeeet 2 dengan Prategang

Bagian	Deformasi Beban Ultimate (mm)	Perubahan Deformasi (mm)	Deformasi Beban Servis (mm)	Perubahan Deformasi (mm)	Deformasi Ijin [L/800] (mm)	Keterangan	
X-1	Joint 214	0.85 (ke atas)	5.4 (ke atas)	0.13 (ke atas)	3.65 (Ke atas)	80	< 80 mm. Aman
	Joint 414	2.75	0.21	2.12	0.2	80	< 80 mm. Aman
X-2	Joint 223	0.83	3.61	0.14	3.36	80	< 80 mm. Aman
	Joint 413	2.74	0.11	2.11	0.13	80	< 80 mm. Aman

Analisa Pipa Pada Jembatan Cibeeet 2 Permodelan Pipa Pada Jembatan Cibeeet 2

Sebaiknya pipa yg miring dilakukan perbaikan karena apa bila pipa mengalami kebocoran minyak dari pipa tersebut bisa mencemari lingkungan disekitar pipa minyak tersebut.



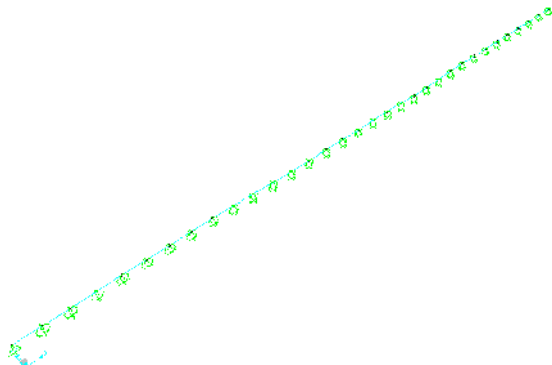
Gambar 25 Tampak Pipa Mengalami Kemiringan

Permodelan Pipa pada struktur jembatan Cibeeet 2 ini dibuat berdasarkan hasil survey dilapangan untuk deformasi vertikal, sedangkan untuk deformasi arah x dan y diasumsikan sebesar 200

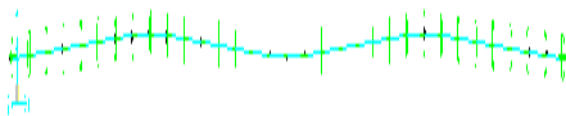
mm dengan dua jenis permodelan tumpuan yang berbeda.

- Permodelan jenis ke-1

Permodelan jenis ke-1 ini dibuat dengan tumpuan pada setiap segmen, dengan jarak antar tumpuan 2 m. Permodelan SAP-2000 jenis ke-1 dapat dilihat pada Gambar 5.14 hingga 5.15.



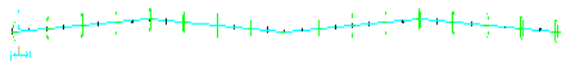
Gambar 26 Pipa Jenis ke-1 3D pada Struktur Jembatan Cibeet 2 Memanjang



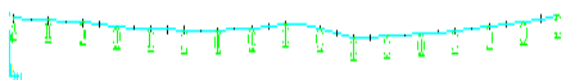
Gambar 27 Tampak Atas Pipa Jenis ke-1 3D pada Struktur Jembatan Cibeet 2

- Permodelan jenis ke-2

Permodelan jenis ke-2 ini dibuat dengan tumpuan pada setiap 2 segmen, dengan jarak antar tumpuan 4 m. Permodelan SAP-2000 jenis ke-2 dapat dilihat pada Gambar 5.16 dan 5.17.



Gambar 28 Pipa Jenis ke-2 pada Struktur Jembatan Cibeet 2 Memanjang



Gambar 29 Tampak Atas Pipa Jenis ke-2 pada Struktur Jembatan Cibeet 2

Pembebanan yang bekerja pada struktur bangunan ini terdiri dari beban mati (berat sendiri) dan beban hidup pipa. Untuk kombinasi pembebanan mengacu pada SNI 1726:2012, Beban – beban yang bekerja secara detail dijabarkan sebagai berikut:

- Beban mati

Beban mati atau berat sendiri struktur sudah dihitung secara langsung oleh program SAP2000 sehingga tidak diberikan beban tersendiri.

- Beban Pipa

Beban pipa = Berat minyak = 32 kg/m

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa Jembatan Cibeet 2 mengalami perubahan konstruksi, Tiga deviator harus dipasang, masing-masing pada jarak 1/4, 1/2, dan 3/4 panjang bentang. Tinggi deviator pada L/2 1500 mm dan 1000 mm pada 1/4 dan 3/4 panjang bentang. Elemen deviator dari profil H 200.100.5,5.8. Harus dilakukan pemasangan baut, pengencangan baut dan perbaikan las sebelum dilakukan penarikan kabel prategang. Harus dilakukan perawatan dan pemeliharaan terhadap karat dengan pembersihan karat dan pengupasan cat eksisting sehingga tidak terjadi penumpukan pengecatan yang menimbulkan udara terjebak sebelum dilakukan pengecatan ulang. Penumpukan pengecatan akan menimbulkan karat di bagian dalam yang tidak tampak dari luar. Kabel prategang digunakan kabel berdiameter 1/2 inci dengan, $f_u = 270$ ksi. Jumlah kabel yang harus terpasang sebanyak 8 buah. Sehingga total kabel pada masing-masing sisi memanjang jembatan: $8 \times 1/2 \text{ in} = 4.0 \text{ in}$. Gaya prategang sebesar 80 ton yang diaplikasikan secara bersamaan pada kedua sisi memanjang jembatan yang berjarak 2.0 meter. Saat penarikan kabel harus diperhatikan lendutan yang terjadi dengan menggunakan alat ukur water pas dan mengamati ketidakstabilan struktur.

Proses penegangan harus dihentikan saat terjadi Lendutan sudah memenuhi target yaitu 36 mm. Terjadi ketidakstabilan struktur seperti puntir jembatan. Terjadi putus kabel di salah satu sisi yang menyebabkan jembatan terpuntir.

Berdasarkan jembatan Cibeet 2 kondisi lapangannya Rasio kapasitas dari struktur jembatan Cibeet 2 tanpa prategang berwarna biru yaitu, kurang dari 50% dalam kondisi aman. Rasio kapasitas dari struktur jembatan Cibeet 2 dengan prategang berwarna biru yaitu, kurang dari 50% dalam kondisi aman. Rasio kapasitas dari pipa pada struktur jembatan Cibeet 2 dengan 2 jenis permodelan tumpuan yang berbeda berwarna biru yaitu, kurang dari 50% dalam kondisi aman. Beban 14 ton pada tendon dibutuhkan 1 tendon dengan ukuran 0.5 in. Deformasi yang terjadi pada struktur jembatan Cibeet 2 pada batas aman, dimana dengan menggunakan prategang (tendon), mampu mengurangi deformasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional 2012. SNI-1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Standardisasi Nasional 2002, SNI-03-1729-2002 Peraturan Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, Bandung,
- Ningrum, D, Rasidi, N, Gusman, L. (2017). Analisis Alternatif Perkuatan Jembatan Rangka Baja (Studi Kasus: Jembatan Rangka Baja Soekarna – Hatta Malang). *Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang*.
- Raditya, A. (2018). Studi perkuatan jembatan rangka baja Bina Marga Kelas A terhadap pembebanan kendaraan transformer tipe 181. *Universitas Katolik Parahyangan*.
- RSNI T-02-2005, (2005). Peraturan Pembebanan untuk Jembatan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Wulaningtyas, F. (2016). Perkuatan Jembatan Rangka Baja dengan Metode Prategang Eksternal (Studi Kasus Jembatan Transfield Australia A60). *Universitas Gadjah Mada*.