

ASESMEN DAN PERKUATAN JEMBATAN PIPA CIASEM

Sumargo¹, Noval Hasan² dan Achmad Abrar Haziri³

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jendral Ahmad Yani, Cimahi 40525, Indonesia

²Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012, Indonesia

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

e-mail : smg.7ph1@gmail.com

Abstrak — Jembatan pipa Ciasem merupakan jembatan rangka baja yang digunakan sebagai dudukan pipa 8 inci untuk distribusi minyak mentah. Terdapat indikasi bahwa jembatan ini mengalami lendutan yang berlebihan sehingga perlu dilakukan asesmen dan perkuatan. Asesmen Jembatan dimaksudkan untuk mendukung infrastruktur transportasi minyak mentah yang sesuai dengan kriteria perencanaan teknis yang berlaku. Tujuan Asesmen Jembatan ini adalah untuk mendapatkan dokumen perencanaan teknis perkuatan jembatan. Sasaran yang hendak dicapai dari hasil layanan konsultasi ini adalah mengurangi lendutan pada tengah bentang yang terjadi saat ini serta mengusulkan metoda perkuatan yang ditunjukkan dengan gambar perencanaan. Dari hasil penelitian didapatkan tinggi deviator 1500 mm serta digunakan kabel prategang berdiameter ½ inci dengan, $f_u = 270$ ksi. Jumlah kabel yang harus terpasang sebanyak 5 buah. Sehingga total kabel pada masing-masing sisi memanjang jembatan: $5 \times \frac{1}{2} \text{ in} = 2.5 \text{ in}$. Gaya prategang sebesar 70 ton yang diaplikasikan secara bersamaan pada kedua sisi memanjang jembatan yang berjarak 1.5 meter.

Kata kunci : Asesmen, Perkuatan, Jembatan Pipa, Ciasem.

Abstract — Ciasem pipe bridge is a steel frame bridge that is used as an 8 inch pipe holder for distribution of crude oil. There are indications that this bridge is experiencing excessive deflection so that it needs to be assessed and strengthened. The Bridge Assessment is intended to support the infrastructure of crude oil transportation in accordance with applicable technical planning criteria. The objective of this Bridge Assessment is to obtain a bridge strengthening technical planning document. The target to be achieved from the results of this consultancy service is to reduce deflection in the middle of the current landscape and to propose a method of reinforcement which is shown in the planning picture. From the research results obtained 1500 mm high deviator and used prestressed cables ½ inch in diameter with, $f_u = 270$ ksi. The number of cables that must be installed is 5 pieces. So that the total cable on each side extends the bridge: $5 \times \frac{1}{2} \text{ in} = 2.5 \text{ in}$. A prestressing force of 70 tons was applied simultaneously on both sides of the bridge extending a distance of 1.5 meters.

Keywords: Assessment, Percutaneous, Pipe Bridge, Ciasem.

I. PENDAHULUAN

Jembatan pipa Ciasem merupakan jembatan rangka baja yang digunakan sebagai dudukan pipa 8 inci untuk distribusi minyak mentah. Terdapat indikasi bahwa jembatan ini mengalami lendutan yang berlebihan sehingga perlu dilakukan asesmen dan perkuatan. Maksud Asesmen Jembatan dimaksudkan untuk mendukung infrastruktur transportasi minyak mentah yang sesuai dengan kriteria perencanaan teknis yang berlaku. Tujuan Asesmen Jembatan ini adalah untuk mendapatkan dokumen perencanaan teknis perkuatan jembatan. Hendak dicapai dari hasil layanan konsultasi ini adalah mengurangi lendutan pada tengah bentang yang terjadi saat ini serta mengusulkan metoda

perkuatan yang ditunjukkan dengan gambar perencanaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Kriteria Perencanaan

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

1. Kekuatan dan stabilitas struktur
2. Kenyamanan dan Keselamatan
3. Kemudahan (pelaksanaan dan pemeliharaan)
4. Ekonomis

Rujukan

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

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

Spesifikasi Pembebanan

Beban rencana yang diperhitungkan padaperencanaan 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 Operasional: 1.2DL, 1.6LL (pipa), 1.0 Prategang.

III. METODE PENELITIAN

Tabel 1. Apesifikasi data proyek

Kegiatan	:Asesmen Jembatan Pipa PT. Pertamina (Persero)
Panjang Jembatan	: 59.850 meter
Lebar Jembatan	: 1.5 meter
	: X: 799219.000, Y: 9303489.000, Z: 29.000
Koordinat	Garis lintang: -6.294372o S Garis bujur: 107.704408o T
Fungsi Jembatan	: Penyangga pipa minyak mentah (8 inci)
Jenis Jembatan	: Jembatan Rangka Baja
Lokasi	: Sungai Ciasem, Kabupaten Pamanukan (Gambar 1)



Gambar 1. Peta Lokasi Jembatan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Perkuatan Struktur Jembatan

Sistem Struktur Jembatan dan Kondisi Eksisting

Jembatan pipa ini merupakan jembatan rangka dengan panjang bentang 41.6 meter, lebar 1.5 meter, dan tinggi 2.15 meter seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.

Jembatan ini terletak di atas 4 titik tumpuan yang tampak sendi. Karat ringan sudah terjadi pada beberapa tempat dan baut lengkap, Gambar 3 (lihat juga foto lengkap dalam lampiran).

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran lendutan pada 18 titik sepanjang jembatan. Lendutan maksimum yang terjadi di tengah bentang adalah 114 mm di sisi kanan dan 110 mm di sisi kiri jembatan. Lendutan ini sudah tampak meskipun dilihat dengan kasat mata.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Waterpas

BACAAN RAMBU MUKA KANAN				BACAAN RAMBU MUKA KIRI			
TA	BT	AH	NO	TA	BT	AH	NO
1.094	1.094	0.000	1	1.094	1.091	0.003	1
1.094	1.1275	-0.033	2	1.094	1.1275	-0.033	2
1.094	1.143	-0.049	3	1.094	1.137	-0.043	3
1.094	1.1475	-0.053	4	1.094	1.149	-0.055	4
1.094	1.179	-0.085	5	1.094	1.168	-0.074	5
1.094	1.202	-0.108	6	1.094	1.192	-0.098	6
1.094	1.193	-0.099	7	1.094	1.188	-0.094	7
1.094	1.18	-0.086	8	1.094	1.18	-0.086	8
1.094	1.174	-0.080	9	1.094	1.17	-0.076	9
1.094	1.182	-0.088	10	1.094	1.173	-0.079	10
1.094	1.196	-0.102	11	1.094	1.182	-0.088	11
1.094	1.2	-0.106	12	1.094	1.191	-0.097	12
1.094	1.208	-0.114	13	1.094	1.204	-0.110	13
1.094	1.192	-0.098	14	1.094	1.19	-0.096	14
1.094	1.166	-0.072	15	1.094	1.164	-0.070	15
1.094	1.13	-0.036	16	1.094	1.139	-0.045	16
1.094	1.103	-0.009	17	1.094	1.119	-0.025	17
1.094	1.07	0.024	18	1.094	1.068	0.026	18

TA = Tinggi Alat
BT = Benang Tengah
AH = Beda Tinggi (TA - TB)
Satuan: meter

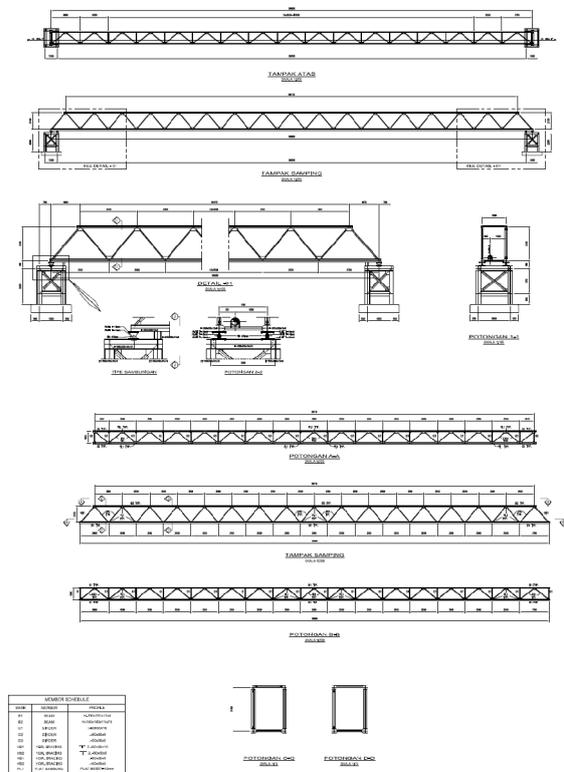


Gambar 2. Kondisi Karat Pada Jembatan dan Lubang Tanpa Baut

Sistem Perkuatan Struktur Jembatan

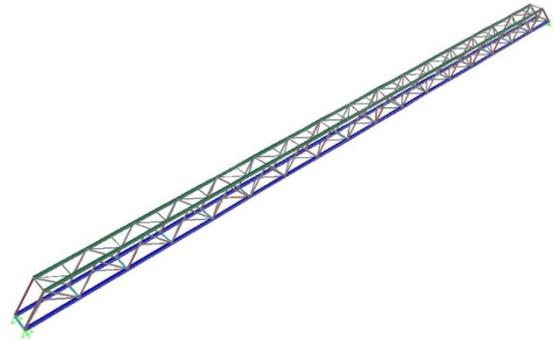
Dalam hal ini akan dilakukan beberapa scenario analisis berikut:

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



Gambar 3. Struktur Jembatan Rangka

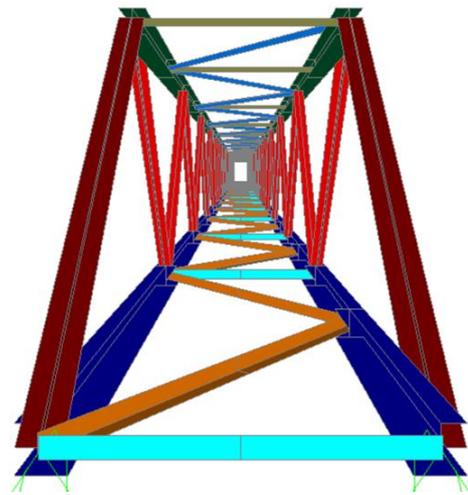
Struktur dimodelkan sebagai rangka tanpa memberikan pegas parsial fixity karena sudah ada kesesuaian antara model struktur dengan hasil pengukuran lapangan yang diberikan dalam Tabel 1. Selanjutnya ditinjau beban pipa berikut isinya, seperti ditunjukkan dalam Gambar 4, 5, dan 6.



Gambar 4. Gambar 3D Jembatan



Gambar 5. Gambar Penampang Memanjang Jembatan



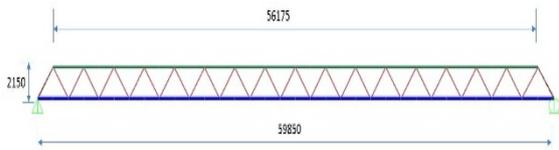
Gambar 6. Gambar Melintang Jembatan

Analisa Jembata Kondisi Eksisting

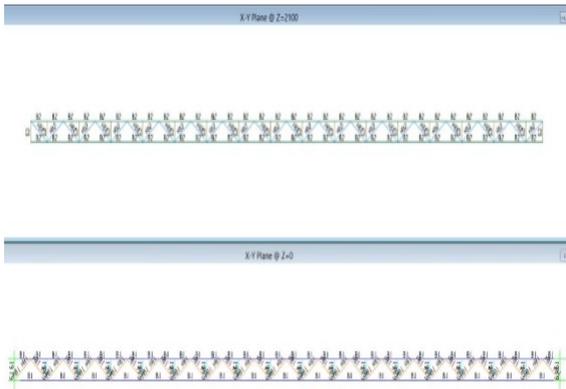
Geometri struktur yang diberikan dalam Gambar 7 s.d. 9 mengikuti gambar rencana yang diberikan dalam Gambar 2. Berat pipa didistribusikan pada titik bracing bawah yaitu berat total pipa dibagi dengan jumlah titik tumpunya, masing-masing sebesar 35 kg. Pipa tidak dimodelkan sebagai elemen karena akan berpengaruh pada kekakuan struktur yang pada faktanya tidak terjadi.

Hasil analisis kondisi eksisting memberikan lendutan maksimum 138.6. mm. dan rasio

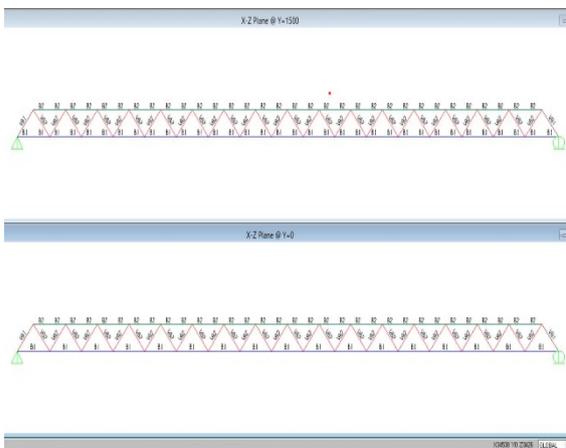
kapasitas struktur, dimana warna merah pada elemen menyatakan bahwa elemen tersebut belum mengalami overstressed (Gambar 12). Dapat disimpulkan bahwa struktur eksisting masih cukup kuat tanpa terjadi overstress tetapi tidak memenuhi persyaratan lendutan ijin sebesar 30 mm berdasarkan kurva yang diberikan dalam Gambar 13. Dengan demikian perlu diberikan alat bantu untuk memperkecil lendutan dan dalam hal ini akan digunakan metoda prategang eksternal yang akan dijelaskan dalam sub bab berikutnya.



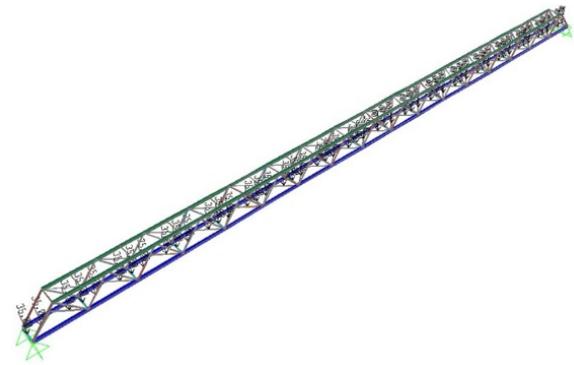
Gambar 7. Geometri Struktur



Gambar 8. Profil Bracing Atas dan Bawah



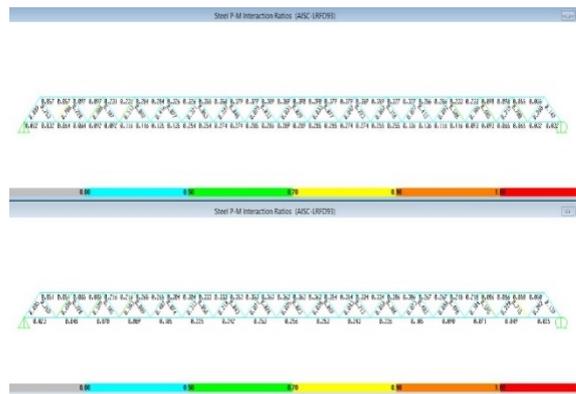
Gambar 9. Profil Rangka 2 Arah Memanjang Jembatan



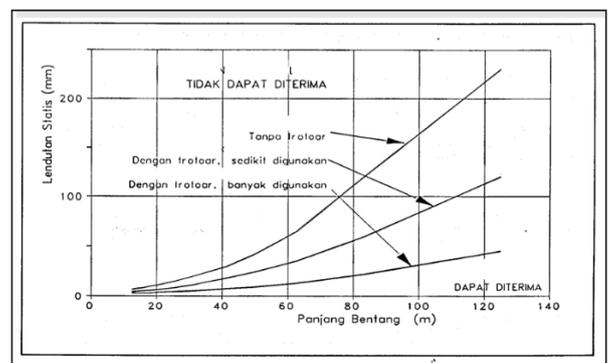
Gambar 10. Berat Titik dari Pipa 35 Kg



Gambar 11. Lendutan Struktur di Tengah Bentang - 112.8 mm



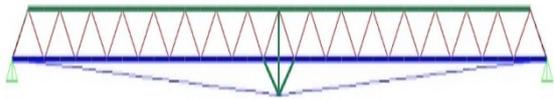
Gambar 12. Rasio Kapasitas Elemen Rangka Samping



Gambar 13. Syarat Lendutan Statis Jembatan

Analisa Jembatan Dengan Perkuatan Eksternal Prategang

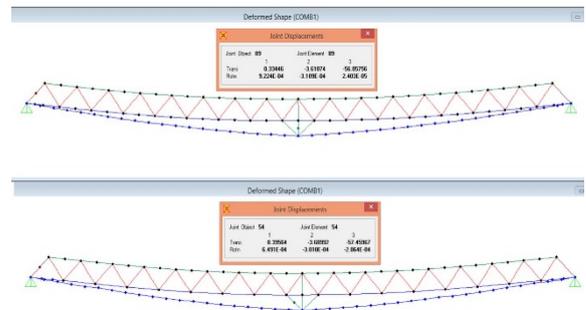
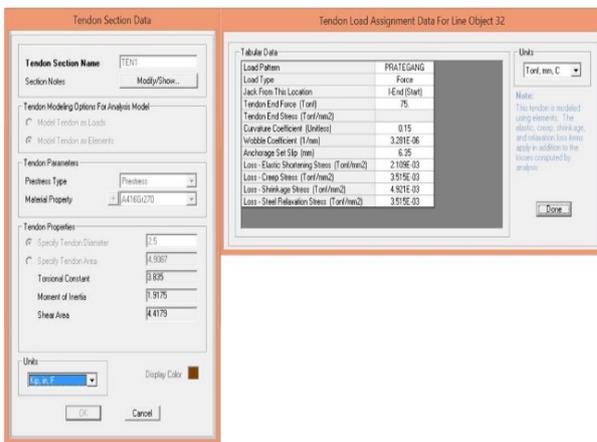
Untuk mendapatkan lendutan yang memenuhi syarat diperlukan kabel prategang dengan trase seperti pada Gambar 14. Penarikan kabel dilakukan pada satu sisi dengan deviator ditengah bentang setinggi 1500 mm. Gaya prategang yang harus diberikan sebesar 75 ton pada tiap sisi kanan dan kiri .



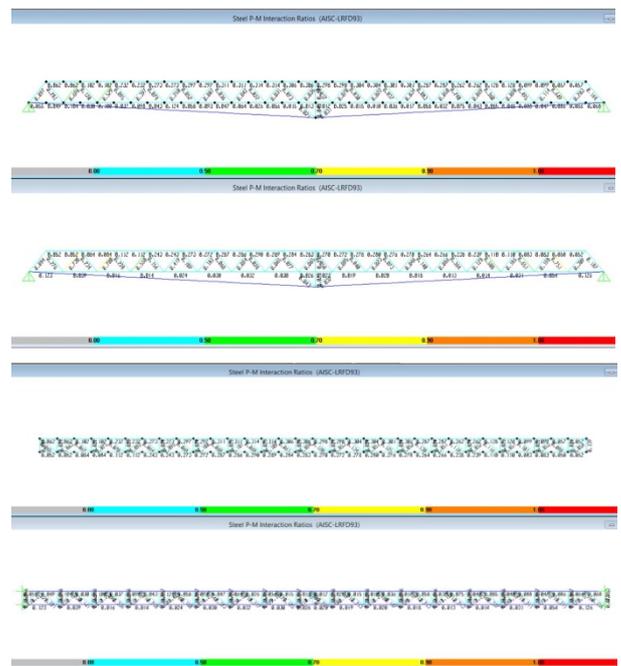
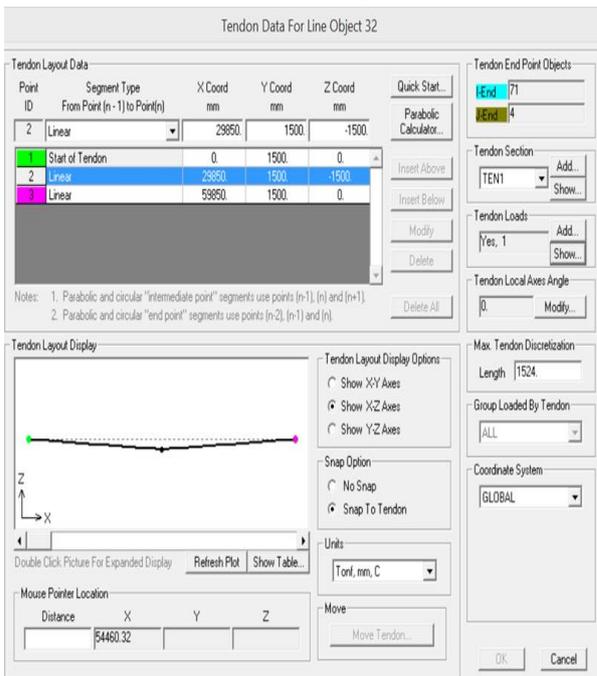
Gambar 14. Trase Kabel Prategang

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 (1303 MPa = 0.1329 ton mm). Dengan menggunakan diameter 0.5 inci, gaya prategang yang dapat ditimbulkan adalah $= (126.61 \text{ mm}^2)(0.1329) = 16.8$ ton. Untuk memenuhi kebutuhan gaya tarik 75 ton, diperlukan 5 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 112.8 mm menjadi 57.46 mm (Gambar 16). Nilai lendutan ini lebih kecil dari lendutan ijin yaitu sebesar 60 mm (Gambar 13) dan tidak menimbulkan overstress (Gambar 17).



Gambar 16. Lendutan Struktur Pada Rangka Sisi Memanjang Jembatan



Gambar 15. Gaya Prategang

Gambar 17. Tidak Terjadi Overstress Elemen

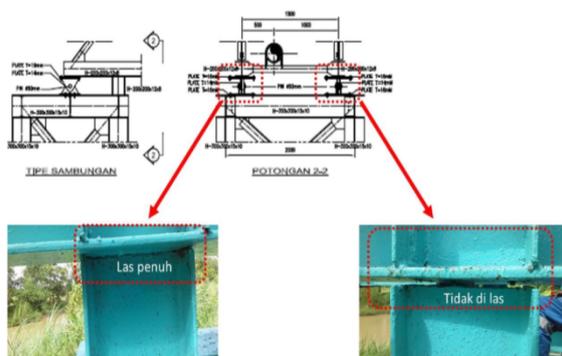
Pengamatan Dan Perbaikan Pelaksanaan Dilapangan

Pengamatan Pelaksanaan di Lapangan

Pada hari Jumat 13 Januari 2017 telah dilaksanakan pemeriksaan kondisi jembatan Ciasem yang telah dilakukan ekstrenal prategang. Hasil stressing menimbulkan lateral local buckling pada elemen bawah (bottom chord) sejauh 30 mm (Gambar 18). Hal ini disebabkan kolom pendek K1 pada satu sisi dilas sedangkan sisi lainnya tidak (Gambar 19). Dengan demikian perlu perbaikan terhadap hasil pelaksanaan ini.



Gambar 18. Kicking 30 mm



Gambar 19. Kolom Pendek K1 Dengan dan Tanpa Las

Langkah Perbaikan

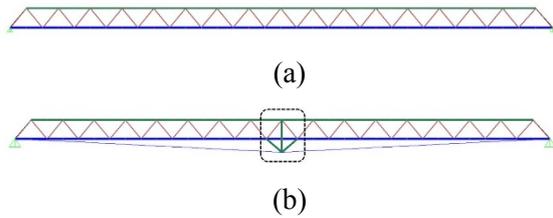
Langkah perbaikan adalah sebagai berikut:

1. Hilangkan gaya prategang (release).
2. Jika lateral buckling tidak dapat kembali ke posisi semula meskipun gaya prategang telah di release, elemen balok yang mengalami “kicking” 30 mm harus dipaksakan agar lurus kembali.
3. Dalam posisi lurus, lakukan pengelasan penuh dan ditambah dengan pemasangan pengaku seperti pada Gambar 3, 4, dan 5. Tebal pelat pengaku 10 mm.
4. Setelah pengelasan lengkap dan sempurna dilaksanakan, proses penegangan dapat diulangi kembali.

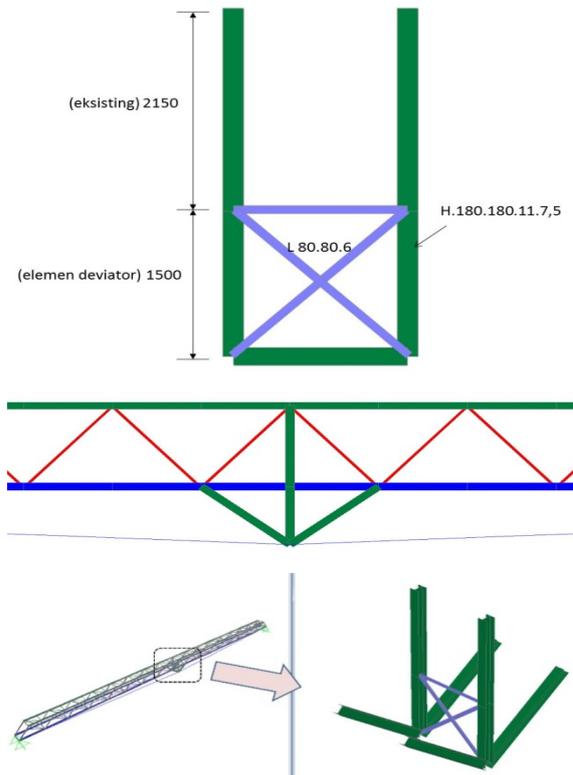
Proses penegangan harus selalu sambil melakukan pengukuran lendutan di tengah bentang sesuai target yang disampaikan dalam laporan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan bab sebelumnya, dapat disimpulkan yaitu Jembatan mengalami perubahan konstruksi. Selanjutnya tinggi deviator 1500 mm dari profil H.180.180.11.7,5 harus dilakukan pengencangan baut sebelum dilakukan penarikan kabel prategang, kemudian 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 $\frac{1}{2}$ inci dengan, $f_u = 270$ ksi. Jumlah kabel yang harus terpasang sebanyak 5 buah. Sehingga total kabel pada masing-masing sisi memanjang jembatan: $5 \times \frac{1}{2} \text{ in} = 2.5 \text{ in}$. Gaya prategang sebesar 70 ton yang diaplikasikan secara bersamaan pada kedua sisi memanjang jembatan yang berjarak 1.5 meter. Saat penarikan kabel harus diperhatikan lendutan yang terjadi dengan menggunakan alat ukur water pas dan mengamati ketidakstabilan struktur. Adapun hasil dapat diperlihatkan pada gambar berikut ini.



Gambar 18. Konstruksi Jembatan (a) sebelum perkuatan, (b) setelah perkuatan



Gambar 19. Deviator

DAFTAR PUSTAKA

Budiharto, Widodo. Firmansyah, Sigit, 2004, “Elektronika Digital dan Mikroprosesor”. Yogyakarta, Penerbit ANDI.
 Sasongko Hari Bagus, (2012), “Pemrograman Mikrokontroler dengan Bahasa C”, Yogyakarta, Penerbit ANDI.
 Winarno, Arifianto, Deni, 2011, “Bikin Robot Itu Gampang”. Jakarta, Kawan Pustaka.

Baskerville, N, 2012, “Valve: Handbook for New Employees First Editions”, Valve Corporation, Washington U.S.A., <http://www.national.com/ds/LM/LM35.pdf> (diakses tanggal 5 Juni 2016, pukul 15:30)
 Bayle,J., 2013, “C programming for Arduino, Birmingham”, Packt Publishing.
 Anonim, 1984, “Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia Tahun 1984”, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
 Departemen Pekerjaan Umum, RSNI T-03-2005 Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan, Badan Standarisasi Nasional, 2005.
 Departemen Pekerjaan Umum, RSNI T-02-2005 Pembebanan Untuk Jembatan, Kementerian Badan Standarisasi Nasional, 2005.
 Hasanuddin, 2017, “Metode Penilaian Kondisi Jembatan Beton Prategang”, Teknik Sipil Universitas Suryakencana, vol 1.
 Putra, Brian Halomoan, 2018. “Kajian Perkuatan Jembatan Menggunakan Sistem Prategang Eksternal”, Universitas Sumatera Utara.
 S Simamora, Nasib, M.Agung Putra Handana, “Analisa Kekuatan Balok Baja Prategang(Prestressed Steel Girder)”, Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.
 Suryanita, Reni, Zulfikar Djauhari dan Andi Wijaya, 2016, “Respons Struktur Jembatan Beton Prategang Berdasarkan Spektrum Gempa Wilayah Sumatera” Universitas Riau.
 Troitsky, M.S., 1990, “Prestressed Steel Bridges Theory and Design”, New York.
 Van Nostrand Renhold Company, Xanthakos. 1973. “Theory and Design Bridges”. New York, John Wiley and Sans. Inc.