



**PENURUNAN NILAI LENDUTAN PROTOTYPE JEMBATAN
RANGKA RUANG SEGITIGA MENGGUNAKAN
PRATEGANG EKSTERNAL**

SKRIPSI

Oleh
LIA ALMILA
NIM 061910301058

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**PENURUNAN NILAI LENDUTAN PROTOTYPE JEMBATAN
RANGKA RUANG SEGITIGA MENGGUNAKAN
PRATEGANG EKSTERNAL**

SKRIPSI

*Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik*

Oleh

**LIA ALMILA
NIM 061910301058**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2011

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk

1. Kedua orang tua, Ayahanda Hanafi dan Ibunda Rosyidah yang dengan penuh kesabaran serta do'a dan upaya untuk menjadikanku manusia yang berguna, berderajat dan bermartabat. Kucuran air mata dan keringat Ayah Ibu tak akan pernah mampu kugantikan.
2. Rizka Huwaidah, sebagai adik, sahabat serta supporter sejatiku.

MOTTO

Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan?

(terjemahan Surat *Ar-Rahman*)¹

¹ Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Quran dan terjemahannya*. Semarang : PT. Kumudasmoro Grafindo

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lia Almila

NIM : 061910301058

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "Penurunan Nilai Lendutan Prototype Jembatan Rangka Ruang Segitiga menggunakan Prategang Eksternal" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Juni 2011
Yang menyatakan,

Lia Almila
NIM. 061910301058

SKRIPSI

**PENURUNAN NILAI LENDUTAN PROTOTYPE JEMBATAN
RANGKA RUANG SEGITIGA MENGGUNAKAN
PRATEGANG EKSTERNAL**

Oleh

**LIA ALMILA
NIM 061910301058**

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dwi Nurtanto, ST., MT

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Hernu Suyoso, MT

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul "Penurunan Nilai Lendutan Prototype Jembatan Rangka Baja Prategang Eksternal" telah diuji dan disahkan oleh Program Studi Strata Satu (S1) Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

hari : Kamis
tanggal : 16 Juni 2011
tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Ketut Aswatama, ST., MT
NIP 19700713 200012 2 001

Dwi Nurtanto, ST., MT
NIP 19731015 199802 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Hernu Suyoso, MT
NIP 1951112 198702 1 001

Ir. Krisnamurti, MT
NIP 19661228 199903 1 002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, MT
NIP 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Penurunan Nilai Lentutan Prototype Jembatan Rangka Ruang Segitiga menggunakan Prategang Eksternal; Lia Almila, 061910301058; 2011; 58 halaman; Program Studi Strata Satu (S1) Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama ini rangka baja hanya diperlakukan sebagai rangka konvensional yang hanya menerima beban luar secara langsung. Sedangkan secara teoritis rangka ini dapat ditingkatkan kemampuannya dengan sistem prategang seperti pada beton bertulang. Rangka prategang adalah rangka yang dipasang kabel *prestress* di tengahnya seperti halnya beton prategang. Pemasangan kabel pada rangka dilakukan di luar penampang profil. Penggunaan kabel di luar ini disebut *external prestressing*. *External prestressing* pada rangka secara teoritis selain digunakan untuk perkuatan rangka yang telah mengalami penurunan, juga dapat digunakan untuk memberikan lawan lentutan dan tambahan kekuatan pada batang rangka jembatan, lebih – lebih jika rangka dikompositkan dengan lantai jembatan dari beton bertulang. Selain itu, dengan mengurangi besarnya lentutan yang terjadi akibat beban luar, otomatis dapat dilakukan penghematan material.

Sebenarnya aplikasi teknologi prategang eksternal telah diterapkan pada jembatan rangka baja Australia (*Sumber: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004*). Penelitian mengenai prategang eksternal di Indonesia telah dilakukan oleh dosen PNJ dengan hasil penelitian adalah kemampuan struktur dengan prategang memiliki daya layan 1,77 kali lebih besar daripada struktur yang tanpa prategang (Andi Indianto, 2010). Pada penelitian tersebut prototype jembatan yang digunakan yaitu jembatan dengan rangka ruang persegi. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini menggunakan prototype jembatan dengan rangka ruang segitiga (HTSB). Prototype tersebut diikutsertakan pada kompetisi jembatan Indonesia (KJI 6) dan menjuarai kategori terkokoh dengan nilai lentutan 2,1mm pada pembebanan 400kg.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa penurunan nilai lendutan akibat gaya prategang terhadap struktur awal. Untuk mencapai tujuan tersebut penelitian ini menggunakan metode secara pengujian langsung dan teoritis. Metode pengujian yaitu memberikan uji pembebanan dan pencatatan nilai lendutan baik pada struktur tanpa prategang maupun dengan prategang. Metode teoritis pada struktur tanpa prategang menggunakan metode 1 unit load. Metode teoritis pada struktur dengan prategang menggunakan metode lawan lendut (gaya perlawanan ke atas) dengan perhitungan trigonometri sederhana.

Kesimpulan penelitian ini adalah terjadi penurunan nilai lendutan pada struktur dengan gaya prategang 34,1824 kg terhadap struktur awal sebesar 3,3% secara pengujian dan 3,04% secara teoritis. Struktur dengan gaya prategang 219,74 kg terhadap struktur awal mengalami penurunan nilai lendutan sebesar 19,13% secara pengujian dan 22,36% teoritis. Selisih prosentase nilai penurunan lendutan antara pengujian dan teoritis relatif kecil, yaitu 0,34% akibat prategang I, dan 3,23% akibat prategang II.

SUMMARY

Impairment of Deflection Values of a Prototype Triangular Space Frame Bridge Using External Prestressing; Lia Almila, 061910301058; 2011; 58 sheets; Civil Engineering Technics Faculty University of Jember.

So far, the steel frame (truss) is treated as a conventional frame which only accepts external load directly. While theoretically this framework can be enhanced by prestressing system as in reinforced concrete. Framework is a framework that is placed prestressed cables prestress in the middle as well as prestressed concrete. Cabling in order to be done outside the cross-sectional profile. The use of cable outside is called external prestressing. External prestressing on the theoretical framework used in addition to strengthening the framework of which have been reduced, also can be used to provide additional strength versus deflection and the trunk frame bridge, more - more if the framework dikompositkan with floors of reinforced concrete bridges. In addition, by reducing the amount of deflection that occurs due to external loads, material savings can be done automatically.

Actually the application of external prestressing technology has been applied to the steel frame bridge Australia (*Source: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004*). Research on external prestressing in Indonesia have been carried out by lecturers PNJ with the results of the research is the ability of the structure with prestressed have serviceability 1.77 times larger than the structure without prestressing (Andi Indianto, 2010). In that study used a prototype bridge is a bridge with a square space frame. Unlike previous studies, in this study make use of a prototype bridge with a triangular space frame (HTSB). Prototype is included in the competition bridges Indonesia (KJI 6) and won the strongest category with the value 2.1 mm deflection on loading 400kg.

The purpose of this study was to find out how much impairment of deflection due to prestressing force to the initial structure. To achieve these objectives this research uses a method of direct examination and theoretical. Test methods which

provide loading test and recording the value of a good deflection in prestressed structures without or with prestressing. Theoretical methods in prestressed structures without using 1 unit load. Theoretical methods on the structure with prestressed opponent using lendut (upward resistance force) with simple trigonometric calculations.

The conclusion of this research is to be impaired deflection in structures with prestressing force 34.1824 kg of initial structure by 3.3% in the test and 3.04% theoretically. Prestressing force structure with 219.74 kg of the initial structure has decreased by 19.13% deflection value in the test and 22.36% theoretical. Difference in percentage of reduction between test and theoretical deflection is relatively small, namely 0.34% due to prestressing I, and 3.23%, due to prestressing II.

PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah tertulis (skripsi) yang berjudul *Penurunan Nilai Lendutan Prototype Jembatan Rangka Ruang Segitiga menggunakan Prategang Eksternal* sebagai tugas akhir di Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian tulisan ilmiah ini terutama kepada:

1. Allah SWT Tuhan Semesta Alam dan the Great Prophet Rosulullah SAW yang telah membawa Islam ke umatnya.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember, Ir. Widyono Hadi, MT atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini;
3. Dwi Nurtanto, ST., MT selaku dosen pembimbing utama dan Ir. Hernu Suyoso selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga dan perhatiannya dalam penulisan tugas akhir ini;
4. Ketut Aswatama, ST., MT dan Ir. Krisnamurti, MT sebagai dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan demi kesempurnaan tugas akhir ini;
5. Kedua orang tua (Bapak Hanafi dan Ibu Rosyidah) tercinta atas dukungan, doa dan limpahan kasih sayang yang tak pernah putus;
6. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama mengikuti pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Jember;
7. Almamaterku Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember
8. Teman-teman yang telah membantu proses pengujian dari skripsi ini
9. Hury Kristiatmoko, ST. atas semua support yang diberikan.
10. ZeroSix Civillovers, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan bukan milik manusia, sehingga saran dan kritik dari pembaca diterima dengan senang hati demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Jember, 16 Juni 2011

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Persembahan.....	iii
Halaman Motto	iv
Halaman Pernyataan	v
Halaman Pengesahan.....	vii
Ringkasan	viii
Summary	x
Prakata	xii
Daftar Isi	xiv
Daftar Tabel.....	xvii
Daftar Grafik.....	xviii
Daftar Gambar	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.2.1 Permasalahan.....	2
1.2.2 Batasan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Rangka Batang	4
2.2 Perkuatan Rangka Batang	4
2.3 Tegangan dan Regangan	5
2.4 Konsep Prategang.....	6
2.5 Lendutan.....	8
2.6 Pemasangan Prategang.....	9
2.6.1 Prategang pada Elemen Batang.....	9
2.6.1 Prategang pada Struktur Rangka Batang.....	10
2.7 Keuntungan dan Kerugian.....	10

2.8 Penelitian Terdahulu	11
BAB III METODOLOGI	
3.1 Detail Prototype HTSB	14
3.1.1 Gelagar Memanjang Atas.....	14
3.1.2 Gelagar Memanjang Bawah.....	15
3.1.3 Gelagar Melintang.....	15
3.2 Struktur tanpa Prategang.....	15
3.2.1 Pengujian.....	15
3.2.2 Metode 1 Unit Load	18
3.3 Struktur dengan Prategang	20
3.3.1 Pengujian.....	20
3.3.2 Metode Gaya ke Atas (Lawan Lendut)	22
3.4 Penurunan Nilai Lendutan.....	23
3.3 Flowchart	24
BAB IV PEMBAHASAN	
4.1 Struktur tanpa Prategang.....	25
4.1.1 Pengujian.....	25
4.1.2 Metode 1 Unit Load	26
4.2 Struktur dengan Prategang I.....	29
4.2.1 Pengujian.....	29
4.2.2 Metode Gaya ke Atas (Lawan Lendut)	30
4.3 Struktur dengan Prategang II	34
4.3.1 Pengujian.....	34
4.3.2 Metode Gaya ke Atas (Lawan Lendut)	36
4.4 Penurunan Lendutan akibat Prategang.....	39
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43

LAMPIRAN

Lampiran 1. Gaya Batang akibat Beban Luar	44
Lampiran 2. Perhitungan Defleksi Struktur tanpa Prategang (Metode 1 Unit Load).....	50
Lampiran 3. Penomoran Batang.....	55
Lampiran 4. Dokumentasi.....	56
Lampiran 5. Kuat Putus Minimum Kabel	60
Lampiran 6. Perhitungan pembebanan tidak sampai failure leleh	61

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Lendutan Struktur tanpa Prategang (pengujian)	25
Tabel 4.2 Lendutan Struktur tanpa Prategang (teoritis)	28
Tabel 4.3 Lendutan Struktur dengan Prategang I (pengujian)	29
Tabel 4.4 Lendutan Struktur dengan Prategang I (teoritis).....	32
Tabel 4.5 Lendutan Struktur dengan Prategang II (pengujian).....	33
Tabel 4.6 Lendutan Struktur dengan Prategang II (teoritis)	36
Tabel 4.7 Rekap Nilai Lendutan	37
Tabel 4.8 Penurunan Lendutan akibat Prategang Eksternal (hasil pengujian)	39
Tabel 4.9 Penurunan Lendutan akibat Prategang Eksternal (hasil teoritis)	39

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hubungan Lendutan dan Beban pada Struktur tanpa prategang (hasil pengujian).....	26
Grafik 4.2 Hubungan Lendutan dan Beban pada Struktur tanpa prategang (hasil teoritis)	28
Grafik 4.3 Hubungan Lendutan dan Beban pada Struktur dengan prategang I (hasil pengujian).....	30
Grafik 4.4 Hubungan Lendutan dan Beban pada Struktur dengan prategang I (hasil teoritis)	33
Grafik 4.5 Hubungan Lendutan dan Beban pada Struktur dengan prategang II (hasil pengujian).....	34
Grafik 4.6 Hubungan Lendutan dan Beban pada Struktur dengan prategang II (hasil teoritis)	37
Grafik 4.7 Penurunan Nilai Lendutan	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan	6
Gambar 2.2 Lawan Lendut (Sumber E.G Nawy).....	8
Gambar 2.3 Lawan Lendut (Sumber Sri Murni).....	8
Gambar 2.4 Pemasangan Prategang pada Elemen Batang	9
Gambar 2.5 Pemasangan Prategang pada Struktur Rangka	10
Gambar 2.6 Prototype Jembatan Penelitian Terdahulu.....	12
Gambar 2.7 Alat-alat pada Proses Pengujian Terdahulu	12
Gambar 3.1 Prototype HTSB	14
Gambar 3.2 Portal Frame di Tengah Bentang.....	16
Gambar 3.3 Pemasangan Klem.....	16
Gambar 3.4 Pemasangan Jack Hidrolis.....	17
Gambar 3.5 Pemasangan Proving Ring	17
Gambar 3.6 Pemasangan Dial Gauge.....	18
Gambar 3.7 Peniadaan Beban Luar dan pemberian gaya 1 satuan	19
Gambar 3.8 Pemberian Beban Luar	19
Gambar 3.9 Analisis pada Struktur degan Prategang yang Mendapat Lawan Lendut.....	22
Gambar 4.1 Metode 1 Unit Load	26
Gambar 4.2 Tampak Atas dan Samping Prototype.....	30
Gambar 4.3 Penampang Siku 45x45 mm.....	31