

ANALISA TEGANGAN LENTUR DAN LENDUTAN SERTA  
SIMULASI BALOK IWF SEBELUM DAN SESUDAH  
DITAMBAHKAN PENGAKU BADAN LONGITUDINAL  
MENGUNAKAN SAP 2000 v. 12

#1  
Sipil  
2009



LABORAN MINGGU KE-11

Direksi Teknik Momen dan Syarik Momen  
Guna Sifat Teknik Pada Analisis Sifat Sifat  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Oleh

AREBNEGO SIANTURI

03043110117

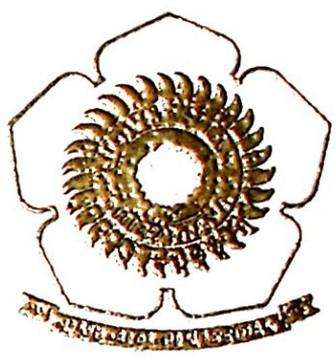
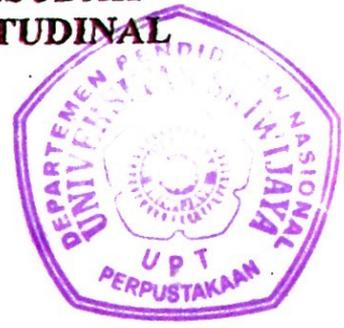
Dosen Pembimbing

Dr. Indra Cahyadi S.T., M.Eng

19910701001

624.177 230 7  
Sia  
a  
C-070830  
2009

**ANALISA TEGANGAN LENTUR DAN LENDUTAN SERTA  
SIMULASI BALOK IWF SEBELUM DAN SESUDAH  
DITAMBAHKAN PENGAKU BADAN LONGITUDINAL  
MENGUNAKAN SAP 2000 v. 12**



- 18687  
- 19082

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan  
Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh

**ABEDNEGO SIANTURI**

03043110117

Dosen Pembimbing

**Ir. Indra Chusaini San, MS**

**Ir. H. Rozirwan**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

2009

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : ABEDNEGO SIANTURI

NIM : 03043110117

JURUSAN : TEKNIK SIPIL

JUDUL : ANALISA TEGANGAN LENTUR DAN LENDUTAN  
SERTA SIMULASI BALOK IWF SEBELUM DAN  
SESUDAH DITAMBAHKAN PENGAKU BADAN  
LONGITUDINAL MENGGUNAKAN SAP 2000 V. 12

Inderalaya, Juni 2009

Ketua Jurusan,



Ir. Yakni Idris, MSC, MSCE

NIP. 131 672710

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : ABEDNEGO SIANTURI**

**NIM : 03043110117**

**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**

**JUDUL : ANALISA TEGANGAN LENTUR DAN LENDUTAN SERTA  
SIMULASI BALOK IWF SEBELUM DAN SESUDAH  
DITAMBAHKAN PENGAKU BADAN LONGITUDINAL  
MENGUNAKAN SAP 2000 V. 12**

**Inderalaya, Juni 2009**

**Dosen Pembimbing I,**



**Ir. Indra Chusaini San, MS**

**NIP. 131 558 520**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : ABEDNEGO SIANTURI

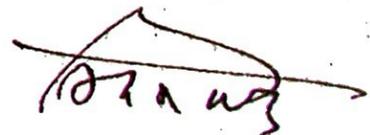
NIM : 03043110117

JURUSAN : TEKNIK SIPIL

JUDUL : ANALISA TEGANGAN LENTUR DAN LENDUTAN SERTA  
SIMULASI BALOK IWF SEBELUM DAN SESUDAH  
DITAMBAHKAN PENGAKU BADAN LONGITUDINAL  
MENGUNAKAN SAP 2000 V. 12

Inderalaya, Juni 2009

Dosen Pembimbing II,



Ir. H. Rozirwan

NIP. 131 476 142

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas berkat dan kasih karuni-Nya maka penulisan Laporan Tugas Akhir dengan judul **Analisa Tegangan Lentur dan Lendutan Serta Simulasi Balok IWF Sebelum Dan Sesudah Ditambahkan pengaku Badan Longitudinal Menggunakan SAP 2000 v.12** ini dapat diselesaikan. Tugas akhir ini dibuat sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan jenjang strata -1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Terselesaikannya laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik berupa material maupun moril. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Bapak Prof.Dr.Ir.H.M. Taufik Toha ,DEA
2. Ketua jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya Bapak Ir. Yakni Idris, MSc, MS
3. Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir Bapak Ir. Indra Chusaini San, MS
4. Dosen Pembimbing Kedua Tugas Akhir Bapak Ir. H. Rozirwan
5. Kedua orang tuaku tersayang Pdt. R. Sianturi dan Roslayati Siahaan yang selalu mendanai perkuliahanku dan mendoakanku.
6. Abang dan adikku yang mendukung aku
7. Opa dan Oma serta om Eldad, Tante Febe, Kak Ester, Bang Marganda, Ito Zipora, Ito Arnas, dan Ito Amel yang mendoakan aku.
8. Staf Administrasi Jurusan Teknik Sipil, Kak Lukman, Yu Tini atas bantuannya
9. Teman – teman Angkatan 2004, Melki, Feri, Philips dan Wanny
10. Semua pihak yang telah memberikan bantuan moril dan materil kepada penulis.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi setiap pembacanya dan dapat dipergunakan sebaik mungkin bagi yang memerlukannya.

Indralaya, Juni 2009

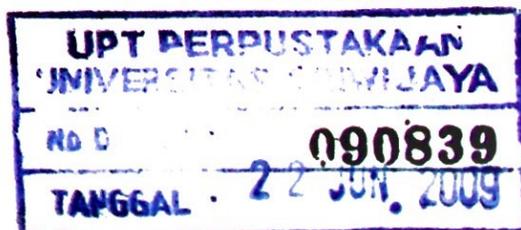
Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	.ix
DAFTAR TABEL .....	.xii
ABTRAK .....	.xiv

### BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan.....	3
1.4. Ruang Lingkup .....	3
1.5. SistematikaPenulisan.....	3



BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	
	2.1. Gambaran Umum Baja .....	5
	2.2. Tegangan .....	6
	2.2.1. Tegangan Normal .....	8
	2.2.1.1. Tegangan Normal Yang Disebabkan Lenturan ...	9
	2.2.2. Tegangan Pada Baja .....	11
	2.3. Pengaku Badan Longitudinal .....	12
	2.4. Program SAP 2000 v.12 .....	12
	2.5. Metode Elemen Hingga .....	13
	2.5.1. Pendahuluan .....	13
	2.5.2. Tipe Dari Elemen .....	14
	2.5.3. Prosedur Analisa Elemen Hingga .....	16
	2.5.4. Kelebihan dan Kekurangan Elemen Hingga .....	16
	2.5.5. Elemen Shell Pada SAP 2000.v.12 .....	16
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
	3.1. Studi Literatur .....	19
	3.2. Pemodelan Dengan SAP 2000 v.12 .....	20
	3.3. Analisa Dengan SAP 2000 v.12 .....	24
	3.4. Pembahasan .....	26
BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN	
	4.1. Hasil Analisa Program SAP 2000 v.12 .....	27

4.1.1. Distribusi Tegangan Pada Balok Baja	.....27
4.1.2. Grafik Tegangan Dan Lendutan	.....34
4.2. Hasil Analisa Perhitungan Manual Tegangan Lentur	.....47
4.3. Perbandingan Nilai Tegangan Hasil Analisa SAP 2000 dengan Perhitungan Secara Manual	..... 47
4.4. Pembahasan	..... 47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	.....49
5.2. Saran	.....49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

	Hal.
II.1. Balok Baja .....	6
II.2. Tegangan Pada Sebuah Elemen.....	7
II.3. Tegangan Normal .....	8
II.4. Lentur Murni .....	10
II.5. Tegangan Yang Disebabkan Oleh Lenturan.....	11
II.6. Kurva Tegangan- Regangan Pada Baja.....	11
II.7. Pengaku Badan Longitudinal Pada Web Balok Baja .....	12
II.8. Elemen Dua Dimensi .....	15
II.9. Elemen Tiga Dimensi .....	15
II.10. Kemungkinan Bentuk Elemen Shell .....	17
II.11. Orientasi Gaya Dan Tegangan Shell .....	17
III.1. Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir .....	19
III.2. Penampang Balok baja Profil IWF .....	20
III.3. Balok Baja Profil IWF.....	21
III.4. Profil Balok Dengan Pengaku Longitudinal .....	21
III.5. Penampang Balok Dengan Pengaku Longitudinal .....	22
III.6. Pemodelan Penampang Balok Biasa Dalam Bentuk Elemen Shell .....	22
III.7. Pemodelan Penampang Balok Modifikasi Dalam Bentuk Elemen Shell ..	23

III.8. Pembebanan pada Balok Biasa .....	23
III.9. Pembebanan pada Balok Dengan Pengaku Longitudinal .....	24
III.10. Bagan Alir Analisa Penelitian.....	25
IV.1. Hasil Meshing Sumbu XZ Pada Model .....	27
IV.2. Hasil Meshing Sumbu XY Pada Model.....	27
IV.3 – IV 26 Kontur Distribusi Tegangan.....	28
IV.27. Grafik Perbandingan Tegangan Akibat Lentur Pada Flens Bawah Balok Biasa Dan Sesudah Dimodifikasi dengan Bentang 4m .....	40
IV.28 Grafik Perbandingan Lendutan Pada Flens Bawah Balok Biasa Dan Sesudah Dimodifikasi dengan Bentang 4m .....	41
IV.29 Grafik Perbandingan Tegangan Pada Flens Bawah Balok Biasa Dan Sesudah Dimodifikasi dengan Bentang 6m .....	41
IV.30. Grafik Perbandingan Lendutan Pada Flens Bawah Balok Biasa Dan Sesudah Dimodifikasi dengan Bentang 6m .....	42
IV.31. Grafik Perbandingan Tegangan Akibat Lentur Pada Flens Bawah Balok Biasa Dan Sesudah Dimodifikasi dengan Bentang 9m.....	42
IV.32 Grafik Perbandingan Lendutan Pada Flens Bawah Balok Biasa Dan Sesudah Dimodifikasi dengan Bentang 9m.....	43
IV.33. Grafik Perbandingan Tegangan Akibat Lentur Pada Flens Atas Balok Biasa Dan Sesudah Dimodifikasi dengan Bentang 4m .....	43
IV.34. Grafik Perbandingan Lendutan Pada Flens Atas Balok Biasa Dan Sesudah Dimodifikasi dengan Bentang 4m .....	44

IV.35. Grafik Perbandingan Tegangan Akibat Lentur Pada Flens Atas Balok Biasa Dan Sesudah Dimodifikasi dengan Bentang 6m .....	44
IV.36. Grafik Perbandingan Lendutan Pada Flens Atas Balok Biasa Dan Sesudah Dimodifikasi dengan Bentang 6m .....	45
IV.37. Grafik Perbandingan Tegangan Akibat Lentur Pada Flens Atas Balok Biasa Dan Sesudah Dimodifikasi dengan Bentang 9m .....	45
IV.38. Grafik Perbandingan Lendutan Pada Flens Atas Balok Biasa Dan Sesudah Dimodifikasi dengan Bentang 9m .....	46

## DAFTAR TABEL

IV.1. Nilai tegangan dan lendutan pada flens bawah balok baja profil IWF biasa dan sesudah dimodifikasi dengan bentang 3m .....	34
IV.2. Nilai tegangan dan lendutan pada flens bawah balok baja profil IWF biasa dan sesudah dimodifikasi dengan bentang 4,5m.....	35
IV.3. Nilai tegangan dan lendutan pada flens bawah balok baja profil IWF biasa dan sesudah dimodifikasi dengan bentang 6m .....	35
IV.4. Nilai tegangan dan lendutan pada flens atas balok baja profil IWF biasa dan sesudah dimodifikasi dengan bentang 3m.....	36
IV.5. Nilai tegangan dan lendutan pada flens atas balok baja profil IWF biasa dan sesudah dimodifikasi dengan bentang 4,5m.....	36
IV.6. Nilai tegangan dan lendutan pada flens atas balok baja profil IWF biasa dan sesudah dimodifikasi dengan bentang 6m.....	37
IV.7. Perbedaan dan Persentase Pengurangan Nilai Lendutan Pada Flens Bawah Balok Sesudah Dimodifikasi Dengan Bentang 3m.....	37
IV.8. Perbedaan dan Persentase Pengurangan Nilai Lendutan Pada Flens Bawah Balok Sesudah Dimodifikasi Dengan Bentang 4,5m.....	38
IV.9. Perbedaan dan Persentase Pengurangan Nilai Lendutan Pada Flens Bawah Balok Sesudah Dimodifikasi Dengan Bentang 6m.....	38
IV.10. Perbedaan dan Persentase Pengurangan Nilai Lendutan Pada Flens Atas Balok Sesudah Dimodifikasi Dengan Bentang 3m.....	39

IV.11. Perbedaan dan Persentase Pengurangan Nilai Lendutan Pada Flens	
Atas Balok Sesudah Dimodifikasi Dengan Bentang 4,5m .....	39
IV.12 Perbedaan dan Persentase Pengurangan Nilai Lendutan Pada Flens	
Atas Balok Sesudah Dimodifikasi Dengan Bentang 6m.....	40

# **Deflection and Bending Stress Analysis and IWF Beam Simulation Before and After Added With Longitudinal Stiffeners Use SAP 2000 v.12**

## **ABSTRACT**

Internal force of steel structure is very important to knowing to prevent the failure of steel structure and to knowing modification which needed steel structure to get deflection decreasing at a new structure will be build. The modification which use for decrease deflection by adding longitudinal stiffener at web of beam.

To know decrease of deflection, there are many steps which must to do : First is we must draw models of IWF beam without modification and IWF beam with modification at SAP 2000 v.12 . Then it devided to many elemens which called shell elemen. Then give joint load and distribution load. After that the models must be analysed with SAP 2000 v.12.

From SAP 2000 analysed result, could make graph bending stress and deflection from each models. From its graph could see that there are decrease bending stress and deflection at modification beam compare with beam without modification.

At IWF beams Flens, reduce bending stress more than at elemen points which more close with restrain. It happen because iners at modification beam more than iners at beam without modification. The reducing of deflection percentage which happen more than at element points closer than restrain compare with element points at center of beam.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam suatu bangunan dibutuhkan suatu konstruksi yang kuat untuk mendukung struktur dari bangunan itu sendiri. Untuk mendapatkan konstruksi yang kuat bisa didapat dari pemilihan material konstruksi yaitu, kayu, beton dan baja. Masing-masing material memiliki karakteristik dan sifat yang berbeda-beda. Oleh sebab itu, pemilihan material dalam suatu konstruksi sangatlah penting.

Saat ini, konstruksi dengan menggunakan material baja banyak diminati, baik pada struktur jembatan, struktur gedung, maupun pada struktur atap. Hal ini disebabkan karena struktur baja mempunyai kekuatan yang sangat tinggi dalam menahan beban. Selain karena kekuatannya yang tinggi, ukuran tampang konstruksi baja juga sangat kecil jika dibandingkan dengan konstruksi beton. Oleh karena itu, struktur baja cukup ringan sekalipun berat jenis baja itu sendiri tinggi. Selain itu, konstruksi baja juga dapat dibongkar pasang untuk dipakai kembali.

Oleh karena semakin meningkatnya permintaan akan material baja untuk pembuatan suatu konstruksi bangunan, maka semakin banyak pula penelitian yang dilakukan oleh para ahli untuk mengetahui sifat – sifat yang ada di dalam material baja, yaitu gaya-gaya dalam yang terjadi setelah profil baja diberi pembebanan dan distribusi tegangan yang terjadi di dalam material baja tersebut.

Gaya – gaya dalam yang terjadi pada struktur baja sangat penting untuk diketahui supaya tidak terjadi kegagalan struktur bangunan. Selain itu dengan mengetahui gaya-gaya dalam yang terjadi pada struktur baja maka kita dapat mengetahui modifikasi – modifikasi apa saja yang diperlukan struktur baja untuk meningkatkan kekuatan lentur dalam pembuatan struktur yang baru maupun dalam perkuatan lentur struktur yang sudah ada, untuk mengurangi ketinggian balok baja, untuk meminimalkan biaya

pengerjaan struktur bangunan dengan syarat tetap memperhatikan keamanan serta kenyamanan struktur.

Dengan alasan inilah dipilih judul ” Analisa Tegangan Lentur dan Lendutan Serta Simulasi Balok IWF Sebelum dan Sesudah Ditambahkan Pengaku Badan Longitudinal Menggunakan SAP 2000 v.12” sebagai bahan penyusunan laporan tugas akhir.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Dalam merencanakan suatu bangunan konstruksi baja kita harus memperhatikan keamanan, kenyamanan struktur yang akan kita bangun serta biaya yang diperlukan dalam pembangunan konstruksi baja tersebut. Biaya yang dibutuhkan diusahakan sekecil mungkin dengan syarat suatu konstruksi baja tetap aman dan nyaman. Untuk itu perlu dilakukan modifikasi pada elemen struktur baja, dalam hal ini pada balok baja jenis modifikasi pada balok baja yang akan dibahas dalam penulisan skripsi ini adalah modifikasi balok baja dengan menambahkan pengaku badan longitudinal disepanjang badan balok. Dengan menambahkan pengaku badan longitudinal kita akan mendapatkan sebuah balok baja yang mengalami peningkatan kekuatan lentur. Hal ini dapat dilihat pada besar nilai defleksi balok sebelum dan sesudah dimodifikasi.

## **1.3 Maksud dan Tujuan**

1. Mengetahui pemodelan balok baja berdasarkan metode elemen hingga dengan menggunakan software SAP 2000 v.12 untuk menganalisa distribusi tegangan yang terjadi.
2. Mengetahui cara modifikasi balok baja agar dapat meningkatkan kekuatan lentur.
3. Mengetahui perbandingan distribusi tegangan pada penampang elemen balok baja profil IWF sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi dengan penambahan pengaku badan longitudinal akibat dari gaya aksial tekan.

## 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pembahasan diarahkan pada pemodelan struktur balok dalam bentuk shell elemen pada SAP 2000 v.12 serta analisa dan simulasi distribusi tegangan lentur dan perbedaan nilai lendutan balok baja IWF pada bentang 4m, 6m dan 9m sebelum dan sesudah dimodifikasi dengan penambahan pengaku badan longitudinal.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut :

### BAB I PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang, perumusan masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup pembahasan dan sistematika penulisan.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan dasar-dasar teori tentang struktur baja, profil baja serta distribusi tegangan pada penampang elemen konstruksi baja.

### BAB III METODOLOGI PENULISAN

Berisikan pemaparan prosedur analisa distribusi tegangan penampang profil baja yang telah ditentukan serta modifikasinya dengan menggunakan program SAP 2000 Versi 12

### BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

Berisi Pengolahan data dan pembahasan hasil dari pengolahan data.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil pengolahan data dan pembahasan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Charles G Salmon, John E Johnson, *STRUKTUR BAJA Desain dan Perilaku Dengan Penekanan Pada Load And Resistance Factor Design Edisi Ketiga*. Penerbit Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1996
- William Weaver, Jr, Paul R. Johnston, *Elemen Hingga Untuk Analisis Struktur*. PT Eresco, Bandung,
- Soemono, *TEGANGAN I*. Penerbit itb, Bandung, 1983
- Gere, Timoshenko, Hans J. Wospakrik, *MEKANIKA BAHAN Edisi Kedua Versi SI Jilid I*. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1996
- John Case, A H Chilver, *Strength of Materials and Structure Second Edition*. Edward Arnold (publishers) Ltd, London, 1986