

ANALISIS METODE ELEMEN HINGGA DAN EKSPERIMENTAL PERHITUNGAN KURVA BEBAN-LENDUTAN BALOK BAJA

Engelbertha Noviani Bria Seran

NRP: 0321011

Pembimbing: Yosafat Aji Pranata, ST., MT.

ABSTRAK

Salah satu bagian struktural dari konstruksi yang penting adalah balok. Dalam upaya meningkatkan konstruksi baja memikul beban-beban maka diperlukan analisa dan kajian secara terus menerus baik pada balok, kolom, plat maupun pondasi.

Tujuan penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah mempelajari perilaku lentur balok baja yaitu riwayat pembebanan mulai dari nol sampai kondisi plastis, mempelajari dan membuat diagram hubungan beban-lendutan balok baja dengan metode analitis dan metode elemen hingga, dan melakukan uji eksperimental balok baja untuk mengetahui perilaku lentur balok baja yaitu riwayat pembebanan mulai dari nol sampai kondisi plastis.

Hasil penelitian memperlihatkan pemodelan ADINA lebih mendekati hasil penelitian eksperimental untuk tinjauan kurva hubungan beban dan peralihan. Persamaan analitis untuk menghitung jarak L_b dapat digunakan untuk memprediksi terjadinya tekuk torsi lateral. Hal ini dibuktikan bahwa untuk dua model balok, prediksi panjang bentang balok yang diperoleh dari persamaan analitis, hasilnya tidak terjadi tekuk torsi lateral pada penelitian eksperimental.

Kata kunci: Balok Baja, Metode Elemen Hingga, Eksperimental.

FINITE ELEMENT METHOD ANALYSIS AND EXPERIMENTAL EQUATION OF LOAD-DEFLECTION CURVE OF STEEL BEAM

Engelbertha Noviani Bria Seran

NRP: 0321011

Advisor: Yosafat Aji Pranata, ST., MT.

ABSTRACT

One of most important structural elemen or member is a beam. Analysis and continuing research are needed for better design for beam, column, slab, or foundation.

The objective of this research are to study the flexural behavior of beam due to load history from zero to plastic, study and develop load-deflection curve of steel beam using analitical and finite element method, and doing experimental test.

Results from this research indicated that finite element modeling using ADINA have a good agreement with experimental test results for load-deflection curve. Analitical equation for prediction the L_b is accurate to predict the lateral torsional buckling. For two IWF models, there are no LTB occur in both beams with span prediction obtained from analitical prediction.

Keywords: Steel Beam, Finite Element Method, Experimental.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Surat Keterangan Tugas Akhir	ii
Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir	iii
Lembar Pengesahan	iv
Pernyataan Orisinalitas Laporan Tugas Akhir	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
Prakata	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Notasi	xii
Daftar Lampiran	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Baja	5
2.1.1 Material Penyusun Baja	5
2.1.2 Jenis Baja	6
2.1.3 Sifat Baja	7
2.1.4 Hubungan Tegangan–Regangan Baja	8
2.2 Elemen Struktur Balok Baja	9
2.3 Statika dan Mekanika Bahan	11

2.3.1 Struktur Statis Tertentu	12
2.3.2 Gaya-gaya Dalam	13
2.3.3 Lendutan Balok	14
2.4 Analisis Kurva Hubungan Beban-Lendutan	20
2.4.1 Metode Analitis	20
2.4.2 Metode Elemen Hingga	25
2.4.3 Metode Eksperimental	26
2.5 Perangkat Lunak ADINA	27
2.6 Metodologi Penelitian	27
BAB III STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN	29
3.1 Studi Kasus	29
3.2 Perhitungan Beban-Lendutan	30
3.2.1 Metode Analitis	30
3.2.2 Metode Elemen Hingga	34
3.3 Uji Eksperimental	47
3.4 Pembahasan	48
3.4.1 IWF 150x75x5x7	48
3.4.2 IWF 100x50x6x7	50
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	54
4.1 Kesimpulan	54
4.2 Saran	54
Daftar Pustaka	55
Lampiran	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perilaku balok baja akibat lentur	2
Gambar 2.1 Diagram tegangan-regangan baja	8
Gambar 2.2 Diagram tegangan-regangan baja yang digunakan untuk studi kasus	9
Gambar 2.3 Elemen tarik dan tekan, kondisi elastis.....	10
Gambar 2.4 Diagram distribusi tegangan lentur [Salmon, 1996]	10
Gambar 2.5 Jenis balok Sederhana.....	12
Gambar 2.6 Struktur balok	13
Gambar 2.7 Defleksi balok sederhana.....	15
Gambar 2.8 Diagram benda bebas yang digunakan dalam menentukan momen lentur	16
Gambar 2.9 Penampang balok profil IWF.....	21
Gambar 2.10 Tahapan pembebanan sampai dengan tepi terluar leleh	21
Gambar 2.11 Tahapan pembebanan sampai sebagian sayap leleh	22
Gambar 2.12 Tahapan pembebanan sampai dengan sayap leleh.....	23
Gambar 2.13 Perilaku balok baja [Salmon, 1994]	25
Gambar 2.14 Pendekatan menghitung suatu luas bidang	26
Gambar 2.15 Instrumen yang digunakan untuk uji eksperimental.....	26
Gambar 2.16 Diagram alir Tugas Akhir.....	28
Gambar 3.1a Uji balok IWF 150x75x5x7	29
Gambar 3.1b Uji balok IWF 100x50x5x7	29
Gambar 3.2 Momen-Kurvatur perhitungan analitis IWF 150x75x5x7	31
Gambar 3.3 Beban-Lendutan perhitungan analitis IWF 150x75x5x7.....	32
Gambar 3.4 Momen-Kurvatur perhitungan analitis IWF 100x50x6x7	33
Gambar 3.5 Beban-Lendutan perhitungan analitis IWF 100x50x6x7.....	34
Gambar 3.6 Membuat model IWF 150x75x5x7.....	35
Gambar 3.7 Memasukkan bahan material	35
Gambar 3.8 Mendefinisikan material ke kelompok elemen.....	35

Gambar 3.9 Membagi bagian garis balok.....	36
Gambar 3.10 Membagi bagian badan balok.....	36
Gambar 3.11 Hasil setelah di bagi bagian badan dan garis	36
Gambar 3.12 Menambahkan titik untuk beban dan tumpuan.....	37
Gambar 3.13 Menambahkan beban pada titik tengah balok	37
Gambar 3.14 Menambahkan reaksi tumpuan di ujung-ujung balok	38
Gambar 3.15 Menentukan waktu.....	39
Gambar 3.16 Menambahkan waktu untuk proses analisis	39
Gambar 3.17 Hasil proses analisis balok IWF 150x75x5x7	39
Gambar 3.18 Menampilkan Kurva	40
Gambar 3.19 Hasil ADINA Beban-Lendutan IWF 150x75x5x7	40
Gambar 3.20 Membuat model IWF 100x50x6x7.....	41
Gambar 3.21 Memasukkan bahan material	41
Gambar 3.22 Mendefinisikan material ke elemen grup	42
Gambar 3.23 Membagi bagian garis balok.....	43
Gambar 3.24 Membagi bagian badan balok.....	43
Gambar 3.25 Hasil dari membagi bagian badan dan garis balok	43
Gambar 3.26 Menambahkan titik untuk beban	44
Gambar 3.27 Menambahkan dan menampilkan beban.	44
Gambar 3.28 Menentukan waktu untuk langkah analisis.....	45
Gambar 3.29 Menambahkan titik untuk tumpuan dan beban.....	45
Gambar 3.30 Menambahkan waktu untuk proses analisis	46
Gambar 3.31 Hasil Proses Analisis balok IWF 100x50x6x7	46
Gambar 3.32 Menampilkan Kurva	46
Gambar 3.33 Hasil ADINA Beban-Lendutan IWF 100x50x6x7	47
Gambar 3.34 Beban-Lendutan Eksperimental IWF 150x75x5x7	47
Gambar 3.35 Beban-Lendutan Eksperimental IWF 100x50x6x7	48
Gambar 3.36 Batas proposional dan 5% offset IWF 150x75x5x7.....	49
Gambar 3.37 Beban-lendutan eksperimen, analitis, dan ADINA IWF 150x75x5x7	49
Gambar 3.38 Batas proposional dan 5% offset IWF 100x50x6x7.....	51

Gambar 3.39 Beban-lendutan eksperimen, analitis, dan ADINA IWF 100x50x6x7	51
Gambar L1.1 Momen nominal untuk tekuk torsi lateral [Suryoatmono, 2005]	57
Gambar L1.2 Momen nominal untuk tekuk torsi lateral [Suryoatmono, 2005]	61
Gambar L2.1 Persiapan alat dan Balok IWF 150x75x6x7	65
Gambar L2.2 Saat Pembebanan balok IWF 150x75x6x7	65
Gambar L2.3 Kurva hasil pembebanan IWF 150x75x6x7	66
Gambar L2.4 Pembebanan selesai dan balok melendut IWF 150x75x6x7	66
Gambar L2.5 Persiapan alat dan balok IWF 100x50x5x7	67
Gambar L2.6 Saat pembebanan balok IWF 100x50x5x7	67
Gambar L2.7 Kurva hasil pembebanan IWF 100x50x5x7	68
Gambar L2.8 Pembebanan selesai dan balok melendut IWF 100x50x5x7	68

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Hasil Perhitungan Beban-Lendutan Balok IWF 150x75x5x7.....	30
Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Beban-Lendutan Balok IWF 100x50x5x.....	32
Tabel 3.3a P- δ Pada batas proposional IWF 150x75x5x7	50
Tabel 3.3b P- δ Ultimit IWF 150x75x5x7	50
Tabel 3.4a P- δ Pada batas proposional IWF 100x50x6x7	52
Tabel 3.4b P- δ Ultimit IWF 100x50x6x7	52
Tabel 3.5a P batas proposional analitis dan eksperimen IWF 150x75x5x7	52
Tabel 3.5b P batas proposional ADINA dan eksperimen IWF 150x75x5x7	52
Tabel 3.6a P batas ultimit analitis dan eksperimen IWF 150x75x5x7	53
Tabel 3.6b P batas ultimit ADINA dan eksperimen IWF 150x75x5x7.....	53
Tabel 3.7a P batas proposional analitis dan eksperimen IWF 100x50x6x7.....	53
Tabel 3.7b P batas proposional ADINA dan eksperimen IWF 100x50x6x7	53
Tabel 3.8a P batas ultimit analitis dan eksperimen IWF 100x50x6x7	53
Tabel 3.8b P batas ultimit ADINA dan eksperimen IWF 100x50x6x7.....	53

DAFTAR NOTASI

b	Lebar penampang, mm
C	Luas Penampang
EI	Kekakuan lentur balok, Nmm ²
H_A	Reaksi horizontal pada tumpuan sendi
h	Tinggi penampang, mm
L	Panjang balok, mm
I_x	Momen inersia, mm ⁴
M	Momen lentur, Nmm
P	Beban terpusat, N
S	Jarak, mm
S_x	Modulus penampang terhadap sumbu x
T	Luas konversi gaya tarik, N
t_f	Tebal sayap, mm
t_w	Tebal Badan, mm
V	Gaya lintang, N
V_A	Reaksi vertical pada tumpuan sendi
V_B	Reaksi vertical pada tumpuan rol
Z_x	Modulus plastis
δ	Defleksi, mm
φ	Kurvatur, rad/mm
π	Koefisien; 22/7 atau 3,14

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L1 Perhitungan Analitis	56
Lampiran L2 Uji Eksperimental	65