

**PENINJAUAN STABILITAS PROFIL PADA ELEMEN
PEMIKUL LENTUR BERDASARKAN METODA LRFD**

**Ruland Weynand Pattiwael
NRP : 0221024**

Pembimbing : Ir. Ginardy Husada, MT

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG**

ABSTRAK

Balok merupakan batang terutama pemikul beban gravitasi secara transversal sehingga menyebabkan balok melentur. Pada tulisan ini, balok dengan profil IWF dipilih sebagai elemen lentur. Permasalahan yang timbul dari balok profil IWF adalah kemungkinan terjadinya tekuk lateral torsi, tekuk lokal sayap dan tekuk lokal badan.

Evaluasi dilakukan terhadap kemampuan balok dalam menerima beban gravitasi sehingga dihasilkan elemen lentur yang stabil dan aman. Dalam hal ini, desain balok baja dalam struktur bangunan tetap mengikuti peraturan standar yaitu SNI 03-1729-2002. Analisa kekuatan balok baja berdasarkan metoda LRFD tersebut diperoleh secara manual dan numerik dengan menggunakan program ETABS dan Excel. Hasil dari kedua cara tersebut akan dibandingkan.

Hasil yang diperoleh dari penggunaan program ETABS dan Excel memberikan nilai akhir yang berbeda, khususnya untuk faktor pengali momen yang berindikasi pada momen kapasitas daripada balok. Akhirnya, pendesainan balok baja pada suatu struktur bangunan diperlukan koreksi dalam menentukan nilai akhir kapasitas momen.

PRAKATA

Dengan segala kerendahan hati Pujian dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus sahabat sejati yang karena kasih setiaNya telah memberikan kemampuan dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini berjudul **“PENINJAUAN STABILITAS PROFIL PADA ELEMEN PEMIKUL LENTUR BERDASARKAN METODA LRFD”** disusun sebagai syarat untuk menempuh ujian sidang Tugas Akhir sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha.

Untuk itu pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada pihak-pihak berikut ini :

1. Keluarga tercinta : Papa, Mama, Diana Sheba , Sersan Udara Edward Elisa, Roger, Bony, Coki dan Bimbi. Terima kasih telah memberiku arti di hidup ini.
2. Ir. Ginardy Husada M.T, selaku dosen Pembimbing yang ditengah kesibukannya tetap memberikan yang terbaik.
3. Ir. Noek Sulandari M.Sc, Ir. Daud Wiyono M.Sc selaku dosen penguji yang selama ini memberikan bimbingannya.
4. Rini I. Rusandi, Ir., selaku koordinator Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
5. Hanny J. Dani, ST., MT., selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan selama masa studi penulis.
6. Seluruh Staf Dosen Teknik Sipil yang tidak memungkinkan disebutkan satu persatu, dikarenakan lembaran prakata dibatasi.
7. Pak Boy, Pak Kris, Pak Anton, Pak Jumali, Bu Dorly, Pa Arfan.

8. Teman-teman Pengurus HIMASIP 2006 beserta seluruh adik 2006 yang lucu-lucu dan menggemaskan.
9. Teman-teman seperjuangan: Ir. Wanto, Aze, ST., GaBe, ST., Vidya, ST., Randi, ST. Teman-teman yang sedang berjuang dalam menggapai gelar Sarjana Teknik lainnya: Michael, Irma, Kiki, Nike, Anton, and many more. Along time to grow an old friend.
10. Usiku terkasih, Olga Chaterina Pattipawaej yang terus memberikan dukungannya sampai tengah malam, berjuang melawan kantuk memberikan masukan sampai saat-saat terakhir.
11. Berbagai pihak yang tak dapat disebutkan satu persatu yang telah menjadi satu ikatan dalam kehidupan penulis. Tuhan memberkati kalian.

Akhir kata semoga ini juga menjadi dua ikan dan lima roti yang memberkati orang banyak serta memuliakan nama Bapa di Sorga. Tuhan memberkati.

Bandung, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR | i |
| SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR | ii |
| ABSTRAK | iii |
| PRAKATA | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR NOTASI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan | 2 |
| 1.3 Ruang Lingkup Pembahasan | 2 |
| 1.4 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Material Baja | 7 |
| 2.1.1 Perilaku Tegangan-Regangan | 7 |
| 2.1.2 Sifat Mekanis Baja | 8 |
| 2.1.3 Tipe Profil Baja | 9 |
| 2.2 Metoda LRFD | 10 |
| 2.2.1 Rumus Dasar LRFD | 10 |
| 2.2.2 Kombinasi Pembebanan | 10 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 2.2.3 | Lendutan Maksimum | 11 |
| 2.3 | Balok Lentur | 12 |
| 2.3.1 | Penampang Kompak dan Non Kompak | 12 |
| 2.3.2 | Momen Lentur | 14 |
| 2.3.3 | Kondisi Tekuk Lateral | 16 |
| 2.3.4 | Kondisi Tekuk Lokal | 21 |
| 2.4 | Kuat Geser Pelat Badan | 23 |
| 2.5 | Beban Terpusat yang Ditumpu pada Balok | 24 |
| 2.6 | Perencanaan Pengaku Penumpu Beban | 29 |
| BAB 3 | STUDI KASUS | 30 |
| 3.1 | Model Struktur | 31 |
| 3.2 | Data Struktur | 33 |
| 3.3 | Data Bahan | 33 |
| 3.4 | Pembebanan | 34 |
| 3.5 | Kombinasi Pembebanan | 35 |
| BAB 4 | ANALISIS KASUS | 36 |
| 4.1 | Desain Penampang Profil | 37 |
| 4.2 | Profil Balok Hasil ETABS | 38 |
| 4.3 | Perbandingan Momen Kapasitas dan Stress Rasio untuk Penampang Kompak | 41 |
| 4.4 | Perbandingan Momen Kapasitas dan Stress Rasio untuk Penampang Non Kompak | 43 |
| 4.5 | Pemeriksaan Stabilitas Penampang Kompak dan Non Kompak | 45 |

| | |
|---|-----------|
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 47 |
| 5.1 Kesimpulan | 47 |
| 5.2 Saran | 48 |
| DAFTAR PUSTAKA | 49 |
| LAMPIRAN | 50 |

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

| | |
|-----------------|--|
| A | = luas penampang profil melintang, mm ² |
| A _g | = luas penampang bruto, mm ² |
| ASD | = desain tegangan ijin (<i>Allowable Stress Design</i>) |
| b | = dimensi panjang, mm |
| b _f | = lebar flens, mm |
| C _b | = faktor untuk menghitung gradien momen kekuatan balok |
| d | = tinggi keseluruhan penampang profil, mm |
| D | = beban mati |
| E | = modulus elastis baja (200 000 MPa) |
| f _r | = tegangan sisa; 70 MPa untuk penampang giling, 114 MPa untuk penampang las |
| f _u | = tegangan putus minimum, MPa |
| f _y | = tegangan leleh minimum, Mpa |
| F _{cr} | = tegangan leleh kritis, MPa |
| F _{ys} | = tegangan leleh untuk sayap, MPa |
| F _{yw} | = tegangan leleh pada badan, MPa |
| G | = modulus geser baja (80 000 MPa) |
| h | = dua kali jarak dari sumbu netral ke muka dalam pelat sayap tekan minus <i>fillet</i> atau radius sudut, mm |
| I _x | = momen inersia pada sumbu-x, mm ⁴ |
| I _y | = momen inersia pada sumbu-y, mm ⁴ |

- I_w = konstanta kelengkungan, mm^6
 J = konstanta puntiran, mm^4
 L = panjang bentang
 L_b = jarak antara penopang lateral, mm
 L_p = panjang penampang primer, mm
 L_r = jarak antara penopang lateral maksimum untuk penggunaan $M_n \geq M_r$,
LRFD = (*Load and Resistance Factor Design*)
 M_A = momen pada $\frac{1}{4}$ bentang, N-mm
 M_B = momen pada $\frac{1}{2}$ bentang, N-mm
 M_c = momen pada $\frac{3}{4}$ bentang, N-mm
 M_{cr} = kekuatan momen tekuk puntir lateral elastis, N-mm
 M_{\max} = momen maksimum pada bentang yang ditinjau, N-mm
 M_n = momen nominal, N-mm
 M_p = momen plastis, N-mm
 M_r = momen tekuk, N-mm
 M_u = momen beban layanan, N-mm
 M_y = momen elastis, N-mm
 R_n = kuat rencana
 R_u = beban terfaktor
 r_x = jari-jari girasi terhadap sumbu-x, mm
 r_y = jari-jari girasi terhadap sumbu-y, mm
 S = modulus elastis, mm^3

- S_x = modulus elastis penampang pada sumbu-x, mm^3
 S_y = modulus elastis penampang pada sumbu-y, mm^3
 t_s = tebal sayap, mm
 t_b = tebal badan dari profil, mm
 V_n = gaya geser nominal, N
 V_u = gaya geser terfaktor, N
 Z = modulus plastisitas, mm^3
 μ = rasio poisson
 α = koefisien pemuaian
 λ = rasio kerampingan
 λ_p = rasio kerampingan untuk penampang kompak
 λ_r = rasio kerampingan untuk penampang non kompak
 Φ = faktor reduksi

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1 Sifat-sifat pada Balok Sederhana | 6 |
| Gambar 2.2 Kurva Tegangan-Regangan | 8 |
| Gambar 2.3 Profil-profil Standar | 9 |
| Gambar 2.4 Dimensi Dari Penampang Profil Saya Lebar | 13 |
| Gambar 2.5 Klasifikasi Profil Melintang | 14 |
| Gambar 2.6 Momen Nominal sebagai Fungsi dari Panjang Tak Berpenopang pada Sayap Tekan | 15 |
| Gambar 2.7 Defleksi Balok dan Tekuk Lateral | 17 |
| Gambar 2.8 Tipe Tumpuan Lateral untuk Profil IWF | 17 |
| Gambar 2.9 Kekuatan Maksimum Balok | 18 |
| Gambar 2.10 Persyaratan Deformasi ntuk Pembentukan Kekuatan Plastis . | 19 |
| Gambar 2.11 Tekuk Lokal Pada Profil IWF | 21 |
| Gambar 2.12 Gaya Tarik yang Tegak Lurus terhadap Sayap Profil-I | 25 |
| Gambar 2.13 Peninjauan Pelelehan Lokal Badan untuk Menentukan Panjang Tumpuan | 26 |
| Gambar 2.14 Gaya Tekan Tegak Lurus terhadap Sayap dari Profil-I | 27 |
| Gambar 2.15 Tekuk Lateral Badan | 28 |
| Gambar 3.1 Tampak Atas Struktur | 31 |
| Gambar 3.2 Tampak Samping Struktur | 32 |
| Gambar 3.3 Tampak Tiga Dimensi | 32 |
| Gambar 3.4 Pelat Komposit Bondek | 33 |
| Gambar 4.1 Denah balok lantai 1 Kompak | 38 |

| | | |
|-------------|---------------------------------------|----|
| Gambar 4.2 | Denah balok lantai 1 Kompak | 38 |
| Gambar 4.3 | Denah Kolom 1 Kompak | 39 |
| Gambar 4.4 | Denah Kolom 2 Kompak | 39 |
| Gambar 4.5 | Denah Kolom 3 Kompak | 39 |
| Gambar 4.6 | Denah balok lantai 1 Non Kompak | 39 |
| Gambar 4.7 | Denah balok lantai 1 Non Kompak | 40 |
| Gambar 4.8 | Denah Kolom 1 Non Kompak | 40 |
| Gambar 4.9 | Denah Kolom 2 Non Kompak | 40 |
| Gambar 4.10 | Denah Kolom 3 NonKompak | 40 |

DAFTAR TABEL

| | | Halaman |
|-----------|---|---------|
| Tabel 2.1 | Sifat Mekanis Baja | 8 |
| Tabel 2.2 | Batas Lendutan Maksimum | 12 |
| Tabel 2.3 | Batas-batas λ_p dan λ_r Profil Sayap Lebar (<i>Hot-rolled</i>) | 13 |
| Tabel 2.4 | Tekuk Lokal Sayap dan Badan | 22 |
| Tabel 4.1 | Pendimensian Profil..... | 37 |
| Tabel 4.2 | Perbandingan apasitas Momen dan Stress Rasio Balok B78 Kompak untuk Lantai 1 | 41 |
| Tabel 4.3 | Perbandingan apasitas Momen dan Stress Rasio Balok B78 Kompak untuk Lantai 2 | 42 |
| Tabel 4.4 | Perbandingan apasitas Momen dan Stress Rasio Balok B79 Kompak untuk Lantai 1 | 42 |
| Tabel 4.5 | Perbandingan apasitas Momen dan Stress Rasio Balok B79 Kompak untuk Lantai 2 | 42 |
| Tabel 4.6 | Persentasi Perbedaan Hasil Kapasitas Momen dan Stress Rasio Balok Penampang Kompak | 43 |
| Tabel 4.7 | Perbandingan apasitas Momen dan Stress Rasio Balok B78 Non Kompak untuk Lantai 1 | 43 |
| Tabel 4.8 | Perbandingan apasitas Momen dan Stress Rasio Balok B78 Non Kompak untuk Lantai 2 | 44 |
| Tabel 4.9 | Perbandingan apasitas Momen dan Stress Rasio Balok B79 | |

| | | |
|------------|--|----|
| | Non Kompak untuk Lantai 1 | 44 |
| Tabel 4.10 | Perbandingan apasitas Momen dan Stress Rasio Balok B79 | |
| | Non Kompak untuk Lantai 2 | 44 |
| Tabel 4.11 | Persentasi Perbedaan Hasil Kapasitas Momen dan Stress | |
| | Rasio Balok Penampang Non Kompak | 45 |
| Tabel 4.12 | Perhitungan Kuat Tumpu Penampang Kompak | 45 |
| Tabel 4.13 | Perhitungan Kuat Tumpu Penampang Non Kompak | 46 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|------------|---|
| Lampiran 1 | Tabel Faktor Reduksi 50 |
| Lampiran 2 | Diagram alir Desain Lentur untuk Program Excel 51 |
| Lampiran 3 | Hasil Keluaran ETABS untuk Balok Kompak 57 |
| Lampiran 4 | Hasil Keluaran ETABS untuk Balok Non Kompak 60 |
| Lampiran 5 | Langkah Kerja ETABS 63 |
| Lampiran 6 | Tabel Perencanaan Praktis Pelat Bondek 71 |
| Lampiran 7 | Hasil Keluaran Excel 73 |