ANALISIS PEMBEBANAN *ULTIMATE* PADA PERENCANAAN BALOK BAJA UNTUK PROFIL IWF BERDASARKAN SNI 1729:2015

(Skripsi)

Oleh

NOVIA EKA DAMAYANTI

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017

ABSTRAK

ANALISIS PEMBEBANAN *ULTIMATE* PADA PERENCANAAN BALOK BAJA UNTUK PROFIL IWF BERDASARKAN SNI 1729:2015

Oleh

NOVIA EKA DAMAYANTI

Perancangan balok baja dapat didesain bergantung pada gaya geser dan momen lentur yang bekerja pada komponen balok. Oleh karena itu, kita harus mengetahui pembebanan yang dapat dipikul oleh profil yang akan digunakan dalam perancangan.

Analisis ini menghitung pembebanan *ultimate* pada perencanaan balok baja untuk profil IWF. Dalam analisis ini dilakukan penentuan data 15 profil IWF yang akan dihitung untuk beberapa variasi bentang sebesar 2 m, 4 m, 6 m, 8 m dan 12 m serta tegangan leleh minimum (fy) sebesar 210 MPa, 240 MPa dan 250 MPa. Setelah itu, menghitung kekuatan nominal dan kuat rancang dari variasi profil IWF dengan menggunakan program *Microsoft Excel* berdasarkan SNI 1729:2015. Selanjutnya menggambar grafik perbandingan kuat rancang dari variasi profil IWF yang berbeda.

Dalam analisis yang dilakukan, dapat dinyatakan bahwa seluruh penampang yang dihitung merupakan penampang kompak. Berdasarkan grafik yang didapat dari perhitungan, kuat lentur perlu (Mu) dipengaruhi oleh klasifikasi komponen yang terbagi menjadi plastis, tekuk torsi lateral inelastik dan tekuk torsi lateral elastik yang dibatasi oleh Lb, Lp dan Lr.

Kata kunci : balok, profil IWF, perencanaan balok baja.

ABSTRACT

ANALYSIS OF ULTIMATE LOADING ON STEEL BEAM DESIGN FOR IWF PROFILES BASED ON SNI 1729:2015

By

NOVIA EKA DAMAYANTI

The design of the steel beam depends on the shear force and bending moment acting on the beam components. Therefore, we have to know the loading that can be carried by the profile.

This analysis calculates the ultimate load on steel beam design for IWF profiles. In this analysis, determine 15 IWF profiles data will be calculated for several variations of span of 2 m, 4 m, 6 m, 8 m and 12 m as well as the minimum yield stress (fy) of 210 MPa, 240 MPa and 250 MPa. Thereafter, calculate the nominal strength and design strength of the IWF profile variation by using the Microsoft Excel program based on SNI 1729: 2015. And draw a design strength comparison graph of different IWF profile variations.

In the analysis, it can be stated that all calculated sections are compact sections. Based on the calculated graph, the required flexural strength (Mu) is affected by the classification such as the plastic, the lateral inelastic torsional buckling and the lateral elastic torsional buckling limited by Lb, Lp and Lr.

Keywords : beam, IWF profile, steel beam design.

ANALISIS PEMBEBANAN *ULTIMATE* PADA PERENCANAAN BALOK BAJA UNTUK PROFIL IWF BERDASARKAN SNI 1729:2015

Oleh

NOVIA EKA DAMAYANTI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017

Judul Skripsi : **ANALISIS PEMBEBANAN *ULTIMATE* PADA PERENCANAAN BALOK BAJA UNTUK PROFIL IWF BERDASARKAN SNI 1729:2015**

Nama Mahasiswa : Novia Eka Damayanti

Nomor Pokok Mahasiswa : 1315011087

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Hasti Riakara Husni, S.T., M.T.
NIP 19740530 200012 2 001

Bayzoni, S.T., M.T.
NIP 19730514 200003 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

an

Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19700915 199503 1 006

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Hasti Riakara Husni, S.T., M.T.** .....

Sekretaris : **Bayzoni, S.T., M.T.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Ir. Eddy Purwanto, M.T.** .....

2. Dekan Fakultas Teknik

Prof. Dr. Suharno, M.Sc.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi :

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul Analisis Pembebanan *Ultimate* pada Perencanaan Balok Baja untuk Profil IWF Berdasarkan SNI 1729:2015 adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 2017

Pembuat Pernyataan

METERAI TEMPEL 6000 ENAM RIBU RUPIAH

Novia Eka Damayanti

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 28 Oktober 1995, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari Bapak Cecep Sugianto dan Nuraini.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Aisyiyah Bustanul Athfal Tanjung Karang Pusat diselesaikan pada tahun 2001, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 1 Rawa Laut pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan pada tahun 2010 di SMP Negeri 23 Bandar Lampung, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Negeri 1 Cilegon pada tahun 2013. Penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2013 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Undangan.

Penulis telah melakukan Kerja Praktek (KP) pada Proyek Pembangunan Supermarket Bahan Bangunan Mitra 10 Lampung selama 3 bulan. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Patoman Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Pringsewu selama 40 hari pada periode Juli-Agustus 2017.

Penulis mengambil tugas akhir dengan judul Analisis Pembebanan *Ultimate* pada Perencanaan Balok Baja untuk Profil IWF Berdasarkan SNI 1729:2015.

Selama menjalani perkuliahan, penulis pernah menjadi Asisten Analisa Struktur III, Asisten Struktur Beton Bertulang I pada tahun 2014-2015, Asisten Praktikum Mekanika Tanah I pada tahun 2015-2016. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) sebagai anggota Bidang Usaha dan Karya pada periode tahun 2014-2015 dan sebagai Sekretaris Departemen Usaha dan Karya pada periode tahun 2015-2016.

PERSEMBAHAN

Untuk Ayah dan Ibu, terimakasih atas segala pengorbanan untuk Novia. Semoga Allah selalu melindungi dan memberikan kebahagiaan di dunia maupun akhirat.
Untuk Bapak, Mamah, Om Aming dan Bibi Diah. Terima kasih telah membesarkan dan merawat Novia. Semoga Allah selalu mengiringi hidup kalian dengan kebaikan.
Untuk Alm. Bapak, terimakasih telah memberikan motivasi dan dukungan Novia sampai di hembusan nafas terakhir bapak. Eka sayang bapak.
Untuk Adik-adikku, Alm. Farel, Azzam dan Abrar. Untuk perjuangan dan lelah yang Novia rasakan, semoga Allah selalu memudahkan urusan kalian.
Untuk saudara-saudaraku yang telah memberikan dukungan dan doa.
Untuk Rizqi Darmawan. Terima kasih atas segala dukungan yang telah diberikan. Semoga Allah selalu membimbing kita.
Untuk Clara, Putri, Sani, Loga, Yusrizal, Reston, Sella, Lintang, Ardini, Reni, Pika, Cinta, Mpit, Dono, Andrey, Doni, Fazario, Dipo, Radit, Iyas, Tulus, Julian, Zella, Andya, Guritno dan kalian semua yang sudah dikirimkan Allah ke Novia.
Untuk semua teman-temanku di sekolah, di Marching Band Gita Cilegon Mandiri (GCM), di basket Smancil, di softball Cilegon dimanapun kalian berada. Terima kasih untuk segalanya.
Untuk semua guru-guru dan dosen-dosen yang telah mengajarkan banyak hal kepadaku. Terima kasih untuk ilmu, pengetahuan, dan pelajaran hidup yang sudah diberikan.
Untuk Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2013. Terimakasih telah menjadi saudara tanpa garis darah, semoga Allah selalu melindungi dan mempertemukan kita.
Untuk kalian semua yang telah hadir dalam hidup Novia.
Jazakumullahukhairan katsiran.

MOTTO

"Sesungguhnya, sesudah kesulitan itu ada kemudahan"
(Q.S. Al Insyirah ayat 6)

"Hasbunallah Wanikmal Wakil Nikmal Maula Wanikman Nasir"

"Allahumma Yassir Wala Tu'assir"

Subhanallah
Alhamdulillah
Laaillahaillallah
Allahuakbar

Allahumma Shali'ala Muhammad

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Analisis Pembebanan *Ultimate* pada Perencanaan Balok Baja untuk Profil IWF Berdasarkan SNI 1729:2015. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Atas terselesainya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Ibu Hasti Riakara Husni, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 skripsi saya yang telah membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
4. Bapak Bayzoni, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 skripsi saya yang telah membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
5. Bapak Ir. Eddy Purwanto, M.T., selaku Dosen Penguji skripsi saya atas bimbingannya dalam seminar skripsi.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung atas ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

7. Keluargaku tercinta terutama orang tuaku, Cecep Sugianto dan Nur'aini, adik-adikku Muhammad Fariel Khoirul Azzam dan Muhammad Aqilla Collin Abrar, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa.
8. Teman-teman spesialku, keluarga baruku, rekan seperjuanganku, Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2013, seluruh kakak-kakak, dan adik-adik yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semoga Tuhan memberkati kita semua.

Bandar Lampung, Oktober 2017

Penulis

Novia Eka Damayanti

DAFTAR ISI

halaman

DAFTAR GAMBAR iii

DAFTAR TABEL v

DAFTAR NOTASI vi

I. PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Rumusan Masalah 2

C. Tujuan Penelitian 2

D. Batasan Masalah 2

E. Manfaat Penelitian 3

II. TINJAUAN PUSTAKA 4

A. Umum 4

B. Profil *Wide Flange* 4

C. Definisi Balok 5

D. Pembebanan 6

E. Persyaratan Desain 6

F. Perencanaan Komponen Lentur 8

III. METODOLOGI PENELITIAN 14

A. Umum 14

B. Bahan dan Alat 14

C. Metode Penelitian 15

D. Dimensi Profil Baja IWF 16

E. Diagram Alir Penelitian 17

IV. PEMBAHASAN 18

A. Umum 18

B. Data Penampang Profil IWF 18

C. Perhitungan Pembebanan Ultimit Balok Baja Berdasarkan SNI 1729:2015 19

V. SIMPULAN DAN SARAN 35

A. Simpulan 35

B. Saran 36

DAFTAR PUSTAKA 37

LAMPIRAN 38

A. Surat-Menyurat 39

B. Perhitungan 49

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

1. Profil Baja *Wide Flange* 5

2. Balok Baja dengann Tumpuan Sendi-Rol 6

3. Balok Terkekang secara Lateral 9

4. Profil Baja *Wide Flange* 16

5. Diagram Alir Penelitian 17

6. Grafik Perbandingan Mu pada Profil IWF dimensi 100x50x5x7 hingga 250x125x6x9 dengan fy 210 MPa 23

7. Grafik Perbandingan Mu pada Profil IWF dimensi 300x150x6,5x9 hingga 600x200x11x17 dengan fy 210 MPa 24

8. Grafik Perbandingan Mu pada Profil IWF dimensi 700x300x13x14 hingga 900x300x16x28 dengan fy 210 MPa 25

9. Grafik Perbandingan Mu pada Profil IWF dimensi 100x50x5x7 hingga 250x125x6x9 dengan fy 240 MPa 27

10. Grafik Perbandingan Mu pada Profil IWF dimensi 300x150x6,5x9 hingga 600x200x11x17 dengan fy 240 MPa 28

11. Grafik Perbandingan Mu pada Profil IWF dimensi 700x300x13x14 hingga 900x300x16x28 dengan fy 240 MPa 29

12. Grafik Perbandingan Mu pada Profil IWF dimensi 100x50x5x7 hingga 250x125x6x9 dengan fy 250 MPa 31

13. Grafik Perbandingan Mu pada Profil IWF dimensi 300x150x6,5x9 hingga 600x200x11x17 dengan fy 250 MPa 32

14. Grafik Perbandingan Mu pada Profil IWF dimensi 700x300x13x14 hingga 900x300x16x28 dengan fy 250 MPa 33

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

1. Tabel Pemilihan untuk Penggunaan Bab Pasal F SNI 1729:2015 9

2. Rasio Tebal Terhadap Lebar : Elemen Tekan Komponen Struktur Menahan Lentur 10

3. Tabel Hasil Perhitungan Mu (Kuat Lentur Perlu) pada Profil IWF dengan Tegangan Leleh (fy) sebesar 210 MPa.....22

4. Tabel Hasil Perhitungan Mu (Kuat Lentur Perlu) pada Profil IWF dengan Tegangan Leleh (fy) sebesar 240 MPa.....26

5. Tabel Hasil Perhitungan Mu (Kuat Lentur Perlu) pada Profil IWF dengan Tegangan Leleh (fy) sebesar 250 MPa.....30

DAFTAR NOTASI

b_f	:	Lebar sayap (mm)
C	:	Penampang baja kompak
C_b	:	Faktor modifikasi tekuk torsi-lateral untuk diagram momen tidak merata
C_w	:	Konstanta pilin (mm^6)
D	:	Beban mati
d	:	Diameter
DFBK	:	Desain Faktor Beban dan Kekuatan
E	:	Modulus elastis baja = 29.000 ksi (200.000 MPa)
F_{cr}	:	Tegangan kritis (MPa)
f_{ijin}	:	Tegangan leleh/putus ijin
F_L	:	Besaran tegangan lentur pada sayap tekan dimana tekuk lokal sayap atau tekuk lateral-torsi dipengaruhi oleh pelelehan (MPa)
FLB	:	Tekok lokal sayap
F_y	:	Tegangan leleh minimum yang disyaratkan dari tipe baja yang digunakan (Mpa)
G	:	Modulus elastis geser dari baja
h	:	Jarak bersih antara sayap (mm)
h_o	:	Jarak antara titik berat sayap (mm)
I_x,I_y	:	Momen inersia di sumbu utama (mm^4)
I_{xc}	:	Momen inersia sayap tekan di sumbu y (mm^4)
J	:	Konstanta torsi (mm^4)
k_c	:	Koefisien untuk elemen langsing tak-diperkaku
L	:	Panjang tanpa di breising lateral dari komponen struktur (mm)
L_b	:	Panjang antara titik-titik yang dibreis untuk mencegah peralihan lateral sayap tekan atau dibreis untuk mencegah puntir penampang melintang (mm)
L_p	:	Pembatasan panjang tidak dibreis secara lateral untuk kondisi batas leleh (mm)
L_r	:	Pembatasan panjang tidak dibreis secara lateral untuk kondisi batas tekuk torsi-lateral inelastis (mm)
LTB	:	Tekuk torsi lateral

M_n	:	Kekuatan lentur nominal (kN-m)
M_{cr}	:	Momen kritis (N-mm)
M_p	:	Momen lentur plastis (N-mm)
M_{px}	:	Momen lentur plastis arah x
M_{py}	:	Momen lentur plastis y
M_u	:	Momen ultimate (kN-m)
M_{yc}	:	Momen di pelelehan serat terluar pada sayap tekan (N-mm)
NC	:	Penampang baja nonkompak
ϕ_b	:	Faktor ketahanan untuk lentur = 0,90
ϕRn	:	Kekuatan desain
r	:	Radius girasi
Rn	:	Kekuatan nominal
R_{pc}	:	Faktor plastifikasi badan
r_t	:	Radius girasi efektif untuk tekuk lateral
r_{ts}	:	Radius girasi efektif (mm)
Ru	:	Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK
r_x	:	Radius girasi di sumbu x (mm)
r_y	:	Radius girasi di sumbu y (mm)
S	:	Penampang baja langsing
S_x	:	Modulus penampang elastis di sumbu x (mm^3)
S_y	:	Modulus penampang elastis di sumbu y (mm^3)
$S_{xc}.S_{xt}$	:	Modulus penampang elastis untuk sayap tekan dan tarik (mm^3)
TB	:	Tekuk torsi
TFY	:	Pelelehan sayap tarik
t_f	:	Ketebalan sayap (mm)
t_w	:	Ketebalan badan (mm)
x_o,y_o	:	Koordinat pusat geser sehubungan dengan titik berat (mm)
Y	:	Pelelehan
Z_x	:	Modulus penampang plastis di sumbu x, in^3 (mm^3)
Z_y	:	Modulus penampang plastis di sumbu y, in^3 (mm^3)
λ	:	Parameter kelangsingan
λ_p	:	Parameter batas kelangsingan untuk elemen kompak
λ_r	:	Parameter batas kelangsingan untuk elemen nonkompak
π	:	Pi (3,14 atau 22/7)
ϕ	:	Faktor ketahanan

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perencanaan struktur merupakan unsur terpenting dalam pembangunan agar dapat menghasilkan suatu struktur yang kuat, nyaman, ekonomis dan aman selama masa layannya. Perencanaan struktur meliputi perilaku struktur dengan dasar-dasar pengetahuan dalam dinamika, statika, mekanika bahan dan analisis struktur. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan struktur antara lain penetapan beban struktur, pemilihan susunan dan ukuran dari elemen struktur sehingga beban yang bekerja dapat dipikul secara aman dan perpindahan yang terjadi masih dalam batas yang diisyaratkan.

Salah satu tahapan terpenting dalam merencanakan struktur bangunan adalah pemilihan jenis material yang akan digunakan. Jenis material yang umum digunakan dalam dunia konstruksi adalah baja, beton bertulang dan kayu. Material baja telah digunakan sejak lama karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan material yang lain. Dalam perencanaan konstruksi, baja dapat digunakan sebagai kolom, balok ataupun rangka atap.

Komponen struktur yang memikul beban-beban akibat gravitasi adalah balok. Profil balok baja yang paling umum dan efisien digunakan adalah profil IWF.

Perancangan balok dapat didesain bergantung pada gaya geser dan momen lentur yang bekerja pada komponen balok. Oleh karena itu, kita harus mengetahui pembebanan yang dapat dipikul oleh profil yang akan digunakan dalam perancangan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dalam penelitian ini masalah yang dirumuskan adalah bagaimana pembebanan *ultimate* pada perencanaan balok menggunakan profil IWF dengan dimensi yang berbeda pada bentang tertentu.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah membandingkan pembebanan *ultimate* pada perencanaan balok menggunakan berbagai dimensi profil IWF pada bentang tertentu.

D. Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini,antara lain :

1. Profil yang digunakan adalah profil IWF
2. Perhitungan menggunakan SNI 1729:2015
3. Tegangan leleh minimum (fy) yang digunakan sebesar 210 MPa, 240 MPa, dan 250 MPa
4. Bentang yang digunakan adalah 2 m, 4 m, 6 m, 8 m, 10 m, dan 12 m

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah memperoleh grafik perbandingan pembebanan *ultimate* pada perencanaan balok baja untuk profil IWF dengan variasi bentang dan tegangan leleh minimum (fy) yang berbeda.

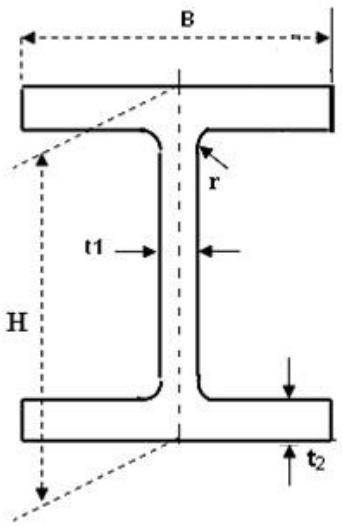
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Baja merupakan salah satu bahan konstruksi yang penting. Sifat-sifatnya yang terutama penting dalam penggunaan konstruksi adalah mempunyai kekuatan yang tinggi, dibandingkan terhadap bahan lain yang tersedia, dan sifat keliatannya. Keliatan (*ductility*) adalah kemampuan untuk berdeformasi secara nyata baik dalam tegangan maupun kompresi sebelum terjadi kegagalan (Bowles, 1984). Salah satu kegagalan yang terjadi dalam struktur balok adalah tekuk torsi lateral. Tekuk torsi lateral merupakan kondisi batas yang dapat menentukan kuat lentur nominal yang perlu diperhitungkan pada perencanaan balok.

B. Profil *Wide Flange*

Profil *Wide Flange* adalah profil berpenampang H atau I yang dihasilkan dari proses canai panas (*Hot rolling mill*). Profil-I merupakan profil yang paling umum dan efisien digunakan untuk balok dari segi kekuatannya terhadap momen lentur. Baja Profil *WF-beam* memiliki dimensi tinggi badan (H), lebar sayap (B), tebal badan (t1), tebal sayap (t2) merata dari ujung hingga pangkal radius (r) dengan penjelasan seperti pada Gambar 1.



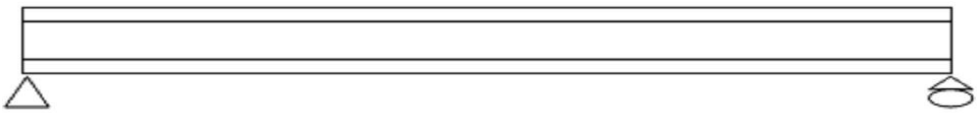
Gambar 1. Profil Baja *Wide Flange*

C. Definisi Balok

Balok adalah komponen struktur yang memikul beban-beban akibat gravitasi, seperti beban mati dan beban hidup. Komponen struktur balok merupakan kombinasi dari elemen tekan dan elemen tarik. Suatu komponen struktur harus mampu memikul beban aksial (tarik/tekan) serta momen lentur. Apabila besarnya gaya aksial yang bekerja cukup kecil dibandingkan momen lentur yang bekerja, maka efek dari gaya aksial tersebut dapat diabaikan dan komponen struktur tersebut dapat didesain sebagai komponen balok lentur. Namun apabila komponen struktur memikul gaya aksial dan momen lentur yang tidak dapat diabaikan salah satunya, maka komponen struktur tersebut dinamakan balok-kolom (*beam-column*) (Agus Setiawan, 2008).

D. Pembebanan

Beban adalah gaya luar yang bekerja pada suatu struktur. Penentuan secara pasti besarnya beban yang bekerja pada suatu struktur selama umur layannya merupakan salah satu pekerjaan yang cukup sulit. Dan pada umumnya penentuan besarnya beban hanya merupakan suatu estimasi saja. Meskipun beban yang bekerja pada suatu lokasi dari struktur dapat diketahui secara pasti, namun distribusi beban dari elemen ke elemen, dalam suatu struktur umumnya memerlukan asumsi dan pendekatan. Secara umum dalam struktur, pembebanan yang terjadi pada balok adalah beban terpusat dan beban merata yang terdiri atas berat sendiri balok. Asumsi pembebanan balok baja yang dgunakan adalah beban merata dengan tumpuan sederhana sendi-rol seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Balok Baja dengan Tumpuan Sendi-Rol

E. Persyaratan Desain

1. Ketentuan Umum

Desain dari komponen struktur dan sambungan harus konsisten dengan perilaku dimaksud dari sistem portal dan asumsi yang dibuat dalam analisis struktur. Kecuali dibatasi oleh peraturan bangunan gedung yang berlaku, ketahanan terhadap beban lateral dan stabilitas bisa menggunakan setiap kombinasi komponen struktur dan sambungan.

2. Dasar Desain

Desain harus dibuat sesuai dengan ketentuan Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK).

a. Kekuatan Perlu

Kekuatan perlu komponen struktur dan sambungan harus ditentukan melalui analisis struktur untuk kombinasi beban yang sesuai Pasal G.2 SNI 1729:2015. Desain boleh dilakukan dengan analisis elastis, analisis inelastis atau analisis plastis.

b. Keadaan Batas

Desain harus berdasarkan pada prinsip bahwa kekuatan atau keadaan batas kemampuan layan tidak dilampaui saat struktur menahan semua kombinasi beban yang sesuai.

Desain untuk persyaratan integritas struktur dari peraturan bangunan gedung yang berlaku harus berdasarkan kekuatan nominal daripada kekuatan desain (DFBK), kecuali secara khusus dinyatakan lain dalam peraturan bangunan gedung yang berlaku. Keadaan batas untuk sambungan yang berdasarkan pembatasan deformasi atau pelelehan dari komponen sambungan tidak perlu memenuhi persyaratan integritas struktur.

Untuk memenuhi persyaratan integritas struktur dari peraturan bangunan gedung yang berlaku, baut tipe tumpu di sambungan diizinkan memiliki lubang-lubang berslot pendek paralel terhadap

arah beban tarik, dan harus diasumsikan terdapat pada ujung slot tersebut.

c. Desain Kekuatan Berdasarkan Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK)

Desain yang sesuai dengan ketentuan untuk desain faktor beban dan ketahanan (DFBK) memenuhi persyaratan spesifikasi ini bila kekuatan desain setiap komponen struktural sama atau melebihi kekuatan perlu yang ditentukan berdasarkan kombinasi beban DFBK. Semua ketentuan Spesifikasi ini, kecuali untuk G.3.d SNI 1729:2015 ini, harus digunakan.

Desain harus dilakukan sesuai dengan persamaan

$Ru \leq \phi Rn$..... (2.1)

Keterangan

Ru = kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK

Rn = kekuatan nominal

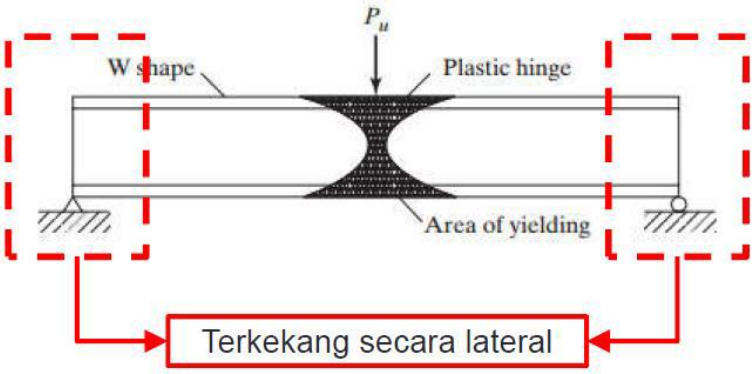
ϕ = faktor ketahanan

ϕRn= kekuatan desain

F. Perancangan Komponen Lentur

1. Asumsi pada Komponen Lentur

Titik-titik support dari balok terkekang secara lateral (tidak bisa mengalami perpindahan pada arah lateral dan tidak bisa mengalami torsi) seperti pada Gambar 3.

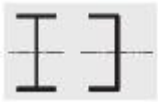
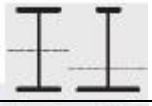


Gambar 3. Balok Terkekang secara Lateral

2. Perancangan Komponen Lentur Berdasarkan Bab F SNI 1729:2015

Bab F SNI 1729:2015 diterapkan untuk komponen struktur yang menahan lentur sederhana di satu sumbu utama. Untuk lentur sederhana, komponen struktur dibebani di suatu bidang paralel terhadap sumbu utama yang melewati pusat geser atau yang ditahan terhadap puntir di titik-titik beban dan penumpu.

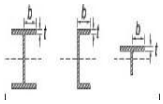
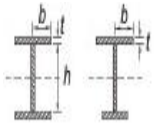
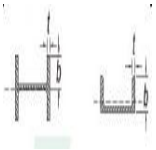
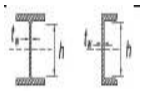
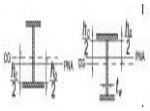
Tabel 1. Tabel Pemilihan untuk Penggunaan Bab Pasal F SNI 1729:2015

Pasal dalam Bab F	Penampang Melintang	Kelangsingan Sayap	Kelangsingan Badan	Keadaan Batas
F2		C	C	Y, LTB
F3		NC, S	C	LTB, FLB
F4		C, NC, S	C, NC	Y, LTB, FLB, TFY
F5		C, NC, S	S	Y, LTB, FLB, TFY
F6		C, NC, S	N/A	Y, FLB

Sumber : SNI 1729-2015

Kemudian klasifikasi penampang digunakan Tabel 2. dibawah ini

Tabel 2. Rasio Tebal Terhadap Lebar : Elemen Tekan Komponen Struktur Menahan lentur

Kasus	Deskripsi Elemen	Rasio Ketebalan terhadap Lebar	Batas Rasio Tebal-Lebar		Contoh
			λ_p (kompak)	λ_r (non kompak)	
10	Sayap dari profil I canai panas , kanal, dan T	b/t	$0{,}38\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1{,}0\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
11	Sayap dari profil tersusun bentuk I simetris ganda dan tunggal	b/t	$0{,}38\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0{,}95\sqrt{\frac{k_c E}{F_L}}$	
13	Sayap dari semua profil I dan kanal dalam lentur pada sumbu lemah	b/t	$0{,}38\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0{,}91\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
15	Badan dari profil I simetris ganda dan kanal	h/t_w	$3{,}76\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5{,}70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
16	Badan dari profil I simetris tunggal	h_c/t_w	$\frac{\frac{h_c}{h_p}\sqrt{\frac{E}{F_y}}}{(0{,}54\frac{M_p}{M_y}-0{,}0)}$	$5{,}70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	

Sumber : SNI 1729-2015

a. Ketentuan Umum

Untuk komponen struktur simetris tunggal dalam lengkungan tunggal dan semua komponen struktur simetris ganda :

$$C_b = \frac{12{,}5\ M_{maks}}{2{,}5\ M_{mask} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \quad \text{..... (2.2)}$$

Keterangan :

C_b = faktor modifikasi tekuk torsi-lateral untuk diagram momen nonmerata bila kedua ujung segmen yang dibresing ditentukan sebagai berikut :

M_{maks} = nilai mutlak momen maksimum dalam segmen tanpa dibreising, kip-in. (N-mm)

M_A = nilai mutlak momen pada titik seperempat dari segmen tanpa dibreising, kip-in. (N-mm)

M_B = nilai mutlak momen pada sumbu segmen tanpa dibreising, kip-in. (N-mm)

M_C = nilai mutlak momen pada titik tiga-perempat segmen tanpa dibeising, kip-in (N-mm).

Untuk kantilever atau overhangs dimana ujung bebas yang tanpa dibreising, C_b=1,0

b. Komponen Struktur Profil I Kompak Simetris Ganda dan Kanal Melengkung di Sumbu Mayor

1) Pelelehan

$M_n = M_p = F_y Z_x$ ..... (2.3)

Keterangan :

F_y = tegangan leleh minimum yang disyaratkan dari tipe baja yang digunakan (MPa)

Z_x = modulus penampang plastis di sumbu x, in^3 (mm^3)

2) Tekuk Torsi-Lateral

(a) Bila $L_b \leq L_p$, keadaan batas dari tekuk torsi-lateral tidak boleh digunakan

(b) Bila $L_p < L_b \leq L_r$

$$M_n = C_b \left[M_p - \left(M_p - 0{,}7 F_y S_x \right) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad .... (2.4)$$

(c) Bila $L_b > L_r$

$$Mn = F_{cr} S_x \leq M_p \quad .....(2.5)$$

Keterangan :

L_b = panjang antara titik-titik, baik yang dibresing melawan perpindahan lateral sayap tekan atau dibreising melawan puntir penampang melintang, in. (mm)

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} \sqrt{1 + 0{,}078 \frac{Jc}{S_x h_o} \left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} \quad ..... (2.6)$$

Keterangan

E = modulus elastis baja = 29.000 ksi (200.000 MPa)

J = konstanta torsi, in^4. (mm^4)

S_x = modulus penampang elastis di sumbu x, in^3. (mm^3)

h_o = jarak antara titik berat sayap, in. (mm)

Persamaan Spesifikasi DFBK AISC :

$$M_{cr} = C_b \frac{\pi}{L_b} \sqrt{EI_y GJ + \left(\frac{\pi E}{L_b}\right)^2 I_y C_w} \quad ..... (2.7)$$

Pembatasan panjang

$$L_p = 1{,}76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad ..... (2.8)$$

$$L_r = 1{,}95 r_{ts} \frac{E}{0{,}7 F_y} \sqrt{\frac{Jc}{S_x h_o} + \sqrt{\left(\frac{Jc}{S_x h_o}\right)^2 + 6{,}76 \left(\frac{0{,}7 F_y}{E}\right)^2}} \quad ..... (2.9)$$

Dimana

$$r_{ts}^2 = \frac{\sqrt{I_y C_w}}{S_x} \quad \text{..... (2.10)}$$

Dan koefisien *c* ditentukan sebagai berikut:

(a) Untuk profil I simetris ganda : c = 1

(b) Untuk kanal

$$c = \frac{h_o}{2}\sqrt{\frac{I_y}{C_w}} \quad \text{..... (2.11)}$$

(c) Untuk profil I simetris ganda dengan sayap pesegi ,

$$C_w = \frac{I_y h_o{}^2}{4} \quad \text{..... (2.12)}$$

Dan persamaan 2.11 menjadi

$$r_{ts}^2 = \frac{I_y h_o}{2S_x} \quad \text{..... (2.13)}$$

r_{ts} boleh diperkirakan secara teliti dan konservatif sebagai radius girasi dari sayap tekan ditambah seperenam dari badan:

$$r_{ts} = \frac{b_f}{\sqrt{12\left(1+\frac{1}{6}\frac{h t_w}{b_f t_f}\right)}} \quad \text{..... (2.14)}$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Umum

Metodologi penelitian merupakan suatu cara peneliti bekerja untuk memperoleh data yang dibutuhkan yang selanjutnya akan digunakan untuk dianalisa sehingga memperoleh kesimpulan yang ingin dicapai dalam penelitian. Metodologi penelitian ini bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan dalam melakukan penelitian guna memperoleh pemecahan masalah dengan maksud dan tujuan yang telah ditetapkan secara sistematis.

B. Bahan dan Alat

1. Bahan

   Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

   a. Materi mengenai contoh perencanaan balok untuk momen lentur

   b. Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural (SNI 1729:2015)

   c. Tabel profil konstruksi baja

2. Alat

   Alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

   a. Komputer atau laptop

      Dalam penelitian ini digunakan laptop Asus dengan *Processor Intel*

Inside, RAM 2 GB, *System tipe 64-bit operating system.*

b. *Mouse.*

c. Perangkat lunak yang digunakan dalam analisis pembebanan *ultimate* pada perencanaan balok baja untuk profil IWF adalah aplikasi *Microsoft Excel.*

C. Metode Penelitian

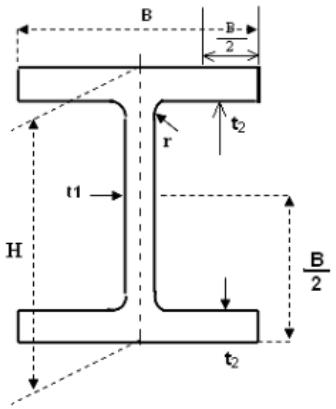
Dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan metode analisis dengan perhitungan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*.

Secara garis besar, perhitungan pembebanan *ultimate* pada perencanaan balok baja untuk profil IWF akan melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Menentukan data profil IWF (mutu dan dimensi) untuk beberapa variasi bentang dan tegangan leleh minimum (fy).
2. Menghitung kekuatan nominal dan kuat rancang dari variasi profil IWF dengan menggunakan Program *Microsoft Excel* berdasarkan SNI 1729:2015.
3. Menggambar grafik perbandingan kuat rancang dari variasi profil IWF yang berbeda.

D. Dimensi Profil Baja IWF

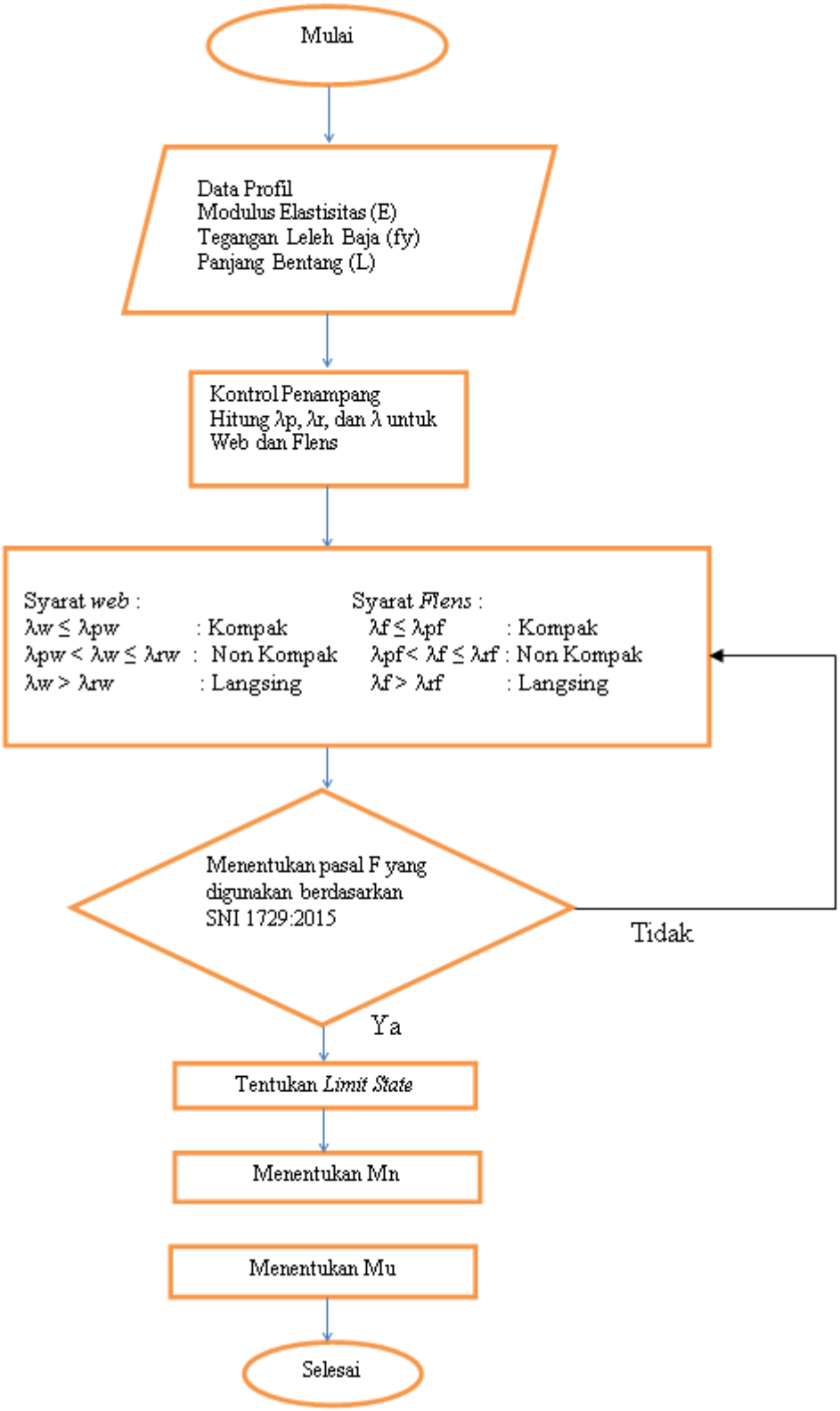
Beberapa dimensi Profil baja IWF yang akan dianalisis antara lain :



Gambar 4. Profil Baja *Wide Flange*

1. Profil baja IWF dengan dimensi 100x50x5x7
2. Profil baja IWF dengan dimensi 125x60x6x8
3. Profil baja IWF dengan dimensi 150x75x5x7
4. Profil baja IWF dengan dimensi 175x90x5x8
5. Profil baja IWF dengan dimensi 200x100x5,5x8
6. Profil baja IWF dengan dimensi 250x125x6x9
7. Profil baja IWF dengan dimensi 300x150x6,5x9
8. Profil baja IWF dengan dimensi 350x175x7x11
9. Profil baja IWF dengan dimensi 400x200x8x13
10. Profil baja IWF dengan dimensi 450x200x9x14
11. Profil baja IWF dengan dimensi 500x200x10x16
12. Profil baja IWF dengan dimensi 600x200x11x17
13. Profil baja IWF dengan dimensi 700x300x13x24
14. Profil baja IWF dengan dimensi 800x300x14x26
15. Profil baja IWF dengan dimensi 900x300x15x23

E. Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari 15 profil IWF yang dihitung dengan variasi bentang sebesar 2 m, 4 m, 6 m, 8 m, 12 m serta tegangan leleh (fy) sebesar 210 MPa, 240 MPa dan 250 MPa dapat dinyatakan bahwa seluruhnya merupakan penampang kompak. Dengan itu, penampang mampu mencapai momen plastis akan tetapi tekuk lokal membatasi kemampuan untuk rotasi momen setelah momen plastis tercapai.
2. Semakin besar bentang pada penampang balok baja maka kuat lentur perlu (Mu) yang didapat semakin kecil.
3. Semakin besar dimensi profil yang digunakan dalam perencanaan balok baja semakin besar kuat lentur perlu (Mu) yang dapat dipikul.
4. Berdasarkan grafik yang didapat dari perhitungan, kuat lentur perlu (Mu) dipengaruhi oleh klasifikasi komponen yang terbagi menjadi plastis, tekuk torsi lateral inelastik dan tekuk torsi lateral elastik yang dibatasi oleh Lb, Lp dan Lr.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian untuk bentang balok baja yang lain.
2. Perlu dilakukan penelitian untuk tegangan leleh (fy) yang lain.
3. Perlu dilakukan penelitian untuk dimensi profil baja yang lain atau jenis profil lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2013. SNI 1727-2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung Struktur Lain.* Badan Standarisasi Nasional. 196 hlm.

Anonim. 2015. SNI 1729-2015. *Spesifikasi untuk Bangunan Baja Struktural*. Badan Standarisasi Nasional. 289 hlm.

Anonim. 2015. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 64 hlm.

Bowles, Joseph E. 1984. *Desain Baja Konstruksi (Structural Steel Design)*. Jakarta : Erlangga. 276 hlm.

Gunawan, Rudy. 1988. *Tabel Profil Konstruksi Baja.* Yogyakarta : Kanisius. 68 hlm.

Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD.* Jakarta : Erlangga. 336 hlm