

ANALISIS KAPASITAS PROFIL BAJA *WIDE FLANGE* YANG EFISIEN SEBAGAI ELEMEN BALOK, KOLOM, DAN BALOK-KOLOM PADA STRUKTUR GEDUNG (Analisis Terhadap Profil IWF dan HCS Berdasarkan SNI 1729:2015)

Jeirry Anggara¹⁾, Ade Sri Wahyuni¹⁾, Mukhlis Islam¹⁾, Agustin Gunawan¹⁾, Yuzuar Afrizal¹⁾

1) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB

Jl. W.R Supratman, Kandang Limun, Kota Bengkulu 3837, Telp. (0736)344087

Corresponding author : jeirryanggara03@gmail.com

Abstrak

Desain struktur rangka baja untuk elemen balok, kolom dan balok-kolom yang memakan cukup banyak waktu membuat *engineer* di bidang konstruksi bangunan gedung merasa kesulitan. *Engineer* harus melakukan beberapa kali percobaan sampai menemukan profil baja *IWF* dan *HCS* yang aman, efisien dan ekonomis. Permasalahan yang timbul akibat lamanya proses desain tersebut yang menjadi landasan dilakukannya penelitian ini. Penelitian dilakukan terhadap 100 buah profil *IWF* dan *HCS* dimana terdiri dari 81 profil *IWF* dan 19 Profil *HCS*. Analisis dilakukan dengan acuan SNI 1729:2015. Hasil dari penelitian ini berupa grafik kapasitas momen dan tabel kapasitas aksial profil baja serta nilai koefisien m dan U . Grafik kapasitas momen dan tabel kapasitas aksial profil *IWF* dan *HCS* yang dihasilkan dapat membantu dalam mendesain profil baja yang aman dan efisien sebagai elemen balok, kolom serta balok kolom. Pengujian keefisienan profil baja yang digunakan sebagai elemen balok-kolom membuktikan bahwa angka keamanan profil menahan aksial dan momen ultimit mendekati nilai 1.

Kata Kunci: Struktur baja, profil *IWF* dan *HCS*, profil efisien

Abstract

The design of the steel frame structure for beam, column and beam-column elements which takes quite a lot of time makes engineers it difficult forin the field of building construction. Engineers have to do several experiments to findsteel profiles IWF and HCS that are safe, efficient and economical. The problems that arise due to the length of the design process are the basis for this research. The research was conducted on 100 profiles IWF and HCS which consisted of 81 profiles IWF and 19 profiles HCS. The analysis was carried out with reference to SNI 1729:2015. The results of this study are in the form of moment capacity graphs and tables of axial capacity of steel profiles as well as coefficients of m and U . Moment capacity graphs and tables of axial capacity of IWF and HCS profiles produced can assist in designing safe and efficient steel profiles as beam, column and column elements. column beam. Efficiency testing of steel profiles used as beam-column elements proves that the safety profile of the axial resisting profile and ultimate moment is close to the value 1.

Keywords: Steel structure, profiles *IWF* and *HCS*, efficient profile

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring berkembangnya teknologi di bidang konstruksi, profil baja menjadi salah satu pilihan untuk dijadikan sebagai elemen struktur pada konstruksi bangunan gedung. Konstruksi baja ini dapat terlihat pada bangunan-bangunan masa kini seperti rumah tinggal, pabrik-pabrik, stadion, hotel dan bahkan bangunan bertingkat lainnya (Setiawan, 2008).

Profil baja yang beredar di Indonesia ada bermacam-macam jenis dan ukurannya seperti WF (*Wide Flange*) dan HCS (*Heavy Column Section*). Profil WF terdiri dari profil I dan H beam, dimana keseluruhannya terdapat 81 buah profil baja dengan dimensi yang berbeda-beda. Profil HCS terdiri dari 19 buah profil dengan dimensi yang berbeda-beda (Gunawan, 1987)

Banyaknya profil yang beredar di pasaran dengan spesifikasi yang berbeda membuat para *engineer* melakukan banyak sekali percobaan demi mendapatkan profil yang aman, efisien dan ekonomis. Banyaknya percobaan yang dilakukan para *engineer* membuat proses desain struktur menjadi lama dan membutuhkan banyak tenaga yang dikeluarkan demi mendapatkan profil baja yang benar-benar aman, efisien, dan ekonomis.

Hasil dari penelitian ini nantinya akan berupa alat bantu desain dalam bentuk tabel kapasitas aksial dan momen nominal penampang IWF dan HCS. Alat bantu ini kemudian digunakan dalam merencanakan struktur baja yang aman,

efisien dan ekonomis. Menggunakan alat bantu ini percobaan yang dilakukan akan lebih sedikit sehingga tidak memakan banyak waktu dan tenaga.

TINJAUAN PUSTAKA

Profil Baja

Material baja pertama kali muncul pada abad ke-19 dimana baja tersebut merupakan paduan antara besi dan karbon. Material karbon yang terdapat pada baja berjumlah sedikit dibandingkan material karbon yang ada pada besi tuang. Pembuatan baja volume besar pertama kali dilakukan oleh Sir Henry Bessemer, beliau menerima hak paten dari pemerintahan Inggris atas temuannya tersebut pada tahun 1855 (Setiawan, 2008).

Struktur portal rangka baja pertama adalah Home Insurance Company Building di Chicago (Setiawan, 2008).

Balok

Balok menurut SNI 1729-2015 adalah komponen struktur horizontal nominal yang memiliki fungsi utama untuk menahan momen lentur.

Balok adalah komponen struktur yang memikul beban-beban gravitasi, seperti beban mati dan beban hidup, komponen struktur balok merupakan kombinasi dari elemen tekan dan elemen tarik (Setiawan, 2008).

Kolom

Kolom menurut SNI 1729-2015 adalah komponen struktur vertikal nominal yang memiliki fungsi utama menahan gaya aksial tekan.

Batang tekan ditujukan untuk komponen struktur yang memikul beban tekan sentris tepat pada titik berat penampang atau kolom dengan gaya aksial saja (Dewobroto, 2016).

Balok-Kolom

Balok-kolom menurut SNI 1729-2015 adalah komponen struktur yang menahan gaya aksial dan momen lentur.

Setiawan (2008) menyatakan pada suatu komponen struktur terkadang efek gaya aksial maupun momen lentur tidak dapat diabaikan salah satunya, kombinasi gaya aksial dan momen lentur harus dipertimbangkan dalam proses desain komponen struktur. Komponen struktur tersebut sering disebut sebagai elemen balok-kolom.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah menganalisis kapasitas penampang profil baja *IWF* dan *HCS* sebagai elemen balok, kolom, dan balok-kolom. Penelitian ini merupakan penelitian akademis yang bersifat terapan dan dilakukan dengan hati-hati, sistematis dan terus-menerus terhadap setiap profil baja *IWF* dan *HCS* (*heavy column section*) yang digunakan untuk keperluan desain bangunan struktur gedung.

Data yang digunakan pada proses analisis adalah profil *IWF* dan *HCS* yang terdiri dari 81 buah profil *IWF* dan 19 buah profil *HCS*, (Gunawan, 1987).

Langkah Perhitungan Kapasitas Profil

Perhitungan dilakukan terhadap profil badan kompak dan sayap kompak, badan kompak sayap nonkompak serta badan kompak dan sayap langsing untuk elemen balok, sedangkan untuk elemen kolom hanya profil dengan tak langsing yang dimana sebelumnya telah dianalisis. Tahapan perhitungan kapasitas profil dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1) Menghitung data-data tambahan untuk perhitungan kapasitas profil

- a. Jari-jari girasi (arah-x dan arah-y)

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

- b. Modulus penampang plastis (arah-x dan arah-y)

$$Z_x = b \cdot t_f \cdot (d - t_f) + \frac{1}{4} t_w (d - 2 t_f)^2$$

$$Z_y = \frac{1}{2} b^2 \cdot t_f + \frac{1}{4} t_w^2 (d - 2 t_f)$$

- c. Konstanta puntir torsi

$$J = \frac{1}{3} (2 \cdot b \cdot t_f^3 + d' \cdot t_w^3)$$

Nilai d' didapat dengan rumus :

$$d' = h - t_f$$

2) Peninjauan Aksi Kolom

Tahapan yang dilakukan untuk peninjauan aksi adalah sebagai berikut :

- Pengontrolan rasio kelangsingan kolom terhadap pengaruh tekuk lokal pada badan (*web*) dan sayang (*flange*).
- Menghitung tegangan kritis penampang (F_{cr})
- Menghitung kapasitas aksial kolom

3) Peninjauan aksi balok

- Pengontrolan rasio kelangsingan kolom terhadap pengaruh tekuk lokal pada badan (*web*) dan sayang (*flange*).

b. Kapasitas momen nominal balok terhadap tekuk torsi lateral

a) Profil dengan badan kompak dan sayap kompak melengkung disumbu major, dengan kategori :

- 1) $L_b < L_p$, kategori balok bentang pendek
- 2) $L_p < L_b < L_r$, kategori balok bentang menengah
- 3) $L_b > L_r$, kategori balok bentang panjang

b) Profil dengan badan kompak dan sayap nonkompak atau langsing melengkung disumbu major

4) Penggambaran kurva momen nominal balok

Kurva momen nominal balok dibentuk dari hubungan antara panjang balok tak terkekang (L_b) dengan nilai kapasitas momen nominal balok (ϕM_n). Penggambaran kurva momen nominal balok dibuat sesuai dengan berdasarkan sifat mekanis baja, yaitu A36, A529 Gr. 50, A572 Gr. 42, A572 Gr. 50, A572 Gr. 55, A 572 Gr. 60, A572 Gr. 65, dan A 913 70.

Panjang garis kurva dibatasi sampai 30 meter. Namun, apabila nilai $2L_r$ dari profil kurang dari 30 ($2L_r < 30$), maka panjang kurva hanya digambarkan sampai kurva berada pada titik $2L_r$ dan apabila panjang kurva $2L_r$ melebihi 30 meter ($2L_r > 30$), maka kurva momen nominal balok dibatasi hanya sampai 30 meter.

5) Pembuatan tabel kapasitas aksial profil dan koefisien m & U

Nilai koefisien m dan U merupakan suatu koefisien pengali yang

digunakan untuk mendapatkan nilai P_u ekuivalen setiap profil yang akan dijadikan elemen balok-kolom. P_u ekuivalen merupakan nilai aksial ultimit yang dapat dari kombinasi antara kapasitas aksial ultimit P_u , momen arah x (M_x), dan momen arah y (M_y). Nilai P_u ekuivalen dijadikan sebagai nilai pembanding kapasitas aksial profil tereduksi (ϕP_n). Suatu profil akan dikatakan efisien apabila nilai P_u ekuivalen pada elemen struktur mendekati nilai ϕP_n dari elemen struktur tersebut.

Pembuatan tabel kapasitas aksial profil dan koefisien m & U akan dimuat dalam satu tabel pada proses analisis. Setiap tabel akan memuat nilai kapasitas aksial profil, nilai koefisien m dan nilai koefisien U untuk setiap satu profil *IWF* dan *HCS*. Tabel ini akan memuat keseluruhan profil yang telah dianalisis sebelumnya. Hasil dari tabel tersebut adalah kapasitas aksial , nilai m, dan nilai U dari $L_b = 0,5$ meter sampai dengan 15 meter pada setiap mutu bajanya.

6) Pemilihan profil yang efisien

Profil yang efisien untuk digunakan sebagai elemen balok pada struktur bangunan gedung dapat ditentukan dengan melihat grafik kapasitas momen nominal profil. Panjang balok tak terkekang yang akan direncanakan dihubungkan dengan nilai kapasitas momen ultimit yang

terjadi sehingga bertemu pada satu titik. Garis kurva yang berda paling dekat dengan dan diatas titik perpotongan tersebut adalah kurva kapasitas momen dari profil yang efisien.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan kapasitas profil dilakukan terhadap penampang badan kompak sayap kompak, badan kompak sayap nonkompak, dan badan kompak sayap langsing untuk balok serta profil berpenampang badan kompak sayap kompak untuk elemen kolom. Profil yang dianalisis sebagai elemen balok akan dilakukan analisis kapasitas momennya untuk setiap profil dari bentang 0,5 meter sampai dengan 30 meter. Profil yang kompak sebagai elemen kolom dan balok-kolom dianalisis sehingga mendapatkan kapasitas aksial profil dari $kL = 0,5$ meter sampai dengan 15 meter.

Analisis balok-kolom dilakukan pada tiga jenis faktor panjang tekuk(k). Ketiga faktor panjang tekuk tersebut terdiri dari:

1. $k=1$, kapasitas momen nominal balok pada bentang L dibandingkan dengan kapasitas aksial pada $kL=L$.
2. $k=0,5$, kapasitas momen nominal balok pada bentang L dibandingkan dengan kapasitas aksial pada $kL=0,5 L$.
3. $k=2$, kapasitas momen nominal balok pada bentang L dibandingkan dengan kapastas aksial pada $kL=2L$.

Data Profil

Data yang digunakan pada proses analisis adalah adalah profil IWF dan HCS yang terdiri dari 81 buah profil *IWF* dan 19 buah profil *HCS*, (Gunawan, 1987).

1. Profil *IWF*

Profil *IWF* sebanyak 81 profil. Profil ini digunakan pada analisis kekuatan elemen balok, elemen kolom, dan elemen balok-kolom.

2. Profil *HCS (Heavy Column Sections)*

Profil *HCS* sebanyak 19 profil. Profil ini hanya digunakan pada analisis elemenkolom dan balok-kolom.

Rasio Kelangsingan Profil Baja WF

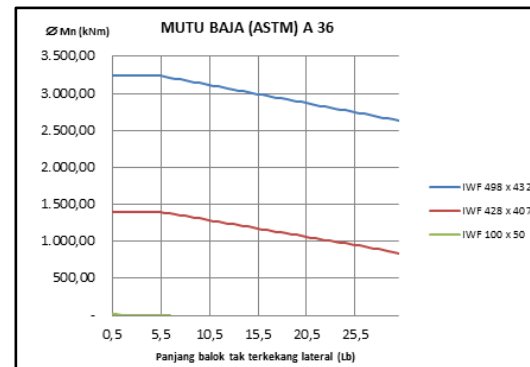
Hasil dari analisis kelangsingan profil meliputi :

1. Elemen Balok dengan Badan Kompak Sayap Kompak

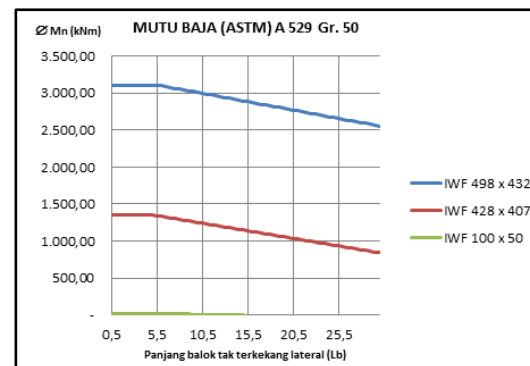
- a) A36 terdiri dari 72 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS
- b) A529 Gr. 50 terdiri dari 72 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS
- c) A 572 Gr. 42 terdiri dari 66 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS
- d) A 572 Gr. 50 terdiri dari 56 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS
- e) A 572 Gr. 55 terdiri dari 51 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS
- f) A 572 Gr. 60 terdiri dari 43 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS
- g) A 572 Gr. 65 terdiri dari 42 Buah profil IWF dan 19 buah profil

- h) HCS
 - i) A 913 70 terdiri dari 35 Buah profil IWF dan 9 buah profil HCS
2. Elemen Balok dengan Badan Kompak Sayap Nonkompak
- a. A36 terdiri dari 9 Buah profil IWF
 - b. A529 Gr. 50 terdiri dari 9 Buah profil IWF
 - c. A 572 Gr. 42 terdiri dari 15 Buah profil IWF
 - d. A 572 Gr. 50 terdiri dari 25 Buah profil IWF
 - e. A 572 Gr. 55 terdiri dari 30 Buah profil IWF
 - f. A 572 Gr. 60 terdiri dari 38 Buah profil IWF
 - g. A 572 Gr. 65 terdiri dari 39 Buah profil IWF
 - h. A 913 70 terdiri dari 46 Buah profil IWF
3. Elemen Kolom dengan Badan Kompak Sayap Kompak
- a. A36 terdiri dari 53 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS
 - b. A529 Gr. 50 terdiri dari 54 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS
 - c. A 572 Gr. 42 terdiri dari 48 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS
 - d. A 572 Gr. 50 terdiri dari 42 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS
 - e. A 572 Gr. 55 terdiri dari 41 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS
 - f. A 572 Gr. 60 terdiri dari 37 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS
 - g. A 572 Gr. 65 terdiri dari 35 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS
 - h. A 913 70 terdiri dari 34 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

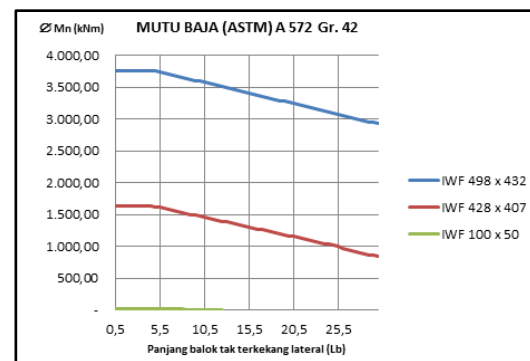
Grafik Kapasitas Momen



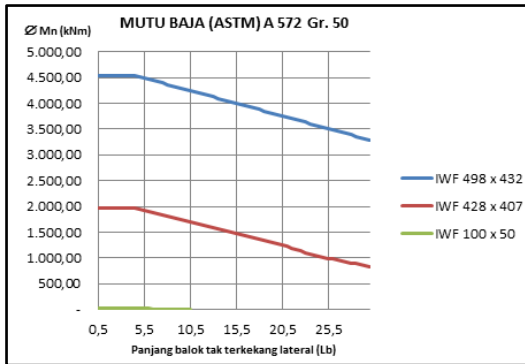
Grafik momen nominal tereduksi (ϕM_n) balok A 36



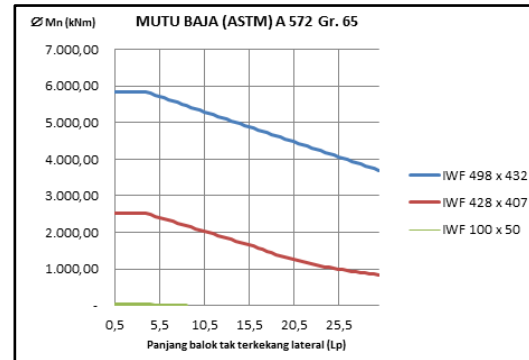
Grafik momen nominal tereduksi (ϕM_n) balok A 529 Gr. 50



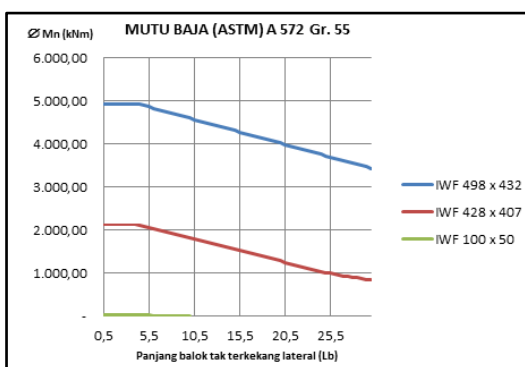
Grafik momen nominal tereduksi (ϕM_n) balok A 572 Gr. 42



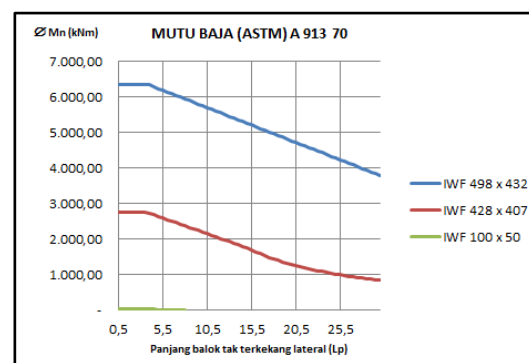
Grafik momen nominal tereduksi (ϕM_n) balok A 572 Gr. 50



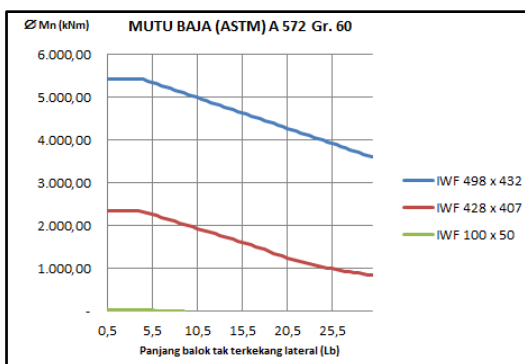
Grafik momen nominal tereduksi (ϕM_n) balok A 572 Gr. 65



Grafik momen nominal tereduksi (ϕM_n) balok A 572 Gr. 55



Grafik momen nominal tereduksi (ϕM_n) balok A 913 70



Grafik momen nominal tereduksi (ϕM_n) balok A 572 Gr. 60

Gambar diatas memperlihatkan bahwa nilai kapasitas momen pada tiap profil mengalami kenaikan sebanding dengan besar mutu baja yang digunakan. Semakin besar mutu baja, maka kapasitas momen akan semakin besar. Semakin besar mutu baja, maka penampang profil semakin mendekati batas kekompakkan.

Nilai Koefisien m & U

Tabel kapasitas aksial digunakan untuk menentukan profil yang efisien sebagai elemen kolom dan balok-kolom. Nilai kapasitas aksial, koefisien m, dan koefisien U pada tabel dimunculkan untuk profil yang kompak.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah :

1. Profil baja yang diteliti sebanyak 100 profil, dan terdiri dari 81 profil IWF dan 19 profil HCS didapat kategori sebagai berikut :

a. Elemen Balok dengan Badan Kompak Sayap Kompak

a) A36 terdiri dari 72 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

b) A529 Gr. 50 terdiri dari 72 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

c) A 572 Gr. 42 terdiri dari 66 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

d) A 572 Gr. 50 terdiri dari 56 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

e) A 572 Gr. 55 terdiri dari 51 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

f) A 572 Gr. 60 terdiri dari 43 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

g) A 572 Gr. 65 terdiri dari 42 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

h) A 913 70 terdiri dari 35 Buah profil IWF dan 9 buah profil HCS

b. Elemen Balok dengan Badan Kompak Sayap Nonkompak

a) A36 terdiri dari 9 Buah profil IWF

b) A529 Gr. 50 terdiri dari 9 Buah profil IWF

c) A 572 Gr. 42 terdiri dari 15 Buah profil IWF

d) A 572 Gr. 50 terdiri dari 25

Buah profil IWF

e) A 572 Gr. 55 terdiri dari 30 Buah profil IWF

f) A 572 Gr. 60 terdiri dari 38 Buah profil IWF

g) A 572 Gr. 65 terdiri dari 39 Buah profil IWF

h) A 913 70 terdiri dari 46 Buah profil IWF

2. Elemen Kolom dengan Badan Kompak Sayap Kompak

a. A36 terdiri dari 53 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

b. A529 Gr. 50 terdiri dari 54 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

c. A 572 Gr. 42 terdiri dari 48 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

d. A 572 Gr. 50 terdiri dari 42 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

e. A 572 Gr. 55 terdiri dari 41 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

f. A 572 Gr. 60 terdiri dari 37 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

g. A 572 Gr. 65 terdiri dari 35 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

h. A 913 70 terdiri dari 34 Buah profil IWF dan 19 buah profil HCS

3. Semakin besar mutu baja yang digunakan, maka semakin kecil pula jumlah profil yang kompak baik itu sebagai elemen balok maupun kolom.

4. Kapasitas aksial tereduksi terbesar (ϕP_n) pada profil baja *IWF* dan *HCS* kompak sebagai elemen balok-kolom yang diteliti setiap mutu baja (*ASTM*) adalah Profil *HCS* 608 x472.

5. Kapasitas aksial tereduksi terkecil (ϕP_n) pada profil baja *IWF* dan *HCS* kompak sebagai elemen balok-kolom yang diteliti setiap mutu baja (*ASTM*)

- adalah profil *IWF* 100 x 50.
6. Kapasitas momen nominal tereduksi terbesar (ϕM_n) pada profil baja *IWF* dan *HCS* dengan kategori badan kompak sayap kompak dan badan kompak sayap tak kompak sebagai elemen balok yang diteliti setiap mutu baja (*ASTM*) adalah profil *IWF* 498 x 432
 7. Grafik kapasitas momen nominal tereduksi (ϕM_n) yang dihasilkan dapat digunakan sebagai acuan dalam proses pendesainan elemen balok yang efisien dalam segi waktu dan tenaga.
 8. Tabel kapasitas aksial tereduksi (ϕP_n) dan koefisien m U yang dihasilkan dapat digunakan sebagai acuan dalam proses pendesainan elemen balok-kolom yang efisien dalam segi waktu dan tenaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, 2016. *Perencanaan struktur baja bangunan atas gedung air traffic control tower bandara samarinda baru*. Skripsi, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Budiman & Khoeri, H., 2017. *Studi Komparasi Struktur Baja Menggunakan Profil WF Terhadap Profil HSS Pada Kolom Struktur*. Jurnal Seminar Nasional Sains dan Teknologi, ISSN: 2407-1846
- Dewobroto, W., 2016, *Struktur Baja Prilaku, Analisis & Desain – AISC 2010 Edisi ke-2*, Tangerang, Jurusan Teknik Sipil UPH.
- Gunawan, R., 1987, *Tabel Profil Konstruksi Baja*, Yogyakarta, Yayasan Sarana Cipta
- Saputra, S. A., Masykur, Dewi, S. U., 2020. *Analisis Struktur Kolom dan Balok Baja Ditinjau Dari Kekuatan dan Biaya Pada Gedung Kantor PLN Distribusi Lampung*. JUMATISI, Vol. 01 No. 01
- Setiawan, A., 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*, Erlangga, Jakarta.
- SNI 1729:2015, *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*, Departmen Pekerjaan Umum Badan Standarisasi Nasional.
- Yoso, S. T. J., 2012. *Analisis kapasitas profil baja wide flange yang efisien sebagai elemen balok, kolom, dan balok-kolom pada struktur gedung (Analisis terhadap profil IWF dan HCS berdasarkan SNI 03-1729-2002)*. Skripsi, Universitas Bengkulu