

**STUDI PERBANDINGAN STRUKTUR BAJA METODE
LRFD SNI-03-1729-2002 DENGAN PPBBI 1987
PADA PROYEK PEMBANGUNAN GUDANG PT. SADHANA
PURWOSARI PASURUAN**

Kurnia Bayu Ridwan, Anang Bakhtiar
E-mail : bayudoyok35@yahoo.co.id

ABSTRAKS

Sebagai bahan studi perencanaan, gudang PT. Sadhana yang berlokasi di Purwosari Pasuruan merupakan gudang dengan panjang 198 meter dan lebar 54 meter, dimana gudang ini dikhususkan untuk penyimpanan tembakau yang direncanakan menggunakan struktur baja dengan metode LRFD SNI-03-1729. Metode ASD (*Allowable stress design*) dalam struktur baja telah cukup lama digunakan, namun beberapa tahun terakhir metode desain struktur baja mulai beralih ke metode lain yang lebih rasional, yakni metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*) metode ini didasarkan pada ilmu probabilitas, sehingga dapat mengantisipasi segala ketidakpastian dari material maupun beban. Oleh karena itu metode LRFD dianggap cukup handal (Agus Setiawan, 2008). Hasil perhitungan struktur baja dengan metode PPBBI 1987, didapat CNP 150.50.20.4,5 untuk Gording, WF 600.300.14.23 untuk balok Rafter, WF 250.125.6.9 untuk Balok, WF 300.300.10.15 untuk kolom, baut 18 Ø 32 tebal pelat penyambung 15mm untuk sambungan pncak rafter, baut 40 Ø 19 pada sayap 20 Ø 25 pada badan tebal pelat 10 mm untuk sambungan tengah rafter, baut 18 Ø 38 tebal pelat 15 mm untuk sambungan balok rafter ke kolom, dan angkur 4 Ø 16 panjang 350 mm tebal pelat penyambung 35 mm. Sedangkan Hasil perhitungan struktur baja dengan metode LRFD, didapat CNP 125.50.20.3,2 untuk Gording, WF 588.300.12.20 untuk balok Rafter, WF 250.125.6.9 untuk Balok, WF 300.300.12.12 untuk kolom, baut 24 Ø 19 tebal pelat penyambung 10 mm untuk sambungan pncak rafter, baut 40 Ø 19 pada sayap 20 Ø 19 pada badan tebal pelat 10 mm untuk sambungan tengah rafter, baut 24 Ø 19 tebal pelat 10 mm untuk sambungan balok rafter ke kolom, dan angkur 4 Ø 16 panjang 350 mm tebal pelat penyambung 20 mm. Dari perhitungan antara metode PPBBI 1987 dengan LRFD menunjukkan bahwa profil yang didapat pada metode LRFD lebih kecil dari metode PPBBI 1987, berarti dengan metode LRFD dapat menghasilkan profil yang lebih ekonomis dan lebih aman.

Kata kunci : Studi, Perbandingan, Struktur Baja, LRFD, PPBBI

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan tentang struktur telah mengalami kemajuan yang pesat seiring dengan karakteristik material maupun aplikasinya yang dinilai menguntungkan pada struktur bangunan. Aspek efisiensi perencanaan dan perilaku struktur terus dikembangkan oleh para rekayasawan sipil agar diperoleh hasil perencanaan yang ekonomis dan memenuhi aspek layan (*serviceability*).

Sebagai bahan studi perencanaan, gudang PT. Sadhana yang berlokasi di Purwosari Pasuruan merupakan gudang dengan panjang 198 meter dan lebar 54 meter, dimana gudang ini dikhususkan untuk penyimpanan tembakau yang direncanakan menggunakan struktur baja dengan metode LRFD SNI-03-1729.

Metode ASD (*Allowable stress design*) dalam struktur baja telah cukup lama digunakan, namun beberapa tahun terakhir metode desain struktur baja mulai beralih ke metode lain yang lebih rasional, yakni metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*) metode ini didasarkan pada ilmu probabilitas, sehingga dapat mengantisipasi segala ketidakpastian dari material maupun beban. Oleh karena itu metode LRFD dianggap cukup handal (Agus Setiawan, 2008).

Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

Gudang PT. Sadhana yang berlokasi di Purwosari Pasuruan merupakan gudang dengan panjang 198 meter dan lebar 54 meter, dimana gudang ini dikhususkan untuk penyimpanan tembakau yang direncanakan

menggunakan struktur baja dengan metode LRFD SNI-03-1729.

Metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*) metode ini didasarkan pada ilmu probabilitas, sehingga dapat mengantisipasi segala ketidakpastian dari material maupun beban.

Perencanaan dengan menggunakan metode ASD dan metode LRFD memiliki perbedaan-perbedaan seperti perbedaan kombinasi pembebanan dan perbedaan nilai faktor reduksi (ϕ) pada metode LRFD dan faktor nilai pembagi (Ω) pada metode ASD.

Rumusan masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, maka dalam studi ini ada beberapa rumusan masalah yaitu:

1. Berapa dimensi serta profil balok-kolom (rafter) baja berdasarkan metode LRFD SNI-03-1729-2002 dan metode ASD PPBBI 1987?
2. Berapa dimensi serta profil kolom baja berdasarkan metode LRFD SNI-03-1729-2002 dan metode ASD PPBBI 1987?
3. Berapa dimensi serta jenis pondasi yang sesuai agar mampu menahan beban berdasarkan daya dukung tanah?
4. Bagaimana hasil perbandingan desain struktur baja berdasarkan metode LRFD SNI-03-1729-2002 dengan metode ASD PPBBI 1987 pada proyek gudang PT. Sadhana?

TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan Struktur

Perencanaan struktur dapat didefinisikan sebagai campuran antara seni dan ilmu pengetahuan yang dikombinasikan dengan intuisi seorang ahli struktur mengenai perilaku struktur

dengan dasar-dasar pengetahuan dalam statika, dinamika, mekanika bahan dan analisa struktur, untuk menghasilkan suatu struktur yang ekonomis dan aman, selama masa layannya. (Agus Setiawan, 2008, hal:1).

Teori Pembebanan

Jika beban-beban yang bekerja pada suatu struktur telah di estimasi, maka masalah berikutnya adalah menentukan kombinasi-kombinasi beban yang paling dominan yang mungkin bekerja pada struktur tersebut. Besar beban yang bekerja pada suatu struktur diatur dalam peraturan pembebanan yang berlaku, sedangkan masalah kombinasi dari beban-beban yang bekerja telah diatur dalam SNI 03-1729-2002 pasal 6.2.2 yang akan dibahas kemudian

Desain Struktur Balok-Kolom

Beberapa prosedur desain yang dapat digunakan untuk suatu elemen balok-kolom antara lain adalah:

1. Pembatasan tegangan kombinasi
2. Pemakaian rumus interaksi semi-empiris berdasarkan tegangan kerja (metode ASD)
3. Pemakaian rumus interaksi semi-empiris berdasarkan kekuatan penampang (metode LRFD) SNI 03-1729-2002.

Perencanaan komponen struktur balok-kolom, diatur dalam SNI 03-1729-2002 pasal 11.3 yang menyatakan bahwa suatu komponen struktur yang mengalami momen lentur dan gaya aksial harus direncanakan untuk memenuhi ketentuan sebagai berikut:

Untuk $\frac{N_u}{\phi \cdot N_n} \geq 0,2$

$$\frac{N_u}{\phi \cdot N_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b \cdot M_{ny}} \right) \leq 1,0$$

Untuk $\frac{N_u}{\phi \cdot N_n} < 0,2$

$$\frac{N_u}{2\phi \cdot N_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b \cdot M_{ny}} \right) <$$

1,0

Dengan :

N_u adalah gaya tekan aksial terfaktor

N_n adalah tahanan tekan nominal dengan menganggap batang sebagai suatu elemen takmurni.

ϕ adalah faktor reduksi tahanan tekan = 0,85

M_{ux} adalah momen lentur terfaktor terhadap sumbu

x, dengan memperhitungkan efek orde kedua, yang dibahas kemudian.

M_{nx} adalah tahanan momen nominal untuk lentur terhadap sumbu x.

ϕ_b adalah faktor reduksi tahanan lentur = 0,90

M_{uy} sama dengan M_{ux} , namun dihitung dengan acuan sumbu y.

M_{ny} sama dengan M_{nx} , namun dihitung dengan acuan sumbu y.

Dalam pembahasan diatas disebutkan bahwa besarnya momen lentur

terfaktor dari suatu komponen struktur balok kolom dihitung dengan menggunakan analisis orde kedua. SNI 03-1729-2002 menyatakan bahwa pengaruh orde kedua harus diperhatikan melalui salah satu dari dua analisis berikut:

1. Suatu analisis orde pertama dengan memperhitungkan perbesaran momen
2. Analisis orde kedua menurut cara-cara yang telah baku dan telah diterima secara umum.

Perbesaran Momen Untuk Struktur Bergoyang

Untuk komponen struktur bergoyang, maka besarnya momen lentur terfaktor, harus ditentukan sebagai berikut:

$$M_u = \delta_b \cdot M_{ntu} + \delta_s \cdot M_{ltu}$$

M_{ltu} adalah momen lentur terfaktor orde pertama yang diakibatkan oleh beban-beban yang dapat menimbulkan goyangan. Faktor perbesaran momen, δ_s , ditentukan sebagai berikut:

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \sum N_u \left(\frac{\Delta_{oh}}{HL} \right)}$$

atau
$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum N_u}{\sum N_{e2}}}$$

dengan:

$\sum N_u$ adalah jumlah gaya aksial terfaktor beban grafitasi untuk seluruh kolom pada satu tingkat yang ditinjau.

N_{e2} sama dengan N_{e1} namun dengan menggunakan k untuk komponen struktur bergoyang, $k \geq 1,0$

Δ_{oh} adalah simpangan antar lantai

$\sum H$ jumlah gaya horizontal

L adalah tinggi bangunan

Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia PPBBI 1987

Peraturan ini memuat syarat-syarat umum minimum untuk perencanaan bangunan-bangunan yang disebutkan dalam bagian 1 Bab 3 Peraturan Bangunan Nasional 1974. Di dalam uraian dan syarat-syarat, surat-surat perjanjian dan lain-lain, Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia di singkat dengan PPBBI 1987.

Komponen struktur Lentur

Balok Yang Penampangnya Tidak Berubah Bentuk

a. Yang dimaksud dengan balok-balok yang penampangnya tidak berubah bentuk adalah balok-balok yang memenuhi syarat-syarat :

$$\frac{h}{t_b} \leq 75$$

Dan

$$\frac{L}{h} \geq 1,25 \frac{b}{t_s}$$

Dimana :

h = tinggi balok, mm

b = lebar sayap, mm

t_b = tebal badan, mm

t_s = tebal sayap, mm

L = jarak antara dua titik dimana tepi tertekan dari balok itu ditahan terhadap kemungkinan terjadinya lendutan ke samping.

b. Tegangan tekan yang terjadi adalah tegangan tekan pada tengah bentang L , dimana L tidak boleh lebih besar dari tegangan kip yang diizinkan.

c. Pada balok-balok statis tertentu dimana pada perletakan pelat badan balok diberi pengaku samping, maka tegangan kip yang diizinkan dihitung dari :

Jika $c_1 \leq 250$; maka:

$$\bar{\sigma}_{kip} = \bar{\sigma}$$

Jika $250 < c_1 < c_2$; maka :

$$\bar{\sigma}_{kip} = \bar{\sigma} - \frac{c_1 - 250}{c_2 - 250} \times 0,3 \bar{\sigma}$$

Jika $c_1 \geq c_2$; maka :

$$\bar{\sigma}_{kip} = \frac{c_2}{c_1} \times 0,7 \bar{\sigma}$$

Dimana :

$$c_1 = \frac{L h}{b t_s}$$

$$c_2 = 0,63 \frac{E}{\bar{\sigma}}$$

$\bar{\sigma}$ = tegangan dasar menurut tabel 1 (PPBBI hal 5)

d. Jika pada balok statis tertentu dimana pada perletakan, pelat badan balok tidak diberi pengaku samping maka tegangan kip yang menentukan adalah $\bar{\sigma}_{kip}$ terkecil pasal 5.1 (3) dan harus memenuhi :

$$\bar{\sigma}_{kip} \leq 0,042 c_1 c_2 \left[\frac{t_b}{h} \right]^3 \bar{\sigma}$$

e. Pada balok-balok statis tak tentu, dimana pada perletakan pelat badan balok diberi pengaku samping maka tegangan kip yang diizinkan dihitung dari :

Jika $c_1 \leq 250$; maka:

$$\bar{\sigma}_{kip} = \bar{\sigma}$$

Jika $250 < c_1 < c_2$; maka :

$$\bar{\sigma}_{kip} = \bar{\sigma} - \frac{c_1 - 250}{c_2 - 250} \times 0,3 \bar{\sigma}$$

Jadi $c_1 \geq c_3$; maka :

$$\bar{\sigma}_{kip} = \frac{c_3}{c_1} \times 0,7 \bar{\sigma}$$

- f. Jika pada balok-balok statis tak tentu dimana pada perletakan, pelat badan tidak diberi pengaku samping maka tegangan kip yang menentukan adalah $\bar{\sigma}_{kip}$ terkecil pada pasal 5.1 (5) dan harus memenuhi : $\bar{\sigma}_{kip} \leq 0,042 c_1 c_2 \left[\frac{L_b}{h} \right]^3 \bar{\sigma}$

Balok-Balok yang Penampangnya Bisa Berubah Bentuk

Pada balok-balok yang tidak memenuhi syarat tersebut pada 5.1.(1) tegangan tekan terbesar pada sayap harus memenuhi :

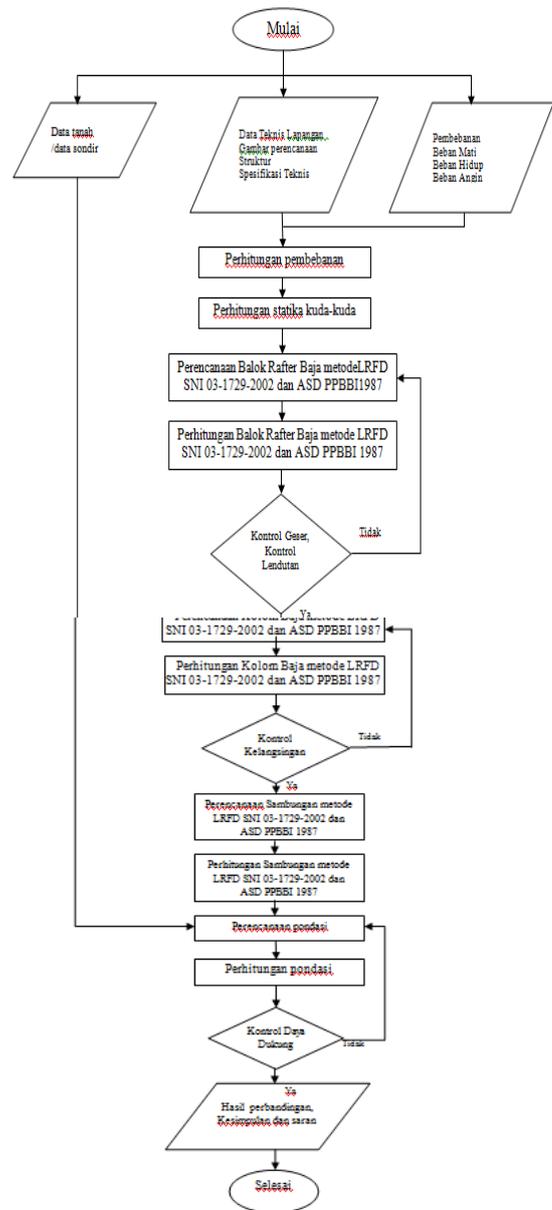
$$\omega \sigma_{tekan\ max} \leq \bar{\sigma}$$

Adalah angka tekuk menurut tabel 2,3,4,5 yang dicari dengan mengambil tekuk sama dengan panjang batang syarat tertekan yang tidak ditahan terhadap goyangan pada arah tegak lurus badan, dimana harga jari-jari kelembaman sama dengan $i_y\ tepi$.

$i_y\ tepi$ = jari-jari kelembaman tepi tertekan sumbu (y-y).

Yang dimaksud tepi tertekan adalah sayap dan 1/3 tinggi badan yang tertekan (untuk penampang simetris menjadi 1/6 tinggi badan).

METODOLOGI



Langkah-Langkah Penyusunan Tugas Akhir

Adapun langkah-langkah yang diambil dalam penyusunan Tugas Akhir ini, adalah sebagai berikut :

Pengumpulan Data

Data Umum Bangunan

1. Nama Gedung : Gudang PT. Sadhana Purwosari
2. Fungsi : Gudang Tembakau

3. Lokasi Bangunan : JL. Surabaya-
Malang KM 59 Purwosari

5. Tinggi Gudang : 9 m

6. Struktur Utama : Struktur baja

7. Dimensi Bangunan : 198mx 54 m

8. Mutu Bahan :

- kekuatan tekan beton= $K_{300} = 300$
 kg/cm^2 $f_c = 30\text{Mpa}$

- Baja = 4000 kg/cm^2 $f_y = 400\text{MPa}$.

- Baja Profil = BJ 37 = 240 MPa

9. Data Tanah

Data tanah yang digunakan berasal dari hasil test sondir PT. SADHANA Purwosari.

Parameter Perencanaan Dasar

Peraturan Perencanaan Dasar

a) Metode LRFD berdasarkan SNI 03-1729-2002

➤ Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2006

➤ Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 03-1726-2002

➤ Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2002

➤ Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung PPIUG 1983

b) Metode ASD PPBBI 1987

➤ Peraturan Pembangunan Bangunan Baja Indonesia PPBBI 1987 Baja

➤ Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung PPIUG 1983

Kombinasi beban

ASD PPBBI 1987

Beban Mati

Beban Mati dan Hidup

$$U = 1,2 D + 1,6 L$$

Beban Angin

$$U = 0,75 (1,2 D + 1,6 L + 1,6 W)$$

$$U = 0,9 D + 1,3 W$$

Beban Gempa

$$U = 1,05 (D + L_R + E)$$

$$U = 0,9 (D + E)$$

LRFD SNI 03-1729-2002

Beban mati

$$U = 1,4 D$$

Beban Mati dan Hidup

$$U = 1,2D + 1,6L + 0,5(L_a \text{ atau } H)$$

Beban Angin

$$U = 1,2D + 1,6(L_a \text{ atau } H) + \gamma_L \cdot L / 0,8W$$

$$U = 1,2D + 1,3W + \gamma_L \cdot L + 0,5(L_a / H)$$

Beban Gempa $U = 1,2D \pm 1,0E \gamma_L \cdot L$

$$U = 0,9D \pm (1,3W \text{ atau } 1,0E)$$

Analisa Pembebanan

Perencanaan pembebanan pada struktur ini berdasarkan PPBBI 1987 dan SNI 03-1729-2002.

Analisa Struktur

Tujuan analisa struktur ini adalah untuk mengetahui gaya dalam yang timbul pada elemen struktur akibat beban yang bekerja. Selain itu juga digunakan untuk mengetahui besarnya pergeseran lateral. Perhitungan analisa struktur ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa program komputer Staad Pro 2004. Untuk langkah – langkah analisa lihat dilampiran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Balok Rafter

Perhitungan Balok Rafter Metode PPBBI 1987

Perhitungan momen

Perhitungan momen dihitung dengan menggunakan STAADPRO 2004

Hasil Perhitungan STAADPRO 2004 diperoleh:

Beam No: 3203

Gaya Vertikal Pu : 10689kg

Gaya Horisontal Vu : 23911kg

Mu1 : 274 kNm = 2740000 kgcm

Mu2 : 624 kNm = 6240000 kgcm

(untuk grafik hasil output lihat dilampiran)

Perencanaan Rafter Balok-Kolom

Konstruksi gudang dengan lebar 54 m dan sudut kemiringan 15°, maka diketahui panjang rafter 27,95 m.

Karena panjang maksimum baja 12 m, maka rafter dibagi menjadi tiga bagian 12 m, 12 m, dan 3,95 m.

Direncanakan dengan profil baja WF 600 x 300 x 14 x 23

W = 175 kg/m Iy = 10600cm⁴

tw = 14 mm Sx = 4620cm³

A = 222,4cm² tf = 23 mm

Sy = 701 cm³ h = 594 mm

r = 28 mm Ix = 137000 cm⁴

bf = 302 mm

Kontrol balok yang direncanakan

Terhadap momen tahanan (Wx)

M max = 6240000 kgcm

$$W_x = \frac{6240000}{1600} = 3900 \text{ cm}^3$$

Profil baja WF 600.300.14.23 dengan harga Wx hitung 3900 cm³ < Wx rencana 4620 cm³, maka profil baja ini dapat digunakan.....OK

Cek profil berubah bentuk atau tidak

PPBBI '87 Hal: 43

$$\bullet \quad \frac{h}{ts} \leq 75$$

$$\frac{59,4}{2,3} = 25,82$$

$$25,82 \leq 75 \dots \dots \dots \text{OK}$$

$$\bullet \quad \frac{l}{h} \geq \frac{1,25 \cdot b}{ts}$$

$$\frac{250}{59,4} \geq \frac{1,25 \cdot 30,2}{2,3}$$

$$4,20 \geq 16,41 \dots \dots \dots \text{Tidak}$$

OK

$$\text{Karena } \frac{l}{h} > \frac{1,25 \cdot b}{ts}$$

,Penampang terjadi perubahan bentuk (PPBBI 1987 pasal 5.1(1)), maka harus dikontrol terhadap bahaya lipatan KIP

Kontrol Terhadap bahaya lipatan KIP

$$\frac{1}{6}hb = 1/6 \cdot (594 - 23 - 23) = 91,33 \text{ mm}$$

$$I_y \text{ bidang yang diarsir} = \left(\frac{1}{12} \cdot 2,3 \cdot 30,2^3 \right)$$

$$+ \left(\frac{1}{12} \cdot 9,133 \cdot 1,4^3 \right)$$

$$= 5279,19 + 2,088 =$$

$$5281,088 \text{ cm}^4$$

$$\text{Luas yang diarsir} = (2,3 \cdot 30,2) +$$

$$(1,4 \cdot 9,133) = 82,24 \text{ cm}^2$$

$$i_y = \sqrt{\frac{0,5 \cdot I_y}{A'}}$$

$$\sqrt{\frac{0,5 \cdot 5281,088}{82,24}} = 5,66 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{Lk}{i_y}, \text{ dengan } L \text{ panjang batang} =$$

1200cm

Diman Lk jarak antar titik sokong lateral = 250 cm

$$\frac{250}{5,66} = 44,16$$

$$\omega = 1,178$$

Syarat berubah bentuk

$$\omega \cdot \sigma_{KIP} \leq \sigma$$

$$\sigma_{KIP} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda y^2} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{L}{i_y}\right)^2}$$

$$= \frac{3,14^2 \cdot 2100000}{\left(\frac{1200}{5,66}\right)^2} = 460,62 \text{ kg/cm}^2$$

$$\omega \cdot \sigma_{KIP} \leq \sigma$$

$$= 1,178 \cdot 460,62 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 542,618 \leq 1600$$

kg/cm².....OK

Jadi Profil WF 600.300.14.23 aman dan tidak mengalami tegangan KIP

Cek tegangan syarat (PPBBI)

θ ambil = 1 (PPBBI)

$$1. \quad \omega \max \cdot \frac{N}{A} + 0,85 \cdot \theta \cdot \frac{nx}{nx-1} \cdot \frac{Mx}{Wx} \leq \sigma$$

$$2. \quad \frac{N}{A} + \theta \cdot \frac{Mx}{Wx} \leq \sigma$$

Dimana λx = $\frac{Lkx}{ix}$ dimana Lkx = 2L =

$$2 \cdot (1200) = 2400 \text{ m}$$

$$= \frac{2400}{24,9} = 96,3 \approx 97 = \omega_x = 1,977$$

$$\lambda_y = \frac{Lky}{iy}$$

$$= \frac{250}{6,9} = 36,23 \approx 37 = \omega_x = 1,119$$

Karena $\lambda_x > \lambda_y$ maka menekuk terhadap sumbu X, dan karena sumbu tekuk = sumbu lentur maka kita perlukan faktor amplikasi n_x

$$n_x = \frac{\sigma_{EX} \cdot A}{N}, \text{ dimana } \lambda_x = 97 \quad \sigma_{EX} = 2203$$

(Tabel 10. PPBBI hal 37)

$$= \frac{2203 \cdot 222,4}{1,5 \cdot 10689} = 30,55$$

Syarat PPBBI

$$1. \quad 1,977 \cdot \frac{10689}{222,4} + 0,85 \cdot 1 \cdot \frac{30,55}{30,55-1} \cdot \frac{6240000}{4620} \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$1281,91 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600$$

kg/cm².....OK

$$2. \quad \frac{10689}{222,4} + 1 \cdot \frac{6240000}{4620} \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$1398,71 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

.....OK

Jadi balok profil WF 600.300.14.23 dapat dipakai

Kontrol terhadap tegangan lentur yang terjadi

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_x} \leq \sigma = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = \frac{6240000}{4620} = 1350,64 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 1350,64 \leq \sigma = 1600$$

kg/cm².....OK

Jadi balok aman terhadap tegangan lentur

Kontrol terhadap tegangan geser yang terjadi

$$\tau = \frac{D \cdot Sx}{tw \cdot Ix}$$

$$D = 23911 \text{ kg}$$

Tegangan geser yang diijinkan : $\tau = 0,6$

$$\cdot \sigma = 0,6 \cdot 1600 = 960 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_x = A_1 \cdot a_1 + A_2 \cdot a_2$$

$$A_1 = b \cdot t_f = 300,2 \cdot 23 =$$

$$6904,6$$

$$a_1 = (h - t_f)/2 = (594 - 23)/2 = 285,5$$

$$A_2 = (h - (t_f \cdot 2))/2 \cdot t_w =$$

$$(594 - (23 \cdot 2))/2 \cdot 14 = 3836$$

$$a_2 = (h - (t_f \cdot 2))/4 = (594 - (23 \cdot 2))/4 =$$

$$137$$

$$S_x = 6904,6 \cdot 285,5 + 3836 \cdot 137$$

$$= 2496624 \text{ mm}^3 = 2496,62 \text{ cm}^3$$

$$\tau = \frac{23911 \cdot 2496,62}{14 \cdot 137000} = 31,12 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \frac{23911}{31,12} \text{ kg/cm}^2 \leq 960$$

kg/cm².....OK

Kontrol terhadap lendutan

Menurut PPBBI '84 : 106, lendutan maksimum akibat beban mati + beban hidup

$$q = 23911 \text{ kg}$$

$$f_x = \frac{1}{48} \cdot \frac{q \cdot l^3}{E \cdot I_x}$$

$$= \frac{1}{48} \cdot \frac{23911 \cdot 1200^3}{2100000 \cdot 137000}$$

$$= 2,99 \text{ cm}$$

$$f_{max} = \frac{l}{250}$$

$$= \frac{1200}{250} = 4,8 \text{ cm}$$

$$f_x = 2,99 \text{ cm} \leq f_{max} = 4,8 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{OK}$$

Berdasarkan kontrol tersebut di atas, maka balok **WF 600.300.14.23** dapat dipakai sebagai Balok (Rafter) dalam struktur tersebut.

Perhitungan Balok Rafter Metode LRFD SNI-03-1729-2002

Perhitungan momen

Perhitungan momen dihitung dengan menggunakan STAADPRO 2004

Hasil Perhitungan StaadPro 2004 diperoleh:

Beam No: 3203

Gaya Vertikal Pu : 10415 kg

Gaya Horisontal Vu : 23244 kg

Mu1 : 265,64 kNm

Mu2 : 608,45 kNm

Momen pada ¼ bentang,

$M_A = 18,805 \text{ kNm}$

Momen di tengah bentang,

$M_B = 259,302 \text{ kNm}$

Momen pada ¾ bentang

$M_C = 455,852 \text{ kNm}$

c. Perencanaan Rafter Balok-Kolom

Konstruksi gudang dengan lebar 54 m dan sudut kemiringan 15°, maka

diketahui panjang rafter 27,95 m. Karena panjang maksimum baja 12 m, maka rafter dibagi menjadi tiga bagian 12 m, 12 m, dan 3,95 m.

Direncanakan dengan profil baja WF 588 x 300 x 12 x 20, BJ 37

Tegangan leleh baja (yield stress)

$$f_y = 240 \text{ MPa} = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan sisa (residual stress),

$$f_r = 70 \text{ MPa} = 700 \text{ kg/cm}^2$$

Modulus elastik baja (modulus of elasticity), $E =$

$$200000 \text{ MPa} = 2000000 \text{ kg/cm}^2$$

$$W = 151,11 \text{ kg/m} \quad I_y = 9020 \text{ cm}^4$$

$$t_w = 12 \text{ mm} \quad S_x = 4014 \text{ cm}^3$$

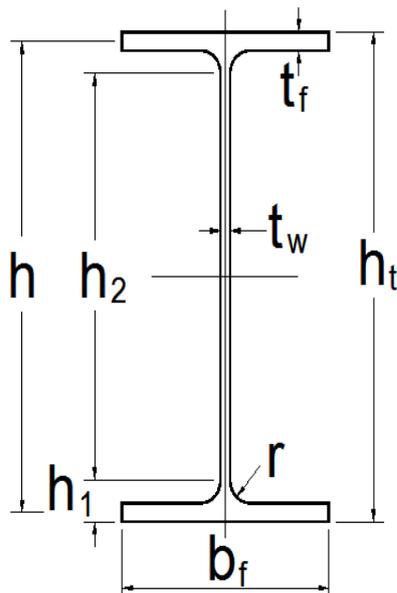
$$A = 192,50 \text{ cm}^2 \quad t_f = 20 \text{ mm}$$

$$S_y = 601 \text{ cm}^3 \quad h = 492 \text{ mm}$$

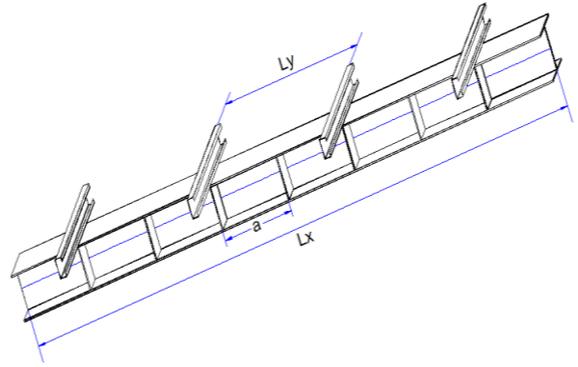
$$r = 28 \text{ mm}$$

$$I_x = 118000 \text{ cm}^4 \quad b_f = 300 \text{ mm}$$

$$Z_x = 4309 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 920 \text{ cm}^3$$



Gambar Penampang WF 588.300.12.20



Gambar Panjang Lx, Ly

Panjang elemen thd.sb.x, $L_x = 1200 \text{ cm}$

Panjang elemen thd.sb.y (jarak dukungan lateral), $L_y = 150 \text{ cm}$

Jarak antara pengaku vertikal pada badan, $a = 250 \text{ cm}$

Tebal plat pengaku vertikal pada badan, $t_s = 10 \text{ mm}$

Faktor reduksi kekuatan untuk aksial tekan, $\phi_n = 0,85$

Faktor reduksi kekuatan untuk lentur, $\phi_b = 0,90$

Faktor reduksi kekuatan untuk geser, $\phi_f = 0,75$

d. Perhitungan Kekuatan

Syarat yang harus dipenuhi untuk balok dengan pengaku, maka nilai $a/h \leq 3,0$

$$a/h = \frac{2500}{492} = 5,08 < 3,00$$

→ Tidak berlaku rumus balok dengan pengaku

Ketebalan plat dengan pengaku vertikal tanpa pengaku memanjang harus memenuhi :

$$h/t_w \leq 7,07 \cdot \sqrt{E/f_y}$$

$$\frac{492}{12} = 41 < 7,07 \cdot \sqrt{\frac{2000000}{2400}} = 204,09$$

→ tebal plat badan memenuhi (OK)

1. Diasumsikan batang bertipe kompak

$$M_n = M_p = Z_x \cdot F_y \leq 1,5 M_y$$

$$Z_x \leq 1,5 S_x$$

$$\text{Dari } \phi M_n \geq M_u$$

$$\phi Z_x \cdot f_y \geq M_u$$

$$\phi 1,5 \cdot S_x \cdot f_y \geq Mu$$

$$S_x \geq \frac{Mu}{\phi 1,5 \cdot f_y} = \frac{608000000}{0,9 \cdot 1,5 \cdot 240}$$

$$S_x = 1876,54 \text{ cm}^3$$

Dipilih profil dengan $S_x \geq 1876,54 \text{ cm}^3$

2. Cek Z_x terhadap S_x

$$\frac{Z_x}{S_x} = \frac{4309 \text{ cm}^3}{4014 \text{ cm}^3}$$

$$= 1,073 < 1,5 \text{OK}$$

3. Cek kekompakan profil

Sayap

$$\lambda = \frac{b_f}{2 t_f}$$

$$= \frac{300}{2 \cdot 20} = 7,5$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = 11,73$$

$\lambda < \lambda_p$, maka sayap kompak

Badan

$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$

$$= \frac{492}{12} = 41$$

$$\lambda_p = \frac{1860}{\sqrt{f_y}} = 115,93$$

$\lambda < \lambda_p$, maka badan kompak

karena sayap dan badan kompak maka anggapan awal benar

4. Cek kapasitas flange local buckling

$$M_n = M_p = Z_x \cdot f_y = 4309 \cdot 240 = 1034,160 \text{ kNm}$$

$$\phi \cdot M_n = 0,9 \cdot 1034,160 \text{ kNm} = 930,744 \text{ kNm} > M_u = 608 \text{ kNmOK}$$

5. Cek kapasitas berdasarkan lateral torsional buckling

$$L_p = 1,76 \cdot i_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \cdot 6,85 \sqrt{\frac{200000}{240}} = 347,78 \text{ cm}$$

$$J = \sum \frac{1}{3} b t^3 = \frac{2(b \cdot t^3)}{3} = \frac{2(300 \cdot 20^3)}{3} = 160000 \text{ cm}^4$$

$$I_w = \frac{I_y}{2} \cdot \frac{h^2}{2}$$

$$= \frac{9020}{2} \cdot \frac{492^2}{2} = 1109460 \text{ cm}^6$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{\frac{E G J A}{2}} =$$

$$\frac{3,14}{4014} \sqrt{\frac{200000 \cdot 80000 \cdot 160000 \cdot 192,5}{2}} = 388304,68$$

$$X_2 = 4 \cdot \left(\frac{S_x}{G \cdot J} \right) \cdot \frac{I_w}{I_y} = 4 \cdot \left(\frac{4014}{80000 \cdot 160000} \right) \cdot \frac{1109460}{9020}$$

$$= 1,54 \times 10^{-4}$$

$$L_r = \frac{i_y}{\left[\frac{x_1}{f_y - f_r} \right] \sqrt{1 + \sqrt{1 + x_2 \cdot f_l^2}}}$$

$$= 1043,95 \text{ cm}$$

L = panjang bentang terhadap sumbu Y, $L_y = 150 \text{ cm}$

$$L = 150 \text{ cm} < L_p = 347,78 \text{ cm} \text{ dan } L = 150 \text{ cm} < L_r = 1043,95 \text{ cm},$$

sehingga termasuk dalam bentang pendek.

6. Kuat lentur nominal pada kondisi LTB

M_n dapat mencapai M_p

$$M_p = 1034,160 \text{ kNm}$$

$$\phi \cdot M_n = 0,9 \cdot 1034,160 \text{ kNm} = 930,744 \text{ kNm} > M_u = 608 \text{ kNmOK}$$

7. Faktor perbesaran momen

$$\frac{k_x \cdot l_x}{r_x} = \frac{1 \cdot 1200}{24,76} = 48,46$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A_g}{\left(\frac{k \cdot l}{r} \right)^2} =$$

$$\frac{3,14^2 \cdot 2000000 \text{ kg/cm}^2 \cdot 192,5 \text{ cm}^2}{48,46^2} = 1616416,24 \text{ kg}$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 \frac{M_1}{M_2} = 0,6 - 0,4 \frac{265,64}{608,45} = 0,425$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{N_u}{N_{cr}}} = \frac{0,425}{1 - \frac{10415}{1616416,24}} =$$

$$0,993 > 1,0$$

Ambil $\delta_b = 1,0$

8. Momen maksimum terfaktor

$$M_{ntu} = 608 \text{ kNm}, M_{ltu} = 0$$

$$M_u = \delta_b \cdot M_{ntu} + M_{ltu} = 0$$

$$= 1 \cdot 608 \text{ kNm} + 0 = 608 \text{ kNm} = 6080000 \text{ kg/cm}^2$$

9. Menentukan parameter kelangsingan

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{L}{r_y} \sqrt{\frac{f_y}{E}} =$$

$$\frac{1}{3,14} \frac{1200}{6,85} \sqrt{\frac{240}{200000}} = 1,93$$

untuk $\lambda_c > 1,2$ maka

$$\omega = 1,25 \cdot 1,93^2 = 4,66$$

10. Menentukan nilai $\frac{N_u}{\phi N_n}$

$$N_n = A_g \cdot \frac{f_y}{\omega} = 19250 \cdot \frac{240}{4,66} = 99141,63 \text{ kg}$$

$$\phi \cdot N_u = 0,85 \cdot 99141,63 \text{ kg} = 84270,38 \text{ kg}$$

$$\frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{10415 \text{ kg}}{84270,38 \text{ kg}} = 0,123 < 0,2$$

11. Interaksi aksial momen

SNI 03-1729-2002 pasal 11,3

$$\frac{N_u}{\phi N_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \right) \leq 1,0$$

$$2. \frac{10415 \text{ kg}}{0,85 \cdot 84270,38 \text{ kg}} + \left(\frac{608 \text{ kNm}}{930,744 \text{ kNm}} + 0 \right) = 0,72 \leq 1,0$$

Profil WF 588.300,12.20 aman dipakai

Perhitungan kolom baja

Perhitungan kolom baja metode PPBBI 1987

Dipakai WF 300 x 300 x 10 x 15

$$b = 30 \text{ cm} \quad t_f = 1,5 \text{ cm}$$

$$t_w = 1 \text{ cm} \quad h = 30 \text{ cm}$$

$$I_x = 20400 \text{ cm}^4 \quad i_x = 13,05 \text{ cm}$$

$$I_y = 6750 \text{ cm}^4 \quad i_y = 7,51 \text{ cm}$$

$$S_x = 1360 \text{ cm}^3 \quad A = 119,8 \text{ cm}^2$$

$$S_y = 450 \text{ cm}^3 \quad w = 94,04 \text{ kg/m}$$

$$Z_x = 1465 \text{ cm}^3$$

a. Kontrol kolom

Pembebanan:

Hasil Perhitungan Staadpro

2004 diperoleh:

Beam no 1946

Gaya Horisontal $P_u = 24173 \text{ kg}$

Gaya Vertikal $V_u = 1025 \text{ kg}$

$Mu_1 = 21,6 \text{ kNm} = 216000 \text{ kgcm}$

$Mu_2 = 7,77 \text{ kNm} = 77700 \text{ kgcm}$

Kontrol Kolom yang direncanakan

1. Cek profil berubah bentuk atau tidak

PPBBI '87 Hal: 43

- $\frac{h}{t_s} \leq 75$
- $\frac{30}{1,5} = 20 \leq 75 \dots \dots \dots \text{OK}$

- $\frac{l}{h} \geq \frac{1,25 \cdot b}{t_s}$
- $\frac{600}{30} \geq \frac{1,25 \cdot 30}{1,5}$
- $20 \geq 25$

.....Tidak OK

Penampang terjadi perubahan bentuk (PPBBI 1987 pasal 5.1(1))

2. Terhadap bahaya lipatan KIP

$$\frac{1}{6} h b = 1/6 \cdot (300 - 15 - 15) = 45 \text{ mm}$$

$$I_y \text{ bidang yang diarsir} = \left(\frac{1}{12} \cdot 1,5 \cdot 30^3 \right) + \left(\frac{1}{12} \cdot 4,5 \cdot 1^3 \right)$$

$$= 3375 + 0,375 = 3375,375 \text{ cm}^4$$

Luas yang diarsir

$$= (1,5 \cdot 30) + (1 \cdot 4,5) = 49,5 \text{ cm}^2$$

$$i_y = \sqrt{\frac{0,5 \cdot I_y}{A_r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,5 \cdot 3375,375}{49,5}} = 5,83 \text{ cm}$$

$\lambda = \frac{Lk}{i_y}$, dengan L panjang batang = 600cm
Diman Lk jarak antar titik sokong lateral = 300 cm (kolom diberi pengaku samping)

$$\frac{300}{5,8} = 51,45$$

$$\omega = 1.328$$

- Kolom tidak berubah bentuk (KIP) statis tertentu badan diberi pengaku samping

$$C_1 = \frac{Lk \times h}{b \times ts} = \frac{600 \times 30}{30 \times 1} = 600$$

$$C_2 = \frac{0,63 \times E}{1600} = \frac{0,63 \times 2100000}{1600} = 826,88$$

$$C_1 = < 250$$

$$\sigma_{kip} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$250 < C_1 < C_2$$

$$250 < 600$$

$$< 826,88$$

$$\sigma_{kip} = 1600 - ((C_1 - 250) / (C_2 - 250)) \cdot 0,3 \cdot 1600$$

$$= 1600 - ((600 - 250) / (826,88 - 250)) \cdot 0,3 \cdot 1600$$

$$= 1308,87$$

$$\text{kg/cm}^2$$

$$C_1 > C_2$$

$$600 > 826,88$$

$$\sigma_{kip} = \frac{C_2 \cdot 0,7 \cdot 1600}{C_1}$$

$$= \frac{826,88 \cdot 0,7 \cdot 1600}{600} = 1543,50 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Jadi } \sigma_{kip} = 1543,50 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2$$

- Menentukan θ dengan rumus

$$\theta = 0,5 \sigma / \sigma_{kip} \text{ (8-3 Mx1 / Mx2)}$$

$$= 0,5 \cdot 1600 / 600 \text{ (8 - 3. 21,6/7,77)}$$

$$= 0,4 < 1$$

$$\theta = 1,00$$

- Menentukan panjang tekuk arah x

$$G_A = 10$$

$$G_B = \frac{\sum(I/L)_{kolom}}{\sum(I/L)_{balok}} = \frac{\left(\frac{20400}{600}\right)}{\left(\frac{118000}{395}\right)} = 0,11$$

$$k = 1,5$$

- Cek tegangan syarat (PPBBI)

θ ambil = 1 (PPBBI)

$$1) \omega \max \cdot \frac{N}{A} + 0,85 \cdot \theta \cdot \frac{nx}{nx-1} \cdot \frac{Mx}{Wx} \leq \sigma$$

$$2) \frac{N}{A} + \theta \cdot \frac{Mx}{Wx} \leq \sigma$$

Dimana $\lambda x = \frac{Lkx}{ix}$ dimana $Lkx = 600 \text{ m}$

$$= \frac{600}{13,05} = 45,97 \approx 46 = \omega_x = 1,196$$

$$\lambda y = \frac{Lky}{iy} = \frac{300}{7,51} = 39,94 \approx 40 = \omega_x = 1,144$$

Karena $\lambda x > \lambda y$ maka menekuk terhadap sumbu x, dan karena sumbu tekuk = sumbu lentur maka kita perlukan faktor amplikasi nx

$$nx = \frac{\sigma_{EX} \cdot A}{N}, \text{ dimana } \lambda x = 46$$

$$\sigma_{EX} = \text{(Tabel 10. PPBBI hal 37)}$$

$$= \frac{9795 \cdot 119,8}{24173} = 48,54$$

Syarat PPBBI

$$1) 1,169 \cdot \frac{24173}{119,8} + 0,85 \cdot 1 \cdot \frac{48,54}{48,54-1} \cdot \frac{216000}{1465} \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$384,16 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$2) \frac{24173}{119,8} + 1 \cdot \frac{216000}{1465} \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$349,21 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Jadi kolom WF 300 x 300 x 10 x 15 dapat dipakai.

Perhitungan kolom baja Metode LRFD SNI-03-1729-2002

Dipakai WF 300 x 300 x 12 x 12

$$b = 30,2 \text{ cm} \quad tf = 1,2 \text{ cm}$$

$$tw = 1,2 \text{ cm} \quad h = 2,94 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 I_x &= 16900 \text{ cm}^4 & i_x &= 12,5 \text{ cm} \\
 I_y &= 5520 \text{ cm}^4 & i_y &= 7,16 \text{ cm} \\
 S_x &= 1150 \text{ cm}^3 & A &= 107,7 \text{ cm}^2 \\
 S_y &= 365 \text{ cm}^3 & w &= 84,5 \text{ kg/m} \\
 Z_x &= 1240,33 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

a. Kontrol kolom

Pembebanan:

Hasil output Staadpro 2004 diperoleh:

Beam no 1946

Gaya Horizontal $P_u = 23495 \text{ kg}$

Gaya Vertikal $V_u = 1028 \text{ kg}$

$M_{u1} = 21,7 \text{ kNm} = 217000 \text{ kgcm}$

$M_{u2} = 7,82 \text{ kNm} = 78200 \text{ kgcm}$

$M_A = 8,508 \text{ kNm}$

$M_B = 0,8 \text{ kNm}$

$M_C = 6,25 \text{ kNm}$

b. Aksi kolom

Faktor panjang efektif k_x , ditentukan dengan menggunakan faktor G:

$G_A = 10$ (jepit)

$$G_B = \frac{\sum(I/L)_{kolom}}{\sum(I/L)_{balok}} = \frac{\left(\frac{19600}{600}\right)}{\left(\frac{118000}{395}\right)} = 0,10$$

$$k = 1,9$$

dan arah y kolom diasumsikan tertumpu sendi diujung atas dan bawahnya, sehingga $k_y = 1,0$

$$\begin{aligned}
 \frac{k_x \cdot L_x}{r_x} &= \frac{1,9 \times 600}{12,5} = 91,2 \\
 \frac{k_y \cdot L_y}{r_y} &= \frac{1,0 \times 600}{7,51} = 79,89
 \end{aligned}$$

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{k_x \cdot L_x}{r_x} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} =$$

$$\frac{1}{3,14} \cdot 91,2 \cdot \sqrt{\frac{2400}{2000000}} = 1,006$$

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot \lambda_c} =$$

$$\frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 1,006} = 1,54$$

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_g \cdot f_{cr} = 107,7 \times \left(\frac{2400}{1,54}\right) \\
 &= 167844,15 \text{ kg} \\
 \frac{N_u}{\phi \cdot N_n} &= \frac{23495}{0,85 \cdot 167844,15} \\
 &= 0,16 < 0,2
 \end{aligned}$$

Maka digunakan persamaan

$$\frac{N_u}{2 \cdot \phi \cdot N_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}}\right) \leq 1,0$$

c. Aksi Balok

Periksa apakah WF kompak atau tidak

$$\begin{aligned}
 \frac{b_f}{2 \cdot t_f} &= \frac{302}{2 \cdot 12} = 12,5 < \lambda_p \\
 &= \frac{250}{\sqrt{f_y}} = \frac{250}{\sqrt{240}} = 16,14 \\
 \frac{N_u}{\phi_b \cdot N_y} &= \frac{23495}{0,9 \cdot 2400 \cdot 107,7} = 0,10 > 0,125
 \end{aligned}$$

$$\lambda_p = \frac{500}{\sqrt{f_y}} \left(2,33 - \frac{N_u}{\phi_b \cdot N_y}\right) \geq \frac{665}{\sqrt{f_y}}$$

$$\lambda_p = \frac{500}{\sqrt{240}} (2,33 - 0,10) = 71,97 \geq \frac{665}{\sqrt{240}} = 42,92$$

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{294}{12} = 24,5 < \lambda_p$$

(penampang kompak)

$$L_p = 357,83 \text{ cm} < L = 600 \text{ cm} < L_r = 1094,55 \text{ cm}$$

d. Maka M_n harus diinterpolasi antara M_p dan M_r

$$M_p = Z_x \cdot f_y = 1240,33 \cdot 2400 = 2976792 \text{ kg}$$

$$M_r = S_x \cdot (f_y \cdot f_r) = 1150 \cdot 1700 = 1955000 \text{ kg}$$

Nilai C_b diperoleh dari persamaan

$$C_b = \frac{12,5 M_{max}}{2,5 M_{max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C}$$

$$C_b = \frac{12,5 \cdot 21,7}{2,5 \cdot 21,7 + 3 \cdot 8,508 + 4 \cdot 0,8 + 3 \cdot 6,25} = 2,67$$

$$M_n = C_b \cdot \left[M_r + (M_p - M_r) \frac{L_r - L}{L_r - L_p} \right] < M_p$$

$$\begin{aligned}
 &= 2,67 \cdot \left[1955000 + (2976792 - 1955000) \frac{1094,55 - 600}{11094,55 - 357,83} \right] < M_p \\
 M_n &= 5329472,67 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Karena M_n tidak boleh lebih dari M_p , maka $M_n = M_p = 7440000 \text{ kg}$

$$\phi_b \cdot M_{nx} = 0,9 \cdot 5329472,67 = 4796525,41 \text{ kg}$$

d. Perbesaran Momen, δ_b

Untuk menghitung δ_b dalam sumbu lentur:

$$\frac{k \cdot L}{r} = \frac{k_x \cdot L_x}{r_x} = 91,2$$

$$N_{el} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A_g}{(k \cdot L/r)^2} = \frac{3,14^2 \cdot 2000000 \cdot 107,7}{(91,2)^2} = 255337,92 \text{ kg}$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 \cdot \frac{M_2}{M_1} = 0,6 - 0,4 \cdot$$

$$\frac{78200}{217000} = 0,456$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{N_u}{N_{el}}} = \frac{0,456}{1 - \frac{23495}{255337,92}} = 0,50 < 1$$

Ambil $\delta_b = 1,0$

e. Periksa persamaan

$$M_{ux} = \delta_b \cdot M_{tu} = 1,0 \cdot 217000 = 217000 \text{ kgcm}$$

$$\frac{N_u}{2 \cdot \phi \cdot N_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} \right) \leq 1,0$$

$$\frac{23495}{2 \cdot 0,85 \cdot 167844,15} + \left(\frac{217000}{4796525,41} \right) = 0,127 \leq 1,0$$

Jadi **WF 300 x 300 x 12 x 12** dapat digunakan sebagai kolom dalam struktur tersebut.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil perhitungan studi perencanaan struktur baja dengan metode PPBBI 1987 dan LRFD, maka dapat ditak kesimpulan berupa perbandingan antara keduanya, yaitu

1. Hasil perhitungan struktur baja dengan metode PPBBI 1987, didapat CNP 150.50.20.4,5 untuk Gording, WF 600.300.14.23 untuk balok Rafter, WF 300.300.10.15 untuk kolom, baut 18 Ø 32 tebal pelat penyambung 15mm untuk sambungan

puncak rafter, baut 40 Ø 19 pada sayap 20 Ø 25 pada badan tebal pelat 10 mm untuk sambungan tengah rafter, baut 18 Ø 38 tebal pelat 15 mm untuk sambungan balok rafter ke kolom, dan angkur 4 Ø 16 penjang 350 mm tebal pelat penyambung 35 mm.

2. Hasil perhitungan struktur baja dengan metode LRFD, didapat CNP 125.50.20.3,2 untuk Gording, WF 588.300.12.20 untuk balok Rafter, WF 300.300.12.12 untuk kolom, baut 24 Ø 19 tebal pelat penyambung 10 mm untuk sambungan puncak rafter, baut 40 Ø 19 pada sayap 20 Ø 19 pada badan tebal pelat 10 mm untuk sambungan tengah rafter, baut 24 Ø 19 tebal pelat 10 mm untuk sambungan balok rafter ke kolom, dan angkur 4 Ø 16 penjang 350 mm tebal pelat penyambung 20 mm.
3. Hasil perhitungan antara metode PPBBI 1987 dengan LRFD menunjukkan bahwa profil yang didapat pada metode LRFD lebih kecil dari metode PPBBI 1987, berarti dengan metode LRFD dapat menghasilkan profil yang lebih ekonomis dan lebih aman.

Saran

1. Harus diperhatikan untuk perhitungan perencanaan struktur baja metode PPBBI kontrol kekuatannya adalah tegangan izin harus lebih besar sama dari tegangan maksimum yang terjadi, sedangkan pada LRFD kontrol kekuatannya adalah kekuatan

- batas baja harus lebih besar dari beban yang bekerja.
2. Dalam melihat Tabel baja diharapkan harus teliti dan jeli dalam memilih profil baja dan dimensinya.

Setiawan, RasyidAndalus. 2006.***Analisa dan Disain Struktur dengan STAAD Pro 2004***. Jakarta Andi Yogyakarta

Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. **PPBBI 1987**. Bandung

DAFTAR PUSTAKA

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

American Institute of Steel Construction. 2005. ***Specification for Structural Steel Buildings***. AISC, Inc. Chicago.

Asiyanto,2007. ***Metode Konstruksi untuk Pekerjaan Pondasi***.Jakarta UI-PressChicago.

Departemen Pekerjaan Umum. 2002. ***Tata Cara Perhitungan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002)***. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan (LPMT).

Departemen Pekerjaan Umum. 1983. ***Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk gedung***.Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan (LPMT).

Departemen Pekerjaan Umum. 2002. ***Satandar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002)***. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan (LPMT).

Oentoeng,1999. ***Kontruksi baja***. Andi Yogyakarta

Rudi Gunawan, 1998. ***Tabel Profil Bontruksi Baja***. Kanisius Yogyakarta