

ANALISIS KEKUATAN BAJA CANAI DINGIN (*COLD FORMED STEEL*) SEBAGAI ALTERNATIF UNTUK ELEMEN STRUKTUR BALOK RUMAH SEDERHANA YANG MERESPON GEMPA

Andika Wiguna¹, Eko Walujodjati

Jurnal Kalibrasi
Sekolah Tinggi Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@sttgarut.ac.id

¹dika_clit@yahoo.com

Abstrak - Balok adalah komponen struktur yang memikul beban – beban gravitasi, seperti beban mati dan beban hidup. Komponen struktur balok merupakan kombinasi dari elemen tekan dan tarik. Hasil riset yg cukup intensif terhadap perilaku baja canai dingin yang telah dituangkan di dalam design code di berbagai negara seperti Australia Standard(AS/NZS), American Iron and Steel Institute (AISI), British Standard (BS code) dan Eurocode telah meningkatkan kredibilitas baja canai dingin sebagai elemen struktur yang sama dengan baja biasa (hot-rolled steel) dan beton bertulang. Perhitungan pembebanan dihitung berdasarkan Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987), yang terdiri dari analisa pembebanan, ketentuan – ketentuan pembebanan, struktur yang dianalisa yaitu struktur balok. Analisa pembebanan pada perhitungan struktur balok ini menggunakan analisa portal 2D. Perhitungan pembebanan dimulai dari beban atap, beban angin, beban dinding, beban lantai dan pengekivalenan beban lantai, sampai beban berat sendiri balok, balok yang di analisa menggunakan balok tipe LC12730 (toe to toe) yang nantinya dianalisa dan di cek terhadap Lendutan dan Geser. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini bahwa balok mampu menahan beban – beban yang dilimpahkan sesuai dari hasil perhitungan dan kontrol kekuatan terhadap profil baja canai dingin diketahui bahwa profil LC12730 tipe toe to toe dapat digunakan sebagai elemen struktur balok, dengan didapat M_u 939.200N.mm, D_u 5081,7 N, dan P_u 467,8 N, setelah di analisis balok mengalami lendutan sebesar 0,04 cm dan kekuatan kapasitas geser penampang (P_v) sebesar 68580 N.

Kata Kunci - Cold Formed Steel, LC12730 (toe to toe), Balok, Lendutan dan Geser.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Umumnya baja ringan dipakai sebagai material untuk struktur atap, seiring berkembangnya inovasi dan kreatifitas yang ada maka kini muncul konsep penerapan material baja ringan pada struktur utama bangunan. Inovasi ini berkaitan pula dengan konsep rumah dengan struktur tahan gempa. Mengingat kekuatan dan kekakuan baja ringan mempunyai keunggulan dibanding material lain maka konsep rumah tahan gempa dengan material baja ringan pantas menjadi pilihan.

1.2. Perumusan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penyusunan merumuskan masalah yang akan dibahas yaitu “Bagaimana perilaku yang dihasilkan Baja Canai Dingin sebagai balok saat dikenai beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa?”

1.3. Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penyusunan membatasi masalah yang akan dibahas yaitu:

1. Penelitian hanya terbatas pada tahap uji numerikal.
2. Tipe profil yang digunakan adalah profil *plain channels type toe to toe*

3. Perencanaan pada elemen struktur hanya meninjau satu komponen saja yaitu balok.
4. Beban gravitasi yang ditinjau adalah beban yang ada di atas balok, yaitu, lantai pada lantai ke 2 dan beban dinding.
5. Balok yang ditinjau hanya balok pada lantai 2.
6. Analisa pembebanan struktur menggunakan program SAP2000.
7. Tidak meninjau sisi biaya
8. Perencanaan rumah tahan gempa dengan bahan Baja Canai Dingin mengadopsi aturan dari Inggris yaitu *British Standard* (BS) yang sudah memakai bahan Baja Canai Dingin sebagai struktur utama pembangunan rumah dan mengambil dari Standar Nasional Indonesia (SNI).

1.4. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penulisan Tugas akhir ini adalah untuk mengetahui respon yang dihasilkan Baja Canai Dingin saat dikenai beban-beban. yang terjadi dan untuk sisi manfaat penulisan Tugas Akhir ini dapat memberikan dan atau menambah pengetahuan tentang penggunaan Baja Canai Dingin sebagai balok pada rumah sederhana tahan gempa.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Rumah Sederhana Tahan Gempa

Perencanaan bangunan rumah dan bangunan gedung yang dimuat dalam pedoman teknis ini mempertimbangkan:

- a. Standar Nasional Indonesia (SNI) yang terkait dengan perencanaan struktur bangunan rumah dan gedung, normatif dari pedoman teknis ini.
- b. Kerusakan – kerusakan akibat gempa bumi yang pernah terjadi pada rumah dan gedung dari hasil penelitian telah dilakukan di Indonesia.

Taraf keamanan minimum untuk bangunan gedung dan rumah tinggal yang masuk dalam kategori bangunan tahan gempa yaitu yang memenuhi berikut ini:

- a. Bila terkena gempa bumi yang lemah, bangunan tersebut tidak mengalami kerusakan sama sekali.
- b. Bila terkena gempa bumi sedang, bangunan tersebut boleh rusak pada elemen – elemen non-struktural, tetapi tidak boleh rusak pada elemen – elemen struktur.
- c. Bila terkena gempa bumi yang sangat kuat bangunan tersebut tidak boleh runtuh baik sebagian maupun seluruhnya, bangunan tersebut tidak boleh mengalami kerusakan yang tidak dapat diperbaiki, bangunan tersebut boleh mengalami kerusakan tetapi kerusakan yang terjadi harus dapat diperbaiki dengan cepat sehingga dapat berfungsi kembali.

2.2. Material Baja Canai Dingin (*cold form steel*)

2.2.1. Gambaran Umum

Profil baja canai dingin (*cold form steel*) adalah jenis profil baja yang memiliki dimensi ketebalan relatif tipis dengan rasio dimensi lebar setiap elemen profil terhadap tebalnya sangat besar. Karena dimensi ketebalan profil relatif tipis, maka pembentukan profil dapat dilaksanakan menggunakan proses pembentukan dingin (*cold forming processes*). Ketebalan pelat baja yang umumnya digunakan sebagai bahan dasar pembentukan profil biasanya berkisar antara 0.3 mm hingga 6 mm (*WW-Yu, 2010*).

2.2.2. Bentuk Tampang Baja Canai Dingin

Batang struktur Baja Canai Dingin dapat diklasifikasikan dalam dua golongan utama:

1. Batang profil struktural tunggal.
2. Bentuk panel dan dek.

Untuk golongan yang pertama beberapa bentuk yang umum dijumpai adalah profil kanal (C-

section), profil Z (*Z-section*), profil I (*I-section*), profil siku (*angle section*), profil T (*T-section*), profil sigma (*sigma section*) dan profil bulat (*Tubular section*).

2.2.3. Modulus Elastisitas, dan Modulus Geser

Modulus elastisitas ditentukan dari kemiringan bagian yang lurus pada kurva tegangan-regangan. Nilai dari E yang ditentukan dalam Standard berkisar dari 200 sampai 207 GPa. Nilai 200 Gpa digunakan untuk standard pendesainan..

Karakteristik material yang penting untuk desain *cold-formed steel* adalah tegangan leleh, kuat tarik, dan daktilitas. Daktilitas adalah kemampuan baja menahan regangan plastis atau permanen sebelum mengalami fraktur. Kemampuan ini diukur dengan penguluran baja sampai 50 mm satuan panjang. Dalam daftar yang dibuat oleh *Australian and New Zealand Standards*, kuat leleh tekan dari baja berkisar antara 200 sampai 550 MPa. Sedangkan kuat tarik bervariasi antara 300 sampai 550 MPa. Penguluran yang terjadi paling tidak lebih dari 8%. Terdapat pengecualian untuk Baja G550 dalam AS 1397 yang memiliki kuat leleh tekan minimal 550 MPa dengan penguluran minimal sebesar 2% dalam 50 mm satuan panjang.

2.3 Balok

2.3.1 Lendutan Balok

SNI 03-1729-2002 pasal 6.4.3 membatasi besarnya lendutan yang timbul pada balok. Pembatasan ini dimaksudkan agar balok memberikan kemampuan layanan yang baik (*serviceability*).

Tabel 2.1 Batas Lendutan Maksimum

Komponen struktur dengan beban tidak terfaktor	Beban tetap	Beban sementara
Balok pemikul dinding atau finishing yang getas	$L/360$	-
Balok biasa	$L/240$	-
Kolom dengan analisis orde pertama saja	$h/500$	$h/200$
Kolom dengan analisis orde kedua	$h/300$	$h/200$

2.3.2 Balok Baja Canai Dingin yang Mengalami Gaya Tekan

Untuk balok yang mengalami gaya tekan umumnya ada tiga tipe fenomena tekuk yang biasa dijumpai yaitu tekuk lokal, tekuk torsi lateral dan tekuk distorsi. Faktor reduksi kekuatan terhadap tekan diambil sebesar 0.90.

2.4. Perhitungan Pembebanan

Berdasarkan Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987), Kombinasi pembebanan yang harus ditinjau sesuai pada pasal 2.1 (2) adalah sebagai berikut:

- Pembebanan Tetap : $D + L$
- Pembebanan Sementara : $D + L + W$
 $D + L + E$
- Pembebanan Khusus : $D + L + K$
 $D + L + W + K$
 $D + L + E + K$

Dimana:

- D : beban mati yang diakibatkan dari berat konstruksi permanent termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga dan peralatan layan tetap.
- L : beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung termasuk kejut tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin dan hujan.
- W : beban angin
- E : beban gempa

2.5. Analisis Gempa Statis Ekivalen

2.5.1. Klasifikasi Beban Gempa

a. Beban gempa rencana

Beban gempa rencana adalah nilai beban gempa yang peluang dilampauinya dalam rentang masa layang gedung 50 tahun adalah 10% atau nilai beban gempa yang perioda ulangnya adalah 500 tahun

b. Kategori gedung

Untuk berbagai kategori gedung, bergantung pada tingkat kepentingan gedung pasca gempa, pengaruh gempa rencana harus dikalikan dengan suatu faktor keamanan. Kategori gedung dan faktor keutamaannya antara lain:

- a. Gedung umum ($I = 1$)
- b. Monumen dan bangunan monumental ($I=1$)
- c. Gedung penting pasca gempa ($I= 1,5$)
- d. Gedung penyimpanan bahan berbahaya ($I = 1,5$)
- e. Cerobong, tangki di atas menara ($I = 1,25$)

c. Pembatasan waktu getar alami fundamental

Nilai waktu getar alami fundamental T_1 dari struktur bangunan gedung harus dibatasi dengan bergantung pada koefisien ζ untuk zona gempa dan jenis struktur bangunan gedung menurut persamaan:

$$T^1 < \zeta H^{3/4} \quad \dots (2.1)$$

Dengan H adalah tinggi total bangunan (meter) dan koefisien ζ ditetapkan menurut tabel 2.3

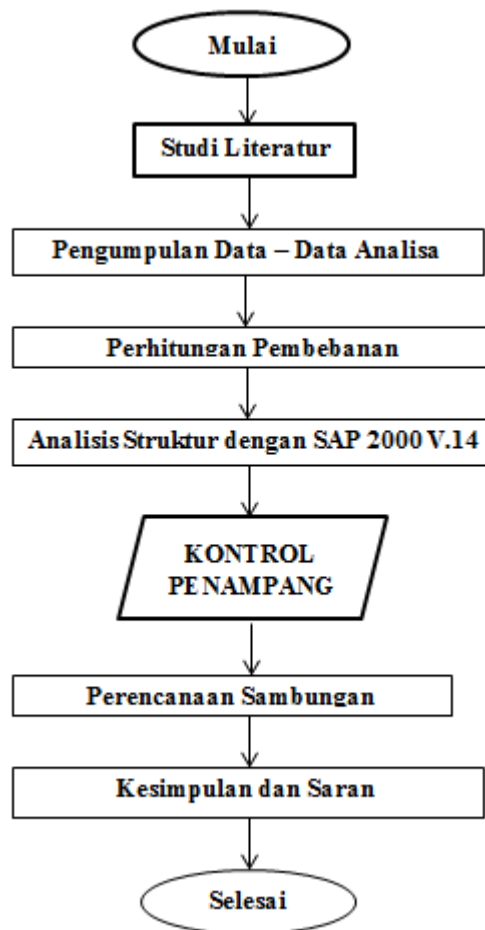
Tabel 2.3 Koefisien ζ yang membatasi waktu getar alami struktur bangunan gedung (SNI 03-1726-2002)

Wilayah Gempa	ζ
1	0,20
2	0,19
3	0,18
4	0,17
5	0,16
6	0,15

III. METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir

Berikut ini disajikan diagram alir penelitian yang akan dilakukan sebagai proses analisa, yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.1.1 Penjelasan Diagram Alir

a. Studi Literatur

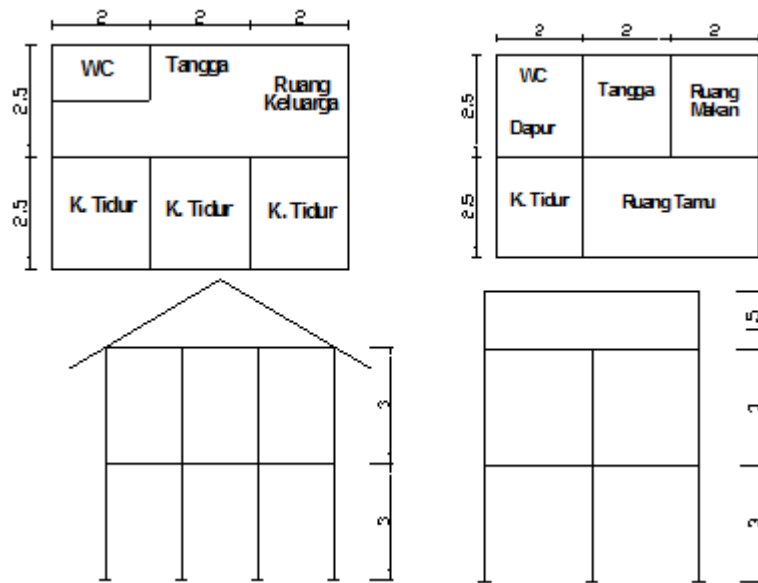
Mempelajari literatur – literatur yang berkaitan dengan:

- 1) Penjelasan konsep perencanaan *cold – Formed steel* menggunakan specification for The Design of Cold – Formed Steel Structural Members, 1986. British Standard BS5950-5, 1998. SNI 7971-2013
- 2) Penjelasan perhitungan pembebanan sesuai dengan Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987).
- 3) Penjelasan konsep pembebanan Gempa sesuai dengan SNI 03-1726-2002.
- 4) Penjelasan prosedur mengenai rumah sederhana tahan gempa menggunakan aturan pedoman rumah sederhana oleh Departemen PU.
- 5) Paper Penunjang lainnya.

b. Pengumpulan Data-Data Perancangan dan Pemilihan Bentuk Profil

Data-data perancangan yang digunakan antara lain:

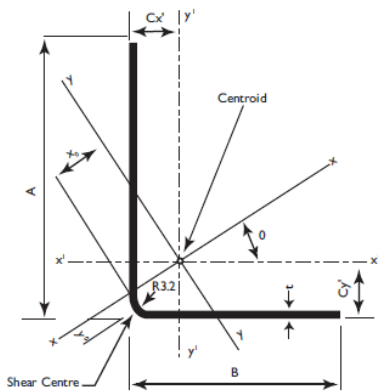
- a. Kegunaan : Tempat tinggal
- b. Zona gempa : 6
- c. Jumlah Lantai : 2 (dua) lantai
- d. Tinggi bangunan: 6 m (tinggi portal)
- e. Lebar bangunan : 6 m
- f. Panjang bangunan: 6 m
- g. Struktur : Struktur balok material Baja Canai Dingin dengan bentuk Double Canal.
- h. Spesifikasi Bahan : $E= 200 \text{ kN/mm}^2$; $G= 79 \text{ kN/mm}^2$ $v= 0,30$; $\alpha= 12 \times 10^{-6} \text{ per}^\circ \text{C}$



Gambar 3.2 Gambar Denah dan Tampak

c. Analisa Struktur

Untuk *Bracing* yang digunakan menggunakan tipe *coldform* bentuk siku dengan tipe LA4630. Data-data profile yang dimaksud adalah sebagai berikut:



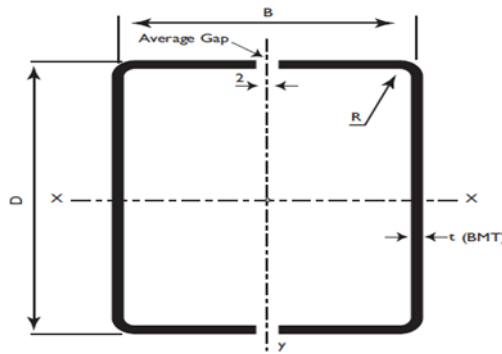
H	=	46 mm
B	=	35 mm
t	=	3,0 mm
A	=	225 mm ²
W	=	1,79 kg/m
I _x	=	0,0614 x 10 ⁶ mm ⁴
I _y	=	0,012 x 10 ⁶ mm ⁴
I _{x'}	=	0,0484 x 10 ⁶ mm ⁴
I _{y'}	=	0,025 x 10 ⁶ mm ⁴
E	=	205 kN/mm ²
	=	205.000 N/mm ²

Berdasarkan BS 5950-5 tabel 4

U _s	=	400 N/mm ²
Y _s	=	300 N/mm ²
P _y	=	300 N/mm ²

Tipe-tipe profil yang digunakan dalam studi merupakan produk dari perusahaan *Bluescope Steel*. Tipe-tipe profil tersebut yaitu :

- a. LC15230 (*toe to toe*) sebagai kolom.
- b. LC12730 (*toe to toe*) sebagai balok induk
- c. LC10330 (*toe to toe*) sebagai balok anak.
- d. LC06425 sebagai kuda-kuda.



Gambar 3.4 Bentuk profil Plain Channels (toe to toe)

d. Analisa Karakteristik dan desain profil struktur bangunan

Analisa karakteristik balok dilakukan untuk meninjau kekuatan balok secara detail akibat beban yang ada. Kekuatan baja yang digunakan dalam perencanaan menggunakan Y_s , Tetapi tidak melebihi $0,84 u_s$ ($Y_s < 0,84 U_s$). Dalam mendesain sebuah profil balok ada beberapa langkah-langkah perhitungan yaitu sebagai berikut :

e. Kontrol Profil Balok terhadap Lentur

1) Kontrol Lendutan

BS5950-5 pada tabel 3 menjelaskan untuk kontrol lendutan bahwa:

$$f < \frac{L}{360} \tag{3.1}$$

Dimana :

f : lendutan yang terjadi

L : panjang profil

2) Kontrol Kekuatan Balok akibat momen lentur

BS5950-5 (5.2.3.3) menjelaskan untuk Kekuatan Balok akibat momen lentur dengan penampang tidak berpengaku.

$$M'_c = M_p \frac{b}{t} \leq \left(\frac{280}{Y_s} \right)^{1/2} \tag{3.2}$$

$$M'_c = M_p \frac{b}{t} \geq 13 \left(\frac{280}{Y_s} \right)^{1/2} \tag{3.3}$$

$$8 \left(\frac{280}{Y_s} \right)^{1/2} \leq \frac{b}{t} \leq 13 \left(\frac{280}{Y_s} \right)^{1/2}$$

$$M'_c = M_c + \frac{13 \left(\frac{280}{Y_s} \right)^{1/2} - b/t}{5 \left(\frac{280}{Y_s} \right)^{1/2}} (M_p - M_c) \tag{3.4}$$

$$p_0 \left\{ 1.13 - 0.0019 \frac{D_w}{t} \left(\frac{Y_s}{280} \right)^{1/2} \right\} p_y \tag{3.5}$$

atau $p_0 = p_y$

Dimana:

- b : lebar penampang (mm)
- t : tebal penampang (mm)
- Y_s : kuat leleh (N/mm^2)
- M'_c : momen kapasitas rencana maksimal
- M_c : momen kapasitas
- M_p : momen plastis
- P_y : kekuatan rencana (N/mm^2)
- P_o : tekanan kompresi

3) Kuat Nominan Lentur Penampang Pengaruh Tekuk Lokal

Untuk perencanaan lentur kita dapat perhatikan pada **BS59550-5 (pasal 4)** dengan penampang tidak berpengaku.

$$p_{cr} = 0.904EK \left(\frac{t}{b}\right)^2 \quad (3.7)$$

Dimana:

P_{cr} : tegangan tekuk lokal

t : tebal penampang

b : lebar penampang

E : modulus elastisitas

K : koefisien *local buckling*

$$f_c/p_{cr} \leq 0.123$$

$$\text{Maka: } \frac{b_{eff}}{b} = 1 \quad (3.8)$$

$$f_c/p_{cr} \geq 0.123$$

$$\text{Maka: } \frac{b_{eff}}{b} = \left[1 + 14\{(f_c/p_{cr})^{1/2} - 0.35\}^4\right] - 0.2 \quad (3.9)$$

$$b_{eu} = 0.89b_{eff} + 0.11b \quad (3.10)$$

Dimana :

b_{eff} : lebar efektif

b : lebar maksimum penampang

f_c : kuat tekan

untuk menentukan b_{eu} dapat menggunakan tabel menurut **BS5950-5 (tabel 6)** mengenai tabel lebar efektif pada elemen tak berpengaku.

4) Kuat Nominal Lentur Penampang pengaruh tekuk lateral

$$M_b = \frac{M_E M_Y}{\phi_B \sqrt{\phi_B^2 - M_E M_Y}} \leq M_c \quad (3.11)$$

$$\phi_B = \frac{M_Y + (1+n)M_E}{2} \quad (3.12)$$

$$M_E = \frac{\pi^2 A E D}{4(L_E/r_y)^2} C_b \left\{1 + \frac{1}{20} \left(\frac{L_E t}{r_t D}\right)^2\right\}^{1/2} \quad (3.13)$$

Menentukan Koefisien *perry* (η)

$$L_E/r_y < 40C_b \quad \text{Maka } \eta = 0 \quad (3.14)$$

$$L_E/r_y > 40C_b \quad \text{Maka } \eta = 0.002 \left(\frac{L_E}{r_y} - 40C_b\right) \quad (3.15)$$

$$C_b = 1.75 - 1.05\beta + 0.3\beta^2 \quad (3.16)$$

dimana:

M_b : momen perlawanan terhadap tekuk

M_Y : momen leleh

M_c : momen kapasitas

M_E : momen kapasitas

A : luas gross (mm^2)

E : modulus elastisitas

C_b : koefisien variasi momen

L_E : lengan efektif

r_y : radius putaran sumbu y

β : perbandingan momen yang lebih kecil (M_1) dan momen yang lebih besar

e. Kontrol Profil Balok terhadap Geser

1) Kontrol Geser

Tegangan geser maksimum dapat dihitung dengan menggunakan dasar sebuah metode analisa elastis, yang tercantum pada **BS59550-5 (5.4)**

Kekuatan kapasitas geser :

$$P_v = p_v \cdot Dt \tag{3.17}$$

Kekuatan leleh geser maksimum:

$$p_v \leq 0,7 p_y \tag{3.18}$$

kekuatan leleh geser rata – rata:

$$p_v = 0.6 p_y \tag{3.19}$$

$$q_{cr} = \left(\frac{1000t}{D} \right)^2 N/mm^2 \tag{3.20}$$

dimana :

D : tinggi penampang

t : tebal penampang

2) Kombinasi Lentur dan Geser

Menurut **BS59550-5 (5.5.2)** perhitungan kombinasi antara gaya akibat geser dengan lentur yang harus memenuhi persamaan dibawah ini:

$$\left(\frac{F_v}{P_v} \right)^2 + \left(\frac{M}{M_c} \right)^2 \leq 1 \tag{3.21}$$

dimana:

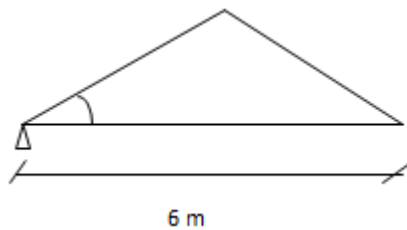
F_v : gaya geser

P_v : kapasitas geser

IV. ANALISA PERHITUNGAN

4.1. Perhitungan Pembebanan

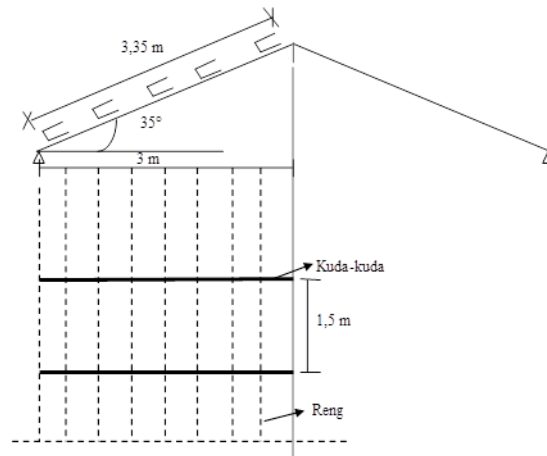
Beban-beban yang ditinjau dalam tugas akhir ini hanya meliputi beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Pada desain rumah tahan gempa ini beban khusus tidak diperhitungkan, sedangkan beban angin hanya diperhitungkan pada desain konstruksi atap dan dinding.



Gambar 4.1 Detail Atap Gable

Ketentuan-ketentuan:

1. Beban Penutup atap genting = 5 kg/m²
2. Beban hidup = 100 kg/m²
3. Jarak bentang kuda-kuda = 6 m
4. Kemiringan atap (α) = 26,56⁰
5. Jarak antar kuda - kuda = 1.50 m
11. Modulus Elastisitas Baja = 2,1 x 10⁶ Kg/cm²
12. Tegangan ijin Baja = 1600 Kg/cm



Gambar 4.2 Potongan Atap

4.1.1 Pembebanan Atap

Perencanaan Gording

Lipped Chanel (LC I5320)

Jarak Kuda - kuda = 1,5 m

Jarak antar reng = 35 cm

Jumlah reng = $380 / 35 = 10,86 \sim 11$ buah

Perhitungan Reng:

Diketahui (L) = 6 m

- Jarak A - C

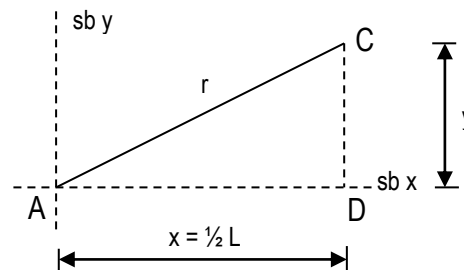
$$\cos 26,56^{\circ} = x / r$$

$$r = 3 / \cos 26,56^{\circ} = 3,35 \text{ m}$$

- Jarak C - D

$$\tan 26,56^{\circ} = y / x$$

$$y = \tan 26,56^{\circ} \cdot 3 = 1,5 \text{ m}$$



Dikarenakan tidak ada gambar detail reng dan jarak reng, maka mengambil asumsi sebagai berikut :

- Jarak reng yang direncanakan = 0,35 m
- Banyaknya reng yang dibutuhkan : $(3,35/0,35) + 1 = 10,57 \approx 11$ buah

Untuk dimensi reng dicoba Tipe LC15230 :

Diketahui :

$$W_x = 31,9 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 4,47 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 242 \text{ cm}^2$$

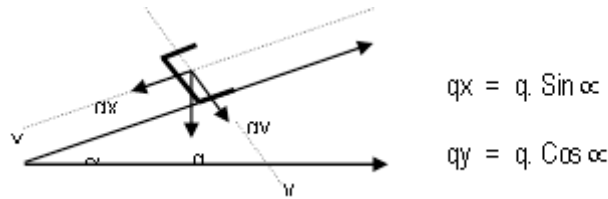
$$I_y = 17,97 \text{ cm}^4$$

$$q = 5,86 \text{ kg/m}$$

Pembebanan pada reng:

a. Beban mati

- Berat reng = 5,68 kg/m
 - Berat penutup atap (0,35 m x 5 kg/m²) = 1,75 kg/m
 - Beban air hujan
Dianggap 20 kg/m² (20 x 0,35) = 7 kg/m
- $$\Sigma q = 14,61 \text{ kg/m}$$



$$q_x = q \cdot \sin \alpha = 14,61 \sin 26,56 = 6,5 \text{ kg/m}$$

$$q_y = q \cdot \cos \alpha = 14,61 \cos 26,56 = 13,07 \text{ kg/m}$$

ring diletakkan di atas beberapa tumpuan (kuda-kuda), sehingga merupakan balok menerus di atas beberapa tumpuan dengan reduksi momen lentur maksimum adalah 80 % untuk mengurangi lendutan dan tegangan lentur gording pada arah sumbu x.

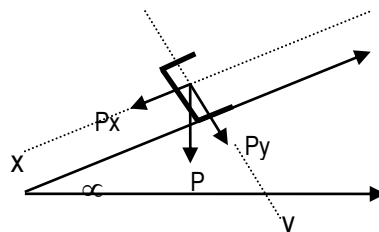
Momen maksimum akibat beban mati:

$$\text{Akibat } q_x \dots\dots\dots M_{x1} = 1/8 \cdot q_x \cdot (L/3)^2 \cdot 80\% = 1/8 \cdot 6,5 \cdot (0,5)^2 \cdot 80\% = 0,163 \text{ kg.m}$$

$$\text{Akibat } q_y \dots\dots\dots M_{y2} = 1/8 \cdot q_y \cdot (L)^2 \cdot 80\% = 1/8 \cdot 13,07 \cdot (1,5)^2 \cdot 80\% = 2,94 \text{ kg.m}$$

b. Beban hidup

Diambil dari PPURG 1987, P = 100 kg



Gambar 4.3 Gaya kerja Reng

$$P_x = P \cdot \sin \alpha = 100 \cdot \sin 26,56 = 44,71 \text{ kg}$$

$$P_y = P \cdot \cos \alpha = 100 \cdot \cos 26,56 = 89,45 \text{ kg}$$

Momen maksimum akibat beban hidup:

$$\text{Akibat } P_x \dots\dots\dots M_{x2} = 1/4 \cdot P_x \cdot (L/3) \cdot 80\% = 1/4 \cdot 44,71 \cdot 0,5 \cdot 80\% = 4,471 \text{ kgm}$$

$$\text{Akibat } P_y \dots\dots\dots M_{y2} = 1/4 \cdot P_y \cdot L \cdot 80\% = 1/4 \cdot 89,45 \cdot 1,5 \cdot 80\% = 26,83 \text{ kgm}$$

Cek Tegangan :

$$M_x \text{ total} = M_{x1} + M_{x2} = 0,163 + 4,471 = 4,634 \text{ kgm}$$

$$M_y \text{ total} = M_{y1} + M_{y2} = 2,94 + 26,83 = 29,77 \text{ kgm}$$

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

$$= (4,634 / 31,9) + (29,77 / 4,47) = 145 + 666 = 811 \text{ kg./m}^2 < 1600 \text{ (Ok)}$$

Cek terhadap lendutan

a. Akibat beban mati

$$q_x = 0,163 \text{ kg/m} = 0,0016 \text{ kg/cm}$$

$$q_y = 2,94 \text{ kg/m} = 0,0294 \text{ kg/cm}$$

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$L = 1,5 \text{ m} = 150 \text{ cm}$$

- Untuk x1 menggunakan $L = L/3 = 150/3 = 50 \text{ cm}$

$$\delta_{x1} = \frac{5 \cdot q_x \cdot (\frac{L}{3})^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 0,0016 \cdot (\frac{50}{3})^4}{384 \cdot E \cdot I} = 0,00000000316 \text{ cm}$$

- Untuk y_1 menggunakan $L = 150$ cm

$$\delta_{y1} = \frac{5.qx.\left(\frac{L}{3}\right)^4}{384.E.I} = \frac{5.0,0294.\left(\frac{150}{3}\right)^4}{384.E.I} = 0,0000078 \text{ cm}$$

- b. Akibat beban hidup

$$P_x = 57,36 \text{ kg} = 0,5736 \text{ kg/cm}$$

$$P_y = 81,92 \text{ kg} = 0,8192 \text{ kg/cm}$$

- Untuk x_1 menggunakan $L = L/3 = 150/3 = 50$ cm

$$\delta_{x2} = \frac{5.qx.\left(\frac{L}{3}\right)^4}{384.E.I} = \frac{5.0,5736.\left(\frac{50}{3}\right)^4}{384.E.I} = 0,0000011 \text{ cm}$$

- Untuk y_1 menggunakan $L = 150$ cm

$$\delta_{y2} = \frac{5.qx.\left(\frac{L}{3}\right)^4}{384.E.I} = \frac{5.0,8192.\left(\frac{150}{3}\right)^4}{384.E.I} = 0,00013 \text{ cm}$$

Kontrol Terhadap Lendutan

$$\delta_{x \text{ total}} = \delta_{x1} + \delta_{x2} < \bar{f} = L/180 \text{ (Berdasarkan PPBBUG 1987)}$$

$$= 0,00000000316 + 0,0000011$$

$$= 0,000001103 \text{ cm} < \bar{f} = 150/180 = 0,83 \text{ cm (Ok)}$$

$$\delta_{y \text{ total}} = \delta_{y1} + \delta_{y2} < \bar{f} = L/180 \text{ (Berdasarkan PPBBUG 1987)}$$

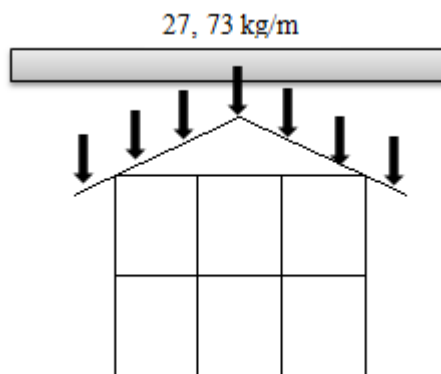
$$= 0,0000078 + 0,00013$$

$$= 0,00014 \text{ cm} < \bar{f} = 150/180 = 0,83 \text{ cm (Ok)}$$

Kesimpulan: baja gording **LC15230** aman digunakan sebagai gording.

Pembebanan pada Atap

- Berat Reng (11x(5,86/6)) = 10,74 kg/m
 - Berat penutup atap (1,5 x 5 kg/m²) = 7,5 kg/m
 - Beban air hujan
Dianggap 20 kg/m² (20 x 0,35) = 7 kg/m
- $$\Sigma q = 25,24 \text{ kg/m}$$
- $$q \text{ (dalam arah vertikal)} = 25,24 / (\cos 26,56) = 27,73 \text{ kg/m}$$



Gambar 4.4 Potongan Atap

4.1.2 Beban Angin

Beban angin (w_a) = 40 kg/m² (asumsi gedung berada dekat pantai)

$$C = 0,02\alpha - 0,4 = 0,2$$

Perhitungan angin tekan :

$$\text{Wal (angin tekan)} = 0,2 \times 40 = 8 \text{ kg/m}$$

Perhitungan angin hisap :

$$C = 0,9 \rightarrow \text{Wal (angin tiup)} = 0,9 \times 40 = 36 \text{ kg/m}$$

4.1.3 Beban dinding

Beban Angin

Perhitungan angin tiup dinding:

$C = 0,9 \rightarrow Wa1 \text{ (angin tiup)} = 0,9 \times 40 = 36 \text{ kg/m}$

Perhitungan angin tiup dinding:

$C = -0,4 \rightarrow Wa2 \text{ (angin hisap)} = -0,4 \times 40 = -16 \text{ kg/m}$

Beban Mati

Dinding menggunakan gypsum board (30% berat pas. Bata)

$30\% \times 250 \text{ kg/m}^2 = 75 \text{ kg/m}^2$

4.1.4 Beban Lantai

Beban Hidup

Menurut PPURG 1987

Beban Mati

- Berat sendiri plat (Kayu Kelas 1) (0,02 x 1x1000)
- Berat langit – langit, pengantung dan mekanikal. ME (12 + 7)

Jumlah Beban mati (DL)

= 125 kg/m²

= 20 kg/m³

= 19 kg/m²

= 39 kg/m²

➤ **Pengekivalenan Beban Plat Lantai**

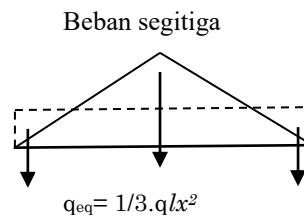
Rumus pembebanan ekivalen diberikan sebagai berikut :

- Mmax beban segitiga :

$= \frac{1}{12} wL^2 = \frac{1}{12} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot q_u \cdot lx\right) \cdot lx^2 = \frac{1}{24} \cdot q_u \cdot lx^3$

- Mmax beban merata :

$= \frac{1}{8} \cdot q_{ek} \cdot lx^2$



Maka Mmax beban segitiga = Mmax beban merata

$\frac{1}{24} \cdot q_u \cdot lx^3 = \frac{1}{8} \cdot q_{ek} \cdot lx^2$

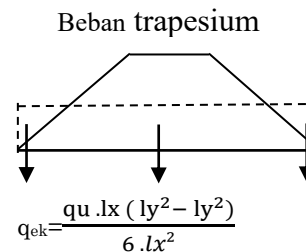
$q_{ek} = \frac{1}{3} \cdot q_u \cdot lx$

- Mmax beban trapesium :

$= \frac{w^3 (L^3 - 4a^2)}{24} = \frac{1}{48} \cdot q_u \cdot lx (ly^2 - lx^2)$

- Mmax beban merata :

$= \frac{1}{8} \cdot q_{ek} \cdot lx^2$



Maka Mmax beban trapesium = Mmax beban merata

$\frac{1}{48} \cdot q_u \cdot lx (ly^2 - lx^2) = \frac{1}{8} \cdot q_{ek} \cdot lx^2$

$q_{ek} = \frac{q_u \cdot lx (ly^2 - lx^2)}{6 \cdot lx^2}$

Untuk mempermudah perhitungan beban $q_{ekivalen}$ dihitung dengan cara tabel garis sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Beban Ekivalen

Type Plat	Ly(m)	Lx(m)	DL (kg/M ²)	LL (kg/M ²)	qek Beban Mati (kg/M ²)	
					Trapezium	Trapezium
1	2,5	2	39	125	3,66	11,72
2	2,5	2	39	125	3,66	11,72
3	2,5	2	39	125	3,66	11,72
4	2,5	2	39	125	3,66	11,72
5	2,5	2	39	125	3,66	11,72
6	2,5	2	39	125	3,66	11,72

Type Plat	Ly(m)	Lx(m)	DL (kg/M ²)	LL (kg/M ²)	qek Beban Mati (kg/M ²)	qek Beban Hidup (kg/M ²)
					Segitiga	Segitiga
1	2,5	2	39	125	13,00	41,67
2	2,5	2	39	125	13,00	41,67
3	2,5	2	39	125	13,00	41,67
4	2,5	2	39	125	13,00	41,67
5	2,5	2	39	125	13,00	41,67
6	2,5	2	39	125	13,00	41,67

Setelah di ekivalenkan didapat beban Plat Lantai adalah:

$$\text{Beban Hidup} = 3 \times 41,67 = \mathbf{125,01 \text{ kg/m}}$$

$$\text{Beban Mati} = 3 \times 13 = \mathbf{39 \text{ kg/m}}$$

4.1.5 Beban Gempa

Analisa perhitungan beban gempa yang bekerja pada struktur diambil dari SNI 1726 – 2002.

A. Akibat beban atap

- Berat Reng (11x(5,68/6)) = 10,41 kg/m
 - Berat penutup atap (1,5 x 5 kg/m²) = 7,5 kg/m
 - Beban air hujan
Dianggap 20 kg/m² (20 x 0,35) = 7 kg/m
- $$\Sigma q = 14,61 \text{ kg/m}$$
- $$q \text{ (dalam arah vertikal} = 14,61 / (\cos 26,56) = \mathbf{16,34 \text{ kg/m}}$$

B. Akibat Lantai

$$\begin{aligned} Q_u &= 1,2q_{DL} + 1,6 q_{LL} \\ &= (1,2 \times 39) + (1,6 \times 125) \\ &= 46,8 + 200 \\ &= \mathbf{246,8 \text{ kg/m}^2} \end{aligned}$$

C. Akibat Berat Sendiri Balok

LC12730 (toe to toe) sebagai balok
Berat sendiri balok = 10,52 kg/m
12x 10,52 = 126,24 kg

D. Akibat Berat sendiri Kolom

LC15230 (toe to toe) sebagai kolom
Berat sendiri Kolom = 11,72 kg/m
24 x 11,72 = 281,28 kg

E. Akibat Berat sendiri dinding

Dinding menggunakan gypsum board (30% berat pas. Bata)
30% x 250 kg/m² = 75 kg/m²
30 x 75 = 2250 kg
Jumlah berat bangunan :
16,34 + 246,8 + 126,24 + 281,28 + 2250 = **2920,66 kg**

4.1.5.1 Perhitungan Beban Geser Dasar Nominal arah x

$$T = (Ct / (hn)^{3/4}$$

Dimana:

Ct = 0,0853 untuk stell momen resisting frame

Ct = 0,0731 untuk reinforced concrete momen resisting frame and ecentrically braced frame

Ct = 0,0488 untuk gedung lainnya.

a. Perhitungan pembatasan waktu getar alami fundamental arah x

$$T1 < \zeta n$$

Dimana:

T1 : waktu getar alami fundamental

ζ : koefisien yang mebatasi waktu getar alami

$$T1_{empiris} = 0,085(hn)^{3/4}$$

$$= 0,085(6,5)^{3/4}$$

$$= 0,346 \text{ detik} \rightarrow C1 = 0,95 \text{ (wilayah gempa 6, tanah lunak)}$$

$$T1 = 0,15(2) = 0,3 \text{ detik}$$

$$\zeta = 0,15 \text{ (tabel 2.3)}$$

$$T1 < T1_{empiris}$$

$$0,3 \text{ detik} < 0,346 \text{ detik} \dots \text{tidak Ok}$$

Sehingga T diambil **0,346** detik, maka dari grafik respon spektrum WG 6 untuk tanah lunak didapat C = 0,95

Gaya Geser Gempa Statik Arah x :

$$V = \frac{C x I}{R} W t$$

$$V_{statik} = \frac{0,95 \times 1}{8,5} \cdot 2920,66 = 326,43 \text{ kg}$$

Beban geser dasar nominal V tersebut harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban – beban gempa nominal statik ekivalen F_i pada pusat masa lantai tingkat ke-
i

$$F_i = \frac{W_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot z_i} \times V = 326,43 \text{ kg}$$

4.2 Perencanaan Balok

Pada kontrol profil balok ini. Seperti yang telah disebutkan kontrol akan mengacu pada BS 5950-5:1998. Adapun dengan menggunakan program bantu SAP 2000 v.14 beban yang diterima adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil analisa SAP 2000

	Mu	Pu	Du
COMB 1	393.100 Nmm	27,3 N	5081,7 N
COMB 2	939.200 Nmm	467,8 N	5081,7 N
COMB 3	89.300 Nmm	522,3 N	5081,7 N

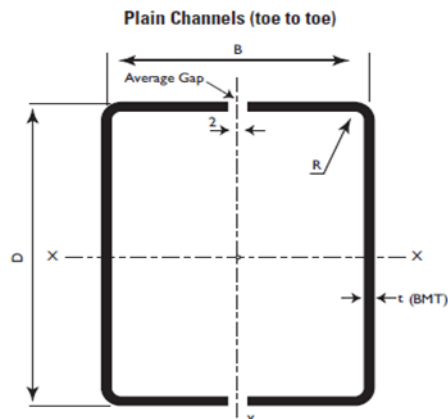
Dikarenakan Comb 2 lebih besar dari pada Comb 1 dan Comb 3, maka Comb 2 diambil untuk analisa Balok.

$$Du = 5081,7 \text{ N}$$

$$Mu = 939.200 \text{ N.mm}$$

$$Pu = 467,8 \text{ N}$$

4.2.1 Data – data Profil (LC12730toe to toe) sebagai Balok



Gambar 4.9 Profil LC12730 tipe *toe to toe*

Dari tabel profil Blue Scope untuk penampang tipe *toe to toe*:

D	= 127 mm	i_y	= 20,80 mm
b	= 106 mm	Z_x	= $49.800 \times 10^3 \text{ mm}^3$
R	= 3,2 mm	Z_y	= $10.990 \times 10^3 \text{ mm}^3$
t	= 3,0 mm	r_x	= 49 mm
A	= 1320 mm^2	r_y	= 20,80 mm
W'	= 10,52 kg/m	E	= 200 kN/mm^2
I_x	= $3,1 \times 10^6 \text{ mm}^4$		= 20000 N/mm^2
I_y	= $0,57 \times 10^6 \text{ mm}^4$	U_s	= 400 N/mm^2
i_x	= 49 mm	Y_s	= 300 N/mm^2
		P_y	= 300 N/mm^2

Kontrol Lendutan

Berdasarkan persamaan 3.1:

$$f < \frac{L}{360}$$

Pada Hasil Analisa SAP2000, deflection terbesar yang terjadi $f = 0,04 \text{ cm}$. Sedangkan untuk defleksi ijin untuk tiap bentang panjang yang diijinkan terjadi adalah sebagai berikut:

$$L = 2 \text{ m} = 200 \text{ cm}$$

$$\frac{L}{360} = \frac{200}{360} = 0,56 \text{ cm}$$

$$\text{COMB } 2 = 0,04 < 0,56 \text{ cm} \quad (\text{Ok})$$

4.2.3. Kuat Nominal Lentur Penampang Pengaruh Tekuk Lokal

Penampang Badan:

$$b_{\text{badan}} = D = 127 \text{ mm}$$

$$t = 2(3) = 6 \text{ mm}$$

$$\frac{b}{t} = \frac{127}{(6)} = 21,17$$

$$8\left(\frac{280}{Y_s}\right)^{1/2} = 8\left(\frac{280}{300}\right)^{1/2} = 7,73 \leq \frac{b}{t} = \frac{127}{(6)} = 21,17 \quad (\text{Ok})$$

$$13\left(\frac{280}{Y_s}\right)^{1/2} = 13\left(\frac{280}{300}\right)^{1/2} = 12,56 \leq \frac{b}{t} = \frac{127}{(6)} = 21,17 \quad (\text{Ok})$$

Maka $M'_c = M_c$

$$P_o = \left\{ 1,13 - 0,0019 \frac{Dw}{t} \left(\frac{Y_s}{280} \right) \right\}^{1/2} \cdot P_y$$

$$P_o = \left\{ 1,13 - 0,0019 \frac{127}{3} \left(\frac{300}{280} \right)^{1/2} \right\} \cdot 300$$

$$= 314,1 \text{ N/mm}^2 \text{ atau}$$

$$P_o = P_y = 300 \text{ N/mm}^2 \text{ (Menentukan)}$$

- Momen lentur terhadap sumbu utama kuat (sumbu x) pada persamaan 3.5:

$$M_{cx} = M'_c = P_o \cdot Z_x = 300 (49800) = 1,494 \times 10^7 \text{ N/mm}$$

Penampang sayap:

$$b_{\text{sayap}} = 0,5 b = 0,5 \times 100 = 50 \text{ mm}$$

$$t = 3 \text{ mm}$$

$$\frac{b}{t} = \frac{50}{3} = 16,67$$

$$25 \left(\frac{280}{Y_s} \right)^{1/2} = 25 \left(\frac{280}{300} \right)^{1/2} = 7,73 \leq \frac{50}{3} = 16,67 \quad (\text{Ok})$$

$$40 \left(\frac{280}{Y_s} \right)^{1/2} = 40 \left(\frac{280}{300} \right)^{1/2} = 12,56 \leq \frac{50}{3} = 16,67 \quad (\text{Ok})$$

Maka :

$$M'_c = M_p$$

$$M_p = Z_x \cdot Y_s = 49800 \times 300 = 1,494 \times 10^7$$

Sehingga,

Momen Nominal akibat Tekuk Lokal:

$$M'_c = M_p = 1,494 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

4.2.4. Kontrol Lebar Penampang Efektif Sesuai Perlawanan Tekuk Yang Terjadi

$$P_{cr} = 0,904EK \left(\frac{t}{b} \right)^2$$

$$P_{cr} = 0,904 (200000)(0,425) \left(\frac{3}{100} \right)^2 = 69,156 \text{ N/mm}$$

Nilai f_c yang digunakan adalah hasil perhitungan pada sub bab 4.2.2

Dimana:

$$f_c = P_o = 300 \text{ N/mm}^2, \text{ maka:}$$

$$f_{cr} / P_{cr} = 300 / 69,156 = 4,34 \text{ N/mm}$$

Dikarenakan $f_{cr} / P_{cr} > 0,123$, maka memenuhi persamaan 3.9:

$$\frac{b_{eff}}{b} = \left[1 + 14 \left\{ \left(f_{cr} / P_{cr} \right)^{1/2} - 0,35 \right\}^4 \right]^{-0,2}$$

$$\frac{b_{eff}}{b} = \left[1 + 14 \left\{ \left(300 / 69,156 \right)^{1/2} - 0,35 \right\}^4 \right]^{-0,2}$$

$$b_{eff} = b \times 0,52 = 100 \times 0,52 = 52 \text{ mm}$$

dari persamaan 3.10 maka akan didapatkan nilai lebar efektif (b_{eu}) dengan perhitungan sebagai berikut :

$$b_{eu} = 0,89 b_{eff} + 0,11b = 0,89(52) + 0,11(100)$$

$$b_{eu} = 57,28 \text{ mm}$$

Berdasarkan BS 5950-5 pasal 4.2, pada elemen tidak berpengaku harus memenuhi, syarat :

$$\frac{b_{eu}}{t} \leq 60$$

$$\frac{57,28}{3} \leq 60$$

$$19,09 < 60 \quad (\text{Ok})$$

4.2.5. Kuat Nominal Lentur Penampang Pengaruh Tekuk Lateral

Untuk mengetahui besar kemampuan balok melawan momen yang ditimbulkan akibat tekuk, maka harus memenuhi persamaan 3.11 (BS 5950-5 pasal 5.6.2.1)

$$M_b = \frac{M_E M_Y}{\phi_B + \sqrt{\phi_B^2 - M_E M_Y}} \leq M_c$$

Dimana :

$$\phi_B = \frac{M_Y + (1 + \eta) M_E}{2}$$

menentukan besarnya momen perlawanan tekuk lateral elastis M_E yang ditentukan oleh

persamaan 3.13 (BS 5950-5, pasal 5.6.2.2 point a), yaitu dengan persamaan:

$$M_E = \frac{\pi^2 AED}{4(L_E/r_y)^2} C_b \left\{ 1 + \frac{1}{20} \left(\frac{L_E t}{r_y D} \right)^2 \right\}^{1/2}$$

$$C_b = 1,75 \beta - 1,05 \beta + 0,3 \beta^3$$

$$\beta = \frac{M_1}{M_2} = \frac{20,33}{93,92} = 0,2 \quad (\beta \text{ bernilai positif } (+))$$

Maka :

$$C_b = 1,75 - 1,05 (0,2) + 0,3 (0,2)^2 = 1,55$$

- Panjang lengan efektif dapat ditentukan dari BS 5950-5, pasal 5.6.3, dimana:

$$L_E = 0,7 L$$

Diambil ukuran balok terpanjang $L = 2500 \text{ mm}$

$$L_E = 0,7 L = 0,7 (2500) = 1750 \text{ mm}$$

$$r = r_y = 20,8 \text{ mm}$$

Sesuai BS 5950-5 pasal 6.2.2 maka kontrol kelangsingan terhadap panjang efektif, yaitu :

$$\frac{L_E}{r_y} = \frac{1750}{20,8} = 60,77 < 180 \quad (\text{Ok})$$

- Mencari koefisien perry (η)
 $40C_n = 40 \times 1,55 = 62$
- Mencari nilai momen perlawanan tekuk lateral elastis (M_E)

$$M_E = \frac{\pi^2 AED}{2(L_E/r_y)^2} C_b \left\{ 1 + \frac{1}{20} \left(\frac{L_E t}{r_y D} \right)^2 \right\}^{1/2}$$

$$M_E = \frac{3,14^2 \times 1320 \times 205000 \times 127}{2(60,77^2)} \times 1,2 \left\{ 1 + \frac{1}{20} \left(60,77 \times \frac{3}{127} \right)^2 \right\}^{1/2}$$

$$M_E = 44756743,07 \times 1,26 = 4,521 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

- Mencari momen perlawanan terhadap tekuk (M_b):

$$M_Y = p_y \times Z_c = 300 \times 49800 = 1,494 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\phi_B = \frac{M_Y + (1+\eta)M_E}{2}$$

$$\phi_B = \frac{1,494 \times 10^7 + (1+0,055)(4,5 \times 10^7)}{2}$$

$$\phi_B = 6,241 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

Maka,

$$M_E \times M_Y = (4,521 \times 10^7 \times 1,494 \times 10^7) = 6,723 \times 10^{14} \text{ N}^2 \text{ mm}^2$$

$$\phi_B^2 = (6,241 \times 10^7)^2 = 3,895 \times 10^{15} \text{ Nmm}$$

$$M_b = \frac{6,723 \times 10^{14}}{6,241 \times 10^7 + \sqrt{3,895 \times 10^{15} - 6,723 \times 10^{14}}} = 5,641 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

Karena $M_Y > M_b$

$$1,494 \times 10^7 \text{ Nmm} > 5,641 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

dipakai, $M_n = M_b = 5,641 \times 10^6 \text{ Nmm}$

Sehingga $M_n = 5,641 \times 10^6 \text{ Nmm} > M_u = M_c = 939.200 \text{ Nmm}$

Momen lentur yang terjadi masih lebih kecil dari momen nominal, maka dengan $M_u = M_c = 939.200 \text{ Nmm}$, artinya penampang LC12730 type toe to toe yang digunakan sebagai balok induk kuat terhadap momen lentur yang terjadi.

4.2.6. Kontrol Profil Balok terhadap Geser

- Kontrol Geser

$$P_v 0,7p_y = 0,7 \times 300 = 210 \text{ N/mm}^2$$

Atau kekuatan leleh geser rata – rata:

$$P_v = 0,6p_y = 0,6 \times 300 = 180 \text{ N/mm}^2$$

Maka yang diambil yang terkecil yaitu

$$P_v = 0,6 \times 300 = 180 \text{ N/mm}^2$$

Sehingga kita dapat menghitung kekuatan kapasitas geser penampang (P_v):

$$P_v = p_v \cdot Dt$$

$$P_v = 180 \times 127 \times 3$$

$$P_v = 68580 \text{ N}$$

$$P_v = 68580 \text{ N} > Du = 5.081,7 \text{ N (Ok)}$$

b. Kombinasi Lentur dan Geser

Menurut BS59550-5, pasal 5.5.2, kombinasi lentur dan geser harus memenuhi persamaan dibawah ini :

$$\left(\frac{F_v}{P_v}\right)^2 + \left(\frac{M}{M_c}\right)^2 \leq 1$$

$$\left(\frac{5081,7}{68580}\right)^2 + \left(\frac{0,0939 \times 10^6}{1,494 \times 10^7}\right)^2 \leq 1$$

$$0,00549 + 0,00395 \leq 1$$

$$0,00944 \leq 1(\text{Ok})$$

“Sehingga balok mampu menahan lentur dan geser yang terjadi”

V. KESIMPULAN DAN SARAN

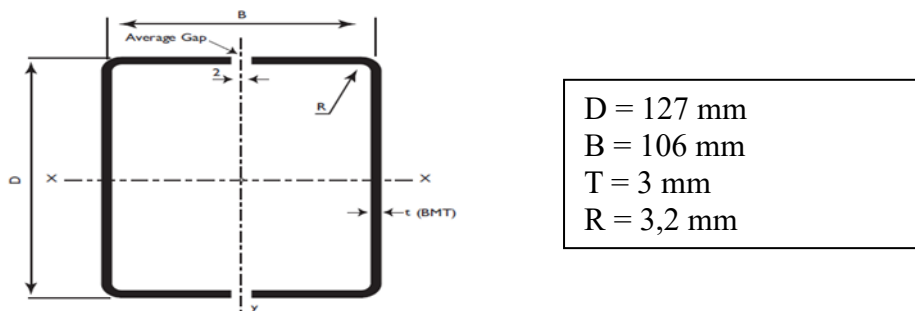
5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis terhadap elemen struktur balok baja canai dingin yang telah dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil analisis SAP2000 diambil COMB 2, karena M_u pada hasil analisis COMB 2 lebih besar dari pada COMB 1 dan COMB 3.

	M_u	P_u	D_u
COMB 1	393.100 Nmm	27,3 N	5081,7 N
COMB 2	939.200 Nmm	467,8 N	5081,7 N
COMB 3	89.300 Nmm	522,3 N	5081,7 N

2. Diketahui bahwa profil LC12730 tipe *toe to toe* dengan data profil seperti yang digambarkan berikut ini:



dapat digunakan sebagai elemen struktur balok dengan hasil kontrol analisis perhitungan sebagai berikut:

- a. Hasil kontrol profil terhadap geser didapatkan nilai kekuatan kapasitas penampang (P_v) sebesar 68580 N yang jika nilai ini dibandingkan dengan nilai hasil *joint reaction* (D_u) sebesar 5.081,7 N maka memenuhi persyaratan kekuatan geser $P_v > D_u \rightarrow \text{Ok}$

- b. Hasil kontrol profil terhadap kuat nominal lentur penampang Pengaruh tekuk lateral yaitu kemampuan balok melawan yang ditimbulkan akibat tekuk (M_n) adalah sebesar $5,641 \times 10^6 \text{ Nmm}$. Nilai yang didapat memenuhi persyaratan kekuatan $M_n = 5,641 \times 10^6 \text{ Nmm} > M_u = M_c = 939.200 \text{ Nmm} \rightarrow \text{Ok}$.

Momen lentur yang terjadi masih lebih kecil dari momen nominal, maka dengan $M_u = M_c = 939.200 \text{ Nmm}$, penampang masih mampu menahan tekuk lateral dan tekuk lokal.

Artinya penampang **LC12730** type *toe to toe* yang digunakan sebagai balok induk kuat terhadap momen lentur yang terjadi.

5.2 Saran

Apa yang disampaikan dalam Tugas Akhir ini barulah sebatas uji numerikal saja, oleh karena itu untuk lebih menjamin kehandalan dari material baja ringan disarankan:

- Perlu melakukan analisa berulang dengan mencoba berbagai ukuran profil, sehingga mendapatkan hasil yang lebih efisien.
- Perlu diadakan uji laboratorium dengan skala tertentu sehingga didapat hasil yang lebih akurat.