



## Analisis Kapasitas Balok Baja Ringan Menahan Tekuk Torsi Lateral

Fikri Padhlurohman<sup>1</sup>, Eko Walujodjati<sup>2</sup>

Jurnal Konstruksi  
Sekolah Tinggi Teknologi Garut  
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia  
Email : [jurnal@sttgarut.ac.id](mailto:jurnal@sttgarut.ac.id)

<sup>1</sup>padhlurohmanfikri@gmail.com

<sup>2</sup>eko.walujodjati@sttgarut.ac.id

**Abstrak** – Salah satu elemen struktural pada sebuah bangunan adalah balok. Balok memiliki fungsi sebagai bagian bangunan yang menahan beban-beban di atasnya dan umumnya terbuat dari material beton atau baja, namun kini ada alternatif baru yaitu balok baja ringan. Namun karakteristiknya yang tipis membuat baja ringan rawan terhadap kegagalan tekuk, salah satunya adalah tekuk torsi lateral. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas sebuah balok baja ringan dengan penampang tersusun *back to back* dan *toe to toe* dalam menahan tekuk torsi lateral. Metode perhitungan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode initiation yield dan metode lebar efektif. Dari hasil perhitungan didapat bahwa kapasitas momen nominal penampang untuk profil *back to back* dan *toe to toe* adalah 1.049,923 Kgm dan 1.223,319 Kgm. Sedangkan untuk hasil perhitungan kapasitas momen nominal akibat tekuk torsi lateral, untuk profil *back to back* dan *toe to toe* adalah sebesar 245,793 Kgm dan 336,764 Kgm..

**Kata Kunci** – *Back to Back*; Balok Baja Ringan; Tekuk Torsi Lateral; *Toe to Toe*.

### I. PENDAHULUAN

Salah satu elemen struktural yang terdapat pada sebuah bangunan gedung atau rumah tinggal adalah balok. Balok memiliki peran sebagai bagian bangunan yang menahan beban di atasnya seperti beban dinding, lantai, atap, dan beban dirinya sendiri yang nantinya akan disalurkan ke kolom dan kemudian ke tanah keras melalui pondasi. Selain itu, balok juga berfungsi sebagai pengaku sebuah bangunan, dimana balok mengikat antara satu kolom dengan kolom lainnya. Balok baja merupakan salah satu jenis balok yang umum digunakan selain balok beton bertulang. Baja merupakan material yang memiliki kelebihan diantaranya memiliki sifat daktil, dimana dengan sifatnya tersebut baja mampu berdeformasi dengan besar tanpa khawatir langsung terjadi keruntuhan. Balok baja sudah banyak digunakan diberbagai jenis konstruksi, seperti pada konstruksi gedung maupun konstruksi jembatan. Seiring dengan perkembangan zaman, kini muncul alternatif baru dalam material baja, yaitu baja ringan atau cold formed steel. Baja ini memiliki banyak kelebihan seperti bahannya yang ringan, pemasangan mudah, awet, dan tegangan tarik yang tinggi. Sampai saat ini, di Indonesia baja ringan hanya populer digunakan sebatas untuk struktur atap saja. Maka dari itu, muncul inovasi untuk menggunakan profil baja ringan sebagai alternatif bahan elemen struktural salah satunya sebagai balok. Namun karakteristik baja ringan yang tipis menyebabkan material tersebut menjadi rawan terhadap kegagalan tekuk, salah satunya adalah tekuk torsi lateral. Tekuk torsi lateral adalah kondisi dimana balok mengalami lentur dan torsi bersamaan ketika dibebani. Bukan hanya terjadi pada balok baja ringan saja, pada balok baja konvensional pun kemungkinan terjadi kegagalan ini. Sampai saat ini sudah banyak penelitian yang dilakukan terhadap baja ringan, khususnya penelitian tentang baja ringan untuk elemen balok. Salah satunya yaitu penelitian tentang analisis kekuatan baja canai dingin sebagai struktur balok yang merespon gempa [1]. Pada penelitian tersebut disebutkan bahwa balok baja ringan mampu menahan geser dan momen lentur yang terjadi, sehingga tekuk lateral dan tekuk lokal dapat ditahan. Namun dalam penelitian tersebut tidak dibahas mengenai kemungkinan pengaruh tekuk torsi lateral. Maka dari itu pada penelitian ini akan dilakukan perhitungan matematis mengenai

kapasitas balok baja ringan menahan tekuk torsi lateral.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Balok Terlentur

Balok merupakan salah satu elemen struktur yang terdapat pada bangunan gedung dan jembatan. Akibat beban-beban vertikal yang diterimanya, balok akan mengalami lentur atau disebut elemen lentur. Lenturan yang terjadi pada balok menyebabkan bagian atas dari garis netral balok mengalami tekan (terjadi perpendekan) dan bagian bawahnya mengalami tarik (terjadi perpanjangan). Maka dari itu balok sering disebut kombinasi antara elemen tekan dan elemen tarik. Kapasitas momen lentur desain dari komponen struktur lentur harus memenuhi persyaratan seperti berikut [2]:

$$M_u \leq \theta_b M_s \tag{1}$$

$$M_u \leq \theta_b M_b \tag{2}$$

Dimana:

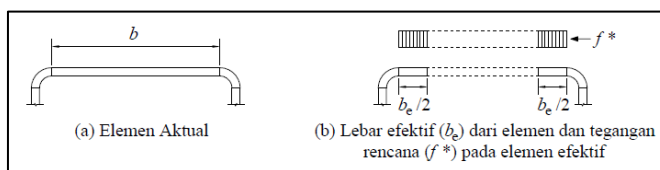
- $\theta_b$  adalah Faktor reduksi kapasitas untuk lentur (0,9).
- $M_u$  adalah Kapasitas momen lentur desain (Kgm).
- $M_s$  adalah Kapasitas momen nominal penampang (Kgm).
- $M_b$  adalah Kapasitas momen nominal komponen struktur (Kgm)

### B. Metode Pelehan Awal (*Initiation Yield*)

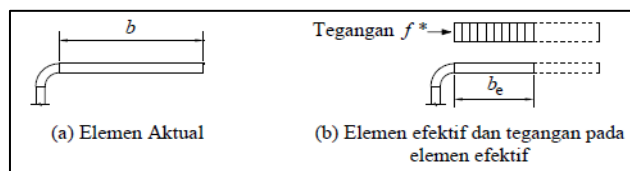
Metode ini merupakan salah satu metode untuk menentukan momen nominal penampang selain metode kapasitas cadangan residu (*Inelastic Reserve Capacity*). Pada metode ini momen nominal penampang harus dihitung berdasarkan pelehan awal pada penampang.

### C. Metode Lebar Efektif

Pada penelitian ini, metode lebar efektif digunakan pada perhitungan momen nominal, baik itu momen nominal penampang maupun momen nominal tekuk torsi lateral. Pada metode ini, kapasitas momen nominal dihitung berdasarkan lebar yang sudah direduksi, baik lebar sayap maupun lebar badan.



Gambar 1: Elemen Sayap Dengan Pengaku Yang Mengalami Tekan Merata [2]



Gambar 2: Elemen Sayap Tanpa Pengaku Yang Mengalami Tekan Merata [2]

Untuk perhitungan kapasitas penampang, lebar efektif ditentukan berdasarkan kondisi seperti berikut [3]:

- 1) Untuk  $\lambda \leq 0,673$  ;  $b_e = w$  ...(3)

- 2) Untuk  $\lambda > 0,673$  ;  $b_e = \rho w$  ...(4)

Dimana:

w adalah lebar rata dari elemen tidak termasuk lengkungan (mm).

$\rho$  adalah faktor lebar efektif, ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\rho = ((1-0,22/\lambda))/\lambda \leq 1,0 \quad \dots(5)$$

$\lambda$  adalah Rasio kelangsingan, ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\lambda = 1,052/\sqrt{k} (w/t)\sqrt{(f/E)} \quad \dots(6)$$

Dimana :

k adalah koefisien tekuk plat

k = 4 untuk elemen dengan pengaku

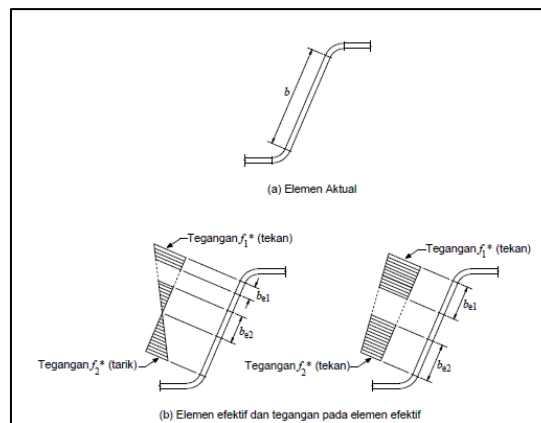
k = 0.43 untuk elemen tanpa pengaku

t adalah tebal elemen dengan atau tanpa pengaku (mm).

f adalah tegangan desain pada elemen tekan (Mpa).

E adalah modulus elastisitas (Mpa)

Selain pada sayap tekan, lebar efektif juga digunakan pada elemen badan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3: Lebar Efektif Pada Elemen Badan [2]

Untuk lebar efektif pada badan, perhitungan dapat dilakukan dengan cara yang sama untuk menghitung lebar efektif pada sayap tekan. Dimana nilai w merupakan tinggi bersih badan tanpa bengkokan, dan nilai k ditentukan dengan persamaan berikut:

$$k = 4 + 2(1 - \psi)^3 + 2(1 - \psi) \quad \dots(7)$$

Dimana:

$$\Psi = f_2/f_1 \quad \dots(8)$$

$f_{1,2}$  adalah tegangan pada badan (Mpa)

cek efektifitas badan dengan ketentuan seperti berikut:

1. Jika  $b_1 + b_2 > h_c$  maka tinggi badan efektif seluruhnya.
2. Jika  $b_1 + b_2 < h_c$  maka tinggi badan tidak efektif seluruhnya.

Dimana:

$$b_1 = \frac{b_e}{(3-\Psi)} \quad \dots(9)$$

Nilai  $b_2$  dihitung berdasarkan ketentuan seperti berikut:

$$\text{Untuk } \psi \leq -0.236 \text{ maka } b_2 = b_e/2 \quad \dots(10)$$

$$\text{Untuk } \psi > -0.236 \text{ maka } b_2 = b_e - b_1 \quad \dots(11)$$

$$h_c = y_{cg} - (R + t) \quad \dots(12)$$

$$h_t = h - h_c \quad \dots(13)$$

#### D. Kapasitas Momen Nominal Penampang

Kapasitas momen penampang nominal dihitung berdasarkan metode initiation yield (pelelehan awal), dimana momen nominal ( $M_n$ ) adalah momen leleh efektif ( $M_y$ ). Mirip seperti pada baja konvensional, momen leleh ( $M_y$ ) pada baja ringan pun didefinisikan bahwa momen pada serat terluar (bagian tekan, tarik, atau keduanya) mengalami leleh paling awal, sehingga kapasitas momen nominal penampang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$M_n = M_y = S_e \times F_y \quad \dots(14)$$

Dimana:

$S_e$  adalah modulus penampang efektif yang dihitung pada serat tekan atau tarik terluar pada tegangan  $F_y$  ( $\text{mm}^3$ ).

$F_y$  adalah tegangan leleh rencana (Mpa).

#### E. Kapasitas Momen Nominal Struktur Akibat Tekuk Torsi Lateral

Kapasitas momen nominal struktur akibat tekuk torsi lateral dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [4]:

$$M_n = S_c F_c \quad \dots(15)$$

Dimana:

$M_n$  adalah momen nominal akibat tekuk torsi lateral (Nmm).

$S_c$  adalah modulus penampang elastis yang dihitung pada tegangan  $F_c$  pada serat tekan terluar ( $\text{mm}^3$ ).

$F_c$  adalah tegangan kritis tekuk torsi lateral elastic atau inelastic (Mpa).

Nilai  $F_c$  dihitung berdasarkan kondisi seperti berikut:

$$\text{Jika } F_e \geq 2.78 F_y, \text{ maka } F_c = F_y \quad \dots(16)$$

$$\text{Jika } 2.78 F_y > F_e > 0.56 F_y, \text{ maka } F_c = \frac{10}{9} F_y \left( 1 - \frac{10 F_y}{36 F_e} \right) \quad \dots(17)$$

$$\text{Jika } F_e \leq 0.56 F_y, \text{ maka } F_c = 0.56 F_y \quad \dots(18)$$

Dimana:

$F_e$  adalah tegangan kritis elastis tekuk torsi lateral (Mpa).

Tegangan kritis  $F_e$  dihitung berdasarkan bentuk profil yang digunakan. Untuk penampang bentuk I,  $F_e$  dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$F_e = \frac{C_b \pi^2 E d I_{yc}}{S_f L^2} \quad \dots(19)$$

Sedangkan untuk penampang kotak tertutup (*box sections*),  $F_e$  dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$F_e = \frac{C_b \pi}{L S_f} \sqrt{E I_y G J} \quad \dots(20)$$

Dimana:

$C_b$  adalah koefisien yang tergantung pada distribusi momen pada segmen yang tidak dibresing secara lateral.

$E$  adalah modulus Elastisitas (Mpa)

$d$  adalah tinggi profil (mm).

$I_{yc}$  adalah momen inersia porsi tekan pada penampang ( $\text{mm}^4$ ).

$S_f$  adalah modulus penampang elastis ( $\text{mm}^3$ )

$L$  adalah panjang balok tanpa pengaku (mm)

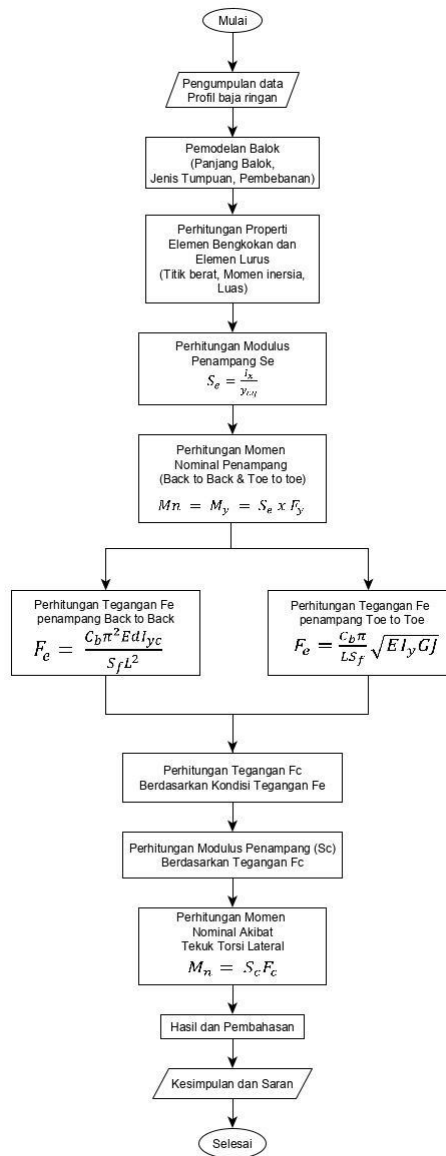
$I_y$  adalah momen inersia arah y ( $\text{mm}^4$ ).

$G$  adalah modulus geser baja ringan (Mpa).

$J$  adalah konstanta torsi untuk penampang.

## F. Metodologi

Tahapan pada penelitian ini dapat disajikan dalam bentuk bagan alir (*flowchart*) seperti berikut:



Gambar 4: Bagan Alir

Tahapan Analisis Penelitian terdiri dari beberapa tahapan yaitu sebagai berikut :

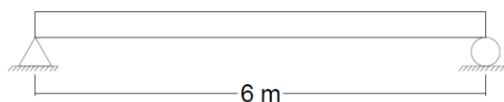
- 1) Pemodelan balok lentur;
- 2) Penentuan properti penampang baja ringan tersusun;
- 3) Perhitungan kapasitas momen nominal penampang;
- 4) Perhitungan kapasitas momen nominal struktur akibat tekuk torsi lateral;
- 5) Pembahasan dan kesimpulan.

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### A. Pemodelan Balok

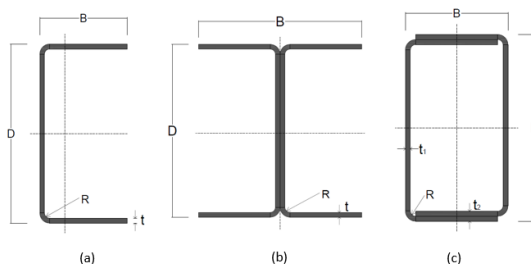
Pada penelitian ini, balok yang direncanakan memiliki spesifikasi seperti berikut:

- 1) Panjang balok menyesuaikan dengan panjang baja ringan yang di produksi oleh perusahaan *Bluescope* yaitu 6 m;
- 2) Balok dimodelkan sebagai balok sederhana, dimana balok hanya ditumpu dengan tumpuan sendi dan rol.



Gambar 5: Balok Dengan Tumpuan Sederhana

- 3) Mutu baja yang digunakan untuk balok adalah G300 dengan tegangan leleh minimum  $f_y$  300 Mpa dan tegangan putus  $f_u$  340 Mpa;
- 4) Penampang profil yang digunakan pada penelitian ini yaitu penampang kanal LC10230 yang disusun menjadi bentuk *back to back* dan *toe to toe* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 bagian b dan 6 c.



Gambar 6: Penampang Baja Ringan Tunggal dan Tersusun

Data profil kanal tersusun *back to back*:

$$D = 102 \text{ mm} \quad B = 110 \text{ mm} \quad R = 3,2 \text{ mm} \quad t = 3 \text{ mm} \quad q = 9,56 \text{ Kg/m}$$

Data profil kanal tersusun *toe to toe*:

$$D = 105 \text{ mm} \quad B = 61,2 \text{ mm} \quad R = 3,2 \text{ mm} \quad t_1 = 3 \text{ mm} \quad t_2 = 6 \text{ mm} \quad q = 9,56 \text{ Kg/m}$$

#### B. Perhitungan Properti Penampang

Perhitungan properti elemen bengkakan:

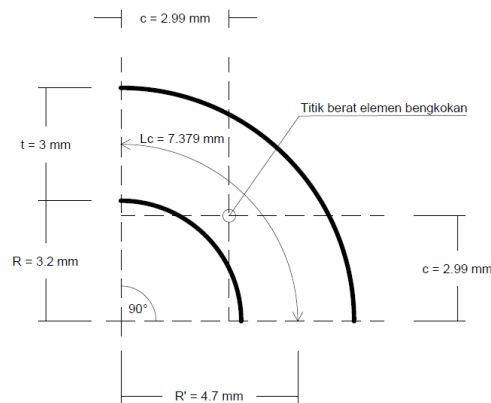
$$R' = R + \frac{t}{2} = 3,2 + \frac{3}{2} = 4,7 \text{ mm}$$

$$L_c = 1,57R' = 1,57 (4,7) = 7,379 \text{ mm}$$

$$c = 0,637R' = 0,637 (4,7) = 2,994 \text{ mm}$$

$$A = \frac{\pi((R + t)^2 - R^2)}{4} = \frac{\pi((3,2 + 3)^2 - 3,2^2)}{4} = 27,615 \text{ mm}^2$$

$$I_x = \frac{\pi((R + t)^4 - (R)^4)}{16} = \frac{3,14((3,2 + 3)^4 - (3,2)^4)}{16} = 269,544 \text{ mm}^4$$



Gambar 7: Properti Elemen Bengkokan

Perhitungan elemen lurus:

$$w = \frac{B}{2} - (R + t) = \frac{110}{2} - (3,2 + 3) = 48,8 \text{ mm}$$

$$h = D - 2(R + t) = 102 - 2(3,2 + 3) = 89,6 \text{ mm}$$

### C. Perhitungan Momen Nominal Penampang

#### 1) Profil *Back to Back*

Perhitungan lebar efektif sayap tekan

a. Cek rasio lebar ke tebal (w/t)

$$\frac{w}{t} = \frac{48,8}{3} = 16,267 \leq 60$$

b. Mencari nilai rasio kelangsingan sayap

$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left( \frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E}} = \frac{1,052}{\sqrt{0,43}} \left( \frac{48,8}{3} \right) \sqrt{\frac{300}{203000}} = 1,003$$

Karena  $\lambda > 0,673$  maka  $b_e = \rho w$

c. Mencari faktor lebar efektif ( $\rho$ )

$$\rho = \frac{\left(1 - \frac{0,22}{\lambda}\right)}{\lambda} = \frac{\left(1 - \frac{0,22}{1,003}\right)}{1,003} = 0,778 \leq 1,0$$

Maka lebar efektif adalah  $b_e = \rho w = 0,778(48,8) = 37,976 \text{ mm}$

Perhitungan titik berat berdasarkan lebar efektif

Tabel 1: Perhitungan  $Y_{cg}$  *back to back* momen nominal penampang

Elemen	Luas (A)	Jarak ke sumbu y (y)	A.y	A.y <sup>2</sup>
	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>3</sup>	mm <sup>4</sup>
Sayap atas	2(be)(t)= 227.858	1.5	341.788	512.681
Bengkokan atas	2(A bengkokan)= 55.231	2.994	165.355	495.058
Badan	2(h)(t)= 537.6	51	27417.600	1398297.600
Bengkokan bawah	2(A bengkokan)= 55.231	99.006	5468.186	541383.781
Sayap bawah	2(w)(t)= 292.8	100.5	29426.400	2957353.200
total	$\Sigma A = 1168.720$		$\Sigma A.y = 62819.329$	$\Sigma A.y^2 = 4898042.32$
$y_{cg} = \frac{\Sigma A.y}{\Sigma A} =$		53.751 mm		

Cek efektifitas elemen badan

- a. Mencari  $h_c$  dan  $h_t$

$$h_c = y_{cg} - (R + t) = 53,751 - (3,2 + 3) = 47,551 \text{ mm}$$

$$h_t = 89,6 - 47,551 = 42,049 \text{ mm}$$

- b. Mencari rasio tegangan ( $\psi$ )

$$f_1 = fy \left( \frac{h_c}{y_{cg}} \right) = 300 \left( \frac{47,551}{53,751} \right) = 265,396 \text{ Mpa}$$

$$f_2 = -fy \left( \frac{h_t}{y_{cg}} \right) = -300 \left( \frac{42,049}{53,751} \right) = -234,692 \text{ Mpa}$$

$$\psi = \frac{f_2}{f_1} = \frac{-234,692}{265,396} = -0,884$$

- c. Mencari koefisien tekuk (k)

$$k = 4 + 2(1 - \psi)^3 + 2(1 - \psi) = 4 + 2(1 - (-0,884))^3 + 2(1 - (-0,884)) = 21,149$$

- d. Mencari lebar efektif

Dengan tahapan yang sama seperti pada sayap tekan, sehingga didapat lebar efektif 89,6 mm

Perhitungan  $I_x$

$$I_x = 4898042,32 + 2 \left( \frac{3(89,6)^3}{12} \right) - (1168,72)(53,75)^2 = 1881131,048 \text{ mm}^4$$

Perhitungan  $S_e$

$$S_e = \frac{I_x}{y_{cg}} = \frac{1881131,048}{53,75} = 34997,435 \text{ mm}^3$$

Perhitungan  $M_n$

$$M_n = M_y = S_e \times F_y = 34997,435 \times 300 = 10499230,68 \text{ Nmm}$$

- 2) Profil *Toe to Toe*

Perhitungan momen nominal penampang untuk penampang *toe to toe* dilakukan dengan tahapan yang sama seperti pada penampang *back to back*, sehingga didapat  $M_n = 12.233.192,4 \text{ Nmm}$ .

**D. Perhitungan Momen Nominal Struktur Tekuk Torsi Lateral**

- 1) Profil *Back to Back*

Untuk menghitung momen nominal akibat tekuk torsi lateral, nilai  $F_c$  ditentukan berdasarkan nilai  $F_e$ . Untuk profil *back to back*, nilai  $F_e$  dihitung berdasarkan persamaan 2.19 dengan tahapan perhitungan sebagai berikut:

Perhitungan koefisien  $C_b$

$$C_b = \frac{12,5(429750)}{2,5(429750)+3(188015,6)+4(322312,5)+3(402890,6)} = 1,299$$

Perhitungan  $I_{yc}$

- a. Mencari nilai  $\sum A \cdot x^2$

Tabel 2: Perhitungan  $\sum A \cdot x^2$

Elemen	Luas (A)	Jarak dari sumbu y (x)	$A \cdot x^2$
	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>4</sup>
Sayap	$4(w)(t) = 585.6$	30.6	548332.4
Bengkokan	$4(A \text{ bengkokan}) = 110.4616$	2.994	990.1156
Badan	$2(h)(t) = 537.6$	1.5	1209.6
Total	$\sum A = 1233.662$	$\sum A \cdot x^2 =$	550532.1

- b. Mencari  $I$  sayap

$$I_{flanges} = 4 \left( \frac{t(w)^3}{12} \right) = 4 \left( \frac{3(48,8)^3}{12} \right) = 116214,3 \text{ mm}^4$$

- c. Mencari  $I_y$

$$I_y = \sum A \cdot x^2 + I_{flanges} = 550532,1 + 116214,3 = 666746,4 \text{ mm}^4$$



d. Mencari  $I_{yc}$

$$I_{yc} = \frac{I_y}{2} = \frac{666746,4}{2} = 333373,2 \text{ mm}^4$$

Perhitungan Sf

a. Mencari nilai  $\sum A \cdot y^2$

Tabel 3: Perhitungan  $\sum A \cdot y^2$

Elemen	Luas (A)	Jarak dari titik pusat (y)	A.y <sup>2</sup>
	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>4</sup>
Sayap	4(w)(t) = 585.6	49.5	1434866.4
Bengkokan	4(A bengkokan) = 110.46	47.794	252322.7
Badan	2(h)(t) = 537.6	0	0
Total	$\sum A = 1233.7$	$\sum A \cdot y^2 =$	1687189

b. Mencari I badan

$$I_{web} = \left( \frac{3(89,6)^3}{12} \right) = 179830,8 \text{ mm}^4$$

c. Mencari  $I_x$

$$I_x = \sum A y^2 + 2I_{web} = 1687189 + 2(179830,8) = 2016851 \text{ mm}^4$$

d. Mencari Sf

$$Sf = \frac{I_x}{\frac{D}{2}} = \frac{2016851}{\frac{102}{2}} = 40134,33 \text{ mm}^3$$

Perhitungan Fe

$$F_e = \frac{(1.299) \left( \frac{22^2}{7} \right) (203000) (102) (333373,2)}{(40134,33) (6000)^2} = 61,175 \text{ Mpa}$$

Perhitungan Fc

Karena  $F_e < 0,56f_y = 168 \text{ Mpa}$ , maka  $F_c = F_e = 61,175 \text{ Mpa}$

Setelah mendapatkan nilai  $F_c$ , tahap selanjutnya adalah menentukan nilai  $S_c$ . Tahapan perhitungan  $S_c$  tidak jauh berbeda dari perhitungan  $S_e$  pada momen nominal penampang, hanya saja nilai  $f_y$  pada perhitungan diganti dengan  $F_c$  yang sudah dicari sebelumnya. Sehingga didapat nilai  $S_c$  sebesar  $40178,356 \text{ mm}^3$ . Maka  $M_n$  dapat dicari seperti berikut:

$$M_n = S_c F_c = 40178,356 \times 61,175 = 2457928 \text{ Nmm}$$

2) Profil *Toe to Toe*

Perhitungan momen nominal untuk profil toe to toe dilakukan dengan tahapan yang sama seperti pada perhitungan profil back to back, hanya saja nilai  $F_e$  dihitung menggunakan persamaan 2.20 sehingga didapat nilai  $F_e$  sebesar  $86,08 \text{ Mpa}$ . Karena nilai  $F_e$  lebih kecil dari  $0,56 f_y$ , maka nilai  $F_c = F_e = 86,08 \text{ Mpa}$ . Tahapan perhitungan  $S_c$  pun dilakukan dengan cara yang sama seperti pada profil back to back, sehingga didapat nilai  $S_c$  sebesar  $39.122,19 \text{ mm}^3$ .

Maka perhitungan momen nominal struktur dapat dicari seperti berikut:

$$M_n = S_c F_c = 39122,19 \times 86,08 = 3367638,115 \text{ Nmm}$$

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

- 1) Perhitungan kapasitas momen nominal penampang dengan menggunakan metode lebar efektif dan metode lelehan awal (initiation yield) menghasilkan momen nominal yang berbeda. Dimana untuk profil *back to back* didapatkan kapasitas momen nominal sebesar  $10.499.230,68 \text{ Nmm}$  atau  $1.049,923 \text{ Kgm}$ . Sedangkan untuk profil *toe to toe* didapatkan kapasitas momen nominal sebesar  $12.233.192,4 \text{ Nmm}$  atau

1.223,319 Kgm. Dari hasil tersebut terlihat bahwa kapasitas profil *toe to toe* 16,52 % lebih besar dari profil *back to back* dalam menahan momen nominal penampang.

- 2) Untuk perhitungan kapasitas momen nominal akibat tekuk torsi lateral, didapatkan hasil kapasitas momen untuk profil *back to back* adalah sebesar 2.457.928 Nmm atau 245,793 Kgm dan untuk profil *toe to toe* adalah sebesar 3.367.638,115 Nmm atau 336,764 Kgm. Dari hasil tersebut terlihat bahwa kapasitas profil *toe to toe* 37,01 % lebih besar dari profil *back to back* dalam menahan momen nominal tekuk torsi lateral.

## B. Saran

- 1) Pada penelitian ini diasumsikan bahwa beban yang bekerja pada balok hanya beban sendiri dari profil, maka dari itu perlu dilakukan perhitungan kapasitas dengan menambahkan beban lainnya, seperti beban dinding, atap, atau beban lainnya. Perlu dilakukan penelitian dengan model 3 dimensi atau dengan menggunakan metode lain sebagai pembanding;
- 2) Untuk perhitungan kapasitas momen nominal penampang digunakan metode lain seperti metode kapasitas cadangan inelastis (*inelastic reserve capacity*);
- 3) Dilakukan analisis berulang dengan mencoba variasi bentuk profil yang lain, baik itu penampang tunggal maupun penampang tersusun;
- 4) Diperlukan perbandingan kapasitas dengan material lain, seperti dengan balok beton bertulang yang sudah umum digunakan di dunia konstruksi, tentunya dengan dimensi yang tidak jauh berbeda dengan balok baja ringan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Wiguna and E. Walujodjati, "Analisis Kekuatan Baja Canai Dingin ( Cold Formed Steel ) Sebagai Alternatif Untuk Elemen Struktur Balok Rumah Sederhana Yang Merespon Gempa," *J. Konstr.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–20, 2015.
- [2] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 7971:2013 Struktur Baja Canai Dingin." Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2013.
- [3] "AISI S100-2016." CSA Group, Washington DC, 2016, [Online]. Available: [https://cfsei.memberclicks.net/assets/docs/publications/aisi-standards/aisi\\_s100-12\\_s100-12-c\\_9-21-17\\_s.pdf](https://cfsei.memberclicks.net/assets/docs/publications/aisi-standards/aisi_s100-12_s100-12-c_9-21-17_s.pdf).
- [4] W. W. Yu, *Cold-Formed Steel Design*. Canada: John Wiley & Sons, Inc, 2000.
- [5] A. J and I. G. R, "Experimental Study on Flexural Behaviour of Cold formed Hollow Flanged Z – Sections," *IJSTE*, vol. 2, no. 10, pp. 886–889, 2016.
- [6] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 8399:2017 Profil Rangka Baja Ringan." Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2017.
- [7] N. D. Kankanamge and M. Mahendran, "Behaviour and Design of Cold-Formed Steel Beams Subject To Lateral-Torsional Buckling," *J. Thin-Walled Struct.*, 2011.
- [8] A. Setiawan, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Jakarta: Erlangga, 2008.
- [9] J. O. Siagian, "Analisa Tekuk Kolom Baja Ringan (Zincalume) dan Baja Konvensional," Sumatera Utara, 2008.
- [10] L. Wang and B. Young, "Beam Test of Cold-Formed Steel Built-up Sections with Web Perforations," *J. Constr. Steel Res.*, 2015.
- [11] A. Wicaksono, *Panduan Konsumen Memilih Konstruksi Baja Ringan*. Yogyakarta: Andi Offset, 2011.
- [12] P. K. Wijaya, "Tekuk Torsi Lateral Elastis Balok I Dengan Tumpuan Lateral," *Department of Civil Engineering. Parahyangan Catholic University*. Parahyangan Catholic University, Bandung, 2011.