

## PERENCANAAN KAPASITAS PENAMPANG PROFIL BAJA SIKU PADA STRUKTUR BALOK SEDERHANA

**Arifien Nursandah**

Jurusan Teknik Sipil

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: arifien\_nursandah@yahoo.com

### ABSTRAK

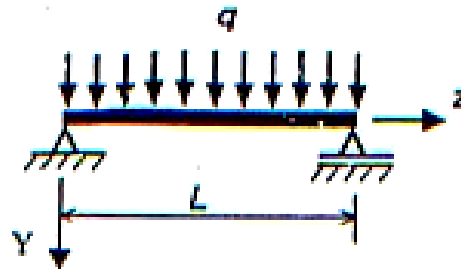
Penampang baja siku sering digunakan sebagai balok untuk menerima beban-beban yang menyebabkan gaya lentur dua arah dan gaya torsi. Dari beberapa peraturan yang ada, seperti SNI 03-1729-2002: Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung, belum memiliki peraturan yang baku yang mewakili perilaku tersebut tetapi cukup konservatif (atau masih bisa diterima) apabila diaplikasikan pada balok profil siku yang menerima gaya lentur saat ini. *Trahair* pada tahun 2002 melakukan pengembangan metode pendekatan untuk desain balok profil baja siku dengan cara membatasi gaya-gaya lentur dua arah dan torsi sehingga sesuai dengan filosofi desain balok pada umumnya (lentur satu arah). Hasil penelitian antara *Trahair* maupun *LRFD*, semakin besar dimensi profil siku maka semakin besar pula kapasitas penampang  $M_n$  dan  $V_n$ .

**Kata kunci:** baja siku, *Trahair*, *LRFD*

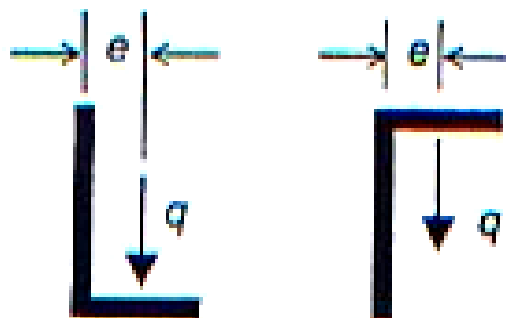
### PENDAHULUAN

Perilaku profil baja siku yang menerima gaya-gaya lentur dua arah dan torsi adalah lebih kompleks daripada profil simetris ganda yang menerima lentur satu

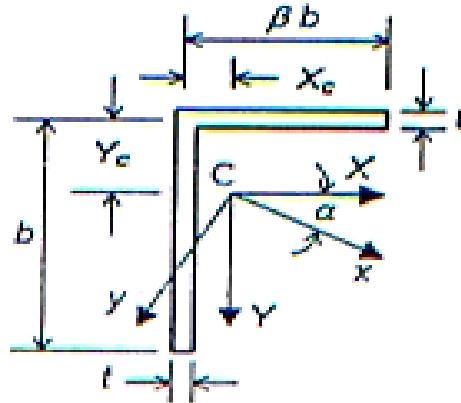
arah dan torsi. Kompleksitas permasalahan muncul dari perilaku alam/dasar dari profil baja siku yang mengalami gaya lentur dua arah seperti pada kondisi pembebanan yang biasa terjadi.



Gambar 1. Tumpuan Sederhana Balok Profil Baja Siku



Gambar 2. Pembebanan Pada Profil Baja Siku



Gambar 3. Perilaku Alami Profil Baja Siku

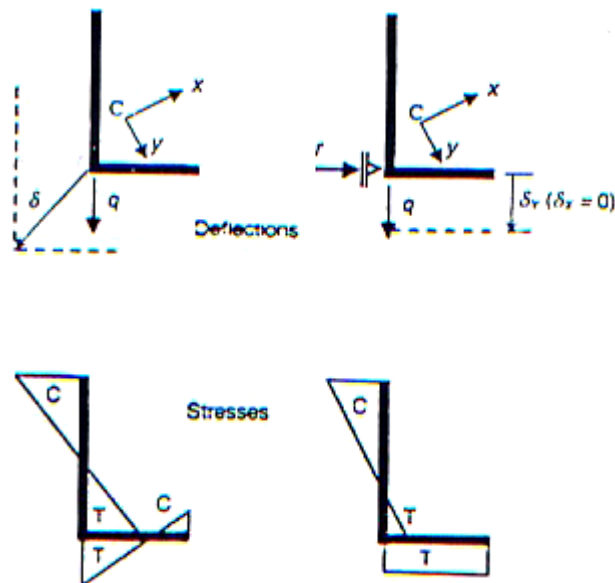
Pemahaman yang lebih baik dari perilaku balok profil baja siku terletak pada pembebanan dan pengekanan atau pada analisa perilaku elastisnya.

Pertama, balok profil baja siku dengan beban vertikal dan diberi pengekanan arah horizontal maka akan menimbulkan gaya horizontal ( $r$ ) dengan distribusi tegangan elastis seperti Gambar 4. Gaya horizontal ( $r$ ) dan efek distribusi tegangan perlu diperhitungkan pada analisa elastis pada balok.

Kedua, balok profil baja siku dengan beban yang eksentris sesuai Gambar 3.

Dalam kasus ini timbul torsi dan aksi torsi ini juga perlu diperhitungkan dalam analisa.

Kekuatan dari balok profil baja siku berhubungan dengan kapasitas profil untuk melawan aksi dari gaya lentur, tumpuan, geser, dan gaya torsi, tetapi ada kemungkinan profil baja siku juga menerima aksi kombinasi dari keseluruhan gaya. Untuk balok dengan bentang sangat pendek, kegagalan disebabkan karena gaya geser, sedangkan untuk bentang yang sangat panjang kegagalan terjadi karena lentur.



Gambar 4. Orde Pertama Defleksi dan Tegangan

Dari uraian diatas dapat ditarik permasalahan yaitu bagaimana menentukan momen kapasitas dan geser kapasitas dari profil baja siku pada struktur balok sederhana, dengan metode Trahair dan metode LRFD?

Ruang lingkup permasalahan dari penelitian ini adalah:

1. Baja yang digunakan adalah profil siku.
2. Mutu baja BJ 37.
3. Tidak meninjau pengaruh adanya gaya-gaya out of plane pada profil baja siku.
4. Analisa elastis orde pertama mempertimbangkan pengekangan arah lateral.
5. Elemen struktur yang dipakai adalah semua profil siku yang ada di tabel.

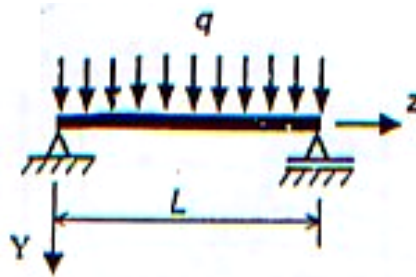
Tujuan dari penelitian ini adalah dapat menentukan momen kapasitas dan geser kapasitas dari profil baja siku pada struktur balok sederhana.

## TINJAUAN PUSTAKA

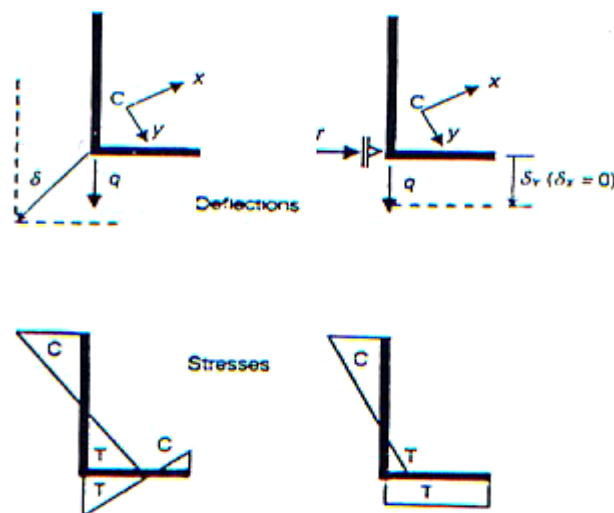
### Metode Trahair

1. Analisa Elastis Orde Pertama dari Lentur Dua Arah (*Biaxial Bending*)

Balok siku dengan tumpuan sederhana dengan panjang  $L$  seperti Gambar 5 dengan beban  $q$  merata vertikal yang bekerja pada satu kaki bidang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, dan sepanjang balok itu gaya horizontalnya dikekang. Dan juga terdapat beban  $r$  merata pada bidang kaki lainnya yang mencegah adanya defleksi arah horizontal.



Gambar 5. Tumpuan Sederhana Balok Profil Baja Siku



Gambar 6. Orde Pertama Defleksi dan Tegangan

Menurut Trahair, defleksi sumbu utama elastis orde pertama  $u$  dan  $v$  dapat diprediksikan dengan menentukan muatan  $q$

dan reaksi  $r$  di komponen bidang utama, dengan:

$$\frac{u}{\delta_x} = \frac{v}{\delta_y} = \frac{16}{5} \left( \frac{z}{L} - \frac{2z^3}{L^3} + \frac{z^5}{L^5} \right) \dots\dots\dots(1)$$

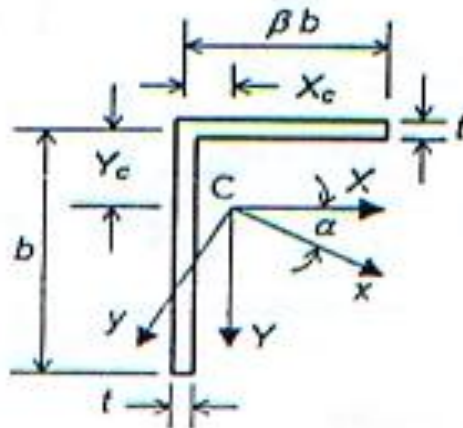
dengan  $u$  dan  $v$  adalah perpindahan titik terhadap sumbu  $x$  dan  $y$ . Sumbu  $z$  adalah jarak di sepanjang tiang dan  $\delta_x$ ,  $\delta_y$  adalah defleksi sumbu utama maksimum yang ditunjukkan dengan

$$\delta_x = \frac{5L^4}{384EI_y} (-q \sin \alpha + r \cos \alpha) \dots\dots\dots(2)$$

$$\delta_y = \frac{5L^4}{384EI_x} (q \sin \alpha + r \cos \alpha) \dots\dots\dots(3)$$

dengan  $E$  adalah modulus elastisitas Young;  $I_x$ ,  $I_y$  adalah sumbu utama momen kedua dari area profil baja siku, dan  $\alpha$  adalah inklinasi (perputaran) sumbu utama  $x$  ke sumbu horizontal  $X$  (lihat Gambar 6) dan defleksi horizontal maksimum adalah:

$$\delta_x = \delta_x \cos \alpha + \delta_y \sin \alpha \dots\dots\dots(4)$$



Gambar 7. Gaya Plastis Baja Profil Siku

dan ini menjadi nol seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 saat

$$\frac{r}{q} = \frac{(1 - I_y/I_x) \tan \alpha}{1 + (I_y/I_x) \tan^2 \alpha} \dots\dots\dots(5)$$

rasio momen sumbu utama diperoleh dari:

$$\frac{M_y}{M_x} = \frac{-r \cos \alpha + q \sin \alpha}{r \sin \alpha + q \cos \alpha} \dots\dots\dots(6)$$

seperti:

$$M_y/M_x = (I_y/I_x) \tan \alpha \dots\dots\dots(7)$$

dan distribusi tekanan pembengkokan elastis disebabkan oleh momen-momen ini, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

Jika penahanan yang berkelanjutan dihilangkan,  $r = 0$  dan:

$$M_y/M_x = \tan \alpha \dots\dots\dots(8)$$

Kemudian defleksi dan distribusi tekanan elastis seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Tegangan lentur bervariasi menurut kaki dari profil baja siku seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, sedangkan penampang didefleksikan secara horizontal dengan nilai maksimum:

$$\delta_x = \frac{5qL^4 \sin \alpha \cos \alpha}{384EI_y} \left( 1 - \frac{I_y}{I_x} \right) \dots\dots\dots(9)$$

2. Kapasitas Momen Plastis

Distribusi tekanan yang benar-benar elastis pada profil baja siku dengan kaki yang tidak sama  $b \times t$  dan  $\beta b \times t$  ditunjukkan pada Gambar 7. Sumbu netral elastis  $pp$  harus membagi area persilangan untuk memenuhi ketentuan dimana tekanan aksial yang kuat dihasilkan agar lentur murni harus nol. Titik persilangan dari sumbu netral dengan kaki-kakinya didefinisikan oleh panjang  $\gamma_1 b$  dan  $\gamma_2 b$  di sepanjang kaki-kaki. Jika  $0 \leq \beta \leq 1$ , maka  $0 \leq \gamma_1 \leq \beta$  dan:

$$\gamma_1 = (1 + \beta)/2 - \gamma_2 \dots\dots\dots(10)$$

Sehingga :

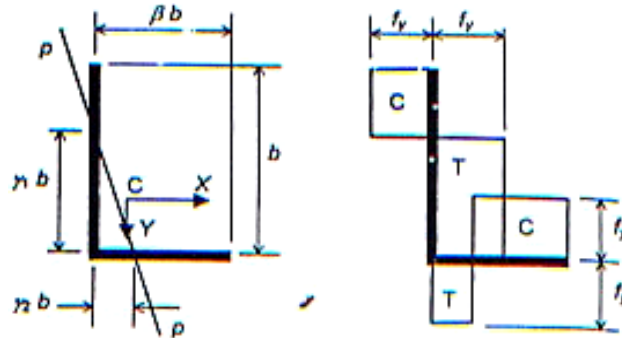
$$(1 - \beta) / 2 \leq \gamma_1 \leq (1 + \beta) / 2 \dots\dots\dots(11)$$

Momen yang benar-benar plastis ( $M_{px}, M_{py}$ ) di sumbu geometris paralel ke kaki-kaki profil baja siku dan ini dapat

ditentukan dengan menentukan distribusi tegangan yang benar-benar fleksibel di sumbu kaki profil baja siku dengan:

$$\frac{M_{px}}{f_y b^2 t} = \frac{1}{2} - \gamma_1^2 \dots\dots\dots(12)$$

$$\frac{M_{py}}{f_y b^2 t} = \frac{\beta^2}{2} - \left(\frac{1+\beta}{2} - \gamma_1\right)^2 \dots\dots\dots(13)$$



Gambar 8. Plastis Penuh Penampang Baja Siku

Saat ujung kaki tidak ditekan, dimana  $f_y$  adalah hasil tegangan leleh.

Pada saat nilai:

$$m_r = M_{py} / M_{px} \dots\dots\dots(14)$$

Diketahui, nilai  $\gamma_1$  dapat ditentukan melalui rumus :

$$\gamma_1 = \frac{(1+\beta) \pm \{2m_r^2 - (1-\beta)^2 m_r + 2\beta^2\}^{0.5}}{2(1-m_r)} \dots\dots(15)$$

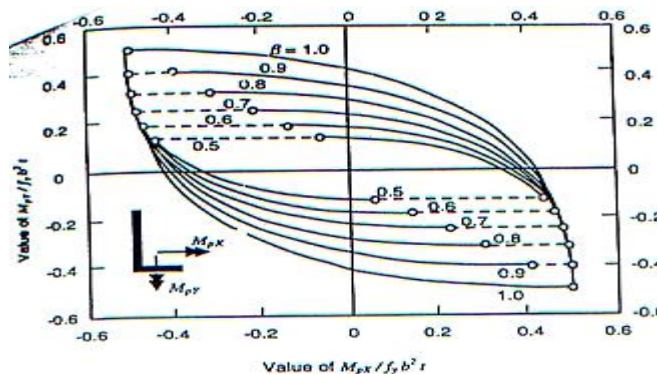
Dimana harus memenuhi Persamaan 10.

Variasi dimensi kombinasi momen yang benar-benar plastis dari  $M_{px}/f_y b^2 t$  dan

$M_{py}/f_x b^2 t$  untuk nilai dari rasio  $\beta$  di tingkatan  $0.5 \leq \beta \leq 1$  ditunjukkan oleh garis penuh pada Gambar 9. Ini dapat dilihat di setiap sudut yang tidak sama, dimana dua garis yang terputus-putus menunjukkan bahwa terdapat rasio  $m_r = M_{py}/M_{px}$  untuk profil baja siku yang tidak dapat mencapai plastis penuh.

Batasan nilai  $m_r$  tersebut diatas didefinisikan dengan:

$$\frac{2\beta^2}{2 - (1+\beta^2)} \leq m_r \leq \frac{-2\beta^2}{2 - (1-\beta)^2} \dots\dots\dots(16)$$



Gambar 9. Momen Kapasitas Penampang Plastis

Untuk batasan tersebut, kapasitas momen maksimum ke distribusi tekanan elastis-fleksibel dapat diperkirakan dengan:

$$\frac{M_{pY}}{f_y b^2 t} = -\frac{\beta^2}{2} \dots\dots\dots(17)$$

$$-\frac{1}{2} + \frac{(1+\beta)^2}{4} \leq \frac{M_{px}}{f_y b^2 t} \leq \frac{1}{2} - \frac{(1-\beta)^2}{4} \dots\dots\dots(18)$$

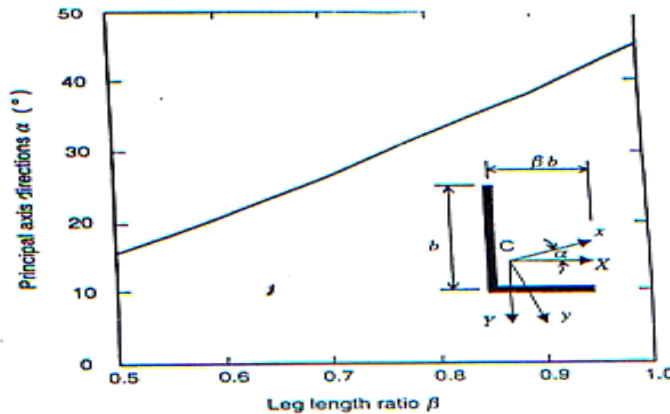
Seperti yang ditunjukkan pada garis putus-putus bagian bawah pada Gambar 9.

Momen sumbu rectangular (geometrik)  $M_{px}$ ,  $M_{py}$  diganti dengan ekuivalen mereka  $M_{px}$ ,  $M_{py}$ , yang mengacu ke sumbu utama x, y. Jadi:

$$M_{px} = M_{px} \cos \alpha - M_{py} \sin \alpha \dots\dots\dots(19)$$

$$M_{py} = M_{px} \sin \alpha + M_{py} \cos \alpha \dots\dots\dots(20)$$

Variasi  $\alpha$  dengan rasio  $\beta$  ditentukan dengan berasumsi bahwa profil baja siku berding tipis dan menggunakan hasil program komputer THIN-WALL seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Hubungan  $\beta$  dan  $\alpha$

3. Geser Kapasitas

Kapasitas geser plastis  $V_p$  dari penampang profil baja siku adalah

$$V_p = 0,6 f_y d.t \dots\dots\dots(21)$$

Dimana  $0,6f_y$  adalah perkiraan untuk tegangan geser leleh dan  $d.t$  = luas pelat badan profil baja siku.

**Metode Load and Resistance Factor Design (LRFD) 2005**

1. Kapasitas Penampang pada Profil Baja Siku

Komponen struktur yang memikul gaya lentur, memiliki lentur nominal ( $M_n$ ). Nilai  $M_n$  tersebut harus diambil nilai terendahnya dari:

- Batasan Momen Leleh  
 $M_n = 1,5 \cdot M_y \dots\dots\dots(22)$   
 Dimana  $M_y$ = Momen leleh sumbu yang mengalami lentur
- Batasan Tekuk Lateral-Torsi  
 Untuk profil baja siku tanpa pengekangan lateral-torsi di sepanjang bentang.
  - a. Bila  $M_e \leq M_y$

$$M_n = \left( 0,91 - \frac{0,17M_e}{M_y} \right) M_e \dots\dots\dots(23)$$

b. Bila  $M_e > M_y$

$$M_n = \left( 0,92 - 1,17 \sqrt{\frac{M_y}{M_e}} \right) M_y \leq 1,5M_y \dots\dots\dots(24)$$

Dimana  $M_e$  = momen tekuk lateral-torsi pada kondisi elastis

Nilai  $M_e$  adalah sebagai berikut

a. Dengan gaya tekan maksimum pada ujung penampang

$$M_e = \frac{0,66EB^4tC_b}{L^2} \left( \sqrt{1 + 0,78 \left( \frac{Lt^2}{b^2} \right)^2} - 1 \right) \dots\dots\dots(25)$$

b. Dengan gaya tarik maksimum pada ujung penampang

$$M_e = \frac{0,66EB^4tC_b}{L^2} \left( \sqrt{1 + 0,78 \left( \frac{Lt^2}{b^2} \right)^2} - 1 \right) \dots\dots\dots(26)$$

- Batasan Tekuk Lokal
  - a. Untuk penampang kompak, batasan dari tekuk lokal tidak perlu diperhitungkan

- b. Untuk penampang tidak kompak menggunakan rumus yang sesuai dengan

$$M_n = F_y S_C \left( 2,43 - 1,74 \left( \frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right) \dots\dots\dots(27)$$

- c. Untuk penampang langsing, sesuai dengan rumus

$$M_n = F_{cr} S_C \dots\dots\dots(28)$$

Dengan rumus  $F_{cr}$  adalah,

$$F_{cr} = \frac{0,71E}{\left( \frac{b}{t} \right)^2} \dots\dots\dots(29)$$

dengan,

b adalah lebar kaki dari profil baja siku

$S_C$  adalah Modulus elastisitas

2. Kapasitas Geser pada Profil Baja Siku

a. Kuat Geser Nominal

Kuat geser nominal pelat badan dengan kekakuan maupun ketidakkakuan, menurut batasan geser kondisi leleh dan batasan tekuk geser harus dihitung dengan menggunakan rumus

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_v \dots\dots\dots(30)$$

dengan:

$f_y$  = Tegangan leleh

$A_w$  = Luas pelat badan

$C_v$  = Rasio kuat geser

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Metode Trahair**

Balok penampang baja siku tidak sama kaki dengan dimensi 20 x 30 x 3 mm. Balok tumpuan sederhana dengan  $L = 438$  cm dan mempunyai desain muatan  $q = 0,0111$  kg/cm dengan eksentrisitas  $e_x = 0,99$  dan  $e_y = 0,5$  dari pusat geser seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.

Analisa order pertama dari balok penampang tersebut ditunjukkan pada bagian Analisa Elastis dibawah ini dan cek kapasitas momen dari balok penampang baja siku ada pada bagian Klasifikasi untuk Gaya Lentur dan Kapasitas Momen.

a. Analisa Elastis

Dalam perhitungan menggunakan baja siku tidak sama kaki dengan ukuran:

**L** 20 x 30 x 3 mm

$F = 1,42$  cm<sup>2</sup>

berat sendiri ( $q$ ) = 0,0111 kg/cm

$e_x = 0,99$   $e_x = 0,5$

$w = 2,04$   $w_1 = 1,51$

$v = 0,86$   $v_1 = 1,04$

$v_2 = 056$

$I_x = 1,24$  cm<sup>4</sup>  $I_y = 0,44$  cm<sup>4</sup>

$S_x = 0,62$  cm<sup>3</sup>  $i_x = 0,94$

$i_y = 0,56$  cm  $k_y = 4,58$

$I_\xi = 1,43$  cm<sup>4</sup>  $i_\xi = 0,54$  cm

$k_\xi = 2,80$   $I_\eta = 0,06$  cm<sup>4</sup>

$W_\eta = 0,09$ cm<sup>3</sup>  $i_\eta = 1$  cm

$k_\eta = 7,99$   $f_y = 2400$  kg/cm<sup>2</sup>

$E = 200000$ Mpa = 2000000 Kg/cm<sup>2</sup>

Untuk mencari ( $r$ ) sesuai dengan rumus (5)

$$\frac{r}{q} = \frac{(1 - I_y/I_x) \tan \alpha}{1 + (I_y/I_x) \tan^2 \alpha}$$

Langkah perhitungan:

1. Mencari  $\alpha$  dengan melihat Gambar 9. Setelah mendapat nilai  $\beta$  dari Gambar 10 dimana

$$\beta = \frac{a}{b},$$

dengan:

a = Lebar profil siku = 2 cm

b = Tinggi profil siku = 3 cm

$$\text{maka } \beta = \frac{a}{b} = \frac{2}{3} = 0,6667.$$

Kemudian dari Gambar didapat nilai  $\alpha = 26,333^\circ$ .

2. Untuk mencari ( $r$ ) Sesuai dengan rumus (5)

$$\frac{r}{q} = \frac{(1 - I_y/I_x) \tan \alpha}{1 + (I_y/I_x) \tan^2 \alpha}$$

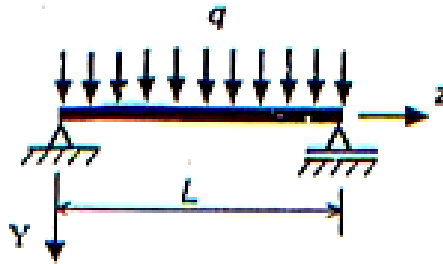
$$\frac{r}{0,0111} = \frac{(1 - 0,44/1,25) (\tan 26,33)}{1 + (0,44/1,25) (\tan^2 26,33)}$$

Sehingga  $r = 0,00333$ kg/cm

Defleksi vertikal maksimum adalah

$$\delta_y = - \frac{5,0 \cdot 0,0111 (438^4) \cdot \sin 26,33 \cos 26,33}{384 \cdot 2000000 \cdot 0,44} (1 - 1,25)$$

$$= - 1,5572 \text{ cm}$$



Gambar 11. Tumpuan Sederhana Balok Profil Baja Siku

Momen maksimum sumbu utama sesuai rumus (6):

$$\frac{M_y}{M_x} = \frac{-r \cos \alpha + q \sin \alpha}{r \sin \alpha + q \cos \alpha}$$

$$M_x = (0,0033 \cdot (\sin 26,33) + 0,00111 \cdot (\cos 26,33)) \cdot (438^2) / 8 = 273,426 \text{ kgcm}$$

$$M_y = (-0,0033 \cdot (\cos 26,33) + 0,00111 \cdot (\sin 26,33)) \cdot (438^2) / 8 = 47,6374 \text{ kgcm}$$

Momen maksimum untuk sumbu rectangular adalah

$$M_x^* = (0,0011) \cdot (438^2) / 8 = 266,184 \text{ kgcm}$$

$$M_y^* = -(0,0011) \cdot (438^2) / 8 = -78,596 \text{ kgcm}$$

b. Momen Kapasitas

Dengan menggunakan rumus(14),

$$m_r = M_y / M_x = -78,596 / 266,184 = -0,2953$$

Dengan mensubstitusi pada rumus (15) dan  $\beta = 0,6667$  (dari Gambar 10),

$$\gamma_1 = \frac{(1+\beta) \pm \left\{ 2m_r^2 - (1-\beta)^2 m_r + 2\beta^2 \right\}^{0,5}}{2(1-m_r)}$$

$$\gamma_1 = \frac{(1+0,6667) \pm \left\{ 2 \cdot (-0,2953)^2 - (1-0,6667)^2 \cdot (-0,2953) + 2 \cdot (0,6667)^2 \right\}^{0,5}}{2 \cdot (1-(-0,2953))}$$

$$\gamma_1 = 0,2392$$

Dengan batasan rumus (11)

$$(1-\beta) / 2 \leq \gamma_1 \leq (1+\beta) / 2 = 0,1667 \leq \gamma_1 \leq 0,833$$

Hasil  $\gamma_1 = 0,2392$ , sehingga memenuhi.

Dengan mengadaptasi rumus (12) dengan menggunakan faktor kapasitas rumus (13).

$$\frac{M_{pX}}{f_y b^2 t} = \frac{1}{2} - \gamma_1^2$$

$$\frac{M_{pX}}{2400 \cdot (2^2) \cdot 0,3} = \frac{1}{2} - (0,2392^2)$$

$$M_{pX} = 1275,17 \text{ kgcm} > 266,184 \text{ kgcm} = M_x^*$$

Dan rumus (14)

$$\frac{M_{pY}}{f_y b^2 t} = \frac{\beta^2}{2} - \left( \frac{1+\beta}{2} - \gamma_1 \right)^2$$

$$\frac{M_{pY}}{2400 \cdot (2^2) \cdot 0,3} = \frac{0,667^2}{2} - \left( \frac{1+0,667}{2} - 0,2392 \right)^2$$

$$-M_{pY} = 640 \text{ kgcm} > 78,596 \text{ kgcm} = -M_y^* \text{ (memenuhi syarat)}$$

**Metode LRFD (Load and Resistance Factor Design)**

1. Dalam perhitungan menggunakan baja siku tidak sama kaki dengan ukuran :

**L** 20 x 30 x 3 mm

$$F = 1,42 \text{ cm}^2$$

berat sendiri (q) = 0,0111 kg/cm

$$e_x = 0,99 \quad e_x = 0,5$$

$$w = 2,04 \quad w_1 = 1,51$$

$$v = 0,86 \quad v_1 = 1,04$$

$$v_2 = 0,56$$

$$I_x = 1,24 \text{ cm}^4 \quad I_y = 0,44 \text{ cm}^4$$

$$S_x = 0,62 \text{ cm}^3 \quad i_x = 0,94$$

$$i_y = 0,56 \text{ cm} \quad k_y = 4,58$$

$$I_\xi = 1,43 \text{ cm}^4 \quad i_\xi = 0,54 \text{ cm}$$

$$k_\xi = 2,80 \quad I_\eta = 0,06 \text{ cm}^4$$

$$W_\eta = 0,09 \text{ cm}^3 \quad i_\eta = 1 \text{ cm}$$

$$k_\eta = 7,99 \quad f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

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

2. Perhitungan Tekuk Lateral-Torsional

- Apabila  $M_e \leq M_y$



$$M_y = f_y \cdot S_x = 2400 \cdot 0,62 = 1488 \text{ kgcm}$$

$$M_n = M_y = 1488 \text{ kgcm}$$

$$M_n = \left( 0,92 - \frac{0,17M_e}{M_y} \right) M_e$$

$$1488 = \left( 0,92 - \frac{0,17M_e}{1488} \right) M_e$$

Dari perhitungan  $M_n$  diatas,maka  $M_e = 5811,61 \text{ kgcm}$

- Apabila  $M_e > M_y$  (Untuk Analisa Plastis)

$$M_y = f_y \cdot Z_x = 2400 \cdot 1,146 = 2750,4 \text{ kgcm}$$

$$M_n = 1,5 M_y$$

$$M_n = 1,5 \cdot 2750,4 = 4125,6 \text{ kgcm}$$

$$M_n = \left( 1,92 - 1,17 \sqrt{\frac{M_y}{M_e}} \right) M_y \leq 1,5 M_y$$

$$4125,6 = \left( 1,92 - 1,17 \sqrt{\frac{2750,4}{M_e}} \right) 2750,4 \leq 1,5 \cdot 2750,4$$

Dari perhitungan  $M_n$  diatas,maka  $M_e = 21343,66 \text{ kgcm}$

- Dengan gaya tekan maximum pada ujung

$$M_e = \frac{0,66Eb^4tC_b}{L^2} \left( \sqrt{1+0,78 \left( \frac{Lt}{b^2} \right)^2} + 1 \right)$$

- Dengan gaya tarik maximum pada ujung

$$M_e = \frac{0,66Eb^4tC_b}{L^2} \left( \sqrt{1+0,78 \left( \frac{Lt}{b^2} \right)^2} - 1 \right)$$

Dari perhitungan,  $M_e$  diatas,maka dapat dicari

a.L Untuk kondisi Elastis =

$$M_e = \frac{0,66Eb^4tC_b}{L^2} \left( \sqrt{1+0,78 \left( \frac{Lt}{b^2} \right)^2} + 1 \right)$$

$$5811,6 = \frac{0,66 \cdot 200000 \cdot (2^4) \cdot (0,3) \cdot 15}{L^2} \left( \sqrt{1+0,78 \left( \frac{L \cdot 0,3}{2^2} \right)^2} + 1 \right)$$

Dari perhitungan, didapat  $L = 438 \text{ cm}$  (digunakan untuk Metode Trahair)

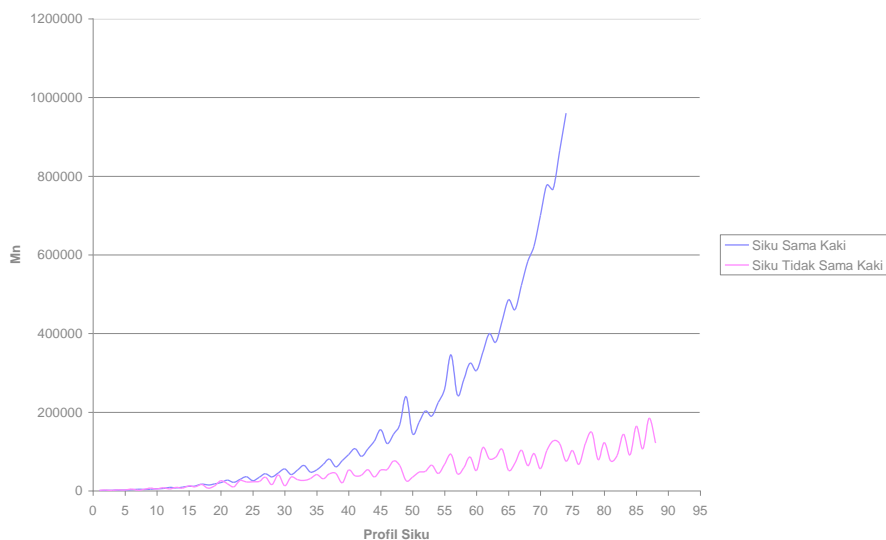
b. L untuk kondisi Plastis =

$$M_e = \frac{0,66Eb^4tC_b}{L^2} \left( \sqrt{1+0,78 \left( \frac{Lt}{b^2} \right)^2} + 1 \right)$$

$$21343,66 = \frac{0,66 \cdot 200000 \cdot (2^4) \cdot (0,3) \cdot 15}{L^2} \left( \sqrt{1+0,78 \left( \frac{L \cdot 0,3}{2^2} \right)^2} + 1 \right)$$

Dari perhitungan, didapat  $L = 42 \text{ cm}$ .

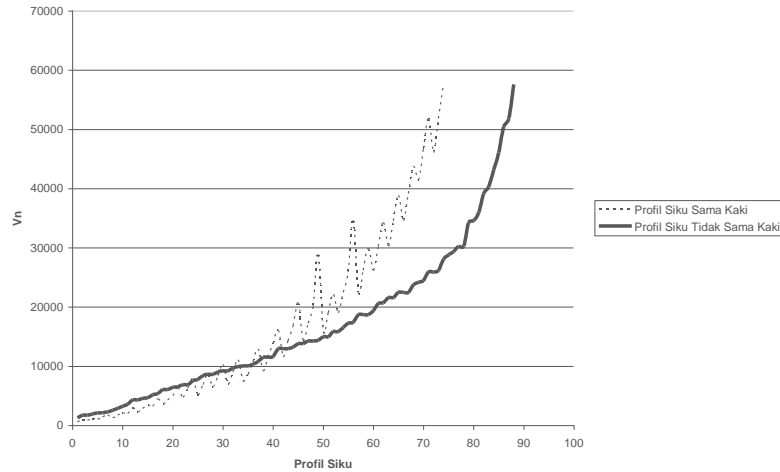
Dari hasil perhitungan di atas, dapat digambar grafik sebagai berikut:



Gambar 12. Grafik Hubungan Profil Siku terhadap Momen Nominal dengan Metode Trahair

Dari Gambar 12 hubungan dimensi profil baja siku terhadap momen nominal ( $M_n$ ) plastis dengan menggunakan metode *Trahair*, menunjukkan bahwa semakin besar dimensi profil baja siku baik baja siku sama

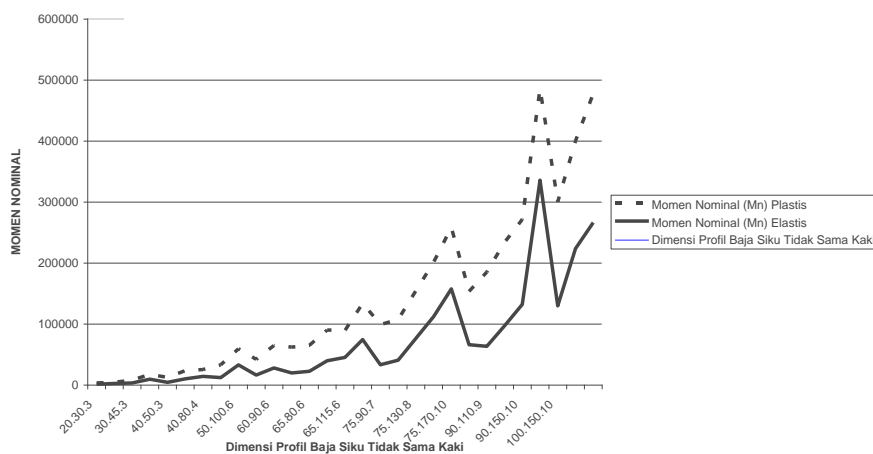
kaki maupun baja tidak sama kaki maka semakin besar pula nilai momen nominal ( $M_n$ ).



Gambar 13. Grafik Hubungan Profil Siku terhadap Geser Nominal ( $V_n$ ) dengan Metode *Trahair*

Dari Gambar 13 hubungan dimensi profil baja siku terhadap kapasitas geser ( $V$ ) dengan menggunakan metode *Trahair*, menunjukkan bahwa semakin besar dimensi

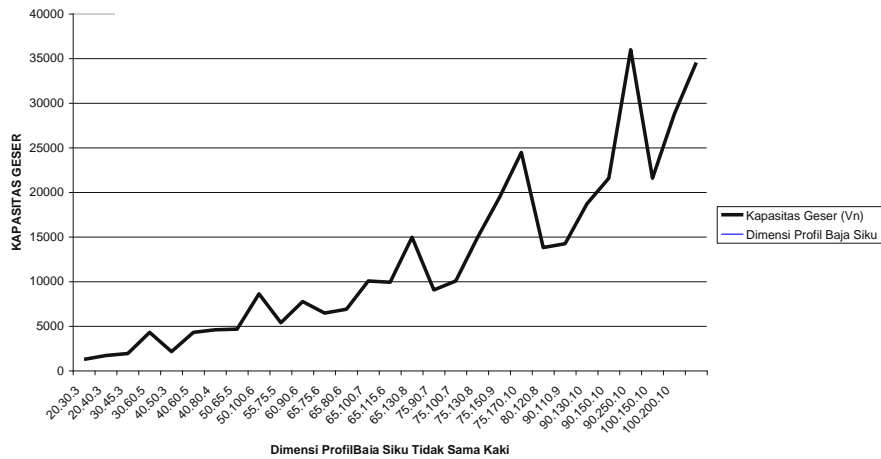
profil baja siku baik baja siku sama kaki maupun baja tidak sama kaki maka semakin besar pula nilai kapasitas geser ( $V$ ).



Gambar 14. Grafik Hubungan Dimensi Profil Baja Siku Tidak Sama Kaki terhadap Momen Nominal dengan Metode LRFD

Dari Gambar 14 hubungan dimensi profil baja siku terhadap momen nominal ( $M_n$ ) plastis dengan menggunakan metode LRFD, menunjukkan bahwa semakin besar

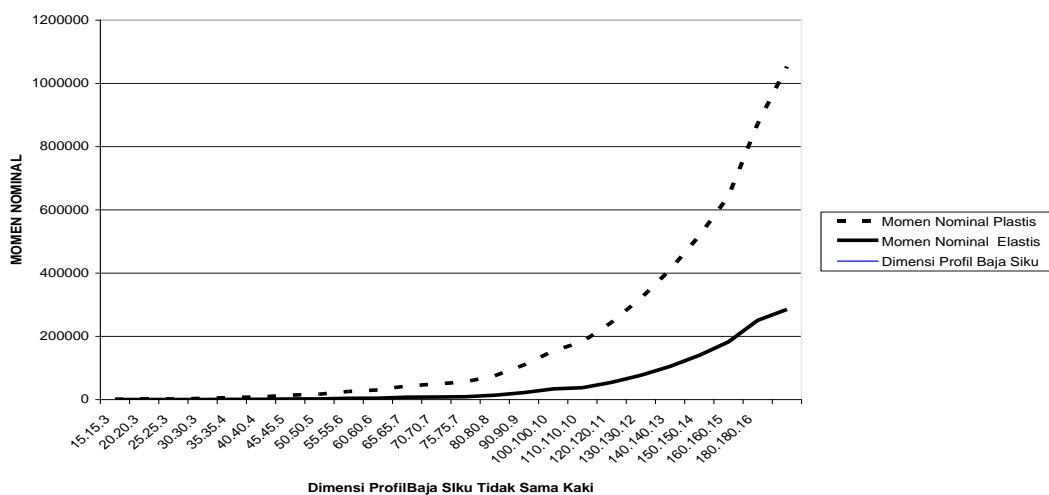
dimensi profil baja siku baik baja siku sama kaki maupun baja tidak sama kaki maka semakin besar pula nilai momen nominal ( $M_n$ ) plastis.



Gambar 15. Grafik Hubungan Dimensi Profil Baja Siku Tidak Sama Kaki terhadap Kapasitas Geser dengan Metode LRFD

Dari Gambar 15 hubungan dimensi profil baja siku terhadap kapasitas geser ( $V_n$ ) dengan menggunakan metode LRFD, menunjukkan bahwa semakin besar dimensi

profil baja siku baik baja siku sama kaki maupun baja tidak sama kaki maka semakin besar pula nilai kapasitas geser ( $V_n$ ).



Gambar 16. Grafik Hubungan Dimensi Profil Baja Siku Sama Kaki terhadap Momen Nominal dengan Metode Trahair

Dari Gambar 16 hubungan dimensi profil baja siku terhadap momen nominal ( $M_n$ ) plastis menggunakan metode LRFD dan metode *Trahair*, menunjukkan bahwa semakin besar dimensi profil baja siku baik baja siku sama kaki maupun baja tidak sama kaki maka semakin besar pula nilai momen nominal ( $M_n$ ) plastis.

#### KESIMPULAN

Dari perhitungan dengan bab sebelumnya dapat disimpulkan:

1. Menurut *Trahair* semakin besar dimensi profil siku maka semakin besar pula kapasitas penampang  $M_n$  dan  $V_n$ .
2. Menurut LRFD 2005 semakin besar dimensi profil siku maka semakin besar pula kapasitas penampang  $M_n$  dan  $V_n$ .
3. Antara *Trahair* maupun LRFD, semakin besar dimensi profil siku

maka semakin besar pula kapasitas penampang  $M_n$  dan  $V_n$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, *Standar Nasional Indonesia: Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*, SNI 03-1729-2002.
- Manual of Steel Construction, 1994, *LRFD Volume 1*, Second Edition.
- American Institute of Steel Construction, Inc., 2005, *Specification for Structural Steel Buildings*.
- Trahair, N.S., 2002, *Momen Capacities of Steel Angle Sections*, Journal of Structural Engineering: 1387-1393.
- Trahair, N.S., 2002, *Bearing, Shear, and Torsion Capacities of Steel Angle Sections*, Journal of Structural Engineering: 1394-1398.