

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Profil yang digunakan dalam penelitian ini berupa *single lip channel* dan *double lip channel (box)* dengan variasi panjang batang 300 mm, 500 mm, dan 700 mm. Tebal profil yaitu 0,75 mm. Untuk perhitungan teoritis diambil contoh perhitungan untuk panjang batang 500 mm dengan panjang tekuk 440 mm. Data yang didapat dari hasil eksperimental di laboratorium BBLM kemudian di bandingkan dengan formula dari SNI 7971:2013 Baja Canai Dingin.

4.2 Pengujian Tekan Elemen Batang

Pada batang dengan penampang yang seragam, umumnya keruntuhannya terjadi pada batang yang tertekan, akibatnya batang tersebut mengalami tekuk. Untuk itu maka hanya dilakukan pengujian terhadap elemen batang yang mengalami tekan saja untuk mengetahui kuat tekan dari batang tersebut. Panjang dari benda uji akan menentukan keruntuhan yang terjadi serta kuat tekannya. Spesimen dengan batang yang pendek ditujukan untuk mengetahui kuat tekan akibat keruntuhan tekuk lokal atau tekuk plastis, spesimen dengan batang panjang ditujukan untuk mengetahui kuat tekan akibat tekuk global atau tekuk elastis, dan specimen dengan panjang batang menengah adalah untuk mengetahui kuat tekan akibat tekuk elastoplastis. Peraturan memberikan petunjuk, batang pendek adalah batang dengan panjang tiga kali lebar elemen yang terpanjang (SNI 7971:2013).

Berikut adalah tabel hasil pengujian kuat tekan di laboratorium

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tekan Profil *Single Lip Channel*

Profil	Kuat Tekan (kN)
C 30	21,065
	21,297
	21,131
C 50	18,438
	18,251
	18,713
C 70	15,889
	16,13
	15,465

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tekan Profil *Double Lip Channel*

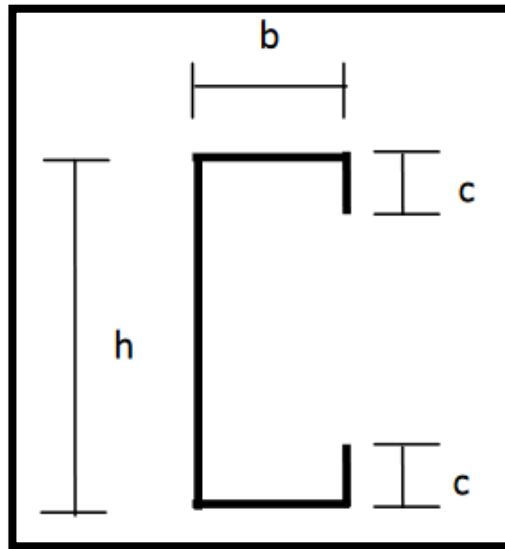
Profil	Kuat Tekan (kN)
Box 30	105,643
	101,462
	108,21
Box 50	93,902
	95,438
	94,976
Box 70	85,21
	82,56
	83,062

4.3 Perhitungan Teoritis Kapasitas Tekan

Dalam perhitungan teoritis ini berdasarkan pada SNI 7971:2013 Baja Canai

Dingin Bab 3 Pasal 3.4

Untuk contoh perhitungan dalam bab ini, hanya menyajikan perhitungan dengan panjang batang 500 mm dengan panjang tekuk 440 mm.



4.1 Single Lip Channel Sederhana

Penampang *single lip channel* berbentuk C dengan tambahan lips yaitu tekukan kedalam pada ujung-ujungnya. Bentuk dari baja kanal C ditampilkan dalam gambar 4.1 dengan dimensi;

Tinggi badan $h = 75$ mm,

Lebar sayap $b = 35$ mm,

Lebar lips $c = 5$ mm,

Tebal $t = 0.75$ mm.

4.3.1 Kapasitas Tekan Single Lip Channel

Untuk perhitungan kapasitas tekan *single lip channel* diambil nilai terkecil dari kedua persamaan di bawah ini

$$N_s = A_e f_y \dots\dots\dots (2.1)$$

$$N_c = A_e f_n \dots\dots\dots (2.2)$$

Sebelum menghitung kapasitas tekan perlu di perhitungkan dahulu propertis penampang

Perhitungan propertis penampang *single lip channel* diuraikan dibawah ini:

- Sudut Radius

$$r = r_i + \frac{t}{2} \dots\dots\dots (2.28)$$

$$r = 3,375 \text{ mm}$$

- Panjang Busur

$$u = 1,57 r \dots\dots\dots (2.29)$$

$$u = 5,3 \text{ mm}$$

- Jarak Centroid Dari Pusat Jari-jari

$$c = 0,637 r \dots\dots\dots (2.30)$$

$$c = 2,15 \text{ mm}$$

- Lebar Rata Elemen Flange Tanpa Lengkungan

$$b_f = B - 2(r_i + t) \dots\dots\dots (2.31)$$

$$b_f = 27,5 \text{ mm}$$

- Lebar Rata Elemen Web Tanpa Lengkungan

$$b_w = D - 2(r_i + t) \dots\dots\dots (2.32)$$

$$b_w = 67,5 \text{ mm}$$

- Lebar Rata Elemen Lip Tanpa Lengkungan

$$b_l = d_L - (r_i + t) \dots\dots\dots (2.33)$$

$$b_l = 1,25 \text{ mm}$$

- Luas Penampang

$$A = t(2b_f + b_w + 4u + 2b_l) \dots\dots\dots (2.34)$$

$$A = 109,65 \text{ mm}^2$$

- Momen Inersia Terhadap Sumbu X

$$I_x = 2t \left[2u \left(\frac{b_w}{2} + c \right)^2 + b_f \left(\frac{D}{2} - \frac{t}{2} \right)^2 + b_l \left[\frac{D}{2} - (r_i + t) - \frac{b_l}{2} \right]^2 \right] + t \frac{b_w^3}{12} \dots\dots\dots (2.35)$$

$$I_x = 98619,613 \text{ mm}^4$$

- Jarak dari web ke titik berat

$$x_c = \left[\frac{t}{2} b_w + 2u(t + r_i - c) + 2u(B - r_i - t + c) + 2b_f \left(\frac{B}{2} \right) + 2b_l \left(B - \frac{t}{2} \right) \right] \frac{t}{A} \dots\dots\dots (2.36)$$

$$x_c = 9,9 \text{ mm}$$

- Momen Inersia Terhadap Sumbu Y

$$I_y = \left[\left(\frac{t}{2} \right)^2 b_w + 2u(t + r_i - c)^2 + 2u(B - r_i - t + c)^2 + 2b_f \left(\frac{B}{2} \right)^2 + 2b_l \left(B - \frac{t}{2} \right)^2 \right] t + 2t \frac{b_f^3}{12} - A x_c^2 \dots\dots\dots (2.37)$$

$$I_y = 15658,243 \text{ mm}^4$$

- Inersia Torsi

$$J = \frac{At^2}{3} \dots\dots\dots (2.38)$$

$$J = 20,56 \text{ mm}^4$$

- Perhitungan Pusat Geser dan Konstanta Lengkung

$$a = D - t \dots\dots\dots (2.39)$$

$$a = 74,25 \text{ mm}$$

$$b = B - t \dots\dots\dots (2.40)$$

$$b = 34,25 \text{ mm}$$

$$c = d_L - \frac{t}{2} \dots\dots\dots (2.41)$$

$$c = 4,625 \text{ mm}$$

$$I_{xs} = 2t \left[b \left(\frac{a}{2} \right)^2 + c \left(\frac{a}{2} - \frac{c}{2} \right)^2 \right] + t \frac{a^3}{12} + 2t \frac{c^3}{12} \dots\dots (2.42)$$

$$I_{xs} = 104812,4 \text{ mm}^4$$

$$m_s = \frac{a^2 b^2 t}{I_{xs}} \left(\frac{1}{4} + \frac{c}{2b} - \frac{2}{3} \frac{c^3}{a^2 b} \right) \dots\dots\dots (2.43)$$

$$m_s = 14,68 \text{ mm}$$

$$\bar{x} = \frac{b(b+2c)}{a+2b+2c} \dots\dots\dots (2.44)$$

$$\bar{x} = 9,8 \text{ mm}$$

$$x_{os} = m_s + \bar{x} \dots\dots\dots (2.45)$$

$$x_{os} = 24,48 \text{ mm}$$

- Konstanta pilin untuk penampang

$$I_w = \frac{b^2 t}{6} (4c^3 + 6ac^2 + 3a^2 c + a^2 b) - m_s^2 I_{xs} \dots (2.46)$$

$$I_w = 17779667 \text{ mm}^6$$

- Radius girasi penampang terhadap sumbu y

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} \dots\dots\dots (2.47)$$

$$r_y = 11,95 \text{ mm}$$

- Radius girasi penampang terhadap sumbu x

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} \dots\dots\dots (2.48)$$

$$r_x = 30 \text{ mm}$$

- Radius girasi polar penampang terhadap pusat geser

$$r_{o1} = \sqrt{\frac{I_x + I_y}{A} + x_{os}^2} \dots\dots\dots (2.49)$$

$$r_{o1} = 40,51 \text{ mm}$$

Setelah dilakukan perhitungan propertis penampang, selanjutnya dilakukan perhitungan tegangan tekuk lentur, torsi, dan lentur-torsi elastis (f_{oc}).

$$f_{ox} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{l_{ex}}{r_x}\right)^2} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$f_{ox} = 9170,52 \text{ Mpa}$$

$$f_{oy} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{l_{ey}}{r_y}\right)^2} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$f_{oy} = 1456,04 \text{ Mpa}$$

$$f_{oz} = \frac{G J \left(1 + \frac{\pi^2 E I_w}{G J l_{ez}^2}\right)}{A r_{o1}^2} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$f_{oz} = 1016,345 \text{ Mpa}$$

Nilai $f_{oc_1} = f_{oy} = 1456,04 \text{ Mpa}$

$$f_{oc_2} = \frac{(f_{ox} + f_{oz}) - \sqrt{(f_{ox} + f_{oz})^2 - 4 \left[1 - \left(\frac{x_{os}}{r_{o1}}\right)^2\right] f_{ox} f_{oz}}}{2 \left[1 - \left(\frac{x_{os}}{r_{o1}}\right)^2\right]} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$f_{oc_2} = 974,085 \text{ Mpa}$$

$f_{oc} =$ nilai terkecil dari f_{oc_1} dan f_{oc_2}

$$f_{oc} = f_{oc_2} = 974,085 \text{ Mpa}$$

Setelah mendapat nilai f_{oc} dilanjutkan untuk menghitung nilai f_n

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{f_y}{f_{oc}}} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\lambda_c = 0,75$$

Karena $\lambda_c < 1,5$ maka:

$$f_n = (0,658^{\lambda_c^2}) f_y \dots\dots\dots (2.6)$$

$$f_n = 434,24 \text{ Mpa}$$

Sebelum menghitung luas efektif saat tegangan kritis, terlebih dahulu hitung lebar efektif web, lip, dan flange.

Cek rasio lebar-rata terhadap ketebalan sudah sesuai

$$\frac{b_w}{t} = \frac{67,5}{0,75} = 90 < 200 \quad (\text{ok})$$

- Lebar efektif web

$$k = 4 \qquad f^* = f_n$$

$$\lambda = \left(\frac{1,052}{\sqrt{k}} \right) \left(\frac{b_w}{t} \right) \left(\sqrt{\frac{f^*}{E}} \right) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\lambda = 2,206$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\lambda}}{\lambda} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\rho = 0,41$$

$$\lambda > 0,673$$

$$b_{ew} = \rho b_w \dots\dots\dots(2.12)$$

$$b_{ew} = 27,55 \text{ mm}$$

- Lebar efektif lip

$$d = b_l = 1,25 \text{ mm}$$

$$k_u = 0,43$$

$$\lambda = \left(\frac{1,052}{\sqrt{k_u}} \right) \left(\frac{d}{t} \right) \left(\sqrt{\frac{f^*}{E}} \right) \dots \dots \dots (2.14)$$

$$\lambda = 0,12$$

$$\lambda < 0,673 \quad d_{se} = d = 1,25 \text{ mm} \dots \dots \dots (2.11)$$

- Momen inersia dari pengaku utuh

$$I_s = \frac{d^3 t}{12} \dots \dots \dots (2.18)$$

$$I_s = 0,1221 \text{ mm}^4$$

- Menentukan factor kelangsingan

$$s = 1,28 \sqrt{\frac{E}{f^*}} \dots \dots \dots (2.17)$$

$$s = 27,5$$

- Menentukan nilai momen inersia pengaku yang cukup

$$\frac{s}{3} = \frac{28,4}{3} = 9,46$$

$$\frac{b_f}{t} = \frac{27,5}{0,75} = 36,6 \dots \dots \dots (2.15)$$

Dari ketiga variabel diatas menunjukan $\frac{b_f}{t} \geq S$ maka nilai I_a

$$I_a = t^4 \left(115 \frac{b_f}{s} + 5 \right) \dots \dots \dots (2.20)$$

$$I_a = 50,15 \text{ mm}^4$$

$$n = 0,333 \dots\dots\dots (2.21)$$

- Menentukan nilai k

$$k_a = 5,25 - 5 \left(\frac{d_L}{b_f} \right) \dots\dots\dots (2.22)$$

$$k_a = 5,04 \leq 4,0$$

$$C_2 = \frac{I_s}{I_a} \dots\dots\dots (2.23)$$

$$C_2 = 0,0025 \leq 1,0$$

$$C_1 = 2 - C_2 \dots\dots\dots (2.24)$$

$$C_1 = 1,9975$$

$$k = C_2^n (k_a - k_u) + k_u \dots\dots\dots (2.25)$$

$$k = 1,05$$

- Lebar efektif flange dengan nilai $k = 1,05$

$$\lambda = \left(\frac{1,052}{\sqrt{k}} \right) \left(\frac{b_f}{t} \right) \left(\sqrt{\frac{f^*}{E}} \right) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\lambda = 1,756$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\lambda}}{\lambda} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\rho = 0,5$$

$$\lambda > 0,673$$

$$b_{ef} = \rho b_f \dots\dots\dots(2.12)$$

$$b_{ef} = 13,7 \text{ mm}$$

Perhitungan luas efektif saat $f^* = f_n$

$$A_e = t(b_{ew} + 2b_{ef} + 4u + 2d_s) \dots\dots (2.26)$$

$$A_e = 41,215 \text{ mm}^2$$

Kapasitas Tekan Untuk $f^* = f_n$

$$N_c = A_e f_n \dots\dots\dots (2.2)$$

$$N_c = 17897,05 \text{ N}$$

Sebelum menghitung luas efektif saat tegangan leleh, terlebih dahulu hitung lebar efektif web, lip, dan flange.

- Lebar efektif web

$$k = 4 \qquad f^* = f_y$$

$$\lambda = \left(\frac{1,052}{\sqrt{k}} \right) \left(\frac{b_w}{t} \right) \left(\sqrt{\frac{f^*}{E}} \right) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\lambda = 2,48$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\lambda}}{\lambda} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\rho = 0,37$$

$$\lambda > 0,673$$

$$b_{ew} = \rho b_w \dots\dots\dots (2.12)$$

$$b_{ew} = 24,78 \text{ mm}$$

- Lebar efektif lip

$$d = b_l = 1,25 \text{ mm}$$

$$k_u = 0,43$$

$$\lambda = \left(\frac{1,052}{\sqrt{k_u}} \right) \left(\frac{d}{t} \right) \left(\sqrt{\frac{f^*}{E}} \right) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\lambda = 0,14$$

$$\lambda < 0,673 \quad d_{se} = d = 1,25 \text{ mm} \dots(2.11)$$

- Momen inersia dari pengaku utuh

$$I_s = \frac{d^3 t}{12} \dots\dots\dots (2.18)$$

$$I_s = 0,1221 \text{ mm}^4$$

- Menentukan factor kelangsingan

$$s = 1,28 \sqrt{\frac{E}{f^*}} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$s = 24,41$$

- Menentukan nilai momen inersia pengaku yang cukup

$$\frac{s}{3} = \frac{24,41}{3} = 8,14$$

$$\frac{b_f}{t} = \frac{27,5}{0,75} = 36,6 \dots\dots\dots (2.15)$$

Dari ketiga variabel diatas menunjukan $\frac{b_f}{t} \geq S$ maka nilai I_a

$$I_a = t^4 \left(115 \frac{b_f}{s} + 5 \right) \dots\dots\dots (2.20)$$

$$I_a = 56,24 \text{ mm}^4$$

$$n = 0,333 \dots\dots\dots (2.21)$$

- Menentukan nilai k

$$k_a = 5,25 - 5 \left(\frac{d_L}{b_f} \right) \dots\dots\dots (2.22)$$

$$k_a = 5,04 \leq 4,0$$

$$C_2 = \frac{I_s}{I_a} \dots\dots\dots (2.23)$$

$$C_2 = 0,0022 \leq 1,0$$

$$C_1 = 2 - C_2 \dots\dots\dots (2.24)$$

$$C_1 = 1,9978$$

$$k = C_2^n (k_a - k_u) + k_u \dots\dots\dots (2.25)$$

$$k = 1,02$$

- Lebar efektif flange dengan nilai $k = 1,02$

$$\lambda = \left(\frac{1,052}{\sqrt{k}}\right) \left(\frac{b_f}{t}\right) \left(\sqrt{\frac{f^*}{E}}\right) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\lambda = 2$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\lambda}}{\lambda} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\rho = 0,44$$

$$\lambda > 0,673$$

$$b_{ef} = \rho b_f \dots\dots\dots (2.12)$$

$$b_{ef} = 12,25 \text{ mm}$$

Perhitungan luas efektif saat $f^* = f_y$

$$A_e = t(b_{ew} + 2b_{ef} + 4u + 2d_s) \dots\dots (2.26)$$

$$A_e = 36,96 \text{ mm}^2$$

Kapasitas Tekan Untuk $f^* = f_y$

$$N_s = A_e f_y \dots\dots\dots (2.1)$$

$$N_s = 20327,48 \text{ N}$$

Kapasitas kuat tekan diambil dari nilai terkecil antara persamaan (2.1) dengan persamaan (2.2), maka;

$$N = 17897,05 \text{ N}$$

4.3.2 Kapasitas Tekan *Double Lip Channel*

Untuk perhitungan kapasitas tekan *double lip channel* diambil nilai terkecil dari kedua persamaan di bawah ini

$$N_s = A_e f_y \dots\dots\dots (2.1)$$

$$N_c = A_e f_n \dots\dots\dots (2.2)$$

Sebelum menghitung kapasitas tekan perlu di perhitungkan dahulu propertis penampang

Perhitungan propertis penampang *double lip channel* diuraikan dibawah ini:

- Sudut Radius

$$r = r_i + \frac{t_d + t_b}{2} \dots\dots\dots (2.50)$$

$$r = 3,5625 \text{ mm}$$

- Panjang Busur

$$u = 1,57 r \dots\dots\dots (2.29)$$

$$u = 5,6 \text{ mm}$$

- Jarak Centroid Dari Pusat Jari-jari

$$c = 0,637 r \dots\dots\dots (2.30)$$

$$c = 2,27 \text{ mm}$$

- Lebar Rata Elemen Flange Tanpa Lengkungan

$$b_f = B - 2(r_i + t_d) \dots\dots\dots (2.51)$$

$$b_f = 27,5 \text{ mm}$$

- Lebar Rata Elemen Web Tanpa Lengkungan

$$b_w = D - 2(r_i + t_b) \dots\dots\dots (2.52)$$

$$b_w = 66 \text{ mm}$$

- Luas Penampang

$$A = 4u \left(\frac{t_b + t_d}{2} \right) + 2b_f t_b + 2b_w t_d \dots\dots\dots (2.53)$$

$$A = 206,7 \text{ mm}^2$$

- Momen Inersia Sumbu X

$$I_x = 2t_d \frac{b_w^3}{12} + 2b_f \frac{t_b^3}{12} + 2b_f t_b \left(\frac{D}{2} - \frac{t_b}{2} \right)^2 + 4u \left(\frac{t_b + t_d}{2} \right) \left(\frac{b_w}{2} + c \right)^2 \dots\dots\dots (2.54)$$

$$I_x = 178682,3 \text{ mm}^4$$

- Momen Inersia Sumbu Y

$$I_y = 2t_b \frac{b_f^3}{12} + 2b_w \frac{t_d^3}{12} + 2b_w t_d \left(\frac{B}{2} - \frac{t_d}{2} \right)^2 + 4u \left(\frac{t_b + t_d}{2} \right) \left(\frac{b_f}{2} + c \right)^2 \dots\dots\dots (2.55)$$

$$I_y = 40696 \text{ mm}^4$$

- Jari-jari Inersia Sumbu X

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} \dots\dots\dots (2.48)$$

$$r_x = 29,404 \text{ mm}$$

- Jari-jari Inersia Sumbu Y

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} \dots\dots\dots (2.47)$$

$$r_y = 14,03 \text{ mm}$$

Setelah dilakukan perhitungan propertis penampang, selanjutnya dilakukan perhitungan tegangan tekuk lentur, torsi, dan lentur-torsi elastis (f_{oc})

$$f_{ox} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{l_{ex}}{r_x}\right)^2} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$f_{ox} = 8815,164 \text{ Mpa}$$

$$f_{oy} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{l_{ey}}{r_y}\right)^2} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$f_{oy} = 2007,708 \text{ Mpa}$$

$$f_{oc} = f_{oy} = 2007,708 \text{ Mpa}$$

Nilai f_{oc} diambil sama dengan nilai f_{oy}

Setelah mendapat nilai f_{oc} dilanjutkan untuk menghitung nilai f_n

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{f_y}{f_{oc}}} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\lambda_c = 0,523$$

Karena nilai $\lambda_c < 1,5$ maka f_n diperhitungkan sebagai berikut

$$f_n = (0,658^{\lambda_c^2}) f_y \dots\dots\dots (2.3)$$

$$f_n = 490,42 \text{ Mpa}$$

Setelah mendapat nilai f_n dilakukan perhitungan untuk mendapat luas efektif.

Sebelum menghitung luas efektif saat tegangan kritis, terlebih dahulu hitung lebar efektif flange dan web

- Lebar efektif flange

$$k = 4 \qquad f^* = f_n$$

$$\lambda = \left(\frac{1,052}{\sqrt{k}}\right) \left(\frac{b_f}{t_b}\right) \left(\sqrt{\frac{f^*}{E}}\right) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\lambda = 0,477$$

$$\rho = \frac{1 - 0,22}{\lambda} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\rho = 1$$

$$\lambda \leq 0,673$$

$$b_{ef} = b = 27,5 \text{ mm} \dots\dots\dots (2.11)$$

- Lebar efektif web

$$\lambda = \left(\frac{1,052}{\sqrt{k}}\right) \left(\frac{b_f}{t_d}\right) \left(\sqrt{\frac{f^*}{E}}\right) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\lambda = 0,955$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\lambda}}{\lambda} \dots \dots \dots (2.13)$$

$$\rho = 0,806$$

$$\lambda > 0,673$$

$$b_{ew} = \rho b_w \dots \dots \dots (2.12)$$

$$b_{ew} = 53,19 \text{ mm}$$

Perhitungan luas efektif saat $f^* = f_n$

$$A_e = 4u \left(\frac{t_b + t_d}{2} \right) + 2b_{ef}t_b + 2b_{ew}t_d \dots (2.27)$$

$$A_e = 187,4502 \text{ mm}^2$$

Kapasitas Tekan Untuk $f^* = f_n$

$$N_c = A_e f_n \dots \dots \dots (2.2)$$

$$N_c = 91929,03 \text{ N}$$

Sebelum menghitung luas efektif saat tegangan leleh, terlebih dahulu hitung lebar efektif flange dan web

- Lebar efektif flange

$$k = 4 \qquad f^* = f_y$$

$$\lambda = \left(\frac{1,052}{\sqrt{k}} \right) \left(\frac{b_f}{t_b} \right) \left(\sqrt{\frac{f^*}{E}} \right) \dots \dots \dots (2.14)$$

$$\lambda = 0,506$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\lambda}}{\lambda} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\rho = 1$$

$$\lambda < 0,673$$

$$b_{ef} = b = 27,5 \text{ mm} \dots\dots\dots (2.11)$$

- Lebar efektif web

$$\lambda = \left(\frac{1,052}{\sqrt{k}} \right) \left(\frac{b_f}{t_b} \right) \left(\sqrt{\frac{f^*}{E}} \right) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\lambda = 1,011$$

$$\rho = \frac{1 - \frac{0,22}{\lambda}}{\lambda} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\rho = 0,774$$

$$\lambda > 0,673$$

$$b_{ew} = \rho b_w \dots\dots\dots (2.12)$$

$$b_{ew} = 51,06151 \text{ mm}$$

Perhitungan luas efektif saat $f^* = f_y$

$$A_e = 4u \left(\frac{t_b + t_d}{2} \right) + 2b_{ef}t_b + 2b_{ew}t_d \dots\dots (2.27)$$

$$A_e = 184,2613 \text{ mm}^2$$

Kapasitas Tekan Untuk $f^* = f_y$

$$N_s = A_e f_y \dots\dots\dots (2.1)$$

$$N_s = 101343,7 \text{ N}$$

Kapasitas kuat tekan diambil dari nilai terkecil antara persamaan (2.1) dengan persamaan (2.2), maka;

$$N = 91929,03 \text{ N}$$

4.4 Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan pola yang sama dari batang dalam menerima beban. Pada tahap pembebanan awal sampai beban mencapai sekitar 90% dari beban maksimum perilaku beban-deformasi dari semua elemen batang adalah linier dengan penambahan deformasi yang kecil. Selanjutnya berperilaku non linier dengan penambahan deformasi yang semakin membesar dan penambahan beban yang kecil. Keruntuhan ditandai dengan menekuknya elemen batang akibat terjadinya tekuk lokal pada bagian sayap atau badan dari penampang elemen batang tersebut. Akibat terjadinya tekuk lokal pada sayap, maka bagian sayap akan bergerak kedalam sehingga penampang terlihat menciut. Kejadian ini dinamakan tekuk distorsional. Selain itu tekuk distorsional terjadi pada saat keruntuhan global karena penampang menekuk kearah sumbu lemah akan menyebabkan komponen sayap bergerak kedalam. Tekuk lokal terjadi pada elemen batang yang pendek sedangkan tekuk global terjadi pada elemen batang yang panjang.

Untuk batang yang sama, pada batang yang pendek, penampang tidak runtuh akibat menekuknya sayap tetapi akibat tekuk pada badan. Tekuk local pada sayap yang diikuti tekuk distorsional akan selalu memberikan beban yang lebih kecil dari tekuk pada badan.

Dari perhitungan kapasitas tekan secara teoritis dan hasil pengujian menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu besar dengan persentase antara 1% - 7%. Selisih ini mungkin terjadi akibat dari perhitungan dengan penyederhanaan terhadap profil penampang.

Tabel 4.3 Persentase Perbedaan SNI 7971:2013 Dengan Eksperimental Untuk Profil *Single Lip Channel*

Profil	Beban Tekuk Kritis (kN)		Perbedaan (%)
	SNI 7971:2013	Eksperimental	
C30	19,571	21,065	7,092
		21,297	8,104
		21,131	7,383
C50	17,897	18,438	2,934
		18,251	1,940
		18,713	4,361
C70	15,527	15,889	2,278
		16,13	3,738
		15,465	0,399

Tabel 4.4 Persentase Perbedaan SNI 7971:2013 Dengan Eksperimental Untuk Profil Box Double Lip Channel

Profil	Beban Tekuk Kritis (kN)		Perbedaan (%)
	SNI 7971:2013	Eksperimental	
Box 30	98,447	105,643	6,812
		101,462	2,972
		108,21	9,022
Box 50	91,929	93,902	2,101
		95,438	3,677
		94,976	3,208
Box 70	82,438	85,21	3,253
		82,56	0,148
		83,062	0,751

Tabel 4.5 Persentase Perbedaan SNI 7971:2013 Dengan Eksperimental (Average) Untuk Profil Single Lip Channel

Profil	Beban Tekuk Kritis (kN)		Perbedaan (%)
	SNI 7971:2013	Eksperimental	
C30	19,571	21,164	7,527
C50	17,897	18,467	3,087
C70	15,527	15,828	1,902

Tabel 4.6 Persentase Perbedaan SNI 7971:2013 Dengan Eksperimental (Rata-rata) Untuk Profil Box Double Lip Channel

Profil	Beban Tekuk Kritis (kN)		Perbedaan (%)
	SNI 7971:2013	Eksperimental	
Box 30	98,447	105,105	6,335
Box 50	91,929	94,772	3,000
Box 70	82,438	83,611	1,403



Gambar 4.2 Tekuk Lokal Profil C30



Gambar 4.3 Tekuk Lokal Profil Box 30



Gambar 4.4 Tekuk Lokal Profil C50



Gambar 4.5 Tekuk Lokal Profil Box 50



Gambar 4.6 Tekuk Lokal Profil C75



Gambar 4.7 Tekuk Lokal Profil Box 75