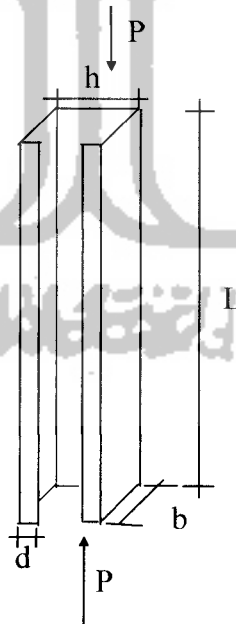


BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Kolom profil bentukan dingin

Kolom pada hakekatnya jarang sekali mengalami tekan aksial saja. namun bila pembebanan ditata sedemikian rupa hingga pengekangan (restraint) rotasi ujung dapat diabaikan atau beban dari batang – batang yang bertemu diujung kolom bersifat simetris dan pengaruh lentur sangat kecil dibandingkan tekanan langsung, maka kolom dapat direncanakan dengan aman sebagai kolom yang dibebani secara kosentris. (Salmon dan Johnson, 1994). Gambar 3.1 menunjukan profil bentukan dingin yang memikul beban aksial secara kosentris (P). Panjang kolom (L), tinggi penampang (h), lebar sayap penampang (b), dan tebal (t).



Gambar 3.1 Kolom profil *light lipped channel*

Kolom sering juga disebut sebagai batang tekan. Apabila kolom dibebani secara kosentris maka kolom akan mengalami perubahan bentuk (depormasi), yang akan mengakibatkan keruntuhan kolom atau keruntuhan batang tekan.

Keruntuhan batang tekan dapat dibedakan menjadi 2 kategori, kedua macam keruntuhan tersebut adalah:

1. Keruntuhan yang diakibatkan tegangan lelehnya terlampaui, keruntuhan semacam ini terjadi pada batang tekan yang pendek (*stocky column*) dan penampangnya kompak.
2. Keruntuhan yang diakibatkan oleh tekuk, keruntuhan yang diakibatkan oleh tekuk terdiri dari dua macam, yaitu : (1) tekuk total (*overall buckling*), batang tekan mengalami tekuk total bila penampang batang kompak dan langsing (KL/r besar); (2) tekuk lokal (*local buckling*), batang yang mengalami tekuk lokal memiliki penampang yang tidak kompak dan elemen penampangnya langsing (rasio b/t besar).

3.1.1 Keruntuhan Akibat Tegangan Leleh Terlampaui

Pada keadaan yang umum batang tekan yang pendek dan mempunyai rasio lebar terhadap tebal (b/t) kecil dapat dibebani sampai bahan meleleh atau bahkan sampai daerah pengerasan regangan (*Strain Hardening*). Oleh karena itu keruntuhan akibat tegangan lelehnya terlampaui biasanya dijumpai pada jenis batang dengan karakteristik tersebut. Kapasitas tekan ditentukan sebagai hasil kali tegangan leleh dan luas penampang seperti ditunjukkan oleh Persamaan (3.1). Menurut *Charles G. Salmon dan Johnson (1994)* salah satu faktor yang berpengaruh pada kegagalan ini adalah luas penampang dari batang tekan

tersebut. Semakin besar luas penampang melintang batang maka kapasitas tekannya akan semakin meningkat, sehingga risiko untuk keruntuhan ini dapat diminimalisir dan sebaliknya. Biasanya pada kondisi ini $F_{cr} \geq F_y$, sehingga $F_{cr} = F_y$.

$$P_u = A_g \times F_y \quad (3.1)$$

dengan: A_g = luas penampang batang tarik, F_y = tegangan leleh baja.

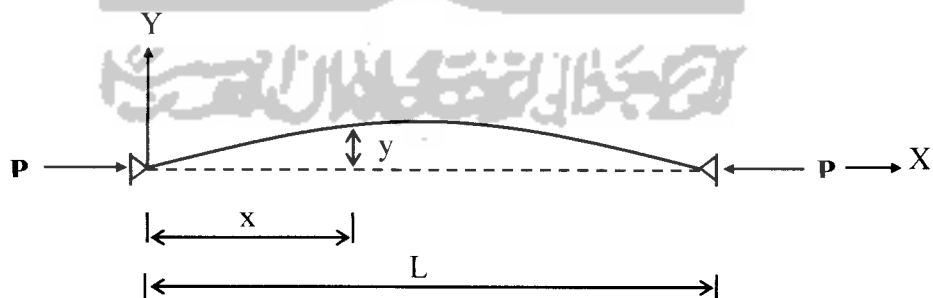
3.1.2 Keruntuhan Akibat Tekuk

Keruntuhan akibat tekuk terdiri dari 2 macam, yaitu : (a) Tekuk total dan (b) Tekuk lokal

a. Tekuk Total

Pada keruntuhan akibat tekuk ini, tegangan yang terjadi pada seluruh penampang masih dalam keadaan elastis, sehingga biasa disebut tekuk elastis.

Tekuk elastis dikemukakan oleh Leonhard Euler (1744), sebagai berikut:



Gambar 3.2 Batang tertekan

L = panjang bentang, Δ = lendutan

Berdasarkan Gambar 3.2, batang tekan yang ditinjau pada titik sejauh x mengalami deformasi lateral sebesar y dapat dihitung menggunakan pendekatan seperti pada Persamaan (3.2a) yaitu persamaan diferensial kurva elastis berikut.

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -M \quad (3.2a)$$

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -P \cdot y \quad (3.2b)$$

Persamaan (3.2b) dapat ditulis kembali menjadi

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{P}{EI} y = 0 \quad (3.2c)$$

Penyelesaian Persamaan (3.2c) menghasilkan beban tekuk Euler (*Euler buckling load*), yaitu

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2} \quad (3.3)$$

jika ruas kiri dan kanan Persamaan (3.3) dibagi dengan luas penampang (A), maka akan diperoleh tegangan tekan kritis Euler seperti terlihat pada Persamaan (3.4) berikut ini,

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \quad (3.4)$$

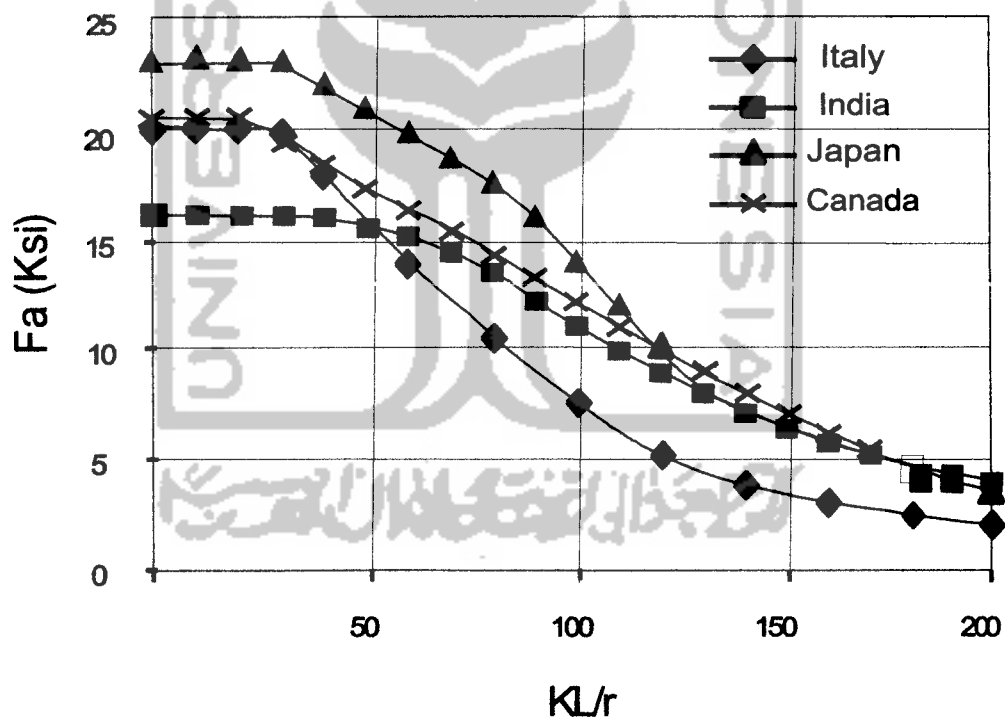
dengan: E = modulus elastisitas baja, L = panjang tekuk, dan r = jari-jari inersia

minimum = $\sqrt{\frac{I}{A}}$, I = inersia bahan. Berdasarkan Persamaan (3.4) terlihat bahwa

tegangan kritis batang tekan berbanding terbalik dengan kuadrat kelangsingan

(KL/r), sehingga semakin langsing batang tekan tegangan kritisnya akan semakin kecil.

Kurva tegangan ijin (F_a) fungsi kelangsingan (KL/r) pada kolom di beberapa negara yaitu: Italia, India, Jepang dan Kanada menunjukkan grafik hubungan yang hampir sama seperti terlihat pada Gambar 3.3. Penurunan tegangan ijin batang relatif kecil pada KL/r kecil (0 s/d ± 40), penurunan tegangan ijin batang terjadi besar seiring dengan penambahan KL/r untuk $KL/r = \pm 40$ sampai dengan ± 160 , dan menjadi relatif datar untuk KL/r lebih dari ± 160 .



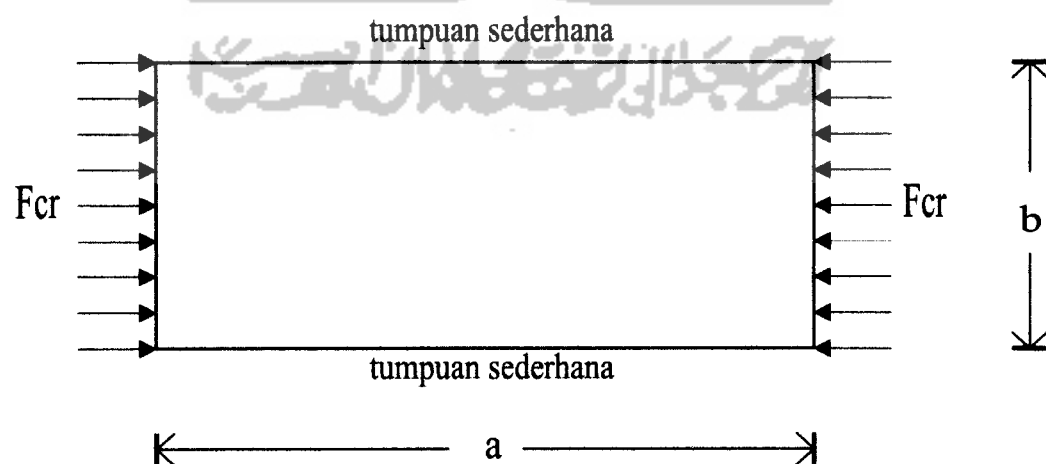
Gambar 3.3 Grafik hubungan KL/r dengan F_a di beberapa negara (Lambert Tall, 1974)

b. **Tekuk Lokal**

Lambert Tall (1974) mengemukakan tekuk lokal adalah tekuk yang terjadi pada salah satu elemen penyusun tampang suatu struktur yang menyebabkan elemen yang tertekuk tidak dapat lagi menanggung penambahan beban, dengan kata lain efisiensi penampang berkurang. Keruntuhan akibat tekuk lokal ini terjadi pada penampang yang langsing dimana tegangan kritis (F_{cr}) yang dimiliki oleh plat jauh di bawah tegangan lelehnya (F_y). Pendapat yang sama juga dikemukakan oleh *Charles G. Salmon dan Johnson (1994)*, tegangan tekuk elastik teoritik atau tegangan kritis plat yang tertekan terlihat pada Gambar 3.4 dan dapat dinyatakan dengan Persamaan (3.5).

$$F_{cr} = k \frac{\pi^2 E}{12(1 - \mu^2)(b/t)^2} \quad (3.5)$$

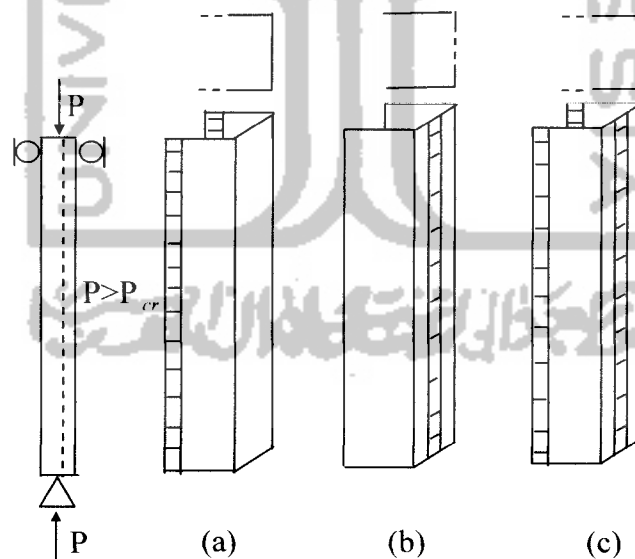
dengan : F_{cr} = tegangan kritis, k adalah koefisien tekuk, $\pi = 3,14$, E adalah modulus elastisitas baja, μ adalah rasio poisson = 0,3, dan b/t adalah rasio lebar terhadap tebal plat.



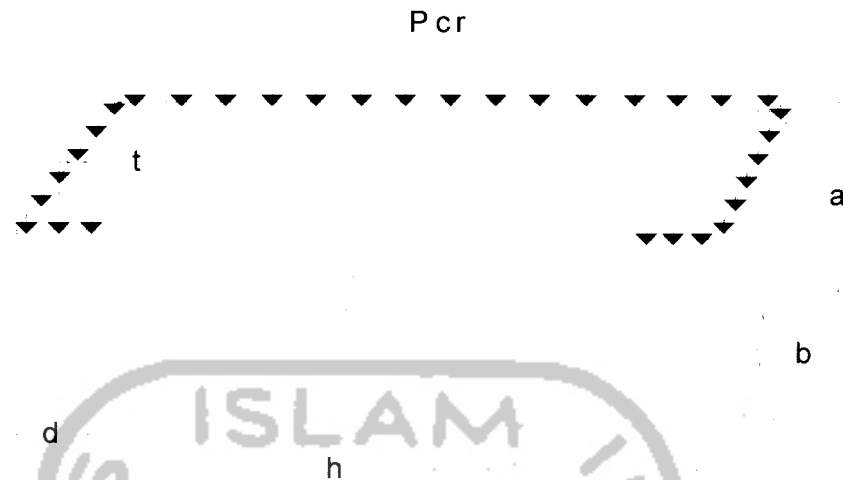
Gambar 3.4. Plat tumpuan sederhana

Berdasarkan Persamaan (3.4) tegangan kritis elemen tekan dipengaruhi koefisien tekuk (k) dan rasio lebar terhadap tebal pelat (b/t). Tegangan kritis juga dipengaruhi aspek rasio yaitu rasio panjang terhadap lebar pelat (a/b). Semakin besar aspek rasio dan rasio lebar terhadap tebal pelat (b/t), koefisien tekuk semakin kecil sehingga menyebabkan terjadinya tekuk lokal pada penampang profil di bagian sayap maupun di bagian badan.

Menurut **J Rhodes dan A C Walker (1979)** tekuk yang dialami oleh penampang kolom profil *Channel* terjadi di beberapa bagian, antara lain (a) tekuk yang terjadi pada sayap, (b) tekuk yang terjadi pada badan, (c) tekuk yang terjadi pada sayap dan badan. Gambar 3.5 menunjukkan penampang profil *Lipped Channel* yang mengalami tekuk.



Gambar 3.5 Penampang kolom profil *channel* di pasca tekuk lokal



Gambar 3. 6 Profil *Lipped Channel*

dengan: h = tinggi badan, b = lebar sayap, d = panjang lip, t = tebal profil, E = modulus elastis ($2 \cdot 10^5$ Mpa), μ = rasio poisson (0,3)

Ragam interaksi tekuk lokal, antara lain:

1) Tekuk Lokal Lip

Bibir profil *lipped channel* dianggap sebagai plat yang salah satu sisinya bebas dan sisi lainnya dianggap sebagai dukungan sederhana. Sesuai dengan notasi pada Gambar 3.6. Tegangan kritis bibir dinyatakan dalam Persamaan (3.6). Nilai rasio panjang terhadap lebar plat (a/b) yang besar dan plat memikul tekanan murni maka nilai koefisien tekuk (k) untuk bibir profil, $k = 0,425$.

$$F_{cr\text{lip}} = k_{\text{lip}} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2) \left(\frac{d}{t}\right)^2} \quad (3.6)$$

2) Tekuk Lokal Sayap

perhitungan tegangan kritis untuk sayap dengan menganggap kedua sisinya sebagai tumpuan sederhana, ditunjukkan oleh Persamaan (3.7) sebagai berikut :

$$F_{cr \text{ sayap}} = k_{\text{sayap}} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2) \left(\frac{b}{t}\right)^2} \quad (3.7)$$

Untuk rasio panjang terhadap lebar plat (a/b) yang besar dan plat mendapat tekanan murni, maka koefisien tekuk pelat (k) = 4.

3) Tekuk Lokal Badan

Tegangan kritis untuk plat badan yang kedua sisinya dianggap sebagai tumpuan sederhana serta rasio panjang terhadap lebar plat (a/b) besar dan menerima tekanan murni, koefisien tekuk pelat (k) = 4, ditunjukkan pada Persamaan (3.8) berikut :

$$F_{cr \text{ badan}} = k_{\text{badan}} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2) \left(\frac{h}{t}\right)^2} \quad (3.8)$$

Nilai koefisien tekuk plat (k) pada badan, $k = 4$, maka Persamaan (3.7) dapat digunakan untuk mencari tegangan kritis badan dengan mengganti nilai b dengan nilai h . Sedangkan pada penelitian ini nilai tegangan kritis dipengaruhi nilai beban dibagi luasan, seperti pada persamaan (3.9) berikut :

$$F_{cr} = \frac{P}{A} \quad (3.9)$$

3.1.3 Nilai Koefisien Tekuk (k)

Nilai koefisien tekuk dari suatu kolom hanya bisa ditinjau pada kolom yang mengalami kerusakan akibat tekuk, baik akibat tekuk menyeluruh maupun akibat tekuk lokal.

Pada kondisi tekuk lokal, nilai k dipengaruhi oleh rasio lebar terhadap tebal (b/t) dan bisa didapat dengan persamaan dibawah ini.

$$k = \frac{F_{cr} \cdot 12 \cdot (1 - \mu^2) (b/t)^2}{\pi^2 \cdot E} \quad (3.9)$$

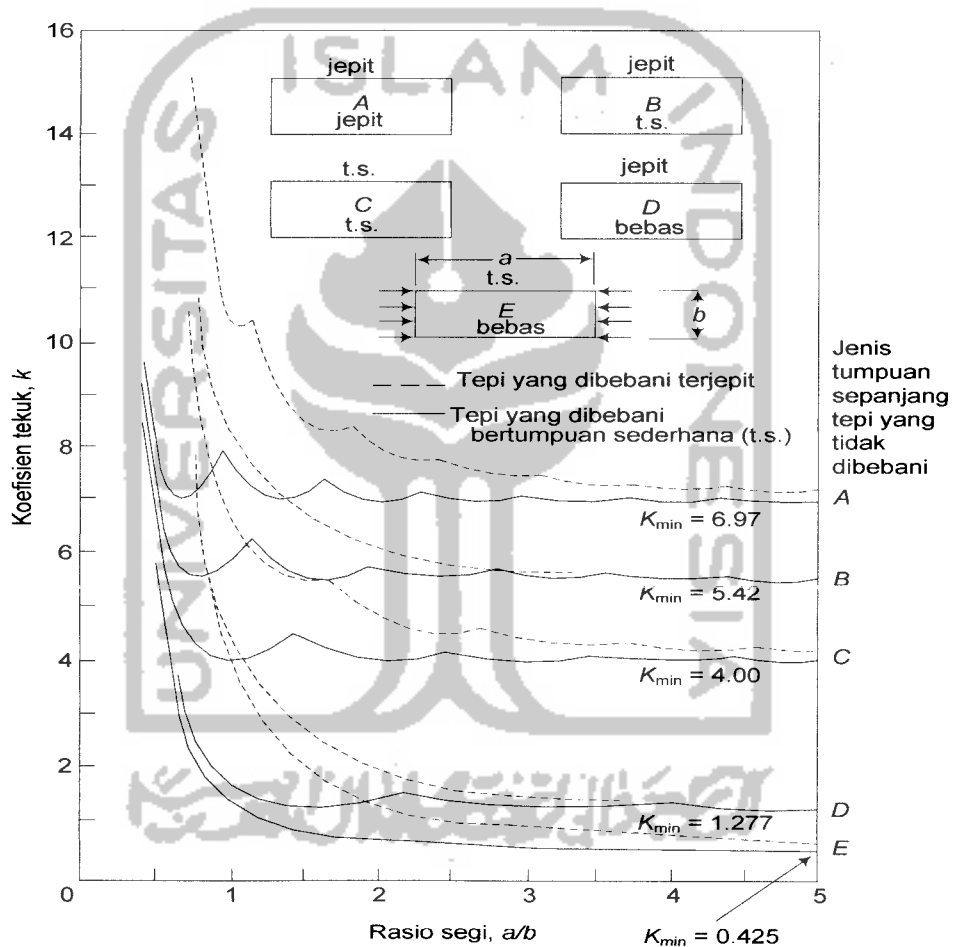
Pada kondisi tekuk total nilai koefisien tekuk (k) dipengaruhi oleh kelangsingan dari batang profil yang dapat diketahui menggunakan Persamaan (3.10). Dari persamaan (3.4) koefisien tekuk k dapat ditulis

$$k = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{F_{cr} (L/r)}} \quad (3.10)$$

dimana F_{cr} dinyatakan sebagai gaya batang dibagi luas profil (P_{cr} / A). Pada kegagalan akibat tekuk lokal, nilai koefisien tekuk (k) untuk elemen tekan plat dipengaruhi oleh kondisi tepi elemen plat dan rasio panjang terhadap lebar plat (a/b) seperti terlihat pada Gambar 3.4. Nilai koefisien tekuk (k) untuk berbagai kondisi tumpuan elemen plat diberikan pada Gambar 3.7.

Berdasarkan Gambar 3.4 dan Gambar 3.7, nilai rasio panjang terhadap lebar plat (a/b) yang lebih besar dari lima untuk setiap kondisi tumpuan elemen plat, memiliki nilai koefisien tekuk (k) yang hampir konstan dan nilai koefisien tekuk (k) yang digunakan adalah k_{minimum} (k_{min}). Untuk plat yang kedua sisinya merupakan tumpuan jepit (A) nilai $k_{\text{min}} = 6,97$, untuk plat yang salah satu sisinya tumpuan sederhana dan sisi lainnya tumpuan jepit (B) nilai $k_{\text{min}} = 5,42$. Sedangkan plat yang kedua sisinya tumpuan sederhana (C) nilai $k_{\text{min}} = 4$, untuk plat yang salah satu sisinya tumpuan jepit dan sisi lainnya bebas (D) nilai $k_{\text{min}} = 1,277$, serta untuk plat yang salah satu sisinya tumpuan sederhana dan sisi lainnya bebas (E) nilai $k_{\text{min}} = 0,425$.

Nilai koefisien tekuk (k) mendekati nilai 0,425 untuk plat yang salah satu sisinya tidak diperkuat, seperti yang dimiliki oleh bibir (*lips*) dan untuk plat yang kedua sisinya ditumpu oleh tumpuan sederhana memiliki nilai $k = 4$ dimiliki oleh badan. Tampak bahwa nilai k untuk bibir mendekati $1/10$ dari nilai k yang dimiliki oleh badan.



Gambar 3.7 Koefisien tekuk elastis untuk tekanan pada plat segi empat datar (dikutip dari Struktur Baja Disain Dan Perilaku, Salmon dan Johnson (1994))

Schafer (1997) mengemukakan nilai koefisien tekuk (k) untuk tekuk lokal dapat diketahui dengan analisa potongan, terbatas pada sayap tepi dan sayap badan. Sesuai dengan notasi yang digunakan dalam Gambar 3.6 nilai koefisien

tekuk (k) dipengaruhi oleh rasio tinggi terhadap lebar profil (h/b). Nilai koefisien tekuk (k) diambil dari nilai koefisien tekuk (k) terkecil hasil perhitungan Persamaan (3.11), Persamaan (3.12), dan Persamaan (3.13), sehingga kekuatan plat akibat tekuk lokal dapat diketahui menggunakan Persamaan (3.5).

a. Koefisien tekuk Sayap Tepi

Sesuai dengan notasi Gambar 3.6 nilai koefisien tekuk (k) untuk tekuk lokal sayap tepi dapat dihitung menggunakan Persamaan (3.11) seperti yang dikemukakan oleh *Schafer (1997)* berikut,

$$k_{\text{sayap_tepi}} = -11,07 \left(\frac{d}{b} \right)^2 + 3,95 \left(\frac{d}{b} \right) + 4 \quad (3.11)$$

b. Koefisien tekuk Sayap Badan

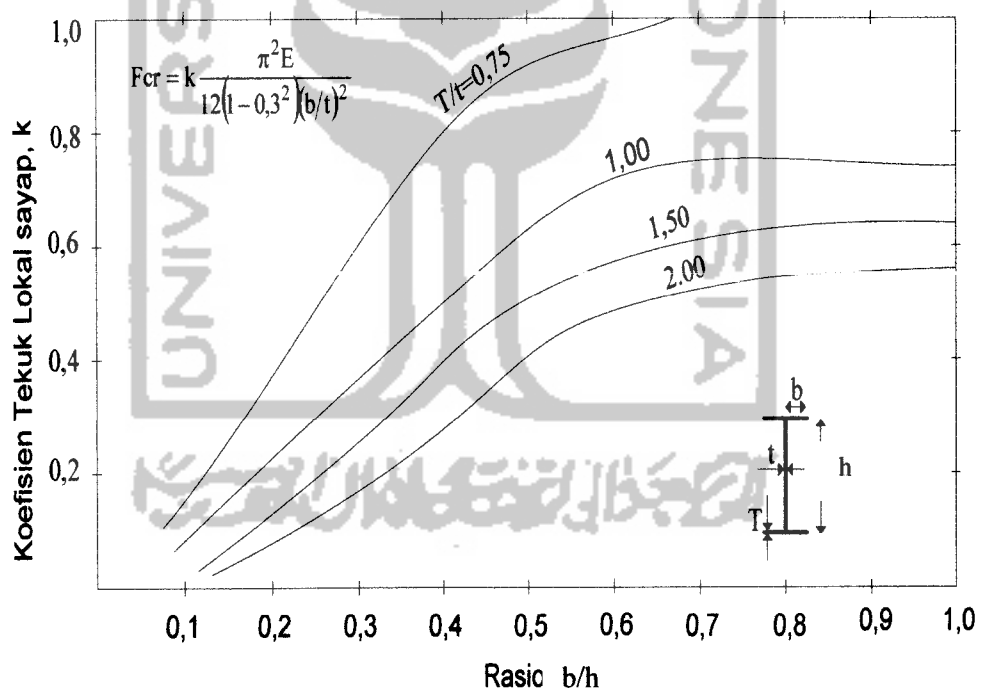
Nilai koefisien tekuk (k) untuk tekuk lokal sayap badan menurut *Schafer (1997)* dinyatakan dalam Persamaan (3.12) dan Persamaan (3.13). Dari persamaan-persamaan tersebut jika rasio tinggi badan terhadap lebar sayap (h/b) ≥ 1 maka nilai koefisien tekuk (k) ≤ 4 . Berdasarkan Gambar 7. untuk nilai $k = 4$ potongan elemen ini dianggap kedua sisinya sebagai tumpuan sendi. Jika $h/b < 1$ maka nilai k lebih dari 4.

$$k_{\text{sayap_badan}} = \left[\left[2 - \left(\frac{b}{h} \right)^{0.4} \right] \cdot 4 \cdot \left(\frac{b}{h} \right)^2 \right] \quad \text{jika } \frac{h}{b} \geq 1 \quad (3.12)$$

$$\left[\left[2 - \left(\frac{h}{b} \right)^{0.2} \right] \cdot 4 \right] \quad \text{jika } \frac{h}{b} < 1 \quad (3.13)$$

Kerusakan akibat tekuk dapat dicegah dengan memperkecil rasio lebar terhadap tebal pelat (b/t) sehingga meningkatkan koefisien tekuk (k). Nilai-nilai koefisien tekuk elastis k untuk penampang I pada tekanan yang sama ditunjukkan pada Gambar 3.8. Menurut *N.S Trahair* dan *M.A Bradford (1988)*, tegangan tekuk dapat diketahui menggunakan Persamaan (3.5) dengan mengganti tebal pelat sebagai tebal sayap T .

Tampak pada Gambar 3.8 bahwa untuk batang tekan penampang I, selain dipengaruhi oleh rasio lebar sayap terhadap tinggi profil (b/h), nilai koefisien tekuk (k) juga dipengaruhi oleh rasio tebal sayap terhadap tebal badan (T/t). Semakin besar rasio lebar sayap terhadap tinggi profil (b/h) nilai k semakin besar dengan nilai $k_{maks} = 1$, sehingga kekuatan batang akan meningkat



Gambar 3.8 Koefisien tekuk lokal untuk batang tekan penampang I (N.S Trahair dan M.A. Bradford, 1988)

Nilai-nilai koefisien tekuk k untuk penampang I pada tekanan yang sama ditunjukkan pada Gambar 3.9. Menurut *Blaic (1952)*, koefisien tekuk dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (3.14) dan persamaan (3.15)

$$\sqrt{k} = 2 + \frac{2}{10\zeta + 4} \text{ jika } \frac{h}{t} \leq b\sqrt{k} \quad (3.14)$$

$$\sqrt{k} = 0,65 + \frac{2}{3\zeta + 4} \text{ jika } \frac{b}{t} \leq h\sqrt{k} \quad (3.15)$$

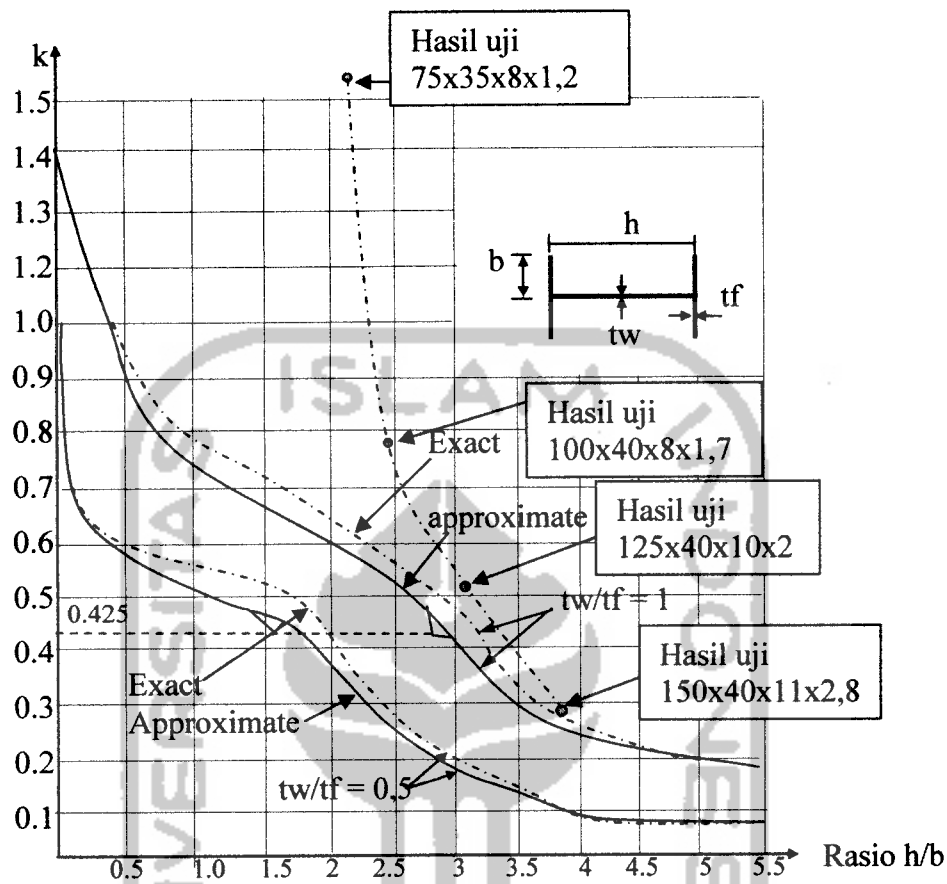
Dimana ζ = koefisien pengekan (*coeficient of restraint*) dapat dihitung dari persamaan (3.16) dan (3.17)

$$\zeta = 2 \frac{t^3}{t_f^3} \frac{0,16 + 0,0056(h/b)^2}{1 - 9,4 \frac{t^2 b^2}{t_f^2 h^2}} \text{ jika } 9,4 \frac{t^2 b^2}{t_f^2 h^2} \leq 1 \quad (3.16)$$

$$\zeta = \frac{t_f^3 h}{t^3 b} \frac{1}{1 - 0,106 \frac{t^2 b^2}{t_f^2 h^2}} \text{ jika } 9,4 \frac{t^2 b^2}{t_f^2 h^2} \geq 1 \quad (3.17)$$

Dimana t_f = tebal sayap, h = tinggi badan dan b = lebar sayap. Gambar (3.9) menunjukkan hubungan antara nilai k dengan rasio h/b dengan rasio ketebalan $\frac{t_w}{t_f} = 1$ dan $\frac{t_w}{t_f} = 0,5$. Garis putus-putus menunjukkan nilai kebenaran(exact) dan garis tebal menunjukkan nilai perkiraan(approximate). Dengan persamaan tegangan kritis(P_{cr}) menggunakan persamaan (3.18). Dan nilai k menggunakan persamaan (3.14) dan (3.15)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E \sqrt{\tau}}{12 - (1 - \nu^2)} \left(\frac{t_f}{b}\right)^2 k \quad (3.18)$$



Gambar 3.9. Hubungan nilai koefisien tekuk pelat dengan rasio h/b (dikutip dari buku Bleich (1952))

3.2 Elemen – elemen tertekan yang tidak diperkuat

Elemen – elemen pelat yang tidak diperkuat memiliki pengaruh yang besar pada perubahan bentuk atau depormasi dipusat pasca tekuk dan kekuatannya memungkinkan untuk dibentuk oleh tegangan tekuk.

Perkembangan tekanan yang menitikberatkan pada elemen – elemen plat tanpa pengaku digambarkan pada gambar 3.10. Garis tebal pada kurva menggambarkan kekuatan dari tekuk. Garis kurva ini terdiri dari tiga bagian.

(Lambert Tall, 1974) Yaitu :

$$1. 0 < b/t < \frac{24,11}{\sqrt{F_y}} (Mpa) ; F_u = F_y, \text{ yaitu plat tidak menekuk sebelum mencapai}$$

titik patah.

$$2. \frac{24,11}{\sqrt{F_y}} (Mpa) < b/t < \frac{54,84}{\sqrt{F_y}} (Mpa) ; \text{ kurva transisi garis lurus. Perbedaan pada}$$

bagian – bagian profil canai panas, penurunan tidak begitu besar dipengaruhi oleh tegangan residu. Dibagian ini plat – plat menekuk secara tak elastis dan pada intinya tidak memiliki kekuatan pasca penekukan.

$$3. b/t < \frac{54,84}{\sqrt{F_y}} (Mpa) ; \text{ plat – plat menekuk secara elastis. Karena pada}$$

kebanyakan kasus plat kembali meregang satu sama lainnya, disini dipakai koefisien tekuk suatu plat 0,5. garis lurus ini sedikit lebih tinggi 0, 425 dari garis yang digunakan pada plat – plat yang hanya didukung disatu sisi tepi plat. Jarak plat ini menunjukkan adanya peningkatan kekuatan pasca penekukan yang terlihat pada perbedaan antara garis (kurva a) dan (kurva aa).

Kekuatan akhir kurva (aa) dihitung dari persamaan (3.19), yang memberi lebar efektif.

$$\frac{b_e}{b} = 1,19 \sqrt{\frac{F_{cr}}{f_{maks}}} \left(1 - 0,30 \sqrt{\frac{F_{cr}}{f_{maks}}} \right) \quad (3.19)$$

Dimana f_{maks} adalah tegangan tepi. f_{maks} diambil sebagai pambagi secara keseluruhan diatas lebar efektif.

Seperti persamaan 3.20, lebar efektif bukan hanya tergantung pada rasio lebar terhadap tebal saja melainkan juga pada tegangan tepi (f_{maks}).

Dari persamaan 3.20 dengan asumsi $b_e = b$ maka didapat persamaan,

$$\frac{b}{t} = \frac{576}{\sqrt{f_{maks}}} \quad (3.21)$$

Dari persamaan 3.21 bila $b/t < 60$ maka

$$\frac{b'_e}{t} = \frac{b_e}{t} - 0,10 \left(\frac{b}{t} - 60 \right) \quad (3.22)$$

Bila $60 < b/t < 90$ maka

$$A_{efektif} = \left[\left(3 - 2 \frac{b}{t} \right) - \frac{1}{30} \left(1 - \frac{b'_e}{b} \right) \left(\frac{b}{t} \right) \right] A \quad (3.23)$$

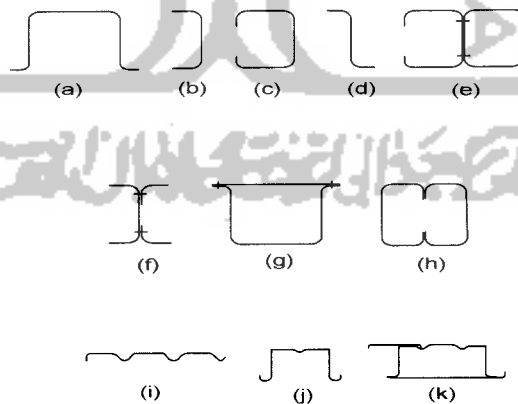
3.4 Penampang profil bentukan dingin

Penampang batang (profil) merupakan element struktur yang berpengaruh terhadap penempatan fungsi yang harus dipenuhi oleh struktur, agar sesuai dengan fungsi struktur maka pemilihan penampang harus didasari oleh fungsi dari struktur, dan beban yang harus dipikul.

Penampang batang yang terbuat dari potongan atau baja-pelat bentukan dingin (*cold-formed members*) digunakan secara luas didalam konstruksi. Suatu karakteristik yang baik dari baja bentukan dingin adalah dapat dibentuk ke dalam suatu variasi melintang yang besar dibentuk bersekat-sekat dengan penggunaan peralatan sederhana. Perlindungan dari bagian bentukan dingin untuk melawan terhadap karatan sangat mudah yaitu dengan menggembleng atau lebih baik dilapisi dengan pelat logam sebelum pembuatan. (*Lambert tall,1974*)

Gambar 3.11 menunjukkan profil bentukan dingin ukuran ringan dapat dibedakan menjadi tiga kelompok (*Lambert Tall,1974*), yaitu :

1. Bagian a sampai d, bentuk sederhana
2. Bagian e sampai h, bentuk penuh
3. Bagian i sampai k, bentuk panel atau dek.

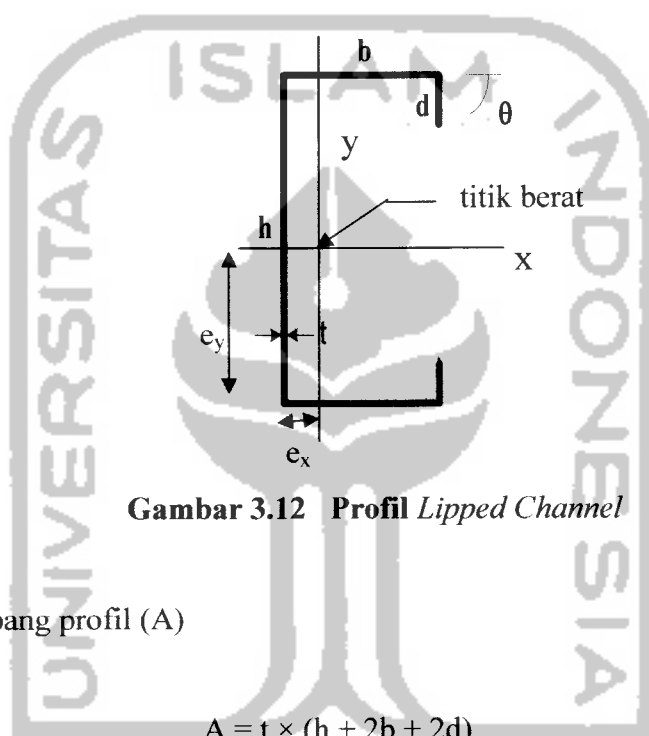


Gambar. 3.11 Profil bentukan dingin

Pada penelitian ini penampang yang digunakan adalah baja bentukan dingin dengan profil lipped channel.

3.5 Penampang lintang lipped Channel

Sifat penampang (*Section Properties*) dari profil *lipped channel* seperti terlihat pada Gambar 3.12, yang meliputi: (a) luas penampang, (b) momen inersia dan (c) jari-jari inersia, dapat dihitung menggunakan persamaan-persamaan di bawah ini.



Gambar 3.12 Profil *Lipped Channel*

luas penampang profil (A)

$$A = t \times (h + 2b + 2d) \quad (3.24)$$

$$e_y = \frac{1}{2} \cdot h \quad (3.25)$$

$$e_x = \frac{b \cdot (b + 2 \cdot d)}{h + 2 \cdot b + 2 \cdot d} \quad (3.26)$$

momen inersia terhadap sumbu X

$$I_x = \frac{1}{12} \cdot t \cdot h^3 + \frac{1}{2} \cdot b \cdot t \cdot h^2 + \frac{2}{3} \cdot d^3 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot d \cdot t \cdot h^2 - d^2 \cdot t \cdot h + \frac{1}{6} \cdot b \cdot t^3 \quad (3.27)$$

momen inersia terhadap sumbu Y

$$I_y = \frac{1}{12} .ht^3 + \frac{2}{3} .t.b^3 + \frac{1}{6} .dt^3 + 2.dt.b^2 - (ht + 2.bt + 2.dt).b^2 . \frac{(b+2.d)^2}{(h+2.b+2.d)^2} \quad (3.28)$$

jari-jari inersia terhadap sumbu X

$$i_x = r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} \quad (3.29)$$

jari-jari inersia terhadap sumbu Y

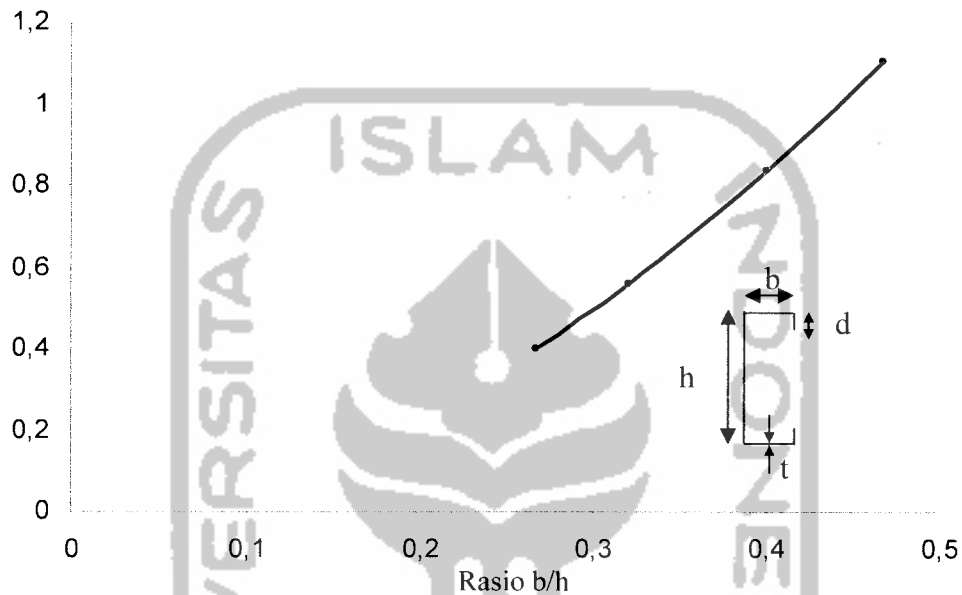
$$i_y = r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} \quad (3.30)$$

3.6 Pengaruh rasio lebar terhadap tinggi penampang

Rasio lebar sayap terhadap tinggi badan berpengaruh pada koefisien tekuk lokal, jika $h/b = 1$ maka nilai $k = 4$. Jika $h/b > 1$ maka nilai k kurang dari 4 dalam kaitannya dengan tekuk pada badan. Jika $h/b < 1$ maka nilai k lebih dari 4 dalam kaitannya dengan pengekangan oleh badan pada sayap

Variasi rasio lebar terhadap tinggi penampang ditunjukkan pada gambar (3,13; 3,14; 3,15; 3,16)

Gambar 3.17 menunjukkan pengaruh nilai rasio lebar terhadap tinggi penampang terhadap nilai koefisien tekuk pelat (k). Dengan menggunakan persamaan 3.12.



Gambar 3.17 grafik hubungan b/h – nilai koefisien tekuk pelat(k)

3.7 Hipotesis

Berdasarkan kajian dari pustaka dan landasan teori dapat dikemukakan hipotesis sebagai berikut. Bahwa nilai k merupakan fungsi dari rasio b/h dan F_{cr} merupakan fungsi dari nilai k . Sehingga nilai k dan F_{cr} dipengaruhi oleh rasio b/h .