

BAB III

LANDASAN TEORI

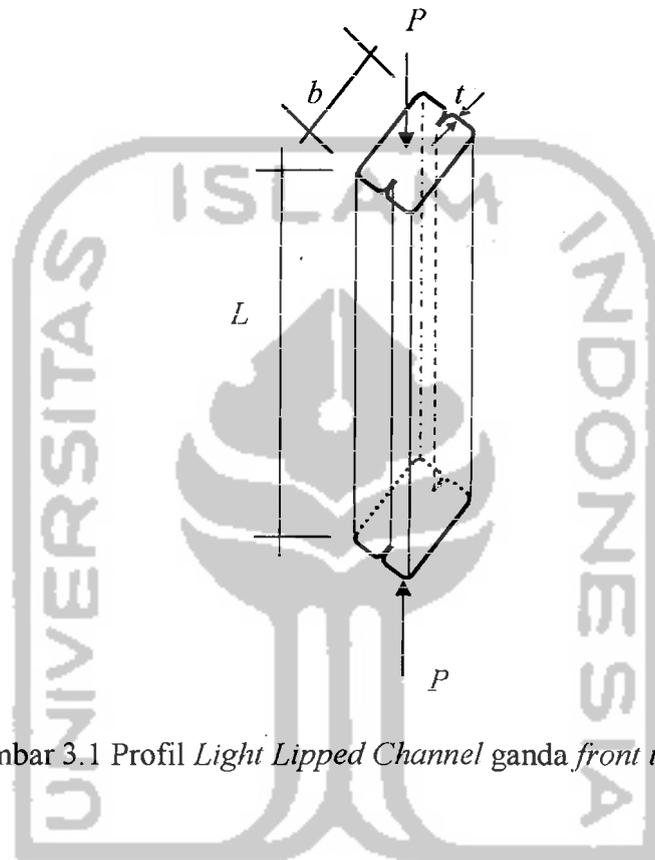
3.1. Kolom Profil Bentuk Dingin

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang menerima beban aksial tekan. Elemen bentuk dingin adalah elemen yang dibentuk dalam keadaan sudah dingin tidak dalam keadaan panas seperti yang dilakukan dalam pembentukan profil gilas. Struktur kolom bentuk dingin dapat disusun dalam berbagai macam variasi bentuk tampang, sesuai dengan fungsi tampang tersebut, dengan menggunakan alat sambung las, baut, dan alat sambung lainnya (Lambert Tall, 1974).

Lambert Tall (1974) juga mengemukakan bahwa proses pembentukan dingin mengakibatkan perubahan properti material, biasanya proses pembentukan dingin meningkatkan titik leleh. Perubahan properti material selama proses pembentukan dingin tergantung pada banyak faktor, antara lain, kandungan bahan kimia dalam baja, jumlah pengerjaan dingin selama proses pengerjaan, tipe pengerjaan dingin (ditarik atau ditekan), properti material awal, dan lain-lain.

Struktur kolom tersusun dari *Light Lipped Channel* adalah salah satu elemen struktur ber dinding tipis yaitu elemen struktur yang terbuat dari lembaran plat yang memiliki ketebalan kurang dari 4,5mm dan digunakan untuk menahan beban aksial tekan. Seperti elemen struktur ber dinding tipis lainnya, kolom

berdinding tipis memiliki rasio lebar terhadap tebal (b/t) besar. Pendapat tersebut dikemukakan oleh Vazirani dan Ratwani, 1977.



Gambar 3.1 Profil *Light Lipped Channel* ganda *front to front*

Gambar 3.1 menunjukkan profil bentukan dingin yang tersusun dari dua profil *Light Lipped Channel* yang disatukan pada sisi depannya dan disatukan dengan alat sambung las pada seluruh titik temu kedua profil *Light Lipped Channel*. Kolom yang tersusun dari dua profil *Light Lipped Channel* dibebani dengan beban aksial sentris (P) pada kedua ujungnya.

3.2 Kapasitas Kolom

Kapasitas struktur kolom dalam menahan gaya tekan dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain, sifat bahan (meliputi tegangan leleh, tegangan residu,

modulus elastisitas, dan lain-lain), geometri penampang (luas tampang, inersia tampang, bentuk tampang, rasio b/t , dan lain-lain), dan kelangsingan. Faktor geometri dan kelangsingan mempengaruhi stabilitas kolom terhadap tekuk. Tekuk yang dibahas dalam penelitian ini adalah tekuk keseluruhan yang dipengaruhi kelangsingan yang diwakili dengan rasio L/r dan tekuk lokal yang dipengaruhi oleh geometri penampang yang diwakili dengan rasio b/t .

3.2.1 Tekuk Keseluruhan

Menurut persamaan *Euler* yang dikemukakan oleh Lambert Tall, 1974, beban kritis kolom diturunkan dari persamaan pelenturan sebuah batang lurus yang semua seratnya tetap elastis hingga tekuk terjadi, batang tersebut memiliki dukungan sederhana pada ujung-ujungnya seperti pada Gambar 3.2 dan diberi gaya aksial tekan sentris.

Di suatu titik yang berjarak x , momen lentur M_x pada batang yang sedikit melengkung adalah

$$M_x = P \cdot y \quad 3.1$$

Gere dan Timoshenko, 1985, mengemukakan persamaan kelengkungan yang merupakan fungsi dari lendutan y berlaku untuk segala jenis material, dengan syarat rotasi yang terjadi kecil. Persamaan tersebut adalah,

$$\kappa = \frac{1}{\rho} = \frac{\partial \theta}{\partial x} = \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \quad 3.2$$

dengan ρ adalah jari-jari kelengkungan. Karena material kolom masih dalam kondisi elastis linier dan mengikuti hukum Hooke, maka

$$\kappa = \frac{1}{\rho} = -\frac{M}{EI} \quad 3.3$$

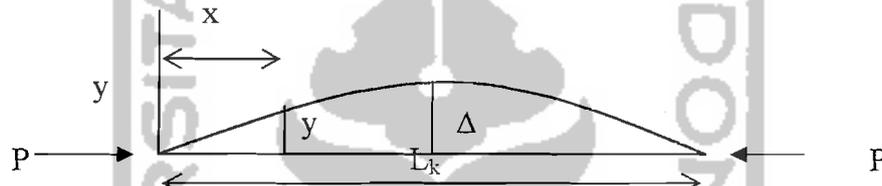
Substitusi Persamaan 3.2 dengan Persamaan 3.3 menghasilkan,

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M_x}{E.I} \quad 3.4$$

Substitusi Persamaan 3.2 dengan Persamaan 3.4 menghasilkan,

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{P.y}{E.I} = 0 \quad 3.5$$

dengan E = modulus elastis, I = inersia, P = gaya aksial, y = pelenturan



Gambar 3.2 Batang lurus dibebani gaya tekan aksial

bila diasumsikan

$$k^2 = P/EI \quad 3.6$$

, maka Persamaan 3.5 menjadi

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + k^2 y = 0 \quad 3.7$$

penyelesaian persamaan diferensial linear berordo dua ini dapat dinyatakan sebagai

$$y = A \sin kx + B \cos kx \quad 3.8$$

dengan menetapkan syarat batas:

a. $y = 0$ pada $x = 0$

b. $y = 0$ pada $x = L_k$

dari syarat "a" diperoleh $B = 0$, dan dari syarat "b" diperoleh persamaan

$$A \sin (k.L_k) = 0 \quad 3.9$$

Persamaan 3.9 dapat dipenuhi bila diterapkan pada kondisi:

- konstanta $A = 0$, yaitu kondisi tanpa lendutan
- $kL_k = 0$, yaitu tidak ada beban luar
- $kL_k = N\pi$, yaitu syarat terjadinya tekuk sehingga $k = (N.\pi)/L_k$

substitusi nilai $k = (N.\pi)/L_k$ dari kondisi kedalam Persamaan 3.6, maka

$$\frac{P}{EI} = \left(\frac{N\pi}{L_k} \right)^2$$

atau

$$P = \frac{N^2 \pi^2 EI}{L_k^2} \quad 3.10$$

Menurut Lambert Tall (1974), beban kritis adalah beban terkecil yang mampu mengakibatkan kolom tersebut dalam kondisi kritis. Kondisi tersebut dapat terjadi bila defleksi merupakan lendutan berkelengkungan tunggal (*single curvature*), sehingga nilai $N = 1$. Dengan demikian, beban kritis Euler untuk kolom yang berujung-ujung sendi adalah:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 . E . I}{L_k^2} \quad 3.11$$

dengan $L_k =$ Panjang tekuk

Bila masing-masing ruas Persamaan 3.25 dibagi dengan luas penampang batang “A” diperoleh:

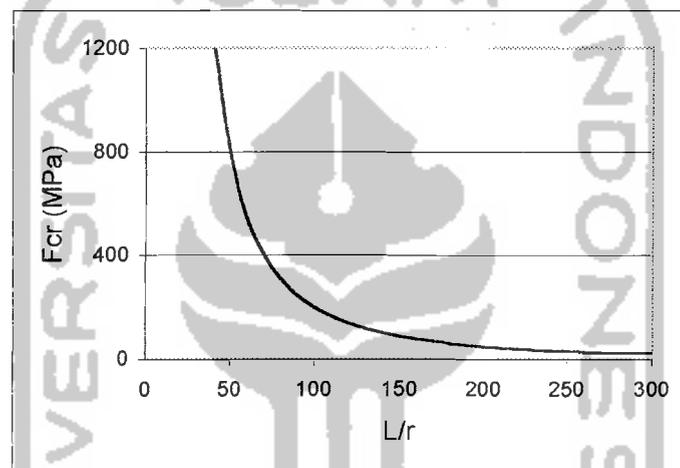
$$F_{cr} = \frac{\pi^2 . E . I}{A . L_k^2} \quad 3.12$$

dimana, $I = A . r^2$ atau $r^2 = I/A$, maka,

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E}{(L_k/r)^2} \quad 3.13$$

dengan r = Jari-jari kelembaman

Persamaan 3.13 diatas memperlihatkan dengan jelas kapasitas pikul beban suatu kolom selalu berbanding terbalik dengan kuadrat panjang tekuk, sebanding dengan modulus elastis material dan momen inersia penampang.



Gambar 3.3 Grafik tegangan kritis Euler yang merupakan fungsi kelangsingan (L/r) (Lambert Tall,1974)

Gambar 3.3 menunjukkan persamaan tekuk *Euler* (Persamaan 3.13) dapat digunakan untuk memprediksi beban kritis kolom untuk setiap angka kelangsingan (L/r). Berdasarkan Gambar 3.3 bahwa semakin panjang kolom maka semakin kecil beban yang dapat menyebabkan kolom tersebut tertekuk, sebaliknya semakin pendek kolom maka semakin besar beban yang dapat menyebabkan kolom tersebut tertekuk.

3.2.2 Tekuk Lokal

Menurut Lambert Tall, 1974, tekuk lokal adalah tekuk yang terjadi pada salah satu elemen penyusun tampang suatu struktur. Elemen plat penyusun kolom bentukan dingin memiliki rasio b/t besar, sehingga mungkin terjadi tekuk lokal.

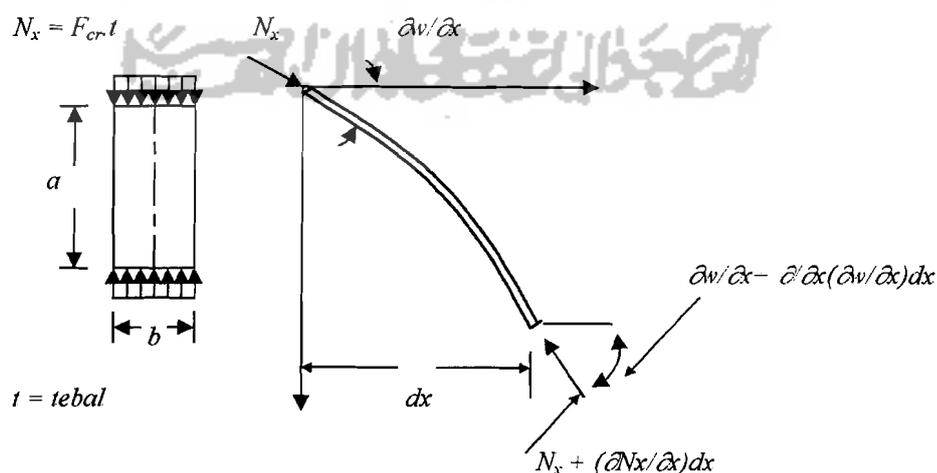
Tekuk setempat menyebabkan elemen yang tertekuk tidak dapat menerima penambahan beban, dengan kata lain efisiensi penampang berkurang.

Menurut Vaziranidan Ratwani, 1977, secara umum hitungan kekuatan struktur kolom bentukan dingin pada dasarnya hampir sama dengan dengan struktur kolom profil gilas, tetapi ada beberapa perubahan yang perlu dilakukan. Perubahan tersebut perlu dilakukan karena ketebalan plat yang digunakan untuk menyusun struktur kolom bentukan dingin sangat kecil.

Tekuk lokal yang perlu ditinjau adalah stabilitas lentur plat. Persamaan diferensial umum tekuk plat homogen yang dikemukakan oleh Salmon dan Johnson, 1994, adalah,

$$D \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) = q \quad 3.14$$

dengan D adalah kekakuan lentur plat, dimana $D = Et^3 / (12 (1 - \mu^2))$



Gambar 3.4 Plat yang ditekan secara merata

Berdasarkan uraian Salmon dan Johnson, 1994, suku q yang menyatakan komponen beban transversal akibat lenturan plat, komponen transversal dari gaya tekan N_x ketika plat melendut ke posisi tertekuk perlu ditinjau. Penjumlahan gaya-gaya dalam arah z pada elemen plat pada Gambar 3.4 memberikan

$$N_x dy \frac{\partial w}{\partial x} - \left(N_x + \frac{\partial N_x}{\partial x} dx \right) dy \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} dx \right) = q dx dy$$

$$- \left(N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial N_x}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial N_x}{\partial x} dx \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) dy dx = q dx dy \quad 3.15$$

Mengabaikan suku berordo tinggi yang sangat kecil, maka diperoleh

$$q = -N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \quad 3.16$$

Substitusi Persamaan 3.16 kedalam Persamaan 3.14 menghasilkan

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = -\frac{N_x}{D} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \quad 3.17$$

Persamaan 3.17 merupakan persamaan diferensial parsial dengan w sebagai fungsi dari x dan y . Lenturan w dapat dinyatakan sebagai perkalian fungsi $x(X)$ dan fungsi $y(Y)$. Juga, tekuk dapat dianggap menimbulkan lendutan yang berbentuk kurva sinus dalam arah x . Jadi,

$$w = X(x)Y(y) \quad 3.18$$

misalkan, $X(x) = \sin(m\pi x/a)$ dan m adalah jumlah setengah gelombang lendutan plat terhadap sumbu x .

Dimana fungsi X memenuhi syarat lendutan nol dan momen nol tumpuan sederhana di $x = 0$ dan $x = a$, Substitusi Persamaan 3.18 ke Persamaan 3.17 dan eliminasi suku umum $\sin(m\pi x/a)$ menjadi

$$\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 Y - 2\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 \frac{d^2 Y}{dy^2} + \frac{d^4 Y}{dy^4} = \frac{N_x}{D} \left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 Y$$

$$\frac{d^4 Y}{dy^4} - 2\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 \frac{d^2 Y}{dy^2} + \left[\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 - \frac{N_x}{D} \left(\frac{m\pi}{a}\right)^2\right] Y = 0 \quad 3.19$$

yang merupakan persamaan diferensial homogen biasa berordo empat.

Penyelesaian Persamaan 3.19 dapat dinyatakan dalam bentuk

$$Y = C_1 \sinh \alpha y + C_2 \cosh \alpha y + C_3 \sin \beta y + C_4 \cos \beta y \quad 3.20$$

dengan

$$\alpha = \sqrt{\left(\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \sqrt{\left(\frac{N_x}{D} \left(\frac{m\pi}{a}\right)^2\right)}\right)} \quad 3.21$$

$$\text{dan } \beta = \sqrt{\left(-\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \sqrt{\left(\frac{N_x}{D} \left(\frac{m\pi}{a}\right)^2\right)}\right)} \quad 3.22$$

jadi, persamaan lendutan plat keseluruhan adalah

$$w = \left(\sin \frac{m\pi x}{a}\right) (C_1 \sinh \alpha y + C_2 \cosh \alpha y + C_3 \sin \beta y + C_4 \cos \beta y) \quad 3.23$$

yang harus memenuhi kondisi tepi (syarat batas). Bila sumbu simetri plat atau kondisi tumpuan sepanjang dua tepi yang sejajar arah pembebanan identik, maka koefisien fungsi ganjil C_1 dan C_3 harus nol. Jadi,

$$w = (C_2 \cosh \alpha y + C_4 \cos \beta y) \sin \frac{m\pi x}{a} \quad 3.24$$

Bila kondisi tumpuan di $y = b/2$ dan $y = -b/2$ bersifat sederhana, syarat di $y = \pm b/2$ adalah

$$w = 0 = \left(C_2 \cosh \alpha \frac{b}{2} + C_4 \cos \beta \frac{b}{2} \right) \sin \frac{m\pi x}{a}$$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 0 = \left(C_2 \alpha^2 \cosh \alpha \frac{b}{2} - C_4 \beta^2 \cos \beta \frac{b}{2} \right) \sin \frac{m\pi x}{a} \quad 3.25$$

Untuk penyelesaian selain $C_2 = C_4 = 0$, determinan koefisien-koefisien harus sama

$$\text{dengan nol. Jadi, } (\alpha^2 + \beta^2) \cosh \alpha \frac{b}{2} \cos \beta \frac{b}{2} = 0 \quad 3.26$$

Karena $\alpha^2 \neq -\beta^2$ kecuali $N_x = 0$ (penyelesaian trivial/tak berarti) dan $\cos \alpha(b/2)$

> 1 , dalam masalah yang riil Persamaan 3.26 hanya dapat dipenuhi bila

$$\cos \beta \frac{b}{2} = 0$$

dengan demikian, $\beta b/2 = \pi/2, 3\pi/2, 5\pi/2$, dan seterusnya

Pemakaian harga $\beta(b/2)$ terkecil dan substitusi ke Persamaan 3.22

menghasilkan

$$\frac{b}{2} \sqrt{\left(-\left(\frac{m\pi}{a} \right)^2 + \sqrt{\left(\frac{N_x}{D} \left(\frac{m\pi}{a} \right)^2 \right)} \right)} = \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{N_x}{D} \left(\frac{m\pi}{a} \right)^2 = \left[\frac{\pi^2}{b^2} + \left(\frac{m\pi}{a} \right)^2 \right]^2$$

$$N_x = D \left[\frac{\pi^2 a}{b^2 m \pi} + \frac{m \pi}{a} \right]^2$$

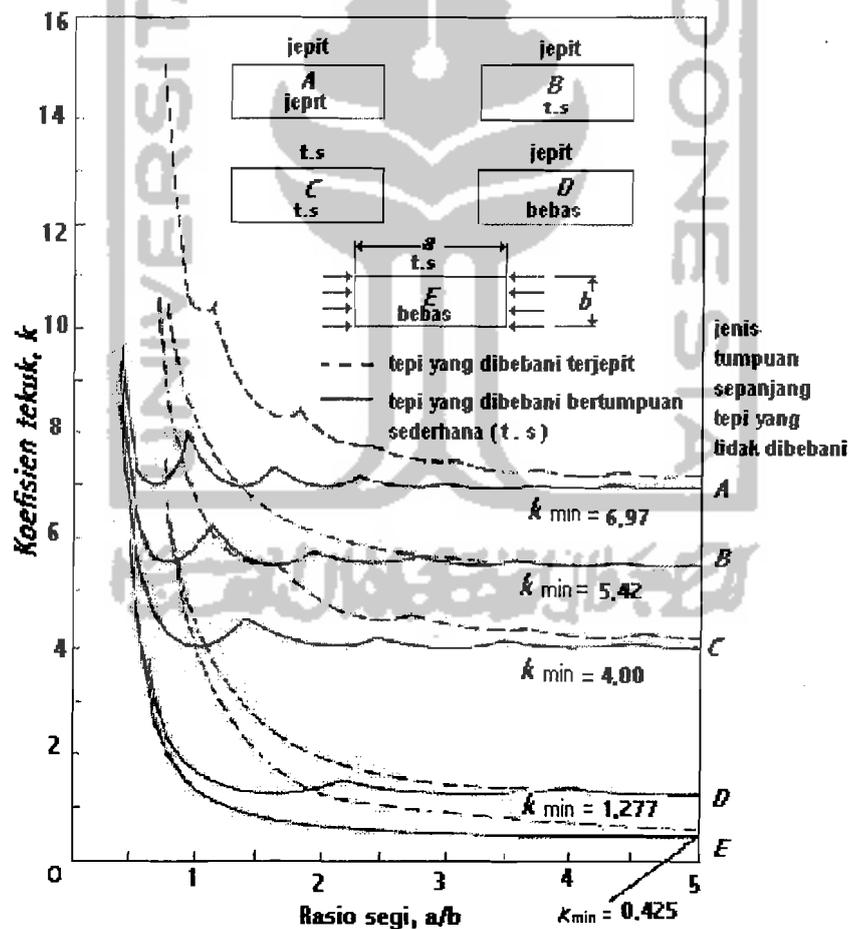
$$N_x = \frac{D \pi^2}{b^2} \left[\frac{1}{m} \frac{a}{b} + m \frac{b}{a} \right]^2 \quad 3.27$$

Karena $N_x = F_{cr} l$ dan $D = Et^3 / (12 (1 - \mu^2))$, tegangan tekuk elastis dapat dituliskan

sebagai

$$F_{cr} = k \frac{\pi^2 E}{12(1-\mu^2)(b/t)^2} \quad 3.28$$

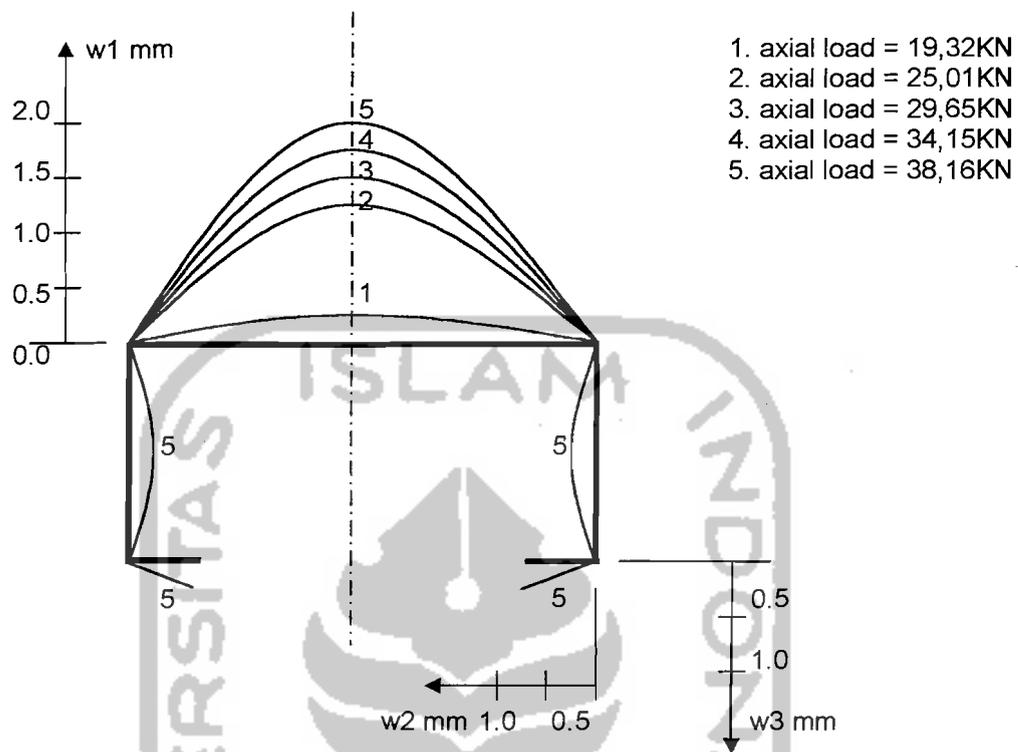
Koefisien tekuk plat k dipengaruhi oleh jenis dukungan pada plat tersebut. Secara umum, elemen tekan plat dibedakan menjadi dua kategori yaitu, elemen yang diperkuat (elemen yang bertumpu pada dua tepi yang sejajar arah tegangan tekan) dan elemen yang tidak diperkuat (elemen yang bertumpu pada satu tepi dan bebas satu sisi lainnya yang sejajar arah tegangan tekan).



Gambar 3.5 Koefisien tekuk elastis untuk tekanan pada plat segi empat datar (Salmon Johnson, 1994)

Gambar 3.5 memperlihatkan variasi koefisien tekuk k terhadap rasio segi a/b untuk kondisi tepi yang berbeda-beda, yaitu beberapa kombinasi jepit, tumpuan sederhana, dan bebas. Nilai kekakuan terbesar terjadi pada kondisi tumpuan berupa tumpuan jepit-jepit seperti pada grafik A dengan nilai $k = 6,97$, nilai kekakuan pada kondisi tumpuan berupa tumpuan jepit-tumpuan sederhana seperti pada grafik B dengan nilai $k = 5,42$, nilai kekakuan pada kondisi tumpuan berupa tumpuan jepit-bebas seperti pada grafik D dengan nilai $k = 1,277$, sedangkan nilai kekakuan terkecil terjadi pada kombinasi tumpuan sederhana dan bebas seperti pada grafik E dengan nilai $k = 0,425$.

Sifat kekompakan suatu penampang dapat diketahui dengan menggunakan tegangan kritis (F_{cr}) plat yang didapatkan dari Persamaan 3.28. Penampang dinamakan kompak apabila tegangan kritis F_{cr} lebih besar dari tegangan leleh bahan F_y . Apabila penampang yang memiliki F_{cr} lebih kecil dari F_y tetapi masih lebih besar dari F_y dikurangi tegangan residu bahan F_r , maka penampang tersebut dinamakan setengah kompak. Apabila penampang yang memiliki F_{cr} kurang dari F_y dikurangi tegangan residu bahan F_r , maka penampang tersebut dinamakan tidak kompak. Pada profil, yang memiliki dua macam atau lebih rasio b/t , kolom yang dibebani beban aksial tekan sentris lendutan terbesar terjadi pada bagian plat penyusun kolom yang memiliki rasio b/t terbesar. Pada plat penyusun kolom yang memiliki rasio b/t lebih kecil lendutan hanya terjadi pada saat beban mencapai beban kritis (beban terbesar yang mampu ditahan kolom). Pernyataan tersebut dikemukakan oleh Loughlan dan Rhodes (19..).



Gambar 3.6 Perubahan bentuk tampang yang dibebani secara bertahap (Laughlan dan Rhodes, 19..)

Gambar 3.6 diambil dari penelitian yang telah dilakukan oleh Loglhan dan Rhodes (19..) menunjukkan kondisi penampang sebelum menerima beban, pada saat menerima beban yang besarnya semakin bertambah, dan pada saat menerima beban maksimum atau beban kritis. Pada saat penampang menerima beban sebesar 19,32KN sampai dengan 34,15KN hanya bagian penampang yang paling lebar mengalami deformasi, sedangkan pada bagian penampang lain yang memiliki lebar lebih kecil tidak mengalami deformasi. Pada saat beban mencapai 38,16KN semua bagian penampang mengalami deformasi.

3.2.3 Tegangan Kritis Berdasar AISC

AISC mengemukakan hitungan tegangan kritis yang mempertimbangkan tekuk lokal. Pengaruh tekuk setempat yang terjadi sebelum kekuatan kolom keseluruhan tercapai diperhitungkan dengan mengalikan tegangan maksimum yang dapat dicapai dengan faktor bentuk Q . Faktor bentuk Q dipengaruhi oleh bentuk penampang, dimana

$$Q = Q_a \cdot Q_s \quad 3.30$$

Faktor bentuk untuk elemen penampang yang tidak diperkuat adalah Q_s . Faktor bentuk Q_s diperhitungkan apabila,

$$\left(\frac{b}{t}\right) > \left(\frac{76}{\sqrt{F_y}}\right) \quad 3.31$$

Besar Q_s menurut AISC adalah,

$$Q_s = 1,340 - 0,00447\left(\frac{b}{t}\right)\sqrt{F_y} \quad 3.32$$

Apabila semua elemen penampang diperkuat maka nilai $Q_s = 1,0$.

Faktor bentuk untuk elemen penampang yang diperkuat adalah Q_a . Faktor bentuk Q_a diperhitungkan apabila,

$$\left(\frac{b}{t}\right) > \left(\frac{238}{\sqrt{F_y}}\right) \quad 3.33$$

Besar Q_a menurut AISC adalah,

$$Q_a = \frac{A_{ef}}{A_{bruto}} \quad 3.34$$

Luas efektif didapatkan dari lebar efektif, besar lebar efektif menurut penelitian AISC yang dilakukan pada baja ringan adalah,

$$\frac{b_E}{t} = \frac{253}{\sqrt{f}} \left(1 - \frac{50,3}{(b/t)\sqrt{f}} \right) \quad 3.35$$

dengan f adalah tegangan yang bekerja pada elemen.

Besar tegangan kritis menurut AISC dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan tegangan kritis kolom seperti pada persamaan dibawah ini.

$$F_{cr} = QF_y \left[1 - \frac{QF_y}{4\pi^2 E} \left(\frac{KL}{r} \right)^2 \right] \quad 3.36$$

Apabila

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{QF_y}} \quad 3.37$$

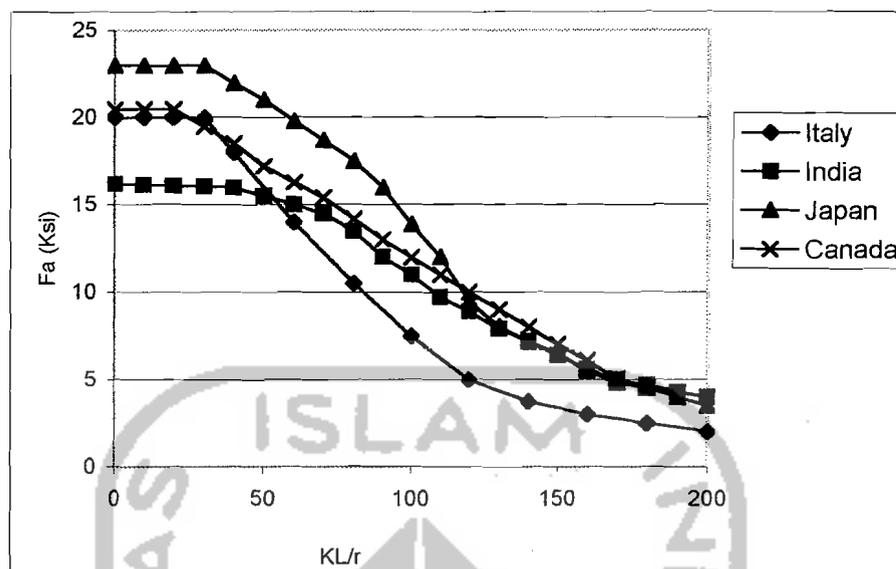
maka

$$F_{cr} = QF_y \left[1 - \frac{KL/r^2}{2C_c^2} \right] \quad 3.38$$

Apabila KL/r lebih dari C_c maka tegangan kritis yang terjadi adalah,

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \quad 3.39$$

Penelitian tentang hubungan antara tegangan yang terjadi pada kolom dengan kelangsingan (KL/r) yang pernah dilakukan di beberapa negara memiliki bentuk grafik yang hampir sama. Penurunan tegangan kritis relatif kecil pada KL/r kecil (0 s/d ± 40), penurunan tegangan kritis terjadi relatif besar seiring dengan pertambahan KL/r untuk $KL/r = \pm 40$ sampai dengan ± 160 , dan kembali menjadi relatif datar untuk KL/r lebih dari ± 160 . Grafik tersebut terdapat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Grafik hubungan KL/r dengan F_a beberapa negara(Lambert Tall,1974)

3.2.3. Hubungan Antara Tekuk Lokal dan Tekuk Lentur

Tekuk lokal dan tekuk lentur dapat terjadi secara bersamaan apabila tegangan kritis plat sama dengan tegangan kritis kolom keseluruhan, seperti pada Persamaan 3.40

$$F_{cr \text{ plat}} = F_{cr \text{ keseluruhan}} \quad 3.40$$

Seperti pada Persamaan 3.13 dan Persamaan 3.18, maka

$$F_{cr \text{ plat}} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \quad 3.41$$

sehingga,

$$(KL/r) = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{F_{cr \text{ plat}}}} \quad 3.42$$

dengan memasukkan Persamaan 3.28 kedalam Persamaan 3.42, maka

$$(KL/r) = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{k\pi^2 E}} \sqrt{12(1-\mu^2)(b/t)^2} \quad 3.43$$

$$KL/r = (b/t) \sqrt{\frac{12(1-\mu^2)}{k}} \quad 3.44$$

dengan μ baja = 0,3 , sehingga

$$KL/r = \frac{3,3045(b/t)}{\sqrt{k}} \quad 3.45$$

Dari Persamaan 3.40 sampai Persamaan 3.45 dapat diambil kesimpulan bahwa pada profil baja yang sama apabila semakin panjang batang tersebut maka KL/r akan semakin besar sehingga $F_{cr \text{ keseluruhan}}$ akan semakin kecil bahkan bisa lebih kecil dari $F_{cr \text{ plat}}$, sehingga keruntuhan kolom diakibatkan oleh tekuk keseluruhan kolom. Sebaliknya, pada profil baja yang sama apabila semakin pendek batang tersebut maka KL/r akan semakin kecil sehingga $F_{cr \text{ keseluruhan}}$ akan semakin besar bahkan bisa lebih besar dari $F_{cr \text{ plat}}$, sehingga keruntuhan kolom diakibatkan oleh tekuk lokal kolom.

3.2 Hipotesis

Berdasarkan landasan teori dapat diambil hipotesis sebagai berikut:

1. kapasitas kolom bentukan dingin berbanding terbalik dengan besar angka kelangsingan
2. kapasitas kolom bentukan dingin tidak melebihi kapasitas tekuk plat penyusun kolom
3. kapasitas kolom bentukan dingin sebenarnya masih lebih besar dari tegangan ijin rencana.