BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Kelangsingan

Kelangsingan suatu kolom dapat dinyatakan dalam suatu rasio yang disebut rasio kelangsingan. Rasio kelangsingan dapat ditulis sebagai berikut:

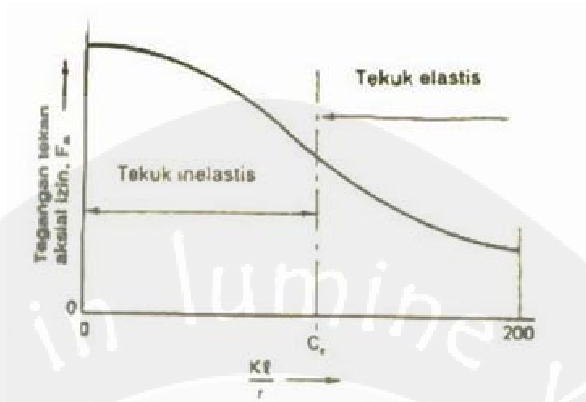
$$\lambda = \frac{KL}{r} \tag{3.1}$$

Keterangan:
λ = rasio kelangsingan
K = faktor panjang efektif komponen struktur tekan;
L = panjang struktur tekan yang tidak ditopang;
r = jari-jari putaran (*radius of gyration*) potongan lintang komponen struktur tekan = $\sqrt{I/A}$;
I = momen inersia penampang struktur tekan;
A = luas penampang struktur tekan.

Harga KL/r dibatasi pada 200 untuk elemen struktur tekan. Harga KL/r yang memisahkan tekuk elastis (perilaku kolom panjang) dari tekuk inelastis (perilaku kolom pendek) ditentukan secara sembarang sebagai harga dimana tegangan tekuk Euler (f_e) sama dengan F_y / 2. Harga KL/r ini disebut C_c dapat dilihat pada gambar 3.1. harganya ditentukan sebagai berikut:

$$C_c = \sqrt{\frac{KL}{r}} = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} \tag{3.2}$$

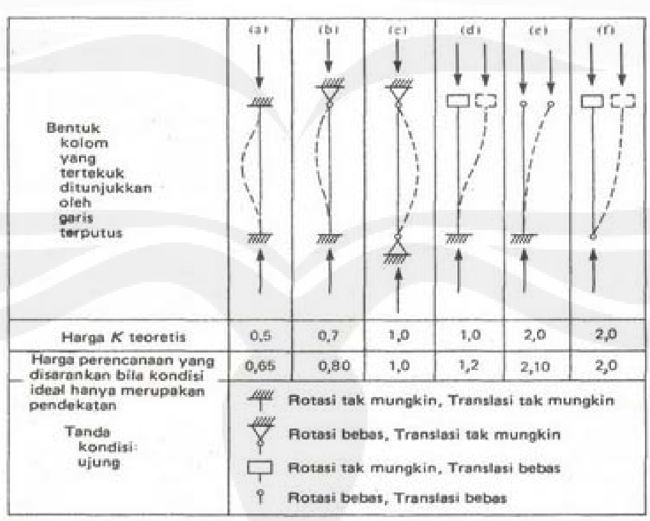
Keterangan:
C_c = batas tekuk elastis;
E = modulus elastisitas;
F_y = tegangan leleh.



Gambar 3.1 Kurva Tegangan Tekan Aksial dengan Nilai *KL/r*

Daerah di sebelah kiri harga C_c adalah perilaku untuk kolom pendek, sedangkan disebelah kanan C_c adalah untuk perilaku kolom langsing.

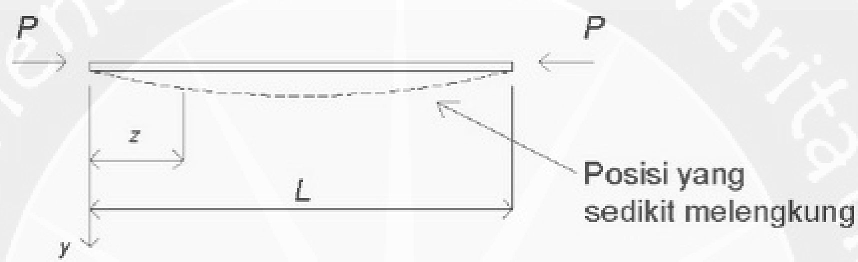
Semakin besar angka kelangsingan, semakin tinggi pengaruh eksentrisitas tak terduga, bengkokan awal dan panjang efektif (*K*). Faktor panjang efektif untuk kolom dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Faktor Efektif untuk Kolom yang Dibebani Secara Terpusat dengan Berbagai Kondisi yang Ideal

3.2 Teori Euler

Teori tekuk kolom pertama dikemukakan oleh Leonhard Euler, seorang sarjana matematika Swiss pada tahun 1759. Euler menurunkan salah satu rumus kolom yang populer. Batang dengan beban konsentris yang semula lurus dan semua seratnya tetap elastis hingga tekuk terjadi akan mengalami lengkung yang kecil seperti pada gambar 3.3 (Salmon, 1986).



Gambar 3.3 Kolom Euler

Beban kritis Euler untuk kolom yang bersendi di kedua ujungnya (K = 1) dapat dinyatakan sebagai berikut:

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

Atau bila dinyatakan dalam tegangan rata-rata dan $I = A_g r^2$

$$F_{cr} = \frac{P_{cr}}{A_g} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \tag{3.4}$$

Untuk kolom dengan harga KL/r lebih kecil daripada C_c (kolom pendek) harga F_a (tegangan tekan aksial ijin) ditentukan dari:

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}{2C_c^2}\right] F_y}{FS} \tag{3.5}$$

Sedangkan rumus *FS* adalah:

$$FS=\frac{5}{3}+\frac{3\left(\frac{KL}{r}\right)}{8C_c}-\frac{\left(\frac{KL}{r}\right)^3}{8{C_c}^3} \qquad (3.6)$$

Untuk harga *KL/r* lebih besar dari C_c (kolom langsing) harga F_a (tegangan tekan aksial ijin) adalah sebagai berikut:

$$F_a=\frac{12\pi^2 E}{23\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \qquad (3.7)$$

Sehingga beban teoritis baik untuk kolom pendek maupun kolom langsing adalah

$$P_a = F_a . A \qquad (3.8)$$

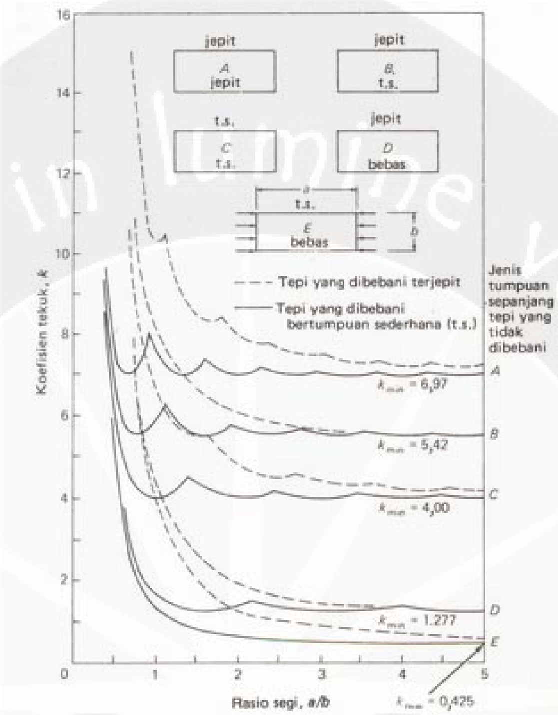
3.3 Stabilitas Pelat

Semua penampang kolom, baik tampang profil giling ataupun penampang tersusun terdiri dari elemen-elemen pelat. Tekuk setempat (*local buckling)* dapat terjadi lebih dahulu pada salah satu elemen pelat pembentuk penampang. Tekuk setempat menyebabkan elemen yang tertekuk tidak dapat memikul lagi beban yang harus diterimanya jika kolom harus menerima suatu beban tambahan (Salmon, 1986).

Tegangan tekuk elastis teoritis untuk pelat dapat dituliskan sebagai:

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

Koefisien tekuk *k* merupakan fungsi dari jenis tegangan (dalam hal ini tekanan merata pada dua tepi yang berseberangan) dan kondisi tumpuan tepi (dalam hal ini keempat tepi merupakan tumpuan sederhana), dan juga rasio *a/b* (Salmon dan Johnson, 1986). Gambar 3.4 memperlihatkan variasi *k* terhadap rasio *a/b* untuk kondisi ideal yang umum, ialah tumpuan jepit, tumpuan sederhana, dan tumpuan bebas.

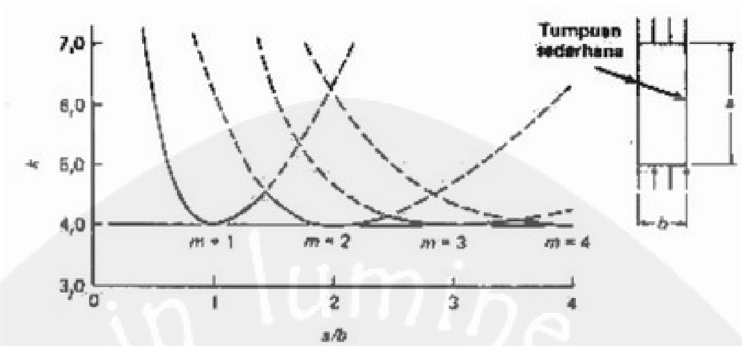


Gambar 3.4 Koefisien *k* untuk Tekanan pada Pelat Segi Empat

Persamaan untuk tekuk pelat pada persamaan 3.14 bersifat umum dalam suku *k*. Harga *m* menunjukkan jumlah setengah gelombang yang terjadi dalam arah *x* pada pelat tertekuk (Salmon dan Johnson, 1986). Gambar 3.5 menunjukkan bahwa sembarang jumlah setengah gelombang memiliki harga *k* minimum, yaitu kondisi terlemah. Keadaan terlemah ini terjadi bila panjang pelat merupakan kelipatan bulat (tanpa pecahan) dari lebarnya dan kelipatan ini sama dengan jumlah setengah gelombang.

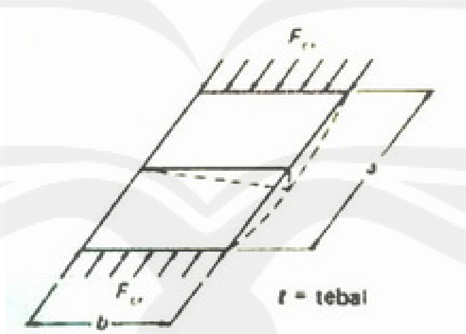
Rumus dari harga *k* adalah sebagai berikut:

$$k = \left[\frac{1}{m}\frac{a}{b} + m\frac{b}{a}\right]^2 \qquad (3.10)$$

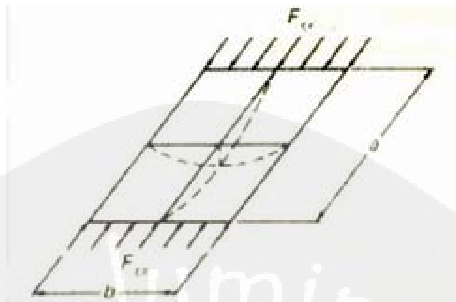


Gambar 3.5 Koefisien Tekuk untuk Pelat yang Ditekan Secara Merata-Tepi Longitudinal Bertumpuan Sederhana (Salmon dan Johnson,1986)

Secara umum, lendutan tekuk pelat yang ditekan secara merata dapat dibedakan atas dua kategori: (1) elemen yang tidak diperkuat, yaitu elemen yang bertumpu pada satu tepi dan bebas di tepi lain yang sejajar arah tegangan tekan. Keadaan ini dapat dilihat pada gambar 3.6 dan (2) elemen yang diperkuat, yaitu elemen yang bertumpu pada dua tepi yang sejajar arah tegangan tekan. Keadaan ini dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.6 Elemen yang Tidak Diperkuat (Pelat dengan Satu Tepi Bebas)



Gambar 3.7 Elemen yang Diperkuat (Pelat yang Bertumpu pada Keempat Tepinya)