

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Kelangsingan Kolom

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

$$\lambda = \frac{KL}{r} \quad (3-1)$$

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 $\sqrt{\frac{I}{a}}$

Faktor panjang efektif (K) sangat berpengaruh pada kelangsingan kolom yang ditentukan berdasarkan kedua ujung kolom. Nilai K dapat dilihat pada gambar 3.1.

Bentuk kolom yang tertekuk ditunjukkan oleh garis terputus	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Harga K teoritis	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Harga perencanaan yang disarankan bila ideal hanya merupakan pendekatan	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Tanda Kondisi ujung		Rotation fixed	Rotation free	Rotation fixed	Rotation free	Rotation free
		Translation fixed	Translation fixed	Translation free	Translation free	Translation free

Gambar 3.1 Nilai K untuk Kolom dengan Syarat- syarat Ujung yang diperlihatkan (Spiegel dan Limbrunner, 1991)

Batasan nilai KL/r digunakan untuk mencari batasan tekuk elastik (perilaku kolom panjang) dan tekuk inelastik (perilaku kolom pendek dan sedang), serta nilai KL/r proporsional dibatasi ketika tegangan tekuk kritis mencapai $0,5F_y$. Harga KL/r dibatasi pada nilai 200 untuk struktur tekan. Nilai KL/r juga disebut C_c dengan rumus:

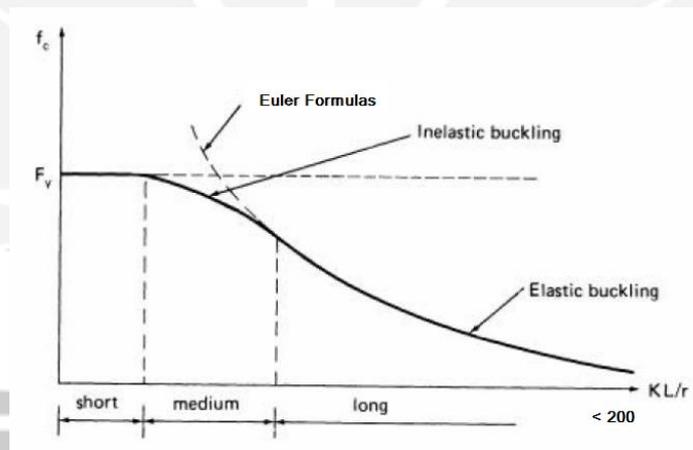
$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} \quad (3-2)$$

Keterangan:

C_c = nilai rasio kelangsingan KL/r

E = modulus elastis baja

F_y = Kuat luluh baja



Gambar 3.2 Kurva Tegangan Tekan Aksial dengan Nilai KL/r (Spiegel dan Limbrunner, 1991)

Dari gambar 3.2 ditunjukkan pada sebelah kiri nilai C_c untuk tekuk inelastik untuk kolom pendek dan sedang, sedangkan pada sebelah kanan merupakan nilai C_c untuk tekuk elastik dan kolom panjang.

Dari AISC Equation E3-2 dan E3-3 didapatkan rumus nilai kuat tekan kolom yakni:

$$\text{Jika, } 4,71\sqrt{\frac{E}{F_y}} \geq \frac{KL}{r} \text{ atau } F_e \geq 0,44 \times F_y$$

$$F_{cr} = \left(0,658\frac{F_y}{F_e}\right) \times F_y \quad (3-3)$$

$$\text{Jika, } 4,71\sqrt{\frac{E}{F_y}} < \frac{KL}{r} \text{ atau } F_e < 0,44 \times F_y$$

$$F_{cr} = 0,877 \times F_e \quad (3-4)$$

Sesuai rumus yang diturunkan Leonhard Euler, ditentukan sebagai berikut:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \quad (3-5)$$

Sehingga kekuatan yang mampu ditahan kolom adalah:

$$P_n = F_{cr} \times A_g \quad (3-6)$$

Keterangan :

F_e = Euler buckling stress

F_{cr} = Tekuk teoritis pelat

P_n = Total tekan yang mampu ditahan kolom

A_g = Luas penampang struktur tekan

Dengan memperhitungkan kelangsingan elemen penyusun material kolom yang dapat menyebabkan terjadinya tekuk lokal, kelangsingan elemen dapat ditinjau dari tinggi atau lebar dibagi tebal. Kelangsingan (λ) yang nilainya lebih besar daripada nilai batas (λ_r) maka bahan dikategorikan langsing, dan kekuatan tekuk (AISC Equation E3- 2 dan AISC Equation E3- 3) harus direduksi untuk

memperhitungkan tekuk lokalnya. Tetapi jika $\frac{b}{t} \leq \lambda_r$ dan $\frac{h}{t} \leq \lambda_r$ maka, tekuk lokal tidak perlu diperhitungkan (Segui, 2007).

Kelangsingan suatu bahan dapat dihitung dengan rumus:

$$\lambda = \frac{b}{t} \quad (3-7)$$

Untuk nilai batas rasio kelangsingan bahan:

$$\lambda_r = 1.4 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3-8)$$

Keterangan :

- λ = Rasio kelangsingan bahan
- λ_r = Batas rasio kelangsingan bahan
- b = Lebar bahan
- t = Tebal bahan

Elemen yang memiliki nilai kelangsingan bahan $\lambda > \lambda_r$ rumus AISC Equation E3-2 dan E3-3 yaitu rumus nilai kuat tekan kolom menjadi:

$$\text{Jika, } 4,71 \sqrt{\frac{E}{QF_y}} \geq \frac{KL}{r} \quad \text{atau} \quad F_e \geq 0,44 \times QF_y$$

$$F_{cr} = \left(0,658 \frac{QF_y}{F_e} \right) \times F_y \quad (3-9)$$

$$\text{Jika, } 4,71 \sqrt{\frac{E}{QF_y}} < \frac{KL}{r} \quad \text{atau} \quad F_e \geq 0,44 \times QF_y$$

$$F_{cr} = 0,877 \times F_e \quad (3-10)$$

Faktor reduksi Q diperoleh dari dua faktor; Q_s dan Q_a . Q_s untuk elemen tidak berpengaku dan Q_a untuk elemen berpengaku. Apabila bahan memiliki

kelangsingan, maka nilai Q_s dan Q_a sama dengan 1. Tetapi jika memiliki kelangsingan maka nilai faktor tersebut perlu diperhitungkan (Segui, 2007).

a. Elemen tak berpengaku (Q_s)

$$\text{Jika } \frac{b}{t} \leq 0,56 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad Q_s = 1,00 \quad (3-11)$$

$$\text{Jika } 0,56 \sqrt{\frac{E}{F_y}} < \frac{b}{t} < 1,03 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad Q_s = 1,415 - 0,74 \left(\frac{b}{t} \times \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right) \quad (3-12)$$

$$\text{Jika } \frac{b}{t} \leq 1,03 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad Q_s = \frac{0,69E}{F_y \frac{b^2}{t}} \quad (3-13)$$

b. Elemen berpengaku (Q_a)

$$Q_a = \frac{A_{eff}}{A} \quad (3-14)$$

$$A_{eff} = A - (2 \times (b - b_e)t)$$

$$b_e = 1,92t \sqrt{\frac{E}{F_y}} \times \left[1 - \frac{0,38}{b/t} \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right] \quad (3-15)$$

Keterangan:

A_{eff} = Luas bahan efektif

b_e = Lebar efektif