

BAB III

LANDASAN TEORI

Baja konstruksi adalah baja paduan (*alloy steel*), yang pada umumnya mengandung lebih dari 98% besi dan karbon yang kurang dari 1%. Meskipun komposisi aktual kimiawi sangat bervariasi untuk sifat-sifat yang diinginkan, seperti kekuatan dan ketahanannya terhadap korosi. Baja juga dapat mengandung elemen paduan lainnya, seperti fosfor, krom, magnesium, nikel, silikon, sulfur, dalam berbagai jumlah (Spiegel dan Limbrunner, 1991).

Saat ini baja adalah salah satu bahan konstruksi yang banyak diminati. Sebagai bahan konstruksi, baja memiliki sifat-sifat yang sangat baik dalam keliatan dan kekuatan yang tinggi. Keliatan (*ductility*) adalah kemampuan untuk berdeformasi secara baik dalam tegangan tarik maupun dalam kompresi sebelum terjadi kegagalan (Bowles, 1985).

Resiko kegagalan struktural dapat dipengaruhi oleh stabilitas tampang pada baja itu sendiri. Baja dengan penampang yang rasio lebar dengan tebalnya (*b/t*) tinggi (tidak kompak) akan tidak stabil dan akan mudah mengalami tekuk akibat beban-beban yang bekerja dalam keadaan desak.

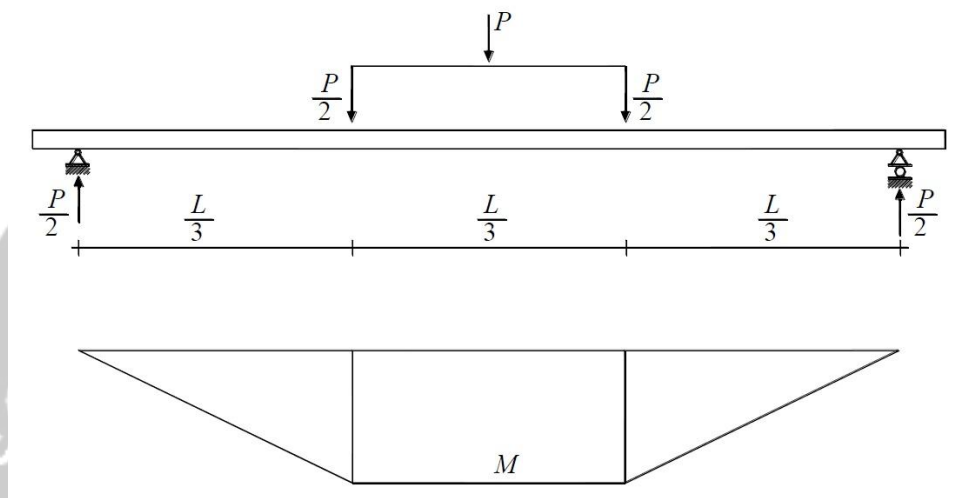
Baja profil C adalah salah satu jenis baja profil yang dibentuk secara dingin (*cold formed*), biasanya baja profil seperti ini memiliki rasio lebar dan tebal (*b/t*) yang tinggi. Proses pembentukan secara dingin ini mengakibatkan perubahan *property* materialnya, dan biasanya akan meningkatkan tahanan lelehnya (Tall, 1974).

Tegangan lentur (F_b) dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_b = \frac{M \cdot y}{I} \quad (3-1)$$

Menurut Gambar 3.1 , hubungan beban (P) dan momen (M) dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$M = \frac{P}{2} \left(\frac{L}{3} \right) = \frac{PL}{6} \quad (3-2)$$



Gambar 3.1 Beban (P) dan momen (M) pada balok

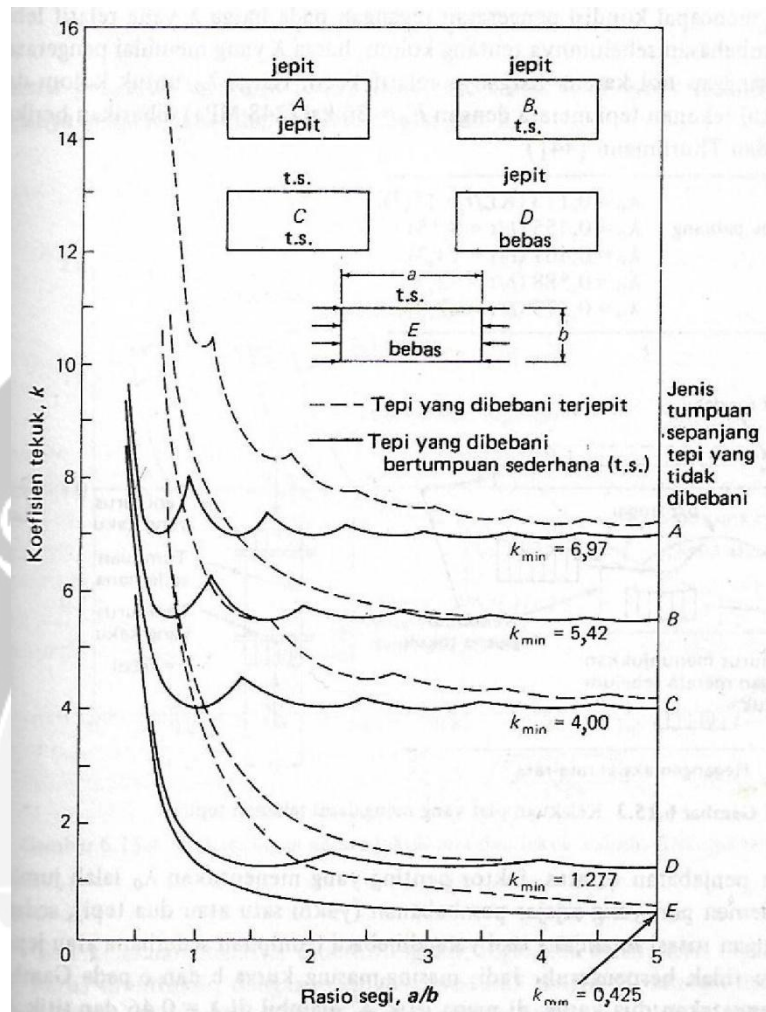
Tegangan tekuk kritis pada badan sama seperti tegangan tekuk pada pelat, ialah dengan persamaan berikut :

$$F_{cr} = k \frac{\pi^2 E}{12(1 - \nu^2)(b/t)^2} \quad (3-3)$$

Keterangan :

- k = koefisien tekuk pelat
- E = modulus elastisitas bahan
- ν = nisbah poisson
- b/t = rasio lebar dan tebal pelat

Koefisien tekuk k merupakan fungsi dari jenis tegangan (tekanan merata pada dua tepi yang berseberangan) dan kondisi tumpuan tepi (keempat tepi merupakan tumpuan sedehana), di samping rasio segi (*aspect rasio*) a/b yang terdapat langsung dalam persamaan. Gambar 3.2 memperlihatkan variasi koefisien k terhadap rasio segi, a/b .



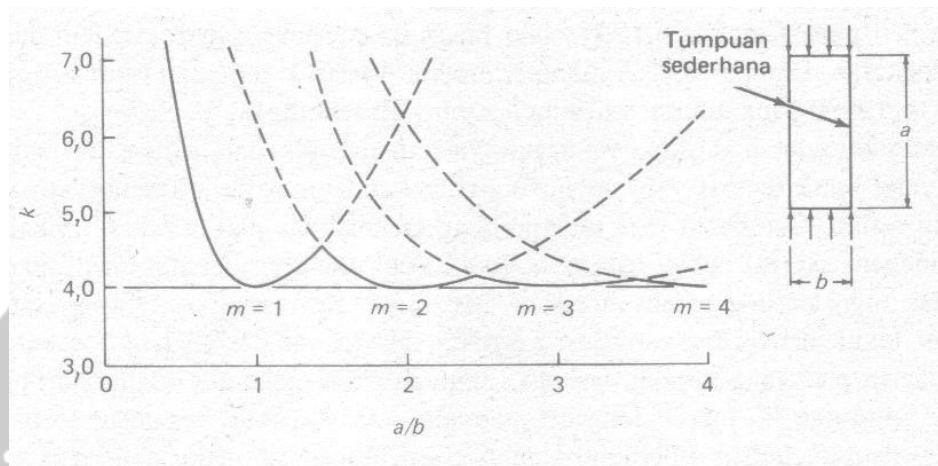
Gambar 3.2 Koefisien k untuk tekanan pada pelat segi-empat (Salmon dan Johnson, 1986)

Koefisien tekuk pelat seperti ditunjukkan pada persamaan diatas bersifat umum dalam koefisien k , dan penurunannya untuk persamaan tersebut dapat digunakan kasus khusus yang dinyatakan sebagai berikut :

$$k = \left[\frac{1}{m} \frac{a}{b} + m \frac{b}{a} \right]^2 \quad (3-4)$$

Nilai m merupakan jumlah setengah gelombang yang terjadi dalam arah x pada saat tertekuk (Salmon dan Johnson, 1986). Gambar 3.3 menunjukkan bahwa sembarang jumlah setengah gelombang memiliki nilai k minimum, yaitu kondisi terlemah. Dapat terlihat bahwa kondisi terlemah ini terjadi bila panjang pelat

merupakan kelipatan bulat tanpa pecahan dari lebarnya, dan kelipatan ini sama dengan jumlah setengah gelombang.



Gambar 3.3 Koefisien tekuk pelat yang ditekan secara merata, tepi longitudinal bertumpuan sederhana (Salmon dan Johnson, 1986)

Menurut SNI 1729-2015, analisis kekompakan penampang profil C dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut :

Analisis kekompakan sayap :

$$\lambda = \frac{b_f}{t_f}$$

$$\lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_r = 1,0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

Keterangan :

Jika $\lambda \leq \lambda_p$, maka penampang profil merupakan penampang kompak.

Jika $\lambda_p \leq \lambda \leq \lambda_r$, maka penampang profil merupakan penampang nonkompak.

Jika $\lambda_p \leq \lambda \leq \lambda_r$, maka penampang profil merupakan penampang langsing.

Jika badan profil merupakan penampang kompak dan sayap profil merupakan penampang nonkompak, maka penampang profil tersebut merupakan penampang nonkompak. Dan setelah menentukan kekompakan penampang profil, untuk menghitung nilai momen nominal (M_n) digunakan rumus sebagai berikut :

1. Jika penampangnya kompak, cek tekuk lateral-torsional (LTB) seperti berikut :

a) Jika $L_b \leq L_p$, maka tidak ada tekuk lateral-torsional, sehingga

$$M_n = M_p$$

b) Jika $L_p < L_b \leq L_r$, maka itu adalah inelastis tekuk lateral-torsional, sehingga

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0,7F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

c) Jika $L_b > L_r$, maka itu adalah elastis LTB, sehingga

$$M_n = F_{cr} S_x \leq M_p$$

Keterangan :

L_b = panjang titik ke titik tanpa bresing

$$L_p = 1,76r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_r = 1,95r_{ts} \frac{E}{0,7F_y} \sqrt{\frac{Jc}{S_x h_0} + \sqrt{\left(\frac{Jc}{S_x h_0} \right)^2 + 6,76 \left(\frac{0,7F_y}{E} \right)^2}}$$

$$M_p = F_y Z_x$$

$$Z_x = \left(\frac{A}{2}\right) a$$

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{(L_b/r_{ts})^2} \sqrt{1 + 0,078 \frac{Jc}{S_x h_0} \left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2}$$

2. Jika penampangnya nonkompak karena sayap, kekuatan nominalnya akan lebih kecil dari kekuatan yang sesuai dengan tekuk lokal sayap dan tekuk lateral-torsional.

a) Tekuk Lokal Sayap

Jika $\lambda \leq \lambda_p$, maka tidak ada tekuk lokal sayap.

Jika $\lambda_p \leq \lambda \leq \lambda_r$, maka sayap merupakan nonkompak, sehingga

$$M_n = M_p - (M_p - 0,7F_y S_x) \left(\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p}\right)$$

b) Tekuk Lateral-Torsional

Jika $L_b \leq L_p$, maka tidak ada tekuk lateral-torsional.

Jika $L_p < L_b \leq L_r$, maka itu adalah inelastis tekuk lateral-torsional, sehingga

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0,7F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p}\right) \right] \leq M_p$$

Jika $L_b > L_r$, maka itu adalah elastis LTB, sehingga

$$M_n = F_{cr} S_x \leq M_p$$

Keterangan :

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{(L_b/r_{ts})^2} \sqrt{1 + 0,078 \frac{Jc}{S_x h_0} \left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2}$$