

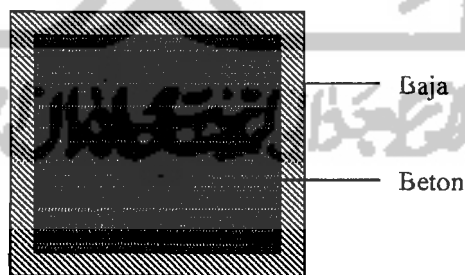
BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Kolom Komposit Baja Beton

Kolom komposit baja beton adalah kolom yang terbentuk dari baja dan beton yang keduanya bekerja bersama-sama untuk menahan gaya tekan aksial.

Salah satu jenis kolom komposit baja beton adalah kolom komposit tabung baja beton (*concrete-filled tube*). Kolom komposit tabung baja beton (*Concrete-filled tube*) adalah komposit dari baja dan beton yang dibentuk dengan cara tabung baja berbentuk bujur sangkar yang diisi dengan beton struktural. Penampang melintang *concrete-filled tube* dapat ditunjukkan pada gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 *Concrete-filled tube*

Kolom tabung baja yang diisi beton akan menyebabkan terjadinya struktur yang *confined*, yaitu beton akan menjadi terkekang. Hal ini berpengaruh terhadap kekakuan kolom. Semakin *rigid* suatu struktur maka struktur tersebut akan semakin

kuat dan stabil. Demikian pula kolom komposit tabung baja beton akan lebih kaku dibandingkan dengan komposit beton bertulang.

Persyaratan yang harus dipenuhi kolom komposit baja beton (AISC-LRFD) adalah sebagai berikut:

1. Luas dari baja (A_s) \geq 4% dari luas seluruhnya.
2. Kekuatan beton berkisar antara $20.68 \leq f'_c \leq 55.16$ MPa.
3. Tegangan leleh maksimum baja $f_y < 379.21$ MPa.
4. Ketebalan dinding minimum (t) tabung baja menggunakan rumus:

$$t \geq b \sqrt{\frac{f_y}{3E}}$$

3.2 Kekuatan Dasar Kolom

Kolom komposit yang dibebani gaya aksial akan mengalami perpendekan, dianggap bahwa masing-masing material penyusun kolom komposit yaitu baja dan beton mengalami perpendekan ukuran panjang yang sama. Jika semua elemen dari kolom komposit mengalami tegangan yang sama, besarnya beban dapat diturunkan dari penjumlahan gaya yang disebabkan oleh tegangan. Tegangan yang dapat diterima oleh kolom baja komposit dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$f_{my} = f_y + c_2 f'_c \frac{A_c}{A_s} \quad (3.1)$$

Penelitian tentang kolom komposit tabung baja beton yang dilakukan harus memberikan hubungan antara tegangan kritis kolom komposit baja beton dengan fungsi kelangsingan. Hubungan tegangan kritis dengan fungsi kelangsingan dapat dinyatakan dalam persamaan:

- Jika fungsi kelangsingan (λ_c) ≤ 1.5

$$f_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) f_{my} \quad (3.2)$$

- Jika fungsi kelangsingan (λ_c) > 1.5

$$f_{cr} = \left(\frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) f_{my} \quad (3.3)$$

Beban kritis yang dapat ditahan oleh kolom komposit sangat tergantung dari kekakuan propertis yang dimiliki oleh masing-masing bahan. Semakin kuat dan baik mutu dan kekuatan bahan penyusun dari kolom komposit maka akan semakin meningkatkan kuat tekan dari kolom. Propertis dimensi dari masing-masing material juga memberikan kontribusi terhadap kuat tekan kolom.

Kuat tekan kolom baja komposit merupakan kemampuan baja komposit untuk menahan beban dikali dengan luasan penampang baja, dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\phi_c P_n = \phi_c A_s f_{cr} \quad (3.4)$$

3.3 Modulus Elastis (E)

Kekakuan kolom adalah merupakan hasil perkalian antara modulus elastis material penyusun kolom dengan inersia tampang melintang kolom (EI). Pada kolom komposit baja beton kekakuannya dapat ditentukan sebagai modulus kekakuan komposit baja beton (E_m). Modulus kekakuan dapat ditentukan dari perelitian (*test*) atau dengan cara yang biasa dilakukan yaitu diperkirakan dari karakteristik tegangan-regangan dari baja dan beton.

Untuk tujuan desain, fungsi tegangan-regangan dapat dipakai untuk analisis dan dapat diturunkan untuk mendapatkan kelengkungan masing-masing material sebagai fungsi regangan.

Nilai modulus elastis dari beton (E_c) dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$E_c = w^{1.5} \sqrt{f'_c} \quad (3.5)$$

Rumus 3.5 dipakai untuk mencari E_c dalam satuan ksi.

Nilai modulus elastis baja komposit (E_m) dinyatakan dengan rumus:

$$E_m = E + c_3 E_c \frac{A_c}{A_s} \quad (3.6)$$

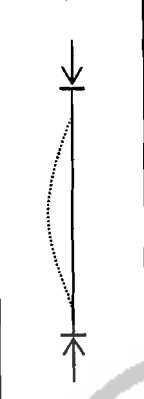
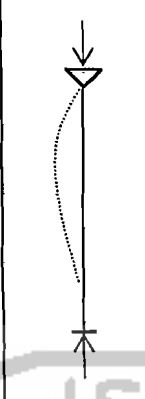
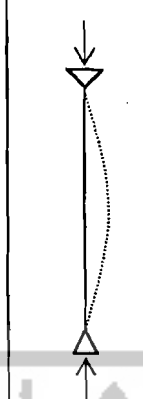
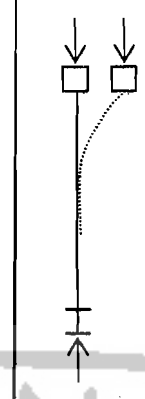
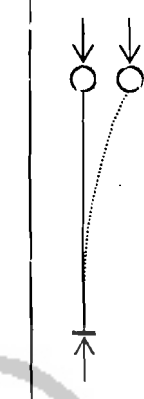
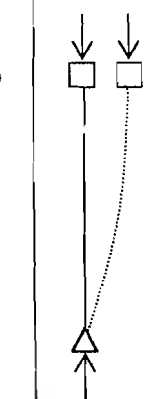
Persamaan (3.6) merupakan persamaan kekakuan kolom komposit baja beton. Kekakuan kolom komposit baja beton merupakan hasil penjumlahan dari kekakuan kolom baja dan kekakuan kolom beton.

3.4 Panjang efektif kolom

Panjang efektif adalah jarak antara ujung-ujung sendi dari suatu kolom.

Secara umum panjang efektif kolom dapat dikategorikan menjadi 2 yaitu panjang efektif kolom riil dan panjang efektif kolom ekuivalen. Panjang efektif kolom riil adalah jarak antara ujung-ujung kolom dapat dinyatakan dalam (kl). Panjang efektif kolom ekuivalen ditentukan dari jenis pengekangan dari ujung-ujung kolom itu dinyatakan dalam (kl_c). Sehingga nilai panjang efektif kolom ekuivalen memiliki harga yang bervariasi tergantung dari jenis pengekangnya.

Nilai k untuk panjang efektif kolom ditunjukkan pada gambar 3.2 sebagai berikut:

Bentuk kolom yang tertekuk						
Nilai k	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0

Gambar 3.2 Faktor panjang efektif untuk kolom yang dibebani secara terpusat dengan berbagai kondisi ideal.

3.5 Kelangsingan kolom

Kelangsingan kolom didefinisikan sebagai perbandingan panjang kolom dengan jari-jari kelembamannya (*salmon dan johnson*).

Berdasarkan kelangsingan, kolom digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu:

- a. Kolom pendek (*stocky column*)

Kolom pendek adalah kolom yang memenuhi kriteria sebagai berikut:

$$(\lambda_c) \leq 1.5$$

- b. Kolom langsing (*slender column*)

Kolom langsing adalah kolom yang memenuhi syarat sebagai berikut:

$$(\lambda_c) > 1.5$$

Kolom langsing biasanya mengalami kerusakan karena ketidakstabilannya.

Hal ini karena kolom langsing lebih mudah mengalami tekuk yang mengakibatkan kerusakan kolom sebelum material penyusun kolom terlampaui batas elastisnya.

Ukuran fungsi kelangsingan dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\lambda_c = \frac{Kl}{r_m \pi} \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} \quad (3.7)$$

3.6 Beton

Beton adalah material yang terbentuk dari percampuran semen *portland*, air dan agregat maupun bahan lain sebagai bahan tambah.

Kekuatan, keawetan dan sifat beton sangat tergantung pada sifat-sifat bahan dasar, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama proses pembuatan dan perawatan selama proses pengerasan.

Beton mempunyai kuat tekan yang sangat tinggi, tetapi kuat tariknya sangat rendah. Kondisi yang demikian yaitu rendahnya kuat tarik, pada elemen struktur yang betonnya mengalami tarik diperkuat dengan batang baja, sehingga terbentuk suatu struktur komposit.

3.6.1 Kuat desak beton

Kuat desak beton adalah kemampuan beton untuk menalar beban dibagi dengan luasan permukaan beton yang menerima beban tersebut. Umumnya sifat beton lebih baik jika kuat tekannya lebih tinggi, umur beton cukup berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Untuk mendapatkan kuat desak dari masing-masing benda uji digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kuat desak} = \frac{P}{A} \quad (3.8a)$$

$$f^c = \text{Kuat desak} \times kb$$

$$f'c_r = \frac{\sum_1^N f'c}{N} \quad (3.8b)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_1^N (f'c - f'c_r)^2}{N-1}} \quad (3.8c)$$

$$m = k \times Sd$$

$$f'c = f'c_r - m$$

3.7 Hipotesis

Perbedaan angka kelangsingan (λ_c) pada kolom akan berpengaruh pada kuat tekan kolom, semakin besar nilai kelangsingan (λ_c) maka kuat tekan kolom akan semakin kecil. Nilai kelangsingan (λ_c) dipengaruhi oleh nilai kekakuan kolom, semakin besar nilai kekakuan kolom maka semakin kuat kolom tersebut.