

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

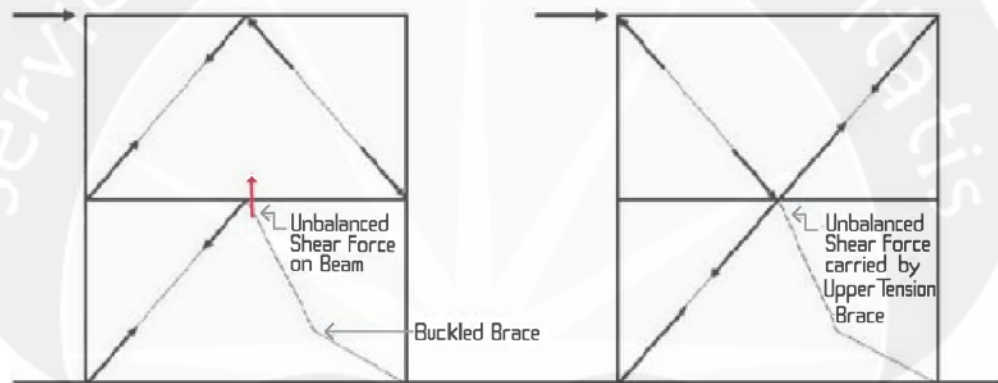
#### 2.1 *Seismic Column Demand Pada Rangka Bresing Konsentrik Khusus*

Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus merupakan sistem struktur yang efisien dalam menahan gaya gempa lateral. Struktur tersebut dapat dikatakan efisien karena rangka dirancang untuk memiliki kekakuan aksial kolom dan bresing. Dengan adanya beban gempa lateral yang dapat terjadi dengan arah bolak-balik maka bresing akan mengalami gaya tarik atau tekan secara bergantian, sehingga bresing yang mengalami gaya tekan harus dirancang terhadap tekuk. Tekuk pada bresing diizinkan karena pelat buhul didesain dengan detail untuk dapat mengakomodasi tekuk dengan arah sebidang pelat buhul maupun keluar bidang pelat buhul. (Junaedi Utomo, 2011)

Rangka bresing konsentrik khusus dengan tipe x-bresing 2 lantai dapat menjadi pilihan yang lebih baik bila dibandingkan dengan rangka bresing tipe v-bresing atau v-bresing terbalik. Dapat dikatakan demikian karena pada sistem rangka yang menggunakan konfigurasi bresing tipe v atau v terbalik, bila terjadi tekuk pada batang tekan bresing, balok akan mengalami defleksi ke bawah sebagai akibat dari adanya gaya-gaya yang tidak seimbang pada balok. Defleksi ini dapat mengakibatkan kerusakan pada sistem pelat lantai di atas sambungan tersebut. Sehingga untuk mengantisipasi terjadinya defleksi ke bawah pada balok maka diperlukan konfigurasi bresing yang dapat mencegahnya terbentuknya gaya-gaya yang tidak seimbang tersebut dan mendistribusikannya menuju kepada lantai

lain yang tidak mengalami perilaku seismik sebesar lantai yang mengalami defleksi tersebut. (Junaedi Utomo, 2011)

Perbandingan mengenai perilaku seismik antara rangka bresing konfigurasi x-bresing 2 lantai dengan rangka bresing konfigurasi v-bresing terbalik ditunjukkan oleh Hewitt, Sabelli, dan Bray (2009) melalui sebuah skema. Ditunjukkan pada gambar 2.1 di bawah ini.



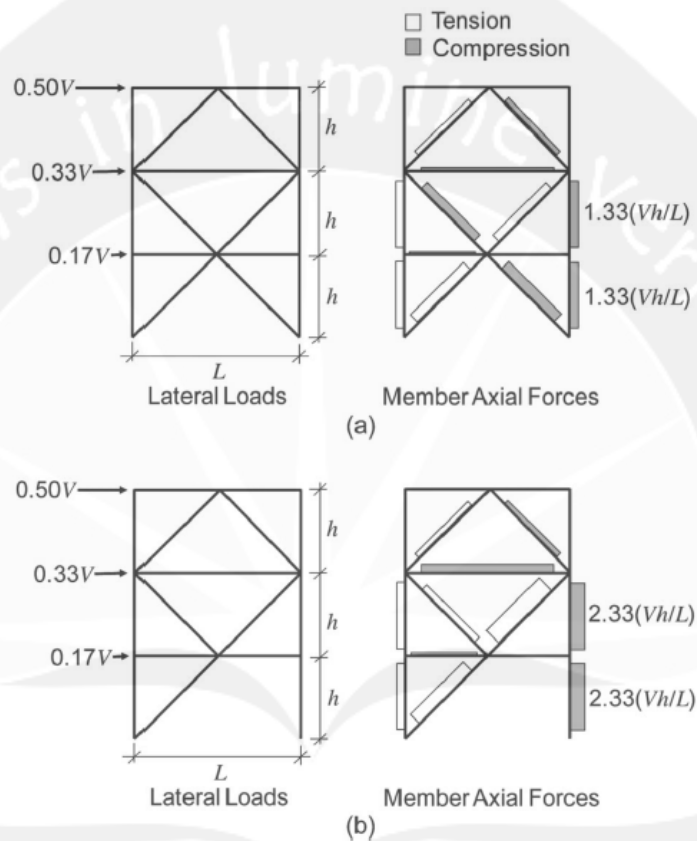
**Gambar 2.1 Perbandingan perilaku seismik rangka bresing**

**(Hewitt, Sabelli, dan Bray, 2009)**

Dapat dilihat melalui gambar 2.1 bahwa pada sistem rangka dengan konfigurasi x-bresing 2 lantai, gaya-gaya tidak seimbang pada balok didistribusikan melalui batang tarik bresing yang berada di lantai atasnya.

Sebuah riset mengenai *seismic column demands* yang dilakukan oleh Richards (2009) menunjukkan bahwa pada sistem rangka bresing konsentrik khusus dengan konfigurasi x-bresing 2 lantai *column axial demands* dapat meningkat lebih dari 100% karena adanya gaya-gaya yang terdistribusi kembali

setelah terjadi tekuk pada bresing. Ketika bresing batang tekan mengalami tekuk, *column demands* akan meningkat pada lantai yang mengalami gaya-gaya dengan nilai yang sama. Ditunjukkan melalui gambar 2.2 di bawah ini.



**Gambar 2.2** Gaya-gaya pada sistem rangka bresing konsentrik khusus tipe x-bresing 2 lantai : (a) sebelum bresing dihilangkan; (b) ketika bresing dihilangkan (Richards, 2009)

Pada gambar 2.2 di atas, gambar (b) menunjukkan bahwa *column demands* meningkat hampir 2 kali lipat karena batang tekan bresing telah mengalami tekuk (dianalogikan batang bresing tersebut sudah tidak ada atau dihilangkan).

Mengacu kepada *high column demands* pada sistem rangka bresing konsentrik dengan konfigurasi x-bresing 2 lantai, maka kolom dengan dimensi yang sangat besar akan menjadi hasil dari desain jika digunakan kolom baja biasa. Selain itu, pada sistem rangka bresing konsentrik konfigurasi x-bresing 2 lantai kolom haruslah didesain berdasarkan kapasitas dari bresing. Kolom komposit dapat menjadi solusi ekonomis dari desain dalam mengakomodasi kapasitas gaya aksial tambahan. (Junaedi Utomo, 2011)

## **2.2 Kolom Komposit Pada Rangka Bresing Konsentrik Khusus**

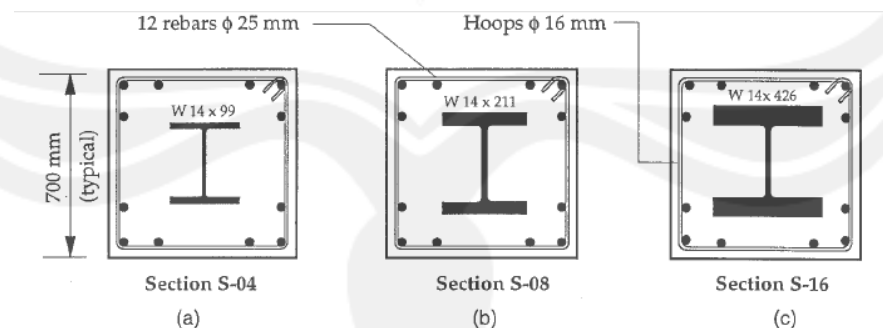
AISC 360-10 membagi kolom komposit menjadi 2 macam, yaitu kolom baja profil yang dibungkus dengan beton (disebut dengan *Strength Reinforced Concrete Columns* atau *SRC Columns*) dan kolom baja profil berongga yang di dalamnya diisi dengan beton (disebut dengan *Concrete Filled Tube* atau *CFT Columns*). Dalam penulisan tugas akhir ini pembahasan difokuskan pada kolom komposit tipe *SRC*.

Kekuatan dasar kolom komposit tipe *SRC* merupakan gabungan dari kekuatan tekan aksial komponen-komponen material penyusunnya, yaitu baja profil, baja tulangan, dan beton. (Junaedi Utomo, 2011)

Untuk memastikan bahwa baja dan beton berperilaku komposit, gaya-gaya yang bekerja harus ditransferkan antara beton dan baja sehingga kedua material tersebut dapat saling mencapai sebuah kedudukan gaya internal yang seimbang satu sama lain. Sebuah penghubung geser diperlukan untuk mengakomodasi adanya transfer gaya pada kolom komposit. Selain itu, dalam

mengadopsi mekanisme dari transfer gaya tersebut, diperlukan adanya sebuah *load introduction length* sebagai tempat terjadinya transfer gaya. Hal tersebut penting karena dengan adanya transfer gaya, aksi komposit dapat secepat mungkin terfasilitasi. (William dan Hajjar)

Studi mengenai kekuatan dan daktilitas dari kolom komposit dilakukan oleh El-Tawil dan Deierlein pada tahun 1999. Tiga benda uji digunakan sebagai prototype kolom komposit untuk menguji kekuatan dan daktilitas dari kolom komposit. Baja profil dan baja tulangan yang digunakan memiliki tegangan luluh minimum  $F_{ys} = 345$  MPa dan  $F_{ysr} = 414$  MPa. Kuat tekan beton yang digunakan adalah 28 Mpa (rendah), 69 Mpa (medium), dan 110 Mpa (tinggi). Rasio baja profil yang digunakan ( $\frac{A_s}{A_g}$ ) adalah 0.04, 0.08, dan 0.016. Penamaan dari prototype kolom komposit berdasarkan pada rasio nya. Misal, S-08-M adalah sampel kolom komposit dengan rasio  $\frac{A_s}{A_g} = 0.08$  dan memiliki kuat tekan beton medium. Demikian seterusnya untuk sistem penamaan. Ditunjukkan pada gambar 2.4 di bawah ini.

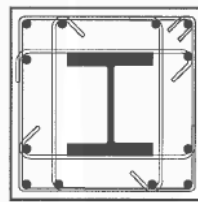


**Gambar 2.3** *Prototype* kolom komposit : (a) S-04; (b) S-08; (c) S-16

(El-Tawil dan Deierlein, 1999)

El-Tawil dan Deierlein (1999) menambahkan, untuk area gempa tinggi dimana daktilitas dibutuhkan, AISC 2005 *Seismic Provisions for Structural Steel*

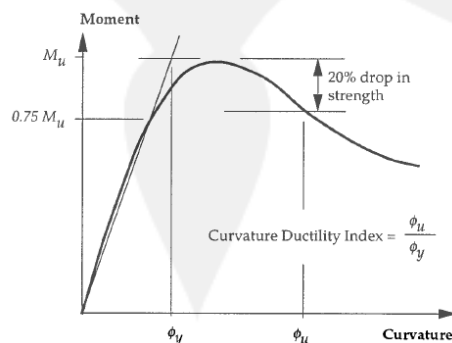
*Buildings* menyediakan tambahan *detailing* untuk kolom komposit, yaitu dengan penambahan *transverse hoop reinforcement* atau perkuatan tulangan pengikat lateral. Tulangan lateral ini memiliki diameter 16 mm dengan jumlah 4 buah, dimana jarak vertikal antar tulangan pengikat lateral adalah 100 mm untuk beton dengan  $f'_c$  sebesar 28 dan 69 Mpa, dan jarak antar tulangan pengikat lateral 75 mm untuk beton dengan  $f'_c$  sebesar 110 Mpa. Ditunjukkan pada gambar 2.5.



4-Legged Hoops  
 $\phi$  16 mm @ 100 mm

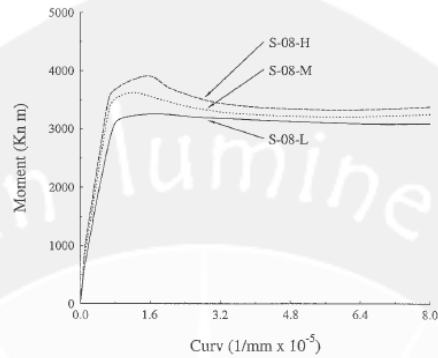
**Gambar 2.4 Perkuatan tulangan pengikat melintang pada kolom komposit**  
**(El-Tawil dan Deierlein, 1999)**

El-Tawil dan Deierlein (1999) menggambarkan hasil dari studi pengujiannya dengan *Curvature Ductility* atau Kurva Daktilitas. Indeks nya ditetapkan sebesar  $\mu_\phi = \frac{\phi_u}{\phi_y}$ , seperti ditunjukkan pada gambar 2.6. Dalam hal ini, kolom didesain untuk aksi inelastis atau plastis pada area gempa tinggi dengan nilai  $\mu_\phi > 12$ .

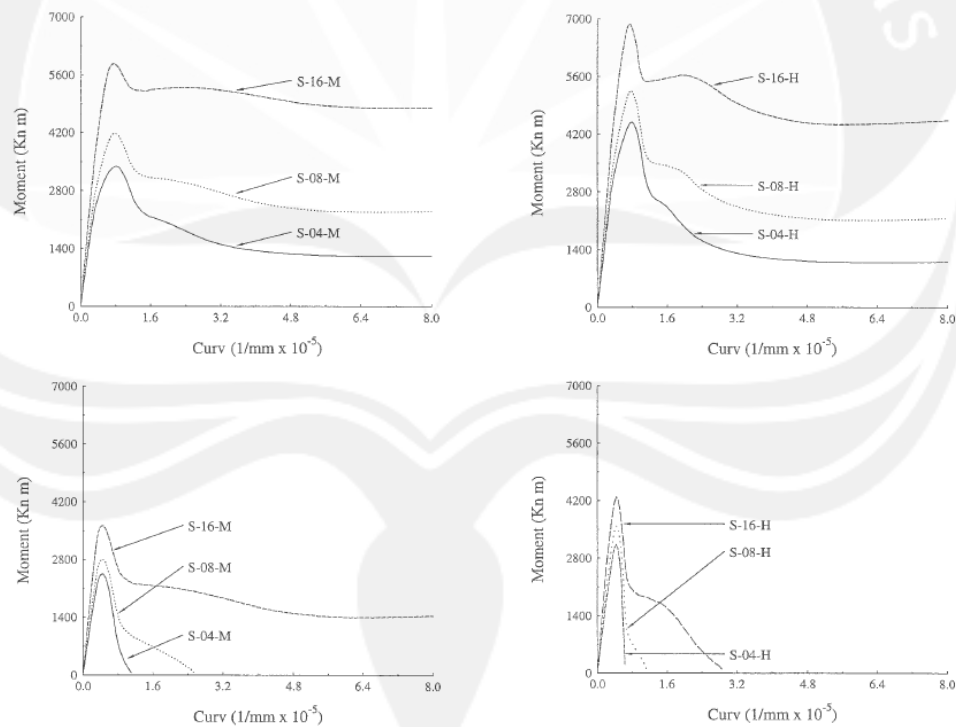


**Gambar 2.5 Definisi dari Kurva Daktilitas**  
**(El-Tawil dan Deierlein, 1999)**

Perilaku inelastis dari *prototype* kolom komposit ditunjukkan melalui grafik pada gambar 2.7 sampai dengan 2.11.



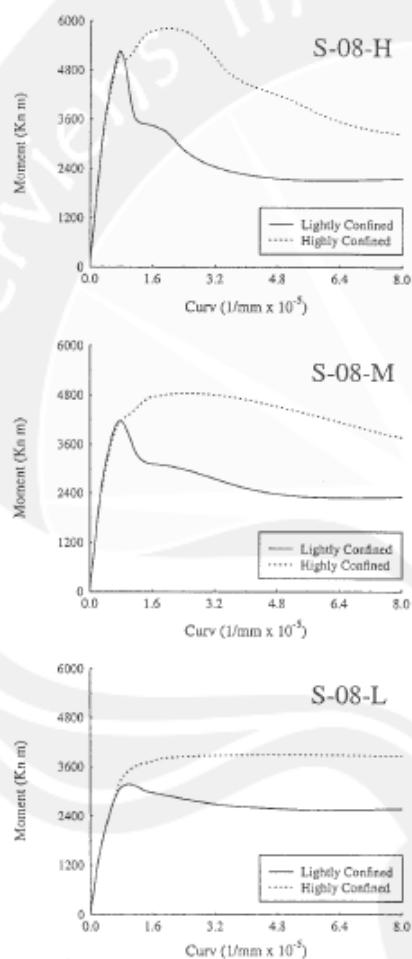
**Gambar 2.6** Grafik kurva daktilitas *versus* momen pada kolom komposit S-08 yang menggambarkan kekuatan beton (El-Tawil dan Deierlein, 1999)



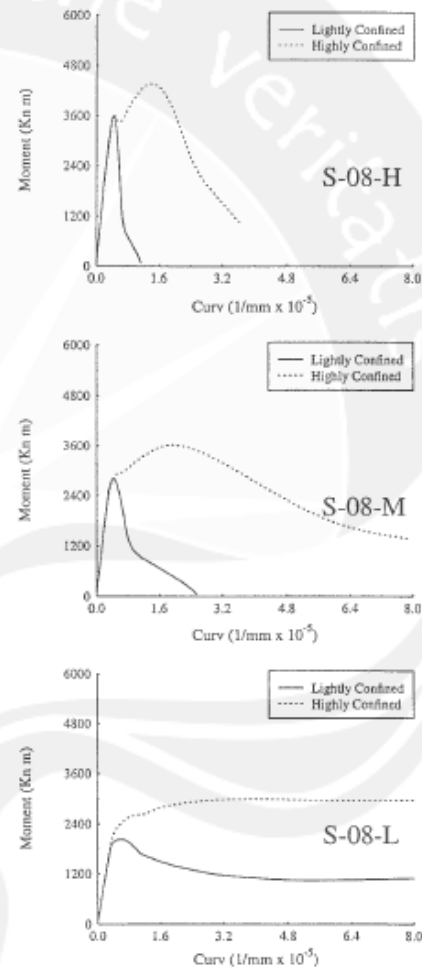
**Gambar 2.7** Kolom dengan kuat tekan beton medium: (a)  $P = 0.3P_o$ ; (b)  $P = 0.6P_o$  (El-Tawil dan Deierlein, 1999)

**Gambar 2.8** Kolom dengan kuat tekan beton tinggi: (a)  $P = 0.3P_o$ ; (b)  $P = 0.6P_o$  (El-Tawil dan Deierlein, 1999)

Grafik (a) dan (b) pada gambar 2.8 menunjukkan kolom komposit tipe S-04, S-08, dan S-16 dengan kekuatan tekan beton medium menerima gaya tekan aksial sebesar 30 dan 60 persen dari gaya tekan aksial total sebesar  $P_o$ . Berikut ini adalah grafik dari perbandingan antara *prototype* kolom standard dan *prototype* kolom yang diberi perkuatan tulangan pengikat melintang. Pengujian dilakukan pada kolom komposit S-08



**Gambar 2.10** Kolom komposit dengan  $P = 0.3 P_o$  dan kuat tekan beton: (a) tinggi; (b) medium; (c) rendah (El-Tawil dan Deierlein, 1999)



**Gambar 2.11** Kolom komposit dengan  $P = 0.6 P_o$  dan kuat tekan beton: (a) tinggi; (b) medium; (c) rendah (El-Tawil dan Deierlein, 1999)



Berdasarkan hasil studi terhadap *prototype* kolom komposit tipe SRC, El-Tawil dan Deierlein (1999) merumuskan hasilnya sebagai berikut:

1. Kolom komposit dengan kekuatan tekan beton normal ( $f_c' = 28$  MPa) memiliki kurva daktilitas  $\mu_\phi = 4 - 12$  dimana kapasitas aksial nya berada pada level menengah hingga tinggi ( $P = 0.3 - 0.6 P_o$ )
2. Daktilitas dapat meningkat ketika diberikan tambahan perkuatan tulangan pengikat melintang sesuai diatur dalam AISC 2005 *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*.
3. Kekuatan tekan  $P = 0.6P_{no}$  adalah nilai maksimum yang seharusnya terjadi dalam sebuah desain.
4. Kehadiran dari inti baja profil yang besar dapat menyediakan sebuah keuntungan yaitu sisa kekuatan aksial yang dapat melawan penghancuran dari beton dan dapat meningkatkan daktilitas.