

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Kolom**

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Umumnya kolom memikul beban aksial dan momen yang dapat ditimbulkan akibat pencoran yang monolit dari balok-balok lantai dan kolom atau karena eksentrisitas yang terjadi akibat ketidaktepatan letak dan ukuran kolom, beban yang tidak simetris akibat perbedaan tebal plat disekitar kolom atau karena ketidaksempurnaan yang lain.

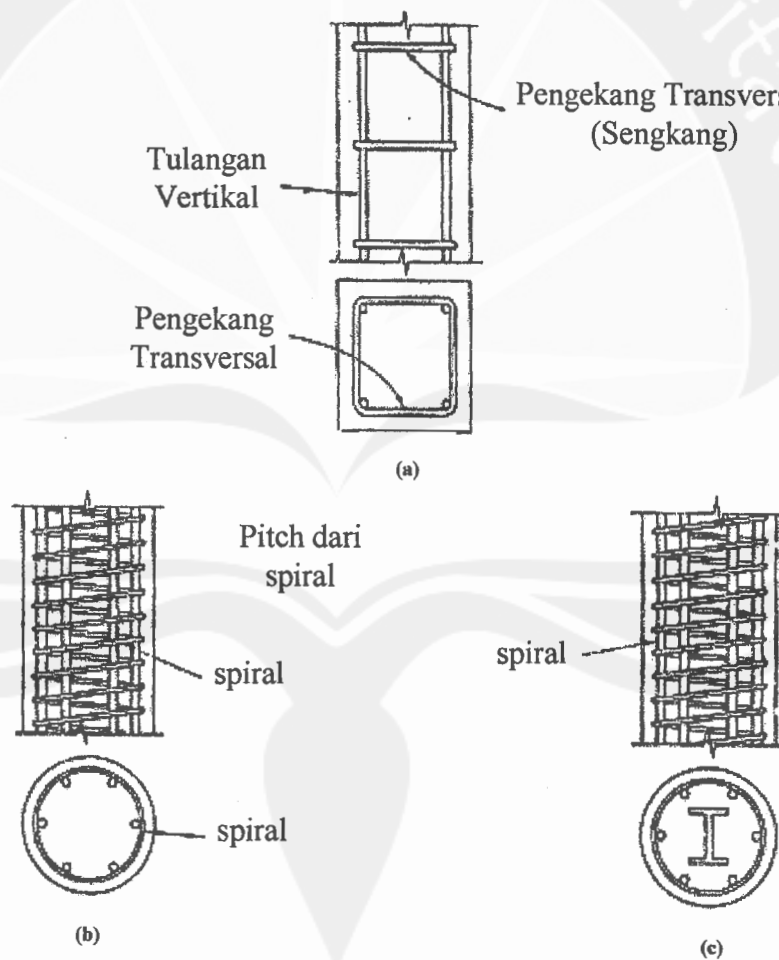
Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Sudarmoko, 1996).

Keruntuhan kolom dapat terjadi apabila tulangan bajanya leleh karena tarik, atau terjadinya kehancuran pada beton yang tertekan, selain itu dapat pula kolom mengalami keruntuhan apabila terjadi kehilangan stabilitas lateral, yaitu terjadi tekuk (Nawy,1990). Untuk itu dalam perencanaan struktur kolom harus diperhitungkan secara cermat.

Kolom pada umumnya dapat dibedakan dalam beberapa macam. Menurut Nawy (1990) kolom dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk dan

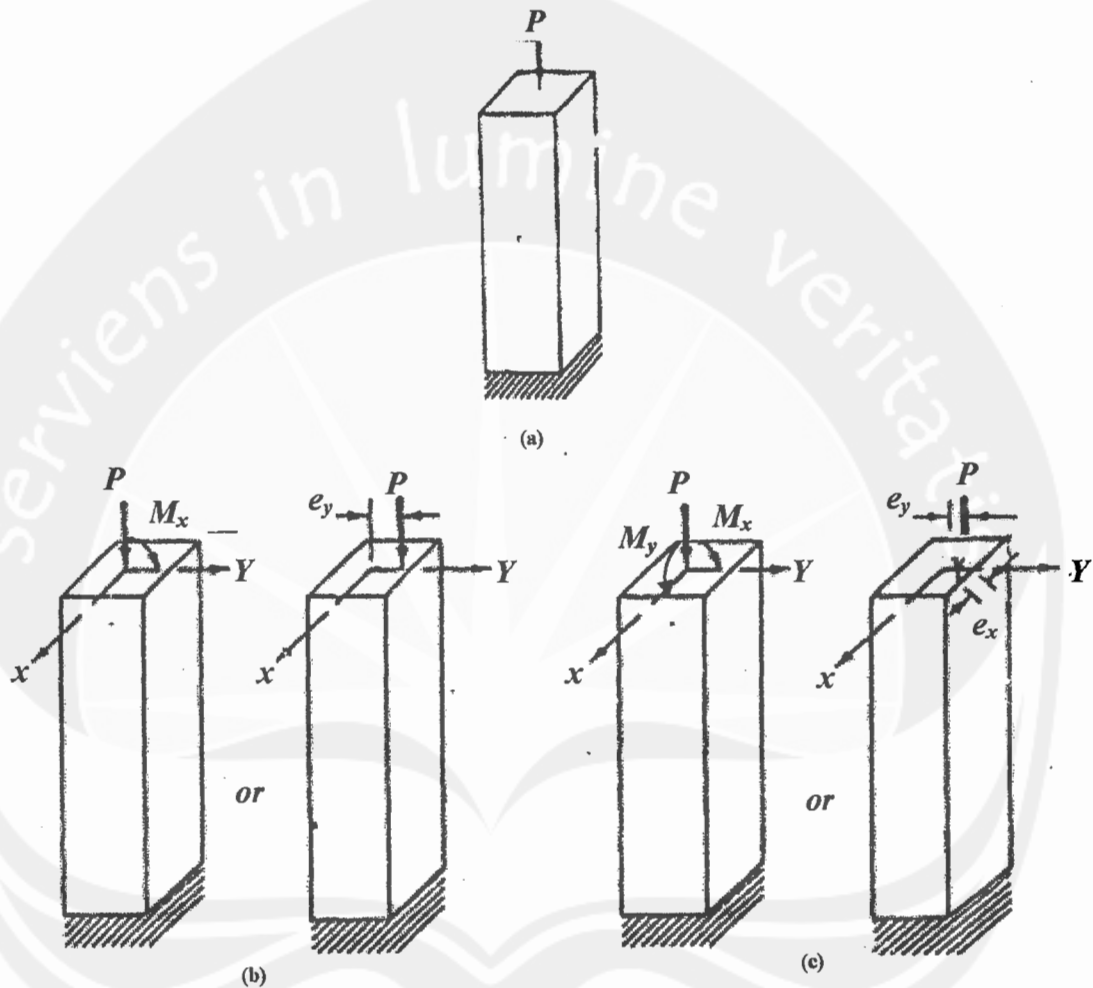
susunan tulangnya, posisi beban pada penampangnya, dan panjang kolom dalam hubungannya dengan dimensi lateralnya.

Berdasarkan bentuk dan susunan tulangan pada kolom dapat dibagi menjadi 3 kategori : a) kolom segiempat atau bujur sangkar dengan tulangan memanjang dan sengkang, b) kolom bundar dengan tulangan memanjang dan tulangan lateral berupa sengkang atau spiral, c) kolom komposit yang terdiri atas beton dan profil baja didalamnya.



**Gambar 2.1.** Jenis kolom berdasarkan bentuk dan macam penulangan: (a) kolom bersengkang; (b) kolom berspiral; (c) kolom komposit. (Nawy,1990)

Berdasarkan posisi beban terhadap penampang melintang kolom dapat diklasifikasikan atas : a) kolom dengan beban sentris, b) kolom dengan beban eksentris.



**Gambar 2.2.** Jenis kolom berdasarkan posisi beban pada penampang melintang: (a) kolom dengan beban sentris; (b) beban aksial ditambah momen satu sumbu (uniaxial); (c) beban aksial ditambah momen dua sumbu (biaksial). (Nawy, 1990)

Berdasarkan panjang kolom dalam hubungannya dengan dimensi lateral, kolom dibedakan menjadi dua : a) kolom pendek (*short column*), dimana kolom runtuh karena kegagalan material, b) kolom panjang (*slender column*), dimana kolom mengalami keruntuhan akibat tekuk.

Kolom sebagai unsur struktur yang dibebani tekan aksial, dengan atau tanpa kombinasi dengan lentur sering memikul bagian yang lebih besar dari beban tetap. Akibatnya pengalihan beban dari beton ke tulangan akibat deformasi yang tergantung pada waktu, lebih menyolok dalam unsur-unsur ini dibandingkan dengan dalam balok. (Wang dan Salmon, 1990)

Tulangan pengikat lateral dalam bentuk sengkang berfungsi untuk memegang tulangan utama dalam didalam cetakan pada saat beton dicor dan memberikan tumpuan lateral sehingga masing-masing tulangan memanjang hanya dapat tertekuk pada tempat diantara dua pengikat. Dengan demikian tulangan pengikat lateral tidak dimaksudkan untuk memberikan sumbangan terhadap kuat lentur penampang tetapi memperkokoh kedudukan tulangan pokok kolom. (Dipohusodo, 1994)

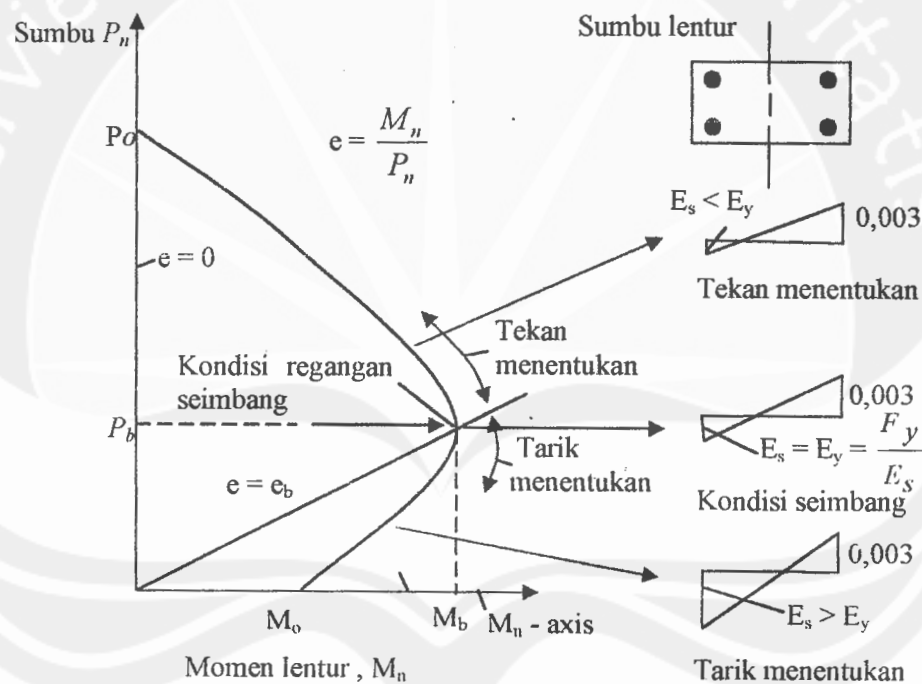
Menurut Wang dan Salmon (1990), sewaktu kolom dengan tulangan pengikat lateral dibebani sampai runtuh yang pertama terjadi adalah mengelupasnya selimut beton, yang berakibat berpindahnya beban ke inti beton dan tulangan memanjang. Hilangnya kekakuan dari tulangan memanjang yang mulai meleleh atau menekuk ke luar, menimbulkan tegangan tambahan pada inti beton. Sekali inti mencapai kekuatan runtuhnya, kolom secara tiba-tiba runtuh.

Menurut Nawy (1990), berdasarkan besarnya regangan pada tulangan baja yang tertarik maka penampang kolom dapat dibagi menjadi dua kondisi awal keruntuhan, yaitu:

1. Keruntuhan tarik, yang diawali dengan lelehnya tulangan yang tertarik.
2. Keruntuhan tekan, yang diawali dengan hancurnya beton yang tertekan.

Kondisi *balanced* terjadi apabila keruntuhan diawali dengan lelehnya tulangan yang tertarik sekaligus juga hancurnya beton yang tertekan.

Diagram interaksi gaya aksial–momen (diagram  $P$ - $M$ ) untuk kolom yang ditentukan oleh kondisi keruntuhan awal yang menentukan adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.3.** Diagram interaksi kekuatan untuk tekan aksial dan momen lentur pada satu sumbu (Wang dan Salmon, 1990)

Secara umum dalam perancangan dan analisis kapasitas kolom dibagi menjadi 2 cara. Cara yang pertama yaitu prosedur coba-coba dan penyesuaian atau yang dikenal dengan solusi eksak. Cara ini dipakai untuk menentukan beban aksial nominal  $P_n$  yang dapat bekerja dengan aman pada

eksentrisitas  $e$  untuk suatu kolom yang mengalami beban eksentris (Nawy, 1990). Cara ini dihitung dengan menggunakan persamaan yang berdasarkan pada kondisi awal keruntuhan kolom yang menentukan. Cara yang kedua adalah solusi pendekatan dengan cara *Whitney*. Cara ini diusulkan oleh Whitney sebagai suatu pendekatan persamaan empiris untuk menghitung kapasitas kolom didaerah hancur tekan (Dipohusodo, 1994). Pendekatan empiris *Whitney* tidak selalu konservatif, terutama pada daerah dimana beban rencana  $P_u$  cukup dekat dengan beban keadaan penampang seimbang  $P_b$ , sedangkan penyelesaian memberikan hasil konservatif apabila beban rencana  $P_u$  lebih besar dari kapasitas beban penampang dalam keadaan seimbang  $P_b$  dengan eksentrisitas kecil (Dipohusodo, 1994).

## **2.2. Beton fiber**

Banyak penelitian yang telah dilakukan mengenai beton fiber untuk mengatasi sifat-sifat kurang baik dari beton. Ide dasar penambahan serat adalah memberikan tulangan serat pada beton yang disebar merata secara random untuk mencegah retak-retak yang terjadi akibat pembebanan (Sudarmoko, 1990).

Beberapa hal yang perlu mendapat perhatian khusus pada beton fiber ini adalah : (a) masalah "fiber dispersion" atau teknik pencampuran adukan agar fiber yang ditambahkan dapat tersebar merata dengan orientasi yang random dalam beton, dan (b) masalah kelecakan (*workability*) adukan. Secara umum dapat dijelaskan bahwa dengan memodifikasi proporsi adukan (misalnya

dengan menambahkan superplasticizer ataupun memperkecil diameter maksimum agregat) dan memodifikasi teknik pencampuran adukan (mixing technique) maka masalah "fiber dispersion" dapat diatasi (Suhendro, 1991). Untuk masalah *workability* berdasarkan penelitian yang dilakukan Ramakrishnan, 1988 (dalam Sudarmoko, 1990) diperoleh bahwa penambahan fiber kedalam adukan akan menurunkan kelecakan (*workability*) secara cepat sejalan dengan pertambahan konsentrasi fiber dan aspek rasio fiber. Sehingga untuk mendapatkan hasil yang optimal ada dua hal yang harus diperhatikan dengan seksama yaitu (1) *Fiber aspect ratio*, yaitu rasio antara panjang fiber ( $l$ ) dan diameter fiber ( $d$ ), dan (2) *Fiber volume fraction* ( $V_f$ ), yaitu persentase volume fiber yang ditambahkan pada setiap satuan volume beton. (Suhendro, 1990)

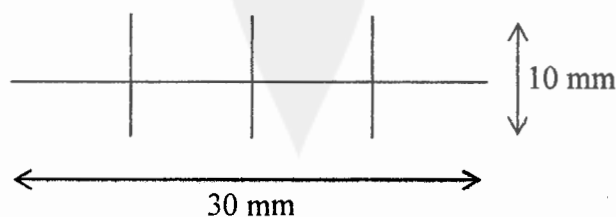
Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan menambahkan fiber lokal kedalam adukan beton maka selain kemampuan untuk menahan lentur ditingkatkan, sekaligus daktilitasnya (kemampuan menyerap energi) secara dramatis juga meningkat (Suhendro, 1990). Selain itu juga dengan menambahkan serat fiber kedalam adukan beton maka akan mempertinggi kuat tarik beton. (Sudarmoko, 1991)

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Swamy dkk, 1979 (dalam Sudarmoko, 1990) menyimpulkan bahwa kehadiran serat (*fiber*) pada beton akan menaikkan kekakuan dan mengurangi lendutan (*defleksi*) yang terjadi. Penambahan serat (*fiber*) juga dapat meningkatkan keliatan beton, sehingga

struktur akan terhindar dari keruntuhan yang tiba-tiba akibat pembebanan yang berlebihan.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh Swammy dan Al-Noori, 1974 (dalam Sudarmoko, 1990) bahwa bentuk fiber akan berpengaruh pada kuat lekat yang selanjutnya berpengaruh pula pada peningkatan sifat-sifat struktural beton yang akan terbentuk. Pada beton fiber berkait kuat lekatnya akan 40 % lebih besar dibanding kuat lekat beton fiber polos.

Bahan fiber yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah kawat kasa. Kawat kasa merupakan bahan yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Bentuk kawat kasa ini berbeda dari kawat lokal yang polos lainnya seperti bendrat, karena kawat kasa ini terdiri dari kotak-kotak kecil yang mempunyai luasan 10 mm x 10 mm. Dalam penelitian ini *Fiber aspect ratio* ( $l/d$ ) yang digunakan adalah 60 dan *Fiber volume fraction* ( $V_f$ ) yang digunakan adalah 0,5% dan 0,7%. Kawat kasa yang dimanfaatkan dalam beton fiber ini selain ekonomis dan mudah dikerjakan, bahannya juga dapat dijumpai di toko-toko bangunan terdekat. Kawat kasa yang digunakan mempunyai diameter 0,5 mm dengan panjang 30 mm. Adapun bentuk geometrik setelah dipotong sebagai berikut :

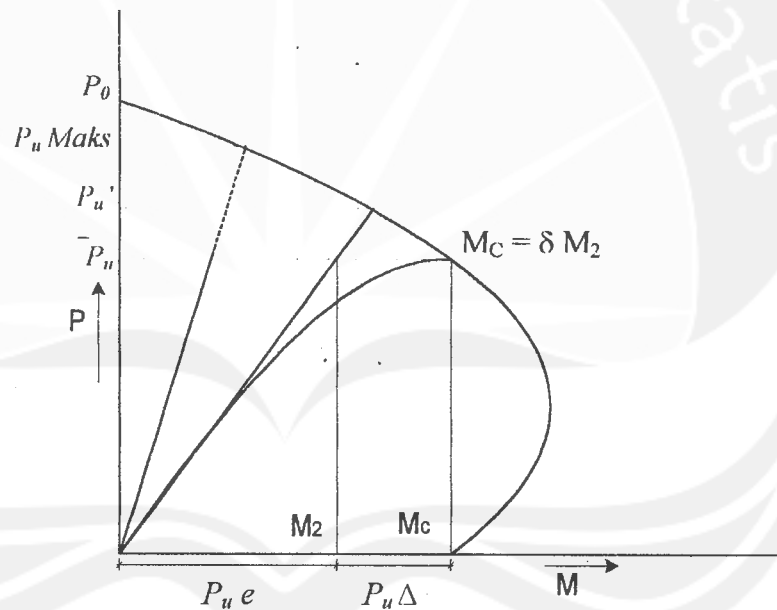


**Gambar 2.4.** Bentuk Geometri Fiber Kawat Kasa



### 2.3. Kelangsingan

Suatu kolom digolongkan langsing apabila dimensi atau ukuran penampang lintangnya kecil dibandingkan dengan tinggi bebasnya (tinggi yang tidak ditopang). Kolom langsing yang menahan kombinasi beban aksial dengan lentur akan mendapatkan momen lentur tambahan (momen sekunder) akibat efek  $P-\Delta$  dan mengalami deformasi ke arah lateral, dimana  $P$  adalah beban aksial dan  $\Delta$  adalah defleksi kolom tertekuk ke arah lateral pada penampang yang ditinjau. (Dipohusodo, 1994)



**Gambar 2.5.** Pengaruh Pembesaran Momen pada Diagram Interaksi

Semakin langsing atau semakin mudah suatu komponen struktur tekan melentur akan mengalami fenomena tekuk sebelum mencapai keadaan limit kegagalan material.

Menurut Winter dan Nilson, (1993) suatu batang yang mempunyai kerampingan besar akan mengalami keruntuhan dibawah beban tekan yang

lebih kecil dibandingkan batang yang lebih pendek yang mempunyai dimensi penampang yang sama. Dengan demikian ada suatu transisi dari kolom pendek (runtuh karena material) ke kolom panjang (runtuh karena tekuk) yang terdefinisi menggunakan perbandingan panjang efektif  $kl_u$  dengan jari-jari girasi  $r$ . Tinggi  $l_u$  adalah panjang tak tertumpu (unsupported length) kolom, dan  $k$  adalah faktor yang bergantung pada kondisi ujung kolom, dan kondisi adakah penahan deformasi lateral atau tidak (Nawy, 1990). Dan perbandingan inilah yang dipakai dalam menentukan kerampingan suatu kolom. Angka  $kl_u/r$  ini disebut *angka kelangsingan*.