

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kolom**

Kolom adalah batang tekan vertical dari rangka (*frame*) struktural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui fondasi (Nawy, 1990).

Kolom beton murni dapat mendukung beban sangat kecil, tetapi kapasitas daya dukung bebannya akan meningkat cukup besar jika ditambahkan tulangan longitudinal. Peningkatan kekuatan yang lebih besar dapat dibuat dengan memberikan kekangan lateral pada tulangan longitudinal ini. Akibat beban tekan aksial, kolom cenderung tidak hanya memendek dalam arah memanjang tetapi juga mengembang dalam arah lateral karena pengaruh efek Poisson. Kapasitas kolom semacam ini dapat meningkatkan tinggi dengan memberikan kekangan lateral dalam bentuk sengkang persegi dengan jarak yang berdekatan atau spiral yang membungkus tulangan longitudinal (McCormac,2004).

Kegagalan kolom akan berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengannya, atau bahkan merupakan batas runtuh total keseluruhan struktur bangunan (Dipohusodo,1996).

Apabila beban pada kolom bertambah, maka retak akan banyak terjadi di seluruh tinggi kolom pada lokasi-lokasi tulangan sengkang. Dalam keadaan batas keruntuhan (*limit state of failure*), selimut beton di luar sengkang (pada kolom

bersengkang) atau di luar spiral (pada kolom berspiral) akan lepas sehingga tulangan memanjangnya akan mulai kelihatan. Apabila bebannya terus bertambah, maka terjadi keruntuhan dan tekuk local (*local buckling*) tulangan memanjang pada panjang tak tertumpu sengkang atau spiral. Dapat dikatakan bahwa dalam keadaan batas keruntuhan, selimut beton lepas dahulu sebelum lekatan baja-beton hilang (Nawy, 1990).

Menurut Nawy (1990) seperti halnya balok, kekuatan kolom dievaluasi berdasarkan prinsip-prinsip dasar sebagai berikut:

1. distribusi regangan linier diseluruh tebal kolom,
2. tidak ada gelincir antara beton dengan tulangan baja (ini berarti regangan pada baja sama dengan regangan pada beton yang mengelilinginya),
3. regangan beton maksimum yang diizinkan pada keadaan gagal (untuk perhitungan kekuatan) adalah 0,003,
4. kekuatan tarik beton diabaikan dan tidak digunakan dalam perhitungan.

Menurut Nawy (1990) bentuk dan susunan tulangan pada kolom dapat dibagi menjadi tiga katagori yaitu:

1. kolom segiempat atau bujursangkar dengan tulangan memanjang dan sengkang,
2. kolom bundar dengan tulangan memanjang dan tulangan lateral berupa sengkang atau spiral,
3. kolom komposit yang terdiri atas beton dan profil baja struktural di dalamnya. Profil baja ini biasanya diletakan di dalam selubung tulangan biasa.

Berdasarkan posisi beban terhadap penampang melintang, kolom dapat diklasifikasikan atas kolom sentris dan kolom eksentris. Kolom yang mengalami beban sentris berarti tidak mengalami momen lentur. Akan tetapi dalam prakteknya semua kolom hendaknya direncanakan terhadap eksentrisitas yang diakibatkan oleh hal-hal yang tak terduga, seperti tidak tepatnya pembuatan acuan beton dan sebagainya (Nawy,1990).

Peraturan tidak memberikan definisi batas panjang maksimum kolom pendek, tetapi menetapkan digunakannya suatu proses evaluasi kelangsingan pada batas rasio kelangsingan tertentu. Dengan cara demikian, sebenarnya SK SNI T-15-1991-03 menggolongkan komponen struktur tekan digolongkan menjadi dua, yaitu kolom pendek dan kolom langsing (Dipohusodo, 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. Apabila kolom runtuh karena kegagalan materialnya (yaitu leleh baja atau hancurnya beton), kolom ini diklasifikasikan sebagai kolom pendek (*short column*) (Nawy,1990).

Menurut Nawy (1990) kondisi *balanced* terjadi apabila keruntuhan diawali dengan lelehnya tulangan yang tertarik sekaligus juga hancurnya beton yang tertekan. Apabila  $P_n$  adalah beban aksial dan  $P_{nb}$  adalah beban aksial pada kondisi *balanced*, maka:

1.  $P_n < P_{nb}$  (keruntuhan tarik)
2.  $P_n = P_{nb}$  (keruntuhan *balanced*)

### 3. $P_n > P_{nb}$ (keruntuhan tekan)

Suatu kolom digolongkan langsing apabila dimensi atau ukuran pemampang lintangnya kecil dibandingkan dengan tinggi bebasnya (tinggi yang tidak ditopang) (Dipohusodo, 1996).

## 2.2 Fiber Reinforced Plastic

*Fiber Reinforced Plastic* adalah bahan komposit yang terbuat dari polimer matriks diperkuat dengan serat. Serat biasanya berupa serat kaca (*fiber glass*), karbon, *aramid* atau *basalt*, meskipun serat seperti kertas atau kayu atau asbes telah kadang-kadang digunakan. FRP dapat diterapkan untuk memperkuat balok, kolom, dan lempengan bangunan dan jembatan. Hal ini dimungkinkan untuk meningkatkan kekuatan struktural bahkan setelah rusak parah akibat kondisi pembebanan. Dalam kasus beton bertulang yang rusak, pertama akan memerlukan perbaikan dengan membuang puing-puing dan mengisi rongga dan yang retak dengan mortar. Setelah diperbaiki, penguatan dapat dicapai dengan lembaran *fiber glass* dioles dengan resin epoksi kemudian ditempelkan pada bagian permukaan yang telah dibersihkan dan dipersiapkan dari bagian yang rusak. Kolom biasanya dibungkus dengan FRP di sekelilingnya, seperti pembungkus tertutup atau lengkap. Hal ini tidak hanya menghasilkan ketahanan geser yang lebih tinggi, tetapi lebih penting untuk desain kolom, itu menghasilkan peningkatan kuat tekan di bawah beban aksial. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Fibre-reinforced\\_plastic](http://en.wikipedia.org/wiki/Fibre-reinforced_plastic)).

*Glass Fiber Reinforced Plastic* ( GFRP ) adalah salah satu jenis dari FRP.

Polimer ini terbuat dari bahan plastik yang diperkuat oleh serat-serat halus yang terbuat dari kaca. Bahan ini juga dikenal dengan nama GFK yang merupakan kepanjangan dari *Glasfaserverstärkter Kunststoff*, atau yang biasanya lebih akrab dikenal oleh serat kaca yang digunakan dalam proses penguatannya, yang dalam bahasa inggrisnya disebut *fiber glass*. GRP adalah suatu material yang ringan dan kuat dengan banyak kegunaan, seperti dalam pembuatan perahu, mobil, tangki air, atap, perpipaan, pelapisan, box motor delivery, payung promosi, booth fiberglass dan lain-lain. Jenis bahan plastik yang digunakan dapat berupa *epoxy*, plastik *thermosetting* (pada umumnya poliester atau vinilester) atau termoplastik. (<http://fcfibreglass.com/fiberglass-serat-kaca/>)

Mahendra (2013) meneliti kolom dengan benda uji berukuran 75 mm x 75 mm, bentang 750 mm, dengan eksentrisitas 75 mm, dan silinder beton ukuran tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Kolom dan silinder beton dilapisi *fiber glass* dengan variasi lapisan yaitu : satu lapis, dua lapis, dan tiga lapis *fiber glass*. Hasil pengujian menunjukkan kolom beton bertulang yang diberi lapis *fiber glass* diketahui mampu meningkatkan kemampuan tekan aksial maksimum kolom untuk satu lapis, dua lapis, dan 3 lapis *fiber glass* secara berturut-trurt yaitu sebesar 48,70%, 48,87% dan 74,46% jika dibandingkan dengan kolom normal. Untuk pengujian modulus elastisitas, penambahan lapisan *fiber glass* mampu meningkatkan modulus elastisitas beton sebesar 6,54% untuk satu lapis, 8,93% untuk dua lapis dan 22,36% untuk tiga lapis *fiber glass*. Kemudian besaran peningkatan untuk kuat tekan silinder beton untuk satu lapis, dua lapis dan tiga

lapis sebesar 14,61%, 30,80% dan 47,82% jika dibandingkan dengan kolom normal.

Nugroho (2013) melakukan pengujian pada kolom dengan dimensi 75 mm x 75 mm x 750 mm dan silinder beton yang dilapisi dengan selimut *fiber glass* dengan variasi jumlah lapis yaitu: satu lapis, dua lapis dan tiga lapis *fiber glass*. Hasil penelitian menunjukkan pada kolom beton bertulang yang diberi lapis *fiber glass* mampu meningkatkan kemampuan kuat tekan kolom untuk satu lapis, dua lapis dan tiga lapis *fiber glass* secara berturut-turut yaitu sebesar 13,76%, 24,54% dan 34,58%. Untuk pengujian modulus elastisitas penambahan *fiber glass* mampu meningkatkan modulus elastisitas sebesar 5,31% untuk satu lapis *fiber glass*, 13,08% untuk dua lapis *fiber glass* dan 26,12% untuk tiga lapis *fiber glass*.

Sudarsana dan Sutapa (2007) menguji silinder kolom bulat dengan metode *jacketing* menggunakan *Glass Fiber Reinforced Polymer* (GFRP) dengan panjang sambungan (*overlapping*). GFRP yang bervariasi terhadap perilaku keruntuhan, daya dukung aksial, dan daktilitas aksial kolom. Variasi panjang sambungan GFRP adalah 100%, 150%, 200%, 250% dan 300% dari panjang sambungan hasil perhitungan yang didasarkan pada kuat tarik dan kuat tekan rekatan GFRP. Hasil pengujian menunjukkan, GFRP dengan sambungan 100% dan 150% mengalami gagal geser pada sambungan sedangkan GFRP dengan sambungan 200% sampai dengan 300% gagal tarik (putus) di luar sambungan. Hasil pengujian menunjukkan perkuatan kolom bulat beton bertulang dengan metode *jacketing/wrapping* dengan satu lapis GFRP mampu meningkatkan daya dukung aksial

sebesar 11,86% sampai dengan 15,25% dan daktilitas aksial sebesar 12,41% sampai dengan 47,14%.

