

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Beban Struktur**

Pada suatu struktur bangunan, terdapat beberapa jenis beban yang bekerja. Struktur bangunan yang direncanakan harus mampu menahan beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut. Menurut SNI 1727-2013 tentang Beban Minimum Untuk Perancangan Gedung dan Struktur Lain, pembebanan-pembebanan yang dianalisa adalah sebagai berikut:

1. Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung itu.
2. Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu.
3. Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.
4. Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung yang merupakan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa

dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

5. Beban khusus adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat dari pengangkatan dan pemasangan, penurunan fondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gaya rem yang berasal dan keran, gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin- mesin serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.

## **2.2 Struktur Beton Bertulang**

Menurut Indarto (2005), struktur beton bertulang banyak digunakan untuk struktur bangunan tingkat rendah, tingkat menengah sampai bangunan tingkat tinggi. Struktur beton bertulang merupakan struktur yang paling banyak digunakan atau dibangun, dibandingkan dengan jenis struktur yang lainnya. Struktur beton bertulang lebih murah dan lebih monolit dibandingkan dengan struktur baja maupun struktur komposit. Karena elemen-elemen dari struktur beton bersifat monolit, maka struktur ini mempunyai perilaku yang baik di dalam memikul beban gempa.

Menurut Imran (2010), karakteristik material beton dan baja tulangan yang digunakan pada struktur beton bertulang tahan gempa akan sangat mempengaruhi perilaku struktur yang dihasilkan. Parameter material beton yang paling berpengaruh dalam hal ini adalah nilai kuat tekan.

### 2.2.1 Kolom

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya adalah menyangga beban aksial tekan vertikal, dengan ataupun tanpa momen lentur. Kolom merupakan bagian paling penting dari suatu struktur bangunan, karena apabila terjadi kegagalan pada kolom maka dapat berakibat keruntuhan komponen struktur yang lain yang berhubungan dengannya atau bahkan terjadi keruntuhan total pada keseluruhan struktur bangunan.

Kolom dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk dan susunan tulangnya, posisi beban pada penampangnya, dan panjang kolom dalam hubungannya dengan dimensi lateralnya. Menurut Nawy (2003) bentuk dan susunan tulangan pada kolom dapat dibagi menjadi tiga kategori, 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 didalamnya.

Berdasarkan besarnya regangan pada tulangan baja yang tertarik, 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.

### 2.2.2 Balok

Balok adalah bagian dari struktur yang berfungsi untuk menopang pelat di atasnya serta sebagai penyalur momen ke kolom – kolom yang menopangnya. Balok yang bertumpu langsung pada kolom disebut dengan balok induk, sedangkan yang bertumpu pada balok induk disebut balok anak. Tulangan rangkap pada perancangan balok pada umumnya ditujukan untuk meningkatkan daktilitas tampang, pengendalian defleksi jangka panjang akibat adanya rangkap dan susut (MacGregor, 2005).

Menurut Nawy (2003), ada beberapa jenis keruntuhan yang terjadi pada balok:

1. Penampang Seimbang (*balance*), tulangan tarik beton mulai leleh tepat pada saat beton mencapai regangan batas dan akan hancur karena tekan. Pada saat awal terjadinya keruntuhan, regangan tekan yang diijinkan pada serat tepi yang tertekan adalah 0,003, sedangkan regangan baja sama dengan regangan lelehnya yaitu  $\varepsilon_y = f_y / E_s$ .
2. Penampang *Over Reinforced*, keruntuhan ditandai dengan hancurnya beton yang tertekan. Pada awal keruntuhan, regangan baja  $E_s$  yang terjadi masih lebih kecil dari regangan lelehnya,  $\varepsilon_y$ . Dengan demikian, tegangan baja,  $f_s$  juga lebih kecil dari tegangan lelehnya,  $f_y$ . Kondisi ini terjadi apabila tulangan yang digunakan lebih banyak dari yang diperlukan dalam keadaan *balance*.
3. Penampang *Under Reinforced*, keruntuhan terjadi ditandai dengan lelehnya tulangan baja. Kondisi penampang yang demikian dapat terjadi apabila

tulangan tarik yang dipakai pada balok kurang dari yang diperlukan untuk kondisi seimbang.

### **2.2.3 Pelat**

Pelat adalah elemen struktur yang memikul beban, baik berupa beban terpusat maupun beban merata yang ada di atasnya untuk selanjutnya disalurkan kepada elemen pendukung seperti balok dan kolom. Pelat yang difungsikan sebagai pelat lantai dan atap tidak terlalu berbeda, hanya pelat atap langsung terpengaruh cuaca. Menurut McCormac dan Nilson (2010), elemen – elemen pelat tersebut dapat dirancang sebagai pelat satu arah atau pelat dua arah.

Menurut Kusuma (2003), yang dipertimbangkan pada perencanaan plat beton bertulang tidak hanya pembebanan tetapi juga ukuran dan syarat-syarat tumpuan pada tepi.

Ada beberapa metode untuk mendesain dan mengetahui kebutuhan tulangan pelat. Yakni metode desain langsung (*Direct Design Method*), metode rangka/portal ekuivalen (*Equivalent Frame Method*), Metode analisis elastik dan analisis plastik/garis leleh (Imran, 2014).

### **2.2.4 Dinding geser**

Dinding geser merupakan suatu jenis struktur yang berbentuk beton bertulang yang biasanya digunakan pada dinding-dinding lift atau dinding-dinding penahan tanah serta dinding yang membutuhkan suatu perkuatan tertentu. Dinding geser merupakan elemen struktural yang berfungsi sebagai penahan gaya-gaya

lateral bangunan, dimana gaya-gaya lateral yang bekerja merupakan gaya-gaya horizontal yang bekerja pada diafragma dinding geser (Zuhri, 2011).

Jenis dinding geser biasanya dikategorikan berdasarkan geometrinya :

1. *Flexural Wall* (dinding langsing), yaitu dinding geser yang desainnya dikontrol oleh perilaku lentur.
2. *Squat Wall* (dinding pendek), yaitu dinding geser yang desainnya dikontrol oleh perilaku geser.
3. *Coupled Shear Wall* (dinding berangkai), dimana momen guling yang terjadi akibat beban gempa ditahan oleh sepasang dinding, yang dihubungkan oleh balok-balok perangkai sebagai gaya-gaya tarik dan tekan yang bekerja pada masing-masing dasar pasangan dinding tersebut.

Menurut Pawirodikromo (2012) Beberapa kelebihan struktur dinding dapat diketahui berdasarkan fungsi yang diperankan. Beberapa keuntungan struktur dinding tersebut sebagai berikut :

1. Struktur dinding pada umumnya mempunyai kekuatan yang cukup besar sehingga dapat menahan beban horizontal yang cukup. Kadang-kadang direncanakan seluruh beban horizontal dibebankan pada struktur dinding.
2. Di samping mempunyai kekuatan yang cukup besar, struktur dinding umumnya sangat kaku dibanding dengan kolom, sehingga struktur ini memberikan kekakuan tambahan terhadap struktur secara keseluruhan. Kekakuan yang cukup diharapkan dapat mengendalikan simpangan yang terjadi.

3. Kekakuan struktur dinding juga mempunyai keuntungan yang lain yaitu kemampuannya dalam melindungi tingkat yang relatif lemah (*soft story*). *Soft story* yang sering dijumpai misalnya adanya tinggi tingkat yang melebihi tinggi tingkat tipikal.
4. Struktur dinding dapat mengeliminasi simpangan antar tingkat khususnya pada tingkat-tingkat bawah sampai tengah. Dengan perkataan lain, pengendalian simpangan pada daerah ini akan dilakukan secara efektif oleh struktur dinding.

#### **2.2.5 Pondasi**

Pondasi adalah elemen beton struktural yang meneruskan beban dari struktur di atasnya ke tanah yang memikulnya. Macam-macam pondasi adalah pondasi tiang-tiang yang dipancangkan ke tanah, pondasi gabungan yang memikul lebih dari satu kolom, pondasi telapak, dan pondasi rakit. (Nawy, 1990)

Pondasi adalah komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah, dan telapak pondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah. Dasar pondasi harus diletakkan di atas tanah kuat pada kedalaman cukup tertentu, bebas dari lumpur, humus, dan pengaruh perubahan cuaca (Dipohusodo, 1994).

Menurut Bowles (1991), pondasi *bored pile* dapat digunakan pada hampir semua kasus yang memerlukan pondasi-pondasi tiang pancang. *Bored pile* memiliki kelebihan-kelebihan:

1. Mengurangi kebutuhan beton dan tulangan pada pelat penutup tiang (*pile cap*), karena kolom dapat secara langsung diletakkan diatas *bored pile*.
2. Proses pemasangan pondasi *bored pile* cukup banyak mengurangi gangguan suara dan getaran yang biasanya ditimbulkan oleh proses pemasangan pondasi tiang pancang.
3. *Bored pile* bisa dipasang menembus tanah bebatuan, sedangkan tiang pancang akan bengkok bila digunakan untuk memancang di tanah bebatuan.

### **2.3 Peraturan**

Dalam perancangan struktur sebuah bangunan gedung, perhitungan struktur harus mengikuti peraturan-peraturan yang telah ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional Indonesia, yaitu:

1. Pedoman Beban Minimum Untuk Perancangan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013).
2. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013).
3. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012).

### **2.4 Konsep Perancangan Struktur**

Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi perancangan suatu struktur bangunan seperti letak geografis, iklim, serta fungsi dan bentuk bangunan. Gaya gempa merupakan salah satu faktor alam yang tidak bisa diabaikan dalam

perancangan gedung bertingkat, terutama jika bangunan terletak pada daerah rawan gempa. Besar kecilnya gaya gempa yang diterima struktur bangunan juga dipengaruhi oleh: karakteristik gempa, karakteristik tanah, dan karakteristik struktur bangunan. Beberapa prinsip dasar dalam perancangan struktur beton tahan gempa adalah sebagai berikut:

- a. Sistem struktur yang digunakan harus disesuaikan dengan tingkat kerawanan gempa di mana struktur bangunan tersebut dibangun.
- b. Pendetailan tulangan dan sambungan harus diperhatikan supaya bangunan terikat menjadi satu kesatuan.
- c. Perancangan dalam desain nantinya akan sesuai dengan yang akan dilaksanakan di lapangan.
- d. Material yang digunakan memenuhi persyaratan material konstruksi untuk struktur bangunan tahan gempa.

## **2.5 Filosofi Bangunan Tahan Gempa**

Perencanaan struktur bangunan tahan gempa bertujuan untuk mencegah terjadinya keruntuhan struktur yang dapat berakibat fatal pada saat terjadi gempa. Kinerja struktur pada saat terjadi gempa dapat ditinjau dari tiga taraf beban gempa, yaitu Gempa Ringan, Gempa Sedang, dan Gempa Kuat.

### **1. Gempa Ringan**

Gempa Ringan adalah gempa yang peluang atau resiko terjadinya dalam periode umur rencana bangunan 50 tahun adalah 92% ( $R_N = 92\%$ ), atau gempa yang periode ulangnya 20 tahun ( $T_R = 20$  tahun). Akibat Gempa

Ringan, bangunan harus tetap berperilaku elastis. Ini berarti bahwa pada saat terjadi gempa, elemen-elemen struktur bangunan tidak diperbolehkan mengalami kerusakan struktural maupun kerusakan non-struktural.

## 2. Gempa Sedang

Gempa Sedang adalah gempa yang peluang atau resiko terjadinya dalam periode umur rencana bangunan 50 tahun adalah 50% ( $R_N = 50\%$ ), atau gempa yang periode ulangnya adalah 75 tahun ( $T_R = 75$  tahun). Akibat Gempa Sedang, struktur bangunan tidak boleh mengalami kerusakan struktural, namun diperkenankan mengalami kerusakan yang bersifat non-struktural.

## 3. Gempa Kuat

Gempa Kuat adalah gempa yang peluang atau resiko terjadinya dalam periode umur rencana bangunan 50 tahun adalah 2% ( $R_N = 2\%$ ), atau gempa yang periode ulangnya adalah 2500 tahun ( $T_R = 2500$  tahun). Akibat Gempa Kuat, struktur bangunan dapat mengalami kerusakan struktural yang berat, namun struktur harus tetap berdiri dan tidak boleh runtuh sehingga korban jiwa dapat dihindarkan.

Pada bangunan gedung bertingkat, massa dari struktur dianggap terpusat pada lantai-lantai dari bangunan, dengan demikian beban gempa akan terdistribusi pada setiap lantai tingkat. Selain massa di setiap tingkat, besarnya gaya gempa pada suatu tingkat tergantung juga pada ketinggian tingkat tersebut dari permukaan tanah. (Indarto. H, 2005).