

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton Bertulang

Beton bertulang adalah beton struktural yang diberi tulangan baja dengan jumlah tidak kurang dari tulangan prategang atau nonprategang minimum sesuai dengan ketentuan sebuah standar. Campuran utama beton adalah agregat halus, agregat kasar, semen portland atau semen hidrolis lain, dan air. Namun campuran beton tersebut juga dapat ditambah dengan campuran tambahan (*admixture*). Tulangan pada beton bertulang, tulangan baja terdiri dari tulangan longitudinal dan tulangan transversal guna mencegah pengelupasan (*spalling*) dan untuk menjamin beton yang melapisi baja bekerja sebagai beton bertulang. Selain itu, fungsi lain dari tulangan pada beton bertulang adalah untuk menahan tegangan karena kekangan dari rangkai, susut, atau efek suhu (SNI 2847:2019).

Menurut Imran dan Hendrik (2010), karakteristik dari beton dan baja tulangan pada sebuah struktur beton bertulang akan sangat mempengaruhi perilaku plastifikasi struktur yang dihasilkan. Nilai kuat tekan adalah parameter dominan dari material beton, maka berdasarkan SNI 03-2847-02 kuat tekan ( $f_c'$ ) minimal pada struktur bangunan tahan gempa minimal 20 MPa sehingga menghasilkan bangunan dengan ketahanan yang baik terhadap lingkungan. Sedangkan karakteristik dari baja tulangan yang dominan adalah kondisi permukaan baja tulangan (baja polos atau baja ulir), nilai kuat leleh, nilai faktor kuat lebih, dan nilai rasio kuat ultimit.

Pada umumnya, perilaku tegangan-regangan material beton diketahui bersifat getas. Namun, perilaku tegangan-regangan material beton dapat menjadi daktil apabila material beton diberi kekangan yang memadai dengan pemasangan tulangan spiral atau sengkang tertutup yang melingkupi penampang beton karena

baja tulangan memiliki perilaku tegangan-regangan yang sangat daktil. Mekanisme plastifikasi pada struktur beton bertulang dapat terjadi melalui mekanisme lentur tarik, lentur tekan, geser, tarik diagonal, perilaku angkur, perilaku lekatan tulangan, tekan aksial, dan lain-lain. Untuk menghasilkan perilaku plastifikasi elemen struktur beton bertulang yang daktil hanya apabila bentuk plastifikasi yang terjadi didominasi oleh perilaku batas pada baja tulangan.

## 2.2 **Pembebanan Struktur**

Pembebanan pada sebuah struktur gedung harus memenuhi standar yang telah ditetapkan atau peraturan yang berlaku dengan tujuan memperoleh struktur Gedung yang aman dan nyaman. Peraturan pembebanan yang dimaksud adalah SNI 2847 tahun 2013 tentang “Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain”. Menurut SNI 2847:2013, pembebanan dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu beban mati, beban hidup, beban gempa, beban angin, dan beban hujan, dengan penjabaran masing-masing sebagai berikut:

- a. Beban mati (*Dead Load*) adalah beban yang timbul akibat berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk komponen struktural, arsitektural, maupun MEP (SNI 1727:2013 pasal 3.1.1)
- b. Beban hidup (*Live Load*) adalah beban yang timbul akibat aktivitas penghuni bangunan gedung (SNI 1727:2013 pasal 4.1)
- c. Beban gempa (*Earthquake Load*) adalah semua beban statik ekuivalen yang timbul akibat gempa vulkanik maupun gempa tektonik atau dapat diartikan dengan gaya-gaya yang terjadi dalam struktur gedung yang diakibatkan oleh pergerakan lempeng (tektonik) maupun aktivitas gunung berapi (vulkanik)
- d. Beban angin adalah beban yang timbul akibat tekanan udara
- e. Beban hujan adalah beban yang timbul akibat hujan.

### 2.3 Fondasi

Fondasi adalah komponen struktur yang menahan gaya akibat gempa dan menyalurkan yang diterima struktur kepada tanah dengan memenuhi ketentuan-ketentuan yang ada (SNI 2847:2013 pasal 21.12.1.1).

Menurut Nawy (1998) fondasi dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Fondasi dinding adalah jalur *slab* memanjang sepanjang dinding namun memiliki ketebalan lebih dari ketebalan dinding yang mengalami beban dari tekanan tanah serta tulangan utama terletak tegak lurus dari arah dinding
2. Fondasi kolom yang terisolasi bebas adalah *slab* berbentuk segi empat atau bujur-sangkar dengan tebal yang dapat konstan ataupun tidak dan memiliki tulangan pada dua arah
3. Fondasi gabungan adalah fondasi yang menerima beban dari dua atau lebih kolom sehingga diperlukan penggabungan antar fondasi kolom yang berdekatan untuk memperoleh distribusi tegangan yang relatif merata
4. Fondasi kantilever (*strap*) adalah fondasi yang serupa dengan fondasi gabungan namun kolom interior dan eksterior dibuat terpisah yang dihubungkan dengan balok *strap* guna meneruskan momen lentur
5. Fondasi tiang adalah fondasi yang dapat digunakan pada tanah lunak dengan kedalaman tanah keras yang cukup besar
6. Fondasi rakit (fondasi terapung) adalah fondasi yang dapat digunakan pada kedalaman yang cukup besar namun daya dukung tanah yang diizinkan sangat kecil.

Pada umumnya, tipe fondasi yang digunakan pada bangunan bertingkat adalah fondasi dalam yang berupa tiang. Fondasi dalam tersebut dibedakan menjadi tiga antara lain:

- a. Tiang pancang, merupakan fondasi yang dapat terbuat dari beton bertulang maupun baja (pipa dan baja profil) namun memiliki ukuran yang terbatas
- b. Tiang bor (*bored pile*), merupakan fondasi yang terbuat dari beton bertulang
- c. Tiang Franki (*Franki pile*), merupakan kombinasi dari tiang pancang dan tiang bor.

#### **2.4 Kolom**

Kolom merupakan komponen struktur vertikal yang memiliki fungsi untuk memikul beban tekan aksial, momen, geser, atau torsi (SNI 2847:2019 pasal 2.3). Perancangan kolom harus dilakukan dengan tepat sehingga kolom mampu menopang beban aksial terfaktor seluruh lantai atau atap serta momen maksimum akibat beban terfaktor pada suatu bentang lantai (SNI 2847:2013 pasal 8.10.1). Sehingga fungsi kolom secara umum adalah menerima gaya yang disalurkan balok kemudian menyalurkannya kepada fondasi.

#### **2.5 Balok**

Balok merupakan komponen struktur horizontal yang memiliki fungsi untuk menahan lentur, geser, dan gaya lateral dengan atau tanpa adanya gaya aksial atau torsi (SNI 2847:2019 pasal 2.3). Sehingga fungsi balok secara umum adalah menahan beban atau gaya yang bekerja di atasnya kemudian menyalurkannya kepada kolom.

#### **2.6 Pelat**

Pelat adalah komponen struktur yang menerima beban secara langsung yang didukung secara langsung oleh balok yang bertumpu pada kolom. Selain itu, pelat lantai juga berfungsi sebagai pemisah lantai pada sebuah bangunan gedung dan menambah kekakuan pada struktur gedung arah horizontal.

Pada umumnya, ada dua tipe pelat yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah. Pelat satu arah dalam perencanaannya memperhitungkan pengaruh beban terpusat dan bukaan pada kekuatan lentur dan geser, serta mengevaluasi potensi penampang kritis akibat bukaan (SNI 2847:2019 pasal 7.2). Sedangkan dalam perencanaan pelat dua arah diizinkan dengan prosedur yang memenuhi kondisi kesetimbangan dan kompatibilitas geometrik, yang memenuhi kekuatan desain di setiap penampang paling sedikit sama dengan kekuatan perlu, dan semua persyaratan kemampuan layan (SNI 2847:2019 pasal 8.2).

Perbedaan lain antara pelat satu arah dengan pelat dua arah adalah beban atau momen lentur yang didukung dan dipikul. Pelat satu arah memikul dan mendukung beban atau momen lentur dalam satu arah karena perbandingan sisi panjang terhadap sisi pendek  $> 2$ , sedangkan pelat dua arah memikul dan mendukung beban atau momen lentur dalam dua arah karena perbandingan sisi panjang terhadap sisi pendek  $\leq 2$ .

## **2.7 Bangunan Tahan Gempa**

Aspek yang mempengaruhi ketahanan bangunan antara lain periode bangunan yang dipengaruhi oleh massa dan kekakuan struktur. Hal yang mempengaruhi kekakuan struktur yaitu dimensi, kondisi struktur, dan bahan yang digunakan (Chasanah dan Kusbiantoro, 2016).

Taraf keamanan minimum bangunan gedung yang tahan gempa menurut Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum (2006) antara lain:

1. Apabila terjadi gempa ringan, kerusakan struktural dan non-struktural tidak boleh terjadi (tidak mengalami kerusakan apa pun)
2. Apabila terjadi gempa sedang, hanya komponen non-struktural boleh terjadi kerusakan
3. Apabila terjadi gempa besar, komponen struktural dan komponen non-struktural boleh terjadi kerusakan namun setelah penghuni melakukan evakuasi, serta kerusakan yang terjadi adalah kerusakan yang dapat

diperbaiki dengan cepat sehingga dapat bangunan dapat berfungsi kembali.

Menurut Imran dan Hendrik (2010), prinsip dasar yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dan perancangan struktur bangunan beton bertulang tahan gempa yaitu besarnya gaya gempa yang diterima struktur bangunan. Karakteristik yang mempengaruhi gaya gempa tersebut yang pada dasarnya adalah karakteristik gempa yang terjadi, karakteristik tanah tempat bangunan berada, dan karakteristik struktur bangunan. Selain itu karakteristik tersebut, bentuk denah bangunan juga memberikan pengaruh yang signifikan. Bentuk denah bangunan yang terbaik untuk menahan gempa adalah bentuk yang sederhana, simetris, tidak terlalu panjang, dan apabila bentuk denah bangunan tidak simetris maka dapat dilakukan pemisahan struktur utama atau disebut dengan dilatasi

## **2.8 Ketidakberaturan Bangunan**

Ketidakberaturan bangunan diklasifikasikan menjadi dua konfigurasi yaitu horizontal dan vertikal dari sebuah struktur. Ketidakberaturan horizontal adalah ketidakberaturan yang ditetapkan untuk arah sumbu  $xy$ , sedangkan ketidakberaturan vertikal adalah ketidakberaturan yang ditetapkan untuk arah sumbu  $xz$  dan  $yz$  (Purba, 2014).