

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Konsep Pemilihan Jenis Struktur

Pemilihan jenis struktur atas (*upper structure*) mempunyai hubungan yang erat dengan sistem fungsional gedung. Dalam proses desain struktur perlu dicari kedekatan antara jenis struktur dengan masalah-masalah seperti arsitektural, efisiensi, *service ability*, kemudahan pelaksanaan dan juga biaya yang diperlukan.

Sedangkan pemilihan jenis pondasi (*sub structure*) yang digunakan didasarkan kepada beberapa pertimbangan, yaitu :

- a) Keadaan tanah pondasi  
Jenis tanah, daya dukung tanah, kedalaman tanah keras, dan jenis pondasi yang dipilih.
- b) Batasan-batasan akibat konstruksi di atasnya  
Keadaan struktur atas sangat mempengaruhi pemilihan jenis pondasi, meliputi kondisi beban (besar beban, arah beban dan penyebaran beban) dan sifat dinamis bangunan di atasnya (statis tertentu atau tak tertentu, kekakuan dan sebagainya).
- c) Batasan-batasan di lingkungan sekelilingnya  
Lokasi proyek, pekerjaan pondasi tidak boleh mengganggu atau membahayakan bangunan dan lingkungan yang telah ada disekitarnya.

#### 1. Elemen-Elemen Struktur

Bangunan gedung terdiri dari beberapa elemen struktur yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

- a) Struktur utama  
Pada perencanaan struktur gedung digunakan balok dan kolom sebagai elemen-elemen utama struktur. Balok memikul beban secara transversal dari panjangnya dan mentransfer beban tersebut ke kolom vertikal yang menumpunya. Kolom tersebut dibebani secara aksial oleh balok dan mentransfer beban itu ke tanah/pondasi.

b) Struktur Tambahan

Selain struktur utama terdapat pula struktur-struktur tambahan sebagai satu kesatuan keseluruhan dari struktur gedung diantaranya balok anak, tangga, balok lift, pelat lantai, atap, dll.

## 2. Material / Bahan Struktur

Konsep pemilihan jenis-jenis material struktur yang dipakai adalah sebagai berikut :

a) Struktur Baja (*Steel Structure*)

Struktur baja digunakan untuk sebagian atap, menggunakan profil I untuk kuda-kudanya dan profil kanal pada gordingnya.

b) Struktur Kayu (*Wooden Structure*)

Struktur kayu merupakan struktur dengan ketahanan cukup baik terhadap pengaruh gempa, akan tetapi kurang ekonomis.

c) Struktur Beton Bertulang Cor di Tempat (*Cast In Situ reinforced Concrete structure*)

Struktur beton bertulang digunakan untuk struktur bangunan tingkat menengah sampai tinggi. Struktur ini paling banyak digunakan dalam perencanaan dibandingkan dengan struktur lainnya.

### B. Konsep Desain/Perencanaan Struktur

Konsep desain berisikan tentang dasar teori perencanaan dan perhitungan struktur, yang meliputi desain terhadap beban lateral (gempa), denah dan konfigurasi bangunan, pemilihan material, konsep pembebanan, faktor reduksi terhadap kekuatan bahan, konsep perencanaan struktur atas dan struktur bawah, serta sistem pelaksanaan. Sebagaimana yang telah ditentukan konsep desain/perencanaan pada gedung dengan menggunakan konsep desain kapasitas (*capacity design*).

#### 1. Metode Analisis Struktur Terhadap Gempa

Menurut **SNI-03-1726-2002** tentang “Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung” **pasal 6 dan 7**, metode analisis yang dapat digunakan untuk memperhitungkan pengaruh beban gempa terhadap struktur adalah sebagai berikut:

**a) Metode Analisis Statis**

Analisis Statis, digunakan pada bangunan sederhana dan simetris, penyebaran kekakuan massa menerus, dan ketinggian tingkat kurang dari 40 meter.

Analisis statis prinsipnya menggantikan beban gempa dengan gaya-gaya statis ekuivalen bertujuan menyederhankan dan memudahkan perhitungan, dan disebut Metode Gaya Lateral Ekuivalen (*Equivalent Lateral Force Method*), yang mengasumsikan gaya gempa besarnya berdasar hasil perkalian suatu konstanta/massa dan elemen struktur tersebut.

**b) Metode Analisis Dinamis**

Analisis Dinamis dilakukan untuk evaluasi yang akurat dan mengetahui perilaku struktur akibat pengaruh gempa yang sifatnya berulang. Analisis dinamik perlu dilakukan pada struktur-struktur bangunan dengan karakteristik sebagai berikut:

- 1) Gedung-gedung dengan konfigurasi struktur sangat tidak beraturan
- 2) Gedung-gedung dengan loncatan-loncatan bidang muka yang besar
- 3) Gedung-gedung dengan kekakuan tingkat yang tidak merata
- 4) Gedung-gedung dengan yang tingginya lebih dan 40 meter

Metode ini ada dua jenis yaitu Analisis Respon Dinamik Riwayat Waktu (*Time Histoiy Analysis*) yang memerlukan rekaman percepatan gempa rencana dan Analisis Ragam Spektrum Respon (*Spectrum Modal Analysis*) dimana respon maksimum dan tiap ragam getar yang terjadi didapat dan Spektrum Respon Rencana (*Design Spectra*).

Dalam merencanakan struktur gedung tingkat tahan gempa sebaik mungkin di desain agar tidak terjadi keruntuhan total. Untuk menghindari terjadinya keruntuhan total ada beberapa hal yang dapat diusahakan

- 1) Merencanakan mekanisme keruntuhan yang aman, yaitu *beam side sway mechanism*
- 2) *Beam Side Sway Mechanism* hanya dapat dicapai bila kekuatan kolom lebih besar dari kekuatan balok, sehingga sendi plastis terjadi di balok (*capacity design, strong column weak beam*)

- 3) Sendi plastis hanya dapat terbentuk bila suatu penampang yang diharapkan terjadi sendi plastis dapat berperilaku secara daktil tanpa terjadi kehilangan kekakuan (*pinching*) dan kegagalan geser, dengan demikian kapasitas geser balok harus lebih besar dari kapasitas lentur aktualnya.
- 4) Pendetailan digambar dan dilaksanakan dengan baik. Pelaksanaan yang baik jauh lebih penting dari perhitungan yang baik.

## 2. Konsep Pembebanan

### a) Beban-Beban Pada Struktur

Dalam melakukan analisis desain suatu struktur, perlu ada gambaran yang jelas mengenai perilaku dan besar beban yang bekerja pada struktur, karena adanya beban-beban yang bersifat statis dan dinamis.

Gaya statis adalah gaya yang bekerja secara terus menerus pada struktur dan yang diasosiasikan dengan gaya-gaya ini juga secara perlahan-lahan timbul, dan juga mempunyai karakter *steady state*.

Gaya dinamis adalah gaya yang bekerja secara tiba-tiba pada struktur. Pada umumnya tidak bersifat *steady state* dan mempunyai karakteristik besar dan lokasinya berubah-ubah dengan cepat. Deformasi pada struktur akibat beban ini juga berubah-ubah secara cepat. Gaya dinamis dapat menyebabkan terjadinya osilasi pada struktur hingga deformasi puncak tidak terjadi bersamaan dengan terjadinya gaya terbesar.

Jenis-jenis beban menurut “Pedoman Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung 1983” adalah sebagai berikut:

#### 1) Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu bangunan/gedung yang bersifat tetap. Beban mati ini biasanya diberi notasi **D**.

#### 2) Beban hidup (*Live Load*)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang

yang dapat berpindah, mesin-mesin dan peralatan yang merupakan bagian terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu. Beban hidup ini biasanya diberi notasi **L**.

Beban hidup diperhitungkan berdasarkan pendekatan matematis dan menurut kebiasaan yang berlaku pada pelaksanaan konstruksi di Indonesia.

3) Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik. Beban gempa biasa diberi notasi **E**. Besar gaya tersebut bergantung pada banyak faktor yaitu:

- a) Pendistribusian massa bangunan
- b) Kekakuan struktur
- c) Kondisi tanah setempat
- d) Mekanisme redaman dan struktur
- e) Perilaku dan besar alami getaran itu sendiri
- f) Wilayah kegempaan
- g) Periode getar alami struktur

4) Beban Angin (*Wind Load*)

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

5) Beban Khusus

Adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang bersala dari pengaruh-pengaruh khusus (selisih suhu, gaya sentrifugal, penurunan pondasi, susut, dll)

**b) Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan**

Ketidaktelitian yang menyangkut masalah pembebanan, dapat diakibatkan oleh kekeliruan atau kesalahan di dalam menentukan atau memperhitungkan besarnya beban mati (*dead load*) dan beban hidup (*live load*), atau beban-beban lain yang bekerja pada struktur. Ketidakpastian

yang berkaitan dengan beban hidup pada stuktur, lebih besar dibandingkan ketidakpastian yang berkaitan dengan beban mati. Dengan demikian, besarnya faktor untuk beban hidup dan beban mati akan berbeda. Suatu struktur, selama umur rencananya (umur rencana bangunan di Indonesia rata-rata 50 tahun) harus diperhitungkan terhadap beberapa kemungkinan kombinasi pembebanan (*load combination*) yang terjadi.

Pada buku “Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung” SNI 03-2847-2002, disebutkan bahwa kombinasi pembebanan (U) yang harus diperhitungkan pada perancangan struktur bangunan gedung yang sesuai dengan perencanaan gedung antara lain :

1) Kombinasi Pembebanan (U) untuk menahan beban mati D paling tidak harus sama dengan :

$$U = 1,4 D$$

Kombinasi Pembebanan U untuk menahan beban mati D, beban hidup L, dan juga beban atap atau beban hujan , paling tidak harus sama dengan:

$$U = 1,2 D + 1,0 L + 0,5 \text{ (Beban Atap atau Beban hujan)}$$

2) Ketahanan struktur terhadap beban gempa E harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka nilai kombinasi pembebanan U harus diambil sebagai :

$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm 1,0 E (I/R)$$

atau

$$U = 0,9 D \pm 1,0 E (I/R)$$

dimana: D = Beban Mati

L = Beban Hidup

R = Faktor Reduksi Gempa

W = Beban Angin

I = Faktor Keutamaan Struktur

E = Beban Gempa

Koefisien 1,0; 1,2; 1,6; 1,4 merupakan faktor pengali dari beban-beban tersebut yang disebut faktor beban (*load factor*), sedangkan faktor 0,5 dan 0,9 merupakan faktor reduksi beban.

Untuk keperluan analisis dan desain dari suatu struktur bangunan gedung perlu dilakukan analisis struktur dari portal dengan meninjau dua kombinasi pembebanan yaitu pembebanan tetap dan pembebanan sementara.

Pada umumnya, sebagai gaya horisontal yang ditinjau bekerja pada sistem struktur portal adalah beban gempa, karena di Indonesia beban gempa lebih besar dibandingkan beban angin. Beban gempa yang bekerja pada sistem struktur dapat berarah bolak-balik.

**c) Faktor Reduksi Kekuatan Bahan (*Strength Reduction Factors*)**

Faktor reduksi kekuatan bahan ( ) merupakan suatu bilangan yang bersifat mereduksi kekuatan bahan, dengan tujuan untuk mendapatkan kondisi paling buruk jika pada saat pelaksanaan nanti terdapat perbedaan mutu bahan yang ditetapkan sesuai standar bahan yang ditetapkan dalam perencanaan sebelumnya. Besarnya faktor reduksi kekuatan bahan yang digunakan tergantung dari pengaruh atau gaya yang bekerja pada suatu elemen struktur sesuai **SNI 03-2847-2002**.

**C. Peraturan Yang Digunakan**

Tinjauan pustaka serta buku peraturan yang digunakan dalam perencanaan di antara lainnya :

- 1) Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)
- 2) Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002)
- 3) Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2003)
- 4) Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1727-1989)
- 5) Peraturan Muatan Indonesia tahun 1970 N.I-18
- 6) Tabel-Tabel Perhitungan Beton Bertulang
- 7) Tabel Profil Konstruksi Baja
- 8) Peraturan-peraturan lain yang relevan.