

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Struktur bangunan bertingkat tinggi memiliki tantangan tersendiri dalam desain untuk pembangunan strukturalnya, terutama bila terletak di wilayah yang memiliki faktor resiko yang cukup besar terhadap pengaruh gempa. Untuk itu dalam perancangan suatu struktur bangunan bertingkat tinggi haruslah memperhatikan unsur-unsur dasar bangunan. Unsur-unsur tersebut adalah : (Schueller, 1989)

- 1 Unsur Linear yang berupa kolom dan balok yang mampu menahan gaya aksial dan gaya rotasi.
2. Unsur Permukaan yang terdiri dari dinding dan plat.

Pemilihan sistem struktur bangunan bertingkat tinggi tidak hanya berdasarkan atas pemahaman struktur dalam konteksnya semata, tetapi lebih kepada faktor fungsi, terkait dengan kebutuhan budaya, sosial, ekonomi dan teknologi

Beberapa faktor dalam perencanaan sistem pembangunan struktur bangunan bertingkat tinggi adalah :

1. Pertimbangan umum ekonomi
2. Kondisi tanah
3. Rasio tinggi lebar suatu bangunan
4. Pertimbangan mekanis (sistem utilitasnya)
5. Pertimbangan tingkat bahaya kebakaran

6. Ketersediaan dan harga bahan konstruksi utama (Schueller, 1989)

2.2 Dasar Perencanaan

Dasar-dasar perencanaan gedung yang harus ditinjau adalah sebagai berikut :

2.2.1 Mutu bahan

Untuk mencapai kuat tekan beton perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya, umumnya semakin padat dan keras massa agregat akan makin tinggi kekuatan dan durability-nya (daya tahan terhadap penurunan mutu dan akibat pengaruh cuaca). Untuk itu diperlukan susunan gradasi butiran yang baik. Nilai kuat tekan beton yang dicapai ditentukan oleh mutu bahan agregat ini (Dipohusodo, 1994)

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah :

1. Kualitas semen,
2. Proporsi terhadap campuran,
3. Kekuatan dan kebersihan agregat,
4. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat,
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton,
6. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton,
7. Perawatan beton, dan
8. Kandungan klorida tidak melebihi 0,15 % dalam beton yang diekspos dan 1 % bagi beton yang tidak diekspos (Nawy, 1985) Dalam buku Mulyono (2003)

Dalam menentukan mutu bahan untuk suatu komponen struktur, ada berbagai macam aspek yang harus diperhatikan, antara lain adalah fungsi gedung dan fungsi komponen struktur. Fungsi gedung berkaitan dengan kegunaan gedung itu sendiri. Sebagai contoh, bila gedung berfungsi sebagai gedung perkantoran, mutu bahannya tentu berbeda dengan gedung yang berfungsi sebagai *bunker* pertahanan yang membutuhkan mutu beton yang lebih tinggi. Demikian juga berdasarkan fungsi komponen struktur, misalnya mutu bahan untuk pelat lantai tidak sama dengan pondasi

Disamping itu, pengaruh lingkungan sekitar bangunan juga mempengaruhi penentuan mutu beton yang digunakan dan cara perlindungan beton dari korosi. Dalam tabel 1 SNI 03-2847-2002 pasal 6 dicantumkan persyaratan rasio air semen dan kuat tekan karakteristik beton untuk pengaruh lingkungan khusus.

2.2.2 Pembebanan

Beban-beban pada struktur bangunan bertingkat, menurut arah bekerjanya dapat dibagi menjadi dua, yaitu : (PPI, 1983)

1. Beban Vertikal (Gravitasi).
 - a. Beban mati (*Dead Load*).
 - b. Beban Hidup (*Live Load*).
 - c. Beban Air Hujan.
2. Beban Horizontal (Lateral).
 - a. Beban Gempa (*Earthquake*).

b. Beban Angin (*Wind Load*).

c. Tekanan Tanah dan Air Tanah.

Beban-beban yang direncanakan, akan bekerja dalam suatu struktur gedung tergantung dari fungsi ruangan, lokasi, bentuk, kekakuan, massa dan ketinggian gedung itu sendiri

Pada perencanaan konstruksi bangunan bertingkat ini, beban-beban yang diperhitungkan adalah beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin.

1. Beban mati (*DL*)

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian (*finishing*), mesin-mesin, serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung (PPI, 1983)

2. Beban hidup (*LL*)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan atap dan lantai tersebut. (PPI, 1983)

3. Beban angin (*WL*)

beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih tekanan udara (PPI, 1983)

4. Beban Gempa (*E*)

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja dalam gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu, maka yang diartikan dengan gempa disini ialah gaya-gaya didalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa (PPI, 1983)

2.2.3 Perencanaan terhadap Gempa

2.2.3.1 Tipe Profil Tanah

SNI-03-1726-2002 pasal 4.6.3 menetapkan bahwa ada 4 macam jenis tanah, yaitu tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak, apabila untuk lapisan setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam Tabel 4 SNI-03-1726-2002.

2.2.3.2 Wilayah Gempa

Indonesia ditetapkan terbagi dalam 6 Wilayah Gempa seperti ditunjukkan dalam gambar 1, di mana Wilayah Gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan Wilayah Gempa 6 dengan kegempaan paling tinggi. Dalam hal pembebanan gempa, penentuan lokasi akan berpengaruh terhadap perhitungan beban gempa. Perancangan gedung di wilayah gempa 1 dan 6 akan sangat jauh berbeda. Pembagian Wilayah Gempa ini, didasarkan atas percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh Gempa Rencana dengan perioda ulang 500 tahun, yang

nilai rata-ratanya untuk setiap Wilayah Gempa ditetapkan dalam Gambar 1 dan Tabel 5.(SNI-03-1726-2002)

2.2.3.3 Kategori Gedung

SNI-03-1726-2002 pasal 4.1 tabel 1 mencantumkan faktor keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan yang dipakai untuk menghitung beban gempa nominal (V)

2.2.3.4 Daktilitas Struktur

Daktilitas struktur memakai 2 parameter yaitu faktor daktilitas simpangan μ dan faktor reduksi gempa R . Faktor daktilitas struktur gedung μ menyatakan rasio antara simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan δ_m dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelepasan pertama R adalah rasio beban gempa rencana dan beban gempa nominal. R merupakan indikator kemampuan daktilitas struktur gedung.

Dalam perencanaan gedung yang memperhitungkan beban gempa dilakukan penentuan tingkat daktilitas, yaitu berdasarkan pembagian wilayah gempa dari posisi gedung yang direncanakan serta jenis struktur yang akan digunakan. Tipe wilayah gempa yang terdapat di Indonesia terdiri dari 6 wilayah gempa dan diklasifikasikan menjadi 3 yaitu:

1. Wilayah gempa 1 dan 2 masuk daerah resiko gempa rendah, menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB),
2. Wilayah gempa 3 dan 4 masuk daerah resiko gempa menengah, menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM),

3. Wilayah gempa 5 dan 6 masuk daerah resiko gempa tinggi, menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Pembagian wilayah gempa dapat membantu menentukan perencanaan gedung dalam menentukan faktor daktilitas yang sesuai. Tidak hanya wilayah gempa tetapi jenis struktur yang digunakan juga menjadi dasar pertimbangan dalam perencanaan. Surabaya termasuk dalam wilayah gempa 2 dengan resiko gempa rendah. Namun dengan memperhatikan jenis strukturnya yang merupakan struktur bangunan bertingkat tinggi, maka struktur dirancang dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).

2.2.3.5 Faktor Respon Gempa

Faktor respon gempa C dinyatakan dalam percepatan grafitasi yang nilainya bergantung pada waktur getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam spektrum respon gempa rencana

Faktor respon gempa ditunjukkan pada gambar 2 SNI-03-1726-2002. Dalam gambar tersebut C adalah faktor respon gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi dan T adalah waktur getar alami struktur gedung yang dinyatakan dalam detik

2.2.3.6 Bentuk Struktur Gedung

Sesuai SNI-03-1726-2002 pasal 4.2, bentuk suatu gedung gedung dapat dikategorikan sebagai gedung beraturan dan tidak beraturan.

2.2.4 Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah di lokasi suatu gedung berkaitan dengan beban gempa dan penentuan pondasi gedung. Sehubungan dengan pembebanan gempa, tanah dapat dibagi menjadi, tanah lunak, sedang dan keras (SNI-03-1726-2002).

2.3. Pelat

Pelat lantai adalah elemen horisontal utama yang menyalurkan beban hidup maupun beban mati ke kerangka pendukung vertikal dari suatu sistem struktur. Elemen-elemen tersebut dapat dibuat sehingga bekerja dalam satu arah atau bekerja dalam dua arah (Nawy, 2009).

Pelat lantai menerima beban yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan pelat. Berdasarkan kemampuannya untuk menyalurkan gaya akibat beban, pelat lantai dibedakan menjadi pelat satu arah dan dua arah. Pelat satu arah adalah pelat yang ditumpu hanya pada kedua sisi yang berlawanan, sedangkan pelat dua arah adalah pelat yang ditumpu keempat sisinya sehingga terdapat aksi dari pelat dua arah (Winter dan Nilson, 1993).

2.4. Balok

Balok adalah elemen struktural untuk menerima gaya-gaya yang bekerja dalam arah transversal terhadap sumbunya yang mengakibatkan terjadinya momen lentur dan gaya geser sepanjang bentangnya. Balok adalah elemen yang menyalurkan beban-beban merata dari pelat lantai ke kolom penyangga vertikal.

Dua hal utama yang dialami oleh balok ialah tekan dan tarik, yang antara lain karena adanya pengaruh lentur ataupun gaya lateral

Menurut Nawy 1990 berdasarkan jenis keruntuhan, keruntuhan yang terjadi pada balok dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok adalah sebagai berikut.

1. Penampang *balanced*.

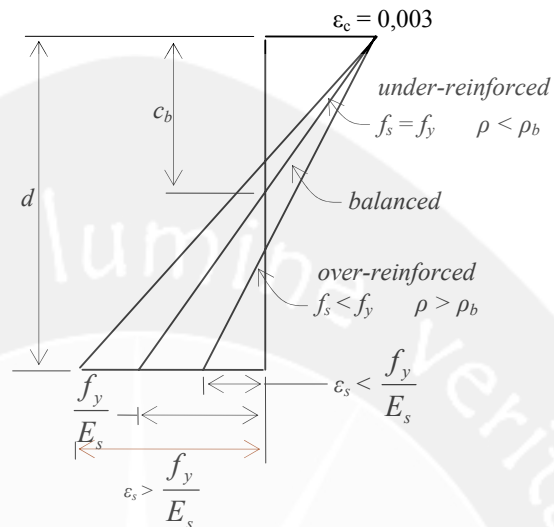
Tulangan tarik mulai leleh tepat pada saat beton mencapai regangan batasnya dan akan hancur karena tekan. Pada awal terjadinya keruntuhan, regangan tekan yang diijinkan pada saat serat tepi yang tertekan adalah 0,003, sedangkan regangan baja sama dengan regangan lelehnya yaitu $\varepsilon_y = f_y/E_c$.

2. Penampang *over-reinforced*.

Keruntuhan ditandai dengan hancurnya beton yang tertekan. Pada awal keruntuhan, regangan baja ε_s yang terjadi masih lebih kecil daripada regangan lelehnya ε_y . Dengan demikian tegangan baja f_s juga lebih kecil daripada tegangan lelehnya ε_y , kondisi ini terjadi apabila tulangan yang digunakan lebih banyak daripada yang diperlukan dalam keadaan *balanced*.

3. Penampang *under-reinforced*.

Keruntuhan ditandai dengan terjadinya leleh pada tulangan baja. Tulangan baja ini terus bertambah panjang dengan bertambahnya regangan ε_y . Kondisi penampang yang demikian dapat terjadi apabila tulangan tarik yang dipakai pada balok bertulang kurang dari yang diperlukan dibawah kondisi *balanced*



Gambar 2.1. Distribusi regangan penampang balok
(Sumber : Nawy, 1990)

2.5. Kolom

Kolom adalah elemen vertikal yang memikul sistem lantai struktural. Elemen ini merupakan elemen yang mengalami tekan dan pada umumnya disertai dengan momen lentur.

Kolom dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk dan susunan tulangannya, posisi beban pada penampangannya, dan panjang kolom dalam hubungannya dengan dimensi lateralnya. Bentuk dan susunan tulangan pada kolom dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu : (Nawy, 1990)

1. kolom segiempat atau bujursangkar dengan tulangan memanjang dan sekang
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

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.

2.6. Dinding Geser

Dinding geser beton bertulang berangkai adalah suatu subsistem struktur gedung yang fungsi utamanya adalah untuk memikul beban geser akibat pengaruh gempa rencana, yang terdiri dari dua buah atau lebih dinding geser yang dirangkaikan oleh balok-balok perangkai dan yang runtuhnya terjadi dengan sesuatu daktilitas tertentu oleh terjadinya sendi-sendi plastis pada kedua ujung balok-balok perangkai dan pada kaki semua dinding geser, dimana masing-masing momen lelehnya dapat mengalami peningkatan hampir sepenuhnya akibat pengerasan regangan (SNI 03-1726-2002 pasal 3.1.4.2).

Dinding struktur untuk bangunan kurang lebih 20 lantai penggunaan dinding struktur sering merupakan salah satu alternatif. Tetapi untuk bangunan lebih dari 30 lantai maka dinding dstruktur menjadi satu-satunya pilihan karena faktor ekonomi dan untuk mengontrol defleksi lateral (T. Paulay dan MJN Priestly, 1992)