

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gempa

Melihat sejarah panjang gempa bumi di Indonesia, wilayah Jakarta termasuk wilayah gempa 3 (SNI 03-1726-2002). Jadi Jakarta rawan terhadap gempa bumi yang cenderung merusak dan sifatnya berulang. Hal ini karena Indonesia terletak di antara perbatasan tiga lempengan plat tektonik. Di bagian selatan terdapat lempengan plat Indo-Australia dan plat Pasifik. Di bagian utara terdapat lempengan plat Eurasia. Lempengan plat Indo-Australia bergerak kira-kira ke arah utara dengan kecepatan kira-kira 7-8 cm per tahun, sedangkan lempeng Pasifik bergerak ke arah barat dengan kecepatan kira-kira 10 cm per tahun. Kedua lempeng ini menabrak lempeng Eurasia yang relatif stabil (Arfiadi, 2006).

Filosofi bangunan tahan gempa yang saat ini diterima luas adalah:

1. bangunan tidak boleh mengalami kerusakan baik pada komponen struktural maupun non-struktural bila terjadi gempa ringan. Mencegah kerusakan non-struktur oleh gempa ringan,
2. bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen non-struktural tetapi komponen struktural tidak boleh mengalami kerusakan bila terjadi gempa sedang. Mencegah kerusakan struktur dan meminimalkan kerusakan non struktur saat gempa sedang,
3. bangunan boleh mengalami kerusakan baik pada komponen struktural maupun non-struktural tetapi bangunan tidak mengalami keruntuhan

sehingga korban jiwa dapat dicegah. Mencegah keruntuhan bangunan atau kerusakan parah akibat gempa besar (Arfiadi, 2006).

2.2 Pembebanan Komponen Struktur

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan harus memenuhi peraturan-peraturan yang berlaku untuk mendapatkan suatu struktur bangunan yang aman secara konstruksi. Struktur bangunan yang direncanakan harus mampu menahan beban mati, beban hidup dan beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Menurut PBI 1983, pengertian dari beban-beban tersebut adalah:

1. 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,
2. 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,
3. 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,

4. beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh tekanan udara.

2.3 Perencanaan terhadap Gempa

Wilayah gempa yang selalu berbeda-beda menentukan pentingnya faktor daktilitas, untuk memastikan jenis struktur yang akan digunakan. Semakin rendah nilai daktilitas yang dipilih harus direncanakan dengan beban gempa yang semakin besar, tetapi semakin sederhana (ringan) pendetailan yang diperlukan dalam hubungan-hubungan antar unsur dari struktur tersebut (SNI 03-1726-2002 Lampiran A.4.3.4 hal 47).

2.3.1 Pengertian tentang Daktilitas

Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk bangunan gedung SNI 03-1726-2002 pasal 3.12 dan pasal 3.13, memberikan pengertian daktilitas dan faktor daktilitas. Daktilitas adalah kemampuan gedung untuk mengalami simpangan *pasca-elastic* yang besar secara berulang kali dan bolak-balik akibat beban gempa diatas beban gempa yang menyebabkan terjadinya pelelehan pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung tetap berdiri, walaupun sudah berada dalam kondisi di ambang keruntuhan.

Faktor daktilitas struktur gedung adalah 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 pelelehan pertama δ_y .

2.3.2 Tingkat Daktilitas

Mengenai tingkatan daktilitas, Tata Cara Perencanaan Struktur Ketahanan Gempa untuk bangunan gedung SNI 03-1726-2002 , mengklasifikasikan tingkat daktilitas sebagai berikut :

1. daktail penuh adalah suatu tingkat daktilitas struktur gedung, di mana strukturnya mampu mengalami simpangan *pasca-elastic* pada saat mencapai kondisi diambang keruntuhan yang paling besar, yaitu dengan mencapai nilai faktor daktilitas sebesar 5,3 (SNI 03-1726-2002 pasal 3.14),
2. daktail parsial adalah seluruh tingkat daktilitas struktur gedung dengan nilai faktor daktilitas diantara untuk struktur gedung yang elastik penuh sebesar 1,5 dan untuk struktur gedung yang daktail penuh sebesar 5,0 (SNI 03-1726-2002 pasal 3.15), dan
3. elastik penuh adalah suatu tingkat daktilitas struktur gedung dengan nilai faktor daktilitas sebesar 1,0.

2.4 Balok

Balok adalah komponen struktur yang bertugas meneruskan beban yang disangga sendiri maupun dari plat kepada kolom penyangga. Balok menahan gaya-gaya yang bekerja dalam arah transversal terhadap sumbunya yang mengakibatkan terjadinya lenturan (Dipohusodo, 1994).

Balok merupakan elemen struktur yang menyalurkan beban-beban dari pelat lantai ke kolom sebagai penyangga yang vertikal. Pada umumnya balok

dicor secara monolit dengan pelat dan secara struktural dipasang tulangan di bagian bawah atau di bagian atas dan bawah.

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

1. Penampang *balanced*.

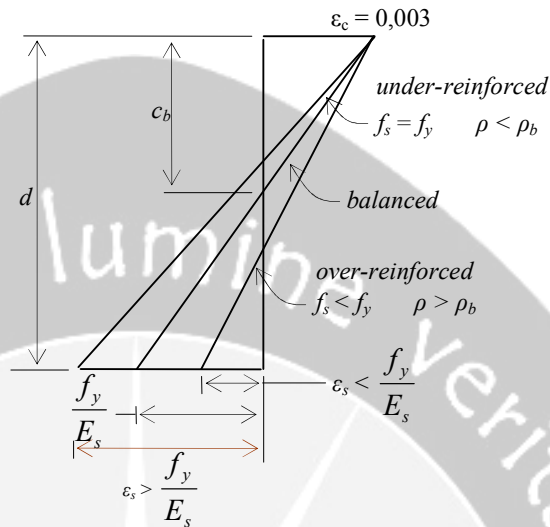
Tulangan tarik mulai leleh tepat pada saat beton mencapai regangan batasnya dan akan hancur karena tekan. Pada awal terjadinya keruntuhan, regangan tekan yang diijinkan pada saat serat tepi yang tertekan adalah 0,003, sedangkan regangan baja sama dengan regangan lelehnya yaitu $\varepsilon_y = f_y/E_c$.

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 komponen struktur bangunan yang tugas utamanya adalah menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral kecil. 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 (Dipohusodo, 1994).

Kolom dievaluasi berdasarkan prinsip - prinsip dasar sebagai berikut :

1. distribusi tegangan 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),

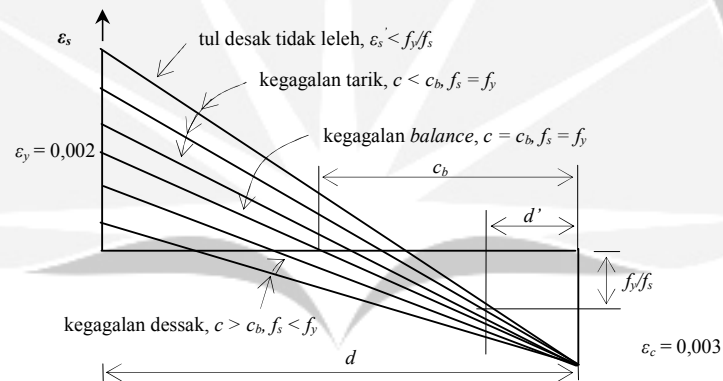
3. regangan beton maksimum yang diizinkan pada keadaan gagal (untuk perhitungan kekuatan) adalah 0,003, dan

4. kekuatan tarik beton diabaikan dan tidak digunakan dalam perhitungan.

Besarnya regangan pada tulangan baja yang tertarik (Gambar 2.2), penampang kolom dapat dibagi menjadi dua kondisi awal keruntuhan, yaitu :

1. keruntuhan tarik, yangawali 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 (Nawy, 1990).



Gambar 2.2. Diagram Regangan untuk Kegagalan Eksentrisitas Beban Kolom (Sumber: Nawy,1990)

2.6 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, 1990).

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).

2.7 Dinding Geser

Menurut Yusa Darmady (2008) dinding geser adalah dinding yang berfungsi menahan gaya-gaya lateral akibat angin, gempa dan lainnya. Bentuk dan penempatan dinding geser juga akan menyumbang penambahan kekuatan terhadap momen guling, gaya geser lantai, torsi lantai.

Penamaan dinding geser dianggap kurang tepat. Walaupun sebagian atau seluruh gaya-gaya lateral ditahan oleh dinding geser tetapi gaya geser bukanlah penentu terhadap perilaku dinding bahkan keruntuhan akibat geser harus dihindari. Jadi penamaan dinding geser diganti dengan dinding struktur (T. Paulay dan MJN Priestly, 1992).

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).

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 suatu 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 3.17).

2.8 Pondasi

Pondasi adalah komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah, dan telapak pondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah. Telapak pondasi harus memenuhi persyaratan untuk mampu dengan aman menebar beban yang diteruskan sedemikian rupa sehingga kapasitas atau daya dukung tanah tidak dilampaui. Dasar pondasi harus diletakkan di atas tanah kuat pada kedalaman cukup tertentu, bebas dari lumpur, humus, dan pengaruh perubahan cuaca (Dipohusodo, 1994).

Pilar yang dibor (*drilled pier*) dibuat dengan cara membor sebuah lubang silindris hingga pada kedalaman yang diinginkan dan sesudah itu diisi dengan beton. Lubang silindris atau sumuran ini bisa berupa lubang lurus atau pada bagian dasarnya diperluas dengan cara *under-reaming* (pengerekan dasar lubang) (Joseph E. Bowles, 1993).

Pilar yang dibor mempunyai kelebihan-kelebihan yang dapat dilihat dibawah ini.

1. Eliminasi sungkup tiang pancang (*pile caps*) seperti pantek-pantek penyambung (*dowels*) bisa dipasang dalam beton basah pada tempat yang diperlukan dalam rencana, meskipun pusat pilar agak tidak ditempatkan segaris (*misaligned*) sebagai sambungan langsung untuk kolom.
2. Memerlukan lebih sedikit pilar yang dibor yang berdiameter besar.
3. Meniadakan cukup banyak getaran dan suara gaduh yang biasanya merupakan akibat dari pendorongan tiang pancang.
4. Bisa menembus tanah berangkal yang dapat mengakibatkan tiang-tiang pancang yang didorong bisa bengkok.
5. Lebih mudah memperluas bagian puncak sumuran pilar sehingga memungkinkan momen-momen lentur lebih besar.
6. Hampir semua sumuran dengan diameter yang berkisar antara 0,5 sampai 3,5 bisa dibuat.
7. Sumuran yang berdiameter lebih besar memungkinkan pemeriksaan langsung kapasitas dukung dan tanah pada dasar sumuran.

Kelemahan-kelemahan pilar yang dibor adalah sebagai berikut ini.

1. Tidak bisa dipakai jika lapisan pendukung (*bearing stratum*) yang sesuai tidak cukup dekat dengan permukaan tanah (dengan menganggap bahwa tanah pada lapisan yang kompeten (mampu) tidak dapat diandalkan untuk tahanan kulit).

2. Keadaan cuaca yang buruk dapat mempersulit pengeboran dan atau pembetonan.
3. Akan terjadi runtuh (*ground loss*) jika tindakan pencegahan tidak dilakukan
4. Pembuangan tanah dari bor dan pembuangan adonan jika ini yang dipakai (Joseph E. Bowles, 1993).

