

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dasar-Dasar Pembebanan

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. Adapun definisi dari beban-beban tersebut dapat dijelaskan pada uraian berikut.

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 (SNI 03-2847-2002).
2. Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan/atau beban akibat air hujan pada atap (SNI 03-2847-2002).
3. Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut (SKBI-1.3.53. 1987).
4. Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. (SKBI-1.3.53. 1987).

2.2. Gempa

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. Melihat sejarah panjang gempa bumi di Indonesia, wilayah Yogyakarta termasuk wilayah gempa 3 (SNI Gempa, 2002). Jadi Yogyakarta rawan terhadap gempa bumi yang cenderung merusak dan sifatnya berulang (Arfiadi, 2006).

Filosofi bangunan tahan gempa yang diterima luas seperti di bawah ini.

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)

Pada perancangan Grand Aston Hotel Yogyakarta ini strukturnya menggunakan struktur portal rangka terbuka atau *open frame*. Portal rangka terbuka / *open frame* adalah suatu perencanaan dimana perhitungan strukturnya dihitung langsung pada balok dan kolom, dengan kata lain sistem struktur bangunan hanya terdiri dari rangka-rangka portal kaku dengan hubungan monolit antara balok dan kolom sebagai pendukung utama bangunan, jadi dinding tidak ikut mendukung beban, hanya sebagai penyekat ruangan saja.

Perencanaan elemen struktur gedung ini menggunakan perancangan kapasitas, yaitu konsep perancangan struktur gedung tahan gempa dalam rangka menghindari keruntuhan gedung akibat gempa besar. Konsep perancangan ini dikenal dengan perancangan *strong column-weak beam*, dimana kolom-kolom dirancang lebih kuat daripada baloknya untuk menjamin kolom tetap elastis dan ujung balok menjadi plastis bila mengalami gempa.

Perancangan suatu bangunan rumah dan gedung direncanakan pada tingkat daktilitas tertentu. Daktilitas adalah kemampuan suatu struktur gedung untuk mengalami simpangan pasca-elastik yang besar secara berulang kali dan bolak-balik akibat beban gempa di atas beban gempa yang menyebabkan terjadinya pelelehan pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung tersebut tetap berdiri, walaupun sudah berada dalam kondisi di ambang keruntuhan (SNI 03-1726-2002).

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 4.2.1 Struktur gedung beraturan, apabila memenuhi ketentuan seperti di bawah ini.

1. Tinggi struktur gedung diukur dari taraf penjepitan lateral tidak lebih dari 10 tingkat atau 40 m.
2. Denah struktur gedung adalah persegi panjang tanpa tonjolan dan walaupun mempunyai tonjolan, panjang tonjolan tersebut tidak lebih dari 25 % dari ukuran terbesar denah struktur gedung dalam arah tonjolan tersebut.
3. Denah struktur gedung tidak menunjukkan coakan sudut dan walaupun mempunyai coakan sudut, panjang sisi coakan tersebut tidak lebih dari 15 % dari ukuran terbesar denah struktur gedung dalam arah sisi coakan tersebut.
4. Sistem struktur gedung terbentuk oleh subsistem-subsistem penahan beban lateral yang arahnya saling tegak lurus dan sejajar dengan sumbu-sumbu utama orthogonal denah struktur secara keseluruhan.
5. Sistem struktur gedung tidak menunjukkan locatan bidang muka dan walaupun mempunyai loncatan bidang muka, ukuran dari denah struktur bagian gedung yang menjulang dalam masing-masing arah, tidak kurang dari 75 % dari ukuran terbesar denah struktur bagian gedung di sebelah bawahnya. Dalam hal ini, struktur rumah atap yang tingginya tidak lebih dari 2 tingkat tidak perlu dianggap menyebabkan adanya loncatan bidang muka.
6. Sistem struktur gedung memiliki kekakuan lateral yang beraturan, tanpa adanya tingkat lunak.
7. Sistem struktur gedung memiliki berat lantai yang beraturan, artinya setiap lantai tingkat memiliki berat yang tidak lebih dari 150 % dari berat lantai

tingkat di atasnya atau tingkat dibawahnya. Berat atap atau rumah tidak perlu memenuhi ketentuan ini.

2.3. Sistem Rangka Pemikul Momen

Menurut SNI 03-2847-2002, sistem rangka pemikul momen adalah sistem rangka ruang dalam mana komponen-komponen struktur dan join-joinnya menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial. Sistem rangka pemikul momen dapat dikelompokkan sebagai berikut:

a) Rangka pemikul momen biasa

Suatu sistem rangka yang memenuhi ketentuan-ketentuan pasal 3 hingga pasal 20. Sistem rangka pemikul momen biasa, digunakan pada bangunan yang berada di wilayah gempa kecil (wilayah 1 dan 2).

b) Rangka pemikul momen menengah

Suatu sistem rangka yang selain memenuhi ketentuan-ketentuan untuk rangka pemikul momen biasa juga memenuhi ketentuan untuk 23.2 (2(3)) dan 23.10. Sistem rangka pemikul momen biasa, bisa digunakan pada bangunan yang berada di wilayah gempa menengah (wilayah 3 dan 4)

c) Rangka pemikul momen khusus

Suatu sistem rangka ruang selain memenuhi ketentuan-ketentuan untuk rangka pemikul momen biasa juga memenuhi ketentuan-ketentuan 23.2 sampai dengan 23.5. Sistem rangka pemikul momen khusus, bisa digunakan pada bangunan yang berada di wilayah gempa sedang dan besar (wilayah 3^s/_d 6).

Perbedaan-perbedaan persyaratan SRPMK dan SRPMM dijelaskan pada tabel 2.1, tabel 2.2, dan tabel 2.3 (Purwono, Rachmad 2005)(Purwono, Rachmat, 2005, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*, ITS Press, Surabaya.)

Tabel 2.1 Persyaratan Komponen Lentur SRPM

No	SRPMK	SRPMM
1.	Pasal 23.3 (1)	Pasal 23.8 (2)
2.	Pasal 23.3 (2(1))	Pasal 12.5 Pasal 12.3 (3) Pasal 9.13
3.	Pasal 23.3 (2(2))	Pasal 23.10. (4(1))
4.	Pasal 23.2 (2(3)) Pasal 23.2 (2(4))	Pasal 9.11
5.	Pasal 23.3 (3(1)) Pasal 23.3 (3(2))	Pasal 23.10 (4(2))
6	Pasal 23.3 (3(3))	Pasal 9.13
7	Pasal 23.3 (4)	Pasal 23.8 (4(3)) Pasal 23.10 (3)

Tabel 2.2 Hubungan Balok Kolom

No	SRPMK	SRPMM
1.	Pasal 23.5 (1(3)) Pasal 23.5 (1(4))	Tidak ditentukan secara khusus
2.	Pasal 23.5 (1(1))	Tidak ditentukan secara khusus
3.	Pasal 23.5 (2(1))	Tidak ditentukan secara khusus
4.	Pasal 23.5 (3)	Tidak ditentukan secara khusus

Tabel 2.3 Komponen Kena Beban Beban Lentur dan Aksial

No	SRPMK	SRPMM
1.	Pasal 23.4 (1)	Pasal 23.10 (2)
2.	Pasal 23.4 (2)	Tidak ditentukan secara khusus
3.	Pasal 23.4 (3(1))	Pasal 12.9

4.	Pasal 23.4 (3(2))	Tidak ditentukan secara khusus
5.	Pasal 23.4 (4(4)) Pasal 23.4 (4(2))	Pasal 23.10 (5)
6.	Pasal 23.4 (4(1))	Pasal 12.9 (3) Pasal 9.10 (5) Pasal 13.1
7.	Pasal 23.4 (4(3))	Pasal 9.10 (5(3))
8.	Pasal 23.4 (4(6))	Pasal 23.10 (5(4))
9.	Pasal 23.4 (5)	Pasal 13.5 (4)
10.	Pasal 23.4 (4(5))	Tidak ditentukan secara khusus

Tabel 2.4 Dinding Struktural

No	SRPMK	SRPMM
1.	Pasal 23.6 (2(1))	Pasal 16.3
2.	Pasal 23.6 (2(2))	Pasal 16.3 (4)
3.	Pasal 26.2 (2(3))	Pasal 21.12 Pasal 21.14 Pasal 21.15
4.	Pasal 23.6 (6(13))	Tidak ditentukan secara khusus
5.	Pasal 23.6 (6(3))	Tidak ditentukan secara khusus
6.	Pasal 23 (6(3))	Tidak ditentukan secara khusus
7.	Pasal 23.6 (6(4))	Tidak ditentukan secara khusus
8.	Pasal 23.6 (6(4))	Tidak ditentukan secara khusus
9.	Pasal 23.6 (6(4)) e dan f	Tidak ditentukan secara khusus
10.	Pasal 23.6 (6(5)) a dan b	Tidak ditentukan secara khusus
11.	Pasal 23.6 (7(1))	Tidak ditentukan secara khusus
12.	Pasal 23.6 (7(2))	Tidak ditentukan secara khusus
13.	Pasal 23.6 (7(3))	Tidak ditentukan secara khusus
14.	Pasal 23.6(7(4))	Tidak ditentukan secara khusus

2.4. Balok

Menurut Wahyudi, L dan Rahim, S.A (1999), balok adalah elemen struktural yang didesain untuk menahan gaya-gaya yang bekerja secara transversal terhadap sumbunya sehingga mengakibatkan terjadinya momen lentur dan gaya geser sepanjang bentangnya. 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 structural 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 (lihat Gambar 2.1).

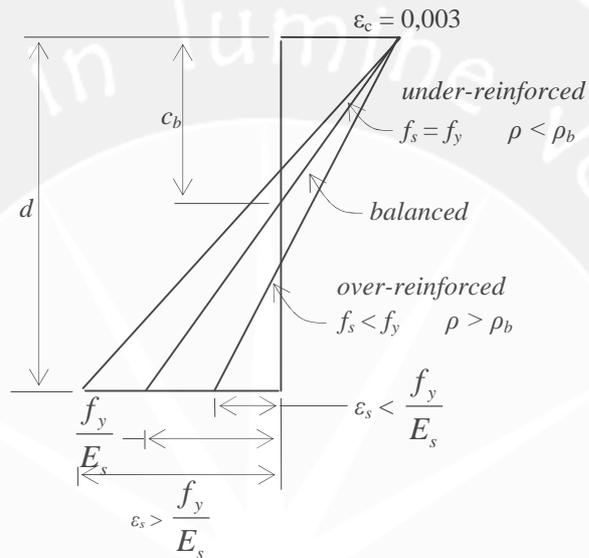
1. Penampang *balanced*.

Tulangan tarik mulai leleh tepat pada saat beton mencapai regangan batasnya dan akan hancur karena tekan. Pada saat awal terjadinya keruntuhan, regangan tekan yang diijinkan pada saat serat tepi yang tertekan adalah 0,03 sedangkan regangan baja sama dengan regangan lelehnya yaitu $\epsilon_y = f_y / E_c$.

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 f_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. Kondisi penampang yang demikian dapat terjadi apabila tulangan tarik yang dipakai pada balok kurang dari yang diperlukan untuk kondisi *balanced*.



Gambar 2.1. Distribusi Regangan Penampang Balok
(Sumber: Nawy,1990)

2.5. Kolom

Kolom merupakan bagian penting dari struktur bangunan dan harus didesain agar tidak terjadi kegagalan struktur yang dapat mengakibatkan keruntuhan struktur lain atau keruntuhan total pada struktur bangunan. Kolom adalah elemen struktur yang menahan kombinasi beban aksial vertikal dan momen lentur. Menurut Winter dan Nilson (1993), kolom merupakan batang tekan yang memikul beban tekan aksial tanpa melihat apakah pada saat perencanaan diperhitungkan adanya lentur atau tidak.

Fungsi kolom di dalam konstruksi adalah meneruskan beban dari sistem lantai ke fondasi. Apabila beban pada kolom bertambah, maka retak akan banyak terjadi diseluruh tinggi kolom pada lokasi-lokasi tulangan sengkang. Saat keadaan batas keruntuhan, selimut beton di luar sengkang atau spiral akan lepas sehingga tulangan arah memanjangnya akan terlihat. Apabila bebannya terus bertambah, maka terjadi keruntuhan dan tekuk lokal tulangan memanjang (Nawy, 1990).

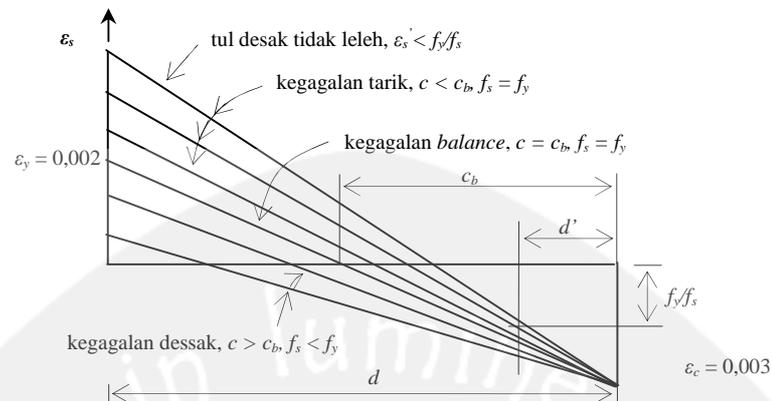
Kolom dievaluasi berdasarkan prinsip - prinsip dasar sebagai berikut:

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 Lantai

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).

Menurut Gideon Kusuma (1993), yang perlu dipertimbangkan pada perencanaan pelat beton bertulang tidak hanya pembebanan tetapi juga ukuran dan syarat-syarat tumpuan pada tepi, yang menentukan jenis perletakan dan penghubung di tempat tumpuan.

Pelat lantai datar adalah pelat lantai tanpa adanya balok-balok pada sepanjang garis kolom dalam. Pelat ini merupakan tipe yang diakui sebagai konstruksi yang paling ekonomis yang dibangun terutama untuk beban-beban yang berat dan bentang yang lebih panjang dan khususnya menggunakan kepala kolom yang melebar dan sering kali pelat dipertebal di sekeliling kolom. Tipe seperti ini biasa disebut pelat tiang (*drop panel*). Pertebalan pelat (*Drop panel*) bermanfaat dalam mengurangi jumlah tulangan negatif yang melewati kolom dari suatu pelat datar (Sudarmoko, 1996).

2.7. Pondasi

Pondasi tiang adalah suatu konstruksi pondasi yang mampu menahan gaya orthogonal ke sumbu tiang dengan jalan menyerap lenturan. Pondasi tiang dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat di bawah konstruksi, dengan tumpuan pondasi (Sosrodarsono dan Nakazawa, 1980).

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)

2.8. Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah bangunan yang menyediakan dukungan lateral terhadap suatu massa tanah dan memperoleh kestabilannya terutama dari berat sendiri dan juga berat tanah yang terletak langsung di atasnya. Tipe dinding penahan tanah yang umum dipakai adalah tipe gravitasi, semi gravitasi, kantilever, dinding *counterfort* dan dinding krib (Ralph, Walter dan Thomas, 1973).

Menurut Sosrodarsono dan Nakazawa (1980), dinding penahan tanah adalah suatu bangunan dengan dukungan lateral terhadap suatu massa tanah dan memperoleh kestabilannya terutama dari berat sendiri dan juga berat tanah yang terletak langsung di atasnya. Dinding penahan tanah dibangun untuk mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng tanah itu sendiri. Tipe dinding penahan tanah yang umum dipakai adalah tipe gravitasi, semi gravitasi, kantilever, dinding *counterfort* dan krib.

2.9. Dinding Geser

Dinding geser beton bertulang berangkai, menurut SNI 03-1726-2002 adalah suatu subsistem struktur gedung yang fungsi utamanya 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 ke dua ujung balok-balok perangkai dan pada kaki semua dinding geser, di mana masing-masing momen lelehnya dapat mengalami peningkatan hampir sepenuhnya akibat pengerasan regangan.

