

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Pekerjaan struktur secara umum dilaksanakan melalui 3 (tiga) tahap (*Senol Utku, Charles, John Benson, 1977*), yaitu :

1. Tahap perencanaan (*Planning phase*)

Meliputi pertimbangan terhadap hal-hal yang dibutuhkan dan faktor-faktor yang mempengaruhi rancangan umum serta dimensi struktur yang nantinya menjadi dasar pemilihan satu atau beberapa alternatif dari jenis struktur. Pertimbangan utama adalah fungsi dari struktur itu nantinya. Pertimbangan kedua yang biasanya disertakan adalah aspek ekonomi, sosial, lingkungan, keuangan, dan faktor lainnya.

2. Tahap disain (*Design phase*)

Meliputi pertimbangan secara detail terhadap alternatif struktur yang direncanakan pada tahap perencanaan yang nantinya menjadi dasar penentuan ukuran yang tepat dari dimensi dan detail elemen struktur termasuk di dalamnya sambungan struktur. Biasanya, sebelum tahap disain mencapai tahap akhir, telah didapatkan suatu bentuk perencanaan akhir yang akan dilaksanakan. Terkadang, pemilihan tipe maupun material akan tergantung pada faktor ekonomi dan pembangunan yang terkadang tidak dapat diperkirakan secara tepat.

3. Tahap pembangunan (*Construction phase*)

Meliputi pengadaan material, peralatan, dan tenaga kerja. Pekerjaan bengkel serta transportasi ke lokasi proyek. Selama pelaksanaan tahap ini, perencanaan ulang akan dibutuhkan jika terdapat masalah seperti material yang sulit untuk didapatkan atau berbagai alasan lain.

Desain struktur merupakan salah satu bagian dari proses perencanaan bangunan. Proses desain tersebut merupakan gabungan antara unsur seni dan sains yang membutuhkan keahlian dalam mengolahnya. Proses ini dibedakan dalam dua bagian. *Pertama*, desain umum yang merupakan peninjauan umum secara garis besar keputusan-keputusan desain. Tipe struktur dipilih dari berbagai alternatif yang mungkin. Tata letak struktur, geometri atau bentuk bangunan, jarak antar kolom, tinggi lantai, dan material bangunan telah ditetapkan dengan pasti dalam tahap ini. Tahap *kedua*, desain terinci yang antara lain meninjau tentang penentuan besar penampang lintang balok, kolom, tebal pelat, dan elemen struktur lainnya. (L. Wahyudi dan Syahril, 1997)

Setelah dipilih konsep struktur secara umum, maka dapat direncanakan sistem struktur yang meliputi 3 (tiga) langkah utama (Tim Struktur Beton, 1999) :

- a. Analisis struktur untuk menghitung atau menentukan besar momen gaya geser dan aksial dalam struktur.
- b. Merancang ukuran tiap elemen sehingga dapat menahan gaya-gaya tersebut.
- c. Menyiapkan gambar kerja dan spesifikasi.

2.2 Struktur Bawah

Yang dimaksud dengan struktur bawah (sub struktur) adalah bagian bangunan yang berada di bawah permukaan. Dalam proses perencanaan ulang (redesign) Kampus 3 Universitas Janabadra ini meliputi pondasi '*foot plate*'.

2.2.1 Pondasi

Pondasi pada umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah, dan telapak pondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah, sehingga telapak pondasi harus memenuhi persyaratan untuk mampu dengan aman menyebar beban-beban yang diteruskannya sedemikian rupa sehingga kapasitas/daya dukung tanah tidak terlampaui. (*Istimawan, 1994*)

Pondasi adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk memindahkan beban-beban pada struktur atas ke tanah. Fungsi ini dapat berlaku secara baik bila kestabilan pondasi terhadap efek guling, geser, penurunan dan daya dukung tanah terpenuhi. (*Wahyudi dan Syahril, 1997*)

Pondasi merupakan elemen yang sangat vital dari suatu bangunan, karena mendukung seluruh beban-beban di atasnya dan kemudian meneruskan ke tanah di bawahnya. Pemilihan jenis pondasi yang digunakan harus disesuaikan dengan daya dukung ijin tanah yang ada, sehingga dimensi pondasi tersebut benar-benar efektif dan efisien dalam menjaga kestabilan struktur bangunan.

2.3 Struktur Atas

Yang dimaksud struktur atas (upper-structur) adalah elemen bangunan yang berada di atas permukaan tanah. Dalam proses perencanaan ulang (redesign) Kampus III Universitas Janabdra ini meliputi : kuda-kuda atap, pelat lantai, kolom, balok.

2.3.1 Atap

Atap adalah elemen strukur yang berfungsi melindungi bangunan beserta apa yang ada di dalamnya dari pengaruh panas dan hujan. Bentuk atap tergantung dari beberapa faktor misalnya ; iklim, arsitekural, utilitas bangunan, dan sebagainya.

2.3.2 Pelat

Pelat adalah elemen bidang tipis yang menahan beban transversal yang melalui aksi lentur ke masing-masing tumpuan. (Syahril dan Wahyudi, 1999). Pelat merupakan stuktur bidang permukaan yang lurus (datar dan tidak melengkung) yang mendukung beban mati dan beban hidup. Tebalnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensinya yang lain. Geometri suatu pelat dibatasi oleh garis lurus/garis lengkung. Ditinjau dari statika kondisi tepi pelat bisa bebas, bertumpuan sederhana, jepit, termasuk tumpuan elastis dan jepit elastis atau bisa berupa tumpuan titik terpusat. (Sziland, Rudolph, 1989)

Pelat merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin tulangnya dua arah atau satu arah saja, tergantung sistem strukturnya. Kontinuitas penulangan pelat diteruskan ke dalam balok dan diteruskan ke dalam kolom. Dengan demikian, sistem pelat secara keseluruhan menjadi satu kesatuan membentuk rangka struktur bangunan kaku statik tak tentu yang sangat kompleks, sehingga mengakibatkan timbulnya momen, gaya geser, dan lendutan. Berdasarkan perbandingan antara bentang panjang dan bentang pendek, pelat dibedakan menjadi dua yaitu : pelat satu arah dan pelat dua arah.

a) Pelat satu arah

Pelat satu arah adalah pelat yang didukung pada dua tepi yang berhadapan saja, sehingga lendutan yang timbul hanya satu arah saja yaitu pada arah yang tegak lurus terhadap arah dukungan tepi. Atau dengan kata lain pelat satu arah adalah pelat yang mempunyai perbandingan antara sisi panjang terhadap sisi pendek yang saling tegak lurus lebih besar dari dua, dengan lendutan utama pada sisi yang lebih pendek. (Istimawan, 1994)

b) Pelat dua arah

Pelat dua arah adalah pelat yang didukung sepanjang keempat sisinya dengan lendutan yang akan timbul dua arah yang saling tegak lurus, atau perbandingan antara sisi panjang dan sisi pendek yang saling tegak lurus kurang dari dua. (*Istimawan, 1994*).

2.3.3 Kolom

Definisi kolom menurut SNI-T15-1992-03 adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial desak vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga dimensi lateral terkecil.

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktur yang memikul beban dari balok induk, maupun balok anak. Kolom meneruskan beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur.

Kolom adalah struktur yang mendukung beban dari atap, balok dan berat sendiri yang diteruskan ke pondasi. Secara struktur kolom menerima beban vertikal yang besar, selain itu harus mampu menahan beban-beban horisontal, bahkan momen atau puntir/torsi akibat pengaruh terjadinya eksentrisitas pembebanan. Untuk menentukan dimensi penampang kolom yang diperlukan, hal yang perlu diperhatikan adalah tinggi kolom perencanaan, mutu beton dan baja yang digunakan, dan eksentrisitas pembebanan yang terjadi.

2.3.4 Balok

Balok adalah bagian struktur yang berfungsi sebagai pendukung beban vertikal dan horisontal. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup yang diterima pelat

lantai, berat sendiri balok dan berat dinding penyekat yang di atasnya. Sedangkan beban horisontal berupa beban angin dan gempa.

Balok merupakan bagian struktural bangunan yang penting dan bertujuan untuk memikul beban transversal yang dapat berupa beban lentur, geser, maupun torsi. Oleh karena itu perencanaan balok yang efisien, ekonomis, dan aman sangat penting. (Sudarmoko, 1996). Yang dimaksud balok induk adalah balok yang menumpu pada kolom, sedangkan balok anak adalah balok yang menumpu pada balok induk.

2.4 Pembebanan

2.4.1 Macam-macam pembebanan

Beban-beban yang bekerja pada struktur pada umumnya dapat digolongkan menjadi 5 (lima) macam (PPIUG, 1983) :

1. Beban mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

2. Beban hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian/penggunaan suatu gedung, dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekan jatuh (*energi kinetik*) butiran air. Ke dalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa, dan beban khusus.

3. Beban angin

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

4. Beban gempa

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang meneruskan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

5. Beban khusus

Beban khusus adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gaya rem yang berasal dari kren (*crane*), gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin serta pengaruh khusus lainnya.

2.4.2 Kombinasi pembebanan

Agar struktur dan komponen struktur memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai terhadap bermacam-macam kombinasi beban, maka harus dipenuhi ketentuan dari faktor beban. Menurut SK-SNI-T-15-1991-03 pasal 3.2 ayat 3.2.2 faktor beban ditentukan sebagai berikut :

1. Untuk kondisi beban mati (D) dan beban hidup (L)

$$U = 1,2D + 1,6L \quad \dots\dots\dots (i)$$

2. Bila beban angin (W) turut diperhitungkan maka pengaruh kombinasi beban mati (D), hidup (L), dan angin (W) adalah :

$$U = 0,75 (1,2 D + 1,5L + 1,6W)$$

Dengan beban hidup (L) yang kosong, turut pula diperhitungkan untuk mengantisipasi kondisi yang bahaya sehingga :

$$U = 0,9D + 1,3W$$

3. Bila beban gempa (E) diperhitungkan

$$U = 1,05 (D + L_R \pm E)$$

Atau

$$U = 0,9 (D \pm E)$$

Dengan L_R = beban hidup yang telah direduksi sesuai dengan ketentuan SNI 1726-1989-F tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung. Nilai beban gempa (E) ditetapkan berdasarkan ketentuan SNI 1726-1989-F.

4. Bila tekanan horisontal tanah (H) diperhitungkan

$$U = 1,2D + 1,6L + 1,6H \dots\dots\dots (ii)$$

Untuk keadaan dimana pengaruh beban mati (D) dan hidup (L) mengurangi efek dari tekanan horisontal tanah (H), koefisien beban mati (D) berubah menjadi 0,9 dan beban hidup (L) menjadi 0 (nol), sehingga :

$$U = 0,9D + 1,6H \dots\dots\dots (iii)$$

Nilai persamaan (ii) dan (iii) tidak boleh lebih kecil dari persamaan (i).

5. Bila pengaruh struktural (T) seperti perbedaan penurunan (*differential settlement*), rangkai, susut, atau perubahan suhu yang cukup menentukan dalam perencanaan, maka :

$$U = 0,75 (1,2D + 1,2T + 1,6L)$$

6. Tetapi nilai kuat perlu (U) tidak boleh kurang dari :

$$U = 1,2 (D + T)$$

2.4.3 Faktor Reduksi Kekuatan (Φ)

Ketidakpastian kekuatan bahan terhadap pembebanan dianggap sebagai faktor reduksi kekuatan (Φ). Menurut SK-SNI- T-15-1991-03, faktor reduksi (Φ) ditentukan sebagai berikut :

Tabel 2.1 Nilai faktor Reduksi (Φ) Beban

	Gaya yang bekerja	Nilai (Φ)
1.	Lentur tanpa beban aksial	0,8
2.	Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	0,8
3.	Aksial tekan, dan aksial tekan dengan lentur ,	0,7
	Dengan tulangan spiral	
	Dengan tulangan sengkang ikat	0,65
4.	Geser dan torsi	0,6
5.	Tumpuan pada beton	0,7

2.5 Dasar- dasar Perencanaan

Peraturan-peraturan yang digunakan dalam perencanaan ulang Kampus III Universitas Janabadra, adalah :

- Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung (PPTGIUG), 1983.
- Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG), 1983
- Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK-SNI-T15-1991-03).
- Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI), 1971 NI-2
- Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI), 1984.
- Pedoman Perencanaan Untuk Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Beton Bertulang Untuk Gedung, 1983.