

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 factor-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, social, lingkungan, keuangan, dan factor 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 didalamnya sambungan struktur. Biasanya, sebelum tahap disain mencapai tahap akhir, telah didapatkan suatu bentuk perencanaan akhir yang akan dilaksanakan. Terkadang,

pemilihan tipe atau material akan tergantung pada factor 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.

Disain struktur merupakan salah satu bagian dari proses perencanaan bangunan. Disain struktur dapat didefinisikan sebagai suatu paduan dari sains dan seni, yang mengkombinasikan perasaan intuitif seorang insinyur yang berpengalaman mengenai perilaku struktur dengan pengetahuan yang mendalam mengenai prinsip-prinsip statika, dinamika, mekanika bahan, dan analisis structural, untuk menciptakan suatu struktur yang aman dan ekonomis sehingga dapat berfungsi seperti yang diharapkan.

Prosedur disain dapat dianggap terdiri dari dua bagian, yaitu disain fungsional dan disain kerangka kerja structural. Disain fungsional akan menjamin tercapainya hasil-hasil yang dikehendaki antara lain:

1. area kerja yang lapang dan mencukupi,
2. ventilasi atau pengkondisian udara yang tepat,
3. fasilitas-fasilitas transportasi yang memadai, seperti lift, tangga, dan derek atau alat-alat untuk menangani bahan-bahan,
4. pencahayaan yang cukup, dan

5. estetika.

Disain kerangka kerja struktural berarti pemilihan susunan serta ukuran elemen-elemen struktur yang tepat, sehingga beban-beban layanan bekerja dengan aman. Secara garis besar, prosedur disain secara iterative dapat digambarkan sebagai berikut ini.

1. Perencanaan.

Penentuan fungsi-fungsi yang akan dilayani oleh struktur yang bersangkutan. Tentukan kriteria-kriteria untuk mengukur apakah disain yang dihasilkan telah mencapai optimum.

2. Konfigurasi struktur pendahuluan.

Susunan dari elemen-elemen yang akan melayani fungsi-fungsi pada langkah 1.

3. Penentuan beban-beban yang harus dipikul.

4. Pemilihan batang pendahuluan.

Pemilihan ukuran batang yang memenuhi kriteria objektif, seperti berat atau biaya minimum dilakukan berdasarkan keputusan dari langkah 1, 2, dan 3.

5. Analisis.

Analisis struktural dengan membuat model beban-beban dan kerangka kerja struktural untuk mendapatkan gaya-gaya internal dan defleksi yang dikehendaki.

6. Evaluasi.

Apakah semua persyaratan kekuatan dan kemampuan kerja telah terpenuhi dan apakah hasilnya sudah optimum, maka solusinya dengan membandingkan dengan kriteria-kriteria yang telah ditentukan sebelumnya.

7. Redisain.

Sebagai hasil dari evaluasi, diperlukan pengulangan bagian mana saja dari urutan langkah 1 sampai dengan 6. Langkah-langkah tersebut merupakan suatu proses iterative. Namun dengan mengingat bahwa konfigurasi struktural dan pembebanan luar telah ditentukan sebelumnya, maka yang perlu diiterasi biasanya hanya langkah 3 sampai 6 saja.

8. Keputusan akhir.

Penentuan apakah disain optimum telah tercapai atau belum. (*C.G.Salmon, J.E.Johnson, 1995*).

Secara ringkas lima hal yang perlu dipertimbangkan oleh seorang perencana sebagai berikut ini.

- 1) Keamanan (*safety*).
- 2) Kekakuan (*stiffness*).
- 3) Kestabilan (*stability*).
- 4) Disain yang mungkin untuk dilaksanakan.
- 5) Ekonomis (*optimum design*).

2.2 Struktur Bawah Bangunan (*Sub Structure*)

Struktur bawah adalah bagian dari struktur bangunan yang terletak di bawah elevasi muka tanah, berfungsi mendukung struktur atas dan menghubungkan struktur atas dengan tanah dasar. Dalam proses perencanaan ulang (*redesign*) Gedung Kampus Fakultas Teknologi Industri UII Yogyakarta ini struktur bawah bangunannya adalah fondasi dangkal dengan tipe fondasi telapak.

2.2.1 Fondasi

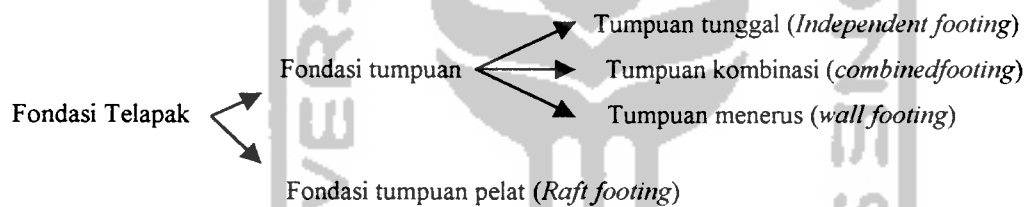
Fondasi ialah suatu bangunan yang berfungsi untuk memindahkan beban-beban pada struktur atas ke tanah. Fungsi ini dapat berlaku secara baik bila kestabilan fondasi terhadap efek guling, geser, penurunan dan daya dukung tanah terpenuhi (*L. Wahyudi dan Syahril, 1997*).

Fondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya. Fondasi dangkal didefinisikan sebagai fondasi yang mendukung bebannya secara langsung, sedangkan fondasi telapak adalah fondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom. (*Harry Christady.H, 1996*).

Fondasi umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah, dan telapak fondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah, sehingga telapak fondasi memenuhi persyaratan untuk mampu dengan aman menyebarkan beban-beban yang diteruskannya

sedemikian rupa sehingga kapasitas atau daya dukung tanah tidak terlampaui (*Istimawan, 1994*).

Fondasi telapak adalah suatu fondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah fondasi, bilamana terdapat lapisan tanah yang cukup tebal dengan kualitas yang baik yang mampu mendukung bangunan itu pada permukaan tanah atau sedikit di bawah permukaan tanah. Fondasi telapak umumnya dibangun di atas tanah pendukung fondasi dengan membuat suatu tumpuan yang bentuk dan ukurannya (dimensi) sesuai dengan beban bangunan dan daya dukung tanah fondasi itu. Fondasi ini dibedakan (*Ir.Suyono.S dan Kazuto Nakazawa*) sebagai berikut.



Fondasi merupakan bagian dari struktur bangunan yang meneruskan beban bangunan pada lapisan tanah pendukung fondasi. Analisis disain fondasi telapak dengan anggapan sebagai berikut.

- a. Plat fondasi kaku sempurna.
- b. Desakan beton yang terjadi pada tanah di bawah dasar fondasi berbanding dengan penurunan fondasi.

- c. Karena tanah tidak dapat menahan tegangan tarik, jika pada analisis terjadi tegangan tarik, tegangan tarik tersebut harus diabaikan.

2.2.2 *Sloof*

Sloof merupakan suatu bagian dari konstruksi yang memiliki fungsi Untuk membuat beban yang bekerja pada sloof tersebut menjadi beban terbagi merata sepanjang sloof. Dengan menjadi beban merata maka beban yang dipikul setiap satuan luas menjadi lebih kecil dibandingkan beban titik. Selain itu juga berfungsi Untuk membuat kekakuan lateral pada konstruksi sehingga stabilitas struktur menjadi lebih baik. Kekakuan ini berfungsi Untuk menjaga konstruksi dari guling, pergeseran maupun penurunan.

2.3 Struktur Atas Bangunan (*Upper Structure*)

Struktur atas adalah bagian bangunan yang terletak di atas permukaan tanah, berfungsi mendukung beban-beban struktur. Untuk struktur atas perencanaan ulang (*redesign*) Gedung Kampus Fakultas Teknologi Industri Blok-C UII Yogyakarta ini meliputi antara lain: atap, pelat lantai, kolom, balok.

2.3.1 Atap

Atap merupakan bagian dari struktur atas bangunan yang berfungsi sebagai pelindung dari sinar matahari dan hujan. Bentuk atap bangunan yang dipakai yaitu:

1. *atap miring*, merupakan suatu bentuk atap yang memiliki kemiringan, sehingga membentuk suatu sudut dengan rangka bangunan. Untuk membentuk sudut kemiringan digunakan atap dari baja, kayu, dan beton.

2.3.2 Pelat

Pelat adalah elemen bidang tipis yang menahan beban transfersal yang melalui aksi lentur ke masing-masing tumpuan (*L. Wahyudi dan Syahril, 1999*).

Di dalam konstruksi beton bertulang, pelat dipakai untuk mendapatkan permukaan datar yang berguna. Sebuah pelat beton bertulang merupakan sebuah bidang datar yang lebar, biasanya mempunyai arah horizontal, dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar atau mendekati sejajar. Pelat biasanya ditumpu oleh gelagar atau balok beton bertulang (dan biasanya pelat dicor menjadi suatu kesatuan dengan gelagar tersebut), oleh dinding pasangan batu atau dinding beton bertulang, oleh batang-batang struktur baja, secara langsung oleh kolom-kolom, atau tertumpu secara menerus oleh tanah. (*George.W dan Arthur.H.Nilson, 1993*).

Pelat merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin tulangnya satu arah atau dua arah, tergantung sistem strukturnya.

a. Pelat satu arah (*one-way-slab*)

Struktur pelat satu arah adalah pelat yang hanya ditumpu pada dua sisi yang saling berhadapan, ataupun pelat yang ditumpu pada ke-empat

sisinya tetapi $\frac{L_y}{L_x} > 2$, sehingga hampir seluruh beban dilimpahkan pada

sisi pendek. Analisis pelat satu arah dapat dilakukan seperti balok persegi dengan tinggi balok adalah setebal pelat dan lebar satu satuan (umumnya 1 m). Tulangan pokok pelat satu arah dipasang tegak lurus dukungan. Menurut SK-SNI, untuk pelat satu arah harus dipasang juga tulangan susut/pembagi dengan arah tegak lurus tulangan pokok.

b. **Pelat dua arah (*two-way-slab*)**

Sistem pelat yang ditumpu pada ke-empat sisinya dan mempunyai perbandingan antara bentang panjang terhadap bentang pendek tidak lebih dari 2 ($\frac{L_y}{L_x} \leq 2$), harus dianalisis sebagai pelat dua arah. Karena akibat beban vertikal akan menyebabkan terjadinya aksi dua arah, dimana pelat akan melengkung seperti piring bukan seperti silinder (pada pelat satu arah), berarti pada sembarang titik pada pelat tersebut akan melengkung pada dua arah utamanya.

Karena besar momen lentur sebanding dengan kelengkungannya, maka pada kedua arah terdapat momen lentur dan kelengkungan pada bentang pendek lebih besar dari bentang panjang, berarti momen lentur yang terjadi pada bentang pendek lebih besar. Sehingga untuk kedua arah tersebut harus diberi tulangan untuk memikul momen lentur. (Ir.H.A.Kadir Aboe,MS, 2000).

2.3.3 Kolom (*column*)

Definisi kolom berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 adalah komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil sama dengan 3 atau lebih digunakan terutama untuk mendukung beban aksial tekan.

Pada pasal 3.3.10 (SK SNI T-15-1991-03) mensyaratkan bahwa perlu peninjauan pengaruh kelangsingan pada komponen struktur tekan/kolom. Pertimbangan tersebut cukup beralasan mengingat semakin langsing/semakin panjang suatu kolom, kekuatan penampangnya akan berkurang bersamaan dengan timbulnya masalah tekuk yang dihadapi. Oleh sebab itu keruntuhan kolom langsing lebih ditentukan oleh kegagalan tekuk (*buckling*) lateral daripada kuat lentur penampangnya.

2.3.4 Balok

Balok merupakan bagian struktural yang penting, bertujuan untuk memikul beban transversal, yang dapat berupa beban lentur, geser maupun torsi. Oleh karena itu perancangan balok yang efisien, ekonomis, cepat dan aman sangatlah penting. (*Ir.Sudarmoko, M.Sc.1996*).

2.3.5 Portal

Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan yang berfungsi sebagai satu kesatuan lengkap yang berdiri sendiri dengan atau tanpa dibantu oleh diafragma-diafragma horizontal atau sistem-sistem ikatan lantai. Portal ada dua macam meliputi sebagai berikut ini.

- a. Portal tak bergoyang (*braced frame*), yaitu :

- portal berbentuk simetris dan beban yang bekerja juga simetris, dan
- portal yang mempunyai kaitan dengan konstruksi lain yang tidak memungkinkan untuk bergoyang.

b. Portal bergoyang , yaitu :

- Beban yang bekerja tidak simetris pada struktur portal yang simetris maupun asimetris, dan
- Beban yang bekerja simetris pada portal yang asimetris.

2.4 Pembebanan

2.4.1 Macam-macam Pembebanan

Beban-beban yang bekerja pada suatu konstruksi dapat diklasifikasikan menjadi (lima) macam (PPIUG,1983) sebagai berikut.

1. Beban mati

Beban mati ialah 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 terpisah dari gedung itu.

2. Beban hidup

Beban hidup ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian/penggunaan suatu gedung dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak 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 tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air. Kedalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa, dan beban khusus.

3. Beban angin

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

4. Beban gempa

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

5. Beban khusus

Beban khusus ialah 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 dari mesin-mesin serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.

2.4.2 Kombinasi Pembebanan

Kekuatan yang dibutuhkan suatu komponen struktur atau kuat perlu dapat dinyatakan sebagai beban rencana atau momen, gaya geser, dan gaya-gaya lain yang berhubungan dengan beban rencana. Beban rencana atau beban berfaktor didapat dengan mengalikan beban kerja dengan factor beban. Faktor beban dimaksudkan agar komponen struktur mampu memikul beban lebih dari beban yang diharapkan bekerja. Menurut SK-SNI, nilai faktor beban sebagai berikut :

1. beban mati + beban hidup

$$\text{kuat perlu } U = 1,2 D + 1,6 L \dots\dots\dots(2.4.1)$$

2. kombinasi dengan beban angin

$$U = 0,75 (1,2D + 1,6L + 1,6W) \dots\dots\dots(2.4.2)$$

$$\text{atau } U = 0,9D + 1,3 W \dots\dots\dots(2.4.3)$$

kuat perlu U dari (2.4.2) atau (2.4.3) tidak boleh kurang dari 1 (satu).

3. kombinasi dengan beban gempa

$$U = 1,05 (D + LR + E) \dots\dots\dots(2.4.4)$$

$$\text{atau } U = 0,90 (D \pm E) \dots\dots\dots(2.4.5)$$

4. kombinasi dengan tekanan tanah

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 1,6 H \dots\dots\dots(2.4.6)$$

5. kombinasi dengan beban khusus

$$U = 0,75 (1,2 D + 1,2 T + 1,6 L) \dots\dots\dots(2.4.7)$$

$$\text{Tetapi tidak lebih besar dari } U = 1,2 (D + T) \dots\dots\dots(2.4.8)$$

Dengan: D = beban mati

L = beban hidup

W = beban angin

E = beban gempa

LR = beban hidup dieeduksi

H = beban akibat tekanan

tanah

T = beban khusus : - perbedaan penurunan - rangkai

- perubahan suhu - susut

- dll

SK-SNI juga memberikan faktor reduksi kekuatan (ϕ), yang dimaksudkan untuk memperhitungkan terhadap kekuatan bahan, pengerjaan, ketidaktepatan ukuran, pengendalian dan pengawasan pelaksanaan.

Tabel 2.1. Nilai Faktor Reduksi kekuatan

No.	Mekanisme / Sifat beban	Nilai (ϕ)
1.	Lentur murni	0,8
2.	Beban aksial & beban aksial dengan lentur : <ul style="list-style-type: none"> • aksial tarik tanpa atau dengan lentur • aksial tekan tanpa atau dengan lentur <ul style="list-style-type: none"> ○ sengkang ○ spiral 	0,80 0,65 0,70
3.	Geser dan torsi	0,60
4.	Tumpuan pada beton	0,70

2.4.3 Peraturan Bangunan (*Building Code*)

Peraturan-peraturan, standar, pedoman, dan tabel yang dipakai sebagai acuan dari redisain ini adalah sebagai berikut.

- a. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI), 1971 NI-2.
- b. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI), 1984.
- c. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG), 1983.
- d. Peraturan Perencanaan Ketahanan Untuk Rumah Dan Gedung (PPKURG), 1987.
- e. Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03).
- f. Pedoman Perencanaan Untuk Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Beton Bertulang Untuk Gedung, 1983.
- g. Tabel Manual of Steel Construction ASD-AISC (ninth edition).

