

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. KONSEP PEMILIHAN JENIS STRUKTUR

Pemilihan jenis struktur atas (*upper structure*) mempunyai hubungan yang erat dengan sistem fungsional gedung. Dalam proses desain struktur perlu dicari kedekatan antara jenis struktur dengan masalah-masalah seperti arsitektural, *efisiensi*, *service ability*, kemudahan pelaksanaan dan juga biaya yang diperlukan. Adapun faktor yang menentukan dalam pemilihan jenis struktur sebagai berikut :

a. Aspek arsitektural

Aspek arsitektural dipertimbangkan berdasarkan kebutuhan jiwa manusia akan sesuatu yang indah. Bentuk-bentuk struktur yang direncanakan sudah semestinya mengacu pada pemenuhan kebutuhan yang dimaksud.

b. Aspek fungsional

Perencanaan struktur yang baik sangat memperhatikan fungsi daripada bangunan tersebut. Dalam kaitannya dengan penggunaan ruang, aspek fungsional sangat mempengaruhi besarnya dimensi bangunan yang direncanakan.

c. Kekuatan dan kestabilan struktur

Kekuatan dan kestabilan struktur mempunyai kaitan yang erat dengan kemampuan struktur untuk menerima beban-beban yang bekerja, baik beban vertikal maupun beban lateral, dan kestabilan struktur baik arah vertikal maupun lateral.

d. Faktor ekonomi dan kemudahan pelaksanaan

Biasanya dari suatu gedung dapat digunakan beberapa sistem struktur yang bisa digunakan, maka faktor ekonomi dan kemudahan pelaksanaan pengerjaan merupakan faktor yang mempengaruhi sistem struktur yang dipilih.

e. Faktor kemampuan struktur mengakomodasi sistem layan gedung

Struktur harus mampu mendukung beban rancang secara aman tanpa kelebihan tegangan ataupun deformasi yang dalam batas yang diijinkan. Keselamatan adalah hal penting dalam perencanaan struktur gedung terutama dalam penanggulangan bahaya kebakaran, maka dilakukan usaha-usaha sebagai berikut :

- 1) Perencanaan *outlet* yang memenuhi persyaratan
 - 2) Penggunaan material tahan api terutama untuk instalasi-instalasi penting
 - 3) Fasilitas penanggulangan api disetiap lantai
 - 4) *Warning system* terhadap api dan asap
 - 5) Pengaturan ventilasi yang memadai
- f. Aspek lingkungan
- Dengan adanya suatu proyek diharapkan akan memperbaiki kondisi lingkungan dan kemasyarakatan. Sebagai contoh dalam perencanaan lokasi dan denah haruslah mempertimbangkan kondisi lingkungan apakah rencana kita nantinya akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sekitar, baik secara fisik maupun kemasyarakatan, atau bahkan sebaliknya akan dapat menimbulkan dampak yang positif.

Sedangkan pemilihan jenis pondasi (*sub structure*) yang digunakan menurut Suyono (1984) didasarkan kepada beberapa pertimbangan, yaitu :

- a. Keadaan tanah pondasi
Jenis tanah, daya dukung tanah, kedalaman tanah keras, dan beberapa hal yang menyangkut keadaan tanah erat kaitannya dengan jenis pondasi yang dipilih.
- b. Batasan-batasan akibat konstruksi diatasnya
Keadaan struktur atas sangat mempengaruhi pemilihan jenis pondasi. hal ini meliputi kondisi beban (besar beban, arah beban dan penyebaran beban) dan sifat dinamis bangunan diatasnya (statis tertentu atau tak tertentu, kekakuan dan sebagainya).
- c. Batasan-batasan dilingkungan sekelilingnya
Hal ini menyangkut lokasi proyek, pekerjaan pondasi tidak boleh mengganggu atau membahayakan bangunan dan lingkungan yang telah ada disekitarnya.
- d. Waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan
Suatu proyek pembangunan akan sangat memperhatikan aspek waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan, karena hal ini sangat erat hubungannya dengan tujuan pencapaian kondisi ekonomis dalam pembangunan.

a. Elemen-Elemen Struktur Utama

Pada perencanaan struktur gedung ini digunakan balok dan kolom sebagai elemen-elemen utama struktur. Balok dan kolom merupakan struktur yang dibentuk dengan cara meletakkan elemen kaku horisontal diatas elemen kaku vertikal. Balok memikul beban secara transversal dari panjangnya dan mentransfer beban tersebut ke kolom vertikal yang menumpunya. Kolom tersebut dibebani secara aksial oleh balok dan mentransfer beban itu ke tanah / pondasi.

b. Material / Bahan Struktur

Secara umum jenis-jenis material struktur yang biasa digunakan untuk bangunan gedung adalah sebagai berikut :

1) Struktur Baja (*Steel Structure*)

Struktur baja sangat tepat digunakan untuk bangunan bertingkat tinggi, karena material baja mempunyai kekuatan serta daktilitas yang tinggi apabila dibandingkan dengan material-material struktur lainnya. Di beberapa negara, struktur baja tidak banyak dipergunakan untuk struktur bangunan rendah dan menengah, karena ditinjau dari segi biaya, penggunaan material baja untuk bangunan ini dianggap tidak ekonomis.

2) Struktur Komposit (*Composite Structure*)

Struktur komposit merupakan struktur gabungan yang terdiri dari dua jenis material atau lebih. Umumnya struktur komposit yang sering dipergunakan adalah kombinasi antara baja struktural dengan beton bertulang. Struktur komposit ini memiliki perilaku diantara struktur baja dan struktur beton bertulang, digunakan untuk struktur bangunan menengah sampai tinggi .

3) Struktur Kayu (*Wooden Structure*)

Struktur kayu merupakan struktur dengan ketahanan cukup baik terhadap pengaruh gempa, dan mempunyai harga yang ekonomis. Kelemahan daripada struktur kayu ini adalah tidak tahan terhadap kebakaran dan digunakan pada struktur bangunan tingkat rendah.

4) Struktur Beton Bertulang Cor Di Tempat (*Cast In Situ reinforced Concrete structure*)

Struktur beton bertulang ini banyak digunakan untuk struktur bangunan tingkat menengah sampai tinggi. Struktur ini paling banyak digunakan dibandingkan dengan struktur lainnya.

5) Struktur Beton Pracetak (*Precast Concrete Structure*)

Merupakan struktur beton yang dibuat dengan elemen-elemen struktural yang terbuat dari elemen pracetak. Umumnya digunakan pada struktur bangunan tingkat rendah sampai menengah. Kelemahan struktur ini adalah kurang monolit, sehingga ketahanannya terhadap gempa kurang baik.

6) Struktur Beton Prategang (*Prestress Concrete Structure*)

Penggunaan sistem prategang pada elemen struktural akan berakibat kurang menguntungkan pada kemampuan berdeformasi daripada struktur dan akan mempengaruhi karakteristik respon terhadap gempa. Struktur ini digunakan pada bangunan tingkat rendah sampai menengah. Sistem prategang yang digunakan ada dua cara, yaitu :

a) Sistem *Post-Tensioning*

Pada sistem ini beton dicor ditempat, kemudian setelah mencapai kekuatan 80% $f'c$ diberi gaya prategang. Biasanya untuk lantai dan balok.

b) Sistem *Pre-Tensioning*

Pada sistem ini beton telah dicetak dan sebelumnya diberi gaya prategang di pabrik dan kemudian dipasang di lokasi. Sistem ini biasa digunakan untuk komponen balok, pelat dan tangga.

B. KONSEP DISAIN / PERENCANAAN STRUKTUR

Konsep tersebut merupakan dasar teori perencanaan dan perhitungan struktur, yang meliputi desain terhadap beban lateral (gempa), denah dan konfigurasi bangunan, pemilihan material, konsep pembebanan, faktor reduksi terhadap kekuatan bahan, konsep perencanaan struktur atas dan struktur bawah, serta sistem pelaksanaan.

a. Desain Terhadap Beban Lateral (Gempa)

Dalam mendesain struktur, kestabilan lateral adalah hal terpenting karena gaya lateral mempengaruhi desain elemen - elemen vertikal dan horisontal struktur. Mekanisme dasar untuk menjamin kestabilan lateral diperoleh dengan

menggunakan hubungan kaku untuk memperoleh bidang geser kaku yang dapat memikul beban lateral.

Beban lateral yang paling berpengaruh terhadap struktur adalah beban gempa dimana efek dinamisnya menjadikan analisisnya lebih kompleks. Tinjauan ini dilakukan untuk mengetahui metode analisis, pemilihan metode dan kriteria dasar perancangannya.

b. Metode Analisis Struktur Terhadap Gempa

Metode analisis yang dapat digunakan untuk memperhitungkan pengaruh beban gempa terhadap struktur adalah sebagai berikut:

1) Metode Analisis Statis

Merupakan analisis sederhana untuk menentukan pengaruh gempa tetapi hanya digunakan pada bangunan sederhana dan simetris, penyebaran kekakuan massa menerus, dan ketinggian tingkat kurang dari 40 meter.

Analisis statis prinsipnya menggantikan beban gempa dengan gaya-gaya statis ekuivalen bertujuan menyederhankan dan memudahkan perhitungan, dan disebut Metode Gaya Lateral Ekuivalen (*Equivalent Lateral orce Method*), yang mengasumsikan gaya gempa besarnya berdasar hasil perkalian suatu konstanta / massa dan elemen struktur tersebut.

2) Metode Analisis Dinamis

Analisis Dinamis dilakukan untuk evaluasi yang akurat dan mengetahui perilaku struktur akibat pengaruh gempa yang sifatnya berulang. Analisis dinamik perlu dilakukan pada struktur-struktur bangunan dengan karakteristik sebagai berikut:

- a) Gedung - gedung dengan konfigurasi struktur sangat tidak beraturan
- b) Gedung - gedung dengan loncatan - loncatan bidang muka yang besar
- c) Gedung - gedung dengan kekakuan tingkat yang tidak merata
- d) Gedung - gedung dengan yang tingginya lebih dan 40 meter

Metode ini ada dua jenis yaitu Analisis Respon Dinamik Riwayat Waktu (*Time Histoiy Analysis*) yang memerlukan rekaman percepatan gempa rencana dan Analisis Ragam Spektrum Respon (*Spectrum Modal Analysis*) dimana respon maksimum dan tiap ragam getar yang terjadi didapat dan Spektrum Respon Rencana (*Design Spectra*).

c. Konsep Pembebanan

1) Beban - Beban Pada Struktur

Dalam melakukan analisis desain suatu struktur, perlu ada gambaran yang jelas mengenai perilaku dan besar beban yang bekerja pada struktur. Hal penting yang mendasar adalah pemisahan antara beban-beban yang bersifat statis dan dinamis.

Gaya statik adalah gaya yang bekerja secara terus menerus pada struktur dan yang diasosiasikan dengan gaya-gaya ini juga secara perlahan-lahan timbul, dan juga mempunyai karakter steady state.

Gaya dinamis adalah gaya yang bekerja secara tiba-tiba pada struktur. Pada umumnya tidak bersifat steady state dan mempunyai karakteristik besar dan lokasinya berubah-ubah dengan cepat. Deformasi pada struktur akibat beban ini juga berubah-ubah secara cepat. Gaya dinamis dapat menyebabkan terjadinya osilasi pada struktur hingga deformasi puncak tidak terjadi bersamaan dengan terjadinya gaya terbesar.

a) Beban Statis

Jenis-jenis beban statis menurut Peraturan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung 1983 adalah sebagai berikut:

1. Beban Mati (*Dead Load/ DL*)

Beban mati adalah beban-beban yang bekerja vertikal ke bawah pada struktur dan mempunyai karakteristik bangunan.

Tabel 2.1. Beban Mati Pada Struktur

Beban Mati	Besar Beban
Batu Alam	2600 kg / m ²
Beton Bertulang	2400 kg / m ²
Dinding pasangan 1/2 Bata	250 kg / m ²
Kaca setebal 12 mm	30 kg / m ²
Langit-langit + penggantung	18 kg / m ²
Lantai ubin semen portland	24 kg / m ²
Spesi per cm tebal	21 kg / m ²
Pertisi	130 kg / m ²

2. Beban hidup (*Life Load/LL*)

Beban hidup adalah beban - beban yang bisa ada atau tidak ada pada struktur untuk suatu waktu yang diberikan. Meskipun dapat berpindah-pindah, beban hidup masih dapat dikatakan bekerja perlahan-lahan pada struktur. Beban hidup diperhitungkan berdasarkan pendekatan matematis dan menurut kebiasaan yang berlaku pada pelaksanaan konstruksi di Indonesia. Untuk menentukan secara pasti beban hidup yang bekerja pada suatu lantai bangunan sangatlah sulit, dikarenakan fluktuasi beban hidup bervariasi, tergantung dan banyak faktor. Oleh karena itu, faktor beban-beban hidup lebih besar dibandingkan dengan beban mati

Tabel 2.2. Beban Hidup Pada Lantai Bangunan

Beban Hidup Lantai Bangunan	Besar Beban
Lantai Hotel	250 kg / m ²
Tangga dan Bordes	300 kg / m ²
Lantai Ruang Alat dan Mesin	400 kg / m ²
Beban Pekerja	100 kg / m ²

b) Beban Gempa (*Earthquake Load/El*)

Gempa bumi adalah fenomena getaran yang dikaitkan dengan kejutan pada kerak bumi. Beban kejut ini dapat disebabkan oleh banyak hal, salah satu faktor yang utama adalah benturan pergesekan kerak bumi yang mempengaruhi permukaan bumi. Lokasi gesekan ini terjadi disebut fault zone. Kejutan yang berkaitan dengan benturan tersebut akan menjalar dalam bentuk gelombang. Gelombang ini menyebabkan permukaan bumi dan bangunan di atasnya bergetar. Pada saat bangunan bergetar, timbul gaya-gaya pada struktur bangunan karena adanya kecenderungan massa bangunan untuk mempertahankan dirinya dan gerakan. Gaya yang timbul disebut gaya inersia. Besar gaya tersebut bergantung pada banyak faktor yaitu:

1. Pendistribusian massa bangunan
2. Kekakuan struktur
3. Jenis tanah

4. Mekanisme redaman dan struktur
 5. Perilaku dan besar alami getaran itu sendiri
 6. Wilayah kegempaan
 7. Periode getar alami
- c) Beban Angin(*Wind Load/WL*)

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIG) 1983 pasal 4.4.2. pada gedung tertutup dengan tinggi 16 meter dapat diberikan pembebasan atas pengaruh angin.

2) Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan

Untuk keperluan desain, analisis dan sistem struktur perlu diperhitungkan terhadap kemungkinan terjadinya kombinasi pembebanan (*Load Combination*) dan beberapa kasus beban yang dapat bekerja secara bersamaan selama umur rencana. Menurut Peraturan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung 1983, ada 2 kombinasi pembebanan yang perlu ditinjau pada struktur yaitu Kombinasi Pembebanan Tetap dan Kombinasi Pembebanan Sementara. Disebut pembebanan tetap karena beban dianggap dapat bekerja terus menerus pada struktur selama umur rencana. Kombinasi pembebanan ini disebabkan oleh bekerjanya beban mati (*Dead Load*) dan beban hidup (*Live Load*).

Kombinasi pembebanan sementara tidak bekerja secara terus menerus pada struktur, tetapi pengaruhnya tetap diperhitungkan dalam analisa. Kombinasi pembebanan ini disebabkan oleh bekerjanya beban mati, beban hidup dan beban gempa. Nilai - nilai beban tersebut di atas dikalikan dengan suatu faktor magnifikasi yang disebut faktor beban, tujuannya agar struktur dan komponennya memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai terhadap berbagai kombinasi beban.

Faktor beban memberikan nilai kuat perlu bagi perencanaan pembebanan pada struktur. SKSNI T15-1991-03 sub bab 3.2.2 menentukan nilai kuat perlu sebagai berikut:

- a) Untuk beban mati / tetap : $Q = 1.2$
- b) Untuk beban hidup sementara : $Q = 1.6$

Namun pada beberapa kasus yang meninjau berbagai kombinasi beban, nilai kombinasi kuat perlu yang diberikan:

$$U = 1.2D+1.6L$$

$$U = 1.05 (D + 0.6L \pm E)$$

dimana: D = Beban Mati

L = Beban Hidup

E = Beban Gempa

d. Faktor Reduksi Kekuatan

Faktor reduksi kekuatan merupakan suatu bilangan yang bersifat mereduksi kekuatan bahan, dengan tujuan untuk mendapatkan kondisi paling buruk jika pada saat pelaksanaan nanti terdapat perbedaan mutu bahan yang ditetapkan sesuai standar bahan yang ditetapkan dalam perencanaan sebelumnya. SKSNI NT T-15-1991-01 menetapkan berbagai nilai F untuk berbagai jenis besaran gaya yang didapat dan perhitungan struktur.

Tabel 2.3. Reduksi Kekuatan

Kondisi Pembebanan	Faktor Redusi
Beban lentur tanpa gaya aksial	0.80
Gaya aksial tarik, aksial tarik dengan lentur	0.80
Gaya aksial tekan, aksial tekan dengan lentur	
• Dengan tulangan Spiral	0.70
• Dengan tulangan biasa	0.65
Lintang dan Torsi	0.60
Tumpuan Pada Beton	0.70