

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1 TINJAUAN UMUM

Dalam melakukan sebuah proses perencanaan perlu ditetapkan kriteria – kriteria yang akan digunakan sebagai tolok ukur kelayakan pelaksanaan pembangunan. Beberapa kriteria yang dimaksud adalah :

1. Kemampulayanan (Serviceability)

Kriteria ini merupakan kriteria dasar yang sangat penting. Struktur yang direncanakan harus mampu memikul beban secara aman tanpa mengalami kelebihan tegangan maupun deformasi yang melebihi batas.

2. Nilai Efisiensi Bangunan

Proses perencanaan struktur yang ekonomis didapatkan dengan membandingkan besarnya pemakaian bahan pada kondisi tertentu dengan hasil yang berupa kemampuan untuk memikul beban. Nilai efisiensi yang tinggi merupakan tolok ukur kelayakan perencanaan yang baik.

3. Pemilihan Konstruksi dan Metode Pelaksanaan

Pemilihan konstruksi yang sesuai dengan kebutuhan serta metode pelaksanaan yang akan dilakukan mempengaruhi nilai kelayakan sebuah pembangunan. Kriteria ini mempunyai ruang lingkup yang sangat luas, diantaranya pemilihan peralatan, waktu pelaksanaan, biaya dan sumber daya manusia yang diperlukan.

4. Biaya (Cost)

Disamping kriteria – kriteria tersebut diatas terdapat sebuah kriteria yang sangat penting untuk diperhatikan. Kriteria tersebut adalah biaya yang dibutuhkan dalam proses pembangunan. Nilai pemakaian biaya yang efisien tidak terlepas dari efisiensi bahan dan kemudahan pelaksanaan.

2.2 PEDOMAN PERENCANAAN

Dalam Perencanaan Struktur Gedung Showroom 5 Lantai Jl. Imam Bonjol 200 Semarang, pedoman yang digunakan sebagai acuan adalah :

- Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIG 1983)
- Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SKSNI T-15-1991-03)
- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI-1726-2002)

2.3 ASPEK – ASPEK PERENCANAAN

Aspek – aspek perencanaan yang ditinjau sebelum dilakukan proses desain harus dilihat secara rinci. Karena dengan cara tersebut dapat dipahami segala implikasi dari berbagai alternatif yang akan dilakukan. Pilihan yang rasional mengenai struktur final yang akan dilaksanakan harus mampu mengadopsi segala aspek yang bersangkutan dengan perencanaan. Salah satu tinjauan mengenai dasar perilaku material digunakan dalam pemilihan sistem struktur bangunan.

Sistem fungsional dari gedung mempunyai hubungan yang erat dengan pemilihan struktur atas. Pola yang dibentuk oleh konfigurasi struktural mempunyai hubungan erat dengan pola yang dibentuk berdasarkan pengaturan fungsional. Dalam proses perancangan struktural perlu dicari derajat kedekatan antara sistem struktural yang akan digunakan dengan tujuan desain (tujuan yang akan dikaitkan dengan masalah arsitektural, efisiensi, serviceability, kemudahan pelaksanaan dan biaya).

Adapun faktor yang menentukan dalam pemilihan jenis struktur sebagai berikut :

1. Aspek arsitektural

Aspek arsitektural dipertimbangkan berdasarkan kebutuhan jiwa manusia akan suatu keindahan. Bentuk – bentuk struktur yang direncanakan sudah semestinya mengacu pada pemenuhan kebutuhan yang dimaksud.

2. Aspek fungsional

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

3. 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.

4. Faktor ekonomi dan kemudahan pelaksanaan

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

5. Faktor kemampuan struktur mengakomodasi sistem layan gedung

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

- Penggunaan material tahan api.
- Fasilitas penanggulangan api disetiap lantai.
- *Warning System* terhadap api dan asap.
- Pengaturan ventilasi yang memadai.

6. Aspek lingkungan

Aspek lain yang ikut menentukan dalam perancangan dan pelaksanaan suatu proyek adalah aspek lingkungan. Dengan adanya suatu proyek yang 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 didasarkan pada beberapa pertimbangan, yaitu :

1. 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.

2. Batasan – batasan akibat konstruksi di atasnya

Keadaan struktur atas sangat mempengaruhi pemilihan jenis pondasi. Hal ini meliputi kondisi beban (besar beban, arah beban dan penyebaran beban) dan sifat dinamis bangunan di atasnya (statis tertentu atau statis tak tentu, kekakuan dan sebagainya).

3. Batasan – batasan di lingkungan sekitarnya

Hal ini menyangkut lokasi proyek, pekerjaan pondasi tidak boleh mengganggu atau membahayakan bangunan dan lingkungan disekitarnya.

4. 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.

2.3.1 Elemen – Elemen Utama Struktur

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 kemudian meneruskannya ke tanah / pondasi.

2.3.2 Material / Bahan Struktur

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

1. Struktur Kayu

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

2. Struktur Beton Bertulang

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

3. Struktur Baja

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. 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.

4. Struktur Komposit

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 digunakan untuk struktur bangunan tingkat menengah sampai tinggi.

5. Struktur Beton Pracetak

Merupakan struktur beton yang dibuat dengan elemen – elemen struktural yang terbuat dari elemen pracetak. Umumnya digunakan pada struktur bangunan tingkat rendah sampai menengah.

6. Struktur Beton Prategang

Struktur beton prategang kurang baik dalam memikul beban gempa dibanding struktur beton biasa karena tingkat daktilitasnya yang rendah. Agar kinerjanya lebih baik dalam memikul beban gempa maka dipasang tulangan biasa atau direncanakan sebagai beton prategang parsial.

2.4 KONSEP DESAIN / PERENCANAAN STRUKTUR

Konsep desain struktur 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.

2.4.1 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 mendesain elemen – elemen struktur agar elemen – elemen tersebut kuat menahan gaya gempa.

2.4.1.1 Metode Analisis Struktur Terhadap Beban Gempa

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

1. Metode Analisis Statis Ekuivalen

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 menyederhanakan dan memudahkan perhitungan, dan disebut Metode Beban Statik ekuivalen, yang mengasumsikan besarnya gaya gempa berdasar hasil perbandingan antara perkalian suatu konstanta akibat tanah dan keutamaan gedung serta massa dengan faktor reduksi maksimum yang tergantung dari bahan yang digunakan.

2. Metode Analisis Dinamis

Analisis dinamis dilakukan untuk evaluasi yang akurat dan mengetahui perilaku struktur akibat pengaruh gempa yang sifatnya berulang. Analisis

dinamis perlu dilakukan pada struktur – struktur bangunan dengan karakteristik sebagai berikut :

- Gedung – gedung dengan konfigurasi struktur sangat tidak beraturan.
- Gedung – gedung dengan loncatan – loncatan bidang muka yang besar.
- Gedung – gedung dengan kekakuan tingkat yang tidak merata.
- Gedung – gedung dengan ketinggian lebih dari 40 meter.

Metode ini ada dua jenis yaitu Analisis Respon Dinamik Riwayat Waktu yang memerlukan rekaman percepatan gempa rencana dan Analisis Ragam Spektrum Respon dimana respon maksimum dari tiap ragam getar yang terjadi didapat.

2.4.1.2 Pemilihan Cara Analisis

Pemilihan metode analisis untuk perencanaan struktur ditentukan berdasarkan konfigurasi struktur dan fungsi bangunan berkaitan dengan tanah dasar dan wilayah kegempaan. Untuk struktur bangunan kecil dan tidak bertingkat, elemen struktural dan non struktural tidak perlu didesain khusus terhadap gempa, tetapi diperlukan detail struktural yang baik. Untuk struktur bangunan beraturan digunakan metode Analisis Beban Statik Ekuivalen. Untuk struktur bangunan yang tidak beraturan harus dianalisis menggunakan analisis dinamis yaitu metode Analisis Ragam Spektrum Respon atau metode Analisis Riwayat Waktu.

Semua analisis tersebut pada dasarnya untuk memperoleh respon maksimum yang terjadi akibat pengaruh percepatan gempa yang dinyatakan dengan besarnya perpindahan (Displacement) sehingga besarnya gaya – gaya dalam yang terjadi pada struktur dapat ditentukan lebih lanjut untuk keperluan perencanaan.

2.4.2 Denah dan Konfigurasi Bangunan

Dalam mendesain struktur perlu direncanakan terlebih dulu denah struktur setiap lantai bangunan, sehingga penempatan balok dan kolom sesuai dengan perencanaan ruang.

2.4.3 Pemilihan Material

Spesifikasi bahan / material yang digunakan dalam perencanaan struktur gedung ini adalah sebagai berikut :

Beton : $f'_c = 25$ MPa $E_c = 23500$ MPa

Baja : $f_y = 400$ MPa $E_s = 200000$ MPa

2.5 KONSEP PEMBEBANAN

Dalam perencanaan suatu bangunan tentunya ada umur rencana bangunan, dimana selama umur rencananya struktur harus dapat menerima berbagai macam kondisi pembebanan yang mungkin terjadi.

Kesalahan dalam menganalisis beban merupakan salah satu penyebab utama kegagalan struktur. Mengingat hal tersebut, sebelum melakukan analisis dan desain struktur, perlu adanya gambaran yang jelas mengenai perilaku dan besar beban yang bekerja pada struktur beserta karakteristiknya.

Beban – beban yang bekerja pada struktur bangunan dapat berupa kombinasi dari beberapa beban yang terjadi secara bersamaan. Untuk memastikan bahwa suatu struktur bangunan dapat bertahan selama umur rencananya, maka pada proses perancangan dari struktur perlu ditinjau beberapa kombinasi pembebanan yang mungkin terjadi.

2.5.1 Jenis – Jenis Beban

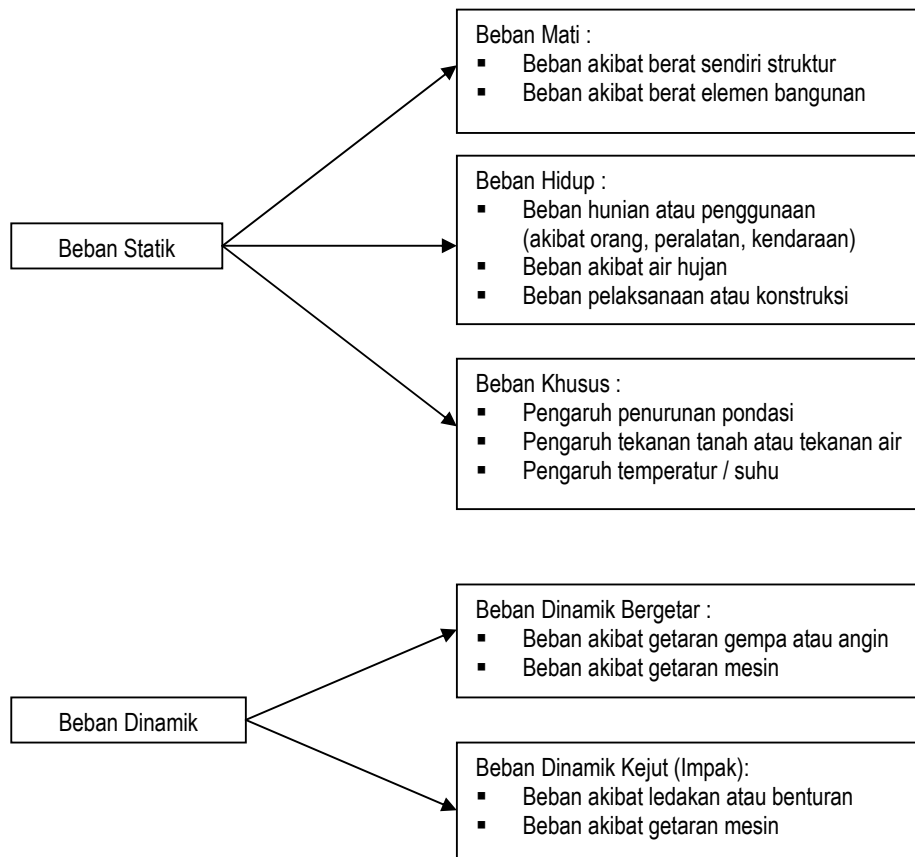
Dalam menjalankan fungsinya setiap sistem struktur harus mampu menahan atau menerima pengaruh – pengaruh dari luar yang harus dipikul untuk selanjutnya diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi.

Pengaruh dari luar yang bekerja pada struktur dapat dinyatakan sebagai besaran gaya dengan intensitas yang dapat diukur. Intensitas pengaruh dari luar pada struktur disebut beban atau gaya luar, dimana cara bekerjanya serta besarnya diatur dalam peraturan atau standar pembebanan yang berlaku.

Selain pengaruh dari luar yang dapat diukur sebagai besaran gaya seperti berat sendiri struktur, beban akibat hunian, pengaruh angin atau getaran gempa, tekanan hidrostatis air dan tekanan tanah, terdapat juga pengaruh – pengaruh luar

yang tidak dapat diukur sebagai gaya dengan contoh antara lain pengaruh penurunan pondasi pada struktur bangunan atau pengaruh temperatur pada elemen struktur.

Secara umum beban atau gaya luar yang bekerja pada struktur dapat dibedakan menjadi beban statik dan beban dinamik yaitu seperti yang diuraikan dibawah ini :



2.5.1.1 Beban – Beban Pada Struktur

1. Beban Statis

Jenis – jenis beban statis menurut Peraturan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1983 adalah sebagai berikut :

- **Beban Mati (*Dead Load / DL*)**

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap.

Tabel 2.1 *Beban Mati Pada Struktur*

Beban Mati	Besar Beban
Beton bertulang	2400 kg/m ²
Dinding pasangan ½ 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
Atap genteng, usuk, reng	50 kg/m ²

▪ **Beban Hidup (*Life Load / LL*)**

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung.

Tabel 2.2 *Beban Hidup Pada Lantai Bangunan*

Beban Hidup Lantai Bangunan	Besar Beban
Lantai kantor, toko	250 kg/m ²
Lantai dan tangga rumah tinggal	200 kg/m ²
Lantai untuk ruang pertemuan	400 kg/m ²
Balkon – balkon yang menjorok bebas keluar	300 kg/m ²
Tangga dan bordes untuk kantor, toko	300 kg/m ²
Beban hidup pada atap	100 kg/m ²

2. **Beban Gempa (*Earthquake Load / EL*)**

Beban Gempa adalah beban dinamik dengan arah bolak – balik yang tidak bersifat terus – menerus bekerja pada struktur bangunan atau dapat dikatakan merupakan beban sementara yang bekerja pada struktur bangunan. Besarnya beban gempa tergantung dari beberapa faktor, yaitu :

- Massa struktur
- Kekakuan struktur
- Waktu getar struktur
- Kondisi tanah dasar
- Wilayah kegempaan dimana bangunan tersebut didirikan

Besarnya beban gempa dasar nominal horisontal akibat gempa menurut Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002), dinyatakan sebagai berikut :

$$v = \frac{C_1 \times I}{R} \times W_t$$

dimana :

V = Beban Gempa Dasar Nominal

W_t = Kombinasi dari beban mati dan beban hidup vertikal yang direduksi

C = Spektrum Respon Nominal Gempa Rencana, yang besarnya tergantung dari jenis tanah dasar dan waktu getar struktur "T"

I = Faktor Keutamaan Struktur (Tabel 2.4)

R = Faktor Reduksi Gempa Maksimum untuk sistem rangka gedung beton bertulang (Tabel 2.5)

Untuk menentukan harga C harus diketahui terlebih dahulu jenis tanah tempat struktur bangunan itu berdiri. Untuk menentukan jenis tanah, ditentukan dulu besarnya kekuatan geser tanah (S_u) untuk setiap lapisan, dengan rumus sebagai berikut :

$$S = c + \gamma h \tan \theta$$

dimana :

S = Tegangan geser tanah (kg/m^2)

c = Nilai kohesi tanah pada lapisan paling dasar lapisan yang ditinjau (kg/m^2)

γ = Berat jenis masing – masing lapisan tanah (kg/m^3)

h = Tebal masing – masing lapisan tanah (m)

θ = sudut geser pada lapisan paling dasar yang ditinjau ($^\circ$)

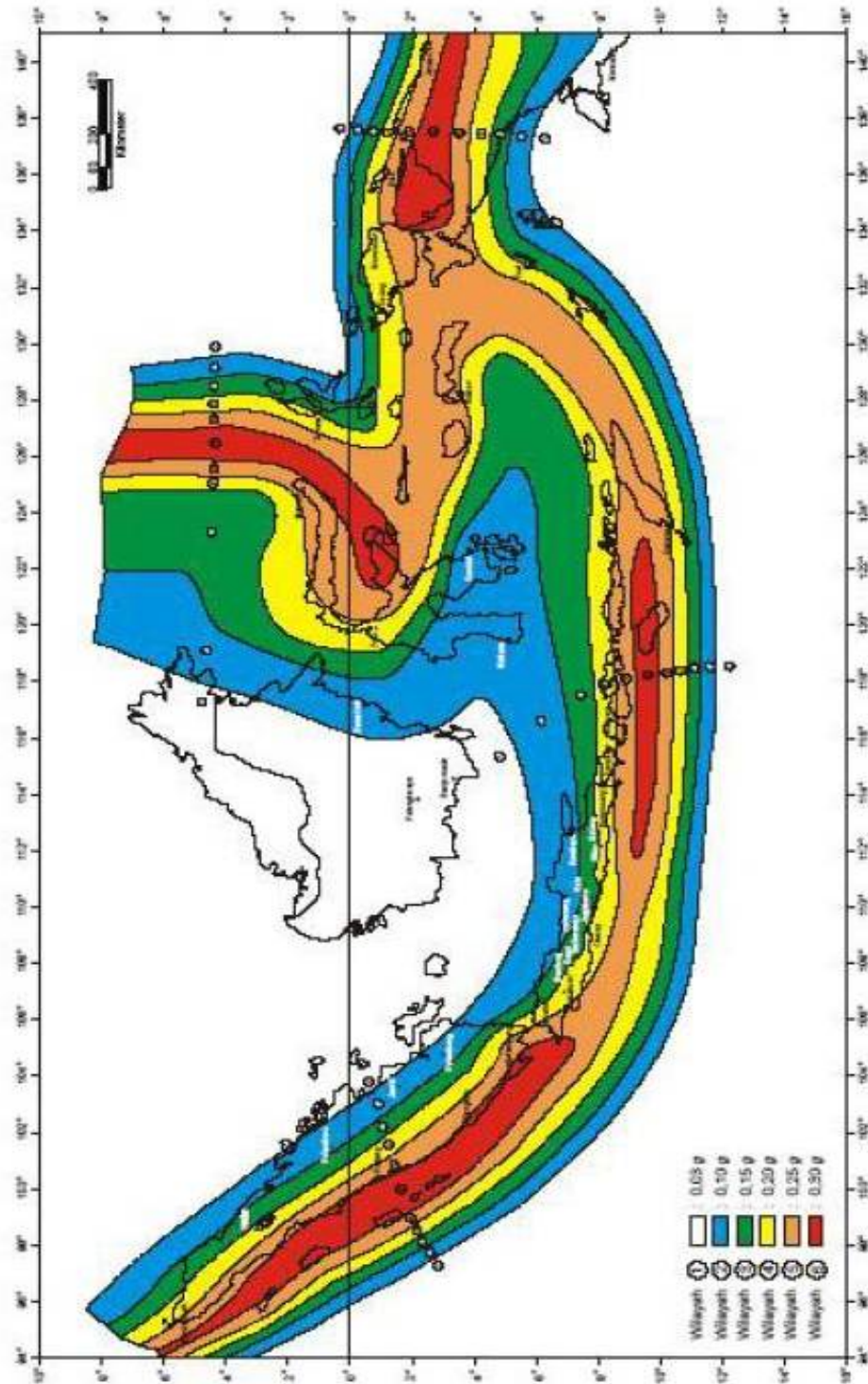
Tabel 2.3 Definisi Jenis Tanah

Jenis Tanah	Kecepatan Rambat Gelombang Geser Rata – Rata (Vs) (m/det)	Nilai Hasil Test Penetrasi Standar Rata – Rata (N)	Kuat Geser Niralir Rata – Rata (Su) (kPa)
Tanah Keras	$V_s \geq 350$	$N \geq 50$	$S_u \geq 100$
Tanah Sedang	$175 \leq V_s < 350$	$15 \leq N < 50$	$50 \leq S_u < 100$
Tanah Lunak	$V_s < 175$	$N < 15$	$S_u < 50$
	Atau, setiap profil dengan tanah lunak yang tebal total lebih dari 3 m dengan $PI > 20$, $W_n \geq 40\%$ dan $S_u < 25$ kPa		
Tanah Khusus	Diperlukan evaluasi khusus di setiap lokasi		

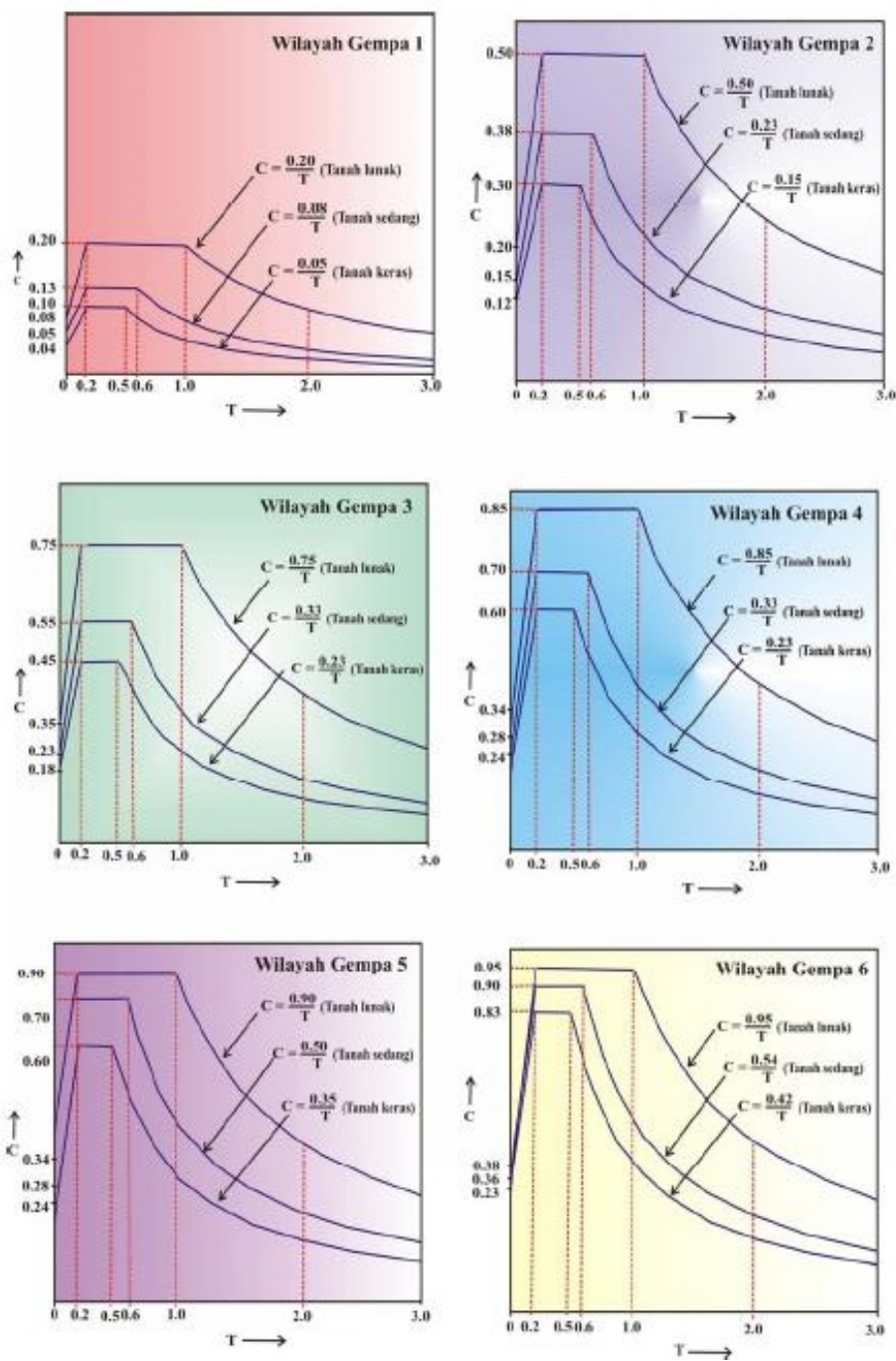
Tabel 2.4 Faktor Keutamaan Struktur

Kategori Gedung	Faktor Keutamaan		
	I_1	I_2	I
Gedung umum seperti untuk penghunian, perniagaan dan perkantoran	1,0	1,0	1,0
Monumen dan bangunan monumental	1,0	1,6	1,6
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi	1,4	1,0	1,4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, rokok, produk minyak bumi, asam, bahan beracun	1,6	1,0	1,6
Cerobong, tangki di atas menara	1,5	1,0	1,5

Indonesia ditetapkan terbagi dalam 6 (enam) wilayah gempa seperti ditunjukkan dalam gambar 2.1. Dimana wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan tingkat kegempaan paling rendah dan wilayah 6 adalah dengan kegempaan paling tinggi.



Gambar 2.1 Peta Wilayah Kegempaan di Indonesia



Gambar 2.2 Spektrum Respon Gempa Rencana

Tabel 2.5 *Faktor daktilitas maksimum, faktor reduksi gempa maksimum dan faktor tahanan lebih total beberapa jenis sistem dan subsistem struktur bangunan gedung*

Sistem dan subsistem struktur bangunan gedung	Uraian sistem pemikul beban gempa	μ_m	R_m	f
1. Sistem Dinding Penumpu (Sistem struktur yang tidak memiliki rangka pemikul beban gravitasi secara lengkap. dinding penumpu atau system bresing memikul hampir semua beban gravitasi. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing)	1. Dinding geser beton bertulang	2.7	4.5	2.8
	2. Dinding penumpu dengan rangka baja ringan dan bresing tarik	1.8	2.8	2.2
	3. Rangka bresing dimana bresingnya memikul beban gravitasi			
	a. Baja	2.8	4.4	2.2
	b. Beton bertulang (Tidak untuk wilayah 5 & 6)	1.8	2.8	2.2
2. Sistem Rangka Gedung (Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing)	1. Rangka bresing eksentris baja (RBE)	4.3	7.0	2.8
	2. Dinding geser beton bertulang	3.3	5.5	2.8
	3. Rangka bresing biasa			
	a. Baja	3.6	7.0	2.8
	b. Beton bertulang (Tidak untuk wilayah 5 & 6)	3.6	5.6	2.8
	4. Rangka bresing konsentrik khusus			
	a. Baja	4.1	6.4	2.2
3. Sistem Rangka Pemikul Momen (Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur)	1. Rangka pemikul momen khusus (SRPMK)			
	a. Baja	5.2	8.5	2.8
	b. Beton bertulang	5.2	8.5	2.8
	2. Rangka pemikul momen mencegah beton (SRPMM) (Tidak untuk wilayah 5 & 6)	3.3	5.5	2.8
	3. Rangka pemikul momen biasa (SRPMB)			
	a. Baja	2.7	4.5	2.8
	b. Beton bertulang	2.1	3.5	2.8
4. Sistem Ganda Terdiri dari : 1)Rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi 2)Pemikul beban lateral berupa dinding geser atau rangka bresing dengan rangka pemikul momen. Rangka pemikul momen harus direncanakan scr	1. Dinding geser			
	a. Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang	5.2	8.5	2.8
	b. Beton bertulang dengan SRPMB baja	2.6	4.2	2.8
	c. Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang	4.0	6.5	2.8
	2. RBE baja			
a. Dengan SRPMK baja	5.2	8.5	2.8	

Sistem dan subsistem struktur bangunan gedung	Uraian sistem pemikul beban gempa	μ_m	R_m	f
terpisah maupun memikul sekurang-kurangnya 25% dari seluruh beban lateral 3) Kedua sistem harus direncanakan untuk memikul secara bersama-sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan interaksi / sistem ganda	b. Dengan SRPMB baja	2.6	4.2	2.8
	3. Rangka bresing biasa			
	a. Baja dengan SRPMK baja	4.0	6.5	2.8
	b. Baja dengan SRPMB baja	2.6	4.2	2.8
	c. Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang (Tidak untuk wilayah 5 & 6)	4.0	6.5	2.8
	d. Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang (Tidak untuk wilayah 5 & 6)	2.6	4.2	2.8
	4. Rangka bresing konsentrik khusus			
	b. Baja dengan SRPMB baja	2.6	4.2	2.8
5. Sistem Struktur Bangunan Gedung Kolom Kantilever (Sistem struktur yang memanfaatkan kolom kantilever untuk memikul beban lateral)	Sistem struktur kolom kantilever	1.4	2.2	2
6. Sistem interaksi dinding geser dengan rangka	Beton bertulang menengah (Tidak untuk wilayah 3, 4, 5 & 6)	3.4	5.5	2.8
7. Subsistem Tunggal (Subsistem struktur bidang yang Membentuk bangunan gedung secara keseluruhan)	1. Rangka terbuka baja	5.2	8.5	2.8
	2. Rangka terbuka beton bertulang	5.2	8.5	2.8
	3. Rangka terbuka beton bertulang dengan balok beton pratekan (Bergantung pada indeks baja total)	3.3	5.5	2.8
	4. Dinding geser beton bertulang berangkai daktail penuh	4.0	6.5	2.8
	5. Dinding geser beton bertulang kantilever daktail parsial	3.3	5.5	2.8

Checking gaya gempa :

$$T_i = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i \cdot d_i}}$$

dimana :

T_i = Waktu getar

W_i = Berat lantai ke-i

F_i = Gaya gempa lantai ke-i

d_i = Deformasi lateral total akibat F_i yang terjadi pada lantai ke-i

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/det²)

2.5.1.2 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 dua kombinasi pembebanan yang perlu ditinjau pada struktur yaitu kombinasi pembebanan tetap dan kombinasi pembebanan sementara. Disebut pembebanan tetap karena beban dianggap 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 diatas dikalikan dengan suatu faktor magnifikasi yang disebut faktor beban, tujuannya agar struktur dan komponennya memenuhi syarat kekuatan dan layak dipakai terhadap berbagai kombinasi beban.

Faktor beban memberikan nilai kuat, perlu bagi perencanaan pembebanan pada struktur. SKSNI T 15-1991-03 sub bab 3.2.2 menentukan nilai kuat perlu sebagai berikut :

- Untuk beban mati / tetap : $Q = 1.2$
- 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 E = Beban gempa

 L = Beban hidup

2.5.1.3 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 dalam perencanaan sebelumnya. SKSNI T-15-1991-03 menetapkan berbagai nilai F untuk berbagai jenis besaran gaya yang didapat dari perhitungan struktur.

Tabel 2.6 *Faktor Reduksi Kekuatan*

Kondisi Pembebanan	Faktor Reduksi
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

2.5.2 Distribusi dan Penyaluran Beban Pada Struktur

Penyaluran beban merata dari pelat lantai ke balok induk dan balok anak mengikuti pola garis leleh pelat lantai. Untuk memudahkan perhitungan dalam analisa struktur, maka pada balok anak dilakukan perataan beban, dimana momen maksimum *free body* dari beban trapesium dan beban segitiga pelat lantai disamakan dengan momen dari beban merata segiempat. Kemudian untuk penyaluran beban terpusat dari balok anak ke balok induk diambil dari reaksi perletakan balok anak yang menentukan di lokasi tersebut. Selanjutnya beban dari balok induk disalurkan ke kolom dan diteruskan ke pondasi.

2.6 ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR

Struktur atas adalah struktur bangunan gedung yang secara visual berada diatas tanah, yang terdiri dari struktur portal utama yaitu kesatuan antara balok dan kolom dan struktur sekunder seperti pelat, tangga, balok anak, lift.

Perhitungan struktur portal utama menggunakan *Structural Analysis Program* (SAP 2000). Analisa dengan program SAP 2000 ini digunakan untuk mencari gaya – gaya dalam pada portal dengan kombinasi pembebanan tetap dan kombinasi pembebanan sementara.

2.6.1 Perencanaan Pelat

Pelat adalah struktur kaku yang secara khas terbuat dari material monolit dengan tinggi yang kecil dibandingkan dengan dimensi – dimensi lainnya. Untuk merencanakan pelat beton bertulang yang perlu dipertimbangkan tidak hanya pembebanan, tetapi juga ukuran dan syarat – syarat serta peraturan yang ada. Pada perencanaan ini digunakan tumpuan terjepit penuh untuk mencegah pelat berotasi dan relatif sangat kaku terhadap momen puntir dan juga didalam pelaksanaan pelat akan dicor bersamaan dengan balok.

Langkah perencanaan penulangan pelat adalah sebagai berikut :

1. Menentukan syarat – syarat batas, tumpuan dan panjang bentang.
2. Menentukan tebal pelat. Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03 maka tebal ditentukan berdasarkan ketentuan sebagai berikut :

$$h \geq \frac{\ln\left(0.8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 9\beta} \qquad h \leq \frac{\ln\left(0.8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36}$$

dimana : $\beta = L_y/L_x$

$L_n =$ Panjang bersih pelat

3. Memperhitungkan beban – beban yang bekerja pada pelat lantai.
4. Tentukan L_y/L_x
5. Tentukan momen yang menentukan (M_u)
 - M_{lx} (momen lapangan arah X)
 - M_{tx} (momen tumpuan arah X)
 - M_{ly} (momen lapangan arah Y)
 - M_{ty} (momen tumpuan arah Y)
6. Hitung penulangan arah X dan arah Y

Data – data yang diperlukan :

- Tebal pelat (h)
- Tebal selimut beton (p)
- Momen (M_u)
- Diameter tulangan (\emptyset)
- Tinggi efektif (dx dan dy)

- a. Mencari tinggi efektif dalam arah x dan arah y.

$$dx = h - p - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tul}$$

$$dy = h - p - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tul} - \varnothing \text{ tul}$$

- b. Hitung $\frac{Mu}{b.d^2}$ kN/m²

dimana : b = Lebar pelat per meter panjang

d = Tinggi efektif

- c. Mencari rasio penulangan (ρ) dengan persamaan :

$$\left(\frac{Mu}{b.d^2} \right) = \rho \cdot \Phi \cdot fy \left(1 - 0,588 \cdot \rho \cdot \frac{fy}{f'c} \right)$$

- d. Memeriksa syarat rasio penulangan ($\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$).

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} \quad \rho_{\max} = \frac{\beta \cdot 450}{600 + fy} \cdot \frac{0,85 \cdot f'c}{fy}$$

- e. Mencari luas tulangan yang dibutuhkan ($As = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \text{ mm}^2$).

- f. Pilih tulangan.

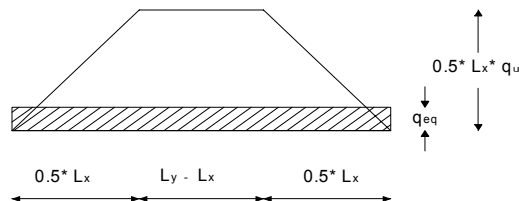
2.6.2 Perencanaan Struktur Balok

Secara umum pradesain tinggi balok direncanakan L/10 – L/15 dan lebar balok diambil 1/2H – 2/3H dimana H adalah tinggi balok (CUR 1 hal 104).

Pada perencanaan balok maka pelat dihitung sebagai beban dimana pendistribusian gayanya menggunakan metode amplop. Dalam metode amplop terdapat 2 macam bentuk yaitu pelat sebagai beban segitiga dan pelat sebagai beban trapesium. Adapun persamaan bebannya adalah sebagai berikut :

Perataan beban pelat pada perhitungan balok

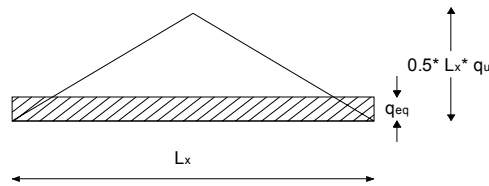
- Perataan Beban Trapesium



Gambar 2.3 Perataan Beban Trapesium

$$\begin{aligned}
 R_A = R_B &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} (l_y + l_y - l_x) \cdot \frac{1}{2} q \cdot l_x \\
 &= q \cdot l_x \cdot (2l_y - l_x) / 8 \\
 M_{\max \text{ trapesium}} &= R_A \cdot \frac{1}{2} l_y - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} l_x \cdot \frac{1}{2} q \cdot l_x \left(\frac{1}{2} l_y - \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} l_x \right) - \frac{1}{2} q \\
 &\quad \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} (l_y - l_x) \cdot \frac{1}{2} (l_y - l_x) \\
 &= \frac{1}{16} q \cdot l_x (l_y^2 - \frac{1}{3} l_x^2) \\
 M_{\max \text{ beban merata}} &= \frac{1}{8} q_{ek} \cdot l_y^2 \\
 M_{\max \text{ trapesium}} &= M_{\max \text{ segiempat}} \\
 \frac{1}{8} q_{ek} \cdot l_y^2 &= \frac{1}{16} q \cdot l_x (l_y^2 - \frac{1}{3} l_x^2) \\
 q_{ek} &= \frac{1}{2} q \cdot (l_x/l_y^2) (l_y^2 - \frac{1}{3} l_x^2)
 \end{aligned}$$

▪ Perataan Beban Segitiga



Gambar 2.4 Perataan Beban Segitiga

$$\begin{aligned}
 R_A = R_B &= \frac{1}{2} l_x \cdot \frac{1}{2} q \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} \\
 &= \frac{1}{8} q \cdot l_x^2 \\
 M_{\max \text{ segitiga}} &= R_A \cdot \frac{1}{2} l_x - \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} q \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} l_x \right) \left(\frac{1}{2} \cdot l_x - \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} l_x \right) \\
 &= \frac{q \cdot l_x^3}{24} \\
 M_{\max \text{ beban merata}} &= \frac{1}{8} q_{ek} \cdot l_x^2 \\
 M_{\max \text{ segitiga}} &= M_{\max \text{ segiempat}} \\
 \frac{1}{8} q_{ek} \cdot l_x^2 &= \frac{q \cdot l_x^3}{24} \\
 q_{ek} &= \frac{1}{3} q \cdot l_x
 \end{aligned}$$

Perhitungan penulangan balok dari struktur beton ini mengacu pada SKSNI T-15-1991-03.

2.6.3 Perencanaan Struktur Kolom

Elemen kolom menerima beban lentur dan beban aksial, menurut SKSNI T-15-1991-03 pasal 3.2.2 untuk perencanaan kolom yang menerima beban lentur dan beban aksial ditetapkan koefisien reduksi bahan 0,65.

Dari hasil perhitungan mekanika dengan program SAP 2000 didapatkan gaya aksial dan momen lentur yang terjadi pada kolom yang selanjutnya digunakan untuk mendesain penulangan kolom yang mengacu pada SKSNI T-15-1991-03.

2.6.4 Perencanaan Struktur Bawah (Pondasi)

Struktur bawah (*Sub Structure*) yang berupa pondasi, merupakan struktur yang berfungsi untuk meneruskan beban – beban struktur atas ke dalam lapisan tanah. Dalam menentukan jenis pondasi yang sesuai, kita perlu mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut :

- Keadaan tanah, seperti parameter tanah, daya dukung tanah, dll
- Jenis struktur atas (fungsi bangunan)
- Anggaran biaya yang dibutuhkan
- Waktu pelaksanaan yang direncanakan
- Keadaan lingkungan sekitar

2.6.4.1 Parameter Tanah

Sebelum kita menentukan jenis pondasi yang akan digunakan, terlebih dahulu harus diketahui kondisi tanah tempat bangunan yang akan didirikan. Untuk keperluan tersebut, maka dilakukan penyelidikan tanah (*Soil Investigation*). Penyelidikan yang dilakukan terdiri dari penyelidikan lapangan (*Field Test*) dan penyelidikan laboratorium (*Laboratory Test*).

Penyelidikan tanah dimaksudkan untuk mengetahui kondisi geoteknik, baik keadaan, jenis dan sifat – sifat yang menjadi parameter dari tanah pondasi rencana. Yang dimaksud dengan kondisi geoteknik adalah:

- Struktur dan penyebaran tanah serta batuan
- Sifat fisis tanah (*Soil Properties*)

- Sifat teknis tanah / batuan (Engineering Properties)
- Kapasitas dukung tanah terhadap pondasi yang diperbolehkan sesuai dengan tipe pondasi yang akan digunakan.

2.6.4.2 Pemilihan Tipe Pondasi

Berdasarkan data – data hasil penyelidikan tanah di lokasi perencanaan dapat diketahui kedalaman tanah keras sehingga dapat ditentukan jenis / tipe pondasi yang akan digunakan.

2.6.4.3 Analisa Daya Dukung Tanah

Analisis daya dukung mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi struktur yang terletak di atasnya. Daya dukung tanah (*Bearing Capacity*) adalah kemampuan tanah untuk mendukung beban baik dari segi struktur pondasi maupun bangunan di atasnya tanpa terjadi keruntuhan geser.

Perhitungan daya dukung tanah sangat diperlukan guna mengetahui kemampuan tanah sebagai perletakan struktur pondasi. Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah dalam mendukung beban baik berat sendiri struktur pondasi maupun beban struktur atas secara keseluruhan tanpa terjadinya keruntuhan. Nilai daya dukung tersebut dibatasi oleh suatu daya dukung batas (*Ultimate Bearing Capacity*), yang merupakan keadaan saat mulai terjadi keruntuhan.

Daya dukung batas (*Ultimate Bearing Capacity*) adalah daya dukung terbesar dari tanah dan biasanya diberi simbol q_{ult} . Daya dukung ini merupakan kemampuan tanah mendukung beban, dan diasumsikan tanah mulai terjadi keruntuhan. Besarnya daya dukung yang diijinkan sama dengan daya dukung batas dibagi angka keamanan, rumusnya adalah :

$$q_u = q_{ult} / FK$$

sebelum kita menentukan jenis pondasi yang digunakan, kita harus menentukan daya dukung ijin (q_u) yang merupakan hasil bagi daya dukung batas (q_{ult}) dengan *Safety factor* ($SF = 3$).

Perancangan pondasi harus dipertimbangkan terhadap keruntuhan geser dan penurunan yang berlebihan. Untuk terjaminnya stabilitas jangka panjang, perhatian harus diberikan pada perletakan dasar pondasi. Pondasi harus diletakkan pada kedalaman yang cukup untuk menanggulangi resiko adanya erosi permukaan, gerusan, kembang susut tanah dan gangguan tanah di sekitar pondasi.

2.6.4.4 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Berdasarkan data tanah hasil penyelidikan, beban – beban yang bekerja dan kondisi sekitar proyek, telah dipilih menggunakan jenis pondasi dalam yaitu pondasi tiang pancang.

Pemilihan sistem pondasi ini didasarkan atas pertimbangan:

1. Beban yang bekerja cukup besar.
2. Pelaksanaan lebih mudah dan lebih cepat dalam pengerjaannya.

2.6.4.5 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

Analisis-analisis kapasitas daya dukung dilakukan dengan cara pendekatan sistematis untuk memudahkan perhitungan. Persamaan-persamaan yang dibuat dikaitkan dengan sifat-sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi pada saat terjadi keruntuhan.

- a. Berdasarkan kekuatan bahan

$$\sigma_b = 0,33 \cdot f^c, \text{ dimana } f^c = \text{kekuatan tekan beton karakteristik}$$

$$P_{\text{tiang}} = \sigma_b \cdot A_{\text{tiang}}$$

dimana: P_{tiang} = Kekuatan pikul tiang yang diijinkan

σ_b = Tegangan tekan tiang terhadap penumbukan

A_{tiang} = Luas penampang tiang pancang

- b. Berdasarkan hasil sondir

Tes sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) pada dasarnya adalah untuk memperoleh tahanan ujung (q) dan tahanan selimut (C) sepanjang tiang. Tes sondir ini biasanya dilakukan pada tanah-tanah kohesif dan tidak dianjurkan pada tanah berkerikil dan lempung keras.

▪ Daya Dukung Tiang Tunggal

Persamaan yang digunakan untuk menentukan daya dukung tiang tunggal adalah sebagai berikut :

$$P_{tiang} = \frac{(q_c \times A_p)}{3} + \frac{(T_f \times A_s)}{5}$$

Dimana: q_c = Nilai konus hasil sondir (kg/cm^2)

A_p = Luas permukaan tiang (cm^2)

T_f = Total friction (kg/cm)

A_s = Keliling tiang pancang (cm)

▪ Daya Dukung Tiang Kelompok (Pall Group)

Dalam pelaksanaan jarang dijumpai pondasi hanya terdiri dari satu tiang saja, tetapi terdiri dari kelompok tiang.

Teori membuktikan dalam daya dukung kelompok tiang tidak sama dengan daya dukung tiang secara individu dikalikan jumlah tiang dalam kelompok, melainkan perkalian antara daya dukung satu tiang dengan banyaknya tiang dikalikan dengan faktor efisiensi group tiang.

Pall group = Eff x Pall 1 tiang (daya dukung tiang tunggal)

$$Eff = 1 - \frac{\theta}{90} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{(m \times n)} \right)$$

dimana :

m = Jumlah baris

n = Jumlah tiang satu baris

θ = Arc tan $\left(\frac{d}{s} \right)$ dalam derajat

d = Diameter tiang (cm)

s = Jarak antar tiang (cm)

2.6.4.6 Perhitungan Beban max yang diterima Oleh Tiang

$$P_{mak} = \frac{\sum P_v}{n} \pm \frac{M_x \cdot Y_{mak}}{n_x \cdot \sum y^2} \pm \frac{M_y \cdot X_{mak}}{n_y \cdot \sum x^2}$$

Dimana:

P_{mak} = Beban maksimum yang diterima oleh tiang pancang (ton)

ΣP_v = Jumlah total beban (ton)

M_x = Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu x (tonm)

M_y = Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu y (tonm)

n = Banyaknya tiang pancang dalam kelompok tiang pancang (pile group)

X_{mak} = Absis terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang

Y_{mak} = Ordinat terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang

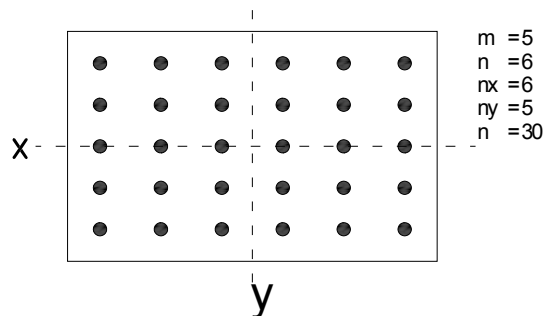
n_x = Banyaknya tiang pancang dalam satu baris dalam arah sumbu x

n_y = Banyaknya tiang pancang dalam satu baris dalam arah sumbu y

ΣX^2 = Jumlah kuadrat absis-absis tiang pancang (m^2)

ΣY^2 = Jumlah kuadrat ordinat-ordinat tiang pancang (m^2)

Sebagai contoh:



2.6.4.7 Kontrol Terhadap Geser Pons

- Kolom tidak tertumpu pada pile, maka P yang diperhitungkan adalah P kolom.

$$\tau = \frac{P}{4 \cdot h \times (h + B)} < \tau_{\text{ijin}} = 0,65\sqrt{f'c}$$

dimana :

τ = Tegangan Geser Pons (kg/cm^2)

P = Gaya vertikal kolom (kg)

h = Tebal pile cap (cm)

B = Lebar kolom (cm)

- Kolom tertumpu pada pile, maka P yang diperhitungkan adalah P tiang pancang.

$$\tau = \frac{P_{tiang}}{\pi \times h \times (h + D)} < \tau_{ijin} = 0,65\sqrt{f'c}$$

dimana :

τ = Tegangan Geser Pons (kg/cm²)

P_{tiang} = Daya dukung tiang (kg)

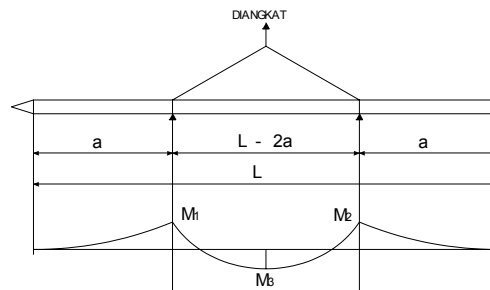
h = Tebal pile cap (cm)

D = Diameter pancang (cm)

2.6.4.8 Penulangan Tiang Pancang

Penulangan tiang pancang harus juga diperhitungkan penulangan pada saat pelaksanaan pekerjaan, terutama pada saat pengangkatan tiang pancang. Hal ini disebabkan karena perbedaan momen yang terjadi pada saat pelaksanaan dan setelah pelaksanaan.

Kondisi I



q = Berat tiang pancang

$$M_1 = \frac{1}{2} \cdot q \cdot a^2$$

$$M_2 = \frac{1}{8} \cdot q \cdot (L - 2a)^2 - \frac{1}{2} \cdot q \cdot a^2$$

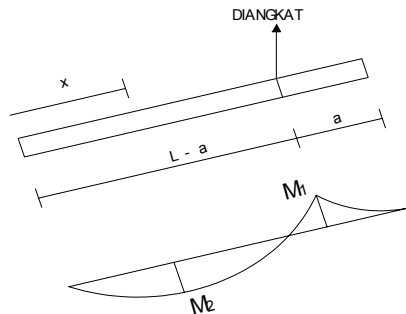
$$M_1 = M_2$$

$$\frac{1}{2} \cdot q \cdot a^2 = \frac{1}{8} \cdot q \cdot (L - 2a)^2 - \frac{1}{2} \cdot q \cdot a^2$$

$$q \cdot a^2 = \frac{1}{8} \cdot q \cdot (L^2 - 4 \cdot a \cdot L + 4a^2)$$

$$4a^2 + 4aL - L^2 = 0$$

Kondisi II



$$M_1 = \frac{1}{2} q a^2$$

$$D_1 = \frac{q \cdot (L-a)}{2} - \frac{q \cdot a^2}{2 \cdot (L-a)}$$

$$D_1 = \frac{q L^2 - 2 a q L}{2(L-a)}$$

$$M_x = D_1 \cdot x - 0,5 \cdot q \cdot x^2$$

$$\frac{d M_x}{d x} = 0 \rightarrow x = \frac{D_1}{q}$$

$$R_1 - q \cdot x = 0$$

$$\frac{D_1}{q} = \frac{(L^2 - 2 \cdot a \cdot L)}{2 \cdot (L-a)}$$

$$M_2 = D_1 \frac{(L^2 - 2 \cdot a \cdot L)}{2 \cdot (L-a)} - \frac{1}{2} \cdot q \cdot \left[\frac{(L^2 - 2 \cdot a \cdot L)}{2 \cdot (L-a)} \right]^2$$

$$M_2 = \frac{1}{2} \cdot q \cdot \frac{L^2 - 2 \cdot a \cdot L}{2 \cdot (L-a)}$$

$$M_1 = M_2$$

$$\frac{1}{2} \cdot q \cdot a^2 = \frac{1}{2} \cdot q \cdot \frac{L^2 - 2 \cdot a \cdot L}{2 \cdot (L - a)}$$

$$2a^2 - 4aL + L^2 = 0$$

2.6.5 Perencanaan Tangga dan Lift

Perencanaan tangga pada gedung ditentukan berdasarkan kebutuhan layan dan kenyamanan pengguna gedung tersebut. Perhitungan Optrede dan Antrede tangga menggunakan rumus :

$$2 \text{ Optrede} + \text{Antrede} = 61 \text{ s/d } 65 \text{ cm}$$

Sedangkan pada perencanaan lift, kapasitas dan jumlah lift pada gedung ini disesuaikan dengan jumlah pemakai. Jumlah lift direncanakan 1 buah dengan pertimbangan karena jumlah tersebut mampu memenuhi kapasitas ideal bagi pemakai.

Perhitungan gaya – gaya yang terjadi pada struktur tangga menggunakan program SAP 2000. Sedangkan dalam perencanaan lift dilakukan dengan analisa terhadap konstruksi pelat lantai lift dan perhitungan balok penggantung mesin lift.