

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Uraian Umum

Pada perencanaan suatu konstruksi bangunan gedung diperlukan beberapa landasan teori berupa analisa struktur, ilmu tentang kekuatan bahan serta hal lain yang berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia. Ilmu teoritis diatas tidaklah cukup karena analisa secara teoritis tersebut hanya berlaku pada kondisi struktur yang ideal sedangkan gaya-gaya yang dihitung hanya merupakan pendekatan dari keadaan yang sebenarnya atau yang diharapkan terjadi.

Perencanaan adalah bagian yang penting dari pembangunan suatu gedung atau bangunan lainnya. Survey dan penyelidikan tanah merupakan tahap awal dari proyek. Perencanaan dari suatu konstruksi bangunan harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan yaitu kuat, kaku, bentuk yang serasi, dan dapat dilaksanakan dengan biaya yang ekonomis tetapi tidak mengurangi mutu bangunan tersebut, sehingga dapat digunakan sebagaimana fungsinya.

2.2 Ruang Lingkup Perencanaan

Ruang lingkup dari perencanaan bangunan gedung rumah toko Kenten MasPalembang ini meliputi beberapa tahapan yaitu persiapan, studi kelayakan, mendesain bangunan (perencanaan), dilanjutkan dengan perhitungan struktur, lalu perhitungan biaya, dan progres kerja yang diwujudkan melalui NWP dan kurva S.

2.2.1 Perencanaan Konstruksi

Pada penyelesaian perhitungan untuk perencanaan bangunan gedung rumah toko Mas Kenten Palembang ini, penulis mengambil acuan pada referensi yang berisi mengenai peraturan dan tata cara perencanaan bangunan gedung, seperti berikut:

1. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002-BETON)*

Dalam tata cara ini terdapat persyaratan-persyaratan dan ketentuan dalam teknis perencanaan, serta pelaksanaan struktur beton untuk bangunan gedung sebagai pedoman atau acuan dalam perencanaan dan pelaksanaan untuk mendapatkan struktur yang aman dan ekonomis.

2. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPRG) 1987 atau SNI 1727-1989-F*

Dalam peraturan pembebanan ini digunakan dalam penentuan beban yang diizinkan dalam sebuah perencanaan gedung, dan memuat ketentuan-ketentuan beban yang diizinkan dalam perhitungan sebuah konstruksi bangunan.

3. *Struktur Beton Bertulang berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI oleh Istimawan Dipohusodo*

Dalam buku ini, dijelaskan mengenai langkah-langkah dan contoh perhitungan struktur beton, mulai dari perhitungan plat, kolom, dan balok, mendesain serta menentukan dimensi.

4. *Analisis dan Desain Beton Bertulang menurut SNI 03-2847-2002 oleh Amrinsyah Nasution*

Buku ini juga menjelaskan mengenai langkah-langkah dan contoh perhitungan struktur beton, mulai dari perhitungan plat, kolom, dan balok, mendesain serta menentukan dimensi namun dengan SNI yang lebih baru yaitu SNI 03-2847-2002.

5. *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang oleh W.C. Vis dan Gideon Kusuma*

Buku ini memuat pengertian-pengertian umum dan perhitungan gaya yang terjadi pada konstruksi beton. Buku ini juga berisi penjelasan mengenai Grafik dan Tabel Pelat ataupun Kolom yang digunakan dalam perhitungan struktur beton bertulang.

2.2.2 Klasifikasi Pembebanan

Suatu Struktur bangunan gedung juga harus direncanakan kekuatannya terhadap suatu pembebanan. Adapun jenis pembebanannya antara lain :

1. Beban Mati (beban tetap)

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. (PPPRG 1987 hal. 1).

2. Beban Hidup (beban sementara)

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. (PPPRG 1987 hal. 1).

- Beban hujan

Dalam perhitungan beban hujan diasumsikan sebagai beban yang bekerja tegak lurus terhadap bidang atap dan koefisien beban hujan ditetapkan sebesar $(40-0,8\alpha)$ kg/m² dan α sebagai sudut atap, dengan ketentuan bahwa beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari 20 kg/m² dan tidak perlu ditinjau bila kemiringan atap lebih besar dari 50°.

- Akibat beban pekerja

Dalam perhitungan reng, usuk/kaso, gording/gulung-gulung dan kuda-kuda, untuk semua atap harus diperhitungkan satu muatan terpusat sebesar minimum 100 kg (berasal dari berat seorang pekerja atau seorang pemadam kebakaran dengan peralatannya).

- Beban Angin

Semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Beban memperhitungkan adanya tekanan positif dan negatif yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau.

2.3 Metode Perhitungan

Berikut adalah metode perhitungan yang akan digunakan dalam perhitungan konstruksi. Metode-metode tersebut diambil berdasarkan acuan yang digunakan.

2.3.1 Pelat

Struktur pelat pada gedung MTS Muhammadiyah 1 Palembang ini terdapat dua jenis yaitu pelat atap dan pelat lantai. Berikut adalah pembahasan mengenai pelat:

1. Pelat Atap

Struktur pelat atap sama dengan struktur pelat lantai, hanya saja berbeda dalam hal pembebanannya. Tentunya beban yang bekerja pada pelat atap lebih kecil bila dibanding dengan pelat lantai. Strukturnya adalah struktur pelat dua arah, sama dengan pelat lantai.

Beban-beban yang bekerja pada pelat atap, yaitu:

a) Beban Mati (W_D)

- Beban sendiri pelat atap
- Beban mortar
- Beban finishing

b) Beban Hidup (W_L)

- Beban air hujan
- Beban hidup untuk pelat atap diambil 100 kg/m²

(PPPRG 1987 hal.7 Pasal 2.1.2.2 ayat (1))

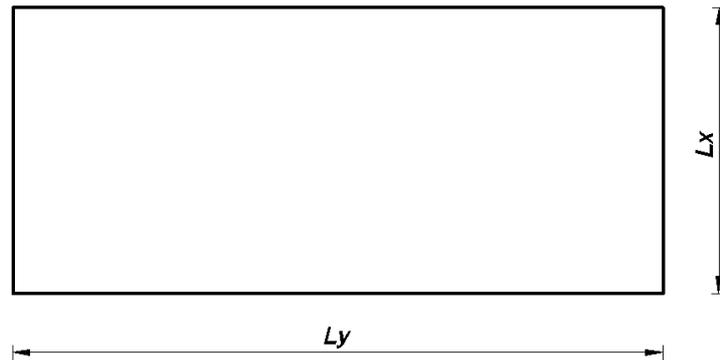
2. Pelat Lantai

Pelat beton bertulang dalam suatu struktur dipakai pada lantai, pada pelat ruang ditumpu balok pada keempat sisinya terbagi dua berdasarkan geometrinya, yaitu:

a) Pelat Satu Arah (*One Way Slab*)

Pelat satu arah yaitu suatu pelat yang memiliki panjang lebih besar atau lebih lebar yang bertumpu menerus melalui balok – balok.

Maka hampir semua beban lantai dipikul oleh balok – balok yang sejajar. Suatu pelat dikatakan pelat satu arah apabila $\frac{L_x}{L_y} \geq 2$, dimana L_y dan L_x adalah panjang dari sisi-sisinya.



Gambar 2.1 Pelat Satu Arah, $\frac{L_y}{L_x} \geq 2$

Keterangan:

L_y , L_x = panjang pelat

Dalam perencanaan struktur pelat satu arah, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1 Penentuan Tebal Pelat

Penentuan tebal pelat terlentur satu arah tergantung beban atau momen lentur yang bekerja, defleksi yang terjadi dan kebutuhan kuat geser yang dituntut. (Dipohusodo, 1999:56)

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 11.5.2 dengan anggapan balok/pelat merupakan konstruksi satu arah, tebal minimumnya dapat ditetapkan berdasarkan tabel 2.1 dan untuk selimut beton pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.3.1 Tebal minimum balok non-prategang atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung

Komponen struktur	Tebal Minimum, h			
	Dua tumpuan sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar			
Pelat masif satu arah	$l / 20$	$l / 24$	$l / 28$	$l / 10$
Balok atau pelatrusuksatu arah	$l / 16$	$l / 18,5$	$l / 21$	$l / 8$

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Bangunan Gedung (SNI-03-2847-2002 hal 63)

Catatan :

- Panjang bentang (mm) = bentang bersih + tebal kolom = jarak dari as ke as
- Nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan beton normal ($w_c = 2400 \text{ kg/m}^3$) dan tulangan BJTD 40. Untuk kondisi lain, nilai diatas harus dimodifikasikan sebagai berikut :
 - a. Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis diantara $1500 - 2000 \text{ kg/m}^3$, nilai tadi harus dikalikan dengan $(1,65 - 0,0003 w_c)$ tetapi tidak kurang dari 1,09, dimana w_c adalah berat jenis dalam kg/m^3 .
 - b. Untuk selai 400 MPa, nilainya harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y/700)$.

- 2 Menghitung beban mati pelat termasuk beban sendiri pelat dan beban hidup serta menghitung momen rencana (W_u).

$$W_u = 1,2 W_d + 1,6 W_l$$

$$W_d = \text{Jumlah beban Mati Pelat (KN/m)}$$

$$W_l = \text{Jumlah beban Hidup Pelat (KN/m)}$$

- 3 Menghitung momen rencana (M_u) baik dengan cara tabel atau analisis

Sebagai alternatif, metode pendekatan berikut ini dapat digunakan untuk menentukan momen lentur dan gaya geser dalam perencanaan balok menerus dan pelat satu arah, yaitu pelat beton bertulang di mana tulangnya hanya direncanakan untuk memikul gaya-gaya dalam satu arah, selama:

- Jumlah minimum bentang yang ada haruslah minimum dua,
 - Memiliki panjang bentang yang tidak terlalu berbeda, dengan rasio panjang bentang terbesar terhadap panjang bentang terpendek dari dua bentang yang bersebelahan tidak lebih dari 1,2,
 - Beban yang bekerja merupakan beban terbagi rata,
 - Beban hidup per satuan panjang tidak melebihi tiga kali beban mati per satuan panjang, dan
 - Komponen struktur adalah prismatic.
- 4 Perkiraan Tinggi Efektif (d_{eff})

Untuk beton bertulang, tebal selimut beton minimum yang harus disediakan untuk tulangan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut sesuai tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.3.2 Tebal minimum selimut beton, untuk beton bertulang

		Tebal Selimut Minimum (mm)
a.	Beton yang dicor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah	75
b.	Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca: Batang D-19 hingga D-56..... Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau kawat ulir D16 dan yang lebih kecil	50 40
c.	Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau beton tidak langsung berhubungan dengan tanah: Pelat, dinding, pelat berusuk: Batang D-44 dan D-56..... Batang D-36 dan yang lebih kecil	40 20
	Balok, kolom: Tulangan utama, pengikat, sengkang, lilitan spiral.....	40
	Komponen struktur cangkang, pelat lipat: Batang D-19 dan yang lebih besar	20
	Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau ulir D16 dan yang lebih kecil	15

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Bangunan Gedung (SNI-03-2847-2002 hal 41)

5 Menghitung k_{perlu}

$$k = \frac{Mu}{\phi b d_{eff}^2}$$

k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan (Mpa)

Mu = Momen terfaktor pada penampang (KN / m)

b = lebar penampang (mm) diambil 1 m

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

ϕ = faktor Kuat Rencana (SNI 2002 Pasal 11.3, butir ke- 2 hal 61)

6 Menentukan rasio penulangan (ρ) dari tabel.

Jika ρ , maka pelat dibuat lebih tebal.

7 Hitung As yang diperlukan.

$$As = \rho b d_{eff}$$

As = Luas tulangan (mm^2)

ρ = rasio penulangan

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

8 Memilih tulangan pokok yang akan dipasang beserta tulangan suhu dan susut dengan menggunakan tabel.

Untuk tulangan suhu dan susut dihitung berdasarkan peraturan SNI 2002 Pasal 9.12, yaitu :

- 1) Tulangan susut dan suhu harus paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebagai berikut, tetapi tidak kurang dari 0,0014:
 - a) Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300..... 0,0020
 - b) Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir atau jaring kawat las (polos atau ulir) mutu 400..... 0,0018
 - c) Pelat yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 400 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35%..... $0,0018 \times 400 / f_y$

2) Tulangan susut dan suhu harus dipasang dengan jarak tidak lebih dari lima kali tebal pelat, atau 450 mm.

b) Pelat dua arah (two way slab)

Pelat dua arah adalah pelat yang ditumpu oleh balok pada keempat sisinya dan beban-beban ditahan oleh pelat dalam arah yang tegak lurus terhadap balok-balok penunjang.

1. Mendimensi balok

Tebal minimum tanpa balok interior yang menghubungkan tumpuan-tumpuannya, harus memenuhi ketentuan dari tabel 2.4

Tabel 2.3.3 Tebal Minimum dari Pelat Tanpa Balok Interior

Tegangan Leleh f_y^a (Mpa)	Tanpa Penebalan ^b			Dengan Penebalan ^b		
	Panel Luar		Panel Dalam	Panel Luar		Panel Dalam
	Tanpa Balok Pinggir	Dengan Balok Pinggir ^c		Tanpa Balok Pinggir	Dengan Balok Pinggir ^c	
300	Ln/33	Ln/36	Ln/36	Ln/36	Ln/40	Ln/40
400	Ln/30	Ln/33	Ln/33	Ln/33	Ln/36	Ln/36
500	Ln/30	Ln/33	Ln/33	Ln/33	Ln/36	Ln/36

^a Untuk tulangan dengan tegangan leleh diantara 300 Mpa dan 400 Mpa atau di antara 400 Mpa dan 500 Mpa, gunakan interpolasi linier.

^b Penebalan panel didefinisikan dalam 15.3 (7(1)) dan 15.3(7(2))

^c Pelat dengan balok diantara kolom-kolomnya di sepanjang tepi luar.

Nilai α untuk balok tepi tidak boleh kurang dari 0,8

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI-03-2847-2002 Tabel 10 hal 66)

2. Persyaratan tebal pelat dari balok

Tebal pelat minimum dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya harus memenuhi ketentuan ayat 11.5.3 butir 2 tidak boleh kurang dari nilai yang didapat dari :

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{fy}{1500})}{36 + 5\beta(\alpha m - 0,2)} \dots \text{SNI 03 - 2847 - 2002 hal.66 (11.5-16)}$$

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{fy}{1500})}{36\beta + 9\beta} \dots \text{SNI 03 - 2847 - 2002 hal.66 (11.5-17)}$$

3. Mencari αm dari masing-masing panel

Mencari αm dari masing-masing panel untuk mengecek apakah pemakaian h coba-coba telah memenuhi persyaratan h_{\min} .

Untuk $\alpha m < 2,0$ tebal minimum adalah 120 mm.

Untuk $\alpha m \geq 2,0$ tebal minimum adalah 90 mm.

$$\alpha 1 = \frac{I_{balok}}{I_{pelat}}$$

$$\alpha m = \frac{\alpha 1 + \alpha 2 + \alpha 3 + \alpha 4}{n}$$

(SNI 03 -2847- 2002 hal.65 &66)

4. Pembebanan pelat

Perhitungan sama seperti pada perhitungan pembebanan pelat satu arah.

5. Mencari momen yang bekerja pada arah x dan y

$M_x = 0,001 W_u L_2 \times$ koefisien momen

$M_y = 0,001 W_u L_2 \times$ koefisien momen

$M_{tix} = \frac{1}{2} m_l x$

$M_{tiy} = \frac{1}{2} m_l y$

(Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang hal.26)

Keterangan : M_x = momen sejauh X meter

M_y = momen sejauh Y meter

6. Mencari tulangan dari momen yang didapat (Dipohusodo hal.214)

Tentukan nilai $K = \frac{Mu}{\phi b.d^2}$ untuk mendapatkan nilai ρ (rasio tulangan) yang didapat dari tabel.

Syarat : $\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max}$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

Apabila $\rho < \rho_{min}$ maka dipakai tulangan $\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$

(Dipohusodo hal. 37 & 39)

$$A_s = \rho_{min} \cdot b \cdot d$$

Keterangan :

k = faktor panjang efektif

Mu = momen terfaktor pada penampang

ϕ = faktor reduksi kekuatan (0,8)

b = lebar daerah tekan komponen struktur

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

ρ_{min} = rasio penulangan tarik non-prategang minimum

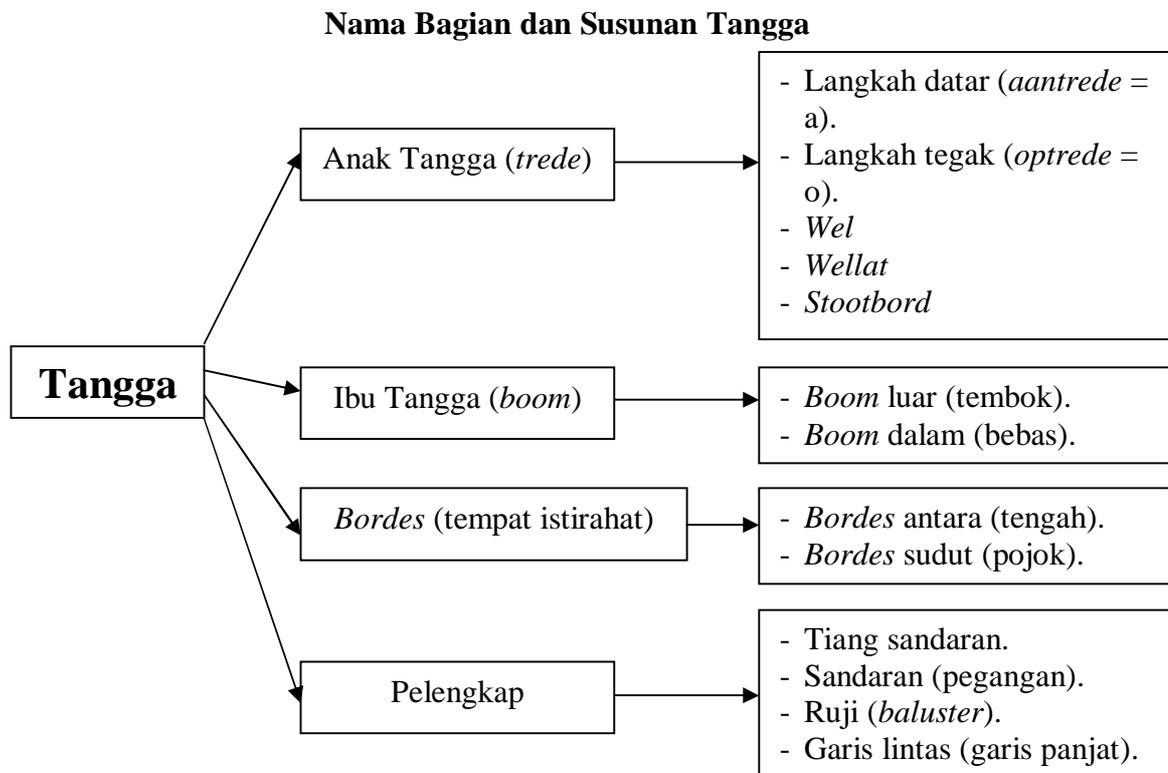
A_s = luas tulangan tarik non-prategang

f_y = mutu baja

f_c' = mutu beton

2.3.2 Tangga

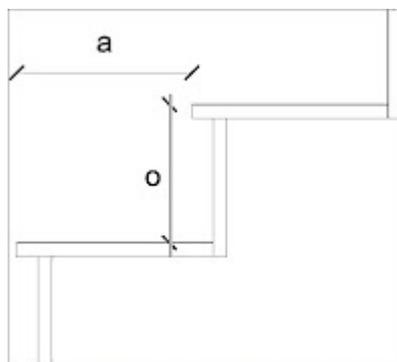
Menurut Supribadi, 1986, tangga adalah suatu konstruksi yang menghubungkan antara tempat yang satu dan tempat lainnya yang mempunyai ketinggian berbeda, dan dapat dibuat dari kayu, pasangan batu bata, baja, dan beton. Untuk memperlancar hubungan antara lantai bawah dengan lantai yang ada di atasnya dalam suatu kegiatan, maka digunakan alat penghubung tangga. Tangga terdiri dari anak tangga dan pelat tangga.



Bagan 2.1(Sumber: Ilmu Bangunan Gedung)

Anak tangga terbagi menjadi 2 bagian, yaitu :

1. Antrede, yaitu bagian dari anak tangga pada bidang horizontal yang merupakan bidang tempat pijakan kaki.
2. Optrede, yaitu bagian dari anak tangga pada bidang vertikal yang merupakan selisih tinggi antara 2 buah anak tangga yang berurutan.



Gambar 2.2Antrede dan Optrede anak tangga

Ibu tangga merupakan bagian tangga yang berfungsi mengikat anak tangga. Material yang digunakan untuk membuat ibu tangga misalnya antara lain, beton bertulang, kayu, baja, pelat baja, baja profil canal, juga besi. Kombinasi antara ibu tangga dan anak tangga biasanya untuk bu tangga misalnya, beton bertulang di padukan dengan anak tangga dari bahan papan kayu, bisa juga keduanya dari bahan baja, untuk ibu tangga menggunakan profil kanal untuk menopang anak tangga yang menggunakan pelat baja.

Bordes biasa juga disebut Landing. Bordes merupakan bagian dari tangga sebagai tempat beristirahat menuju arah tangga berikutnya. Bordes juga berfungsi sebagai pengubah arah tangga. Umumnya, keberadaan bordes setelah anak tangga ke 15. Kenyamanan bordes juga perlu diperhatikan, untuk lebarnya harus diusahakan sama dengan lebar tangga.

Merupakan pegangan dari tangga. Material yang bisa digunakan bermacam jenis nya. Misalnya menggunakan pegangan dari bahan kayu, besi hollow bulat, baja, dll. Terkadang saya juga sering jumpai tangga yang tanpa railing, dan ini penting untuk diperhatikan, misalnya menjaga anak-anak yang ingin menaiki tangga, jangan sampai terjatuh karena tidak ada railingsnya.

Pelengkap tangga, yaitu pegangan (railing) dan baluster . Ukuran pegangan railing tangga dengan ukuran diameter 3,8 cm merupakan ukuran yang bisa mengakomodasi sebagian besar ukuran tangan manusia. Untuk kenyamanan pegangan tangga, perlu diperhatikan juga jarak antara railing pegangan tangga dengan jarak tembok, jarak 5 cm saya rasa sudah cukup. Baluster merupakan penyangga pegangan tangga, biasanya bentuknya mengarah vertical. Material baluster bisa terbuat dari kayu, besi, beton, juga baja. Terkadang juga saya pernah melihat material baluster menggunakan kaca. Untuk keamanan dan kenyamanan pengguna tangga, usahakan jarak antar baluster tidak terlalu jauh, terutama untuk keamanan anak kecil. Untuk ukuran ketinggian baluster, standarnya kurang lebih antara 90-100 cm.

Tabel 2.3.4Jenis-jenis Bahan Untuk Tangga

No.	Bahan	Tinjauan	
		Keuntungan	Kerugian
1	Kayu	<ul style="list-style-type: none"> - Bahannya mudah didapat. - Bobotnya ringan. - Relatif lebih murah. - Indah bila dipropil dan dipolitur. Untuk tangga rumah tinggal, villa, tangga sementara.	<ul style="list-style-type: none"> - Konstruksi agak sulit dibuat kaku. - Lama pengerjaannya. - Lekas aus dan mudah dimakan rayap. - Licin dilalui bila tanpa makai alas/karpet.
2	Baja	<ul style="list-style-type: none"> - Kokoh, stabil. - Tidak mudah aus. - Bila berada di dalam rumah tidak banyak perawatan. - Untuk tangga bawah tanah, tangga kebakaran, tangga untuk bengkel. 	-
3	Beton Bertulang	<ul style="list-style-type: none"> - Mudah dibentuk sesuai selera. - Kokoh, stabil. - Tidak mudah aus maupun terbakar. - Tidak licin. - Banyak digunakan untuk tangga rumah tinggal yang permanen atau tempat keramaian lainnya. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bobotnya tinggi $\pm 2,4$ ton per m³. - Harganya mahal. - Pengerjaannya lama karena memerlukan bekisting. - Proses pengikatan dan pengeringan cukup lama ± 28 hari.
4	Bata/Batu	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya lebih murah dari tangga kayu, baja, beton tulang. - Konstruksinya sederhana. - Cepat pengerjaannya. - Digunakan untuk tangga rumah sederhana, undak-undak pada tanggul bangunan irigasi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Jumlah anak tangga terbatas. - Banyak memakan ruangan. - Cukup berat $\pm 1,7$ ton per m³. - Konvensional/kuno.

*Sumber: Ilmu Bangunan Gedung, 1986

Secara umum, konstruksi tangga harus memenuhi syarat-syarat seperti berikut:

1. Tangga harus mudah dijalaninya atau dinaiki
2. Tangga harus cukup kuat dan kaku
3. Ukuran tangga harus sesuai dengan sifat dan fungsinya
4. Material yang digunakan untuk pembuatan tangga terutama pada gedung-gedung umum harus berkualitas baik, tahan dan bebas dari bahaya kebakaran
5. Letak tangga harus strategis
6. Sudut kemiringan tidak lebih dari 45°

Di samping itu ada pula syarat-syarat khusus konstruksi tangga adalah sebagai berikut:

1. Untuk bangunan rumah tinggal
 - a. Antrede = 25 cm (minimum)
 - b. Optrede = 20 cm (maksimum)
 - c. Lebar tangga = 80 – 100 cm
2. Untuk perkantoran dan lain-lain
 - a. Antrede = 25 cm (minimum)
 - b. Optrede = 17 cm (maksimum)
 - c. Lebar tangga = 120 - 200 cm
3. Syarat langkah
2 optrede + 1 antrede = 57 – 65 cm
4. Sudut kemiringan
Maksimum = 45°
Minimum = 25°

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam perencanaan konstruksi tangga:

1. Perencanaan tangga
 - a. Penentuan ukuran antrede dan optrede
 - b. Penentuan jumlah antrede dan optrede
 - c. Panjang tangga = jumlah optrede x lebar antrede
 - d. Sudut kemiringan tangga = $\text{tg} (\text{tinggi tangga} : \text{panjang tangga})$
 - e. Penentuan tebal pelat tangga
2. Penentuan pembebanan pada anak tangga
 - a. Beban mati
 - Berat sendiri bordes
 - Berat sendiri anak tangga

Berat 1 anak tangga (Q) per m'

$$Q = \text{antrede} \times \text{optrede} \times 1 \text{ m} \times \gamma_{\text{beton}} \times \text{jumlah anak tangga}$$

dalam 1 m

 - Berat spesi dan ubin
 - b. Beban hidup

3. Perhitungan tangga dengan metode cross untuk mencari gaya-gaya yang bekerja
4. Perhitungan tulangan tangga
 - Perhitungan momen yang bekerja
 - Penentuan tulangan yang diperlukan
 - Menentukan jarak tulangan
 - Kontrol tulangan

2.3.3 Portal

Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang paling berhubungan dan berfungsi menahan beban sebagai satu kesatuan lengkap. Sebelum merencanakan portal terlebih dahulu kita harus mendimensi portal.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pendimensian portal adalah sebagai berikut :

a) Pendimensian balok

Tebal minimum balok ditentukan dalam SK SNI 03-2847-2002 hal. 63 adalah untuk balok dengan dua tumpuan sederhana memiliki tebal minimum $l/16$, untuk balok dengan satu ujung menerus memiliki tebal minimum $l/18,5$, untuk balok dengan kedua ujung menerus memiliki tebal minimum $l/21$, untuk balok kantilever $l/8$.

b) Pendimensian kolom

c) Analisa pembebanan

d) Menentukan gaya-gaya dalam

Dalam menghitung dan menentukan besarnya momen yang bekerja pada suatu struktur bangunan, kita mengenal metode perhitungan dengan metode cross, takabeya, ataupun metode dengan menggunakan bantuan komputer yaitu menggunakan program SAP2000 V.14.

1. Perencanaan portal dengan menggunakan takabeya

a. Perencanaan portal akibat beban mati

Langkah-langkah perencanaan adalah sebagai berikut

- Menentukan pembebanan pada portal
 - 1) Beban hidup
 - 2) Beban pelat
 - 3) beban penutup lantai dan adukan
 - 4) Berat balok
 - 5) Berat pasangan dinding (jika ada)
- Menghitung momen inersia kolom dan balok

$$I = 1/12 b.h^3$$
- Menghitung kekakuan kolom dan balok

$$k_y = \frac{I_y}{L_y}$$
- Menghitung koefisien distribusi (ρ)

$$\rho = 2 \cdot \sum k_y \longrightarrow (k_y = k \text{ total pada titik yang ditinjau})$$
- Menghitung faktor distribusi (γ)

$$\gamma_y = \frac{K_y}{\rho_i}$$
- Menghitung momen primer (M)
- Menghitung jumlah momen primer pada tiap titik (τ)

$$\tau = (\sum \bar{M})$$
- Menghitung momen goyangan (M°)

$$M^\circ = \frac{\tau}{\rho}$$
- Perataan momen

$$M_i^n = \frac{\tau_i}{\rho_i} + \gamma_{ij} \cdot x M_i$$
- Menghitung momen final
- Penggambaran freebody dan bidang gaya dalam

b. Perencanaan portal akibat beban hidup

Untuk merencanakan portal akibat beban hidup perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Menentukan pembebanan pada portal
 2. Perhitungan akibat beban hidup = perhitungan akibat beban mati
2. Langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan metode SAP2000 V.14 yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :
- a. Buat model struktur portal akibat beban mati dan beban hidup
 - b. Input data perencanaan
 - Dimensi kolom
 - Dimensi balok induk
 - Dimensi balok anak
 - Dimensi ring balok
 - Mutu beton (f_c')
 - Mutu baja (f_y)
 - c. Input nilai beban mati dan beban hidup
 - Akibat beban merata
 - Akibat beban terpusat
 - d. Input Load Combination (beban kombinasi), yaitu
1,2 beban mati + 1,6 beban hidup
 - e. Input nilai reduksi kekuatan
 - Lentur = 0,8
 - Geser = 0,6
 - Lentur + aksial (sengkang) = 0,65
 - Lentur + aksial (spiral) = 0,70
 - f. Analisis struktur
 - g. Run analysis

2.3.4 Balok

Balok merupakan batang horizontal dari rangka struktur yang memikul beban tegak lurus sepanjang batang tersebut biasanya terdiri dari dinding, pelat atau atap bangunan dan menyalurkannya pada tumpuan atau struktur dibawahnya.

Adapun urutan-urutan dalam menganalisis balok :

1. Gaya lintang design balok maksimum

$$U = 1,2 D + 1,6 L$$

(Dipohusodo, hal. 40)

Keterangan :

U = gaya geser terfaktor pada penampang

D = beban mati terfaktor per unit luas

L = beban hidup terfaktor per unit luas

2. Momen design balok maksimum

$$Mu = 1,2 MDL + 1,6 MLL$$

(Dipohusodo, hal. 40)

Keterangan :

Mu = momen terfaktor pada penampang

Mdl = momen akibat beban mati

Mll = momen akibat beban hidup

3. Penulangan lentur lapangan dan tumpuan

- a. Penulangan lentur lapangan

- Tentukan $d_{eff} = h - p - \emptyset$ sengkang - $\frac{1}{2} \emptyset$ tulangan

- $k = \frac{Mu}{\emptyset bd^2} \rightarrow$ didapat nilai ρ dari tabel

$$As = \rho \cdot b \cdot d \quad (\text{Gideon hal.54})$$

- Pilih tulangan dengan dasar As terpasang $\geq As$ direncanakan

- b. Penulangan lentur pada tumpuan

- $k = \frac{Mu}{\emptyset bd^2} \rightarrow$ didapat nilai ρ dari tabel

$$As = \rho \cdot b \cdot d \quad (\text{Gideon hal.54})$$

- Pilih tulangan dengan dasar A_s terpasang $\geq A_s$ direncanakan

Keterangan :

A_s = luas tulangan tarik non-prategang

ρ = rasio penulangan tarik non-prategang

b_{eff} = lebar efektif balok

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

4. Tulangan geser rencana

$$V_c = \left(\frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \right) . b_w . d \text{ (SNI 03-2847-2002 hal.89 pasal 13.3.1 butir 1)}$$

- $V_u \leq \phi V_c$ (tidak perlu tulangan geser)

(Dipohusodo, hal.113)

- $V_u \leq \phi V_n$

- $V_{sperlu} = \frac{V_u}{\phi} - V_c$

(Dipohusodo, hal.116)

- $V_n = V_c + V_s$

- $V_u \leq \phi V_c + \phi V_s$

(Dipohusodo, hal. 114)

- $\frac{3A_v f_y}{b_w}$ (SNI-2847-2002 Pasal 13.5 hal.93)

Keterangan :

V_c = kuat geser nominal yang disumbangkan beton

V_u = kuat geser terfaktor pada penampang

V_n = kuat geser nominal

V_s = kuat geser nominal yang disumbangkan tulangan geser

A_v = luas tulangan geser pada daerah sejarak s

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

f_y = mutu baja

b_w = lebar balok

2.3.5 kolom

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Sedangkan komponen struktur yang menahan beban aksial vertikal dengan rasio bagian tinggi dengan dimensi lateral terkecil kurang dari tiga dinamakan pedestal. (Dipohusodo, 1994:287)

Adapun urutan-urutan dalam menganalisis kolom :

1. Tulangan untuk kolom dibuat penulangan simetris berdasarkan kombinasi P_u dan M_u .

Untuk satu batang kolom dan dua kombinasi pembebanan yaitu pada ujung atas dan ujung bawah pada setiap freebody, masing-masing dihitung tulangannya dan diambil yang terbesar.

2. Beban design kolom maksimum

$$U = 1,2D + 1,6L$$

(Dipohusodo hal. 40)

Keterangan :

U = beban terfaktor pada penampang

D = kuat beban aksial akibat beban mati

L = kuat beban aksial akibat beban hidup

3. Momen design kolom maksimum untuk ujung atas dan ujung bawah.

$$M_u = 1,2 M_{DL} + 1,6 M_{LL}$$

(Dipohusodo, hal. 40)

Keterangan :

M_u = momen terfaktor pada penampang

M_{DL} = momen akibat beban mati

M_{LL} = momen akibat beban hidup

4. Nilai kontribusi tetap terhadap deformasi.

$$\beta_d = \frac{1,2.D}{(1,2.D + 1,6L)}$$

(Gideon hal.186)

Keterangan :

β = rasio bentang bersih arah memanjang

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

5. Modulus Elastisitas

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'}$$

f_c' = kuat tekan beton

6. Nilai kekakuan kolom dan balok

$$I_k = 1/12 b h^3$$

$$I_b = 1/12 b h^3$$

$$E.I_k = \frac{E_c.I_g}{2,5(1 + \beta.d)} \quad \rightarrow \text{untuk kolom}$$

$$E.I_b = \frac{E_c.I_g}{5(1 + \beta.d)} \quad \rightarrow \text{untuk balok}$$

(Gideon hal.186)

7. Nilai eksentrisitas

$$e = \frac{M_u}{P_u}$$

(Dipohusodo, hal.302)

Keterangan :

e = eksentrisitas

M_u = momen terfaktor pada penampang

P_u = beban aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan

8. Menentukan Ψ_a dan Ψ_b

$$\varphi = \frac{\left(\frac{E.I_k}{I.I_k} \right)}{\left(\frac{E.I_b}{E.I_b} \right)}$$

(Gideon hal.188)

9. Angka kelangsingan kolom

Kolom langsing dengan ketentuan :

- rangka tanpa pengaku lateral = $\frac{Klu}{r} < 22$
- rangka dengan pengaku lateral = $\frac{Klu}{r} < 34 - 12 \left(\frac{M_{1-b}}{M_{2-b}} \right)$

(Dipohusodo, hal.331)

Keterangan :

k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan

lu = panjang komponen struktur tekan yang tidak ditopang

r = jari-jari putaran potongan lintang komponen struktur tekan

- untuk semua komponen struktur tekan dengan $\frac{Klu}{r} > 100$ harus digunakan analisa pada SNI 03 -2847 - 2002 hal.78 ayat 12.10.1 butir 5
- apabila $\frac{Klu}{r} < 34 - 12 \left(\frac{M_{1-b}}{M_{2-b}} \right)$ atau $\frac{Klu}{r} > 22$ maka perencanaan

harus menggunakan metode pembesaran momen

10. Perbesaran momen

$$M_c = \delta_b \times M_{2b} + \delta_s \times M_{2s}$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1,0$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\phi \sum P_c}} \geq 1,0$$

$$C_m = 0,6 + 0,4x \frac{M_{1B}}{M_{2B}} \geq 0,4 \quad \rightarrow \text{kolom dengan pengaku}$$

$$C_m = 1,0 \quad \rightarrow \text{kolom tanpa pengaku}$$

(Dipohusodo, hal.335 dan 336)

Keterangan :

M_c = momen rencana yang diperbesar

δ = faktor pembesaran momen

P_u = beban rencana aksial terfaktor

P_c = beban tekuk Euler

11. Desain penulangan

Hitung tulangan kolom taksir dengan jumlah tulangan 2% luas kolom

$$\rho = \rho' = \frac{A_s}{bxd} \rightarrow A_s = A_s'$$

(Dipohusodo hal.325)

12. Tentukan tulangan yang dipakai

$$\rho = \rho' = \frac{A_{s \text{ pakai}}}{bxd}$$

13. Memeriksa P_u terhadap beban seimbang

$$d = h - d'$$

$$C_b = \frac{600d}{600 + f_y}$$

$$a_b = \beta_1 \times C_b$$

$$f_s' = \left(\frac{C_b - d}{C_b} \right) \times 0,003$$

$$f_s' = f_y$$

$$\phi P_n = \phi (0,85 \times f_c' \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y)$$

(Dipohusodo hal. 324)

$\phi P_n = P_u \rightarrow$ beton belum hancur pada daerah tarik

$\phi P_n < P_u \rightarrow$ beton hancur pada daerah tarik

14. Memeriksa kekuatan penampang

- Akibat keruntuhan tarik

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \left[\left(\frac{h}{2} - e \right) + \sqrt{\left(\frac{h}{2} - e \right)^2 + \frac{2 \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - d')}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}} \right]$$

- Akibat keruntuhan tekan

$$P_n = \frac{A_s' \cdot f_y}{\left(\frac{e}{d - d'}\right) + 0,5} + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{\left(\frac{3 \cdot h \cdot e}{d^2}\right) + 1,18}$$

(Dipohusodo hal.320 dan 322)

Keterangan :

- ρ = rasio penulangan tarik non-prategang
- ρ' = rasio penulangan tekan non-prategang
- A_s = luas tulangan tarik non-prategang yang dipakai
- A_s' = luas tulangan tekan non-prategang yang dipakai
- d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik
- d' = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan
- b = lebar daerah tekan komponen struktur
- h = diameter penampang
- f_c' = mutu beton
- f_y = mutu baja
- e = eksentrisitas

2.3.6 Sloof

Sloof adalah balok yang menghubungkan pondasi sebagai tempat menyalurkan beban dinding.

Adapun urutan-urutan dalam menganalisis sloof :

1. Tentukan dimensi sloof
2. Tentukan pembebanan pada sloof
 - Berat sendiri sloof
 - Berat dinding dan plesteran

Kemudian semua beban dijumlahkan untuk mendapatkan beban total, lalu dikalikan faktor untuk beban terfaktor.

$$U = 1,2 D + 1,6 L$$

(Dipohusodo, hal. 40)

Keterangan :

U = beban terfaktor per unit panjang bentang balok

D = beban mati

L = beban hidup

3. Penulangan lentur lapangan dan tumpuan

- Tentukan $d_{eff} = h - p - \emptyset$ sengkang - $\frac{1}{2} \emptyset$ tulangan

- $K = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} \rightarrow$ didapat nilai ρ dari tabel

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \quad (\text{Gideon hal. 54})$$

A_s = luas tulangan tarik non-prategang

- Pilih tulangan dengan dasar A_s terpasang $\geq A_s$ direncanakan

Apabila $M_R < M_u$ balok akan berperilaku sebagai balok T murni

- Penulangan lentur pada tumpuan

- $K = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} \rightarrow$ didapat nilai ρ dari tabel

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \quad (\text{Gideon hal.54})$$

- Pilih tulangan dengan dasar A_s terpasang $\geq A_s$ direncanakan

Keterangan :

A_s = luas tulangan tarik non-prategang

ρ = rasio penulangan tarik non-prategang

b_{eff} = lebar efektif balok

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

4. Tulangan geser rencana

$$V_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) \times b_w \times d$$

(SNI 03 -2847 - 2002 hal.89 pasal 13.3.1 butir 1)

- $V \leq \emptyset V_c$ (tidak perlu tulangan geser)

(Dipohusodo, hal.113)

- $V_u \leq \emptyset V_n$

- $V_n = V_c + V_s$

- $V_u \leq \phi V_c + \phi V_s$
(Dipohusodo, hal. 114)
- $S_{perlu} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \dots \dots \dots$ (Dipohusodo, hal.122)

Keterangan :

- V_c = kuat geser nominal yang disumbangkan beton
- V_u = kuat geser terfaktor pada penampang
- V_n = kuat geser nominal
- V_s = kuat geser nominal yang disumbangkan tulangan geser
- A_v = luas tulangan geser pada daerah sejarak s
- d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik
- f_y = mutu baja

2.3.7 Pondasi

Pondasi pada umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah dan berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah.

a. Jenis-jenis Pondasi

1. Pondasi Dangkal (Shallow Footing)

Bila letak lapisan tanah keras dekat dengan permukaan tanah, maka dasar pondasi dapat langsung diletakkan diatas lapisan tanah keras tersebut, pondasi seperti ini disebut dengan pondasi dangkal.

Pondasi Dangkal mempunyai beberapa jenis, yaitu :

a. Pondasi Tapak Tunggal

Digunakan untuk memikul beban bangunan yang bersifat beban terpusat atau beban titik, misal beban tower kolom pada bangunan gedung bertingkat, beban pada menara (), beban pilar pada jembatan.

b. Pondasi Tapak Menerus

Digunakan untuk memikul beban bangunan yang memanjang, seperti bangunan dinding (tembok), konstruksi dinding penahan tanah.

c. Pondasi Tapak Gabungan

Digunakan untuk memikul beban bangunan yang relatif berat namun kondisi tanah dasarnya terdiri dari tanah lunak.

2. Pondasi Dalam (Deep Footing)

Bila letak lapisan tanah keras jauh dari permukaan tanah, maka diperlukan pondasi yang dapat menyalurkan beban bangunan kelapisan tanah keras tersebut, pondasi seperti ini disebut dengan pondasi dalam, contohnya pondasi tiang dan pondasi sumuran.

Pondasi tiang pancang dipergunakan pada tanah-tanah lembek, tanah berawa, dengan kondisi daya dukung tanah (sigma tanah) kecil, kondisi air tanah tinggi dan tanah keras pada posisi sangat dalam.

Pondasi tiang pancang sendiri mempunyai beberapa jenis :

a. Pondasi Tiang Pancang Kayu

Pondasi tiang pancang kayu di Indonesia, dipergunakan pada rumah-rumah panggung di daerah Kalimantan, di Sumatera, di Nusa Tenggara, dan pada rumah-rumah nelayan di tepi pantai

b. Pondasi tiang baja terdiri atas tiang pipa baja dan tiang baja penampang H

c. Pondasi Tiang Pancang Beton

Pondasi tiang beton dipergunakan untuk bangunan-bangunan tinggi (high rise building).

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan jenis pondasi :

- 1) Keadaan tanah pondasi
- 2) Jenis konstruksi bangunan
- 3) Kondisi bangunan disekitar pondasi
- 4) Waktu dan biaya pengerjaan

Secara umum dalam perencanaan pondasi harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a) Tegangan kontak pada tanah tak melebihi daya dukung tanah yang diizinkan.
- b) Settlement (penurunan) dari struktur masih termasuk dalam batas yang diijinkan, jika ada kemungkinan yang melebihi dari perhitungan awal, maka ukuran pondasi dapat dibuat berbeda dan dihitung secara sendiri-sendiri sehingga penurunan yang terjadi menjadi persamaan.

Pemilihan bentuk pondasi yang didasarkan pada daya dukung tanah, perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Bila tanah keras terletak pada permukaan tanah atau 2-3 meter di bawah permukaan tanah, maka pondasi yang dipilih sebaiknya jenis pondasi dangkal (pondasi jalur atau pondasi tapak) dan pondasi strouspile.
2. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 10 meter atau lebih di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang biasanya dipakai adalah pondasi tiang minipile dan pondasi sumuran atau borpile.
3. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 20 meter atau lebih di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang biasanya dipakai adalah pondasi tiang pancang atau pondasi borpile.

b. Prosedur Perencanaan

- Menentukan tebal pondasi tapak
 $h \geq 150$ mm, Untuk pondasi diatas tanah, atau
 $h \geq 300$ mm, untuk pondasi diatas ring.
- Hitung tegangan netto ijin tanah akibat beban kerja
 $\sigma_{net} = \sigma_{tn} - (\gamma ch + \gamma sd^1)$
- Hitung ukuran bidang dasar pondasi akibat beban kerja:

Luas bidang dasar:

$$A = \frac{W}{\sigma_{net}} = \frac{Wdl + Wll}{\sigma_{net}}$$

- Hitung Tegangan netto tanah akibat beban berfaktor

$$\sigma_{net} = \frac{Wu}{A} = \frac{1,2Wdl + 1,6Wll}{BL}$$

- Kontrol kekuatan geser

Untuk aksi 2(dua) arah:

$$Vu = \sigma_{net}[(B \times L) - (a1 + d)(a2 + d)]$$

$$\phi Vc = \frac{1}{3} \sqrt{fc'} \times bo \times d$$

Syarat: $\phi Vc \geq Vu$. Jika tidak dipenuhi tebal pondasi harus ditingkatkan.

Untuk aksi satu arah:

$$Vu = \sigma_{net} \left[\left(\frac{B - a}{2} \right) - d \right]$$

$$\phi Vc = \phi \frac{1}{3} \sqrt{fc'} \times bw \times d$$

Syarat: $\phi Vc \geq Vu$. Jika tidak dipenuhi tebal pondasi harus ditingkatkan.

- Hitung momen lentur akibat beban berfaktor

Momen maksimum selebar B pada potongan (x-x):

$$Mu = \sigma_{net} \left(\frac{l-a}{2} \right) \times \left(\frac{l-a}{4} \right) \times B$$

$$Mu = \frac{\sigma_{net}(l-a)^2 \times B}{8}$$

- Kontrol Tebal Pelat

Hitung tegangan netto tanah akibat beban terfaktor

$$V_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right)$$

Hitung Luas tulangan lentur

$$R_u = \left(\frac{Mu}{bd^2} \right)$$

Ambil nilai d terkecil dari dx dan dy

Dari lampiran tabel ρ yang memenuhi syarat, yaitu:

$$\rho \leq \rho_{max} = 0,75 \rho_b$$

$$\rho \leq \rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \text{ atau } \rho_g = 0,002$$

$$\rho \leq \rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \text{ atau } \rho_g = 0,002$$

2.4 Pengelolaan Proyek

2.4.1 Rencana Kerja dan Syarat-syarat

Rencana kerja dan syarat-syarat adalah segala ketentuan dan informasi yang diperlukan terutama hal-hal yang tidak dapat dijelaskan dengan gambar-gambar yang harus dipenuhi oleh para kontraktor pada saat akan mengikuti pelelangan maupun pada saat melaksanakan pekerjaan yang akan dilakukan nantinya.

2.4.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah pekerjaan bentuk bangunan yang memenuhi syarat, menentukan biaya dan menyusun tata cara pelaksanaan teknik dan administrasi. Tujuan RAB adalah untuk memberikan gambaran yang pasti mengenai bentuk konstruksi, besar biaya dan pelaksanaan atau penyelesaian.

2.4.3 Rencana Pelaksanaan

a. NWP (*Network Planning*)

Dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi dibutuhkan suatu perencanaan waktu yang akan diperlukan untuk menyelesaikan tiap bagian pekerjaan yang akan dilaksanakan. NWP adalah suatu alat pengendalian pekerjaan di lapangan yang ditandai dengan simbol tertentu berupa urutan kegiatan dalam suatu proyek yang berfungsi untuk memperlancar pekerjaan.

b. Barchart

Menguraikan tentang uraian setiap pekerjaan mulai dari tahap awal sampai berakhirnya pekerjaan. bobot pekerjaan dan waktu pelaksanaan pekerjaan.

c. Kurva "S"

Dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dari tahap awal sampai berakhirnya pekerjaan. Bobot pekerjaan merupakan merupakan persentase yang didapatkan dari perbandingan harga pekerjaan dan harga total keseluruhan dari jumlah penawaran.