

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 di atas 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 direncanakan terjadi.

Perencanaan adalah bagian yang penting dari pembangunan suatu gedung atau bangunan lainnya. Survei 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 kantor Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil kota Palembang 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 perhitungan untuk perencanaan bangunan gedung kantor Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil kota Palembang ini, penulis mengambil acuan pada referensi yang berisi mengenai peraturan dan tata cara perencanaan bangunan gedung, seperti berikut:

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

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

2. *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 struktur beton untuk bangunan gedung sebagai pedoman atau acuan dalam perencanaan dan pelaksanaan untuk mendapatkan struktur yang aman dan ekonomis.

3. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002)*

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

4. *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.

5. *Buku-buku lainnya*

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 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 ; 1).

Berat sendiri dari bahan-bahan bangunan penting dan dari beberapa komponen gedung yang harus ditinjau di dalam menentukan beban mati dari suatu gedung, harus diambil menurut Tabel 2.1.

Tabel 2.1 - Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung

<i>BAHAN BANGUNAN</i>	
Baja	7850 kg/m ³
Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1500 kg/m ³
Batu pecah	1450 kg/m ³
Kerikil, koral (keriing udara sampai lembab, tanpa diayak)	1650 kg/m ³
Beton	2200 kg/m ³
Beton bertulang	2400 kg/m ³
Pasir (jenuh air)	1800 kg/m ³
<i>KOMPONEN GEDUNG</i>	
Dinding pasangan bata merah	
- Satu batu	450 kg/m ²
- Setengah batu	250 kg/m ²
Langit-langit (termasuk rusuk-rusuknya, tanpa penggantung langit-langit) dari bahan asbes (eternit dan bahan lain sejenis) dengan tebal maksimum 4 mm	11 kg/m ²
Adukan, per cm tebal, dari semen	21 kg/m ²
Penggantung langit-langit (dari kayu) dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s minimum 0,80 m	7 kg/m ²
Penutup atap dari genting dengan reng dan usuk/kaso per m ² bidang atap	50 kg/m ²

Penutup lantai dari ubin semen portland, teraso dan beton, tanpa adukan, per cm tebal	24 kg/m ²
---	----------------------

(Sumber : PPPRG 1987 : 5-6)

2. Beban Hidup (beban sementara)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap. Khusus pada atap, ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh butiran air. (PPPRG 1987 : 2).

Beban hidup pada lantai gedung harus diambil menurut Tabel 2.2. Ke dalam beban hidup tersebut sudah termasuk perlengkapan ruang sesuai kegunaan lantai ruang yang bersangkutan, dan juga dinding-dinding pemisah ringan dengan berat tidak lebih dari 100 kg/m². Beban-beban berat, misalnya yang disebabkan oleh lemari-lemari arsip dan perpustakaan serta oleh alat-alat, mesin-mesin dan barang-barang lain tertentu yang sangat berat harus ditentukan tersendiri. Lantai-lantai gedung yang diharapkan akan dipakai untuk berbagai tujuan, harus direncanakan terhadap beban terberat yang mungkin dapat terjadi. (PPPRG 1987 : 7)

Tabel 2.2 - Beban Hidup Pada Lantai Gedung

a. Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b.	200 kg/m ²
b. Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan toko, pabrik atau bengkel.	125 kg/m ²

c. Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit.	250 kg/m ²
d. Lantai ruang olah raga.	400 kg/m ²
e. Lantai ruang dansa.	500 kg/m ²
f. Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain daripada yang disebut dalam a-e, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap.	400 kg/m ²
g. Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri.	500 kg/m ²
h. Tangga, bordes dan gang dari yang disebut dalam c.	300 kg/m ²
i. Tangga, bordes dan gang dari yang disebut dalam d-g.	500 kg/m ²
j. Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c-g.	250 kg/m ²

(Sumber : PPPRG 1987 : 12)

3. Beban Angin

Semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Beban memperhitungkan adanya tekanan positif dan tekanan negatif (isapan) yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Tekanan tiup harus diambil minimum 25 kg/m². Apabila dapat dijamin suatu gedung terlindung efektif terhadap angin dari suatu jurusan tertentu oleh gedung-gedung lain, hutan-hutan pelindung atau penghalang-penghalang lain, maka tekanan tiup dapat dikalikan koefisien reduksi sebesar 0,5. (PPPRG 1987 : 18-19)

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 Rangka Atap (Kuda-kuda)

Struktur rangka atap pada bangunan gedung Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil ini menggunakan bahan baja profil konvensional. Berikut adalah acuan-acuan yang digunakan dalam perencanaan struktur rangka atap bangunan tersebut:

1. Pembebanan Rangka Atap

a. Beban Mati

Beban mati yang diperhitungkan dalam perencanaan gording dan rangka atap gedung sekolah ini adalah:

- 1) Berat sendiri konstruksi kuda-kuda.
- 2) Berat akibat penutup atap dan gording.
- 3) Berat plafond + penggantung.

b. Beban hidup

Yang diperhitungkan dalam beban hidup untuk rangka atap gedung ini harus diambil dari yang paling menentukan di antara dua macam beban berikut :

- 1) Beban air hujan sebesar $(40 - 0,8\alpha)$ kg/m², dimana α adalah sudut kemiringan atap dalam derajat, dengan ketentuan tidak perlu diambil lebih besar dari 20 kg/m², dan tidak perlu ditinjau bila kemiringan atapnya $>50^\circ$ (*PPPRG 1987 : 7*).
- 2) Beban terpusat berasal dari seorang pekerja atau seorang pemadam kebakaran dengan peralatannya sebesar minimum 100 kg (*PPPRG 1987 : 8*).

c. Beban angin

Angin tekan dan angin hisap yang terjadi dianggap bekerja tegak lurus bidang atap pada tiap titik buhul bagian atas, sehingga komponen angin hanya bekerja pada arah sumbu x saja dan komponen angin dalam arah sumbu y = 0.

Untuk konstruksi gedung tertutup, di mana $\alpha < 65^\circ$, maka :

Koef angin tekan : $0,02 \alpha - 0,4$

Koef angin hisap : $- 0,4$

(PPPRG 1987 : 21)

2. Perhitungan Gaya Batang

Dari pembebanan masing-masing beban di atas kemudian dapat dicari gaya-gaya batangnya. Gaya-gaya batang tersebut dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

a. Cara grafis, terdiri dari :

1) Keseimbangan titik simpul

2) Cremona

Dimana kedua cara ini harus menggunakan skala gaya.

b. Cara analisis, terdiri dari

1) Ritter

3. Struktur Baja

a. Sifat Mekanis Baja Struktural

Sifat mekanis baja struktural seperti tercantum pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 - Sifat Mekanis Baja Struktural

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, f_u (MPa)	Tegangan leleh minimum, f_y (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

(Sumber : SNI 03-1729-2002 : 11)

Tegangan putus dan leleh untuk perencanaan tidak boleh diambil melebihi nilai yang ada ditabel tersebut. Sifat-sifat mekanis baja lainnya yang ditetapkan sebagai berikut :

Modulus Elastisitas : $E = 200.000 \text{ MPa}$

Modulus Geser : $G = 80.000 \text{ MPa}$

Nisbah Poisson : $\mu = 0,3$

Koefisien Pemuaian : $\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

(SNI 03-1729-2002 : 9)

Untuk penampang yang mempunyai perbandingan lebar terhadap tebalnya lebih kecil daripada nilai λ_r , daya dukung nominal komponen struktur tekan dihitung sebagai berikut :

$$N_n = A_g \cdot f_{cr} = A_g \cdot \frac{f_y}{\omega} ; \quad f_{cr} = \frac{f_y}{\omega}$$

Untuk : $\lambda_c \leq 0,25$ maka $\omega = 1$

Untuk : $0,25 < \lambda_c < 1,2$ maka $\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot \lambda_c}$

Untuk : $\lambda_c \geq 1,2$ maka $\omega = 1,25 \lambda_c^2$

Keterangan :

A_g = luas penampang bruto, mm^2

f_{cr} = tegangan kritis penampang, MPa

f_y = tegangan leleh material, MPa

(SNI 03-1729-2002 : 27)

2.3.2 Gording

Gording adalah balok atap sebagai pengikat yang menghubungkan antar kuda-kuda. Gording juga menjadiudukan untuk kasau dan balok jurai dalam. Struktur gording direncanakan kekuatannya berdasarkan pembebanan beban mati dan beban hidup. Kombinasi pembebanan yang ditinjau adalah beban pada saat pemakaian yaitu beban mati ditambah beban air hujan, sedangkan beban sementara yaitu beban-beban mati ditambah beban pekerja pada saat pelaksanaan. Perencanaan gording menggunakan metode berikut :

1. Metode elastis

Suatu komponen struktur yang memikul lentur terhadap sumbu x harus memenuhi $M_{ux} \leq \phi M_n$

Keterangan :

M_{ux} = momen lentur terfaktor terhadap sumbu x

ϕ = faktor reduksi = 0,9

M_n = kuat nominal dari momen lentur penampang terhadap sumbu x

Suatu komponen struktur yang memikul lentur terhadap sumbu y harus memenuhi $M_{uy} \leq \phi M_n$

Keterangan :

M_{uy} = momen lentur terfaktor terhadap sumbu y

ϕ = faktor reduksi = 0,9

M_n = kuat nominal dari momen lentur penampang terhadap sumbu y

2. Metode plastis

Suatu komponen struktur yang dibebani momen lentur harus memenuhi $M_u \leq \phi M_n$

Momen nominal untuk penampang kompak yang memenuhi $\lambda \leq \lambda_p$, kuat lentur nominal penampang adalah : $M_n = M_p$

Untuk penampang tak kompak yang memenuhi $\lambda_p < \lambda < \lambda_r$, kuat lentur nominal penampang ditentukan sebagai berikut :

$$M_n = M_p - (M_p - M_r) \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p}$$

Untuk penampang langsing yang memenuhi $\lambda_r < \lambda$, kuat lentur nominal penampang adalah : $M_n = M_r \left(\frac{\lambda_r}{\lambda} \right)^2$

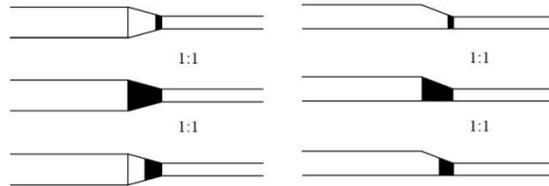
(SNI 03-1729-2002 : 34-36)

2.3.3 Sambungan

Sambungan terdiri dari komponen sambungan (pelat pengisi, pelat buhul, pelat pendukung, dan pelat penyambung) dan alat pengencang (baut dan las).

Dalam perencanaan sambungan ini penulis memilih sambungan menggunakan las. Adapun jenis-jenis las yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Las Tumpul



Gambar 2.1 – Las Tumpul

Kekuatan las tumpul (penetrasi penuh) ditetapkan sebagai berikut :

- a. Bila sambungan dibebani gaya tarik atau gaya tekan aksial terhadap luas efektif, maka :

$$\phi_y \cdot R_{nw} = 0,9 \cdot t_t \cdot f_y \quad (\text{bahan dasar})$$

$$\phi_y \cdot R_{nw} = 0,9 \cdot t_t \cdot f_{yw} \quad (\text{las})$$

- b. Bila sambungan dibebani dengan gaya geser terhadap luas efektif, maka :

$$\phi_y \cdot R_{nw} = 0,9 \cdot t_t \cdot (0,6 \cdot f_y) \quad (\text{bahan dasar})$$

$$\phi_y \cdot R_{nw} = 0,8 \cdot t_t \cdot (0,6 \cdot f_{yw}) \quad (\text{las})$$

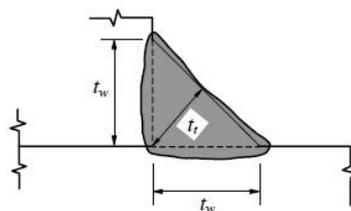
Keterangan :

$\phi_y = 0,9$ adalah faktor reduksi kekuatan saat leleh,

f_y, f_u adalah tegangan leleh dan tegangan tarik putus.

(Sumber : SNI 03-1729-2002 : 106)

2. Las Sudut



Gambar 2.2 – Las Sudut

a. Ukuran minimum las sudut :

Tabel 2.4 - Ukuran Minimum Las Sudut

Tebal bagian paling tebal, t (mm)	Tebal minimum las sudut, t_w (mm)
$t \leq 7$	3
$7 < t \leq 10$	4
$10 < t \leq 15$	5
$15 < t$	6

(Sumber : SNI 03-1729-2002 hal. 108)

b. Kuat las sudut

Las sudut yang memikul gaya terfaktor per satuan panjang las, R_u , harus memenuhi:

$$R_u \leq \phi R_{nw}$$

dengan,

$$\phi_f \cdot R_{nw} = 0,75 \cdot tt \cdot (0,6 \cdot f_{uw}) \quad (\text{las})$$

$$\phi_f \cdot R_{nw} = 0,75 \cdot tt \cdot (0,6 \cdot f_u) \quad (\text{bahan dasar})$$

dengan $\phi_f = 0,75$ faktor reduksi kekuatan.

Keterangan:

f_{uw} adalah tegangan tarik putus logam las, MPa

f_u adalah tegangan tarik putus bahan dasar, MPa

tt adalah tebal rencana las, mm

(Sumber : SNI 03-1729-2002 : 110)

2.3.4 Pelat

1. Pembebanan Pelat

Untuk mengetahui nilai/besaran beban mati dan beban hidup dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Beban-beban yang bekerja pada pelat atap, yaitu:

a. Beban Mati (W_D)

- 1) Bebat sendiri pelat atap
- 2) Berat adukan per cm tebal

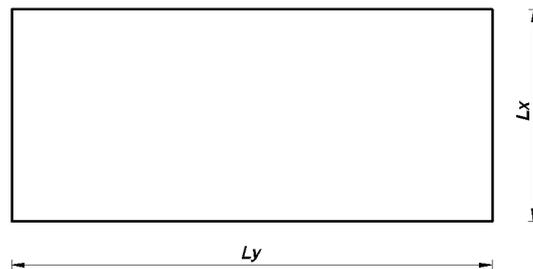
- 3) Plafond dan penggantungnya
- b. Beban Hidup (W_L)
 - 1) Beban pelat yang dapat dicapai orang, diambil 100 kg/m^2
 - 2) Beban air hujan

Beban-beban yang bekerja pada pelat lantai, yaitu:

- a. Beban Mati (W_D)
 - 1) Bebat sendiri pelat atap
 - 2) Berat adukan per cm tebal
 - 3) Plafond dan penggantungnya
- b. Beban Hidup (W_L)

2. 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 $\frac{L_y}{L_x} \geq 2$, dimana L_y dan L_x adalah panjang dari sisi-sisinya.



Gambar 2.3 - Pelat

Keterangan:

L_y = panjang pelat

L_x = lebar pelat

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

a. Penentuan Tebal Pelat dan Selimut Beton

Tabel 2.5 – Tebal pelat minimum (*h*)

Komponen	fy		fy		fy		fy	
	400	240	400	240	400	240	400	240
Pelat mendukung satu arah	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{27}$	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{28}$	$\frac{1}{37}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{13}$
Balok mendukung satu arah	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{21}$	$\frac{1}{18,5}$	$\frac{1}{24,5}$	$\frac{1}{21}$	$\frac{1}{28}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{11}$

(Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang hal. 61)

Tabel 2.6 - Tebal Selimut Beton (P) Minimum 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	50
Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau kawat ulir D16 dan yang lebih kecil	40
c) Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau beton tidak langsung berhubungan dengan tanah: <u>Pelat, dinding, pelat berusuk:</u> Batang D-44 dan D-56.....	40
Batang D-36 dan yang lebih kecil	20
<u>Balok, kolom:</u> Tulangan utama, pengikat, sengkang, lilitan spiral	40

(Sumber : SNI-03-2847-2002 hal. 41)

b. 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 = Jumlah beban mati (kg/m)

W_L = Jumlah beban hidup (kg/m)

c. Menghitung momen rencana (M_u) baik dengan cara tabel atau analisis.

d. Perkiraan Tinggi Efektif (d_{eff})

$$d_{eff} = h - p - \emptyset_s - \frac{1}{2} D \quad (1 \text{ lapis})$$

$$d_{eff} = h - p - \emptyset_s - D - \text{jarak tul. minimum} - \frac{1}{2} D \quad (2 \text{ lapis})$$

e. Menghitung k_{perlu}

$$k = \frac{M_u}{\emptyset b d_{eff}^2}$$

k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan (MPa)

M_u = Momen terfaktor pada penampang (N/mm)

b = lebar penampang (mm)

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

\emptyset = faktor kuat rencana (0,8)

f. Menentukan rasio penulangan (ρ) dari tabel. (*Istimawan : 462 dst.*)

g. Hitung A_s yang diperlukan.

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d_{eff}$$

$$A_s = \text{Luas tulangan (mm}^2\text{)}$$

ρ = rasio penulangan

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

h. Tulangan susut/pembagi

$$A_s = 0,0020 \cdot b \cdot h \quad (\text{untuk } f_y = 400 \text{ MPa})$$

$$A_s = 0,0018 \cdot b \cdot h \quad (\text{untuk } f_y = 240 \text{ MPa})$$

b = lebar satuan pelat

h = tebal pelat

(*Istimawan : 47*)

3. Pelat dua arah (*Two Way Slab*)

Berikut adalah langkah-langkah dalam perhitungan pelat dua arah:

a. Mendimensi balok

Tebal minimum tanpa balok interior yang menghubungkan tumpuan-tumpuannya, harus memenuhi ketentuan dari tabel 2.7

Tabel 2.7 - 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

(Sumber : SNI-03-2847-2002 hal. 66)

b. Persyaratan tebal pelat dari balok

1) Untuk $\alpha m \leq 0,2$

Pelat tanpa penebalan, tebal pelat minimum 120 mm.

Pelat dengan penebalan, tebal pelat minimum 100 mm.

2) Untuk $0,2 < \alpha m \leq 2,0$

Tebal pelat minimum harus memenuhi :

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 5\beta(\alpha m - 0,2)} \quad ; \quad \text{dan tidak boleh } < 120 \text{ mm}$$

(SNI 03-2847-2002 hal.66)

3) Untuk $\alpha_m > 2,0$

Tebal pelat minimum harus memenuhi :

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36\beta + 9\beta} ; \quad \text{dan tidak boleh } < 90 \text{ mm}$$

(SNI 03-2847-2002 hal.66)

c. Mencari α_m dari masing-masing panel

Mencari α_m dari masing-masing panel untuk mengecek apakah pemakaian h misal telah memenuhi persyaratan h_{min} .

$$\alpha_1 = \frac{I_{balok}}{I_{pelat}}$$

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{n}$$

d. Pembebanan pelat

Perhitungan sama seperti pada perhitungan pembebanan pelat satu arah.

e. Mencari momen yang bekerja pada arah x dan y

$$M_{lx} = 0,001 \cdot W_u \cdot L_x^2 \cdot \text{koefisien momen}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot W_u \cdot L_y^2 \cdot \text{koefisien momen}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} M_{lx}$$

$$M_{tiy} = \frac{1}{2} M_{ly}$$

(Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang, Gideon hal.26)

Keterangan : M_x = momen sejauh X meter

M_y = momen sejauh Y meter

f. Perkiraan Tinggi Efektif (d_{eff})

$$d_{eff} = h - p - \emptyset s - \frac{1}{2} D \quad (1 \text{ lapis})$$

$$d_{eff} = h - p - \emptyset s - D - \text{jarak tul. minimum} - \frac{1}{2} D \quad (2 \text{ lapis})$$

g. Menghitung k_{perlu} berdasarkan momen yang didapat dari e.

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

k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan (MPa)

M_u = Momen terfaktor pada penampang (N/mm)

b = lebar penampang (mm)

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

ϕ = faktor kuat rencana (0,8)

h. Menentukan rasio penulangan (ρ) dari tabel. (*Istimawan : 462 dst.*)

Jika $\rho < \rho_{\text{min}}$, maka dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0058$.

i. Hitung A_s yang diperlukan.

$A_s = \rho \cdot b \cdot d_{\text{eff}}$

A_s = Luas tulangan (mm^2)

ρ = rasio penulangan

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

2.3.5 Tangga

Tangga terdiri dari anak tangga dan pelat tangga. 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.

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

1. Tangga harus mudah dijalani 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 – 70 cm
4. Sudut kemiringan
Maksimum = 45°

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
 - 1) Berat sendiri bordes
 - 2) Berat sendiri anak tangga
Berat 1 anak tangga (Q) per m'
 $Q = \text{antrede} \times \text{optrede} \times 1 \text{ m} \times \gamma_{\text{beton}} \times \text{jmlh anak tangga dalam 1 m}$
 - 3) Berat spesi dan ubin
 - b. Beban hidup

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

2.3.6 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 :

1. Pendimensian balok
2. Pendimensian kolom

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 ultimit

Langkah-langkah perencanaan adalah sebagai berikut

- 1) Menentukan pembebanan pada portal
 - Beban sumbangan pelat (beban hidup dan beban mati)
 - Berat sendiri balok
 - Berat pasangan dinding (jika ada)
 - Beban angin
 - Beban sumbangan rangka atap (jika ada)
- 2) Menghitung momen inersia kolom dan balok

$$I = 1/12 b.h^3$$

3) Menghitung kekakuan kolom dan balok

$$k = \frac{I}{L.K}$$

4) Menghitung koefisien distribusi (ρ)

$$\rho = 2.\Sigma k \quad \longrightarrow \quad (\Sigma k = k \text{ total pada titik yang ditinjau})$$

5) Menghitung faktor distribusi (γ)

$$\gamma = \frac{k}{\rho}$$

6) Menghitung momen primer (\dot{M})

7) Menghitung jumlah momen primer pada tiap titik (τ)

$$\tau = \Sigma \dot{M}$$

8) Menghitung momen rotasi tiap titik (m°) dan Momen Goyangan

Tiap Tingkat ($M^{(0)}$)

$$m^\circ = -\frac{\tau}{\rho} \quad (M^{(0)}) = -\frac{\Sigma(\dot{M}..+h.W)}{T}$$

9) Perataan momen

$$M_i^n = \frac{\tau_i}{\rho_i} + \gamma_{ij}.xM_i$$

10) Menghitung momen akhir (*moment design*)

11) Penggambaran *freebody* dan bidang gaya dalam

2. Langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan metode SAP2000

V.14 yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

a. Buat model struktur portal.

b. *Input* data perencanaan

1) Material

2) Dimensi kolom

3) Dimensi balok

4) Pendefinisian beban (beban mati, beban hidup, dsb.)

c. *Input* nilai beban mati dan beban hidup

1) Akibat beban merata

- 2) Akibat beban terpusat
- d. *Input Load Combination* (beban kombinasi), yaitu
1,2 beban mati + 1,6 beban hidup
- e. Analisis struktur
- f. *Run analysis*

2.3.7 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 (kolom).

Adapun urutan-urutan dalam menganalisis balok :

1. Gaya lintang design balok maksimum

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

(Istimawan 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

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

(Istimawan 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

- 1) Tentukan : $d_{eff} = h - p - \emptyset s - \frac{1}{2} D$

- 2) $k = \frac{Mu}{\phi b \cdot d^2}$ → didapat nilai ρ dari tabel Istimawan.

- 3) $As = \rho \cdot b \cdot d$

- 4) Pilih tulangan dengan syarat $As_{terpasang} \geq As_{direncanakan}$

b. Penulangan lentur pada tumpuan

$$1) k = \frac{Mu}{\phi \cdot b_{eff} \cdot d^2} \rightarrow \text{didapat nilai } \rho \text{ dari tabel.}$$

$$2) A_s = \rho \cdot b_{eff} \cdot d$$

3) 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

$$V_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) \times b_w \times d \dots\dots\dots(Istimawan : 112)$$

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

$V_u > \phi V_c$ (perlu tulangan geser)

Dasar perencanaan tulangan geser adalah : $V_u \leq \phi V_n$

Dimana : $V_n = V_c + V_s$

Sehingga : $V_u \leq \phi V_c + \phi V_s$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \dots\dots\dots(Istimawan : 116)$$

$$S_{perlu} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \dots\dots\dots(Istimawan : 116)$$

Keterangan :

V_c = kuat geser nominal yang disumbangkan beton

V_u = gaya geser terfaktor yang bekerja pada penampang beton

V_n = kuat geser nominal

V_s = kuat geser nominal yang disumbangkan tulangan geser

A_v = luas penampang tul. geser total pada daerah sejarak s

A_v = $2 A_s$, dimana A_s = luas penampang batang tul.sengkang

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

2.3.8 Kolom

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertical dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Sedangkan komponen struktur yang menahan beban aksial vertical 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

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

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.

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

Keterangan : M_u = momen terfaktor pada penampang

M_D = momen akibat beban mati

M_L = momen akibat beban hidup

4. Nilai kontribusi tetap terhadap deformasi.

$$\beta.d = \frac{1,2.D}{(1,2.D + 1,6L)} \dots\dots\dots(Gideon : 186)$$

Keterangan : β = rasio bentang bersih arah memanjang

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

5. Modulus Elastisitas

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'} \text{ MPa} \dots\dots\dots(Gideon : 186)$$

6. Nilai kekakuan kolom dan balok

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

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

$$E.I_k = \frac{E_c.I_g}{2,5(1 + \beta.d)} \quad \rightarrow \text{untuk kolom.....(Gideon : 186)}$$

$$E.I_b = \frac{E_c.I_g}{5(1 + \beta.d)} \quad \rightarrow \text{untuk balok.....(Gideon : 186)}$$

7. Nilai eksentrisitas

$$e = \frac{M_u}{P_u} \quad \dots\dots\dots(Gideon : 183)$$

Keterangan : e = eksentrisitas

M_u = momen terfaktor yang bekerja pada penampang

P_u = beban aksial terfaktor yang bekerja pada penampang

8. Menentukan Ψ_a dan Ψ_b

$$\Psi = \frac{\sum \frac{E.I_k}{L_k}}{\sum \frac{E.I_b}{L_b}} \quad \dots\dots\dots(Gideon hal.188)$$

9. Angka kelangsingan kolom

Kolom langsing dengan ketentuan :

a. rangka tanpa pengaku lateral = $\frac{Klu}{r} < 22$

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

(Istimawan : 331)

Keterangan :

k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan

nilai k didapat dari nomogram pada Istimawan halaman 333.

lu = panjang komponen struktur tekan yang tidak ditopang

r = jari-jari putaran potongan lintang komponen struktur tekan

10. Perbesaran momen

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

$$\delta_b = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{\phi P_c}} \geq 1,0$$

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

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

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

(Istimawan : 335-336)

Keterangan : M_c = momen rencana yang diperbesar

δ = faktor pembesaran momen

Pu = beban rencana aksial terfaktor

P_c = beban tekuk Euler

11. Desain penulangan

Hitung tulangan kolom taksir dengan jumlah tulangan 1%-8% luas kolom

$$\rho = \rho' = \frac{As}{bd} \rightarrow As = As' \quad (\text{Istimawan : 325})$$

12. Tentukan tulangan yang dipakai

$$\rho = \rho' = \frac{As_{pakai}}{bd}$$

13. Memeriksa P_u terhadap beban seimbang

$$d = h - d'$$

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

$$a_b = \beta_1 \times Cb$$

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

$$f_s' = f_y$$

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

(Istimawan 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

a. Akibat keruntuhan tarik

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

b. Akibat keruntuhan tekan

$$P_n = \frac{A_s' \cdot f_y}{\left(\frac{e}{d - d'} \right) + 0,5} + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{\left(\frac{3 \cdot h \cdot e}{d^2} \right) + 1,18} \dots\dots \text{(Istimawan : 320-322)}$$

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

2.3.9 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.

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

(Istimawan 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

$As = \rho \cdot b \cdot d$ (Gideon hal. 54)

As = luas tulangan tarik non-prategang
 - Pilih tulangan dengan dasar As terpasang $\geq As$ direncanakan
Apabila $MR < Mu$ 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

$As = \rho \cdot b \cdot d$ (Gideon hal.54)
 - Pilih tulangan dengan dasar As terpasang $\geq As$ direncanakan

Keterangan :

As = 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

$$V_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) \times b_w \times d \dots \dots \dots (Istimawan : 112)$$

- $V \leq \phi V_c$ (tidak perlu tulangan geser).....(Istimawan : 113)

- $V_u \leq \phi V_n$

- $V_n = V_c + V_s$

- $V_u \leq \phi V_c + \phi V_s \dots \dots \dots (Istimawan : 114)$

- $S_{perlu} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \dots \dots \dots (Istimawan : 122)$

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

2.3.10 Pondasi

Pondasi pada umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah dan berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah. Adapun jenis-jenis pondasi diantaranya :

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 (*tower*), 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 ke lapisan tanah keras tersebut, pondasi seperti ini disebut dengan pondasi dalam, contohnya pondasi tiang dan pondasi sumuran.

a. Pondasi tiang pancang

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

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan jenis pondasi adalah sebagai berikut:

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 :

1. Tegangan kontak pada tanah tak melebihi daya dukung tanah yang diizinkan.

2. *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).
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*.

Berdasarkan data hasil pengujian tanah pada lokasi pembangunan gedung kantor Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Palembang yang dijadikan sebagai materi dalam laporan akhir ini, maka jenis pondasi yang dipilih adalah pondasi dangkal yaitu pondasi tapak.

Langkah-langkah perhitungan pondasi tapak :

1. Hitung pembebanan

- beban design pondasi, $P = P_D + P_L$
- berat sendiri pondasi

2. Hitung momen design pondasi

$$M = M_D + M_L$$

3. Tentukan tebal pondasi telapak

$h \geq 150$ mm untuk pondasi di atas tanah, atau

$h \geq 300$ mm untuk pondasi di atas ring

4. Tentukan d

$$d = h - p - \frac{1}{2} \cdot \phi \text{ tul (Istimawan hal. 349)}$$

5. Tentukan daya dukung ijin

$$q_{ult} = 5 + 0,34q_c \dots\dots\dots(Bowles, 1988 : 214)$$

$$q_{all} = \frac{q_{ult}}{FK} ; FK \text{ (faktor keamanan) } = 2,5$$

$$q_{all \text{ netto}} = q_{all} - \text{berat pondasi} - \text{berat tanah}$$

6. Perhitungan tegangan kontak

$$\text{Jika } e = \frac{M_u}{P_u} < \frac{B}{6}$$

$$\text{Maka } q_{1,2} = \frac{P_u}{A} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

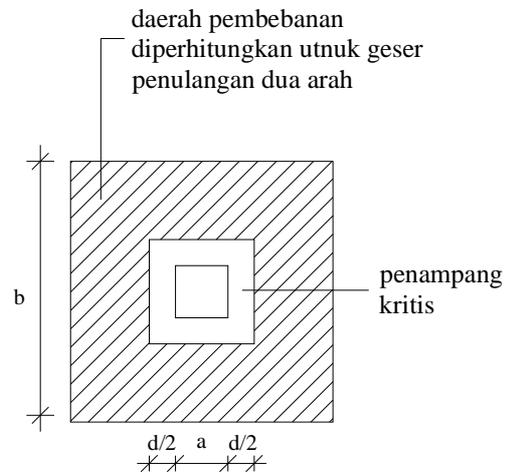
q_1 dan q_2 masing-masing harus $< q_{all \text{ netto}}$

7. Perhitungan kekuatan geser

- untuk aksi 2 arah

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d}{6} \longrightarrow \beta_c = \frac{B_{kolom}}{H_{kolom}}$$

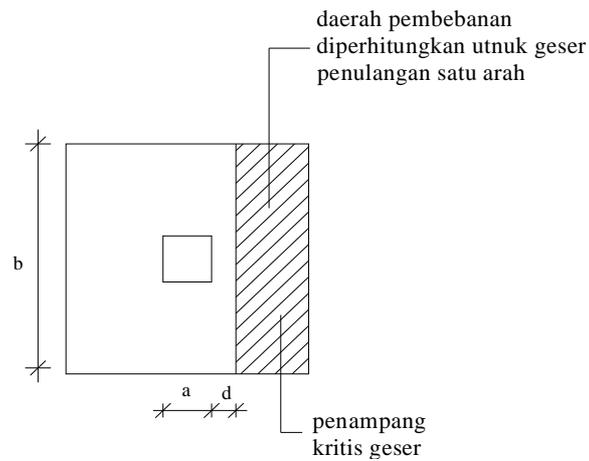
(SNI 03-2847-2002 : 109)



Gambar 2.4 – Aksi dua arah

- untuk aksi 1 arah

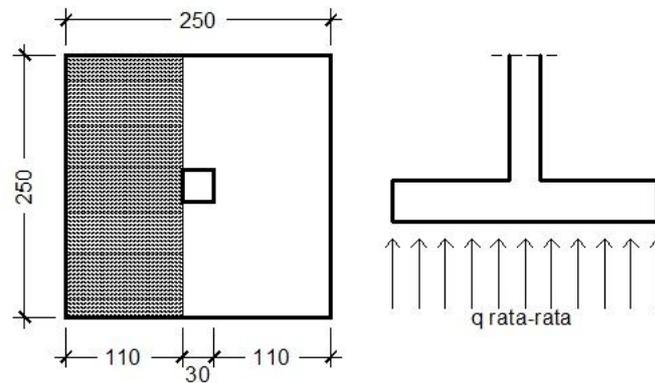
$$V_c = \frac{1}{3} b_o \cdot d \cdot \sqrt{f_c'} \quad (SNI\ 03-2847-2002 : 109)$$



Gambar 2.5 – Aksi satu arah

8. Hitung penulangan dengan menggunakan beban ultimate

$$M_u = q_{rata-rata} \cdot \left(\frac{B-a}{2}\right)^2 \cdot B \dots\dots\dots(Istimawan : 358)$$



Gambar 2.6 – Analisis momen pondasi tapak

9. Pilih tulangan dengan A_s terpasang $\geq A_s$ yang direncanakan.

2.4 Pengelolaan Proyek

Pengelolaan proyek dibagi menjadi tiga bagian pekerjaan. Tiga bagian pekerjaan tersebut adalah RKS (Rencana Kerja dan Syarat-Syarat), RAB (Rencana Anggaran Biaya), dan Rencana Pelaksanaan yang terbagi atas *Network Planning*, *Barchart*, dan kurva S.

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 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

1. 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.

2. *Barchart*

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

3. 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.