

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Pada dasarnya setiap sistem struktur pada suatu bangunan merupakan penggabungan antara berbagai elemen struktur. Tujuan utama dari struktur adalah memberikan kekuatan pada suatu bangunan karena fungsi dari struktur itu sendiri adalah untuk memikul beban secara aman dan efektif yang selanjutnya beban tersebut disalurkan ke dalam tanah melalui pondasi. Perencanaan bangunan merupakan suatu usaha untuk menyusun dan mengorganisasikan suatu proyek konstruksi baik berupa perhitungan-perhitungan maupun tulisan-tulisan sehingga bangunan yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan dan tetap memperhatikan standar ekonomis, aman, kuat, dan nyaman.

Pada tahap perencanaan struktur gedung kantor Camat Kertapati kota Palembang ini, perlu dilakukan studi pustaka untuk mengetahui susunan fungsional gedung dengan sistem struktural yang akan digunakan, disamping itu juga diharapkan mampu menyelesaikan suatu tahap pengerjaan struktur yang efektif dan efisien.

Pada bab ini akan dijelaskan tentang tata cara dan langkah-langkah perhitungan struktur mulai dari struktur atas yang meliputi rangka atap, plat lantai, balok, kolom, tangga sampai dengan perhitungan struktur bawah yang terdiri pondasi, sloof dan pile cap. Studi pustaka bertujuan agar dapat memperoleh hasil perencanaan yang optimal dan akurat. Oleh karena itu, dalam bab ini pula akan dibahas mengenai konsep pemilihan sistem struktur dan konsep perencanaan struktur bangunannya.

Perencanaan dari suatu konstruksi bangunan harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan yaitu kuat (kokoh), bentuk yang serasi dan dapat dilaksanakan dengan biaya yang ekonomis tetapi tidak mengurangi mutu dari konstruksi tersebut, sehingga dapat digunakan sesuai dengan fungsi yang diinginkan. Adapun tingkat perencanaan adalah sebagai berikut :

a. Pra rencana (*Preliminary Design*)

Terdiri dari gambar-gambar yang merupakan *outline* dari bagan dan perkiraan biaya bangunan.

b. Rencana

Tahap rencana terdiri dari gambar perencanaan bentuk arsitek bangunan dan perencanaan konstruksi bangunan.

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 Ruang Lingkup Perencanaan

a) Dasar-dasar Perencanaan

Dalam perencanaan bangunan, penulis berpedoman pada peraturan-peraturan yang telah ditetapkan dan berlaku di Indonesia. Peraturan-peraturan yang dijadikan pedoman tersebut antara lain :

1. Tata cara perhitungan Struktur beton untuk bangunan gedung (SNI 03-2847-2002).

Pedoman ini digunakan sebagai acuan bagi perencanaan dan pelaksana dalam melakukan pekerjaan perencanaan dan pelaksanaan struktur beton dengan ketentuan minimum untuk hasil struktur yang aman dan ekonomis. Pedoman ini memuat persyaratan-persyaratan umum serta ketentuan-ketentuan teknis perencanaan dan pelaksanaan struktur beton untuk bangunan gedung.

2. Tata cara perhitungan struktur baja untuk bangunan gedung (SNI 03-1729-2002)

Pedoman ini memuat mengenai persyaratan-persyaratan umum serta ketentuan-ketentuan teknis perencanaan dan pelaksanaan struktur baja untuk

bangunan.

3. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG_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.

4. Struktur beton bertulang, oleh Istimawan Dipohusodo.

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

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

b) Aspek Perencanaan

Kegiatan perencanaan adalah suatu kegiatan yang sangat pokok dan penting sebelum melaksanakan sebuah proyek. Terjadinya kesalahan pelaksanaan ataupun metode kerja yang tidak berurutan akan memberikan kerugian pada proyek. Perencanaan yang tepat dan matang akan memudahkan dalam mencapai tujuan utama sebuah pekerjaan konstruksi, yaitu tepat waktu, tepat mutu, serta tepat biaya.

Dalam proses desain struktur perlu dicari kedekatan antara lain struktur dengan jenis struktur dengan masalah-masalah seperti arsitektural, efisiensi, *serviceability*, kemudahan pelaksanaan dan juga biaya yang diperlukan. Adapun faktor yang menentukan dalam pemilihan jenis struktur adalah sebagai berikut:

1. Aspek arsitektural

Pengolahan perencanaan denah, gambar tampak, gambar potongan dan perspektif, interior, eksterior dan estetika.

2. Aspek fungsional

Perencanaan struktur yang baik sangat memperhatikan fungsi daripada bangunan tersebut. Dalam kaitannya dengan penggunaan ruang, aspek

fungsional sangat mempengaruhi besarnya dimensi bangunan yang direncanakan.

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

Pembangunan dan pemeliharaan konstruksi tersebut diharapkan dapat diselenggarakan dengan biaya seefisien mungkin, namun masih memungkinkan terjaminnya tingkat keamanan dan kenyamanan.

5. Aspek lingkungan

Aspek lingkungan merupakan salah satu aspek lain yang ikut menentukan dalam perencanaan dan pelaksanaan suatu proyek. Dengan adanya suatu proyek diharapkan akan memperbaiki kondisi lingkungan dan kemasyarakatan.

Sedangkan pemilihan jenis pondasi (*sub structure*) yang digunakan menurut Suyono (1984) 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 dan tak tentu, kekakuan dan sebagainya).

3. Batasan-batasan dilingkungan sekelilingnya

Hal ini menyangkut lokasi proyek, pekerjaan pondasi tidak boleh mengganggu atau membahayakan.

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 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

BAHAN BANGUNAN	
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
KOMPONEN GEDUNG	
Dinding pasangan bata merah	
- Satu batu	450 kg/m ²
- Setengah batu	250 kg/m ²
Langit-langit (termasuk rusuk-rusuknya, tanpa	11 kg/m ²

penggantung langit-langit) dari bahan asbes (eternit dan bahan lain sejenis) dengan tebal maksimum 4 mm	
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. 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. Bebas 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.

4. Beban Angin

Semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Beban memperhitungkan adanya tekanan positif (*pressure*) dan tekanan negatif/isapan (*suction*) 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).

1. Tekanan Tiup :

- Daerah jauh dari tepi laut, tekanan tiup minimum 25 kg/m^2
- Di laut dan tepi laut sampai sejauh 5 km dari pantai, tekanan tiup minimum 40 kg/m^2
- Jika kecepatan angin bisa menimbulkan tekanan yang lebih besar :

$$p = \frac{V^2}{16}$$

Dimana : V = Kecepatan angin (m/detik)

2. Koefisien Angin

Tabel 2.3 Tabel Koefisien Angin

Jenis Gedung/Struktur	Posisi Tinjauan	Kofisien
Gedung tertutup :		
a. Gedung Vertikal	Dipihak angin	+ 0,9
	Dibelakang angin	- 0,4
	Sejajar arah angin	- 0,4
	Diphak angin ($\alpha < 65^\circ$)	($0,02.\alpha-0,4$)
b. Atap Segitiga	Dipihak angin ($65^\circ < \alpha < 90^\circ$)	+ 0,9
	Dibelakang angin (Semua sudut)	- 0,4($0,02.\alpha-0,4$)
	Bidang atap dipihak angin ($\alpha < 65^\circ$)	+ 0,9
c. Atap Segitiga Majemuk	Bidang atap dipihak angin ($65^\circ < \alpha < 90^\circ$)	+ 0,9
	Bidang atap dibelakang angin (Semua sudut)	- 0,4
	Bidang atap vertical dibelakang angin (semua sudut)	- 0,4
d. Gedung terbuka sebelah	Semua dengan No.1 dengan	+ 0,6
		+ 0,3

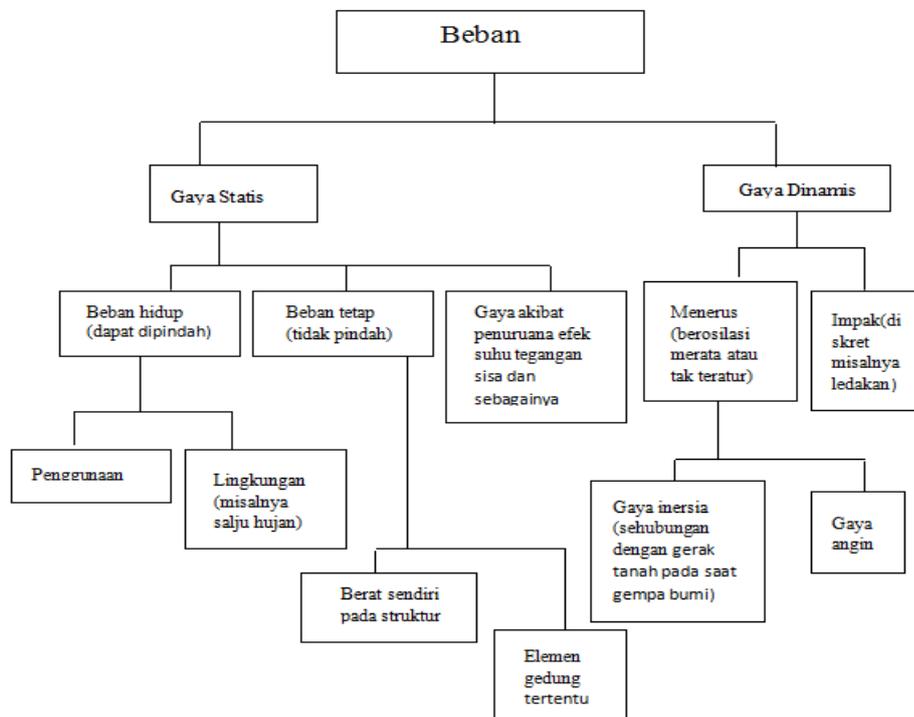
	tambahan: Bid. Dinding dalam dipihak angin Bid. Dinding dalam dibelakang angin	
--	--	--

Keterangan : α = sudut atap, + = tekan , - = hisap

Sumber : Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung, tahun 1987

3. Pembebanan Peninjauan

- Gedung tertutup dan rumah tinggal, tinggi < 16 m, lantai dan dinding memberikan kekakuan yang cukup, kecuali bila perbandingan tinggi dan lebar tidak terpenuhi.
- Gedung tinggi > 16 m, perbandingan tinggi dan lebar terpenuhi.



Gambar 2.1 Diagram Pembagian Beban

2.4 Metode Perhitungan

Dalam pekerjaan suatu konstruksi bangunan, di perlukan beberapa metode perhitungan. Agar hasil dari perhitungan dapat menjadi suatu acuan dan konstruksi dapat menahan beban dengan sempurna, baik itu beban sendiri maupun pembebanan yang lainnya. Berikut adalah struktur bangunan yang memerlukan metode perhitungan.

2.4.1 Atap

a. Rangka Atap (Kuda-kuda)

Struktur rangka atap pada bangunan kantor Camat kota Palembang ini menggunakan bahan baja 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/m^2 , dimana α adalah sudut kemiringan atap dalam derajat, dengan ketentuan tidak perlu diambil lebih besar dari 20 kg/m^2 , 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 2.4.

Tabel 2.4 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 MPa
Modulus Geser	: G = 80.000 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 :

$$N_n = A_g \cdot f_{cr} ; \quad f_{cr} = \frac{F_y}{\phi}$$

$$N_n = A_g \frac{F_y}{\phi}$$

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

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

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

Keterangan :

N_n = kuat tekan nominal komponen struktur

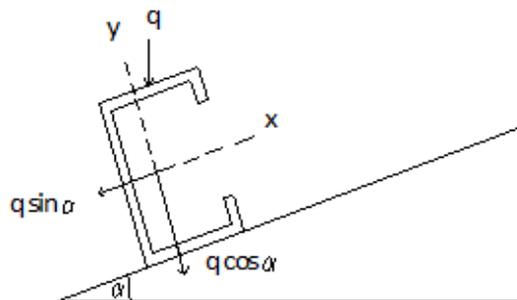
A_g = luas penampang bruto, mm^2

f_{cr} = tegangan kritis penampang, MPa

f_y = tegangan leleh material, MPa (SNI 03-1729-2002 : 27)

b. Gording

Gording membagi bentangan atap dalam jarak-jarak yang lebih kecil pada proyeksi horizontal. Gording meneruskan beban dari penutup atap, reng, usuk, orang, beban angin, beban air hujan pada titik-titik buhul kuda-kuda. Gording menjadi tempat ikatan bagi usuk dan posisi gording harus disesuaikan dengan panjang usuk yang tersedia.



Gambar 2.2 Penampang Gording

a. Perhitungan Beban Mati (M_D) :

- 1) Berat sendiri gording
- 2) Berat penutup atap

b. Perhitungan Beban Hidup (M_L) :

- 1) Beban air hujan

$$W_{ah_{max}} = 20 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{ah} = 40 - 0,8 \alpha \text{ (SNI 03-1729-2002)}$$

- 2) Beban pekerja, diambil 100 kg/m^2 (PPIUG 1983 butir 3.2.1 hal 13)

- 3) Beban Angin.

$$Q_{\text{angin}} = \text{koef. angin} \cdot w \cdot L_g$$

koefisien angin :

$$\text{Koefisien angin tekan} = (0,02 \alpha - 0,4)$$

$$\text{Koefisien angin hisap} = 0,4$$

Dimana : w = tekanan angin tiup

L_g = jarak gording

Apabila Q_{angin} bernilai negatif, maka dalam perhitungan mengabaikan beban angin. Setelah diketahui beban-beban tersebut, langkah selanjutnya adalah menghitung kombinasi pembebanannya.

$$M_U = 1.2 M_D + 1.6 M_L \quad (\text{SNI 03-1729-2002})$$

Dimana : M_U = Beban terfaktor
 M_D = Beban mati
 M_L = Beban hidup

c. Cek kekompakan penampang (SNI 03-1729-2002)

Pelat sayap: **Pelat Badan:**

$$\lambda_f = \frac{b}{t_f} \qquad \lambda_w = \frac{h}{t_w}$$

Dimana : λ_f = Perbandingan antara lebar dan tebal flens

λ_w = Perbandingan antara tinggi dan tebal web

Untuk mengetahui kekompakan penampang yang dipakai, maka perhitungan masing-masing λ_f dan λ_w dibandingkan dengan λ_p dan λ_r .

Untuk pelat sayap :

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}}$$

$$\lambda_r = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r}}$$

Untuk pelat badan:

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$$

$$\lambda_r = \frac{2550}{\sqrt{f_y}}$$

Dimana : λ_p = Lamda plastis

λ_r = Lamda ramping

Setelah membandingkan masing-masing lamda plat sayap dan plat badan, tentukan rumus yang memenuhi syarat berdasarkan perbandingannya masing-masing. Berikut adalah jenis-jenis penampang berdasarkan perbandingan lamdanya :

1) Penampang kompak $\lambda < \lambda_p$

$$M_n = M_p = Z_x \cdot f_y$$

2) Penampang tidak kompak $\lambda_p < \lambda < \lambda_r$

$$M_n = M_y + (M_p - M_y) \left(\frac{\lambda_r - \lambda}{\lambda_r - \lambda_p} \right)$$

3) Penampang ramping $\lambda_r < \lambda$

$$M_n = M_y = W_x \cdot f_y$$

d. Cek kekuatan lentur (SNI 03-1729-2002)

$$\left[\frac{c_m M_{ux}}{\phi M_{nx}} \right]^\eta + \left[\frac{c_m M_{uy}}{\phi M_{ny}} \right]^\eta$$

Untuk : $bf/d < 0.3$ maka $\eta = 1.0$

$0.3 < bf/d < 1.0$ maka $\eta = 0.4 + bf/d \geq 1.0$

Keterangan : $C_{mx} = 1.0$

$C_{my} = 1.0$

$\phi = 0.9$

Dimana : M_p = Momen plastis

M_y = Momen leleh

M_u = Momen rencana

M_n = Momen nominal

ϕ = reduksi kekuatan

e. Kontrol kekakuan

Dalam merencanakan gording, lendutan adalah hal yang tidak boleh dilupakan, karena keamanan lendutan sangatlah penting guna untuk mengantisipasi keruntuhan atap yang mungkin saja akan timbul.



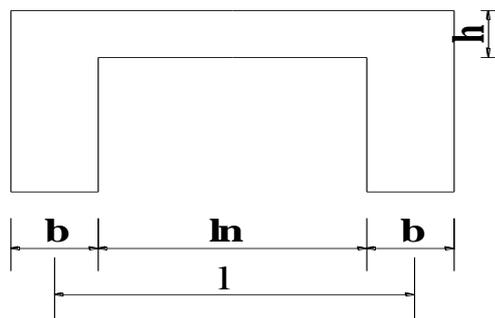
Untuk beban merata bila menggunakan trekstang berjumlah 1 buah maka panjangnya dibagi untuk gaya yang sejajar dengan kemiringan atap.

$$\Delta_{max} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \leq \frac{L}{240}$$

2.4.2 Pelat

Pelat adalah suatu lantai beton yang sistem pendukungnya (berupa balok) berada di sisi kiri dan kananya. Secara umum, perhitungan pelat (*slab*) didasarkan pada kriteria-kriteria berikut ini :

a. Bentang Teoritis



$$l = l_n + (2 \times \frac{1}{2} b)$$

jika $b > 2h$ maka,

$$l = l_n + 100 \text{ mm}$$

b. Pembebanan

Pembebanan sama seperti balok, $W_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$ meliputi :

- Beban mati
 1. Berat beton bertulang 2400 kg/m^3
 2. Berat penutup lantai dari ubin tanpa adukan yaitu 24 kg/m^2
 3. Berat adukan spesi, per cm tebal yaitu 21 kg/m^2
 4. Langit-langit (termasuk rusuk-rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), dengan tebal maksimum 4 mm yaitu 11 kg/m^2 . Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak minimum 0,80 m yaitu 7 kg/m^2 . (SKBI. 1987, tabel 1 halaman 5-6)
- Beban hidup

Untuk lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, hotel, asrama, diambil beban hidup sebesar 250 kg/m^2 (SKBI. 1987, tabel 2 halaman 12).

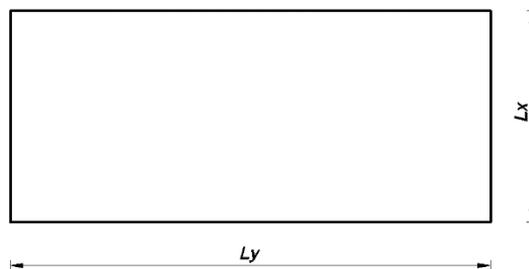
Secara umum perhitungan pelat dapat dicari dengan cara :

1. Pelat dianggap sebagai pelat satu arah (*One Way Slab*)

Apabila sistem tumpuannya hanya dapat atau dianggap melentur satu arah.

Ciri-cirinya adalah :

- Pelat ditumpu pada sisi yang saling berhadapan.
- Pelat persegi yang ditumpu pada dua sisinya dengan perbandingan antar sisi panjang pelat (l_y) dan sisi lebar pelat (l_x) > 2 atau secara matematis dapat ditulis $\frac{l_y}{l_x} > 2$.



Gambar 2.3 Pelat $\frac{l_y}{l_x} > 2$

Keterangan:

L_y = panjang pelat

L_x = lebar pelat

Desain pelat satu arah sama seperti penulangan pada balok, hanya saja pada pelat tidak diizinkan diberi penulangan geser. Penulangan melintang (tegak lurus terhadap tulangan utama harus diberikan untuk menahan momen). Distribusi momen pada pelat satu arah dapat dicari dengan cara koefisien momen atau dengan cara analitis.

Adapun ketentuan-ketentuan yang harus dipenuhi dalam merencanakan pelat satu arah dengan metode koefisien momen antara lain :

- 1) Minimum harus dua bentang
- 2) Panjang bentang bersebelahan, bentang yang paling besar tidak boleh lebih besar dari 1,2 kali bentang yang paling pendek.
- 3) Beban harus beban terbagi rata
- 4) Beban hidup lebih kecil dari 3 kali beban mati.

Langkah-langkah perencanaan pelat satu arah :

1. Menentukan tebal minimum pelat satu arah (SK-SNI T-15-1991-03 tabel

Tabel 2.5. Tebal minimum Pelat 1 arah dan Balok Mendukung 1 arah

Pelat 1 arah kondisi perletakan	Fy (Mpa)							
	400	240	400	240	400	240	400	240
	$1/20 l$	$1/27 l$	$1/24 l$	$1/32 l$	$1/28 l$	$1/37 l$	$1/10 l$	$1/13 l$
								
Balok mendukung 1 arah	$1/16l$	$1/21l$	$1/18,5l$	$1/24,5l$	$1/21l$	$1/28l$	$1/8l$	$1/11l$

Dimana :

$$L = \text{Panjang teoritis (mm)}$$

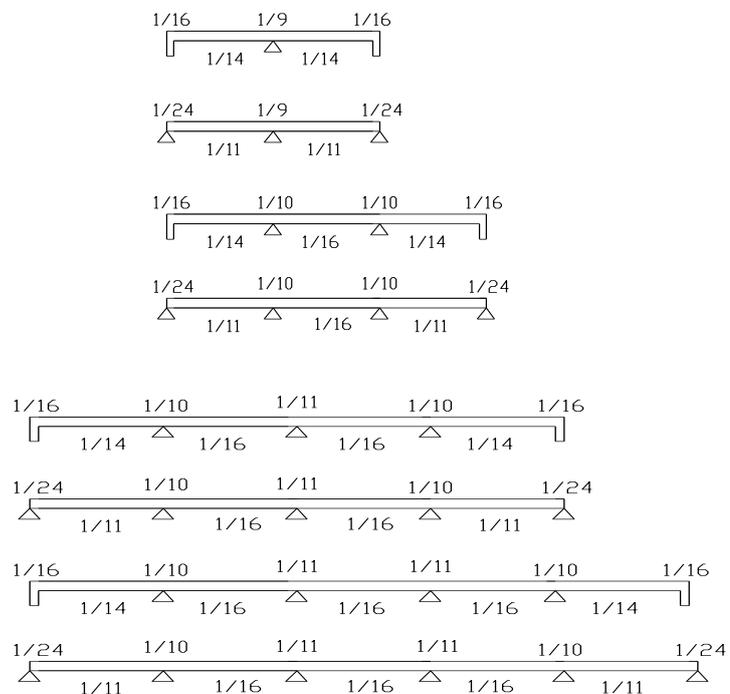
Untuk nilai f_y yang lain :

$$h_f = \text{Koefisien } f_y \times 400 \times \left[0,4 + \frac{f_y}{700} \right] \times l_{\text{teoritis}}$$

Kontrol h_f harus memenuhi syarat $b < 2 h_f$

2. Menentukan pembebanan pada pelat lantai dengan memakai metode beban terfaktor.
3. Kontrol apakah bisa menggunakan metode koefisien momen, sesuai dengan persyaratan penggunaan metode koefisien momen yang telah diuraikan sebelumnya.
4. Pendistribusian momen dengan metode koefisien momen dengan rumus umum, $M = \text{koefisien} \cdot W_u \cdot l_n^2$

Dengan catatan :



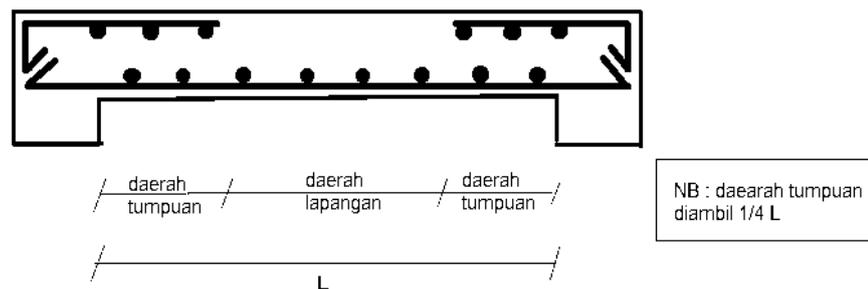
Gambar 2.4 Koefisien Momen

- Untuk momen lapangan, l_n = panjang bersih dari bentang yang ditinjau.
- Untuk momen tumpuan, l_n = panjang bersih rata-rata dari dua bentang bersebelahan.

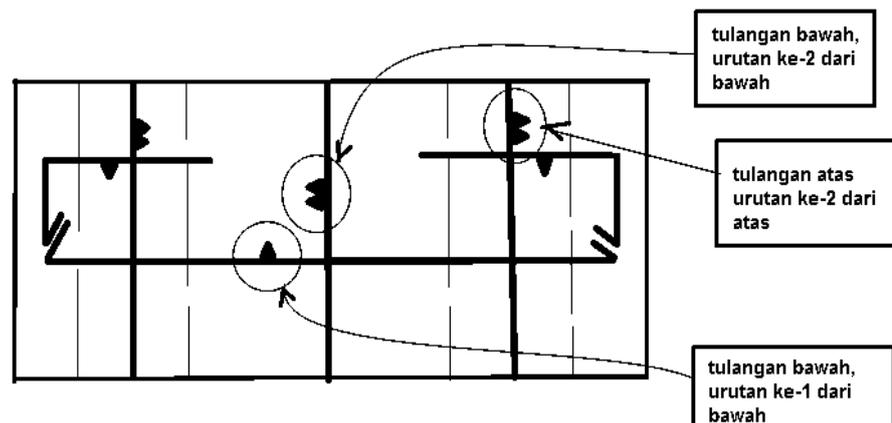
5. Menentukan tulangan pelat

Tentukan nilai $k = \frac{M_u}{\phi b d^2}$ untuk mendapatkan nilai ρ (rasio tulangan)

yang dapat ditentukan sebagaimana dalam buku Dasar-Dasar Perencanaan (Beton Bertulang Jilid 1 karangan *W.C Vis dan Gideon H.Kusuma*).



(a) Tampak depan pelat dengan 2 tumpuan sejajar



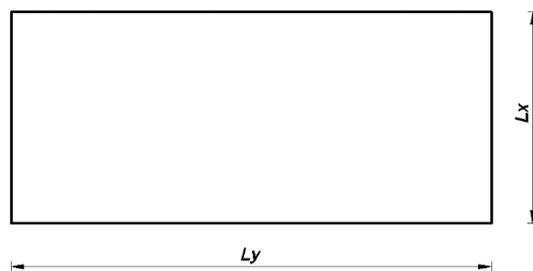
(b) Tampak atas pelat dengan 2 tumpuan sejajar

Gambar 2.5 Pelat Satu Arah

2. Pelat dianggap sebagai pelat dua arah (*TwoWay Slab*)

Ciri-cirinya adalah :

- Tulangan pokok dipasang pada dua arah yang saling tegak lurus (bersilangan)
- Pelat persegi yang ditumpu pada keempat sisinya dengan perbandingan antar sisi panjang pelat (l_y) dan sisi lebar pelat (l_x) > 2 atau secara matematis dapat ditulis $\frac{l_y}{l_x} \leq 2$.



Gambar 2.6 Pelat $\frac{l_y}{l_x} \leq 2$

Keterangan:

L_y = panjang pelat

L_x = lebar pelat

- Tebal pelat dua arah adalah sebagai berikut :

$$h = \frac{1 \left(0.8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{365 \beta \left[\alpha_m - 0.1 \left(2 + \frac{1}{\beta} \right) \right]} \quad (\text{SK SNI-T-15-1991-03 hal.18})$$

tetapi tidak boleh kurang dari :

$$h_{\min} = \frac{1 \left(0.8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{369 \beta}$$

dan tidak boleh lebih dari :

$$h_{\max} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{150}\right)}{36}$$

Dimana :

ln diambil lny (panjang netto terpanjang)

$$\beta = \frac{\ln y}{\ln x} \quad (\text{SK SNI T-15 -1991- 03 ayat 3.2-14})$$

Dalam segala hal tebal minimum pelat tidak boleh kurang dari harga berikut:

Untuk $\alpha_m < 2,0$ tebal pelat minimum adalah 120 mm.

Untuk $\alpha_m > 2,0$ tebal pelat minimum adalah 90 mm. (SK SNI T 15-1991-03 hal.19)

Langkah-langkah perencanaan pelat dua arah (metode koefisien momen) :

Arah x :

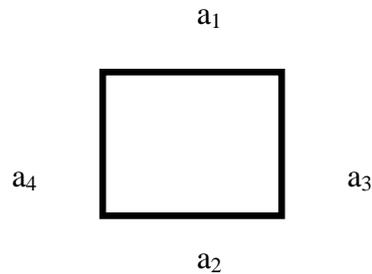
1. Tentukan nilai tebal minimum pelat dan tebal maksimum pelat

$$h_{\min} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{150}\right)}{36\beta}$$

$$h_{\max} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{150}\right)}{36} \quad ((\text{SK SNI T-15-1991-03 hal.19 ayat (3.2-14)})$$

2. Mencari nilai α_m dari masing-masing panel untuk mengecek apakah pemakaian h_{coba} telah memenuhi persyaratan h_{\min} .

3.



$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \frac{I_{xx} \text{ bal}}{I_{xx} \text{ pel}}$$

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4}$$

Untuk $\alpha_m < 2,0$ tebal pelat minimum adalah 120 mm.

Untuk $\alpha_m > 2,0$ tebal pelat minimum adalah 90 mm.

3. Cek nilai h_{aktual} dari hasil nilai α_m yang telah didapat

$$h = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36,5\beta\left[\alpha_m - 0,2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)\right]}$$

Nilai h_{coba} boleh dipakai apabila lebih besar dari h_{aktual} . Apabila dalam perhitungan nilai h_{beton} lebih kecil, maka nilai tebal pelat yang dicoba direncanakan ulang (diperbesar) dan perhitungan diulangi kembali.

4. Menghitung beban yang berkerja pada pelat (beban mati dan beban hidup). Kemudian hasil perhitungan akibat beban mati dan beban hidup dikali dengan faktor beban untuk mendapatkan nilai beban terfaktor.

$$W_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

5. Mencari momen yang menentukan

Momen-momen yang menentukan sesuai dengan tabel 14 dari buku Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang jilid I karangan W.C. Vis dan Gideon H. Kusuma.

6. Mencari tulangan dari momen yang didapat

Rasio tulangan dalam beton (ρ) dan memperkirakan besarnya diameter tulangan utama dan untuk menentukan tinggi efektif arah x (d_x) yaitu :

$$d_x = h - p - \frac{1}{2} \phi_{\text{tulangan arah x}}$$

Tentukan Nilai $k = \frac{M_u}{bd^2}$ untuk mendapatkan nilai ρ (rasio tulangan)

(Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang Jilid I karangan W.C Vis dan Gideon H. Kusuma).

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

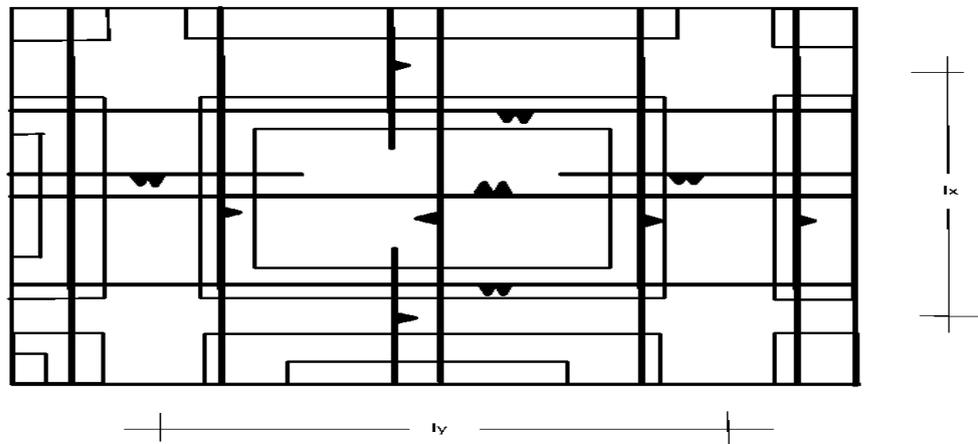
$$\rho_{\min} = 0,75 \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} \left(\frac{600}{600} \right)$$

Jika $\rho_{\min} > \rho$ maka pakai ρ_{\min}

Jika $\rho_{\max} < \rho$ maka pakai ρ_{\max}



(a) Tampak depan pelat tulangan pokok 2 Arah



Tampak atas pelat tulangan pokok 2 arah

(b) Tampak atas pelat tulangan pokok 2 Arah

Gambar 2.7 Pelat Dua Arah

2.4.3 Tangga

Tangga adalah suatu konstruksi yang merupakan salah satu bagian dari bangunan yang berfungsi sebagai alat yang menghubungkan antara lantai bawah dengan lantai yang ada di atasnya pada bangunan bertingkat dalam keadaan tertentu. (Drs. IK. Sapribadi, 1993:10)

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°

b. Ibu tangga

Yaitu bagian tangga berupa dua batang atau papan miring yang berfungsi menahan kedua ujung anak tangga.

c. Bordes

Yaitu bagian dari tangga yang merupakan bidang datar yang agak luas dan berfungsi sebagai tempat istirahat bila terasa lelah. Bordes dibuat apabila jarak tempuh tangga sangat panjang yang mempunyai jumlah trede lebih dari 20 buah atau lebar tangga cukup akan tetapi ruangan yang tersedia untuk tangga biasa/ tusuk tidak mencukupi.

Untuk menentukan panjang bordes (L) :

$$L = l_n + 1.5 s/d 2.a$$

Dimana : L = panjang bordes

l_n = ukuran satu langkah normal datar (57 - 65 cm)

a = *Antrede*

Untuk menentukan lebar tangga total = Lebar efektif + 2.t + 2.s

Dimana t = tebal rimbat tangan (4 - 6 cm)

s = sisa pijakan (5 - 10 cm)

Tabel 2.6 Daftar Ukuran Lebar Tangga ideal

NO	Digunakan untuk	Lebar Efektif (cm)	Lebar Total
1.	1 orang	± 65	± 85
2.	1 orang + anak	± 100	± 120
3.	1 orang + bagasi	± 85	± 105
4.	2 orang	120 - 130	140 - 150
5.	3 orang	180 - 190	200 - 210
6.	> 3 orang	> 190	> 210

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 = \tan^{-1} (tinggi tangga : panjang tangga)

e. Penentuan tebal pelat tangga

2. Penentuan pembebanan pada anak tangga

- Beban mati

- Berat sendiri bordes

Berat pelat bordes = tebal pelat bordes $\times \gamma_{\text{beton}} \times 1$ meter

- Berat anak tangga

Berat satu anak tangga (Q) dalam per m'



- Berat spesi dan ubin

- Beban hidup

Beban hidup yang bekerja pada tangga yaitu 300 kg/cm^2 (PPIUG 1983)

Dari hasil perhitungan akibat beban mati dan beban hidup, maka didapat :

$$W_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

2.4.4 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)

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

5) Menghitung faktor distribusi (γ)

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

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

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

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

8) Menghitung momen rotasi tiap titik (m°) dan Momen Goyangan Tiap Tingkat ($M^{(0)}$)

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

- 9) Perataan momen

$$M_i = \frac{F_i}{\rho} + \gamma_{ij} \times \Delta$$

- 10) Menghitung momen akhir (*moment design*)
 11) Penggambaran *freebody* dan bidang gaya dalam

2. Perencanaan portal dengan menggunakan SAP 2000 V15

Portal dihitung dengan menggunakan program SAP 2000.V15, portal yang dihitung adalah portal akibat beban mati, dan hidup.

Langkah-langkah perencanaan portal akibat beban mati dan beban hidup :

- a. Portal akibat beban mati

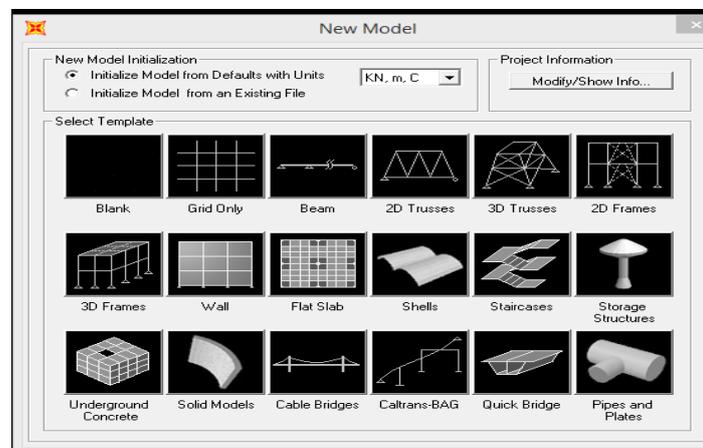
Portal ini ditinjau pada arah melintang dan memanjang.

Pembebanan pada portal, yaitu:

- a. Berat sendiri pelat
- b. Berat plafond + penggantung
- c. Berat penutup lantai
- d. Berat adukan
- e. Berat dari pasangan dinding bata

Langkah- langkah menghitung portal dengan menggunakan Program SAP 2000.V15:

1. Buat model struktur memanjang
 - a. Mengklik file pada program untuk memilih model portal.



Gambar 2.9 New Model pada SAP 2000.V15

- b. Pilih model grid 2D pada model diatas dan masukkan data-data sesuai perencanaan.

Quick Grid Lines

Cartesian | Cylindrical

Coordinate System Name
GLOBAL

Number of Grid Lines

X direction: 10
Y direction: 1
Z direction: 4

Grid Spacing

X direction: 1
Y direction: 1
Z direction: 1

First Grid Line Location

X direction: 0.
Y direction: 0.
Z direction: 0.

OK Cancel

Define Grid System Data

Edit Format

System Name: GLOBAL Units: K.N. m. C

Grid Lines: Quick Start...

X Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Bubble Loc. ▲
1	A	0.	Primary	Show	End	
2	B	1,2	Primary	Show	End	
3	C	5,2	Primary	Show	End	
4	D	9,2	Primary	Show	Start	
5	E	13,2	Primary	Show	Start	
6	F	16,2	Primary	Show	Start	
7	G	19,2	Primary	Show	Start	
8	H	23,2	Primary	Show	Start	

Y Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Bubble Loc. ▲
1	1	0.	Primary	Show	Start	
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Z Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Bubble Loc. ▲
1	1	0.	Primary	Show	End	
2	2	4.	Primary	Show	End	
3	3	8.	Primary	Show	End	
4	4	12.	Primary	Show	Start	
5						
6						
7						
8						

Display Grids as: Ordinates Spacing

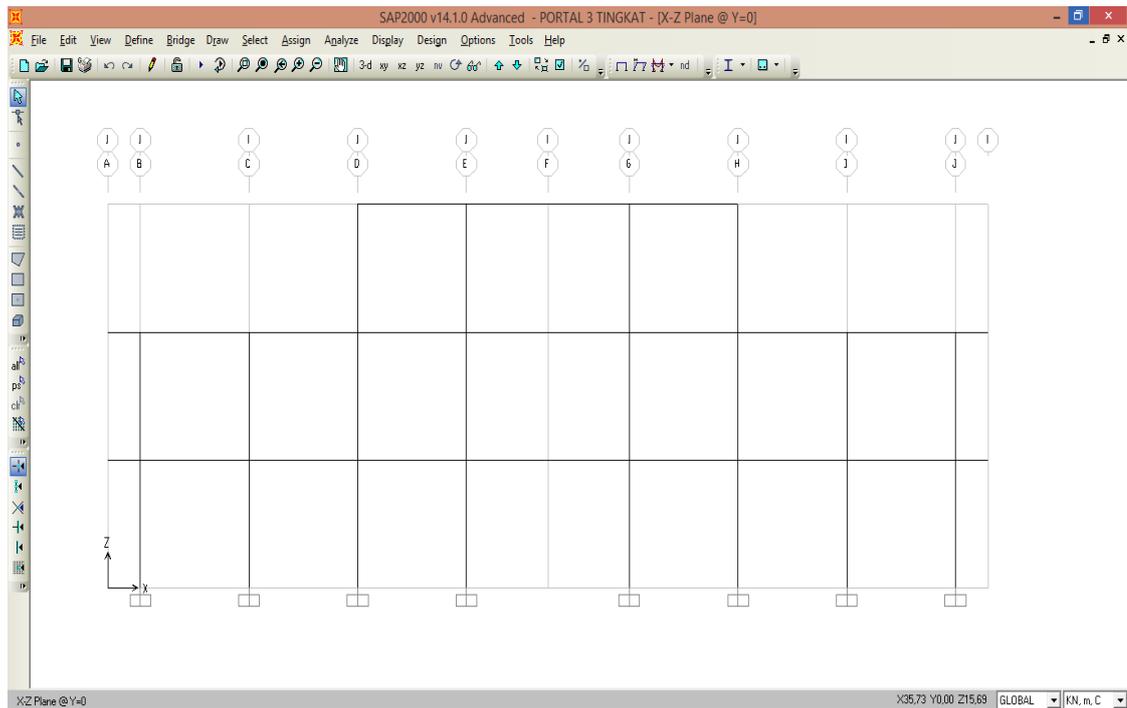
Hide All Grid Lines
 Glue to Grid Lines

Bubble Size: 0,75

Reset to Default Color
Reorder Ordinates

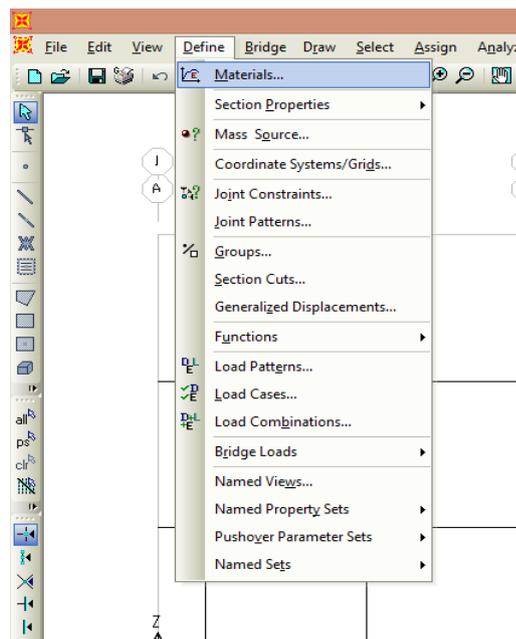
OK Cancel

Gambar 2.10 Define System Data

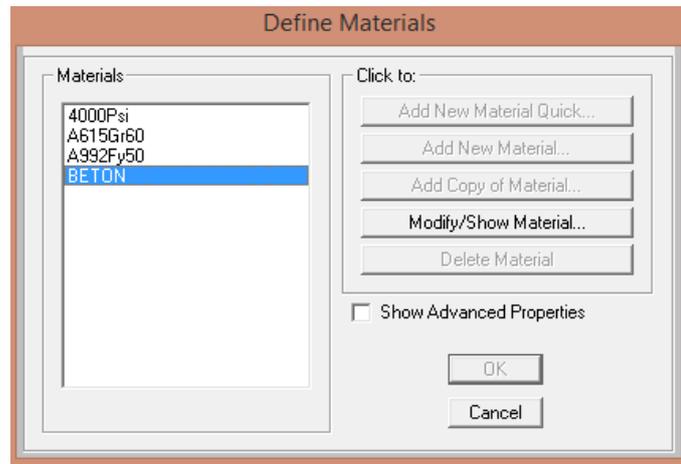


Gambar 2.11 Bentang pada SAP

- c. Input data material yang digunakan (concrete) dan masukan mutu beton (f_c') dan mutu baja (f_y) yang digunakan dengan mengklik **Define - material - Add New Material - pilih Concrete** - masukkan data sesuai dengan perencanaan.



Gambar 2.12 Penginputan material



Gambar 2.13 Penambahan Material

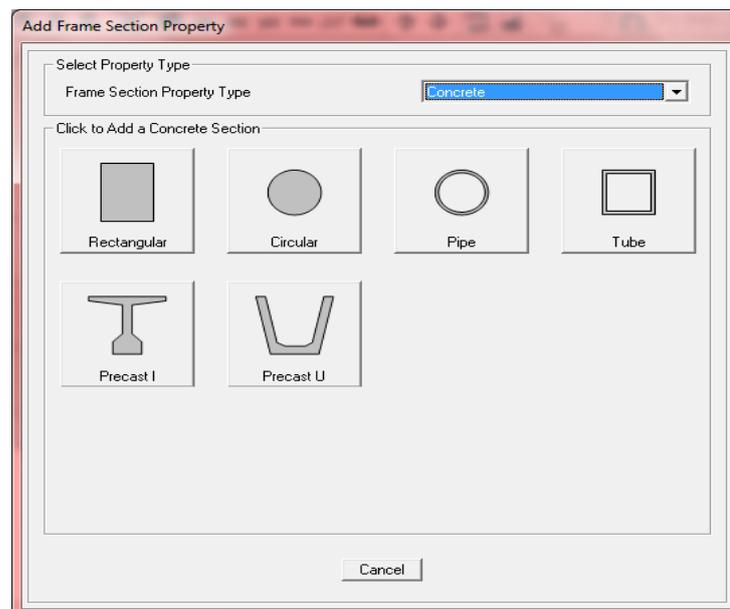
Gambar 2.14 Material Property Data

d. Input data dimensi struktur

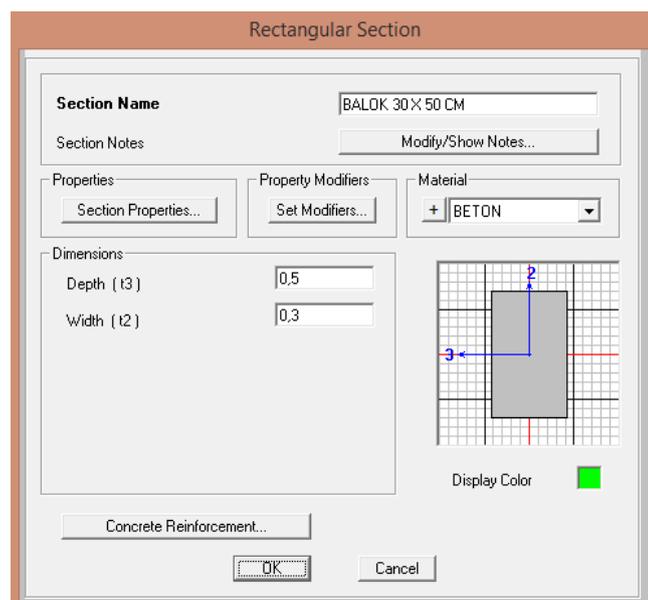
a) Kolom = (40 x 40) cm

b) Balok = (30 x 65) cm

Masukkan data-dara dengan mengklik **Define - Section Properties - Frame Section – Add New Property – Section Name (balok)** setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan.



Gambar 2.15 Add Frame Section Property

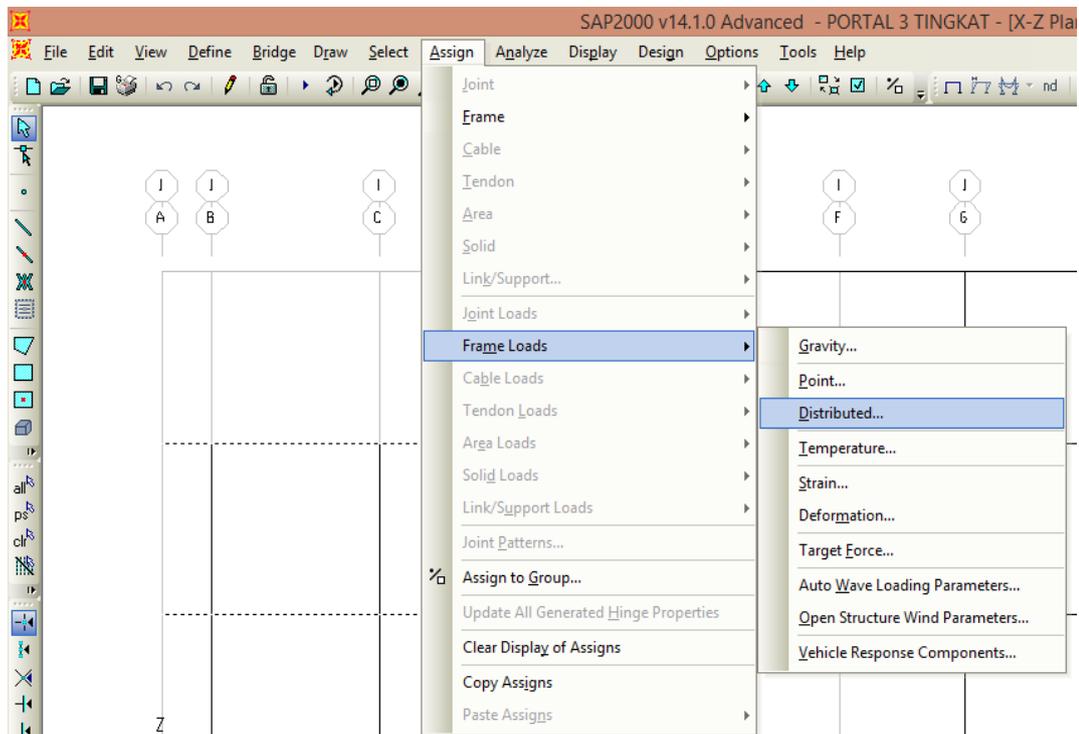


Gambar 2.16 Rectangular Section

Gambar 2.17 Reinforceme Data

e. Input data akibat beban mati (Dead)

Untuk menginput data akibat beban mati klik batang portal pada model – pilih **Assign** pada toolbar - **Frame Load** – **Distributed**, setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan.



Gambar 2.18 Portal Memanjang

The screenshot shows the 'Frame Distributed Loads' dialog box with the following settings:

- Load Pattern Name:** BERAT SENDIRI BALOK
- Units:** KN, m, C
- Load Type and Direction:** Forces (selected), Moments; Coord Sys: GLOBAL; Direction: Gravity
- Options:** Add to Existing Loads, Replace Existing Loads (selected), Delete Existing Loads
- Trapezoidal Loads:**

	1.	2.	3.	4.
Distance	0,	0,25	0,75	1,
Load	0,	0,	0,	0,
- Uniform Load:** Load: 0,
- Relative Distance from End-I:** Relative Distance from End-I (selected), Absolute Distance from End-I
- Buttons:** OK, Cancel

Gambar 2.19 Penginputan akibat berat sendiri profil

The screenshot shows the 'Frame Distributed Loads' dialog box with the following settings:

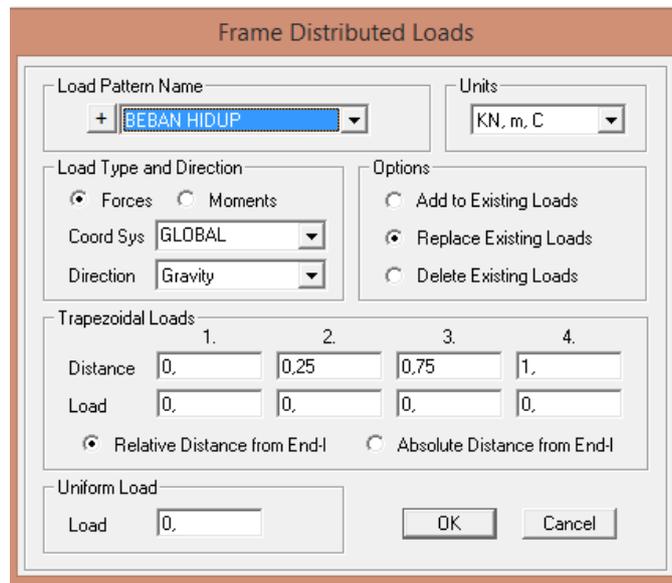
- Load Pattern Name:** BEBAN MATI
- Units:** KN, m, C
- Load Type and Direction:** Forces (selected), Moments; Coord Sys: GLOBAL; Direction: Gravity
- Options:** Add to Existing Loads, Replace Existing Loads (selected), Delete Existing Loads
- Trapezoidal Loads:**

	1.	2.	3.	4.
Distance	0,	0,25	0,75	1,
Load	0,	0,	0,	0,
- Uniform Load:** Load: 0,
- Relative Distance from End-I:** Relative Distance from End-I (selected), Absolute Distance from End-I
- Buttons:** OK, Cancel

Gambar 2.20 Penginputan akibat berat mati

f. Input data akibat beban hidup (Live)

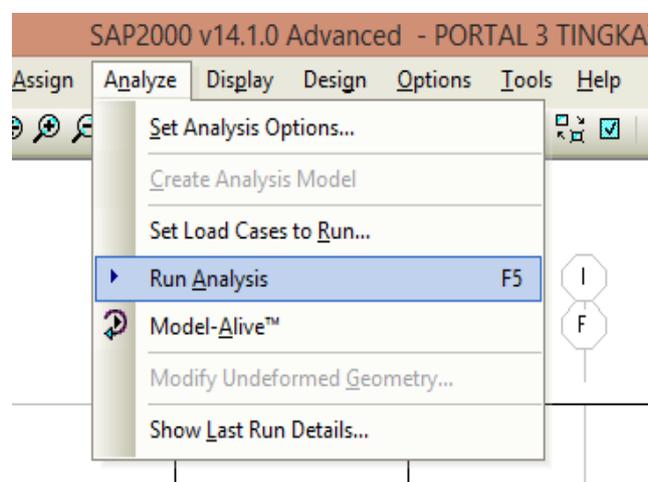
Untuk menginput data akibat beban mati klik batang portal pada model – pilih **Assign pada toolbar - Frame Load – Distributed**, setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan.



Gambar 2.21 Penginputan akibat beban hidup

g. Run analisis

Setelah beban akibat beban mati dan hidup di input portal tersebut siap untuk di analisis menggunakan **Run Analisis**.



Gambar 2.22 Run Analisis

3. Portal akibat beban hidup

Portal ini ditinjau pada arah melintang dan memanjang. Perhitungan portal menggunakan cara yang sama dengan perhitungan portal akibat beban mati. Pembebanan pada portal akibat beban hidup:

- 1) Beban hidup untuk pelat lantai diambil sebesar 250 kg/m^2 (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung SKBI-1.3.53.19876. hal 12)
- 2) Beban hidup pada atap diambil sebesar 100 kg/m^2

2.4.4 Balok

Balok adalah batang horizontal dari rangka struktural yang memikul beban tegak lurus sepanjang beban tersebut (biasanya berasal dari dinding, pelat, atau atap bangunan) dan mentransfer beban menuju elemen-elemen kolom penopang. Selain itu ring balok juga berfungsi sebagai pengikat kolom-kolom agar apabila terjadi pergerakan kolom-kolom tersebut tetap bersatu padu mempertahankan bentuk dan posisinya semula. Dalam perencanaannya, suatu balok dapat mempunyai bermacam-macam ukuran atau dimensi, sesuai jenis dan besar beban yang akan dipikul oleh balok itu sendiri. Namun, dimensi tersebut harus memiliki efisien tinggi agar dapat memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan sebagai standar perhitungan struktur beton di Indonesia (SK SNI T-15-1991-03).

Langkah-langkah perhitungan dan merencanakan balok :

1. Gaya lintang design balok maksimum

$$U = 1,2 D + 1,6 L \quad (\text{Istimawan 1994 : 40})$$

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

$$Mu = 1,2 MDL + 1,6 MLL \quad (\text{Istimawan 1994 : 40})$$

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) $k = \frac{Mu}{\phi b d^2}$ → didapat nilai (dari tabel Istimawan.
- 3) $\rho = \frac{As}{b \cdot d}$
- 4) Pilih tulangan dengan syarat $As_{terpasang} \geq As_{direncanakan}$

b. Penulangan lentur pada tumpuan

- 1) $k = \frac{Mu}{\phi b_{eff} d^2}$ → didapat nilai (dari tabel.
- 2) $\rho = \frac{As}{b_{eff} \cdot D}$
- 3) 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

$$V_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) \times b_w \times d \quad (\text{Istimawan 1994 : 112})$$

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

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

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

Dimana : $V_n = V_c + V_s$

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

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad (\text{Istimawan 1994 : 116})$$

$$S_{perlu} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \quad (\text{Istimawan 1994 : 116})$$

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

2.4.5 Kolom

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang bertugas menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil (Dipohisodo,1994).

Karena kolom merupakan komponen tekan, maka kegagalan pada satu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan keruntuhan lantai yang bersangkutan dan juga keruntuhan total seluruh struktur. Oleh karena itu dalam merencanakan kolom perlu lebih waspada yaitu dengan memberikan kekuatan cadangan yang lebih tinggi dari balok.

Adapun jenis-jenis kolom yaitu :

- a. Kolom segi empat atau bujur sangkar dengan sengkang
- b. Kolom bulat dengan sengkang dan spiral
- c. Kolom komposit (beton dan profil baja)

Dari semua jenis kolom tersebut, kolom segi empat atau bujur sangkar merupakan jenis yang paling banyak digunakan, karena lebih murah dan mudah pengerjaannya.

Langkah-langkah perhitungan dan merencanakan 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 tulangnya 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.

$$\beta = \frac{12D}{(12D + 16L)} \quad (\text{Gideon 1994 : 186})$$

Keterangan : β = rasio bentang bersih arah memanjang

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan Tarik

5. Modulus Elastisitas

$$E = 4 \sqrt{f_c} \text{ MPa} \quad (\text{Gideon 1994 : 186})$$

6. Nilai kekakuan kolom dan balok

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

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

$$EI_k = \frac{EI_g}{2(1+\beta)} \rightarrow \text{untuk kolom} \quad (\text{Gideon 1994 : 186})$$

$$EI_b = \frac{EI_g}{(1+\beta)} \rightarrow \text{untuk balok} \quad (\text{Gideon 1994 : 186})$$

7. Nilai eksentrisitas

$$e = \frac{M_U}{P_U} \quad (\text{Gideon 1994 : 183})$$

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

$$\Psi = \frac{\sum \frac{E \cdot I_k}{L_k}}{\sum \frac{E \cdot I_b}{L_b}} \quad (\text{Gideon 1994 : 188})$$

9. Angka kelangsingan kolom

Kolom langsing dengan ketentuan :

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

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

(Istimawan 1994 : 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



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

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



→ kolom dengan pengaku

$Cm = 1,0$ → kolom tanpa pengaku (Istimawan 1994 : 335-336)

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 1%-8% luas kolom

$$\rho = \rho' = \frac{A_s}{bc} \rightarrow A_s = A_s' \quad (\text{Istimawan 1994 : 325})$$

12. Tentukan tulangan yang dipakai

$$\rho = \rho' = \frac{A_{s_{pak}}}{bd}$$

13. Memeriksa P_u terhadap beban seimbang

$$d = h - d'$$

$$Cb = \frac{600}{600f_s}$$

$$a_b = f_c'$$

$$f_s' = \left(\frac{Cb}{Cb} \right) f_c'$$

$$f_s' = f_c'$$

$$(P_n = (0,85 \times f_c' \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y) \quad (\text{Istimawan 1994 : 324})$$

$$(P_n = P_u \rightarrow \text{beton belum hancur pada daerah tarik}$$

$$(P_n < P_u \rightarrow \text{beton hancur pada daerah tarik}$$

14. Memeriksa kekuatan penampang

a. Akibat keruntuhan tarik

$$P_n = \left[\frac{A_s f_y}{2} + \frac{A_s' f_c'}{2} \right] \left[\frac{h}{2} - \frac{e}{2} \right] + \frac{A_s f_y}{2} \left[\frac{h}{2} - \frac{e}{2} \right]$$

b. Akibat keruntuhan tekan

$$P_n = \frac{A_s f_y}{\left(\frac{e}{d} \right) + 1} + \frac{A_s' f_c'}{\left(\frac{3e}{d} \right) + 1} \quad (\text{Istimawan 1994 : 320-322})$$

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

2.4.8 Perencanaan sloof

Sloof merupakan salah satu struktur bawah suatu bangunan yang menghubungkan pondasi dan berfungsi sebagai penerima beban dinding di atasnya. Selain itu fungsi utama balok sloof adalah sebagai pengikat antar pondasi sehingga diharapkan bila terjadi penurunan pada pondasi, penurunan itu dapat tertahan atau akan terjadi secara bersamaan (Anugrah Pamungkas dan Erny Harianti 2013:97) Hal-hal yang perlu diperhatikan pada perencanaan dan perhitungan sloof :

1. Penentuan dimensi sloof
2. Penentuan pembebanan pada sloof
3. Penentuan pembebanan Berat sloof
4. Berat dinding dan plesteran

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

$$U = 1,2 D + 1,6 L \quad (\text{Istimawan 1994 : 40})$$

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

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

$$As = (\rho) \cdot b \cdot d \quad (\text{Gideon 1994 : 54})$$

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

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

$$As = (\rho) \cdot b \cdot d \quad (\text{Gideon 1994 : 54})$$

- 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

$$V_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) \times b_w \times d \quad (\text{Istimawan 1994 : 112})$$

- $V \leq \emptyset V_c$ (tidak perlu tulangan geser) (Istimawan 1994 : 113)

- $V_u \leq \phi V_n$
- $V_n = V_c + V_s$
- $V_u \leq \phi V_c + \phi V_s$ (Istimawan 1994 : 114)
- $S_{perlu} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$ (Istimawan 1994 : 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

2.4.9 Perencanaan pondasi

Pondasi umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah, dan telapak pondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah. Sebagaimana yang menjadi tugasnya, telapak pondasi harus memenuhi persyaratan untuk mampu dengan aman menebarkan beban yang diteruskannya sedemikian rupa sehingga kapasitas atau daya dukung tanah tidak dilampaui (Istimawan Dipohusodo, 1994:342).

Tiang pancang bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton dan/atau baja, yang digunakan untuk menenruskan (mentransmisikan) bebabn-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah dalam massa tanah (Joseph E.Bowles,1991:193).

Pondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang berfungsi untuk menempatkan bangunan dan menerima penyaluran beban dari struktur atas ke

tanah dasar pondasi yang cukup kuat menahannya tanpa terjadinya diperensial settlement pada sistem strukturnya.

Secara umum terdapat dua macam pondasi, yaitu :

1. Pondasi Dangkal

Dipakai untuk bangunan bertanah keras atau bangunan-bangunan sederhana.

Yang termasuk pondasi dangkal antara lain :

- Pondasi batu kali setempat
- Pondasi lajur batu kali
- Pondasi tapak atau pelat beton setempat
- Pondasi beton lajur
- Pondasi Strauss

2. Pondasi Dalam

Dipakai untuk bangunan bertanah lembek, bangunan berbenteng lebar (memiliki jarak kolom lebih dari 6 meter), dan bangunan bertingkat.

Yang termasuk pondasi dalam anatara lain :

- Pondasi tiang pancang (beton, besi, pipa baja)
- Pondasi sumuran
- Pondasi Bored Pile

Berdasarkan data hasil sondir tanah pada lokasi pembangunan Kantor Camat Kertapati Kota Palembang yang dijadikan sebagai materi dalam laporan akhir ini, maka jenis pondasi yang dipilih adalah pondasi dalam yaitu pondasi tiang pancang dengan material beton.

Tabel 2.7 Beban Ijin Pondasi Tiang

Jenis Tiang	Beban Ijin (ton)
Kayu	15 - 30
Komposit	20 - 30
Beton cor ditempat	30 - 50
Beton precast	30 - 50

Pipa baja diisi beton	40 - 60
Baja profil H, I	30 - 60

Sumber : Analisa dan Desain Pondasi, J.E Bowles Hal 354

Tabel 2.8 Panjang Pondasi Tiang

Jenis Tiang	Panjang maksimum (m)
Kayu	15 - 18
Komposit	45
Beton cor ditempat	15 - 30
Beton precast	15 - 18
Pipa baja diisi beton	Tak terbatas
Baja profil H, I	Tak terbatas

Sumber : Analisa dan Desain Pondasi, J.E Bowles 1997 : 354

Langkah-langkah perencanaan pondasi adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan daya dukung ijin tanah melalui perhitungan dengan berdasarkan data-data yang ada.

Berdasarkan kekuatan bahan tiang pancang :

$$Q_{\text{tiang}} = 0,3 \times f'_c \times A_{\text{tiang}}$$

Berdasarkan kekuatan tanah :

$$Q_{\text{ijin}} = \frac{NK \times A_b}{F_b} + \frac{JPH \times O}{F_s}$$

Dimana : NK = nilai konus

JPH = jumlah hambatan pekat

A_b = luas tiang

O = keliling tiang

F_b = faktor keamanan daya dukung ujung. = 3

F_s = faktor keamanan daya dukung gesek. = 5

- b. Menentukan jumlah tiang pancang

$$N = \frac{P_{\text{total}}}{Q}$$

- c. Menentukan jarak antar tiang

Apabila setelah dilakukan perhitungan jumlah tiang pancang langkah perencanaan selanjutnya adalah menentukan jarak antara masing-masing tiang pancang.

$$S = 2,5d - 3d$$

Dimana : d = ukuran pile (tiang)

S = Jarak antar tiang

d. Menentukan Efisiensi Kelompok Tiang

Menentukan efisiensi kelompok tiang dilakukan setelah mengetahui hasil perhitungan jumlah tiang pancang. Perhitungan efisiensi kelompok tiang ini dilakukan apabila setelah didapat hasil perhitungan jumlah tiang yang lebih dari satu buah tiang. Nilai efisiensi tiang pancang (E_g) dapat di tentukan dengan rumus berikut ini.

$$E_g = 1 - \frac{\theta}{90} \left\{ \frac{(m-1)n + (n-1)m}{mn} \right\} \rightarrow \text{arc. tan } \frac{d}{s}$$

Dimana: d = Ukuran Pile (tiang)

S = Jarak Antar tiang

e. Menentukan Kemampuan Tiang Pancang Terhadap sumbu X dan Y

$$P = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{M_y \cdot X_{max}}{n_y \cdot \sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_{max}}{n_x \cdot \sum y^2}$$

Dimana :

P : Beban yang diterima oleh tiang pancang

Σ : Jumlah total beban

M_x : Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu X

M_y : Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu Y

N : Banyak tiang pancang dalam kelompok tiang (pilegroup)

X_{max} : Absis terjatuh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang pancang.

Y_{max} : Ordinat terjatuh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang pancang.

N_y : Banyak tiang pancang dalam satu baris dalam arah sumbu Y

N_x : Banyak tiang pancang dalam satu baris dalam arah sumbu X

ΣX^2 : Jumlah kuadrat absis-absis tiang pancang.

ΣY^2 : Jumlah kuadrat ordinat-ordinat tiang pancang.

Kontrol kemampuan tiang pancang

$$P_{\text{ijin}} = \frac{P}{n}$$

$$P_{\text{ijin}} < P$$

f. Penulangan Tiang Pancang

Penulangan tiang pancang dihitung berdasarkan kebutuhan pada waktu pengangkatan.

1) Tulangan Pokok Tiang Pancang

- Menghitung nilai k dengan rumus $K = \frac{M_{\text{max}}}{\phi b d^2}$

Dari tabel A-10 (Istimawan) didapat k untuk ρ

- Menghitung A_s dengan rumus

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

Dengan : b = ukuran tiang

d = tinggi efektif

- Menentukan jumlah tulangan selain dengan menggunakan tabel di buku beton bertulang Istimawan Dipohusodo dapat di hitung dengan :

$$n = \frac{A_s}{1/4\pi D^2}$$

Dengan :

A_s = Luas tulangan yang dibutuhkan

D = Diameter tulangan

2) Tulangan Geser Tiang Pancang

V_u rencana didapat dari pola pengangkatan sebagai berikut :

$$\phi V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b w \cdot d$$

$V_u < \phi V_c \Rightarrow$ Diperlukan Tulangan Geser

$$A_v = \frac{\pi d^2}{2}$$

$$S = \frac{3 \cdot A_v \cdot f_y}{b}$$

$$S = \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{V_u - \phi V_c}$$

Syarat sengkang $\rightarrow S_{\text{maks}} = \frac{1}{2} \cdot d$ efektif

g. Perhitungan Pile Cap

Pile cap merupakan bagian yang mengikat dan mengunci posisi tiang pancang. Langkah-langkah perencanaan pile cap :

- a. Menentukan beban yang bekerja

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

- b. Menentukan dimensi pile cap

- Menentukan panjang Pilecap

$$L_w = (k + 1) \times D + 300$$

- Menentukan lebar pile cap

$$b_w = D + 300$$

Dengan :

L_w = Panjang pile cap (mm)

D = Ukuran pile (tiang) (mm)

k = Variabel jarak pile cap

2.5 Pengelolaan Proyek

Manajemen proyek adalah kegiatan merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Sedangkan pengelolaan proyek itu sendiri 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.

2.5.1 Rencana kerja dan syarat-syarat (RKS)

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.

2.5.2 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. Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda dimasing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. (Bachtiar Ibrahim. *Rencana dan Estimate Real of Cost*).

Rencana Anggaran Biaya (RAB) dipengaruhi oleh besarnya analisa harga satuan dan volume.

a) Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah perhitungan biaya-biaya per satuan volume yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Dari harga-harga yang terdapat dalam analisa harga satuan ini akan didapat harga keseluruhan dari hasil perkalian dengan volume pekerjaan. Dan dalam menejemen proyek analisa harga satuan akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya.

b) Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah jumlah keseluruhan dari banyaknya suatu pekerjaan yang ada serta dihitung dalam setiap jenis pekerjaan. Volume pekerjaan berguna untuk menunjukkan banyaknya kuantitas dari suatu pekerjaan agar didapat harga keseluruhan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek.

2.5.3 Rencana Pelaksanaan

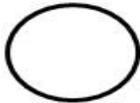
a) NWP (*Network Planning*)

Dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi dibutuhkan suatu perencanaan waktu yang akan diperlukan untuk menyelesaikan tiap bagian pekerjaan yang akan dilaksanakan. NWP (*Network Planning*) adalah suatu alat pengendalian pekerjaan di lapangan yang ditandai dengan simbol tertentu berupa urutan kegiatan dalam suatu proyek yang berfungsi untuk memperlancar pekerjaan. Adapun manfaat NWP (*Network Planning*) adalah sebagai berikut :

- Mengkoordinasi antar kegiatan
- Mengetahui apakah suatu kegiatan tergantung atau tidak dengan kegiatan lainnya
- Mengetahui pekerjaan apa yang harus lebih dahulu diselesaikan
- Mengetahui berapa hari suatu proyek dapat diselesaikan.

Bahasa / simbol-simbol diagram network

Tabel 2.9 Penggunaan Bahasa/Simbol-Simbol

No	Simbol	Keterangan
1		<i>Arrow</i> , bentuknya merupakan anak panah yang artinya aktivitas/kegiatan : adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan "duration" (jangka Waktu Tertentu) dan "Resources" (Tenaga, equipment, Material dan Baiaya) tertentu.
2		<i>Node/event</i> , bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian : adalah permulaan atau akhir dari satua atau lebih kegiatan-kegiatan.
3		<i>Double arrow</i> , Anak panah sejajar, merupakan kegiatan di Lintasan Kritis (Critical Path)
4		<i>Dummy</i> , Bentuknya merupakan anak panah terputus-putus yang artinya kegiatan semu atau aktivitas semu : adalah bukan kegiatan/aktivitas tetapi dianggap kegiatan/aktivitas, hanya saja tidak membutuhkan duration dan resource tertentu.

b) *Barchart*

Barchart adalah diagram alur pelaksanaan pekerjaan yang dibuat untuk menentukan waktu penyelesaian atau untuk menentukan bobot pekerjaan yang dibutuhkan. Hal – hal yang perlu ditampilkan dalam barchart adalah antara lain :

- Jenis pekerjaan
- Durasi waktu pelaksanaan pekerjaan
- Alur pekerjaan

c) Kurva S

Kurva S merupakan kurva yang menggambarkan kumulatif progres pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Kurva tersebut dibuat berdasarkan rencana atau pelaksanaan progres pekerjaan dari setiap pekerjaan atau 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.