

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Uraian Umum

Konstruksi suatu bangunan adalah suatu kesatuan dan rangkaian dari beberapa elemen yang di rencanakan agar mampu menerima beban dari luar maupun berat sendiri tanpa mengalami perubahan bentuk yang melampaui batas persyaratan.

Perencanaan adalah bagian yang terpenting dari pembangunan suatu bangunan. Perencanaan dapat didefinisikan sebagai campuran antara seni dan ilmu pengetahuan yang dikombinasikan dengan intuisi seorang ahli struktur mengenai perilaku struktur dengan dasar-dasar pengetahuan dalam statika, dinamika, mekanika bahan, dan analisa struktur, untuk menghasilkan suatu struktur yang ekonomis dan aman, selama masa layannya (*Setiawan, 2008:1*).

Didalam suatu perencanaan harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan sesuai dengan peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia, yaitu:

1. Kuat

Struktur gedung harus direncanakan kekuatan batasnya terhadap pembebanan.

2. Kokoh

Struktur gedung harus direncanakan kokoh agar deformasi yang terjadi tidak melebihi deformasi yang telah ditentukan.

3. Ekonomis

Setiap konstruksi yang dibangun harus semurah mungkin dan disesuaikan dengan biaya yang ada tanpa mengurangi mutu dan kekuatan bangunan.

4. Artistik (Estetika)

Konstruksi yang dibangun harus memperhatikan aspek-aspek keindahan, tata letak dan bentuk sehingga orang-orang yang menempatnya akan merasa aman dan nyaman.

2.2 Ruang Lingkup Perencanaan

Ruang lingkup dari suatu perencanaan bangunan gedung meliputi dua struktur pendukung bangunan yaitu :

1. Struktur Bangunan Atas (*Upper Structure*)

Struktur bangunan atas harus sanggup mewujudkan perencanaan dari segi arsitektur dan harus mampu menjamin mutu baik dari segi keamanan maupun kenyamanan bagi penggunaannya. Untuk itu, bahan bangunan yang nantinya akan digunakan sebagai bahan dasar dari konstruksi hendaknya memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Tahan Api.
- Kuat.
- Mudah diperoleh, dalam arti tidak memerlukan biaya mobilisasi bahan yang demikian tinggi.
- Awet untuk jangka waktu pemakaian yang lama.
- Ekonomis, dengan perawatan yang relatif mudah.

Dari kriteria-kriteria yang tersebut diatas, maka sebagai komposisi struktur utama dari bangunan ini menggunakan struktur beton bertulang.

Perhitungan perencanaan untuk bangunan struktur atas ini meliputi :

- Atap
- Perhitungan Pelat Beton
- Perhitungan Tangga
- Perhitungan Portal
- Perhitungan Balok
- Perhitungan Kolom

2. Struktur Bangunan Bawah (*Sub Structure*)

Struktur bangunan bawah merupakan sistem pendukung bangunan yang menerima beban struktur atas, untuk diteruskan ke tanah dibawahnya.

Perhitungan perencanaan struktur bagian bawah (*Sub Structure*) ini meliputi :

- Perhitungan Sloof

- Perhitungan Pondasi

Dari kedua struktur tersebut, harus direncanakan kekuatannya terhadap pembebanan. Adapun jenis pembebanannya antara lain :

- a. Beban Mati (Beban Tetap)

Adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin, serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu. (*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983: hal 7 pasal 1 (1)*).

- b. Beban Hidup (Sementara)

Beban hidup adalah beban gravitasi yang bekerja pada struktur dalam masa layannya, dan timbul akibat penggunaan suatu gedung. Yang termasuk beban ini adalah beban yang diakibatkan dari beban manusia, perabotan yang dapat berpindah-pindah, kendaraan, dan barang-barang lain. Karena besar dan lokasi beban yang senantiasa berubah-ubah, Khusus pada atap kedalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan baik akibat gedangan maupu akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air (SNI 03-1729-1987).

- Beban Hujan

Dalam perhitungan beban hujan diasumsikan sebagai beban yang bekerja tegak lurus terhadap bidang atap dan koefisien beban hujan ditetapkan sebesar $(40-0,8\alpha)$ kg/m² dan α sebaai sudut atap, dengan ketentuan bahwa beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari 20 kg/m² dan tidak perlu ditinjau bila kemiringan atap lebih besar dari 50°. (*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983: hal 13 pasal 3.2 (2(a))*).

- Beban Angin

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

bidang-bidang yang ditinjau. (*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983: hal 7 pasal 1 (3)*).

2.3 Dasar-dasar Perencanaan

Dalam menyelesaikan perhitungan struktur bangunan Gedung A Tunas Auto Graha di Prabumulih, 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 (SK SNI T-15-1991- 03).
2. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (SKBI – 1,3,53. 1987).
3. SNI-1726-2002 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung.

2.4 Teori Perhitungan Struktur

Dalam pekerjaan suatu konstruksi bangunan, diperlukan beberapa teori perhitungan agar hasil dari perhitungan dapat menjadi acuan dan konstruksi dapat menahan beban dengan sempurna, baik itu beban sendiri maupun pembebanan lainnya. Berikut struktur bangunan yang memerlukan metode perhitungan yaitu :

2.4.1 Perencanaan Atap

1. Gording

Struktur gording direncanakan kekuatannya berdasarkan pembebanan dari beban mati, dan beban hidup.

a. Pembebanan

Adapun beban yang bekerja pada gording sebagai berikut :

1) Beban mati (q_D)

Terdiri dari :

a) Berat sendiri gording

- b) Berat atap
- 2) Beban hidup (q_L)
Terdiri dari
- a) Beban air hujan
- 3) Beban angin (w)

b. Kombinasi pembebanan :

- 1) Kuat perlu (U) yang menahan beban mati (D) dan beban hidup (L) paling tidak harus sama dengan :

$$U = 1,2 D + 1,6 L \dots\dots\dots \text{SNI 03-1729-2002 hal 13}$$

- 2) Kuat perlu (U) yang sama menahan beban angin (W), beban mati (D) dan beban hidup (L)

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,8 W \dots \text{SNI 03-1729-2002 hal 13}$$

- 3) Kuat perlu (U) yang menahan beban angin (W), beban mati (D) dan beban hidup (L) kosong

$$U = 0,9 D + 1,3 W \dots\dots\dots \text{SNI 03-1729-2002 hal 13}$$

a. Kontrol kekuatan

$$\frac{M_{ux}}{\phi \cdot b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi \cdot M_{ny}} \leq 1$$

b. Kontrol kekakuan

$$\Delta = \frac{1}{48} \left(\frac{P \cdot L^3}{E \cdot I} \right) \longrightarrow \text{untuk beban terpusat di tengah bentang}$$

(Beban Pekerja)

$$\Delta = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} \longrightarrow \text{untuk beban merata}$$

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

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

2. Trekstang

Cara perhitungan diambil dari kombinasi pembebanan gording dan menggunakan beban terfaktor.

V yang diambil adalah yang terbesar untuk menentukan luas dan diameter trekstang tersebut.

$$V = f_y \cdot A_{\text{Trekstang}}$$

$$V = f_y \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d^2$$

$$D_{\text{Trekstang}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{f_y \cdot \pi}}$$

2.4.2 Pelat Beton

Pelat beton bertulang dalam suatu struktur bangunan biasanya dipakai pada konstruksi lantai dan atap. Suatu pelat yang ditumpu oleh balok pada keempat sisinya terbagi atas dua macam berdasarkan geometrinya, yaitu :

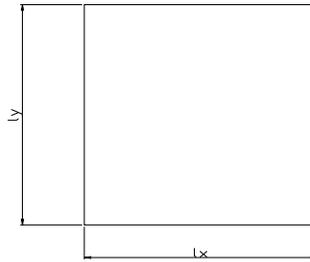
1. Pelat Satu Arah (*One Way Slab*)

Pelat satu arah yaitu suatu lantai beton yang sistem pendukungnya (berupa balok) berada di sisi kiri dan kanan pelat.

Ciri-cirinya adalah :

- Pelat ditumpu pada sisi yang saling berhadapan
- Pelat persegi yang mempunyai balok pendukung pada keempat sisinya dengan perbandingan antar sisi panjang pelat atau bentang panjang (l_y) dan sisi lebar pelat atau bentang pendek (l_x) $> 2,0$ atau secara

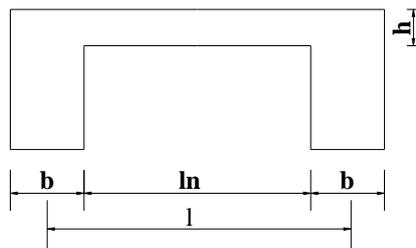
matematis dapat ditulis $\frac{l_y}{l_x} > 2,0$



- Desain pelat satu arah sama seperti perencanaan penulangan untuk balok, hanya saja pada pelat tidak diizinkan diberi penulangan geser.
- Penulangan melintang (tegak lurus terhadap tulangan utama) harus diberikan untuk menahan susut dan akibat perubahan temperatur.

Secara umum, langkah-langkah perhitungan pelat satu arah didasarkan pada kriteria-kriteria berikut ini :

a) Bentang Teoritis



Batang tarik pelat :

$$L = L_n + (2 \times \frac{1}{2} b)$$

jika $b > 2h$ maka,

$$L = L + 100 \text{ mm}$$

b) Tabel Pelat (h minimum)

Tabel 2.1 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	$1/16 l$	$1/21 l$	$1/18,5 l$	$1/24,5 l$	$1/21 l$	$1/28 l$	$1/8 l$	$1/11 l$

Nilai diatas berlaku untuk $f_y = 240$ dan 400 Mpa

Untuk nilai f_y lain di kalikan dengan faktor $[0,4 + \frac{f_y}{700}]$

$$\text{Misal : } h_{\text{min}} = \text{Koefisien } f_y \times L_{\text{teoritis}} \times \left[0,4 + \frac{f_y}{700} \right]$$

Keterangan: L = Panjang Teoritis

c) Pembebanan

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

- Beban mati
 - Berat beton bertulang 2400 kg/m^3
 - Berat penutup lantai dari ubin tanpa adukan yaitu 24 kg/m^3
 - Berat adukan spesi, per cm tebal yaitu 21 kg/m^2
 - 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).

d) Selimut Beton (p)

Tabel 2.2 Tebal Minimum Penutup Beton Tulangan Terluar dalam Satuan

Komponen Struktur	Beton yang tidak langsung berhubungan dengan tanah atau cuaca (mm)	Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca (mm)
Lantai/dinding	< Ø 36 : 20 > Ø 36 : 40	< Ø16 : 40 > Ø16 : 50
Balok	Seluruh diameter : 40	< Ø16 : 40 > Ø16 : 50
Kolom	Seluruh diameter : 40	< Ø16 : 40 > Ø16 : 50

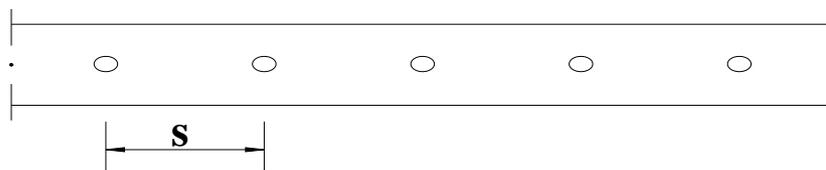
Sumber : (SK-SNI-T-15-1991-03 ayat 3.16.7 hal. 150)

e) Menentukan tulangan pelat

Tentukan nilai $k = \frac{Mu}{bd^2}$ 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.*)

f) Jarak Tulangan-tulangan



Sumber : (SK SNI T-15-1991-03 ayat 3.16.6 hal.149)

$S_{min} = 40 \text{ mm}$

$S_{max} = 1,5 h$ atau 250 mm (ambil terkecil)

g) Tulangan Pembagi

A (luas tulangan) pembagi : $0,0018 bh$ untuk $f_y : 400 \text{ Mpa}$

A (luas tulangan) pembagi : $0,0020 bh$ untuk $f_y : 240 \text{ Mpa}$

Tabel 2.3 Diameter Minimum Tulangan Pembagi

Diameter Minimum	$F_y = 2400$	$F_y = 400$
Tulangan utama	$\emptyset 8 \text{ mm}$	$\emptyset 6 \text{ mm}$
Tulangan Pembagi atas	$\emptyset 8 \text{ mm}$	$\emptyset 6 \text{ mm}$
Tulangan pembagi bawah	$\emptyset 6 \text{ mm}$	$\emptyset 6 \text{ mm}$

h) Batasan Tulangan

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{max} = 0,75 \frac{0,85 f_c'}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

Tabel 2.4 Nilai – nilai pmax pada nilai fy dan fc' tertentu

	Fc'				
	15	20	25	30	35
Fy = 240	0,0242	0,0323	0,0404	0,0484	0,0538
Fy = 400	0,0122	0,0163	0,0203	0,0244	0,0271

Geser tidak diperbolehkan , jika :

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$\leq \phi (V_c + V_s) ; V_s = 0 \text{ (tidak boleh pakai sengkang)}$$

$$\leq \phi V_c$$

$$V_u \leq \phi \frac{1}{6} \times \sqrt{f'c'} \times b \times d$$

Keterangan :

ϕ = faktor reduksi geser (0,75)

V_c = Kekuatan geser beton

V_s = Kekuatan geser tulangan

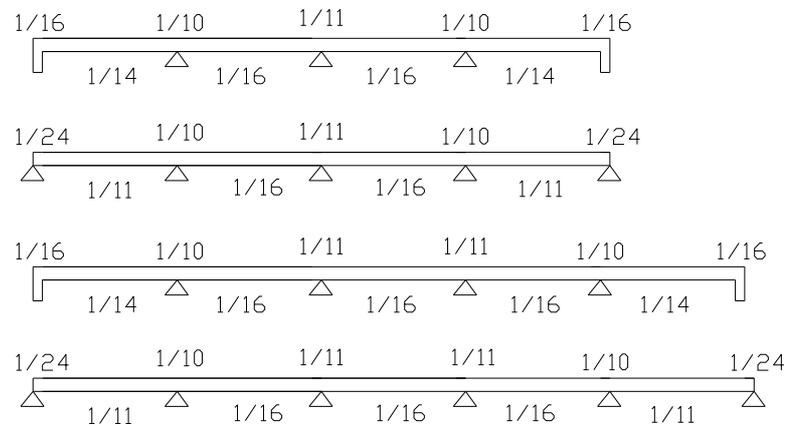
i) Koefisien momen dikalikan $W_u \times L_n^2$

$$\begin{array}{c} \frac{1}{16} \quad \quad \quad \frac{1}{9} \quad \quad \quad \frac{1}{16} \\ \left[\begin{array}{c} \frac{1}{14} \quad \triangle \quad \frac{1}{14} \end{array} \right] \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \frac{1}{24} \quad \quad \quad \frac{1}{9} \quad \quad \quad \frac{1}{24} \\ \left[\begin{array}{c} \triangle \quad \frac{1}{11} \quad \triangle \quad \frac{1}{11} \quad \triangle \end{array} \right] \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \frac{1}{16} \quad \quad \quad \frac{1}{10} \quad \quad \quad \frac{1}{10} \quad \quad \quad \frac{1}{16} \\ \left[\begin{array}{c} \frac{1}{14} \quad \triangle \quad \frac{1}{16} \quad \triangle \quad \frac{1}{14} \end{array} \right] \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \frac{1}{24} \quad \quad \quad \frac{1}{10} \quad \quad \quad \frac{1}{10} \quad \quad \quad \frac{1}{24} \\ \left[\begin{array}{c} \triangle \quad \frac{1}{11} \quad \triangle \quad \frac{1}{16} \quad \triangle \quad \frac{1}{11} \quad \triangle \end{array} \right] \end{array}$$



Gambar 2.1 Koefisien momen dikalikan $W_u \times L_n^2$

Dengan catatan :

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

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

$$\text{Syarat : } \frac{l_y}{l_x} \leq 2$$

Langkah-langkah perhitungan pelat dua arah didasarkan pada kriteria-kriteria berikut ini :

a) Tebal Pelat

Menurut SNI tahun 2002 hal 65-66 adalah sebagai berikut :

- $\alpha_m \leq 2,0$ untuk : Pelat tanpa penebalan Minimum = 120 mm
Pelat dengan penebalan minimum = 100 mm

- $\alpha_m \geq 2,0 < 2,0$

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

tetapi tidak boleh kurang dari 120 mm

$$- \alpha_m > 2,0$$

$$h_{\min} = \frac{\ln(0,8 - \frac{fy}{1500})}{36 - 9\beta}$$

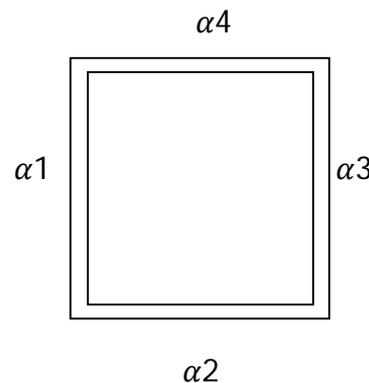
tetapi tidak boleh kurang dari 90 mm

Keterangan : L_n = Bentang bersih

$$\beta = \frac{\text{Bentang bersih yang panjang}}{\text{Bentang bersih yang pendek}}$$

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

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



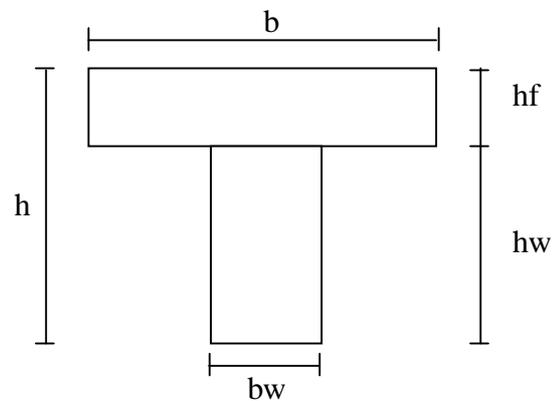
$$\alpha = \frac{EI_{\text{balok}}}{EI_{\text{pelat}}}$$

Jika mutu beton balok dan pelat sama
maka :

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

Kekakuan balok berdasarkan SNI 2002 hal 138 :

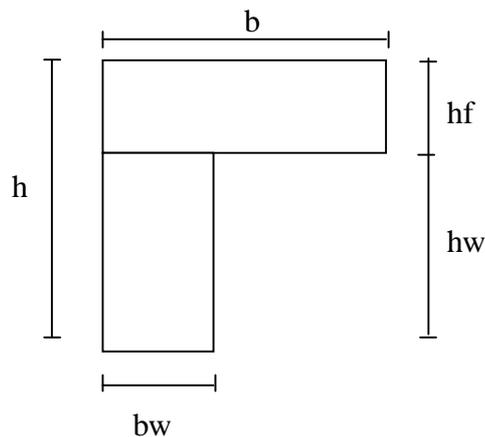
Balok – T :



Lebar efektif :

$$\left. \begin{array}{l} b = b_w + 2 h_w \\ b = b_w + 8 h_f \end{array} \right\} \text{ambil nilai terkecil}$$

Balok – L :



Lebar efektif :

$$\left. \begin{array}{l} b = b_w + h_w \\ b = b_w + 4 h_f \end{array} \right\} \text{ambil nilai terkecil}$$

- c) Menghitung beban yang bekerja pada pelat (beban mati dan beban hidup). Kemudian hasil perhitungan akibat beban mati dan beban hidup dikali dengan factor beban untuk mendapatkan nilai beban terfaktor.

$$W_u = 1,2 DL + 1,6 LL$$

- d) Mencari Momen

Mencari momen yang bekerja pada arah x dan y, dengan cara penyaluran “metode amplop” (*Gideon Kusuma, 1996*).

- e) Mencari tebal efektif pelat (SK SNI-03-2847-2002)

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

$$D_x = h - p - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan arah x}$$

$$D_y = h - p - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan arah y} - \emptyset_x$$

- f) Mencari nilai koefisien tahanan (k)

$$\text{Faktor reduksi } \Theta = 0,80$$

$$K = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2}$$

Keterangan :

k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan (Mpa)

Mu = Momen terfaktor pada penampang (KN / m)

b = lebar penampang (mm) diambil 1 m

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

Ø = faktor Kuat Rencana (*SNI 2002 Pasal 11.3, hal 61*)

g) Mencari rasio penulangan (ρ)

Rasio penulangan ini didapat berdasarkan koefisien tahanan (k) yang telah didapat sebelumnya. Dengan menggunakan tabel A-11 (*Dipohusodo I, Struktur Beton Bertulang, Penerbit Gramedia Pustaka Utama hal 446*).

h) Mencari luas tulangan (As)

$$As = \rho \cdot b \cdot d$$

i) Mencari jumlah tulangan (n)

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4} \pi \phi^2}$$

j) Mencari jarak antar tulangan (s)

$$s = \frac{1000mm}{n}$$

k) Mamasang Tulangan

Untuk arah y sama dengan langkah-langkah pada arah x, hanya perlu diingat bahwa tinggi efektif arah y (dy) tidak sama dengan yang digunakan dalam arah x → $dy = h - p - \phi_{arah\ x} - \phi_{arah\ y}$

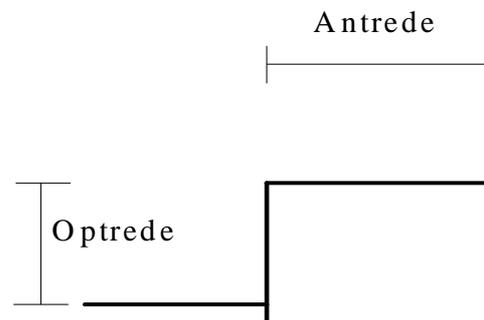
2.4.3 Tangga

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. (*Ilmu Bangunan Gedung.1993. Drs. IK. Sapribadi.hal 10*).

Tangga secara umum terdiri :

1. Anak Tangga (*Trede*)

Adalah bagian dari tangga yang berfungsi untuk memijakkan/melangkahkan kaki ke arah vertikal maupun horizontal (datar). Bidang *trede* datar yang merupakan tempat berpijaknya telapak kaki dinamakan *Aantrede*, sedangkan bidang *trede* tegak yang merupakan selisih tinggi antara dua *trede* yang berurutan dinamakan *Optrede* (langkah tegak/naik).



Gambar 2.2 Anak Tangga (menjelaskan posisi optride antride)

Adapun ketentuan-ketentuan konstruksi tangga yaitu :

- a) Untuk bangunan rumah tinggal
 - *Antrede* = 25 cm (minimum)
 - *Optrede* = 20 cm (maksimum)
 - Lebar tangga = 80 – 100 cm
- b) Untuk perkantoran dan lain-lain
 - *Antrede* = 25 cm (minimum)
 - *Optrede* = 17 cm (maksimum)

- Lebar tangga = 120 - 200 cm
- c) Syarat langkah 1 anak tangga
- Cara 1
 - 2 $optrede + 1 antrede = 57 - 70$ cm
 - Cara 2
 - 3 $optrede + 1 antrede = 77 - 85$ cm
- d) Sudut kemiringan
- Maksimum = 45°
 - Minimum = 25°

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

(Sumber : Supribadi, 1993 : 17)

2. Ibu Tangga (*Boom*)

Adalah bagian tangga berupa dua batang atau papan miring yang berfungsi menahan kedua ujung anak tangga (*trade*)

3. Bordes

Adalah 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) :

$$L = ln + a \text{ s/d } 2.a$$

Dimana : L = panjang bordes

ln = ukuran satu langkah normal datar

a = *Antrede*

Syarat Umum Tangga :

- Penempatannya
 - Penempatan tangga diusahakan sehemat mungkin menggunakan ruangan
 - Ditempatkan sedemikian rupa sehingga mudah ditemukan oleh banyak orang (bagi yang memerlukannya) dan mendapat sinar pada waktu siang hari.
 - Diusahakan penempatannya tidak mengganggu/ menghalangi lalu lintas orang banyak (untuk tangga ditempat-tempat yang ramai seperti tangga gedung bioskop, pasar dan lain-lain)
- Kekuatannya
 - Bila menggunakan bahan kayu hendaknya memakai kelas I atau II, agar nantinya tidak terjadi pelenturan /goyang
 - Kokoh dan stabil bila dilalui oleh sejumlah orang + barangnya sesuai dengan perencanaan
- Bentuknya
 - Bentuk konstruksi tangga diusahakan sederhana, layak, sehingga dengan mudah dan cepat dikerjakan serta murah biayanya.
 - Bentuknya rapih, indah dipandang dan serasi dengan keadaan disekitar tangga itu berada.

Langkah-langkah perhitungan tangga :

1. Mendesign tangga, antara lain :

a. Jumlah *Optrede* dan *Antrede* =
$$\frac{h}{tinggi\ optrede}$$

b. Menentukan ukuran *Optrede* dan *Antrede*

$$\text{Tinggi Optrede sebenarnya} = \frac{h}{\text{jumlah optrede}}$$

$$\text{Antrede} = L_n - 2 \text{ Optrede}$$

- c. Sudut kemiringan tangga

$$\text{Arc tan } \theta = \frac{\text{Optrede}}{\text{Antrede}}$$

- c. Panjang tangga , L

- d. Menentukan tebal pelat tangga

$$h \text{ min} = \frac{1}{28} L$$

2. Menentukan pembebanan pada anak tangga

- a. Beban Mati

- Berat sendiri bordes

- Berat anak tangga

$$Q = \left(\frac{\text{Antrede} \times \text{Optrede}}{2} \right) \left(\frac{\text{jumlah anak tangga}}{\text{panjang bentang tangga}} \right) \times 1 \text{ m}$$

x γ beton x $\cos \alpha$

- Berat penutup lantai (ubin + spesi), berat adukkan

- b. 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 :

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

3. Perhitungan tangga dengan menggunakan metode cross untuk mencari gaya-gaya yang bekerja.

- a. Kekakuan

$$K = \frac{4 EI}{L}$$

- b. Faktor Distribusi

$$\mu = \frac{K}{\epsilon k}$$

c. Momen Primer

$$M_{AB} = \frac{1}{12} \times W_u \times L^2$$

4. Perhitungan tulangan pada tangga

$d_{\text{efektif}} = h - p - \emptyset$ sengkang – $\frac{1}{2}$ tulangan utama

$$k = \frac{Mu}{\emptyset \times b \times d^2}$$

Nilai ρ dilihat dari tabel istimewa, Stuktur Beton bertulang hal 462 – 500

$$P_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$A_s = \rho \times b \times d$$

Tulangan Pembagi :

A (luas tulangan) pembagi : 0,0018 bh untuk f_y : 400 Mpa

A (luas tulangan) pembagi : 0,0020 bh untuk f_y : 240 Mpa

2.4.4 Portal

Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan dan fungsinya menahan beban sabagai satu kesatuan yang lengkap. Portal dihitung dengan menggunakan program SAP 2000.V14, portal yang dihitung adalah portal akibat beban mati, dan hidup. Langkah-langkah perencanaan portal akibat beban mati dan beban hidup :

1. Portal Akibat Beban Mati

Portal ini ditinjau pada arah melintang dan memanjang.

Pembebanan pada portal akibat beban mati, yaitu :

- Berat sendiri pelat
- Berat plafond + penggantung
- Berat penutup lantai
- Berat adukan
- Berat dari pasangan dinding bata

2. Portal akibat beban hidup

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

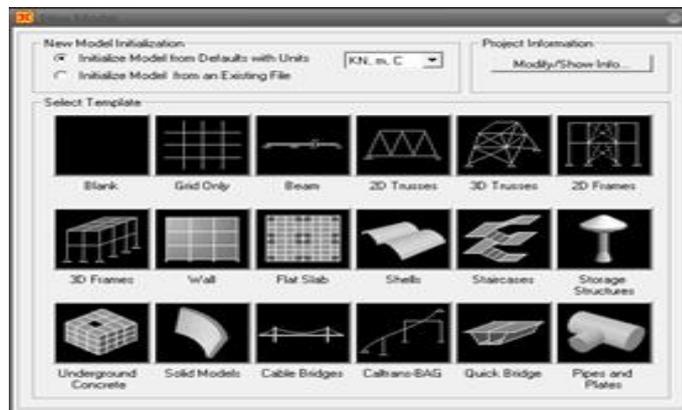
Pembebanan pada portal akibat beban hidup, yaitu :

- a. 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*)
- b. Beban hidup pada atap diambil sebesar 100 kg/m^2 .

Langkah- langkah menghitung portal dengan menggunakan Program SAP 2000.V14 :

1) Buat model struktur memanjang

- a. Mengklik file pada program untuk memilih model portal.



Gambar 2.3 Model Struktur Konstruksi

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

New Coord/Grid System

Cartesian | Cylindrical

System Name GLOBAL

Number of Grid Lines

X direction 8

Y direction 1

Z direction 6

Grid Spacing

X direction 288,

Y direction 288,

Z direction 144,

Edit Grid...

OK Cancel

2.4 Gambar Grid System

Define Grid System Data

System Name CSYS1 Units: MM, 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	6	Primary	Show	End
3	C	8	Primary	Show	End
4					
5					
6					
7					
8					

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.
1	Z1	0	Primary	Show End
2	Z2	5	Primary	Show End
3	Z3	9	Primary	Show End
4	Z4	13	Primary	Show End
5				
6				
7				
8				

Display Grids as: Ordinates Spacing

Hide All Grid Lines

Glue to Grid Lines

Bubble Size: 1.0

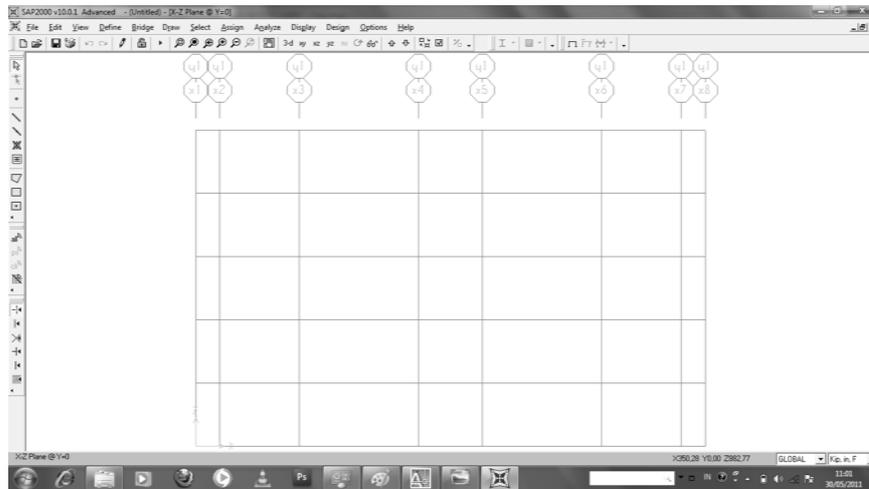
Reset to Default Color

Reorder Ordinates

Locate System Origin...

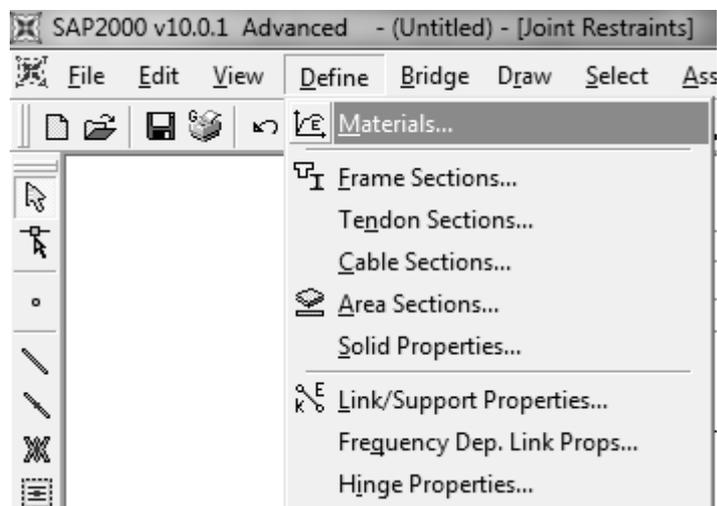
OK Cancel

Gambar 2.5 Define Grid Data



Gambar 2.6 Tampilan Model Portal

- 2) 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 2.7 Input Material



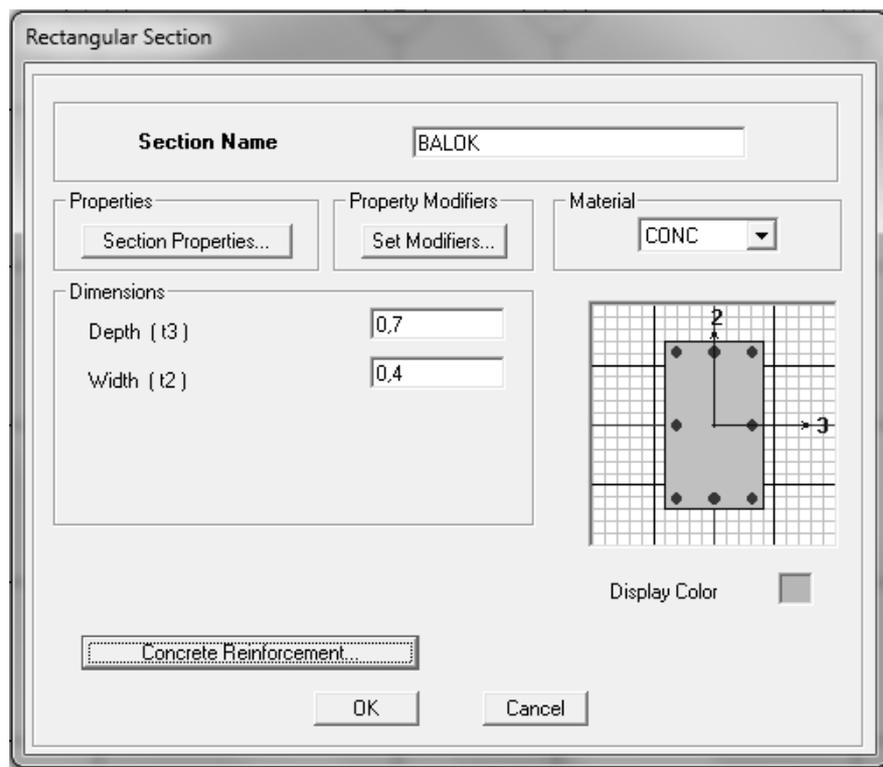
Gambar 2.8 Data-Data Material

3) Input data dimensi struktur

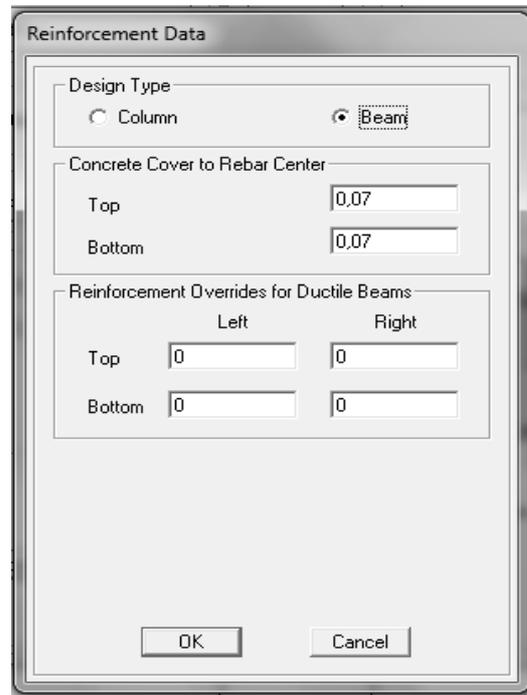
Masukkan data-dara dengan mengklik **Define - Section Properties - Frame Section – Add New Property – Section Name (balok)** setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan.



Gambar 2.9 Frame Properties



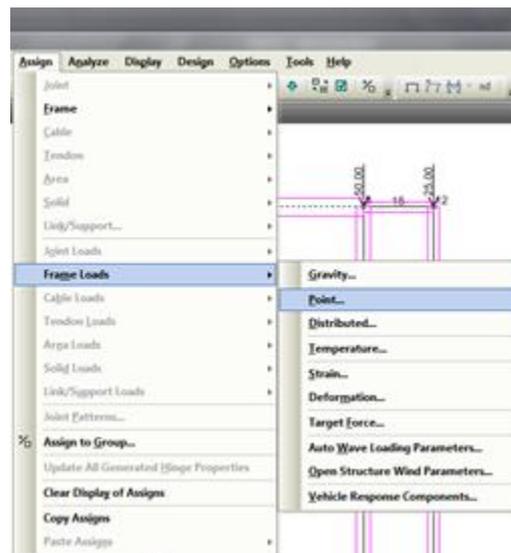
Gambar 2.10 Rectangular Section



Gambar 2.11 Reinforcement Data

4) 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 2.12 Frame Loads

Frame Distributed Loads

Load Case Name: B.MATI Units: KN, m, C

Load Type and Direction: Forces Moments
 Coord Sys: GLOBAL Direction: Gravity

Options: Add to Existing Loads
 Replace Existing Loads
 Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads

	1.	2.	3.	4.
Distance	0.	0,25	0,75	1.
Load	0.	0.	0.	0.

Relative Distance from End-I Absolute Distance from End-I

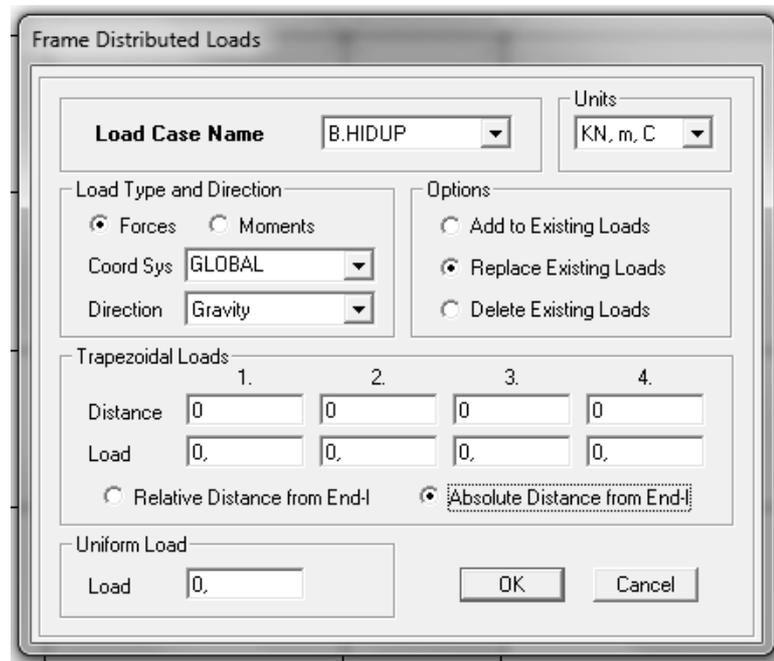
Uniform Load
 Load: 0.

OK Cancel

Gambar 2.13 Beban Akibat Beban Mati

5) Input data akibat beban hidup (Live)

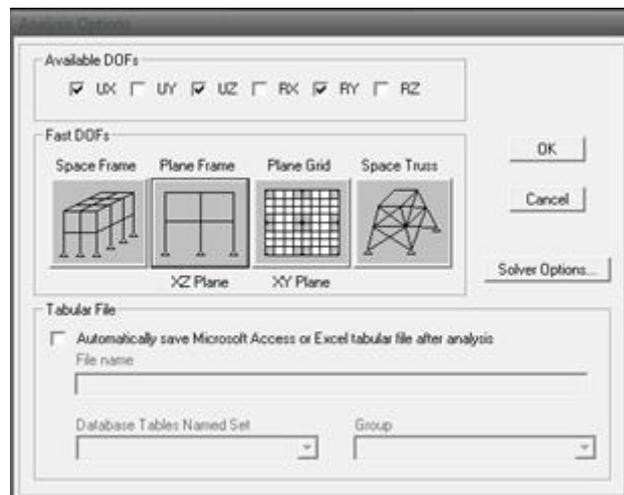
Untuk menginput data akibat beban mati klik batang portal pada model – pilih **Assign** pada toolbar - **Frame Load – Distributed**, setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan.



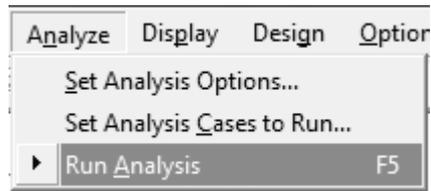
Gambar 2.14 Beban Akibat Beban Hidup

6) Run analisis

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



Gambar 3.15 Set Analysis Options



Gambar 2.16 Run Analisis

2.4.5 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 penyeluruhannya pada tumupuan atau struktur dibawahnya.

Perencanaan balok ini dilakukan untuk menentukan balok anak dan balok induk yang akan digunakan dalam suatu struktur gedung. Sitem struktur yang menggunakan balok anak dan balok induk ini bertujuan untuk memperoleh bentangan sepanjang mungkin dengan beban mati sekecil mungkin untuk pelat atap maupun lantai, dimana pelat akan bertumpu pada balok induk serta kolom sebagai penopang struktur keseluruhan.

Langkah-langkah perhitungan dan merencanakan balok :

1. Menentukan mutu bahan dan dimensi balok
2. Menentukan letak balok yang akan di tinjau dan menghitung ekivalen pembebanan.
3. Menghitung beban-beban yang bekerja pada balok

a. Beban mati (DL) :

- Berat Balok = $b \cdot h \cdot \gamma_{\text{beton}}$

- Berat sumbangan pelat = beban mati pelat/ $\text{m}^2 \times h$

b. Beban hidup (LL)

Beban Rencana (W_u), $W_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$

4. Menentukan momen dan gaya geser rencana menggunakan SAP 2000V14
5. Menentukan d_{efektif}

$$D_{\text{efektif}} = h - p - \emptyset_{\text{senggang}} - \frac{1}{2} \emptyset_{\text{tulangan utama}}$$

6. Perhitungan tulangan

$$A_s = \rho b d$$

7. Bila momen yang terjadi pada balok yang ditinjau ditumpu akibat momen negatif, maka penulangan berdasarkan balok biasa (segi empat) dan bila momen yang terjadi dilapangan akibat momen positif maka penulangan balok berdasarkan balok T atau balok L.

$$b = b_{\text{flens efektif}}$$

Diambil nilai terkecil dari :

$$b = b_w + 16 h_f$$

b = jarak spasi antar balok (1/4 panjang batang)

8. Perencanaan tulangan geser (*Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03, Ir. Gideon Kusuma Jilid 1 : 1993*) :

- Menentukan nilai ϕV_c dengan melihat nilai F_c' berdasarkan (*Tabel 15, Gideon Kusuma : 125*)

$$- V = \frac{V_u}{b \times d}$$

- Menentukan nilai ϕV_{maks} dengan melihat nilai F_c' berdasarkan (*Tabel 17, Gideon Kusuma : 129*)

- Jika nilai $V_u < \phi V_c$ maka perencanaan beton mampu menahan gaya geser namun tetap diberi tulangan geser praktis dengan jarak maksimum

- Jika nilai $V > \phi V_c$, maka harus diperhitungkan pembebanan.

- Menentukan jarak tulangan geser

$$y = \frac{V_u - \phi V_c}{W_u}$$

- Dengan nilai V_u ditentukan $A_{s \text{ sengkang min}}$ per meter panjang balok :

$$A_{s \text{ sengkang}} = \frac{(V - \phi v_c) b \cdot d}{\phi f_y}$$

2.4.6 Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (frame) yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang dibawahnya hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi.

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)

Perencanaan struktur kolom pada laporan akhir ini adalah kolom berbentuk segi-empat dan beban yang bekerja merupakan beban sentris dan beban eksentris.

Prosedur perhitungan struktur kolom, yaitu :

1. Menentukan momen yang diperbesar untuk kolom

$$EI_k = \frac{\left(\frac{E_c I_g}{2,5}\right)}{1 + \beta_d}$$

$$E_c = \text{modulus elastis beton, } E_c = 4700\sqrt{f'_c}$$

$$I_g = \text{momen inersia penampang beton}$$

$$\beta_d = \text{faktor yang menunjukkan hubungan antara beban mati dan beban keseluruhan.}$$

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

2. Menentukan momen yang diperbesar untuk balok

$$EI_k = \frac{\left(\frac{E_c I_g}{5}\right)}{1 + \beta_d}$$

3. Menghitung nilai kekakuan relatif

$$\psi = \frac{\frac{EI_k}{I_k}}{\frac{EI_b}{I_b}}$$

Nilai k di dapat dari grafik alignment *berdasarkan (W.C Vis dan Gideon Kusuma, 1993:188)*

4. Menghitung angka kelangsingan kolom

Rangka tanpa pengaku lateral, maka :

$$\frac{kl_u}{r} > 22$$

Rangka dengan pengaku lateral, maka :

$$\frac{kl_u}{r} < 34 - 12\left(\frac{M_1b}{M_2b}\right)$$

5. Menghitung momen yang dibesarkan

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

Dimana :

δ_b = faktor pembesar pada struktur rangka dengan pengaku

δ_s = faktor pembesar ekstra pada struktur rangka tanpa pengaku

M_{2b} = momen kolom terbesar pada struktur rangka dengan pengaku

M_{2s} = momen kolom terbesar akibat goyanganve samping pada struktur rangka tanpa pengaku

Untuk struktur rangka dengan pengaku, berlaku :

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

Untuk struktur rangka tanpa pengaku, maka :

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

6. Desain penulangan

a. Menghitung besar beban yag bekerja pada kolom (P_u)

$$P_u = 1,2 W_D + 1,6 W_L$$

b. Menghitung sumbu vertikal dan horizontal pada sisi – sisi kolom

Untuk sumbu vertikal, maka :

$$\frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_c'}$$

Untuk sumbu horizontal, maka :

$$\frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_c'} \times \left(\frac{e_1}{h}\right)$$

e merupakan eksentrisitas dimana $e = \frac{M_u}{P_u}$

- c. Berdasarkan grafik didapat nilai r ; β ; ρ
- d. Menghitung $A_{s_{tot}}$

$$A_{s_{tot}} = \rho \cdot A_{gr}$$

$$A_{gr} = \text{luas bersih kolom (mm}^2\text{)}$$
- e. Menentukan diameter tulangan yang akan dipakai dari grafik dan tabel
(Istimawan, Tabel A-4)

2.4.7 Sloof

Sloof merupakan salah satu struktur bawah suatu bangunan yang menghubungkan pondasi dan berfungsi sebagai penerima beban dinding di atasnya. Sloof merupakan salah satu struktur bawah suatu bangunan yang menghubungkan pondasi dan berfungsi sebagai penerima beban dinding di atasnya.

Langkah-langkah perhitungan dalam merencanakan sloof :

1. Menentukan dimensi kolom
2. Menentukan pembebanan pada sloof :
 - a. Berat sloof
 - b. Berat dinding
 - c. Berat plesteran
3. Perhitungan momen
4. Perhitungan penulangan

Menghitung nilai k

$$k = \frac{M_u}{\phi b d^2}$$

M_u = Momen terfaktor pada penampang (KN / m)

b = lebar penampang (mm) diambil 1 m

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

\emptyset = faktor Kuat Rencana (*SNI 2002 Pasal 11.3, hal 61 butir ke 2*)

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\text{min}} = \rho_{\text{ada}} < \rho_{\text{maks}}$$

5. Menghitung nilai A_s

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

A_s = Luas tulangan (mm^2)

ρ = rasio penulangan

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

6. Menentukan diameter tulangan yang dipakai (*Istimawan, Tabel A-4*)

7. Mengontrol jarak tulangan sengkang

8. Untuk menghitung tulangan tumpuan diambil 20% dari luas tulangan atas. Dengan Tabel A-4 (*Istimawan*) didapat diameter tulangan pakai.

9. Cek apakah tulangan geser diperlukan

$V_u < V_c$, tidak perlu tulangan geser

$V_u < \frac{1}{2} \emptyset V_c$, digunakan tulangan praktis

2.4.8 Pondasi

Pondasi merupakan suatu konstruksi yang berfungsi untuk mendistribusikan beban pada bangunan atau gedung ke tanah. Pada laporan akhir ini pondasi yang digunakan yaitu berupa pondasi tiang (*pile*), pondasi tiang (*pile*) digunakan untuk :

- Menopang bangunan dimana tanah pendukungnya terdiri dari tanah lunak atau mempunyai daya dukung yang rendah
- Menopang bangunan dimana lapisan tanah pendukung yang kuat letaknya cukup dalam
- Menopang bangunan yang terletak diatas air, seperti pilar jembatan, dermaga, dan bangunan air lainnya.

- Menopang bangunan yang berada diatas tanah timbunan yang tebal, yang dapat menimbulkan penurunan yang besar.

Jenis pondasi yang digunakan dalam laporan ini yaitu pondasi tiang beton pra cetak (*pre-cast concrete pile*) yang berbentuk segitiga yaitu pondasi tiang yang terbuat dari beton bertulang yang dicetak terlebih dahulu, kemudian setelah beton mengeras dan mencapai umur, lalu dipancangkan ditempat yang telah ditentukan. Oleh karena itu pondasi tiang beton pra cetak disebut juga pondasi tiang pancang beton (*driven concrete pile*).

Perencanaan pondasi tiang pancang beton harus menentukan :

- 1) Beban ijin dan panjang pondasi untuk tiang pancang beton

Beban ijin = 30 – 50 ton

Panjang pondasi = 15- 19 m

- 2) Daya dukung pondasi tiang pancang

- a. Bila tiang pancang dipancangkan masuk kedalam tanah sampai mencapai lapisan tanah keras dan daya dukungnya ditekankan pada tahanan ujung tiang maka disebut pondasi tiang pancang dengan daya dukung ujung atau *end bearing pile* atau *point bearing pile*.

- b. Bila tiang pancang dipancangkan tidak mencapai lapisan tanah keras dan untuk menahan beban dipikul oleh tahanan yang ditimbulkan oleh gesekan antara tiang dengan tanah, maka disebut pondasi tiang pancang dengan daya dukung gesek atau *friction bearing pile*.

Evaluasi daya dukung pondasi tiang berdasarkan pengujian dilapangan yaitu dengan Pengujian Sondir.

Adapun urutan – urutan dalam menganalisis pondasi :

1. Menentukan beban – beban yang bekerja pada pondasi,
2. Menentukan diameter yang digunakan.
3. Menentukan daya dukung ijin tiang berdasarkan hasil pengujian sondir, daya dukung ijin pondasi tiang dapat dihitung dengan rumus :

$$Q \text{ ijin} = \frac{Q_c}{F_b} \cdot \frac{A_b}{O} - \frac{JHP}{F_s}$$

Dimana :

$Q \text{ ijin}$ = daya dukung ijin tiang (kg)

Q_c = nilai tahanan konus di ujung tiang (kg/cm^2)

A_b = luas penampang ujung tiang (cm^2)

JHP = jumlah hambatan pelekat (kg/cm)

O = keliling penampang tiang (cm)

F_b = faktor keamanan daya dukung ujung ($F_b = 3$)

F_s = faktor keamanan daya dukung gesek ($F_s = 5$)

4. Menentukan jarak tiang yang digunakan, $1,5D < S < 3,5D$

5. Menentukan efisiensi kelompok tiang,

Persamaan dari Uniform Building Code:

$$Eff_{\square} = 1 - \left\{ \frac{m \cdot n \cdot \theta \cdot d \cdot s}{\dots} \right\}$$

Keterangan :

m = jumlah baris

n = jumlah tiang dalam satu baris

θ = Arc tan θ (derajat)

d = diameter tiang

s = jarak antar tiang (as ke as)

6. Menentukan kemampuan tiang terhadap sumbu x dan sumbu y

$$P_{\max} = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{M_y \cdot X_{\max}}{n_y \cdot \sum X^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_{\max}}{n_x \cdot \sum Y^2}$$

Keterangan :

P_{\max} = beban yang diterima oleh tiang pancang

$\sum V$ = jumlah total beban

M_x = momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus pada sumbu x

M_y = momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus pada sumbu Y

n = banyak tiang pancang dalam kelompok tiang pancang

X_{\max} = absis terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang

Y_{\max} = ordinat terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang

n_y = banyaknya tiang pancang dalam satu baris dalam arah sumbu Y

n_x = banyaknya tiang pancang dalam satu baris dalam arah sumbu X

$\sum X^2$ = jumlah kuadrat absis-absis tiang pancang

$\sum Y^2$ = jumlah kuadrat ordinat-ordinat tiang pancang

7. Menentukan tebal tapak pondasi

Tinggi efektif (d_{eff}) = $h - p - D - \frac{1}{2}D$

Untuk aksi dua arah:

Gaya geser terfaktor

$$\phi V_u = n \cdot P_u$$

Gaya geser nominal:

$$\phi V_c = \phi (1 + \dots) b_o \cdot d \quad \beta = L/B$$

$\phi V_c > \phi V_u$ (tebal pelat mencukupi untuk memikul gaya geser tanpa memerlukan tulangan geser).

Untuk aksi satu arah:

Gaya geser terfaktor

$$V_u = n \cdot P_u$$

Gaya geser nominal

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} b_w \cdot d \quad ; b_w = B$$

$\phi V_c > V_u$ (tebal pelat mencukupi untuk memikul gaya geser tanpa memerlukan tulangan geser).

8. Penulangan Poer

$$\rho = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{1 - 4 \frac{f_y}{1,7 \cdot f_c'} \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y}} \right) \frac{1,7 \cdot f_c'}{f_y}$$

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

9. Perhitungan Tulangan Sengkang

$$A_v = 2 \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A_v = \frac{1}{3} + \frac{b_w S}{f_y}$$

$$S = \frac{3 A_v f_y}{350}$$

Syarat $S_{\max} = \frac{1}{2} d$ atau 600 mm

2.5 Teori Pengelolaan Proyek

Manajemen proyek adalah penerapan dari pengetahuan, keahlian, peralatan dan cara-cara yang digunakan untuk kegiatan proyek guna memenuhi kebutuhan dan kepuasan dari pengguna proyek.

2.5.1 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.

Untuk dapat menyusun rencana kerja dan syarat-syarat yang baik dibutuhkan :

1. Gambar kerja proyek
2. Rencana anggaran biaya pelaksanaan proyek
3. Bill Of Quality (BQ) atau daftar volume pekerjaan
4. Data lokasi proyek berada
5. Data sumber daya yang meliputi material, peralatan, sub kontraktor yang tersedia di sekitar lokasi pekerjaan proyek berlangsung
6. Data sumber daya yang meliputi material, peralatan, sub kontraktor yang harus didatangkan ke lokasi proyek
7. Data kebutuhan tenaga kerja dan ketersediaan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan
8. Data cuaca atau musim di lokasi pekerjaan proyek
9. Data jenis transportasi yang dapat digunakan di sekitar lokasi proyek
10. Metode kerja yang digunakan untuk melaksanakan masing- masing item pekerjaan

11. Data kapasitas produksi meliputi peralatan, tenaga kerja, sub kontraktor, material
12. Data keuangan proyek meliputi arus kas, cara pembayaran pekerjaan, tenggang waktu pembayaran progress, dll.

2.5.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

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 merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda dimasing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

2.5.3 Rencana Pelaksanaan

1. NWP (Network Planning)

Network planning adalah hubungan ketergantungan antara bagian – bagian pekerjaan (variabels) yang digambarkan / divisualisasikan dalam diagram network. Dengan demikian diketahui bagian – bagian pekerjaan yang mana yang harus didahulukan, bila perlu dilembur (tambah biaya) pekerjaan mana yang menunggu selesainya pekerjaan yang lain, pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa – gesa sehingga alat dan orang dapat digeser ke tempat lain demi efisiensi.

Macam – macam network planning :

- 1) CMD : Chart Method Diagram
- 2) NMT : Network Management Technique
- 3) PEP : Program evaluation Procedure
- 4) CPA : Critical Path analysis
- 5) CPM : Critical Path Method
- 6) PERT : Program Evaluation and review Technique

2. Barchart

Barcharts adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal. Kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu. Saat mulai dan akhir dari sebuah kegiatan dapat terlihat secara jelas, sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang.

Proses penyusunan diagram batang dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

- a) Daftar item kegiatan, yaitu berisi seluruh jenis kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana pelaksanaan pembangunan.
- b) Urutan pekerjaan, dari daftar item kegiatan tersebut diatas, disusun urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilakukan lebih dahulu dan item kegiatan yang akan dilaksanakakan kemudian, dan tidak mengesampingkan kemungkinan pelaksanaan pekerjaan secara bersamaan.
- c) Waktu pelaksanaan pekerjaan, adalah jangka waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai seluruh kegiatan berakhir. Waktu pelaksanaan pekerjaan diperoleh dari penjumlahan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap item kegiatan.

3 Kurva "S"

Kurva "S" adalah kurva yang menggambarkan kumulatif progress pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Kurva tersebut dibuat berdasarkan rencana atau pelaksanaan progress pekerjaan dari setiap pekerjaan.