

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Uraian Umum**

Konstruksi didefinisikan sebagai objek keseluruhan bangunan yang terdiri dari bagian - bagian struktur. Suatu benda dapat dikatakan sebagai bangunan bila benda tersebut merupakan hasil karya orang dengan tujuan untuk kepentingan tertentu dari seseorang atau lebih dan benda tersebut tidak dapat dipindahkan kecuali dengan cara membongkar. Perencanaan adalah bagian yang terpenting dari pembangunan suatu bangunan. Menurut Setiawan (2008), perencanaan dapat didefinisikan sebagai campuran antara seni dan ilmu pengetahuan yang dikombinasikan dengan dasar-dasar pengetahuan dalam statiska, dinamika, mekanika bahan, analisa struktur, untuk menghasilkan suatu struktur yang ekonomis dan aman, selama masa layanannya.

Menurut PPIUG (1983), suatu perencanaan harus memenuhi syarat-syarat konstruksi yang telah ditentukan di dalam peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia antara lain:

1. Kuat

Struktur gedung harus direncanakan kekuatan batasnya terhadap pembebanan.

2. Kokoh

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

3. Ekonomis

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

4. Estetika

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

## 2.2 Ruang Lingkup Perencanaan

Struktur bangunan pada umumnya terdiri dari struktur bawah (*lower structure*) dan struktur atas (*upper structure*).

### 1. Struktur bagian 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:

- a. Tahan api
- b. Kuat dan kokoh. Setiap bangunan yang direncanakan harus kuat menahan beban dan tahanan terhadap goyangan yang diakibatkan oleh gempa, beban angin, dan sebagainya.
- c. Awet, untuk jangka waktu yang lama.
- d. Ekonomis. Setiap konstruksi yang dibangun harus seekonomis mungkin dan disesuaikan dengan biaya yang ada tanpa mengurangi mutu dan kekuatan bangunan.
- e. Aman dan nyaman. Setiap bangunan yang dibangun harus memperhatikan aspek-aspek kenyamanan serta orang – orang yang menghuni merasa nyaman dan aman.

Perhitungan perencanaan bangunan atas meliputi:

- a. Perhitungan pelat atap
- b. Perhitungan pelat lantai
- c. Perhitungan tangga
- d. Perhitungan portal
- e. Perhitungan balok
- f. Perhitungan kolom

## 2. Struktur bangunan bawah (*lower structure*)

Struktur bangunan bawah adalah sistem pendukung bangunan yang menerima beban struktur atas untuk diteruskan ke tanah dibawahnya. Perhitungan perencanaan bangunan bawah meliputi ini meliputi :

- a. Perhitungan sloof
- b. Perhitungan pondasi

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

### - Beban Mati

Beban mati adalah berat dari suatu bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, 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)*).

### - Beban Hidup

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 dipindah-pindahkan, kendaraan, barang-barang lain. Karena besar dan lokasi beban yang senantiasa berubah-ubah, khususnya pada atap ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan baik akibat gedangan maupun 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 di tetapkan sebesar  $(40-0,8\alpha)$  kg/m<sup>2</sup> dan  $\alpha$  sebagai sudut atap, dengan ketentuan bahwa beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari 20 kg/m<sup>2</sup> dan tidak perlu ditinjau bila kemiringan atau 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 negative 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**

Pada penyelesaian perhitungan bangunan gedung Perencanaan Struktur Gedung Rumah Sakit Panti Bhaktiningsih Charitas Kabupaten Belitang Provinsi Sumatera Selatan, penulis berpedoman pada peraturan – peraturan yang telah ditetapkan dan berlaku di Indonesia. Peraturan – peraturan yang dijadikan pedoman tersebut antara lain :

1. SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung
2. SNI 03-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung
3. SNI 03-1726-2002 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung

### **2.4 Teori Perhitungan Struktur**

Dalam pekerjaan suatu struktur 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 yang memerlukan metode perhitungan yaitu :

## 1. Perencanaan Atap

### a. Gording

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

#### - Pembebanan

Adapun beban yang bekerja pada gording sebagai berikut :

#### 1) Beban mati (qd)

- Berat sendiri gording

- Berat atap

#### 2) Beban hidup (ql)

- Beban air hujan

#### 3) Beban angin ( W)

#### - Kombinasi pembebanan :

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

$$U = 1,2 D + 1,6 L \text{ (SNI 03-1729-2002)} \dots\dots\dots(2.1)$$

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

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,8 W \text{ (SNI 03-1729-2002)} \dots\dots\dots(2.2)$$

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

$$U = 0,9 D + 1,3 L \text{ (SNI 03-1729-2002 Hal 13)} \dots\dots\dots(2.3)$$

#### - Kontrol kekuatan

$$\frac{Mux}{\phi b.Mnx} + \frac{Muy}{\phi b.Mny} \leq 1 \dots\dots\dots(2.4)$$

### b. Trekstang

Cara perhitungan trekstang diambil dari kombinasi pembebanan gording dan menggunakan beban terfaktor. V yang diambil adalah yang terbesar untuk menentukan luas dan diameter trekstang tersebut.

$$V = f_y \cdot A_{\text{Trekstang}} \dots \dots \dots (2.5)$$

$$V = f_y \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \dots \dots \dots (2.6)$$

$$D_{\text{trekstang}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{f_y \cdot \pi}} \dots \dots \dots (2.7)$$

c. Kontrol Penampang *Single Beam*

- Momen nominal arah x dan arah y

$$1) M_{nx} = Z_x \cdot f_y$$

$$2) M_{ny} = Z_y \cdot f_y$$

- Kontrol tegangan penampang balok

$$1) L_k = L \cdot K_c$$

$$2) \frac{i}{\pi} \cdot \frac{L_k}{\gamma} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E_s}}$$

Sumber (SNI-03-1792-2002)

Keterangan :

$F_y$  = Tegangan leleh baja

$E_s$  = Modulus elastis baja

$r = I$  = Jari – jari kelembaman

$L_k$  = Panjang tekuk

Gaya tekan nominal =  $N_n$ , dapat ditentukan sebagai berikut:

$$- N_n = \frac{A_g \cdot f_y}{\omega}$$

Keterangan :

$A_g$  = Luas penampang kotor ( $A$ =tabel)  $\text{mm}^2$

$F_y$  = Tegangan leleh material baja, Mpa

$\omega$  = Faktor tekuk

Sumber (SNI baja 03-1729-2002)

- Cek terhadap tarik dan lentur

Komponen struktur yang mengalami momen lentur dan gaya aksial tarik harus direncanakan dengan memenuhi ketentuan sebagai berikut :

$$1) \text{ Untuk } \frac{Nu}{\phi Nn} < 0,2$$

$$2) \frac{Nu}{2\phi Nn} + \frac{Mu}{\phi_b Mnx} < 1$$

Sumber (SN1 baja 03-1729-2002)

Keterangan :

Nu = Gaya aksial (tarik atau tekan) terfaktor, N

Nn = Kuat Nominal penampang untuk Nu gaya aksial tarik N

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan

Mux = Muy = Momen lentur terfaktor terhadap sumbu x dan sumbu y

Mnx = Mny = Kuat nominal lentur penampang terhadap sumbu x dan sumbu y

$\phi_b = 0,9$  = terfaktor reduksi kuat lentur

- Cek terhadap geser

Kuat geser nominal pelat badan harus dihitung dengan rumus :

$$1) Vn = 0,6 \cdot fy \cdot Aw$$

$$2) Vu = \phi Vn$$

Sumber (SNI baja 03-1729-2002)

Keterangan :

Vn = Kuat geser nominal

Fy = Tegangan leleh baja

Vu = Gaya geser perlu

Aw = Luas kotor pelat

$\phi$  = Faktor reduksi

## 5. Aksi balok

$$\frac{bf}{2tf}$$

$$\frac{Nu}{\emptyset Nu} = \frac{Nu}{\emptyset \cdot fy \cdot Ag} \leq 0,125$$

$$\lambda p = \frac{1680}{\sqrt{fy}} \left[ 1 - \frac{2,75 \cdot Nu}{\emptyset b \cdot Ny} \right]$$

$\lambda = \frac{h}{tw}$  ( untuk menentukan penampang kompak / tidak kompak)

$$Lp = 1,76 \cdot r \cdot y \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}}$$

$$Lr = \frac{ry \cdot x1}{(fy - fr)} \sqrt{1 + \sqrt{1 + x2}(fy - fr)^2}$$

$$X1 = \frac{\pi}{Sx} \sqrt{\frac{EGJA}{2}}$$

$$X2 = 4 \cdot \frac{Iw}{Iy} \left( \frac{Sx}{GJ} \right)^2$$

$$Lp < L < Lr$$

$$Mn = Cb \left[ (Mr + (Mp - Mr) \frac{Lr - L}{Lr - Lp}) \right] \leq Mp$$

$$Mp = Zx \cdot fy$$

$$\emptyset Mn = \dots$$

## d. Perencanaan sambungan

Sambungan baja pada proyek ini menggunakan 2 macam sambungan yaitu dengan menggunakan sambungan baut dan sambungan las. Pemilihan cara tersebut dikarenakan logam baja mudah

untuk pelaksanaan pengelasan, teguh dan liat terhadap struktur berbutir halus yang dapat memikul beban baik dalam keadaan angin maupun panas.

Tebal pelat dicoba – coba disesuaikan dengan diameter baut yang akan digunakan. Pelat ini digunakan sebagai pelat pembantu dalam penyampungan antara profil tersebut menjadi satu kesatuan dengan las dan baut.

- Sambungan dengan las

Langkah – langkah perhitungan

$$F_u = F_{u1} + F_{u2}$$

$$F_{u1} = \phi(0,6 \cdot f_u \cdot 0,707 \cdot t_w \cdot L_w) (1 + 0,5 \sin^{1,5} \alpha)$$

$$F_{u2} = \phi(0,6 \cdot f_u \cdot 0,707 \cdot t_w \cdot L_w) (1 + 0,5 \sin^{1,5} \alpha)$$

$$A_w = L_w \cdot t_w$$

$$\phi F_n = \phi(A_w \cdot f_y)$$

$$F_u < \phi F_n$$

Ukuran minimum las sudut

Tabel 2.1 Ukuran minimum las sudut

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

- Sambungan baut

Langkah – langkah perhitungan

Jarak minimum :

$$S_1 > 1,75 d$$

$$S > 3d$$

Jarak maksimum :

$$S_1 > 1,75 d$$

$$S > 3d$$

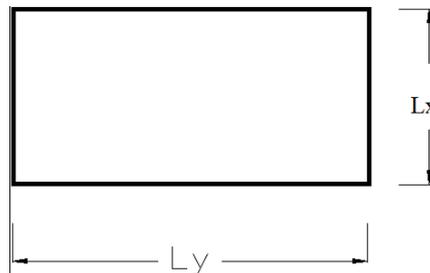
## 2. Pelat Beton

Pelat beton bertulang dalam suatu struktur dipakai pada lantai dan atap. Pada pelat yang ditumpu balok pada keempat sisinya, terbagi dua berdasarkan geometrinya.

### a. Pelat Satu Arah (One Way Slab)

Suatu pelat dikatakan pelat satu arah apabila,

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



Gambar 2.1  $L_y$ ,  $L_x$  Pelat Satu Arah

Adapun langkah – langkah dalam perencanaan struktur pelat satu arah adalah sebagai berikut :

- Penentuan tebal pelat

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

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

$$W_U = 1,2 W_{DD} + 1,6 W_{LL} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dengan:

$W_{DD}$  = Beban mati pelat, KN/m

$W_{LL}$  = Beban hidup pelat, KN/m

- Menghitung momen rencana ( $M_U$ )

Perhitungan momen rencana dapat dilakukan dengan menggunakan tabel atau secara analitis. Sebagai alternatif, metode pendekatan berikut ini dapat digunakan untuk menentukan momen lentur dan gaya geser dalam perencanaan balok menerus dan pelat satu arah, yaitu pelat beton bertulang di mana tulangnya hanya direncanakan untuk memikul gaya-gaya dalam satu arah, selama:

1. Jumlah minimum bentang yang ada haruslah minimum dua.
2. Memiliki panjang bentang yang tidak terlalu berbeda dengan rasio panjang bentang terbesar terhadap panjang bentang terpendek dari dua bentang yang bersebelahan tidak lebih dari 1,2.
3. Beban yang bekerja merupakan beban terbagi rata.
4. Beban hidup per satuan panjang tidak melebihi tiga kali beban mati per satuan panjang, dan
5. Komponen struktur adalah prismatis.

- Perkiraan tinggi efektif ( $d_{eff}$ )

$$d_{eff} = h - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2} \cdot \phi_{\text{tulangan pokok}} \dots \dots \dots (2.9)$$

Tabel 2.1 Tebal Selimut Beton Minimum

Cara pengecoran	Tebal Selimut Minimum (mm)
a. Beton yang dicor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah	75

<p>b. Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca:</p> <p>Batang D-19 hingga D-56.....</p> <p>Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau kawat ulir D16 dan yang lebih kecil.....</p>	<p>50</p> <p>40</p>
<p>c. Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca tanah:</p> <p><u>Pelat, dinding, pelat rusuk:</u></p> <p>Batang D-44 dan D56.....</p> <p>Batang D-36 dan yang lebih kecil .....</p> <p><u>Balok, kolom:</u></p> <p>Tulangan utama, pengikat, sengkang, lilitan spiral .....</p> <p><u>Komponen struktur cangkang, pelat lipat:</u></p> <p>Batang D-19 dan yang lebih besar .....</p> <p>Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau ulir D16 dan yang lebih kecil .....</p>	<p>40</p> <p>20</p> <p>40</p> <p>20</p> <p>15</p>

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

- Menghitung  $k_{perlu}$

$$k = \frac{M_U}{\emptyset \cdot b \cdot d_{eff}^2} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dengan:

$k$  = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan, MPa

$M_U$  = Momen terfaktor pada penampang, KN/m

$b$  = Lebar penampang, mm diambil 1 m

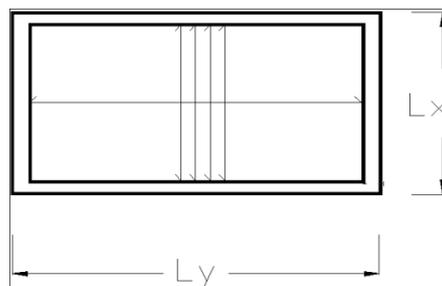
$d_{eff}$  = Tinggi efektif pelat, mm

$\emptyset$  = Faktor kuat rencana, 0,8

- Menentukan rasio penulangan ( $\rho$ ) dengan menggunakan Tabel Istimawan Dipohusodo  

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$
- Hitung nilai  $A_s$  yang diperlukan  

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d_{\text{eff}} \dots \dots \dots (2.11)$$
- Dengan menggunakan tabel A-5 pilih tulangan pokok yang akan dipasang
- Pilih tulangan susut dan suhu  
 Untuk tulangan suhu dan susut dihitung berdasarkan peraturan SNI 2002 Pasal 9.12, yaitu :
  1. Tulangan susut dan suhu harus paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebagai berikut, tetapi tidak kurang dari 0,0014:
    - Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300 adalah 0,0020
    - Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir atau jaring kawat las (polos atau ulir) mutu 400 adalah 0,0018
    - Pelat yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 400 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35% adalah  $0,0018 \times \frac{400}{f_y}$
  2. Tulangan susut dan suhu harus dipasang dengan jarak tidak lebih dari lima kali tebal pelat, atau 450 mm



Gambar 2.2 Penulangan Pelat Satu Arah

### b. Pelat dua arah (*two slab way*)

Suatu pelat dikatakan pelat satu arah apabila,

$\frac{L_y}{L_x} \leq 2$ , dimana  $L_y$  dan  $L_x$  adalah panjang pelat dari sisi – sisinya.



Gambar 2.3  $L_y, L_x$  Pelat Dua Arah

Prosedur perencanaan pelat dua arah adalah sebagai berikut:

- Menghitung  $h_{min}$  pelat

Tebal pelat minimum dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- Untuk  $\alpha_m$  yang sama atau lebih kecil dari 0,2, harus menggunakan tabel berikut:

Tabel 2.2 Tabel Minimum Pelat

Tegangan leleh (MPa)	Tanpa penebalan			Dengan penebalan		
	Panel luar		Panel dalam	Panel luar		Panel dalam
	Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir		Tanpa balok	Dengan balok pinggir	
300	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/40$	$l_n/40$
400	$l_n/30$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$
500	$l_n/28$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/34$	$l_n/34$

(Sumber : SK SNI 03-2847-2002 Beton, hal 66)

Untuk  $\alpha_m$  lebih besar dari 0,2 tapi tidak lebih dari 2,0, ketebalan pelat minimum harus memenuhi :

$$h = \frac{l_n(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 5, \beta(\alpha_m - 0,2)} \quad (\text{SK SNI 03-2847-2002}) \dots \dots \dots (2.12)$$

dan tidak boleh kurang dari 120 mm.

- Untuk  $\alpha_m$  lebih besar dari 2,0 ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari:

$$h = \frac{l_n(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9, \beta} \quad (\text{SK SNI 03-2847-2002}) \dots \dots \dots (2.13)$$

dan tidak boleh kurang dari 90 mm

Dimana :

$$\alpha_m = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s}$$

Dimana:

$\alpha_m$  = nilai rata-rata rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur pelat ( $\alpha$ ) untuk semua balok pada tepi-tepi dari suatu panel

$E_{cb}$  = modulus elastis balok beton

$E_{cs}$  = modulus elastis pelat beton

$I_b$  = inersia balok  $\left(\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3\right)$

$I_s$  = inersia pelat  $\left(\frac{1}{12} \cdot l_n \cdot t^3\right)$

$l_n$  = jarak bentang bersih, mm

$t$  = tebal pelat, mm

$h$  = tinggi balok, mm

$\beta$  = rasio bentang panjang bersih terhadap bentang pendek bersih pelat

- Menghitung beban mati pelat termasuk beban sendiri pelat dan beban hidup serta menghitung beban rencana ( $W_U$ )

$$W_U = 1,2 W_{DD} + 1,6 W_{LL} \dots \dots \dots (2.14)$$

Dengan:

$W_{DD}$  = Beban mati pelat, KN/m

$W_{LL}$  = Beban hidup pelat, KN/m

- Menghitung momen rencana ( $M_U$ )

$M_U$  dihitung dengan menggunakan tabel (W.C Vis dan Gideon Kusuma : 1993:42)

- Menghitung tinggi efektif ( $d_{eff}$ )

$$d_{eff} x = h - P - \frac{1}{2} \cdot \emptyset_{tulangan \text{ pokok arah } x}$$

$$d_{eff} y = h - P - \emptyset_{tulangan \text{ pokok arah } x} - \frac{1}{2} \cdot \emptyset_{tulangan \text{ pokok arah } y}$$

- Menghitung  $k_{perlu}$

$$k = \frac{M_U}{\emptyset \cdot b \cdot d_{eff}^2} \dots \dots \dots (2.15)$$

Dimana:

$k$  = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan, MPa

$M_U$  = Momen terfaktor pada penampang, KN/m

$b$  = Lebar penampang, mm (diambil 1 m)

$d_{eff}$  = tinggi efektif pelat, mm

$\emptyset$  = faktor kuat rencana, 0,8 (SNI 2002 Pasal 11.3)

Menentukan rasio penulangan ( $\rho$ ) dengan menggunakan tabel

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$$

- Hitung nilai  $A_s$  yang diperlukan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d_{eff} \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

$A_s$  = luas penampang,  $mm^2$

$\rho$  = rasio penulangan

$b$  = lebar pelat, mm (per 1 meter)

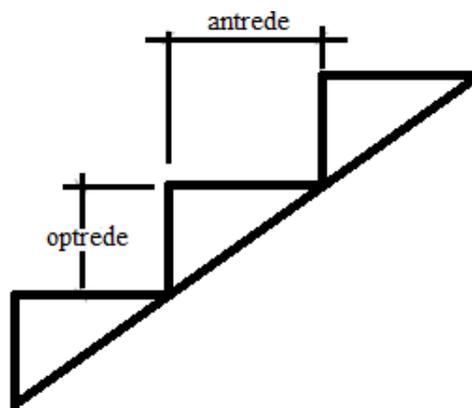
$d_{eff}$  = tinggi efektif, mm

- Dengan menggunakan tabel A-5 pilih tulangan pokok yang akan dipasang.
- Pilih tulangan susut dan suhu.
- Gambar penulangan.

### 3. Tangga

Tangga merupakan salah satu bagian dari suatu bangunan yang berfungsi sebagai alat penghubung antara lantai pada bangunan bertingkat. Tangga terdiri dari anak tangga dan pelat tangga (Bordes). Anak tangga terdiri dari dua, yaitu:

1. Antrede, adalah dari anak tangga dan pelat tangga bidang horizontal yang merupakan bidang pijak telapak kaki.
2. Optrede selisih tinggi antara dua buah anak tangga yang berurut



Gambar 2.9 Anak Tangga (Menjelaskan Posisi Optrede Antride)

Ketentuan – ketentuan konstruksi antrede dan optrede, antara lain :

- a. Untuk bangunan rumah tinggal
  - Antrede = 25 cm ( minimum )
  - Optrede = 20 cm ( maksimum )
- b. Untuk perkantoran dan lain – lain
  - Antrede = 25 cm
  - Optrede = 17 cm

- c. Syarat 1 ( satu ) anak tangga
  - 2 optrede + 1 antrede = 1 langkah (58-70 cm)
- d. Lebar tangga
  - Tempat umum  $\geq$  120 cm
  - Tempat tinggal = 180 cm s/d 100 cm
- e. Sudut kemiringan tangga
  - Maksimal =  $45^\circ$
  - Minimal =  $25^\circ$

Syarat – syarat umum tangga ditinjau dari :

- a. Penempatan :
  - diusahakan sehemat mungkin menggunakan ruangan
  - mudah ditemukan oleh semua orang
  - mendapat cahaya matahari pada waktu siang
  - tidak mengganggu lalu lintas orang banyak
- b. Kekuatan :
  - kokoh dan stabil bila dilalui orang dan barang sesuai dengan perencanaan
- c. Bentuk :
  - sederhana, layak, sehingga mudah dan cepat pengerjaannya serta murah biayanya.
  - Rapih, indah, serasi dengan keadaan sekitar tangga itu sendiri.

Dalam merencanakan tangga prosedur perencanaannya adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan dimensi atau ukuran
  - Menentukan dimensi antrede, optrede
  - Menentukan jumlah antrede, optrede
  - Menghitung panjang tangga
  - Panjang tangga = jumlah optrede  $\times$  lebar antrede
  - Menghitung sudut kemiringan tangga

- Sudut kemiringan :  $arc\ tan = \left( \frac{\text{tinggi tangga}}{\text{panjang tangga}} \right) \dots\dots\dots(2.17)$

- Menentukan tebal pelat

- Menghitung pembebanan serta beban rencana ( $W_U$ )

- 1) Beban mati ( $W_D$ )

- Berat sendiri bordes

- Berat pelat

- 2) Beban hidup ( $W_L$ )

$$\text{Beban rencana, } W_U = 1,2 W_{DD} + 1,6 W_{LL} \dots\dots\dots(2.18)$$

- 3) Menghitung gaya – gaya yang bekerja dengan menggunakan metode cross

- 4) Menentukan tinggi efektif ( $d_{eff}$ )

$$d_{eff} = h - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2} \cdot \emptyset_{\text{tulangan pokok}} \dots\dots\dots(2.19)$$

- 5) Mengitung  $k_{perlu}$

$$k = \frac{M_U}{\emptyset \cdot b \cdot d_{eff}^2} \dots\dots\dots(2.20)$$

- 6) Menentukan rasio penulangan ( $\rho$ ) dari tabel Istimawan Dipohusodo

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$$

- 7) Hitung  $A_s$  yang diperlukan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d_{eff} \dots\dots\dots(2.21)$$

#### 4. Balok Anak

Balok anak adalah balok yang bertumpu pada balok induk atau tidak bertumpu langsung pada kolom. Balok anak ini berguna untuk memperkecil tebal pelat dan mengurangi besarnya lendutan yang terjadi. Balok anak direncanakan berdasarkan gaya maksimum yang bekerja pada balok yang berdimensi sama.

Prosedur perencanaan balok anak :

1. Menentukan mutu beton dan yang digunakan
2. Menghitung beban mati (berat sendiri balok, sumbangan pelat), beban hidup serta menghitung beban ultimate ( $W_U$ )

$$W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L \dots \dots \dots (2.22)$$

3. Menghitung momen lentur maksimum dan gaya lintang/geser rencana
4. Menentukan tinggi efektif  $d_{eff}$

$$d_{eff} = h - \text{tebal selimut beton} - \emptyset_{sengkang} - \emptyset_{tulangan\ pokok} \dots \dots \dots (2.23)$$

5. Menentukan  $k_{perlu}$

$$k = \frac{M_U}{\emptyset \cdot b \cdot d_{eff}^2} \dots \dots \dots (2.24)$$

6. Menentukan rasio penulangan ( $\rho$ ) dengan tabel A.28

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$$

7. Menghitung  $A_s$  yang diperlukan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d_{eff} \dots \dots \dots (2.25)$$

8. Perencanaan tulangan geser

$$\frac{1}{2} \cdot \emptyset \cdot V_c > V_{u\ rencana} < \emptyset \cdot V_c, \text{ dipakai tulangan sengkang praktis}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \emptyset \cdot V_c < V_{u\ rencana} < \emptyset \cdot V_c \rightarrow \text{dipakai tulangan geser minimum}$$

$$V_{u\ rencana} < \emptyset \cdot V_c \rightarrow \text{diperlukan tulangan geser}$$

#### 5. 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

#### a. Portal Akibat Beban Mati

Portal ini ditinjau pada arah memanjang dan melintang.

Pembebanan pada portal, yaitu :

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

#### b. Portal Akibat Beban Hidup

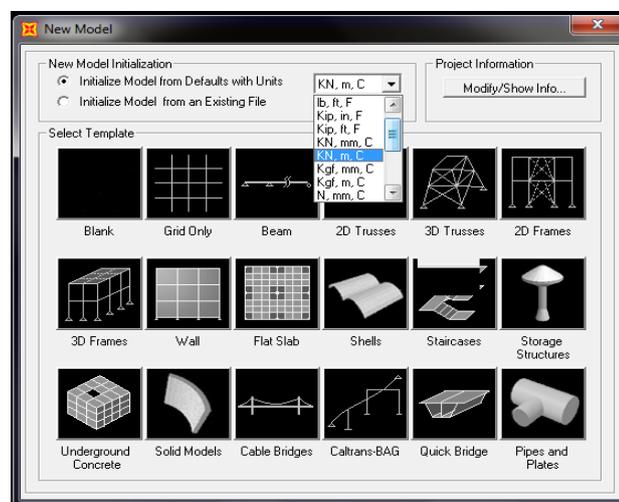
Portal ini ditinjau pada arah memanjang dan melintang.

Pembebanan pada portal akibat beban hidup:

- a. Menentukan pembebanan pada portal
- b. Perhitungan akibat beban hidup = perhitungan akibat beban mati

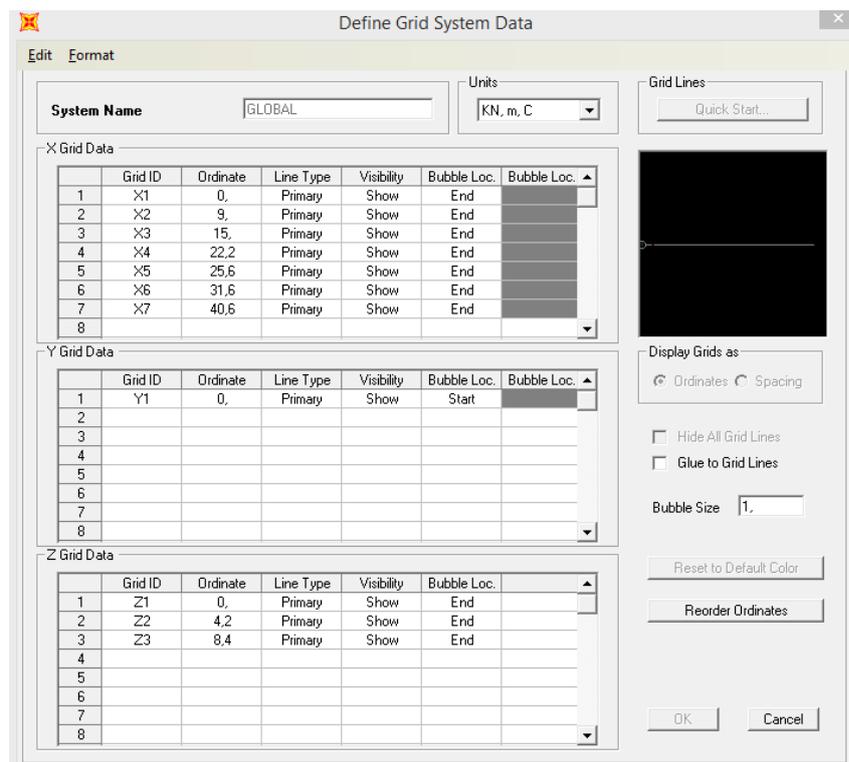
Langkah-langkah perhitungan portal dengan menggunakan Program SAP2000. V14 :

- 1) Mengklik file pada program untuk memilih model portal, ubah satuan ke dalam KN,m,C

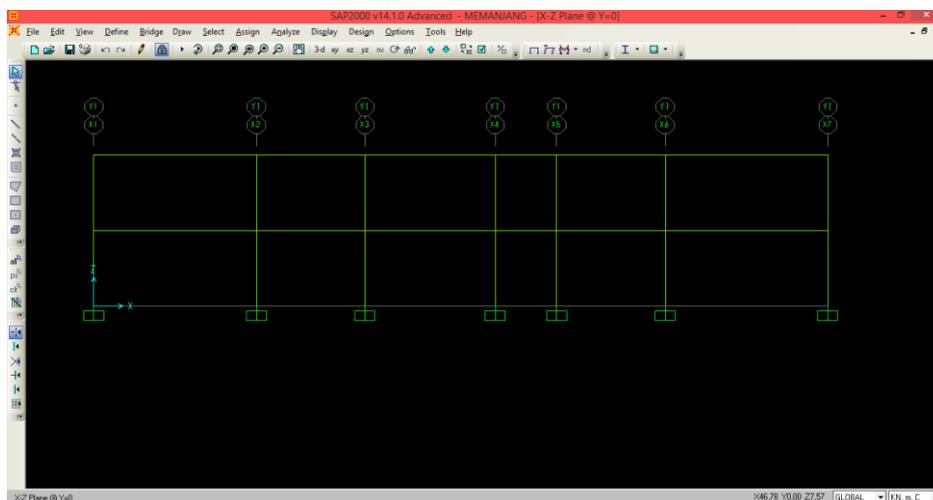


Gambar 2.10 Model Struktur Konstruksi

- 2) Pilih model grid 2D pada model di atas dan masukkan data-data sesuai perencanaan.

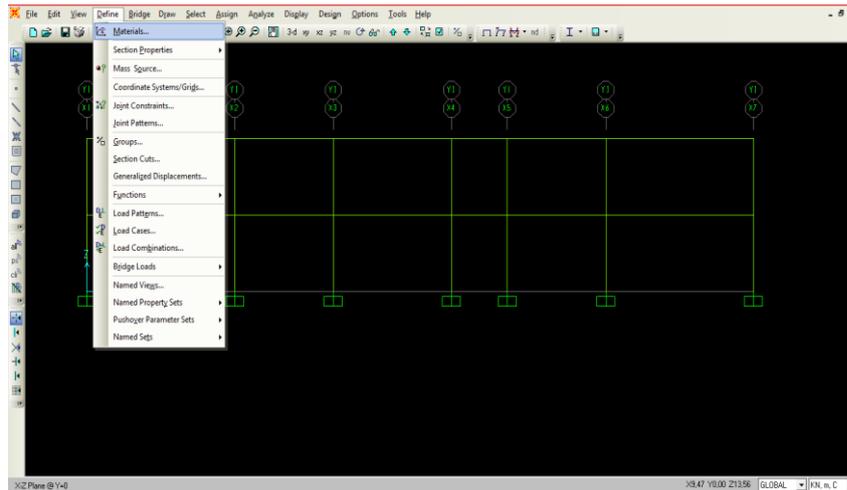


Gambar 2.11 Define Grid System Data

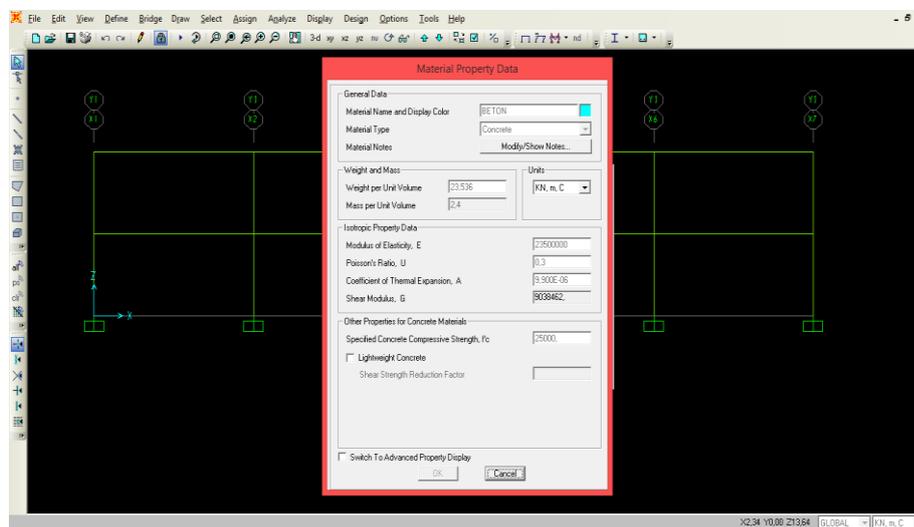


Gambar 2.12 Tampilan Model Portal

- 3) 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 2.13 Input Material



Gambar 2.14 Data-Data Material

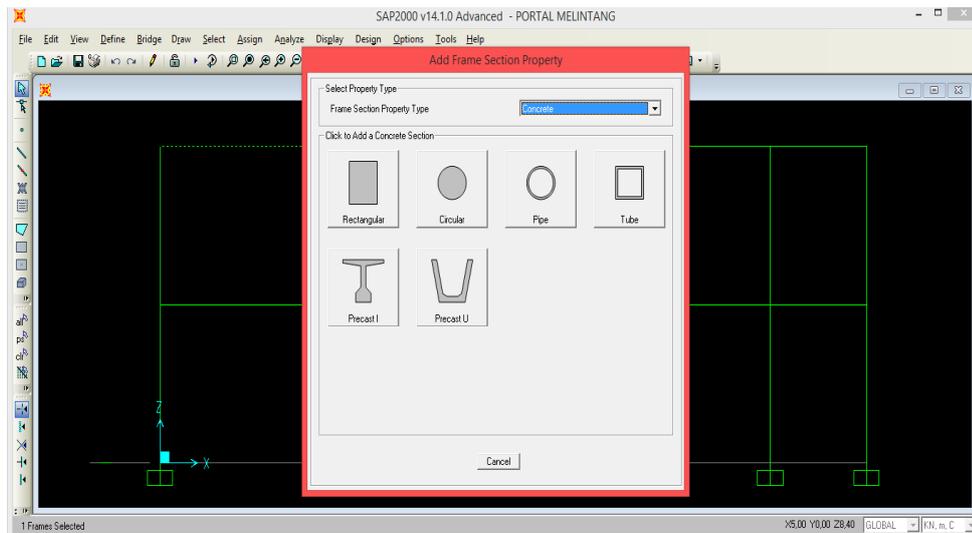
- 4) Input data dimensi struktur

Kolom :  $400 \times 400 \text{ mm}^2$

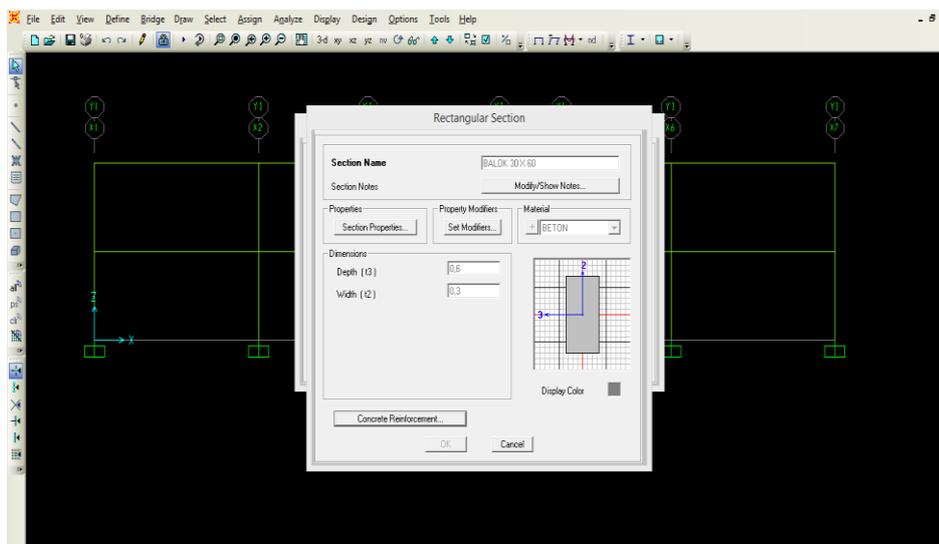
Balok atap :  $300 \times 500 \text{ mm}^2$

Balok Lantai 3 dan lantai 2 :  $300 \times 600 \text{ mm}^2$

Masukkan data-data dengan mengklik *Define – Section Properties – Frame Section – Add New Property – Section Name* setelah tampil pada layar masukan data-data sesuai dengan perencanaan.



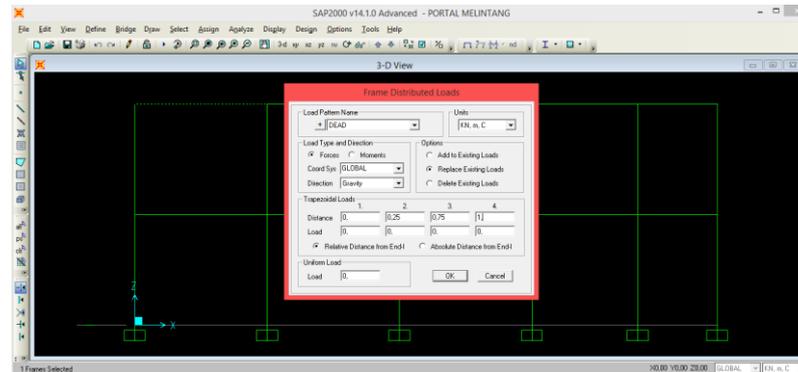
Gambar 2.15 Frame properties dan add frame section property



Gambar 2.17 Rectangular Section dan Reinforcement Data

5) Input data akibat beban mati (*Dead Load*)

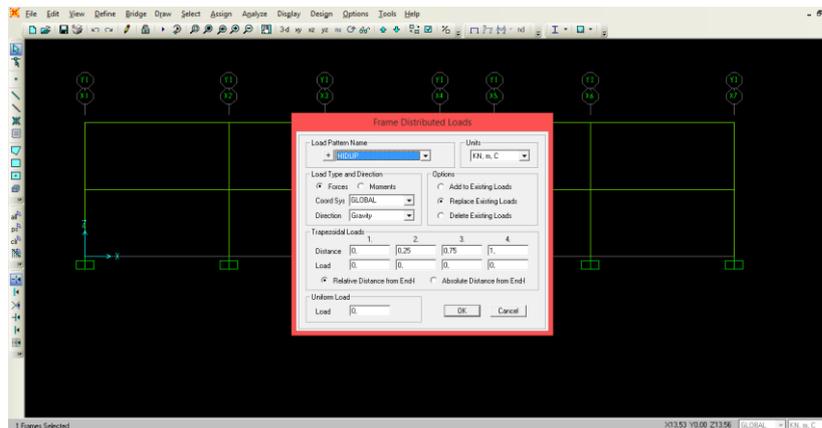
Untuk menginput data akibat beban mati klik batang portal pada model – **pilih Assign pada toolbar – Frame Load – Distributed**, setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan.



Gambar 2.18 Frame Distributed Loads Akibat Beban Mati

#### 6) Input data akibat beban hidup (*Live Load*)

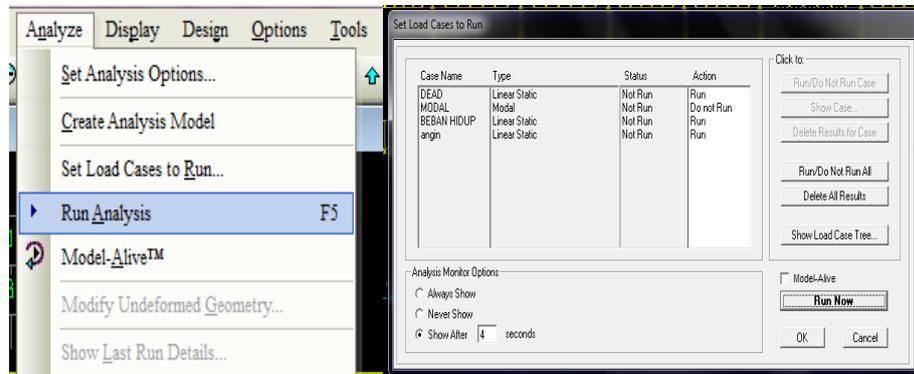
Untuk menginput data akibat beban mati klik batang portal pada model – **pilih Assign pada toolbar – Frame Load – Distributed**, setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan.



Gambar 2.19 Frame Distributed Loads Akibat Beban Hidup

#### 7) Run Analysis

Setelah beban mati dan beban hidup selesai diinput, maka portal tersebut selanjutnya di analisis menggunakan *Run Analysis*.



Gambar 2.20 Run Analysis

## 6. 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 menyalurkan pada kolom. Balok juga berfungsi sebagai pengekang dari struktur kolom yang satu dengan yang lainnya. 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 efisiensi tinggi agar dapat memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

Langkah-langkah perhitungan perencanaan balok:

1. Menentukan mutu beton ( $f_c'$ ) dan mutu baja ( $f_y$ ) serta dimensi balok
2. Mengambil momen-momen maksimum yang terjadi pada setiap tingkat portal. Bila momen pada balok yang ditinjau di tumpuan akibat momen negatif, maka penulangannya berdasarkan balok persegi dan bila momen yang terjadi di lapangan akibat momen positif maka penulangan balok berdasarkan balok T atau L.
3. Menentukan tinggi efektif ( $d_{eff}$ )

$$d_{eff} = h - \text{tebal selimut beton} - \emptyset_{senggang} - \emptyset_{tulangan\ pokok} \dots \dots \dots (2.26)$$

5. Menentukan rasio penulangan ( $\rho$ ), menggunakan tabel Istiwaman Dipohusodo

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$$

6. Menghitung  $A_s$  yang diperlukan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d_{\text{eff}} \dots \dots \dots (2.27)$$

Dimana:

$A_s$  = luas tulangan,  $\text{mm}^2$

$\rho$  = rasio penulangan

$b$  = lebar balok, mm

$d_{\text{eff}}$  = tinggi efektif balok, mm

## 7. Perencanaan tulangan geser

- $\frac{1}{2} \cdot \emptyset \cdot V_c > V_{u \text{ rencana}} < \emptyset \cdot V_c \rightarrow$  dipakai tulangan sengkang praktis
- $\frac{1}{2} \cdot \emptyset \cdot V_c < V_{u \text{ rencana}} < \emptyset \cdot V_c \rightarrow$  dipakai tulangan geser minimum
- $V_{u \text{ rencana}} > \emptyset \cdot V_c \rightarrow$  diperlukan tulangan geser

## 7. Kolom

kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri.

Langkah-langkah perhitungan perencanaan kolom:

### 1. Menentukan perbesaran momen untuk kolom

$$EI_k = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5(1 + \beta_d)} \dots \dots \dots (2.28)$$

Dimana:

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

$I_g$  = momen inersia penampang beton,  $I_g = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$

$\beta_d$  = faktor yang menunjukkan hubungan antara beban mati dan beban keseluruhan

$$\beta_d = \frac{1,2 \cdot D}{(1,2 \cdot D + 1,6 \cdot L)} \dots \dots \dots (2.29)$$

### 2. Menentukan perbesaran momen untuk balok

$$EI_b = \frac{E_c \cdot I_g}{5(1 + \beta_d)} \dots \dots \dots (2.30)$$

### 3. Menghitung nilai eksentrisitas ( $e$ )

$$e = \frac{M_U}{P_U} \quad (\text{Istimawan hal.302})$$

$$e_{\min} = 15 + 0,03 h$$

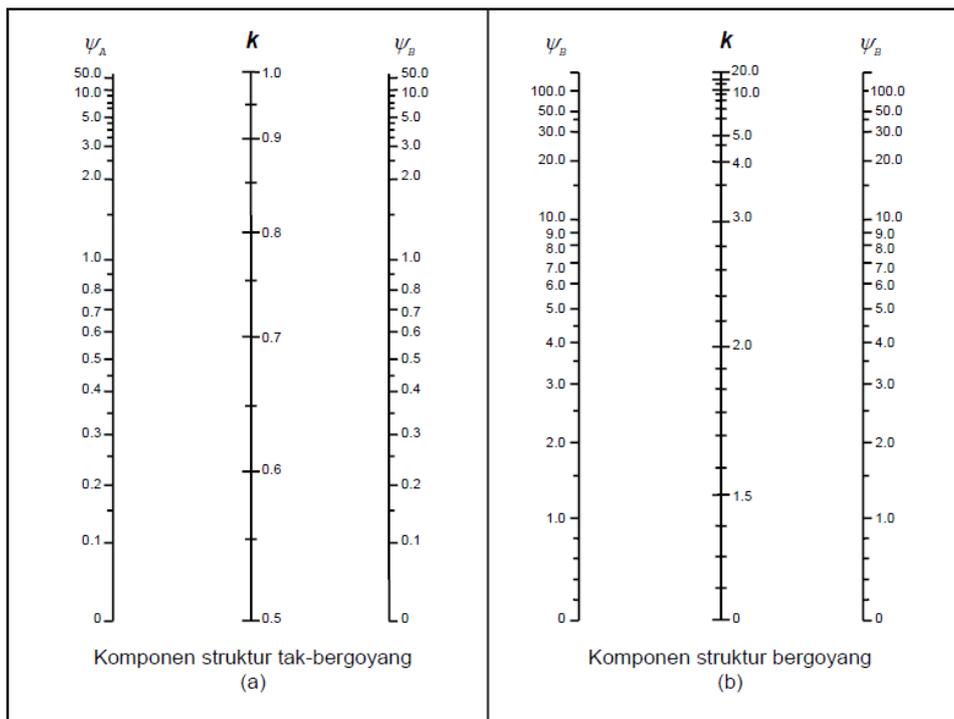
Dimana:

$M_U$  = momen terfaktor pada penampang

$P_U$  = beban aksial terfaktor pada eksentrisitas yangdiberikan

- Menghitung nilai kekakuan relative ( $\Psi$ ), menggunakan grafik nomogram

$$\Psi = \frac{\frac{EI_k}{l_k}}{\frac{EI_b}{l_b}} \dots\dots\dots(2.31)$$



Sumber : SK SNI 03 2847 2002, hal. 78

Gambar 2.21 Nomogram nilai panjang efektif, k

- Menghitung angka kelangsingan kolom

- Rangka tanpa pengaku lateral, maka :

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

- Rangka dengan pengaku lateral, maka :

$$\frac{kl_u}{r} < 34 - 12 \left( \frac{M_1 b}{M_2 b} \right)$$

- untuk semua komponen struktur tekan dengan  $\frac{kl_u}{r} > 100$  harus digunakan analisa pada Tata cara perhitungan struktur beton bertulang gedung,
- apabila  $\frac{kl_u}{r} < 34 - 12 \left( \frac{M_1 b}{M_2 b} \right)$  atau  $\frac{kl_u}{r} > 22$  maka perencanaan harus menggunakan metode pembesaran momen.

#### 6. Menghitung perbesaran momen

$$M_c = \delta_b M_{2b} + \delta_s M_{2s} \dots \dots \dots (2.32)$$

Dimana :

$\delta_b$  = faktor pembesaran pada dengan pengaku struktur rangka

$\delta_s$  = faktor pembesaran ekstra pada struktur rangka tanpa pengaku

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

$M_{2s}$  = momen kolom terbesar akibat goyangan kesamping pada struktur rangka tanpa pengaku

Untuk struktur rangka dengan pengaku, berlaku :

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1,0 \rightarrow C_m = 0,6 + 0,4 \cdot \left( \frac{M_1 b}{M_2 b} \right) \geq 0,4$$

Untuk struktur rangka tanpa pengaku, maka :

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

#### 7. Desain penulangan

Hitung tulangan kolom taksir dengan jumlah tulangan 1-8 % luas kolom. (Struktur Beton Bertulang, Istimawan Dipohusodo, hal.292)

$$\rho = \rho' = \frac{A_s}{b \cdot d_{eff}} \rightarrow A_s = A_s'$$

#### 8. Tentukan tulangan yang dipakai

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

## 8. Sloof

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

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dan perhitungan sloof, yaitu :

1. Penentuan dimensi sloof
2. Penentuan pembebanan sloof serta mencari beban ultimate ( $W_U$ )

Beban mati : berat sendiri sloof, berat dinding dan plesteran

$$W_U = 1,4 \cdot W_{DL}$$

3. Perhitungan momen lentur dan gaya geser
4. Menghitung nilai k

$$k = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d_{\text{eff}}^2} \dots \dots \dots (2.32)$$

Dengan:

k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan, MPa

Mu = Momen terfaktor pada penampang, KN/m

b = lebar balok sloof, mm

d<sub>eff</sub> = tinggi efektif pelat, mm

Ø = faktor kuat rencana = 0,8 (SNI 2002 pasal 11.3,hal 61)

5. Menentukan rasio penulangan ( $\rho$ )

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

6. Menghitung nilai  $A_s$

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

7. Perhitungan tulangan geser

## 9. Pondasi

Pondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang berfungsi untuk menempatkan bangunan dan meneruskan beban yang disalurkan dari struktur atas ke tanah dasar pondasi yang cukup kuat menahannya tanpa terjadinya differential settlement pada sistem strukturnya.

Berdasarkan letak lapisan tanah keras, pondasi ada 2 macam, yaitu :

1. Pondasi dangkal (*Shallow footing*)

Pondasi yang berada pada lapisan tanah keras yang letaknya dekat dengan permukaan tanah. Seperti pondasi setempat dan pondasi menerus.

2. Pondasi dalam (*Deep footing*)

Pondasi yang berada pada lapisan tanah keras yang letaknya jauh dengan permukaan tanah. Seperti pondasi sumuran, pondasi tiang pancang, dan pondasi bored pile.

Dalam pemilihan jenis pondasi yang didasarkan pada daya dukung tanah, ada beberapa hal perlu diperhatikan, yaitu:

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

Berdasarkan data hasil uji tanah pada lokasi pembangunan Gedung deknat FKM Universitas Sriwijaya yang dijadikan sebagai materi dalam laporan akhir ini, maka jenis pondasi yang dipilih adalah pondasi dalam yaitu tiang pancang beton .

Prosedur perhitungan pondasi tiang pancang:

1. Menentukan beban-beban yang bekerja pada pondasi
2. Menentukan diameter tiang pancang yang digunakan.

3. Menghitung kekuatan tiang

$$Q_{\text{tiang}} = 0,3 \cdot f_c' \cdot A_b \dots \dots \dots (2.33)$$

4. Menghitung daya dukung ijin 1 tiang :

$$Q_{\text{ijin}} = \frac{N_k \times A_b}{3} + \frac{JHP \times O}{5}$$

Dimana:

$N_k$  = nilai konus dari hasil data sondir,  $\text{kg}/\text{cm}^2$

JHP = jumlah hambatan pelekat,  $\text{kg}/\text{cm}^2$

$A_b$  = luas penampang tiang,  $\text{cm}^2$

$O$  = keliling penampang tiang,  $\text{cm}^2$

5. Menentukan jarak antar tiang

$$1,5 D < S < 3 D$$

6. Menghitung efisiensi kelompok tiang ( $E_g$ ), menggunakan persamaan

*Converse-Labarre:*

$$E_g = 1 - \frac{\theta}{90^\circ} \left\{ \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{m \cdot n} \right\} \dots \dots \dots (2.34)$$

Dimana:

$E_g$  = efisiensi kelompok tiang

$\theta = \text{arc tg} \left( \frac{B}{S} \right)$

$B$  = diameter tiang, m

$S$  = jarak tiang, m

$m$  = jumlah baris tiang dalam kelompok tiang, buah

$n$  = jumlah kolom tiang dalam kelompok tiang, buah

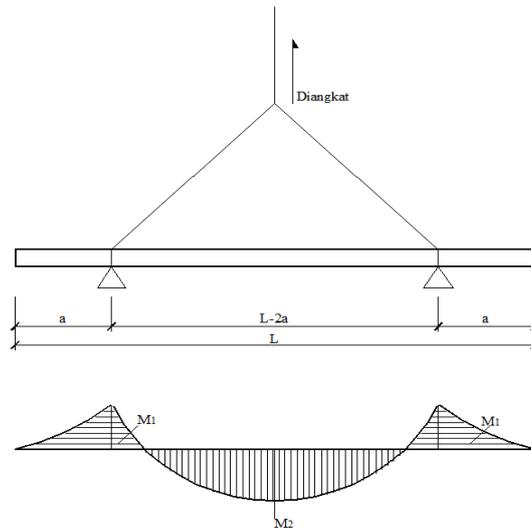
7. Menghitung beban yang dapat dipikul masing-masing tiang

$$Q_i = \frac{Q}{n} \pm \frac{M_y \times X_i}{\Sigma X^2} \pm \frac{M_x \times Y_i}{\Sigma Y^2} \dots \dots \dots (2.35)$$

8. Penulangan tiang pancang

Penulangan tiang pancang dihitung berdasarkan kebutuhan pada waktu pengangkutan. Beberapa pola pengangkutan tiang pancang, yaitu.

- a. Pola pertama



Gambar 2.22 Pengangkatan Tiang Pancang Pola Pertama

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

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

$$M_1 = M_2$$

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

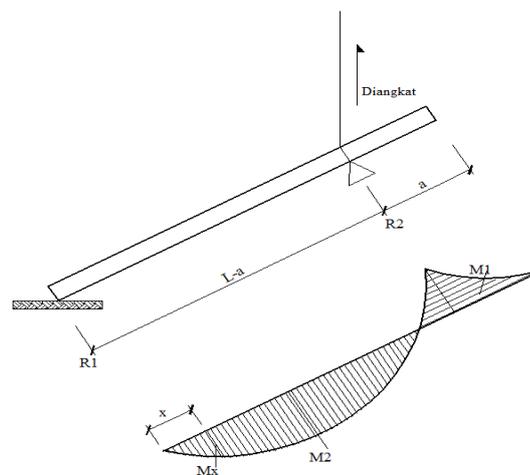
$$4a^2 + 4aL - L^2 = 0$$

Dimana:

q = berat tiang pancang, kg/m

L = panjang tiang, m

b. Pola kedua



Gambar 2.23 Pengangkatan Tiang Pancang Pola Kedua

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

$$R_1 = \frac{1}{2} \cdot q \cdot a^2 - \frac{\frac{1}{2} \cdot q \cdot a^2}{L-a}$$

$$R_1 = \frac{q \cdot (L-a)}{2} - \frac{q \cdot a^2}{2(L-a)}$$

$$R_1 = \frac{g \cdot L^2 - 2 \cdot a \cdot g \cdot l}{2(L-a)}$$

$$M_x = R_1 \cdot x = \frac{1}{2} \cdot q \cdot x^2$$

$$\text{Syarat ekstrim : } \frac{dM_x}{dx} = 0$$

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

$$X = \frac{R_1}{q} = \frac{L^2 - 2 \cdot a \cdot L}{2(L-a)}$$

$$M_{\max} = M_2 = R_1 \times \frac{L^2 - 2 \cdot a \cdot L}{2(L-a)} - \frac{1}{2} \cdot q \cdot \left( \frac{L^2 - 2 \cdot a \cdot L}{2(L-a)} \right)^2$$

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

$$M_1 = M_2$$

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

$$a = \left( \frac{L^2 - 2 \cdot a \cdot L}{2(L-a)} \right)$$

$$2a^2 - 4a \cdot L + L^2 = 0$$

## 2.4 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.

### a. 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.

Untuk dapat menyusun rencana kerja yang baik dibutuhkan :

1. Gambar kerja proyek
2. Rencana anggaran biaya pelaksanaan proyek
3. Daftar volume pekerjaan atau *bill of quantity (BQ)*
4. Data lokasi proyek
5. Data sumberdaya yang meliputi material, peralatan, sub kontraktor yang tersedia disekitar lokasi pekerjaan proyek berlangsung
6. Data sumberdaya 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

**b. Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

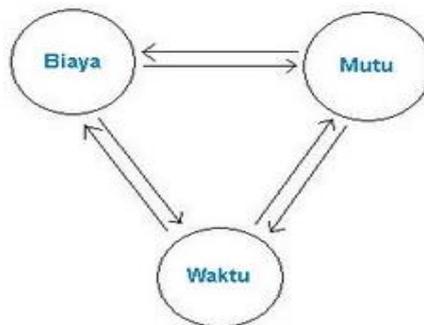
Rencana Anggaran Biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda di masing-masing daerah disebabkan karena perbedaan harga bahan upah tenaga kerja. Tujuan dari pembuatan RAB itu sendiri adalah untuk memberikan gambaran yang pasti tentang besarnya biaya.

**c. Rencana Pelaksanaan**

## 1. Network Planning (NWP)

Dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi dibutuhkan suatu perencanaan waktu yang akan diperlukan untuk menyelesaikan tiap pekerjaan yang akan dilaksanakan. NWP adalah suatu alat pengendalian pekerjaan lapangan yang ditandai dengan simbol tertentu berupa urutan kegiatan dalam suatu proyek yang berfungsi untuk memperlancar pekerjaan. Proyek konstruksi membutuhkan **perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek**. Tujuannya adalah menyelaraskan antara biaya proyek yang optimal mutu pekerjaan yang baik/berkualitas, dan waktu pelaksanaan yang tepat. Karena ketiganya adalah 3 elemen yang saling mempengaruhi



Gambar 3.24 Circles diagram

Ilustrasi dari **3 circles diagram** diatas adalah Jika biaya proyek berkurang (atau dikurangi) sementara waktu pelaksanaan direncanakan tetap, maka secara otomatis anggaran belanja material akan dikurangi dan mutu pekerjaan akan berkurang → Secara umum proyek Rugi. Jika waktu pelaksanaan mundur/ terlambat, sementara tidak ada rencana penambahan anggaran, maka mutu pekerjaan juga akan berkurang → Secara umum proyek Rugi. Jika mutu ingin dijaga, sementara waktu pelaksanaan mundur/terlambat, maka akan terjadi peningkatan anggaran belanja → Secara umum proyek juga Rugi.

Inti dari 3 komponen proyek konstruksi tersebut adalah bagaimana menjadwalkan dan mengendalikan pelaksanaan proyek agar berjalan sesuai dengan schedule yang telah ditetapkan, selesai tepat pada waktunya, sehingga tidak terjadi pengurangan mutu pekerjaan atau penambahan anggaran belanja.

Macam – macam network planning :

- a. CMD : Chart Method Diagram
- b. NMT : Network Management Technique
- c. PEP : Program Evaluation Procedure
- d. CPA : Critical Path Analysis
- e. CPM : Critical Path Method
- f. PERT : Program Evaluation and Review Technique

## 2. Bar Chart

Bar chart 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, yang berisi seluruh jenis kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana pelaksanaan pembangunan.
- b. Urutan pekerjaan, dari daftar item kegiatan tersebut di atas, disusun urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilaksanakan lebih dahulu dan item kegiatan yang akan dilaksanakan 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. (Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi / Wulfram I. Ervianto)

## 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.