

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Dalam setiap pelaksanaan suatu proyek bangunan, diperlukan perencanaan yang baik terhadap bangunan yang akan dibuat dengan tujuan agar bangunan tersebut dapat digunakan sesuai dengan fungsinya, dengan memperhatikan pembebanan-pembebanan yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Perencanaan itu sendiri merupakan bagian yang terpenting dari pembangunan suatu gedung atau bangunan lainnya. Adapun berbagai ayarat-syarat perencanaan suatu konstruksi yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut :

a. Kuat (Kokoh)

Struktur gedung harus direncanakan kekuatan batasnya terhadap pembebanan.

b. Ekonomis

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

c. 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 perencanaan pada konstruksi bangunan gedung meliputi beberapa tahapan, antara lain :

##### **2.2.1 Perencanaan Konstruksi**

Untuk mencapai sebuah hasil konstruksi yang diinginkan sebaiknya dalam perencanaan sebuah konstruksi dilakukan dengan tahapan-tahapan tertentu, seperti :

### 1. Tahap Pra-perencanaan ( *Preliminary Design* )

Pada tahap ini ahli struktur harus mampu membantu arsitek untuk memilih komponen-komponen struktur penting, baik dimensi maupun posisinya.

### 2. Tahap Perencanaan

Meliputi :

#### a. Perencanaan bentuk arsitektur bangunan

Dalam perencanaan arsitektur bangunan ini, seorang perencana belum memperhitungkan kekuatan bangunan sepenuhnya. Dalam perencanaan arsitektur ini perencana merealisasikan keinginan-keinginan dari pemilik bangunan sesuai dengan desain yang diinginkannya.

#### b. Perencanaan struktur ( konstruksi ) bangunan

Dalam perencanaan struktur ini, perencana mulai menghitung komponen-komponen struktur berdasarkan dari bentuk arsitektural yang telah didapat. Perencana mulai mendimensi serta menyesuaikan komponen-komponen struktur tersebut agar memenuhi syarat-syarat konstruksi yang aman, kuat dan nyaman untuk ditempati namun masih berdasarkan prinsip-prinsip yang ekonomis.

Struktur adalah kesatuan dan rangkaian dari beberapa elemen yang direncanakan agar mampu merima beban dari luar maupun berat sendiri tanpa mengalami perubahan bentuk yang melampaui batas persyaratan.

Adapun dua struktur pendukung bangunan adalah sebagai berikut :

#### 1. Struktur Bangunan Atas ( *Upper Structure* )

Pada struktur bangunan atas harus dapat mewujudkan perencanaan arsitektur dan menjamin dari segi keamanan dan kenyamanan. Perhitungan perencanaan bangunan atas meliputi :

##### a. Perhitungan Pelat

- b. Perhitungan Tangga
  - c. Perhitungan Portal
  - d. Perhitungan Balok
  - e. Perhitungan Kolom
2. Struktur Bangunan Bawah (*Sub Structure*)

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

- a. Perhitungan Sloof
- b. Perhitungan Pondasi

### **2.2.2 Dasar-Dasar Perencanaan**

Pada perencanaan suatu konstruksi kita dapat berpedoman pada teori-teori analisis dan metode perhitungan yang sudah ada sekarang ini, ditambah dengan teori-teori dan ilmu tentang kekuatan bahan yang berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia.

Pada penyelesaian perhitungan bangunan ruko di Agropolitan center Muara Beliti ini penulis berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia, diantaranya adalah :

1. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung  
Dalam tata cara ini terdapat persyaratan-persyaratan dan ketentuan dalam teknis perencanaan, serta pelaksanaan struktur beton untuk bangunan gedung sebagai pedoman atau acuan dalam perencanaan dan pelaksanaan untuk mendapatkan struktur yang aman dan ekonomis. (SNI 03-2847-2002)
2. Tata Cara Perencanaan Pembebanan Bangunan Gedung dan Rumah  
Pedoman ini digunakan untuk menentukan beban yang diizinkan untuk merencanakan bangunan gedung dan rumah. Pedoman ini memuat ketentuan-ketentuan beban yang harus diperhitungkan dalam perhitungan bangunan. (SNI-03-1727-1989-F)

Suatu struktur gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap pembebanan, pembebanan didapat berdasarkan bahan bangunan dan komponen gedung. Adapun jenis pembebanan tersebut antara lain :

1. Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

2. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamannya 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 adanya perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air.

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

3. Beban Angin

Beban angin ialah semua beban yang bekerja pada gedung dan bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

#### 4. Beban Khusus

Beban khusus ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan fondasi, susut, gaya-gaya tambah yang berasal dari beban hidup seperti gaya rem yang berasal dari keran, gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin, serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.

(SNI-03-1727-1989-F)

### 2.3 Perhitungan Struktur Pelat

#### 2.3.1 Perencanaan Pelat Atap

Pelat atap merupakan pelat yang hampir sama dengan pelat lantai, hanya saja perbedaannya terletak pada ketebalan pelat dan beban-beban yang dipikul oleh pelat. Struktur ini termasuk struktur yang tidak terlindungi sehingga memiliki ketebalan selimut beton yang lebih besar dibandingkan struktur pelat lantai.

Dalam perencanaan pelat atap hampir sama dengan pelat lantai hanya saja perbedaannya pada pembebanan yang dipikul yaitu pada pelat atap beban yang dipikul lebih kecil, sehingga tebal pelat atap lebih kecil/tipis.

Beban-beban yang bekerja pada pelat atap, yaitu:

1. Beban Mati ( $W_D$ )
  - Berat sendiri pelat atap
2. Beban Hidup ( $W_L$ )
  - Beban hidup, diambil  $100 \text{ kg/m}^2$  (SNI-03-1727-1989-F)

#### 2.3.2 Perencanaan Pelat Lantai

Pelat beton bertulang dalam suatu struktur dipakai pada lantai.

Beban-beban yang bekerja pada pelat atap, yaitu:

- Beban mati
  - Berat beton bertulang  $2400 \text{ kg/m}^3$

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

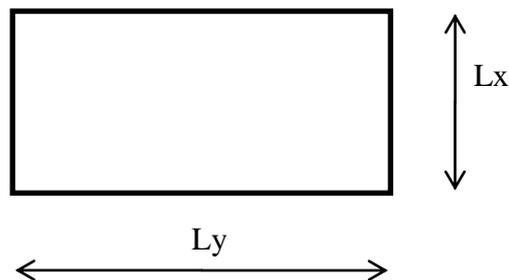
- Beban hidup

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

Pada pelat ruang ditumpu balok pada keempat sisinya terbagi dua berdasarkan geometrinya, antara lain :

a. Pelat satu arah (*One Way Slab*)

Pelat satu arah adalah pelat yang bertumpu hanya pada kedua sisi yang berlawanan saja. Dan suatu pelat dikatakan pelat satu arah apabila  $\frac{L_y}{L_x} \geq 2$ , dimana  $L_y$  dan  $L_x$  adalah panjang dari sisi-sisinya.

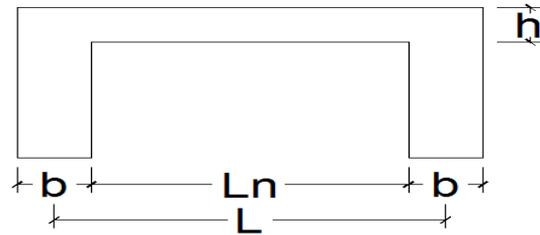


Gambar 2.1  $L_x$  dan  $L_y$  pada pelat satu arah

Dalam perencanaan struktur pelat satu arah perencanaannya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung bentang teoritis

Gambar struktur pelat satu arah dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Bentang Teoritis Pelat Satu Arah

Batang tarik pelat :

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

jika  $b > 2h$  maka,

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

## 2. Menghitung tebal minimum pelat (h pelat)

Penentuan tebal pelat terlentur satu arah tergantung beban atau momen lentur yang bekerja, defleksi yang terjadi dan kebutuhan kuat geser yang dituntut.

Tabel 2.1 Tebal Minimum Pelat Satu Arah

Komponen Struktur	Tebal Minimum, h			
	Dua tumpuan sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar			
Pelat masif satu arah	1/20	1/24	1/28	1/10
Balok atau pelat rusuk satu arah	1/16	1/18,5	1/21	1/8

Sumber : (SNI 03-2847-2002 pasal 11.5, hal.63)

Catatan :

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

### 3. Menghitung pembebanan

Pada tahap ini yaitu menghitung beban mati yang dipikul pelat termasuk beban sendiri pelat dan beban hidup serta menghitung momen rencana ( $w_u$ ).

$$W_u = 1,2 W_{DD} + 1,6 W_{LL}$$

$W_{DD}$  = Jumlah beban Mati Pelat (KN/m)

$W_{LL}$  = Jumlah beban Hidup Pelat (KN/m)

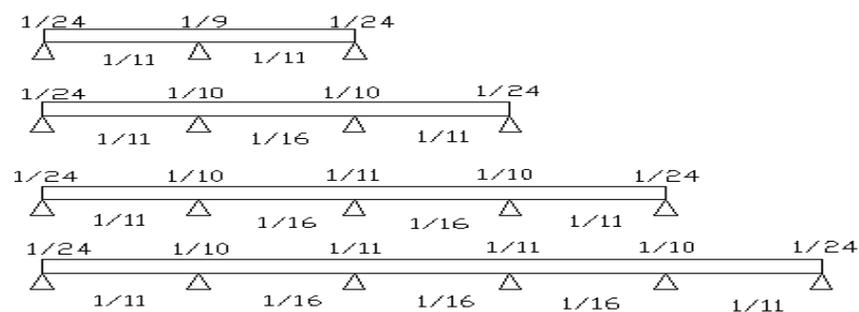
### 4. Menghitung momen rencana ( $M_u$ )

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

- Jumlah minimum bentang yang ada haruslah minimum dua,

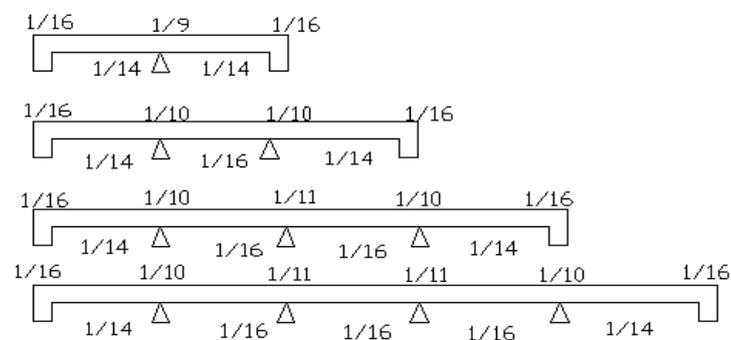
- Memiliki panjang bentang yang tidak terlalu berbeda, dengan rasio panjang bentang terbesar terhadap panjang bentang terpendek dari dua bentang yang bersebelahan tidak lebih dari 1,2,
- Beban yang bekerja merupakan beban terbagi rata,
- Beban hidup per satuan panjang tidak melebihi tiga kali beban mati per satuan panjang, dan
- Komponen struktur adalah 11rismatic.  
(SNI 03-2847-2002 pasal 10.3, hal.52 butir k-3)

Koefisien momen dikalikan  $WuLn^2$  Balok sprandel/ Terletak bebas/ Sederhana(sendi atau rol) dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Koefisien momen dikalikan  $WuLn^2$

Koefisien momen dikalikan  $WuLn^2$  Kolom/ Menyatu dengan balok / Jepit dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Kolom/ Menyatu dengan balok / Jepit

5. Perkiraan tinggi efektif ( $d_{eff}$ )

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

Tabel 2.2 Tebal Selimut Beton

Kriteria	Tebal Selimut Minimum (mm)
Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca:	
<u>Panel dinding:</u>	
a) Batang D 44 dan batang D 56	40
b) Batang D 36 dan batang yang lebih kecil	20
<u>Komponen struktur lainnya:</u>	
a) Batang D 44 dan batang D 56	50
b) Batang D 19 sampai batang D 36	40
c) Batang D 16, jaring kawat polos P 16, atau ulir D 16 dan yang lebih kecil	30
Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau tanah:	
<u>Pelat, dinding, pelat berusuk:</u>	
a) Batang D 44 dan D 56	30
b) Batang D 36 dan yang lebih kecil	15
<u>Balok, kolom:</u>	
a) Tulangan utama	a
b) Sengkang pengikat, sengkang dengan lilitan spiral	10
<u>Komponen cangkang, pelat lipat:</u>	
a) Batang D 19 dan yang lebih besar	15
b) Batang D 16, jaring kawat polos P 16, atau ulir D 16 dan yang lebih kecil	10
a → db, tetapi tidak kurang dari 15 mm dan tidak lebih dari 40 mm	

Sumber : (SNI beton 2002 pasal 9.7)

6. Menghitung  $K_{perlu}$ 

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

Dimana :

$K$  = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan (Mpa)

$M$  = Momen terfaktor pada penampang (KN / m)

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

$d_{eff}$  = Tinggi efektif pelat ( mm )

$\phi$  = Faktor Kuat Rencana

(SNI 03-2847-2002 Pasal 11.3, hal 61 butir ke- 2)

7. Menentukan rasio penulangan ( $\rho$ )

Dalam menentukan rasio penulangan ( $\rho$ ) ditentukan dengan melihat tabel. Jika  $\rho > \rho_{max}$ , maka pelat dibuat lebih tebal.

8. Menghitung luas tulangan ( $A_s$ ) yang diperlukan

Untuk menghitung luas tulangan ( $A_s$ ) digunakan rumus :

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

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

$\rho$  = rasio penulangan

$d_{eff}$  = tinggi efektif pelat ( mm )

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

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

1) Tulangan susut dan suhu harus paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebagai berikut, tetapi tidak kurang dari 0,0014:

a) Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300.....0,0020

b) Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir atau jaring kawat las (polos atau ulir) mutu 400 ..... 0,0018

c) Pelat yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 400 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35%.....0,0018x400/fY

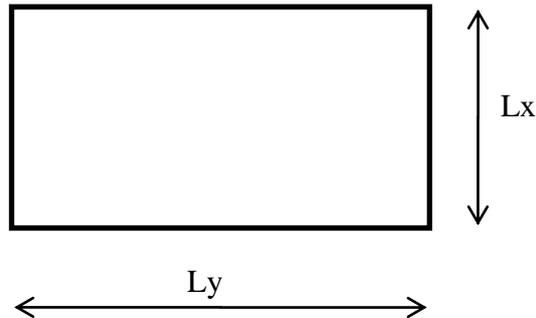
2) Tulangan susut dan suhu harus dipasang dengan jarak tidak lebih dari lima kali tebal pelat, atau 450 mm.

b. Pelat Dua Arah (*two ways slab*)

Pelat dua arah adalah pelat yang bertumpu di gelagar pada keempat sisinya. Dan suatu pelat dikatakan pelat dua arah apabila

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

Gambar pelat dua arah dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5  $L_x$  dan  $L_y$  pada pelat dua arah

Adapun tahapan perencanaan perhitungan pelat dua arah, adalah sebagai berikut :

1. Menghitung h minimum 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 tebal minimum pelat dua arah dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Tebal minimum pelat dua arah

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 : Pasal 9.5.3.3 ACI 318-02

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

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

Dan tidak boleh kurang dari 120 mm.

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

$$h = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 9\beta}$$

Dan tidak boleh < 90 mm

Dimana :

$$\alpha_1 = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_s}$$

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n}{n}$$

$E_{cb}$  = modulus elastis balok beton

$E_{cs}$  = modulus elastis pelat beton

$I_b$  = inersia balok

$I_s$  = inersia pelat

$$\frac{l_n t^3}{12}$$

$l_n$  = jarak bentang bersih ( mm )

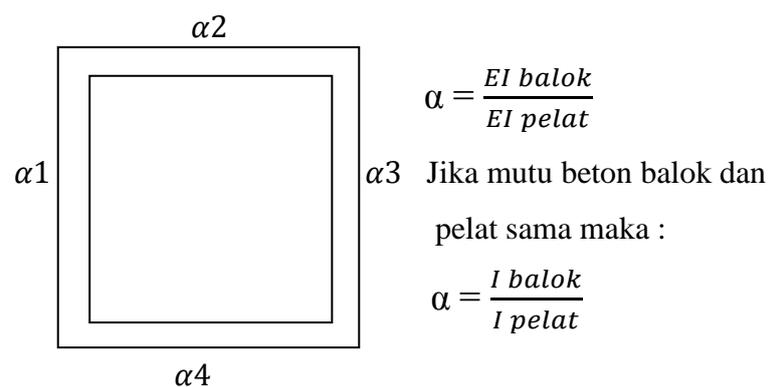
$h$  = tinggi balok

$t$  = tebal pelat

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

(SNI 03-2847-2002 pasal 11.5, hal.64 butir ke 3)

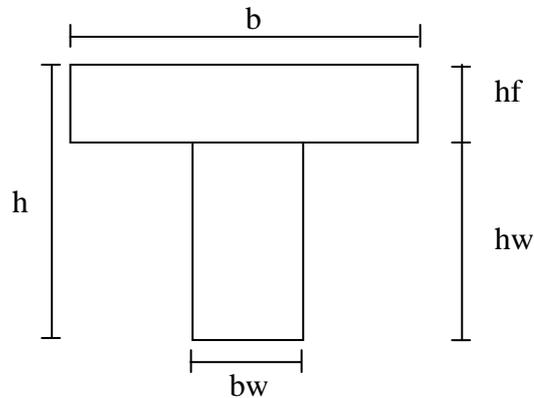
- Mencari nilai  $\alpha_m$  dari masing-masing panel untuk mengecek apakah pemakaian  $h_{coba}$  telah memenuhi persyaratan  $h_{min}$ .



Gambar 2.6 Nilai  $\alpha$  pada masing-masing pelat

Kekakuan balok berdasarkan SNI 2002 hal 138 :

Balok - T

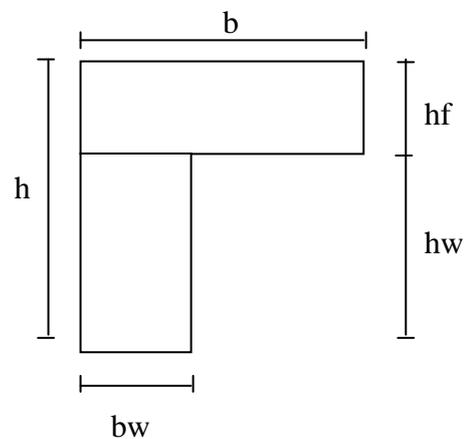


Gambar 2.7 Balok T

Lebar efektif :

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

Balok - L



Lebar efektif :

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

Gambar 2.8 Balok L

### 3. Menghitung beban mati

Pada tahap ini yaitu menghitung beban mati yang dipikul pelat termasuk beban sendiri pelat dan beban hidup serta menghitung momen rencana ( $w_u$ ).

$$W_u = 1,2 W_{DD} + 1,6 W_{LL}$$

$W_{DD}$  = Jumlah beban Mati Pelat (KN/m)

$W_{LL}$  = Jumlah beban Hidup Pelat (KN/m)

4. Menghitung momen rencana ( $M_u$ )

Dalam perhitungan perencanaan momen rencana ( $M_u$ ) dapat dianalisa melalui tabel 2.4.

Tabel 2.4 Momen yang menentukan per meter lebar dalam jalur tengah pada pelat dua arah akibat beban terbagi rata

Skema	Penyaluran beban berdasarkan metode amply' kali $w_u$ atau $1,4x$	Momen per meter lebar	$\frac{l_y}{l_x}$						
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = \frac{1}{2} m_{ly}$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{lx}$	41	54	67	79	87	97	110	117
		41	35	31	28	26	25	24	23
		25	34	42	49	53	58	62	
		25	22	18	15	15	15	14	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$	51	63	72	78	81	82	83	
		51	54	55	54	54	53	51	
		30	41	52	61	67	72	80	
		30	27	25	22	20	19	19	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = \frac{1}{2} m_{ly}$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{lx}$	68	84	97	106	113	117	122	
		68	74	77	77	77	76	73	
		24	36	49	63	74	85	103	
		33	33	32	29	27	24	21	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{lx}$	69	85	97	105	110	112	112	
		33	40	47	52	55	58	62	
		24	20	18	17	17	17	16	
		69	76	80	82	83	83	83	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{lx}$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{lx}$	31	45	58	71	81	91	106	
		39	37	34	30	27	25	24	
		91	102	108	111	113	114	114	
		39	47	57	64	70	75	81	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{lx}$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{lx}$	31	25	23	21	20	19	19	
		91	98	107	113	116	120	124	
		25	36	47	57	64	70	79	
		28	27	23	20	18	17	16	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = \frac{1}{2} m_{ly}$	54	72	88	100	108	114	121	
		60	69	74	76	76	76	73	
		28	37	45	50	54	58	62	
		25	21	19	18	17	17	16	
	$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = \frac{1}{2} m_{lx}$	60	70	76	80	82	83	83	
		54	55	55	54	53	53	51	
		28	37	45	50	54	58	62	
		25	21	19	18	17	17	16	

Tabel ini menunjukkan momen lentur yang bekerja pada jalur selebar 1 meter, masing-masing pada arah x dan arah y:

- $m_{lx}$  adalah momen lapangan maksimum per meter lebar di arah x

- $m_{ly}$  adalah momen lapangan maksimum per meter lebar di arah y
- $m_{tx}$  adalah momen tumpuan maksimum per meter lebar diarah x
- $m_{ty}$  adalah momen tumpuan maksimum per meter lebar di arah y
- $m_{tix}$  adalah momen jepit tak terduga (insidental) per meter lebar di arah x
- $m_{tiy}$  adalah momen jepit tak terduga (insidental) per meter lebar di arah y

Seperti pada pelat satu arah yang menerus, pemakaian tabel ini dibatasi beberapa syarat :

- a. Beban terbagi rata
- b. Perbedaan terbatas antara besarnya beban maksimum dan minimum pada panel (atau lekukan) dipelat :

$$q_{dmin} \geq 0,4 q_{dmaks}$$

- c. Perbedaan terbatas antara besarnya beban pada panel yang berbeda-beda  $q_{dmaks} \geq 0,8 \times q_{dmaks}$  terbesar.
- d. Perbedaan terbatas pada panjang bentang yaitu :  
Bentang terpendek  $\geq 0,8 \times$  bentang terpanjang.

Bila syarat ini terpenuhi, Tabel 2.4 akan memberikan nilai-nilai yang aman bagi momen lentur maksimum.

(W.C Vis dan R. Sagel :1987;143)

##### 5. Menentukan tinggi efektif ( $d_{eff}$ )

$d_x = h - \text{tebal selimut beton} - 1/2 \varnothing \text{ tulangan arah } x$

$d_y = h - \text{tebal selimut beton} - \varnothing \text{ tulangan pokok } x - 1/2 \varnothing \text{ tulangan arah } y.$

6. Menghitung  $K_{perlu}$ 

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

Dimana :

$k$  = 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 )

$\phi$  = faktor Kuat Rencan

(SNI 03-2847-2002 Pasal 11.3, hal 61 butir ke 2)

7. Menentukan rasio penulangan (  $\rho$  )

Dalam menentukan rasio penulangan (  $\rho$  ) ditentukan dengan melihat tabel. Jika  $\rho > \rho_{max}$ , maka pelat dibuat lebih tebal. Selain dengan melihat tabel, bisa juga dengan menggunakan perhitungan :

$$\frac{Mu}{\phi b d_{eff}^2} = \rho f_y \left( 1 - \rho \frac{f_y}{1,7 f_c'} \right)$$

Setelah didapat nilai a,b, dan c nya, maka selanjutnya digunakan rumus abc untuk mendapatkan nilai  $P_{max}$  dan  $P_{min}$

$$Rumus\ abc = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Rasio penulangan diambil yang paling terkecil, tapi tidak boleh lebih kecil dari  $P_{min}$  yang terdapat pada tabel, bila mendapati nilai  $P_{min}$  dalam perhitungan lebih kecil dari  $P_{min}$  pada tabel, maka digunakan  $P_{min}$  yang terdapat pada tabel.

8. Menghitung luas tulangan ( $A_s$ ) yang diperlukan

Untuk menghitung luas tulangan ( $A_s$ ) digunakan rumus :

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

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

$\rho$  = rasio penulangan

$d_{\text{eff}}$  = tinggi efektif pelat ( mm )

9. Menghitung jumlah tulangan (n)

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

10. Mencari jarak antar tulangan (s)

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

11. Memasang tulangan

Untuk arah y sama dengan langkah-langkah pada arah x, hanya perlu diingat bahwa tinggi efektif arah y ( $d_y$ ) tidak sama dengan yang digunakan dalam arah x .

$$d_y = h - p - \phi_{\text{arah x}} - \phi_{\text{arah y}}$$

### 2.3.3 Perencanaan 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).

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 – 65 cm
  - Cara 2 = 2 *optrede* + 1 *antrede* = 77 – 85 cm
- d) Sudut kemiringan
  - Maksimum = 45°
  - Minimum = 25°

Tabel 2.5 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: Ilmu Bangunan Gedung)

## 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) :

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

Dimana : L = panjang bordes

$l_n$  = 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 :

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

b. Menentukan ukuran *Optrede* dan *Antrede*

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

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

c. Sudut kemiringan tangga

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

#### 2. Panjang tangga , L

#### 3. Menentukan tebal pelat tangga

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

#### 4. Menentukan pembebanan pada anak tangga

##### a. Beban Mati

- Berat sendiri bordes
- Berat anak tangga

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

$$1m \times \gamma \text{ beton} \times \cos \alpha$$

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

##### b. Beban Hidup

Beban hidup yang bekerja pada tangga yaitu 300 kg/cm<sup>2</sup>

(PPIUG 1983)

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

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

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

a. Kekakuan

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

b. Faktor Distribusi

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

c. Momen Primer

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

6. 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  $\rho$  dilihat dari tabel istimewa, Struktur 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

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

1. Tulangan susut dan suhu harus paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebagai berikut, tetapi tidak kurang dari 0,0014:

- a. Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300.....0,0020
  - b. Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir atau jaring kawat las (polos atau ulir) mutu 400 ..... 0,0018
  - c. Pelat yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 400 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35%..... $0,0018 \times 400 / f_y$
2. Tulangan susut dan suhu harus dipasang dengan jarak tidak lebih dari lima kali tebal pelat, atau 450 mm.
    - a. Memilih tulangan pokok yang akan dipasang
    - b. Untuk balok bordes : menghitung tulangan torsi dan geser

#### 2.3.4 Perencanaan Portal

Portal merupakan suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan dan berfungsi untuk menahan beban sebagai satu kesatuan yang lengkap. Portal dihitung dengan menggunakan program SAP 2000.V15, portal yang dihitung adalah portal akibat beban mati dan beban hidup.

Sebelum merencanakan portal, terlebih dahulu kita harus mendimensi portal. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pendimensian portal adalah sebagai berikut :

##### a) Pendimensian Balok

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

##### b) Pendimensian balok

##### c) Analisa pembebanan

##### d) Menentukan gaya-gaya dalam

### 1. 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

### 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:

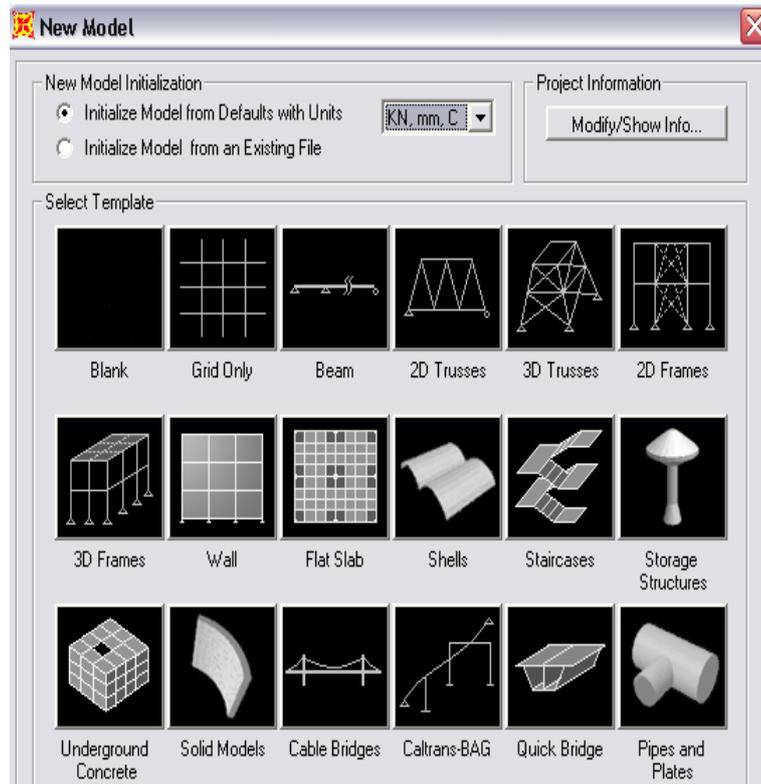
- a. Beban hidup untuk pelat lantai diambil sebesar  $250 \text{ kg/m}^2$
- b. Beban hidup pada atap diambil sebesar  $100 \text{ kg/m}^2$ .  
(SNI-03-1727-1989-F)

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

#### 1) Buat model struktur memanjang

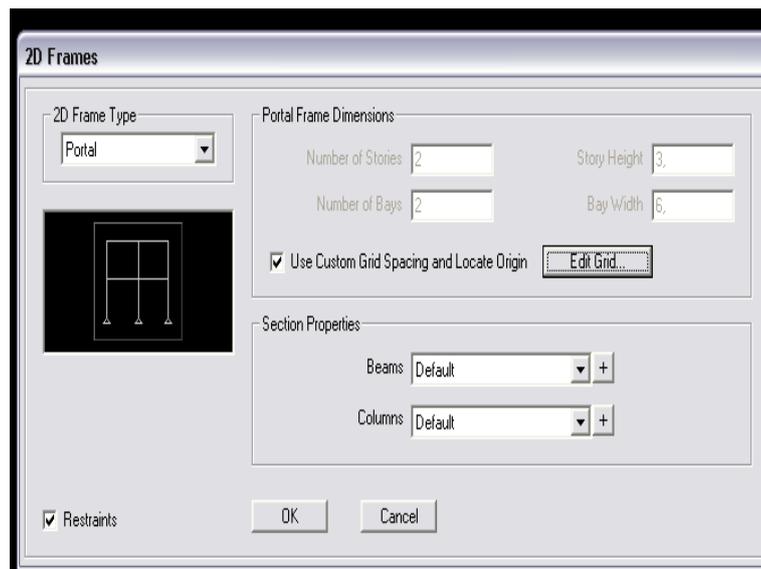
- a. Mengklik file pada program untuk memilih model portal.

Model Struktur Konstruksi dapat dilihat pada gambar 2.8

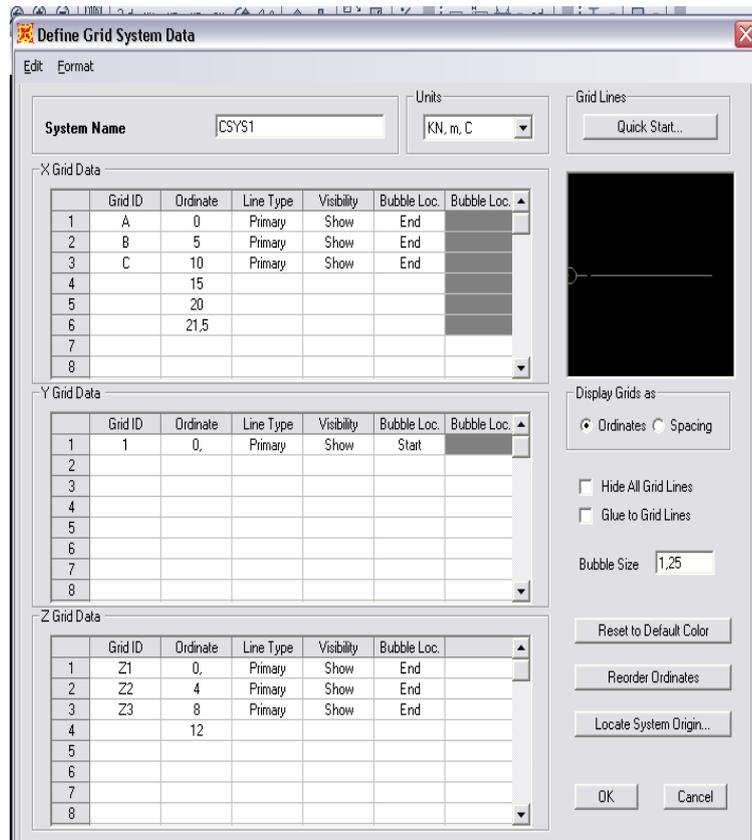


Gambar 2.8 Model Struktur Konstruksi

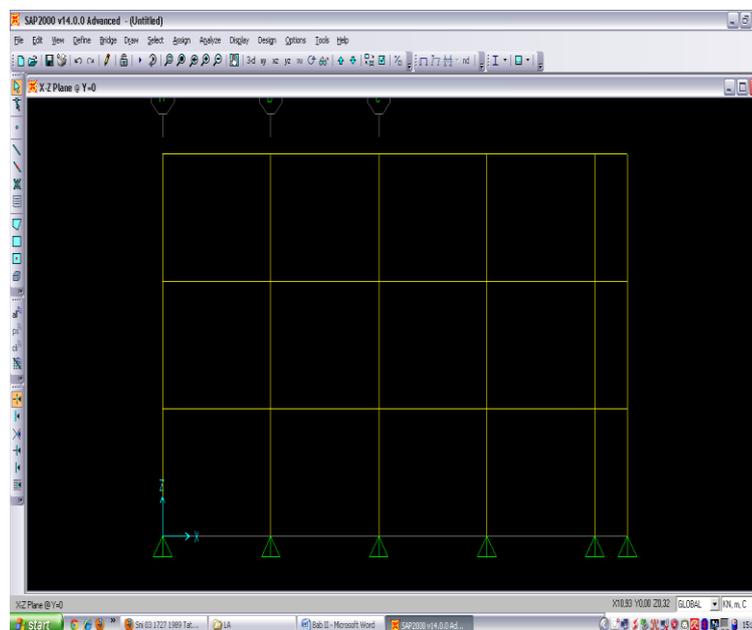
- b. Pilih model grid 2D pada model diatas dan masukkan data-data sesuai perencanaan.



Gambar 2.9 Bagan 2D Frames

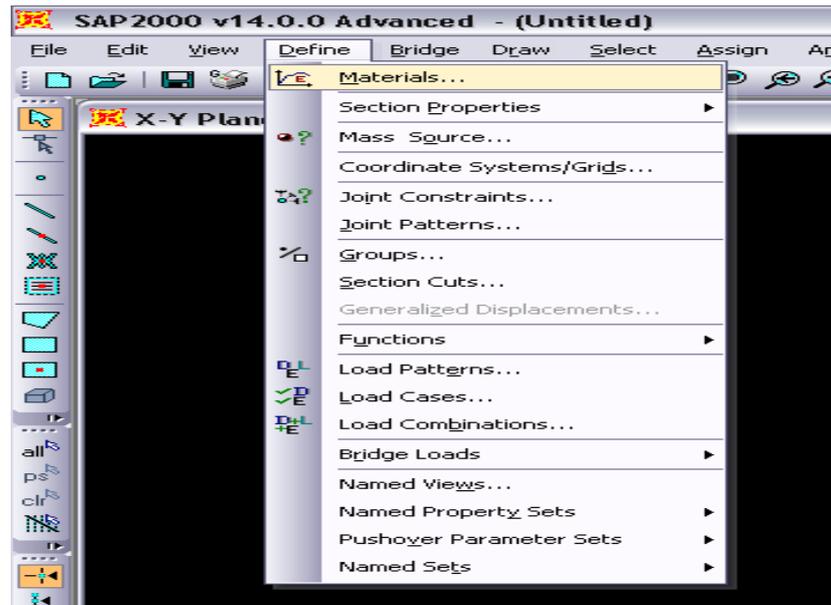


Gambar 2.10 Define Grid Data

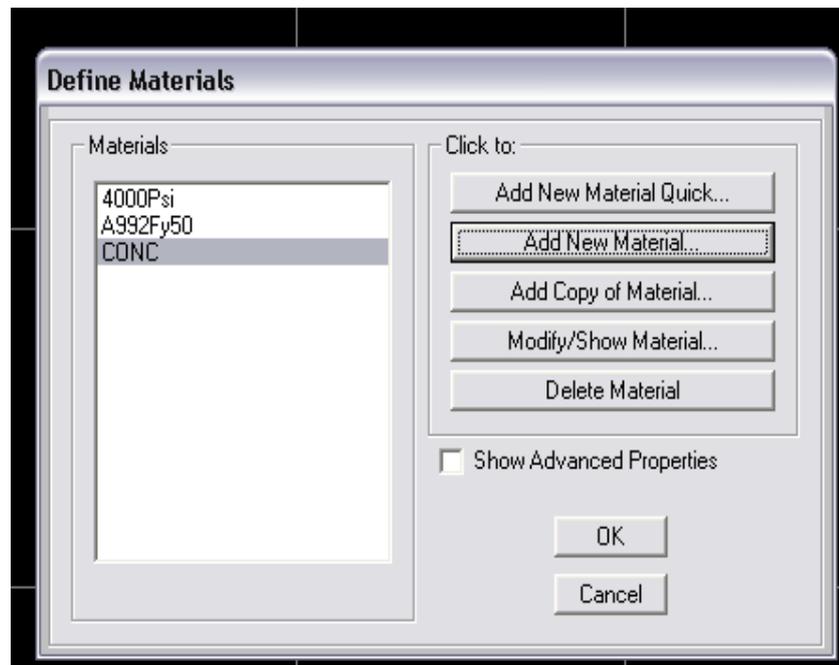


Gambar 2.11 Tampilan Model Portal

- 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 2.12 Input Material



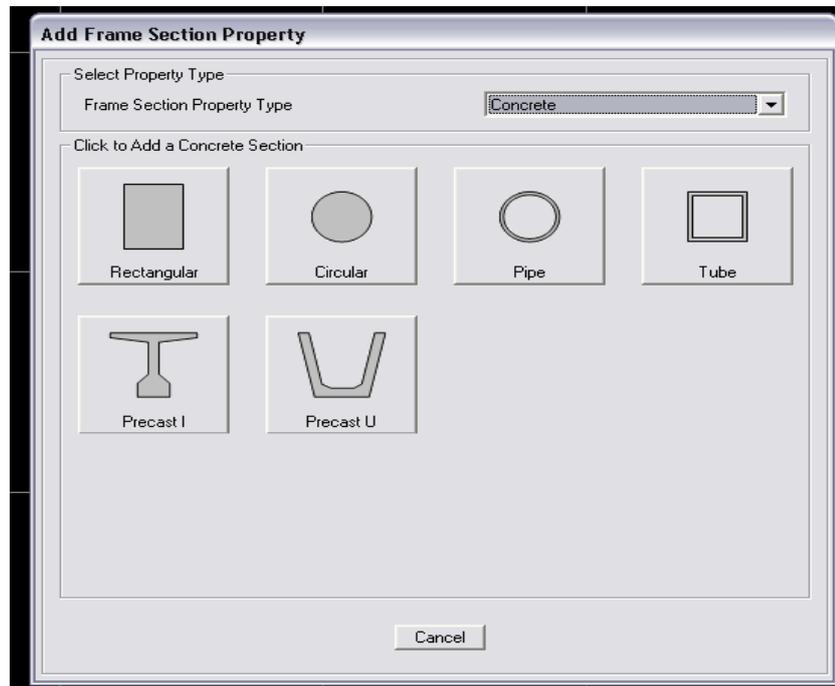
Gambar 2.13 Data-Data Material

Gambar 2.14 Data-Data Material

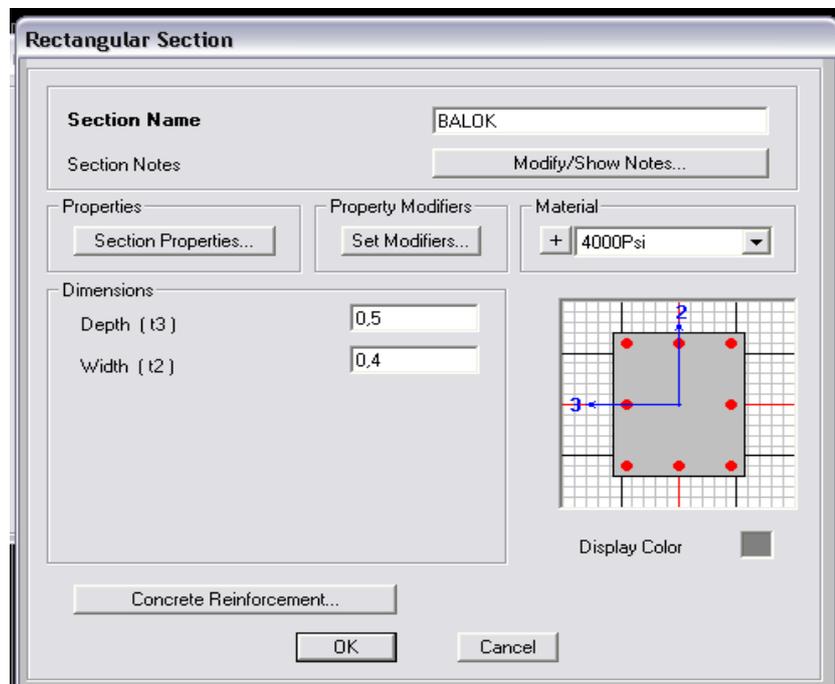
### 3) Input data dimensi struktur

- a) Kolom : ( b x h ) cm
- b) Balok : ( b x h ) cm

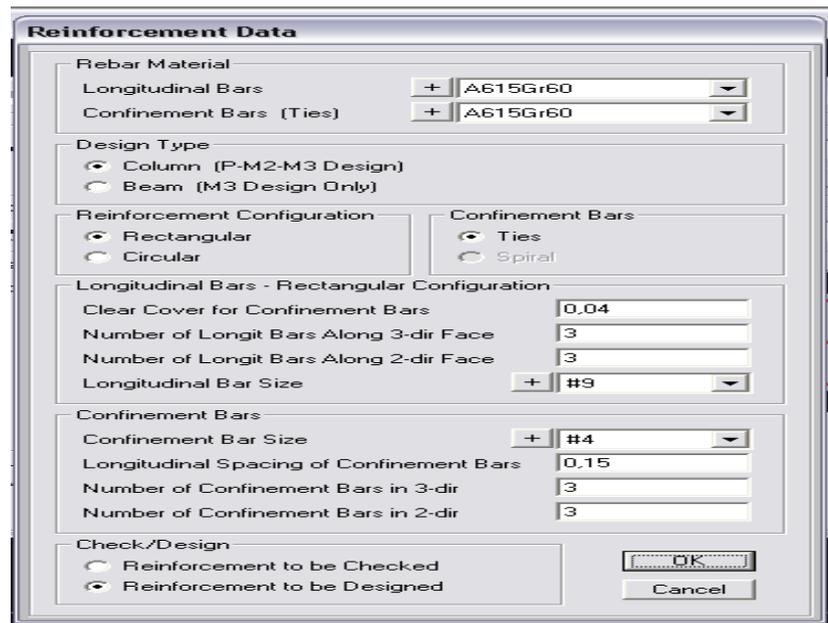
Masukkan data-dara dengan mengklik **Define - Section Properties - Frame Section – Add New Property – Section Name (balok)** setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan. Input dimensi struktur dapat dilihat pada gambar 2.15, 2.16, 2.17



Gambar 2.15 Frame Properties



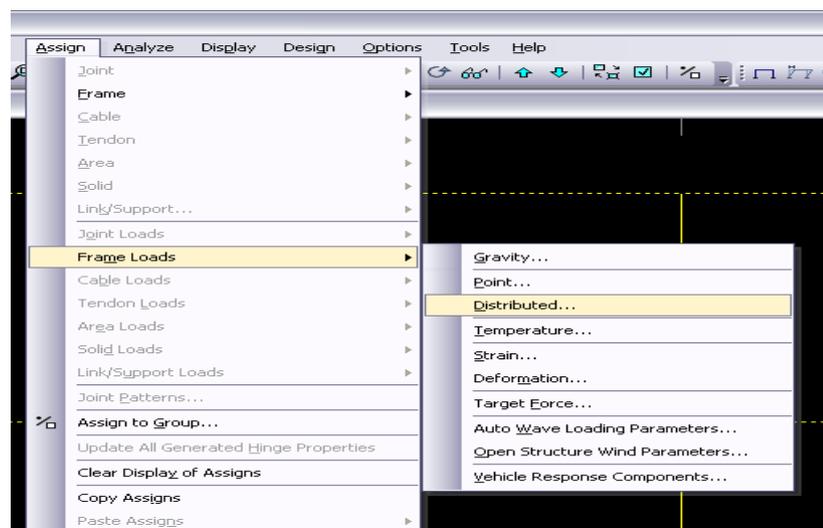
Gambar 2.16 Gambar Rectangular Section



Gambar 2.17 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 2.18 Joint Restraints

**Frame Distributed Loads**

Load Pattern Name: + DEAD 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 2.19 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.

**Frame Distributed Loads**

Load Pattern Name: + LIVE 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

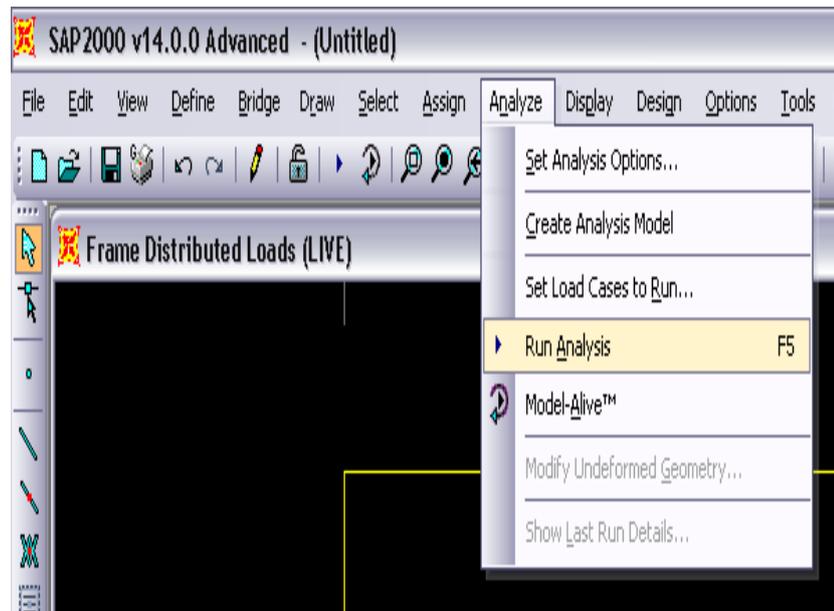
Uniform Load: Load: 0.

OK Cancel

Gambar 2.20 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 2.17 Run Analysis

### 2.3.5 Perencanaan Balok

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

Langkah- langkah perencanaan balok:

1. Menentukan mutu bahan dan dimensi balok
2. 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)
  - c. Beban Rencana (Wu),  $Wu = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$

3. Menentukan momen dan gaya geser rencana
4. Menghitung momen lentur maksimum
  - a. Menentukan momen lentur maksimum
  - b. Menentukan  $\rho_{\text{syarat}}$
  - c. Menentukan  $d_{\text{perlu}}$ 

$$d_{\text{perlu}} = h - p - \emptyset_{\text{senggang}} - \frac{1}{2} \emptyset_{\text{tulangan utama}}$$
  - d. Menentukan  $h_{\text{perlu}}$  dengan tulangan rencana
5. Perhitungan tulangan

$$A_s = \rho b d$$

Untuk momen positif, maka  $b = b_{\text{flens efektif}}$

Diambil nilai terkecil dari :

$$b = b_w + 16 h_f$$

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

6. Perencanaan tulangan geser

- Gaya geser rencana balok dihitung dengan menggunakan persamaan (SK SNI 3.14.7. Butir 1)

$$V_{u,b} = 0,7 \frac{M_{\text{kap},b} + M_{\text{kap},b'}}{l_n} + 1,05 V_g \dots \dots \dots (3.14-9)$$

Tetapi gaya geser maks balok tidak perlu lebih dari:

$$V_{u,b} = 1,05 \left( V_{D,b} + V_{I,b} + \frac{4,0}{K} V_{E,b} \right)$$

Dimana :

$V_{u,b}$  = Gaya geser rencana balok

$M_{\text{kap}}$  = Momen kapasitas pada ujung komponen dengan memperhitungkan kombinasi momen positif dan momen negatif

$M_{\text{kap}'}$  = Momen kapasitas balok di sendi plastis pada bidang muka kolom yang sebelahnya.

$l_n$  = Bentang bersih balok

$V_d$  = Gaya geser balok akibat beban mati

$V_1$  = Gaya geser balok akibat beban hidup

$V_{E,b}$  = Gaya geser balok akibat beban gempa

$V_g$  = Gaya geser balok akibat gravitasi

Penulangan geser balok adalah sebagai berikut :

(SK SNI 3.4.5 butir 6)

$$\frac{V_u}{\phi} \leq V_s + V_c$$

Untuk kuat geser beton pada daerah sendi plastis

$$V_c = 0$$

$$V_s = \frac{V_{u,b}}{\phi}$$

$$\text{Maka : } S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

Untuk kuat geser beton pada daerah diluar sendi plastis

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c'}}{6} b_w \cdot d$$

$$V_s = \frac{V_{u,b}}{\phi} - V_c$$

$$\text{Maka : } S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

## 7. Pemeriksaan penjangkaran dan kolom tepi

### 3.3.5 Perencanaan kolom

Kolom merupakan komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil sama dengan 3 atau lebih digunakan terutama untuk mendukung beban aksial tekan.

Adapun persyaratan umum dari detail penulangan kolom sesuai dengan SK-SNI T-15-1991-03 antara lain sebagai berikut :

1. Jumlah luas penampang tulangan pokok memanjang dibatasi dengan rasio penulangan  $\rho_g$  antara 0,01 – 0,08 atau 1,5 % - 3 % luas

penampang kolom. Khusus untuk struktur berlantai banyak dapat mencapai 4 % dan hal ini tidak boleh lebih.

2. Tulangan pokok memanjang dengan sengkang minimum 4 batang tulangan. Untuk bentuk segitiga dan lingkaran tiga batang tulangan (SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.3.9)
3. Jarak bersih antara tulangan pokok memanjang kolom berikat sengkang atau spiral tidak boleh kurang dari 40 mm (SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.16.6)
4. Tebal minimum beton deking tidak boleh kurang dari 40 mm (SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.16.7 ayat 1)
5. Persyaratan detail sengkang paling kecil D10, untuk tulangan pokok memanjang D32 atau lebih kecil, untuk yang lebih besar digunakan sengkang tidak kurang dari D12 dan tidak lebih dari D16. Jarak pokok tulangan spasi sengkang tidak boleh lebih dari 16 x D tulangan pokok 48 x D tulangan sengkang dan dimensi (lebar) kolom. Untuk jarak tulangan pokok tidak lebih dari 150 mm (SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.16.10 ayat 5)

Perencanaan kolom dengan eksentritas besar ( $e$ ):

Ada dua macam perhitungan eksentritas besar yaitu :

- a. Letak  $e$  di dalam daerah tarik menjadi tekan
- b. Letak  $e$  di luar daerah tekan

Langkah-langkah perencanaan kolom :

- a. Tentukan pembebanan dan mutu bahan
- b. Menghitung momen dan gaya aksial

$$e = \frac{Mu}{Pu}$$

- c. Menentukan penulangan

Dimensi kolom ditaksir dengan tulangan 3 %

$$\rho = \rho' = \frac{As}{bd} \Rightarrow d' = 40mm$$

$$As = As'$$

Tentukan tulangan yang digunakan :

$$\rho = \frac{As_{perlu}}{bd}$$

d. Periksa  $P_u$  terhadap beban seimbang  $P_{ub}$

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

$$\varepsilon_s' = \frac{cb - d}{cb} \times 0,003$$

$$f_s = E_s \times \varepsilon_s'$$

$$P_n = 0,85 \times f_c' \times ab \times b \times As' \times f_s \times As \times f_y$$

$$P_n = P_u \text{ (Hancur diawal dari beton didaerahtekan)}$$

e. Memeriksa kekuatan penampang (daktilitas)

$$P_n = \frac{As' \times f_y}{\frac{e}{d - d'} + 0,5} + \frac{bhfc'}{\frac{3he}{d^2} + 1,18}$$

$$\theta P_n = P_u \text{ (daktil)}$$

### 2.3.6 Perencanaan Sloof

Sloof merupakan salah satu struktur bawah suatu bangunan yang menghubungkan pondasi dan berfungsi sebagai penerima beban dinding di atasnya. Adapun perhitungan dalam perencanaan sloof adalah sebagai berikut ini :

1. Penentuan dimensi sloof
2. Penentuan pembebanan sloof
  - a. Berat sloof
  - b. Berat dinding
  - c. Berat plesteran
3. Perhitungan momen
4. Perhitungan penulangan
  - a. Menghitung nilai k

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

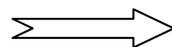
$M_u$  = Momen terfaktor pada penampang ( KN / m )

$b$  = lebar penampang ( mm ) diambil 1 m

$d_{\text{eff}}$  = tinggi efektif pelat ( mm )

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

$$\rho_{\text{min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4f_y}$$

 diambil nilai terkecil

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

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

b. Menghitung nilai  $A_s$

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

$A_s$  = Luas tulangan ( mm<sup>2</sup> )

$\rho$  = rasio penulangan

$d_{\text{eff}}$  = tinggi efektif pelat ( mm )

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

d. Mengontrol jarak tulangan sengkang

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

5. Cek apakah tulangan geser diperlukan

$V_u < V_c$ , tidak perlu tulangan geser

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

### 2.3.8 Perencanaan Pondasi

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

Fungsi pondasi antara lain sebagai berikut:

1. Untuk menyebarkan atau menyalurkan beban bangunan ke tanah
2. Mencegah terjadinya penurunan pada bangunan yang berlebihan
3. Memberikan kestabilan pada bangunan di atasnya.

Berdasarkan kedalaman pondasi ada dua macam:

a. Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal adalah pondasi yang digunakan pada kedalaman 0.8 - 2 meter, karena daya dukung tanah telah mencukupi.

b. Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang kedalamannya lebih dari 2 meter dan biasa digunakan pada bangunan-bangunan bertingkat atau untuk bangunan cukup berat sementara tanah yang keras yang mampu mendukung beban terletak cukup dalam harus menggunakan pondasi tiang.

Pada proyek ini pondasi yang dipakai adalah pondasi dangkal jenis pondasi telapak

Langkah-langkah perhitungan pondasi telapak :

1. Hitung pembebanan

$$\text{beban design pondasi, } P = P_D + P_L$$

berat sendiri pondasi

2. Hitung momen design pondasi

$$M = M_D + M_L$$

3. Tentukan tebal pondasi telapak

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

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

4. Tentukan  $d$

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

5. Tentukan daya dukung ijin

$$q_a = \frac{q_c}{40}$$

$q_{ijin} = q_a - \text{berat sendiri pondasi} - \text{berat tanah urugan}$

(sumber : Pondasi hal. 136)

6. Cari dimensi tapak dengan menggunakan beban bekerja

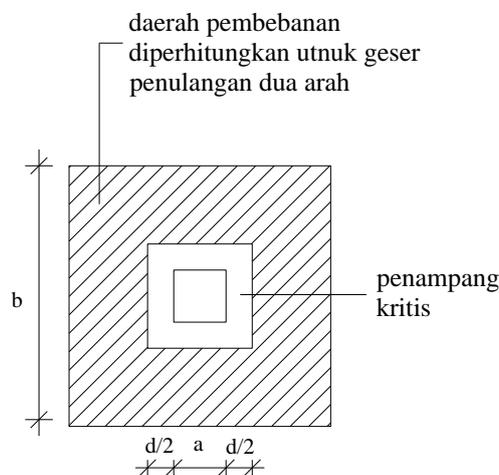
$$\frac{P}{A} \pm \frac{M_x}{W_y} \pm \frac{M_y}{W_x} \leq q_{ijin}$$

7. Kontrol kekuatan geser

- a. untuk aksi 2 arah

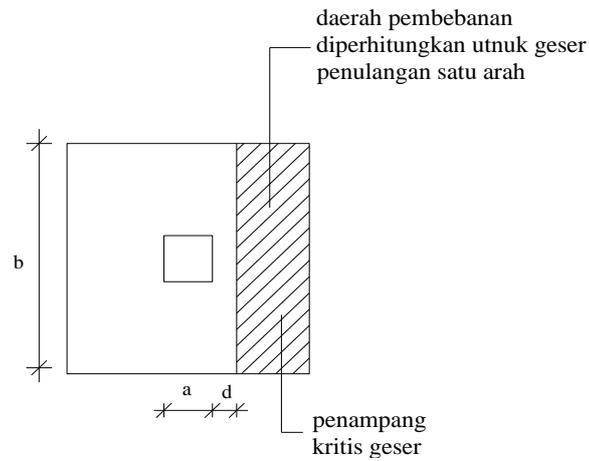
$$V_c = \frac{1}{12} \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f_c'} \cdot B_0 \cdot d \longrightarrow \beta_c = \frac{B_x}{B_y} = \frac{1,8}{1,8} = 1$$

(sumber : SNI Beton 2002, Fondasi tapak)



- b. untuk aksi 1 arah

$$V_c = \frac{1}{3} B_w \cdot d \cdot \sqrt{f_c'} \text{ (sumber : SNI Beton 2002, Fondasi tapak)}$$



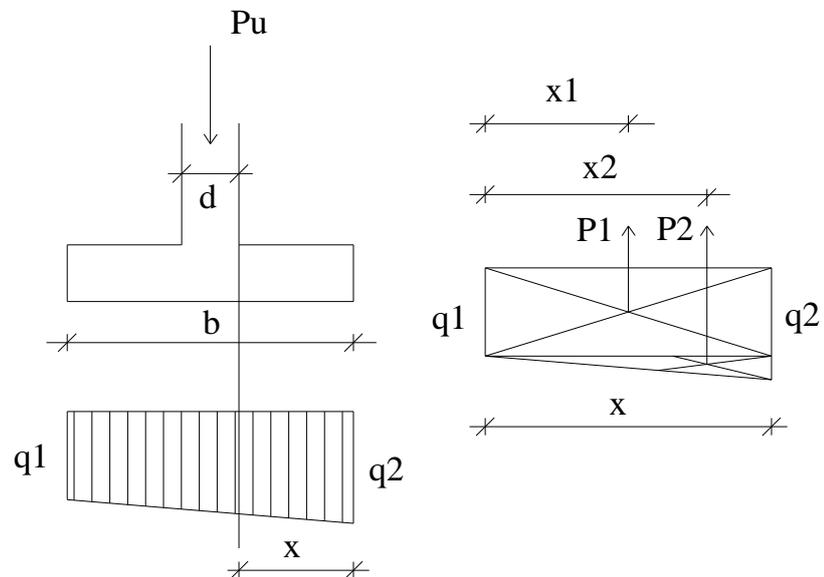
(sumber : Istimawan hal. 358)

8. Hitung penulangan dengan menggunakan beban *ultimate*

$$P_u = 1,2 P_D + 1,6 P_L$$

$$M_u = 1,2 M_D + 1,6 M_L$$

$$q_{12} = \frac{P_u}{A} \pm \frac{M_x}{W_y} \pm \frac{M_y}{W_x}$$



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

## **2.4 Pengelolahan Proyek**

### **1.4.1 Rencana Kerja dan Syarat–Syarat**

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

### **1.4.2 Volume Pekerjaan**

Volume pekerjaan adalah jumlah keseluruhan dari banyaknya (kapasitas) suatu pekerjaan yang ada. Volume pekerjaan berguna untuk menunjukkan banyaknya suatu kuantitas dari suatu pekerjaan agar didapat harga satuan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek.

### **1.4.3 Analisa Harga Satuan**

Analisa harga satuan pekerjaan adalah perhitungan biaya-biaya yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Guna dari harga satuan ini agar kita dapat mengetahui harga-harga satuan dari tiap-tiap pekerjaan yang ada. Dari harga-harga yang terdapat dalam analisa satuan harga ini nantinya akan didapat harga keseluruhan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya.

### **1.4.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Rencana Anggaran Biaya (RAB) terdiri dari tiga kata yaitu Rencana, Anggaran, dan Biaya. Dari masing-masing kata tersebut dapat didefinisikan menjadi :

Rencana adalah himpunan rencana termasuk detail / penjelasan dan tata cara pelaksanaan (pembuatan) sebuah bangunan yang terdiri dari bestek dan gambar bestek. Anggaran adalah perkiraan atau perhitungan biaya suatu bangunan berdasarkan bestek, dan Biaya adalah jenis / besarnya pengeluaran yang ada hubungannya dengan pekerjaan yang tercantum dalam persyaratan yang terlampir.

Jadi, pengertian Rencana Anggaran Biaya (RAB) suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya 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.

#### **1.4.5 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.

#### **1.4.6 Barchart dan Kurva S**

Barchart menguraikan tentang uraian setiap pekerjaan mulai dari tahap awal sampai berakhirnya pekerjaan, bobot pekerjaan dan pelaksanaan pekerjaan. Sedangkan kurva S dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dari awal sampai berakhirnya pekerjaan. Bobot pekerjaan merupakan persentase yang didapatkan dari perbandingan harga pekerjaan dan harga total keseluruhan dari jumlah penawaran.