

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Uraian Umum**

Perencanaan merupakan tahapan yang terpenting dari pembangunan suatu gedung atau bangunan yang lainnya. Perencanaan dapat didefinisikan sebagai sebuah langkah untuk menyusun, mengatur atau mengorganisasikan suatu hal atau topik sehingga menghasilkan output (hasil) yang sesuai dengan rencana. Perencanaan dari suatu konstruksi bangunan harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan yaitu kuat (kokoh), bentuk yang serasi dan dapat dilaksanakan dengan biaya yang ekonomis tetapi tidak mengurangi mutu dari konstruksi tersebut, sehingga dapat dipergunakan sesuai dengan fungsi utama yang diinginkan. Adapun tingkat perencanaan adalah sebagai berikut :

- Pra Rencana (Preliminary Design)

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

- Rencana

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

Dalam penyelesaian perhitungan untuk perencanaan bangunan *showroom* Suzuki di jl. K. H. Burlian Palembang, penulis berpedoman pada peraturan-peraturan yang dibuat badan standarisasi yang berlaku di Indonesia, diantaranya :

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

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

ketentuan teknis perencanaan dan pelaksanaan struktur beton untuk bangunan gedung.

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

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

3. Tata cara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (SNI 03-1727-1987)

Peraturan ini digunakan untuk menentukan beban yang diijinkan untuk merencanakan suatu bangunan. Pedoman ini memuat mengenai ketetapan beban yang harus diperhitungkan dalam perencanaan suatu bangunan.

#### Klasifikasi Pembebanan

Struktur bangunan harus direncanakan kekuatannya terhadap suatu pembebanan. Beban adalah gaya luar yang bekerja pada suatu struktur. Penentuan secara pasti besarnya beban yang bekerja pada suatu struktur selama umur layannya merupakan salah satu pekerjaan yang cukup sulit. Besar beban yang bekerja pada suatu struktur diatur oleh peraturan pembebanan yang berlaku, sedangkan masalah kombinasi dari beban-beban yang bekerja telah diatur dalam SNI 03-1729-2002 pasal 6.2.2. Beberapa jenis beban yang sering di jumpai antara lain :

- **Beban Mati**

Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung/bangunan yang bersifat tetap selama masa layan struktur, termasuk unsur-unsur tambahan, *finishing*, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung/bangunan tersebut.

(SNI 03-1729-1987)

- **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 berpindah-pindah, kendaraan, dan barang-barang lain. Karena besar dan lokasi beban yang senantiasa berubah-ubah, Khusus pada atap kedalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan baik akibat gedangan maupu akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air (SNI 03-1729-1987).

- **Beban Angin**

Beban angin adalah beban yang bekerja pada struktur akibat tekanan-tekanan dari gerakan angin. Beban angin sangat tergantung dari lokasi dan ketinggian dari struktur. Besarnya tekanan tiup harus diambil minimum sebesar  $25 \text{ kg/m}^2$ , kecuali untuk bangunan-bangunan berikut:

Tekanan Positif (Tiup) di tepi laut hingga 5 km dari pantai harus diambil minimum  $40 \text{ kg/m}^2$

Untuk bangunan di daerah lain yang kemungkinan tekanan tiupnya lebih dari  $40 \text{ kg/m}^2$ , harus diambil sebesar  $p = V^2/16 \text{ (kg/m}^2\text{)}$ , dengan  $V$  adalah kecepatan angin dalam m/s. (Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, 1987)

## **2.2 Metode Perhitungan**

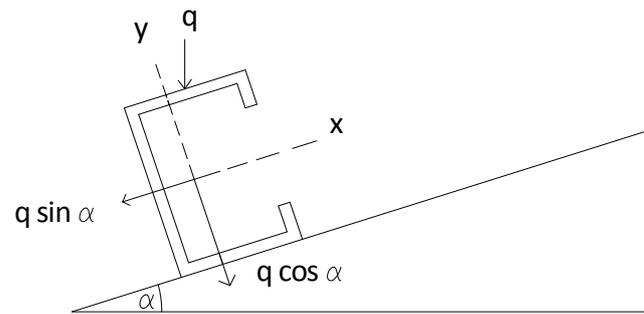
Dalam pekerjaan suatu konstruksi bangunan, di perlukan beberapa metode perhitungan. Agar hasil dari perhitungan dapat menjadi suatu acuan dan konstruksi dapat menahan beban dengan sempurna, baik itu beban sendiri maupun pembebanan yang lainnya. Berikut adalah struktur bangunan yang memerlukan metode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

### **2.2.1 Perencanaan Atap**

#### **Gording**

Gording membagi bentangan atap dalam jarak-jarak yang lebih kecil pada proyeksi horizontal. Gording meneruskan beban dari penutup atap, reng, usuk, orang, beban angin, beban air hujan pada titik-titik buhul kuda-

kuda. Gording menjadi tempat ikatan bagi usuk dan posisi gording harus disesuaikan dengan panjang usuk yang tersedia.



Gambar 2.1 Penampang gording

Perhitungan Beban Mati( $M_D$ ) :

- a. Berat sendiri gording
- b. Berat penutup atap

Perhitungan Beban Hidup( $M_L$ ) :

- a. Beban air hujan

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

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

- a. Beban pekerja, diambil  $100 \text{ kg/m}^2$  (PPIUG 1983 butir 3.2.1 hal 13)
- b. Beban Angin.

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

koefisien angin :

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

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

$w$  = tekanan angin tiup

$l_g$  = jarak gording

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

$$M_U = 1.2 M_D + 1.6 M_L \dots\dots\dots (SNI 03-1729-2002)$$

$M_U$  = Beban terfaktor

$M_D$  = Beban mati

$M_L$  = Beban hidup

**Cek kekompakan penampang (SNI 03-1729-2002):**  $\dots\dots\dots$

Plat sayap

$$\lambda_f = \frac{b}{t_f}$$

Plat Badan

$$\lambda_w = \frac{h}{t_w}$$

Dimana :

$\lambda_f$  = Perbandingan antara lebar dan tebal flens

$\lambda_w$  = Perbandingan antara tinggi dan tebal web

Untuk mengetahui kekompakan penampang yang dipakai, maka perhitungan masing-masing  $\lambda_f$  dan  $\lambda_w$  dibandingkan dengan  $\lambda_p$  dan  $\lambda_r$ .

Untuk plat sayap :

$$\lambda_p$$

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

$$\lambda_r$$

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

Untuk plat badan:

$$\lambda_p$$

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

$$\lambda_r$$

$$\frac{2550}{\sqrt{f_y - f_r}}$$

$\lambda_p$  = Lamda plastis

$\lambda_r$  = Lamda ramping

Setelah membandingkan masing-masing lamda plat sayap dan plat badan, tentukan rumus yang memenuhi syarat berdasarkan perbandingannya

masing-masing. Berikut adalah jenis-jenis penampang berdasarkan perbandingan lamdanya :

1. Penampang kompak  $\lambda < \lambda_p$

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

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

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

3. Penampang ramping  $\lambda_r < \lambda$

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

**Cek kekuatan lentur** .....(SNI 03-1729-2002) :

$$\left[ \frac{c_{mx} \cdot M_{ux}}{w \cdot M_{nx}} \right]^{\eta} + \left[ \frac{c_{my} \cdot M_{uy}}{w \cdot M_{ny}} \right]^{\eta}$$

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

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

$$C_{mx} = 1.0$$

$$C_{my} = 1.0$$

$$\phi = 0.9$$

Dimana,

$M_p$  = Momen plastis

$M_y$  = Momen leleh

$M_u$  = Momen rencana

$M_n$  = Momen nominal

$\phi$  = reduksi kekuatan

### **Kontrol kekakuan**

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

$$\Delta = \left( \frac{P.L^2}{48.EI} \right) \rightarrow \text{Untuk beban terpusat di tengah bentang (beban pekerja)}$$

$$\Delta = \left( \frac{5.q.L^4}{384EI} \right) \rightarrow \text{Untuk beban merata}$$

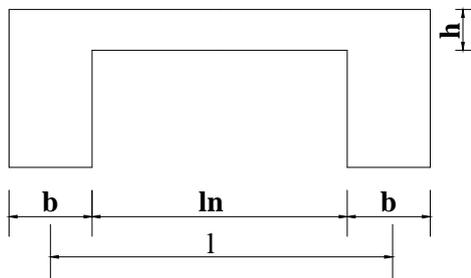
Untuk beban merata bila menggunakan trekstang berjumlah 1 buah maka panjangnya dibagi untuk gaya yang sejajar dengan kemiringan atap.

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

### 2.2.2 Pelat

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

#### a. Bentang Teoritis



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

jika  $b > 2h$  maka,

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

#### b. Pembebanan

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

##### ▪ Beban mati

1. Berat beton bertulang  $2400 \text{ kg/m}^3$
2. Berat penutup lantai dari ubin tanpa adukan yaitu  $24 \text{ kg/m}^2$
3. Berat adukan spesi, per cm tebal yaitu  $21 \text{ kg/m}^2$
4. Langit-langit (termasuk rusuk-rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), dengan tebal maksimum 4 mm yaitu  $11 \text{ kg/m}^2$ .
5. 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).

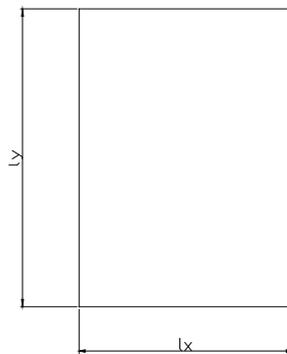
Secara umum perhitungan pelat dapat dicari dengan cara :

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

Apabila sistem tumpuannya hanya dapat atau dianggap melentur satu arah.

Ciri-cirinya adalah :

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



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

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

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

Langkah-langkah perencanaan pelat satu arah :

- Menentukan tebal minimum pelat satu arah

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

Tabel 2.1. Tebal minimum Pelat 1 arah dan Balok Mendukung 1 arah  
(SK-SNI T-15-1991-03 tabel 3.2.5 (a) halaman 16.)

$L$  = Panjang teoritis (mm)

Untuk nilai  $f_y$  yang lain :

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

Kontrol  $h_f$

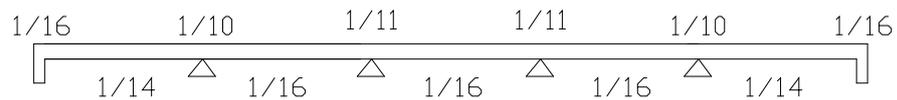
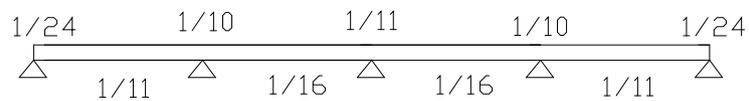
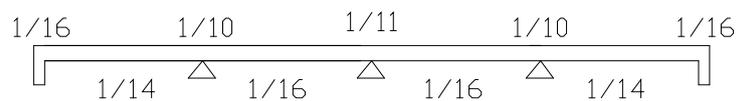
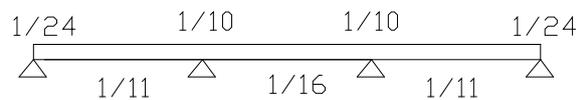
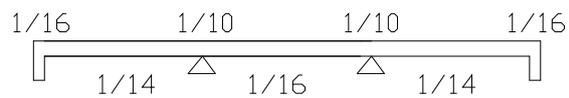
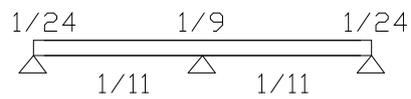
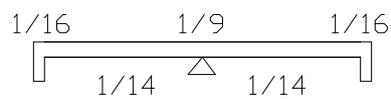
Syarat  $b < 2 h_f$

- Menentukan pembebanan pada pelat lantai dengan memakai metode beban terfaktor.

3. Kontrol apakah bisa menggunakan metode koefisien momen, sesuai dengan persyaratan penggunaan metode koefisien momen yang telah diuraikan sebelumnya.

4. Pendistribusian momen dengan metode koefisien momen dengan rumus umum,  $M = koefisien \cdot Wu \cdot l_n^2$

dengan catatan :

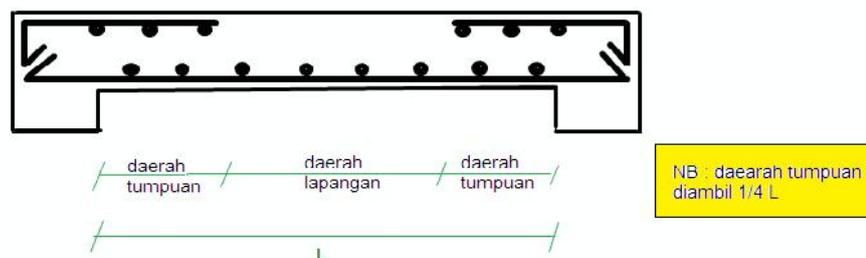


- Untuk momen lapangan,  $l_n$  = panjang bersih dari bentang yang ditinjau.
- Untuk momen tumpuan,  $l_n$  = panjang bersih rata-rata dari dua bentang bersebelahan.

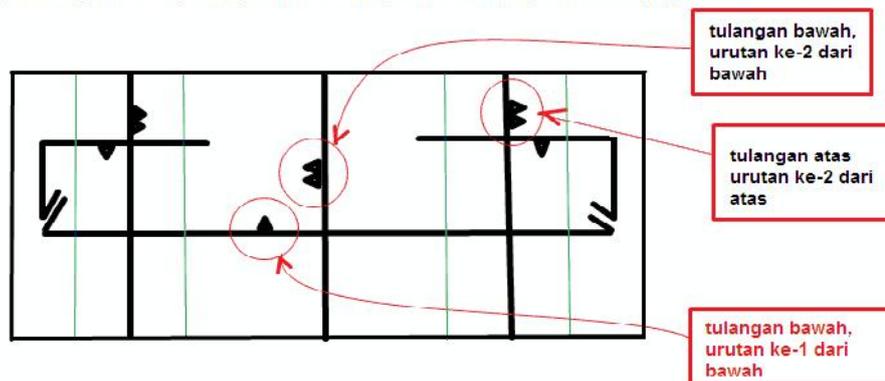
#### 5. Menentukan tulangan pelat

Tentukan nilai  $k = \frac{Mu}{bd^2}$  untuk mendapatkan nilai  $\rho$  (rasio tulangan) yang dapat ditentukan sebagaimana dalam buku Dasar-Dasar Perencanaan (Beton Bertulang Jilid 1 karangan *W.C Vis dan Gideon H.Kusuma.*)

Gambar pelat satu arah :



(a) Tampak depan pelat dengan 2 tumpuan sejajar



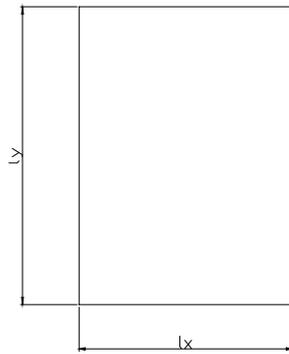
(b) Tampak atas pelat dengan 2 tumpuan sejajar

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

Ciri-cirinya adalah :

- Tulangan pokok dipasang pada dua arah yang saling tegak lurus (bersilangan)

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



Tebal pelat dua arah

(SK SNI-T-15-1991-03 hal.18) adalah sebagai berikut :

$$h = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 5s \left[ r_m - 0,12 \left( 1 + \frac{1}{s} \right) \right]}$$

tetapi tidak boleh kurang dari :

$$h_{\min} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 9s}$$

dan tidak boleh lebih dari :

$$h_{\max} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36}$$

(Dalam buku SK SNI T-15 -1991- 03 ayat 3.2-14)

dimana :  $\ln$  diambil  $\ln y$  (panjang netto terpanjang)

$$s = \frac{\ln y}{\ln x}$$

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

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

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

( SK SNI T 15-1991-03 halaman 19)

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

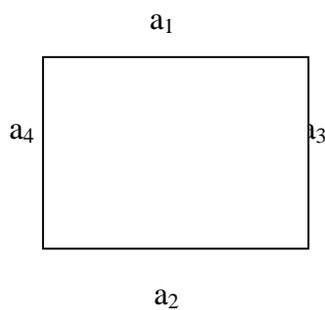
Arah x :

1. Tentukan nilai tebal minimum pelat dan tebal maksimum pelat

$$h_{\min} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{fy}{1500}\right)}{36 + 9s}$$

$$h_{\max} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{fy}{1500}\right)}{36} \rightarrow (\text{SK SNI T-15-1991-03 hal.19 ayat (3.2-14)})$$

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



$$r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = \frac{I_{X-X} \text{ balok}}{I_{X-X} \text{ pelat}}$$

$$r_m = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{4}$$

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

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

3. Cek nilai  $h_{\text{aktual}}$  dari hasil nilai  $r_m$  yang telah didapat

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

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

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

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

5. Mencari momen yang menentukan

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

6. Mencari tulangan dari momen yang didapat

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

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

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

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

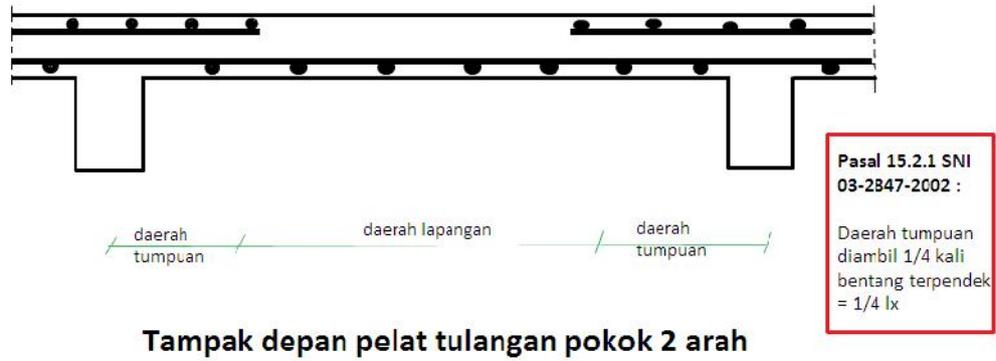
Syarat :  $\min < k < \max$

$$\min = 0,75 \frac{0,85 fc'}{fy} s_1 \left( \frac{600}{600 + fy} \right)$$

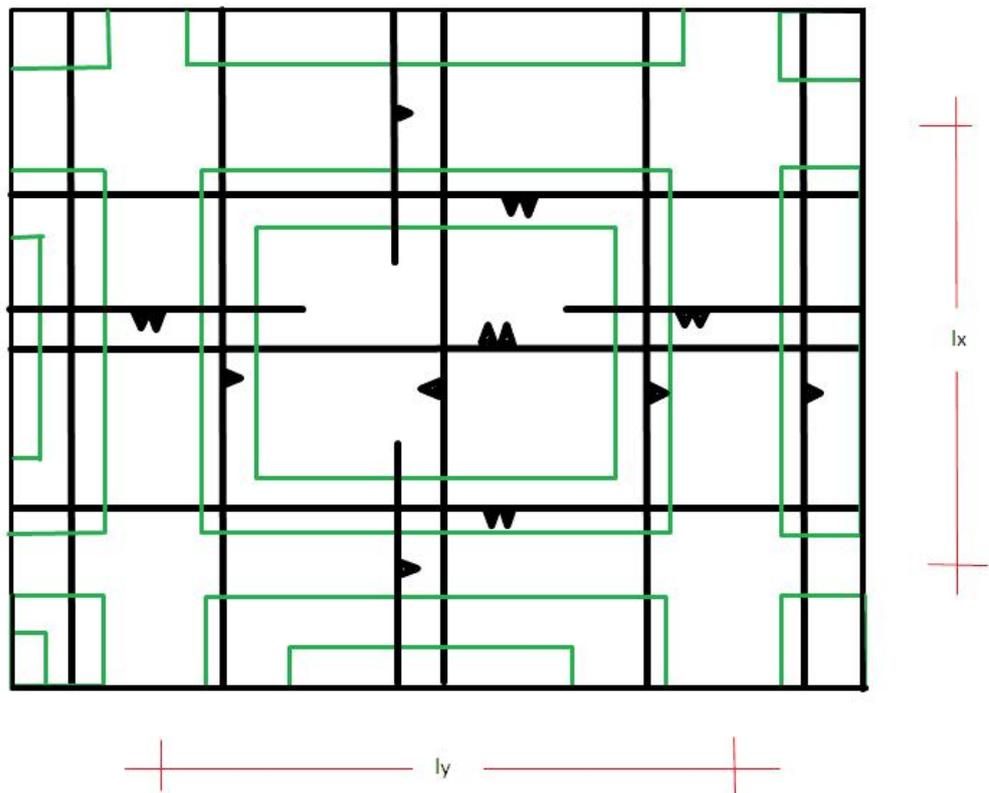
Jika  $\min > k$  maka pakai  $\min$

Jika  $\max < k$  maka pakai  $\max$

Gambar pelat dua arah :



**Tampak depan pelat tulangan pokok 2 arah**



**Tampak atas pelat tulangan pokok 2 arah**

### 2.2.3 Tangga

Tangga adalah suatu konstruksi yang menghubungkan antara tempat satu dengan tempat yang lain dengan elevasi yang berbeda. Tangga secara umum terdiri dari anak tangga dan pelat tangga.

Anak tangga terdiri dari 2 bagian :

#### 1. *Antrade*

Yaitu bagian anak tangga pada bidang horizontal yang merupakan bidang pijak telapak kaki.

#### 2. *Optrede*

Yaitu bagian dari anak tangga pada bidang vertikal yang merupakan selisih antara dua anak tangga yang berurutan. Syarat utama untuk tangga adalah sudut kemiringan tidak lebih dari  $45^\circ$ , yaitu :

Untuk umum (sekolah, kantor, bioskop, pasar dll) :

- Antrede minimum 25 cm
- Optrede maksimum 17 – 20 cm

Sebagai patokan : 2 optrede + 1 antrede = 58 – 64 cm (1 langkah)

Lebar tangga :

- Untuk rumah tempat tinggal = 80 – 100 cm
- Untuk tempat umum = 120 – 200 cm

Syarat-syarat tangga :

- a. Tangga harus mudah dilewati atau dinaiki
- b. Tangga harus kuat dan kaku
- c. Ukuran tangga harus sesuai (serasi) dengan sifat atau fungsinya
- d. Material yang digunakan untuk pembuatan tangga terutama pada gedung-gedung umum harus tahan dan bebas bahaya kebakaran
- e. Letak tangga harus cukup strategis
- f. Sudut kemiringan tidak lebih dari  $45^\circ$

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada perencanaan tangga :

1. Perencanaan tangga, antara lain :
  - Penentuan ukuran antrede dan optrede
  - Penentuan jumlah antrede dan optrede

- Panjang tangga = lebar antrede x jumlah optrede
- Sudut kemiringan tangga = tinggi tangga : panjang tangga
- Penentuan tebal pelat

## 2. Penentuan pembebanan pada anak tangga

- Beban mati

- Berat sendiri bordes

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

- Berat anak tangga

Berat satu anak tangga (Q) dalam per m'

$$Q = \frac{1}{2} antrade \times optrade \times 1m \times \gamma_{beton} \times jumlah\ anak\ tangga / m$$

- Berat spesi dan ubin

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

### 2.2.4 Portal

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

#### 1. Portal akibat beban mati

Portal ini ditinjau pada arah melintang dan memanjang.

Pembebanan pada portal, yaitu:

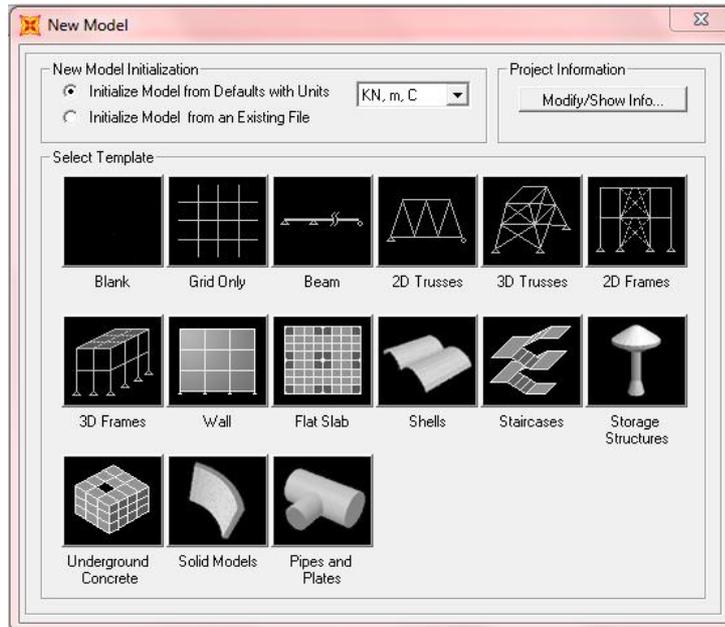
- a. Berat sendiri pelat
- b. Berat plafond + penggantung
- c. Berat penutup lantai
- d. Berat adukan

e. Berat dari pasangan dinding bata

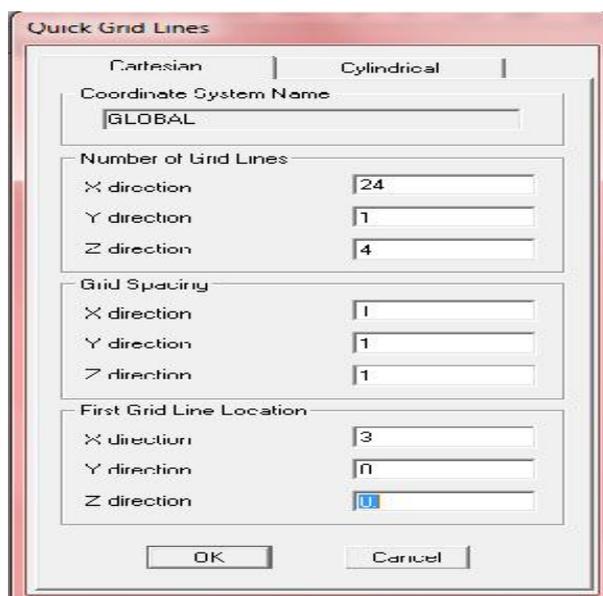
Langkah- langkah menghitung portal dengan menggunakan Program SAP 2000.V15:

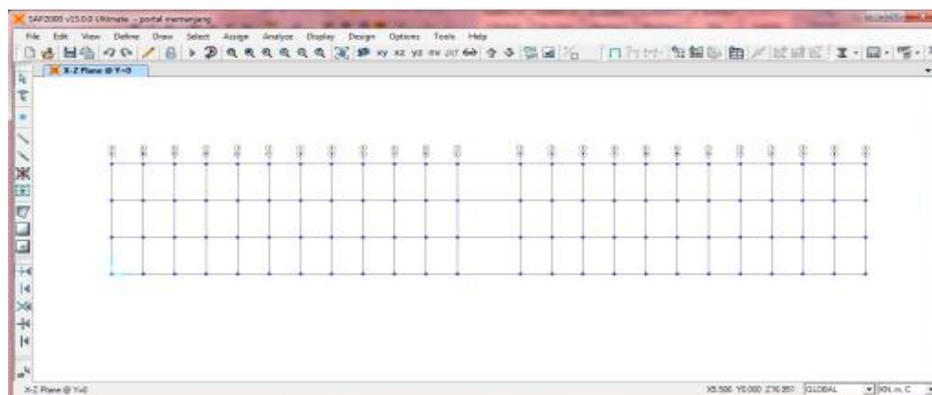
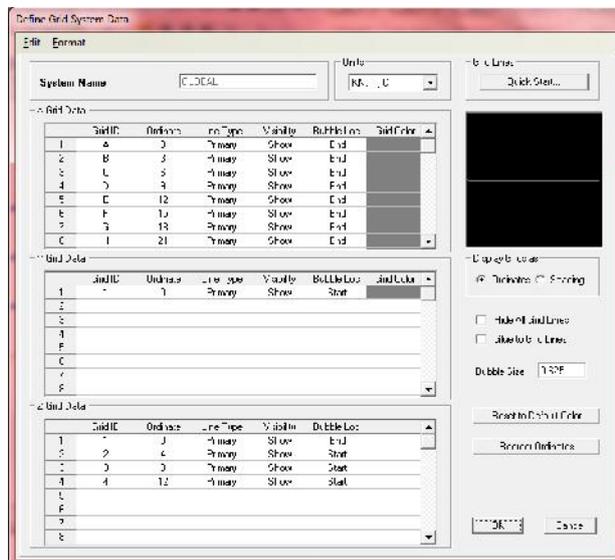
1) Buat model struktur memanjang

a. Mengklik file pada program untuk memilih model portal.

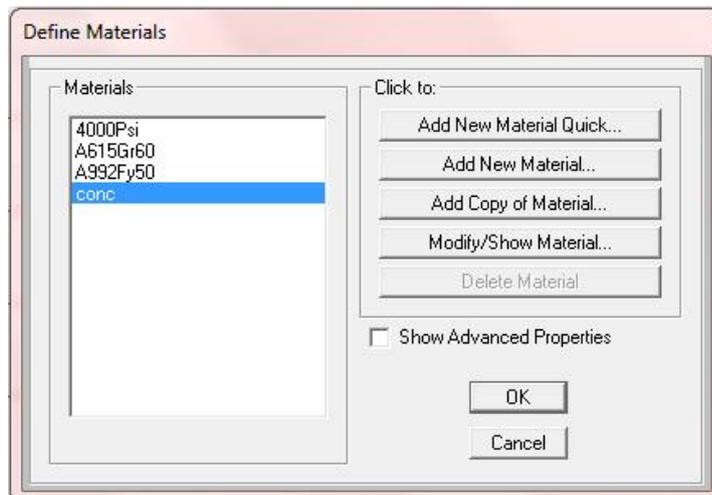
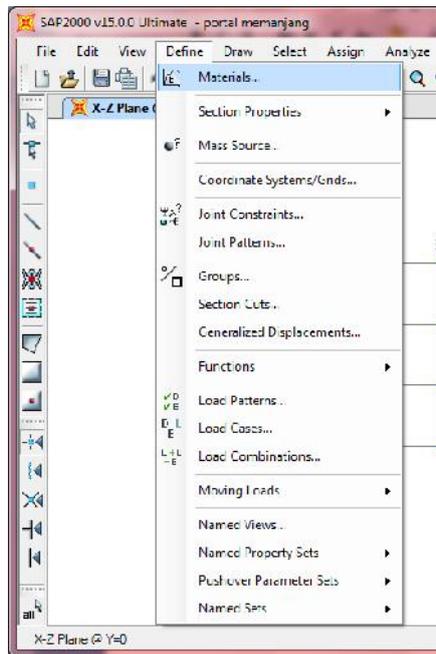


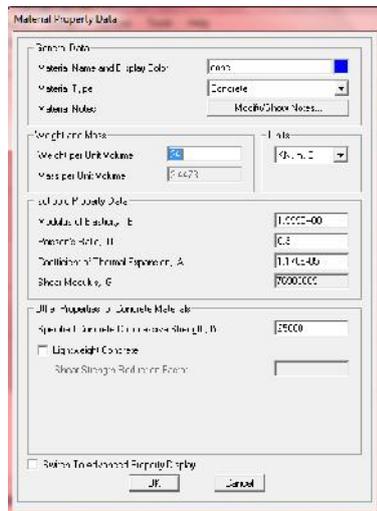
b. Pilih model grid 2D pada model diatas dan masukkan data-data sesuai perencanaan.





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.**



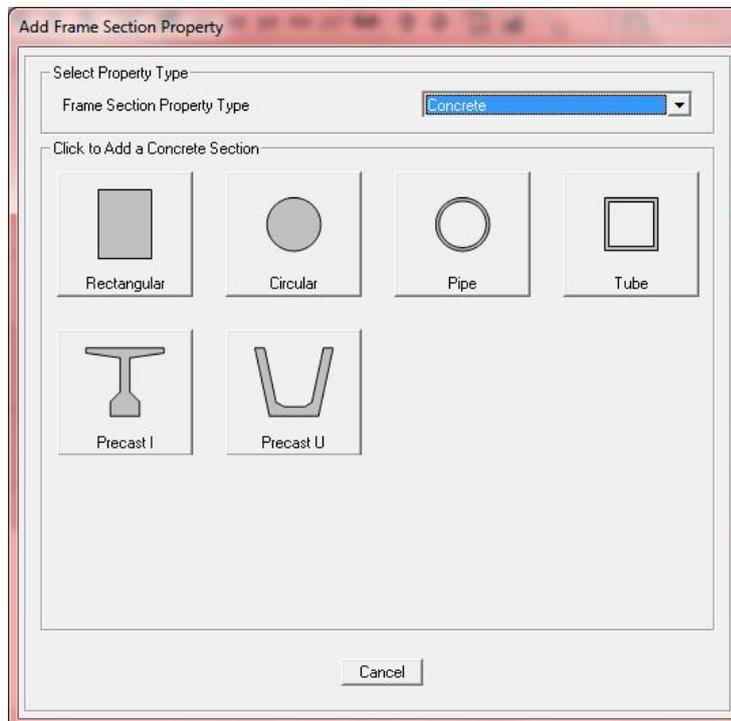


### 3) Input data dimensi struktur

a) Kolom = (40 x 40) cm

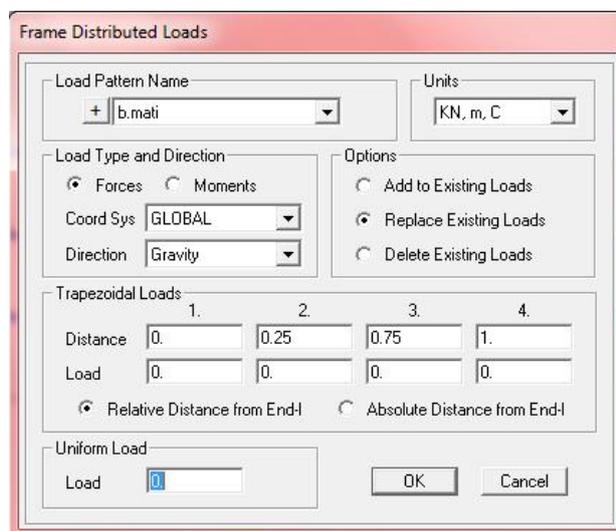
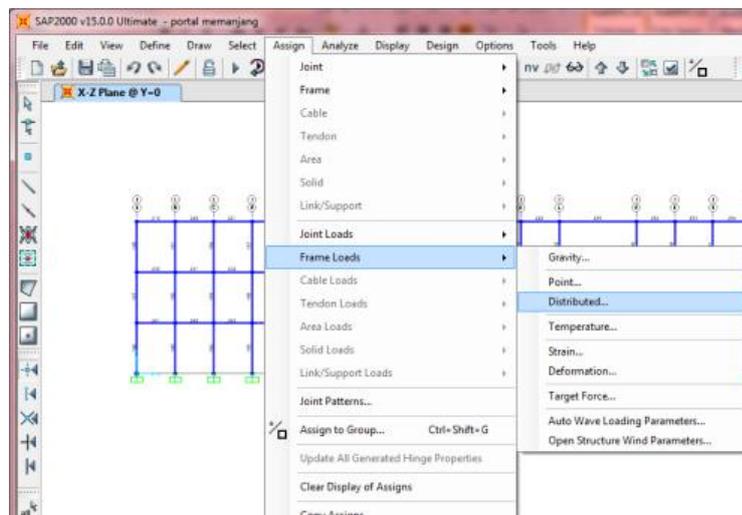
b) Balok = (30 x 65) cm

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



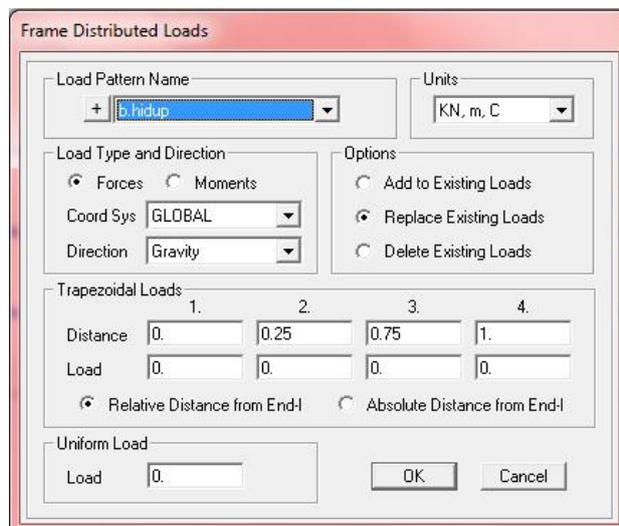
#### 4) Input data akibat beban mati (Dead)

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.



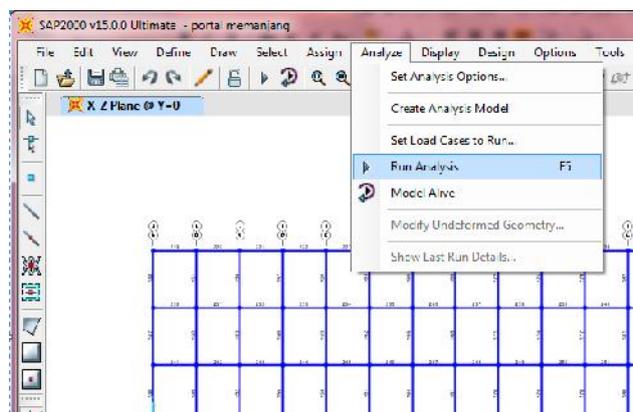
##### 5) Input data akibat beban hidup (Live)

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.



## 6) Run analisis

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



## 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  $250 \text{ kg/m}^2$  (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung SKBI-1.3.53.19876. hal 12)

Beban hidup pada atap diambil sebesar  $100 \text{ kg/m}^2$

### 2.2.5 Balok

Balok induk adalah balok yang menahan beban arah melebar.

Langkah-langkah perhitungan dan merencanakan balok :

1. Menentukan mutu bahan dan dimensi balok
2. Menghitung beban-beban yang bekerja pada balok

Beban mati (DL) :

- Berat Balok =  $b \cdot h \cdot \rho_{\text{beton}}$
- Berat sumbangan pelat = beban mati pelat/m<sup>2</sup> x h

Beban hidup (LL)

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

3. Menentukan momen dan gaya geser rencana
4. Menghitung momen lentur maksimum

a. Menentukan momen lentur maksimum

b. Menentukan  $\rho_{\text{syarat}}$

c. Menentukan  $d_{\text{perlu}}$

$$d_{\text{perlu}} = h - p - \phi_{\text{senggang}} - \frac{1}{2} \phi_{\text{tulangan utama}}$$

d. Menentukan  $h_{\text{perlu}}$  dengan tulangan rencana

5. Perhitungan tulangan

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

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

Diambil nilai terkecil dari :

$$b_f = h + b_w$$

$$b_f = b_w + 16 h_f$$

$b_f$  = 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)

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

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

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

$M_{kap'}$  = 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)

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

Untuk kuat geser beton pada daerah sendi plastis

$$V_c = 0$$

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

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

Untuk kuat geser beton pada daerah diluar sendi plastis

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

$$V_s = \frac{V_{u,b}}{W} - V_c \quad \text{Maka : } S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

## 2.4.6 Kolom

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

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

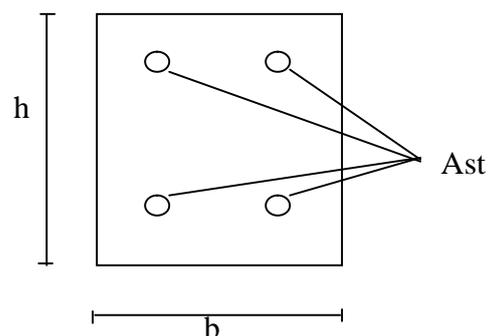
Adapun jenis-jenis kolom yaitu :

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

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

### 1. Kekuatan Kolom Pendek

- Kolom dengan beban sentris (tekan)



$$P_n = 0,85 \times f_c' \times (A_g - A_{st}) + (A_{st} \times f_y)$$

Keterangan :  $A_g$  = luas brutto penampang

$A_{st}$  = luas total tulangan

- Kolom sengkang

$$P_n = 0,80 \times \{0,85 \times f_c' \times (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y\}$$

$$\phi P_n = \phi \times 0,80 \times \{0,85 \times f_c' \times (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y\}$$

$$\text{Dimana : } \phi = 0,65$$

$$\phi P_n > P_u$$

- Kolom spiral

$$\phi P_n = \phi \times 0,85 \times \{0,85 \times f_c' \times (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y\}$$

$$\text{Dimana : } \phi = 0,70$$

$$\phi P_n < P_u$$

2. Persyaratan Tulangan Kolom sesuai dengan SK-SNI T-15-1991-03, meliputi :

- Rasio tulangan memanjang ( $\rho_g$ )

$$\text{Minimum} \quad = 0,01 \text{ (1\%)}$$

$$\text{Maksimum} \quad = 0,08 \text{ (8\%)}$$

$$\text{Dimana : } \rho_g = \frac{A_{st}}{A_g} \quad \rightarrow \quad A_{st} = \rho_g \times A_g$$

- Jumlah tulangan untuk kolom bulat minimum 6 batang, sedangkan untuk kolom persegi dengan sengkang minimum 4 batang.
- Selimut beton minimum 40 mm untuk sengkang dan spiral
- Diameter sengkang :
  - Minimum D10 untuk tulangan pokok  $\leq$  D32
  - Minimum D12 untuk tulangan pokok  $>$  D32
- Smaks sengkang :
 

16 x diameter tulangan pokok	}	ambil terkecil
48 x diameter tulangan sengkang		
Dimensi terkecil (lebar) kolom		
- Diameter spiral minimum D10 dan tidak lebih D16
- Jarak spasi spiral
  - Jarak minimum 25 mm, maksimum 80 mm

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

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  $P_{ub}$

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

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

$$f_s = E_s \times v_s'$$

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

$$P_n \leq P_u$$

- e. Memeriksa kekuatan penampang (daktilitas)

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

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

### 2.4.7 Sloof

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

Langkah-langkah perhitungan dalam merencanakan sloof :

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

Menghitung nilai k

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

$M_u$  = Momen terfaktor pada penampang ( MPa )

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

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

$\phi$  = faktor Kuat Rencana (SNI 2002 Pasal 11.3, hal 61 butir ke2)

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

$$\rho_{\text{min}} \leq \rho \leq \rho_{\text{maks}}$$

- 5) 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 )

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

- 7) Mengontrol jarak tulangan sengkang
- 8) Untuk menghitung tulangan tumpuan diambil 20% dari luas tulangan atas. Dengan Tabel A-4 ( Istimawan ) didapat diameter tulangan pakai.
- 9) Cek apakah tulangan geser diperlukan
  - $V_u < V_c$ , tidak perlu tulangan geser
  - $V_u < \frac{1}{2} \phi V_c$ , digunakan tulangan praktis

### 2.2.8 Perencanaan Pondasi

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

#### Langkah-langkah perencanaan

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

Berdasarkan kekuatan bahan tiang pancang :

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

Berdasarkan kekuatan tanah :

$$Q_{\text{ijin}} = \frac{NK \times Ab}{Fb} + \frac{JPH \times O}{Fs}$$

Dimana : NK = nilai konus

JPH= jumlah hambatan pekat

Ab = luas tiang

O = keliling tiang

Fb = faktor keamanan daya dukung ujung. = 3

Fs = faktor keamanan daya dukung gesek. = 5

2. Menentukan jumlah tiang pancang

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

### 3. Menentukan jarak antar tiang

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

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

Dimana :  $d$  = ukuran pile (tiang)

$S$  = Jarak antar tiang

### 4. Menentukan Efisiensi Kelompok Tiang

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

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

Dimana:  $d$  = Ukuran Pile (tiang)

$S$  = Jarak Antar tiang

### 5. Menentukan Kemampuan Tiang Pancang Terhadap sumbu X dan Y

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

Dimana :

$P$  : Beban yang diterima oleh tiang pancang

$\sum$  : Jumlah total beban

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

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

$N$  : Banyak tiang pancang dalam kelompok tiang (pilegroup)

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

- $Y_{max}$  : Ordinat terjatuh tiang pancang terhadap titik berat kelompok  
 Tiang pancang.  
 $N_y$  : Banyak tiang pancang dalam satu baris dalam arah sumbu Y  
 $N_x$  : Banyak tiang pancang dalam satu baris dalam arah sumbu X  
 $\sum X^2$  : Jumlah kuadrat absis-absis tiang pancang.  
 $\sum Y^2$  : Jumlah kuadrat ordinat-ordinat tiang pancang.

Kontrol kemampuan tiang pancang

$$i_{ijin} = \frac{P}{n}$$

$$i_{ijin} < P$$

## 6. Penulangan Tiang Pancang

Penulangan tiang pancang dihitung berdasarkan kebutuhan pada waktu pengangkatan.

### A. Tulangan Pokok Tiang Pancang

$$K = \frac{M_{max}}{wbd^2}$$

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

$$A_s = .b.d$$

Dengan :

$b$  = ukuran tiang

$d$  = tinggi efektif

Menentukan jumlah tulangan

Selain dengan menggunakan tabel di buku beton bertulang Istimawan

Dipohusodo dapat di hitung dengan :

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

Dengan :

$A_s$  = Luas tulangan yang dibutuhkan

$D$  = Diameter tulangan

### B. Tulangan Geser Tiang Pancang

$V_u$  rencana didapat dari pola pengangkatan sebagai berikut.

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

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

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

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

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

Syarat sengkang  $S_{maks} = \frac{1}{2} . d$  efektif

## 7. Perhitungan Pile Cap

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

A. Menentukan beban yang bekerja

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

B. Menentukan dimensi pile cap

Menentukan panjang Pilecap

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

Menentukan lebar pile cap

$$b_w = D + 300$$

Dengan :

$L_w$  = Panjang pile cap (mm)

$D$  = Ukuran pile (tiang) (mm)

$k$  = Variabel jarak pile cap

## 2.3 Pengelolaan Proyek

### 2.3.1 Rencana Kerja dan Syarat-syarat

Rencana kerja dan syarat-syarat adalah segala ketentuan dan informasi yang diperlukan terutama hal-hal yang tidak dapat dijelaskan dengan gambar-gambar yang harus dipenuhi oleh para kontraktor pada saat akan

mengikuti pelelangan maupun pada saat melaksanakan pekerjaan yang akan dilakukan nantinya.

### 2.3.2 RAB

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah pekerjaan bentuk bangunan yang memenuhi syarat, menentukan biaya dan menyusun tata cara pelaksanaan teknik dan administrasi

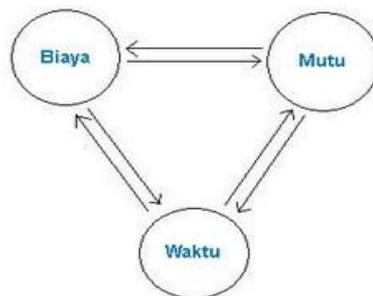
Tujuan RAB adalah untuk memberikan gambaran yang pasti mengenai bentuk konstruksi, besar biaya dan pelaksanaan atau penyelesaian.

### 2.3.3 Rencana Pelaksanaan

#### a. NWP (Network Planning)

Dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi dibutuhkan suatu perencanaan waktu yang akan diperlukan untuk menyelesaikan tiap bagian pekerjaan yang akan dilaksanakan. NWP adalah suatu alat pengendalian pekerjaan di lapangan yang ditandai dengan simbol tertentu berupa urutan kegiatan dalam suatu proyek yang berfungsi untuk memperlancar pekerjaan.

Tabel 2.2 Diagram NWP



#### b. Barchart

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

#### c. Kurva "S"

Dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dari tahap awal sampai berakhirnya pekerjaan. Bobot pekerjaan merupakan merupakan persentase yang didapatkan dari perbandingan harga pekerjaan dan harga total keseluruhan dari jumlah penawaran.