

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 topic 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 digunakan sesuai dengan fungsi 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 konstruksi bangunan.

2.2 Dasar-dasar Perhitungan dan Perencanaan

Penyelesaian perhitungan dan perencanaan bangunan berpedoman kepada peraturan-peraturan yang berlaku di indonesia, diantaranya :

- a. 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.

- b. Struktur Beton Bertulang, oleh Istimawan Dipohusodo. Buku ini berisi dasar-dasar pengertian sistem struktur beton bertulang dan perilaku serta kekuatan komponen struktur beton bertulang pada khususnya.
- c. Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang, oleh W.C Vis dan Gideon Kusuma. Buku ini membahas mengenai dasar-dasar perencanaan beton bertulang.
- d. Analisa dan Desain Pondasi oleh Joseph E.Bowles dan Suhardjito Pradoto. Buku ini membahas pengertian-pengertian umum dan cara perhitungan pondasi.
- e. Dalam perencanaan tangga digunakan buku Ilmu Bangunan Gedung Supribadi 1997
- f. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, (SKBI-1.3.53.1987). Oleh Departemen Pekerjaan Umum. Pedoman ini digunakan untuk menentukan beban yang diizinkan untuk merencanakan bangunan rumah serta gedung. Ketentuan ini memuat beban-beban yang harus diperhitungkan dalam perencanaan bangunan.
- g. Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang, berdasarkan SK SNI T-15-1991-03. Oleh W.C. Vis dan Gideon Kusuma. Buku ini berisi penjelasan mengenai grafik dan tabel yang digunakan dalam perhitungan struktur beton bertulang.

Untuk menyelesaikan perhitungan struktur gedung dalam pembahasan ini penulis menggunakan beberapa cara yaitu antara lain :

- Untuk perhitungan pelat menggunakan cara koefisien momen.
- Untuk perhitungan portal akibat beban mati dan beban hidup menggunakan metode elemen hingga program SAP 2000 14.
- Untuk perhitungan tangga menggunakan metode *cross*.
- Untuk perhitungan penulangan beton (kolom, balok, sloof, pelat dan tangga) menggunakan metode USD (*Ultimate Stress Design*).
- Untuk perhitungan pondasi menggunakan prinsip-prinsip mekanika tanah.
- Dalam perhitungan penulangannya menggunakan metode USD (*Ultimate Stress Design*, SK SNI-03-2847-2002).

2.3 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.

2.3.1 Perencanaan Pelat

Pelat adalah suatu lantai beton yang sistem pendukungnya (berupa balok) berada disisi kiri dan kanannya. Pelat beton ini sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai diafragma/unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang/lebar bidangnya. Pelat beton bertulang dalam suatu struktur bangunan dipakai pada lantai dan atap. Pada pelat yang ditumpu oleh balok pada keempat sisinya, terbagi dua berdasarkan geometrinya, yaitu :

1. Pelat dua arah (*Two Way Slab*)
2. Pelat satu arah (*One Way Slab*)

Tabel 2.1 Tebal selimut beton minimum untuk beton bertulang

Keterangan	Tebal selimut beton minimum (mm)
a) Beton yang dicor langsung diatas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah	75
b) Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca : Batang D-19 atau D-56.....	50

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

(Sumber: SNI-03-2847-2002, 41)

2.3.1.1 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)
 - a. Bebat sendiri pelat atap
 - b. Berat mortar
2. Beban Hidup (W_L)
 - a. Beban hidup, diambil 100 kg/m^2
3. Beban Hujan (W_R)
 - a. Beban Hujan diambil setinggi 10 cm

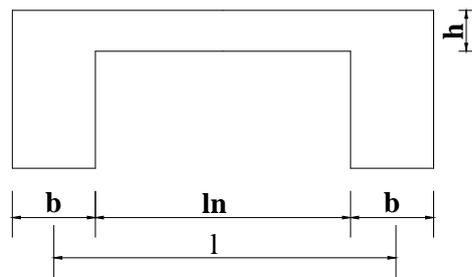
Maka akan mendapatkan persamaan pembebanan yaitu

$$W_u = 1,2 W_D + 1,6 W_L + 0,5 W_R$$

2.2.1.2 Perencanaan Pelat Lantai

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

- a. Bentang Teoritis



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

jika $b > 2h$ maka,

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

- b. Pembebanan

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

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

Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak minimum 0,80 m yaitu 7 kg/m^2 . (PPPURG. 1987, tabel 1 halaman 5-6)

- **Beban hidup**

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

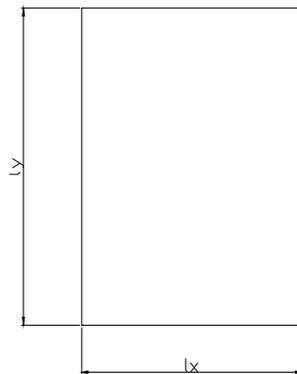
Secara umum perhitungan pelat dapat dicari dengan cara :

a. 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 :

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

Langkah-langkah perencanaan pelat satu arah :

1. Menentukan tebal minimum pelat satu arah

Tabel 2.2. Tebal minimum Pelat 1 arah dan Balok Mendukung 1 arah

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

(SK-SNI T-15-1991-03 tabel 3.2.5 (a) halaman 16.)

L = Panjang teoritis (mm)

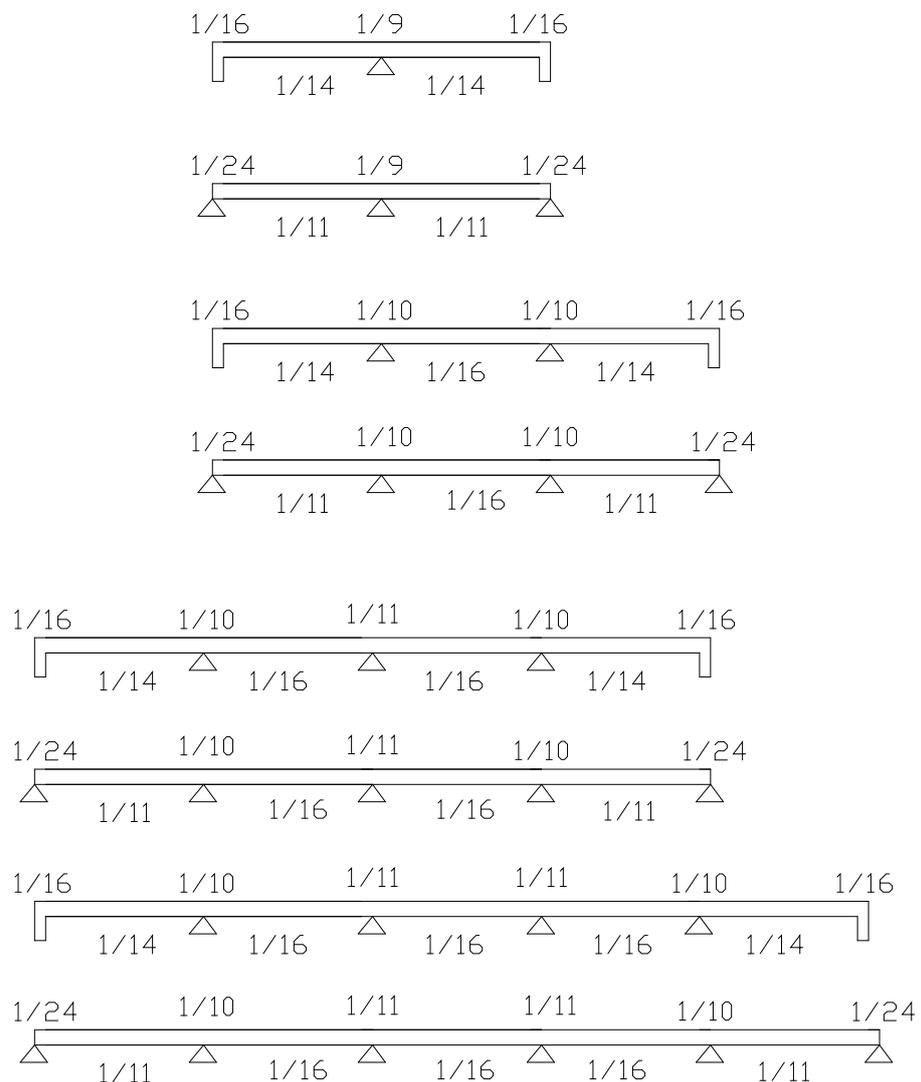
Untuk nilai fy yang lain :

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

Kontrol hf harus memenuhi syarat $b < 2 hf$

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

3. Kontrol apakah bisa menggunakan metode koefisien momen, sesuai dengan persyaratan penggunaan metode koefisien momen yang telah diuraikan sebelumnya.
4. Pendistribusian momen dengan metode koefisien momen dengan rumus umum, $M = koefisien \cdot Wu \cdot l_n^2$
dengan catatan :

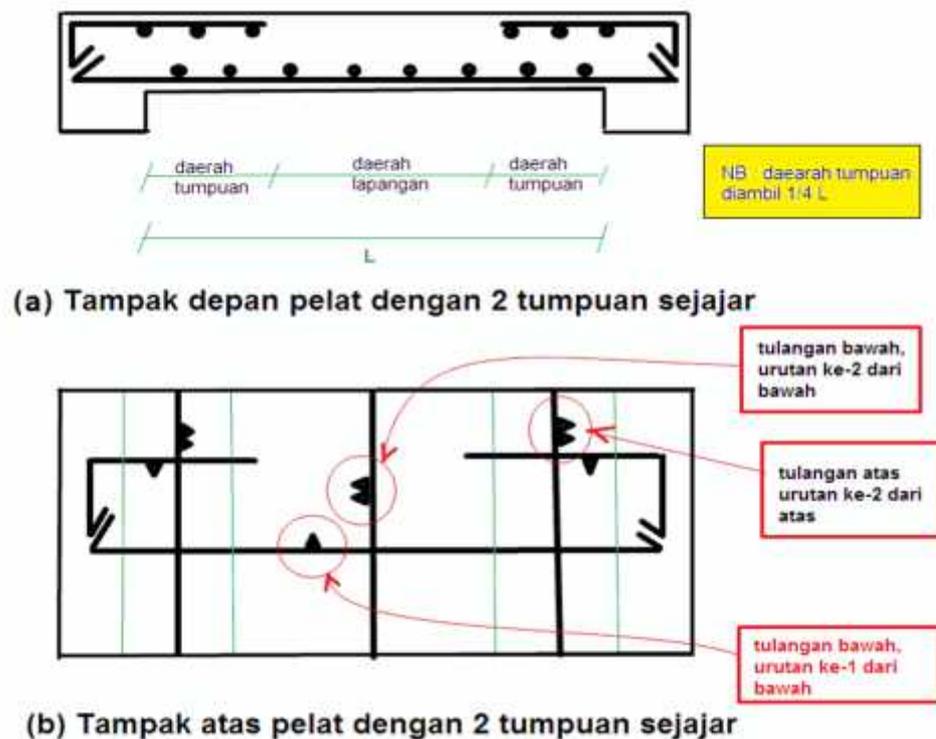


Gambar 2.1 Koefisien Momen

(W.C. Vis dan Gideon Kusuma)

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



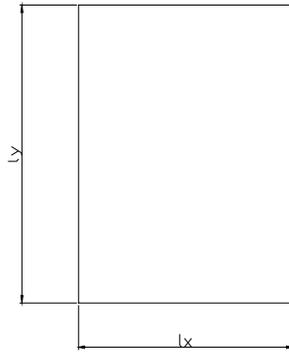
Gambar 2.2 Pelat Satu Arah
(Chairul Anwar, 2012)

- b. 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 adalah sebagai berikut : (SNI 03-2847-2002 hal 65-66)

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

tetapi tidak boleh kurang dari :

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

dan tidak boleh lebih dari :

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

Dimana : \ln diambil $\ln y$ (panjang netto terpanjang) (SNI 03-2847-2002 hal 65-66)

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

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.

(SNI 03-2847-2002)

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

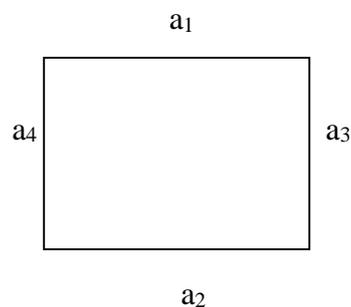
Arah x :

1. Tentukan nilai tebal minimum pelat dan tebal maksimum pelat

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

$$h_{\max} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36} \rightarrow (\text{SNI 03-2847-2002 (hal 65-66)})$$

2. Mencari nilai r_m dari masing-masing panel untuk mengecek apakah pemakaian h_{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_{aktual} dari hasil nilai r_m yang telah didapat

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

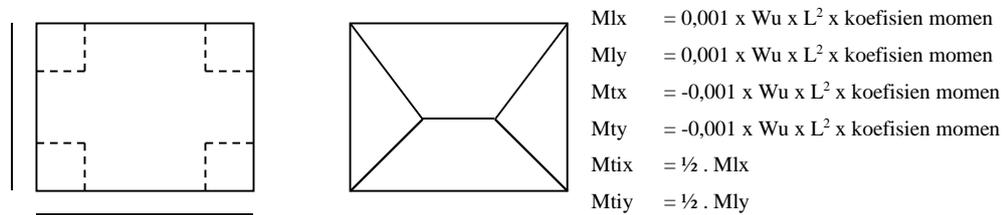
Nilai h_{coba} boleh dipakai apabila lebih besar dari h_{actual} . Apabila dalam perhitungan nilai h_{beton} lebih kecil, maka nilai tebal pelat yang dicoba direncanakan ulang (diperbesar) dan perhitungan diulangi kembali.

- 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.

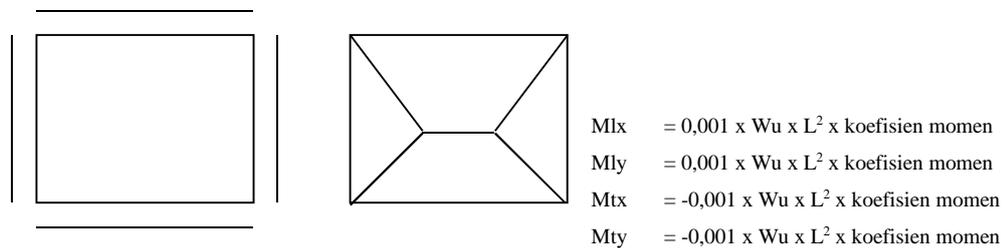
$$W_u = 1,2 DL + 1,6 LL$$

- Mencari momen yang menentukan

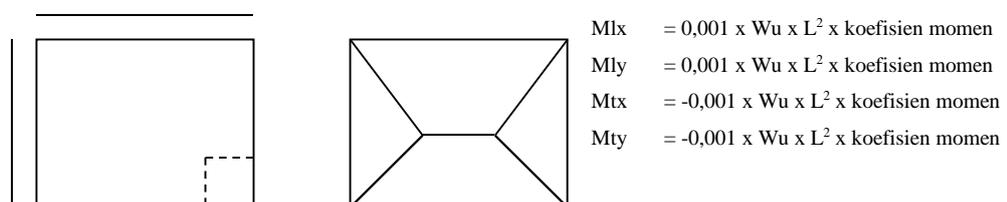
Momen-momen yang menentukan sesuai dengan tabel 14 dari buku Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang jilid I karangan *W.C. Vis dan Gideon H. Kusuma*.



Gambar 2.3 Mencari momen arah x dan y cara 1



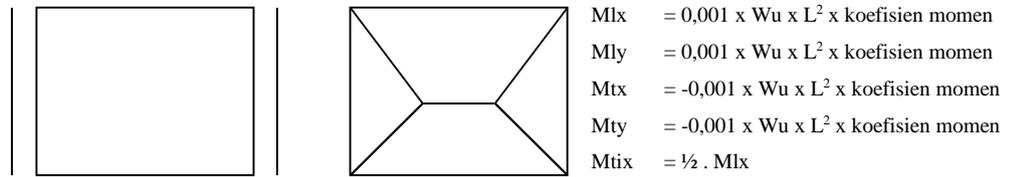
Gambar 2.4 Mencari momen arah x dan y cara 2



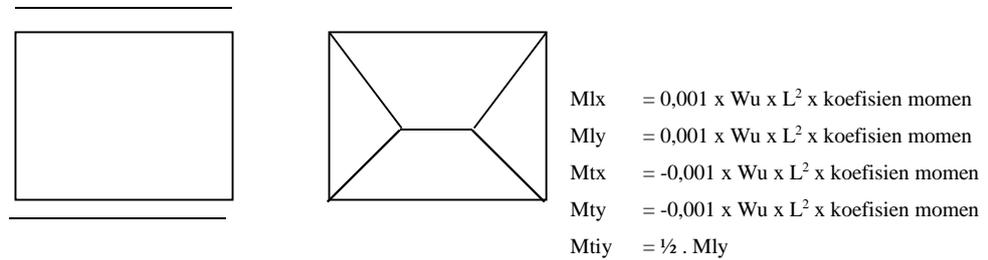
$$M_{tx} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$$

$$M_{ty} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$$

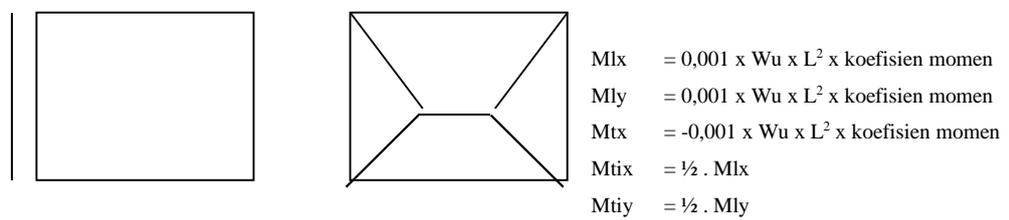
Gambar 2.5 Mencari momen arah x dan y cara 3



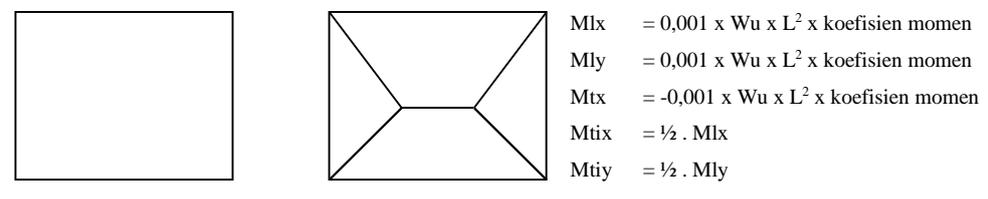
Gambar 2.6 Mencari momen arah x dan y cara 4



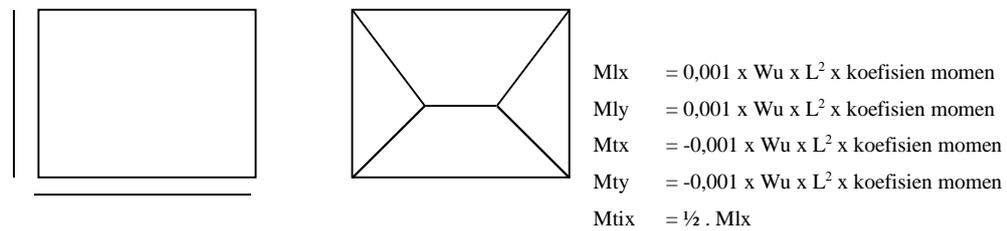
Gambar 2.7 Mencari momen arah x dan y cara 5



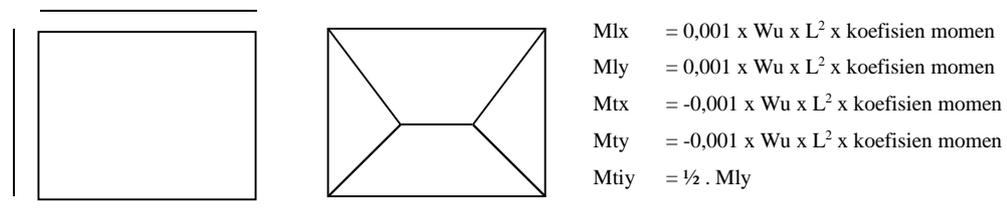
Gambar 2.8 Mencari momen arah x dan y cara 6



Gambar 2.9 Mencari momen arah x dan y cara 7



Gambar 2.10 Mencari momen arah x dan y cara 8



Gambar 2.11 Mencari momen arah x dan y cara 9

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) yaitu :

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

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

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

Syarat : $\min < < \max$

$$\min = 0,75 \frac{0,85 f_c'}{f_y} S_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

Jika $\min >$ maka pakai \min

Jika $\max <$ maka pakai \max

Dapat dilihat penulangan pelat 2 arah digambar 2.3 beserta detail A.

2.3.2 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. *Optrade*

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° , 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 :

Menurut Supribadi, ukuran lebar tangga dipengaruhi oleh fungsi tangga pada jenis bangunan tertentu. Misalnya lebar tangga untuk bangunan gedung bioskop atau pasar swalayan akan berbeda dengan lebar tangga untuk rumah tinggal biasa. Dengan kata lain lebar tangga sangat dipengaruhi oleh banyaknya orang yang akan melalui tangga tersebut.

Lebar tangga dapat dibedakan menjadi 2 bagian, yaitu:

- Lebar tangga Efektif adalah lebar tangga yang dihitung mulai dari sisi dalam rambat tangan (pegangan) yang satu sampai dengan sisi dalam rambat tangan yang lainnya.
- Lebar tangga total adalah lebar efektif tangga ditambah dua kali tebal rambat tangan (t), ditambah lagi dua kali sisa pijakan (s) diluar rambat tangan atau

$$\text{Lebar tangga total} = \text{lebar efektif} + 2.t + 2s$$

Biasanya : diambil $t = 4 @ 6 \text{ cm}$

$s = 5 @ 10 \text{ cm}$

Tabel 2.3 Daftar Ukuran Lebar Tangga Ideal

No	Digunakan Untuk	Lebar Efektif (cm)	Lebar Total (cm)
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 : Drs Ik Supribadi,

- a. Syarat-syarat tangga
 - 1) Tangga harus mudah dilewati atau dinaiki
 - 2) Tangga harus kuat dan kaku
 - 3) Ukuran tangga harus sesuai (serasi) dengan sifat atau fungsinya
 - 4) Material yang digunakan untuk pembuatan tangga terutama pada gedung-gedung umum harus tahan dan bebas bahaya kebakaran
 - 5) Letak tangga harus cukup strategis
 - 6) Sudut kemiringan tidak lebih dari 45°
- b. 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 ρ_{beton} x 1 meter

- Berat anak tangga

Berat satu anak tangga (Q) dalam per m'

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

Berat spesi dan ubin

- **Beban hidup**

Beban hidup yang bekerja pada tangga yaitu 300 kg/cm² (PPIUG 1983)

Dari hasil perhitungan akibat beban mati dan beban hidup, maka didapat : $W_u = 1,2 DL + 1,6 LL$

2.3.3 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 Metode Elemen Hingga program SAP 2000.V14, portal yang dihitung adalah portal akibat beban mati, dan hidup.

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

1. Portal akibat beban mati

Portal ini ditinjau pada arah melintang dan memanjang.

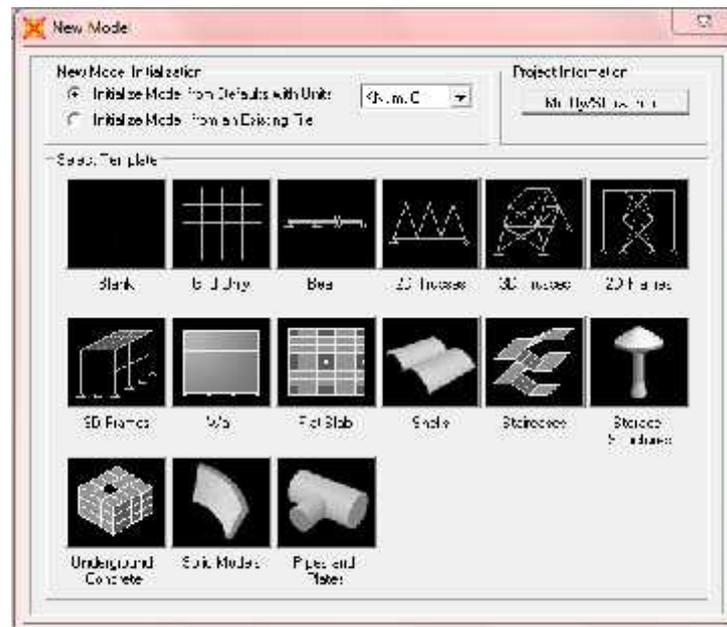
Pembebanan pada portal, yaitu:

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

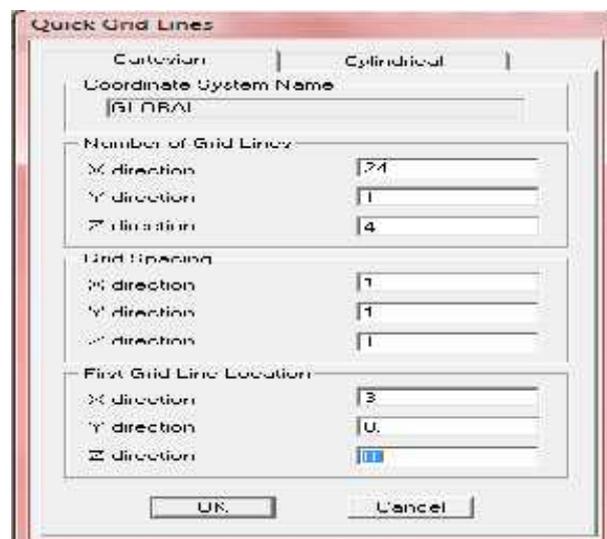
Langkah- langkah menghitung portal dengan menggunakan Program SAP 2000.V14:

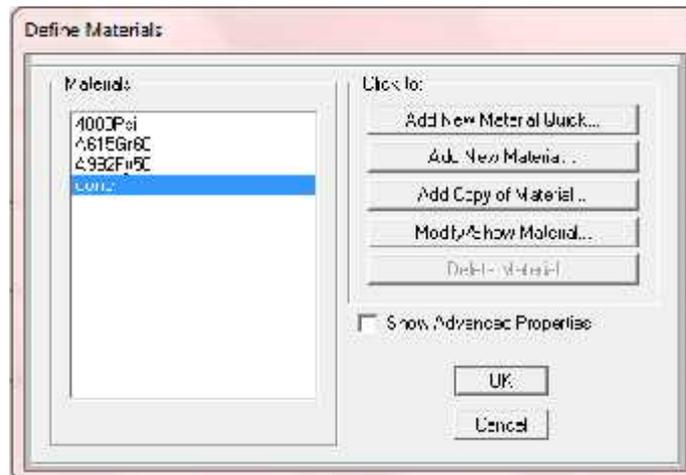
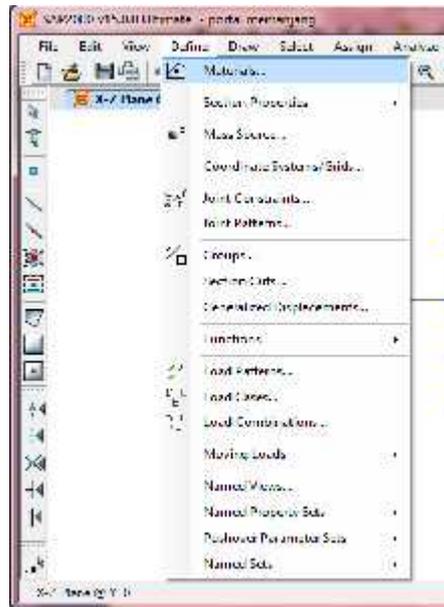
1. Buat model struktur memanjang

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



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



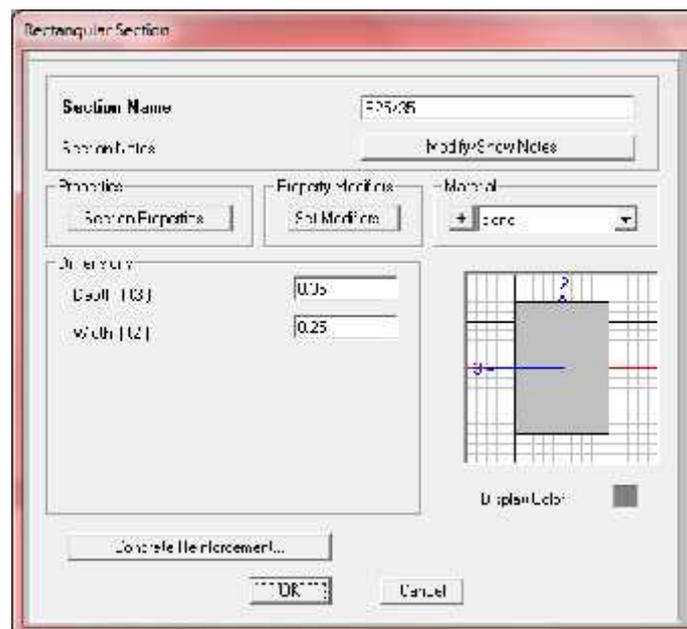
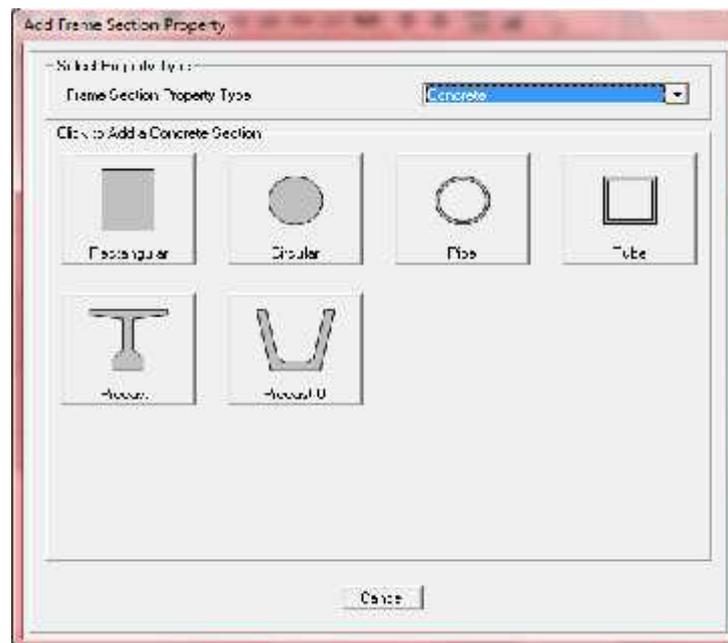


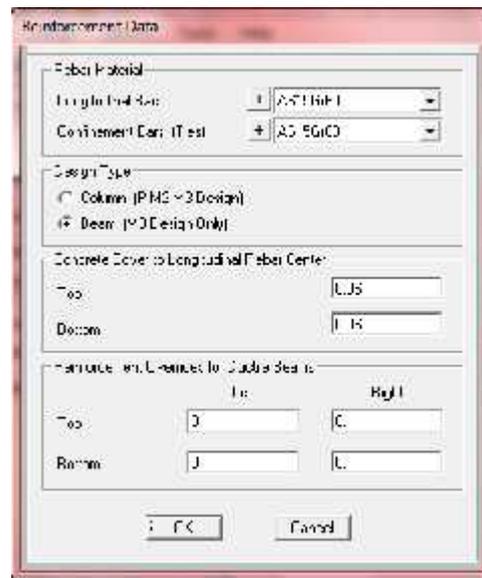
d. Input data dimensi struktur

a) Kolom = (40 x 40) cm

b) Balok = (30 x 65) cm

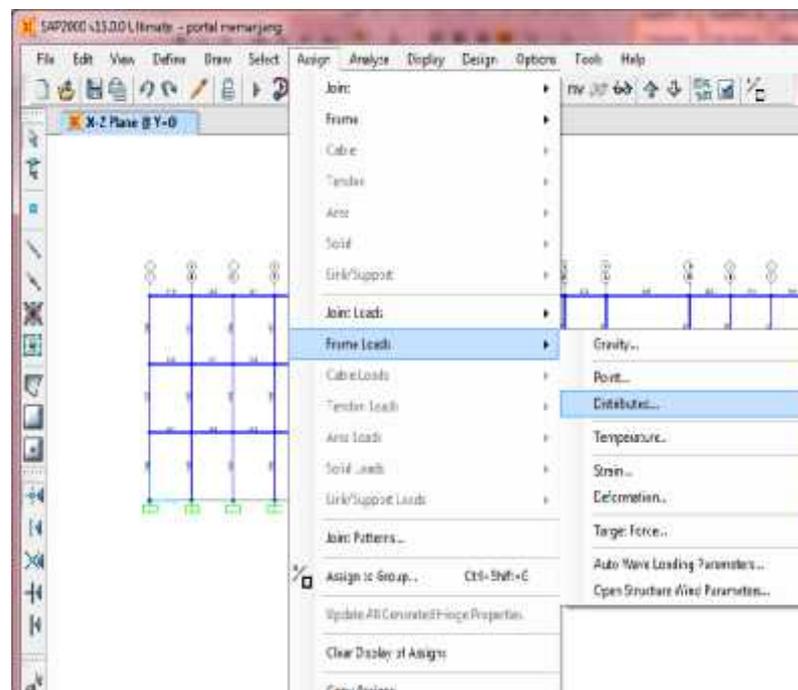
Masukkan data-data dengan mengklik **Define - Section Properties - Frame Section - Add New Property - Section Name (balok)** setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan.

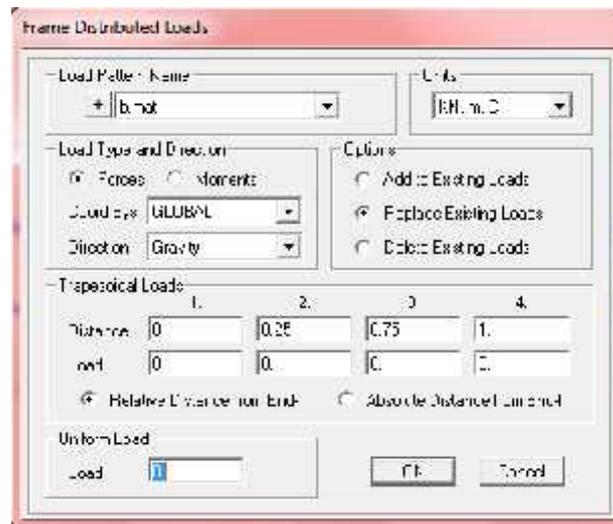




- e. Input data akibat beban mati (Dead)

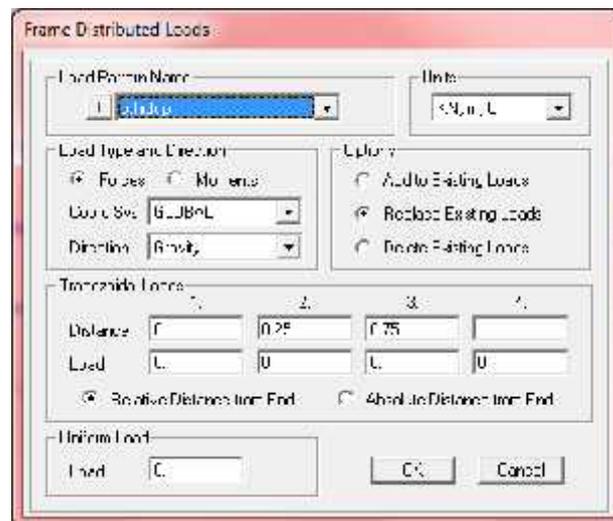
Untuk menginput data akibat beban mati klik batang portal pada model – pilih **Assign pada toolbar - Frame Load – Distributed**, setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan.





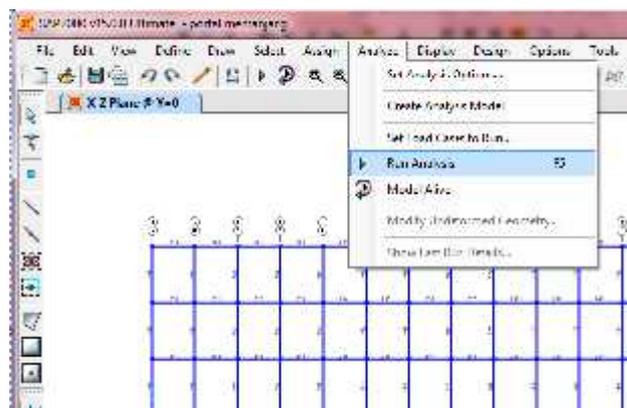
f. Input data akibat beban hidup (Live)

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



g. Run analisis

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



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 kg/m^2 (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung SKBI-1.3.53.19876. hal 12)

Beban hidup pada atap diambil sebesar 100 kg/m^2

2.3.4 Perencanaan Balok

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

Langkah-langkah perhitungan dan merencanakan balok :

1. Gaya lintang design balok maksimum

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 R$$

(Istimawan hal. 40)

Keterangan : U = gaya geser terfaktor pada penampang

D = beban mati terfaktor per unit luas

L = beban hidup terfaktor per unit luas

R = beban hujan terfaktor per unit luas

2. Momen design balok maksimum

$$Mu = 1,2 MDL + 1,6 MLL + MR$$

(Istimawan hal. 40)

Keterangan : Mu = momen terfaktor pada penampang

MDL = momen akibat beban mati

MLL = momen akibat beban hidup

MR = momen akibat beban hujan

3. Penulangan lentur lapangan dan tumpuan

a. Penulangan lentur lapangan

1) Tentukan : $deff = h - p - \text{Øs} - \frac{1}{2} D$

2) $k = \frac{Mu}{w.b .d^2}$ didapat nilai ... dari tabel Istimawan.

3) $As = \rho . b . d$

4) Pilih tulangan dengan syarat As terpasang As direncanakan

b. Penulangan lentur pada tumpuan

1) $k = \frac{Mu}{w.beff .d^2}$ didapat nilai ... dari tabel.

2) $As = \rho . beff . D$

3) Pilih tulangan dengan dasar As terpasang As direncanakan

Keterangan :

As = luas tulangan tarik non-prategang

... = rasio penulangan tarik non-prategang

$beff$ = lebar efektif balok

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

4. Tulangan geser rencana

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

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

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

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

Dimana : $V_n = V_c + V_s$

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

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

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

Keterangan :

V_c = kuat geser nominal yang disumbangkan beton

V_u = gaya geser terfaktor yang bekerja pada penampang beton

V_n = kuat geser nominal

V_s = kuat geser nominal yang disumbangkan tulangan geser

A_v = luas penampang tul. geser total pada daerah sejarak s

$A_v = 2 A_s$, dimana A_s = luas penampang batang tul.sengkan

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

Untuk penulangan balok dapat dilihat gambar 2.3 beserta detail

2.3.5 Perencanaan Kolom

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

Karena kolom merupakan komponen tekan, maka kegagalan pada satu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan keruntuhan lantai yang bersangkutan dan juga keruntuhan total seluruh struktur. Oleh karena itu dalam

merencanakan kolom perlu lebih waspada yaitu dengan memberikan kekuatan cadangan yang lebih tinggi dari balok.

Adapun jenis-jenis kolom yaitu :

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

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

1. Tulangan untuk kolom dibuat penulangan simetris berdasarkan kombinasi P_u dan M_u .

Untuk satu batang kolom dan dua kombinasi pembebanan yaitu pada ujung atas dan ujung bawah pada setiap freebody, masing-masing dihitung tulangnya dan diambil yang terbesar.

2. Beban design kolom maksimum

$$U = 1,2D + 1,6L + 0,5 R$$

Keterangan : U = beban terfaktor pada penampang

D = kuat beban aksial akibat beban mati

L = kuat beban aksial akibat beban hidup

R = kuat beban aksial akibat beban hujan

3. Momen design kolom maksimum untuk ujung atas dan ujung bawah.

$$M_u = 1,2 MDL + 1,6 MLL + 0,5 MR$$

Keterangan : M_u = momen terfaktor pada penampang

M_D = momen akibat beban mati

M_L = momen akibat beban hidup

M_R = momen akibat beban hujan

4. Nilai kontribusi tetap terhadap deformasi.

$$s.d = \frac{1,2.D}{(1,2.D + 1,6L + 0,5R)} \dots\dots\dots(SNI 03 2486 2002)$$

Keterangan : $s.d$ = rasio bentang bersih arah memanjang

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

5. Modulus Elastisitas

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'} \text{ MPa} \dots\dots\dots(Gideon : 186)$$

6. Nilai kekakuan kolom dan balok

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

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

$$E.I_k = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5(1 + s.d)} \quad \text{untuk kolom} \dots\dots\dots(Gideon : 186)$$

$$E.I_b = \frac{E_c \cdot I_g}{5(1 + s.d)} \quad \text{untuk balok} \dots\dots\dots(Gideon : 186)$$

7. Nilai eksentrisitas

$$e = \frac{M_u}{P_u} \dots\dots\dots(Gideon : 183)$$

Keterangan : e = eksentrisitas

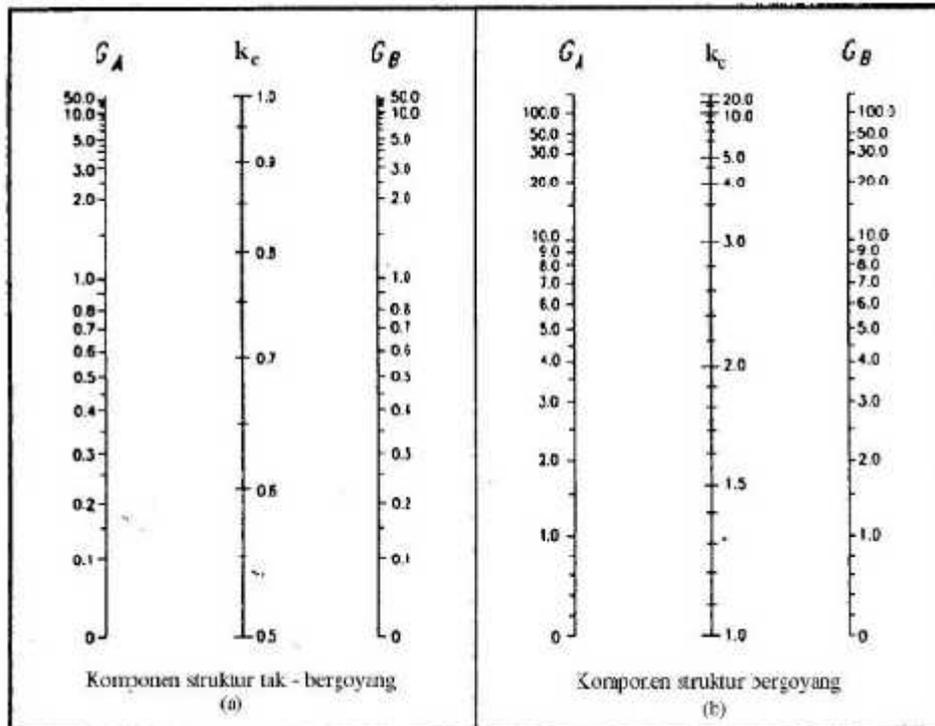
M_u = momen terfaktor yang bekerja pada penampang

P_u = beban aksial terfaktor yang bekerja pada penampang

8. Menentukan a dan b

$$= \frac{\sum \frac{E \cdot I_k}{L_k}}{\sum \frac{E \cdot I_b}{L_b}} \dots\dots\dots(Gideon hal.188)$$

9. Faktor panjang efektif kolom



Gambar 2.12 Diagram nomogram untuk menentukan tekuk dari kolom

10. Angka kelangsingan kolom

Kolom langsing dengan ketentuan :

- rangka tanpa pengaku lateral = $\frac{Klu}{r} > 22$
- rangka dengan pengaku lateral = $\frac{Klu}{r} < 34 - 12 \left(\frac{M_{1-b}}{M_{2-b}} \right)$

(Istimawan : 331)

Keterangan :

k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan

nilai k didapat dari nomogram pada Istimawan halaman 333.

lu = panjang komponen struktur tekan yang tidak ditopang

r = jari-jari putaran potongan lintang komponen struktur tekan

11. Perbesaran momen

$$M_c = u_b \times M_{2b} + u_s \times M_{2s}$$

$$u_b = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{wPc}} \geq 1,0$$

$$u_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum Pu}{w \sum Pc}} \geq 1,0$$

$$Cm = 0,6 + 0,4 \times \frac{M_{1B}}{M_{2B}} \geq 0,4 \quad \text{kolom dengan pengaku}$$

$$Cm = 1,0 \quad \text{kolom tanpa pengaku}$$

(Istimawan : 335-336)

Keterangan : M_c = momen rencana yang diperbesar

= faktor pembesaran momen

Pu = beban rencana aksial terfaktor

Pc = beban tekuk Euler

12. Desain penulangan

Hitung tulangan kolom taksir dengan jumlah tulangan 1%-8% luas kolom

$$\dots = \dots' = \frac{As}{bd} \quad As = As' \quad (\text{Istimawan : 325})$$

13. Tentukan tulangan yang dipakai

$$\dots = \dots' = \frac{As_{pakai}}{bd}$$

14. Memeriksa P_u terhadap beban seimbang

$$d = h - d'$$

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

$$a_b = S_1 \times Cb$$

$$f_s' = \left(\frac{Cb - d}{Cb} \right) \times 0,003$$

$$f_s' = f_y$$

$$\phi P_n = \phi (0,85 \times f_c' \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y)$$

(Istimawan hal. 324)

$\phi P_n = P_u$ beton belum hancur pada daerah tarik

$\phi P_n < P_u$ beton hancur pada daerah tarik

15. Memeriksa kekuatan penampang

a. Akibat keruntuhan tarik

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \left[\left(\frac{h}{2} - e \right) + \sqrt{\left(\frac{h}{2} - e \right)^2 + \frac{2 \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - d')}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}} \right]$$

b. Akibat keruntuhan tekan

$$P_n = \frac{A_s' \cdot f_y}{\left(\frac{e}{d - d'} \right) + 0,5} + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{\left(\frac{3 \cdot h \cdot e}{d^2} \right) + 1,18} \dots\dots (Istimawan : 320-322)$$

Keterangan :

= rasio penulangan tarik non-prategang

' = rasio penulangan tekan non-prategang

A_s = luas tulangan tarik non-prategang yang dipakai

A_s' = luas tulangan tekan non-prategang yang dipakai

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

d' = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan

b = lebar daerah tekan komponen struktur

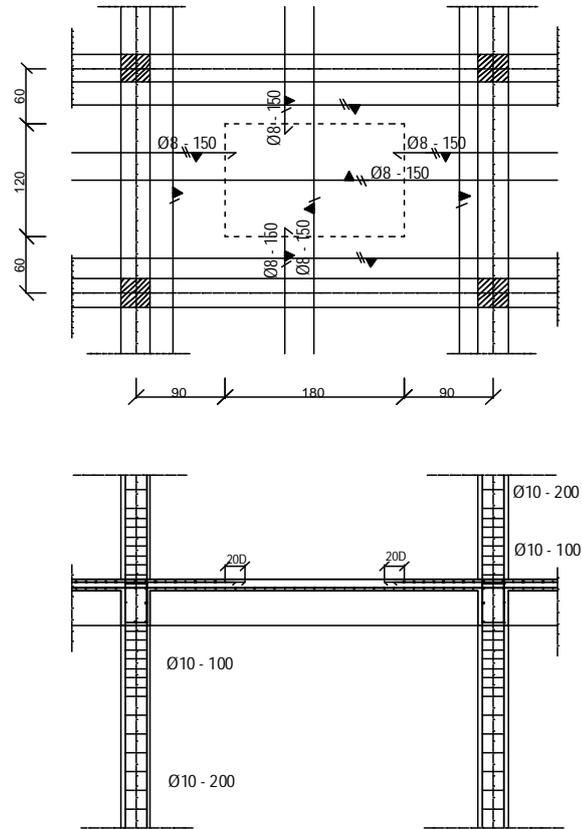
h = diameter penampang

f_c' = mutu beton

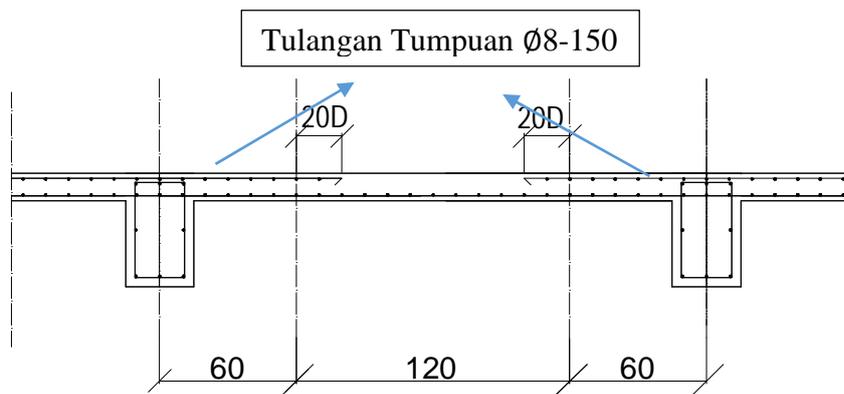
f_y = mutu baja

e = eksentrisitas

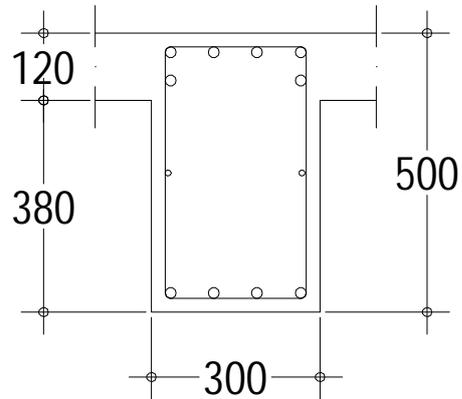
dapat dilihat penulangan kolom beserta detail gambar 2.3



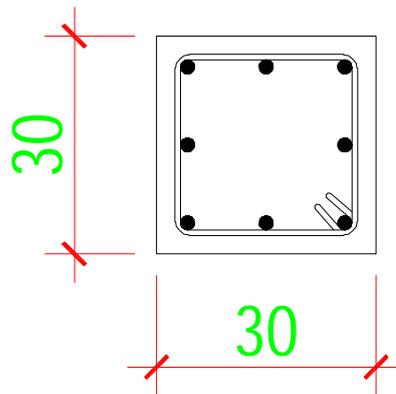
Gambar 2.13 Penulangan Plat, Balok, dan Kolom



Gambar 2.14 Detail A



Gambar 2.15 Detail B



Gambar 2.16 Detail C

2.3.6 Perencanaan Sloof

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. Tentukan dimensi sloof
2. Tentukan pembebanan pada sloof
 - Berat sendiri sloof
 - Berat dinding dan plesteran

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

$$U = 1,2 D$$

(Istimawan hal. 40)

Keterangan : U = beban terfaktor per unit panjang bentang balok

D = beban mati

3. Penulangan lentur lapangan dan tumpuan

- Tentukan $d_{eff} = h - p - \emptyset$ sengkang - $\frac{1}{2} \emptyset$ tulangan

- $K = \frac{Mu}{w.b .d^2}$ didapat nilai ... dari tabel

$$A_s = \rho . b . d \quad (\text{Gideon hal. 54})$$

A_s = luas tulangan tarik non-prategang

- Pilih tulangan dengan dasar A_s terpasang A_s direncanakan

Apabila $MR < Mu$ balok akan berperilaku sebagai balok T murni

- Penulangan lentur pada tumpuan

- $K = \frac{Mu}{w.b .d^2}$ didapat nilai ... dari tabel

$$A_s = \rho . b . d \quad (\text{Gideon hal.54})$$

- Pilih tulangan dengan dasar A_s terpasang A_s direncanakan

Keterangan :

A_s = luas tulangan tarik non-prategang

... = rasio penulangan tarik non-prategang

b_{eff} = lebar efektif balok

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

4. Tulangan geser rencana

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

- $V < \emptyset V_c$ (tidak perlu tulangan geser).....(Istimawan : 113)

- $V_u < \emptyset V_n$

- $V_n = V_c + V_s$

- $V_u < \emptyset V_c + \emptyset V_s$ (Istimawan : 114)

$$- S_{perlu} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \dots\dots\dots(Istimawan : 122)$$

Keterangan :

- V_c = kuat geser nominal yang disumbangkan beton
 V_u = kuat geser terfaktor pada penampang
 V_n = kuat geser nominal
 V_s = kuat geser nominal yang disumbangkan tulangan geser
 A_v = luas tulangan geser pada daerah sejarak s
 d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik
 f_y = mutu baja

2.3.7 Perencanaan Pondasi

Pondasi pada umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah dan berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah. Hal yang dipertimbangkan dalam menentukan jenis pondasi :

- 1) Keadaan tanah pondasi
- 2) Jenis konstruksi bangunan
- 3) Kondisi bangunan disekitar pondasi
- 4) Waktu dan biaya pengerjaan

Secara umum dalam perencanaan pondasi harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a) Tegangan kontak pada tanah tak melebihi daya dukung tanah yang diizinkan.
- b) *Settlement* (penurunan) dari struktur masih termasuk dalam batas yang diijinkan, jika ada kemungkinan yang melebihi dari perhitungan awal, maka ukuran pondasi dapat dibuat berbeda dan dihitung secara sendiri-sendiri sehingga penurunan yang terjadi menjadi persamaan.

Pemilihan bentuk pondasi yang didasarkan pada daya dukung tanah, perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

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 jalur atau pondasi tapak).

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 *borpile*.
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 sondir tanah pada lokasi pembangunan gedung kuliah fakultas ilmu sosial dan ilmu politik Universitas Sriwijaya di kota Palembang yang dijadikan sebagai materi dalam laporan akhir ini, maka jenis pondasi yang dipilih adalah pondasi dalam yaitu pondasi bore pile dengan material beton

Langkah-langkah perencanaan sebagai berikut :

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

Berdasarkan kekuatan bahan pondasi bore pile :

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

Berdasarkan kekuatan tanah :

$$Q_{\text{ijin}} = \frac{NK \times Ab}{Fb} + \left(0,3 \times \frac{JPH \times O}{Fs} \right)$$

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

0,3 = Koefisien Bore pile berdasarkan *skempton*

2. Menentukan jumlah pondasi bore pile

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

3. Menentukan jarak antar bore pile

Apabila setelah dilakukan perhitungan jumlah pondasi bore pile, langkah perencanaan selanjutnya adalah menentukan jarak antara masing-masing tiang bore pile.

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

Dimana : d = ukuran pile (tiang)

S = Jarak antar pile

4. Menentukan Efisiensi Kelompok Tiang (pile)

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

$$E_g = 1 - \frac{\theta}{90} \frac{m - 1}{n} \frac{n - 1}{m} \rightarrow \text{arc. tan} \frac{d}{s}$$

Dimana: d = Ukuran Pile (tiang)

S = Jarak Antar tiang

5. Menentukan Kemampuan Pondasi bore pile Terhadap sumbu X dan Y

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

Dimana :

P : Beban yang diterima oleh pondasi tiang

\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 : Banyaknya pondasi bore pile dalam kelompok tiang (pilegroup)

X_{max} : Absis terjatuh pondasi bore pile terhadap titik berat kelompok Pondasi tiang.

Y_{max} : Ordinat terjatuh pondasi bore pile terhadap titik berat kelompok tiang.

N_y : Banyaknya bore pile dalam satu baris dalam arah sumbu Y

N_x : Banyaknya bore pile dalam satu baris dalam arah sumbu X

∑ X² : Jumlah kuadrat absis-absis pondasi taing.

∑ Y² : Jumlah kuadrat ordinat-ordinat pondasi bore pile.

Kontrol kemampuan pondasi bore pile

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

$$\text{ijin} < P$$

6. Penulangan Pondasi bore pile

Penulangan pondasi bore pile dihitung berdasarkan kebutuhan pada waktu pengangkatan.

a. Tulangan Pokok

- 1). Permisalan jumlah tulangan pokok digunakan
- 2). Menentukan lebar inti pondasi bore pile didapatkan A_g dari tabel A-40 Istimawan
- 3). Menggunakan metode transformasi bentuk penampang bulat menjadi penampang segiempat.
- 4). Periksa P_u terhadap beton seimbang (P_{ub}) menggunakan metode empiris

b. Tulangan Geser

$$D_c = \text{Diameter} - 2 \cdot P$$

$$\text{Menentukan } A_c = \frac{1}{4} D_{\text{pondasi}}^2$$

$$\text{Menentukan } A_{sp} = \frac{1}{4} D_{\text{spiral}}^2$$

$$s = 0,45 \cdot \frac{A_g}{A_c} - 1 \cdot \frac{f_c}{f_y}$$

$$\text{Mencari } S = \frac{4 \cdot A_{sp} \cdot (D_c - D_s)}{D_c^2 - p_s}$$

Keterangan

D_c = Lebar inti pondasi bore pile

A_c = Luasan bore pile

A_{sp} = Luasan tulangan spiral

P_s = ratio spiral

S = jarak spiral

7. Perhitungan Pile Cap

Pile cap merupakan bagian yang mengikat dan mengunci posisi pondasi tiang.

Langkah-langkah perencanaan pile cap :

- a. Menentukan beban yang bekerja

$$P_u = 1,2 W_d + 1,6 W_l + 0,5 W_r$$

- 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

- c. Pengecekan gaya geser pilecap

- 1). Gaya geser dua arah

Gaya geser nominal :

$$\phi \cdot V_c = \phi \cdot \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \cdot \frac{b_o \cdot d \cdot \overline{f_c'}}{6} \quad ; \beta = \frac{a_1}{a_2}$$

Atau

$$V_c = w \times \frac{1}{3} \times b_o \times d \times \sqrt{f_c'}$$

Diambil nilai yang terkecil

$$\text{Diketahui : } B_o = 2 \cdot A_1 + D_{eff} + 2 \cdot A_2 + D_{eff}$$

$$A_1 = (\text{sisi terpanjang kolom}) = 500 \text{ mm}$$

$$A_2 = (\text{sisi terpendek kolom}) = 300 \text{ mm}$$

- 2). Gaya geser satu arah

Gaya geser nominal :

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \cdot b_w \cdot d \cdot \overline{f_c'}$$

2.4 Pengelolaan Proyek

Pengelolaan proyek dibagi menjadi tiga bagian pekerjaan. Tiga bagian pekerjaan tersebut adalah RKS (Rencana Kerja dan Syarat-Syarat), RAB (Rencana Anggaran Biaya), dan Rencana Pelaksanaan yang terbagi atas *Network Planning*, *Barchart*, dan kurva S.

2.4.1 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.

2.3.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah pekerjaan bentuk bangunan yang memenuhi syarat, menentukan biaya dan menyusun tata cara pelaksanaan teknik dan administrasi. Tujuan RAB adalah untuk memberikan gambaran yang pasti mengenai bentuk konstruksi, besar biaya dan pelaksanaan atau penyelesaian.

2.3.3 Rencana Pelaksanaan

a. NWP (Network Planning)

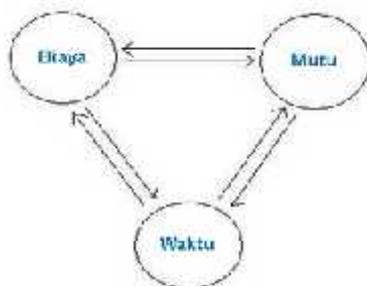
Network Planning merupakan teknik baru dalam perencanaan dan pengawasan pekerjaan. Model ini memungkinkan untuk merencanakan prioritas berdasarkan pembagian waktu pelaksanaan dengan cukup efektif, karena dapat dengan jelas diketahui ketergantungan antara suatu kegiatan yang sedang dilakukan dengan kegiatan yang akan dilakukan selanjutnya.

Net Work Planning juga suatu alat pengendalian pekerjaan dilapangan yang ditandai dengan simbol-simbol tertentu berupa urutan pekerjaan dalam suatu proyek yang berfungsi untuk mengetahui waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan tiap bagian pekerjaan yang akan dilaksanakan sehingga dapat memperlancar pekerjaan.

Adapun kegunaan *Network Planning* adalah sebagai berikut :

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

Tabel 2.4 Diagram NWP



b. Barchart dan Kurva S

Barchart adalah daftar urutan bagian-bagian pekerjaan dan garis-garis lurus menyerupai balok yang menunjukkan perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian-bagian pekerjaan dalam suatu proyek. Barchart biasanya disertai dengan Kurva S. Kurva S adalah kurva yang menggambarkan kumulatif rencana waktu (*Progress*) pada setiap bagian-bagian kegiatan. Dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dan lama waktu yang diperlukan untuk setiap pekerjaan merupakan persentase yang didapat dari perbandingan antara harga pekerjaan dengan harga total dari jumlah harga penawaran tanpa disertai biaya pajak. (Drs. Sofwan Badri, *Dasar-dasar Network Planning*)