

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Umum**

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

Pada perencanaan suatu konstruksi bangunan gedung diperlukan beberapa landasan teori berupa analisa struktur, ilmu tentang kekuatan bahan serta hal lain yang berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia. Ilmu teoritis di atas tidaklah cukup karena analisa secara teoritis tersebut hanya berlaku pada kondisi struktur ideal sedangkan gaya-gaya yang dihitung hanya merupakan pendekatan dari keadaan yang sebenarnya atau yang diharapkan terjadi.

Perencanaan merupakan bagian yang terpenting dari pembangunan suatu gedung atau bangunan lainnya. Perencanaan suatu konstruksi harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan, yaitu:

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. ( tidak dibahas pada laporan ini)

## **2.2. Ruang Lingkup Perencanaan**

Ruang lingkup perencanaan meliputi beberapa tahapan-tahapan yaitu persiapan, studi kelayakan, mendesain bangunan, perhitungan struktur dan perhitungan biaya.

### **2.2.1. Perencanaan Konstruksi**

Adapun tingkat perencanaan sebagai berikut

#### **1. Pra Rencana (Preliminary Design)**

Terdiri dari gambar-gambar atau sketsa dan merupakan out line dari bagian dan perkiraan biaya bangunan.

#### **2. Rencana Konstruksi**

Terdiri dari gambar perencanaan bentuk arsitek bangunan dan perencanaan struktur konstruksi bangunan

### **2.2.2. Dasar-Dasar Perhitungan**

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

1. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, (SKBI-1.3.53.2987 ). 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
2. Tata cara perhitungan strujtur beton bertulang gedung, SNI 03-2847-2002. Oleh Badan Standarisasi Nasioanal, sebagai acuan dalam melakukan perencanaan dan pelaksanaan struktur beton dengan ketentuan minimum agar aman dan ekonomis.
3. Struktur Beton Bertulang, oleh Istimawan Dipohusodo. Buku ini menjanjikan dasar-dasar pengertian system struktur beton sederhana pada umumnya, dan perilaku serta kekuatan komponen struktur beton bertulang pada khususnya.

4. Dasar-dasar Perencanaan beton Bertulang, oleh W.C Vis dan Gideon Kusuma. Buku ini membahas pengertian-pengertian umum dan perhitungan gaya yang terjadi pada konstruksi beton.
5. Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang, oleh W.C Vis dan Gideon Kusuma. Buku ini berisi penjelasan mengenai Grafik dan Tabel yang digunakan dalam perhitungan struktur beton bertulang.

Suatu struktur bangunan gedung juga harus direncanakan kekuatannya terhadap suatu pembebanan , adapun jenis pembebanan 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. ( Pedoman Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung )

2. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya 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 kedalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa, dan beban khusus. ( Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung / SKBI-1.3.53.1987 )

#### 1. Beban Hujan

Dalam hitungan beban hujan diasumsikan sebagai beban yang bekerja tegak lurus terhadap bidang atap dan koefisien beban hujan ditetapkan sebesar (40-80 )  $\text{kg/m}^3$  dan sebagai sudut atap. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung /SKBI-I.3.53.1987)

#### 2. Beban Angin

Semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Beban memperhitungkan adanya tekanan positif dan negatif yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung / SKBI-I.3.53.1987)

#### 3. Beban Khusus

Beban khusus adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bangunan gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan , penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan 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. ( Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung / SKBI-I.3.53.1987)

#### 4. Beban Konstruksi

Unsur struktur utama pada umumnya dirancang untuk beban mati dan beban hidup, akan tetapi unsur tersebut dapat dibebani oleh beban yang jauh lebih besar dari beban rencana ketika bangunan didirikan. Beban ini dinamakan beban konstruksi dan merupakan pertimbangan yang penting dalam rancangan unsur struktur.

### 5. Beban Tekanan Air dan Tanah

Struktur dibawah permukaan tanah cenderung mendapat beban yang berbeda dengan beban diatas tanah. Substruktur sebuah bangunan harus memikul tekanan lateral yang disebabkan oleh tanah dan air tanah. Gaya-gaya ini bekerja tegak lurus pada dinding dan lantai substruktur.

### 6. Kombinasi Beban

Beban tinggi dari gedung akan menghadapi beban sepanjang usia bangunan tersebut, dan banyak diantaranya yang bekerja bersamaan. Efek beban harus digabung apabila bekerja pada garis kerja yang sama dan harus dijumlahkan. Keadaan ini membuat kita harus memasang struktur yang mempertimbangkan semua kemungkinan kombinasi pembebanan.

(Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG)1983)

## 2.3. Perhitungan Struktur

### 2.3.1 Perencanaan Pelat Atap

Pelat atap merupakan suatu struktur yang hampir menyerupai struktur pelat lantai, namun ketebalan pada struktur pelat atap lebih kecil dibandingkan dengan struktur pelat lantai. Dan yang pasti struktur ini adalah konstruksi yang tidak terlindungi, sehingga memiliki ketebalan selimut beton yang lebih tebal dibandingkan dengan pelat lantai.

Hal yang membedakan perencanaan pelat atap dengan pelat lantai adalah beban-beban yang bekerja diatasnya lebih kecil sehingga ketebalan pelat atap lebih tipis dibandingkan pelat lantai.

Beban-beban yang bekerja pada pelat atap, yaitu:

1. Beban Mati ( $W_D$ )
  - Bebat sendiri pelat atap
  - Berat mortar
2. Beban Hidup ( $W_L$ )

- Beban hidup, diambil  $100 \text{ kg/m}^2$  (PPURG 1987 butir 2.1.2.2 Hal 7 )

### 2.3.2 Perencanaan Pelat Lantai

Pelat beton bertulang dalam suatu struktur dipakai pada lantai, pada pelat ruang ditumpu balok pada keempat sisinya terbagi dua berdasarkan geometrinya, yaitu:

#### 1. Pelat Satu Arah

Suatu pelat dikatakan pelat satu arah apabila  $\frac{L_y}{L_x} \leq 2$ , dimana  $L_y$  dan  $L_x$  adalah panjang dari sisi-sisinya.



Gambar 2.1  $L_y, L_x$  pada Pelat Satu Arah

Dalam perencanaan struktur pelat satu arah, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

#### a. Penentuan Tebal Pelat

Penentuan tebal pelat terlentur satu arah tergantung beban atau momenlentur yang bekerja, defleksi yang terjadi dan kebutuhan kuat geser yang dituntut. (Istimawan Dipohusodo, 1999:56)

Tabel 2.1  
Tabel 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 pelatrusuksatu arah	1/16	1/18,5	1/21	1/8

Catatan : Panjang bentang dalam mm

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:

1. 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  $\text{kg/m}^3$
2. Untuk  $f_y$  selain 400 Mpa, nialinya harus diakalikan dengan  $(0,4 + f_y/700)$

- b. Menghitung Beban Mati Pelat Termasuk Beban Sendiri Pelat Dan Beban Hidup Serta Menghitung Momen Rencana ( $W_u$ ).

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

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

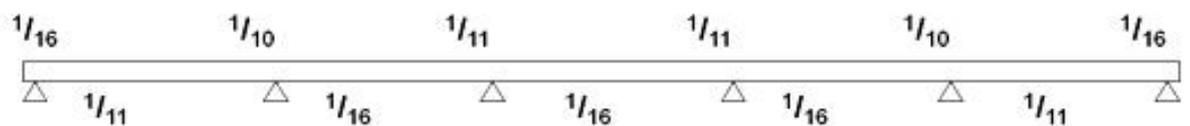
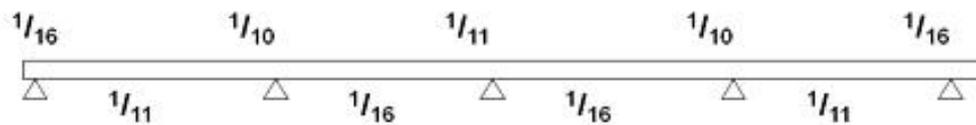
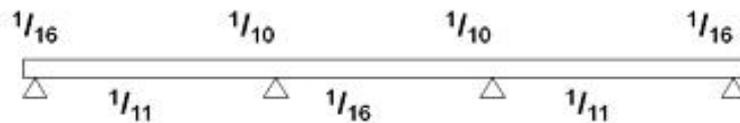
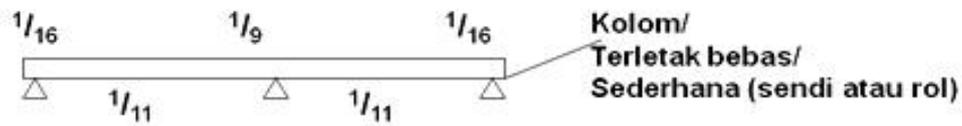
$W_{LL}$  = Jumlah beban Hidup Pelat (KN/m)

- c. Menghitung momen rencana ( $M_u$ ) baik dengan cara tabel atau analisis

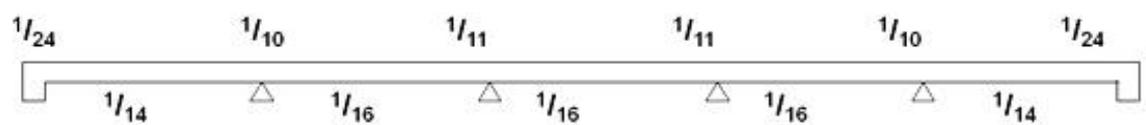
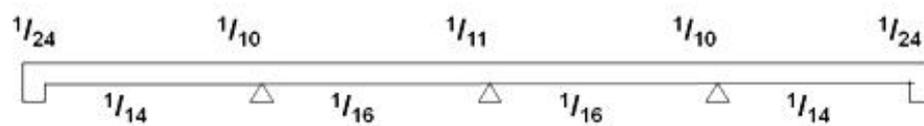
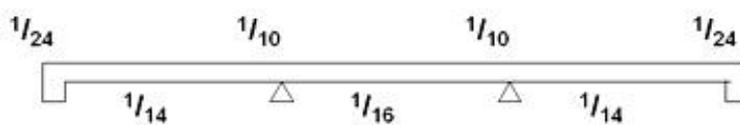
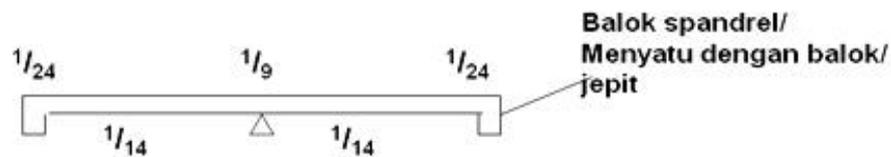
Sebagai alternatif, metode pendekatan berikut ini dapat digunakan untuk menentukan momen lentur dan gaya geser dalam perencanaan balok menerus dan pelat satu arah, yaitu pelat beton bertulang di mana tulangnya hanya direncanakan untuk memikul gaya-gaya dalam satu arah, selama:

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

Koefisien momen dikalikan  $W_u L_n^2$



Koefisien momen dikalikan  $W_u L_n^2$



d. Perkiraan Tinggi Efektif (  $d_{eff}$  )

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

Tabel 2.2  
Tabel tebal Selimut beton

Tebal selimut minimum, (mm)	
Beton yang dicor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah .....	70
Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca:	
➤ batang D-19 hingga D-56 .....	50
➤ batang D-16, jaring kawat polos atau ulir W16 dan yang lebih kecil .....	40
Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau tanah:	
➤ <u>Pelat, dinding, pelat berusuk:</u>	
❖ batang D-44 dan D-56 .....	40
❖ batang D-36 dan 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 dan yang lebih besar .....	20
❖ batang D-16, jaring kawat polos atau ulir W16 dan yang lebih kecil .....	15

e. Menghitung  $K_{perlu}$ 

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

k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan (Mpa)

$M_u$  = 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 )

f. Menentukan rasio penulangan (  $\rho$  ) dari tabel.

Jika  $\rho > \rho_{\text{max}}$ , maka pelat dibuat lebih tebal.

g. Hitung As yang diperlukan.

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

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

$\rho$  = rasio penulangan

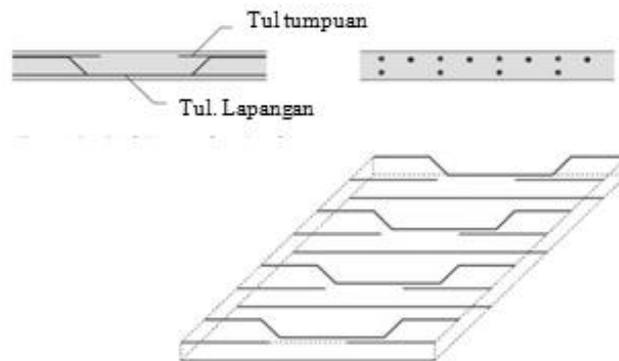
$d_{\text{eff}}$  = tinggi efektif pelat ( mm )

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

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.

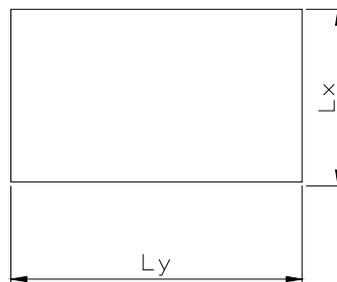
### Penggambaran Tulangan



Gambar 2.2 Penulangan Pelat Satu Arah

#### 2. Pelat dua Arah (Two Way Slab)

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



Gambar 2.3  $L_y$ ,  $L_x$  pada Pelat Dua Arah

Berikut adalah prosedur perencanaan perhitungan pelat dua arah :

##### a. Menghitung H minimum Pelat

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

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

Tabel 2.3  
Tebal minimum pelat

Tegangan Leleh (MPa)	Tanpa penebalan			Dengan penebalan		
	Panel luar		Panel dalam	Panel luar		Panel Dalam
	TanpBalok k Pinggir	Dengan Balok Pinggir		Tanpa Balok	Dengan Balok Pinggir	
300	ln/33	ln/36	ln/36	ln/36	ln/40	ln/40
400	ln/30	ln/33	ln/33	ln/33	ln/36	ln/36
500	ln/28	ln/31	ln/31	ln/31	ln/34	ln/34

- 2) 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.

- 3) 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 kurang dari 90 mm.

Dimana :

$$\alpha m = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s}$$

$E_{cb}$  = modulus elastis balok beton

$E_{cs}$  = modulus elastis pelat beton

$I_b$  = inersia balok

$$\frac{bh^3}{12}$$

$I_s$  = 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

Menghitung beban rencana pelat

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

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

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

Menghitung momen rencana (  $M_u$  )

$$M_x = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen}$$

$$M_y = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen}$$

( W.C Vis dan Gideon Kusuma : 1993:42)

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

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

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

5) Menghitung  $K_{perlu}$ 

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

$k$  = faktor panjang efektif komponen struktur tekan (Mpa)

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

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

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

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

6) Menentukan rasio penulangan ( $\rho$ ) dari tabel.

Jika  $\rho > \rho_{max}$ , maka pelat dibuat lebih tebal.

7) Hitung  $A_s$  yang diperlukan.

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

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

$\rho$  = rasio penulangan

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

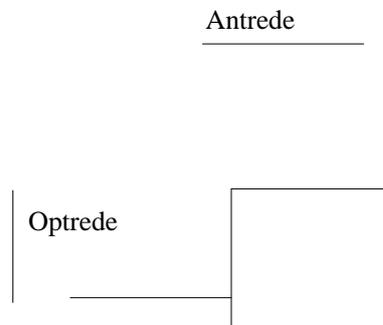
## 8) Memilih tulangan pokok yang akan dipasang beserta tulangan suhu dan susut dengan menggunakan tabel.

### 2.3.3 Perencanaan Tangga

Tangga merupakan salah satu konstruksi yang berfungsi sebagai penghubung antara lantai pada bangunan bertingkat.

Tangga terdiri dari anak tangga. Anak tangga terdiri dari dua, yaitu:

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



Gambar 2.4 Anak Tangga (menjelaskan posisi optride antride)

Ketentuan – ketentuan konstruksi optrede dan antrede, antara lain :

- a. Untuk bangunan rumah tinggal
  - Antrede = 25 cm ( minimum )
  - Optrede = 20 cm ( maksimum )
- b. Untuk perkantoran dan lain – lain
  - Antrede = 25 cm
  - Optrede = 17 cm
- c. Syarat 1 ( satu ) anak tangga
  - 2 optrede + 1 antrede
- d. Lebar tangga
  - Tempat umum 120 cm
  - Tempat tinggal = 180 cm s/d 100 cm

Syarat – syarat umum tangga ditinjau dari :

Penempatan :

- diusahakan sehemat mungkin menggunakan ruangan
- mudah ditemukan oleh semua orang
- mendapat cahaya matahari pada waktu siang
- tidak mengganggu lalu lintas orang banyak

Kekuatan :

- kokoh dan stabil bila dilalui orang dan barang sesuai dengan perencanaan

Bentuk :

- sederhana, layak, sehingga mudah dan cepat pengerjaannya serta murah biayanya.
- Rapih, indah, serasi dengan keadaan sekitar tangga itu sendiri.

Prosedur perhitungan perencanaan tangga, yaitu :

a. Menentukan ukuran atau dimensi

- 1) Menentukan ukuran optrede antrede
- 2) Menentukan jumlah optrede antrede
- 3) Menghitung panjang tangga

Panjang tangga = jumlah optrede x lebar antrede

- 4) Menghitung sudut kemiringan tangga

Sudut kemiringan =  $arc \tan \left( \frac{\text{tinggitanangga}}{\text{panjangtangga}} \right)$

- 5) Menentukan tebal pelat

Perhitungan tebal pelat untuk tangga sama seperti perhitungan tebal pelat satu arah,

b. Menghitung beban – beban pada tangga

- 1) Beban mati (  $W_D$  )
  - Berat sendiri bordes
  - Berat pelat

- 2) Beban hidup ( $W_L$ )
- c. Menghitung gaya – gaya yang bekerja dengan menggunakan metode cross
- d. Menghitung tulangan tangga
  - 1) Penentuan momen yang bekerja
  - 2) Penentuan tulangan yang diperlukan
  - 3) Kontrol tulangan
  - 4) Penentuan jarak tulangan

#### **2.3.4 Perencanaan Portal Akibat Beban Mati dan Hidup**

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.

##### 1. Portal akibat beban mati

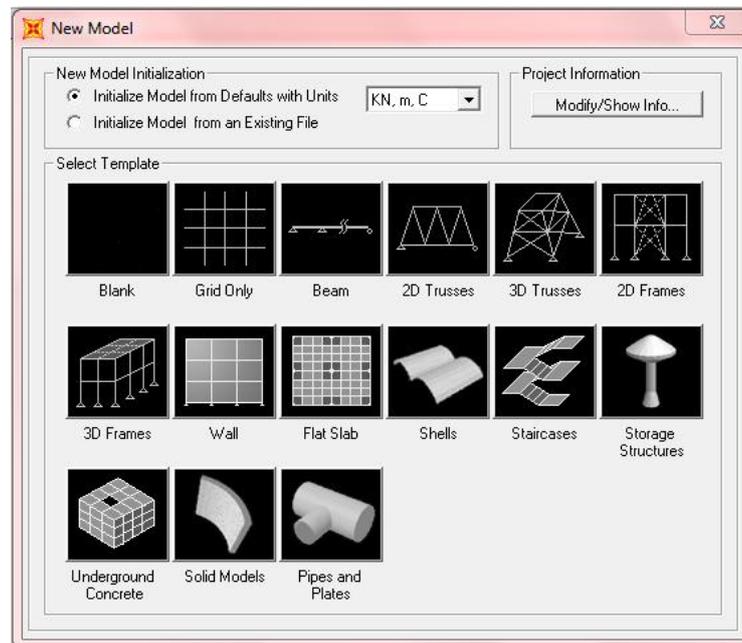
Portal ini ditinjau pada arah melintang dan memanjang.

Pembebanan pada portal, yaitu:

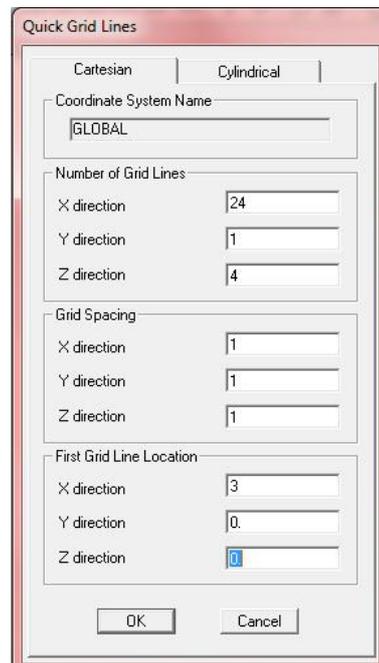
- a. Berat sendiri pelat
- b. Berat plafond + penggantung
- c. Berat penutup lantai
- d. Berat adukan
- e. Berat dari pasangan dinding bata

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

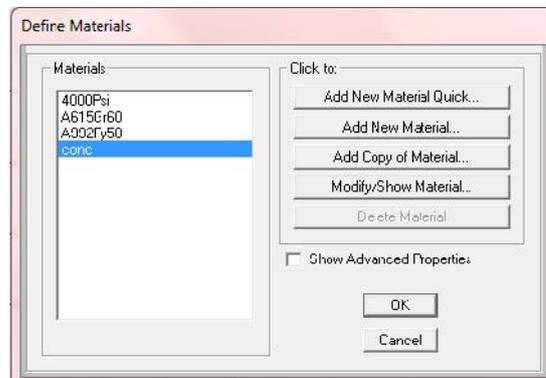
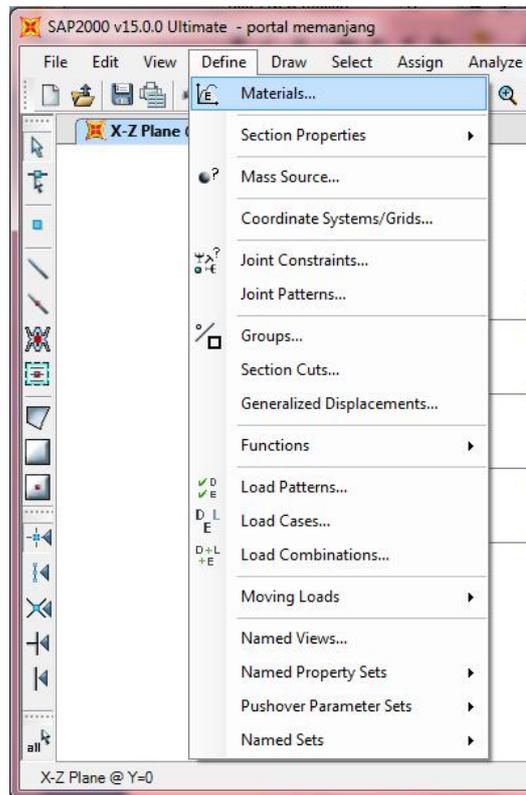
- 1) Buat model struktur memanjang
  - a. Mengklik file pada program untuk memilih model portal.



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







**Material Property Data**

General Data

Material Name and Display Color: conc

Material Type: Concrete

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 24

Mass per Unit Volume: 2.4473

Units: KN, m, C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 1.999E+08

Poisson's Ratio, U: 0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.170E-05

Shear Modulus, G: 76903069

Other Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 25000

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

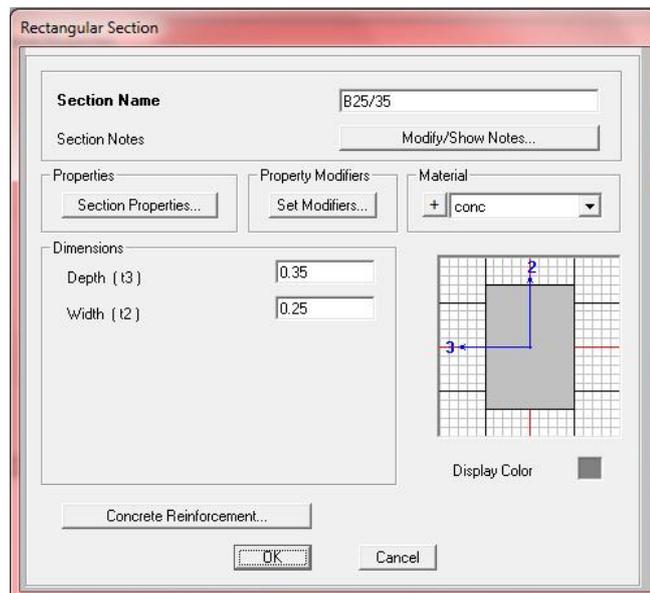
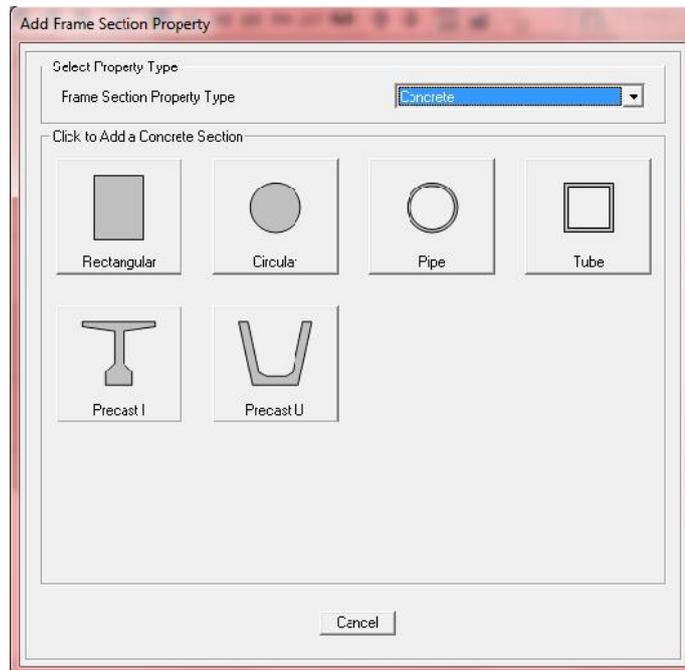
Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

### 3) Input data dimensi struktur

- a) Kolom : ( 40 x 40) cm
- b) Balok : (30 x 65) cm
- : (25 x 35) 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.



Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars + A615Gr60

Confinement Bars (Ties) + A615Gr60

Design Type

Column (P-M2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center

Top 0.06

Bottom 0.06

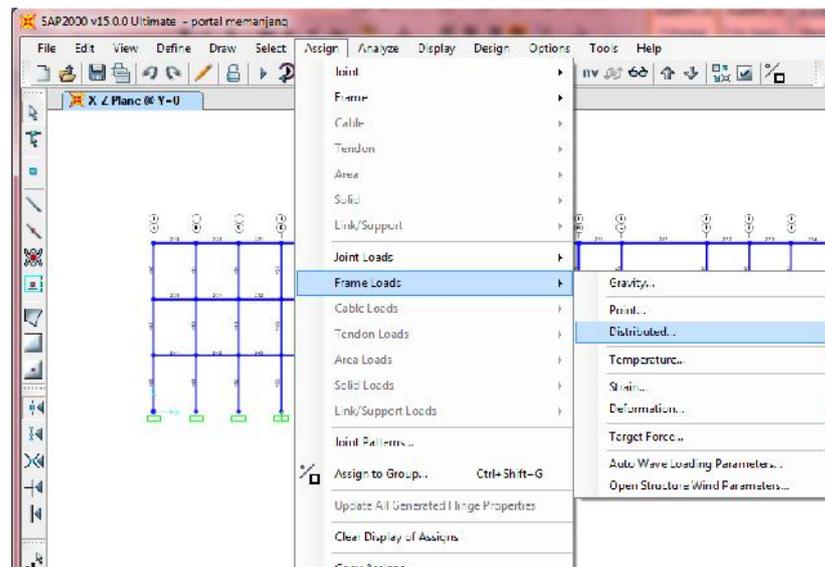
Reinforcement Overrides for Ductile Beams

	Left	Right
Top	0.	0.
Bottom	0.	0.

OK Cancel

#### 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.

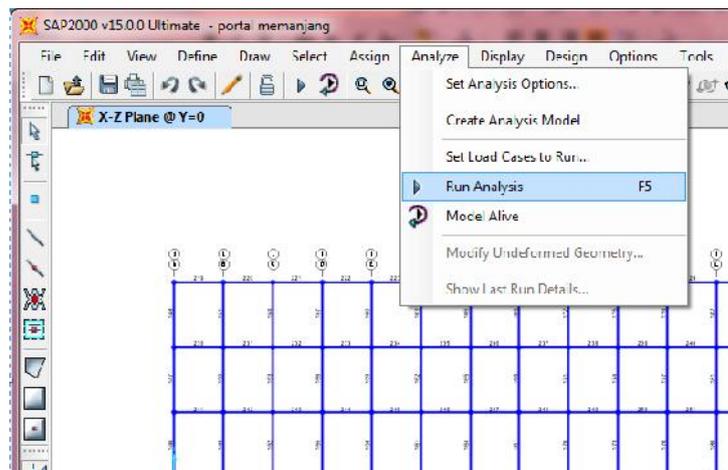


5) Input data akibat beban hidup (Live)

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

### 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.

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

Langkah-langkah perencanaan balok:

1. Menentukan mutu beton dan mutu baja serta dimensi balok
2. Mengambil momen-momen maksimum yang terjadi pada setiap tingkat portal
3. Menentukan  $d_{\text{efektif}}$
4. Bila momen yang terjadi pada balok yang ditinjau ditumpu akibat momen negatif, maka penulangan berdasarkan balok biasa (segi empat) dan bila momen yang terjadi dilapangan akibat momen positif maka penulangan balok berdasarkan balok T atau balok L.
5. Menentukan  $\rho_{\text{syarat}}$  untuk menentukan  $R_n$
6. Menghitung tulangan yang dibutuhkan
7. Perencanaan tulangan geser

### 2.3.6 Perencanaan Kolom

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertical dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Sedangkan komponen struktur yang menahan beban aksial vertical dengan rasio bagian tinggi dengan dimensi lateral terkecil kurang dari tiga dinamakan pedestal. (Dipohusodo, 1994:287)

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

Prosedur perhitungan struktur kolom, yaitu :

1. Menentukan momen yang diperbesar untuk kolom

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

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

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

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

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

2. Menentukan momen yang diperbesar untuk balok

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

3. Menghitung nilai kekakuan relatif

$$\psi = \frac{\frac{EI_k}{l_k}}{\frac{EI_b}{l_b}}$$

Dari grafik alignment ( W.C Vis dan Gideon Kusuma,1993:188) didapat nilai k.

4. Menghitung angka kelangsingan kolom

Rangka tanpa pengaku lateral, maka :

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

Rangka dengan pengaku lateral, maka :

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

5. Menghitung momen yang dibesarkan

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

Dimana :

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

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

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

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

Untuk struktur rangka dengan pengaku, berlaku :

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

Untuk struktur rangka tanpa pengaku, maka :

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

6. Desain penulangan

- a. Menghitung besar beban yang bekerja pada kolom ( $P_u$ )

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

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

Untuk sumbu vertikal, maka :

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

Untuk sumbu horizontal, maka :

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

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

- c. Berdasarkan grafik didapat nilai  $r$ ;  $\beta$ ;  $\rho$

- d. Menghitung  $A_{s_{tot}}$

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

$$A_{gr} = \text{luas bersih kolom (mm}^2\text{)}$$

- e. Menentukan diameter tulangan yang akan dipakai dengan menggunakan tabel.

7. Pemeriksaan kekuatan penampang

- a. Patah tarik :

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot d \cdot \left[ \left(1 - \frac{e'}{d}\right) + \sqrt{\left(1 - \frac{e'}{d}\right)^2 + 2 \cdot m \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \right]$$

b. Patah tekan :

$$P_n = \frac{A_s' f_y}{\frac{e}{(d-d')} + 0,50} + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{\frac{3 \cdot h e}{d^2} + 1,18}$$

### 2.3.7 Perencanaan Sloof

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

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

1. Penentuan dimensi sloof
2. Penentuan pembebanan sloof
  - 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)

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

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

- b. Menghitung nilai  $A_s$
- $$A_s = \rho b d_{\text{eff}}$$
- $A_s$  = Luas tulangan (  $\text{mm}^2$  )
- $\rho$  = 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
- $$V_u < V_c, \text{ tidak perlu tulangan geser}$$
- $$V_u < \frac{1}{2} \phi V_c, \text{ digunakan tulangan praktis}$$

### 2.3.8 Perencanaan Pondasi

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

Fungsi pondasi antara lain sebagai berikut:

1. Untuk menyebarkan atau menyalurkan beban bangunan ketanah
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

- 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

$h = 150$  mm untuk pondasi di atas tanah, atau

$h = 300$  mm untuk pondasi di atas ring

4) Tentukan  $d$

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

5) Tentukan daya dukung ijin

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

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

(Pondasi hal. 136)

6) Cari dimensi tapak dengan menggunakan beban bekerja

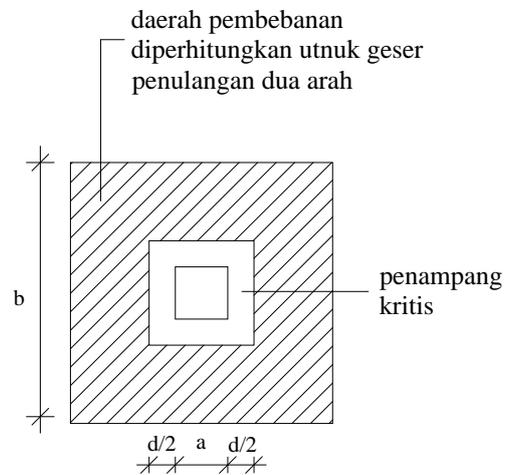
$$\frac{P}{A} \pm \frac{M_x}{W_y} \pm \frac{M_y}{W_x} \leq q_{ijin}$$

7) Kontrol kekuatan geser

a) untuk aksi 2 arah

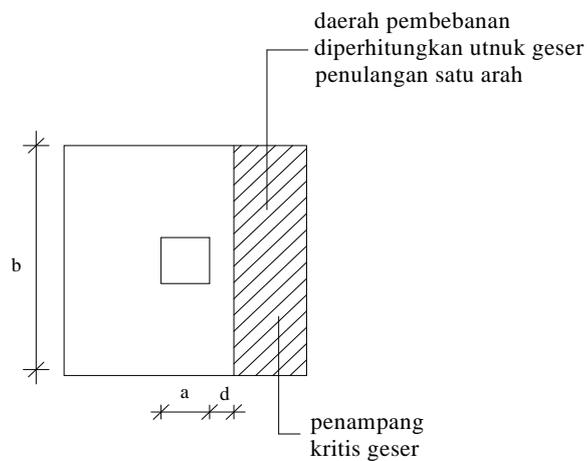
$$V_c = \frac{1}{12} \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f_c'} \cdot B_0 \cdot d \longrightarrow c = \frac{B_x}{B_y} = \frac{1,8}{1,8} = 1$$

(SNI Beton 2002, Fondasi tapak)



b) untuk aksi 1 arah

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



(Istimawan hal. 358)

8) Hitung penulangan dengan menggunakan beban ultimate

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

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

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



perencanaan metoda kerja, perencanaan standar pengukuran hasil, perencanaan anggaran biaya, perencanaan program (rencana kegiatan beserta jadwal)

c. Pengorganisasian (*organizing*)

Kegiatan ini bertujuan melakukan pengaturan dan pengelompokan kegiatan proyek konstruksi agar kinerja yang dihasilkan sesuai dengan harapan.

2. Kegiatan Pelaksanaan

a. Pengisian Staf (*staffing*)

Tahap ini adalah perencanaan personel yang akan ditunjuk sebagai pengelola pelaksanaan proyek. Kesuksesan proyek juga ditentukan oleh kecermatan dan ketepatan dalam memposisikan seseorang sesuai keahliannya.

b. Pengarahan (*directing*)

Merupakan tahapan lanjutan dari pengisian staf, yaitu setelah dilakukan pengarahan berupa penjelasan tentang lingkup pekerjaan dan paparan waktu untuk memulai dan menyelesaikan pekerjaan tersebut.

3. Kegiatan Pengendalian

a. Pengawasan (*supervising*)

Merupakan interaksi antar individu-individu yang terlibat dalam organisasi proyek. Proses ini harus dilakukan secara kontinu dari waktu ke waktu guna mendapatkan keyakinan bahwa pelaksanaan kegiatan berjalan sesuai prosedur yang ditetapkan untuk mencapai hasil yang diinginkan.

b. Pengendalian (*controlling*)

Merupakan proses penetapan atas apa yang telah dicapai, evaluasi kerja dan langkah perbaikan bila diperlukan.

c. Koordinasi (*coordinating*)

Yaitu pemantauan prestasi kegiatan dari pengendalian akan digunakan sebagai bahan untuk melakukan langkah perbaikan, baik proyek dalam keadaan terlambat maupun lebih cepat. (Wulfram I. Ervianto, Hal. 1-5)

#### **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.

#### **2.4.2 RAB**

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

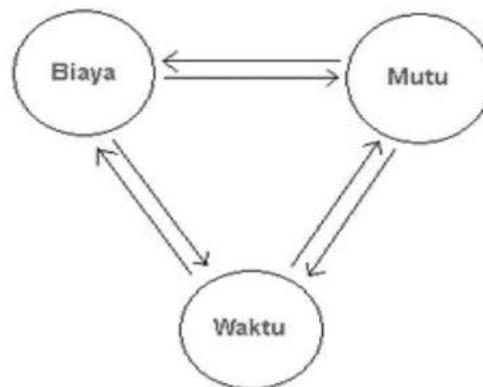
Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda dimasing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

#### **2.4.3 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 symbol tertentu berupa urutan kegiatan dalam suatu proyek yang berfungsi untuk memperlancar pekerjaan.

Proyek konstruksi membutuhkan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek. Tujuannya adalah menyelaraskan antara biaya proyek yang optimal mutu pekerjaan yang baik / berkualitas, dan waktu pelaksanaan yang tepat. Karena ketiganya adalah 3 elemen yang saling mempengaruhi.



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

Proyek dapat dikategorikan mengalami untung jika waktu pelaksanaan lebih cepat selesai dari yang direncanakan dengan mutu pekerjaan tetap terjaga, secara otomatis akan ada keuntungan pada biaya anggaran belanja.

Inti dari 3 komponen proyek konstruksi tersebut adalah bagaimana menjadwalkan dan mengendalikan pelaksanaan proyek agar berjalan sesuai dengan schedule yang telah ditetapkan, selesai tepat pada

waktunya, sehingga tidak terjadi pengurangan mutu pekerjaan atau penambahan anggaran belanja.

b. Barchart

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

c. Kurva “S”

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