

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Uraian Umum

Perencanaan adalah bagian yang terpenting dari pembangunan suatu gedung atau bangunan yang lainnya. Perencanaan dapat diartikan sebagai suatu usaha untuk menyusun, mengatur atau mengorganisasikan suatu hal atau topik sehingga menghasilkan *output* (hasil) yang sesuai dengan keinginan.

Perencanaan suatu gedung (bangunan) dapat diartikan sebagai suatu usaha untuk menyusun dan mengorganisasikan suatu proyek konstruksi baik itu berupa perhitungan-perhitungan ataupun tulisan-tulisan, sehingga bangunan yang dihasilkan nantinya sesuai dengan keinginan dengan tetap memperhatikan standar ekonomis, aman, kuat dan nyaman. *Survey* dan penyelidikan tanah merupakan tahap awal dari perencanaan. Perencanaan dari suatu konstruksi bangunan harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan yaitu kuat, kaku, 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 oleh perencana. Suatu struktur gedung harus direncanakan kekuatan terhadap pembebanan, antara lain :

1. Beban mati

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

2. Beban hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan atau beban akibat air hujan pada atap.

2.2. Ruang Lingkup Perencanaan

Ruang lingkup perencanaan pada konstruksi bangunan gedung meliputi beberapa tahapan, antara lain :

2.2.1. Tahapan Perencanaan (*Design*) Konstruksi

Perencanaan sebuah konstruksi merupakan sebuah sistem yang sebaiknya dilakukan dengan tahapan-tahapan tertentu agar konstruksi yang dihasilkan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Adapun tahapan-tahapan yang dimaksud adalah :

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

Pada tahap ini ahli struktur harus mampu membantu arsitek untuk memilih komponen-komponen struktur penting, baik dimensi maupun posisinya. Pada pertemuan pertama biasanya arsitek akan datang membawa informasi mengenai :

- a. Sketsa denah, tampak dan potongan-potongan gedung beserta segala atributnya.
- b. Penjelasan dari fungsi setiap lantai dan ruangan.
- c. Konsep awal dari sistem komponen vertikal dan horizontal dengan informasi mengenai luas tipikal dari lantai gedung dan informasi awal mengenai rencana pengaturan denah lantai tipikal, daerah *entrance*, *function room* ruang tangga dan lain-lain.
- d. Rencana dari komponen-komponen non-struktural, misalnya dinding arsitektural yang berfungsi sebagai partisi.

Berbekal dari informasi di atas seorang ahli arsitektur harus mampu memberikan masukan mengenai :

- a. Pengaturan komponen vertikal, termasuk jarak kolom, ukuran kolom dan penempatan kolom.
- b. Sistem komponen horizontal termasuk sistem balok dan sistem lantai.

- c. Sistem pondasi.
- d. Usulan mengenai komponen non-struktural.

2. Tahap Perencanaan, meliputi :

a. Perencanaan bentuk arsitektur bangunan

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

b. Perencanaan struktur (konstruksi) bangunan

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

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

Ada dua struktur pendukung bangunan yaitu :

1. Struktur bangunan atas (*Upper Structure*)

Struktur bangunan atas harus sanggup mewujudkan perencanaan dari segi arsitektur dan harus mampu menjamin mutu baik dari segi keamanan maupun kenyamanan bagi penggunaannya. Untuk itu, bahan bangunan yang nantinya akan digunakan sebagai bahan dasar dari konstruksi hendaknya memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Tahan Api.
- Kuat.
- Mudah diperoleh, dalam arti tidak memerlukan biaya mobilisasi bahan yang demikian tinggi.
- Awet untuk jangka waktu pemakaian yang lama.
- Ekonomis, dengan perawatan yang relatif mudah.

Dari kriteria-kriteria yang tersebut diatas, maka sebagai komposisi struktur utama dari bangunan ini menggunakan struktur beton bertulang.

Perhitungan perencanaan untuk bangunan struktur atas ini meliputi :

- a. Perhitungan Pelat Lantai.
- b. Perhitungan Tangga.
- c. Perhitungan Portal.
- d. Perhitungan Balok.
- e. Perhitungan Kolom.

2. Struktur bangunan bawah (*Sub Structure*)

Struktur bangunan bawah merupakan sistem pendukung bangunan yang menerima beban struktur atas, untuk diteruskan ke tanah dibawahnya.

Perhitungan perencanaan struktur bagian bawah (*Sub Structure*) ini meliputi:

- a. Perhitungan Sloof.
- b. Perhitungan pondasi.

2.2.2. Dasar-Dasar Perencanaan

Dalam perencanaan bangunan, penulis berpedoman pada peraturan-peraturan yang telah ditetapkan dan berlaku di Indonesia. Peraturan-peraturan yang dijadikan pedoman tersebut antara lain :

1. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung

(sumber : SK SNI T-15-1991- 03).

Sebagai pedoman untuk mengarahkan terciptanya pekerjaan perencanaan dan pelaksanaan beton yang memenuhi ketentuan minimum untuk hasil struktur yang aman dan ekonomis. Buku ini memuat persyaratan-persyaratan umum serta ketentuan-ketentuan teknis perencanaan dan pelaksanaan struktur beton untuk bangunan gedung serta struktur bangunan lain yang mempunyai kesamaan karakter dengan struktur bangunan gedung.

2. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung

(sumber : SKBI – 1,3,53. 1987)

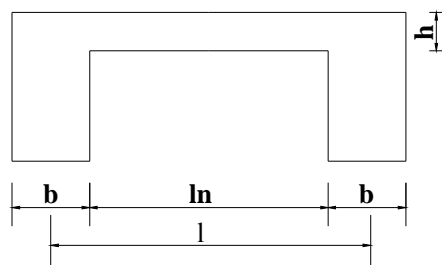
Pedoman ini digunakan untuk menentukan beban yang diizinkan untuk merencanakan bangunan gedung dan rumah. Pedoman ini memuat ketentuan-ketentuan beban yang harus diperhitungkan dalam perhitungan bangunan.

2.3 Teori Perhitungan

2.3.1 Perencanaan Pelat

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 :

▪ Bentang Teoritis



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

jika $b > 2h$ maka,

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

▪ **Pembebanan**

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

a. **Beban mati**

1. Berat beton bertulang 2400 kg/m^3
2. Berat penutup lantai dari ubin tanpa adukan yaitu 24 kg/m^3
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 .

b. **Beban hidup**

Untuk lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, hotel, asrama, diambil beban hidup sebesar 250 kg/m^2 (sumber : SKBI. 1987, tabel 2 halaman 12).

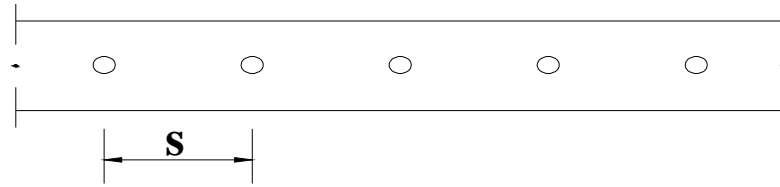
c. **Selimit Beton (p)**

Tabel 2.3.1.a. Tebal Minimum Penutup Beton Pada Tulangan Terluar dalam Satuan

Komponen Struktur	Beton yang tidak langsung berhubungan dengan tanah atau cuaca (mm)	Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca (mm)
Lantai/dinding	$\varnothing_D 36$ dan lebih kecil = 20 $> \varnothing_D 36$ = 40	$\varnothing_D 16$ dan lebih kecil = 40 $> \varnothing_D 16$ = 50
Balok	Seluruh diameter = 40	$\varnothing_D 16$ dan lebih kecil = 40 $> \varnothing_D 16$ = 50
Kolom	Seluruh diameter = 40	$\varnothing_D 16$ dan lebih kecil = 40 $> \varnothing_D 16$ = 50

(sumber : SK-SNI-T-15-1991-03 ayat 3.16.7 hal. 150)

d. Jarak Tulangan.



(sumber : SK SNI T-15-1991-03 ayat 3.16.6 hal.149)

$$S_{\min} = 40 \text{ mm}$$

$$S_{\max} = 1,5 h$$

e. Tulangan Pembagi

A (luas tulangan) pembagi : 0,0018 bh untuk f_y : 400 MPa

A (luas tulangan) pembagi : 0,0020 bh untuk f_y : 240 MPa

f. Batasan Tulangan

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

$$\rho_{\max} = 0,75 \frac{0,85 f_c'}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

Tabel 2.3.1.b. Nilai – nilai ρ_{\max} Pada Nilai f_y dan f_c' Tertentu

	f_c'				
	15	20	25	30	35
$f_y = 240$	0,0242	0,0323	0,0404	0,0484	0,0538
$f_y = 400$	0,0122	0,0163	0,0203	0,0244	0,0271

Secara umum perhitungan pelat dapat dicari dengan cara :

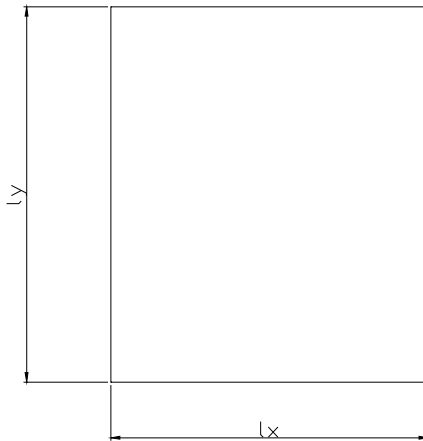
1. Pelat dianggap sebagai pelat satu arah (*One Way Slab*)

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



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 :

1. Menentukan tebal minimum pelat satu arah

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

Tabel 2.3.1.c. Tebal Minimum Pelat 1 Arah dan Balok Mendukung 1 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

L = Panjang teoritis (mm)

Untuk nilai fy yang lain :

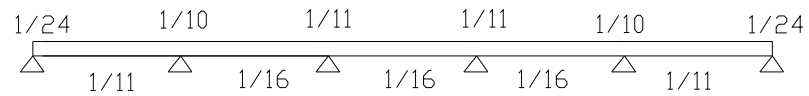
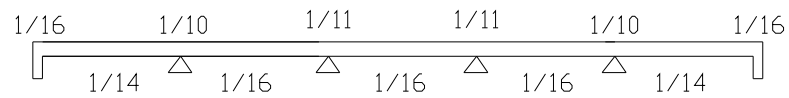
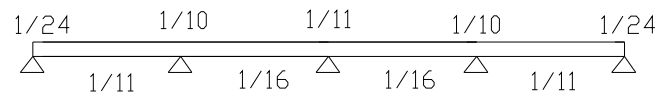
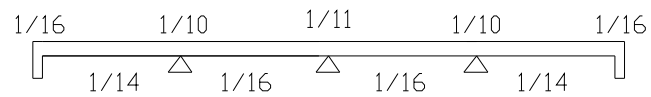
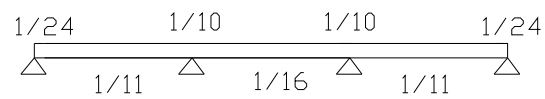
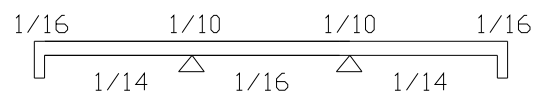
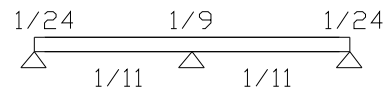
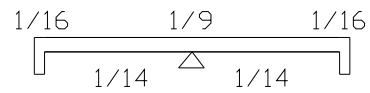
$$hf = \text{Koefisien } f_y 400 \times \left[0,4 + \frac{f_y}{700} \right] \times l_{\text{teoritis}}$$

Kontrol hf

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, $M = \text{koefisien} \cdot W_u \cdot l_n^2$

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 ρ (rasio tulangan) yang

dapat ditentukan sebagaimana dalam buku Dasar-Dasar Perencanaan

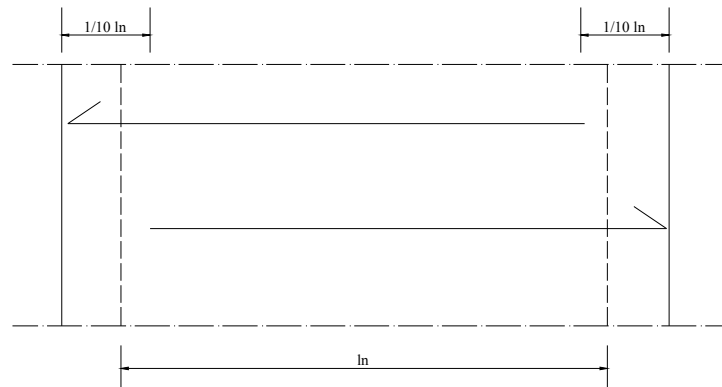
(Sumber : *Beton Bertulang Jilid 1* karangan W.C Vis dan Gideon H.Kusuma.)

6. Menggambar tulangan pelat

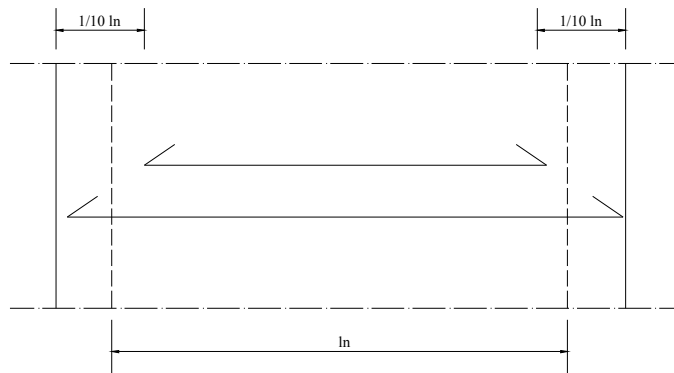
Ketentuan-ketentuan dalam penggambaran tulangan pelat satu arah :

a. Tulangan lapangan

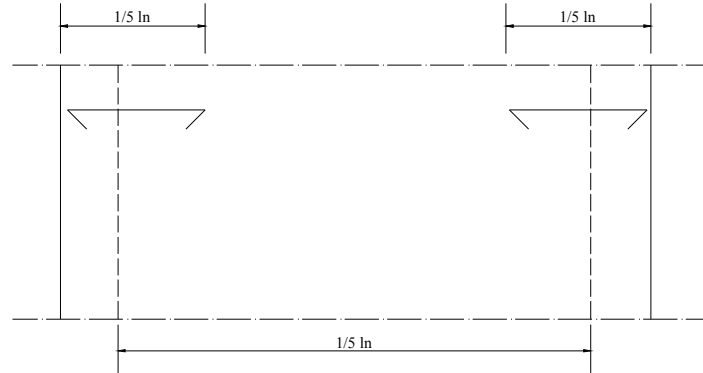
- Desain 1



- Desain 2



b. Tulangan tumpuan



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

Tebal pelat dua arah (*sumber : SK SNI-T-15-1991-03 hal.18*) adalah sebagai berikut :

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

tetapi tidak boleh kurang dari :

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

dan tidak boleh lebih dari :

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

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

dimana : ln diambil ln_y (panjang netto terpanjang)

$$\beta = \frac{\ln_y}{\ln_x}$$

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

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

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

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

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

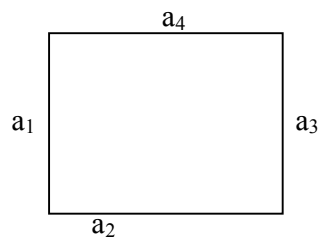
Arah x :

1. Tentukan nilai tebal minimum pelat dan tebal maksimum pelat

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

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

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



$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \frac{I_{x-x} \text{ balok}}{I_{x-x} \text{ pelat}}$$

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4}$$

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

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

3. Cek nilai h_{aktual} dari hasil nilai α_m yang telah didapat

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

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.

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

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

Syarat : $\rho_{\text{min}} < \rho < \rho_{\text{maks}}$

$$\rho_{\text{min}} = 0,75 \frac{0,85 f_c'}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

Jika $\rho_{\text{min}} > \rho$ maka pakai ρ_{min}

Jika $\rho_{\text{maks}} < \rho$ maka pakai ρ_{maks}

7. Menggambar tulangan pelat

Untuk arah y sama dengan langkah-langkah pada arah x, hanya perlu diingat bahwa tinggi efektif arah y (d_y) tidak sama dengan yang digunakan dalam arah x $\rightarrow d_y = h - p - \phi_{\text{arah } x} - \frac{1}{2} \phi_{\text{arah } y}$

2.3.2 Perencanaan 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. Optride

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) :

- Antrade minimum 25 cm
- Optride maksimum 16 – 20 cm

Sebagai patokan : 2 optrade + 1 antrade = 58 – 75 cm (1 langkah)

Lebar tangga :

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

Syarat-syarat tangga :

- Tangga harus mudah dilewati atau dinaiki
- Tangga harus kuat dan kaku
- Ukuran tangga harus sesuai (serasi) dengan sifat atau fungsinya

- Material yang digunakan untuk pembuatan tangga terutama pada gedung-gedung umum harus tahan dan bebas bahaya kebakaran
- Letak tangga harus cukup strategis

Langkah-langkah perencanaan tangga :

1. Rencanakan tinggi opride dan lebar antride serta ketebalan pelat tangga dapat pelat bordes
2. Tentukan beban yang bekerja pada tangga :
 - a. Berat sendiri tangga :

$$\frac{1}{\cos \alpha} \times \gamma_{beton} \times 1 \text{ meter}$$

- b. Beban spesi dan ubin
- c. Berat anak tangga
- d. Bordes

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

- e. Beban hidup

Beban hidup yang bekerja pada tangga yaitu 300 kg/cm^2 (sumber : PPIUG 1983)

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

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

2.3.3 Perencanaan 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. 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.

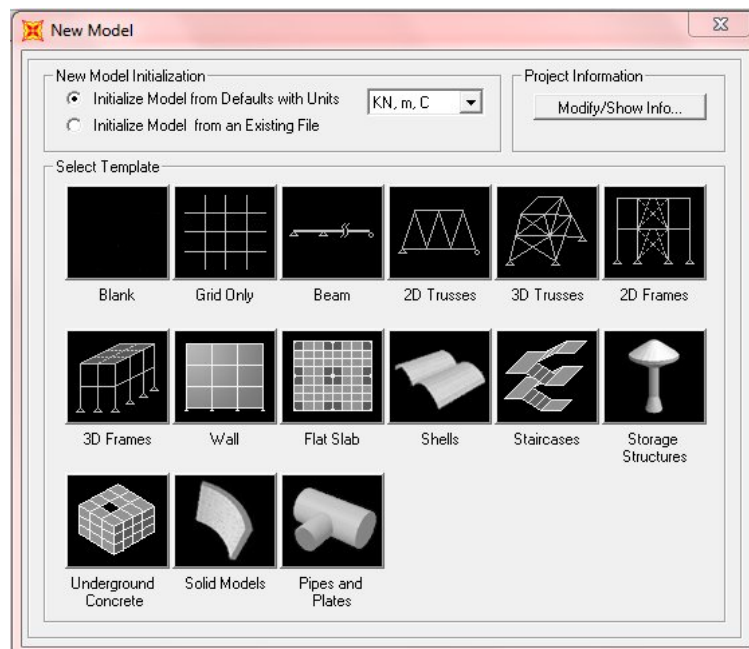
Pembebanan pada portal, yaitu:

- 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.

Quick Grid Lines

Cartesian | Cylindrical

Coordinate System Name
GLOBAL

Number of Grid Lines

X direction: 24
Y direction: 1
Z direction: 4

Grid Spacing

X direction: 1
Y direction: 1
Z direction: 1

First Grid Line Location

X direction: 3
Y direction: 0.
Z direction: 0.

OK Cancel

Define Grid System Data

Edit Eormat

System Name: GLOBAL Units: KN, m, C

Grid Lines: Quick Start...

X Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	A	0.	Primary	Show	End	
2	B	3.	Primary	Show	End	
3	C	6.	Primary	Show	End	
4	D	9.	Primary	Show	End	
5	E	12.	Primary	Show	End	
6	F	15.	Primary	Show	End	
7	G	18.	Primary	Show	End	
8	H	21.	Primary	Show	End	

Y Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	1	0.	Primary	Show	Start	
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Z Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	1	0.	Primary	Show	End	
2	2	4.	Primary	Show	Start	
3	3	8.	Primary	Show	Start	
4	4	12.	Primary	Show	Start	
5						
6						
7						
8						

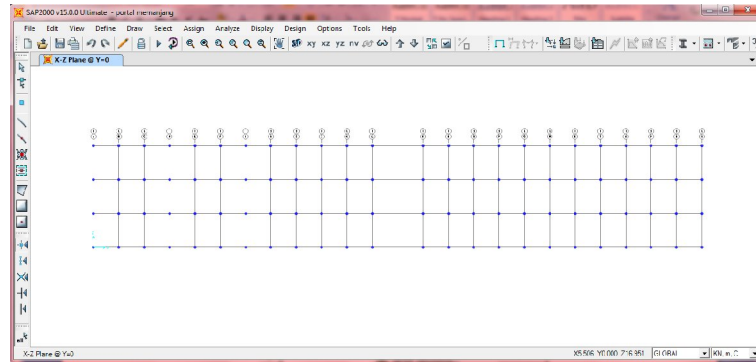
Display Grids as:
 Ordinates Spacing

Hide All Grid Lines
 Glue to Grid Lines

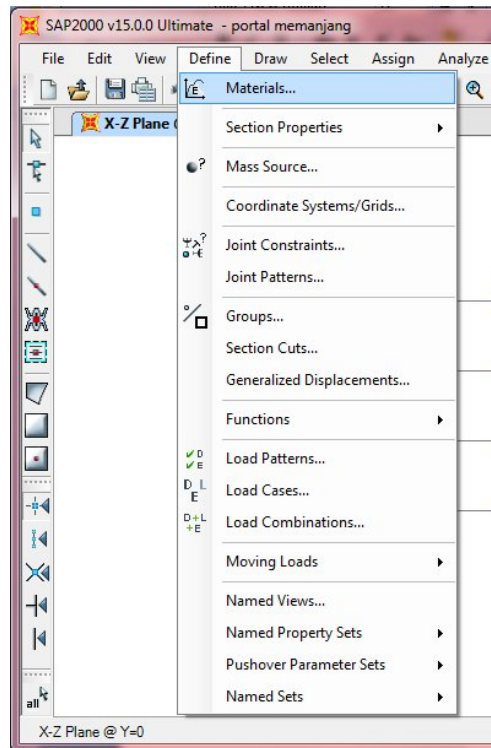
Bubble Size: 0.625

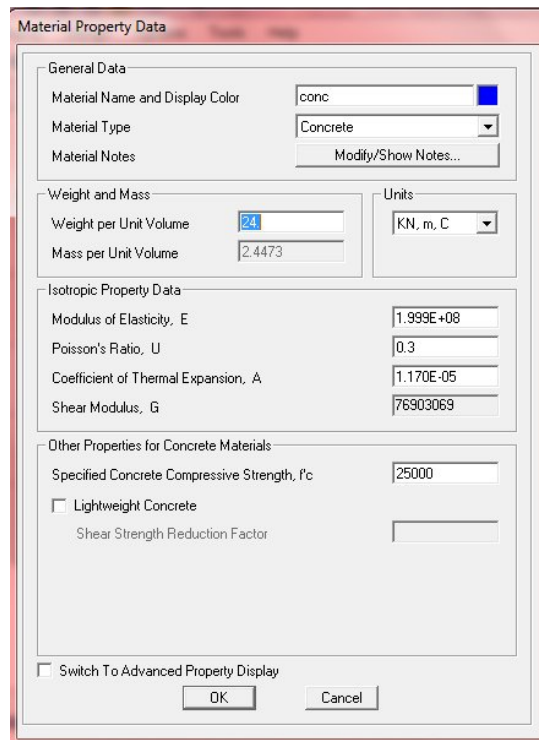
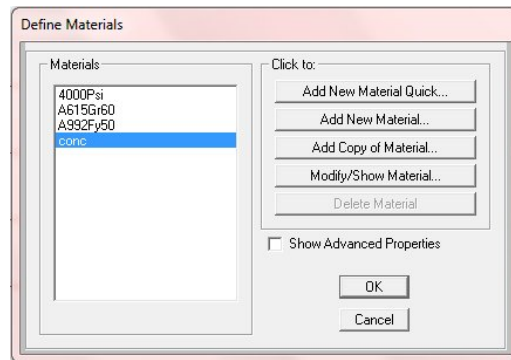
Reset to Default Color
Reorder Ordinates

OK Cancel



- 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.

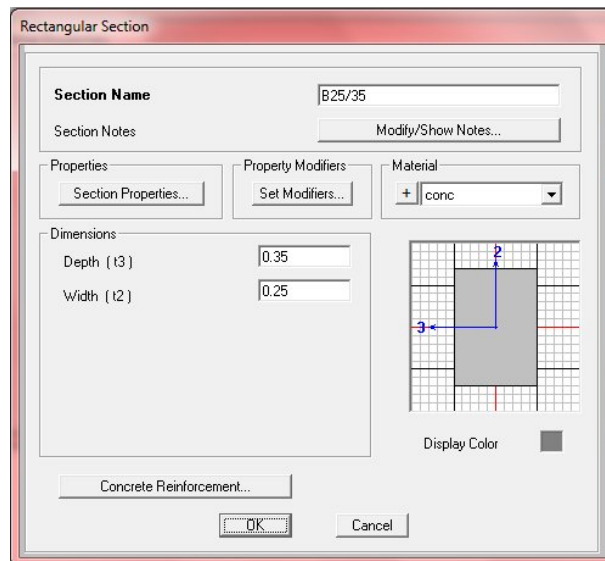
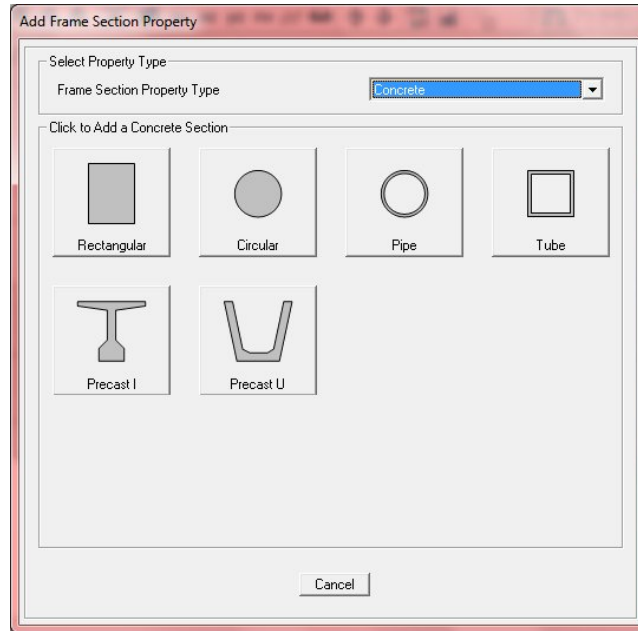




3) Input data dimensi struktur

- a) Kolom 1 = (40 x 40) cm
 Kolom 3 = (40 x 50) cm
- b) Balok induk = (30 x 60) cm
 Balok induk = (25 x 40) cm
 Balok anak = (20 x 40) 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.



Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars

Confinement Bars (Ties)

Design Type

Column (P-M2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center

Top

Bottom

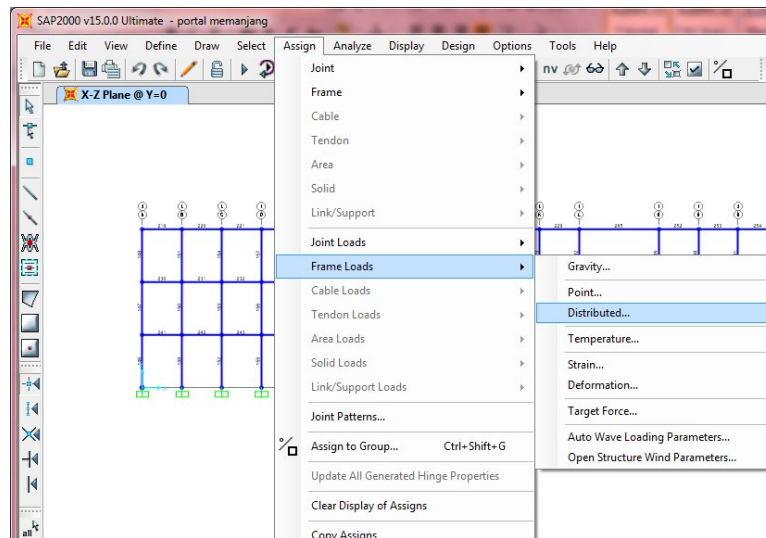
Reinforcement Overrides for Ductile Beams

	Left	Right
Top	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0."/>
Bottom	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="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.



The screenshot shows the 'Frame Distributed Loads' dialog box. The 'Load Pattern Name' is set to '+ b.mati'. The 'Units' are set to 'KN, m, C'. Under 'Load Type and Direction', 'Forces' is selected, 'Coord Sys' is 'GLOBAL', and 'Direction' is 'Gravity'. Under 'Options', 'Replace Existing Loads' is selected. The 'Trapezoidal Loads' section has four columns with 'Distance' values of 0, 0.25, 0.75, and 1, and 'Load' values of 0 for each. 'Relative Distance from End-I' is selected. The 'Uniform Load' section has a 'Load' value of 0. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom right.

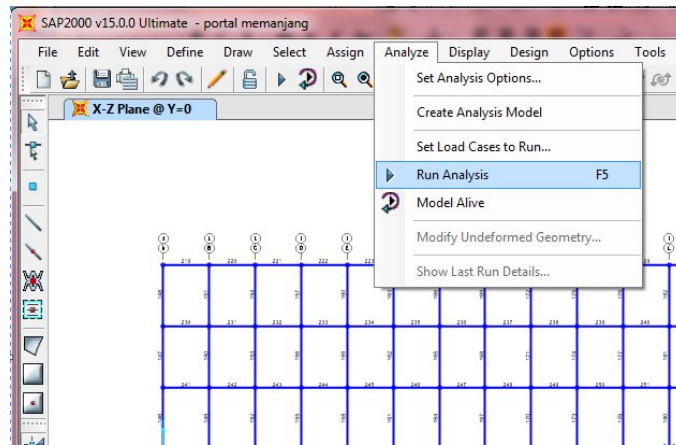
5) Input data akibat beban hidup (*Live*)

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.

The screenshot shows the 'Frame Distributed Loads' dialog box. The 'Load Pattern Name' is set to '+ b.hidup'. The 'Units' are set to 'KN, m, C'. Under 'Load Type and Direction', 'Forces' is selected, 'Coord Sys' is 'GLOBAL', and 'Direction' is 'Gravity'. Under 'Options', 'Replace Existing Loads' is selected. The 'Trapezoidal Loads' section has four columns with 'Distance' values of 0, 0.25, 0.75, and 1, and 'Load' values of 0 for each. 'Relative Distance from End-I' is selected. The 'Uniform Load' section has a 'Load' value of 0. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom right.

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 kg/m^2 (sumber : *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung SKBI-1.3.53.19876. hal 12*)
- b. Beban hidup pada atap diambil sebesar 100 kg/m^2 .

2.3.4 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.

Sitem 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_{efektif}
4. Bila momen yssang 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 ρ_{syarat} untuk menentukan R_n
6. Menghitung tulangan yang dibutuhkan
7. Perencanaan tulangan geser

2.3.5 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. (*sumber : 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 :

Langkah-langkah perencanaan kolom :

- Tentukan pembebanan dan mutu bahan
- Menghitung momen dan gaya aksial

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

- Menentukan penulangan

Dimensi kolom ditaksir dengan tulangan 3 %

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

$$As = As'$$

Tentukan tulangan yang digunakan :

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

- Periksa P_u terhadap beban seimbang P_{ub}

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

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

$$fs = Es \times \varepsilon_s'$$

$$P_n = 0,85 \times f_c' \times ab \times b \times As' \times fs' \times As \times fy$$

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

- Memeriksa kekuatan penampang (daktilitas)

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

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

2.3.6 Perencanaan Sloof

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

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
 - d. 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_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

ϕ = faktor Kuat Rencana

(sumber : SNI 2002 Pasal 11.3, hal 61 butir ke-2)

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

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

5. Menghitung nilai A_s

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

A_s = Luas tulangan (mm²)

ρ = rasio penulangan

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

6. Menentukan diameter tulangan yang dipakai (*sumber : 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

2.3.7 Perencanaan Pondasi

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

Fungsi pondasi antara lain sebagai berikut:

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

Berdasarkan kedalaman pondasi ada dua macam:

a. Pondasi Dangkal

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

b. Pondasi Dalam

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

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

Langkah-langkah perhitungan pondasi telapak :

1. Hitung pembebanan

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

berat sendiri pondasi

2. Hitung momen design pondasi

$$M = M_D + M_L$$

3. Tentukan tebal pondasi telapak

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

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

4. Tentukan d

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

5. Tentukan daya dukung ijin

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

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

(sumber : Pondasi hal. 136)

6. Cari dimensi tapak dengan menggunakan beban bekerja

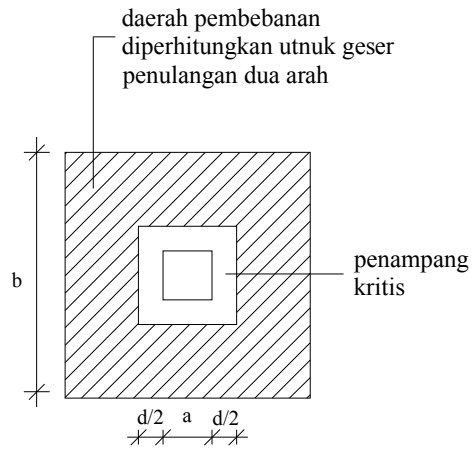
$$\frac{P}{A} \pm \frac{M_x}{W_y} \pm \frac{M_y}{W_x} \leq q_{ijin}$$

7. Kontrol kekuatan geser

- a. untuk aksi 2 arah

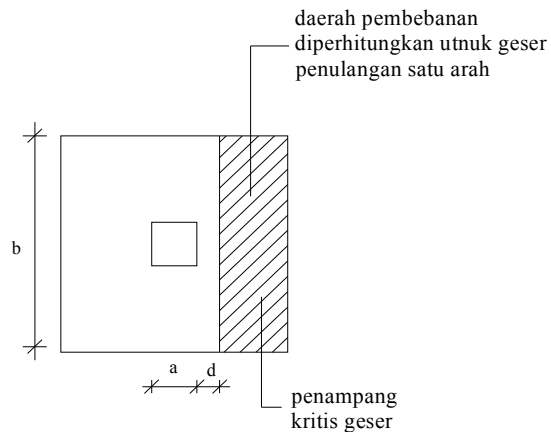
$$V_c = \frac{1}{12} \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \sqrt{f'c} \cdot B_0 \cdot d \longrightarrow \beta_c = \frac{B_x}{B_y} = \frac{1,8}{1,8} = 1$$

(sumber : SNI Beton 2002, Fondasi tapak)



b. untuk aksi 1 arah

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



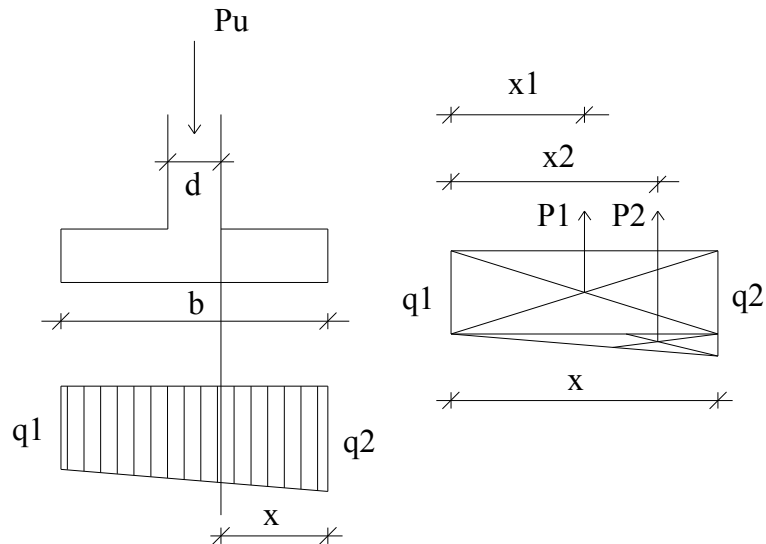
(sumber : Istimawan hal. 358)

8. Hitung penulangan dengan menggunakan beban *ultimate*

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

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

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



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

2.4 Manajemen Proyek

Manajemen proyek (Pengelolaan Proyek) adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh, manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hirerki (arus kegiatan) vertikal maupun horizontal.

Fungsi dasar manajemen dikelompokkan menjadi 3 kelompok kegiatan, yaitu:

1. Kegiatan Perencanaan

a. Penetapan Tujuan (*goal setting*)

Yaitu merupakan tahap awal yang harus dilakukan terlebih dahulu dengan menentukan tujuan utama yang ditetapkan harus spesifik, realistis, terukur, dan mempunyai durasi pencapaian.

b. Perencanaan (*planning*)

Perencanaan ini dibuat sebagai upaya peramalan masa yang akan datang dan perumusan kegiatan-kegiatan yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan berdasarkan peramalan

tersebut. Bentuk perencanaan dapat berupa perencanaan prosedur, perencanaan metoda kerja, perencanaan standar pengukuran hasil, perencanaan anggaran biaya, perencanaan program (rencana kegiatan beserta jadwal)

2. Pengorganisasian (*organizing*)

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

3. 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.

c. 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.

(sumber : 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)

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.

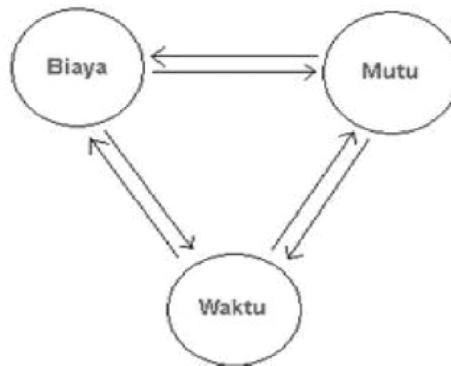
2.4.3 Rencana Pelaksanaan

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.