

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Uraian 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 dari konstruksi bangunan juga harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan yaitu kuat, kaku, bentuk yang serasi dan dapat dilaksanakan dengan biaya yang ekonomis tapi tidak mengurangi mutu bangunan tersebut, sehingga dapat digunakan sesuai dengan fungsi utama yang diinginkan oleh perencana.

2.2 Ruang Lingkup Perencanaan

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

2.2.1 Tahapan Perencanaan (*Design*) Konstruksi

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 :

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

Dari kriteria–kriteria yang tersebut diatas, maka sebagai komposisi struktur utama dari setiap bangunan menggunakan struktur beton bertulang. Perhitungan untuk bangunan struktur atas ini meliputi :

- a. Pelat Lantai
- b. Tangga
- c. Portal
- d. Balok
- e. Balok Anak
- f. 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. Sloof.
- b. Pondasi.

Dari kedua struktur tersebut, harus direncanakan kekuatannya terhadap pembebanan. Adapun jenis pembebanannya antara lain :

- a. Beban Mati (Beban Tetap)

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. (*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983: hal 7 pasal 1 (1)*).

- b. Beban Hidup (Sementara)

Adalah semua beban yang tidak tetap kecuali beban angin, beban gempa dan pengaruh-pengaruh khusus (akibat selisih suhu, pemasangan, penurunan pondasi dan gaya sentrifugal) dan beban gempa yang diperkirakan dapat membebani bangunan. (*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983: hal 7 pasal 1 (2)*).

- Beban Hujan

Dalam perhitungan beban hujan diasumsikan sebagai beban yang bekerja tegak lurus terhadap bidang atap dan koefisien beban hujan ditetapkan sebesar $(40-0,8?)$ kg/m² dan ? sebaai sudut atap, dengan ketentuan bahwa beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari 20 kg/m² dan tidak perlu ditinjau bila kemiringan atap lebih besar dari 50°. *EmÉë~îi ê~â mÉã ÄÉÄ~â~â= fãÇçãÉã~? âîi â~d ÉÇi âÖNVUPWÛ~âNP~é~ë~äPKIOHOE-HHK*

- Akibat Beban Pekerja

Dalam perhitungan reng, usuk/kaso, gording/gulung-gulung dan kuda-kuda dan utuk semua atap harus diperhitungkan satu muatan terpusat sebesar minimum 100 kg (berasal dari berat seorang pekerja atau seorang pemadam kebakaran dengan peralatannya). *EmÉê-î ê-â= mĒã ÄĒÄ-â-â-fâÇçâĒä-τ âî â-d ĒÇĬ âÖ=NVUPWÛ-äNP-é-ë-ä= PROHOEÄHK*

- 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. *EmÉê-î ê-â= mĒã ÄĒÄ-â-â-fâÇçâĒä-τ âî â-d ĒÇĬ âÖ= NVUPWÛ-äT-é-ë-ä=NHPHK*

c. Beban Gempa

Semua beban statistic ekuivalen yang bekerja pada gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal ini pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan satu analisis dinamik, maka diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa tersebut. *EmÉê-î ê-â= mĒã ÄĒÄ-â-â-fâÇçâĒä-τ âî â-d ĒÇĬ âÖ= NVUPWÛ-äT-é-ë-ä=NHQHK*

2.3 Dasar-Dasar Perencanaan

Perhitungan struktur bangunan Gedung ini berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia, diantaranya :

1. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991- 03).
2. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (SKBI – 1,3,53. 1987).
3. SNI-1726-2002 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung.

2.4 Teori -Teori

2.4.1 Pelat

Pelat beton bertulang dalam suatu struktur bangunan dipakai pada lantai dan atap. Pada pelat yang ditumpu balok pada keempat sisinya, terbagi dua berdasarkan geometrinya, yaitu :

1. Pelat dianggap sebagai pelat satu arah ($l \gg b$)
2. Pelat dianggap sebagai pelat dua arah ($l \approx b$)

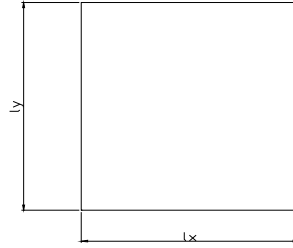
1. Pelat Satu Arah (*One Way Slab*)

Pelat satu arah yaitu suatu lantai beton yang sistem pendukungnya (berupa balok) berada di sisi kiri dan kanan pelat.

Ciri-cirinya adalah :

- Pelat ditumpu pada sisi yang saling berhadapan
- Pelat persegi yang mempunyai balok pendukung pada keempat sisinya dengan perbandingan antar sisi panjang pelat atau bentang panjang (l_y) dan sisi lebar pelat atau bentang pendek (l_x) $> 2,0$ atau secara

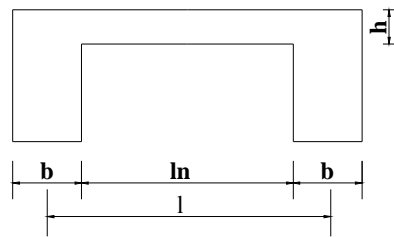
matematis dapat ditulis $\frac{l_y}{l_x} > 2,0$



- Desain pelat satu arah sama seperti perencanaan penulangan untuk balok, hanya saja pada pelat tidak diizinkan diberi penulangan geser.
- Penulangan melintang (tegak lurus terhadap tulangan utama) harus diberikan untuk menahan susut dan akibat perubahan temperatur.

Secara umum, langkah-langkah perhitungan pelat satu arah didasarkan pada kriteria-kriteria berikut ini :

a) Bentang Teoritis



Batang tarik pelat :

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

jika $b > 2h$ maka,

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

b) Tabel Pelat (h minimum)

Tabel 2.1 Tebal minimum Pelat 1 arah dan Balok Mendukung 1 arah

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

Nilai diatas berlaku untuk $f_y = 240$ dan 400 Mpa

Untuk nilai f_y lain di kalikan dengan faktor $\left[0,4 + \frac{??}{700}\right]$

$$\text{Misal : } h_{\min} = \text{Koefisien } f_y \times L_{\text{teoritis}} \times \left[0,4 + \frac{\tilde{N}}{700}\right]$$

Keteranga: L = Panjang Teoritis

c) Pembebanan

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

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

(SKBI. 1987, tabel 1 halaman 5-6)

- Beban hidup

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

d) Selimut Beton (p)

Tabel 2.2 Tebal Minimum Penutup Beton 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	< Ø 36 : 20 > Ø 36 : 40	< Ø16 : 40 > Ø16 : 50
Balok	Seluruh diameter : 40	< Ø16 : 40 > Ø16 : 50
Kolom	Seluruh diameter : 40	< Ø16 : 40 > Ø16 : 50

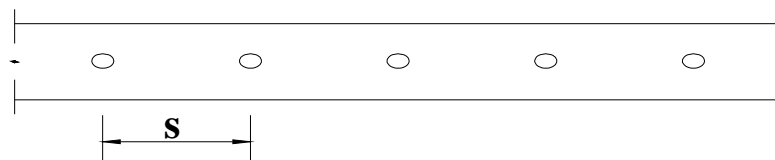
pi ã ÄÉë=WEph Jpk fJq JNRJNVNIMP=ó-i=PKSKT=Ü-áKRMF

e) Tulangan pelat

Tentukan nilai $k = \frac{j \cdot i}{A_C^2}$ untuk mendapatkan nilai ρ (rasio tulangan)

yang dapat ditentukan sebagaimana dalam buku Dasar-Dasar Perencanaan (Beton Bertulang Jilid 1 karangan t K ã ä-Ç-á-d áÇÉçá=e Kì èi ã ~K

f) Jarak Tulangan-tulangan



pi ã ÄÉë=WEph pk f q JNRJNVNIMP=ó-i=PKSKS=Ü-áKQVF

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

$$S_{\max} = 1,5 h \text{ atau } 250 \text{ mm (ambil terkecil)}$$

g) Tulangan Pembagi

A (luas tulangan) pembagi : 0,0018 bh untuk fy : 400 Mpa

A (luas tulangan) pembagi : 0,0020 bh untuk fy : 240 Mpa

Tabel 2.3 Diameter Minimum Tulangan Pembagi

Diameter Minimum	Fy = 2400	Fy = 400
Tulangan utama	Ø 8 ? ?	Ø 6 ? ?
Tulangan Pembagi atas	Ø 8 ? ?	Ø 6 ? ?
Tulangan pembagi bawah	Ø 6 ? ?	Ø 6 ? ?

h) Batasan Tulangan

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{\tilde{M}}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \frac{0,85 \tilde{M}}{\tilde{M}} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + \tilde{M}} \right)$$

Tabel 2.4 Nilai – nilai ρmax pada nilai fy dan fc' tertentu

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

Geser tidak diperbolehkan , jika :

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$\leq \phi (V_c + V_s) ; V_s = 0 \text{ (tidak boleh pakai sengkang)}$$

$$\leq \phi V_c$$

$$V_u \leq \phi \frac{1}{6} \times \overline{f_c'} \times b \times d$$

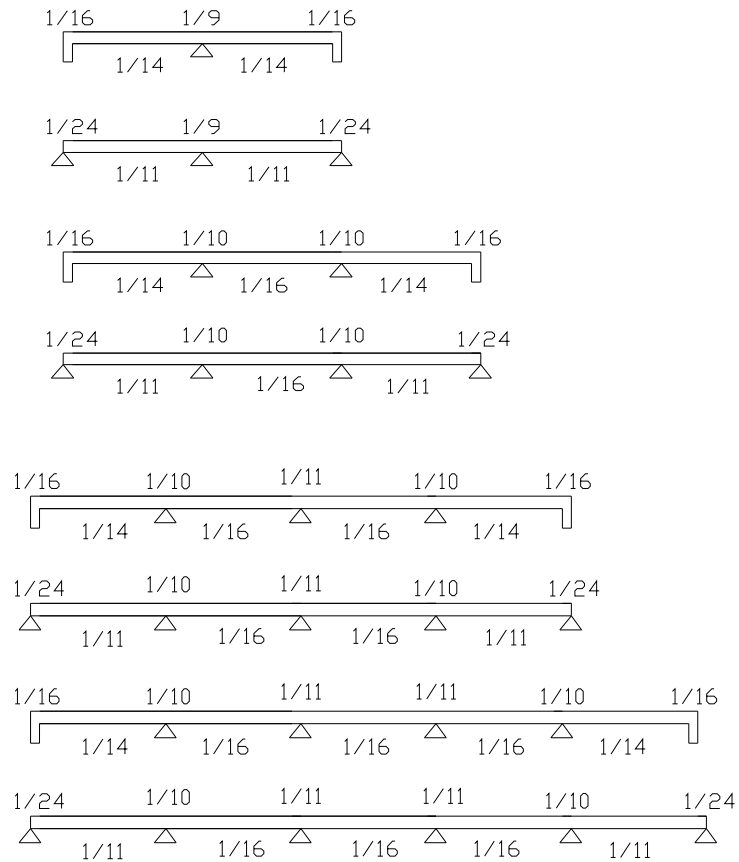
Keterangan :

ϕ = faktor reduksi geser (0,8)

V_c = Kekuatan geser beton

V_s = Kekuatan geser tulangan

i) Koefisien momen dikalikan $W_u \times L_n^2$



Gambar 2.1 Koefisien momen dikalikan $W_u \times L_n^2$

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.

2. Pelat dua arah (*TwoWay Slab*)

$$\text{Syarat : } \frac{m}{l} \leq 2$$

a) Tebal Pelat

Menurut SNI tahun 2002 hal 65-66 adalah sebagai berikut :

- $m \leq 2,0$ untuk : Pelat tanpa penebalan Minimum = 120 mm

Pelat dengan penebalan minimum = 100 mm

- $m \geq 2,0 < 2,5$

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{m}{1500})}{36 + 5(m - 0,2)}$$

tetapi tidak boleh kurang dari 120 mm

- $m > 2,5$

$$h_{\min} = \frac{\ln(0,8 - \frac{m}{1500})}{36 - 9m}$$

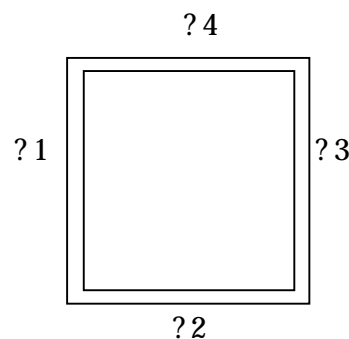
tetapi tidak boleh kurang dari 90 mm

Keterangan : l_n = Bentang bersih

$$l_n = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{4}$$

$$m = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{4}$$

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



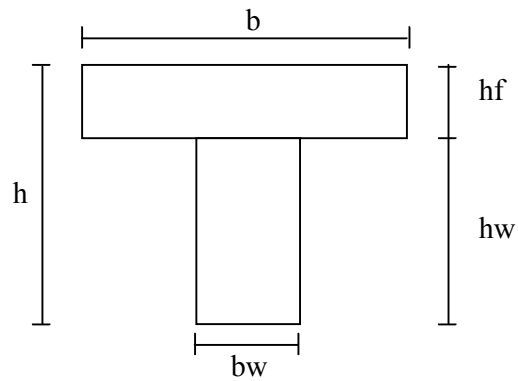
$$\alpha = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{l}$$

Jika mutu beton balok dan pelat sama maka :

$$\alpha = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{l}$$

Kekakuan balok berdasarkan SNI 2002 hal 138 :

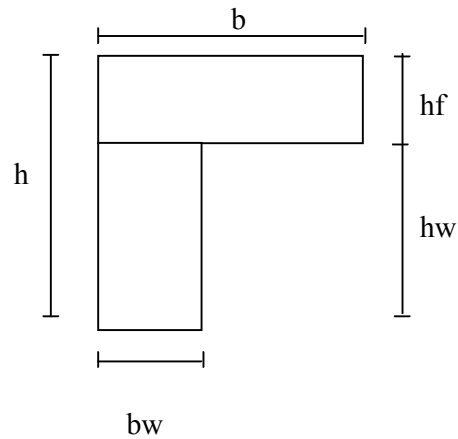
Balok – T :



Lebar efektif :

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

Balok – L :



Lebar efektif :

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

- c) Hitung beban yang bekerja pada pelat (beban mati dan beban hidup).
Kemudian hasil perhitungan akibat beban mati dan beban hidup dikali dengan factor beban untuk mendapatkan nilai beban terfaktor.

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

2.4.2 Tangga

Tangga adalah suatu konstruksi yang menghubungkan antara tempat satu ketempat yang lainnya yang mempunyai ketinggian yang berbeda. Tangga terdiri dari anak tangga dan pelat tangga.

Bagian-bagian dari tangga :

1. Antrede

Antrede yaitu bagian anak tangga bidang horizontal yang merupakan bidang pijak telapak kaki.

2. Optrede

Optrede yaitu bagian anak tangga vertikal yang merupakan selisih tinggi antara dua anak tangga yang berurut.

Syarat-syarat umum tangga :

- Mudah dilewati
- Kuat dan kaku
- Ukuran tangga harus sesuai dengan sifat dan fungsinya
- Material yang digunakan harus baik
- Letak tangga harus strategis
- Sudut kemiringan tidak lebih dari 45° .

Syarat-syarat khusus tangga :

- Untuk bangunan rumah tinggal
- Antrede = 25 cm (minimum)
- Optrede = 20 cm (minimum)
- Lebar tangga = 80-100 cm
- Untuk perkantoran dan lain-lain
- Antrede = 25 cm (minimum)
- Optrede = 17 cm (minimum)
- Lebar tangga = 120-200 cm

c. Syarat langkah

$$2 \text{ Optrede} + 1 \text{ Antrede} = 58-64 \text{ cm}$$

d. Sudut kemiringan

$$\text{Maximum} = 45^\circ$$

$$\text{Minimum} = 25^\circ$$

d. Tinggi bebas diatas anak tangga 2,00 m

e. tangga dengan metode cross

$$K = \frac{4bf}{i}$$

Faktor distribusi :

$$\mu = \frac{h}{\sum h}$$

Momen Primer :

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

Bidang gaya dalam D, N dan M

$$N = V \cdot \sin \alpha + H \cdot \cos \alpha$$

$$D = V \cdot \cos \alpha + H \cdot \sin \alpha$$

f. Menentukan tulangan

$$K = \frac{j \cdot i}{\phi \cdot A_c^2} \dots\dots\dots \text{didapat nilai } \rho$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \dots\dots (\text{Gideon hal 42 \& 43})$$

Tulangan pembagi :

$$A_s = 0,25.b.h$$

Tulangan geser :

$$v = \frac{S}{A_c} \dots\dots\dots (\text{SNI } 03 - 2847 - 2002 \text{ hal. } 245$$

ayat 25.7(1))

dengan V adalah gaya geser rencana pada penampang yang ditinjau.

2.4.3 Portal

Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan dan fungsinya menahan beban sebagai satu kesatuan yang lengkap.

1. Portal Akibat Beban Mati

Portal ini ditinjau pada arah melintang dan memanjang. Pembebanan pada portal akibat beban mati, yaitu :

Berat sendiri pelat

- Berat plafond + penggantung
- Berat penutup lantai
- Berat adukan
- Berat dari pasangan dinding bata

2. Portal akibat beban hidup

Portal yang ditinjau pada arah melintang dan memanjang. Perhitungan portal menggunakan cara yang sama dengan perhitungan portal akibat beban mati.

Pembebanan pada portal akibat beban hidup, yaitu :

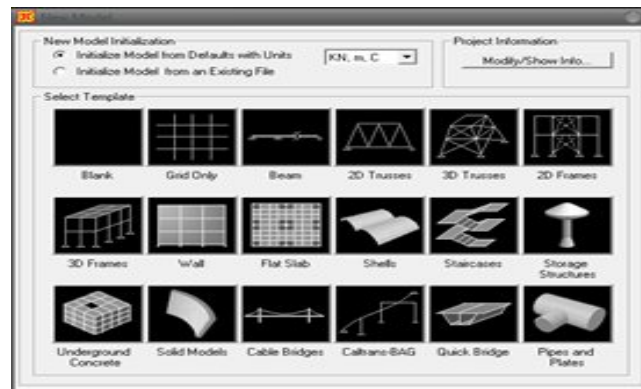
- a. Beban hidup untuk pelat lantai diambil sebesar 250 kg/m^2

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

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

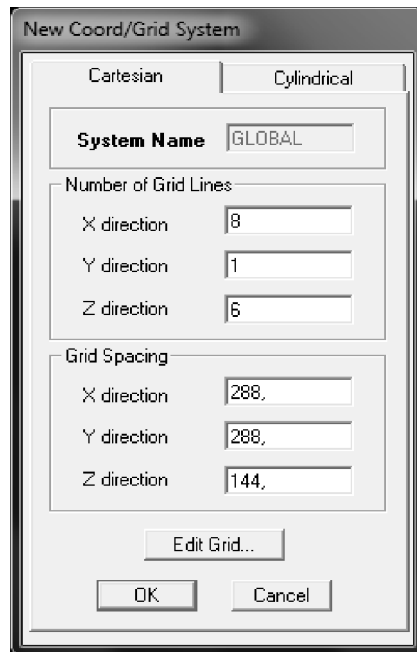
1) Buat model struktur memanjang

a. Mengklik file pada program untuk memilih model portal.

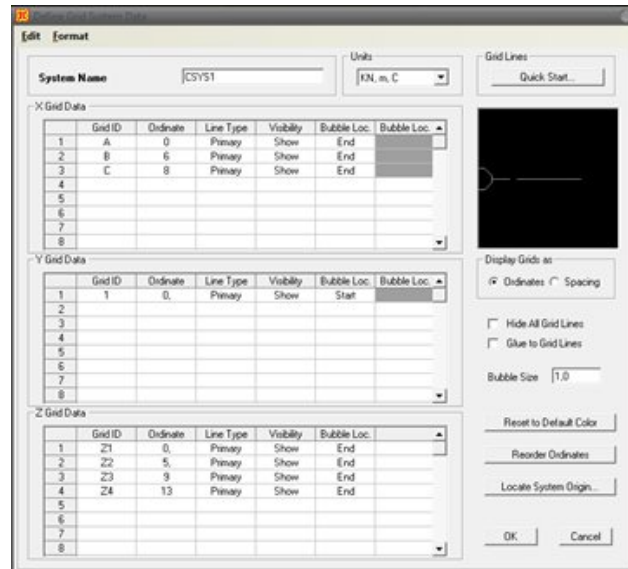


Gambar 2.2 Model Struktur Konstruksi

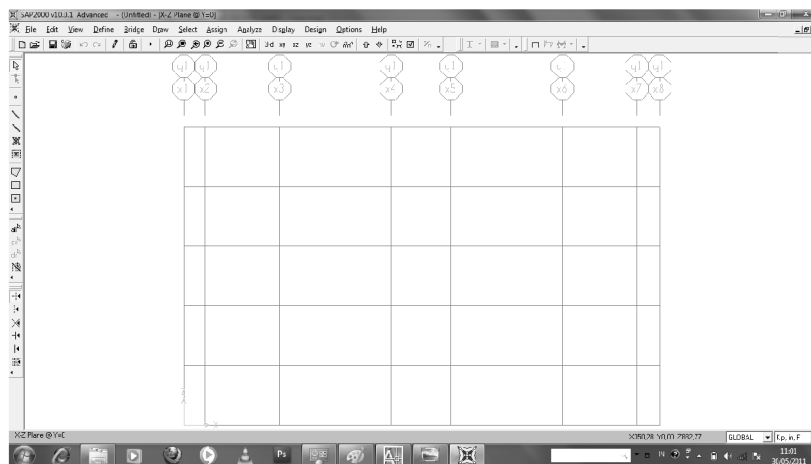
b. Pilih model grid 2D pada model diatas dan masukkan data-data sesuai perencanaan.



2.3 Gambar Grid System

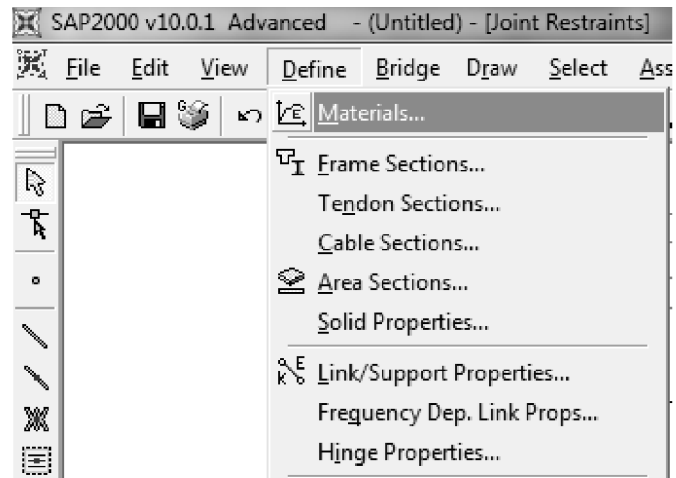


Gambar 2.4 Define Grid Data

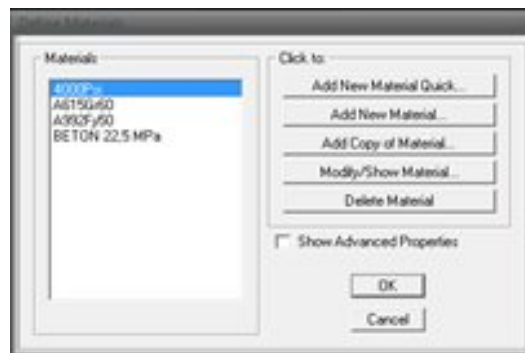


Gambar 2.5 Tampilan Model Portal

- 2) Input data material yang digunakan (concrete) dan masukan mutu beton (f_c') dan mutu baja (f_y) yang digunakan dengan mengklik **Define - material - Add New Material - pilih Concrete -** masukkan data sesuai dengan perencanaan.



Gambar 2.6 Input Material



Gambar 2.7 Data-Data Material

3) Input data dimensi struktur

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.



Gambar 2.8 Frame Properties

Rectangular Section

Section Name BALOK

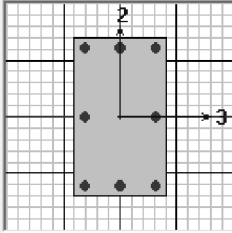
Properties: Section Properties...
 Property Modifiers: Set Modifiers...
 Material: CONC

Dimensions:
 Depth (t3) 0,7
 Width (t2) 0,4

Concrete Reinforcement...

Display Color

OK Cancel



Gambar 2.9 Rectangular Section

Reinforcement Data

Design Type
 Column Beam

Concrete Cover to Rebar Center
 Top 0,07
 Bottom 0,07

Reinforcement Overrides for Ductile Beams

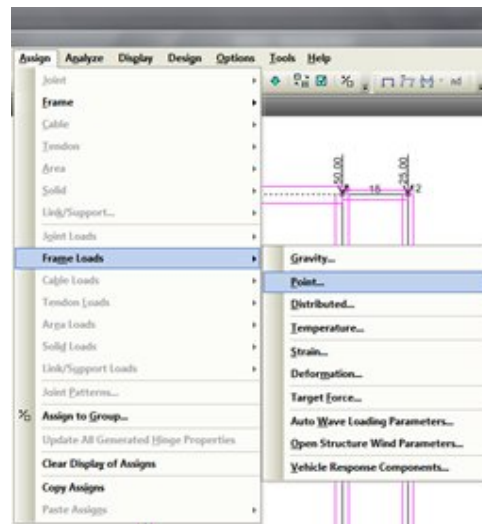
	Left	Right
Top	0	0
Bottom	0	0

OK Cancel

Gambar 2.10 Reinforcement Data

4) Input data akibat beban mati (Dead)

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



Gambar 2.11 Frame Loads

Frame Distributed Loads

Load Case Name: Units:

Load Type and Direction: Forces Moments

Coord Sys: Direction:

Options: Add to Existing Loads Replace Existing Loads Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads

	1.	2.	3.	4.
Distance	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="0,250"/>	<input type="text" value="0,750"/>	<input type="text" value="1,000"/>
Load	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>

Relative Distance from End-I Absolute Distance from End-I

Uniform Load:

Gambar 2.12 Beban Akibat Beban Mati

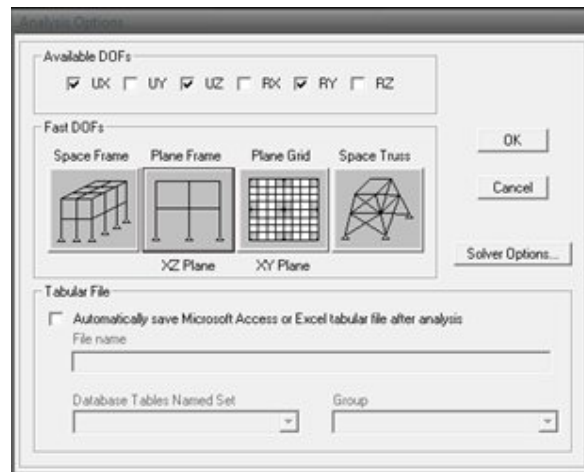
5) Input data akibat beban hidup (Live)

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

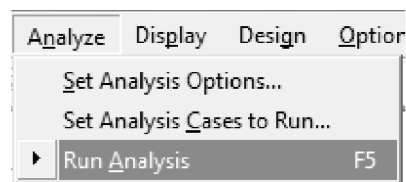
Gambar 2.13 Beban Akibat Beban Hidup

6) Run analisis

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



Gambar 2.14 Set Analysis Options



Gambar 2.15 Run Analisis

2.4.4 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.

Rumus – rumus :

1. Menghitung beban-beban yang bekerja pada balok

a. Beban mati (DL) :

$$\text{- Berat Balok} = b \cdot h \cdot \gamma_{\text{beton}}$$

- Berat sumbu pelat = beban mati pelat/m² x h

b. Beban hidup (LL)

Beban Rencana (Wu), Wu = 1,2 DL + 1,6 LL

2. Cari momen dan gaya geser rencana menggunakan SAP 2000V14

3. Tentukan d_{efektif}

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

4. Perhitungan tulangan

$$A_s = \rho b d$$

5. 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.

$$b = b_{\text{efektif}}$$

Diambil nilai terkecil dari :

$$b = b_w + 16 h_f$$

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

6. Perencanaan tulangan geser $E_c \cdot I_c \cdot \rho \cdot f_y \cdot d \cdot V_c \leq V_u$

- Menentukan nilai ϕV_c dengan melihat nilai F_c' berdasarkan $(q \cdot A_c \cdot N) =$

$$- V = \frac{??}{???$$

- Menentukan nilai ϕV_{maks} dengan melihat nilai F_c' berdasarkan $E_c \cdot I_c \cdot \rho \cdot f_y \cdot d \cdot V_c \leq V_u$

- Jika nilai $V_u < \phi V_c$ maka perencanaan beton mampu menahan gaya geser namun tetap diberi tulangan geser praktis dengan jarak maksimum

- Jika nilai $V > \phi V_c$, maka harus diperhitungkan pembebanan.

- Menentukan jarak tulangan geser

$$? = \frac{?? - \phi ??}{??}$$

- Dengan nilai ?? ditentukan $A_{s \text{ sengkang min}}$ per meter panjang balok :

$$A_{s \text{ sengkang}} = \frac{(s - \phi_v) b \cdot d}{\phi_f y}$$

2.4.5 Kolom

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Sedangkan komponen struktur yang menahan beban aksial vertikal dengan rasio bagian tinggi dengan dimensi lateral terkecil kurang dari tiga dinamakan pedestal.

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

Rumus – rumus :

- a. Menghitung momen dan gaya aksial

$$E = \frac{J \cdot I}{m}$$

- b. Menentukan penulangan

Dimensi kolom ditaksir dengan tulangan 3 %

$$\rho = \rho' = \frac{\bar{e}}{A\zeta} \Rightarrow \zeta = 40\bar{e}$$

$$\bar{e} = e'$$

Tentukan tulangan yang digunakan :

$$\rho = \frac{\bar{e}}{A\zeta}$$

c. Periksa Pu terhadap beban seimbang Pub

$$\dot{A} = \frac{600}{600 + \tilde{N}}$$

$$\varepsilon_e' = \frac{\dot{A} - C}{\dot{A}} \approx 0,003$$

$$\tilde{N} = b \cdot \varepsilon_e'$$

$$m\dot{a} = 0,85 \times \tilde{M} \times \dot{A} \times \dot{A} \times \varepsilon_e' \times \tilde{N} \times \varepsilon_e' \times \tilde{N}$$

$$m\dot{a} = m\dot{i} \quad (e \sim \dot{a} \dot{A} \dot{e} \text{ Çá-i } \sim \dot{a} \text{ Ç-éá } \dot{A} \dot{E} \dot{Ç} \dot{a} \text{ ÇáÇ-Éé-ÜiÉá-â})$$

d. Memeriksa kekuatan penampang (daktilitas)

$$m\dot{a} = \frac{\varepsilon_e' \times \tilde{N}}{\frac{E}{\text{Ç-Ç}} + 0,5} + \frac{\dot{A} \dot{U} \dot{M}}{\frac{3 \dot{U} \dot{E}}{\text{Ç}^2} + 1,18}$$

$$\theta m\dot{a} = m\dot{i} \quad (\text{Ç-áíáí})$$

2.4.6 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.

Rumus – rumus :

a. Menghitung nilai k

$$k = \frac{Mu}{\emptyset b d^2}$$

Mu = Momen terfaktor pada penampang (KN / m)

b = lebar penampang (mm) diambil 1 m

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

\emptyset = faktor Kuat Rencana $E \dot{i} \dot{a} \dot{E} \dot{e} \dot{W} p k f = O M M \dot{m} \dot{e} \dot{a} N N P I \dot{U} \dot{a} = S N \dot{A} \dot{i} \dot{a} \dot{e} \dot{a} \dot{E} \dot{J} O F$

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

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

b. Menghitung nilai A_s

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

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

ρ = rasio penulangan

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

c. Menentukan diameter tulangan yang dipakai

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.

f. Cek apakah tulangan geser diperlukan

$$V_u < V_c, \text{ tidak perlu tulangan geser}$$

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

2.4.7 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:

- Untuk menyebarkan atau menyalurkan beban bangunan ketanah
- Mencegah terjadinya penurunan pada bangunan yang berlebihan
- Memberikan kestabilan pada bangunan di atasnya.

Berdasarkan kedalaman pondasi ada dua macam:

1. Pondasi Dangkal (Shallow Footing)

Bila letak lapisan tanah keras dekat dengan permukaan tanah, maka dasar pondasi dapat langsung diletakkan diatas lapisan tanah keras tersebut, pondasi seperti ini disebut dengan pondasi dangkal.

Pondasi Dangkal mempunyai beberapa jenis, yaitu :

a. Pondasi Tapak Tunggal

Digunakan untuk memikul beban bangunan yang bersifat beban terpusat atau beban titik, misal beban tower kolom pada bangunan gedung bertingkat, beban pada menara (), beban pilar pada jembatan.

- Pondasi Tapak Menerus

Digunakan untuk memikul beban bangunan yang memanjang, seperti bangunan dinding (tembok), konstruksi dinding penahan tanah.

- Pondasi Tapak Gabungan

Digunakan untuk memikul beban bangunan yang relatif berat namun kondisi tanah dasarnya terdiri dari tanah lunak.

2. Pondasi Dalam (Deep Footing)

Bila letak lapisan tanah keras jauh dari permukaan tanah, maka diperlukan pondasi yang dapat menyalurkan beban bangunan kelapisan tanah keras tersebut, pondasi seperti ini disebut dengan pondasi dalam, contohnya pondasi tiang dan pondasi sumuran.

- Pondasi tiang pancang

Pondasi tiang pancang dipergunakan pada tanah-tanah lembek, tanah berawa, dengan kondisi daya dukung tanah (sigma tanah) kecil, kondisi air tanah tinggi dan tanah keras pada posisi sangat dalam.

Pondasi tiang pancang sendiri mempunyai beberapa jenis :

a. Pondasi Tiang Pancang Kayu

Pondasi tiang pancang kayu di Indonesia, dipergunakan pada rumah-rumah panggung di daerah Kalimantan, di Sumatera, di Nusa Tenggara, dan pada rumah-rumah nelayan di tepi pantai

b. Pondasi Tiang Pancang Beton

Pondasi tiang beton dipergunakan untuk bangunan-bangunan tinggi (high rise building). Pondasi tiang pancang beton, proses pelaksanaannya dilakukan sebagai berikut :

- Melakukan test “boring” untuk menentukan kedalaman tanah keras dan klasifikasi panjang tiang pancang, sesuai pembebanan yang telah diperhitungkan.
- Melakukan pengeboran tanah dengan mesin pengeboran tiang pancang.
- Melakukan pemancangan pondasi dengan mesin pondasi tiang pancang

Hal-hal yang perlu 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) dan pondasi strouspile.
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 atau pondasi borpile.

Rumus - rumus :

$$Q \text{ ijin} = \frac{??? ??}{??} + \frac{??? ??}{??}$$

Dimana :

$Q \text{ ijin}$ = daya dukung ijin tiang (kg)

Q_c = nilai tahanan konus di ujung tiang (kg/cm^2)

Ab = luas penampang ujung tiang (cm^2)

JHP = jumlah hambatan pelekats (kg/cm)

O = keliling penampang tiang (cm)

F_b = faktor keamanan daya dukung ujung ($F_b = 3$)

F_s = faktor keamanan daya dukung gesek ($F_s = 5$)

1. Menentukan jarak tiang yang digunakan, $1,5D < S < 3,5D$
2. Menentukan efisiensi kelompok tiang,

Persamaan dari Uniform Building Code:

$$Eff_{\square} = 1 - \left\{ \frac{m \cdot d \cdot \tan^2 \theta}{n \cdot s} \right\}$$

Keterangan :

m = jumlah baris

n = jumlah tiang dalam satu baris

θ = Arc tan θ (derajat)

d = diameter tiang

s = jarak antar tiang (as ke as)

3. Menentukan kemampuan tiang terhadap sumbu x dan sumbu y

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

Keterangan :

P_{\max} = beban yang diterima oleh tiang pancang

$\sum V$ = jumlah total beban

M_x = momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus pada sumbu x

M_y = momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus pada sumbu Y

n = banyak tiang pancang dalam kelompok tiang pancang

X_{\max} = absis terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang

Y_{\max} = ordinat terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang

n_y = banyaknya tiang pancang dalam satu baris dalam arah sumbu Y

n_x = banyaknya tiang pancang dalam satu baris dalam arah sumbu X

$\sum X^2$ = jumlah kuadrat absis-absis tiang pancang

$\sum Y^2$ = jumlah kuadrat ordinat-ordinat tiang pancang

4. Menentukan tebal tapak pondasi

Tinggi efektif (d_{eff}) = $h - p - D - \frac{1}{2}D$

Untuk aksi dua arah:

Gaya geser terfaktor

$$\phi V_u = n \cdot P_u$$

Gaya geser nominal:

$$\phi V_c = \phi (1 + \beta) b_o \cdot d \quad \beta = L/B$$

$\phi V_c > \phi V_u$ (tebal pelat mencukupi untuk memikul gaya geser tanpa memerlukan tulangan geser)

Untuk aksi satu arah:

Gaya geser terfaktor

$$V_u = n \cdot P_u$$

Gaya geser nominal

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} b_w \cdot d \cdot \beta ; b_w = B$$

$\phi V_c > V_u$ (tebal pelat mencukupi untuk memikul gaya geser tanpa memerlukan tulangan geser).

5. Penulangan Poer

$$\rho = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{1 - 4 \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y}} \right) \frac{1,7 \cdot f_c'}{f_y}$$

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

6. Perhitungan Tulangan Sengkang

$$A_v = 2 \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A_v = - + \text{---}$$

$$S = \text{---}$$

Syarat $S_{max} = \frac{1}{2} d$ atau 600 mm

2.5 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 (*Ö~äëÉíáÖ*)

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 (*éä-äääÖ*)

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 (*çéÖ-äääÖ*)

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

3. Kegiatan Pelaksanaan

a. Pengisian Staf (*éí-ääÖ*)

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 (*ÇæÉÁíüÖ*)

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

- Pengawasan (*èí éÉèr äüüÖ*)

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.

- Pengendalian (*Äç äíéç äüüÖ*)

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

- Koordinasi (*Äçç éÇüü-íüüÖ*)

Yaitu pemantauan prestasi kegiatan dari pengendalian akan digunakan sebagai bahan untuk melakukan langkah perbaikan, baik proyek dalam keadaan terlambat maupun lebih cepat.

2.5.1 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.

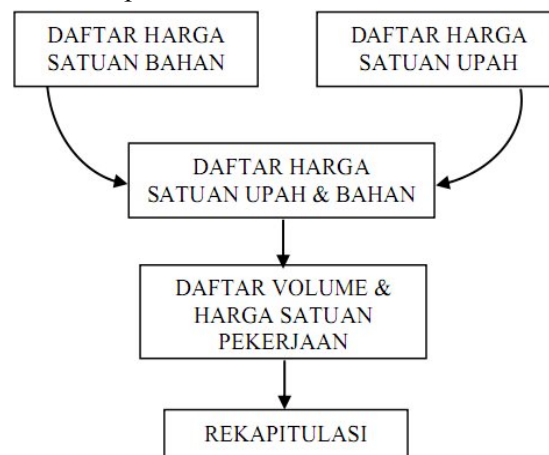
2.5.2 RAB (Rencana Anggaran Biaya)

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 di masing-masing daerah disebabkan karena perbedaan harga bahan upah tenaga kerja. Tujuan dari pembuatan RAB itu sendiri adalah untuk memberikan gambaran yang pasti tentang besarnya biaya.

Tahapan-tahapan yang sebaiknya dilakukan sebelum menyusun rencana anggaran biaya adalah sebagai berikut:

- Mengumpulkan data tentang jenis, harga serta kemampuan pasar yang menyediakan bahan/material konstruksi secara kontinyu.
- Mengumpulkan data tentang upah pekerja yang berlaku di lokasi proyek dan atau upah pada umumnya jika pekerja didatangkan dari luar daerah lokasi proyek.
- Menghitung analisa bahan dan upah dengan menggunakan analisa harga satuan pekerjaan.
- Menghitung harga satuan pekerjaan dengan memanfaatkan hasil analisa satuan pekerjaan dan daftar kuantitas pekerjaan.
- Membuat rekapitulasi



Gambar 2.16 Tahapan Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

1. Daftar upah tenaga kerja

Upah tenaga kerja adalah upah setiap tenaga kerja yang diperlukan selama proses pembangunan. Upah tenaga kerja didapatkan dari Departemen Pekerjaan Umum yang dinamakan Daftar Satuan Upah Tenaga Kerja. Sistem pembayaran upah dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

- 1) Sistem upah menurut waktu
- 2) Sistem upah menurut unit hasil
- 3) Sistem upah dengan insentif

2. Daftar harga satuan bahan/material

Harga satuan bahan sangat perlu diketahui. Hal ini digunakan sebagai acuan penaksiran harga bangunan seluruhnya. Penaksiran harga bangunan ini dilakukan oleh perencana beserta tim yang bekerja di dalamnya. Hasil dari penaksiran harga bangunan ini mungkin dapat berbeda atau tidak sama persis saat pelaksanaannya. Harga satuan bahan berbeda antara daerah satu dengan daerah lainnya. Harga bahan ini biasanya didapat dari hasil Departemen Pekerjaan Umum yang dinamakan Daftar Harga Satuan Bahan.

3. Volume pekerjaan

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

4. Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah perhitungan biaya-biaya per satuan volume yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Guna dari harga satuan ini agar kita dapat mengetahui harga-harga satuan dari tiap-tiap pekerjaan yang ada. Dari harga-harga yang terdapat dalam analisa harga satuan ini

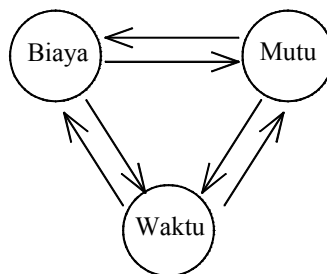
nantinya akan didapat harga keseluruhan dari hasil perkalian dengan volume pekerjaan. Analisa harga satuan akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya.

2.5.3 Rencana Pelaksanaan

1. 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.

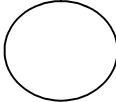


Selain itu, macam-macam dari *k* $\hat{E}i$ $\zeta\hat{e}\hat{a}=\hat{n}\hat{i}-\hat{a}\hat{a}\hat{a}\hat{i}\hat{O}$ (NWP) adalah sebagai berikut:

- 1) CMD : Chart Method Diagram
- 2) NMT : Network Management Technique
- 3) PEP : Program Evaluation Procedure
- 4) CPA : Critical Path Analysis
- 5) CPM : Critical Path Method

6) PERT : Program Evaluation and Review Technique

Pada perkembangannya yang terakhir dikenal 2 bahasa/symbol diagram network, yaitu:

- 1) Even on the node, yaitu peristiwa yang digambarkan dalam lingkaran
- 2) Activity on the node, yaitu kegiatan yang digambarkan dalam lingkaran
- 3) \longrightarrow **Arrow**, bentuknya berupa anak panah yang berarti aktivitas/kegiatan, dimana suatu pekerjaan penyelesaiannya membutuhkan $t_i - t_j$ (jangka waktu tertentu) dan e, f, c, i, e, A, F, e (tenaga, equipment, material dan biaya) tertentu.
- 4)  **Node/event** bentuknya berupa lingkaran bulat yang berarti saat, peristiwa atau kejadian, permulaan atau akhir dari satu atau lebih kegiatan.
- 5) \Longrightarrow **Double arrow** berupa anak panah sejajar yang berarti lintasan kritis ($t_i - t_j$)
- 6) \dashrightarrow **Dummy** berupa anak panah putus-putus yang berarti kegiatan semu atau aktivitas semu. $t_i - t_j = 0$ bukan merupakan aktivitas/kegiatan tetapi dianggap kegiatan/aktivitas hanya saja tidak membutuhkan duration dan resources tertentu.
- 7) \longrightarrow **Jalur kritis**, merupakan jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat.

Sebelum menggambar diagram $t_i - t_j$ perlu diingat beberapa hal, yaitu:

- 1) Panjang, pendek maupun kemiringan anak panah sama sekali tidak mempunyai arti dalam pengertian letak pekerjaan, banyaknya duration maupun resources yang dibutuhkan.
- 2) Aktivitas-aktivitas yang mendahului dan aktivitas-aktivitas yang mengikuti.
- 3) Aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama-sama.

- 4) Aktivitas-aktivitas yang dibatasi waktu mulai dan waktu selesainya.
- 5) Waktu, biaya dan resources yang dibutuhkan dari aktivitas-aktivitas tersebut.
- 6) Kepala anak panah menjadi pedoman arah dari tiap kegiatan.
- 7) Anak panah selalu menghubungkan dua buah nodes, arah dari anak panah menunjukkan urutan-urutan waktu.

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.

2. Barchart

Barchart adalah sekumpulan daftar kegiatan yang menyerupai balok dan menunjukkan perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian-bagian pekerjaan dari suatu proyek. Barchart biasanya disertai dengan kurva S. Barchart dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dan lama waktu dari perbandingan antara harga pekerjaan dengan harga total dari jumlah harga penawaran tanpa disertai biaya pajak.

Proses penyusunan diagram batang dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

- 1) Daftar item kegiatan yang berisi seluruh jenis kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana pelaksanaan pembangunan.

- 2) Urutan pekerjaan dari daftar item kegiatan tersebut di atas, disusun urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilaksanakan lebih dahulu dan item kegiatan yang akan dilaksanakan kemudian dan tidak mengesampingkan kemungkinan pelaksanaan pekerjaan secara bersamaan.
- 3) Waktu pelaksanaan pekerjaan adalah jangka waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai seluruh kegiatan berakhir. Waktu pelaksanaan pekerjaan diperoleh dari penjumlahan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap item kegiatan.

Cara membuat bar chart adalah sebagai berikut:

- 4) Rencanakan waktu pelaksanaan setiap pekerjaan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui item pekerjaan yang harus diselesaikan sebelum pekerjaan berikutnya dapat dikerjakan atau dapat dikerjakan dalam waktu bersamaan. Misalkan:
 - Pekerjaan persiapan dikerjakan pertama kali sampai akhir pekerjaan, selanjutnya baru dapat dikerjakan pekerjaan galian tanah.
 - Pekerjaan rantai kerja baru dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian tanah selesai.
 - Pekerjaan pasir urug baru dapat dikerjakan setelah pembuatan rantai kerja selesai dilaksanakan.
 - Pekerjaan pondasi batu kali/bata dapat dikerjakan dalam waktu bersamaan dengan pekerjaan pasir urug.
 - Pekerjaan urug kembali dapat dikerjakan setelah semua item pekerjaan pondasi selesai dilaksanakan.
- 5) Buat tabel pekerjaan yang berisi item pekerjaan dan waktu pelaksanaan dengan menggunakan kurva S, untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.17 di bawah ini.

3. Kurva S

Kurva S adalah kurva yang menggambarkan kumulatif progress pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Kurva S dibuat dengan sumbu vertical sebagai nilai kumulatif biaya atau orang/hari atau penyelesaian pekerjaan dan sumbu horizontal sebagai waktu kalender masing-masing dari angka 0 sampai 100, kurva berbentuk huruf S karena kegiatan proyek berlangsung sebagai berikut:

- 1) Kemajuan awalnya bergerak lambat
- 2) Kegiatan akan bergerak cepat dalam kurun waktu yang lebih lama
- 3) Akhirnya, kecepatan kemajuan menurun dan berhenti pada titik akhir.

KURVA S PEKERJAAN PONDASI

ILMUSIPIL.COM

NO.	Pekerjaan	Harga Pekerjaan	Durasi	Bobot (%)	Hari						Grafik
					1	2	3	4	5	6	
1	Persiapan	Rp100.000,00	6	9,09	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	100
2	Galian Tanah	Rp150.000,00	2	13,64		6,82	6,82				80
3	Lantai Kerja	Rp200.000,00	2	18,18		9,09	9,09				60
4	Urugan Pasir	Rp150.000,00	1	13,64			13,64				40
5	Pasangan Batu Kali	Rp400.000,00	3	36,36			12,12	12,12	12,12		20
6	Urugan Kembali	Rp100.000,00	1	9,09					9,09		0
Jumlah		Rp1.100.000,00		100	1,52	17,43	43,19	13,64	22,73	1,52	
Jumlah Akumulatif				0	1,52	18,94	62,12	75,76	98,48	100	

Gambar 2.17 Contoh Kurva S