

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Dalam setiap pelaksanaan suatu proyek bangunan, diperlukan perencanaan yang baik terhadap bangunan yang akan dibuat dengan tujuan agar bangunan tersebut dapat digunakan sesuai dengan fungsinya, dengan memperhatikan pembebanan-pembebanan yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Perencanaan itu sendiri merupakan bagian yang terpenting dari pembangunann suatu gedung atau bangunan lainnya. Adapun berbagai ayarat-syarat perencanaan suatu konstruksi yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut :

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 memperhatikann aspek-aspek keindahan, tata letak dan bentuk sehingga orang-orang yang menempatnya akan merasa aman dan nyaman.

2.2 Ruang Lingkup Perencanaan

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

2.2.1 Perencanaan Konstruksi

Untuk mencapai sebuah hasil konstruksi yang diinginkan sebaiknya dalam perencanaan sebuah konstruksi dilakukan dengan tahapan-tahapan tertentu, seperti :

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.

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

Adapun dua struktur pendukung bangunan adalah sebagai berikut :

1. Struktur Bangunan Atas (*Upper Structure*)

Pada struktur bangunan atas harus dapat mewujudkan perencanaan arsitektur dan menjamin dari segi keamanan dan kenyamanan.

Perhitungan perencanaan bangunan atas meliputi :

- a. Perhitungan Atap dan Pelat

- b. Perhitungan Tangga

- c. Perhitungan Portal
 - d. Perhitungan Gempa
 - e. Perhitungan Balok
 - f. Perhitungan Kolom
2. Struktur Bangunan Bawah (*Sub Structure*)
- Struktur bangunan bawah merupakan sistem pendukung bangunan yang menerima beban dari struktur atas untuk diteruskan ke tanah dibawahnya. Perhitungan perencanaan bangunan bawah meliputi :
- a. Perhitungan Sloof
 - b. Perhitungan Pondasi

2.2.2 Dasar-Dasar Perencanaan

Pada perencanaan suatu konstruksi kita dapat berpedoman pada teori-teori analisis dan metode perhitungan yang sudah ada sekarang ini, ditambah dengan teori-teori dan ilmu tentang kekuatan bahan yang berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia.

Pada penyelesaian perhitungan bangunan gedung laboratorium ini penulis berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia, diantaranya adalah :

1. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)

Dalam tata cara ini terdapat persyaratan-persyaratan dan ketentuan dalam teknis perencanaan, serta pelaksanaan struktur beton untuk bangunan gedung sebagai pedoman atau acuan dalam perencanaan dan pelaksanaan untuk mendapatkan struktur yang aman dan ekonomis.

2. Tata Cara Perencanaan Pembebanan Bangunan Gedung dan Rumah (SNI-03-1727-1989-F)

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.

3. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI-1726-2002)

Menentukan syarat-syarat dalam merencanakan struktur gedung serta fasilitasnya secara umum dan penentuan pengaruh gempa rencana untuk struktur yang direncanakan. Pedoman ini memuat petunjuk perencanaan dan pelaksanaan serta contoh perhitungan model dan tahan gempa.

Suatu struktur gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap pembebanan, pembebanan didapat berdasarkan bahan bangunan dan komponen gedung. Adapun jenis pembebanan tersebut 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.

Tabel 2.1 Berat sendiri komponen gedung

No	Komponen Bangunan	Keterangan
1	Adukan per cm tebal : - dari semen - dari kapur, semen merah aau tras	21 kg/m ² 17 kg/m ²
2	Aspal, termasuk bahan-bahan mineral penambah, per cm tebal	14 kg/m ²
3	Dinding pasangan batu merah : - satu batu - setengah batu	450 kg/m ² 250 kg/m ²
4	Dinding pasangan batako : Berlubang : - tebal dinding 20 cm (HB 20)	200 kg/m ²

	- tebal dinding 10 cm (HB 10) Tanpa lubang :	120 kg/m ²
	- tebal dinding 15 cm	300 kg/m ²
	- tebal dinding 10 cm	200 kg/m ²
5	Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari : - semen asbes (eternit dan bahan lain sejenis) dengan tebal maksimum 4 mm - kaca, dengan tebal 3-5 mm	11 kg/m ² 10 kg/m ²
6	Lantai kayu sederhana dengan dengan balok kayu, tanpa langit-langit dengan bentang maksimum 5 m dan untuk beban hidup maksimum 200 kg/m ²	40 kg/m ²
7	Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s. minimum 0,80 m	7 kg/m ²
8	Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso per m ² bidang atap	50 kg/m ²
9	Penutup atap sirap dengan reng dan usuk/kaso per m ² bidang atap	40 kg/m ²
10	Penutup atap seng gelombang (BJLS-25) tanpa gordeng	10 kg/m ²
11	Penutup lantai dari uin semen Portland, teraso, dan beton, tanpa adukan, per cm tebal	24 kg/m ²
12	Semen asbes gelombang (tebal 5 cm)	11 g/m ²

2. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamannya 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.

Tabel 2.2 Beban hidup pada lantai gedung

a. Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut	200 kg/m ²
b. Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan toko, pabrik atau bengkel	125 kg/m ²
c. Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama, dan rumah sakit	250 kg/m ²
d. Lantai ruang olah raga	400 kg/m ²
e. Lantai ruang dansa	500 kg/m ²
f. Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam a s/d e, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 kg/m ²
g. Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500 kg/m ²
h. Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c	300 kg/m ²
i. Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g	500 kg/m ²
j. Lantai ruang pelengkap yang disebut dalam c, d, e, f dan g	250 kg/m ²

k. Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400 kg/m ²
l. Lantai gedung parker bertingkat : - untuk lantai bawah - untuk lantai tingkat lainnya	800 kg/m ² 400 kg/m ²
m. Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300 kg/m ²

3. Beban Gempa

Beban gempa ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

4. Beban Khusus

Beban khusus ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan fondasi, susut, gaya-gaya tambah 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.

(SNI-03-1727-1989-F)

2.3 Perhitungan Struktur

2.3.1 Perencanaan Pelat

Pelat adalah struktur planar kaku yang secara khas terbuat dari material monolit yang tingginya yang kecil dibandingkan dengan dimensi-dimensi lainnya. Pelat biasanya ditumpu oleh gelagar atau

balok beton bertulang (dan biasanya pelat dicor menjadi satu kesatuan dengan gelagar tersebut), oleh dinding pasangan batu atau dinding beton bertulang, oleh batang-batang struktur baja, secara langsung oleh kolom-kolom, atau tertumpu secara menerus oleh tanah.

2.3.1.1 Perencanaan Pelat Atap

Pelat atap merupakan pelat yang hampir sama dengan pelat lantai, hanya saja perbedaannya terletak pada ketebalan pelat dan beban-beban yang dipikul oleh pelat. Struktur ini termasuk struktur yang tidak terlindungi sehingga memiliki ketebalan selimut beton yang lebih besar dibandingkan struktur pelat lantai.

Dalam perencanaan pelat atap hampir sama dengan pelat lantai hanya saja perbedaannya pada pembebanan yang dipikul yaitu pada pelat atap beban yang dipikul lebih kecil, sehingga tebal pelat atap lebih kecil/tipis.

Beban-beban yang bekerja pada pelat atap, yaitu:

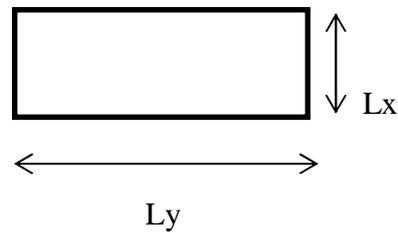
1. Beban Mati (W_D)
 - Bebat sendiri pelat atap
 - Berat mortar
2. Beban Hidup (W_L)
 - Beban hidup, diambil 100 kg/m^2 (SNI-03-1727-1989-F)

2.3.2.2 Perencanaan Pelat Lantai

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

1. Pelat satu arah (*One Way Slab*)

Pelat satu arah adalah pelat yang bertumpu hanya pada kedua sisi yang berlawanan saja. Dan suatu pelat dikatakan pelat satu arah apabila $\frac{L_y}{L_x} < 2$, dimana L_y dan L_x adalah panjang dari sisi-sisinya.



Gambar 2.1 L_x dan L_y pada pelat satu arah

Dalam perencanaan struktur pelat satu arah perencanaannya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung tebal minimum pelat (h pelat)

Penentuan tebal pelat terlentur satu arah tergantung beban atau momen lentur yang bekerja, defleksi yang terjadi dan kebutuhan kuat geser yang dituntut.

Tabel 2.3 Tebal 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 = bentang bersih + tebal kolom

= jarak dari as ke as.

- 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 kg/m^3 sampai 2000 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 kg/m^3
2. Untuk f_y selain 400 Mpa, nialinya harus diakalikan dengan $(0,4 + f_y/700)$

(SNI 03-2847-2002 pasal 11.5, hal.63)

2. Menghitung beban mati pelat

Pada tahap ini yaitu menghitung beban mati yang dipikul pelat termasuk beban sendiri pelat dan beban hidup serta menghitung momen rencana (w_u).

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

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

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

3. Menghitung momen rencana (M_u)

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

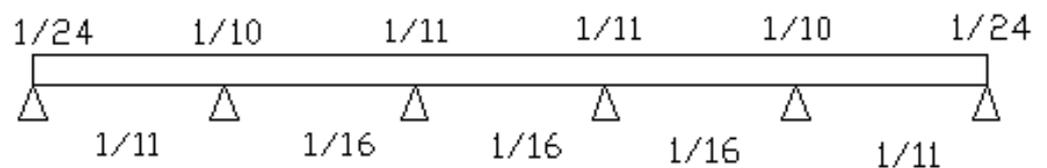
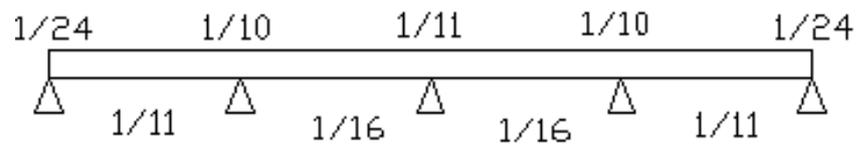
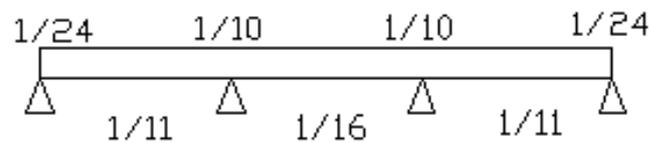
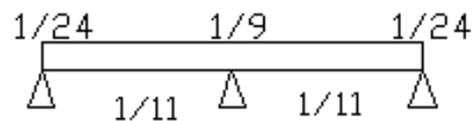
bentang terpendek dari dua bentang yang bersebelahan tidak lebih dari 1,2,

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 15rismatic.

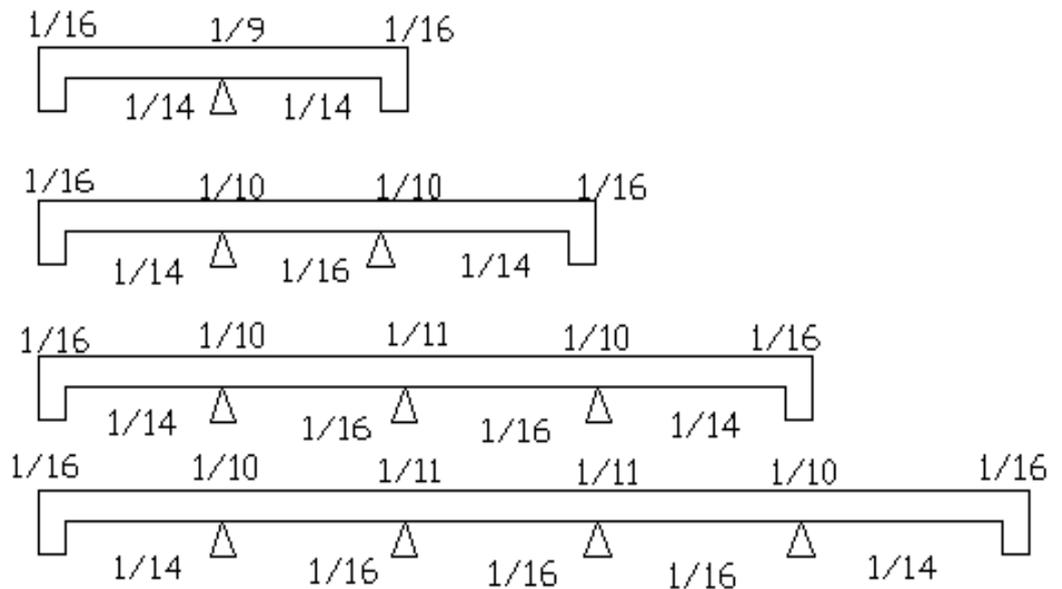
(SNI 03-2847-2002 pasal 10.3, hal.52 butir k-3)

Koefisien momen dikalikan $WuLn^2$

Balok sprandel/ Terletak bebas/ Sederhana(sendi atau rol)



Kolom/ Menyatu dengan balok / Jepit



(W.C Vis dan Gideon Kusuma :1993;75)

4. Perkiraan tinggi efektif (deff)

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

Tabel 2.4 Tabel tebal Selimut beton

	Tebal selimut minimum, (mm)
a. Beton yang dicor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah	75
b. 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

c. Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau tanah:

Pelat, dinding, pelat berusuk:

batang D-44 dan D-56 40

batang D-36 dan yang lebih kecil 20

Balok, kolom:

tulangan utama, pengikat, sengkang, lilitan spiral.....40

Komponen struktur cangkang, pelat lipat:

batang D-19 dan yang lebih besar 20

batang D-16, jaring kawat polos atau ulir

W16 dan yang lebih kecil 15

5. Menghitung K_{perlu}

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

Dimana :

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)

ϕ = faktor Kuat Rencana (SNI 03-2847-2002 Pasal 11.3, hal 61 butir ke- 2)

6. Menentukan rasio penulangan (ρ)

Dalam menentukan rasio penulangan (ρ) ditentukan dengan melihat tabel. Jika $\rho > \rho_{\text{max}}$, maka di tambahkan balok anak untuk memperkecil momen.

7. Menghitung luas tulangan (A_s) yang diperlukan

Untuk menghitung luas tulangan (A_s) digunakan rumus :

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

A_s = Luas tulangan (mm^2)

ρ = rasio penulangan

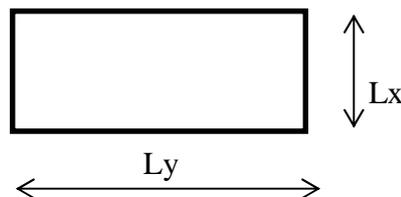
d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

8. 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 Mpa 0,0020
 - b) Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir atau jaring kawat las (polos atau ulir) mutu 400 Mpa 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.
2. Pelat Dua Arah (*two ways slab*)

Pelat dua arah adalah pelat yang bertumpu di gelagar pada keempat sisinya. Dan suatu pelat dikatakan pelat dua arah apabila $\frac{L_y}{L_x} \leq 2$, dimana L_y dan L_x adalah panjang dari sisi-sisinya.



Gambar 2.2 L_x dan L_y pada pelat dua arah

Adapun tahapan perencanaan perhitungan pelat dua arah, adalah sebagai berikut :

1. Menghitung h minimum Pelat

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

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

Tabel 2.5 Tebal minimum pelat dua arah

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

- 2) Untuk α_m lebih besar dari 0,2 tapi tidak lebih dari 2,0, ketebalan pelat minimum harus memenuhi :

$$h = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 5 (m - 0,2)}$$

Dan tidak boleh kurang dari 120 mm.

- 3) Untuk α_m lebih besar dari 2,0, ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari:

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

Dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

Dimana :

$$\alpha_1 = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s}$$

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n}{n}$$

E_{cb} = modulus elastis balok beton

E_{cs} = modulus elastis pelat beton

I_b = inersia balok

I_s = inersia pelat

$$\frac{I_n t^3}{12}$$

I_n = jarak bentang bersih (mm)

h = tinggi balok

t = tebal pelat

β = rasio bentang panjang bersih terhadap bentang pendek bersih pelat

(SNI 03-2847-2002 pasal 11.5, hal.64 butir k-3)

2. Menghitung beban mati

Pada tahap ini yaitu menghitung beban mati yang dipikul pelat termasuk beban sendiri pelat dan beban hidup serta menghitung momen rencana (w_u).

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

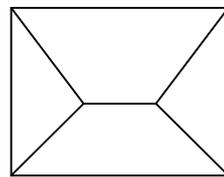
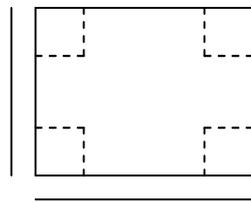
W_{DD} = Jumlah beban Mati Pelat (KN/m)

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

3. Menghitung momen rencana (M_u)

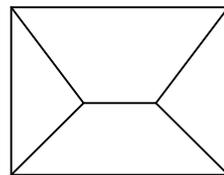
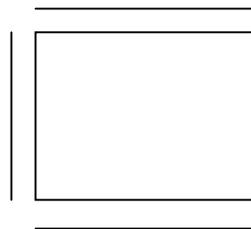
Dalam perhitungan perencanaan momen rencana (M_u) dapat dianalisa melalui “metode amplop” (Gideon Kusuma, 1996).

I.



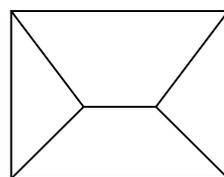
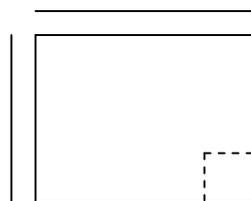
$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ly} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tx} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ty} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tix} &= \frac{1}{2} \cdot M_{lx} \\ M_{tiy} &= \frac{1}{2} \cdot M_{ly} \end{aligned}$$

II.



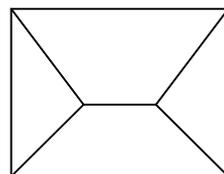
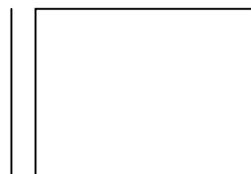
$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ly} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tx} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ty} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \end{aligned}$$

III.

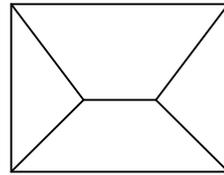
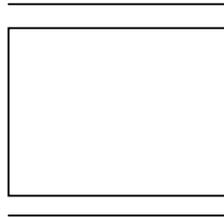


$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ly} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tx} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ty} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tix} &= \frac{1}{2} \cdot M_{lx} \\ M_{tiy} &= \frac{1}{2} \cdot M_{ly} \end{aligned}$$

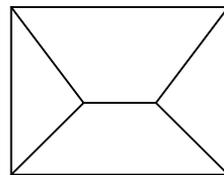
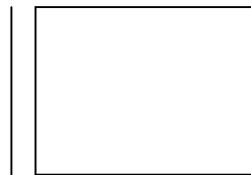
IV.^A



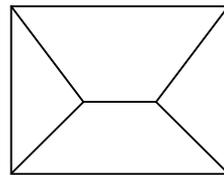
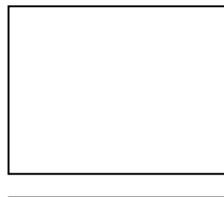
$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ly} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tx} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ty} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tix} &= \frac{1}{2} \cdot M_{lx} \end{aligned}$$

IV.^B

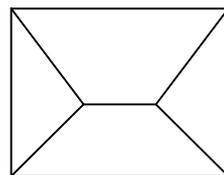
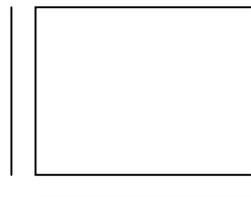
$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ly} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tx} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ty} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tiy} &= \frac{1}{2} \cdot M_{ly} \end{aligned}$$

V.^A

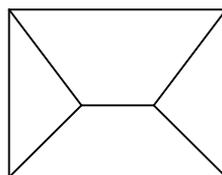
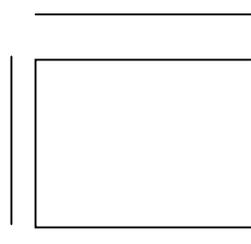
$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ly} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tx} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tix} &= \frac{1}{2} \cdot M_{lx} \\ M_{tiy} &= \frac{1}{2} \cdot M_{ly} \end{aligned}$$

V.^B

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ly} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tx} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tix} &= \frac{1}{2} \cdot M_{lx} \\ M_{tiy} &= \frac{1}{2} \cdot M_{ly} \end{aligned}$$

VI.^A

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ly} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tx} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ty} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tix} &= \frac{1}{2} \cdot M_{lx} \end{aligned}$$

VI.^B

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ly} &= 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tx} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{ty} &= -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{koefisien momen} \\ M_{tiy} &= \frac{1}{2} \cdot M_{ly} \end{aligned}$$

yang bekerja pada jalur selebar 1 meter, masing-masing pada arah x dan arah y:

- m_{lx} adalah momen lapangan maksimum per meter lebar di arah x
- m_{ly} adalah momen lapangan maksimum per meter lebar di arah y
- m_{tx} adalah momen tumpuan maksimum per meter lebar di arah x
- m_{ty} adalah momen tumpuan maksimum per meter lebar di arah y
- m_{tix} adalah momen jepit tak terduga (insidental) per meter lebar di arah x
- m_{tiy} adalah momen jepit tak terduga (insidental) per meter lebar di arah y

Seperti pada pelat satu arah yang menerus, pemakaian tabel ini dibatasi beberapa syarat :

- a. Beban terbagi rata
- b. Perbedaan terbatas antara besarnya beban maksimum dan minimum pada panel (atau lekukan) dipelat :

$$q_{dmin} \leq 0,4 q_{dmaks}$$

- c. Perbedaan terbatas antara besarnya beban pada panel yang berbeda-beda $q_{dmaks} \leq 0,8 \times q_{dmaks}$ terbesar.
- d. Perbedaan terbatas pada panjang bentang yaitu :

Bentang terpendek $\leq 0,8 \times$ bentang terpanjang.

Bila syarat ini terpenuhi, Tabel 2.4 akan memberikan nilai-nilai yang aman bagi momen lentur maksimum.

(W.C Vis dan R. Sagel :1987;143)

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}

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

Dimana :

k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan (Mpa)

Mu = Momen terfaktor pada penampang (KN / m)

b = lebar penampang (mm) diambil 1 m

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

ϕ = faktor Kuat Rencana (SNI 03-2847-2002 Pasal 11.3, hal 61 butir ke- 2)

6. Menentukan rasio penulangan (ρ)

Dalam menentukan rasio penulangan (ρ) ditentukan dengan melihat tabel. Jika $\rho > \rho_{max}$, maka ditambahkan balok anak untuk memperkecil momen.

7. Menghitung luas tulangan (A_s) yang diperlukan

Untuk menghitung luas tulangan (A_s) digunakan rumus :

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

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

$$\rho = \text{rasio penulangan}$$

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

8. 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 Mpa 0,0020

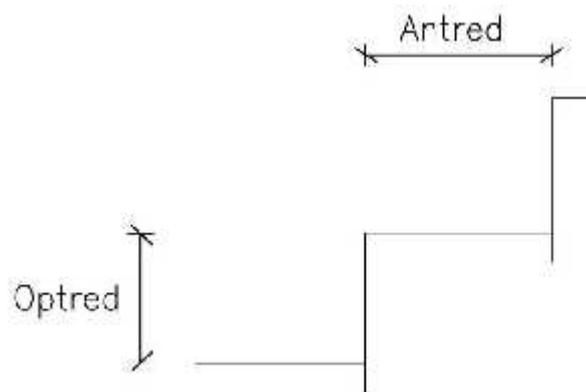
- b. Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir atau jaring kawat las (polos atau ulir) mutu 400 Mpa 0,0018
 - c. Pelat yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 400 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35% ($0,0018 \times 400 / f_y$)
2. Tulangan susut dan suhu harus dipasang dengan jarak tidak lebih dari lima kali tebal pelat, atau 450 mm.

2.3.3 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 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 berurutan.



Gambar 2.3 Anak Tangga (menjelaskan posisi optrede 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 :

 - a. Penempatan :
 - diusahakan sehemat mungkin menggunakan ruangan
 - mudah ditemukan oleh semua orang
 - mendapat cahaya matahari pada waktu siang
 - tidak mengganggu lalu lintas orang banyak
 - b. Kekuatan :
 - kokoh dan stabil bila dilalui orang dan barang sesuai dengan perencanaan
 - c. 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 = $\text{arc tan} \left(\frac{\text{tinggitanangga}}{\text{panjangtangga}} \right)$
 - 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 dan bordes

1) Menentukan tinggi efektif (d_{eff})

$$d = h - h - 1/2 \varnothing \text{ tulangan pokok}$$

2) Menentukan rasio penulangan (ρ)

Jika $\rho > \rho_{min}$ \longrightarrow ambil nilai ρ

Jika $\rho < \rho_{min}$ \longrightarrow ambil nilai ρ_{min}

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

3) Menghitung As yang diperlukan

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

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

= rasio penulangan

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

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

d. Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir atau jaring kawat las (polos atau ulir) mutu 400 0,0018

- e. 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.
- 4) Memilih tulangan pokok yang akan dipasang
- 5) Untuk balok bordes : menghitung tulangan torsi dan geser

2.3.4 Perencanaan Portal Akibat Beban Mati dan Hidup

Portal merupakan suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan dan berfungsi untuk menahan beban sebagai satu kesatuan yang lengkap. Portal dihitung dengan menggunakan program SAP 2000.V14, portal yang dihitung adalah portal akibat beban mati dan beban hidup.

1. Portal akibat beban mati

Portal ini ditinjau pada arah melintang dan memanjang.

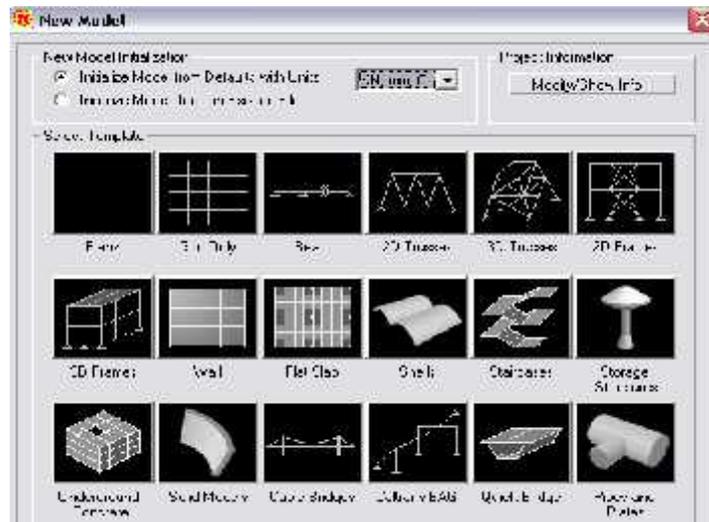
Pembebanan pada portal, yaitu:

- 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:

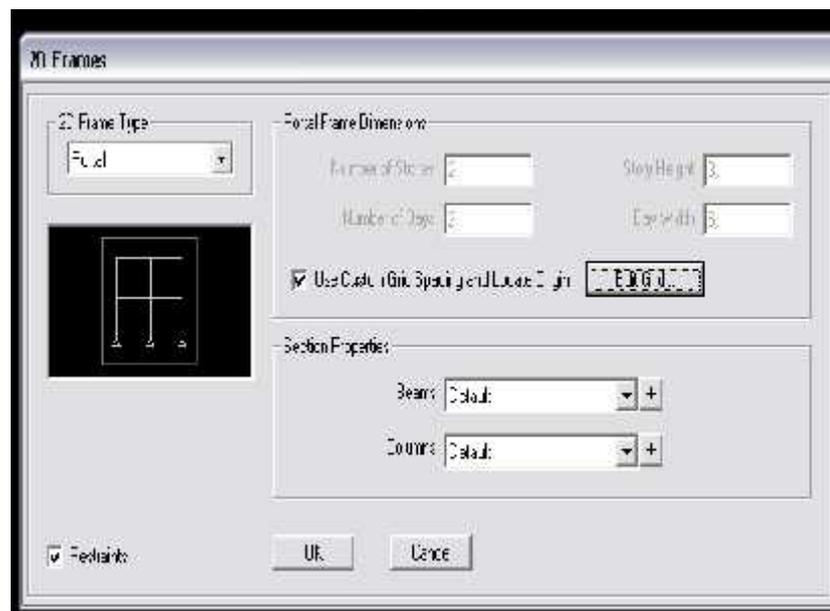
1) Buat model struktur memanjang

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

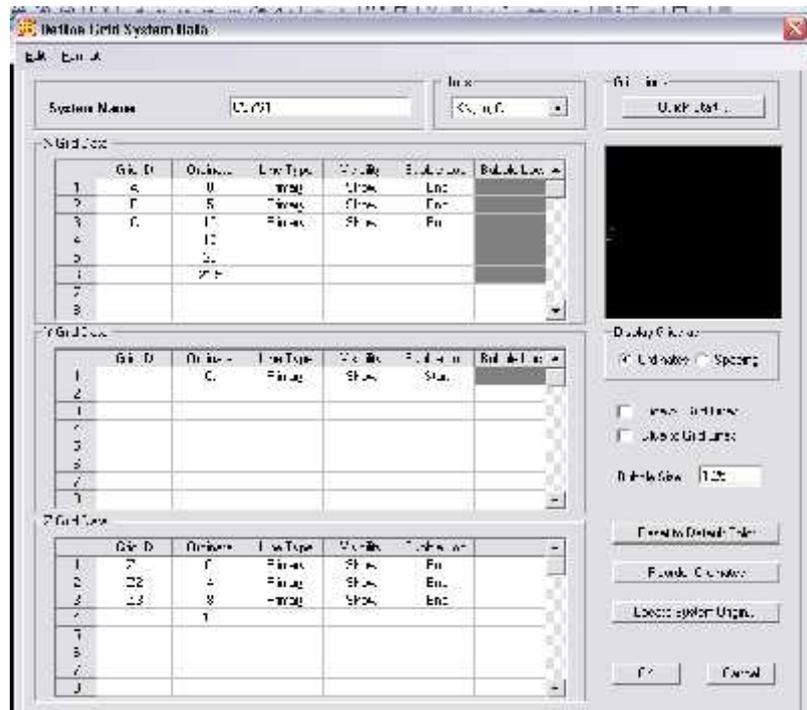


Gambar 2.4 Model Struktur Konstruksi

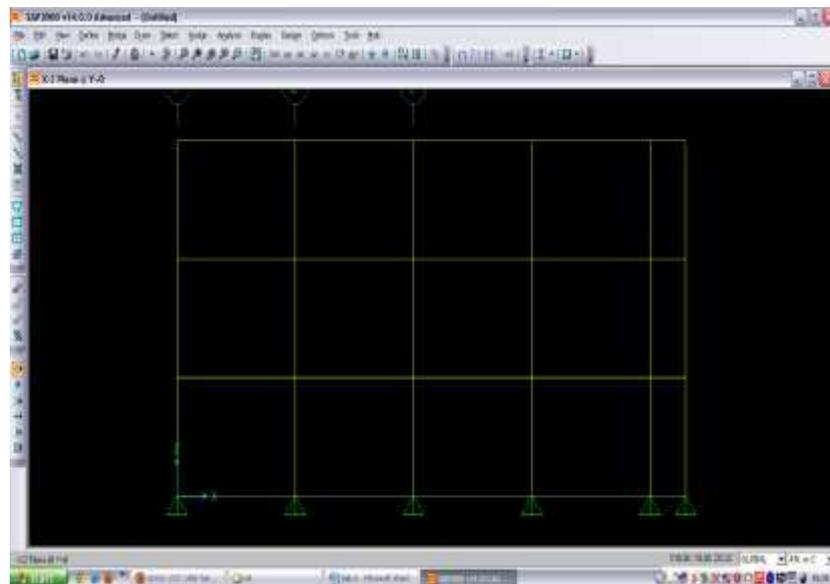
- b. Pilih model grid 2D pada model diatas dan masukkan data-data sesuai perencanaan.



Gambar 2.5 Bagan 2D Frames

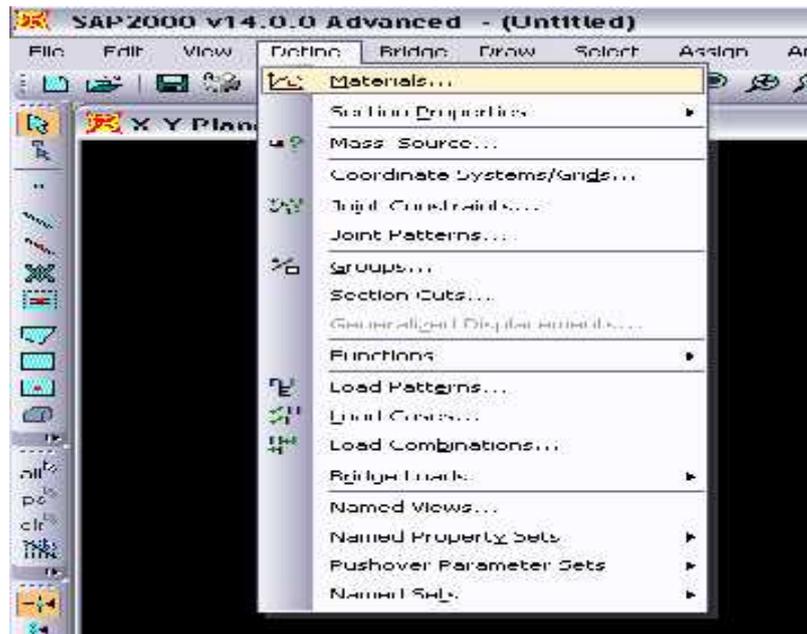


Gambar 2.6 Define Grid Data

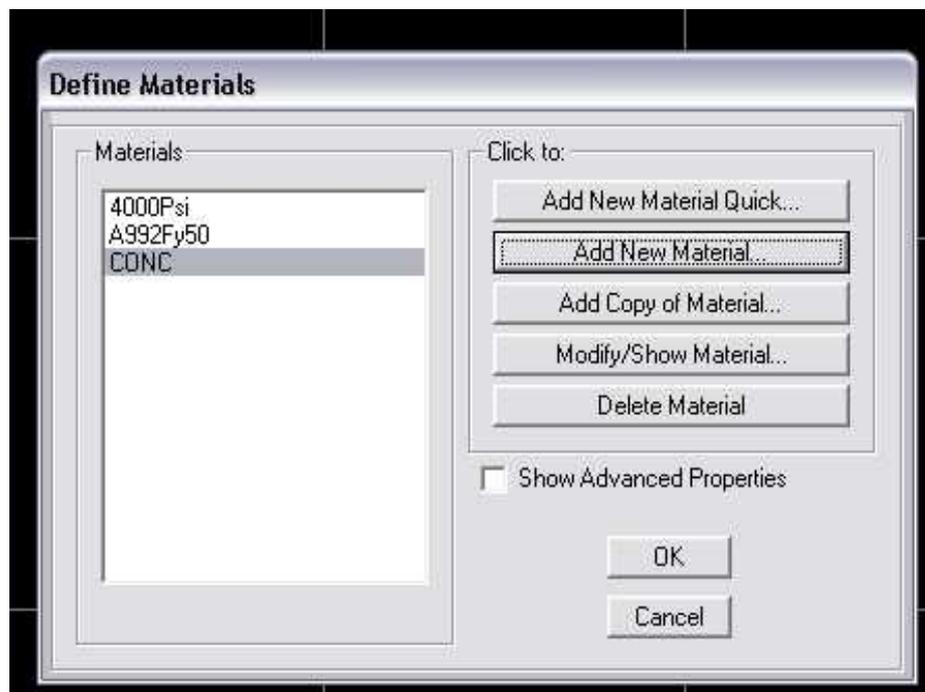


Gambar 2.7 Tampilan Model Portal

- 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 2.8 Input Material



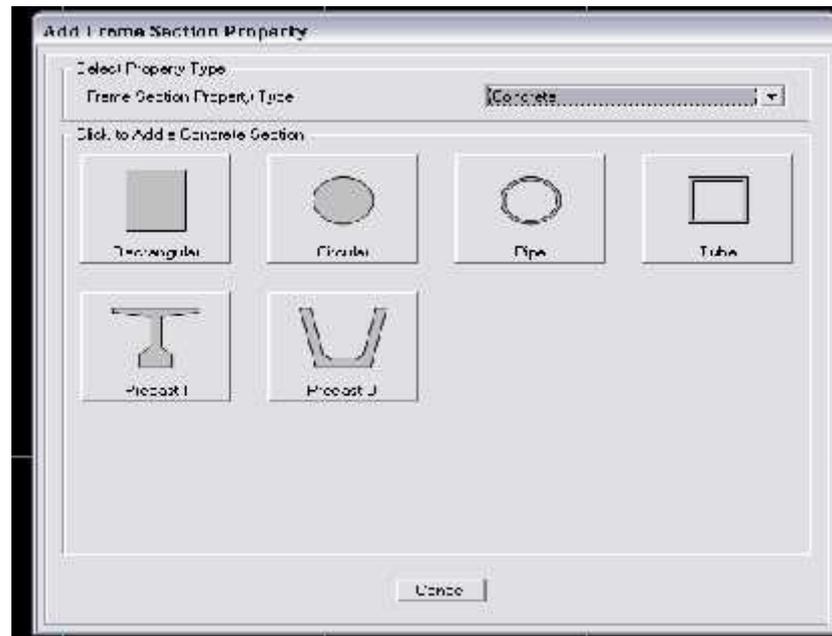
Gambar 2.9 Data-Data Material

Gambar 2.10 Data-Data Material

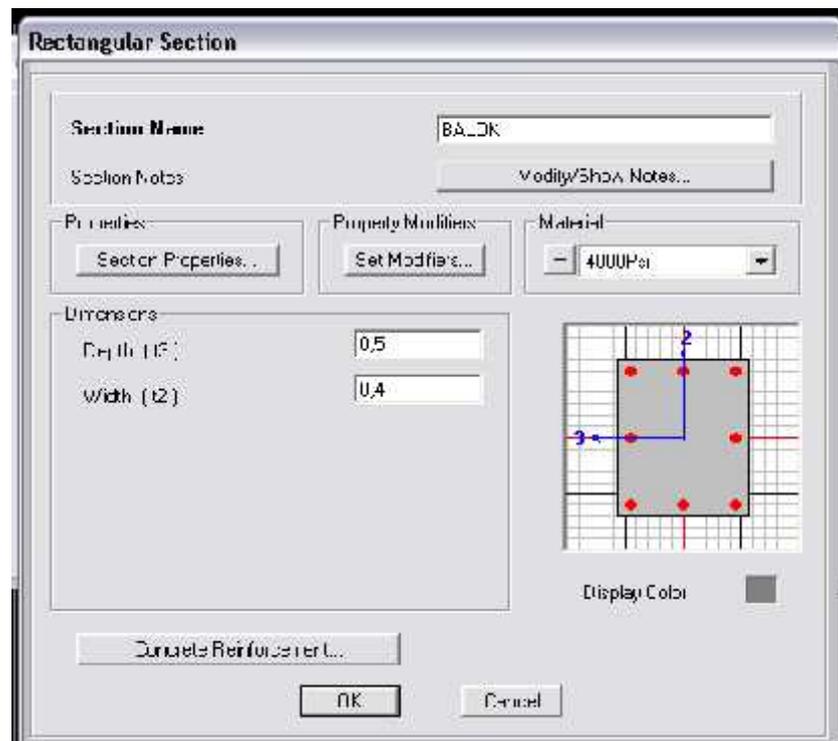
3) Input data dimensi struktur

- a) Kolom : (b x h) cm
- b) Balok : (b x h) cm

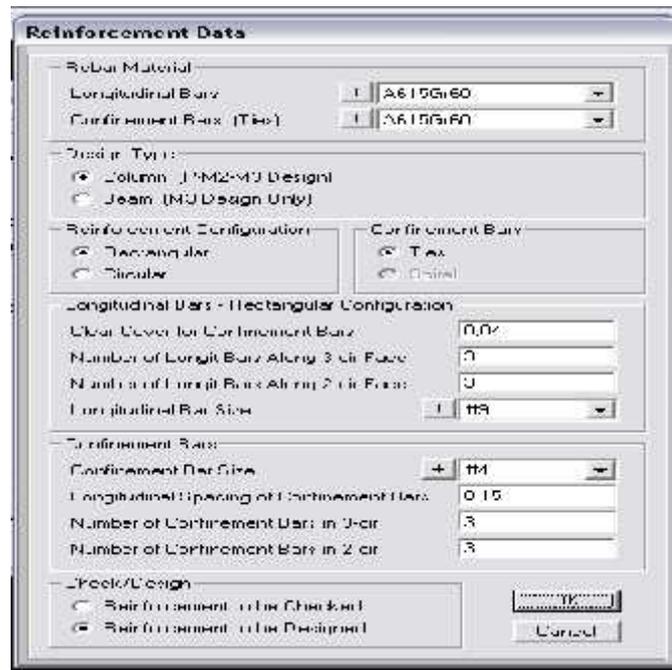
Masukkan data-dara dengan mengklik **Define - Section Properties - Frame Section – Add New Property – Section Name (balok)** setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan.



Gambar 2.11 Frame Properties



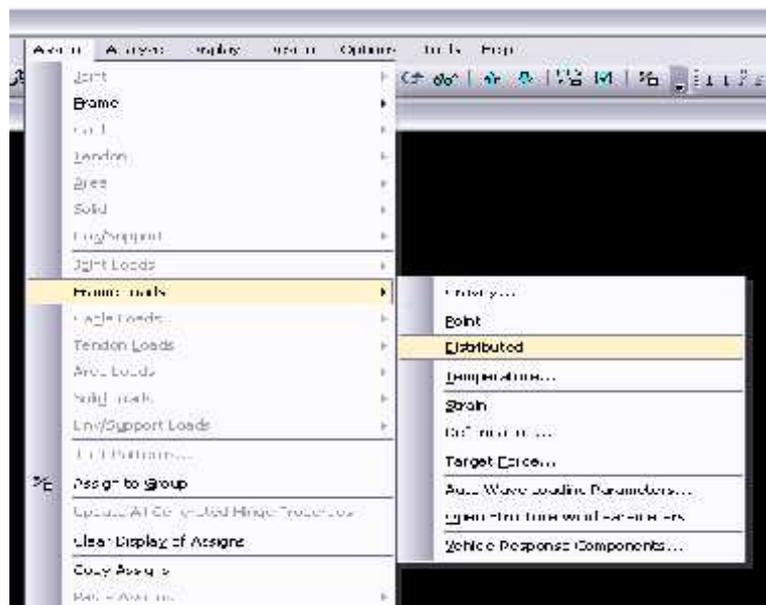
Gambar 2.12 Gambar Rectangular Section



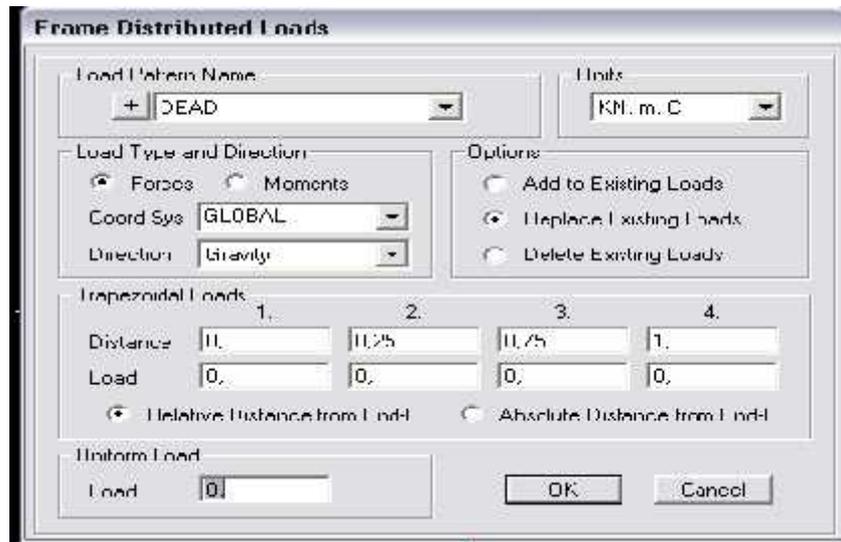
Gambar 2.13 Reinforcement Data

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.



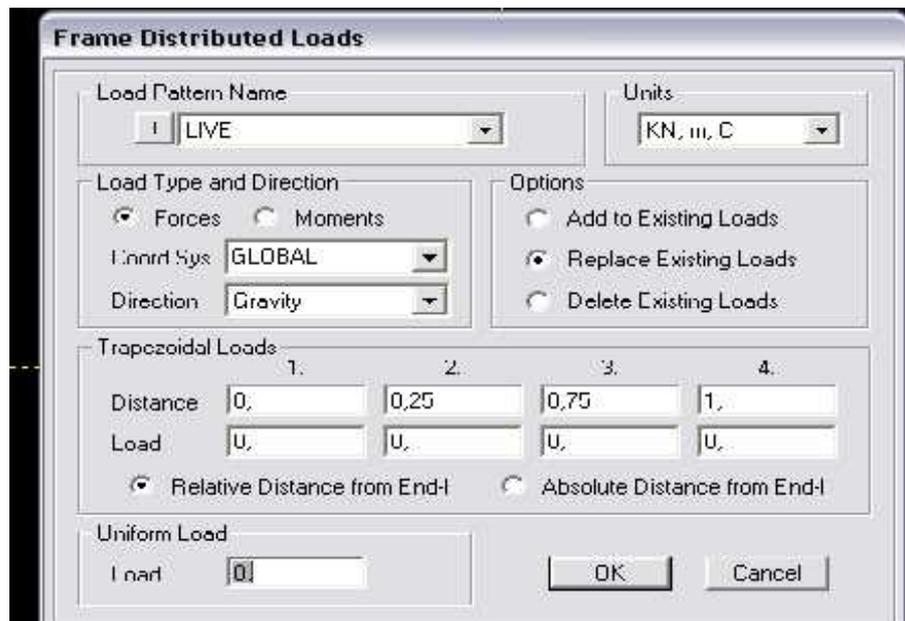
Gambar 2.14 Joint Restraints



Gambar 2.15 Beban Akibat Beban Mati

5) Input data akibat beban hidup (Live)

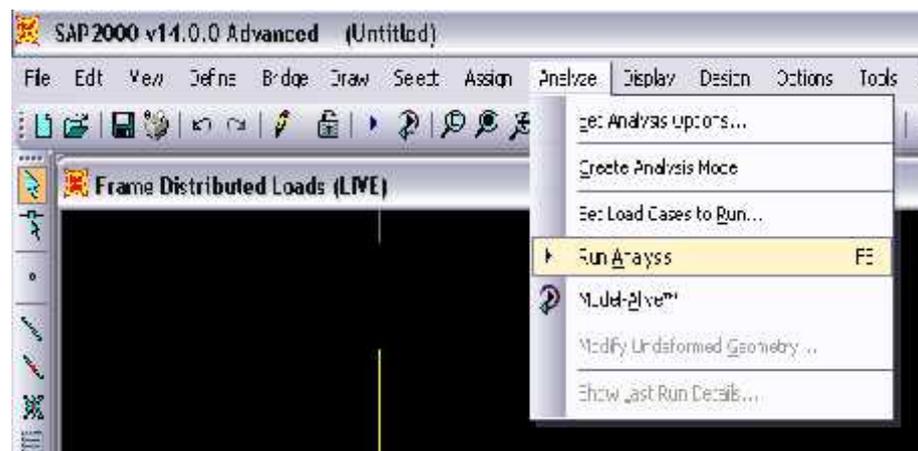
Untuk menginput data akibat beban mati klik batang portal pada model – pilih **Assign pada toolbar - Frame Load – Distributed**, setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan.



Gambar 2.16 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 2.17 Run Analysis

2. Portal akibat beban hidup

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

Pembebanan pada portal akibat beban hidup:

- a. Beban hidup untuk pelat lantai diambil sebesar 250 kg/m^2
- b. Beban hidup pada atap diambil sebesar 100 kg/m^2 .

(SNI-03-1727-1989-F)

2.3.5 Perencanaan Akibat Gempa

Dalam keadaan statis, sebuah bangunan hanya memikul beban gravitasi yaitu beratnya sendiri dan beban hidup (kalau ada). Bila tanah bergetar, bangunan ini mengalami pengaruh dari getaran itu yang diteruskan ke pondasinya. Struktur gedung beraturan dapat direncanakan terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan struktur gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Akibat pengaruh

gempa rencana, struktur gedung secara keseluruhan harus berdiri walaupun sudah berada dalam kondisi diambang keruntuhan. Gempa rencana ditetapkan mempunyai periode ulang 500 tahun, agar probabilitas terjadinya terbatas pada 10% selama seumur gedung 50 tahun.

Struktur gedung beraturan dapat direncanakan terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam arah masing – masing sumbu utama denah struktur tersebut, berupa beban gempa nominal static ekuivalen, yang ditetapkan lebih lanjut dalam SNI-1726-2002 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung.

Apabila kategori gedung memiliki Faktor keutamaan I menurut Tabel 2.4 dan strukturnya untuk satu arah sumbu utama denah struktur dan sekaligus arah pembebanan Gempa Rencana memiliki faktor reduksi gempa R dan waktu getar alami fundamental T_1 , maka beban geser dasar nominal statik ekuivalen V yang terjadi di tingkat dasar dapat dihitung menurut persamaan :

$$V = \frac{C_1 I}{R} W_t$$

Dimana :

C_1 adalah nilai Faktor Respons Gempa yang didapat dari Spektrum Respons Gempa menurut gambar 2.18

T_1 adalah waktu getar alami fundamental.

W_t adalah berat total gedung, termasuk beban hidup.

(SNI -1726-2002 pasal 6.1.2 hal.27)

Beban geser dasar nominal V diatas harus dibagikan sepanjang inggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen F_i yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat ke-i menurut persamaan :

$$F_i = \frac{W_i Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i Z_i} V$$

Di mana W_i adalah berat lantai tingkat ke-i, termasuk beban hidup yang sesuai, z_i adalah ketinggian lantai tingkat ke-i diukur dari taraf penjepitan lateral, sedangkan n adalah nomor lantai tingkat paling atas.

(SNI -1726-2002 pasal 6.1.3 hal.27)

Waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan dalam arah masingmasing sumbu utama dapat ditentukan dengan rumus Rayleigh sebagai berikut :

$$T_1 = 6,3 \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n w_i d_i^2}}{g \sum_{i=1}^n F_i d_i}$$

Di mana W_i dan F_i mempunyai arti yang sama seperti yang disebut di atas, adalah simpangan horisontal lantai tingkat ke-i dinyatakan dalam mm dan 'g' adalah percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar 9810 mm/det².

Untuk menentukan beban gempa nominal statik ekuivalen, waktu getar alami fundamental yang dihitung dengan rumus Rayleigh ditetapkan sebagai standar. Waktu getar alami boleh saja ditentukan dengan cara lain, asal hasilnya tidak menyimpang (ke atas atau ke bawah) lebih dari 20% dari nilai yang dihitung dengan rumus Rayleigh. (SNI -1726-2002 pasal 6.2.1 hal.27 dan hal 51)

Untuk berbagai kategori gedung, bergantung pada probabilitas terjadinya keruntuhan struktur gedung selama umur gedung dan umur gedung tersebut yang diharapkan, pengaruh Gempa Rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu FaktorKeutamaan I menurut persamaan :

$$I = I_1 I_2$$

dimana :

I_1 adalah Faktor Keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung.

I_2 adalah Faktor Keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian umur gedung tersebut.

Faktor-faktor Keutamaan I_1 , I_2 dan I ditetapkan menurut tabel 2.7

Tabel 2.6 Faktor Keutamaan I untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan

Kategori Gedung	Faktor Keutamaan		
	I_1	I_2	I
Gedung umum seperti untuk perumahan, perniagaan dan perkantoran	1,0	1,0	1,0
Monumen dan bangunan monumental	1,0	1,6	1,6
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi.	1,4	1,0	1,4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun	1,6	1,0	1,6
Cerobong, tangki di atas menara	1,5	1,0	1,5

(SNI -1726-2002 pasal 4.1.2 hal.12)

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental T_1 dari struktur gedung harus dibatasi, bergantung pada koefisien untuk Wilayah Gempa tempat struktur gedung berada dan jumlah tingkatnya n menurut persamaan

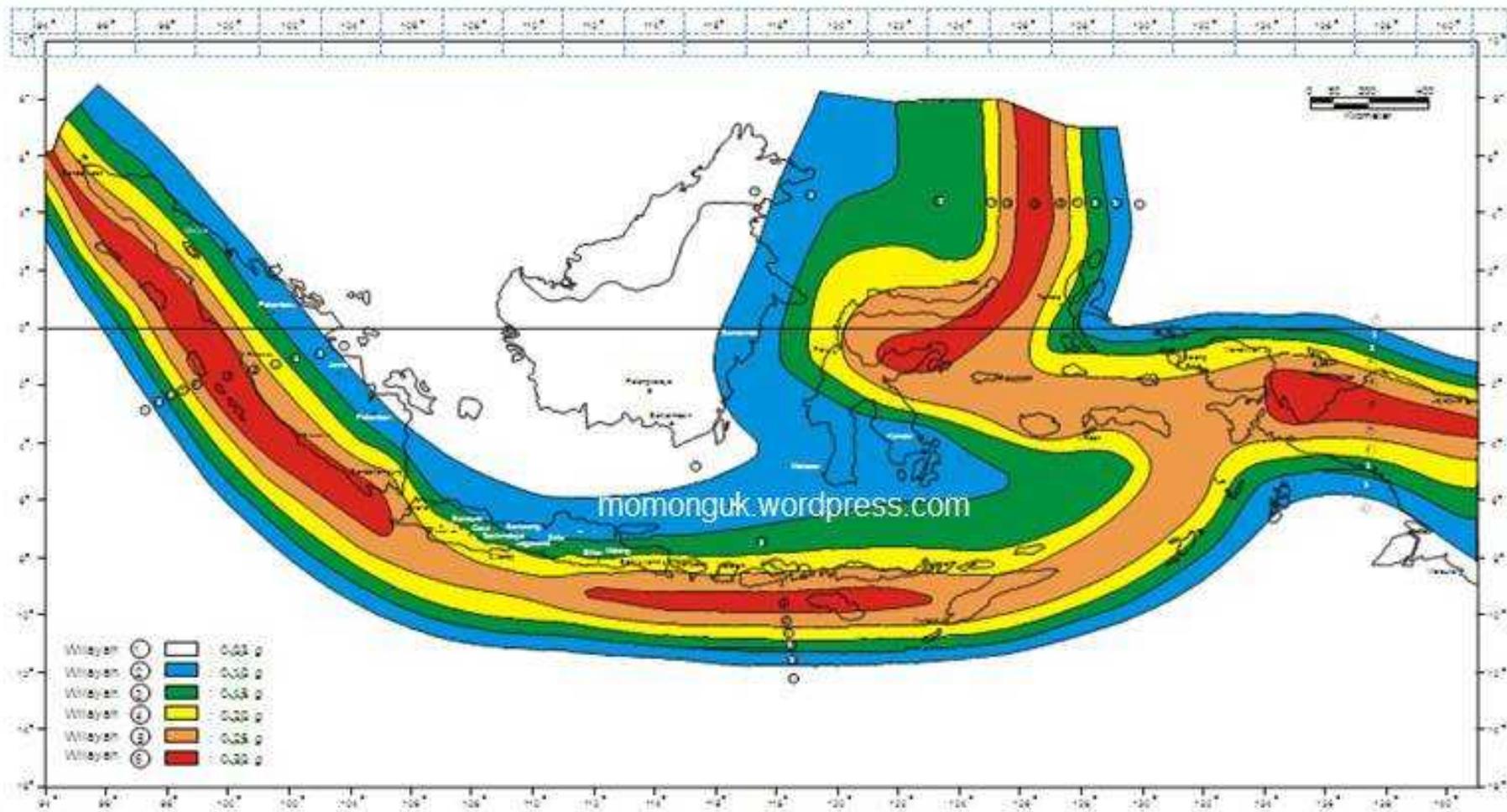
$$T_1 < n \quad (25)$$

di mana koefisien ditetapkan menurut Tabel 2.7.

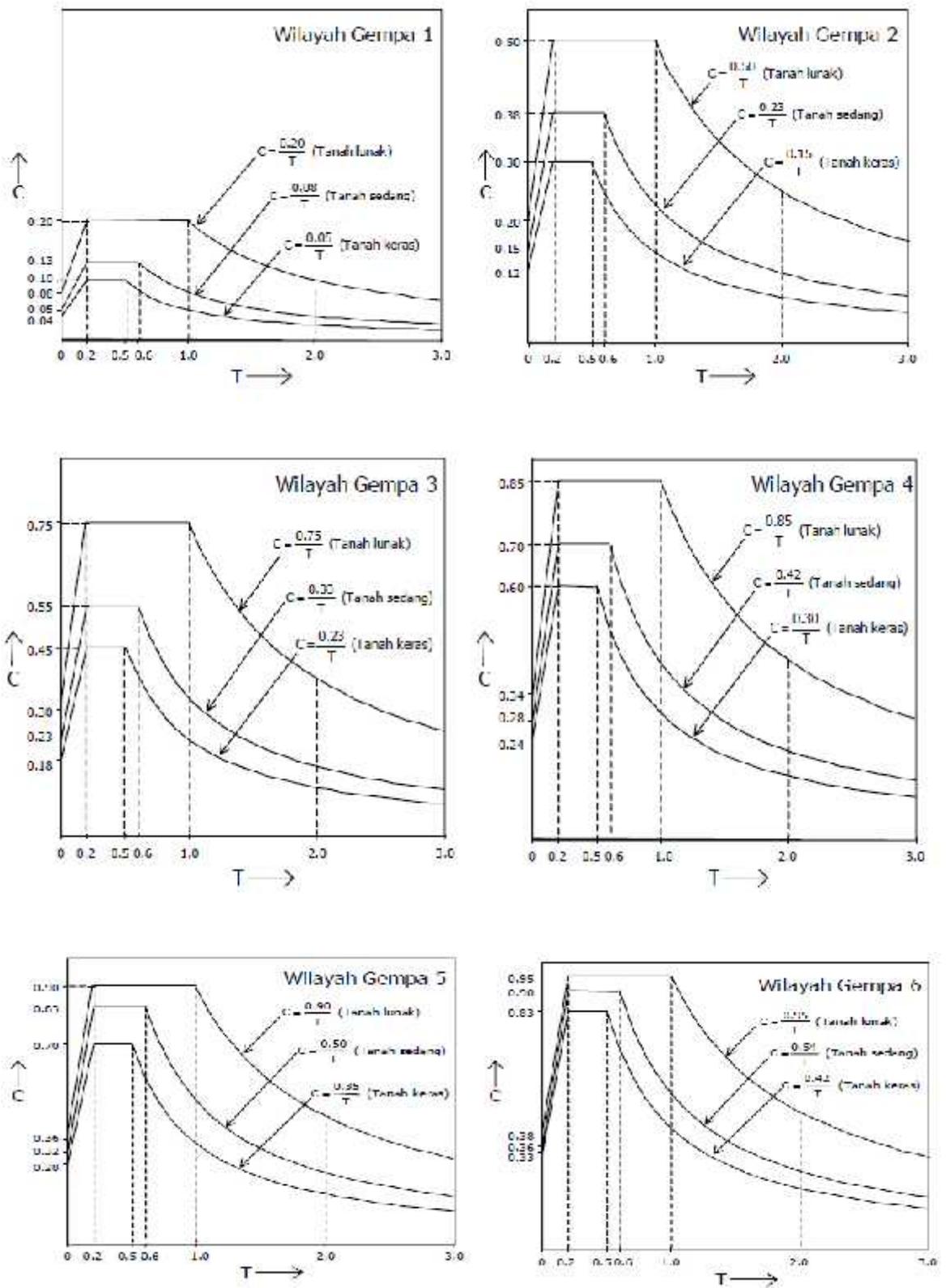
Tabel 2.7 Koefisien yang Membatasi Waktu Geser Alami Fundamental Struktur Gedung

Wilayah Gempa	
1	0,2
2	0,19
3	0,18
4	0,17
5	0,16
6	0,15

(SNI -1726-2002- pasal 5.6 hal.26)



Gambar 2.18 Wilayah Gempa di Indonesia Dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar Dengan Periode 500 Tahun



Gambar 2.19 Respons Spektrum Gempa Rencana

2.3.6 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.

Langkah- langkah perencanaan balok:

1. Menentukan mutu beton yang akan digunakan.
2. Menghitung pembebanan yang terjadi, seperti:
 - Beban hidup
 - Beban mati
 - Berat balok
 - Sumbangan pelat
3. Menghitung beban ultimat (SNI 3.2.2 butir 1 dan 2)

$$U = 1,2 D + 1,6 L$$

$$U = 1,2 D + L_R \pm E$$

$$U = 0,9 D \pm E$$
4. Menghitung beban momen lentur maksimum dengan cara
 - a. Menentukan momen maksimum
 - b. Menentukan $d_{\text{efektif}} = h - p - \emptyset_{\text{senggang}} - \frac{1}{2} \emptyset_{\text{tulangan utama}}$
 - c. Menentukan R_n
 - Momen kombinasi akibat beban mati dan beban hidup

$$M_{k1} = 1,2 M_D + 1,6 M_L$$
 - Momen kombinasi akibat beban mati dan beban gempa

$$M_{k2} = 0,9 M_D + M_E$$
 - Momen kombinasi akibat beban mati, beban hidup dan gempa

$$M_{k2} = 1,2 M_D + 1,0 M_L + 1,0 M_E$$
 - d. Bila momen yang terjadi pada balok yang ditinjau ditumpu akibat momen negatif, maka penulangan berdasarkan balok biasa (segi empat) dan bila momen positif maka penulangan balok berdasarkan balok T dan L.

- e. Menentukan ρ_{syarat} untuk menentukan R_n

Tulangan tumpuan negatif

$$\rho' / \rho = \frac{M^+ \text{tumpuan}}{M^- \text{tumpuan}}$$

$$\rho' / \rho = 0,5 \text{ (persyaratan gempa)}$$

$$R_n = \frac{Mu}{b \cdot d^2}$$

$$\rho_{\min} = \frac{\overline{f_c'}}{4f_y}$$

⇒ diambil nilai terbesar

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

Tulangan tumpuan positif

$$\rho' / \rho = \frac{M^+ \text{tumpuan}}{M^- \text{tumpuan}}$$

$$\rho' / \rho = 1 \text{ (persyaratan gempa)}$$

$$R_n = \frac{Mu}{b \cdot d^2}$$

$$\rho_{\min} = \frac{\overline{f_c'}}{4f_y}$$

⇒ diambil nilai Terbesar

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

- f. Menghitung tulangan yang dibutuhkan

As perlu = $\rho \times b \times d < A_s$ ada

$$A_s' = 0,5 A_s$$

- g. Perencanaan gaya geser dan tulangan geser

- Gaya geser rencana balok dihitung dengan menggunakan persamaan

$$V_{u,b} = 0,7 \frac{M_{kap,b} + M_{kab,p'}}{l_n} + 1,05V_g$$

Tetapi gaya geser maks balok tidak perlu lebih dari:

$$V_{u,b} = 1,05 V_{D,b} + V_{L,b} + \frac{4,0}{K} \cdot V_{E,b}$$

Dimana:

$V_{u,b}$ = gaya geser rencana balok

M_{kap} = momen kapasitas ujung komponen dengan memperhitungkan kombinasi momen positif dan momen negative

M_{kap} = momen kapasitas balok di sendi plastis pada bidang muka kolom yang sebelahnya

L_n = bentang bersih balok

V_d = gaya geser balok akibat beban mati

V_l = gaya geser balok akibat beban hidup

$V_{E,b}$ = gaya geser balok akibat bebann gempa

V_g = gaya geser balok akibat gravitasi

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

Untuk kuat geser beton pada daerah sendi plastis

$$V_c = 0$$

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

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

2.3.7 Perencanaan kolom

Sebuah kolom adalah suatu elemen konstruksi yang diberi beban tekan sentris atau beban tekan eksentris.

Kolom harus direncanakan untuk memikul beban aksial terfaktor yang bekerja pada semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban terfaktor pada satu bentang terdekat dari lantai atau atap yang ditinjau.

Perencanaan struktur kolom pada laporan akhir ini adalah kolom berbentuk segiempat dan lingkaran dan beban yang bekerja merupakan beban sentries dan beban eksentris.

Langkah-langkah perencanaan kolom:

1. Menentukan momen design rencana untuk kolom

Mu kx atas arah memanjang

$$Mu, k_{iti} = \frac{2}{2n} \cdot 0,7 \cdot \omega d \cdot \varphi \cdot \alpha ka \frac{l}{ln} M_{nak, bx} + 0,3 \cdot M_{nak, by}$$

Mu kx bawah arah memanjang

$$Mu, k_{iti} = \frac{2}{2n} \cdot 0,7 \cdot \omega d \cdot \varphi \cdot \alpha ka \frac{l}{ln} M_{nak, bx} + 0,3 \cdot M_{nak, by}$$

Mu ky atas arah melintang

$$Mu, k_{iti} = \frac{2}{2n} \cdot 0,7 \cdot \omega d \cdot \varphi \cdot \alpha ka \frac{l}{ln} 0,3 M_{nak, bx} + M_{nak, by}$$

Mu ky bawah arah melintang

$$Mu, k_{iti} = \frac{2}{2n} \cdot 0,7 \cdot \omega d \cdot \varphi \cdot \alpha ka \frac{l}{ln} 0,3 \cdot M_{nak, bx} + M_{nak, by}$$

(Gideon kusuma “Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa”, hal 82)

s

2. Menentukan momen desain maksimum untuk kolom

Mencari nilai momen maksimum kolom

Mu kx atas arah memanjang

$$= 1,05 \left(M_D + M_L + \frac{4}{K} M_E + 0,3M_E \right)$$

Mu kx bawah arah memanjang

$$= 1,05 \left(M_D + M_L - \frac{4}{K} M_E + 0,3M_E \right)$$

Mu ky atas arah melintang

$$= 1,05 \left(M_D + M_L + \frac{4}{K} 0,3M_E + M_E \right)$$

Mu ky bawah arah melintang

$$= 1,05 \left(M_D + M_L - \frac{4}{K} 0,3 + M_E \right)$$

(Gideon Kusuma “Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah rawan Gempa”, hal 83)

3. Menentukan gaya aksial rencana untuk kolom

Nu, kx atas

$$=1,05 \cdot N_{g,k} + (0,7 \cdot \emptyset/1 ((M_{nak,bx} \text{ ki} - M_{nak,bx} \text{ ka})+(0,3(M_{nak,by} \text{ ki} - M_{nak,by} \text{ ka})))$$

Nu, kx atas

$$=1,05 \cdot N_{g,k} - (0,7 \cdot \emptyset/1 ((M_{nak,bx} \text{ ki} - M_{nak,bx} \text{ ka})+(0,3(M_{nak,by} \text{ ki} - M_{nak,by} \text{ ka})))$$

Nu, ky atas

$$=1,05 \cdot N_{g,k} + (0,7 \cdot \emptyset/1 ((0,3(M_{nak,bx} \text{ ki} - M_{nak,bx} \text{ ka})+(0,3(M_{nak,by} \text{ ki} - M_{nak,by} \text{ ka})))$$

Nu, ky atas

$$=1,05 \cdot N_{g,k} - (0,7 \cdot \emptyset/1 ((0,3M_{nak,bx} \text{ ki} - M_{nak,bx} \text{ ka})+(0,3(M_{nak,by} \text{ ki} - M_{nak,by} \text{ ka})))$$

(Gideon Kusuma “Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah rawan Gempa”, hal 84)

4. Menentukan gaya aksial maksimum untuk kolom

$$Nu, kx \text{ atas} = 1,05 N_{g,k} + \frac{4}{K}(N_{E,kx} + 0,3 \cdot N_{E,ky}$$

$$Nu, kx \text{ bawah} = 1,05 N_{g,k} - \frac{4}{K}(N_{E,kx} + 0,3 \cdot N_{E,ky}$$

$$Nu, ky \text{ atas} = 1,05 N_{g,k} + \frac{4}{K}(0,3N_{E,kx} + N_{E,ky}$$

$$Nu, ky \text{ bawah} = 1,05 N_{g,k} - \frac{4}{K}(0,3N_{E,kx} + N_{E,ky}$$

(Gideon Kusuma “Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah rawan Gempa”, hal 85)

5. Menentukan penulangan kolom

a. Hitung Mu : Pu

b. Hitung luas tulangan yang diperlukan

$$\rho = \rho' = \frac{A_s}{b \cdot d_{eff}} \rightarrow A_s = A'_s = \rho \cdot b \cdot d_{eff}$$

c. Periksa P_u terhadap kondisi seimbang, jika:

- $\emptyset P_{nb} < P_u$, kolom akan mengalami hancur dengan diawali beton didaerah tekan
- $\emptyset P_{nb} > P_u$, kolom akan mengalami hancur dengan diawali luluhnya tulangan tarik

$$S_{maks} = \frac{d}{2}$$

$V_{u,k} < V_s$ jadi dipakai sengkang praktis.

(Gideon kusuma “ Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa”, hal 90)

2.3.8 Perencanaan Sloof

Sloof merupakan salah satu struktur bawah suatu bangunan yang menghubungkan pondasi dan berfungsi sebagai penerima beban dinding di atasnya. Adapun perhitungan dalam perencanaan sloof adalah sebagai berikut ini :

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

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

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

$$\rho_{\text{min}} = \frac{\overline{f_c t}}{4f_y}$$

⇒ diambil nilai terbesar

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

min = ada < maks

b. Menghitung nilai A_s

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

A_s = Luas tulangan (mm^2)

= rasio penulangan

d_{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

$V_u < V_c$, tidak perlu tulangan geser

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

2.3.9 Perencanaan Pondasi

Istilah pondasi digunakan dalam teknik sipil untuk mendefinisikan suatu bagian konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai penopang bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (*upper structure*) ke lapisan tanah yang cukup kuat daya dukungnya.

Perencanaan pondasi pada laporan akhir ini adalah pondasi tiang bor atau sering disebut juga boar pile. Pondasi tiang bor merupakan jenis pondasi tiang yang dicor ditempat, yang sebelumnya dilakukan pengeboran dan penggalian terlebih dahulu. Keuntungan penggunaan pondasi ini adalah:

- Tidak menimbulkan kebisingan yang berarti,
- Tidak menimbulkan getaran yang kuat terhadap bangunan ke sekitarnya karena pembuatannya dengan system bor dan diisi dengan beton cair atau *precast*.

Pondasi ini sangat cocok digunakan pada tempat-tempat yang padat oleh bangunan-bangunan, karena tidak terlalu bising dan getarannya tidak menimbulkan dampak negatif terhadap bangunan di sekelilingnya. Namun pembuatan pondasi tiang bor ini memerlukan peralatan yang besar, sehingga hanya digunakan pada proyek-proyek besar saja.

Pelaksanaan pembuatan pondasi tiang bor ini adalah sebagai berikut ini:

- Pengeboran
Proses pengeboran ini biasanya sampai mencapai lapisan tanah keras. Untuk mencegah kelongsoran dapat digunakan "*casing*", seperti pipa.
- Penulangan
Tulangan yang telah dirangkai dimasukkan kedalam lobang. Agar ayaman tulangan tersebut tidak menempel pada tepi lubang diusahakan waktu pengecoran dapat terbungkus oleh beton dengan baik. Bila panjang tulangan tidak mencapai dasar lubang, maka tulangan sambungan harus diikat sedemekian rupa sehingga pembesian tetap pada tempatnyadan dapat dilaksanakan pada waktu pengecoran.
- Pengecoran
Pengecoran dilakukan dengan menggunakan "*tremi pipe*" yang panjangnya mencapai dasar lobang untuk menghindari terjadinya pemisahan agregat beton. Beton menggunakan

retarder (bahan untuk memperlambat pengeringan) untuk mencegah setting beton pada pengecoran selama 5 (lima) jam. *Slump* beton dibuat agak encer agar beton mudah mengalir melalui pipa tremi.

Perencanaan suatu pondasi bangunan perlu dilakukan prosedur sebagai berikut:

1. Menentukan kriteria perencanaan, seperti beban-beban yang bekerja pada dasar tumpuan (*poer*), parameter tanah, situasi dan kondisi bangunan disekitar lokasi, besar pengeseran yang diijinkan, tegangan ijin dari bahan-bahan pondasi.
2. Memperkirakan diameter, jenis, panjang, jumlah dan susunan tiang. Perkiraan tersebut sebaiknya disesuaikan dengan yang di pasaran.
3. Menghitung daya dukung vertikal tiang tunggal (*single pile*), baik untuk kondisi pembebanan normal maupun pada waktu gempa.
4. Menghitung faktor efisiensi dalam kelompok tiang dan daya dukung vertikal yang diijinkan untuk sebuah tiang dalam kelompok tiang.
5. Menghitung beban vertikal yang bekerja pada setiap tiang dalam kelompok tiang.
6. Memeriksa beban yang bekerja pada setiap tiang masih termasuk dalam batas daya dukung yang diijinkan yang dihitung pada langkah no. 4 diatas. Bila hasil melampaui daya dukung yang diijinkan untuk setiap tiang, maka perkiraan diameter, jumlah atau susunan tiang harus diganti. Selanjutnya perhitungan diulang kembali mulai dari langkah no. 2.
7. Menghitung daya dukung mendatar sebuah tiang dalam kelompok.
8. Menghitung beban horizontal yang bekerja pada setiap tiang dalam kelompok.
9. Menghitung penurunan (bila diperlukan).
10. Merencanakan struktur tiang.

Langkah – langkah perhitungan pondasi bor pile :

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

Berdasarkan kekuatan bahan bor pile :

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

Berdasarkan kekuatan tanah :

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

Dimana : NK = nilai konus

JPH= jumlah hambatan pekat

Ab = luas tiang bor

O = keliling tiang bor

Fb = faktor keamanan daya dukung ujung. = 3

Fs = faktor keamanan daya dukung gesek. = 5

2. Menentukan jumlah bor pile

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

3. Menentukan jarak antar tiang

Apabila setelah dilakukan perhitungan jumlah bor pile langkah perencanaan selanjutnya adalah menentukan jarak antara masing-masing bor pile.

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

Dimana : d = ukuran pile (tiang)

S = Jarak antar tiang

4. Menentukan Efisiensi Kelompok Tiang

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

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

Dimana: d = Ukuran Pile (tiang)

S = Jarak Antar tiang

5. Menentukan Kemampuan Bor Pile Terhadap sumbu X dan Y

$$P = \frac{V}{n} \pm \frac{MY \cdot X_{max}}{ny \cdot \sum x^2} \pm \frac{Mx \cdot Y_{max}}{nx \cdot \sum Y^2}$$

Dimana :

P : Beban yang diterima oleh tiang bor

\sum : Jumlah total beban

M : Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu X

My : Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu Y

N : Banyak tiang pancang dalam kelompok tiang (pilegroup)

X_{max} : Absis terjatuh tiang bor terhadap titik berat kelompok tiang bor pile.

Y_{max} : Ordinat terjatuh tiang bor terhadap titik berat kelompok Bor pile.

Ny : Banyak tiang bor dalam satu baris dalam arah sumbu Y

Nx : Banyak tiang bor dalam satu baris dalam arah sumbu X

$\sum X^2$: Jumlah kuadrat absis-absis tiang bor.

$\sum Y^2$: Jumlah kuadrat ordinat-ordinat tiang bor.

Kontrol kemampuan tiang bor.

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

$$\text{ijin} < P$$

6. Penulangan Tiang bor

A. Tulangan Pokok Tiang bor

$$K = \frac{M \text{ max}}{wbd^2}$$

Dari tabel A-10 (Istimawan) didapat k untuk

$$A_s = .b.d$$

Dengan :

b = ukuran tiang

d = tinggi efektif

Menentukan jumlah tulangan

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

Dengan :

A_s = Luas tulangan

D = Diameter tulangan

B. Tulangan Geser Tiang Bor

V_u rencana didapat dari pola pengangkutan sebagai berikut.

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

$V_u > 0,5 \phi.V_c \Rightarrow$ Diperlukan Tulangan Geser

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

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

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

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

7. Perhitungan Pile Cap

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

A. Menentukan beban yang bekerja

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

B. Menentukan dimensi pile cap

Menentukan panjang Pilecap

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

Menentukan lebar pile cap

$$b_w = D + 300$$

Dengan :

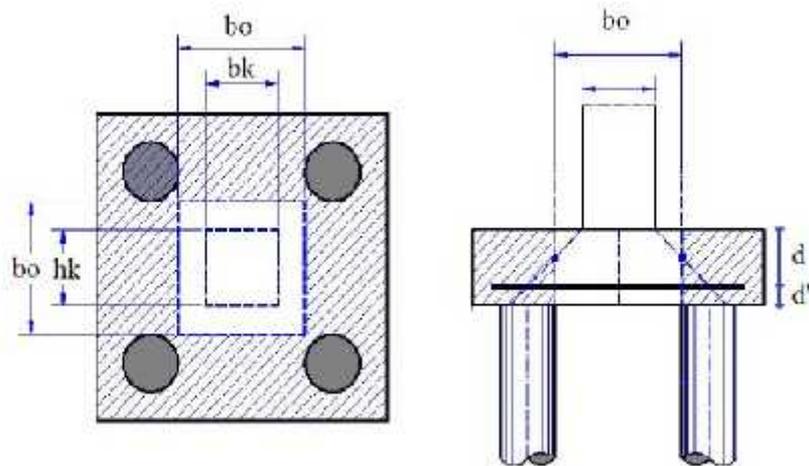
L_w = Panjang pile cap (mm)

D = Diameter pile (tiang) (mm)

k = Variabel jarak pile cap

C. Kontrol Kekuatan Geser

- Kontrol kekuatan geser secara kelompok.



Gambar 2.20 Pondasi Bore pile

Untuk aksi dua arah :

- Gaya geser berfaktor :

$$V_u = n \cdot P_u$$

Ket:

n : Jumlah tiang bor dalam pile cap diluar kolom

- Gaya geser nominal :

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) b_o d \overline{f'_c} \quad \beta = \frac{L}{B} = 1$$

$$V_c = \frac{1}{3} b_o d \overline{f'_c} \quad b_o = 2 a_1 + d + 2 a_2 + d$$

Dimana :

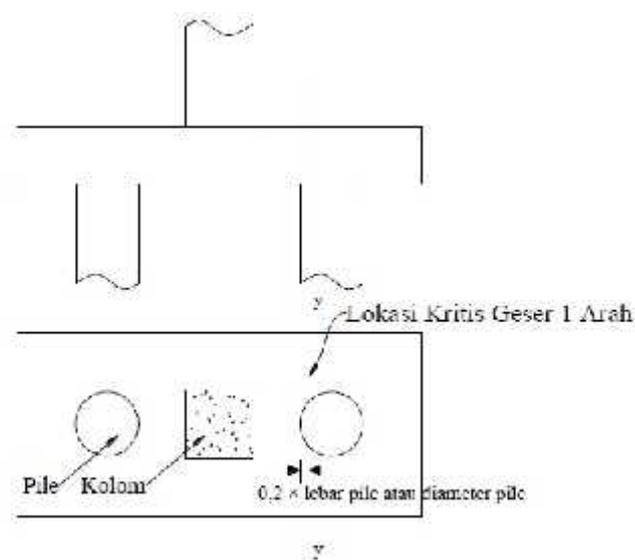
a_1 : Ukuran kolom terkecil

a_2 : Ukuran kolom terbesar

Diambil V_c yang terkecil

$$V_u < V_c$$

Tebal plat mencukupi untuk memikul gaya geser, tanpa memerlukan tulangan geser.



Untuk aksi satu arah :

- Gaya geser berfaktor :

$$V_u = m \cdot P_u$$

Ket :

m : Jumlah tiang bor dalam satu baris yang ditinjau dari sumbu x maupun sumbu y

- Gaya geser nominal :

$$V_c = \frac{1}{6} b_w d \bar{f}_c \quad b_w = B$$

$$b_w = L$$

$$V_u < V_c$$

Tebal plat mencukupi untuk memikul gaya geser, tanpa memerlukan tulangan geser.

- Kontrol kekuatan geser secara individual.

- Keliling :

$$b_o = \pi \text{ pile} + d$$

- Gaya geser berfaktor :

$$V_u = 1. P_u$$

- Gaya geser nominal :

$$V_c = \frac{1}{3} b_o d \bar{f}_c$$

- Perhitungan momen lentur akibat beban terfaktor.

$$P_u = X1 \cdot P_u \quad S - \frac{a}{2}$$

Ket :

X1 : Jarak tiang bor diluar sisi kolom

S : Jarak antar tiang

a : ukuran pile cap (a1 = a2 = a apabila simetris)

- Perhitungan luas tulangan

$$K = \frac{M_u}{b \cdot d}$$

Didapat nilai ρ dari tabel Istimawan Dipohusodo, apabila didapat nilai K_{min} , maka menggunakan ρ_{min} .

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

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

$$- n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \pi \cdot d^2}$$

-

- Perhitungan tulangan pasak.

Kekuatan tekanan rencana kolom:

$$P_n = 0,85 \cdot f'_c \cdot A_g$$

Beban berfaktor pada kolom : n. P_u

$$P_n > P_u$$

Ini berarti beban pada kolom dapat dipindahkan dengan dukungan saja. Tetapi disyaratkan untuk menggunakan tulangan pasak minimum sebesar :

$$- A_{s_{\min}} = 0,005.A_g \text{ (Luas kolom pondasi)}$$

$$- n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2}$$

- Kontrol panjang penyaluran pasak.

Tulangan pasak yang didapatkan harus disalurkan diatas dan dibawah pertemuan dari kolom dan telapak.

Panjang penyaluran (L_d) yang harus disyaratkan untuk memikul gaya :

$$- L_{db} = \frac{0,25 \cdot f_y \cdot d_b}{f_c'}$$

Panjang penjangkaran di bawah pertemuan kolom dengan pondasi L_1 yang tersedia adalah :

$$- L_1 = h - p - (2 \cdot \text{pondasi}) - \text{pasak}$$

$$L_1 > L_d \implies \text{OK}$$

2.4 Pengelolaan 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.

Dalam manajemen proyek untuk menyusun suatu perencanaan yang lengkap minimal meliputi :

1. Menentukan tujuan (*goal*)

Tujuan (*goal*) organisasi atau perusahaan dapat diartikan sebagai pedoman yang memberikan arah gerak segala kegiatan yang hendak dilakukan.

2. Menentukan sasaran

Sasaran adalah titik – titik tertentu yang perlu dicapai bila organisasi tersebut ingin tercapai tujuannya. Dalam konteks ini, kegiatan proyek dapat digolongkan sebagai kegiatan dengan sasaran yang telah ditentukan dalam rangka mencapai tujuan perusahaan.

3. Mengkaji posisi awal terhadap tujuan

Mengkaji posisi dan situasi awal terhadap tujuan atau sasaran dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kesiapan dan posisi organisasi pada tahap awal terhadap sasaran yang telah ada.

4. Memilih alternatif

Dalam usaha meraih tujuan atau sasaran tersedia berbagai pilihan tindakan atau cara mencapainya. Pengkajian dilakukan dengan mencoba menjawab pertanyaan berikut :

- a. Apakah alternatif yang dipilih memiliki cukup keluwesan untuk menghadapi perubahan keadaan yang mungkin timbul ?
- b. Apakah yang dipilih merupakan alternatif terbaik untuk memenuhi tuntutan proyek akan jadwal, biaya, dan mutu ?
- c. Apakah alternatif yang dipilih telah mempertimbangkan tersedianya sumber daya pada saat diperlukan ?
- d. Apakah telah dipikirkan penggunaan teknologi baru

Bila jawaban dari pertanyaan di atas memuaskan maka akan dilanjutkan dengan tahapan berikutnya.

5. Menyusun rangkaian langkah mencapai tujuan

Proses ini terdiri dari penetapan langkah terbaik yang mungkin dapat dilaksanakan setelah memperhatikan sebagai batasan. Kemudian menyusunnya menjadi urutan dan rangkaian menuju sasaran dan tujuan. .

(Manajemen Proyek/ Iman Soeharto)

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 Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan pekerjaan adalah perhitungan biaya-biaya per satuan volume yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Dari harga-harga yang terdapat dalam analisa harga satuan ini akan didapat harga keseluruhan dari hasil perkalian dengan volume pekerjaan. Dan dalam menejemen proyek analisa harga satuan akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya.

2.4.3 Volume Pekerjaan

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

2.4.4 Rencana Anggaran Biaya (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. Tujuan dari rencana anggaran biaya (RAB) adalah untuk memberikan gambaran yang pasti mengenai bentuk konstruksi, besar biaya dan pelaksanaan atau penyelesaian.

2.4.5 Rencana Pelaksanaan

Rencana pelaksanaan pada proyek konstruksi dapat dibuat dalam berbagai bentuk, yaitu antara lain :

1. Kurva S

Kurva S merupakan kurva yang menggambarkan kumulatif progress pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Kurva tersebut dibuat berdasarkan rencana atau pelaksanaan progress pekerjaan dari setiap pekerjaan. Bentuk grafik kurva S perlu dibuat sebaik mungkin karena akan mempengaruhi arus keuangan proyek dan penjadwalan pendatangan material serta hal-hal penting lainnya.



Gambar 2.21 Kurva S
(<http://www.ilmusipil.com/>)

2. Barchat

Barchat adalah diagram alur pelaksanaan pekerjaan yang dibuat untuk menentukan waktu penyelesaian pekerjaan yang dibutuhkan. Hal – hal yang perlu ditampilkan dalam barchat adalah antara lain :

- a. Jenis pekerjaan
- b. Durasi waktu pelaksanaan pekerjaan
- c. Alur pekerjaan

Cara membuat barchat adalah sebagai berikut :

Pertama kali kita harus merencanakan waktu pelaksanaan setiap pekerjaan, sehingga dapat diketahui ilmu pekerjaan yang harus selesai sebelum pekerjaan berikutnya dapat dikerjakan atau dapat dikerjakan secara bersamaan.

Misalnya :

- a. Pekerjaan persiapan dikerjakan pertama kali sampai akhir pekerjaan. Selanjutnya baru dapat dikerjakan pekerjaan galian tanah.
- b. Pekerjaan lantai kerja baru dapat dikerjakan setelah pekerjaan galian tanah selesai.
- c. Pekerjaan pasir urug baru dapat dikerjakan setelah pembuatan lantai kerja selesai.
- d. Pekerjaan pasangan batu kali dapat dikerjakan dalam waktu bersamaan dengan pasir urug.
- e. Pekerjaan urugan kembali dapat dikerjakan setelah semua item pekerjaan pondasi selesai.

Dari permisalan tersebut, selanjutnya kita dapat membuat bar chart. Caranya adalah membuat tabel pekerjaan (berisi item pekerjaan dan waktu pelaksanaan). Dapat dilihat pada gambar 2.22.

BAR CHART PEKERJAAN PONDASI											
ILMUSIPIL.COM											
NO	Pekerjaan	Harga pekerjaan	durasi	bobot (%)	hari						keterangan
					1	2	3	4	5	6	
1	Persiapan	Rp 100,000.00	6	9.09							
2	Galian tanah	Rp 150,000.00	2	13.64							
3	Lantai kerja	Rp 200,000.00	2	18.18		3.09	5.09				
4	Urugan pasir	Rp 150,000.00	1	13.64			1.52				
5	Pasangan batu kali	Rp 400,000.00	3	36.36							
6	Urugan kembali	Rp 100,000.00	1	9.09					9.09		
Jumlah		Rp 1,100,000.00		100.00	1.52	17.42	43.18	13.64	22.73	1.52	
jumlah akumulatif					1.52	18.94	62.12	75.76	98.48	100.00	

Gambar 2.22 Barchat

(<http://www.ilmusipil.com/cara-membuat-bar-chart-proyek>)

3. Network Planning

Network planning adalah sebuah jadwal kegiatan pekerjaan berbentuk diagram network sehingga dapat diketahui pada area mana pekerjaan yang termasuk ke dalam lintasan kritis dan harus diutamakan pelaksanaannya.

Manfaat dari Network Planning adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengatur jalannya proyek.
- b. Mengetahui jalur kritis lintasan.
- c. Untuk mengetahui pekerjaan mana yang tidak masuk lintasan kritis sehingga pengerjaannya bisa lebih santai sehingga tidak mengganggu pekerjaan utama yang harus tepat waktu.
- d. Mengetahui pekerjaan mana yang harus diutamakan dan dapat selesai tepat waktu.
- e. Sebagai rekayasa value engineering sehingga dapat ditentukan metode kerja termurah dengan kualitas terbaik.
- f. Untuk persyaratan dokumen tender lelang proyek.
<http://www.ilmusipil.com/pengertian-network-planning>