

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ruang Lingkup Perencanaan

Ruang lingkup dari suatu perencanaan bangunan gedung meliputi dua struktur pendukung bangunan yaitu :

a. 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. Untuk itu, bahan bangunan yang nantinya akan digunakan sebagai bahan dasar dari konstruksi hendaknya memenuhi kriteria sebagai berikut :

- 1) Tahan Api.
- 2) Kuat.
- 3) Mudah diperoleh, dalam arti tidak memerlukan biaya mobilisasi bahan yang demikian tinggi.
- 4) Awet untuk jangka waktu pemakaian yang lama.
- 5) Ekonomis, dengan perawatan yang relatif mudah.
- 6) Dari kriteria–kriteria yang tersebut diatas, maka sebagai komposisi struktur utama dari bangunan ini menggunakan struktur beton bertulang.

Perhitungan perencanaan untuk bangunan struktur atas ini meliputi :

- 1) Perhitungan Pelat Beton
- 2) Perhitungan Tangga
- 3) Perhitungan Portal
- 4) Perhitungan Balok
- 5) Perhitungan Kolom

b. 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 :

- 1) Perhitungan Sloof
- 2) Perhitungan Pondasi

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

- 1) 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)*).

Berat sendiri dari bahan-bahan bangunan penting dan dari beberapa komponen gedung yang harus ditinjau di dalam menentukan beban mati dari suatu gedung, harus diambil menurut Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung

| <i>BAHAN BANGUNAN</i> | |
|---|------------------------|
| Baja | 7850 kg/m ³ |
| Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk) | 1500 kg/m ³ |
| Batu pecah | 1450 kg/m ³ |
| Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa diayak) | 1650 kg/m ³ |
| Beton | 2200 kg/m ³ |
| Beton bertulang | 2400 kg/m ³ |
| Pasir (jenuh air) | 1800 kg/m ³ |
| <i>KOMPONEN GEDUNG</i> | |
| Dinding pasangan bata merah | |
| - Satu batu | 450 kg/m ² |
| - Setengah batu | 250 kg/m ² |
| Langit-langit (termasuk rusuk-rusuknya, tanpa penggantung langit-langit) dari bahan asbes (eternit dan bahan lain sejenis) dengan tebal maksimum 4 mm | 11 kg/m ² |
| Adukan, per cm tebal, dari semen | 21 kg/m ² |

| | |
|--|----------------------|
| Penggantung langit-langit (dari kayu) dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s minimum 0,80 m | 7 kg/m ² |
| Penutup atap dari genting dengan reng dan usuk/kaso per m ² bidang atap | 50 kg/m ² |
| Penutup lantai dari ubin semen portland, teraso dan beton, tanpa adukan, per cm tebal | 24 kg/m ² |

(Sumber : PPPRG 1987 : 5-6)

2) Beban Hidup (Sementara)

Beban hidup merupakan 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)*).

(a) Beban Hujan

Dalam perhitungan beban hujan diasumsikan sebagai beban yang bekerja tegak lurus terhadap bidang atap dan koefisien beban hujan ditetapkan sebesar $(40-0,8\alpha)$ kg/m² dan α sebagai 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°. (*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983: hal 13 pasal 3.2 (2(a))*).

(b) 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). (*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983: hal 13 pasal 3.2 (2(b))*).

Tabel 2.2 Beban Hidup Pada Lantai Gedung

| | |
|---|-----------------------|
| a. Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b. | 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 daripada yang disebut dalam a-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 dan gang dari yang disebut dalam c. | 300 kg/m ² |
| i. Tangga, bordes dan gang dari yang disebut dalam d-g. | 500 kg/m ² |
| j. Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c-g. | 250 kg/m ² |

(Sumber : PPPRG 1987 : 12)

(c) 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. (*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983: hal 7 pasal 1 (3)*).

2.1.1 Dasar-dasar Perhitungan dan Perencanaan

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

- a. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03_2847-2002 dan Tata Cara Perhitungan Struktur Baja SNI – 03 – 1729 – 2002 oleh departemen Pekerjaan Umum dan Badan Standarisasi Nasional. Digunakan sebagai acuan dalam melakukan perencanaan bangunan gedung.
- b. Struktur Beton Bertulang, oleh Istimawan Dipohusodo. Buku ini berisi dasar-dasar pengertian sistem struktur beton bertulang dan perilaku serta kekuatan komponen struktur beton bertulang pada khususnya.
- c. Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang, oleh W.C Vis dan Gideion Kusuma. Buku ini membahas mengenai dasar-dasar perencanaan beton bertulang.
- d. Analisa dan Desain Pondasi oleh Joseph E.Bowles. Buku ini membahas pengertian-pengertian umum dan cara perhitungan pondasi.
- e. Pondasi tiang pancang jilid 1 dan 2 oleh Ir.Sarjono HS. Buku ini membahas beberapa macam tipe pondasi.
- f. Beton bertulang edisi revisi oleh J.Thambah Sembiring Gurki. Buku ini berisi tentang perencanaan balok, kolom dan pondasi telapak.

2.1.2 Faktor Perencanaan Pembebanan

Faktor beban memberikan nilai kuat perlu bagi perencanaan pembebanan bagi struktur. Faktor beban untuk Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung menentukan nilai kuat perlu menurut Gideion jilid 1 sebagai berikut :

- a. Faktor beban

Ketidakpastian berkaitan dengan besar beban mati pada struktur lebih kecil daripada ketidakpastian sesuai dengan beban hidup, hal demikian dapat menimbulkan perbedaan dari besar faktor-faktor beban.

- 1) Kuat perlu U untuk menahan beban mati D paling tidak harus sama dengan

$$U = 1,4 D \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

Kuat perlu untuk menahan beban mati D , beban hidup L , dan juga beban atap A atau beban hujan R , paling tidak harus sama dengan

$$U = 1,2D + 1,6L + 0,5 (A \text{ atau } R) \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

- 2) Bila ketahanan struktur terhadap beban angin W harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka pengaruh kombinasi beban D, L , dan W berikut harus ditinjau untuk menentukan nilai U yang besar, yaitu :

$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm 1,6 W + 0,5 (A \text{ atau } R) \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

Kombinasi beban juga harus memperhitungkan kemungkinan beban hidup L yang penuh dan kosong untuk mendapatkan kondisi yang paling berbahaya, yaitu :

$$U = 0,9 D \pm 1,6 W \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

Perlu dicatat bahwa untuk setiap kombinasi beban D, L , dan W kuat perlu U tidak boleh kurang dari persamaan 2.3. (SNI 03-2847. 2002:59)

b. Faktor reduksi kekuatan \emptyset

Ketidakpastian kekuatan bahan terhadap pembebanan dianggap sebagai faktor reduksi kekuatan \emptyset . Untuk \emptyset ditentukan pada SK SNI T15-1991-03 bab 3.2-3 sebagai berikut :

Untuk beban lentur tanpa gaya aksial. $\emptyset = 0,80$

Untuk gaya aksial tarik dan gaya aksial tarik dengan lentur. $\emptyset = 0,80$

Untuk gaya aksial tekan dan gaya aksial tekan dengan lentur. $\emptyset = 0,65$

Untuk gaya lintang dan torsi . $\emptyset = 0,75$

Kolom bertulang simetris yang dibebani gaya aksial rendah, nilai \emptyset boleh ditingkatkan dari $\emptyset = 0,65$ menjadi $\emptyset = 0,80$. (SNI 03-2847, 2002:59)

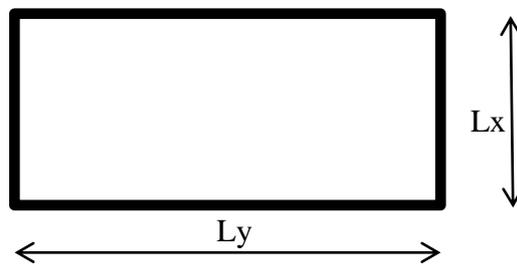
2.2 Perhitungan Struktur Atas

2.2.1 Perencanaan Pelat Lantai

Pelat beton bertulang dalam suatu struktur bangunan biasanya dipakai pada konstruksi lantai dan atap. Suatu pelat yang ditumpu oleh balok pada keempat sisinya terbagi atas dua macam berdasarkan geometrinya, yaitu

a. Pelat Satu Arah

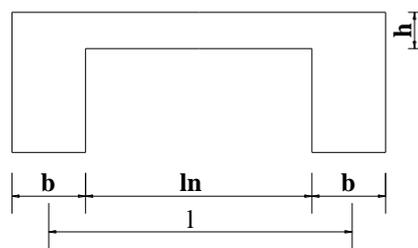
Suatu pelat dikatakan pelat satu arah apabila $\frac{l_y}{l_x} > 2$, dimana l_y dan l_x adalah panjang dari sisi-sisinya.



Gambar 2.1 Pelat Satu Arah

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

1) Menentukan bentang teoritis



Batang tarik pelat :

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

2) Menentukan tebal pelat yang digunakan. Seperti yang tertera pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Tebal Minimum Pelat dan Balok Mendukung 1 Arah

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

(Sumber :SK-SNI T-15-1991-03 tabel 3.2.3 (a) hal. 16)

3) Menghitung pembebanan

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

Keterangan :

DL = beban mati

LL = beban hidup

4) Menentukan selimut beton, seperti yang ada pada tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 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 P16 atau kawat ulir D16 dan yang lebih kecil | 40 |
| c) Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau beton tidak langsung berhubungan dengan tanah: <u>Pelat, dinding, pelat berusuk:</u> | |

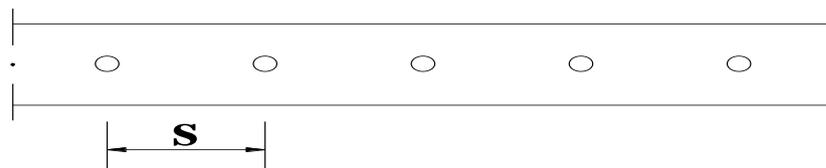
| | |
|--|----|
| Batang D-44 dan D-56..... | 40 |
| Batang D-36 dan yang lebih kecil | 20 |
| <u>Balok, kolom:</u> | |
| Tulangan utama, pengikat, sengkang, lilitan spiral | 40 |

(Sumber : SNI-03-2847-2002 hal. 41)

5) Menentukan tulangan pelat

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

6) Jarak tulangan-tulangan



Gambar 2.2 Jarak Tulangan Pelat

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

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

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

7) Tulangan Pembagi

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

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

8) Batasan tulangan pembagi

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \frac{0,85 f_c'}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots(2.6)$$

Geser tidak diperbolehkan, jika :

$$V_u \leq \phi V_n$$

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

$$\leq \phi V_c$$

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

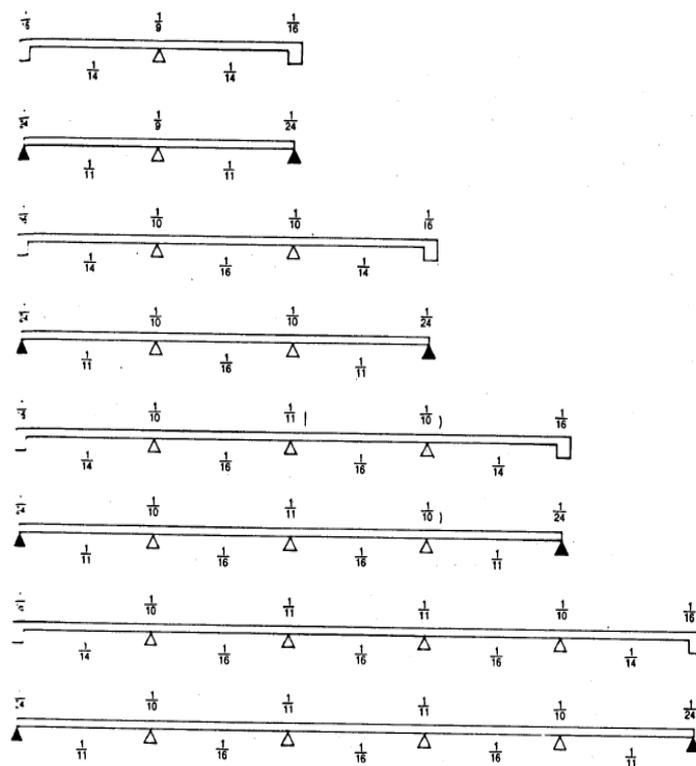
Keterangan :

ϕ = faktor reduksi geser (0,75)

V_c = Kekuatan geser beton

V_s = Kekuatan geser tulangan

- 9) Pendistribusian momen pada pelat dengan metode koefisien seperti pada gambar 2.3 di bawah ini dengan rumus umum momen, $M = \text{koef. } W_u \cdot L_n$



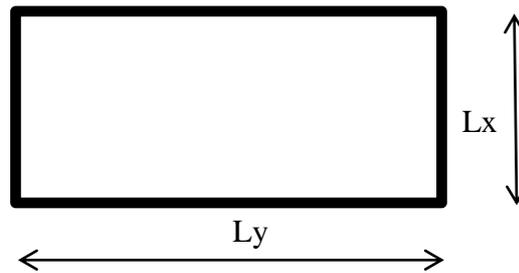
Gambar 2.3 Metode Koefisien Momen

Untuk momen lapangan, L_n = panjang bersih dari bentang yang ditinjau.

Untuk momen tumpuan, L_n = panjang bersih rata-rata dari dua bentang bersebelahan.

b. Pelat Dua Arah (*two way slab*)

Suatu pelat dikatakan pelat dua arah apabila $\frac{L_y}{L_x} \leq 2$, dimana L_y dan L_x adalah panjang pelat dan sisi-sisinya, dapat dilihat detailnya pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Pelat Dua Arah

Langkah-langkah perhitungan pelat dua arah didasarkan pada kriteria-kriteria berikut ini :

1) Tebal Pelat

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

- $\alpha_m \leq 2,0$ untuk : Pelat tanpa penebalan Minimum = 120 mm
Pelat dengan penebalan minimum = 100 mm

- $\alpha_m \geq 2,0 < 2,0$

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0,2)} \dots\dots\dots(2.7)$$

tetapi tidak boleh kurang dari 120 mm

- $\alpha_m > 2,0$

$$h \text{ min} = \frac{\ln(0,8 - \frac{f_y}{1500})}{36 - 9\beta} \dots\dots\dots(2.8)$$

tetapi tidak boleh kurang dari 90 mm

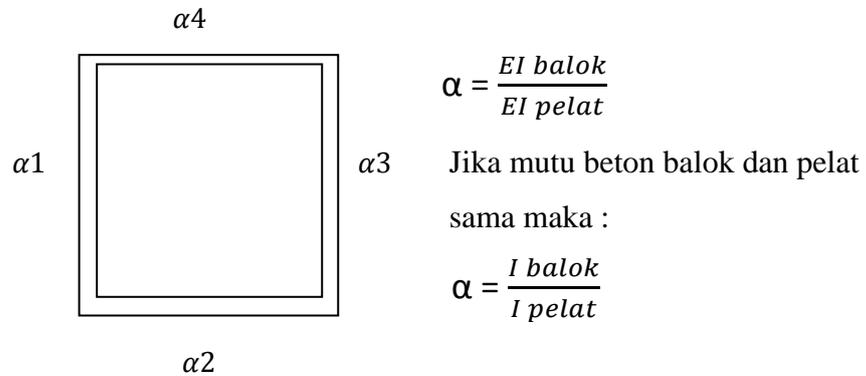
Keterangan :

L_n = Bentang bersih

$$\beta = \frac{\text{Bentang bersih yang panjang}}{\text{Bentang bersih yang pendek}}$$

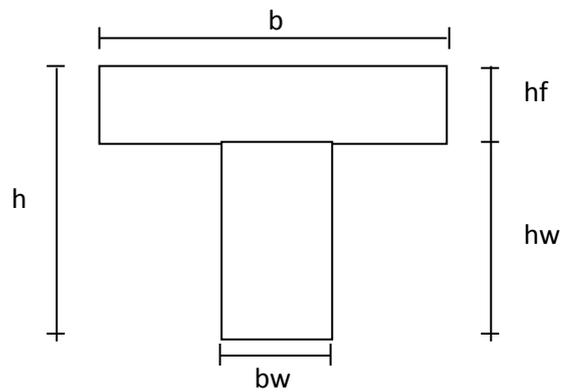
$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4}$$

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



Kekakuan balok berdasarkan SNI 2002 hal 138 :

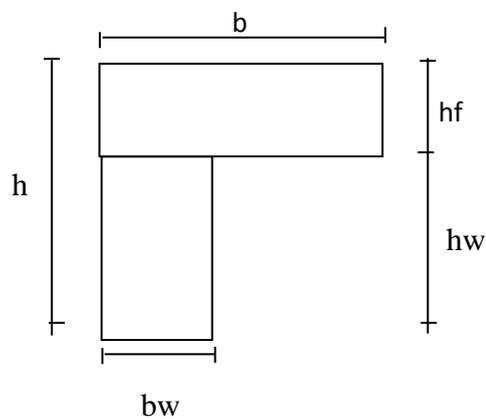
Balok – T :



Lebar efektif :

$$\left. \begin{aligned} b &= bw + 2 hw \\ b &= bw + 8 hf \end{aligned} \right\} \text{ambil nilai terkecil}$$

Balok – L :



Lebar efektif :

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

- 3) Menghitung 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.

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

- 4) Mencari Momen

Mencari momen yang bekerja pada arah x dan y, dengan cara penyaluran “metode amplop” (*Gideon Kusuma, 1996*).

- 5) Mencari tebal efektif pelat (SK SNI-03-2847-2002)

Rasio tulangan dalam beton (ρ) dan memperkirakan besarnya diameter tulangan utama dan untuk menentukan tinggi efektif arah x (d_x) adalah :

$$D_x = h - p - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan arah x}$$

$$D_y = h - p - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan arah y} - \emptyset_x$$

- 6) Mencari nilai koefisien tahanan (k)

Faktor reduksi $\Theta = 0,80$

$$K = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

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)

\emptyset = faktor Kuat Rencana (*SNI 2002 Pasal 11.3,hal 61*)

- 7) Mencari rasio penulangan (ρ)

Rasio penulangan ini didapat berdasarkan koefisien tahanan (k) yang telah didapat sebelumnya. Dengan menggunakan tabel A-11 (*Dipohusodo I, Struktur Beton Bertulang, Penerbit Gramedia Pustaka Utama hal 446*).

8) Mencari luas tulangan (A_s)

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

9) Mencari jumlah tulangan (n)

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \pi \phi^2} \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

10) Mencari jarak antar tulangan (s)

$$s = \frac{1000mm}{n} \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

11) Mamasang Tulangan

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

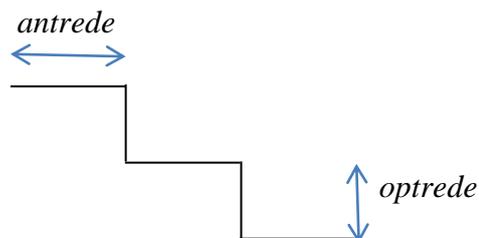
2.2.2 Perencanaan Tangga

Tangga adalah suatu konstruksi yang merupakan salah satu bagian dari bangunan yang berfungsi sebagai alat yang menghubungkan antara lantai bawah dengan lantai yang ada di atasnya pada bangunan bertingkat dalam keadaan tertentu. (*Drs. IK. Sapribadi, 1993:10*). Tangga secara umum terdiri dari :

a. Anak tangga

Yaitu bagian dari tangga yang berfungsi untuk memijakkan/ melangkahkan kaki ke arah vertikal maupun horizontal (datar). anak tangga terdiri dari :

- 1) Antrede adalah anak tangga dan pelat tangga dibidang horinzontal yang merupakan bidang pijak telapak kaki.
- 2) Optrede adalah selisih tinggi antara dua buah anak tangga yang berurut.



Gambar 2.5 Antrede dan Optrede Tangga

Ketentuan-ketentuan konstruksi Antrede dan Optrede, 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
 $2 \text{ Optrede} + 1 \text{ Antrede}$
- (d) Lebar tangga
 - Tempat umum ≥ 120 cm
 - Tempat tinggal = 180 cm s.d 100 cm
- (e) Sudut kemiringan
 - Maksimum = 45°
 - Minimum = 25°

b. Ibu tangga

Yaitu bagian tangga berupa dua batang atau papan miring yang berfungsi menahan kedua ujung anak tangga.

c. Bordes

Yaitu bagian dari tangga yang merupakan bidang datar yang agak luas dan berfungsi sebagai tempat istirahat bila terasa lelah. Bordes dibuat apabila jarak tempuh tangga sangat panjang yang mempunyai jumlah trede lebih dari 20 buah atau lebar tangga cukup akan tetapi ruangan yang tersedia untuk tangga biasa/ tusuk tidak mencukupi.

Untuk menentukan panjang bordes (L) :

$$L = l_n + a \text{ s/d } 2.a \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

L = panjang bordes

l_n = ukuran satu langkah normal datar

a = *Antrede*

Syarat- syarat umum tangga ditinjau dari :

1. Penempatan
 - (a) Diusahakan sehemat mungkin menggunakan ruangan
 - (b) Mudah ditemukan oleh semua orang
 - (c) Mendapat cahaya matahari diwaktu siang
 - (d) Tidak mengganggu lalu lintas orang banyak
2. Kekuatan

Kokoh dan stabil bila dilalui orang dan barang sesuai dengan perencanaan.
3. Bentuk
 - (a) Sederhana layak, sehingga mudah dan cepat pengerjaannya serta murah biayanya.
 - (b) Rapi, indah, serasi dengan keadaan sekitar tangga itu sendiri.

Langkah-langkah perhitungan tangga :

a. Mendesign tangga, antara lain :

$$1) \text{ Jumlah } Optrede \text{ dan } Antrede = \frac{h}{tinggi \text{ optrede}}$$

2) Menentukan ukuran *Optrede* dan *Antrede*

$$3) \text{ Tinggi } Optrede \text{ sebenarnya} = \frac{h}{jumlah \text{ optrede}}$$

$$Antrede = Ln - 2 \text{ Optrede} \dots\dots\dots(2.14)$$

4) Sudut kemiringan tangga

$$\text{Arc tan } \theta = \frac{Optrede}{Antrede} \dots\dots\dots(2.15)$$

5) Panjang tangga , L

6) Menentukan tebal pelat tangga

$$h \text{ min} = \frac{1}{28} L \dots\dots\dots(2.16)$$

b. Menentukan pembebanan pada anak tangga

1) Beban Mati

(a) Berat sendiri bordes

(b) Berat anak tangga

$$Q = \left(\frac{Antrede \times Optrede}{2} \right) \left(\frac{jumlah \text{ anak tangga}}{panjang \text{ bentang tangga}} \right) \times 1 \dots\dots\dots(2.17)$$

(c) Berat penutup lantai (ubin + spesi), berat adukkan

2) Beban Hidup

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

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

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

c. Perhitungan tangga dengan menggunakan metode cross untuk mencari gaya-gaya yang bekerja.

1) Kekakuan

$$K = \frac{4EI}{L} \dots\dots\dots(2.18)$$

2) Faktor Distribusi

$$\mu = \frac{K}{\sum K} \dots\dots\dots(2.19)$$

3) Momen Primer

$$M_{AB} = \frac{1}{12} \times W_u \times L^2 \dots\dots\dots(2.20)$$

d. Perhitungan tulangan pada tangga

$$d_{\text{efektif}} = h - p - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \text{ tulangan utama} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$k = \frac{Mu}{\emptyset \times b \times d^2} \dots\dots\dots(2.22)$$

Nilai ρ dilihat dari tabel istimewa, Struktur Beton bertulang hal 462 – 500

$$P_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(2.23)$$

$$A_s = \rho \times b \times d \dots\dots\dots(2.24)$$

Tulangan Pembagi :

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

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

2.2.3 Perencanaan Balok

Balok dapat didefinisikan sebagai salah satu dari elemen struktur portal dengan bentang yang arahnya horizontal, sedangkan portal merupakan kerangka utama dari struktur bangunan, khususnya bangunan gedung. (Ali Asroni, 2010:39) Adapun langkah-langkah yang dapat digunakan dalam perencanaan balok yaitu :

- a. Gaya lintang (beban)

$$W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L \quad \dots\dots\dots(2.25)$$

Keterangan :

W_D = Jumlah beban mati (kg/m)

W_L = Jumlah beban hidup (kg/m)

- b. Momen yang bekerja

$$M_u = \frac{1}{8} \times W_u \times l^2 \quad \dots\dots\dots(2.26)$$

Keterangan :

L = panjang bentang

- c. Nilai ρ

$$\rho = \frac{1}{2} \times \left(1 - \sqrt{1 - 4 \left(\frac{f_y}{1,7 \cdot f'c} \right) \cdot \left(\frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y} \right)} \right) \times \left(\frac{1,7 \cdot f'c}{f_y} \right) \quad \dots\dots\dots(2.27)$$

- d. Tulangan lentur lapangan

$$d_{eff} = h - p - \phi_s - \frac{1}{2} D \quad \dots\dots\dots(2.28)$$

$$k = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} \quad \dots\dots\dots(2.29)$$

(didapat nilai ρ dari tabel Istimawan)

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d_{eff} \quad \dots\dots\dots(2.30)$$

Keterangan :

A_s = Luas tulangan (mm²)

ρ = rasio penulangan

d_{eff} = tinggi efektif pelat (mm)

- e. Tulangan lentur tumpuan

$$k = \frac{M_u}{\phi \cdot b_{eff} \cdot d^2} \quad \dots\dots\dots(2.31)$$

$$A_s = \rho \cdot b_{eff} \cdot d \quad \dots\dots\dots(2.32)$$

Pilih tulangan dengan dasar A_s terpasang $\geq A_s$ direncanakan.

A_s = luas tulangan tarik non-prategang

ρ = rasio penulangan tarik non-prategang

b_{eff} = lebar efektif balok

d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

f. Tulangan geser rencana

$$\frac{1}{6} \sqrt{f'c'} \cdot b_w \cdot d \quad \dots\dots\dots(2.33)$$

$$\emptyset = 0,75 \cdot V_c$$

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

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

g. Jarak tulangan

$$S = \frac{\emptyset \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{V_u - \emptyset V_c} \quad \dots\dots\dots(2.34)$$

$$S_{maks} = \frac{d_{eff}}{2} \quad \dots\dots\dots(2.35)$$

h. Luas tulangan

$$A_v = \frac{\pi \cdot d_s^2}{2} \quad \dots\dots\dots(2.36)$$

d_s = diameter sengkang

2.2.4 Perencanaan Portal Akibat Beban Mati dan Beban Hidup

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

a. Portal akibat beban mati

Portal ini ditinjau pada arah melintang dan memanjang. Pembebanan pada portal yaitu :

- 1) Berat sendiri pelat.
- 2) Berat plafond + penggantung.
- 3) Berat penutup lantai.

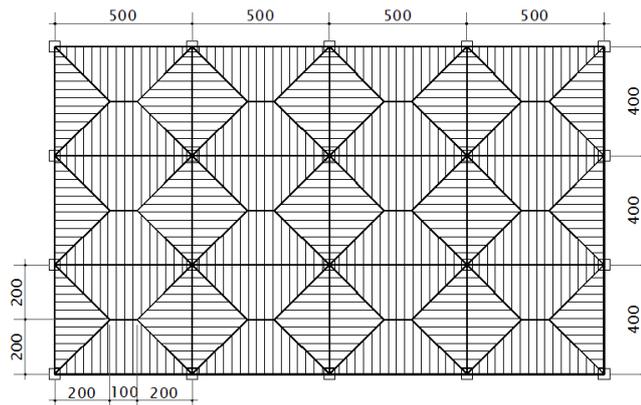
- 4) Berat adukan.
- 5) Berat dari pasangan dinding bata.

b. Portal akibat beban hidup

Portal ini ditinjau pada arah melintang dan memanjang. Pembebanan pada portal yaitu :

- 1) Beban pelat atap.
- 2) Beban orang atau pekerja.
- 3) Lantai.

Semua beban mati atau hidup untuk merencanakan portal akan disederhanakan menggunakan rumus ekivalen beban. Beban mati maupun beban hidup yang bekerja pada pelat lantai seperti gambar 2.6 di bawah ini yang akan disederhanakan.



Gambar 2.6 Pembagian Beban Pelat

Beban Tipe 1. Beban Trapesium

- Untuk balok bagian pinggir
Akibat beban trapesium : $q = \text{tinggi} \times \text{total berat}$
- Untuk balok bagian tengah $q = (\text{tinggi} \times \text{total berat}) \times 2$

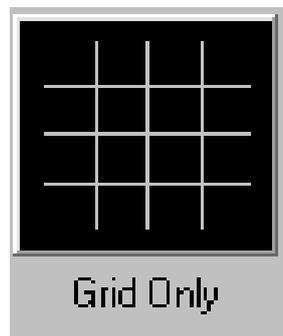
Beban Tipe 2. Beban Segitiga

- Untuk balok bagian pinggir
Akibat beban segitiga : $q = \text{tinggi} \times \text{total berat}$
- Untuk balok bagian tengah $q = (\text{tinggi} \times \text{total berat}) \times 2$

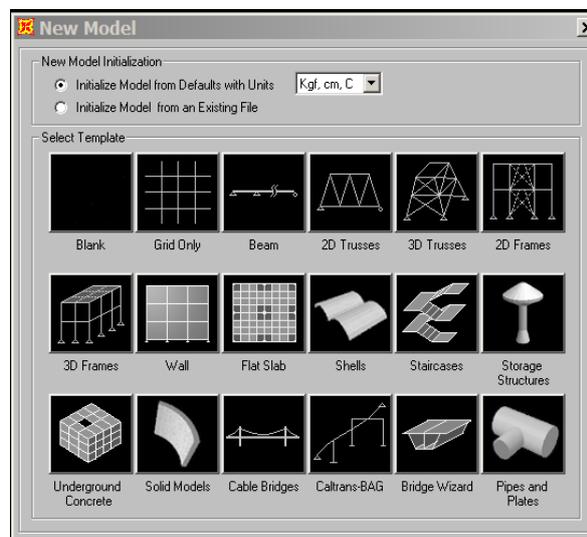
Setelah pembebanan portal selesai, portal dapat dianalisis menggunakan program SAP 200 V14.

Langkah-langkah menghitung portal dengan menggunakan program SAP 2000 V14 yaitu :

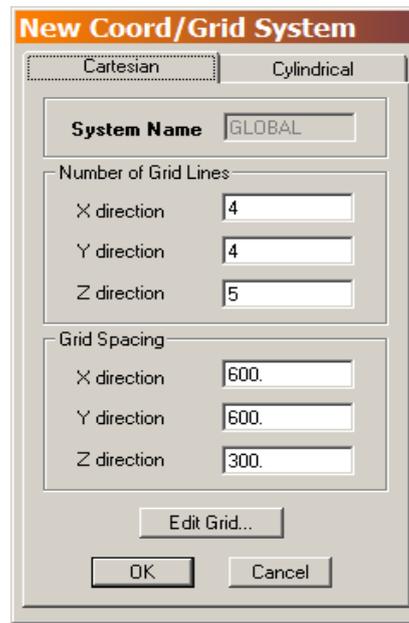
- 1) Buat model struktur klik File > New Model
- 2) Pilih unit yang sesuai dengan ketentuan, dalam contoh ini unit dalam Kg-cm, ini bisa Anda masukkan datanya pada *Initialize Model from Default with Units* : pilih Kg,cm,C, kemudian pada *Select Template* ambil gambar *Grid Only*.



Gambar 2.7 *Grid Only*

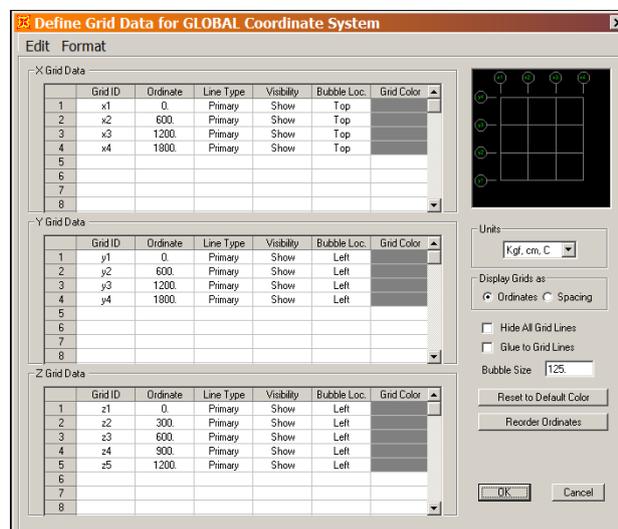


Gambar 2.8 *Dialog Box, New Model*



Gambar 2.9 Dialog Box, New Coord/Grid sistem

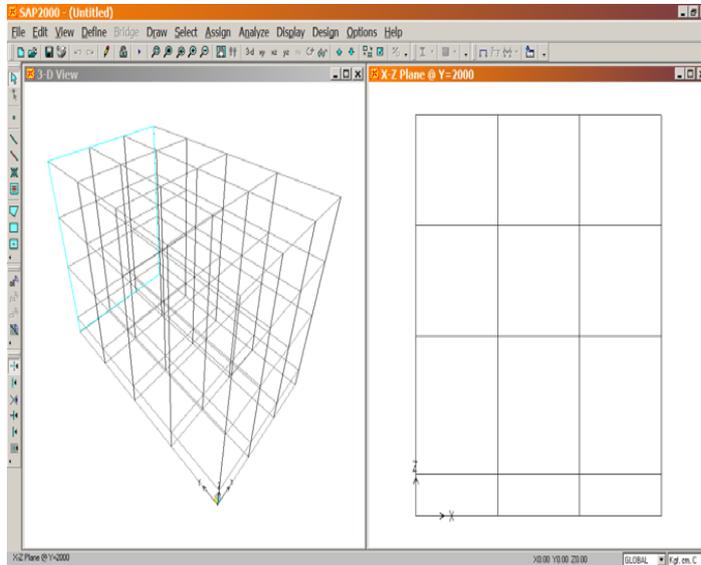
- 3) Kemudian klik *grid*, akan tampil *dialog box* “Define Grid Data for Global Coordinate System”



Gambar 2.10 Define Grid Data for Global Coordinate System

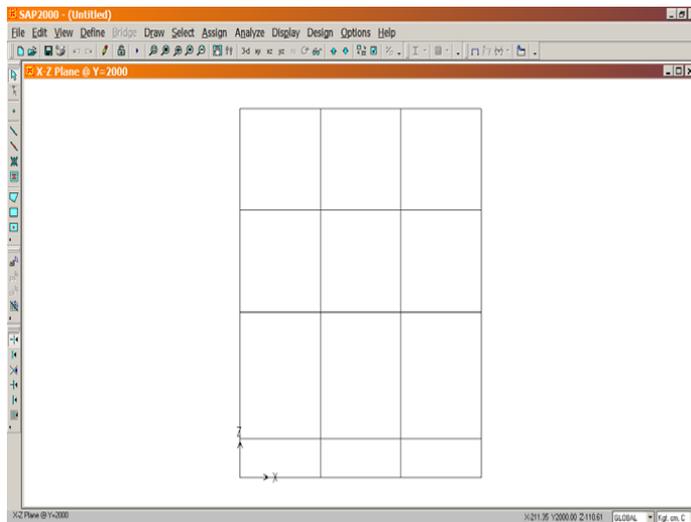
- 4) Setelah *grid* ditentukan klik OK
- 5) Layar monitor akan menampilkan windows dalam pandangan 3-D dan 2-D yang diatur secara vertikal. Window sebelah kanan menampilkan bidang XZ dari model struktur untuk $Y=0$, sedang window sebelah kiri

menampilkan prespektif 3-D dari model struktur, seperti Gambar 2.11 di bawah ini.



Gambar 2.11 Windows SAP

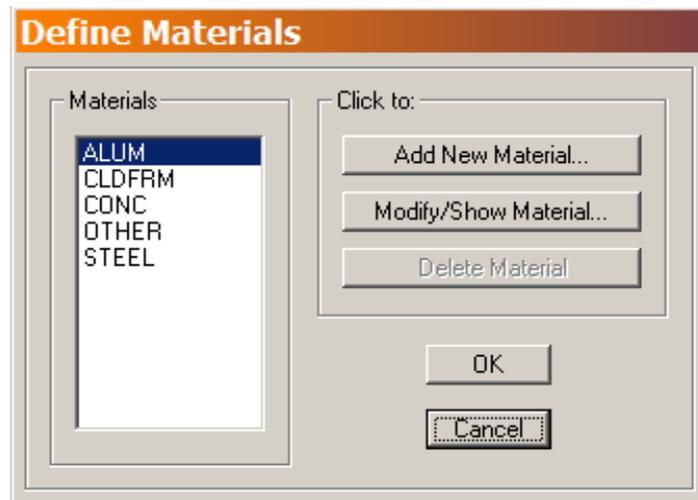
- 6) Untuk melihat penampilan bidang X-Z, Anda klik toolbar  pilih (xz) kemudian akan ditampilkan layar bidang X-Z.



Gambar 2.12 Bentuk Grid 2D XZ

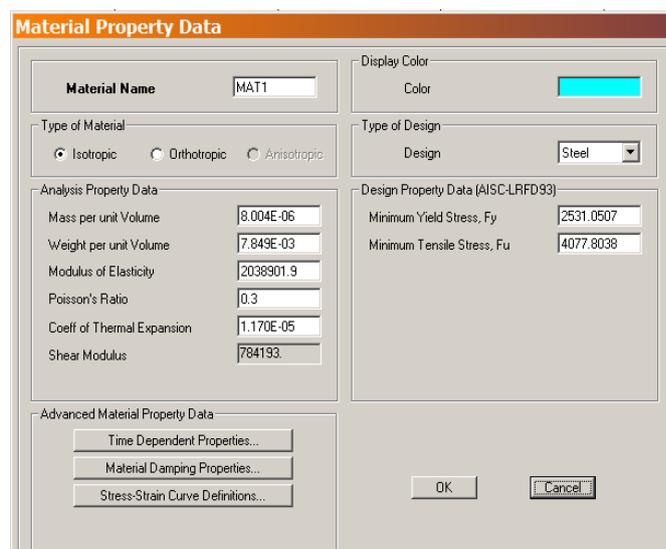
Untuk menentukan material yang digunakan yaitu :

- (a) Pilih menu *Define/Materials*, maka akan muncul dialog box *Define Material*.



Gambar 2.13 Dialog Box Define Materials

- (b) Klik *Add New Material*, maka akan muncul dialog box 'Material Property Data' seperti Gambar 2.14 berikut.



Gambar 2.14 Material Properti Data

(c) Isikan *property material* seperti pada gambar

Gambar 2.15 Material Properti Data
Setelah Data Dimasukkan

(d) Untuk menentukan penampang portal

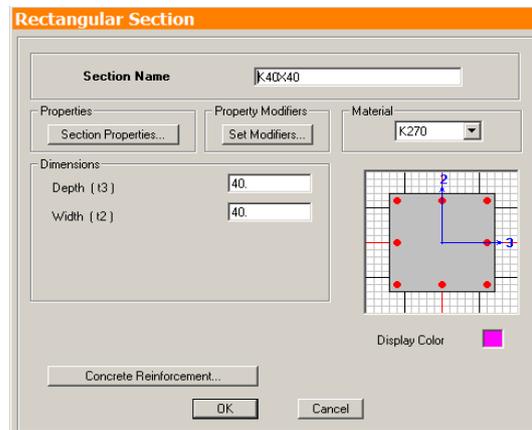
Pilih menu *Define/Frame Sections*, maka akan ditampilkan dialog box *'Frame Properties'*. Kemudian masukkan ukuran kolom dan balok yang direncanakan.

Gambar 2.16 Dialog Box Frame Properties

Untuk menentukan penampang kolom :

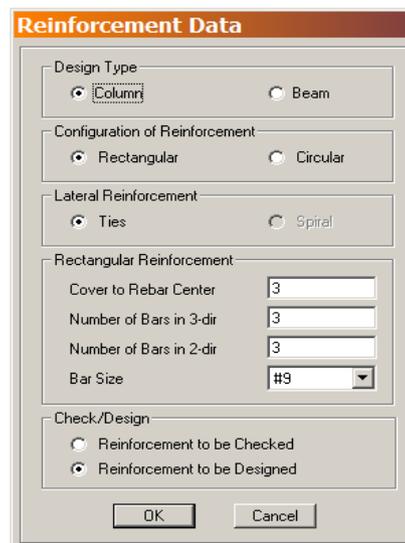
(a) Masukkan ukuran kolom yang akan direncanakan

Pilih *Add I/Wide Flange* kemudian pilih '*Add Rectanglar*' kemudian klik *Add New Property..* maka akan ditampilkan dialog box '*Rectangular Section*' seperti Gambar 2.17 berikut.



Gambar 2.17 *Dialog Box Rectangular Section*

- (b) Isikan nama profil pada *Section Name* dengan Kolom perencanaan penulis, untuk kolom pilih pada *drop down* menu *Material* dengan K-225.
- (c) Isikan tinggi (t3) dengan 40 dan lebar (t2) dengan 40
- (d) Klik *Concrete Reinforcement*.

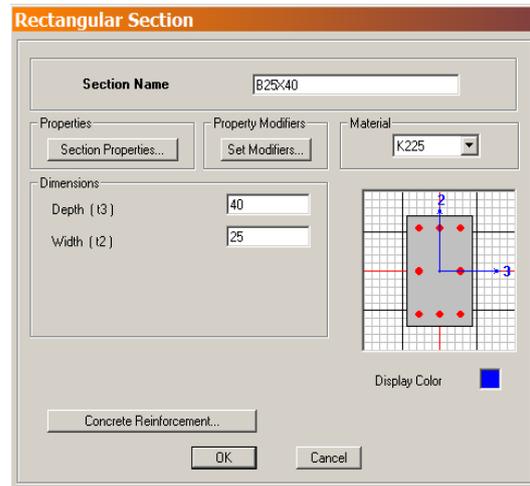


Gambar 2.18 *Dialog Box Reinforcement Data*

Menentukan penampang balok

- (a) Masukkan ukuran balok yang penulis rencanakan

Pilih *Add I/Wide Flange* kemudian pilih '*Add Rectanglar*' kemudian klik *Add New Property*. maka akan ditampilkan dialog box '*Rectangular Section*' seperti Gambar 2.19 berikut.

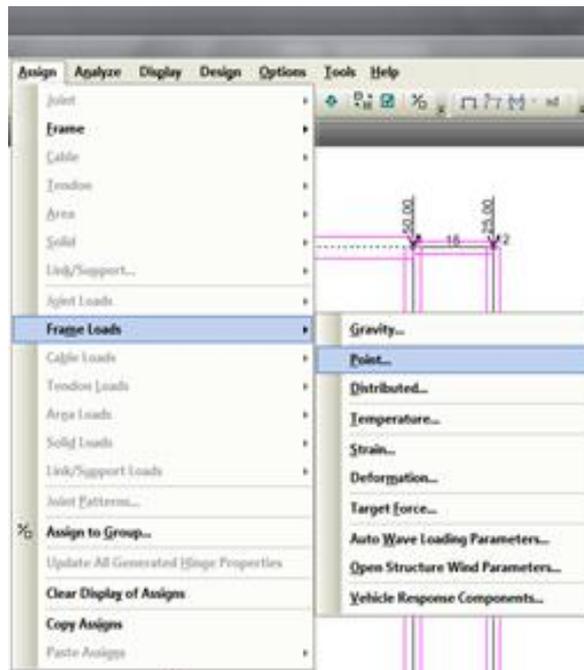


Gambar 2.19 *Dialog Box Rectangular Section*

- (b) Isikan nama profil pada *Section Name* dengan B (balok) yang direncanakan, untuk balok pilih pada *drop down* menu *Material* dengan K220.
- (c) Isikan tinggi (t3) dengan 40 dan lebar (t2) dengan 40
- (d) Klik *Concrete Reinforcement*.

Menginput data akibat beban

- (a) pilih *Assign* pada *toolbar* - *Frame Load* – *Distributed*, setelah tampil pada layar masukkan data-data sesuai dengan perencanaan. Seperti pada gambar 2.18, 2.19, dan 2.20 berikut.



Gambar 2.20 Frame Load

Frame Distributed Loads

Load Case Name: B.MATI Units: KN, m, C

Load Type and Direction: Forces Moments
 Coord Sys: GLOBAL Direction: Gravity

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

Trapezoidal Loads

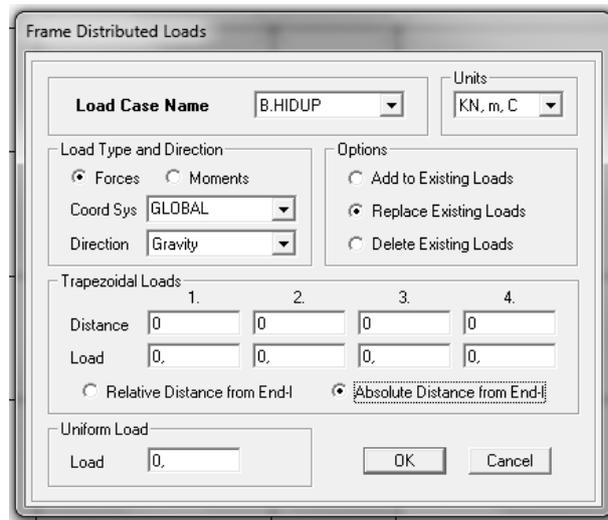
| | 1. | 2. | 3. | 4. |
|----------|----|------|------|----|
| Distance | 0. | 0,25 | 0,75 | 1. |
| Load | 0. | 0. | 0. | 0. |

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

Uniform Load: Load: 0.

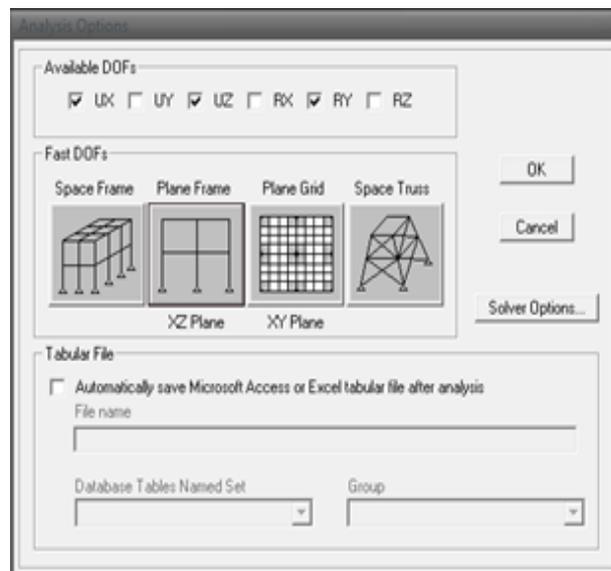
OK Cancel

Gambar 2.21 Beban Akibat Beban Mati

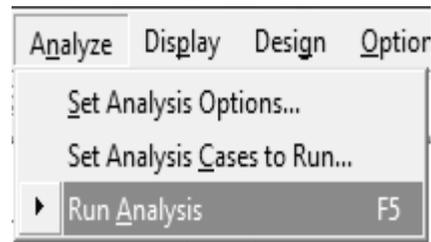


Gambar 2.22 Beban Akibat Beban Hidup

- (b) Setelah beban akibat beban mati dan hidup di input portal tersebut siap untuk di analisis menggunakan Run Analisis. Seperti pada gambar 2.23 berikut.



Gambar 2.23 Set Analysis Options

Gambar 2.24 *Run Analisis*

2.2.5 Perencanaan 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. (Dipohusodo, 1994:287).

Adapun penyelesaian perencanaan kolom dapat dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan berikut :

- a. Beban kolom

$$W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L \quad \dots\dots\dots(2.37)$$

$$M_u = 1,2 M_D + 1,6 M_L \quad \dots\dots\dots(2.38)$$

Keterangan :

M_D = Momen akibat beban mati

M_L = Momen akibat beban hidup

- b. Kolom bersengkang

$$P_n = 0,80 (0,85 f_c' (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y) \quad \dots\dots\dots(2.39)$$

$$\phi P_n = \phi 0,80 (0,85 f_c' (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y) \quad \dots\dots\dots(2.40)$$

$$\phi = 0,65$$

- c. Kolom berspiral (bulat)

$$P_n = 0,85 (0,85 f_c' (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y) \quad \dots\dots\dots(2.41)$$

$$\phi P_n = \phi 0,85 (0,85 f_c' (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y) \quad \dots\dots\dots(2.42)$$

$$\phi = 0,70$$

$$A_g = \frac{1}{4} \pi d^2 \quad \dots\dots\dots(2.43)$$

$$A_{st} = A_g \times \text{jumlah tulangan} \quad \dots\dots\dots(2.44)$$

3 Deformasi

$$\beta.d = \frac{1,2.D}{(1,2.D + 1,6L)} \dots\dots\dots(2.45)$$

Keterangan :

β = Rasio bentang bersih arah memanjang

d = Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik

4 Modulus elastisitas

$$E_c = 4700\sqrt{f'c'} \text{ MPa} \dots\dots\dots(2.46)$$

$$I_k = 1/12 b h^3 \dots\dots\dots(2.47)$$

$$I_b = 1/12 b h^3 \dots\dots\dots(2.48)$$

$$E.I_K = \frac{E_c.I_g}{2,5(1 + \beta.d)} \rightarrow \text{kolom} \dots\dots\dots(2.49)$$

$$E.I_b = \frac{E_c.I_g}{5(1 + \beta.d)} \rightarrow \text{balok} \dots\dots\dots(2.50)$$

5 Beban sentris

Metode pendekatan

$$e = \frac{M_u}{P_u} \dots\dots\dots(2.51)$$

Keterangan :

E = Eksentrisitas

M_u = Momen terfaktor yang bekerja pada penampang

P_u = Beban aksial terfaktor yang bekerja pada Penampang

$$\Psi = \frac{\sum \frac{E.I_k}{L_k}}{\sum \frac{E.I_b}{L_b}} \dots\dots\dots(2.52)$$

6 Rangka tanpa pengaku lateral

$$\frac{Klu}{r} < 22 \dots\dots\dots(2.53)$$

7 Rangka dengan pengaku lateral

$$\frac{Klu}{r} < 34 - 12 \left(\frac{M_{1-b}}{M_{2-b}} \right) \dots\dots\dots(2.54)$$

Keterangan :

K = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan nilai k didapat dari nomogram pada Istimawan halaman 333.

lu = Panjang komponen struktur tekan yang tidak ditopang.

r = Jari-jari putaran potongan lintang komponen struktur tekan.

8 Pembesaran momen

$$M_c = \delta_b x M_{2b} + \delta_s x M_{2s} \dots\dots\dots(2.55)$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1,0 \dots\dots\dots(2.56)$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\phi \sum P_c}} \geq 1,0 \dots\dots\dots(2.57)$$

Kolom dengan pengaku

$$C_m = 0,6 + 0,4x \frac{M_{1B}}{M_{2B}} \geq 0,4 \dots\dots\dots(2.58)$$

Kolom tanpa pengaku

$$C_m = 1,0$$

Keterangan :

M_c = Momen rencana yang diperbesar

δ = Faktor pembesaran momen

P_u = Beban rencana aksial terfaktor

P_c = Beban tekuk Euler

$$\rho = \rho' = \frac{A_s}{bd} \rightarrow A_s = A_s' \dots\dots\dots(2.59)$$

$$\rho = \rho' = \frac{A_{s_{pakai}}}{bd} \dots\dots\dots(2.60)$$

$$d = h - d' \quad \dots\dots\dots(2.61)$$

$$Cb = \frac{600d}{600 + fy} \quad \dots\dots\dots(2.62)$$

$$a_b = \beta_1 x Cb \quad \dots\dots\dots(2.63)$$

$$fs' = \left(\frac{Cb - d}{Cb} \right) x 0,003 \quad \dots\dots\dots(2.64)$$

$$fs' = fy$$

$$\phi Pn = \phi (0,85 x fc' x a_b x b + As' x fs' - As x fy) \quad \dots\dots\dots(2.65)$$

$\phi Pn = Pu \rightarrow$ beton belum hancur pada daerah tarik

2.3 Perhitungan Struktur Bawah

2.3.1 Perencanaan Sloof

Fungsi utama balok sloof adalah sebagai pengikat antar pondasi sehingga diharapkan bila terjadi penurunan pada pondasi, penurunan itu dapat tertahan atau akan terjadi secara bersamaan (Anugrah Pamungkas dan Erny Harianti 2013:97) Adapun penyelesaian perencanaan sloof dapat dihitung dengan langkah-langkah berikut :

- a. Menentukan dimensi sloof
- b. Menentukan pembebanan pada sloof :
 - 1) Berat sloof
 - 2) Berat dinding
 - 3) Berat plesteran
- c. Perhitungan momen
- d. Perhitungan penulangan

Menghitung nilai k

$$k = \frac{Mu}{\phi b d^2} \quad \dots\dots\dots(2.66)$$

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 2002 Pasal 11.3, hal 61 butir ke 2)

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(2.67)$$

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

e. Menghitung nilai A_s

$$A_s = \rho b d_{\text{eff}}, \dots\dots\dots(2.68)$$

A_s = Luas tulangan (mm²)

ρ = Rasio penulangan

d_{eff} = Tinggi efektif pelat (mm)

f. Menentukan diameter tulangan yang dipakai (*Istimawan, Tabel A-4*)

g. Mengontrol jarak tulangan sengkang

h. Untuk menghitung tulangan tumpuan diambil 20% dari luas tulangan atas.

Dengan Tabel A-4 (*Istimawan*) didapat diameter tulangan pakai.

i. Cek apakah tulangan geser diperlukan

$V_u < V_c$, tidak perlu tulangan geser

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

2.3.2 Perencanaan pondasi

Pondasi umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah, dan telapak pondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah. Sebagaimana yang menjadi tugasnya, telapak pondasi harus memenuhi persyaratan untuk mampu dengan aman menebar beban yang diteruskannya sedemikian rupa sehingga kapasitas atau daya dukung tanah tidak dilampaui (*Istimawan Dipohusodo, 1994:342*).

Tiang pancang bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton dan/ atau baja, yang digunakan untuk menentransmisikan (mentransmisikan) bebabn-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah dalam massa tanah (*Joseph E.Bowles,1991:193*).

Jenis-jenis penyaluran beban pada tiang pancang yaitu :

a. *End bearing*

Tiang yang kapasitas dukungnya ditentukan oleh tahanan ujung tiang.

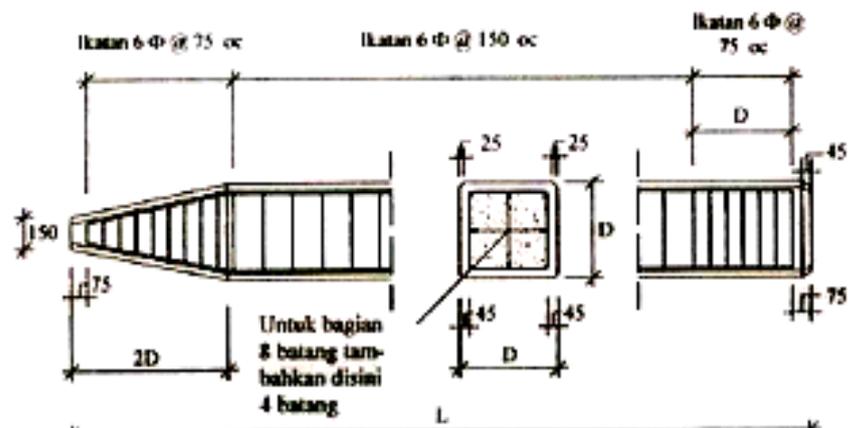
b. *Friction pile*

Tiang yang kapasitas dukungnya ditentukan oleh perlawanan gesek antara dinding tiang dan tanah sekitarnya.

Tiang pancang dapat dibagi dalam 3 macam berdasarkan cara pembuatannya yaitu:

a. *Precast Reinforced Concrete Pile*

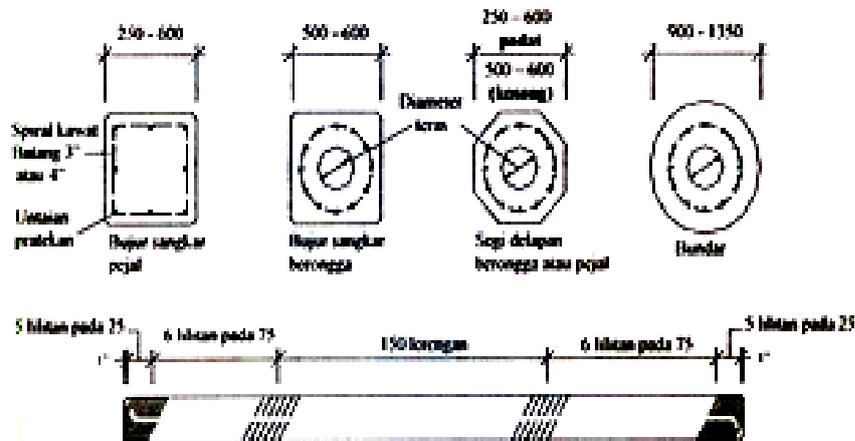
Precast Reinforced Concrete Pile adalah tiang pancang beton bertulang yang dicetak dan dicor dalam acuan beton (bekisting) yang setelah cukup keras kemudian diangkat dan dipancangkan.



Gambar 2.25 Tiang pancang Beton *Precast Concrete pile*

b. *Precast Prestressed Concrete Pile*

Tiang pancang *Precast Prestressed Concrete Pile* adalah tiang pancang beton yang dalam pelaksanaan pencetakannya sama seperti pembuatan beton prestess, yaitu dengan menarik besi tulangnya ketika dicor dan dilepaskan setelah beton mengeras seperti dalam berikut.



Gambar 2.26 Tiang Pancang *Precast Prestressed Concrete Pile*

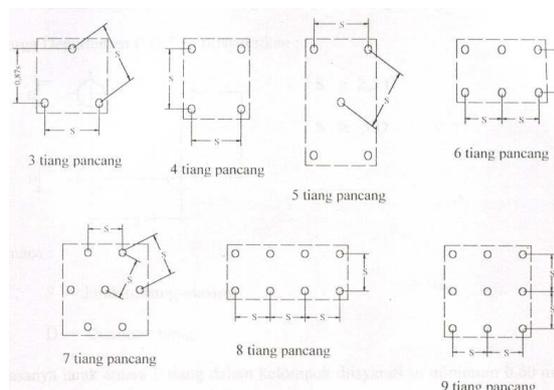
c. *Cast in Place*

Cast in Place merupakan tiang pancang yang dicor ditempat dengan cara membuat lubang ditanah terlebih dahulu dengan cara melakukan pengeboran.

Pada *Cast in Place* ini dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu :

- 1) Dengan pipa baja yang dipancang ke dalam tanah, kemudian diisi dengan beton dan ditumbuk sambil pipa baja tersebut ditarik ke atas.
- 2) Dengan pipa baja yang dipancang ke dalam tanah, kemudian diisi dengan beton sedangkan pipa baja tersebut tetap tinggal di dalam tanah. (Joseph E.Bowles,1991:193).

Pada kenyataan sebenarnya jarang sekali ditemukan tiang pancang yang berdiri sendiri, akan tetapi kita sering mendapatkan pondasi tiang pancang dalam bentuk kelompok, seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.27 Pengelompokan Tiang Pancang

Adapun penyelesaian perhitungan pondasi jenis ini dapat menggunakan langkah-langkah berikut :

Terhadap kekuatan bahan tiang

- a. Kekuatan izin tiang pancang

$$\bar{p} = \bar{\sigma} \times A_{tiang} \dots\dots\dots(2.69)$$

Keterangan :

$\bar{\sigma}$ = Tegangan izin bahan (Kg/cm²)

A = Luas penampang (cm²)

- b. Luas penampang tiang pancang

$$A = \frac{1}{2} a \cdot t \dots\dots\dots(2.70)$$

Keterangan :

t = Tinggi tiang

a = Alas

- c. Menentukan beban – beban yang bekerja pada pondasi,
 d. Menentukan diameter yang digunakan.
 e. Menentukan daya dukung ijin tiang berdasarkan hasil pengujian sondir, daya dukung ijin pondasi tiang dapat dihitung dengan rumus :

$$Q \text{ ijin} = \frac{qc \times Ab}{Fb} + \frac{JHP \times O}{Fs} \dots\dots\dots(2.71)$$

Keterangan :

Q ijin = Daya dukung ijin tiang (kg)

Qc = Nilai tahanan konus di ujung tiang (kg/cm²)

Ab = Luas penampang ujung tiang (cm²)

JHP = Jumlah hambatan pelekat (kg/cm)

O = Keliling penampang tiang (cm)

Fb = Faktor keamanan daya dukung ujung (Fb = 3)

Fs = Faktor keamanan daya dukung gesek (Fs = 5)

- f. Menentukan jarak tiang yang digunakan, $1,5D < S < 3,5D$

- g. Menentukan efisiensi kelompok tiang,

Persamaan dari Uniform Building Code:

$$\text{Eff}\eta = 1 - \frac{\theta}{90} \left\{ \frac{(n-1) + (m-1)n}{m.n} \right\} \dots\dots\dots(2.72)$$

Keterangan :

m = Jumlah baris

n = Jumlah tiang dalam satu baris

$\theta = \text{Arc tan } \frac{d}{s}$ (derajat)

d = Diameter tiang

s = Jarak antar tiang (as ke as)

8 Menentukan kemampuan tiang terhadap sumbu x dan sumbu y

$$P_{maks} = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{My.X_{maks}}{ny.\sum X^2} \pm \frac{Mx.Y_{maks}}{nx.\sum Y^2} \dots\dots\dots(2.73)$$

Keterangan :

Pmax = Beban yang diterima oleh tiang pancang

$\sum V$ = Jumlah total beban

Mx = Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus pada sumbu x

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

n = Banyak tiang pancang dalam kelompok tiang pancang

Xmax = Absis terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang

Ymax = Ordinat terjauh tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang

ny = Banyaknya tiang pancang dalam satu baris dalam arah sumbu Y

nx = 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

9 Menentukan tebal tapak pondasi Tinggi efektif (d_{eff}) = $h - p - D - \frac{1}{2}D$

Untuk aksi satu arah :

Gaya geser terfaktor

$$V_u = n.P_u \dots\dots\dots(2.74)$$

Gaya geser nominal

$$\phi V_c = \phi \cdot 1/6 b_w \cdot d \cdot \sqrt{f_c'} ; b_w = B \dots\dots\dots(2.75)$$

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

j. Penulangan Poer

$$\rho = \frac{1}{2} \cdot \left(1 \sqrt{1 - 4 \times \frac{f_y}{1,7 \cdot f_c'} \times \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y}} \right) \cdot \frac{1,7 \cdot f_c'}{f_y} \dots\dots\dots(2.76)$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \dots\dots\dots(2.77)$$

k. Perhitungan Tulangan Senggang

$$A_v = 2 \cdot 1/4 \pi d^2 \dots\dots\dots(2.78)$$

$$A_v = \frac{1}{3} + \frac{b_w S}{f_y} \dots\dots\dots(2.79)$$

$$S = \frac{3 A_v f_y}{350} \dots\dots\dots(2.80)$$

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

2.4 Pengelolaan Proyek

Manajemen diartikan sebagai kemampuan untuk memperoleh hasil dalam rangka mencapai tujuan melalui kegiatan sekelompok orang. Berdasarkan para ahli disimpulkan bahwa manajemen dapat didefinisikan dari beberapa aspek. Meskipun demikian, pengertian manajemen pada dasarnya mencakup suatu metode/teknik atau proses untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara sistematis dan efektif, melalui tindakan-tindakan perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*) dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara efisien. (Irika Widiasanti dan Lenggogeni 2013:23).

2.4.1 Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)

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.

Untuk dapat menyusun rencana kerja dan syarat-syarat yang baik dibutuhkan :

- a. Gambar kerja proyek
- b. Rencana anggaran biaya pelaksanaan proyek
- c. Bill Of Quality (BOQ) atau daftar volume pekerjaan
- d. Data lokasi proyek berada
- e. Data sumber daya yang meliputi material, peralatan, sub kontraktor yang tersedia di sekitar lokasi pekerjaan proyek berlangsung
- f. Data sumber daya yang meliputi material, peralatan, sub kontraktor yang harus didatangkan ke lokasi proyek
- g. Data kebutuhan tenaga kerja dan ketersediaan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan
- h. Data cuaca atau musim di lokasi pekerjaan proyek
- i. Data jenis transportasi yang dapat digunakan di sekitar lokasi proyek
- j. Metode kerja yang digunakan untuk melaksanakan masing- masing item pekerjaan
- k. Data kapasitas produksi meliputi peralatan, tenaga kerja, sub kontraktor, material
- l. Data keuangan proyek meliputi arus kas, cara pembayaran pekerjaan, tenggang waktu pembayaran progress, dll.

2.4.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

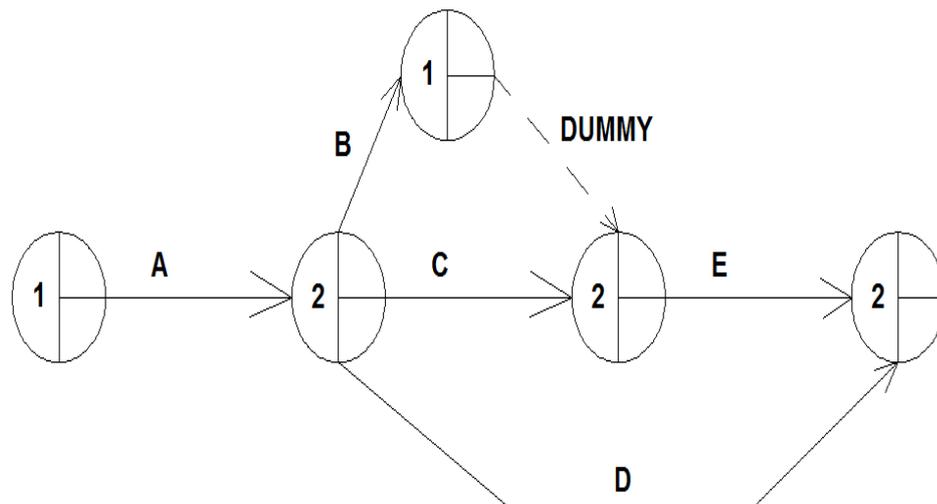
Menurut Sugeng Djojowiriono, 1984, Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek merupakan perkiraan biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi sehingga akan diperoleh biaya total yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek.

2.4.3 Rencana Pelaksanaan

Rencana pelaksanaan proyek bangunan terbagi menjadi 3 yaitu :

a. NWP (*Network Planning*)

Menurut Sofwan Badri (1997 : 13) dalam bukunya “Dasar-Dasar Network Planning” adalah sebagai berikut: “*Network planning* pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan (variabel) yang digambarkan / divisualisasikan dalam diagram *network*”. Dengan demikian diketahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, bila perlu dilembur (tambah biaya), pekerjaan mana yang menunggu selesainya pekerjaan yang lain, pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa-gesa sehingga alat dan tenaga dapat digeser ke tempat lain demi efisiensi. Berikut contoh gambar *Network Planning*.



Gambar 2.28 *Network Planning*

b. Diagram Batang (*Barchart*)

Dalam dunia konstruksi, teknik penjadwalan yang paling sering digunakan adalah *Barchart* atau diagram batang atau bagan balok. *Barchart* adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan

menempatkan balok horizontal dibagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. (Irika Widiyanti dan Lenggogeni 2013:77).

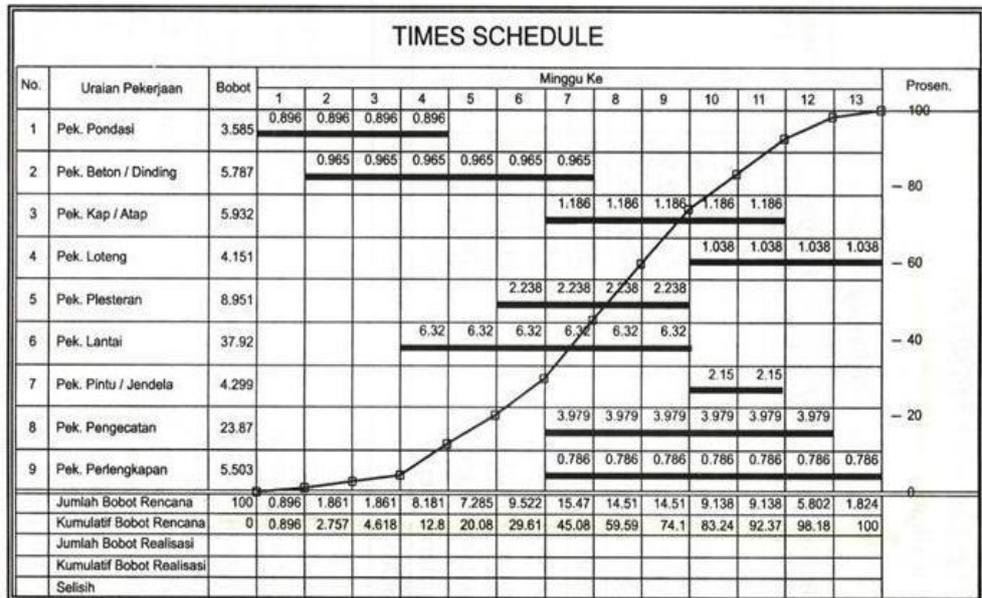
| JADWAL WAKTU PELAKSANAAN (TIME SCHEDULE) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| No | Uraian pekerjaan | Bobot (%) | Waktu Pelaksanaan | | | | | | | | Keterangan | | | | | | | |
| | | | Minggu ke | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | 8 | | | | | | |
| 1 | Pekerjaan pengukuran | 0,0984 | 0,10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Pekerjaan Bowplank | 0,2461 | 0,25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Pekerjaan Galian | 0,8038 | 0,80 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Urugan bekas galian | 0,1837 | | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | | | | | | | | | | | |
| 5 | Pek Pasangan Fondasi Batu kali | 8,6119 | | 2,15 | 2,15 | 2,15 | 2,15 | | | | | | | | | | | |
| 6 | Pekerjaan Sloof | 1,9684 | | 0,49 | 0,49 | 0,49 | 0,49 | | | | | | | | | | | |
| 7 | Pekerjaan Kolom | 0,8202 | | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | | | | | | | | |
| 8 | Pek.pasangan Bata | 20,5046 | | 3,42 | 3,42 | 3,42 | 3,42 | 3,42 | 3,42 | 3,42 | | | | | | | | |
| 9 | Pek.ring balk | 0,6561 | | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | | | | | | | | |
| 10 | pek.pasang kusen | 4,9211 | | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | | | | | | | | |
| 11 | pek.daun pintu dan jendela | 3,4448 | | | | | | | | 3,42 | 0,02 | | | | | | | |
| 12 | Pek.plesteran dan acian | 12,3027 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Pekerjaan rangka atap | 19,6844 | | | | | | | | 9,84 | 9,84 | | | | | | | |
| 14 | pekerjaan penutup atap | 5,4132 | | | | | | | | | 2,71 | 2,71 | | | | | | |
| 15 | pekerjaan keramik lantai | 4,9211 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | pekerjaan keramik diding wc | 0,3937 | | | | | | | | | | | 0,39 | | | | | |
| 17 | Instalasi listrik | 2,2965 | | | | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | | | | | | | |
| 18 | Instalasi air bersih | 1,4927 | | | | | | | 0,49 | 0,49 | 0,49 | | | | | | | |
| 19 | Instalasi air kontor | 1,8664 | | 0,94 | 0,94 | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | Pek.pasang plafond | 4,2650 | | | | | | | | 1,42 | 1,42 | 1,42 | | | | | | |
| 21 | Pek. Pengecatan | 4,1009 | | | | | | | | | 1,37 | 1,37 | 0,36 | | | | | |
| 22 | pek.akhir | 0,9842 | | | | | | | | | | | | 0,98 | | | | |
| | Jumlah | 100 | 0,10 | 1,46 | 3,63 | 2,81 | 7,05 | 9,30 | 7,14 | 6,60 | 7,10 | 7,10 | 5,89 | 14,74 | 15,34 | 9,39 | 1,37 | 0,98 |
| | Kumulatif | | 0,10 | 1,56 | 5,19 | 8,00 | 15,04 | 24,34 | 31,48 | 38,08 | 45,19 | 52,29 | 58,18 | 72,92 | 88,26 | 97,65 | 99,02 | 100,00 |

Gambar 2.29 Barchart

c. Kurva S

Kurva S adalah grafik yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulati biaya atau penyelesaian (*progress*) kegiatan dan sumbu horizontal sebagai waktu. (Irika Widiyanti dan Lenggogeni 2013:152). Kegunaan kurva S adalah :

- 1) Untuk menganalisis kemajuan/progres suatu proyek secara keseluruhan.
- 2) Untuk mengetahui pengeluaran dan kebutuhan biaya pelaksanaan proyek.
- 3) Untuk mengontrol penyimpangan yang terjadi pada proyek dengan membandingkan kurva S rencana dengan kurva S aktual.



Gambar 2.30 Kurva S