

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Aturan Perhitungan**

Secara umum tujuan dalam perencanaan struktur suatu konstruksi bangunan adalah untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, awet dan memenuhi tujuan-tujuan lainnya seperti ekonomi dan kemudahan pelaksanaan tapi tidak mengurangi mutu bangunan tersebut, sehingga dapat digunakan sesuai dengan fungsi utama yang diinginkan oleh perencana.

Dalam perencanaan suatu konstruksi gedung diperlukan aturan serta teori dan ilmu tentang kekuatan bahan serta berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia. Penyelesaian perhitungan bangunan gedung berpedoman pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia, yang diantaranya adalah:

1. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Gedung, (SNI 03-2847-2002). Oleh Badan Standardisasi Nasional. Tata cara ini memuat persyaratan-persyaratan umum serta ketentuan teknis perencanaan dan pelaksanaan struktur beton untuk bangunan gedung sebagai acuan perencanaan dan pelaksanaan untuk mencapai struktur yang aman dan ekonomis.
2. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung (SKBI-1.3.53.1987). Oleh Departemen Pekerjaan Umum. Pedoman ini digunakan untuk menentukan beban yang diizinkan dalam merencanakan bangunan rumah dan gedung. Ketentuan ini memuat beban-beban yang harus diperhitungkan dalam perencanaan bangunan.
3. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002). Oleh Badan Standardisasi Nasional. Tata cara ini memuat seluruh peraturan-peraturan konstruksi baja yang digunakan secara ekonomis dan aman.

## **2.2. Ruang Lingkup Perencanaan**

### **2.2.1. Tahap Perencanaan**

#### 1. Tahap Pra-Perencanaan

Hal-hal yang berkaitan dengan tahap praperencanaan, yaitu :

- a. Sketsa denah proyek, tampak, potongan, serta detail-detail dan perlengkapan lainnya.
- b. Penjelasan dari penggunaan setiap lantai dan ruangan.
- c. Sistem komponen vertikal dan horizontal.
- d. Rencana dan komponen-komponen non-struktural, misalnya dinding struktural yang berfungsi sebagai sekat/partisi.

#### 2. Tahap Perencanaan

Tahap perencanaan meliputi :

##### a. Perencanaan bentuk arsitek bangunan

Biasanya pihak perencana belum memperhitungkan kekuatan bangunan sepenuhnya, atau menerjemahkan keinginan pemilik dengan gambar mengenai desain/bentuk bangunannya.

1. Rencana tata ruang
2. Rencana pencahayaan
3. Rencana fasilitas
4. Rencana sirkulasi udara
5. Rencana artistik

##### b. Perencanaan struktur bangunan

Pada tahap ini, perencana mulai menghitung komponen struktur dari bentuk gambar arsitektur yang telah ada. Lalu perencana mulai menyesuaikan komponen struktur dengan gambar / bentuk dari arsitek agar memenuhi syarat konstruksi aman, kuat, dan nyaman untuk ditempati namun masih berdasarkan prinsip ekonomis.

##### c. Perencanaan sistem mekanikal-elektrikal

###### 1. Sistem penyediaan air bersih

- a. Kebutuhan air bersih yang akan digunakan untuk membantu pelaksanaan proyek

- b. Sumber air bersih
- c. Distribusi air bersih
- 2. Sistem buangan air yang telah terpakai dan buangan sampah
- 3. Sistem pencegahan kebakaran
- 4. Sistem transportasi vertikal
- 5. Sistem tata udara
- 6. Sistem penerangan
- 7. Sistem daya listrik
- 8. Sistem komunikasi

### **2.2.2. Perencanaan Konstruksi**

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

Adapun dua struktur pendukung gedung, yaitu :

#### **1. Struktur bangunan atas**

Perencanaan dari segi arsitektur harus mampu menjamin mutu baik dari segi keamanan maupun kenyamanan bagi penghuni dan penggunaannya. Kemudian bahan yang digunakan sebagai bahan dasar konstruksi hendaknya memenuhi kriteria yang telah ditetapkan, yaitu :

- a. Tahan api
- b. Kuat
- c. Mudah diperoleh, menggunakan bahan yang ada didaerah pelaksanaan proyek
- d. Awet untuk pemakaian dalam jangka waktu yang lama
- e. Ekonomis
- f. Perawatan yang mudah

Dari kriteria yang ada, maka sebagian komposisi struktur utama gedung ini menggunakan struktur beton bertulang.

Perhitungan perencanaan untuk struktur bangunan atas meliputi :

- a. Perhitungan atap
- b. Perhitungan tangga
- c. Perhitungan portal
  - Perhitungan balok
  - Perhitungan kolom

## 2. Struktur bangunan bawah

Merupakan sistem pendukung bangunan yang menerima beban struktur atas, untuk meneruskan ketanah.

Perhitungan struktur bangunan bawah meliputi :

- a. Perhitungan sloof
- b. Perhitungan pondasi

## 2.3. Metode Perhitungan

### 2.3.1. Perencanaan Atap

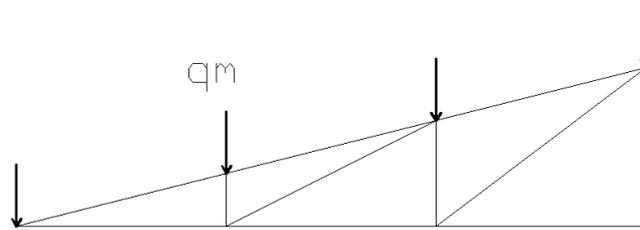
Sebagai salah satu elemen struktur dari sebuah bangunan, rangka atap juga perlu diperhitungkan terhadap beban-beban yang diterimanya. Selain itu, rangka atap merupakan suatu bagian dari struktur gedung yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan penutup atap sehingga dalam perencanaan, pembebanan tergantung dari jenis penutup atap yang digunakan.

Pembebanan yang bekerja pada rangka atap adalah :

#### a. Beban mati

Beban mati adalah beban dari semua bagian atap yang tidak bergerak, beban tersebut adalah :

- Beban sendiri kuda-kuda
- Beban penutup atap
- Beban Gording

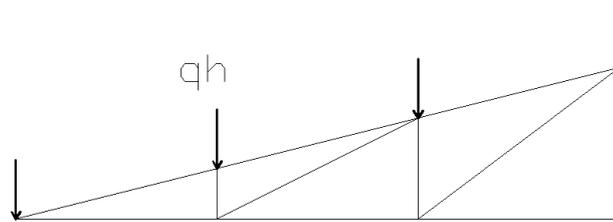


Gambar 2.1 Pembebanan Mati

b. Beban Hidup

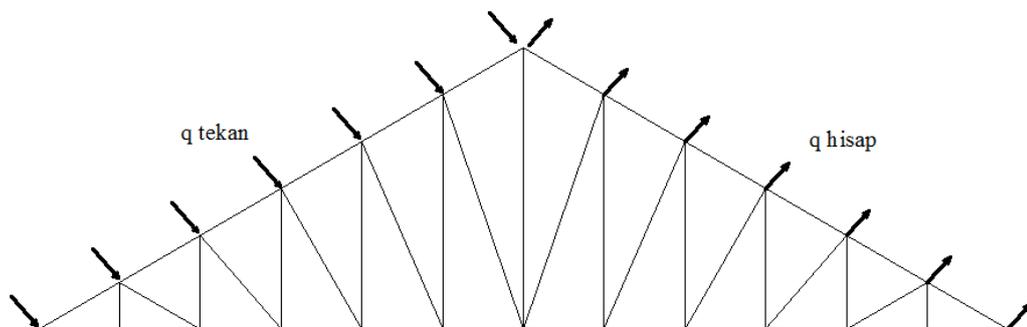
Beban hidup adalah beban yang terjadi akibat pengerjaan maupun akibat penggunaan gedung itu sendiri, termasuk didalamnya adalah :

- Beban pekerja
- Beban air hujan



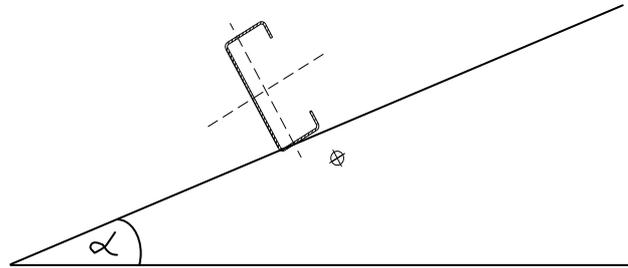
Gambar 2.2 Pembebanan Hidup

- Beban angin



Gambar 2.3 Pembebanan Angin

## 1. Perencanaan Gording



Gambar 2.4 Komponen Gaya Profil Kanal Kait

Struktur gording direncanakan kekuatannya berdasarkan pembebanan beban mati dan beban hidup. Kombinasi pembebanan yang ditinjau adalah beban pada saat pemakaian yaitu beban mati ditambah beban air hujan, sedangkan beban sementara yaitu beban-beban mati ditambah beban pekerja pada saat pelaksanaan.

Apabila gording ditempatkan dibawah penutup atap, maka komponen beban atap dipindahkan tegak lurus ke gording, maka terjadi pembebanan sumbu ganda terjadi momen pada sumbu x dan y adalah  $M_x$  dan  $M_y$ .

Perencanaan untuk lentur

### a. Metode elastis

- Suatu komponen struktur yang memikul lentur terhadap sumbu x harus memenuhi  $M_{ux} \leq \phi M_n$
- Suatu komponen struktur yang memikul lentur terhadap sumbu y harus memenuhi  $M_{uy} \leq \phi M_n$

### b. Metode Plastis

Suatu komponen stuktur yang membebani momen lentur harus memenuhi  $M_u \leq \phi M_n$ .

Momen nominal untuk penampang kompak yang memenuhi  $\lambda \leq \lambda_p$ , kuat lentur nominal penampang adalah

$$M_n = M_p$$

Untuk penampang tak kompak yang memenuhi  $\lambda_p < \lambda < \lambda_r$ , kuat lentur nominal penampang ditentukan sebagai berikut :

$$M_n = M_p - (M_p - M_r) \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p}$$

Sumber: SNI 03-1729-2002, Hal 36

## 2. Perencanaan Rangka Kuda – Kuda

Kuda-kuda diperhitungkan terhadap pembebanan :

- Beban Mati
  - Beban Kuda-kuda
  - Beban Gording
  - Beban Penutup atap
- Beban Hidup
  - Beban Air Hujan
  - Beban Angin dari sebelah kiri
  - Beban Angin dari sebelah kanan

Perhitungan konstruksi rangka dapat dihitung menggunakan beberapa cara, antara lain :

- a) Cara grafis, terdiri dari :
  - Keseimbangan titik simpul
  - Cremona
- b) Cara analisis, terdiri dari
  - Keseimbangan titik simpul

Keseimbangan titik simpul ini harus memenuhi persyaratan :

  - Batang-batang harus kaku dan simpul.
  - Sambungan pada titik buhul / simpul engsel tidak terjadi geseran.
  - Penyambungan batang adalah sentris yakni sumbu-sumbu batang bertemu pada satu titik.

- Pembebanan yang menyebar dapat dipindahkan pada titik simpul yang bersangkutan.
- Ritter  
 Cara ini biasanya digunakan untuk mengontrol pekerjaan dari cara cremona dan langsung menghitung gaya batang yang lain. Cara memotong rangka konstruksi harus benar – benar lepas satu sama lain. Gaya – gaya terpotong yang belum diketahui arah besarnya maka dianggap gaya tarik.

### 3. Perencanaan Sambungan

Dalam perencanaan sambungan pada struktur rangka kuda-kuda, direncanakan menggunakan sambungan baut.

#### a. Perencanaan baut

Suatu baut yang memikul gaya terfaktor,  $R_u$ , harus memenuhi

$$R_u \leq \phi R_n$$

#### b. Baut dalam geser

Kuat geser rencana dari satu baut dihitung sebagai berikut :

$$V_d = \phi_f V_n = \phi_f r f_u^b A_b$$

#### c. Baut yang memikul gaya tarik

Kuat tarik rencana satu baut dihitung sebagai berikut :

$$T_d = \phi_f T_n = \phi_f 0,75 f_u^b A_b$$

#### d. Kuat tumpu

Apabila jarak lubang tepi terdekat dengan sisi pelat dalam arah kerja gaya  $> 1,5$  kali diameter lubang, jarak antar lubang  $> 3$  kali diameter lubang, dan ada lebih dari satu baut dalam arah kerja gaya, maka kuat rencana tumpu dapat dihitung sebagai berikut :

$$R_d = \phi_f R_n = 2,4 \phi_f d_b t_p \quad 2-9$$

#### e. Pelat pengisi pada sambungan yang tebal antara 6 mm – 20 mm, kuat geser nominal satu baut yang ditetapkan harus dikurangi 15%.

#### f. Sambungan tanpa slip

Pada sambungan tipe friksi yang menggunakan baut mutu tinggi yang slipnya dibatasi, satu baut yang hanya memikul gaya geser terfaktor,  $V_u$ , dalam bidang permukaan friksi harus memenuhi :

$$V_u = V_d (= \phi V_n)$$

g. Tata letak baut

Jarak antar pusat lubang pengencang tidak boleh kurang dari 3 kali diameter nominal pengencang. Jarak antara pusat pengencang tidak boleh melebihi  $15 t_p$ .

### 2.3.2. Perencanaan Pelat Lantai

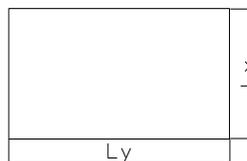
Pelat merupakan struktur bidang (permukaan) yang lurus, (datar atau melengkung) yang tebalnya jauh lebih kecil dibanding dengan dimensi yang lain.

Berdasarkan geometrinya pada pelat yang ditumpu balok pada keempat sisinya pelat dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Pelat Satu Arah (One Way Slab)
2. Pelat Dua Arah (Two Way Slab)

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

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



Gambar 2.5  $L_y, L_x$  Pada Pelat Satu Arah

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

a. Penentuan Tebal Pelat

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

Tabel 2.1 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 pelat rusuk satu arah	1/16	1/18,5	1/21	1/8

Sumber : SNI 03-2847-2002, Hal 63

Catatan :

- \* Panjang bentang dalam mm (milimeter)
- \* Nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan berat beton normal  $24 \text{ KN/m}^3$  dan baja tulangan BJTD mutu 40.

Untuk kondisi lain, nilai diatas harus dimodifikasi sebagai berikut :

- Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis diantara  $1500 \text{ kg/m}^3$  sampai  $2000 \text{ kg/m}^3$ , nilai harus dikalikan dengan  $(1,65 - 0,00 w_c)$  tetapi tidak kurang dari 1,09 dimana  $w_c$  adalah berat jenis dalam  $\text{kg/m}^3$ .
- Untuk  $f_y$  selain 400 Mpa nilainya harus dikalikan dengan :

$$0,4 + \frac{fy}{700}$$

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

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

$W_D$  = Jumlah Beban Mati Pelat (KN/m)

$W_L$  = Jumlah Beban Hidup Pelat (KN/m)

- c. Menghitung Momen Rencana ( $M_u$ ) Baik Dengan Cara Tabel Atau Analisis

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

- Jumlah minimum bentang yang ada haruslah minimum 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.
- Beban yang bekerja merupakan beban terbagi rata.
- Beban hidup per satuan panjang tidak melebihi tiga kali beban mati per satuan panjang.
- Komponen struktur adalah prismatis.

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

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

Tabel 2.2 Perkiraan Tebal Selimut Beton

	<b>Tebal Selimut Minimum (mm)</b>
a. Beton yang dicor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah	75
b. Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca :	
1. Batang D-19 hingga D-56.....	50
2. Batang D-16, jaring kawat polos atau ulir D-16 dan yang lebih kecil.....	40
c. Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau tanah :	
1. Pelat, dinding, pelat berusuk :	
Batang D-44 dan D-56.....	40
Batang D-36 dan yang lebih kecil.....	20
2. Balok, kolom :	
Tulangan utama, pengikat, sengkang, lilitan spiral.....	40
3. Komponen struktur cangkang, pelat lipat :	
Batang D-19 dan yang lebih besar.....	20
Batang D-16, jaring kawat polos atau ulir P16 dan yang lebih kecil.....	15

Sumber : SNI 03-2847-2002, Hal 41

e. Menghitung  $K_{perlu}$ .

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

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

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

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

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

$\phi$  = Faktor kuat rencana (SNI 2002 pasal 11.3, hal 61 butir ke-2)

f. Menentukan Rasio Penulangan ( $\rho$ ) dari tabel.

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

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

g. Hitung  $A_s$  yang diperlukan.

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

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

$\rho$  = rasio penulangan

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

h. Memilih Tulangan Pokok Yang Akan Dipasang Beserta Tulangan Suhu Dan Susut Dengan Menggunakan Tabel.

Untuk tulangan suhu dan susut dihitung berdasarkan peraturan SNI 2002 Pasal 9.12, yaitu :

1. Tulangan susut dan suhu harus paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebagai berikut, tetapi tidak kurang dari 0,0014 :

Tabel 2.3 Rasio tulangan susut dan suhu

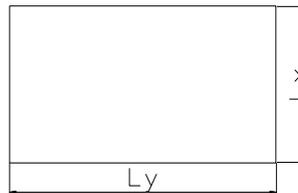
a) Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300 .....	0,0020
b) Pelat yang menggunakan batang ulir atau jaring kawat las (polos atau ulir) mutu 400.....	0,0018
c) Pelat yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 400 Mpa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35%.....	$0,0018 \times 400 / f_y$

Sumber : SNI 03-2847-2002, Hal 48

2. Tulangan susut dan suhu harus dipasang dengan jarak tidak lebih dari lima kali tebal pelat, atau 450 mm.

## 2. 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 dari sisi-sisinya.



Gambar 2.6  $L_y, L_x$  Pelat Dua Arah

Berikut adalah prosedur perencanaan perhitungan pelat dua arah :

### a. Menghitung H Minimum Pelat

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

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

Tabel 2.4 Tebal minimum Pelat

Tegangan Leleh (Mpa)	Tanpa Penebalan		Dengan Penebalan			
	Panel Luar		Panel Dalam	Panel Luar		Panel Dalam
	Tanpa Balok Pinggir	Dengan Balok Pinggir		Tanpa Balok Pinggir	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	$L_n/28$	$L_n/31$	$L_n/31$	$L_n/31$	$L_n/34$	$L_n/34$

Sumber : SNI 03-2847-2002, Hal 66

2. Untuk  $\alpha m$  lebih besar dari 0,2 tapi tidak lebih dari 2,0, ketebalan pelat minimum harus memenuhi :

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

Dan tidak boleh kurang dari 120 mm.

3. Untuk  $\alpha m$  lebih besar dari 2,0, ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari :

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

Dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

Dimana :

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

$E_{cb}$  = modulus elastis balok beton

$E_{cs}$  = modulus elastis pelat beton

$I_b$  = Inersia balok

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

$I_s$  = Inersia pelat

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

$\ln$  = jarak bentang bersih (mm)

$h$  = tinggi balok

$t$  = tebal pelat

$\beta$  = rasio bentang panjang bersih terhadap bentang pendek bersih pelat

Sumber : SNI 03-2847-2002, Hal 66

- b. Menghitung Beban Rencana Pelat

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

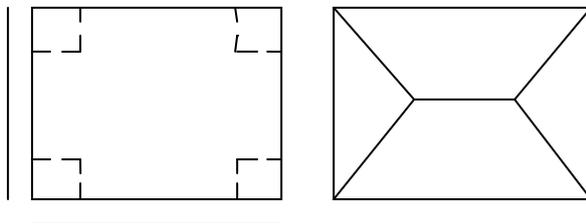
$W_{DD}$  = Jumlah beban mati pelat (KN/m)

$W_{LL}$  = Jumlah beban hidup pelat (KN/m)

c. Menghitung Momen Rencana ( $M_u$ )

Mencari momen yang bekerja pada arah x dan y, dengan cara penyaluran “metode amplop” (W.C Vis dan Gideon Kusuma, Jilid IV:1993)

I.



$$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

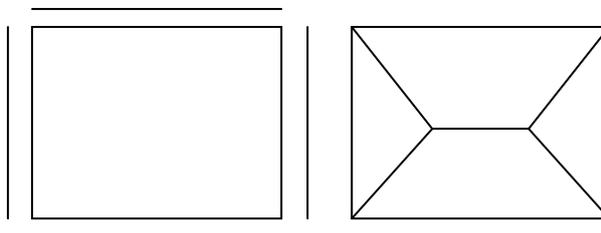
$$M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$$

$$M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$$

II.



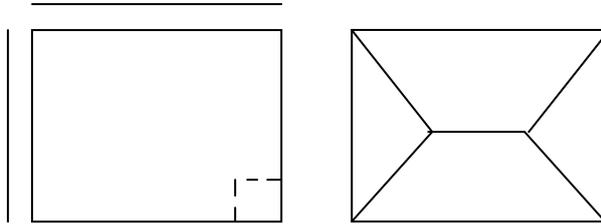
$$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

III.



$$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

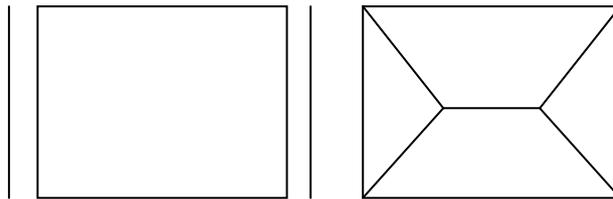
$$M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$$

$$M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$$

IV.<sup>A</sup>

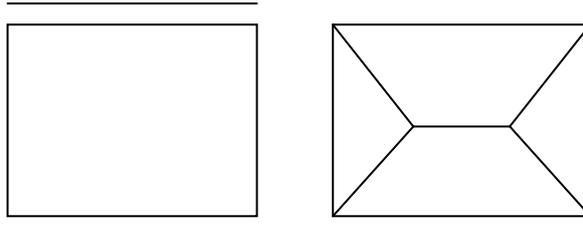
$$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$$

IV.<sup>B</sup>

$$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

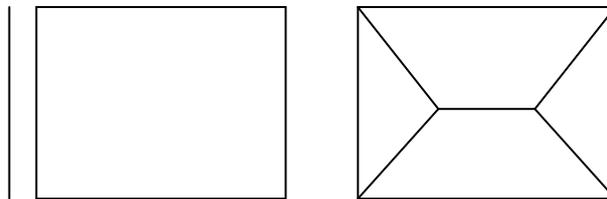
$$M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$$

V.<sup>A</sup>



$$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

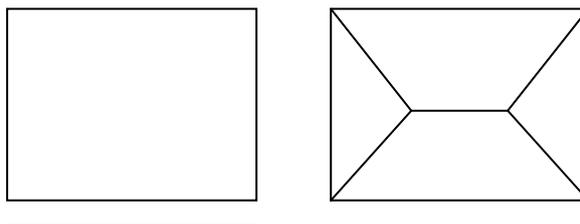
$$M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$$

$$M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$$

V.<sup>B</sup>



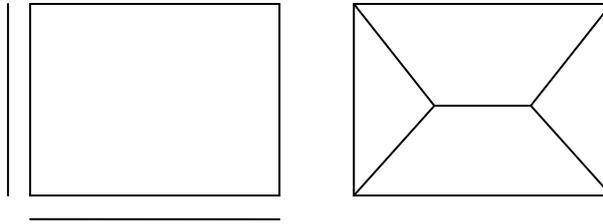
$$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$$

$$M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$$

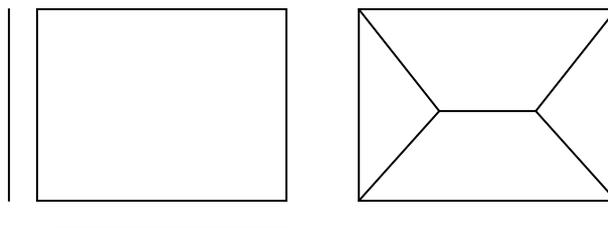
VI.<sup>A</sup>

$$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$$

VI.<sup>B</sup>

$$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L^2 \times \text{Koefisien momen}$$

$$M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$$

d. Menentukan tinggi efektif ( $d_{eff}$ )

$$d_x = h - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan arah } x$$

$$d_y = h - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan arah } x - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan arah } y$$

e. Menghitung  $K_{perlu}$ 

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

- $k$  = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan (Mpa)  
 $M_u$  = Momen terfaktor pada penampang (KN/m)  
 $b$  = Lebar penampang ( mm) diambil 1m  
 $d_{eff}$  = Tinggi efektif pelat (mm)  
 $\phi$  = Faktor kuat rencana (SNI 2002 pasal 11.3, hal 61 butir ke-2)
- f. Menentukan rasio penulangan ( $\rho$ ) dari tabel.  
 Jika  $\rho > \rho_{max}$ , maka pelat dibuat lebih tebal.
- g. Hitung  $A_s$  yang diperlukan
- $$A_s = \rho b d_{eff}$$
- $A_s$  = Luas tulangan ( $mm^2$ )  
 $\rho$  = rasio penulangan  
 $d_{eff}$  = tinggi efektif pelat (mm)
- h. Memilih tulangan pokok yang akan dipasang beserta tulangan suhu dan susut dengan menggunakan tabel.
- i. Menggambarkan detail penulangan pelat.

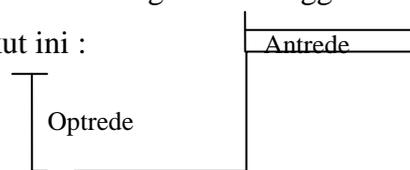
### 2.3.3. Perencanaan Tangga

Tangga adalah suatu konstruksi yang menghubungkan antar tingkatan lantai pada bangunan bertingkat yang mempunyai ketinggian yang berbeda. Tangga itu sendiri terdiri dari anak tangga dan pelat tangga.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan tangga :

1. Menentukan ukuran antrede dan optrede setelah diketahui tinggi ruangan yang akan dibuatkan tangga.

Antrede, adalah dari anak tangga dan pelat tangga bidang horizontal yang merupakan bidang pijak telapak kaki. Sedangkan optrede, adalah ketinggian dari bidang anak tangga tersebut seperti yang tergambaran berikut ini :



Gambar 2.7 Posisi Antrede dan Optrede

- Untuk bangunan rumah tinggal  
Antrede = 25 cm (minimum)  
Optrede = 20 cm (maksimum)
  - Untuk perkantoran dan lain-lain  
Antrede = 25 cm  
Optrede = 17 cm
2. Menentukan jumlah antrede dan optrede.
  3. Menentukan panjang tangga.
  4. Menghitung pembebanan tangga.
    - Beban mati
      - Berat sendiri tangga
      - Berat sendiri bordes
      - Berat spesi dan ubin
    - Beban Hidup
  5. Perhitungan tangga dengan metode cross.
 
$$K = \frac{4EI}{L}$$
    - Faktor distribusi
 
$$\mu = \frac{K}{\sum K}$$
      - Momen Primer
 
$$M_{AB} = \frac{1}{2} \times W_u \times L^2$$
        - Bidang gaya dalam N, D, dan M
  6. Merencanakan tulangan
    - Menentukan momen yang bekerja
    - Mencari tulangan yang diperlukan
    - Mengontrol tulangan
    - Menentukan jarak spasi
    - Merencanakan tulangan torsi dan geser

$$k = \frac{Mu}{\phi bd^2} \dots\dots\dots \text{didapat nilai } \rho$$

$$A_s = \rho bd$$

Sumber : Dasar-dasar perencanaan beton bertulang, W.C.Vis dan Gideon Kusuma hal 45

- Tulangan Pembagi :

$$A_s = 0,25 bh$$

- Tulangan Geser :

$$v = \frac{V}{bd}$$

V adalah gaya geser rencana pada penampang yang ditinjau.

### 2.3.4 Perencanaan Portal

Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan yang berfungsi menahan beban sebagai suatu kesatuan lengkap yang berdiri sendiri dengan atau tanpa dibantu oleh diafragma-diafragma horisontal atau sistem-sistem lantai.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan portal, yaitu :

1. Pendimensian balok

Tabel 2.4

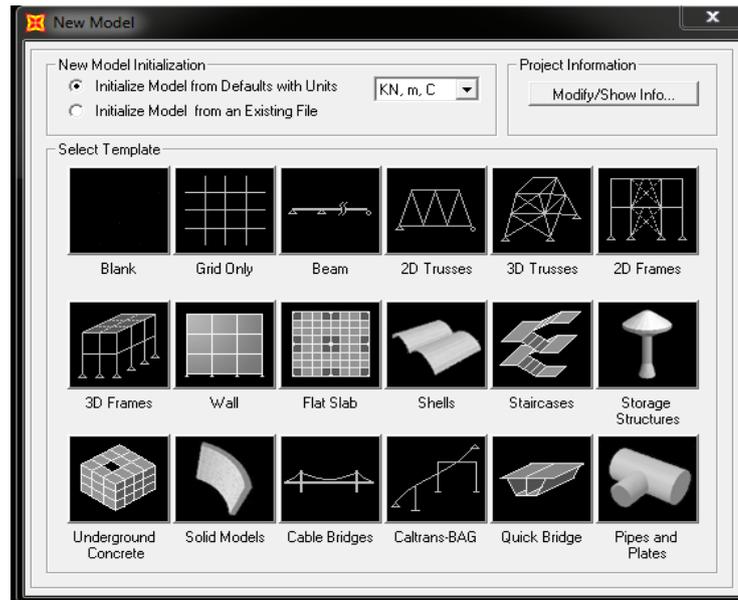
Tebal minimum balok

Komponen struktur	Dua tumpuan	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
Balok	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18,5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

2. Pendimensian kolom
3. Analisis pembebanan
4. Perhitungan struktur
5. Penentuan gaya-gaya dalam dengan menggunakan software SAP 2000.  
Langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan software SAP 2000 yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

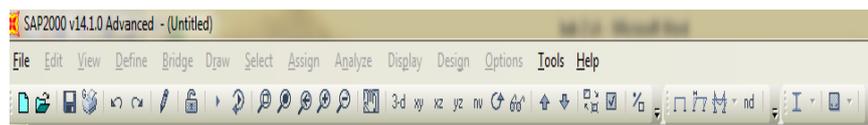
a. Buat model struktur portal akibat beban mati dan beban hidup

Langkah pertama yang dilakukan adalah memilih model perhitungan yang akan digunakan. Di mana model yang digunakan adalah model *Grid Only*, pilih units satuan dalam satuan KN,M,C.



Kemudian dilanjutkan dengan mengatur grid penghubung garis atau *frame*. Dimana nilai xz diisi, x untuk arah horizontal dan z untuk arah vertical (y diisi 1 untuk bangunan 2 dimensi). Selanjutnya pilih *Edit grid* untuk mengatue panjang vertical dan horizontal tiap *frame*.

Setelah selesai pilih OK, kemudian set view dalam arah xz yaitu dengan mengklik menu xz pada toolbar.



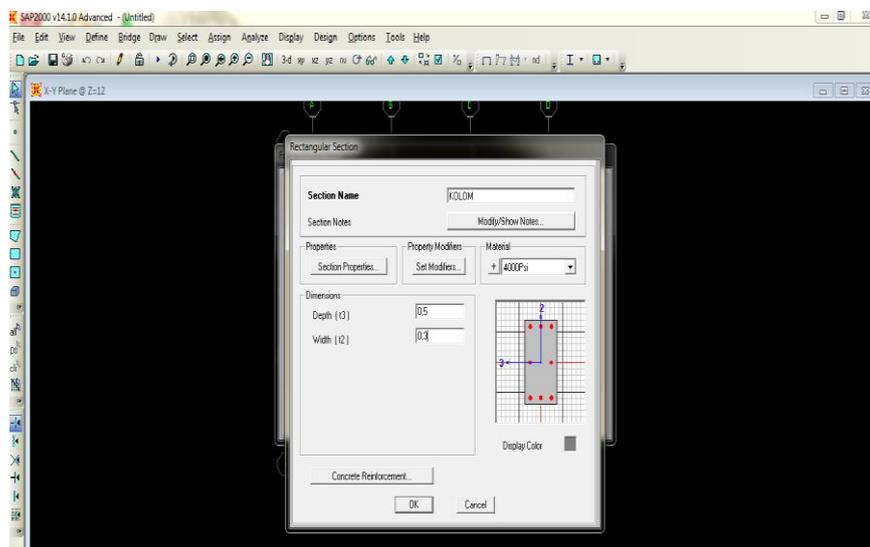
b. Input data perencanaan

- Dimensi kolom
- Dimensi balok

- Mutu beton ( $f_c'$ )
- Mutu baja ( $f_y$ )

Cara memasukan nilai dimensi kolom dan balok pada umumnya sama, yaitu :

Balok frame kolom / balok, lalu pilih menu pada toolbar, *Define Frame section*, setelah memilih menu diatas akan tampil toolbar *Frame Properties*, *Choose Property Type to Add*, pilih *Add Rectangular* (untuk penampang berbentuk segiempat), klik *Add New Property* hingga muncul toolbar seperti gambar dibawah ini :



Ganti *section name* dengan nama Balok (untuk balok), Kolom (untuk kolom). Ganti ukuran tinggi ( *Depth* ) dan lebar ( *Width* ) Balok/Kolom sesuai dengan perencanaan. Kemudian klik *Concrete Reinforcement*, klik *Column* (Kolom), *Beam* (untuk balok) lalu klik OK.

Cara memasukkan nilai  $F_y$ ,  $F_c$  dan Modulus Elastisitas :

Blok semua frame, lalu pilih menu pada toolbar *Define-Material*- pilih *Con* (“concrete”, untuk beton) - klik *Modify/Show Material*. Seperti gambar di bawah ini :

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name and Display Color: CONC ■

Material Type: Concrete

Material Notes:

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 24

Mass per Unit Volume: 2,4473

**Units**

KN, m, C

**Isotropic Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 23025,204

Poisson's Ratio, U: 0,3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1,170E-05

Shear Modulus, G: 8855,8477

**Other Properties for Concrete Materials**

Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 20684,274

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

Ganti nilai *Weight per unit volume* dengan 24 (nilai ini adalah nilai dari berat jenis beton ). Ubah nilai *Modulus of Elasticity* dengan rumus  $4700\sqrt{f'c} \cdot 1000$ , serta ubah juga nilai  $F_c$  dan  $F_y$  sesuai dengan perencanaan dengan masing-masing dikali 1000, klik OK.

- c. Membuat cases beban mati dan beban hidup.

Pilih menu pada toolbar, *Define – Load Cases* – buat nama pembebanan, tipe pembebanan dan nilai koefisiennya diisi dengan nilai 0. Seperti yang terlihat digambar ini :

**Define Load Cases**

Load Case Name	Load Case Type
DEAD	Linear Static
MODAL	Modal
HIDUP	Linear Static

Click to:

Display Load Cases:

d. Input nilai beban mati dan beban hidup

- Akibat beban merata

Blok frame yang akan diinput, lalu pilih menu pada toolbar, *Assign- Frame /Cable/Tendon Loads – Distributed* – pilih beban mati atau beban hidup untuk pembebanan tersebut pada *Load Case Name* – klik *absolute distance from end-1* (agar dapat mengatur jarak yang diinginkan)- atur jarak (*distance*) di titik 1 diisi =0 dan di titik 2 diisi panjang frame , serta isi nilai beban pada 2 titik tersebut.

????!@#\$%^&\*

- Akibat beban terpusat

Sama halnya seperti menginput data pada pembebanan merata, hanya saja setelah memilih menu *Frame/Cable/Tendon Loads –* selanjutnya yang dipilih adalah *Points*.

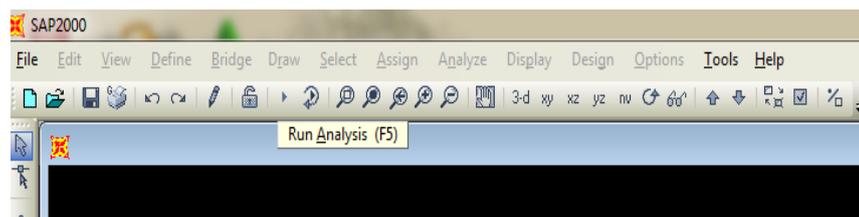
Cara memasukan nilai beban terpusat sama saja halnya seperti memasukkan nilai pada beban merata.

e. Input *Load Combination* (beban kombinasi), yaitu

1,2 beban mati + 1,6 beban hidup

Blok seluruh frame yang akan dikombinasi, kemudian pilih menu pada toolbar, *Dfine – Combinations – add new combo*, kemudian akan terlihat seperti

f. Run analisis, seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



### 2.3.5 Perencanaan Balok

Untuk suatu komponen dengan kuat bahan tertentu, kuat momen atau momen tahanan maksimum dihitung dengan menggunakan nilai  $k$  yang sesuai dengan  $\rho_{maks}$  yang bersangkutan. Seperti telah diketahui, nilai  $k$  merupakan fungsi dari rasio penulangan  $\rho$ , sedangkan batas  $\rho_{maks}$  untuk penampang balok beton bertulang bertulangan tarik saja telah ditetapkan, yaitu :

$$P_{maks} = 0,75 \rho b$$

Apabila penampang tersebut dikehendaki untuk menopang beban yang lebih besar daripada kapasitasnya, sedangkan dilain pihak sering kali pertimbangan teknis pelaksanaan dan arsitektural membatasi dimensi balok, maka ditambahkan tulangan baja tarik lebih dari batas nilai  $\rho_{maks}$  bersamaan dengan penambahan tulangan baja didaerah penampang balok (Istimawan Dipohusodo, 1999; 84)

Beberapa jenis balok beton bertulang berdasarkan perencanaan lentur dan berdasarkan tumpuannya.

1. Beberapa perencanaan lentur jenis balok dibedakan sebagai berikut ;
  - a. Balok persegi dengan tulangan tunggal  
Balok persegi dengan tulangan tunggal merupakan balok yang hanya mempunyai tulangan tarik saja dan dapat mengalami keruntuhan akibat lentur.
  - b. Balok persegi dengan tulangan rangkap  
Apabila besar penampang suatu balok dibatasi, mungkin dapat terjadi keadaan dimana kekuatan tekan beton tidak dapat memikul tekanan yang timbul akibat bekerjanya.
  - c. Balok "T"  
Balok " T " merupakan balok yang berbentuk huruf T dan bukan berbentuk persegi, sebagian dari pelat akan bekerja sama dengan bagian atas balok untuk memikul tekan.

2. Berdasarkan Tumpuannya, balok dibagi menjadi 2 antara lain :

1. Balok induk

Balok induk adalah balok yang bertumpu pada kolom. Balok ini berguna untuk memperkecil tebal pelat dan mengurangi besarnya lendutan yang terjadi. Balok anak direncanakan berdasarkan gaya maksimum yang bekerja pada balok yang berdimensi sama.

Untuk merencanakan balok induk perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a. Menentukan mutu beton yang akan digunakan
- b. Menghitung pembebanan yang terjadi, seperti
  1. Beban mati
  2. Beban hidup
  3. Beban balok
- c. Menghitung beban ultimate
  - $M_u = 1,2 WD + 1,6 WL$
- d. Menghitung momen dan gaya geser yang terjadi
  - Menghitung momen lentur maksimum dengan cara :
    - a. Menentukan momen maksimum (dilihat dari perhitungan portal SAP)
    - b. Menentukan  $defektif = h - p - \emptyset_{sengkan} - \frac{1}{2}\emptyset_{tulangan\ utama}$
    - c. Menentukan K

$$K = \frac{M_u}{\emptyset \cdot b \cdot d \cdot e f f^2}$$

d. Menentukan  $\rho$

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

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho \cdot b$$

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

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

bila  $\rho < \rho_{\min} \rightarrow$  pakai  $\rho_{\min}$

e. Perhitungan tulangan

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

- Perencanaan perhitungan geser balok dengan ketentuan :
  - a. Menentukan gaya lintang maksimum ( $V_u$  maks) berdasarkan perhitungan SAP
  - b. Menentukan nilai  $\phi v_c$  ;

Tabel 2.5. Nilai  $\phi v_c$

Mutu beton ( $f_c'$ )	15 Mpa	20Mpa	25Mpa	30Mpa	35Mpa
$\phi v_c$ (rumus 3.4-3)	0,39	0,45	0,50	0,55	0,59
$\phi v_c$ (rumus 3.4-6)	$\leq 0,70$	$\leq 0,80$	$\leq 0,90$	$\leq 0,99$	$\leq 1,06$

*Gideon Kusuma dan W.C. Vis "Dasar-dasar perencanaan beton bertulang". tabel 15, hal:125*

c. Menentukan nilai  $v_u$

$$v_u = \frac{V_u}{b \cdot d}$$

b= lebar balok (cm)

d= tinggi efektif balok (cm)

$v_u > \phi v_c \rightarrow$  maka memerlukan tulangan geser

$v_u < \phi v_c \rightarrow$  maka *tidak* memerlukan tulangan geser

d. Menentukan nilai  $\phi v_{smaks}$

Tabel 2.6. Nilai  $\phi v_{smaks}$

Mutu beton( $f_c'$ )	15Mpa	20Mpa	25MPa	30Mpa	35Mpa
$\phi v_{smaks}$	1,55	1,79	2,00	2,19	2,37

*Gideon Kusuma dan W.C. Vis "Dasar-dasar perencanaan beton bertulang". tabel 17, hal:129*

$\phi v_s = v_u - \phi v_c$ , harus lebih besar dari

e. Menentukan nilai dari  $\phi V_c$

$$\phi V_c = \phi v_c \cdot b \cdot d$$

f. Mencari nilai  $y$ ,

$$y = \frac{V - \phi V_c}{W_u}$$

$$As \text{ sengkang min} = \frac{b \cdot y}{3fy}$$

g. Menentukan tulangan geser yang dipakai dan jaraknya

$$S_{maks} = \frac{d_{eff}}{2}$$

## 2. Balok Anak

Balok anak adalah balok yang bertumpu pada balok induk atau tidak bertumpu langsung pada kolom. Balok ini berguna untuk memperkecil tebal pelat dan mengurangi besarnya lendutan terjadi. Untuk merencanakan balok anak beton bertulang sama dengan perhitungan balok induk.

### 2.2.6 Perencanaan Kolom

Kolom adalah elemen struktur yang terkena beban tekan tanpa memperhatikan momen lentu juga bekerja. Kolom beton mempunyai tulangan longitudinal, yang paralel dengan arah kerja beban dan disusun menurut pola segi empat, bujur sangkar dan lingkaran. Perencanaan struktur kolom pada laporan akhir ini adalah kolom berbentuk segi empat dan beban yang bekerja merupakan beban sentris dan beban eksentris.

Prosedur perhitungan struktur kolom, yaitu :

1. Menentukan momen yang diperbesar untuk kolom

$$EIk = \frac{\left(\frac{EcI_g}{2,5}\right)}{1 + \beta d}$$

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

$I_g$  = momen inersia penampang beton

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

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

2. Menentukan momen yang diperbesar untuk balok

$$EI\bar{k} = \frac{\left(\frac{Eclg}{5}\right)}{1 + \beta_d}$$

3. Menghitung nilai kekakuan relatif

$$\psi = \frac{\frac{EI\bar{k}}{\bar{l}k}}{\frac{EIb}{lb}}$$

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

4. Menghitung angka kelangsingan kolom

Kolom langsing maka :

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

Kolom tidak langsing maka :

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12 \left(\frac{M_1b}{M_2b}\right)$$

5. Menghitung momen yang dibesarkan

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

Dimana :

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

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

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

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

Untuk struktur rangka dengan pengaku, berlaku :

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

Untuk struktur rangka tanpa pengaku , maka :

$$\delta b = \frac{Cm}{1 - \frac{\sum Pu}{\sum Pc}} \geq 1,0$$

#### 6. Desain penulangan

1. Menghitung besar beban yang bekerja pada kolom (Pu)

$$Pu = 1,2 \text{ WD} + 1,6 \text{ WL}$$

2. Menghitung sumbu vertikal dan horizontal pada sisi-sisi kolom

Untuk sumbu vertikal, maka :

$$\frac{Pu}{\phi \cdot Agr \cdot 0,85 \cdot fc'}$$

Untuk sumbu horizontal, maka :

$$\frac{Pu}{\phi \cdot Agr \cdot 0,85 \cdot fc'} \times \left(\frac{e_1}{h}\right)$$

$e$  merupakan eksentrisitas dimana  $e = \frac{Mu}{Pu}$

3. Berdasarkan grafik  $r; \beta; \rho$

4. Menghitung  $AS_{tot}$

$$AS_{tot} = \rho \cdot Agr$$

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

5. Menentukan diameter tulangan yang akan dipakai dengan tabel

### 2.3.7 Perencanaan Sloof

Sloof merupakan salah satu struktur bawah suatu bangunan yang menghubungkan pondasi dan berfungsi sebagai penerima beban dinding di atasnya. Hal- hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dan perhitungan sloof, yaitu :

1. Penentuan dimensi sloof
2. Penentuan pembebanan sloof
  - a. Berat sloof
  - b. Berat dinding
  - c. Berat plesteran
3. Perhitungan momen

#### 4. Perhitungan penulangan

##### a. Menghitung nilai k

$$k = \frac{Mu}{\emptyset bd^2}$$

Mu = momen terfaktor pada penampang (KN/m)

b = lebar penampang (mm) diambil 1 m

d<sub>eff</sub> = tinggi efektif pelat (mm)

∅ = faktor kuat rencana (SNI 2002 Pasal 11.3, hal 61 butir ke 2)

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \longrightarrow \rho_{\min} = \rho_{\text{pada}} < \rho_{\text{maks}}$$

##### b. Menghitung nilai A<sub>s</sub>

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

A<sub>s</sub> = luas tulangan (mm<sup>2</sup>)

ρ = rasio penulangan

d<sub>eff</sub> = tinggi efektif pelat (mm)

##### c. Menentukan diameter tulangan yang dipakai (Istimawan Dipohusodo, Tabel A-2)

##### d. Mengontrol jarak tulangan sengkang

##### e. Untuk menghitung tulangan tumpuan diambil 20% dari luas tulangan atas. Dengan tabel A-4 didapat diameter tulangan pakai.

#### 5. Cek apakah tulangan geser diperlukan

V<sub>u</sub> < V<sub>c</sub>, tidak perlu tulangan geser

V<sub>u</sub> < ½ ∅ V<sub>c</sub>, digunakan tulangan praktis

### 2.3.8 Perencanaan pondasi

Pondasi merupakan bagian dari bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah, berfungsi untuk memikul beban bangunan yang ada diatas nya, kemudian meneruskan beban tersebut kelapisan tanah pendukung yang ada dibawah nya sehingga bangunan menjadi kokoh.

Agar pondasi ini dapat memikul beban yang berada di atasnya, maka pondasi bangunan harus diletakkan di atas lapisan tanah yang cukup keras dan kuat agar tidak menimbulkan penurunan yang berlebihan sehingga membuat bangunan tersebut tidak kokoh.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan jenis pondasi, yaitu :

1. Keadaan tanah
2. Jenis konstruksi bangunan
3. Kondisi bangunan disekitar pondasi
4. Waktu dan biaya pekerjaan

Berdasarkan letak lapisan tanah keras, pondasi ada 2 macam, yaitu:

1. Pondasi dangkal ( *Shallow footing* )  
Pondasi yang berada pada lapisan tanah keras yang letaknya dekat dengan permukaan tanah. Seperti pondasi telapak (setempat ) dan pondasi menerus.
2. Pondasi dalam ( *Deep footing* )  
Pondasi yang berada pada lapisan tanah keras yang letaknya jauh dengan permukaan tanah. Seperti pondasi sumuran, pondasi tiang pancang, dan pondasi tiang bor.

## 2.4 Manajemen Proyek

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

Fungsi dasar manajemen dikelompokkan menjadi 3 kelompok kegiatan, yaitu :

1. Kegiatan perencanaan

- a. Penetapan Tujuan ( goal setting)

Yaitu merupakan tahap awal yang harus dilakukan terlebih dahulu dengan menentukan tujuan utama yang di tetapkan harus spesifik, realitis, terukur, dan mempunyai durasi pencapaian.
  - b. Perencanaan (planning)

Perencanaan ini dibuat sebagai upaya peramalan masa yang akan datang dan perumusan kegiatan-kegiatan yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan berdasarkan peramalan tersebut. Bentuk perencanaan berupa perencanaan prosedur, perencanaan metoda kerja, perencanaan standar pengukur hasil, perencanaan anggaran biaya, perencanaan program (rencana kegiatan berdasarkan jadwal)
  - c. Pengorganisasian (organizing)

Kegiatan ini bertujuan melakukan pengaturan dan pengelompokkan kegiatan proyek konstruksi agar kinerja yang dihasilkan sesuai dengan harapan
2. Kegiatan pelaksanaan
    - a. Pengisian staf ( staffing)

Tahap ini adalah perencanaan personel yang akan ditunjuk sebagai pengelola pelaksanaan proyek. Kesuksesan proyek juga ditentukan oleh kecermatan dan ketepatan dalam memosisikan seseorang sesuai keahliannya.
    - b. Pengarahan ( directing)

Merupakan tahapan lanjutan dari pengisian staf, yaitu setelah dilakukan pengarahan berupa penjelasan tentang lingkup pekerjaan dan paparan waktu untuk memulai dan menyelesaikan pekerjaan tersebut.
  3. Kegiatan pengendalian
    - a. Pengawasan (supervising)

Merupakan interaksi antar individu – individu yang terlibat dalam organisasi proyek, proses ini harus dilakukan secara kontinu dari

waktu ke waktu guna mendapatkan keyakinan bahwa pelaksanaan kegiatan berjalan sesuai prosedur yang di tetapkan untuk mencapai hasil yang diinginkan.

b. Pengendalian (contolling)

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

c. Koordinasi (coordinating)

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

#### **2.4.1 Rencana Kerja dan Syarat-syarat**

Rencana kerja dan syarat-syarat adalah segala ketentuan dan informasi yang diperlukan terutama yang tidak dapat dijelaskan dengan gambar-gambar yang harus dipenuhi oleh para kontraktor pada saat melaksanakan pekerjaan yang akan dilakukan nantinya.

Manfaat dan kegunaan penyusunan rencana kerja antara lain :

1. Alat koordinasi bagi pemimpin, dengan menggunakan rencana kerja, pimpinan pelaksanaan pembangunan dapat melakukan koordinasi semua kegiatan yang ada dilapangan.
2. Sebagai pedoman kerja para pelaksana, rencana kerja merupakan pedoman terutama dalam kaitannya dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk setiap item kegiatan.
3. Sebagai penilaian kemajuan pekerjaan, ketetapan waktu dari setiap item kegiatan dilapangan dapat dipantau dari rencana pelaksanaan dengan realisasi pelaksanaan dilapangan.
4. Sebagai evaluasi pekerjaan , variasi yang ditimbulkan dari perbandingan rencana dan realisasi dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk menentukan rencana selanjutnya.

#### **2.4.2 Volume Pekerjaan**

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

#### **2.4.3 Analisa harga satuan**

Analisa harga satuan pekerjaan adalah perhitungan biaya-biaya per satuan volume yang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam suatu proyek. Guna harga dari satuan ini agar kita dapat mengetahui harga-harga satuan dari tiap-tiap pekerjaan yang ada. Dari harga-harga yang terdapat dalam analisa harga satuan ini nantinya akan didapat harga keseluruhan dari hasil perkalian dengan volume pekerjaan. Analisa harga satuan akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya.

#### **2.4.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

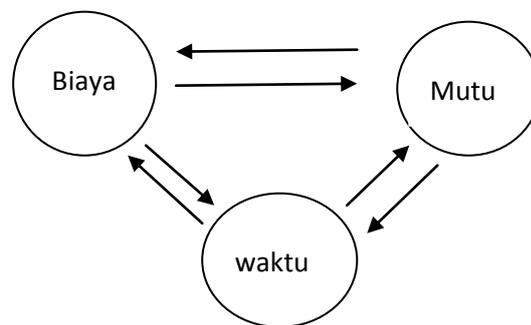
Rencana Anggaran Biaya adalah perhitungan banyak nya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda di masing-masing daerah disebabkan karena perbedaan harga bahan upah tenaga kerja. Tujuan dari pembuatan RAB itu sendiri adalah untuk memberikan gambaran yang pasti tentang besarnya biaya.

#### **2.4.5 Network Planning (NWP)**

Dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi dibutuhkan satu perencanaan waktu yang akan diperlukan untuk menyelesaikan tiap pekerjaan yang akan dilaksanakan. NWP adalah suatu alat pengendalian

pekerjaan lapangan yang ditandai dengan simbol tertentu berupa urutan kegiatan dalam suatu proyek yang berfungsi untuk memperlancar pekerjaan. Proyek konstruksi membutuhkan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek. Tujuannya adalah menyelaraskan antara biaya proyek yang optimal mutu pekerjaan yang baik/ berkualitas, dan waktu pelaksanaan yang tepat. Karena ketiganya adalah elemen yang saling mempengaruhi



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

#### 2.4.6 Barchart dan Kurva S

Barchart menguraikan tentang uraian setiap pekerjaan mulai dari tahap awal sampai berakhirnya pekerjaan, bobot pekerjaan dan pelaksanaan pekerjaan. Sedangkan kurva “S” adalah kurva yang menggambarkan kumulatif progress pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan. Kurva “S” dibuat berdasarkan bobot setiap pekerjaan dari awal sampai berakhirnya pekerjaan. Bobot pekerjaan merupakan persentase yang didapatkan dari perbandingan harga pekerjaan dan harga total keseluruhan dari jumlah penawaran.