

BAB 1 LATAR BELAKANG.FIX.pdf

BAB 2 DASAR TEORI.FIX.pdf

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara umum *Islamic Center* sebagai pusat kegiatan keislaman, dimana semua kegiatan pembinaan berupa kegiatan pertemuan. *Islamic Center* di desain sebagai gedung pertemuan.

Dengan fungsi *Islamic Center* sebagai gedung pertemuan, maka gedung ini mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- a. Ruang yang di dalamnya tidak menggunakan kolom, membutuhkan balok induk yang panjang, seperti ruang yang digunakan untuk pertemuan
- b. Kegiatan yang berjalan di dalam gedung *Islamic Center* ini bersifat rutin dan insidental.
- c. Gedung ini masuk dalam kategori gedung dengan beban sedang karena tidak terdapat alat laboratorium maupun alat-alat yang mempunyai bobot yang berat.

Gedung *Islamic Center* ini memiliki 3 lantai struktur yang dimana dibagi menjadi 3 fungsional yaitu lantai dasar, lantai satu dan lantai dua. Pada lantai dasar terdapat ruang *Islamic center*, ruang *Islamic shop*, dan ruang *Islamic library*. Pada lantai satu terdapat masjid sebagai penunjang sarana ibadah para jamaah *Islamic Center* Darul Musthofa, sebagai aula utama untuk laki-laki beribadah. Terdapat juga ruang *sound*, ruang imam, serta kamar mandi. Sama halnya dengan lantai dua yaitu juga merupakan tempat ibadah sholat, sedangkan di lantai dua, khusus untuk perempuan yang memiliki struktur ruang yang hampir sama dengan lantai satu. Bedanya bangunan lantai dua memiliki *void* sehingga ruang yang dihasilkan tidak sama dengan lantai dasar maupun satu. Mengetahui hal tersebut, tentunya bangunan tiga lantai ini harus menggunakan struktur yang khusus dan menggunakan perhitungan yang matang. Dikarenakan bangunan ini adalah

bangunan umum yang memiliki beberapa ruang yang berfungsi sebagai ruang pertemuan, yang dalam perencanaannya tidak menggunakan kolom pada bagian tengah ruangan. Hal ini akan memengaruhi dalam perencanaan balok pada ruangan tersebut.

Dalam sebuah konstruksi, bangunan dibuat untuk membangun sebuah peradaban. Semakin mewah dan megah bangunan tersebut, peradaban manusia semakin maju. Berikut ini adalah syarat umum konstruksi suatu bangunan harus memenuhi 5 hal ,yaitu :

a. Kuat dan awet

Dalam hal ini bangunan harus kokoh dan kuat , tidak gampang rusak. Sehingga dapat menghemat biaya perbaikan. Serta penopang-penopangnya harus kokoh agar bangunan dapat berdiri dalam jangka waktu lama

b. Fungsional

Dalam hal ini bangunan haruslah sesuai kegunaanya, baik dalam bentuk, ukuran, dan tata letak ruang yang tentunya sesuai dengan kebutuhan pengguna

c. Indah

Dalam hal ini haruslah sebuah bangunan sedap dipandang mata,tidak menimbulkan rasa kebosenan .dengan mengotak atik desain interior atau eksterior akan mendapatkan perhatian dari masyarakat. Karena anggapan mereka bahwa bangunan tersebut unik dan indah

d. Higienis

Dalam hal ini higienis bukan hal tentang kebersihan, melainkan lebih ke tata cahaya, pencahayaan. Agara dalam sebuah bangunan sirkulasi udaranya dapat terpenuhi,dan nyaman saat berada di dalamnya, tidak lembab dan panas.

e. Ekonomis

Dalam hal ini kita bisa lihat dari segi pembiayaan, artinya tidaklah sebuah konstruksi itu mahal dan boros ketika pembangunan berjalan. Sehingga biaya yang dikeluarkan dapat efektif dan efisien, pas sesuai kebutuhannya.r

f. Ramah Lingkungan

Dalam hal ini unsur estetika dalam sebuah bangunan diperhatikan, apa lagi konsep *go green* saat ini banyak digunakan dalam design bangunan, untuk itu hal tersebut penting dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah disampaikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana metode merencanakan suatu konstruksi bangunan yang kuat dan awet?
- b. Berapa rencana anggaran biaya yang dibutuhkan?

1.3 Maksud dan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Mahasiswa mengetahui dan dapat mengaplikasikan metode perencanaan suatu konstruksi bangunan yang kuat, dan awet.
- b. Mahasiswa dapat mengetahui dan memperhitungkan berapa besar anggaran biaya yang dibutuhkan.

1.4 Kriteria Perancangan

a. Spesifikasi Bangunan

- | | |
|-------------------|--|
| ■ Fungsi Bangunan | : <i>Islamic Center</i> “Darul Musthofa” |
| ■ Luas Bangunan | : 2.052,57 m ² |
| ■ Luas Tanah | : 1.296 m ² |
| ■ Jumlah Lantai | : 3 Lantai |
| ■ levasi Lantai | : 4 m |
| ■ Konstruksi Atap | : Rangka kuda-kuda baja |
| ■ Penutup Atap | : <i>Metal Roof</i> |
| ■ Pondasi | : Footplat |

b. Spesifikasi Bahan

- Mutu Baja Profil : BJ-41
- σ tanah : 2 kg/cm²
- γ tanah : 1,7 t/m³
- Mutu Beton ($f'c$) : 25 MPa
- Mutu Baja Tulangan (f_y) : Polos : 240 MPa
Ulir : 300 Mpa

1.5 Peraturan-Peraturan Yang Berlaku

- a. SNI 03 – 1792 – 2002, Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung.
- b. SNI 2847 – 2013, Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.
- c. SNI 1726 – 2012, Tata Cara Perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.
- d. PPPURG 1987, Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung.
- e. PPIUG 1983, Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung.
- f. Daftar Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Pekerjaan Gedung Tahun 2017 Kota Surakarta.

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Dasar Perencanaan

2.1.1 Jenis Pembebanan

Dalam merencanakan struktur suatu bangunan bertingkat, digunakan struktur yang mampu mendukung berat sendiri, gaya angin, beban hidup maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Beban-beban yang bekerja pada struktur dihitung menurut **Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983**, beban-beban tersebut adalah :

1. Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian–penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung. Untuk merencanakan gedung, beban mati yang terdiri dari berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung adalah :

a) Bahan Bangunan

■ Beton bertulang.....	2.400 kg/m ³
■ Pasir.....	1.800 kg/m ³
■ Beton biasa.....	2.200 kg/m ³
■ Baja.....	7.850 kg/m ³
■ Tanah.....	1.700 kg/m ³

b) Komponen Gedung

- Langit – langit dan dinding (termasuk rusuk – rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari :
 - Semen asbes (eternit) dengan tebal maximum 4 mm 11 kg/m²
 - Kaca dengan tebal 3 – 4 mm 10 kg/m²

- Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s. minimum 0,80 m 7 kg/m²
- Penutup lantai dari tegel, keramik dan beton (tanpa adukan) per cm
Tebal 24 kg/m²
- Adukan semen per cm tebal 21 kg/m²
- Penutup atap genteng dengan reng dan usuk..... 50 kg/m²
- Dinding pasangan batu merah setengah bata 1.700 kg/m²

2. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghuni atau pengguna suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan pembebanan lantai dan atap tersebut. Khususnya pada atap, beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan (**PPIUG 1983**). Untuk merencanakan gedung ini beban hidup yang kita gunakan sesuai acuan **PPIUG 1983**, yang dijelaskan pada Tabel 1.1.

Tabel 2.1. Beban hidup

1	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200 kg/m ²
2	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik, atau bengkel	125 kg/m ²
3	Lantai dan balkon ruang pertemuan seperti masjid, gereja ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap.	400 kg/m ²
4	Tangga, bordes, dan gang yang disebut dalam c	300 kg/m ²

Sumber : PPIUG 1983 (Hal 17)

Berhubung peluang untuk terjadi beban hidup penuh yang membebani semua bagian dan semua unsur struktur pemikul secara serempak selama unsur gedung tersebut adalah sangat kecil, maka pada perencanaan balok induk dan portal dari sistem pemikul beban dari suatu struktur gedung, beban hidupnya dikalikan dengan suatu koefisien reduksi yang nilainya tergantung pada penggunaan gedung yang ditinjau, seperti diperlihatkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Koefisien reduksi beban hidup

No.	Penggunaan Gedung	Koefisien Beban Hidup untuk Perencanaan Balok Induk an Portal
1.	PERUMAHAN/HUNIAN	0,75
	Rumah Sakit, Poliklinik	
2.	PERTEMUAN UMUM	0,90
	Ruang Rapat, R. Pagelaran, Masjid	
3.	PENYIMPANAN	0,80
	Perpustakaan, Ruang Arsip	
4.	PERDAGANGAN	0,80
	Toko, Toserba, Pasar	
5.	TANGGA	0,75
	Rumah Sakit, Poliklinik	
6.	KANTOR	0,60
	Kantor, Bank	

Sumber : PPIUG 1983 (Hal 21)

3. Beban Angin

Beban Angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara (**PPIUG 1983**). Beban Angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (hisapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan negatif yang dinyatakan dalam kg/m^2 ini ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup dengan koefisien-koefisien angin. Tekan tiup harus diambil minimum 25 kg/m^2 , kecuali untuk daerah di laut dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai. Pada daerah tersebut tekanan hisap diambil minimum 40 kg/m^2 .

Sedangkan koefisien angin untuk gedung tertutup :

1. Dinding Vertikal

- | | |
|-----------------------------------|-------|
| a. Di pihak angin..... | + 0,9 |
| b. Di belakang angin..... | - 0,4 |
| c. Sejajar dengan arah angin..... | - 0,4 |

2. Atap segitiga dengan sudut kemiringan α

a. Di pihak angin :

- | | |
|--------------------------------------|---------------------|
| $\alpha < 65^\circ$ | $0,02 \alpha - 0,4$ |
| $65^\circ < \alpha < 90^\circ$ | + 0,9 |

b. Di belakang angin, untuk semua α

- 0,4

2.1.2 Sistem Kerja Beban

Bekerjanya beban untuk bangunan bertingkat berlaku sistem gravitasi, yaitu elemen struktur yang berada di atas akan membebani elemen struktur di bawahnya, atau dengan kata lain elemen struktur yang mempunyai kekuatan lebih besar akan menahan atau memikul elemen struktur yang mempunyai kekuatan lebih kecil.

Dengan demikian sistem kerjanya beban untuk elemen–elemen struktur gedung bertingkat secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut; Beban pelat lantai didistribusikan terhadap balok anak dan balok portal, beban balok portal

didistribusikan ke kolom dan beban kolom kemudian diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi.

2.1.3 Provisi Keamanan

Dalam pedoman beton **SNI 03-2847-2013**, struktur harus direncanakan untuk memiliki cadangan kekuatan untuk memikul beban yang lebih tinggi dari beban normal. Kapasitas cadangan ini mencakup faktor pembebanan (U), yaitu untuk memperhitungkan pelampauan beban dan faktor reduksi (ϕ), yaitu untuk memperhitungkan kurangnya mutu bahan di lapangan. Pelampauan beban dapat terjadi akibat perubahan dari penggunaan untuk apa struktur direncanakan dan penafsiran yang kurang tepat dalam memperhitungkan pembebanan. Sedang kekurangan kekuatan dapat diakibatkan oleh variasi yang merugikan dari kekuatan bahan, pengerjaan, dimensi, pengendalian dan tingkat pengawasan.

Tabel 2.3. Faktor Pembebanan

NO	Kombinasi Beban	Faktor Beban (U)
1	D	1,4 D
2	D,L	1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A atau R)
3	D,L,W	1,2 D + 1,0 L ± 1,6 W + 0,5 (A atau R)
4	D,W	0,9 D ± 1,6 W
5	D,L,E	1,2 D + 1,6 L ± E
6	D,E	0,9 (D + E)
7	D,L,H	1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A atau R)
8	D,F	1,4 (D + F)

Sumber : SNI 03-2847-2013 (Hal 60)

Keterangan :

D	= Beban mati	F	= Beban Fluida
L	= Beban hidup	H	= Beban tekanan tanah
R	= Beban air hujan	W	= Beban angin
E	= Beban gempa	A	= Beban atap

Tabel 2.4. Faktor Reduksi Kekuatan

No	Gaya	Φ (Faktor Reduksi)
1	Lentur, tanpa beban aksial.	0,80
2	Beban tarik dan aksial tarik dengan lentur.	0,80
3	Beban tekan dan aksial tekan dengan lentur. <ul style="list-style-type: none"> • Komponen struktur dengan tulangan spiral • Komponen struktur lainnya 	0,70 0,65
4	Geser dan torsi	0,75
5	Faktor reduksi untuk geser pada komponen struktur penahan gempa yang kuat geser nominalnya lebih kecil dari gaya geser yang timbul.	0,55
6	Geser pada hubungan balok-kolom dan pada balok perangkai yang diberi tulangan diagonal.	0,80
7	Tumpuan pada beton kecuali untuk daerah pengakuran pasca tarik.	0,65
8	Daerah pengakuran pasca tarik.	0,85
9	Penampang lentur tanpa beban aksial pada komponen struktur pratarik dimana panjang penanaman strand nya kurang dari panjang penyaluran yang di tetapkan.	0,75
10	Beton polos struktural (lentur,tekan,geser,dan tumpu).	0,55

Sumber : SNI 03-2847-2013 (Hal 61-62)

Karena kandungan agregat kasar untuk beton struktural seringkali berisi agregat kasar berukuran diameter lebih dari 2 cm, maka diperlukan adanya jarak tulangan minimum agar campuran beton basah dapat melewati tulangan baja tanpa terjadi pemisahan material sehingga timbul rongga–rongga pada beton. Sedangkan untuk melindungi dari karat dan kehilangan kekuatannya dalam kasus kebakaran, maka diperlukan adanya tebal selimut beton minimum.

Beberapa persyaratan utama pada pedoman beton **SNI 03-2847-2013** adalah sebagai berikut :

- a. Jarak bersih antara tulangan sejajar yang selapis tidak boleh kurang dari d_b atau 25 mm, dimana d_b adalah diameter tulangan
- b. Jika tulangan sejajar tersebut diletakkan dalam dua lapis atau lebih, tulangan pada lapisan atas harus diletakkan tepat diatas tulangan di bawahnya dengan jarak bersih tidak boleh kurang dari 25 mm

Tebal selimut beton minimum untuk beton yang dicor ditempat adalah:

Tabel 2.5. Tebal selimut beton minimum

Bagian Konstruksi	Tidak langsung berhubungan dengan tanah dan cuaca	Langsung berhubungan dengan tanah dan cuaca
Lantai / dinding	$\leq \phi$ 36 : 20 mm $> \phi$ 36 : 40 mm	$\leq \phi$ 16 : 20 mm $> \phi$ 16 : 40 mm
Balok	Seluruh diameter : 40 mm	$\leq \phi$ 16 : 40 mm $> \phi$ 16 : 50 mm
Kolom	Seluruh diameter : 40 mm	$\leq \phi$ 16 : 40 mm $> \phi$ 16 : 50 mm

Sumber : SNI 03-2847-2013 (pasal 9)

2.1.4 Perencanaan Struktur Atap

Atap direncanakan dari struktur baja yang dirakit di tempat atau di proyek. Perhitungan struktur rangka atap ini didasarkan pada panjang bentang jarak kuda-kuda satu dengan yang lain. Selain itu juga diperhitungkan terhadap beban yang bekerja, yaitu meliputi beban mati, beban hidup, dan beban angin. Setelah diperoleh pembebanan, kemudian dilakukan perhitungan dan perencanaan dimensi sertabatang dari kuda-kuda tersebut.

1. Pada perencanaan atap ini, beban yang bekerja adalah :
 - Beban mati
 - Beban hidup
 - Beban angin
2. Asumsi Perletakan
 - Tumpuan sebelah kiri adalah Sendi.
 - Tumpuan sebelah kanan adalah Rol.
3. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-1729-2015**
4. Analisa struktur menggunakan Program **SAP 2000**
5. Perhitungan dimensi profil kuda-kuda.
 - Batang tarik

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{mak}}{F_y}$$

$$A_n \text{ perlu} = 0,85.A_g$$

$$A_n = A_g - dt$$

L = Panjang sambungan dalam arah gaya tarik

$$\bar{x} = Y - Y_p$$

$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{L}$$

$$A_e = U.A_n$$

Cek kekuatan nominal :

Kondisi leleh

$$\phi P_n = 0,9 \cdot A_g \cdot F_y$$

Kondisi fraktur

$$\phi P_n = 0,75 \cdot A_g \cdot F_u$$

$$\phi P_n > P \dots\dots (\text{AMAN})$$

■ Batang tekan

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{t_w} = \frac{200}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_c = \frac{K \cdot l}{r \pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$\text{Apabila } = \quad \lambda_c \leq 0,25 \quad \longrightarrow \quad \omega = 1$$

$$0,25 < \lambda_c < 1,2 \quad \longrightarrow \quad \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_c}$$

$$\lambda_c \geq 1,2 \quad \longrightarrow \quad \omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2$$

$$P_n = \phi \cdot A_g \cdot F_{cr} = A_g \frac{f_y}{\omega}$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} < 1 \dots\dots (\text{AMAN})$$

Keterangan :

P_n : Gaya Tekan Nominal

P_u : Jumlah Beban Terfaktor

F_{cr} : Faktor Resistensi

λ_c : Tegangan Kritis

ω : Koefisien Tekuk

■ Sambungan

Tebal plat sambung (δ) = $0,625 \times d$

Tegangan geser yang diijinkan

- Teg. Geser = $0,6 \times \sigma_{ijin}$

Tegangan tumpuan yang diijinkan

- Teg. Tumpuan = $1,5 \times \sigma_{ijin}$

Kekuatan baut

- $P_{geser} = 2.1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau$ geser
- $P_{desak} = \delta \cdot d \cdot \tau$ tumpuan

Jumlah mur-baut $\rightarrow n = \frac{P_{maks}}{P_{geser}}$

Jarak antar baut

$$\text{Jika } 1,5 d \leq S_1 \leq 3d \rightarrow S_1 = 2,5 d$$

$$\text{Jika } 2,5 d \leq S_2 \leq 7d \rightarrow S_2 = 5 d$$

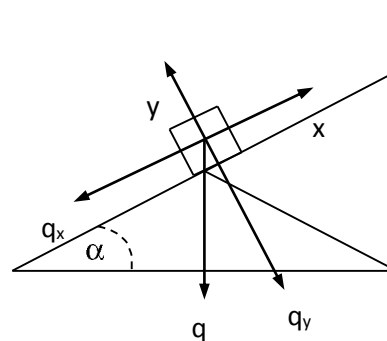
2.1.5 Perencanaan Gording

a. Pembebanan

Pada perencanaan atap ini, beban yang bekerja pada gording adalah:

1. Beban mati (titik)

Beban mati (titik), seperti terlihat pada gambar 2.1. :



Gambar 2.1. Pembebanan Gording untuk Beban Mati (titik)

Menentukan beban mati (titik) pada gording (q)

a) Menghitung :

$$q_x = q \sin \alpha$$

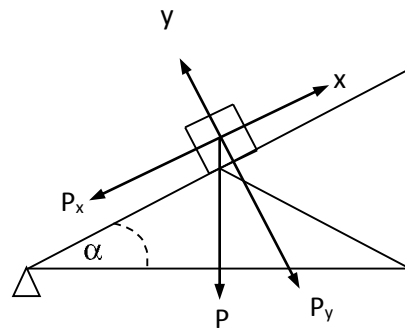
$$q_y = q \cos \alpha$$

$$M_{x1} = 1/8 \cdot q_y \cdot L^2$$

$$M_{y1} = 1/8 \cdot q_x \cdot L^2$$

2. Beban hidup

Beban hidup, seperti terlihat pada gambar 2.2. :



Gambar 2.2. Pembebanan Gording untuk Beban Hidup

a) Menentukan beban hidup pada gording (P)

b) Menghitung :

$$P_x = P \sin \alpha$$

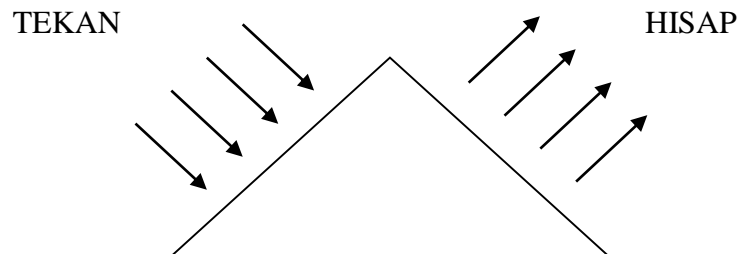
$$P_y = P \cos \alpha$$

$$M_{x2} = 1/4 \cdot P_y \cdot L$$

$$M_{y2} = 1/4 \cdot P_x \cdot L$$

3. Beban angin

Beban angin, seperti terlihat pada gambar 2.3. :



Gambar 2.3. Pembebanan Gording untuk Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m²

- a) Koefisien angin tekan = $(0,02\alpha - 0,4)$
- b) Koefisien angin hisap = $- 0,4$

Beban angin :

- a) Angin tekan (W_1) = koef. Angin tekan x beban angin x $1/2$ x (s_1+s_2)
- b) Angin hisap (W_2) = koef. Angin hisap x beban angin x $1/2$ x (s_1+s_2)

Beban yang bekerja pada sumbu x, maka hanya ada harga M_x :

$$1) \quad M_x (\text{tekan}) = \frac{1}{8} \cdot W_1 \cdot L^2$$

$$M_x (\text{hisap}) = \frac{1}{8} \cdot W_2 \cdot L^2$$

b. Kontrol terhadap tegangan

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{M_x}{W_x}\right)^2 + \left(\frac{M_y}{W_y}\right)^2}$$

Keterangan :

M_x = Momen terhadap arah x W_x = Beban angin terhadap arah x
 M_y = Momen terhadap arah y W_y = Beban angin terhadap arah y

c. Kontrol terhadap lendutan

Secara umum, lendutan maksimum akibat beban mati dan beban hidup harus lebih kecil dari $\frac{1}{250}L$ pada balok yang terletak bebas atas dua tumpuan, L adalah bentang dari balok tersebut, pada balok menerus atau banyak perletakkan, L adalah jarak antar titik beloknya akibat beban mati, sedangkan pada balok kantilever L adalah dua kali panjang kantilevernya. (PPBBI pasal 15.1 butir 1) sedangkan untuk lendutan yang terjadi dapat diketahui dengan rumus:

$$Z_x = \frac{5 \cdot q_x \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_y} + \frac{P_x \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_y}$$

$$Z_y = \frac{5 \cdot q_y \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P_y \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x}$$

$$Z = \sqrt{Z_x^2 + Z_y^2}$$

Keterangan:

Z = lendutan pada baja

q_y = beban merata arah y

Z_x = lendutan pada baja arah x

I_x = momen inersia arah x

Z_y = lendutan pada baja arah y

I_y = momen inersia arah y

q_x = beban merata arah x

Syarat gording itu dinyatakan aman jika: $Z \leq Z$ ijin

2.1.6 Perencanaan Tangga

Untuk perhitungan penulangan tangga dipakai kombinasi pembebanan akibat beban mati dan beban hidup yang disesuaikan dengan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (**PPIUG 1983**) dan **SNI 03-2847-2002** dan analisis struktur menggunakan perhitungan **SAP 2000**.

Sedangkan untuk tumpuan diasumsikan sebagai berikut :

- Tumpuan bawah adalah Jepit.
- Tumpuan tengah adalah Jepit.
- Tumpuan atas adalah Jepit.

Perhitungan untuk penulangan tangga

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dimana, $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ \longrightarrow tulangan tunggal

$\rho < \rho_{\min}$ \longrightarrow dipakai $\rho_{\min} = 0,0025$

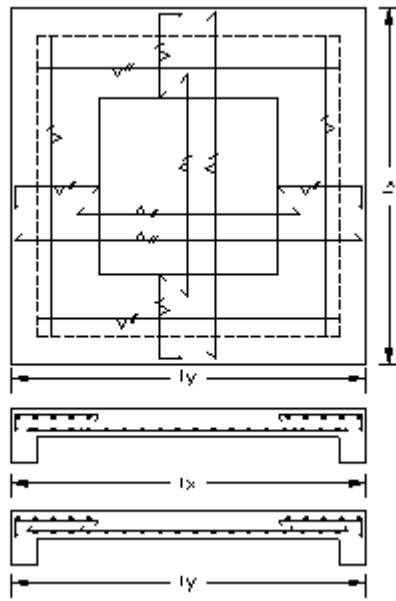
$$A_s = \rho_{ada} \cdot b \cdot d$$

Luas tampang tulangan

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

2.1.7 Perencanaan Pelat Lantai

Dalam perencanaan struktur pelat bangunan ini menggunakan metode perhitungan 2 Arah. Dengan ketentuan $\frac{L_y}{L_x} \leq 2$ (Pelat Dua Arah). Beban pelat lantai pada jenis ini disalurkan ke empat sisi pelat atau ke empat balok pendukung, akibatnya tulangan utama pelat diperlukan pada kedua arah sisi pelat. Seperti terlihat pada Gambar 2.5. :



Gambar 2.4. Pelat Dua Arah

Dengan perencanaan :

a. Pembebanan :

- 1) Beban mati
- 2) Beban hidup : 500 kg/m^2

b. Asumsi Perletakan : jepit elastis, jepit penuh dan jepit bebas.

c. Analisa struktur menggunakan **SAP 2000**.

d. Analisa tampang menggunakan **SNI 03-2847-2002**.

Pemasangan tulangan lentur disyaratkan sebagai berikut :

- 1) Jarak minimum tulangan sengkang 25 mm
- 2) Jarak maksimum tulangan sengkang 240 atau $2h$

Penulangan lentur dihitung analisa tulangan tunggal dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dengan, $\phi = 0,90$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0025$$

$$A_s = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

Luas tampang tulangan

A_s = Jumlah tulangan x Luas

2.1.8 Perencanaan Balok

Dalam perencanaan balok langkah pertama yang perlu dilakukan untuk pendimensian balok adalah menentukan besarnya gaya – gaya dalam yang terjadi pada struktur untuk kemudian hasil perencanaan dianalisa apakah memenuhi syarat atau tidak, adapun syarat yang dipakai adalah :

$$h = 1/10 L - 1/12 L$$

$$b = 1/2 h - 2/3 h$$

secara umum hubungan antara d dan h ditentukan oleh :

$$d = h - 1/2 \emptyset_{\text{tul}} - \emptyset_{\text{sengk}} - p$$

keterangan :

h = tinggi balok

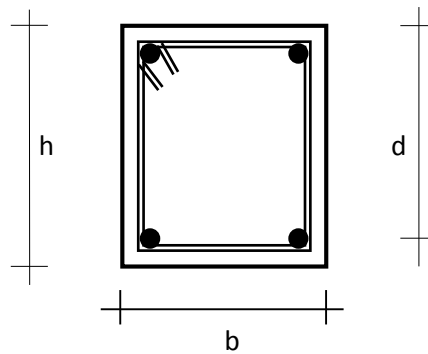
b = lebar balok

d = tinggi efektif

L = panjang bentang

\emptyset_{tul} = diameter tulangan utama.

\emptyset_{sengk} = diameter sengkang.



Gambar 2.5. Penampang Balok

Dengan perencanaan :

a. Pembebanan :

1) Beban mati

2) Beban hidup : 400 kg/m²

b. Asumsi Perletakan : jepit jepit, jepit sendi dan sendi sendi.

c. Analisa struktur menggunakan program **SAP 2000**.

d. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**.

Perhitungan tulangan lentur :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dengan, $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

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

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \quad \longrightarrow \quad \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{\min} \quad \longrightarrow \quad \text{dipakai } \rho_{\min}$$

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,60$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$\phi \cdot V_c = 0,6 \cdot V_c$$

$$\phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3\phi V_c$$

(perlu tulangan geser)

$$V_u < \phi V_c < 3 \phi V_c$$

(tidak perlu tulangan geser)

$$V_{\text{perlu}} = V_u - V_c$$

(pilih tulangan terpasang)

$$V_s \text{ ada} = \frac{(A_v \cdot f_y \cdot d)}{s}$$

(pakai V_s perlu)

2.1.9 Perencanaan Portal

1. Pembebanan
2. Asumsi Perletakan
 - Jepit pada kaki portal
 - Bebas pada titik yang lain
3. Analisa struktur pada perencanaan atap ini menggunakan program **SAP 2000**

Perhitungan tulangan lentur :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dimana, $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

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

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ \longrightarrow tulangan tunggal

$\rho < \rho_{\min}$ \longrightarrow dipakai $\rho_{\min} = \frac{1,4}{f'_y}$

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,75$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

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

$\phi V_c \leq V_u \leq 3 \phi V_c$ (perlu tulangan geser)

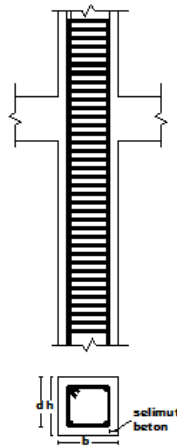
$V_u < \phi V_c < 3 \phi V_c$ (tidak perlu tulangan geser)

$V_s \text{ perlu} = V_u - V_c$ (pilih tulangan terpasang)

$V_s \text{ ada} = \frac{(A_v \cdot f_y \cdot d)}{s}$ (pakai V_s perlu)

2.1.10 Perencanaan Kolom

Kolom direncanakan untuk memikul beban aksial terfaktor yang bekerja untuk semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban terfaktor pada satu bentang yang terdekat dari lantai atau atap yang akan ditinjau. Kombinasi pembebanan yang menghasilkan rasio maksimum dari momen terhadap beban aksial juga harus diperhitungkan. Momen-momen yang bekerja pada balok harus didistribusikan pada kolom di atas dan di bawah lantai, berdasarkan kekakuan relatif kolom dengan memperhatikan kondisi kekangan pada ujung kolom.



Gambar 2.6. Perencanaan Kolom

Didalam merencanakan kolom terdapat 3 macam keruntuhan kolom yaitu :

1. Keruntuhan seimbang, bila $P_n = P_{nb}$
2. Keruntuhan tarik, bila $P_n < P_{nb}$
3. Keruntuhan tekan, bila $P_n > P_{nb}$

Adapun langkah-langkah perhitungannya adalah :

1. Menghitung M_u , P_u , $e = \frac{M_u}{P_u}$
2. Menentukan f'_c dan f_y
3. Menentukan b , h , dan d
4. Menghitung P_{nb} dengan menggunakan pendekatan $A_s = A_s'$

Maka $P_{nb} = C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b$

Dengan : $a = \beta_1 \frac{600}{600 + f_y} d$

$$\text{Hitung } Pn_{\text{perlu}} = \frac{Pu}{\phi} \dots\dots\dots$$

Bila $Pn < Pnb$ maka terjadi keruntuhan tarik.

$$As = \frac{Pn \cdot (e - \frac{h}{2} + \frac{d}{2})}{fy \cdot (d - di)} \dots\dots\dots$$

$$\alpha = \frac{Pn_{\text{perlu}}}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \dots\dots\dots$$

2.1.11 Perencanaan Pondasi

Dalam perencanaan struktur ini, pondasi yang digunakan yaitu pondasi telapak (*foot plat*) yang termasuk pondasi dangkal, karena merupakan bangunan 3 lantai dan digunakan pada kondisi tanah dengan sigma antara 1,5 – 2,00 kg/cm². Agar pondasi tidak mengalami penurunan yang signifikan, maka diperlukan daya dukung tanah yang memadai yaitu kemampuan tanah untuk menahan beban diatasnya tanpa mengakibatkan tanah tersebut.

1. Pembebanan : Beban aksial dan momen dari analisa struktur portal akibat beban mati dan beban hidup
2. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**

Adapun langkah-langkah perhitungan pondasi yaitu :

a. Menghitung daya dukung tanah

$$\sigma_{\text{tanah}} = \frac{Pu}{A}$$

$$A = \frac{Pu}{\sigma_{\text{tanah}}}$$

$$B = L = \sqrt{A}$$

$$\sigma a \text{ yang terjadi} = \frac{P_{\text{total}}}{A} \pm \frac{M_{\text{total}}}{(\frac{1}{6}) \cdot b \cdot L^2}$$

σa tanah yang terjadi $< \sigma a$ ijin tanah(AMAN)

Dengan : σ ijin tanah 2 kg/m²

A = Luas penampang pondasi

B = Lebar pondasi

Pu = Beban ultimate

L = Panjang pondasi

b. Menghitung berat pondasi $V_t = (V_u + \text{berat pondasi})$.

c. Menghitung tegangan kontak pondasi (q_u).

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot L^2$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c}$$

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

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

Jika $\rho < \rho_{maks}$ \longrightarrow tulangan tunggal

Jika $\rho > \rho_{maks}$ \longrightarrow tulangan rangkap

Jika $\rho > \rho_{min}$ \longrightarrow dipakai $\rho_{min} = 0,0025$

$$A_s = \rho_{ada} \cdot b \cdot d$$

Keterangan :

Mn = Momen nominal

b = Lebar penampang

Mu = Momen terfaktor

d = Jarak ke pusat tulangan tarik

ϕ = Faktor reduksi

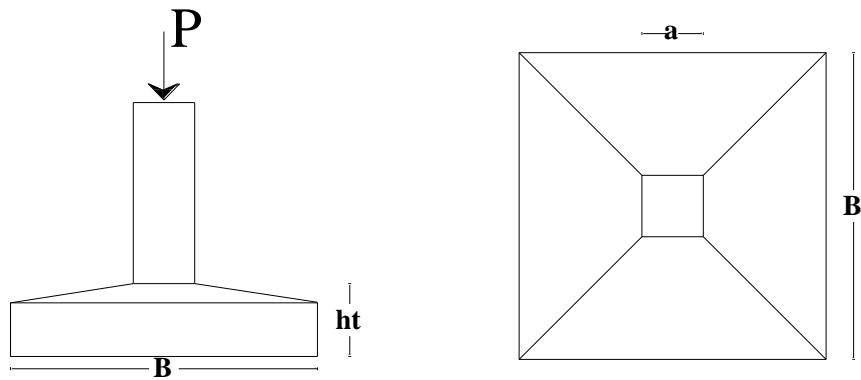
f_y = Tegangan leleh

ρ = Ratio tulangan R_n = Kuat nominal

f'_c = Kuat tekan beton

d. Perhitungan tulangan geser.

Pondasi *footplat*, seperti terlihat pada gambar 2.7. :



Gambar 2.7. Pondasi *Footplate*

Perhitungan :

Mencari P dan ht pada pondasi.

$$L = 2(2ht + b + a) = \dots \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\tau_{pons} = \frac{P}{L \cdot ht}$$

$$\tau_{ijin} = 0,65 \cdot \sqrt{\sigma_k}$$

$\tau_{pons} < \tau_{ijin}$, maka (tebal *Footplate* cukup, sehingga tidak memerlukan tulangan geser pons).

Keterangan :

ht = Tebal pondasi.

P = Beban yang ditumpu pondasi.

τ_{pons} = Tulangan geser pons.