



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 (q_d)

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 :

1. Beton Bertulang 2400 kg/m^3
2. Pasir 1800 kg/m^3
3. Beton biasa 2200 kg/m^3

b) Komponen Gedung :

1. Langit – langit dan dinding (termasuk rusuk – rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari :
 - semen asbes (eternit) dengan tebal maximum 4mm 11 kg/m^2
 - kaca dengan tebal 3 – 4 mm 10 kg/m^2
2. Penggantung langit- langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s. minimum 0,80 m 7 kg/m^2



3. Penutup lantai dari tegel, keramik dan beton (tanpa adukan)
per cm tebal 3 24 kg/m²
4. Adukan semen per cm tebal 21 kg/m²
5. Penutup atap genteng dengan reng dan usuk..... 50 kg/m²
6. Dinding pasangan batu merah setengah bata 1700 kg/m²

2. Beban Hidup (ql)

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 2.1. :

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 dan gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik, atau bengkel	125 kg/m ²
3	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250 kg/m ²
4	Tangga, bordes, dan gang yang disebut dalam c	300 kg/m ²

Sumber : PPIUG 1983

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 :



Tabel 2.2 Koefisien reduksi beban hidup

Penggunaan Gedung	Koefisien Beban Hidup untuk Perencanaan Balok Induk
<ul style="list-style-type: none"> PERUMAHAN / HUNIAN: Rumah sakit / Poliklinik 	0,75
<ul style="list-style-type: none"> PERTEMUAN UMUM : Ruang Rapat, R. Pagelaran, Musholla 	0,90
<ul style="list-style-type: none"> PENYIMPANAN : Perpustakaan, Ruang Arsip 	0,80
<ul style="list-style-type: none"> PEDAGANGAN Toko, Toserba, pasar 	0,80
<ul style="list-style-type: none"> TANGGA Rumah sakit/ Poliklinik 	0,75
<ul style="list-style-type: none"> KANTOR : Kantor/ Bank 	0,60

Sumber : PPIUG 1983

3. Beban Angin (W)

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 (f hisapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan negatif yang dinyatakan dalam kg/m^2 ini ditentukan dengan mengalik tekanan tiup dengan koefisien – koefisien angin. Tekanan 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 .

commit to user



Sedangkan koefisien angin untuk gedung tertutup :

1. Dinding Vertikal

a) Di pihak angin..... + 0,9

b) Di belakang 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 Kerjanya 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 03-2847-2002**, 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

commit to user



kekurangan kekuatan dapat diakibatkan oleh variasi yang merugikan dari kekuatan bahan, pengerjaan, dimensi, pengendalian dan tingkat pengawasan.

Tabel 2.3 Faktor Pembebanan U

No	KOMBINASI BEBAN	FAKTOR U
1.	D	1,4 D
2.	D, L, A, R	1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A atau R)
3.	D, L, W, A, R	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 + 1,0 L ± 1,0 E
6.	D, E	0,9 D ± 1,0 E

Sumber : SNI 03-2847-2002

Keterangan :

D = Beban mati

W = Beban angin

L = Beban hidup

E = Beban gempa

R = Beban air hujan

A = Beban atap

Tabel 2.4. Faktor Reduksi Kekuatan Ø

No	GAYA	Ø
1.	Lentur tanpa beban aksial	0,80
2.	Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	0,80
3.	Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur	
	➤ Komponen dengan tulangan spiral	0,70
	➤ Komponen lain	0,65
4.	Geser dan torsi	0,75
5.	Tumpuan Beton	0,65

Karena kandungan agregat kasar untuk beton struktural sering kali 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.

commit to user

Beberapa persyaratan utama pada pedoman beton **SNI 03-2847-2002** adalah sebagai berikut :

- Jarak bersih antara tulangan sejajar yang selapis tidak boleh kurang dari d_b atau 25 mm, dimana d_b adalah diameter tulangan
- 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 setempat adalah:

- Untuk pelat dandinding = 20 mm
- Untuk balok dan kolom = 40 mm
- Beton yang berhubungan langsung dengan tanah atau cuaca = 50 mm

2.2. Perencanaan Atap

- Padaperencanaan atap ini, beban yang bekerja adalah :
 - Beban mati
 - Beban hidup
 - Beban angin
- Asumsi Perletakan
 - Tumpuan sebelah kiri adalah Sendi.
 - Tumpuan sebelah kanan adalah Rol.
- Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-1729-2002**.

Dan untuk perhitungan dimensi profil rangka kuda kuda:

- Batang tarik

$$F_n = \frac{P_{mak}}{\sigma_{ijin}}$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{2}{3} \times (\sigma_l = 2400 \text{ kg/cm}^2) = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{bruto} = 1,15 \times F_n \dots\dots (< F \text{ Profil})$$

Dengan syarat $\sigma \text{ terjadi} \leq 0,75 \sigma \text{ ijin}$

$$\sigma \text{ terjadi} = \frac{P_{mak}}{0.85 \cdot F_{profil}} \quad \text{commit to user}$$

b. Batang tekan

$$\lambda = \frac{lk}{i_x}$$

$$\lambda_g = \pi \sqrt{\frac{E}{0,7 \cdot \sigma_{leleh}}} \quad \text{..... dimana, } \sigma_{leleh} = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g}$$

Apabila = $\lambda_s \leq 0,25$

$0,25 < \lambda_s < 1,2$

$\lambda_s \geq 1,2$

$\omega = 1$

$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot \lambda_s}$

$\omega = 1,25 \cdot \lambda_s^2$

kontrol tegangan :

$$\sigma = \frac{P_{maks.} \cdot \omega}{F_p} < \sigma_{ijin} = 0,75 \cdot 1600 \text{ kg/cm}^2$$

2.3. Perencanaan Tangga

Untuk perhitungan penulangan tangga dipakai kombinasi pembebanan akibat beban mati dan beban hidup yang disesuaikan dengan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (**PPIUG 1989**) 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, $\phi = 0,80$

commit to user

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

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

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

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

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

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

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

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

Luastampangtulangan

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

2.4. Perencanaan Plat Lantai

1. Pembebanan :

➤ Bebanmati

➤ Bebanhidup : 250 kg/m²

2. Asumsi Perletakan : jepit penuh

3. Analisa struktur menggunakan tabel 13.3.2 **PPIUG 1983**.

4. 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 :

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

dimana, $\phi = 0,80$

commit to user

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

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

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

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

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

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

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

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

Luastampangtulangan

$$A_s = \rho x b x d$$

2.5. Perencanaan Balok Anak

1. Pembebanan
2. Asumsi Perletakan : jepit - jepit
3. Analisa struktur pada perencanaan atap ini menggunakan program **SAP 2000**.
4. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**.

Perhitungan tulangan lentur :

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

dimana, $\phi = 0,80$

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

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

commit to user

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

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

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

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

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

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,75$$

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

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

$$\Phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c$$

(perlu tulangan geser)

$$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c$$

(tidak perlu tulangan geser)

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

(pilih tulangan terpasang)

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

(pakai V_s perlu)

2.6. 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 : *commit to user*

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

dimana, $\phi = 0,80$

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

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

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

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

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

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

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

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,75$$

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

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

$$\Phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c$$

(perlu tulangan geser)

$$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c$$

(tidak perlu tulangan geser)

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

(pilih tulangan terpasang)

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

(pakai V_s perlu)

commit to user

2.7. Perencanaan Pondasi

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.

Perhitungan kapasitas dukung pondasi :

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{V_{\text{tot}}}{A} + \frac{M_{\text{tot}}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$= \sigma_{\text{tanah terjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}} \dots \dots \dots (\text{dianggap aman})$$

Sedangkan pada perhitungan tulangan lentur

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

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

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

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

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

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

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

$$\rho < \rho_{\text{min}} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\text{min}} = 0,0036$$

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

Luas tampang tulangan

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

commit to user

Perhitungan tulangan geser :

$$V_u = \sigma \times A_{\text{efektif}}$$

$$\phi = 0,75$$

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

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

$$\Phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c$$

(perlu tulangan geser)

$$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c$$

(tidak perlu tulangan geser)

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

(pilih tulangan terpasang)

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

(pakai V_s perlu)

