

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Beban

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan sebaiknya mengikuti peraturan-peraturan yang berlaku untuk mendapatkan suatu struktur bangunan yang aman secara konstruksi. Pengertian beban disini adalah beban-beban, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang mempengaruhi struktur bangunan tersebut. Berdasarkan Pedomen Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung SKBI – 1.3.53.1987, beban-beban yang mempengaruhi struktur bangunan adalah sebagai berikut :

- a. Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.
- b. Beban hidup ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, yang kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang

berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air.

- c. Beban angin ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.
- d. Beban gempa ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu.

2.2. Analisis Pembebanan

Pada perencanaan suatu struktur bangunan harus memperhatikan beban-beban yang bekerja padanya. Kombinasi pembebanan berdasarkan SK SNI 03-2847-2002 bab 11.2 halaman 58 adalah sebagai berikut :

a. Kuat perlu (U)

1. Untuk kondisi menahan beban mati (D) dan beban hidup (L)

$$U = 1,2 D + 1,6 L \quad (2 - 1)$$

2. Untuk kondisi menahan beban mati (D), beban hidup (L), dan beban angin (W), dipilih U terbesar

$$U = 1,2 D + 1,0 L + 1,6 W \quad (2 - 2)$$

$$U = 0,9 D + 1,6 W \quad (2 - 3)$$

3. Untuk kondisi menahan beban mati (D), beban hidup (L), dan beban gempa (E)

$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm 1,0 E \quad (2 - 4)$$

$$U = 0,9 D \pm 1,0 E \quad (2 - 5)$$

dengan penjelasan:

- U = Kuat perlu
- D = Beban mati
- L = Beban hidup
- E = Beban gempa
- W = Beban angin

b. Kuat Rencana

Kuat rencana dihitung sesuai dengan sifat penampang yang ditinjau dengan memasukkan faktor reduksi kekuatan (ϕ). Penentuan kuat rencana harus melebihi kekuatan yang diperlukan dalam menahan gaya-gaya yang bekerja. Berdasarkan SK SNI 03-2847-2002 bab 11.3 halaman 60, faktor reduksi kekuatan ditentukan sebagai berikut:

1. Lentur tanpa beban aksial : 0,80
2. Beban aksial dan beban aksial dengan lentur
 - aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur : 0,80
 - aksial tekan, dan aksial tekan dengan lentur
 - komponen struktur dengan tulangan spiral : 0,70
 - komponen struktur lain : 0,65
3. Geser dan torsi : 0,75

2.3. Perhitungan Beban Gempa

Perhitungan gaya gempa dilakukan dengan cara:

- a. Besarnya beban geser dasar nominal sebagai respon ragam yang pertama terhadap pengaruh Gempa Rencana ditentukan berdasarkan SK SNI 03-1726-2002 bab 6.1.2 halaman 27, dengan persamaan:

$$V_1 = \frac{C_1 I}{R} W_t \quad (2 - 6)$$

dengan penjelasan:

- C_1 = faktor respon gempa untuk waktu getar alami pertama T_1
- I = faktor keutamaan gedung
- R = faktor reduksi gempa
- W_t = berat total gedung

- b. Besarnya waktu getar alami (T_1) fundamental struktur gedung ditentukan dengan rumus Rayleigh yang didapat dari SK SNI 03-1726-2002 bab 6.2 halaman 28, yaitu:

$$T_1 = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i d_i}} \quad (2 - 7)$$

dengan penjelasan:

- d_i = simpangan horisontal lantai tingkat i
- g = percepatan gravitasi (9810 mm/dt²)
- W_i = berat lantai tingkat ke- i , termasuk beban hidup yang sesuai
- F_i = beban gempa nominal statik ekivalen

syarat $T_1 < \zeta n$

dengan penjelasan:

- ζ = koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung
- n = jumlah tingkat gedung

- c. Besarnya beban gempa horisontal pada setiap lantai berdasarkan SK SNI 03-1726-2002 bab 6.1.3 halaman 28, ditentukan menurut persamaan:

$$F_i = \frac{W_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot z_i} V \quad (2 - 8)$$

dengan penjelasan:

- W_i = berat lantai tingkat ke- i

z_i = ketinggian lantai tingkat ke- i diukur dari taraf penjepitan lateral
 n = nomor lantai tingkat paling atas

2.4. Perencanaan Balok

Balok adalah bagian dari struktur yang berfungsi menahan beban yang mengakibatkan timbulnya momen lentur. Pada kejadian momen lentur positif, regangan tekan terjadi di bagian atas dan regangan tarik di bagian bawah penampang. Regangan-regangan tersebut mengakibatkan timbulnya tegangan-tegangan yang harus ditahan balok, tegangan tekan di sebelah atas dan tegangan tarik di bagian bawah. (Wang, 1986).

Langkah-langkah perencanaan balok sebagai berikut:

$$\text{Gaya desak beton : } C_c = 0,85.f'c.b.d \quad (2 - 9)$$

$$\text{Gaya tarik baja : } T = A_s.f_y \quad (2 - 10)$$

$$\text{Keseimbangan gaya : } C_c = T \rightarrow a = \frac{A_s.f_y}{0,85.f'c.b} \quad (2 - 11)$$

Syarat rasio penulangan untuk komponen lentur adalah :

$$\rho_{\min} = 1,4 / f_y \quad (2 - 12)$$

$$\rho_{\max} = 0,75. \rho_b \quad (2 - 13)$$

$$\rho_b = \left\{ \frac{(0,85.f'c.\beta_1)}{f_y} \right\} \left\{ \frac{600}{(600 + f_y)} \right\} \quad (2 - 14)$$

Momen nominal (M_n)

$$M_n = C_c.z = 0,85.f'c.b.a \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (2 - 15)$$

$$Mn = T.z = As.fy.\left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (2-16)$$

$$\text{Luas tulangan } As = \rho.b.d \quad (2-17)$$

dengan penjelasan:

- Cc = gaya desak beton
- T = gaya tarik baja
- b = lebar balok
- d = tinggi efektif balok
- a = kedalaman blok tegangan beton tekan
- As = luas tulangan
- Mn = momen nominal
- ρ_b = rasio penulangan dalam keadaan setimbang
- ρ = rasio tulangan tarik
- ρ_{maks} = rasio tulangan maksimum
- f'_c = kuat tekan beton
- fy = tegangan luluh baja

$$\text{Koefisien Tahanan (k) : } k = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{Mu.b}{\phi.b.d^2} \quad (2-18)$$

Kuat lentur balok dinyatakan dengan $M_{u.b}$, harus ditentukan berdasarkan kombinasi pembebanan atau tanpa pembebanan, yaitu:

$$M_{u.b} = 1,2M_{D.b} + 1,6M_{L.b} \quad (2-19)$$

$$M_{u.b} = 1,2M_{D.b} + 1,0M_{L.b} \pm 1,0M_{E.b} \quad (2-20)$$

$$M_{u.b} = 0,9(M_{D.b} \pm M_{E.b}) \quad (2-21)$$

dengan penjelasan:

- $M_{D.b}$ = Momen lentur balok portal akibat beban mati tak terfaktor
- $M_{L.b}$ = Momen lentur balok portal akibat beban hidup tak terfaktor
- $M_{E.b}$ = Momen lentur balok portal akibat beban gempa tak terfaktor

Sedangkan gaya geser rencana balok portal dengan daktilitas penuh dalam SK SNI 03-2847-2002 bab 23.3.4 halaman 212, dihitung berdasarkan persamaan dibawah ini:

| | |
|----------|-----------------------------------|
| ρ_b | = rasio tulangan kondisi seimbang |
| f'_c | = kuat desak beton |
| M_u | = momen ultimit |
| b | = satuan lebar (1 m) |
| d | = tinggi efektif |

Menurut SK SNI 03-2847-2002 bab 11.5.3 hal 64 tebal pelat minimum harus memenuhi persamaan syarat tebal minimum pelat:

1. Untuk $\alpha_m \leq 0,2$

- a. Pelat tanpa penebalan digunakan tebal 120mm.
- b. Pelat dengan penebalan digunakan tebal 100mm.

2. Untuk $0,2 \leq \alpha_m \leq 2,0$ ketebalan pelat minimum harus memenuhi persamaan:

$$h = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 5 \cdot \beta \left[\alpha_m - 0,12 \cdot \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right]} \quad (2 - 42)$$

dan tidak boleh kurang dari 120mm.

3. Untuk $\alpha_m > 2,0$ Ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari

$$h = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 9\beta} \quad (2 - 43)$$

dan tidak boleh kurang dari 90mm.

dengan penjelasan:

- h = tebal pelat
 l_n = panjang bentang bersih dalam arah memanjang
 β = perbandingan antara bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah memendek dari pelat dua arah
 α_m = nilai rata-rata dari α

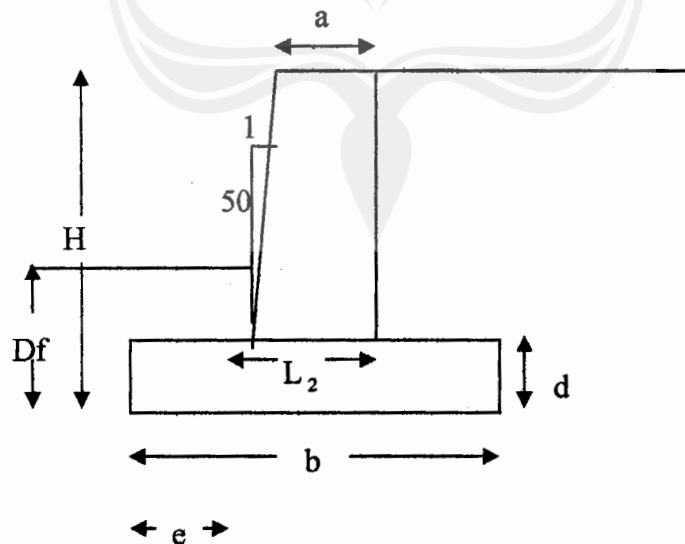
$$\alpha = \frac{E_{cb} \cdot I_b}{E_{cs} \cdot I_s} \quad (2 - 44)$$

dengan penjelasan: E_{cb} = modulus elastisitas beton pada balok
 E_{cs} = modulus elastisitas beton pada pelat

2.7. Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah akan digunakan untuk basement sebanyak ...antai.

Gambar dinding penahan tanah (Suryolelono, 1993):



- a = lebar puncak > 30 cm
 b = lebar dasar pondasi $(0,4 - 0,70)H$
 H = Tinggi dinding penahan tanah
 Df = disesuaikan dengan kondisi setempat
 d = tebal kaki tumit $(1/12 - 1/10)H$

e = lebar ekor depan ($b/3$)
 L_2 = lebar kaki tumit ($(1/12 - 1/10)H$)

Langkah-langkah yang akan digunakan untuk merencanakan dinding penahan tanah adalah sebagai berikut:

1. Menghitung beban-beban yang bekerja.
2. Melakukan perhitungan mekanika tanah.
3. Menggambar dan menghitung diagram tekanan tanah.
4. Menentukan dimensi dinding penahan tanah dengan estimasi.
5. Menghitung gaya-gaya vertikal yang membebani dinding penahan tanah.
6. Kontrol terhadap Geser dan Guling menggunakan angka keamanan

$$(\text{safety faktor}) SF = \Sigma M_T / \Sigma M_G \quad (2 - 45)$$

dengan penjelasan:

M_G = Momen guling akibat E_a (gaya aktif) = $E_a \cdot h_a$

M_T = Momen perlawanan akibat berat sendiri konstruksi = $E_p \cdot h_p$

dengan $SF \geq 1,5$ untuk jenis tanah non kohesif, misal tanah pasir

$SF \leq 2,0$ untuk jenis tanah kohesif, misal tanah lempung

7. Menghitung daya dukung tanah σ .
8. Kontrol terhadap eksentrisitas $e \leq 1/6 b$.
9. Tinjauan Momen dan Geser pada potongan dinding dan ekor dinding penahan tanah untuk merencanakan penulangan.

2.8. Perencanaan Fondasi

Fondasi merupakan struktur bangunan yang terletak di bawah muka tanah, berfungsi sebagai perantara untuk meneruskan beban struktur yang ada di atas muka tanah dan gaya-gaya lain yang bekerja ke tanah pendukung bangunan tersebut. (Suryolelono, 1993).

Daya dukung fondasi mengikuti rumus umum yang diperoleh dari penjumlahan tahanan ujung dan tahanan selimut tiang.

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (2 - 46)$$

dengan penjelasan: Q_u = Daya dukung ultimit tiang (ton)
 Q_p = Daya dukung ultimit ujung tiang (ton)
 Q_s = Daya dukung ultimit selimut tiang (ton)

Daya dukung ujung tiang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Q_p = q_p \cdot A \quad (2 - 47)$$

dengan penjelasan: Q_p = Daya dukung ujung tiang (ton)
 q_p = Tahanan ujung per satuan luas (ton/m^2)
 A = Luas penampang tiang bor (m^2)

Daya dukung selimut tiang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Q_s = f \cdot L \cdot p \quad (2 - 48)$$

dengan penjelasan: Q_s = Daya dukung ultimit selimut tiang (ton)
 f = Gesekan selimut tiang per satuan luas (ton/m^2)
 L = Panjang tiang (m)
 p = Keliling panjang tiang (m)

Nilai f didapat dari persamaan:

$$f = \alpha \cdot c_u \quad (2 - 49)$$

dengan penjelasan: α = Faktor adhesi
 c_u = Kohesi tanah (ton/m²)

Kontrol beban yang diterima satu tiang dalam kelompok pada perencanaan pondasi tiang pancang adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{\Sigma V}{n} \pm \frac{M_y \cdot X}{\Sigma X^2} \pm \frac{M_x \cdot Y}{\Sigma Y^2} \quad (2 - 50)$$

dengan penjelasan:

- P = Beban maksimum yang diterima tiang pancang
- ΣV = Jumlah total beban normal (beban vertikal)
- n = Jumlah tiang dalam satu poer
- M_x = Momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu X yang bekerja pada pondasi, diperhitungkan terhadap titik pusat berat seluruh tiang yang terdapat di dasar poer.
- M_y = Momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu Y yang bekerja pada pondasi, diperhitungkan terhadap titik pusat berat seluruh tiang yang terdapat di dasar poer.
- X = Absis tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang
- Y = Ordinat tiang pancang terhadap titik berat kelompok tiang
- ΣX = Jumlah kuadrat absi-absis tiang pancang
- ΣY = Jumlah kuadrat ordinat-ordinat tiang pancang

dari hasil perhitungan ini harus lebih kecil dari daya dukung untuk satu tiang yang diijinkan. Untuk kelompok tiang, jarak antar tiang dapat digunakan rumus dan ketentuan sebagai berikut:

a. Untuk non batuan:

$$S \geq 2 \text{ Diameter, untuk tiang bundar} \quad (2 - 51)$$

$$S \geq 2 \text{ Diagonal, untuk tiang persegi} \quad (2 - 52)$$

$$S \geq 760 \text{ mm, untuk tiang baja} \quad (2 - 53)$$

b. Untuk batuan:

$$S \geq \text{Diameter} + 300 \text{ mm, untuk tiang bundar} \quad (2 - 54)$$

$$S \geq \text{Diagonal} + 300 \text{ mm, untuk tiang persegi} \quad (2 - 55)$$

dengan penjelasan: S = jarak antar tiang

