

## BAB IV

### *PRELIMINARY DESIGN*

*Preliminary design* merupakan tahapan awal perencanaan dengan bertujuan untuk memperkirakan dimensi komponen struktur yang dibutuhkan diantaranya struktur sekunder maupun struktur primer. Dimensi dari komponen struktur yang telah direncanakan harus memenuhi persyaratan yang tertulis dalam peraturan SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Preliminary design* di-input ke dalam aplikasi program analisa komputer dan akan menghasilkan gaya gaya dalam, dengann bertujuan agar dimensi-dimensi struktur yang dihasilkan memiliki ukuran yang tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar, sesuai dengan kebutuhan struktur. Dimensi – dimensi yang akan dilakukan *preliminary design* antara lain balok, pelat, dan kolom. Adapun data bahan sebagai pertimbangan perhitungan preliminary design, yaitu:

#### 4.1 Data Perencanaan

Perencanaan Gedung Hotel di kota Depok ini menggunakan struktur beton bertulang pada keseluruhan struktur gedung. Berikut ini merupakan data umum perencanaan yang akan digunakan :

1. Tipe Bangunan : Gedung Dracarys
2. Lokasi : Kota Depok
3. Jumlah Lantai : 13 Lantai
4. Tinggi Bangunan : 52 meter
5. Lebar Bangunan : 27 meter
6. Panjang Bangunan : 35 meter
7. Penutup Atap : Dek Beton
8. Sistem Struktur : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
9. Pondasi : Tiang Pancang
10. Data Material
  - Beton : - Kolom :  $f_c' 35 \text{ MPa}$
  - Balok :  $f_c' 35 \text{ MPa}$

- Pelat :  $f_c' 25 \text{ MPa}$
- Tulangan :- Utama:  $f_y 420 \text{ MPa}$
- Geser :  $f_y 280 \text{ MPa}$

11. Data Tanah : Terlampir

#### 4.2 Perencanaan Dimensi Balok Induk

Tinggi minimum balok dengan kondisi perletakan sederhana seperti yang telah disyaratkan dalam SNI 2847 – Tabel 9.3.1.1 adalah  $(\frac{l}{16})$ , sedangkan untuk lebar penampang balok  $b_w$  yang tertulis dalam SNI 2847 – 2019 Pasal 18.6.2.1 yaitu harus sekurang – kurangnya nilai terkecil  $0,3h$  dan  $250 \text{ mm}$ . Proyeksi lebar balok yang melampaui lebar kolom penumpu tidak boleh melebihi nilai terkecil dari  $c_2$  dan  $0,75c_1$  pada masing – masing sisi kolom.

##### 4.2.1. Dimensi Balok Induk Atap Eksterior dan Interior

- Balok induk eksterior atap dengan bentang 7 meter (di ambil bentang yang paling panjang)

$$h = \frac{l}{16} = \frac{700}{16} = 43,75 \text{ cm maka dipakai } h = 60 \text{ cm}$$

$$b = 0,3h = 0,3 (60) = 18 \text{ cm maka diapaki } b = 40 \text{ cm}$$

Maka, dimensi yang akan digunakan untuk balok induk dengan dimensi  $40/60 \text{ cm}$

- Balok induk eksterior atap dengan bentang 5 meter (di ambil bentang yang paling panjang)

$$h = \frac{l}{16} = \frac{500}{16} = 31,25 \text{ cm maka dipakai } h = 60 \text{ cm}$$

$$b = 0,3h = 0,3 (60) = 18 \text{ cm maka diapaki } b = 40 \text{ cm}$$

Maka, dimensi yang akan digunakan untuk balok induk dengan dimensi  $40/60 \text{ cm}$

- Balok induk interior atap dengan bentang 7 meter (di ambil bentang yang paling panjang)

$$h = \frac{l}{16} = \frac{700}{16} = 43,75 \text{ cm maka dipakai } h = 70 \text{ cm}$$

$$b = 0,3h = 0,3 (70) = 21 \text{ cm maka diapaki } b = 40 \text{ cm}$$

Maka, dimensi yang akan digunakan untuk balok induk dengan dimensi  $40/70 \text{ cm}$

- Balok induk eksterior atap dengan bentang 5 meter (di ambil bentang yang paling panjang)

$$h = \frac{l}{16} = \frac{500}{16} = 31,25 \text{ cm maka dipakai } h = 70 \text{ cm}$$

$$b = 0,3h = 0,3 (70) = 21 \text{ cm maka diapaki } b = 40 \text{ cm}$$

Maka, dimensi yang akan digunakan untuk balok induk dengan dimensi 40/70 cm

#### 4.2.2. Dimensi Balok Induk Lantai Eksterior dan Interior

- Balok induk eksterior lantai dengan bentang 7 meter (di ambil bentang yang paling panjang)

$$h = \frac{l}{16} = \frac{700}{16} = 43,75 \text{ cm maka dipakai } h = 60 \text{ cm}$$

$$b = 0,3h = 0,3 (60) = 18 \text{ cm maka diapaki } b = 40 \text{ cm}$$

Jadi, dimensi yang akan digunakan untuk balok induk dengan dimensi **40/60 cm**

- Balok induk eksterior lantai dengan bentang 5 meter (di ambil bentang yang paling panjang)

$$h = \frac{l}{16} = \frac{500}{16} = 31,25 \text{ cm maka dipakai } h = 60 \text{ cm}$$

$$b = 0,3h = 0,3 (60) = 18 \text{ cm maka diapaki } b = 40 \text{ cm}$$

Jadi, dimensi yang akan digunakan untuk balok induk dengan dimensi **40/60 cm**

- Balok induk interior lantai dengan bentang 7 meter (di ambil bentang yang paling panjang)

$$h = \frac{l}{16} = \frac{700}{16} = 43,75 \text{ cm maka dipakai } h = 70 \text{ cm}$$

$$b = 0,3h = 0,3 (70) = 21 \text{ cm maka diapaki } b = 40 \text{ cm}$$

Jadi, dimensi yang akan digunakan untuk balok induk dengan dimensi **40/70 cm**

- Balok induk eksterior lantai dengan bentang 5 meter (di ambil bentang yang paling panjang)

$$h = \frac{l}{16} = \frac{500}{16} = 31,25 \text{ cm maka dipakai } h = 70 \text{ cm}$$

$$b = 0,3h = 0,3 (60) = 18 \text{ cm maka diapaki } b = 40 \text{ cm}$$

Jadi, dimensi yang akan digunakan untuk balok induk dengan dimensi **40/70 cm**

### 4.3 Perencanaan Dimensi Balok Anak

Tinggi minimum balok dengan kondisi perletakan Menerus dua sisi seperti yang telah disyaratkan dalam SNI 2847 – Tabel 9.3.1.1 adalah  $(\frac{l}{21})$ , sedangkan untuk lebar penampang balok  $b_w$  yang tertulis dalam SNI 2847 – 2019 Pasal 18.6.2.1 yaitu harus sekurang – kurangnya nilai terkecil  $0,3h$  dan  $250 \text{ mm}$ . Proyeksi lebar balok yang melampaui lebar kolom penumpu tidak boleh melebihi nilai terkecil dari  $c_2$  dan  $0,75c_1$  pada masing – masing sisi kolom.

#### 4.3.1. Dimensi Balok Anak Lantai

- Balok anak lantai dengan bentang 7 meter

$$h = \frac{l}{21} = \frac{700}{21} = 33,33 \text{ cm maka dipakai } h = 40 \text{ cm}$$

$$b = 0,3h = 0,3 (40) = 12 \text{ cm maka diapaki } b = 20 \text{ cm}$$

Jadi, dimensi yang akan digunakan untuk balok induk dengan dimensi **20/40 cm**

- Balok anak lantai dengan bentang 5 meter

$$h = \frac{l}{21} = \frac{700}{21} = 33,33 \text{ cm maka dipakai } h = 40 \text{ cm}$$

$$b = 0,3h = 0,3 (40) = 12 \text{ cm maka diapaki } b = 30 \text{ cm}$$

Jadi, dimensi yang akan digunakan untuk balok induk dengan dimensi **30/40 cm**

#### 4.3.2. Dimensi Balok Anak Atap

- Balok anak atap dengan bentang 7 meter

$$h = \frac{l}{21} = \frac{700}{21} = 33,33 \text{ cm maka dipakai } h = 40 \text{ cm}$$

$$b = 0,3h = 0,3 (40) = 12 \text{ cm maka diapaki } b = 25 \text{ cm}$$

Jadi, dimensi yang akan digunakan untuk balok induk dengan dimensi **25/40 cm**

- Balok anak atap dengan bentang 5 meter

$$h = \frac{l}{21} = \frac{700}{21} = 33,33 \text{ cm maka dipakai } h = 40 \text{ cm}$$

$$b = 0,3h = 0,3 (40) = 12 \text{ cm maka diapaki } b = 30 \text{ cm}$$

Jadi, dimensi yang akan digunakan untuk balok induk dengan dimensi **30/40 cm**

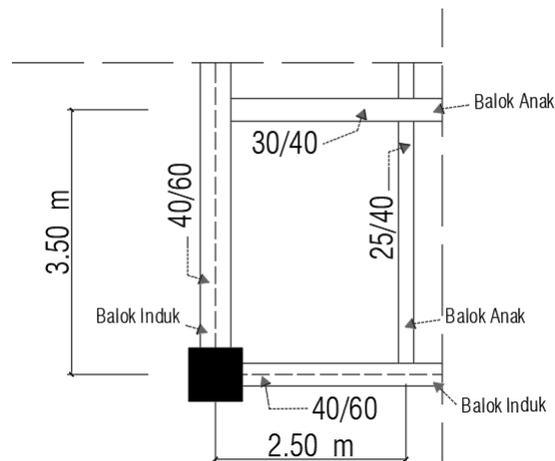
#### 4.4 Perencanaan Dimensi Pelat

Perencanaan pelat direncanakan berdasarkan SNI 2847 – 2019, untuk dimensi pelat direncanakan sebagai berikut :

- Tebal Pelat Atap : 12 cm
- Tebal Pelat Lantai : 12 cm

##### 4.4.1. Dimensi Pelat Atap

Pelat direncanakan hanya menahan beban lentur. Berdasarkan SNI 2847 – 2019 pada tiap balok yang mengelilingi pelat, direncanakan sebagai balok – T mengikuti pasal 9.2.4 serta dalam memenuhi syarat lendutan, ketebalan minimum dari pelat harus memenuhi pasal 8.3.1 yaitu tebal pelat dikontrol dengan menghitung koefisien  $\alpha_{fm}$ . Perencanaan tebal pelat atap bentang terlebar seperti **Gambar 4.1**



**Gambar 4. 1** Perencanaan Pelat Atap

Bentang Panjang ( $L_y$ ) : 350 cm

Bentang Pendek ( $L_x$ ) : 250 cm

- Bentang bersih sumbu panjang

$$\ell_n = 350 - \frac{40}{2} - \frac{20}{2} = 320 \text{ cm}$$

- Bentang bersih sumbu pendek

$$S_n = 250 - \frac{40}{2} - \frac{20}{2} = 220 \text{ cm}$$

- Didapatkan nilai  $\beta_1$

$$\beta_1 = \frac{\ell_n}{S_n} = \frac{320}{220} = 1,45 < 2 \text{ maka masuk dalam klasifikasi (Pelat dua arah)}$$

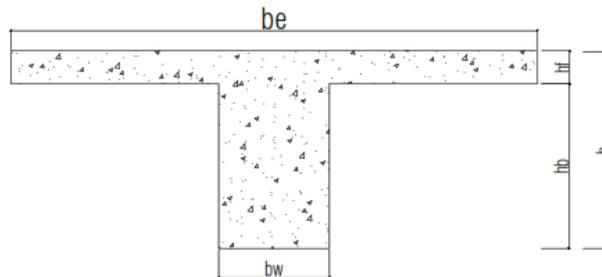
Tebal pelat atap karena tidak boleh kurang dari 125 mm jika  $0,2 \leq 2$  dan tidak boleh kurang dari 90 mm jika nilai  $\alpha_{fm} \geq 2$ , maka rencana tebal pelat atap yaitu  $h = 12 \text{ cm}$

- Mencari nilai  $\alpha_{fm}$  dengan balok induk 40/60 cm **bentang 500 cm**

Didalam konstruksi balok monolit, suatu balok mencakup juga bagian pelat pada tiap sisi balok sebesar proyeksi balok yang berada di atas atau di bawah pelat, sehingga menentukan lebar efektif balok ( $b_e$ ) berdasarkan SNI 2847 – 2019 pasal 9.2.4 yaitu:

$$b_e = b_w + 2h_b \leq b_w + 8h_f$$

Berikut merupakan konstruksi balok – T eksterior yang dapat dilihat pada **Gambar 4.2**



**Gambar 4. 2** Penampang Balok Exterior Pelat Atap

**Dimana :**

- $b_e$  = lebar efektif, harga minimum (cm)
- $b_w$  = lebar balok (cm)
- $h_f$  = tebal rencana pelat (cm)
- $h_b$  = tinggi bersih balok (cm)
- $h$  = tinggi balok (cm)

$$b_e = b_w + 2h_b = 40 + 2(60 - 12) = 136 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 40 + 8(12) = 136 \text{ cm}$$

Diambil nilai  $b_e = 136 \text{ cm}$

- Faktor modifikasi k:

Untuk momen inersia penampang bersayap dinyatakan sebagai momen inersia penampang segi empat yang dikalikan dengan faktor modifikasi k, yaitu :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{h_f}{h}\right) + 4 \left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{60}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{12}{60}\right) + 4 \left(\frac{12}{60}\right)^2 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{60}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{60}\right)}$$

$$k = 1,64$$

Balok Induk

Sehingga momen inersia penampang T :

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 40 \times 60^3 \times 1,64 = 1180800 \text{ cm}^4$$

Sehingga momen inersia Pelat :

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h^3_f$$

$$I_p = \frac{1}{12} \times 500 \times 12^3 = 72000 \text{ cm}^4$$

- Modulus elastisitas beton yang akan digunakan adalah  $f_c' = 35 \text{ MPa}$

$$E_{cvb} = E_{cs} = 4700 \sqrt{f_c'} = 4700 \sqrt{35} = 27805,58$$

Rasio kekakuan terhadap pelat adalah

$$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cs} \times I_p} = \frac{27805,58 \times 1180800}{27805,58 \times 72000} = 16,4 > 1$$

Karena  $\alpha_{fm} \geq 2$  maka untuk menentukan ketebalan pelat digunakan persamaan seperti pada SNI 2847 – 2019 Pasal 8.3.1 tabel 8.3.1.2 dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

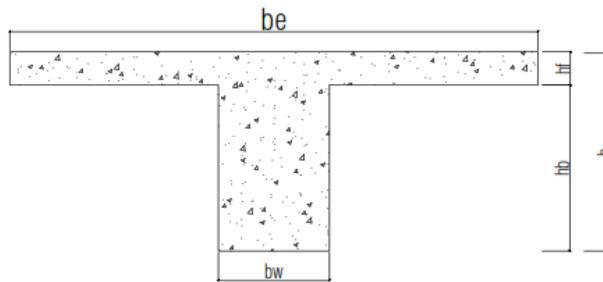
$$h = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9 \times 1} \frac{250 \left(0,8 + \frac{420}{1400}\right)}{36 + 9 \times 1} = 6,1 \text{ cm} < 9 \text{ cm}$$

Karena tebal minimum  $< 90 \text{ mm}$ , maka tebal pelat yang dipakai adalah tebal pelat atap yang direncanakan  $h_{\min} = 120 \text{ mm} > h_{\min} = 61 \text{ mm}$  (OK)

- Mencari nilai  $\alpha_{fm}$  dengan balok induk 40/60 cm **bentang 700 cm**

Berikut merupakan konstruksi balok – T Eksterior yang dapat dilihat pada **Gambar**

### 4.3



**Gambar 4. 3** Penampang Balok Exterior Pelat Atas

**Dimana :**

- $b_e$  = lebar efektif, harga minimum (cm)
- $b_w$  = lebar balok (cm)
- $h_f$  = tebal rencana pelat (cm)
- $h_b$  = tinggi bersih balok (cm)
- $h$  = tinggi balok (cm)

$$b_e = b_w + 2h_b = 40 + 2(60 - 12) = 136 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 40 + 8(12) = 136 \text{ cm}$$

Diambil nilai  $b_e = 136 \text{ cm}$

- Faktor modifikasi k:

Untuk momen inersia penampang bersayap dinyatakan sebagai momen inersia penampang segi empat yang dikalikan dengan faktor modifikasi k, yaitu :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{h_f}{h}\right) + 4 \left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{60}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{12}{60}\right) + 4 \left(\frac{12}{60}\right)^2 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{60}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{60}\right)}$$

$$k = 1,64$$

Balok Induk

Sehingga momen inersia penampang T :

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 40 \times 60^3 \times 1,64 = 1180800 \text{ cm}^4$$

Sehingga momen inersia Pelat :

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h^3_f$$

$$I_p = \frac{1}{12} \times 700 \times 12^3 = 100800 \text{ cm}^4$$

- Modulus elastisitas beton yang akan digunakan adalah  $f_c' = 35 \text{ MPa}$

$$E_{cvb} = E_{cs} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{35} = 27805,58$$

Rasio kekakuan terhadap pelat adalah

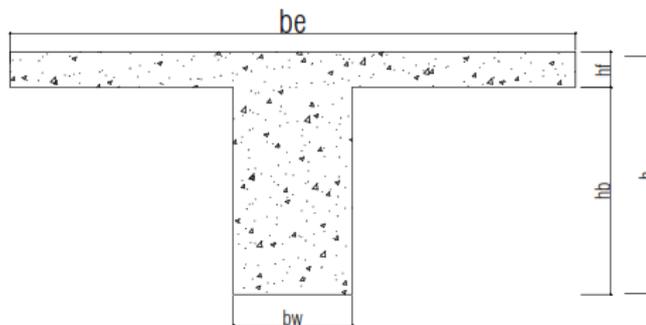
$$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cs} \times I_s} = \frac{27805,58 \times 1180800}{27805,58 \times 100800} = 11,7 > 1$$

Karena  $\alpha_{fm} \geq 2$  maka untuk menentukan ketebalan pelat digunakan persamaan seperti pada SNI 2847 – 2019 Pasal 8.3.1 tabel 8.3.1.2 dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

$$h = \frac{l_n(0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9 \times 1} = \frac{350(0,8 + \frac{420}{1400})}{36 + 9 \times 1} = 8,5 \text{ cm} < 9 \text{ cm}$$

Karena tebal minimum  $< 90 \text{ mm}$ , maka tebal pelat yang dipakai adalah tebal pelat atap yang direncanakan  $h_{min} = 120 \text{ mm} > h_{min} = 85 \text{ mm (OK)}$

- Mencari nilai  $\alpha_{fm}$  dengan balok induk 40/70 cm **bentang 700 cm**  
Berikut merupakan konstruksi balok – T Interior yang dapat dilihat pada **Gambar 4.4**



**Gambar 4. 4** Penampang Balok Interior Pelat Atap

**Dimana :**

- $b_e$  = lebar efektif, harga minimum (cm)
- $b_w$  = lebar balok (cm)
- $h_f$  = tebal rencana pelat (cm)
- $h_b$  = tinggi bersih balok (cm)
- $h$  = tinggi balok (cm)

$$b_e = b_w + 2h_b = 40 + 2(60 - 12) = 156 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 40 + 8(12) = 136 \text{ cm}$$

Diambil nilai  $b_e = 136 \text{ cm}$

- Faktor modifikasi k:

Untuk momen inersia penampang bersayap dinyatakan sebagai momen inersia penampang segi empat yang dikalikan dengan faktor modifikasi k, yaitu :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{h_f}{h}\right) \left[ 4 - 6\left(\frac{h_f}{h}\right) + 4\left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{h_f}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right)\left(\frac{12}{70}\right) \left[ 4 - 6\left(\frac{12}{70}\right) + 4\left(\frac{12}{70}\right)^2 + \left(\frac{136}{40} - 1\right)\left(\frac{12}{70}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right)\left(\frac{12}{70}\right)}$$

$$k = 1,61$$

Balok Induk

Sehingga momen inersia penampang T :

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 40 \times 70^3 \times 1,61 = 184766,6 \text{ cm}^4$$

Sehingga momen inersia Pelat :

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h^3_f$$

$$I_p = \frac{1}{12} \times 700 \times 12^3 = 100800 \text{ cm}^4$$

- Modulus elastisitas beton yang akan digunakan adalah  $f_c' = 35 \text{ MPa}$

$$E_{cvb} = E_{cs} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{35} = 27805,58$$

Rasio kekakuan terhadap pelat adalah

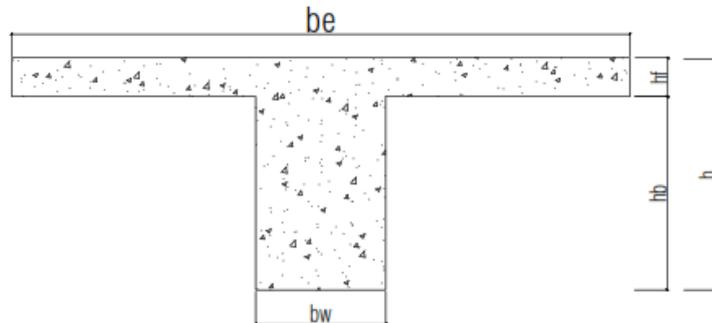
$$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cs} \times I_s} = \frac{27805,58 \times 1840766,6}{27805,58 \times 100800} = 18,26 > 1$$

Karena  $\alpha_{fm} \geq 2$  maka untuk menentukan ketebalan pelat digunakan persamaan seperti pada SNI 2847 – 2019 Pasal 8.3.1 tabel 8.3.1.2 dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

$$h = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9 \times 1} \frac{350 \left(0,8 + \frac{420}{1400}\right)}{36 + 9 \times 1} = 8,5 \text{ cm} < 9 \text{ cm}$$

Karena tebal minimum  $< 90 \text{ mm}$ , maka tebal pelat yang dipakai adalah tebal pelat atap yang direncanakan  $h_{\min} = 120 \text{ mm} > h_{\min} = 85 \text{ mm}$  (OK)

- Mencari nilai  $\alpha_{fm}$  dengan balok induk 40/70 cm **bentang 500 cm**  
Berikut merupakan konstruksi balok – T Interior yang dapat dilihat pada **Gambar 4.5**



**Gambar 4.5** Penampang Balok Interior Pelat Atap

**Dimana :**

- $b_e$  = lebar efektif, harga minimum (cm)
- $b_w$  = lebar balok (cm)
- $h_f$  = tebal rencana pelat (cm)
- $h_b$  = tinggi bersih balok (cm)
- $h$  = tinggi balok (cm)

$$b_e = b_w + 2h_b = 40 + 2(60 - 12) = 136 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 40 + 8(12) = 136 \text{ cm}$$

Diambil nilai  $b_e = 136 \text{ cm}$

- Faktor modifikasi k:

Untuk momen inersia penampang bersayap dinyatakan sebagai momen inersia penampang segi empat yang dikalikan dengan faktor modifikasi k, yaitu :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{h_f}{h}\right) + 4 \left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{70}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{12}{70}\right) + 4 \left(\frac{12}{70}\right)^2 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{70}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{70}\right)}$$

$$k = 1,61$$

Balok Induk

Sehingga momen inersia penampang T :

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 40 \times 70^3 \times 1,61 = 184766,6 \text{ cm}^4$$

Sehingga momen inersia Pelat :

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h^3_f$$

$$I_p = \frac{1}{12} \times 500 \times 12^3 = 72000 \text{ cm}^4$$

- Modulus elastisitas beton yang akan digunakan adalah  $f_c' = 35 \text{ MPa}$

$$E_{cvb} = E_{cs} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{35} = 27805,58$$

Rasio kekakuan terhadap pelat adalah

$$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cs} \times I_s} = \frac{27805,58 \times 1840766,6}{27805,58 \times 72000} = 25,56 > 1$$

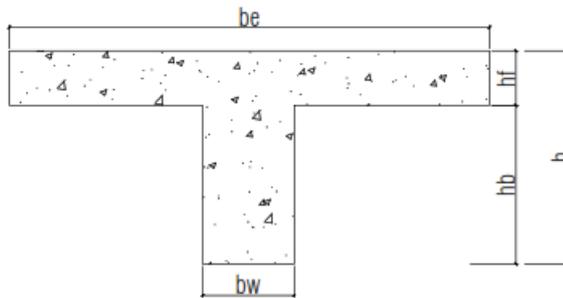
Karena  $\alpha_{fm} \geq 2$  maka untuk menentukan ketebalan pelat digunakan persamaan seperti pada SNI 2847 – 2019 Pasal 8.3.1 tabel 8.3.1.2 dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

$$h = \frac{l_n(0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9 \times 1} \frac{250(0,8 + \frac{420}{1400})}{36 + 9 \times 1} = 6,1 \text{ cm} < 9 \text{ cm}$$

Karena tebal minimum  $< 90 \text{ mm}$ , maka tebal pelat yang dipakai adalah tebal pelat atap yang direncanakan  $h_{min} = 120 \text{ mm} > h_{min} = 61 \text{ mm}$  (OK)

- Mencari nilai  $\alpha_{fm}$  dengan balok anak 20/35 cm **bentang 700 cm**

Berikut merupakan konstruksi balok – T yang dapat dilihat pada **Gambar 4.6**



**Gambar 4. 6** Penampang Balok anak Pelat Atap

**Dimana :**

- $b_e$  = lebar efektif, harga minimum (cm)
- $b_w$  = lebar balok (cm)
- $h_f$  = tebal rencana pelat (cm)

- $h_b$  = tinggi bersih balok (cm)
- $h$  = tinggi balok (cm)

$$b_e = b_w + 2h_b = 20 + 2(35 - 12) = 66 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 20 + 8(12) = 116 \text{ cm}$$

Diambil nilai  $b_e = 116 \text{ cm}$

- Faktor modifikasi k:

Untuk momen inersia penampang bersayap dinyatakan sebagai momen inersia penampang segi empat yang dikalikan dengan faktor modifikasi k, yaitu :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{h_f}{h}\right) + 4 \left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{116}{20} - 1\right) \left(\frac{12}{35}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{12}{35}\right) + 4 \left(\frac{12}{35}\right)^2 + \left(\frac{116}{20} - 1\right) \left(\frac{12}{35}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{116}{20} - 1\right) \left(\frac{12}{35}\right)}$$

$$k = 2$$

Balok Induk

Sehingga momen inersia penampang T :

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 20 \times 35^3 \times 2 = 142916,6 \text{ cm}^4$$

Sehingga momen inersia Pelat :

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h^3_f$$

$$I_p = \frac{1}{12} \times 700 \times 12^3 = 100800 \text{ cm}^4$$

- Modulus elastisitas beton yang akan digunakan adalah  $f_c' = 35 \text{ MPa}$

$$E_{cvb} = E_{cs} = 4700 \sqrt{f_c'} = 4700 \sqrt{35} = 27805,58$$

Rasio kekakuan terhadap pelat adalah

$$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cs} \times I_s} = \frac{27805,58 \times 142916,6}{27805,58 \times 100800} = 1,42 > 1$$

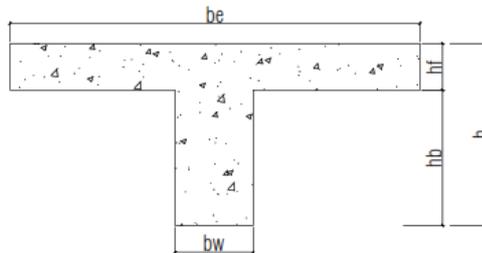
Karena  $\alpha_{fm} \geq 2$  maka untuk menentukan ketebalan pelat digunakan persamaan seperti pada SNI 2847 – 2019 Pasal 8.3.1 tabel 8.3.1.2 dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

$$h = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9 \times 1} = \frac{350 \left(0,8 + \frac{420}{1400}\right)}{36 + 9 \times 1} = 8,5 \text{ cm} < 9 \text{ cm}$$

Karena tebal minimum  $< 90$  mm, maka tebal pelat yang dipakai adalah tebal pelat atap yang direncanakan  $h_{\min} = 120$  mm  $> h_{\min} = 85$  mm (OK)

- Mencari nilai  $\alpha_{fm}$  dengan balok anak 30/40 cm **bentang 500 cm**

Berikut merupakan konstruksi balok – T yang dapat dilihat pada **Gambar 4.6**



**Gambar 4. 7** Penampang Balok anak Pelat Atap

**Dimana :**

- $b_e$  = lebar efektif, harga minimum (cm)
- $b_w$  = lebar balok (cm)
- $h_f$  = tebal rencana pelat (cm)
- $h_b$  = tinggi bersih balok (cm)
- $h$  = tinggi balok (cm)

$$b_e = b_w + 2h_b = 30 + 2(40 - 12) = 86 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 30 + 8(12) = 126 \text{ cm}$$

Diambil nilai  $b_e = 126$  cm

- Faktor modifikasi k:

Untuk momen inersia penampang bersayap dinyatakan sebagai momen inersia penampang segi empat yang dikalikan dengan faktor modifikasi k, yaitu :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{h_f}{h}\right) + 4 \left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{126}{30} - 1\right) \left(\frac{12}{40}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{12}{40}\right) + 4 \left(\frac{12}{40}\right)^2 + \left(\frac{126}{30} - 1\right) \left(\frac{12}{40}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{126}{30} - 1\right) \left(\frac{12}{40}\right)}$$

$$k = 1,8$$

Balok Induk

Sehingga momen inersia penampang T :

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 30 \times 40^3 \times 1,8 = 288000 \text{ cm}^4$$

Sehingga momen inersia Pelat :

$$I_p = \frac{1}{12} \times L \times h^3_f$$

$$I_p = \frac{1}{12} \times 500 \times 12^3 = 72000 \text{ cm}^4$$

- Modulus elastisitas beton yang akan digunakan adalah  $f_c' = 35 \text{ MPa}$

$$E_{cvb} = E_{cs} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{35} = 27805,58 \text{ MPa}$$

Rasio kekakuan terhadap pelat adalah

$$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cs} \times I_s} = \frac{27805,58 \times 288000}{27805,58 \times 72000} = 4 > 1$$

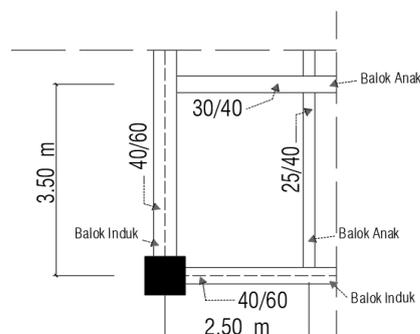
Karena  $\alpha_{fm} \geq 2$  maka untuk menentukan ketebalan pelat digunakan persamaan seperti pada SNI 2847 – 2019 Pasal 8.3.1 tabel 8.3.1.2 dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

$$h = \frac{l_n(0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9 \times 1} \frac{250(0,8 + \frac{420}{1400})}{36 + 9 \times 1} = 6,1 \text{ cm} < 9 \text{ cm}$$

Karena tebal minimum  $< 90 \text{ mm}$ , maka tebal pelat yang dipakai adalah tebal pelat atap yang direncanakan  $h_{\min} = 120 \text{ mm} > h_{\min} = 61 \text{ mm (OK)}$

#### 4.4.2. Dimensi Pelat Lantai

Pelat direncanakan hanya menahan beban lentur. Berdasarkan SNI 2847 – 2019 pada tiap balok yang mengelilingi pelat, direncanakan sebagai balok – T mengikuti pasal 9.2.4 serta dalam memenuhi syarat lendutan, ketebalan minimum dari pelat harus memenuhi pasal 8.3.1 yaitu tebal pelat dikontrol dengan menghitung koefisien  $\alpha_{fm}$ . Perencanaan tebal pelat atap bentang terlebar seperti pada **Gambar 4.6**.



**Gambar 4. 8** Perencanaan Pelat Lantai

Bentang Panjang ( $L_y$ ) : 350 cm

Bentang Pendek ( $L_x$ ) : 250 cm

- Bentang bersih sumbu panjang

$$\ell_n = 350 - \frac{40}{2} - \frac{20}{2} = 320 \text{ cm}$$

- Bentang bersih sumbu pendek

$$S_n = 250 - \frac{40}{2} - \frac{20}{2} = 220 \text{ cm}$$

- Didapatkan nilai  $\beta_1$

$$\beta_1 = \frac{\ell_n}{S_n} = \frac{320}{220} = 1,45 < 2 \text{ maka masuk dalam klasifikasi (Pelat dua arah)}$$

Tebal pelat atap karena tidak boleh kurang dari 125 mm jika  $0,2 \leq 2$  dan tidak boleh kurang dari 90 mm jika nilai  $\alpha_{fm} \geq 2$ , maka rencana tebal pelat atap yaitu  $h = 12 \text{ cm}$

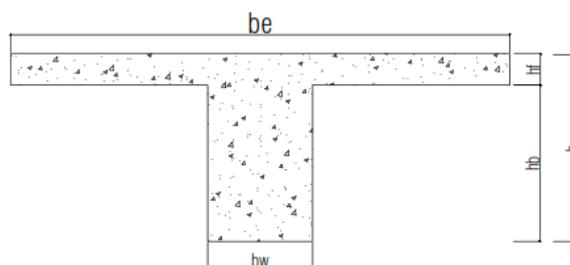
- Mencari nilai  $\alpha_{fm}$  dengan balok induk 40/60 cm **bentang 500 cm**

Didalam konstruksi balok monolit, suatu balok mencakup juga bagian pelat pada tiap sisi balok sebesar proyeksi balok yang berada di atas atau di bawah pelat, sehingga menentukan lebar efektif balok ( $b_e$ ) berdasarkan SNI 2847 – 2019 pasal 9.2.4 yaitu:

$$b_e = b_w + 2h_b \leq b_w + 8h_f$$

Berikut merupakan konstruksi balok – T eksterior yang dapat dilihat pada **Gambar**

**4.7**



**Gambar 4. 9** Penampang Balok Exterior Pelat Lantai

**Dimana :**

- $b_e$  = lebar efektif, harga minimum (cm)
- $b_w$  = lebar balok (cm)
- $h_f$  = tebal rencana pelat (cm)
- $h_b$  = tinggi bersih balok (cm)
- $h$  = tinggi balok (cm)

$$b_e = b_w + 2h_b = 40 + 2(60 - 12) = 136 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 40 + 8(12) = 136 \text{ cm}$$

Diambil nilai  $b_e = 136 \text{ cm}$

- Faktor modifikasi k:

Untuk momen inersia penampang bersayap dinyatakan sebagai momen inersia penampang segi empat yang dikalikan dengan faktor modifikasi k, yaitu :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{h_f}{h}\right) \left[ 4 - 6\left(\frac{h_f}{h}\right) + 4\left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{h_f}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right)\left(\frac{12}{60}\right) \left[ 4 - 6\left(\frac{12}{60}\right) + 4\left(\frac{12}{60}\right)^2 + \left(\frac{136}{40} - 1\right)\left(\frac{12}{60}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right)\left(\frac{12}{60}\right)}$$

$$k = 1,64$$

Balok Induk

Sehingga momen inersia penampang T :

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 40 \times 60^3 \times 1,64 = 1180800 \text{ cm}^4$$

Sehingga momen inersia penampang Pelat :

$$I_s = \frac{1}{12} \times L \times h^3_f$$

$$I_s = \frac{1}{12} \times 500 \times 12^3 = 72000 \text{ cm}^4$$

- Modulus elastisitas beton yang akan digunakan adalah  $f_c' = 35 \text{ MPa}$

$$E_{cvb} = E_{cs} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{35} = 27805,58$$

Rasio kekakuan terhadap pelat adalah

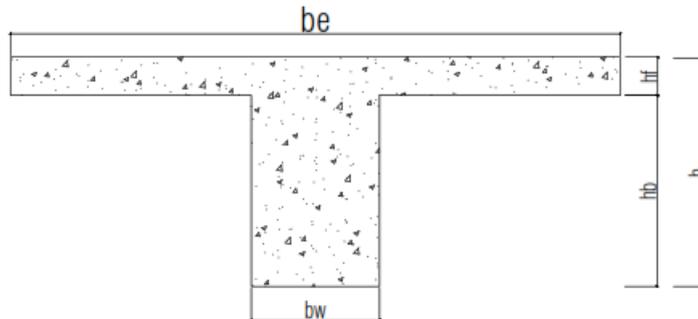
$$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cs} \times I_s} = \frac{27805,58 \times 1180800}{27805,58 \times 72000} = 16,4 > 1$$

Karena  $\alpha_{fm} \geq 2$  maka untuk menentukan ketebalan pelat digunakan persamaan seperti pada SNI 2847 – 2019 Pasal 8.3.1 tabel 8.3.1.2 dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

$$h = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9 \times 1} \frac{250 \left(0,8 + \frac{420}{1400}\right)}{36 + 9 \times 1} = 6,1 \text{ cm} < 9 \text{ cm}$$

Karena tebal minimum  $< 90 \text{ mm}$ , maka tebal pelat yang dipakai adalah tebal pelat lantai yang direncanakan  $h_{\min} = 120 \text{ mm} > h_{\min} = 61 \text{ mm}$  (OK)

- Mencari nilai  $\alpha_{fm}$  dengan balok induk 40/60 cm **bentang 700 cm**  
Berikut merupakan konstruksi balok – T Eksterior yang dapat dilihat pada **Gambar 4.8**



**Gambar 4. 10** Penampang Balok Exterior Pelat Lantai

**Dimana :**

- $b_e$  = lebar efektif, harga minimum (cm)
- $b_w$  = lebar balok (cm)
- $h_f$  = tebal rencana pelat (cm)
- $h_b$  = tinggi bersih balok (cm)
- $h$  = tinggi balok (cm)

$$b_e = b_w + 2h_b = 40 + 2(60 - 12) = 136 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 40 + 8(12) = 136 \text{ cm}$$

Diambil nilai  $b_e = 136 \text{ cm}$

- Faktor modifikasi k:

Untuk momen inersia penampang bersayap dinyatakan sebagai momen inersia penampang segi empat yang dikalikan dengan faktor modifikasi k, yaitu :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{h_f}{h}\right) + 4 \left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{60}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{12}{60}\right) + 4 \left(\frac{12}{60}\right)^2 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{60}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{60}\right)}$$

$$k = 1,64$$

Balok Induk

Sehingga momen inersia penampang T :

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 40 \times 60^3 \times 1,64 = 1180800 \text{ cm}^4$$

Sehingga momen inersia penampang Pelat :

$$I_s = \frac{1}{12} \times L \times h^3_f$$

$$I_s = \frac{1}{12} \times 700 \times 12^3 = 100800 \text{ cm}^4$$

- Modulus elastisitas beton yang akan digunakan adalah  $f_c' = 35 \text{ MPa}$

$$E_{cvb} = E_{cs} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{35} = 27805,58$$

Rasio kekakuan terhadap pelat adalah

$$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cs} \times I_s} = \frac{27805,58 \times 1180800}{27805,58 \times 100800} = 11,7 > 1$$

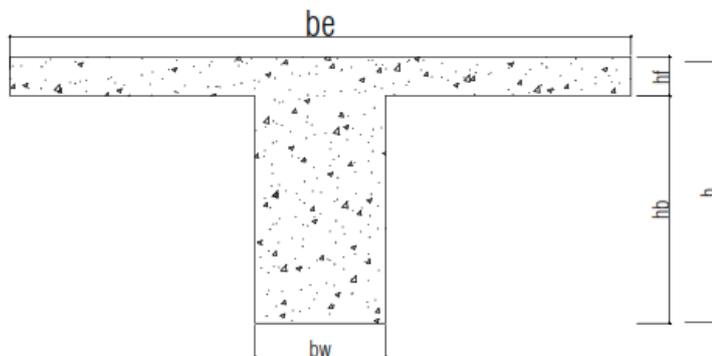
Karena  $\alpha_{fm} \geq 2$  maka untuk menentukan ketebalan pelat digunakan persamaan seperti pada SNI 2847 – 2019 Pasal 8.3.1 tabel 8.3.1.2 dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

$$h = \frac{l_n(0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9 \times 1} \frac{350(0,8 + \frac{420}{1400})}{36 + 9 \times 1} = 8,5 \text{ cm} < 9 \text{ cm}$$

Karena tebal minimum  $< 90 \text{ mm}$ , maka tebal pelat yang dipakai adalah tebal pelat lantai yang direncanakan  $h_{\min} = 120 \text{ mm} > h_{\min} = 85 \text{ mm}$  (OK)

- Mencari nilai  $\alpha_{fm}$  dengan balok induk 40/70 cm **bentang 700 cm**

Berikut merupakan konstruksi balok – T Interior yang dapat dilihat pada **Gambar 4.9**



**Gambar 4. 11** Penampang Balok Interior Pelat Lantai

**Dimana :**

- $b_e$  = lebar efektif, harga minimum (cm)
- $b_w$  = lebar balok (cm)

- $h_f$  = tebal rencana pelat (cm)
- $h_b$  = tinggi bersih balok (cm)
- $h$  = tinggi balok (cm)

$$b_e = b_w + 2h_b = 40 + 2(60 - 12) = 156 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 40 + 8(12) = 136 \text{ cm}$$

Diambil nilai  $b_e = 136 \text{ cm}$

- Faktor modifikasi k:

Untuk momen inersia penampang bersayap dinyatakan sebagai momen inersia penampang segi empat yang dikalikan dengan faktor modifikasi k, yaitu :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{h_f}{h}\right)\left[4 - 6\left(\frac{h_f}{h}\right) + 4\left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{h_f}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right)\left(\frac{12}{70}\right)\left[4 - 6\left(\frac{12}{70}\right) + 4\left(\frac{12}{70}\right)^2 + \left(\frac{136}{40} - 1\right)\left(\frac{12}{70}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right)\left(\frac{12}{70}\right)}$$

$$k = 1,61$$

Balok Induk

Sehingga momen inersia penampang T :

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 40 \times 70^3 \times 1,61 = 184766,6 \text{ cm}^4$$

Sehingga momen inersia penampang Pelat :

$$I_s = \frac{1}{12} \times L \times h^3_f$$

$$I_s = \frac{1}{12} \times 700 \times 12^3 = 100800 \text{ cm}^4$$

- Modulus elastisitas beton yang akan digunakan adalah  $f_c' = 35 \text{ MPa}$

$$E_{cvb} = E_{cs} = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{35} = 27805,58$$

Rasio kekakuan terhadap pelat adalah

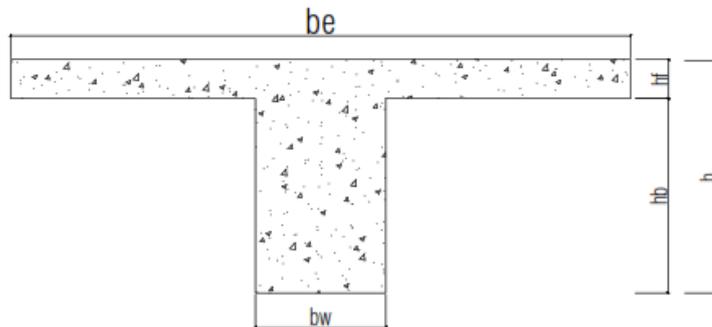
$$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cs} \times I_s} = \frac{27805,58 \times 1840766,6}{27805,58 \times 100800} = 18,26 > 1$$

Karena  $\alpha_{fm} \geq 2$  maka untuk menentukan ketebalan pelat digunakan persamaan seperti pada SNI 2847 – 2019 Pasal 8.3.1 tabel 8.3.1.2 dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

$$h = \frac{l_n(0,8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 9 \times 1} = \frac{350(0,8 + \frac{420}{1400})}{36 + 9 \times 1} = 8,5 \text{ cm} < 9 \text{ cm}$$

Karena tebal minimum < 90 mm, maka tebal pelat yang dipakai adalah tebal pelat lantai yang direncanakan  $h_{\min} = 120 \text{ mm} > h_{\min} = 85 \text{ mm}$  (OK)

- Mencari nilai  $\alpha_{fm}$  dengan balok induk 40/70 cm bentang 500 cm  
Berikut merupakan konstruksi balok – T Interior yang dapat dilihat pada **Gambar 4.11**



**Gambar 4. 12** Penampang Balok Interior Pelat Lantai

**Dimana :**

- $b_e$  = lebar efektif, harga minimum (cm)
- $b_w$  = lebar balok (cm)
- $h_f$  = tebal rencana pelat (cm)
- $h_b$  = tinggi bersih balok (cm)
- $h$  = tinggi balok (cm)

$$b_e = b_w + 2h_b = 40 + 2(60 - 12) = 136 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 40 + 8(12) = 136 \text{ cm}$$

Diambil nilai  $b_e = 136 \text{ cm}$

- Faktor modifikasi k:

Untuk momen inersia penampang bersayap dinyatakan sebagai momen inersia penampang segi empat yang dikalikan dengan faktor modifikasi k, yaitu :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{h_f}{h}\right) + 4 \left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{70}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{12}{70}\right) + 4 \left(\frac{12}{70}\right)^2 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{70}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{70}\right)}$$

$$k = 1,61$$

Balok Induk

Sehingga momen inersia penampang T :

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 40 \times 70^3 \times 1,61 = 184766,6 \text{ cm}^4$$

Sehingga momen inersia penampang Pelat :

$$I_s = \frac{1}{12} \times L \times h^3_f$$

$$I_s = \frac{1}{12} \times 500 \times 12^3 = 72000 \text{ cm}^4$$

- Modulus elastisitas beton yang akan digunakan adalah  $f_c' = 35 \text{ MPa}$

$$E_{cvb} = E_{cs} = 4700 \sqrt{f_c'} = 4700 \sqrt{35} = 27805,58$$

Rasio kekakuan terhadap pelat adalah

$$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cs} \times I_s} = \frac{27805,58 \times 1840766,6}{27805,58 \times 72000} = 25,56 > 1$$

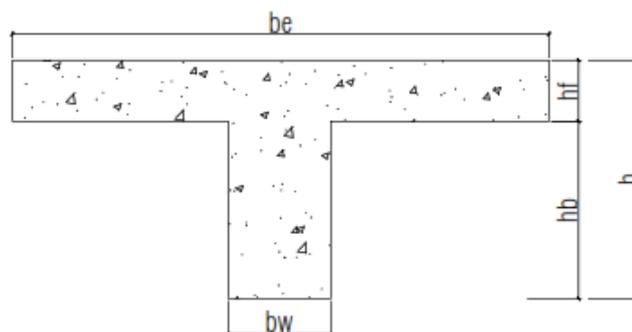
Karena  $\alpha_{fm} \geq 2$  maka untuk menentukan ketebalan pelat digunakan persamaan seperti pada SNI 2847 – 2019 Pasal 8.3.1 tabel 8.3.1.2 dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

$$h = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9 \times 1} \frac{250 \left(0,8 + \frac{420}{1400}\right)}{36 + 9 \times 1} = 6,1 \text{ cm} < 9 \text{ cm}$$

Karena tebal minimum  $< 90 \text{ mm}$ , maka tebal pelat yang dipakai adalah tebal pelat lantai yang direncanakan  $h_{\min} = 120 \text{ mm} > h_{\min} = 61 \text{ mm}$  (OK)

- Mencari nilai  $\alpha_{fm}$  dengan balok anak 20/35 cm **bentang 700 cm**

Berikut merupakan konstruksi balok – T yang dapat dilihat pada **Gambar 4.12**



**Gambar 4. 13** Penampang Balok anak Pelat Lantai

**Dimana :**

- $b_e$  = lebar efektif, harga minimum (cm)
- $b_w$  = lebar balok (cm)
- $h_f$  = tebal rencana pelat (cm)
- $h_b$  = tinggi bersih balok (cm)
- $h$  = tinggi balok (cm)

$$b_e = b_w + 2h_b = 20 + 2(35 - 12) = 66 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 20 + 8(12) = 116 \text{ cm}$$

Diambil nilai  $b_e = 116 \text{ cm}$

- Faktor modifikasi k:

Untuk momen inersia penampang bersayap dinyatakan sebagai momen inersia penampang segi empat yang dikalikan dengan faktor modifikasi k, yaitu :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{h_f}{h}\right) + 4 \left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{116}{20} - 1\right) \left(\frac{12}{35}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{12}{35}\right) + 4 \left(\frac{12}{35}\right)^2 + \left(\frac{116}{20} - 1\right) \left(\frac{12}{35}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{116}{20} - 1\right) \left(\frac{12}{35}\right)}$$

$$k = 2$$

Balok Induk

Sehingga momen inersia penampang T :

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 20 \times 35^3 \times 2 = 142916,6 \text{ cm}^4$$

Sehingga momen inersia penampang Pelat :

$$I_s = \frac{1}{12} \times L \times h_f^3$$

$$I_s = \frac{1}{12} \times 700 \times 12^3 = 100800 \text{ cm}^4$$

- Modulus elastisitas beton yang akan digunakan adalah  $f_c' = 35 \text{ MPa}$

$$E_{cvb} = E_{cs} = 4700 \sqrt{f_c'} = 4700 \sqrt{35} = 27805,58$$

Rasio kekakuan terhadap pelat adalah

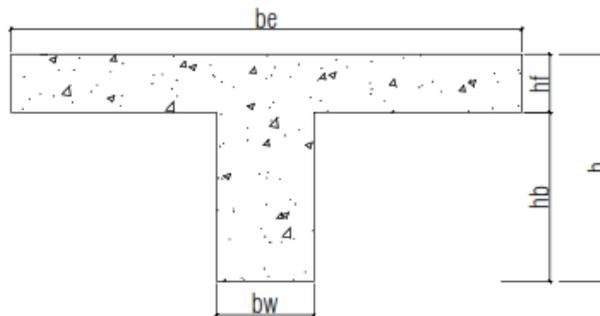
$$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} \times lb}{E_{cs} \times ls} = \frac{27805,58 \times 142916,6}{27805,58 \times 100800} = 1,42 > 1$$

Karena  $\alpha_{fm} \geq 2$  maka untuk menentukan ketebalan pelat digunakan persamaan seperti pada SNI 2847 – 2019 Pasal 8.3.1 tabel 8.3.1.2 dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

$$h = \frac{l_n(0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9 \times 1} = \frac{350(0,8 + \frac{420}{1400})}{36 + 9 \times 1} = 8,5 \text{ cm} < 9 \text{ cm}$$

Karena tebal minimum  $< 90$  mm, maka tebal pelat yang dipakai adalah tebal pelat lantai yang direncanakan  $h_{min} = 120 \text{ mm} > h_{min} = 85 \text{ mm}$  (OK)

- Mencari nilai  $\alpha_{fm}$  dengan balok anak 30/40 cm **bentang 500 cm**  
Berikut merupakan konstruksi balok – T yang dapat dilihat pada **Gambar 4.13**



**Gambar 4. 14** Penampang Balok anak Pelat Lantai

**Dimana :**

- $b_e$  = lebar efektif, harga minimum (cm)
- $b_w$  = lebar balok (cm)
- $h_f$  = tebal rencana pelat (cm)
- $h_b$  = tinggi bersih balok (cm)
- $h$  = tinggi balok (cm)

$$b_e = b_w + 2h_b = 30 + 2(40 - 12) = 86 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8h_f = 30 + 8(12) = 126 \text{ cm}$$

Diambil nilai  $b_e = 126 \text{ cm}$

- Faktor modifikasi k:  
Untuk momen inersia penampang bersayap dinyatakan sebagai momen inersia penampang segi empat yang dikalikan dengan faktor modifikasi k, yaitu :

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{h_f}{h}\right) + 4 \left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{126}{30} - 1\right) \left(\frac{12}{40}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{12}{40}\right) + 4 \left(\frac{12}{40}\right)^2 + \left(\frac{126}{30} - 1\right) \left(\frac{12}{40}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{126}{30} - 1\right) \left(\frac{12}{40}\right)}$$

$$k = 1,8$$

Balok Induk

Sehingga momen inersia penampang T :

$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 30 \times 40^3 \times 1,8 = 288000 \text{ cm}^4$$

Sehingga momen inersia penampang Pelat :

$$I_s = \frac{1}{12} \times L \times h^3_f$$

$$I_s = \frac{1}{12} \times 500 \times 12^3 = 72000 \text{ cm}^4$$

- Modulus elastisitas beton yang akan digunakan adalah  $f_c' = 35 \text{ MPa}$

$$E_{cvb} = E_{cs} = 4700 \sqrt{f_c'} = 4700 \sqrt{35} = 27805,58$$

Rasio kekakuan terhadap pelat adalah

$$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cs} \times I_s} = \frac{27805,58 \times 288000}{27805,58 \times 72000} = 4 > 1$$

Karena  $\alpha_{fm} \geq 2$  maka untuk menentukan ketebalan pelat digunakan persamaan seperti pada SNI 2847 – 2019 Pasal 8.3.1 tabel 8.3.1.2 dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

$$h = \frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9 \times 1} \frac{250 \left(0,8 + \frac{420}{1400}\right)}{36 + 9 \times 1} = 6,1 \text{ cm} < 9 \text{ cm}$$

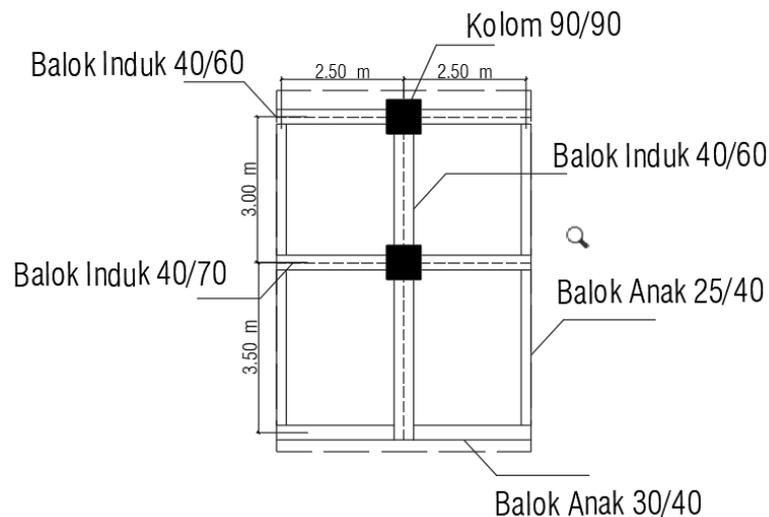
Karena tebal minimum  $< 90 \text{ mm}$ , maka tebal pelat yang dipakai adalah tebal pelat lantai yang direncanakan  $h_{\min} = 120 \text{ mm} > h_{\min} = 61 \text{ mm}$  (OK)

#### 4.5 Dimensi Kolom

Kolom harus direncanakan untuk memikul beban aksial terfaktor yang bekerja pada semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban terfaktor pada suatu bentang terdekat dari lantai atau atap yang ditinjau. Perencanaan dimensi kolom menggunakan metode sistem rangka pemikul momen khusus ini harus memenuhi persyaratan pada SNI 2847-2019 pasal 18.7.2, yaitu:

- a) Dimensi penampang terkecil, diukur pada garis lurus yang melalui pusat geometri, tidak kurang dari 300 mm
- b) Rasio dimensi penampang terkecil terhadap dimensi tegak lurusnya  $\frac{b_w}{h} >$  dari 0,4.

Pada perencanaan kolom dilakukan pembebanan yang sesuai SNI 1727 – 2020. Perencanaan kolom dilakukan dengan metode *tribuary area* dengan cara dihitung beban yang dipikul dari Pelat dan Balok hanya setengah dari bentang dan mengambil area terluas. Pembebanan pada kolom dapat dilihat pada **Gambar 4.14**



**Gambar 4. 15** Tribuary Area Kolom

#### 4.5.1. Distribusi Pembebanan Kolom

Perencanaan awal pada dimensi kolom, maka dapat dilakukan dengan menghitung seluruh lantai dari bawah hingga atas.

##### ❖ **Beban Mati (Dead Load)**

##### • **Beban mati pada pelat atap**

Pelat	: (35 x 27 x 0,12) x 2400	=	272160 kg
Balok Induk Interior	: (0,40 x 0,70 x 5) x 28 x 2400	=	94080 kg
Balok Induk Interior	: (0,40 x 0,70 x 7) x 18 x 2400	=	84672 kg
Balok Induk Interior	: (0,40 x 0,60 x 3) x 12 x 2400	=	20736 kg
Balok Induk Eksterior	: (0,40 x 0,60 x 3) x 4 x 2400	=	6912 kg
Balok Induk Eksterior	: (0,40 x 0,60 x 5) x 14 x 2400	=	40320 kg

Balok Induk Eksterior	: (0,40 x 0,60 x 7) x 6 x 2400	=	24192 kg
Balok Anak Atap (BAA1)	: (0,15 x 0,30 x 2,5) x 14 x 2400	=	3780 kg
Balok Anak Atap (BAA2)	: (0,25 x 0,40 x 3) x 14 x 2400	=	10080 kg
Balok Anak Atap (BAA3)	: (0,25 x 0,40 x 7) x 20 x 2400	=	33600 kg
Balok Anak Atap (BAA4)	: (0,30 x 0,40 x 5) x 20 x 2400	=	28800 kg
Balok <i>Lift</i>	: (0,20 x 0,35 x 5) x 2 x 2400	=	1680 kg
Plafond dan Penggantung	: (35 x 27 ) x 18	=	17010 kg
Plumbing + Ducting Ac	: (35 x 27 ) x 40	=	37800 kg
Spesi 2 cm	: (35 x 27 ) x 42	=	39690 kg
Aspal 1 cm	: (35 x 27 ) x 14	=	13230 kg
Finishing	: (35 x 27 ) x 21	=	19845 kg
			+
			= 748587 kg

❖ **Beban Hidup (*Live Load*)**

- **Beban hidup atap** : 35 x 27 x 488 = 461.160 kg

Berdasarkan PPIUG – 1983 pada Pasal 3.5 Tabel 3.3 Diketahui nilai beban hidup dapat dikalikan dengan faktor reduksi untuk peninjauan gempa sebesar 0,30 untuk gedung Hotel. Maka nilai beban hidup adalah sebagai berikut :

Beban hidup atap	: 0,30 x 4611160	=	138348 kg
Air Hujan pada pelat atap	: 35 x 27 x 50	=	47250 kg
			+
			= 185.598 kg

❖ **Beban Mati (*Dead Load*)**

- **Beban mati pada pelat Lantai**

Pelat	: (35 x 27 x 0,12) x 2400	=	272160 kg
Balok Induk Interior	: (0,40 x 0,70 x 5) x 28 x 2400	=	94080 kg
Balok Induk Interior	: (0,40 x 0,70 x 7) x 18 x 2400	=	84672 kg
Balok Induk Interior	: (0,40 x 0,60 x 3) x 12 x 2400	=	20736 kg
Balok Induk Eksterior	: (0,40 x 0,60 x 3) x 4 x 2400	=	6912 kg
Balok Induk Eksterior	: (0,40 x 0,60 x 5) x 14 x 2400	=	40320 kg

Balok Induk Eksterior	: (0,40 x 0,60 x 7) x 6 x 2400	=	24192 kg
Balok Anak Lantai (BAL1)	: (0,15 x 0, x 30) x 14 x 2400	=	3780 kg
Balok Anak Lantai (BAL2)	: (0,25 x 0,40 x 3) x 14 x 2400	=	10080 kg
Balok Anak Lantai (BAL3)	: (0,25 x 0,40 x 4,44) x 20 x 2400	=	21312 kg
Balok Anak Lantai (BAL4)	: (0,25 x 0,40 x 7) x 18 x 2400	=	30240 kg
Plafond dan Penggantung	: (35 x 27 ) x 18	=	17010 kg
Plumbing + Ducting Ac	: (35 x 27 ) x 40	=	37800 kg
Spesi 2 cm	: (35 x 27 ) x 42	=	39690 kg
Aspal 1 cm	: (35 x 27 ) x 14	=	13230 kg
Furniture	: (35 x 27 ) x 150	=	19845 kg
			+
			= 883884 kg

❖ **Beban Hidup (*Live Load*)**

- **Beban hidup lantai** : 35 x 27 x 192 = 181.440 kg

Berdasarkan PPIUG – 1983 pada Pasal 3.5 Tabel 3.3 Diketahui nilai beban hidup dapat dikalikan dengan faktor reduksi untuk peninjauan gempa sebesar 0,30 untuk gedung Hotel. Maka nilai beban hidup adalah sebagai berikut :

Beban hidup atap	: 0,30 x 181440	=	54.432 kg
------------------	-----------------	---	-----------

❖ **Total Pembebanan**

✚ Akibat Beban Mati

Beban Atap	= 748587	kg
Beban Lantai	= 883884 x 12	= 10606608 kg
<hr/>		
Total beban mati (qD)	= 11355195	kg

✚ Akibat Beban Hidup

Beban Atap	= 185598	kg
Beban Lantai	= 54432 x 12	= 653184 kg
<hr/>		
Total beban Hidup (qL)	= 838782	kg

❖ **Kombinasi Pembebanan**

$$Q_u = 1,2D + 1,6L$$

$$Q_u = 1,2(11355195) + 1,6(838782)$$

$$Q_u = 134.686.360,80 \text{ kg}$$

$$= 1348523034 \text{ N}$$

#### 4.5.2. Menentukan Dimensi Kolom

$$\text{Faktor kekuatan reduksi } (\phi) = 0,3$$

$$\text{Mutu Beton } (f_c') = 35 \text{ MPa}$$

$$\text{Dimensi A} = \frac{qu}{\phi \times f_c'} = \frac{1348523034}{0,3 \times 35} = 128430765,12 \text{ mm}^2$$

Kolom berbentuk segi empat, maka  $A = b^2$

$$b^2 = 128430765,12$$

$$b = \sqrt{128430765,12}$$

$$= 358,37 \text{ mm}$$

Maka untuk dimensi kolom sendiri menggunakan 90 x 90