

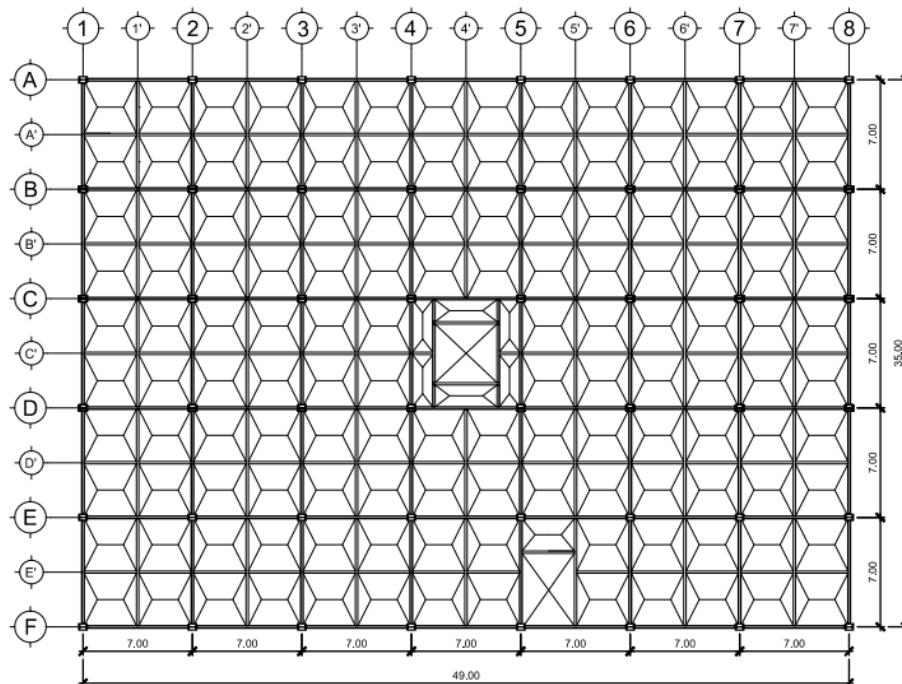
## BAB 4

### PRELIMINARY DESIGN

*Preliminary design* adalah tahapan awal dalam perencanaan struktur Gedung Hotel Suryarama dengan memperkirakan dimensi-dimensi dari tiap komponen struktur primer maupun sekunder. *Preliminary design* dilakukan sesuai dengan pedoman atau peraturan yang berlaku agar dimensi-dimensi yang akan direncanakan tidak terlalu besar maupun kecil untuk menahan beban bekerja.

#### 4.1. Perkiraan Dimensi Balok Atap

Dalam perencanaan dimensi balok harus memperhatikan beban yang bekerja, kombinasi beban, serta kekuatan yang perlu ditinjau. Gambar 4.1 merupakan denah pembebanan pelat ekivalen pada atap menggunakan dak beton.



**Gambar 4.1.** Pembebanan Ekuivalen Pelat Atap

#### Pembebanan Pelat Atap

Beban mati (SNI 03-1727-1989 Pasal 2.1.1)

Beban sendiri plat  $= 0,10 \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 240 \text{ kg/m}^2$

Aspal (1cm)		= 14 kg/m <sup>2</sup>
Ducting + Penggantung		= 40 kg/m <sup>2</sup>
Plafond + Penggantung	= 11 +7 kg/m <sup>2</sup>	= 18 kg/m <sup>2</sup>
Spesi (2cm)	= 0,02 × 2100 kg/m <sup>2</sup>	= 42 kg/m <sup>2</sup>
Finishing	= 0,01 × 2100 kg/m <sup>2</sup>	= 21 kg/m <sup>2</sup> +
Total beban mati (qD)		= 375 kg/m <sup>2</sup>

#### Beban hidup plat (qL)

Berdasarkan SNI 1727-2020 pasal 4.3.1 beban hidup pada bagian atap struktur gedung yang dapat dicapai dan dibebani orang dapat digunakan beban sebesar 480 kg/m<sup>2</sup>

#### Beban air hujan (R)

Bedasarkan SNI 1727-2020 pasal 8.3 beban hujan diperoleh dengan perumusan berikut

$$R = 0,0098 \times (ds + dh)$$

Dengan asumsi bahwa kedalaman air pada atap (ds) adalah 15 mm, sedangkan tambahan kedalaman air pada atap di atas lubang drainase (dh) adalah 10 mm, maka beban air hujan (R)

$$R = 0,0098 \times (15 + 10) = 0,245 \text{ kN/m}^2 = 24,5 \text{ kg/m}^2$$

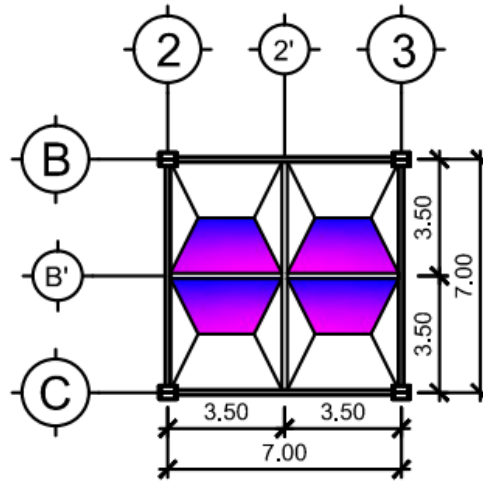
#### **4.1.1. Perkiraan Dimensi Balok Anak Atap**

Direncanakan menggunakan profil WF450.200.9.14 dengan spesifikasi sebagai berikut :

Berat Profil, W	= 76 kg/m <sup>2</sup>
Lebar Sayap, bf	= 200 mm
Tinggi Profil, d	= 450 mm
Momen Inersia, Ix	= 33500 cm <sup>4</sup> . 10000 = 335000000 mm <sup>4</sup>
Momen Inersia, Iy	= 1870 cm <sup>4</sup> . 10000 = 18700000 mm <sup>4</sup>
Jari-jari kelembaman arah x, rx	= 18,6 cm = 186 mm
Jari-jari kelembaman arah y, ry	= 4,40 cm = 44 mm
Zx × ξ	= 1490 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 2235000 mm <sup>3</sup>
Zy × ξ	= 187 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 280500 mm <sup>3</sup>

## Perhitungan Pembebanan Balok Anak Atap

### Balok Anak As B' (2 – 3) (Gambar 4.2)



**Gambar 4.2.** Pembebanan Pelat Ekuivalen Trapesium Pada Balok Anak Atap As B' (2-3)

#### Beban Pelat Ekuivalen bentuk Trapesium

$$\text{Beban sendiri balok} = 76 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri pelat} &= \left(\frac{1}{2} \times qD \times Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 375 \times 3,5\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,5}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\ &= 875 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban mati (qD)} &= \text{beban sendiri pelat} + \text{beban sendiri balok} \\ &= 875 + 76 \\ &= 951 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{2} \times qL \times Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 480 \times 3,5\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,5}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\ &= 1120 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban air hujan (qR)} &= \left(\frac{1}{2} \times R \times Lx\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 24,5 \times 3,5\right) \times 2 \\ &= 85,75 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

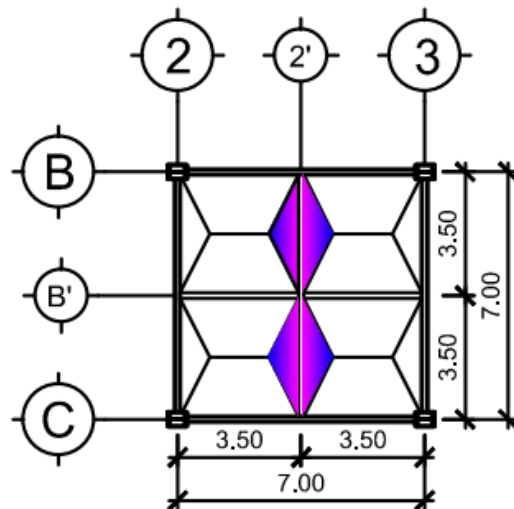
Beban kombinasi ( $q_U$ ) adalah :

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R) \\ &= 1,2 \times 951 + 1,6 \times 1120 + 0,5 \times (85,75) \\ &= 2976,075 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

Beban terpusat balok anak as 2' (B – C) :

$$\begin{aligned} P &= \left(\frac{1}{2} \times q_U \times L\right) \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 2976,075 \times 7\right) \\ &= 10416,26 \text{ kg} \end{aligned}$$

**Balok Anak As 2' (B – C) (Gambar 4.3)**



**Gambar 4.3.** Pembebanan Pelat Ekuivalen Segitiga pada Balok Anak Atap As 2' (B-C)

Beban Pelat Ekuivalen bentuk Segitiga

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 76 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Beban sendiri pelat} &= \left(\frac{1}{3} \times q_d \times L_x\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{3} \times 375 \times 3,5\right) \times 2 \\ &= 875 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban mati (qD)} &= \text{beban sendiri pelat} + \text{beban sendiri balok} \\ &= 875 + 76 \\ &= 951 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

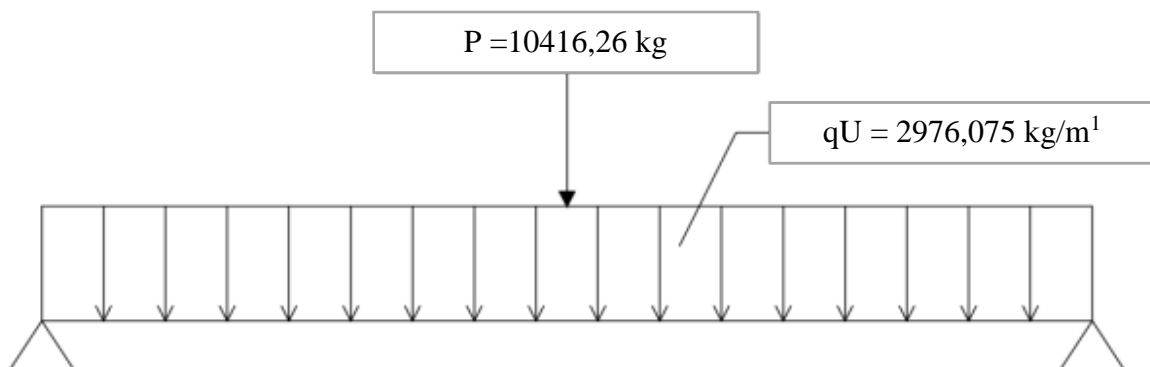
$$\begin{aligned} \text{Beban hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{2} \times qL \times Lx\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{3} \times 480 \times 3,5\right) \times 2 \\ &= 1120 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban air hujan} &= \left(\frac{1}{2} \times R \times Lx\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 24,5 \times 3,5\right) \times 2 \\ &= 85,75 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

Beban kombinasi (qU) adalah :

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R) \\ &= 1,2 \times 951 + 1,6 \times 1120 + 0,5 \times 85,75 \\ &= 2976,075 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

Statistika pembebanan balok anak atap seperti ditampilkan pada Gambar 4.4



**Gambar 4.4.** Beban Balok Anak Atap As 2' (B – C)

Momen Maksimum (Mux)

$$\begin{aligned} M_{ux} &= \left(\frac{1}{8} \times qU \times L^2 + \frac{1}{4} \times P \times L\right) \\ &= \left(\frac{1}{8} \times 2976,075 \times 7^2 + \frac{1}{4} \times 10416,26 \times 7\right) \\ &= 36456,91 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Geser Maksimum (Vux)

$$\begin{aligned} V_{ux} &= \left(\frac{1}{2} \times qU \times L\right) + \left(\frac{1}{2} \times P\right) \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 2976,075 \times 7\right) + \left(\frac{1}{2} \times 10416,26\right) \\ &= 15624,39 \text{ kg} \end{aligned}$$

### Menentukan dimensi profil balok

Diasumsikan profil WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

$$M_{ux} < \phi M_{nx}$$

$$M_{ux} < \phi \cdot Z_x \times f_y$$

$$Z_x \text{ perlu} > \frac{36456,91 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 1620307,1 \text{ mm}^3 \text{ (OK)}$$

Maka diperoleh,  $Z_x$  profil 2235000 mm<sup>3</sup> >  $Z_x$  perlu 1620307,1 mm<sup>3</sup> (OK)

Direncanakan menggunakan profil WF450.200.9.14

### Periksa Kelangsingan Penampang

Periksa kelangsingan penampang berdasarkan pada SNI 1729-2020 Tabel B4. 1a

Sayap penampang :

$$\lambda_f = \frac{bf}{2 \cdot tf} = \frac{200}{2 \cdot 14} = 9,7 < \lambda_p = 0,38 \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \times \sqrt{\frac{200000}{250}} = 10,75$$

Diperoleh,  $\lambda_f < \lambda_p$  (Penampang Kompak)

Badan penampang :

$$h = d - 2 \times (r + tf) = 450 - 2 \times (18 + 14) = 368 \text{ mm}^3$$

$$\lambda_f = \frac{h}{tw} = \frac{368}{14} = 26,28 < \lambda_p = 3,76 \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \times \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh,  $\lambda_f < \lambda_p$  (Penampang Kompak)

### Periksa Kuat Lentur Nominal Mnx

Profil WF merupakan penampang kompak, maka kuat lentur nominal adalah :

$$M_{nx} = M_{px}$$

$$M_{px} = f_y \times Z_x = 250 \times 2235000 = 558750000 \text{ Nmm}$$

$$\text{Maka : } \phi \cdot M_{nx} = 0,9 \times 558750000 = 502875000 \text{ Nmm}$$

$$\phi \cdot M_{nx} = 502875000 \text{ Nmm} > M_{ux} = 36456910 \text{ Nmm (OK)}$$

### Periksa kuat geser nominal Vn

Berdasarkan peraturan SNI 1729-2020 bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah sebagai berikut :

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w \times C_v_1$$

Balok dianggap tanpa pengaku, maka  $K_v = 5,34$

$$\frac{h}{tw} \leq 1,1 \times \left( \sqrt{Kv \cdot \frac{E}{fy}} \right)$$

$$\frac{368}{9} \leq 1,1 \times \left( \sqrt{5,34 \cdot \frac{200000}{250}} \right) = 40,89 \leq 71,9$$

Didapat nilai  $Cv_1 = 1,0$ , maka :

$$Vn = 0,6 \times fy \times Aw \times Cv_1$$

$$= 0,6 \times 250 \times (450 \times 9) \times 1,0 = 607500 \text{ N}$$

$$\emptyset \cdot Vn = 0,9 \times 607500 = 546750 \text{ N}$$

Syarat :  $\emptyset \cdot Vn > Vux$

$$\emptyset \cdot Vn = 546750 \text{ N} > Vux = 156243,9 \text{ N (Profil aman terhadap geser)}$$

Maka, profil WF450.200.9.14 dapat digunakan sebagai balok anak atap.

#### 4.1.2. Perkiraan Dimensi Balok Induk Atap

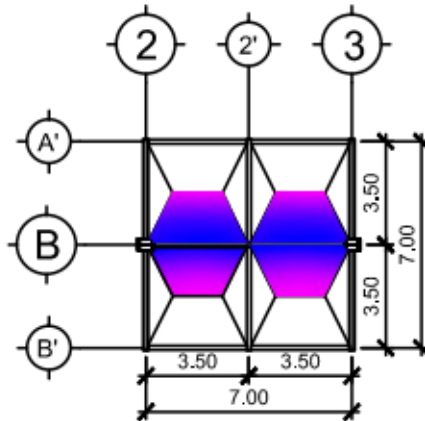
Direncanakan menggunakan profil WF 600.300.12.17 dengan spesifikasi sebagai berikut

:

Berat Profil, W	= 137 kg/m <sup>1</sup>
Lebar Sayap, bf	= 300 mm
Tinggi Profil, d	= 582 mm
Momen Inersia, Ix	= 103000 cm <sup>4</sup> . 10000 = 1030000000 mm <sup>4</sup>
Momen Inersia, Iy	= 7670 cm <sup>4</sup> . 10000 = 76700000
Jari-jari kelembaman arah x, rx	= 24,3 cm = 243 mm
Jari-jari kelembaman arah y, ry	= 6,63 cm = 66,3 mm
Zx × ξ	= 3530 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 5295000 mm <sup>3</sup>
Zy × ξ	= 511 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 766500 mm <sup>3</sup>

## Perhitungan Pembebanan Balok Induk Atap

### Balok Induk As B (2 – 3) (Gambar 4.5)



**Gambar 4.5.** Pembebanan Pelat Ekuivalen Trapesium Pada Balok Induk Atap As B (2 – 3)

#### Beban pelat ekuivalen bentuk trapesium

$$\text{Beban sendiri balok} = 137 \text{ kg/m}^1$$

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri pelat} &= \left(\frac{1}{2} \times qd \times Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 375 \times 3,5\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,5}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\ &= 875 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban mati (qD)} &= \text{beban sendiri pelat} + \text{beban sendiri balok} \\ &= 875 \text{ kg/m}^1 + 137 \text{ kg/m}^1 \\ &= 1012 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{2} \times qL \times Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 480 \times Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,5}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\ &= 1120 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban air hujan} &= \left(\frac{1}{2} \times R \times Lx\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 24,5 \times 3,5\right) \times 2 \\ &= 85,75 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$



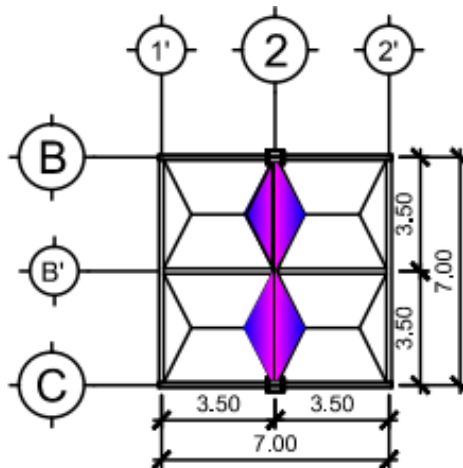
Beban kombinasi ( $q_U$ ) adalah :

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R) \\ &= 1,2 \times 1012 + 1,6 \times 1120 + 0,5 \times 85,75 \\ &= 3049,275 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

Beban terpusat balok induk as 2 (B – C) :

$$\begin{aligned} P &= \left(\frac{1}{2} \times q_U \times L\right) \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 3049,275 \times 7\right) \\ &= 10672,4625 \text{ kg} \end{aligned}$$

**Balok Induk As 2 (B – C) (Gambar 4.6)**



**Gambar 4.6.** Pembebanan Pelat Ekuivalen Segitiga pada Balok Induk Atap As 2 (B – C)

Beban pelat ekuivalen bentuk segitiga

Beban sendiri balok =  $137 \text{ kg/m}^1$

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri pelat} &= \left(\frac{1}{3} \times q_D \times Lx\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{3} \times 375 \times 3,5\right) \times 2 \\ &= 875 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban mati (qD)} &= \text{beban sendiri pelat} + \text{beban sendiri balok} \\ &= 1312,5 \text{ kg/m}^1 + 137 \text{ kg/m}^1 \\ &= 1449,5 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

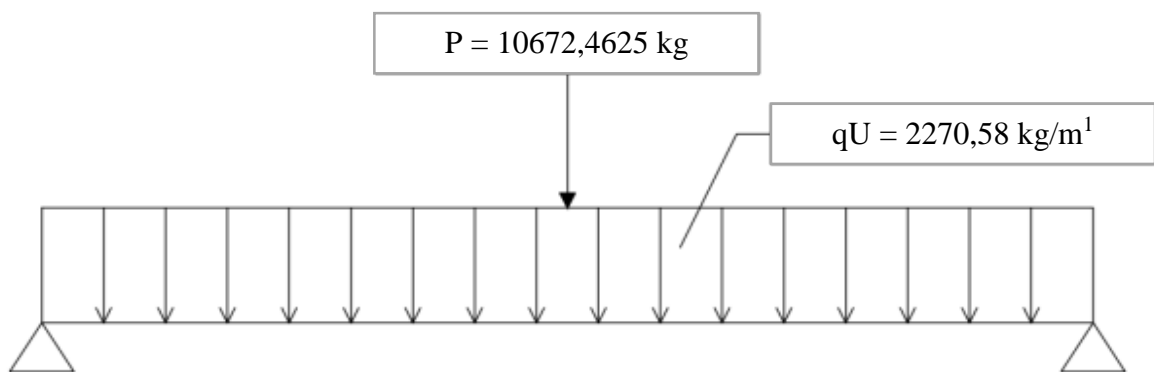
$$\text{Beban hidup (qL)} = \left(\frac{1}{3} \times qL \times Lx\right) \times 2$$

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{1}{3} \times 480 \times 3,5\right) \times 2 \\
 &= 1120 \text{ kg/m}^1 \\
 \text{Beban air hujan} &= \left(\frac{1}{3} \times R \times Lx\right) \times 2 \\
 &= \left(\frac{1}{3} \times 24,5 \times 3,5\right) \times 2 \\
 &= 57,16 \text{ kg/m}^1
 \end{aligned}$$

Beban kombinasi (qU) adalah :

$$\begin{aligned}
 qU &= 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R) \\
 &= 1,2 \times 375 + 1,6 \times 1120 + 0,5 \times 57,16 \\
 &= 2270,58 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Statistika pembebanan balok induk atap seperti ditampilkan pada Gambar 4.7



**Gambar 4.7.** Beban Balok Induk Atap

Momen Maksimum ( $M_{ux}$ )

$$\begin{aligned}
 M_{ux} &= \left(\frac{1}{8} \times qU \times L^2 + \frac{1}{4} \times P \times L\right) \\
 &= \left(\frac{1}{8} \times 2270,58 \times 7^2 + \frac{1}{4} \times 10672,4625 \times 7\right) \\
 &= 32584,112 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

Geser Maksimum ( $V_{ux}$ )

$$\begin{aligned}
 V_{ux} &= \left(\frac{1}{2} \times qU \times L\right) + \left(\frac{1}{2} \times P\right) \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times 2270,58 \times 7\right) + \left(\frac{1}{2} \times 10672,4625\right) \\
 &= 13283,26 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

### Menentukan dimensi profil balok

Diasumsikan profil WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

$$M_{ux} < \phi M_{nx}$$

$$M_{ux} < \phi \cdot Z_x \times f_y$$

$$Z_x \text{ perlu} > \frac{3258,112 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 114804,97 \text{ mm}^3 \text{ (OK)}$$

Maka diperoleh,  $Z_x$  profil 5295000 mm<sup>3</sup> >  $Z_x$  perlu 114804,97 mm<sup>3</sup> (OK)

Direncanakan menggunakan profil WF 600.300.12.17

### Periksa Kelangsingan Penampang

Periksa kelangsingan penampang berdasarkan pada SNI 1729-2020 Tabel B4. 1a

Sayap penampang :

$$\lambda_f = \frac{bf}{2 \cdot tf} = \frac{300}{2 \cdot 17} = 8,82 < \lambda_p = 0,38 \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \times \sqrt{\frac{200000}{250}} = 10,75$$

Diperoleh,  $\lambda_f < \lambda_p$  (Penampang Kompak)

Badan penampang :

$$h = d - 2 \times (r + tf) = 582 - 2 \times (28 + 17) = 492 \text{ mm}^3$$

$$\lambda_f = \frac{h}{tw} = \frac{492}{12} = 41 < \lambda_p = 3,76 \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \times \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh,  $\lambda_f < \lambda_p$  (Penampang Kompak)

### Periksa Kuat Lentur Nominal $M_{nx}$

Profil WF merupakan penampang kompak, maka kuat lentur nominal adalah :

$$M_{nx} = M_{px}$$

$$M_{px} = f_y \times Z_x = 250 \times 5295000 = 1323750000 \text{ Nmm}$$

$$\text{Maka : } \phi \cdot M_{nx} = 0,9 \times 1323750000 = 1191375000 \text{ Nmm}$$

$$\phi \cdot M_{nx} = 1191375000 \text{ Nmm} > M_{ux} = 325841120 \text{ Nmm (OK)}$$

### Periksa kuat geser nominal $V_n$

Berdasarkan peraturan SNI 1729-2020 bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah sebagai berikut :

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w \times C_v$$

Balok dianggap tanpa pengaku, maka  $K_v = 5,34$

$$\frac{h}{tw} \leq 1,1 \times \left( \sqrt{Kv \cdot \frac{E}{fy}} \right)$$

$$\frac{492}{12} \leq 1,1 \times \left( \sqrt{5,34 \cdot \frac{200000}{250}} \right) = 41 \leq 71,90$$

Didapat nilai  $Cv_1 = 1,0$ , maka :

$$V_n = 0,6 \times fy \times Aw \times Cv_1$$

$$= 0,6 \times 250 \times (582 \times 12) \times 1,0 = 1047600 \text{ N}$$

$$\phi \cdot V_n = 0,9 \times 1047600 = 942840 \text{ N}$$

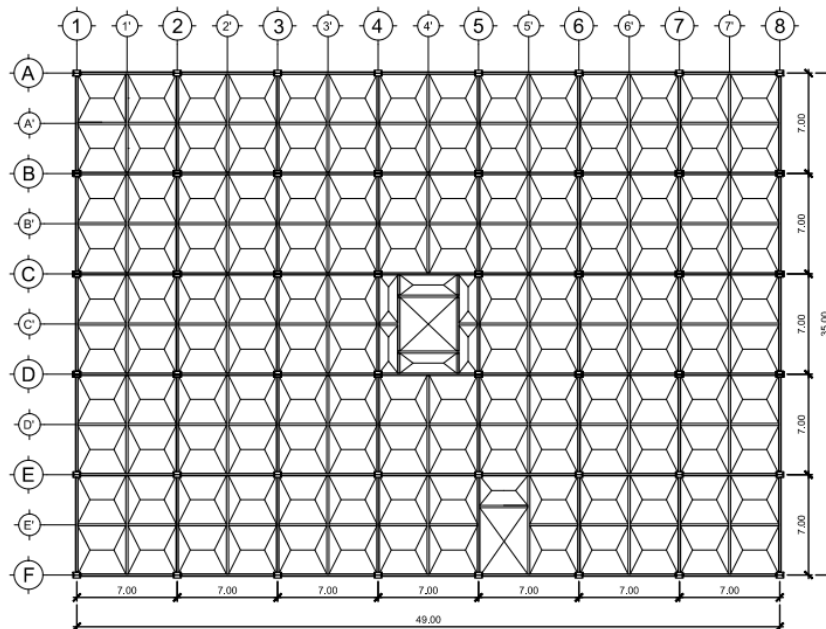
Syarat :  $\phi \cdot V_n > V_{ux}$

$$\phi \cdot V_n = 942840 \text{ N} > V_{ux} = 132832,6 \text{ N (Profil aman terhadap geser)}$$

Maka, profil WF 600.300.12.17 dapat digunakan sebagai balok Induk Atap.

#### 4.2. Perkiraan Dimensi Balok Lantai 2-10

Dalam merencanakan dimensi balok yang harus diperhatikan adalah beban yang bekerja, kombinasi pembebanan, serta kekuatan yang perlu di tinjau. Gambar 4.8 merupakan denah pembebanan pelat ekivalen pada lantai menggunakan pelat beton.



**Gambar 4.8.** Pembebanan Pelat Ekivalen Lantai dan *Trybutary Area*

### **Pembebanan Pelat Lantai**

Tebal pelat lantai direncanakan,  $t_p = 12 \text{ cm}$

Beban mati (SNI 03-1727-1989 Pasal 2.1.1)

Beban sendiri pelat lantai	$= 0,12 \times 2400 \text{ kg/m}^3$	$= 288 \text{ kg/m}^2$	
Ducting AC		$= 40 \text{ kg/m}^2$	
Plafond + Penggantung	$= 11 + 7$	$= 18 \text{ kg/m}^2$	
Keramik (1 cm)		$= 24 \text{ kg/m}^2$	
Spesi (2cm)	$= 0,02 \times 2100 \text{ kg/m}^2$	$= 42 \text{ kg/m}^2$	
Pasangan $\frac{1}{2}$ bata		$= 250 \text{ kg/m}^2$	+
<hr/>			
Total beban mati (qD)		$= 662 \text{ kg/m}^2$	

Beban hidup plat (qL)

Berdasarkan SNI 1727-2020 pasal 4.1.3 beban hidup pada bagian atap struktur gedung yang dapat dicapai dan dibebani orang dapat digunakan beban sebesar  $192 \text{ kg/m}^2$

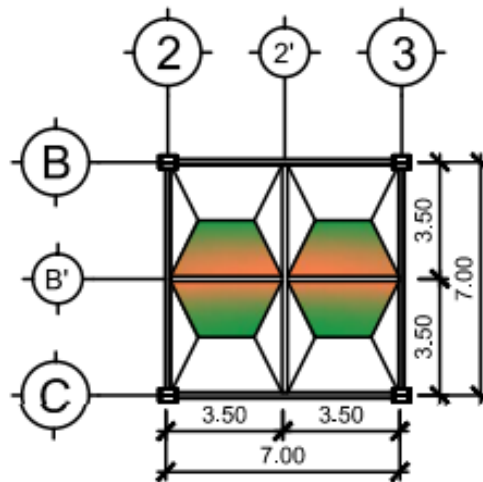
#### **4.2.1. Perkiraan Dimensi Balok Anak Lantai**

Direncanakan menggunakan profil WF 450.200.9.14 dengan spesifikasi sebagai berikut :

Berat Profil, W	$= 76 \text{ kg/m}^2$
Lebar Sayap, bf	$= 200 \text{ mm}$
Tinggi Profil, d	$= 450 \text{ mm}$
Momen Inersia, Ix	$= 33500 \text{ cm}^4 \cdot 10000 = 335000000 \text{ mm}^4$
Momen Inersia, Iy	$= 1870 \text{ cm}^4 \cdot 10000 = 18700000 \text{ mm}^4$
Jari-jari kelembaman arah x, rx	$= 18,6 \text{ cm} = 186 \text{ mm}$
Jari-jari kelembaman arah y, ry	$= 4,40 \text{ cm} = 44 \text{ mm}$
$Z_x \times \xi$	$= 1490 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 2235000 \text{ mm}^3$
$Z_y \times \xi$	$= 187 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 280500 \text{ mm}^3$

## Perhitungan Pembebanan Balok Anak Lantai

### Balok Anak As B' (2 – 3) (Gambar 4.9)



**Gambar 4.9.** Pembebanan Pelat Ekivalen Trapesium Pada Balok Anak Lantai As B'(2 – 3)

#### Beban pelat ekivalen bentuk trapesium

$$\text{Beban sendiri balok} = 76 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri pelat} &= \left(\frac{1}{2} \times qD \times Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 662 \times 3,5\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,5}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\ &= 1544,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban mati (qD)} &= \text{beban sendiri pelat} + \text{beban sendiri balok} \\ &= 1544,6 + 76 \\ &= 1620,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{2} \times qL \times Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 192 \times 3,5\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,5}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\ &= 448 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

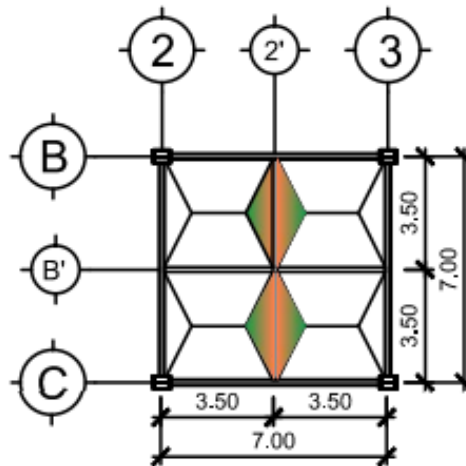
Beban kombinasi ( $q_U$ ) adalah :

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 D + 1,6 L \\ &= 1,2 \times 1620,6 + 1,6 \times 448 \\ &= 2661,52 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

Beban terpusat balok anak as 1' (A-B) :

$$\begin{aligned} P &= \left(\frac{1}{2} \times q_U \times L\right) \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 2661,52 \times 7\right) \\ &= 9315,32 \text{ kg} \end{aligned}$$

**Balok Anak As 2' (B – C) (Gambar 4.10)**



**Gambar 4.10.** Pembebanan Pelat Ekuivalen Segitiga pada Balok Anak Lantai As 2' (B – C)

Beban pelat ekuivalen bentuk segitiga

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 76 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Beban sendiri pelat} &= \left(\frac{1}{3} \times q_d \times L_x\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{3} \times 662 \times 3,5\right) \times 2 \\ &= 1544,6 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

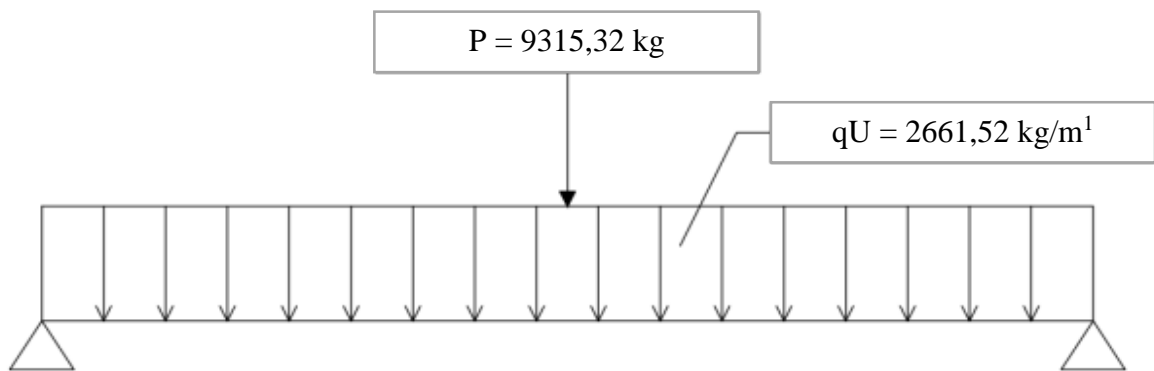
$$\begin{aligned} \text{Total Beban mati (qD)} &= \text{beban sendiri pelat} + \text{beban sendiri balok} \\ &= 1544,6 + 76 \\ &= 1620,6 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{3} \times qL \times Lx\right) \times 2 \\
 &= \left(\frac{1}{3} \times 192 \times 3,5\right) \times 2 \\
 &= 448 \text{ kg/m}^1
 \end{aligned}$$

Beban kombinasi (qU) adalah :

$$\begin{aligned}
 qU &= 1,2 D + 1,6 L \\
 &= 1,2 \times 1620,6 + 1,6 \times 448 \\
 &= 2661,52 \text{ kg/m}^1
 \end{aligned}$$

Statika pembebanan balok anak lantai seperti ditampilkan pada Gambar 4.11



**Gambar 4.11.** Beban Balok Anak Lantai As 2' (B – C)

Momen maksimum (Mux)

$$\begin{aligned}
 M_{ux} &= \left(\frac{1}{8} \times qU \times L^2 + \frac{1}{4} \times P \times L\right) \\
 &= \left(\frac{1}{8} \times 2661,52 \times 7^2 + \frac{1}{4} \times 9315,32 \times 7\right) \\
 &= 32603,62 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

Geser Maksimum (Vux)

$$\begin{aligned}
 V_{ux} &= \left(\frac{1}{2} \times qU \times L\right) + \left(\frac{1}{2} \times P\right) \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times 2661,52 \times 7\right) + \left(\frac{1}{2} \times 9315,32\right) \\
 &= 13972,98 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

### Menentukan dimensi balok profil

Diasumsikan profil WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

$$M_{ux} < \emptyset M_{nx}$$



$$M_{ux} < \phi \cdot Z_x \times f_y$$

$$Z_x \text{ perlu} > \frac{32603,62 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 1449049,7 \text{ mm}^3 \text{ (OK)}$$

Maka diperoleh,  $Z_x$  profil 2235000  $\text{mm}^3 > Z_x$  perlu 1449049,7  $\text{mm}^3$  (OK)

Direncanakan menggunakan profil WF450.200.9.14

### Periksa Kelangsingan Penampang

Periksa kelangsingan penampang berdasarkan pada SNI 1729-2020 Tabel B4. 1a

Sayap penampang :

$$\lambda_f = \frac{bf}{2.tf} = \frac{200}{2.14} = 7,1 < \lambda_p = 0,38 \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \times \sqrt{\frac{200000}{250}} = 10,75$$

Diperoleh,  $\lambda_f < \lambda_p$  (Penampang Kompak)

Badan penampang :

$$h = d - 2 \times (r + tf) = 450 - 2 \times (18 + 14) = 368 \text{ mm}^3$$

$$\lambda_f = \frac{h}{tw} = \frac{368}{9} = 40,89 < \lambda_p = 3,76 \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \times \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh,  $\lambda_f < \lambda_p$  (Penampang Kompak)

### Periksa Kuat Lentur Nominal $M_{nx}$

Profil WF merupakan penampang kompak, maka kuat lentur nominal adalah :

$$M_{nx} = M_{px}$$

$$M_{px} = f_x \times Z_x = 250 \times 2235000 = 558750000 \text{ Nmm}$$

$$\text{Maka : } \phi \cdot M_{nx} = 0,9 \times 558750000 = 502875000 \text{ Nmm}$$

$$\phi \cdot M_{nx} = 502875000 \text{ Nmm} > M_{ux} = 326036200 \text{ Nmm (OK)}$$

### Periksa kuat geser nominal $V_n$

Berdasarkan peraturan SNI 1729-2020 bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah sebagai berikut :

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w \times C_{v1}$$

Balok dianggap tanpa pengaku, maka  $K_v = 5,34$

$$\frac{h}{tw} \leq 1,1 \times \left( \sqrt{K_v \cdot \frac{E}{f_y}} \right)$$

$$\frac{368}{9} \leq 1,1 \times \left( \sqrt{5,34 \cdot \frac{200000}{250}} \right) = 40,89 \leq 71,9$$

Didapat nilai  $Cv_1 = 1,0$ , maka :

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w \times Cv_1$$

$$= 0,6 \times 250 \times (450 \times 9) \times 1,0 = 607500 \text{ N}$$

$$\phi \cdot V_n = 0,9 \times 607500 = 546750 \text{ N}$$

Syarat :  $\phi \cdot V_n > V_{ux}$

$$\phi \cdot V_n = 546750 \text{ N} > V_{ux} = 139729,8 \text{ N (Profil aman terhadap geser)}$$

Maka, profil WF450.200.9.14 dapat digunakan sebagai balok anak lantai.

#### 4.2.2. Perkiraan Dimensi Balok Induk Lantai

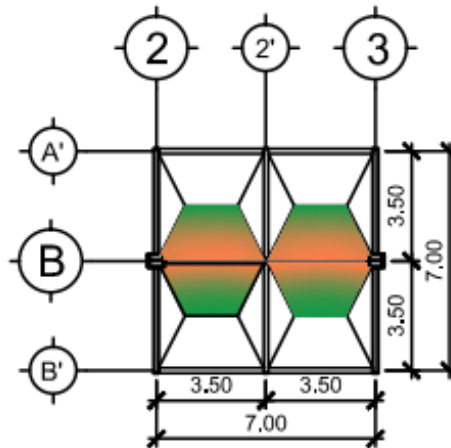
Direncanakan menggunakan profil WF 600.300.12.17 dengan spesifikasi sebagai berikut

:

Berat Profil, W	= 137 kg/m <sup>1</sup>
Lebar Sayap, bf	= 300 mm
Tinggi Profil, d	= 582 mm
Momen Inersia, I <sub>x</sub>	= 103000 cm <sup>4</sup> . 10000 = 1030000000 mm <sup>4</sup>
Momen Inersia, I <sub>y</sub>	= 7670 cm <sup>4</sup> . 10000 = 76700000
Jari-jari kelembaman arah x, r <sub>x</sub>	= 24,3 cm = 243 mm
Jari-jari kelembaman arah y, r <sub>y</sub>	= 6,63 cm = 66,3 mm
Z <sub>x</sub> × ξ	= 3530 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 5295000 mm <sup>3</sup>
Z <sub>y</sub> × ξ	= 511 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 766500 mm <sup>3</sup>

## Perhitungan Pembebanan Balok Induk Lantai

### Balok Induk As B (2 – 3) (Gambar 4.12 )



**Gambar 4.12.** Pembebanan Pelat Ekivalen Trapesium Pada Balok Induk Lantai As B(2 – 3)

#### Beban pelat ekivalen bentuk trapesium

$$\text{Beban sendiri balok} = 137 \text{ kg/m}^1$$

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri pelat} &= \left(\frac{1}{2} \times qd \times Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 662 \times 3,5\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,5}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\ &= 1544,6 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban mati (qD)} &= \text{beban sendiri pelat} + \text{beban sendiri balok} \\ &= 1544,6 \text{ kg/m}^1 + 137 \text{ kg/m}^1 \\ &= 1681,6 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{2} \times qL \times Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 192 \times 3,5\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \times \left(\frac{3,5}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\ &= 448 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

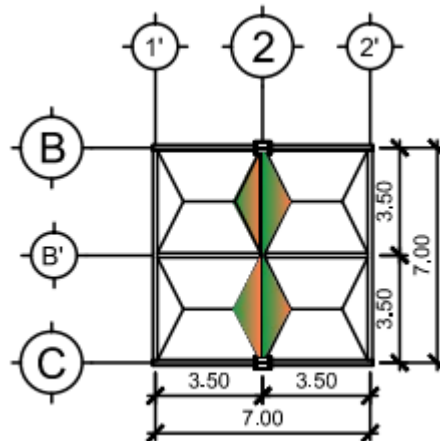
Beban kombinasi (qU) adalah :

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 D + 1,6 L \\ &= 1,2 \times 1681,6 + 1,6 \times 448 \\ &= 2734,72 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

Beban terpusat balok induk as 2' (B – C) :

$$\begin{aligned}
 P &= \left(\frac{1}{2} \times qU \times L\right) \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times 2734,72 \times 7\right) \\
 &= 9571,52 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

**Balok Induk As 2 (B – C) (Gambar 4.13)**



**Gambar 4.13.** Pembebanan Pelat Ekuivalen Segitiga pada Balok Induk Lantai As 2 (A-B)

Beban pelat ekuivalen bentuk segitiga

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 137 \text{ kg/m}^1 \\
 \text{Beban sendiri pelat} &= \left(\frac{1}{3} \times qD \times Lx\right) \times 2 \\
 &= \left(\frac{1}{3} \times 662 \times 3,5\right) \times 2 \\
 &= 1544,6 \text{ kg/m}^1
 \end{aligned}$$

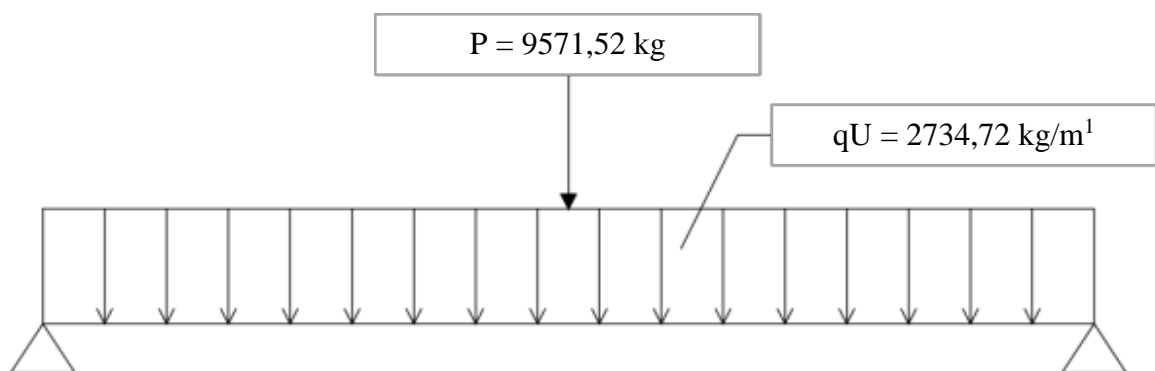
$$\begin{aligned}
 \text{Total Beban mati (qD)} &= \text{beban sendiri pelat} + \text{beban sendiri balok} \\
 &= 1544,6 \text{ kg/m}^1 + 137 \text{ kg/m}^1 \\
 &= 1681,6 \text{ kg/m}^1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{3} \times qL \times Lx\right) \times 2 \\
 &= \left(\frac{1}{3} \times 192 \times 3,5\right) \times 2 \\
 &= 448 \text{ kg/m}^1
 \end{aligned}$$

Beban kombinasi ( $q_U$ ) adalah :

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 D + 1,6 L \\ &= 1,2 \times 1681,6 + 1,6 \times 448 \\ &= 2734,72 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Statistika pembebanan balok induk lantai seperti ditampilkan pada Gambar 4.14



**Gambar 4.14.** Beban Balok Induk Lantai As 2 (B – C)

Momen Maksimum ( $M_{ux}$ )

$$\begin{aligned} M_{ux} &= \left(\frac{1}{8} \times q_U \times L^2 + \frac{1}{4} \times P \times L\right) \\ &= \left(\frac{1}{8} \times 2734,72 \times 7^2 + \frac{1}{4} \times 9571,52 \times 7\right) \\ &= 33500,32 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Geser Maksimum ( $V_{ux}$ )

$$\begin{aligned} V_{ux} &= \left(\frac{1}{2} \times q_U \times L\right) + \left(\frac{1}{2} \times P\right) \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 2734,72 \times 7\right) + \left(\frac{1}{2} \times 9571,52\right) \\ &= 14357,28 \text{ kg} \end{aligned}$$

### Menentukan dimensi profil balok

Diasumsikan profil WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

$$M_{ux} < \phi M_{nx}$$

$$M_{ux} < \phi .Z_x \times f_y$$

$$Z_x \text{ perlu } > \frac{33500,32 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 1488903,1 \text{ mm}^3 \text{ (OK)}$$

Maka diperoleh,  $Z_x$  profil 5295000 mm<sup>3</sup> >  $Z_x$  perlu 1488903,1 mm<sup>3</sup> (OK)

Direncanakan menggunakan profil WF 600.300.12.17

### Periksa Kelangsingan Penampang

Periksa kelangsingan penampang berdasarkan pada SNI 1729-2020 Tabel B4. 1a

Sayap penampang :

$$\lambda_f = \frac{bf}{2.tf} = \frac{300}{2.17} = 8,82 < \lambda_p = 0,38 \times \sqrt{\frac{E}{fy}} = 0,38 \times \sqrt{\frac{200000}{250}} = 10,75$$

Diperoleh,  $\lambda_f < \lambda_p$  (Penampang Kompak)

Badan penampang :

$$h = d - 2 \times (r + tf) = 582 - 2 \times (28 + 17) = 492 \text{ mm}^3$$

$$\lambda_f = \frac{h}{tw} = \frac{492}{12} = 41 < \lambda_p = 3,76 \times \sqrt{\frac{E}{fy}} = 3,76 \times \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh,  $\lambda_f < \lambda_p$  (Penampang Kompak)

### Periksa Kuat Lentur Nominal $M_{nx}$

Profil WF merupakan penampang kompak, maka kuat lentur nominal adalah :

$$M_{nx} = M_{px}$$

$$M_{px} = fy \times Z_x = 250 \times 5295000 = 1323750000 \text{ Nmm}$$

$$\text{Maka : } \phi.M_{nx} = 0,9 \times 1001250000 = 1191375000 \text{ Nmm}$$

$$\phi.M_{nx} = 1191375000 \text{ Nmm} > M_{ux} = 33500320 \text{ Nmm (OK)}$$

### Periksa kuat geser nominal $V_n$

Berdasarkan peraturan SNI 1729-2020 bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah sebagai berikut :

$$V_n = 0,6 \times fy \times A_w \times Cv_1$$

Balok dianggap tanpa pengaku, maka  $K_v = 5,34$

$$\frac{h}{tw} \leq 1,1 \times \left( \sqrt{K_v \cdot \frac{E}{fy}} \right)$$

$$\frac{492}{12} \leq 1,1 \times \left( \sqrt{5,34 \cdot \frac{200000}{250}} \right) = 41 \leq 71,90$$

Didapat nilai  $Cv_1 = 1,0$ , maka :

$$V_n = 0,6 \times fy \times A_w \times Cv_1$$

$$= 0,6 \times 250 \times (582 \times 12) \times 1,0 = 1047600 \text{ N}$$

$$\emptyset \cdot V_n = 0,9 \times 1047600 = 942840 \text{ N}$$

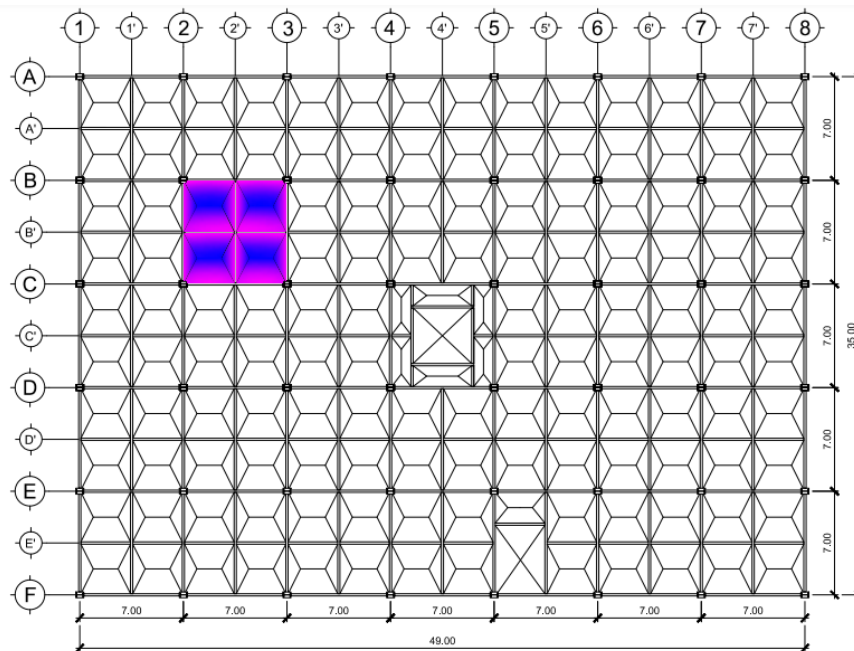
Syarat :  $\emptyset \cdot V_n > V_{ux}$

$$\emptyset \cdot V_n = 942840 \text{ N} > V_{ux} = 143572,8 \text{ N (Profil aman terhadap geser)}$$

Maka, profil WF 600.300.12.17 dapat digunakan sebagai balok Induk Lantai.

### 4.3. Perkiraan Dimensi Kolom

Pada tahap perencanaan suatu dimensi struktur kolom, beban aksial yang akan ditinjau adalah beban mati dan beban hidup saja. Sedangkan beban air hujan, beban akibat balok induk serta beban gempa diabaikan. Pada tahapan *preliminary design* ini, beban aksial yang bekerja pada kolom dapat dianalisa tanpa menggunakan program komputer SAP 2000, namun menggunakan *tributary area* kolom seperti terlihat pada Gambar 4.14



**Gambar 4.15.** Perhitungan Tributary Area Kolom

#### 4.3.1. Menghitung Gaya Normal Kolom

Dimensi profil WF balok atap

Balok anak arah X = 450.200.9.14

Balok anak arah Y = 450.200.9.14

$$\text{Balok induk arah X} = 600.300.12.17$$

$$\text{Balok induk arah Y} = 600.300.12.17$$

Dimensi profil WF balok lantai

$$\text{Balok anak arah X} = 450.200.9.14$$

$$\text{Balok anak arah Y} = 450.200.9.14$$

$$\text{Balok induk arah X} = 600.300.12.17$$

$$\text{Balok induk arah Y} = 600.300.12.17$$

### **Perhitungan *Tributary Area* Kolom**

#### Lantai 1

$$\begin{aligned} \text{Beban mati (qD)} &= 1544,6 + 1544,6 = 3089,2 \\ &= \left( \left( \frac{1}{2} \cdot q \cdot Lx \right) \cdot 2 \right) + \left( \left( \frac{1}{2} \cdot q \cdot Ly \right) \cdot 2 \right) \\ &= \left( \left( \frac{1}{2} \cdot 3089,2 \cdot 7 \right) \cdot 2 \right) + \left( \left( \frac{1}{2} \cdot 3089,2 \cdot 7 \right) \cdot 2 \right) \\ &= 43248,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Beban balok induk arah X} = 7 \times 137 = 959 \text{ kg}$$

$$\text{Beban balok induk arah Y} = 7 \times 137 = 959 \text{ kg}$$

$$\text{Beban balok anak arah X} = 7 \times 76 = 532 \text{ kg}$$

$$\text{Beban balok anak arah Y} = 7 \times 76 = 532 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total beban mati} &= 43248,8 + 959 + 959 + 532 + 532 \\ &= 46230,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total beban hidup} &= 448 + 448 = 896 \text{ kg/m} \\ &= \left( \left( \frac{1}{2} \cdot q \cdot Lx \right) \cdot 2 \right) + \left( \left( \frac{1}{2} \cdot q \cdot Ly \right) \cdot 2 \right) \\ &= \left( \left( \frac{1}{2} \cdot 896 \cdot 7 \right) \cdot 2 \right) + \left( \left( \frac{1}{2} \cdot 896 \cdot 7 \right) \cdot 2 \right) \\ &= 12544 \text{ kg} \end{aligned}$$



Untuk mempermudah perhitungan *tributy area* kolom untuk lantai 2 hingga atap digunakan program bantu yaitu Microsoft Excell sehingga didapatkan perhitungan *tributy area* kolom seperti yang terdapat pada Gambar 4.1

**Tabel 4.1.** Perhitungan Tributary Area Kolom

	Macam Beban	Ukuran (m)		q	Berat
		X	Y	kg/m	kg
Lantai 1	Beban Mati	7	7	3089,2	43248,8
	Beban Hidup	7	7	896	12544
	Beban Induk X	7		137	959
	Beban Induk Y		7	137	959
	Beban Anak X	7		76	532
	Beban Anak Y		7	76	532
	Total Beban Mati				
Total Beban Hidup					12544
Lantai 2	Beban Mati	7	7	3089,2	43248,8
	Beban Hidup	7	7	896	12544
	Beban Induk X	7		137	959
	Beban Induk Y		7	137	959
	Beban Anak X	7		76	532
	Beban Anak Y		7	76	532
	Total Beban Mati				
Total Beban Hidup					12544
Lantai 3	Beban Mati	7	7	3089,2	43248,8
	Beban Hidup	7	7	896	12544
	Beban Induk X	7		137	959
	Beban Induk Y		7	137	959
	Beban Anak X	7		76	532
	Beban Anak Y		7	76	532
	Total Beban Mati				
Total Beban Hidup					12544
Lantai 4	Beban Mati	7	7	3089,2	43248,8
	Beban Hidup	7	7	896	12544
	Beban Induk X	7		137	959

	Beban Induk Y		7	137	959
	Beban Anak X	7		76	532
	Beban Anak Y		7	76	532
	Total Beban Mati				46230,8
	Total Beban Hidup				12544
Lantai 5	Macam Beban	Ukuran (m)		q	Berat
		X	Y	kg/m	kg
	Beban Mati	7	7	3089,2	43248,8
	Beban Hidup	7	7	896	12544
	Beban Induk X	7		175	1225
	Beban Induk Y		7	175	1225
	Beban Anak X	7		159	1113
	Beban Anak Y		7	159	1113
	Total Beban Mati				47924,8
	Total Beban Hidup				12544
Lantai 6	Macam Beban	Ukuran (m)		q	Berat
		X	Y	kg/m	kg
	Beban Mati	7	7	3089,2	43248,8
	Beban Hidup	7	7	896	12544
	Beban Induk X	7		137	959
	Beban Induk Y		7	137	959
	Beban Anak X	7		76	532
	Beban Anak Y		7	76	532
	Total Beban Mati				46230,8
	Total Beban Hidup				12544
Lantai 7	Macam Beban	Ukuran (m)		q	Berat
		X	Y	kg/m	kg
	Beban Mati	7	7	3089,2	43248,8
	Beban Hidup	7	7	896	12544
	Beban Induk X	7		175	1225
	Beban Induk Y		7	175	1225
	Beban Anak X	7		159	1113
	Beban Anak Y		7	159	1113
	Total Beban Mati				47924,8
	Total Beban Hidup				12544
Lantai 8	Macam Beban	Ukuran (m)		q	Berat
		X	Y	kg/m	kg
	Beban Mati	7	7	3089,2	43248,8
	Beban Hidup	7	7	896	12544
	Beban Induk X	7		137	959
Beban Induk Y		7	137	959	

	Beban Anak X	7		76	532
	Beban Anak Y		7	76	532
	Total Beban Mati				46230,8
	Total Beban Hidup				12544
Lantai 9	Macam Beban	Ukuran (m)		q	Berat
		X	Y	kg/m	kg
	Beban Mati	7	7	3089,2	43248,8
	Beban Hidup	7	7	896	12544
	Beban Induk X	7		137	959
	Beban Induk Y		7	137	959
	Beban Anak X	7		76	532
	Beban Anak Y		7	76	532
	Total Beban Mati				46230,8
	Total Beban Hidup				12544
Lantai Atap	Macam Beban	Ukuran (m)		q	Berat
		X	Y	kg/m	kg
	Beban Mati	7	7	1750	24500
	Beban Hidup	7	7	2240	31360
	Beban Induk X	7		137	959
	Beban Induk Y		7	137	959
	Beban Anak X	7		76	532
	Beban Anak Y		7	76	532
	Total Beban Mati				27482
	Total Beban Hidup				31360

#### 4.3.2. Menentukan Dimensi Kolom

Salah satu elemen struktur yang akan menerima beban dari balok dan pelat yaitu kolom, beban – beban tersebut nantinya akan diteruskan dari kolom ke tanah melalui struktur pondasi. *Preliminary design* untuk struktur kolom dilakukan menggunakan metode *tributary area*, dimana komponen struktur yang membani kolom seperti beban balok dan pelat hanyalah dipikul setengah bentang saja. Dalam merencanakan dimensi untuk struktur kolom, dipilih area yang paling luas dan memilih bentang balok yang paling besar, sehingga akan didapatkan nilai beban yang terbesar. Nilai beban tersebut nantinya akan digunakan dalam penentuan perkiraan dimensi pada struktur kolom yang akan direncanakan.

Nilai beban yang terbesar berdasarkan Tabel 4.1 adalah sebagai berikut :

a. Beban Mati

$$\begin{aligned} DL &= \text{beban mati lantai 1 sampai 9} + \text{beban mati atap} \\ &= (46230,8 \times 9) + 27482 \\ &= 443559,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Beban Hidup

$$\begin{aligned} LL &= \text{beban hidup lantai 1 sampai 9} + \text{beban hidup atap} \\ &= (12544 \times 9) + 31360 \\ &= 144256 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban kombinasi

$$\begin{aligned} Nu &= 1,2 D + 1,6 L \\ &= 1,2 \times 443559,2 + 1,6 \times 144256 \\ &= 763080,64 \text{ kg} = 7630806,4 \text{ N} \end{aligned}$$

Nilai momen lentur pada tahap *preliminary design* ini belum diketahui, maka nilai momen diasumsikan sebagai berikut :

$$Mu_1 = 10\% \times Nu = 10\% \times 7630806,4 = 763080,64 \text{ N}$$

$$Mu_1 = 15\% \times Nu = 15\% \times 7630806,4 = 1144620,96 \text{ N}$$

Direncanakan dimensi kolom menggunakan profil HC 70 568.457.70.105 dengan spesifikasi sebagai berikut :

Berat Profil, W	= 953 kg/m
Momen Inersia, I <sub>x</sub>	= 551000 cm <sup>4</sup> × 10000 = 5510000000 mm <sup>4</sup>
Momen Inersia, I <sub>y</sub>	= 168000 cm <sup>4</sup> × 10000 = 1680000000 mm <sup>4</sup>
Jari-jari kelembaman arah x, r <sub>x</sub>	= 21,3 cm × 10 = 213 mm
Jari-jari kelembaman arah y, r <sub>y</sub>	= 11,8 cm × 10 = 118 mm
Z <sub>x</sub> × ξ	= 19400 cm <sup>3</sup> × 1000 × (1,5) = 29100000 mm <sup>3</sup>
Z <sub>y</sub> × ξ	= 7360 cm <sup>3</sup> × 1000 × (1,5) = 11040000 mm <sup>3</sup>
k	= 1 (faktor panjang efektif dengan asumsi tahanan ujung kolom jepit-jepit)

### Aksi Kolom

Periksa kelangsingan kolom (SNI 1726-2019 pasal E5) :

$$L_{kx} = 1,00 \times 4000 = 4000 \text{ mm}$$

$$\lambda_{cx} = \frac{L_{kx}}{r_x} < 4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \frac{4000}{213} < 4,71 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 18,78 < 133,21$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 200000}{\left(\frac{4000}{213}\right)^2} = 5597,17$$

$$f_{cr} = \left(0,658^{\frac{F_y}{F_e}}\right) \times f_y = \left(0,658^{\frac{250}{5597,17}}\right) \times 250 = 245,37$$

$$N_n = A_g \times f_{cr} = (1214 \times 100) \times 245,37 = 29787918 \text{ N}$$

$$\frac{N_u}{\phi \times N_n} = \frac{7630806,4}{0,85 \times 29787918} = 0,301 > 0,2 \text{ (dominan aksial)}$$

### Aksi Balok

Periksa kelangsingan penampang berdasarkan pada peraturan SNI 1729-2020 Tabel B.4

1

Sayap penampang :

$$\lambda_f = \frac{b_f}{2 \cdot t_f} = \frac{457}{2 \cdot 105} = 2,176 < \lambda_p = 0,38 \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \times \sqrt{\frac{200000}{250}} = 10,75$$

Diperoleh,  $\lambda_f < \lambda_p$  (OK, Penampang Kompak)

Badan penampang :

$$h = d - 2 \times (r + t_f) = 568 - 2 \times (22 + 105) = 314 \text{ mm}$$

$$\lambda_f = \frac{h}{t_w} = \frac{314}{70} = 4,485 < \lambda_p = 3,76 \times \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \times \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh,  $\lambda_f < \lambda_p$  (Penampang Kompak)

### Periksa Jarak Pengaku Lateral

Tinggi kolom = 4 meter

Rencana pengaku lateral dipasang setiap jarak 2 meter, L = 2 meter

$$L_p = 1,76 r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \times 118 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 5874,1 \text{ mm} = 5,8 \text{ m}$$

Karena jarak pengaku lateral L = 2 m < L<sub>p</sub> = 5,8 (bentang pendek)

### Menentukan kuat momen lentur

Berdasarkan hasil periksa kelangsingan penampang pada balok, dapat diperoleh bahwa balok sebagai penampang kompak. Berdasarkan hasil cek jarak pengaku lateral, diperoleh bahwa balok termasuk klasifikasi bentang pendek. Kuat lentur nominal  $M_n$  ditentukan sebagai berikut :

$$M_n = M_p$$

$$M_n = Z_x \times f_y = 29100000 \times 250 = 7275000000 \text{ Nmm}$$

$$Z_x = 29100000$$

$$\text{Maka, diperoleh } M_{ux} = \phi_b \times M_n = 0,9 \times 7275000000 = 6547500000 \text{ Nmm}$$

### **Pembesaran Momen $\delta_b$**

$$\frac{k_x \times L_x}{r_x} = \frac{0,7 \times 4000}{213} = 13,145$$

$$N_{el} = \frac{\pi^2 \times E \times A_g}{\left(\frac{K_i}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 \times 200000 \times 121400}{(13,145)^2} = 1386842834,7 \text{ N}$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 \frac{M_1}{M_2} = 0,6 - 0,4 \left( \frac{750347,33}{1125521} \right) = 0,33 < 1 \text{ (OK)}$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{N_u}{N_{el}}} = \frac{0,33}{1 - \frac{750347,33}{1386842834,7}} = 0,335 < 1 \text{ (OK)}$$

Syarat  $\delta_b \geq 1$  mala diambil  $\delta_b = 1,0$

Pembesaran momen :

$$M_{ux} = M_{ntu} = \delta_b \times M_{u2} = 1,0 \times 1125521 = 1125521 \text{ Nmm}$$

### **Periksa Kolom**

Periksa kekuatan kolom dengan perumusan sebagai berikut :

$$\frac{N_u}{2,0 N_n} + \frac{8}{9} \times \left( \frac{1125521}{6547500000} \right)$$

$$0,1458 + 0,0001528 = 0,146 < 1,0 \text{ (OK)}$$

Maka, profil baja HC 70 568.457.70.105 dapat digunakan sebagai kolom.