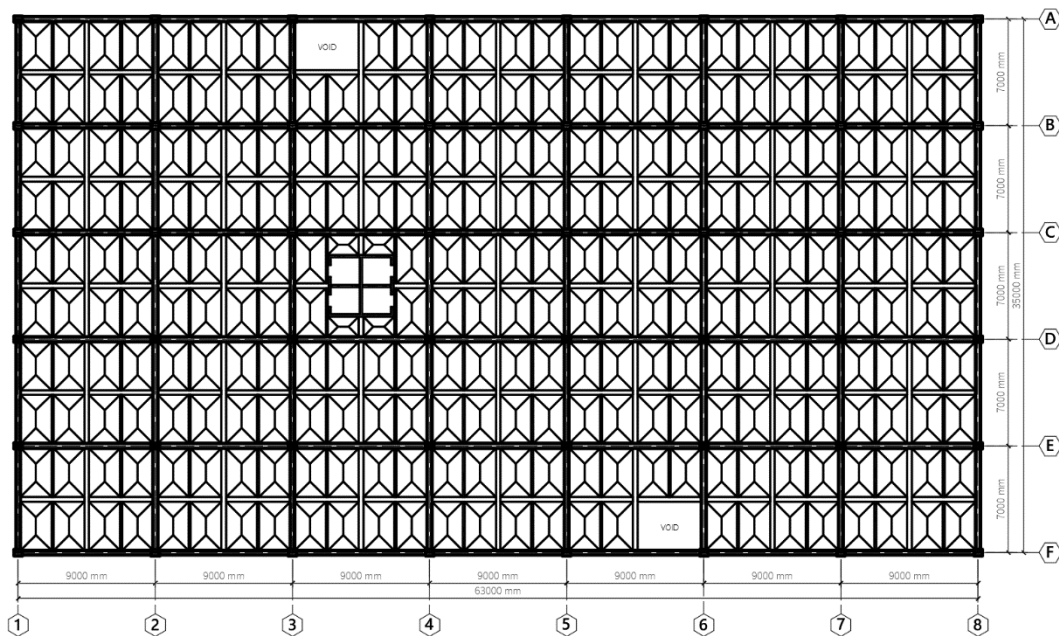


## BAB IV PRELIMINARY DESIGN

*Preliminary Design* merupakan tahapan awal dalam merencanakan struktur Gedung Hotel Hashira dengan memperkirakan dimensi dari setiap komponen struktur primer maupun struktur sekunder. *Preliminary Design* dilakukan sesuai dengan pedoman peraturan yang berlaku agar dimensi yang akan direncanakan tidak terlalu besar maupun terlalu kecil untuk menerima beban yang bekerja.

### 4.1. Asumsi Dimensi Profil Balok Atap

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



**Gambar 4. 1** Pembebanan Ekuivalen Pelat Atap

### Pembebanan Pelat Atap

Tebal Pelat Atap rencana = 120 mm

➤ Beban Mati (SNI 03-1727-1989 Pasal 2.1.1)

$$\text{Beban Sendiri Pelat Atap} = 0,12 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Aspal (1cm)} = 14 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Ducting + Plumbing AC} = 40 \text{ kg/m}^2$$

Plafond + Penggantung	$= 11 + 7 \text{ kg/m}^2$	$=$	$18 \text{ kg/m}^2$
Spesi (2cm)	$= 0,02 \times 2100 \text{ kg/m}^2$	$=$	$42 \text{ kg/m}^2$
Finishing	$= 0,01 \times 2100 \text{ kg/m}^2$	$=$	$21 \text{ kg/m}^2$
Total Beban Mati (qD)		$=$	$423 \text{ kg/m}^2$

➤ **Beban Hidup**

Berdasarkan peraturan SNI 1727:2020 Pasal 4.3-1, Beban Hidup pada bagian atap struktur gedung yang dapat dicapai dan dibebani orang dapat digunakan sebesar  $(qL) = 480 \text{ kg/m}^2$ .

➤ **Beban Air Hujan**

Berdasarkan peraturan SNI 1727:2020 Pasal 8.3, Beban Hujan diperoleh dengan perumusan sebagai berikut :

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

Dengan asumsi bahwa kedalaman air pada atap (ds) adalah 15mm, sedangkan tambahan kedalaman air pada atap di atas lubang drainase (dh) adalah 10mm, maka Beban Air Hujan (qR) adalah :

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

**4.1.1 Asumsi Dimensi Balok Anak Atap**

Direncanakan menggunakan Profil Baja Tipe 1 (WF 200.100.5,5.8), Tipe 2 (WF 350.175.7.11), dan Tipe 3 (WF 450.200.9.14) dengan spesifikasi sebagai berikut :

**Tipe 1 :**

Berat Profil (W)	$= 21,3 \text{ kg/m}^1$
Lebar Sayap (b)	$= 100 \text{ mm}$
Tinggi Profil (d)	$= 200 \text{ mm}$
Momen Inersia, (Ix)	$= 1840 \text{ cm}^4 \cdot 10000 = 18400000 \text{ mm}^4$
Momen Inersia, (Iy)	$= 134 \text{ cm}^4 \cdot 10000 = 1340000 \text{ mm}^4$
Jari – jari kelembaman arah X, (rx)	$= 8,24 \text{ cm} = 82,4 \text{ mm}$
Jari – jari kelembaman arah Y, (ry)	$= 2,22 \text{ cm} = 22,2 \text{ mm}$
Zx . $\xi$	$= 184 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 276000 \text{ mm}^3$
Zy . $\xi$	$= 26,8 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 40200 \text{ mm}^3$

**Tipe 2 :**

Berat Profil (W)	$= 49,6 \text{ kg/m}^1$
------------------	-------------------------

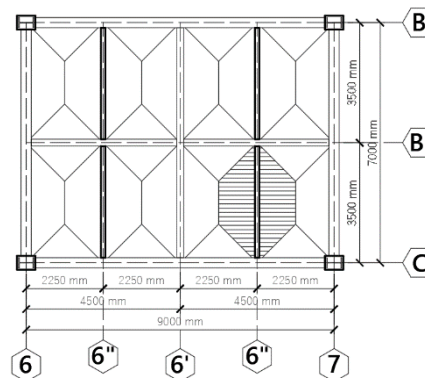
Lebar Sayap (b)	= 175 mm
Tinggi Profil (d)	= 350 mm
Momen Inersia, (Ix)	= 13600 cm <sup>4</sup> . 10000 = 136000000 mm <sup>4</sup>
Momen Inersia, (Iy)	= 984 cm <sup>4</sup> . 10000 = 9840000 mm <sup>4</sup>
Jari – jari kelembaman arah X, (rx)	= 14,7 cm = 147 mm
Jari – jari kelembaman arah Y, (ry)	= 3,95 cm = 39,5 mm
Zx . ξ	= 775 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 1162500 mm <sup>3</sup>
Zy . ξ	= 112 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 168000 mm <sup>3</sup>

**Tipe 3 :**

Berat Profil (W)	= 76 kg/m <sup>1</sup>
Lebar Sayap (b)	= 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>

**4.1.1.1 Perhitungan Pembebanan Balok Anak Atap**

❖ **Balok Anak Atap Tipe 1 AS 6” (B’-C), (Gambar 4.2) :**



**Gambar 4.2** Pembebanan Pelat Ekuivalen Trapesium pada Balok Anak Atap Tipe 1 AS 6” (B’-C)

### Beban Pelat Ekivalen Trapesium

$$\text{Berat Sendiri Balok} = 21,3 \text{ kg/m}^1$$

$$\begin{aligned}\text{Beban Sendiri Pelat} &= \left(\frac{1}{2} \cdot qD \cdot Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \cdot 423 \cdot 2,25\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{2,25}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\ &= 820,64 \text{ kg/m}^1\end{aligned}$$

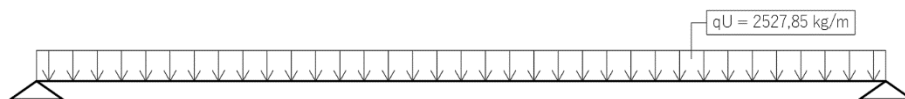
$$\begin{aligned}\text{Total Beban Mati (qD)} &= \text{Berat sendiri balok} + \text{Beban Pelat} \\ &= 21,3 \text{ kg/m}^1 + 820,64 \text{ kg/m}^1 \\ &= 841,94 \text{ kg/m}^1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban Hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{2} \cdot qL \cdot Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \cdot 480 \cdot 2,25\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{2,25}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\ &= 931,22 \text{ kg/m}^1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban Air Hujan (qR)} &= \left(\frac{1}{2} \cdot R \cdot Lx\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \cdot 24,5 \cdot 2,25\right) \times 2 \\ &= 55,13 \text{ kg/m}^1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban Kombinasi (qU)} &= 1,2D + 1,6L + 0,5 (A \text{ atau } R) \\ &= 1,2(841,94) + 1,6(931,22) + 0,5(55,13) \\ &= 2527,85 \text{ kg/m}^1\end{aligned}$$

Statika pembebanan Balok Anak Atap Tipe 1 seperti ditampilkan pada Gambar 4.3 berikut :



**Gambar 4. 3** Statika Pembebanan Balok Anak Atap Tipe 1

### Beban Terpusat terhadap Balok Anak Atap Tipe 2 AS B' (6'-7) dan Balok Induk Atap AS C

(6-7)

$$\begin{aligned}P &= \left(\frac{1}{2} \cdot qU \cdot L\right) \cdot 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \cdot 2527,85 \cdot 3,5\right) \cdot 2 \\ &= 8847,48 \text{ kg}\end{aligned}$$

Momen Maksimum ( $M_{ux}$ )

$$M_{ux} = \left(\frac{1}{8} \times qU \times L^2\right)$$

$$= \left(\frac{1}{8} \times 2527,85 \times 3,5^2\right)$$

$$= 3870,77 \text{ kgm}$$

Geser Maksimum ( $V_{ux}$ )

$$V_{ux} = \left(\frac{1}{2} \times qU \times L\right)$$

$$= \left(\frac{1}{2} \times 2527,85 \times 3,5\right)$$

$$= 4423,74 \text{ kg}$$

▪ **Menentukan Dimensi Profil Baja WF Balok Anak Atap Tipe 1**

Asumsi Profil Baja WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

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

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

$$Z_x \text{ Perlu} > \frac{3870,77 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 172034,22 \text{ mm}^3$$

Maka,  $Z_x$  Profil 276000  $\text{mm}^3 > Z_x$  Perlu 172034,22  $\text{mm}^3$  (**OK**)

Direncanakan menggunakan Profil Baja WF 200.100.5,5.8

▪ **Periksa Kelangsingan Penampang Balok Anak Atap Tipe 1**

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

Sayap Penampang :

$$\lambda_f = \frac{bf}{2.tf} = \frac{100}{2.8} = 6,25 < \lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{200000}{250}} = 10,75$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak)

Badan Penampang :

$$h = d - 2 \cdot (r + tf) = 200 - 2 \cdot (11 + 8) = 162 \text{ mm}$$

$$\lambda_f = \frac{h}{tw} = \frac{162}{5,5} = 29,45 < \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak)

▪ **Periksa Kuat Lentur Nominal  $M_{nx}$  Balok Anak Atap Tipe 1**

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

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

$$M_{px} = f_y \cdot Z_x = 250 \cdot 276000 = 69000000 \text{ Nmm}$$

Maka,

$$\phi \cdot M_{nx} = 0,9 \cdot 69000000 = 62100000 \text{ Nmm}$$

$$\phi \cdot M_{nx} = 62100000 \text{ Nmm} > M_{ux} = 38707700 \text{ Nmm} \text{ (**OK**)}$$

▪ **Periksa Kuat Geser Nominal  $V_n$  Balok Anak Atap Tipe 1**

Berdasarkan peraturan SNI 1729:2020 Bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah :

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

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

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,1 \left( \sqrt{K_v \frac{E}{f_y}} \right) = \frac{162}{5,5} \leq 1,1 \left( \sqrt{5,34 \frac{200000}{250}} \right) = 29,45 \leq 71,90$$

Didapat nilai  $C_{v1} = 1,0$ . Maka :

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_{v1} \\ &= 0,6 \cdot 250 \cdot (200 \cdot 5,5) \cdot 1,0 \\ &= 165000 \text{ N} \end{aligned}$$

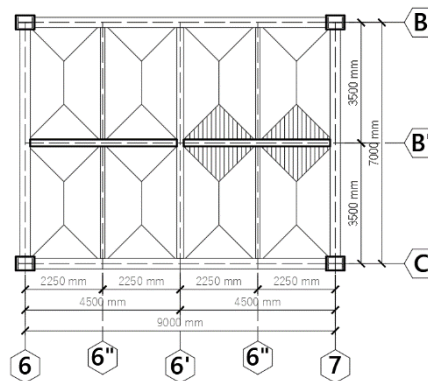
$$\begin{aligned} \phi V_n &= 0,9 \cdot 165000 \\ &= 148500 \text{ N} \end{aligned}$$

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

$$148500 \text{ N} > 44237,3 \text{ N (Profil aman terhadap Geser)}$$

Maka, Profil Baja WF 200.100.5,5.8 dapat digunakan sebagai Balok Anak Atap Tipe 1.

❖ **Balok Anak Atap Tipe 2 AS B' (6'-7), (Gambar 4.4) :**



**Gambar 4. 4** Pembebanan Pelat Ekuivalen Segitiga pada Balok Anak Atap Tipe 2 AS B' (6'-7)

Beban Pelat Ekuivalen Segitiga

Berat Sendiri Balok =  $49,6 \text{ kg/m}^1$

$$\begin{aligned} \text{Beban Sendiri Pelat} &= \left( \frac{1}{3} \cdot qD \cdot Lx \right) \times 2 \\ &= \left( \frac{1}{3} \cdot 423 \cdot 2,25 \right) \times 2 \\ &= 634,5 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

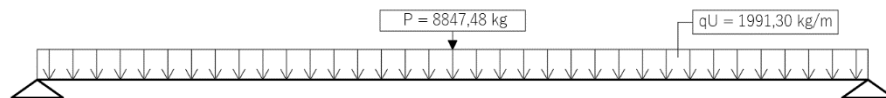
$$\begin{aligned} \text{Total Beban Mati (qD)} &= \text{Berat sendiri balok} + \text{Beban Pelat} \\ &= 49,6 \text{ kg/m}^1 + 634,5 \text{ kg/m}^1 \\ &= 684,1 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{3} \cdot qL \cdot Lx\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{3} \cdot 480 \cdot 2,25\right) \times 2 \\ &= 720 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Air Hujan (qR)} &= \left(\frac{1}{3} \cdot R \cdot Lx\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{3} \cdot 24,5 \cdot 2,25\right) \times 2 \\ &= 36,75 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Kombinasi (qU)} &= 1,2D + 1,6L + 0,5 (A \text{ atau } R) \\ &= 1,2(684,1) + 1,6(720) + 0,5(36,75) \\ &= 1991,30 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

Statika pembebanan Balok Anak Atap Tipe 2 seperti ditampilkan pada Gambar 4.5 berikut :



**Gambar 4. 5** Statika Pembebanan Balok Anak Atap Tipe 2

Beban Terpusat terhadap Balok Anak Atap Tipe 3 AS 6' (B-C) dan Balok Induk Atap AS 7

(B-C)

$$\begin{aligned} P &= \left(\frac{1}{2} \cdot qU \cdot L\right) \cdot 2 + \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{8847,48}{4,5}\right) \cdot 4,5\right) \cdot 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \cdot 1991,30 \cdot 4,5\right) \cdot 2 + \left(\frac{1}{2} \cdot 1966,11 \cdot 4,5\right) \cdot 2 \\ &= 17808,35 \text{ kg} \end{aligned}$$

Momen Maksimum (Mux)

$$\begin{aligned} M_{ux} &= \left(\frac{1}{8} \times qU \times L^2 + \frac{1}{4} \times P \times L\right) \\ &= \left(\frac{1}{8} \times 1991,30 \times 4,5^2 + \frac{1}{4} \times 8847,48 \times 4,5\right) \\ &= 14993,89 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Geser Maksimum (Vux)

$$\begin{aligned} V_{ux} &= \left(\frac{1}{2} \times qU \times L\right) + \left(\frac{1}{2} \times P\right) \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 1991,30 \times 4,5\right) + \left(\frac{1}{2} \times 8847,48\right) \end{aligned}$$

$$= 8904,17 \text{ kg}$$

▪ **Menentukan Dimensi Profil Baja WF Balok Anak Atap Tipe 2**

Asumsi Profil Baja WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

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

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

$$Z_x \text{ Perlu} > \frac{14993,89 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 666395,11 \text{ mm}^3$$

Maka,  $Z_x$  Profil 1339500  $\text{mm}^3 > Z_x$  Perlu 666395,11  $\text{mm}^3$  (OK)

Direncanakan menggunakan Profil Baja WF 350.175.7.11

▪ **Periksa Kelangsingan Penampang Balok Anak Atap Tipe 2**

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

Sayap Penampang :

$$\lambda_f = \frac{bf}{2.tf} = \frac{175}{2 \cdot 11} = 7,95 < \lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{200000}{250}} = 10,75$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak)

Badan Penampang :

$$h = d - 2 \cdot (r + tf) = 350 - 2 \cdot (14 + 11) = 300 \text{ mm}$$

$$\lambda_f = \frac{h}{tw} = \frac{300}{7} = 42,86 < \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak)

▪ **Periksa Kuat Lentur Nominal  $M_{nx}$  Balok Anak Atap Tipe 2**

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

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

$$M_{px} = f_y \cdot Z_x = 250 \cdot 1162500 = 290625000 \text{ Nmm}$$

Maka,

$$\phi \cdot M_{nx} = 0,9 \cdot 290625000 = 261562500 \text{ Nmm}$$

$$\phi \cdot M_{nx} = 261562500 \text{ Nmm} > M_{ux} = 149938900 \text{ Nmm} \text{ (OK)}$$

▪ **Periksa Kuat Geser Nominal  $V_n$  Balok Anak Atap Tipe 2**

Berdasarkan peraturan SNI 1729:2020 Bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah :

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

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

$$\frac{h}{tw} \leq 1,1 \left( \sqrt{K_v \frac{E}{f_y}} \right) = \frac{300}{7} \leq 1,1 \left( \sqrt{5,34 \frac{200000}{250}} \right) = 42,86 \leq 71,90$$

Didapat nilai  $C_{v1} = 1,0$ . Maka :



$$\begin{aligned}
 V_n &= 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_{v1} \\
 &= 0,6 \cdot 250 \cdot (350 \cdot 7) \cdot 1,0 \\
 &= 367500 \text{ N}
 \end{aligned}$$

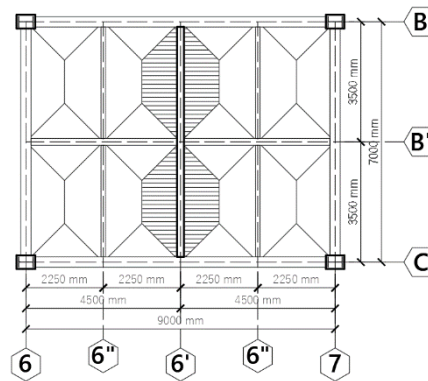
$$\begin{aligned}
 \emptyset V_n &= 0,9 \cdot 367500 \\
 &= 330750 \text{ N}
 \end{aligned}$$

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

$$330750 \text{ N} > 89041,7 \text{ N (Profil aman terhadap Geser)}$$

Maka, Profil Baja WF 350.175.7.11 dapat digunakan sebagai Balok Anak Atap Tipe 2.

❖ **Balok Anak Atap Tipe 3 AS 6' (B-C), (Gambar 4.6) :**



**Gambar 4. 6** Pembebanan Pelat Ekivalen Trapesium pada Balok Anak Atap Tipe 3 AS 6' (B-C)

Beban Pelat Ekivalen Trapesium

Berat Sendiri Balok = 76 kg/m<sup>1</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Sendiri Pelat} &= \left( \frac{1}{2} \cdot qD \cdot Lx \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{Lx}{Ly} \right)^2 \right) \times 2 \\
 &= \left( \frac{1}{2} \cdot 423 \cdot 2,25 \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{2,25}{3,5} \right)^2 \right) \times 2 \\
 &= 820,64 \text{ kg/m}^1
 \end{aligned}$$

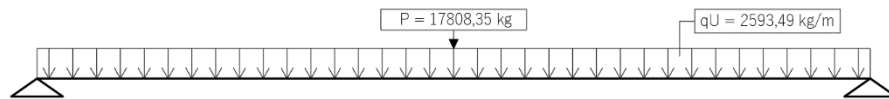
$$\begin{aligned}
 \text{Total Beban Mati (qD)} &= \text{Berat sendiri balok} + \text{Beban Pelat} \\
 &= 76 \text{ kg/m}^1 + 820,64 \text{ kg/m}^1 \\
 &= 896,64 \text{ kg/m}^1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Hidup (qL)} &= \left( \frac{1}{2} \cdot qL \cdot Lx \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{Lx}{Ly} \right)^2 \right) \times 2 \\
 &= \left( \frac{1}{2} \cdot 480 \cdot 2,25 \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{2,25}{3,5} \right)^2 \right) \times 2 \\
 &= 931,22 \text{ kg/m}^1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Air Hujan (qR)} &= \left(\frac{1}{2} \cdot R \cdot Lx\right) \times 2 \\
 &= \left(\frac{1}{2} \cdot 24,5 \cdot 2,25\right) \times 2 \\
 &= 55,13 \text{ kg/m}^1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Kombinasi (qU)} &= 1,2D + 1,6L + 0,5 (A \text{ atau } R) \\
 &= 1,2(896,64) + 1,6(931,22) + 0,5(55,13) \\
 &= 2593,49 \text{ kg/m}^1
 \end{aligned}$$

Statika pembebanan Balok Anak Atap Tipe 3 seperti ditampilkan pada Gambar 4.7 berikut :



**Gambar 4. 7** Statika Pembebanan Balok Anak Atap Tipe 3

Beban Terpusat terhadap Balok Induk Atap AS C (6-7)

$$\begin{aligned}
 P &= \left(\frac{1}{2} \cdot qU \cdot L\right) \cdot 2 + \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{17808,35}{7}\right) \cdot 7\right) \cdot 2 \\
 &= \left(\frac{1}{2} \cdot 2593,49 \cdot 7\right) \cdot 2 + \left(\frac{1}{2} \cdot 2544,05 \cdot 7\right) \cdot 2 \\
 &= 35962,78 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Momen Maksimum (Mux)

$$\begin{aligned}
 M_{ux} &= \left(\frac{1}{8} \times qU \times L^2 + \frac{1}{4} \times P \times L\right) \\
 &= \left(\frac{1}{8} \times 2593,49 \times 7^2 + \frac{1}{4} \times 17808,35 \times 7\right) \\
 &= 47049,74 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

Geser Maksimum (Vux)

$$\begin{aligned}
 V_{ux} &= \left(\frac{1}{2} \times qU \times L\right) + \left(\frac{1}{2} \times P\right) \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times 2593,49 \times 7\right) + \left(\frac{1}{2} \times 17808,35\right) \\
 &= 17981,39 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

▪ **Menentukan Dimensi Profil Baja WF Balok Anak Atap Tipe 3**

Asumsi Profil Baja WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

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

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

$$Z_x \text{ Perlu} > \frac{47049,74 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 2091099,56 \text{ mm}^3$$

Maka,  $Z_x \text{ Profil } 2235000 \text{ mm}^3 > Z_x \text{ Perlu } 2091099,56 \text{ mm}^3$  (OK)

Direncanakan menggunakan Profil Baja WF 450.200.9.14

▪ **Periksa Kelangsingan Penampang Balok Anak Atap Tipe 3**

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

Sayap Penampang :

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

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak)

Badan Penampang :

$$h = d - 2 \cdot (r + tf) = 450 - 2 \cdot (18 + 14) = 386 \text{ mm}$$

$$\lambda_f = \frac{h}{tw} = \frac{386}{9} = 42,89 < \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak)

▪ **Periksa Kuat Lentur Nominal Mnx Balok Anak Atap Tipe 3**

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

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

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

Maka,

$$\emptyset \cdot M_{nx} = 0,9 \cdot 558750000 = 502875000 \text{ Nmm}$$

$$\emptyset \cdot M_{nx} = 502875000 \text{ Nmm} > M_{ux} = 470497400 \text{ Nmm} \text{ (OK)}$$

▪ **Periksa Kuat Geser Nominal Vn Balok Anak Atap Tipe 3**

Berdasarkan peraturan SNI 1729:2020 Bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah :

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

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

$$\frac{h}{tw} \leq 1,1 \left( \sqrt{K_v \frac{E}{f_y}} \right) = \frac{386}{9} \leq 1,1 \left( \sqrt{5,34 \frac{200000}{250}} \right) = 42,89 \leq 71,90$$

Didapat nilai  $C_{v1} = 1,0$ . Maka :

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_{v1} \\ &= 0,6 \cdot 250 \cdot (450 \cdot 9) \cdot 1,0 \\ &= 607500 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_n &= 0,9 \cdot 607500 \\ &= 546750 \text{ N} \end{aligned}$$

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

$546750 \text{ N} > 179813,9 \text{ N}$  (Profil aman terhadap Geser)

Maka, Profil Baja WF 450.200.9.14 dapat digunakan sebagai Balok Anak Atap Tipe 3.

#### 4.1.2 Asumsi Dimensi Balok Induk Atap

Direncanakan menggunakan Profil Baja Tipe 1 (WF 600.300.12.17) dan Tipe 2 (WF 700.300.13.20), dengan spesifikasi sebagai berikut :

##### **Tipe 1 :**

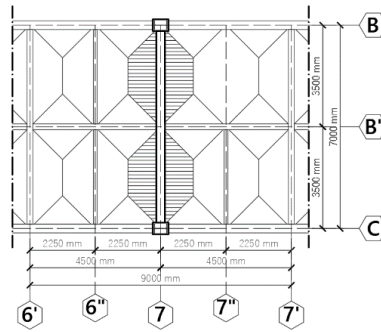
Berat Profil (W)	= 137 kg/m <sup>1</sup>
Lebar Sayap (b)	= 300 mm
Tinggi Profil (d)	= 582 mm
Momen Inersia, (Ix)	= 103000 cm <sup>4</sup> . 10000 = 1030000000 mm <sup>4</sup>
Momen Inersia, (Iy)	= 7670 cm <sup>4</sup> . 10000 = 76700000 mm <sup>4</sup>
Jari – jari kelembaman arah X, (rx)	= 24,3 cm = 243 mm
Jari – jari kelembaman arah Y, (ry)	= 6,63 cm = 66,3 mm
Zx . $\xi$	= 3530 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 5295000 mm <sup>3</sup>
Zy . $\xi$	= 511 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 766500 mm <sup>3</sup>

##### **Tipe 2 :**

Berat Profil (W)	= 166 kg/m <sup>1</sup>
Lebar Sayap (b)	= 300 mm
Tinggi Profil (d)	= 692 mm
Momen Inersia, (Ix)	= 172000 cm <sup>4</sup> . 10000 = 1720000000 mm <sup>4</sup>
Momen Inersia, (Iy)	= 9020 cm <sup>4</sup> . 10000 = 902000000 mm <sup>4</sup>
Jari – jari kelembaman arah X, (rx)	= 28,6 cm = 286 mm
Jari – jari kelembaman arah Y, (ry)	= 6,53 cm = 65,3 mm
Zx . $\xi$	= 4980 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 7470000 mm <sup>3</sup>
Zy . $\xi$	= 602 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 903000 mm <sup>3</sup>

#### 4.1.2.1 Perhitungan Pembebanan Balok Induk Atap

- Balok Induk Atap Tipe 1 AS 7 (B-C), (Gambar 4.8) :



**Gambar 4. 8** Pembebanan Pelat Ekuivalen Trapesium pada Balok Induk Atap AS 7 (B-C)

##### Beban Pelat Ekuivalen Trapesium

$$\text{Berat Sendiri Balok} = 137 \text{ kg/m}^1$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Sendiri Pelat} &= \left( \frac{1}{2} \cdot qD \cdot Lx \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{Lx}{Ly} \right)^2 \right) \times 2 \\ &= \left( \frac{1}{2} \cdot 423 \cdot 2,25 \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{2,25}{3,5} \right)^2 \right) \times 2 \\ &= 820,64 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

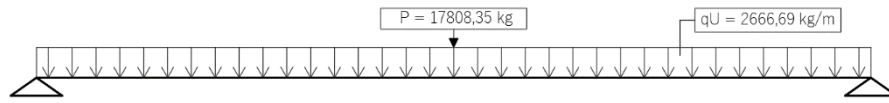
$$\begin{aligned} \text{Total Beban Mati (qD)} &= \text{Berat sendiri balok} + \text{Beban Pelat} \\ &= 137 \text{ kg/m}^1 + 820,64 \text{ kg/m}^1 \\ &= 957,64 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Hidup (qL)} &= \left( \frac{1}{2} \cdot qL \cdot Lx \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{Lx}{Ly} \right)^2 \right) \times 2 \\ &= \left( \frac{1}{2} \cdot 480 \cdot 2,25 \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{2,25}{3,5} \right)^2 \right) \times 2 \\ &= 931,22 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Air Hujan (qR)} &= \left( \frac{1}{2} \cdot R \cdot Lx \right) \times 2 \\ &= \left( \frac{1}{2} \cdot 24,5 \cdot 2,25 \right) \times 2 \\ &= 55,13 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Kombinasi (qU)} &= 1,2D + 1,6L + 0,5 (A \text{ atau } R) \\ &= 1,2(957,64) + 1,6(931,22) + 0,5(55,13) \\ &= 2666,69 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

Statika pembebanan Balok Induk Atap Tipe 1 seperti ditampilkan pada Gambar 4.9 berikut :



**Gambar 4. 9** Statika Pembebanan Balok Induk Atap Tipe 1

Momen Maksimum ( $M_{ux}$ )

$$\begin{aligned} M_{ux} &= \left( \frac{1}{8} \times qU \times L^2 + \frac{1}{4} \times P \times L \right) \\ &= \left( \frac{1}{8} \times 2666,69 \times 7^2 + \frac{1}{4} \times 17808,35 \times 7 \right) \\ &= 47498,09 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Geser Maksimum ( $V_{ux}$ )

$$\begin{aligned} V_{ux} &= \left( \frac{1}{2} \times qU \times L \right) + \left( \frac{1}{2} \times P \right) \\ &= \left( \frac{1}{2} \times 2666,69 \times 7 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 17808,35 \right) \\ &= 18237,59 \text{ kg} \end{aligned}$$

▪ **Menentukan Dimensi Profil Baja WF Balok Induk Atap Tipe 1**

Asumsi Profil Baja WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

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

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

$$Z_x \text{ Perlu} > \frac{47498,09 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 2111026,17 \text{ mm}^3$$

Maka,  $Z_x$  Profil 5295000  $\text{mm}^3 > Z_x$  Perlu 2111026,17  $\text{mm}^3$  (**OK**)

Direncanakan menggunakan Profil Baja WF 600.300.12.17

▪ **Periksa Kelangsingan Penampang Balok Induk Atap Tipe 1**

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

Sayap Penampang :

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

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak)

Badan Penampang :

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

$$\lambda_f = \frac{h}{t_w} = \frac{492}{12} = 41,00 < \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak)

▪ **Periksa Kuat Lentur Nominal  $M_{nx}$  Balok Induk Atap Tipe 1**

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

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

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

Maka,

$$\phi \cdot M_{nx} = 0,9 \cdot 1323750000 = 11913750000 \text{ Nmm}$$

$$\phi \cdot M_{nx} = 11913750000 \text{ Nmm} > M_{ux} = 474980887,5 \text{ Nmm (OK)}$$

▪ **Periksa Kuat Geser Nominal  $V_n$  Balok Induk Atap Tipe 1**

Berdasarkan peraturan SNI 1729:2020 Bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah :

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

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

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,1 \left( \sqrt{K_v \frac{E}{f_y}} \right) = \frac{492}{12} \leq 1,1 \left( \sqrt{5,34 \frac{200000}{250}} \right) = 41,00 \leq 71,90$$

Didapat nilai  $C_{v1} = 1,0$ . Maka :

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_{v1} \\ &= 0,6 \cdot 250 \cdot (592 \cdot 12) \cdot 1,0 \\ &= 1047600 \text{ N} \end{aligned}$$

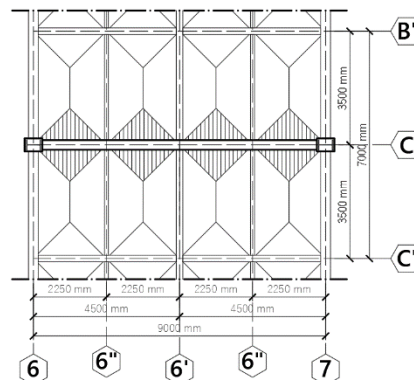
$$\begin{aligned} \phi V_n &= 0,9 \cdot 942840 \\ &= 942840 \text{ N} \end{aligned}$$

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

$$942840 \text{ N} > 182375,9 \text{ N (Profil aman terhadap Geser)}$$

Maka, Profil Baja WF 600.300.12.17 dapat digunakan sebagai Balok Induk Atap Tipe 1.

▪ **Balok Induk Atap AS Tipe 2 C (6-7), (Gambar 4.10) :**



**Gambar 4. 10** Pembebanan Pelat Ekuivalen Segitiga pada Balok Induk Atap AS C (6-7)

### Beban Pelat Ekivalen Segitiga

$$\text{Berat Sendiri Balok} = 166 \text{ kg/m}^1$$

$$\begin{aligned}\text{Beban Sendiri Pelat} &= \left(\frac{1}{3} \cdot qD \cdot Lx\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{3} \cdot 423 \cdot 2,25\right) \times 2 \\ &= 634,25 \text{ kg/m}^1\end{aligned}$$

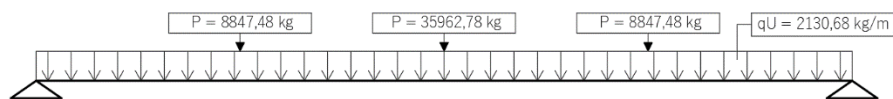
$$\begin{aligned}\text{Total Beban Mati (qD)} &= \text{Berat sendiri balok} + \text{Beban Pelat} \\ &= 166 \text{ kg/m}^1 + 634,25 \text{ kg/m}^1 \\ &= 800,25 \text{ kg/m}^1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban Hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{3} \cdot qL \cdot Lx\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{3} \cdot 480 \cdot 2,25\right) \times 2 \\ &= 720 \text{ kg/m}^1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban Air Hujan (qR)} &= \left(\frac{1}{3} \cdot R \cdot Lx\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{3} \cdot 24,5 \cdot 2,25\right) \times 2 \\ &= 36,75 \text{ kg/m}^1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban Kombinasi (qU)} &= 1,2D + 1,6L + 0,5 (A \text{ atau } R) \\ &= 1,2(800,25) + 1,6(720) + 0,5(36,75) \\ &= 2130,68 \text{ kg/m}^1\end{aligned}$$

Statika Pembebanan Balok Induk Atap Tipe 2 seperti ditampilkan pada Gambar 4.11 berikut :



**Gambar 4. 11** Beban Balok Induk Atap Tipe 2 AS C (6-7)

Momen Maksimum ( $M_{ux}$ )

$$\begin{aligned}M_{ux} &= \left(\frac{1}{8} \times qU \times L^2 + \frac{1}{4} \times P \times L\right) \\ &= \left(\frac{1}{8} \times 2130,68 \times 9^2 + \frac{1}{4} \times 35962,78 \times 9\right) \\ &= 102489,39 \text{ kgm}\end{aligned}$$

Geser Maksimum ( $V_{ux}$ )

$$V_{ux} = \left(\frac{1}{2} \times qU \times L\right) + \left(\frac{1}{2} \times P\right)$$



$$= \left(\frac{1}{2} \times 2130,68 \times 9\right) + \left(\frac{1}{2} \times 35962,78\right)$$

$$= 27569,45 \text{ kg}$$

▪ **Menentukan Dimensi Profil Baja WF Balok Induk Atap Tipe 2**

Asumsi Profil Baja WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

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

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

$$Z_x \text{ Perlu} > \frac{102489,39 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 4555084 \text{ mm}^3$$

Maka,  $Z_x$  Profil 7470000  $\text{mm}^3 > Z_x$  Perlu 4555084  $\text{mm}^3$  (OK)

Direncanakan menggunakan Profil Baja WF 700.300.13.20

▪ **Periksa Kelangsingan Penampang Balok Induk Atap Tipe 2**

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

Sayap Penampang :

$$\lambda_f = \frac{bf}{2 \cdot tf} = \frac{300}{2 \cdot 20} = 7,50 < \lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{200000}{250}} = 10,75$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak)

Badan Penampang :

$$h = d - 2 \cdot (r + tf) = 692 - 2 \cdot (28 + 20) = 596 \text{ mm}$$

$$\lambda_f = \frac{h}{tw} = \frac{596}{13} = 45,85 < \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak)

▪ **Periksa Kuat Lentur Nominal  $M_{nx}$  Balok Induk Atap Tipe 2**

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

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

$$M_{px} = f_y \cdot Z_x = 250 \cdot 7470000 = 1867500000 \text{ Nmm}$$

Maka,

$$\phi \cdot M_{nx} = 0,9 \cdot 1867500000 = 1680750000 \text{ Nmm}$$

$$\phi \cdot M_{nx} = 1680750000 \text{ Nmm} > M_{ux} = 1024893900 \text{ Nmm (OK)}$$

▪ **Periksa Kuat Geser Nominal  $V_n$  Balok Induk Atap Tipe 2**

Berdasarkan peraturan SNI 1729:2020 Bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah :

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

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

$$\frac{h}{tw} \leq 1,1 \left( \sqrt{Kv \frac{E}{fy}} \right) = \frac{596}{13} \leq 1,1 \left( \sqrt{5,34 \frac{200000}{250}} \right) = 45,85 \leq 71,90$$

Didapat nilai  $Cv_1 = 1,0$ . Maka :

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \cdot fy \cdot Aw \cdot Cv_1 \\ &= 0,6 \cdot 250 \cdot (692 \cdot 13) \cdot 1,0 \\ &= 1349400 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= 0,9 \cdot 1349400 \\ &= 1214460 \text{ N} \end{aligned}$$

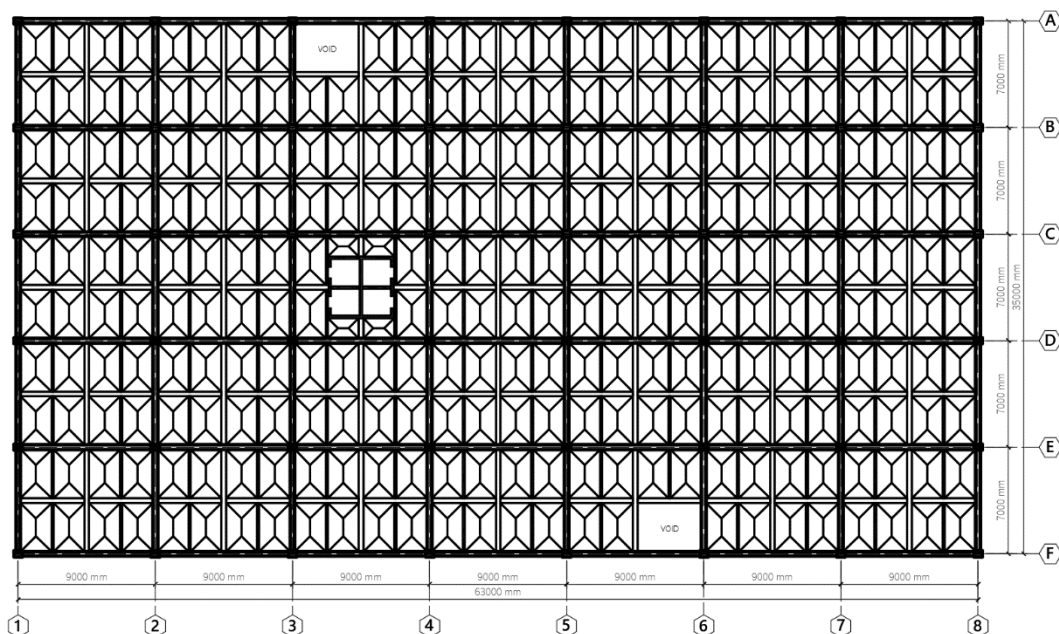
Syarat :  $\phi V_n > V_{ux}$

$$1214460 \text{ N} > 275693,5 \text{ N (Profil aman terhadap Geser)}$$

Maka, Profil Baja WF 700.300.13.20 dapat digunakan sebagai Balok Induk Atap Tipe 2.

#### 4.2. Asumsi Dimensi Balok Lantai 2 – Lantai 10

Dalam perencanaan dimensi balok harus memperhatikan beban yang bekerja, kekuatan yang perlu ditinjau, serta kombinasi pembebanan. Denah Pembebanan Pelat Ekuivalen pada lantai menggunakan pelat beton dapat dilihat pada Gambar 4.12.



**Gambar 4. 12** Pembebanan Ekuivalen Pelat Lantai

#### Pembebanan Pelat Lantai

Tebal Pelat Lantai rencana = 120 mm

➤ Beban Mati (SNI 03-1727-1989 Pasal 2.1.1)

Beban Sendiri Pelat Atap	$= 0,12 \times 2400 \text{ kg/m}^3$	$= 288 \text{ kg/m}^2$
Keramik (1cm)		$= 24 \text{ kg/m}^2$
<i>Ducting + Plumbing AC</i>		$= 40 \text{ kg/m}^2$
Plafond + Penggantung	$= 11 + 7 \text{ kg/m}^2$	$= 18 \text{ kg/m}^2$
Spesi (2cm)	$= 0,02 \times 2100 \text{ kg/m}^2$	$= 42 \text{ kg/m}^2$
Pas. Dinding ½ bata		$= 250 \text{ kg/m}^2$
Total Beban Mati (qD)		$= 662 \text{ kg/m}^2$ +

➤ **Beban Hidup**

Berdasarkan peraturan SNI 1727:2020 Pasal 4.3-1, Beban Hidup pada bagian atap struktur gedung yang dapat dicapai dan dibebani orang dapat digunakan sebesar (qL) = 192 kg/m<sup>2</sup>.

**4.2.1 Asumsi Dimensi Balok Anak Lantai**

Direncanakan menggunakan Profil Baja Tipe 1 (WF 200.100.5,5.8), Tipe 2 (WF 350.175.7.11), dan Tipe 3 (WF 450.200.9.14) dengan spesifikasi sebagai berikut :

**Tipe 1 :**

Berat Profil (W)	$= 21,3 \text{ kg/m}^1$
Lebar Sayap (b)	$= 100 \text{ mm}$
Tinggi Profil (d)	$= 200 \text{ mm}$
Momen Inersia, (Ix)	$= 1840 \text{ cm}^4 \cdot 10000 = 18400000 \text{ mm}^4$
Momen Inersia, (Iy)	$= 134 \text{ cm}^4 \cdot 10000 = 1340000 \text{ mm}^4$
Jari – jari kelembaman arah X, (rx)	$= 8,24 \text{ cm} = 82,4 \text{ mm}$
Jari – jari kelembaman arah Y, (ry)	$= 2,22 \text{ cm} = 22,2 \text{ mm}$
Zx . ξ	$= 184 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 276000 \text{ mm}^3$
Zy . ξ	$= 26,8 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 40200 \text{ mm}^3$

**Tipe 2 :**

Berat Profil (W)	$= 49,6 \text{ kg/m}^1$
Lebar Sayap (b)	$= 175 \text{ mm}$
Tinggi Profil (d)	$= 350 \text{ mm}$
Momen Inersia, (Ix)	$= 13600 \text{ cm}^4 \cdot 10000 = 136000000 \text{ mm}^4$
Momen Inersia, (Iy)	$= 984 \text{ cm}^4 \cdot 10000 = 9840000 \text{ mm}^4$
Jari – jari kelembaman arah X, (rx)	$= 14,7 \text{ cm} = 147 \text{ mm}$
Jari – jari kelembaman arah Y, (ry)	$= 3,95 \text{ cm} = 39,5 \text{ mm}$

$$Z_x \cdot \xi = 775 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 1162500 \text{ mm}^3$$

$$Z_y \cdot \xi = 112 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 168000 \text{ mm}^3$$

**Tipe 3 :**

Berat Profil (W) = 76 kg/m<sup>1</sup>

Lebar Sayap (b) = 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

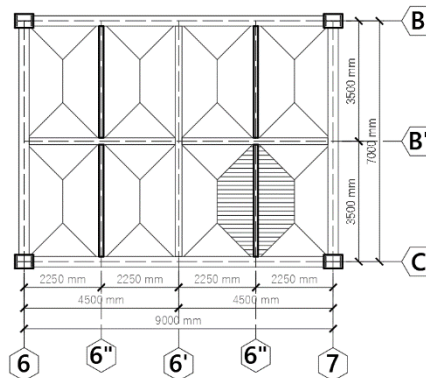
Jari – jari kelembaman arah Y, (ry) = 4,40 cm = 44 mm

$$Z_x \cdot \xi = 1490 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 2235000 \text{ mm}^3$$

$$Z_y \cdot \xi = 187 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 280500 \text{ mm}^3$$

**4.2.1.1 Perhitungan Pembebanan Balok Anak Lantai**

❖ **Balok Anak Lantai Tipe 1 AS 6” (B’-C), (Gambar 4.13) :**



**Gambar 4. 13** Pembebanan Pelat Ekuivalen Trapesium pada Balok Anak Lantai Tipe 1 AS 6” (B’-C)

Beban Pelat Ekuivalen Trapesium

Berat Sendiri Balok = 21,3 kg/m<sup>1</sup>

$$\text{Beban Sendiri Pelat} = \left(\frac{1}{2} \cdot qD \cdot Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2$$

$$= \left(\frac{1}{2} \cdot 662 \cdot 2,25\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{2,25}{3,5}\right)^2\right) \times 2$$

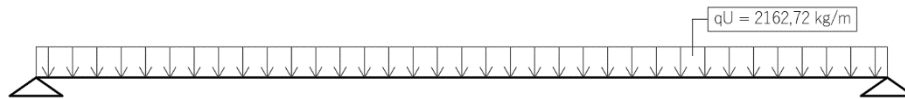
$$= 1284,31 \text{ kg/m}^1$$

Total Beban Mati (qD) = Berat sendiri balok + Beban Pelat

$$= 21,3 \text{ kg/m}^1 + 1284,31 \text{ kg/m}^1$$

$$\begin{aligned}
&= 1305,61 \text{ kg/m}^1 \\
\text{Beban Hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{2} \cdot qL \cdot Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\
&= \left(\frac{1}{2} \cdot 192 \cdot 2,25\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{2,25}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\
&= 372,49 \text{ kg/m}^1 \\
\text{Beban Kombinasi (qU)} &= 1,2D + 1,6L \\
&= 1,2(1305,61) + 1,6(372,49) \\
&= 2162,72 \text{ kg/m}^1
\end{aligned}$$

Statika pembebanan Balok Anak Lantai Tipe 1 ditampilkan pada Gambar 4.14 berikut :



**Gambar 4. 14** Statika Pembebanan Balok Anak Lantai Tipe 1

Beban Terpusat terhadap Balok Anak Lantai Tipe 2 AS B' (6'-7) dan Balok Induk Lantai AS C (6-7)

$$\begin{aligned}
P &= \left(\frac{1}{2} \cdot qU \cdot L\right) \cdot 2 \\
&= \left(\frac{1}{2} \cdot 2162,72 \cdot 3,5\right) \cdot 2 \\
&= 7569,52 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Momen Maksimum (Mux)

$$\begin{aligned}
M_{ux} &= \left(\frac{1}{8} \times qU \times L^2\right) \\
&= \left(\frac{1}{8} \times 2162,72 \times 3,5^2\right) \\
&= 3311,67 \text{ kgm}
\end{aligned}$$

Geser Maksimum (Vux)

$$\begin{aligned}
V_{ux} &= \left(\frac{1}{2} \times qU \times L\right) \\
&= \left(\frac{1}{2} \times 2162,72 \times 3,5\right) \\
&= 3874,76 \text{ kg}
\end{aligned}$$

▪ **Menentukan Dimensi Profil Baja WF Balok Anak Lantai Tipe 1**

Asumsi Profil Baja WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

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

$$M_{ux} < \emptyset \cdot Z_x \cdot f_y$$

$$Z_x \text{ Perlu} > \frac{3311,67 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 147185,33 \text{ mm}^3$$

Maka,  $Z_x \text{ Profil } 276000 \text{ mm}^3 > Z_x \text{ Perlu } 147185,33 \text{ mm}^3$  (**OK**)

Direncanakan menggunakan Profil Baja WF 200.100.5,5.8

▪ **Periksa Kelangsingan Penampang Balok Anak Lantai Tipe 1**

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

Sayap Penampang :

$$\lambda_f = \frac{bf}{2 \cdot tf} = \frac{100}{2 \cdot 8} = 6,25 < \lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{200000}{250}} = 10,75$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak).

Badan Penampang :

$$h = d - 2 \cdot (r + tf) = 200 - 2 \cdot (11 + 8) = 162 \text{ mm}$$

$$\lambda_f = \frac{h}{t_w} = \frac{162}{5,5} = 29,45 < \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak).

▪ **Periksa Kuat Lentur Nominal  $M_{nx}$  Balok Anak Lantai Tipe 1**

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

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

$$M_{px} = f_y \cdot Z_x = 250 \cdot 276000 = 69000000 \text{ Nmm}$$

Maka,

$$\emptyset \cdot M_{nx} = 0,9 \cdot 69000000 = 62100000 \text{ Nmm}$$

$$\emptyset \cdot M_{nx} = 62100000 \text{ Nmm} > M_{ux} = 33116700 \text{ Nmm} \text{ (**OK**)}$$

▪ **Periksa Kuat Geser Nominal  $V_n$  Balok Anak Lantai Tipe 1**

Berdasarkan peraturan SNI 1729:2020 Bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah :

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

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

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,1 \left( \sqrt{K_v \frac{E}{f_y}} \right) = \frac{162}{5,5} \leq 1,1 \left( \sqrt{5,34 \frac{200000}{250}} \right) = 29,45 \leq 71,90$$

Didapat nilai  $C_{v1} = 1,0$ . Maka :

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

$$= 0,6 \cdot 250 \cdot (200 \cdot 5,5) \cdot 1,0$$

$$= 165000 \text{ N}$$

$$\emptyset V_n = 0,9 \cdot 165000$$

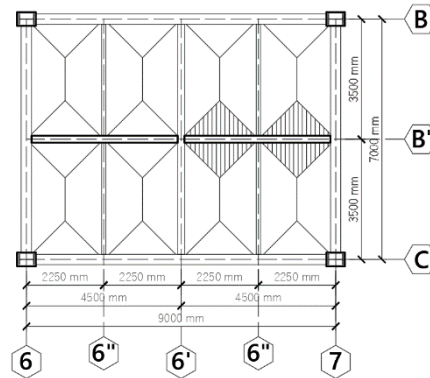
$$= 148500 \text{ N}$$

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

$$148500 \text{ N} > 38747,6 \text{ N (Profil aman terhadap Geser)}$$

Maka, Profil Baja WF 200.100.5,5.8 dapat digunakan sebagai Balok Anak Lantai Tipe 1.

❖ **Balok Anak Lantai Tipe 2 AS B' (6'-7), (Gambar 4.15) :**



**Gambar 4. 15** Pembebanan Pelat Ekuivalen Segitiga pada Balok Anak Lantai Tipe 2 AS B' (6'-7)

Beban Pelat Ekuivalen Segitiga

Berat Sendiri Balok =  $49,6 \text{ kg/m}^1$

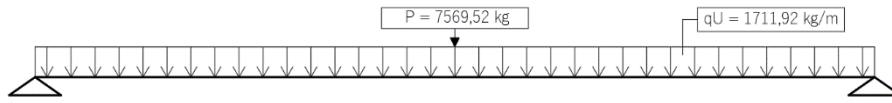
$$\begin{aligned} \text{Beban Sendiri Pelat} &= \left( \frac{1}{3} \cdot qD \cdot Lx \right) \times 2 \\ &= \left( \frac{1}{3} \cdot 662 \cdot 2,25 \right) \times 2 \\ &= 993 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban Mati (qD)} &= \text{Berat sendiri balok} + \text{Beban Pelat} \\ &= 49,6 \text{ kg/m}^1 + 993 \text{ kg/m}^1 \\ &= 1042,6 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Hidup (qL)} &= \left( \frac{1}{3} \cdot qL \cdot Lx \right) \times 2 \\ &= \left( \frac{1}{3} \cdot 192 \cdot 2,25 \right) \times 2 \\ &= 288 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Kombinasi (qU)} &= 1,2D + 1,6L \\ &= 1,2(1042,6) + 1,6(288) \\ &= 1711,92 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

Statika pembebanan Balok Anak Lantai Tipe 2 ditampilkan pada Gambar 4.16 berikut :



**Gambar 4. 16** Statika Pembebanan Balok Anak Lantai Tipe 2

Beban Terpusat terhadap Balok Anak Lantai Tipe 3 AS 6' (B-C) dan Balok Induk Lantai AS 7 (B-C)

$$\begin{aligned} P &= \left(\frac{1}{2} \cdot qU \cdot L\right) \cdot 2 + \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{7569,52}{4,5}\right) \cdot 4,5\right) \cdot 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \cdot 1711,92 \cdot 4,5\right) \cdot 2 + \left(\frac{1}{2} \cdot 1682,12 \cdot 4,5\right) \cdot 2 \\ &= 15273,18 \text{ kg} \end{aligned}$$

Momen Maksimum (Mux)

$$\begin{aligned} M_{ux} &= \left(\frac{1}{8} \times qU \times L^2 + \frac{1}{4} \times P \times L\right) \\ &= \left(\frac{1}{8} \times 1711,92 \times 4,5^2 + \frac{1}{4} \times 7569,52 \times 4,5\right) \\ &= 12849,01 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Geser Maksimum (Vux)

$$\begin{aligned} V_{ux} &= \left(\frac{1}{2} \times qU \times L\right) + \left(\frac{1}{2} \times P\right) \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 1711,92 \times 4,5\right) + \left(\frac{1}{2} \times 7569,52\right) \\ &= 7636,58 \text{ kg} \end{aligned}$$

▪ **Menentukan Dimensi Profil Baja WF Balok Anak Lantai Tipe 2**

Asumsi Profil Baja WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

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

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

$$Z_x \text{ Perlu} > \frac{12849,01 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 571067 \text{ mm}^3$$

Maka,  $Z_x$  Profil 1162500 mm<sup>3</sup> >  $Z_x$  Perlu 571067 mm<sup>3</sup> (OK)

Direncanakan menggunakan Profil Baja WF 350.175.7.11

▪ **Periksa Kelangsingan Penampang Balok Anak Lantai Tipe 2**

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

Sayap Penampang :

$$\lambda_f = \frac{bf}{2 \cdot t_f} = \frac{175}{2 \cdot 11} = 7,95 < \lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{200000}{250}} = 10,75$$



Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak).

Badan Penampang :

$$h = d - 2 \cdot (r + tf) = 350 - 2 \cdot (14 + 11) = 300 \text{ mm}$$

$$\lambda_f = \frac{h}{tw} = \frac{300}{7} = 42,86 < \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{fy}} = 3,76 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak).

▪ **Periksa Kuat Lentur Nominal  $M_{nx}$  Balok Anak Lantai Tipe 2**

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

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

$$M_{px} = fy \cdot Z_x = 250 \cdot 1162500 = 290625000 \text{ Nmm}$$

Maka,

$$\emptyset \cdot M_{nx} = 0,9 \cdot 290625000 = 261562500 \text{ Nmm}$$

$$\emptyset \cdot M_{nx} = 261562500 \text{ Nmm} > M_{ux} = 128490075 \text{ Nmm (OK)}$$

▪ **Periksa Kuat Geser Nominal  $V_n$  Balok Anak Lantai Tipe 2**

Berdasarkan peraturan SNI 1729:2020 Bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah :

$$V_n = 0,6 \cdot fy \cdot A_w \cdot C_{v1}$$

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

$$\frac{h}{tw} \leq 1,1 \left( \sqrt{K_v \frac{E}{fy}} \right) = \frac{300}{7} \leq 1,1 \left( \sqrt{5,34 \frac{200000}{250}} \right) = 42,86 \leq 71,90$$

Didapat nilai  $C_{v1} = 1,0$ . Maka :

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \cdot fy \cdot A_w \cdot C_{v1} \\ &= 0,6 \cdot 250 \cdot (350 \cdot 7) \cdot 1,0 \\ &= 367500 \text{ N} \end{aligned}$$

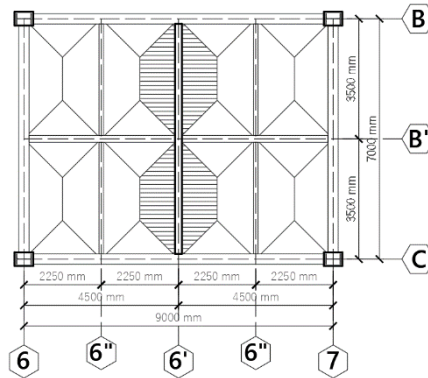
$$\begin{aligned} \emptyset V_n &= 0,9 \cdot 367500 \\ &= 330750 \text{ N} \end{aligned}$$

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

$$330750 \text{ N} > 76365,8 \text{ N (Profil aman terhadap Geser)}$$

Maka, Profil Baja WF 350.175.7.11 dapat digunakan sebagai Balok Anak Lantai Tipe 2.

❖ **Balok Anak Lantai Tipe 3 AS 6' (B-C), (Gambar 4.17) :**



**Gambar 4. 17** Pembebanan Pelat Ekuivalen Trapesium pada Balok Anak Lantai Tipe 3 AS 6' (B-C)

Beban Pelat Ekuivalen Trapesium

Berat Sendiri Balok = 76 kg/m<sup>1</sup>

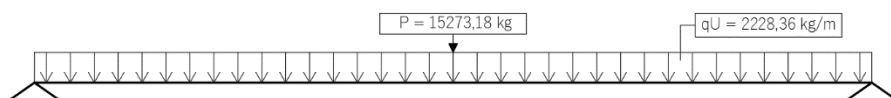
$$\begin{aligned} \text{Beban Sendiri Pelat} &= \left(\frac{1}{2} \cdot qD \cdot Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \cdot 662 \cdot 2,25\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{2,25}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\ &= 1284,31 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban Mati (qD)} &= \text{Berat sendiri balok} + \text{Beban Pelat} \\ &= 76 \text{ kg/m}^1 + 1284,31 \text{ kg/m}^1 \\ &= 1360,31 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{2} \cdot qL \cdot Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \cdot 192 \cdot 2,25\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{2,25}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\ &= 372,49 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Kombinasi (qU)} &= 1,2D + 1,6L \\ &= 1,2(1360,31) + 1,6(372,49) \\ &= 2228,36 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

Statika pembebanan Balok Anak Lantai Tipe 3 ditampilkan pada Gambar 4.18 berikut :



**Gambar 4. 18** Statika Pembebanan Balok Anak Lantai Tipe 3

Beban Terpusat terhadap Balok Induk Lantai AS C (6-7)

$$\begin{aligned} P &= \left(\frac{1}{2} \cdot qU \cdot L\right) \cdot 2 + \left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{15273,18}{7}\right) \cdot 7\right) \cdot 2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \cdot 2228,36 \cdot 7\right) \cdot 2 + \left(\frac{1}{2} \cdot 2181,88 \cdot 7\right) \cdot 2 \\ &= 30957,01 \text{ kg} \end{aligned}$$

Momen Maksimum ( $M_{ux}$ )

$$\begin{aligned} M_{ux} &= \left(\frac{1}{8} \times qU \times L^2 + \frac{1}{4} \times P \times L\right) \\ &= \left(\frac{1}{8} \times 2228,36 \times 7^2 + \frac{1}{4} \times 15273,18 \times 7\right) \\ &= 40376,75 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Geser Maksimum ( $V_{ux}$ )

$$\begin{aligned} V_{ux} &= \left(\frac{1}{2} \times qU \times L\right) + \left(\frac{1}{2} \times P\right) \\ &= \left(\frac{1}{2} \times 2228,36 \times 7\right) + \left(\frac{1}{2} \times 15273,18\right) \\ &= 15435,84 \text{ kg} \end{aligned}$$

▪ **Menentukan Dimensi Profil Baja WF Balok Anak Lantai Tipe 3**

Asumsi Profil Baja WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

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

$$M_{ux} < \emptyset \cdot Z_x \cdot f_y$$

$$Z_x \text{ Perlu} > \frac{40376,75 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 1794522,02 \text{ mm}^3$$

Maka,  $Z_x$  Profil 2235000  $\text{mm}^3 > Z_x$  Perlu 1794522,02  $\text{mm}^3$  (**OK**)

Direncanakan menggunakan Profil Baja WF 450.200.9.14

▪ **Periksa Kelangsingan Penampang Balok Anak Lantai Tipe 3**

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

Sayap Penampang :

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

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak).

Badan Penampang :

$$h = d - 2 \cdot (r + tf) = 450 - 2 \cdot (18 + 14) = 386 \text{ mm}$$

$$\lambda_f = \frac{h}{tw} = \frac{386}{9} = 42,89 < \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak).

▪ **Periksa Kuat Lentur Nominal  $M_{nx}$  Balok Anak Lantai Tipe 3**

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

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

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

Maka,

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

$$\phi \cdot M_{nx} = 502875000 \text{ Nmm} > M_{ux} = 403767455 \text{ Nmm (OK)}$$

▪ **Periksa Kuat Geser Nominal  $V_n$  Balok Anak Lantai Tipe 3**

Berdasarkan peraturan SNI 1729:2020 Bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah :

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

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

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,1 \left( \sqrt{K_v \frac{E}{f_y}} \right) = \frac{386}{9} \leq 1,1 \left( \sqrt{5,34 \frac{200000}{250}} \right) = 42,89 \leq 71,90$$

Didapat nilai  $C_{v1} = 1,0$ . Maka :

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_{v1} \\ &= 0,6 \cdot 250 \cdot (450 \cdot 9) \cdot 1,0 \\ &= 607500 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= 0,9 \cdot 607500 \\ &= 546750 \text{ N} \end{aligned}$$

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

$$546750 \text{ N} > 154358,36 \text{ N (Profil aman terhadap Geser)}$$

Maka, Profil Baja WF 450.200.9.14 dapat digunakan sebagai Balok Anak Lantai Tipe 3.

**4.2.2 Asumsi Dimensi Balok Induk Lantai**

Direncanakan menggunakan Profil Baja Tipe 1 (WF 600.300.12.17) dan Tipe 2 (WF 700.300.13.20), dengan spesifikasi sebagai berikut :

**Tipe 1 :**

Berat Profil (W) = 137 kg/m<sup>1</sup>

Lebar Sayap (b) = 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 mm<sup>4</sup>

Jari – jari kelembaman arah X, (rx) = 24,3 cm = 243 mm

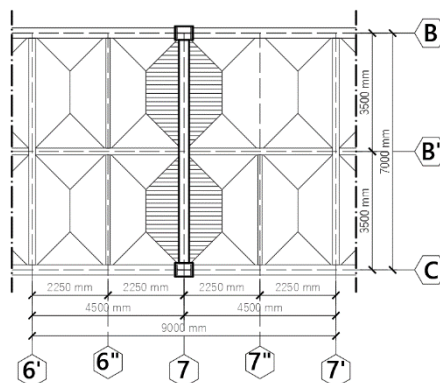
$$\begin{aligned} \text{Jari – jari kelembaman arah Y, } (r_y) &= 6,63 \text{ cm} = 66,3 \text{ mm} \\ Z_x \cdot \xi &= 3530 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 5295000 \text{ mm}^3 \\ Z_y \cdot \xi &= 511 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 766500 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

**Tipe 2 :**

$$\begin{aligned} \text{Berat Profil (W)} &= 166 \text{ kg/m}^1 \\ \text{Lebar Sayap (b)} &= 300 \text{ mm} \\ \text{Tinggi Profil (d)} &= 692 \text{ mm} \\ \text{Momen Inersia, } (I_x) &= 172000 \text{ cm}^4 \cdot 10000 = 1720000000 \text{ mm}^4 \\ \text{Momen Inersia, } (I_y) &= 9020 \text{ cm}^4 \cdot 10000 = 902000000 \text{ mm}^4 \\ \text{Jari – jari kelembaman arah X, } (r_x) &= 28,6 \text{ cm} = 286 \text{ mm} \\ \text{Jari – jari kelembaman arah Y, } (r_y) &= 6,53 \text{ cm} = 65,3 \text{ mm} \\ Z_x \cdot \xi &= 4980 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 7470000 \text{ mm}^3 \\ Z_y \cdot \xi &= 602 \text{ cm}^3 \cdot 1000 \cdot 1,5 = 903000 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

**4.2.2.1 Perhitungan Pembebanan Balok Induk Lantai**

- **Balok Induk Lantai Tipe 1 AS 7 (B-C), (Gambar 4.19) :**



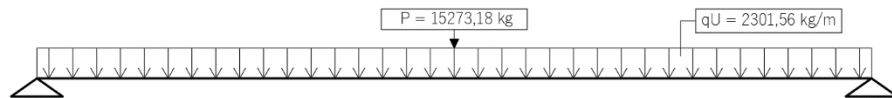
**Gambar 4. 19** Pembebanan Pelat Ekuivalen Trapesium pada Balok Induk Lantai AS 7 (B-C)

Beban Pelat Ekuivalen Trapesium

$$\begin{aligned} \text{Berat Sendiri Balok} &= 137 \text{ kg/m}^1 \\ \text{Beban Sendiri Pelat} &= \left( \frac{1}{2} \cdot qD \cdot Lx \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{Lx}{Ly} \right)^2 \right) \times 2 \\ &= \left( \frac{1}{2} \cdot 662 \cdot 2,25 \right) \times \left( 1 - \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{2,25}{3,5} \right)^2 \right) \times 2 \\ &= 1284,31 \text{ kg/m}^1 \\ \text{Total Beban Mati (qD)} &= \text{Berat sendiri balok} + \text{Beban Pelat} \\ &= 137 \text{ kg/m}^1 + 1284,31 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 1421,31 \text{ kg/m}^1 \\
\text{Beban Hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{2} \cdot qL \cdot Lx\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{Lx}{Ly}\right)^2\right) \times 2 \\
&= \left(\frac{1}{2} \cdot 192 \cdot 2,25\right) \times \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{2,25}{3,5}\right)^2\right) \times 2 \\
&= 372,49 \text{ kg/m}^1 \\
\text{Beban Kombinasi (qU)} &= 1,2D + 1,6L \\
&= 1,2(1408,31) + 1,6(372,49) \\
&= 2301,56 \text{ kg/m}^1
\end{aligned}$$

Statika pembebanan Balok Induk Lantai Tipe 1 seperti ditampilkan pada Gambar 4.20 :



**Gambar 4. 20** Statika Pembebanan Balok Induk Lantai Tipe 1

Momen Maksimum ( $M_{ux}$ )

$$\begin{aligned}
M_{ux} &= \left(\frac{1}{8} \times qU \times L^2 + \frac{1}{4} \times P \times L\right) \\
&= \left(\frac{1}{8} \times 2301,56 \times 7^2 + \frac{1}{4} \times 15273,18 \times 7\right) \\
&= 40825,10 \text{ kgm}
\end{aligned}$$

Geser Maksimum ( $V_{ux}$ )

$$\begin{aligned}
V_{ux} &= \left(\frac{1}{2} \times qU \times L\right) + \left(\frac{1}{2} \times P\right) \\
&= \left(\frac{1}{2} \times 2301,56 \times 7\right) + \left(\frac{1}{2} \times 15273,18\right) \\
&= 15680,11 \text{ kg}
\end{aligned}$$

▪ **Menentukan Dimensi Profil Baja WF Balok Induk Lantai Tipe 1**

Asumsi Profil Baja WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

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

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

$$Z_x \text{ Perlu} > \frac{40825,10 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 1814448,69 \text{ mm}^3$$

Maka,  $Z_x$  Profil 5295000  $\text{mm}^3 > Z_x$  Perlu 1814448,69  $\text{mm}^3$  (OK)

Direncanakan menggunakan Profil Baja WF 600.300.12.17

- **Periksa Kelangsingan Penampang Balok Induk Lantai Tipe 1**

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

Sayap Penampang :

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

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak).

Badan Penampang :

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

$$\lambda_f = \frac{h}{tw} = \frac{492}{12} = 41,00 < \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak).

- **Periksa Kuat Lentur Nominal Mnx Balok Induk Lantai Tipe 1**

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

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

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

Maka,

$$\emptyset \cdot M_{nx} = 0,9 \cdot 1323750000 = 1191375000 \text{ Nmm}$$

$$\emptyset \cdot M_{nx} = 1191375000 \text{ Nmm} > M_{ux} = 408250955 \text{ Nmm (OK)}$$

- **Periksa Kuat Geser Nominal Vn Balok Induk Lantai Tipe 1**

Berdasarkan peraturan SNI 1729:2020 Bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah :

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

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

$$\frac{h}{tw} \leq 1,1 \left( \sqrt{K_v \frac{E}{f_y}} \right) = \frac{492}{12} \leq 1,1 \left( \sqrt{5,34 \frac{200000}{250}} \right) = 41,00 \leq 71,90$$

Didapat nilai  $C_{v1} = 1,0$ . Maka :

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_{v1} \\ &= 0,6 \cdot 250 \cdot (582 \cdot 12) \cdot 1,0 \\ &= 1047600 \text{ N} \end{aligned}$$

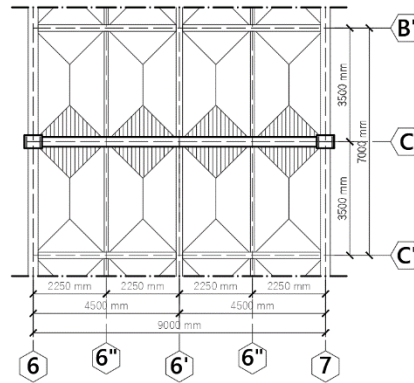
$$\begin{aligned} \emptyset V_n &= 0,9 \cdot 1047600 \\ &= 942840 \text{ N} \end{aligned}$$

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

$$1047600 \text{ N} > 156920,36 \text{ N (Profil aman terhadap Geser)}$$

Maka, Profil Baja WF 600.300.12.17 dapat digunakan sebagai Balok Induk Lantai Tipe 1.

- **Balok Induk Lantai AS Tipe 2 C (6-7), (Gambar 4.21) :**



**Gambar 4. 21** Pembebanan Pelat Ekuivalen Segitiga pada Balok Induk Lantai AS C (6-7)

Beban Pelat Ekuivalen Segitiga

Berat Sendiri Balok = 166 kg/m<sup>1</sup>

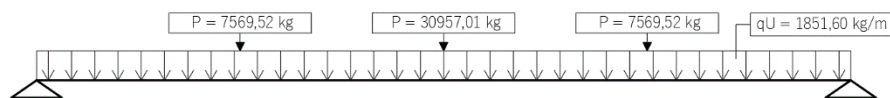
$$\begin{aligned} \text{Beban Sendiri Pelat} &= \left(\frac{1}{3} \cdot qD \cdot Lx\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{3} \cdot 662 \cdot 2,25\right) \times 2 \\ &= 993 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban Mati (qD)} &= \text{Berat sendiri balok} + \text{Beban Pelat} \\ &= 166 \text{ kg/m}^1 + 993 \text{ kg/m}^1 \\ &= 1159 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Hidup (qL)} &= \left(\frac{1}{3} \cdot qL \cdot Lx\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{3} \cdot 192 \cdot 2,25\right) \times 2 \\ &= 288 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Kombinasi (qU)} &= 1,2D + 1,6L \\ &= 1,2(1159) + 1,6(288) \\ &= 1851,60 \text{ kg/m}^1 \end{aligned}$$

Statika Pembebanan Balok Induk Lantai Tipe 2 seperti ditampilkan pada Gambar 4.22 :



**Gambar 4. 22** Statika Pembebanan Balok Induk Lantai Tipe 2 AS C (6-7)



Momen Maksimum ( $M_{ux}$ )

$$\begin{aligned} M_{ux} &= \left( \frac{1}{8} \times qU \times L^2 + \frac{1}{4} \times P \times L \right) \\ &= \left( \frac{1}{8} \times 1851,60 \times 9^2 + \frac{1}{4} \times 30597,01 \times 9 \right) \\ &= 87590,72 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Geser Maksimum ( $V_{ux}$ )

$$\begin{aligned} V_{ux} &= \left( \frac{1}{2} \times qU \times L \right) + \left( \frac{1}{2} \times P \right) \\ &= \left( \frac{1}{2} \times 1851,60 \times 9 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 30597,01 \right) \\ &= 23630,71 \text{ kg} \end{aligned}$$

▪ **Menentukan Dimensi Profil Baja WF Balok Induk Lantai Tipe 2**

Asumsi Profil Baja WF adalah penampang kompak, dengan syarat :

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

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

$$Z_x \text{ Perlu} > \frac{87590,72 \times 10^4}{0,9 \times 250} = 3892921 \text{ mm}^3$$

Maka,  $Z_x$  Profil 7470000  $\text{mm}^3 > Z_x$  Perlu 3892921  $\text{mm}^3$  (OK)

Direncanakan menggunakan Profil Baja WF 700.300.13.20

▪ **Periksa Kelangsingan Penampang Balok Induk Lantai Tipe 2**

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

Sayap Penampang :

$$\lambda_f = \frac{bf}{2 \cdot tf} = \frac{300}{2 \cdot 28} = 7,50 < \lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{200000}{250}} = 10,75$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak).

Badan Penampang :

$$h = d - 2 \cdot (r + tf) = 692 - 2 \cdot (28 + 20) = 596 \text{ mm}$$

$$\lambda_f = \frac{h}{tw} = \frac{596}{13} = 45,85 < \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak).

▪ **Periksa Kuat Lentur Nominal  $M_{nx}$  Balok Induk Lantai Tipe 2**

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

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

$$M_{px} = f_y \cdot Z_x = 250 \cdot 7470000 = 1867500000 \text{ Nmm}$$

Maka,

$$\emptyset \cdot M_{nx} = 0,9 \cdot 1867500000 = 1680750000 \text{ Nmm}$$

$$\emptyset \cdot M_{nx} = 1680750000 \text{ Nmm} > M_{ux} = 875907225 \text{ Nmm (OK)}$$

#### ▪ Periksa Kuat Geser Nominal $V_n$ Balok Induk Lantai Tipe 2

Berdasarkan peraturan SNI 1729:2020 Bab G2.1 perumusan kuat geser nominal adalah :

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

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

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,1 \left( \sqrt{K_v \frac{E}{f_y}} \right) = \frac{596}{13} \leq 1,1 \left( \sqrt{5,34 \frac{200000}{250}} \right) = 45,85 \leq 71,90$$

Didapat nilai  $C_{v1} = 1,0$ . Maka :

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_{v1} \\ &= 0,6 \cdot 250 \cdot (692 \cdot 13) \cdot 1,0 \\ &= 1349400 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_n &= 0,9 \cdot 1349400 \\ &= 1214460 \text{ N} \end{aligned}$$

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

$$1214460 \text{ N} > 236307,05 \text{ N (Profil aman terhadap Geser)}$$

Maka, Profil Baja WF 700.300.13.20 dapat digunakan sebagai Balok Induk Lantai Tipe 2.

### 4.3. Asumsi Dimensi Kolom

Dalam tahap perencanaan dimensi kolom, beban aksial yang akan ditinjau adalah beban mati, beban hidup saja. Sedangkan beban gempa, beban angin, beban akibat balok induk, dan beban air hujan diabaikan. Pada tahap *preliminary design* ini, beban aksial yang bekerja pada kolom dapat dianalisa tanpa menggunakan program struktur SAP2000, tetapi dengan cara konvensional yaitu dengan cara menggunakan *tributary area* dan dapat dilihat pada Gambar 4.23.

#### 4.3.1 Menghitung Gaya Normal Kolom

**Dimensi Profil Baja WF Balok Atap :**

$$\text{Balok Anak Atap Tipe 1} = 200.100.5.5.8$$

$$\text{Balok Anak Atap Tipe 2} = 350.175.7.11$$

$$\text{Balok Anak Atap Tipe 3} = 450.200.9.14$$

Balok Induk Atap Tipe 1 = 600.300.12.17

Balok Induk Atap Tipe 2 = 700.300.13.20

**Dimensi Profil Baja WF Balok Lantai :**

Balok Anak Lantai Tipe 1 = 200.100.5,5.8

Balok Anak Lantai Tipe 2 = 350.175.7.11

Balok Anak Lantai Tipe 3 = 450.200.9.14

Balok Induk Lantai Tipe 1 = 600.300.12.17

Balok Induk Lantai Tipe 2 = 700.300.13.20

▪ **Perhitungan *Tributary Area* Kolom**

**Lantai 1**

$$\begin{aligned} \text{Beban Mati (qD)} &= 1284,31 + 993 = 2277,31 \text{ kg/m} \\ &= \left( \left( \frac{1}{2} \cdot q \cdot Lx \right) \cdot 2 \right) + \left( \left( \frac{1}{2} \cdot q \cdot Ly \right) \cdot 2 \right) \\ &= \left( \left( \frac{1}{2} \cdot 2277,31 \cdot 9 \right) \cdot 2 \right) + \left( \left( \frac{1}{2} \cdot 2277,31 \cdot 7 \right) \cdot 2 \right) \\ &= 36436,96 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Beban Balok Anak Tipe 1} = 3,5 \times 21,3 = 74,55 \text{ kg}$$

$$\text{Beban Balok Anak Tipe 2} = 4,5 \times 49,6 = 223,20 \text{ kg}$$

$$\text{Beban Balok Anak Tipe 3} = 7 \times 76 = 532 \text{ kg}$$

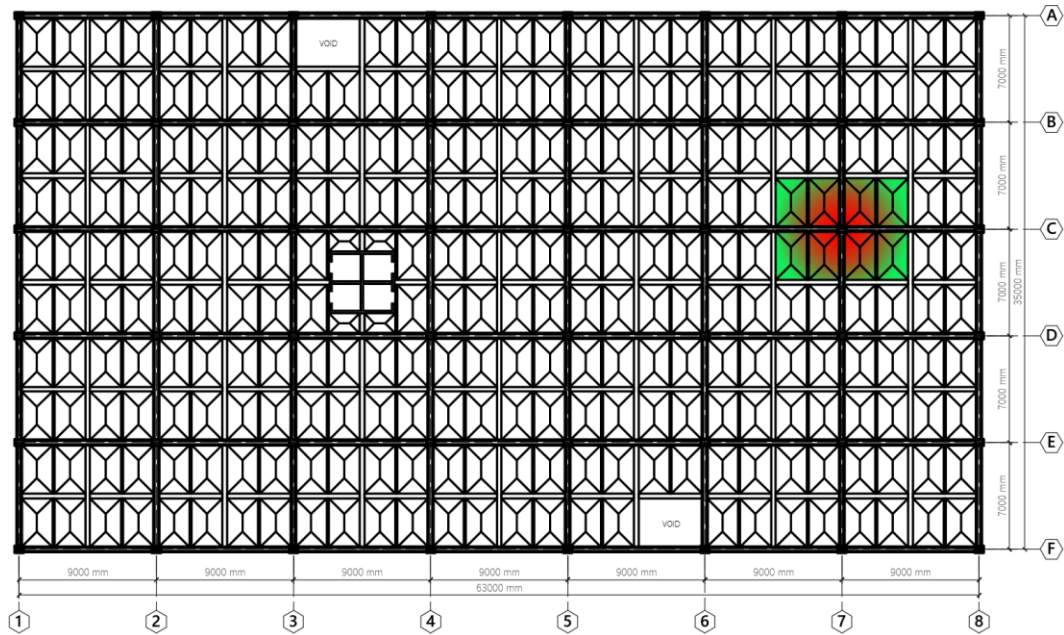
$$\text{Beban Balok Induk Tipe 1} = 7 \times 124 = 959 \text{ kg}$$

$$\text{Beban Balok Induk Tipe 2} = 9 \times 215 = 1494 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban Mati} &= 36436,96 + 74,55 + 223,20 + 532 + 959 + 1494 \\ &= 39719,71 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban Hidup} &= 372,49 + 288 = 660,49 \text{ kg/m} \\ &= \left( \left( \frac{1}{2} \cdot q \cdot Lx \right) \cdot 2 \right) + \left( \left( \frac{1}{2} \cdot q \cdot Ly \right) \cdot 2 \right) \\ &= \left( \left( \frac{1}{2} \cdot 660,49 \cdot 9 \right) \cdot 2 \right) + \left( \left( \frac{1}{2} \cdot 660,49 \cdot 7 \right) \cdot 2 \right) \\ &= 10567,84 \text{ kg} \end{aligned}$$

Untuk mempermudah perhitungan *Tributary Area* Kolom untuk Lantai 2 – Lantai Atap, digunakan program bantu Microsoft Excel. Sehingga didapatkan perhitungan seperti pada Tabel 4.1.



**Gambar 4. 23 Tributary Area Kolom**

**Tabel 4. 1** Perhitungan *Tributary Area* Kolom

	Jenis Beban	Ukuran (m)		q (kg/m)	Berat (kg)	
		X	Y			
<b>Lantai 1</b>	Beban Mati	9	7	2277,31	36436,96	
	Beban Hidup	9	7	660,49	10567,84	
	Balok Induk Tipe 1		7	137,00	959,00	
	Balok Induk Tipe 2	9		166,00	1494,00	
	Balok Anak Tipe 1		3,5	21,30	74,55	
	Balok Anak Tipe 2	4,5		49,60	223,20	
	Balok Anak Tipe 3		7	76,00	532,00	
	<b>Total Beban Mati</b>					<b>39719,71</b>
	<b>Total Beban Hidup</b>					<b>10567,84</b>
<b>Lantai 2</b>	Beban Mati	9	7	2277,31	36436,96	
	Beban Hidup	9	7	660,49	10567,84	
	Balok Induk Tipe 1		7	137,00	959,00	
	Balok Induk Tipe 2	9		166,00	1494,00	
	Balok Anak Tipe 1		3,5	21,30	74,55	
	Balok Anak Tipe 2	4,5		49,60	223,20	
	Balok Anak Tipe 3		7	76,00	532,00	
	<b>Total Beban Mati</b>					<b>39719,71</b>
	<b>Total Beban Hidup</b>					<b>10567,84</b>

<b>Lantai 3</b>	<b>Jenis Beban</b>	<b>Ukuran (m)</b>		<b>q (kg/m)</b>	<b>Berat (kg)</b>
		<b>X</b>	<b>Y</b>		
	Beban Mati	9	7	2277,31	36436,96
	Beban Hidup	9	7	660,49	10567,84
	Balok Induk Tipe 1		7	137,00	959,00
	Balok Induk Tipe 2	9		166,00	1494,00
	Balok Anak Tipe 1		3,5	21,30	74,55
	Balok Anak Tipe 2	4,5		49,60	223,20
	Balok Anak Tipe 3		7	76,00	532,00
	<b>Total Beban Mati</b>				<b>39719,71</b>
<b>Total Beban Hidup</b>				<b>10567,84</b>	
<b>Lantai 4</b>	<b>Jenis Beban</b>	<b>Ukuran (m)</b>		<b>q (kg/m)</b>	<b>Berat (kg)</b>
		<b>X</b>	<b>Y</b>		
	Beban Mati	9	7	2277,31	36436,96
	Beban Hidup	9	7	660,49	10567,84
	Balok Induk Tipe 1		7	137,00	959,00
	Balok Induk Tipe 2	9		166,00	1494,00
	Balok Anak Tipe 1		3,5	21,30	74,55
	Balok Anak Tipe 2	4,5		49,60	223,20
	Balok Anak Tipe 3		7	76,00	532,00
	<b>Total Beban Mati</b>				<b>39719,71</b>
<b>Total Beban Hidup</b>				<b>10567,84</b>	
<b>Lantai 5</b>	<b>Jenis Beban</b>	<b>Ukuran (m)</b>		<b>q (kg/m)</b>	<b>Berat (kg)</b>
		<b>X</b>	<b>Y</b>		
	Beban Mati	9	7	2277,31	36436,96
	Beban Hidup	9	7	660,49	10567,84
	Balok Induk Tipe 1		7	137,00	959,00
	Balok Induk Tipe 2	9		166,00	1494,00
	Balok Anak Tipe 1		3,5	21,30	74,55
	Balok Anak Tipe 2	4,5		49,60	223,20
	Balok Anak Tipe 3		7	76,00	532,00
	<b>Total Beban Mati</b>				<b>39719,71</b>
<b>Total Beban Hidup</b>				<b>10567,84</b>	
<b>Lantai 6</b>	<b>Jenis Beban</b>	<b>Ukuran (m)</b>		<b>q (kg/m)</b>	<b>Berat (kg)</b>
		<b>X</b>	<b>Y</b>		
	Beban Mati	9	7	2277,31	36436,96
	Beban Hidup	9	7	660,49	10567,84
	Balok Induk Tipe 1		7	137,00	959,00
	Balok Induk Tipe 2	9		166,00	1494,00
	Balok Anak Tipe 1		3,5	21,30	74,55
	Balok Anak Tipe 2	4,5		49,60	223,20
	Balok Anak Tipe 3		7	76,00	532,00

	<b>Total Beban Mati</b>				<b>39719,71</b>
	<b>Total Beban Hidup</b>				<b>10567,84</b>
<b>Lantai 7</b>	<b>Jenis Beban</b>	<b>Ukuran (m)</b>		<b>q (kg/m)</b>	<b>Berat (kg)</b>
		<b>X</b>	<b>Y</b>		
	Beban Mati	9	7	2277,31	36436,96
	Beban Hidup	9	7	660,49	10567,84
	Balok Induk Tipe 1		7	137,00	959,00
	Balok Induk Tipe 2	9		166,00	1494,00
	Balok Anak Tipe 1		3,5	21,30	74,55
	Balok Anak Tipe 2	4,5		49,60	223,20
	Balok Anak Tipe 3		7	76,00	532,00
		<b>Total Beban Mati</b>			
	<b>Total Beban Hidup</b>				<b>10567,84</b>
<b>Lantai 8</b>	<b>Jenis Beban</b>	<b>Ukuran (m)</b>		<b>q (kg/m)</b>	<b>Berat (kg)</b>
		<b>X</b>	<b>Y</b>		
	Beban Mati	9	7	2277,31	36436,96
	Beban Hidup	9	7	660,49	10567,84
	Balok Induk Tipe 1		7	137,00	959,00
	Balok Induk Tipe 2	9		166,00	1494,00
	Balok Anak Tipe 1		3,5	21,30	74,55
	Balok Anak Tipe 2	4,5		49,60	223,20
	Balok Anak Tipe 3		7	76,00	532,00
		<b>Total Beban Mati</b>			
	<b>Total Beban Hidup</b>				<b>10567,84</b>
<b>Lantai 9</b>	<b>Jenis Beban</b>	<b>Ukuran (m)</b>		<b>q (kg/m)</b>	<b>Berat (kg)</b>
		<b>X</b>	<b>Y</b>		
	Beban Mati	9	7	2277,31	36436,96
	Beban Hidup	9	7	660,49	10567,84
	Balok Induk Tipe 1		7	137,00	959,00
	Balok Induk Tipe 2	9		166,00	1494,00
	Balok Anak Tipe 1		3,5	21,30	74,55
	Balok Anak Tipe 2	4,5		49,60	223,20
	Balok Anak Tipe 3		7	76,00	532,00
		<b>Total Beban Mati</b>			
	<b>Total Beban Hidup</b>				<b>10567,84</b>
<b>Lantai Atap</b>	<b>Jenis Beban</b>	<b>Ukuran (m)</b>		<b>q (kg/m)</b>	<b>Berat (kg)</b>
		<b>X</b>	<b>Y</b>		
	Beban Mati	9	7	1454,89	23278,24
	Beban Hidup	9	7	1651,22	26419,52
	Balok Induk Tipe 1		7	137,00	959,00
	Balok Induk Tipe 2	9		166,00	1494,00
Balok Anak Tipe 1		3,5	21,30	74,55	

	Balok Anak Tipe 2	4,5		49,60	223,20
	Balok Anak Tipe 3		7	76,00	532,00
	<b>Total Beban Mati</b>				<b>26560,99</b>
	<b>Total Beban Hidup</b>				<b>26419,52</b>

#### 4.3.2 Menentukan Dimensi Kolom

Kolom adalah salah satu elemen pada struktur gedung yang akan menerima beban dari Balok dan Pelat. Beban – beban tersebut akan diteruskan dari Kolom ke Tanah melalui Pondasi. Pada tahap *Preliminary Design* untuk kolom dilakukan dengan metode *Tributary Area*, dimana komponen struktur yang membebani kolom, seperti beban balok dan pelat hanya dipikul setengah bentang. Dalam perencanaan dimensi kolom ini, digunakan area yang paling dominan (luas) yaitu dipilih balok dengan bentang terpanjang sehingga didapatkan nilai beban yang paling besar. Nilai beban tersebut akan digunakan dalam menentukan asumsi dimensi struktur kolom yang akan direncanakan. Dari Tabel 4.1, didapatkan nilai beban terbesar sebagai berikut :

##### a) Beban Mati

$$\begin{aligned}
 DL &= \text{Beban Mati Lantai 1 hingga Lantai 9} + \text{Beban Mati Atap} \\
 &= (39719,91 \times 9 \text{ Lantai}) + 26560,99 \\
 &= 384038,38 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

##### b) Beban Hidup

$$\begin{aligned}
 LL &= \text{Beban Hidup Lantai 1 hingga Lantai 9} + \text{Beban Hidup Atap} \\
 &= (10567,84 \times 9) + 26419,52 \\
 &= 121530,08 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

##### c) Beban Kombinasi

$$\begin{aligned}
 Nu &= 1,2D + 1,6L \\
 &= (1,2 \times 384038,38) + (1,6 \times 121530,08) \\
 &= 655294,18 \text{ kg} = 6552941,8 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Nilai momen lentur pada tahap *Preliminary Design* ini belum diketahui, maka diasumsikan sebagai berikut :

$$Mu_1 = 10\% \times Nu = 0,10 \times 6552941,8 = 655294,18 \text{ N}$$

$$Mu_2 = 15\% \times Nu = 0,15 \times 6552941,8 = 982941,28 \text{ N}$$

Direncanakan dimensi Kolom menggunakan Profil *Heavy Column* 70 568.457.70.105, dengan spesifikasi sebagai berikut :

Berat Profil (W)	= 953 kg/m <sup>1</sup>
Momen Inersia, (Ix)	= 551000 cm <sup>4</sup> . 10000 = 5510000000 mm <sup>4</sup>
Momen Inersia, (Iy)	= 168000 cm <sup>4</sup> . 10000 = 1680000000 mm <sup>4</sup>
Jari – jari kelembaman arah X, (rx)	= 21,3 cm . 10 = 213 mm
Jari – jari kelembaman arah Y, (ry)	= 11,8 cm . 10 = 118 mm
Zx . ξ	= 19400 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 29100000 mm <sup>3</sup>
Zy . ξ	= 7360 cm <sup>3</sup> . 1000 . 1,5 = 11040000 mm <sup>3</sup>
k	= 0,7 (faktor panjang efektif dengan asumsi tahanan ujung kolom Sendi-Jepit)

▪ **Aksi Kolom**

Periksa kelangsingan Kolom (SNI 1726:2019 Pasal E5)

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

$$\lambda_{cx} = \frac{L_{kx}}{r_x} < 4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \frac{4000}{213} < 4,71 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 18,78 < 133,22$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 200000}{\left(\frac{4000}{213}\right)^2} = 5601,68$$

$$f_{cr} = \left(0,658^{\frac{f_y}{F_e}}\right) \cdot f_y = \left(0,658^{\frac{250}{5597,18}}\right) \cdot 250 = 245,37$$

$$N_n = A_g \cdot f_{cr} = (1214 \cdot 100) \cdot 245,37 = 29788334,19 \text{ N}$$

$$\frac{Nu}{\phi N_n} = \frac{6603521,8}{0,85 \cdot 29787918} = 0,26 > 0,2 \text{ (dominan Aksial)}$$

▪ **Aksi Balok**

Periksa kelangsingan penampang berdasarkan peraturan SNI 1729:2020 Tabel B4.1a.

Sayap Penampang :

$$\lambda_f = \frac{b}{2 \cdot t_f} = \frac{457}{2 \cdot 105} = 2,18 < \lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 0,38 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 10,75$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak)

Badan Penampang :

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

$$\lambda_w = \frac{h}{t_w} = \frac{314}{70} = 4,49 < \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3,76 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 106,35$$

Diperoleh  $\lambda_f < \lambda_p$  (Profil adalah Penampang Kompak)



### Periksa Jarak Pengaku Lateral

Tinggi Kolom = 4000 mm

Rencana pengaku lateral dipasang setiap jarak,  $L = 2000$  mm

$$L_p = 1,76 r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \cdot 118 \sqrt{\frac{200000}{250}} = 5874,08 \text{ mm} = 5,87 \text{ m}$$

Karena jarak pengaku lateral,  $L = 2000 \text{ mm} < L_p = 5874,08 \text{ mm}$  (bentang pendek)

Jadi jarak pengaku lateral digunakan  $L = 2000$  mm

### Menentukan Kuat Momen Lentur

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

$$M_n = M_p$$

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

Maka,

$$M_{ux} = \phi_b \cdot M_{nx} = 0,9 \cdot 7275000000 = 6547500000 \text{ Nmm}$$

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

$$\frac{k_x \cdot L_x}{r_x} = \frac{0,7 \cdot 4000}{213} = 13,15$$

$$N_{el} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A_g}{\left(\frac{Kl}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 200000 \cdot 121400}{(13,15)^2} = 1387845457 \text{ N}$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 \frac{M_1}{M_2} = 0,6 - 0,4 \left(\frac{660352,18}{990528,27}\right) = 0,33 < 1 \text{ (OK)}$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{N_u}{N_{el}}} = \frac{0,33}{1 - \frac{660352,18}{1386842834}} = 0,335 < 1 \text{ (OK)}$$

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

Pembesaran Momen :

$$M_{ux} = M_{ntu} = \delta_b \cdot M_{u2} = 1,0 \cdot 990528,27 = 990528,27 \text{ Nmm}$$

#### ▪ **Periksa Kolom**

Kolom termasuk dominan aksial, maka periksa kekuatan kolom dengan perumusan sebagai berikut :

$$\frac{N_u}{2 \cdot \phi N_n} + \frac{8}{9} \cdot \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}}\right) \leq 1,0 \text{ (rumus dominan aksial)}$$

$$\frac{6603521,8}{2 \cdot 0,85 \cdot 29787918} + \frac{8}{9} \cdot \left( \frac{990528,27}{6547500000} \right) \leq 1,0$$

$$0,1222 + 0,000133 = 0,12235 < 1,0 \text{ (OK)}$$

Maka, Profil Baja *Heavy Column* 70 568.457.70.105 dapat digunakan sebagai kolom.