

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pendahuluan

Pada bab IV ini akan dibahas perbandingan metode konstruksi beton bertulang antara metode konvensional dengan metode pracetak. Bangunan konstruksi yang akan diteliti adalah bangunan Rumah Susun Sederhanan dan Sewa (RUSUNAWA) Universitas Lampung. Bangunan dikerjakan dengan metode pracetak (*precast*) oleh PT. PP (persero). Gambar 10 s/d Gambar 21 adalah gambar bentuk struktur bangunan dan denah struktur dari proyek bangunan rumah susun yang akan dibahas.

Dari denah struktur bangunan maka struktur yang memakai bahan pracetak yang akan dibahas adalah:

1. Kolom
2. Balok
3. Pelat

Perbandingan yang akan dilakukan adalah perbandingan desain struktur kolom dan balok, biaya serta waktu pelaksanaan. Dimensi dari struktur yang akan dibahas dibuat sama antara metode pracetak dengan metode konvensional, kecuali pada penulangan pelat karena pada pracetak memakai tulangan *wiremesh* sedangkan pada konvensional akan dihitung memakai tulangan manual.



























## 4.2 Data – data Struktur

### 4.2.1 Kolom

#### 4.2.1.1 Kolom K1

Dimensi kolom =  $35 \times 50 \text{ cm}^2$

Tulangan utama = 4D16 dan 4D19

Tulangan sengkang = tumpuan :  $\emptyset 8-150$   
 = lapangan :  $\emptyset 8-200$

Selimut beton = 30 mm

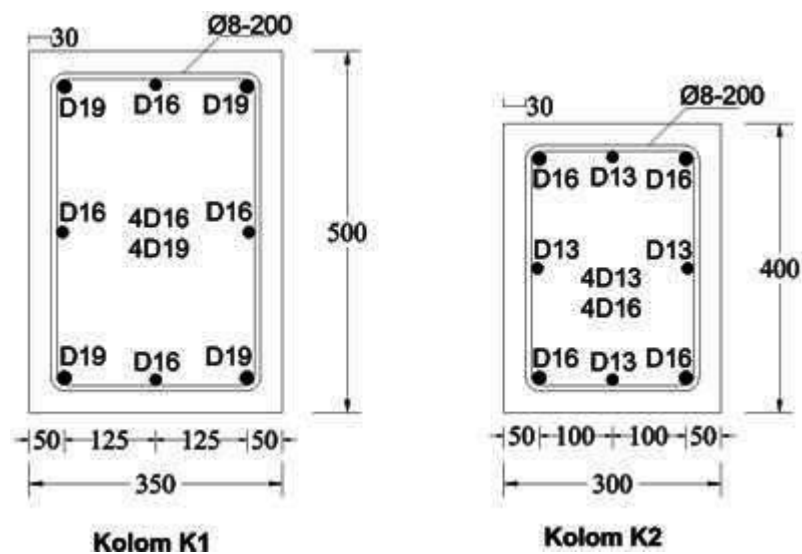
#### 4.2.1.2 Kolom K2

Dimensi kolom =  $30 \times 40 \text{ cm}^2$

Tulangan utama = 4D13 dan 4D16

Tulangan sengkang = tumpuan :  $\emptyset 8-150$   
 = lapangan :  $\emptyset 8-200$

Selimut beton = 30 mm



Gambar 22. Kolom K1 dan K2

## 4.2.2 Balok

### 4.2.2.1 Balok B1A

Dimensi balok =  $25 \times 50 \text{ cm}^2$

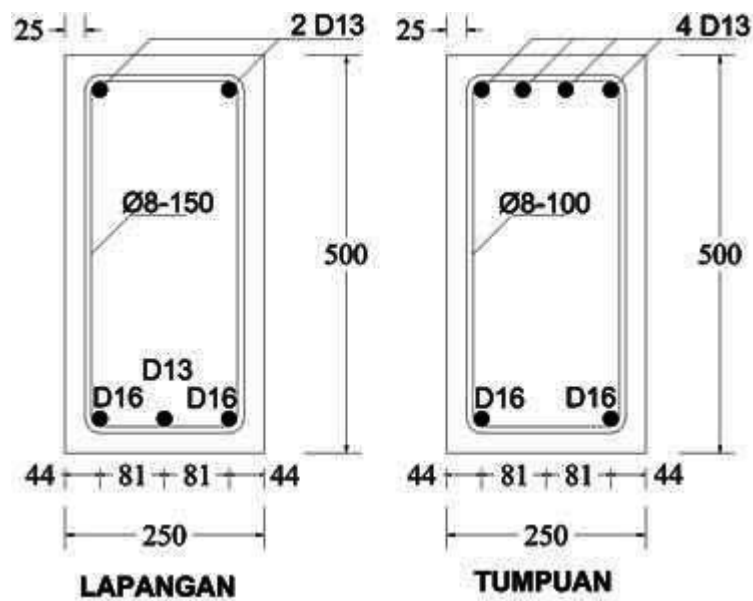
Tulangan utama = tumpuan : 4D13 dan 2D16

= lapangan : 3D13 dan 2D16

Tulangan sengkang = tumpuan :  $\emptyset 8-100$

= lapangan :  $\emptyset 8-150$

Selimut beton = 25 mm



Gambar 23. Balok B1A

### 4.2.2.2 Balok B1B

Dimensi balok =  $25 \times 50 \text{ cm}^2$

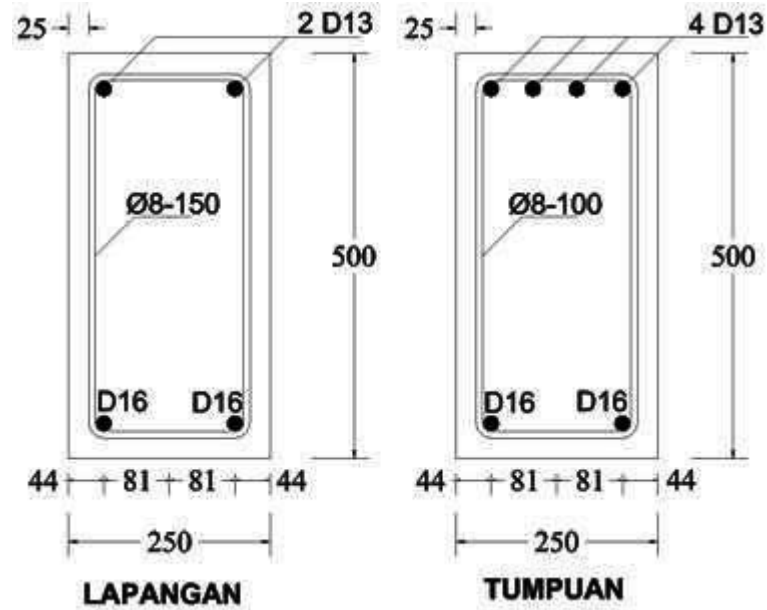
Tulangan utama = tumpuan : 4D13 dan 2D16

= lapangan : 2D13 dan 2D16

Tulangan Sengkang = tumpuan :  $\emptyset 8-100$

= lapangan :  $\emptyset 8-150$

Selimut beton = 25 mm



**Gambar 24.** Balok B1B

#### 4.2.2.3 Balok B1C

Dimensi balok = 25 x 50 cm<sup>2</sup>

Tulangan utama = tumpuan : 4D19 dan 2D16

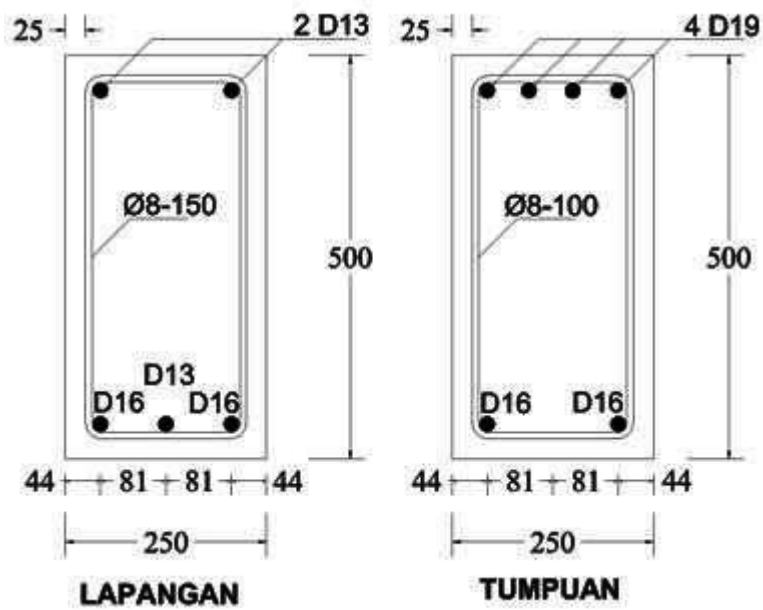
= lapangan : 3D13 dan 2D16

Tulangan Sengkang = tumpuan : Ø 8-100

= lapangan : Ø 8-150

Selimut beton = 25 mm





Gambar 25. Balok B1C

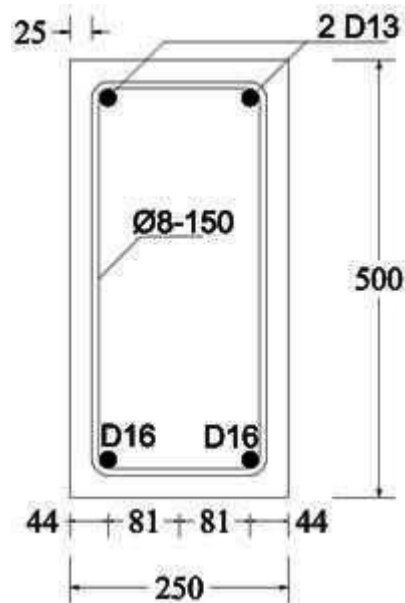
#### 4.2.2.4 Balok B1D

Dimensi balok =  $25 \times 50 \text{ cm}^2$

Tulangan utama = 2D13 dan 2D16

Tulangan Sengkang = Ø 8-150

Selimut beton = 25 mm



Gambar 26. Balok B1D

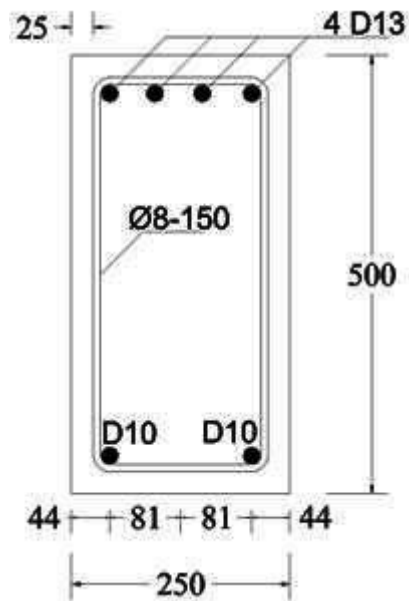
#### 4.2.2.5 Balok B1E

Dimensi balok = 25 x 50 cm<sup>2</sup>

Tulangan utama = 4D13 dan 2D10

Tulangan Sengkang = Ø 8-150

Selimut beton = 25 mm



Gambar 27. Balok B1E

#### 4.2.2.6 Balok 2A

Dimensi balok = 20 x 30 cm<sup>2</sup>

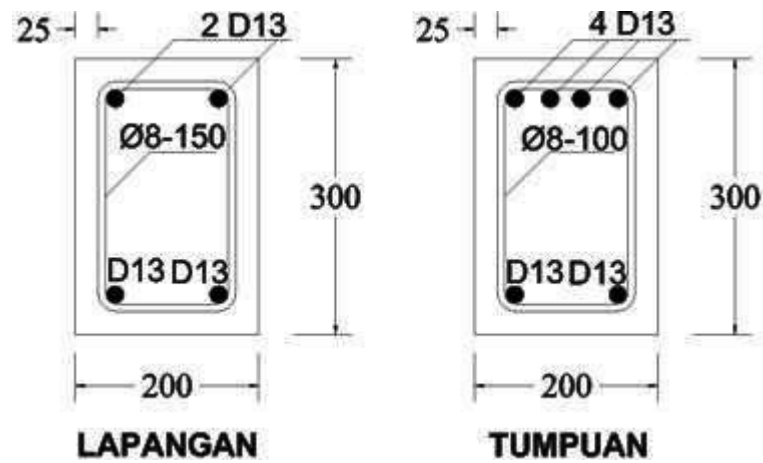
Tulangan utama = tumpuan : 6D13

= lapangan : 4D13

Tulangan Sengkang = tumpuan : Ø 8-100

= lapangan : Ø 8-150

Selimut beton = 25 mm



**Gambar 28.** Balok B2A

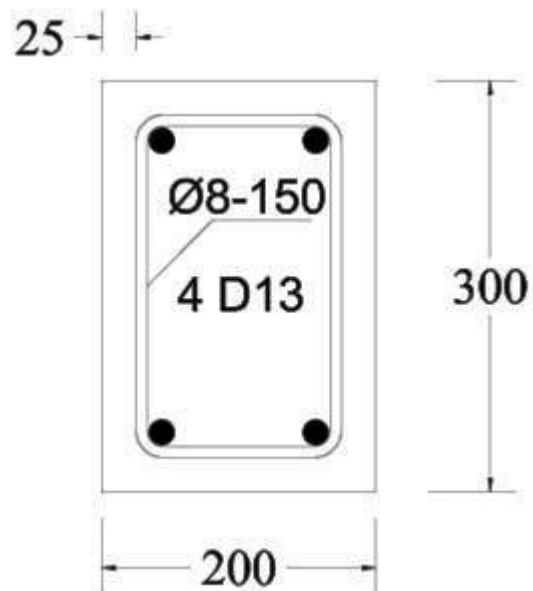
#### 4.2.2.7 Balok B2B

Dimensi balok = 20 x 30 cm<sup>2</sup>

Tulangan utama = 4D13

Tulangan Sengkang = Ø 8-150

Selimut beton = 25 mm



**Gambar 29.** Balok B2B

#### 4.2.2.8 Balok B3

Dimensi balok = 20 x 30 cm<sup>2</sup>

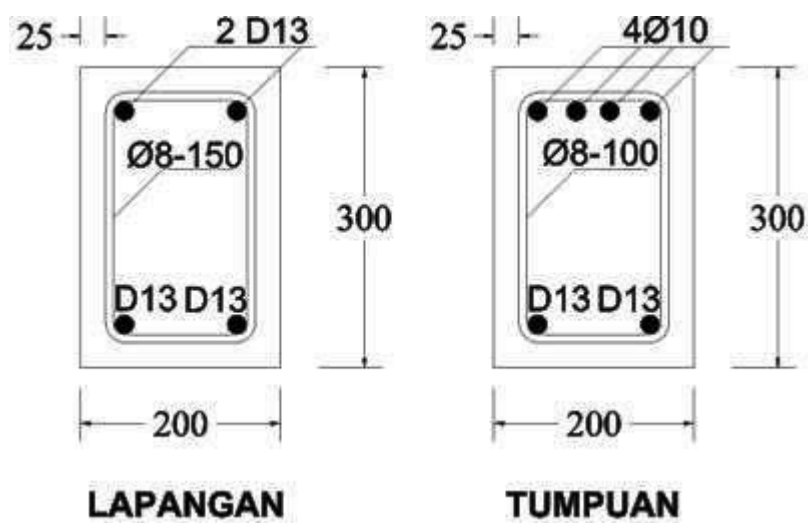
Tulangan utama = tumpuan : 4D10 dan 2D13

= lapangan : 4D13

Tulangan Sengkang = tumpuan : Ø 8-100

= lapangan : Ø 8-150

Selimut beton = 25 mm



Gambar 30. Balok B3

#### 4.2.3 Pelat

##### 4.2.3.1 Metode pracetak

Tebal pelat = 12 cm

Tulangan = wiremesh BRC tipe M7

##### 4.2.3.2 Metode konvensional

Tebal pelat = 12 cm

## Perhitungan penulangan

## Analisa pelat :

1. Tebal pelat = 120 mm
2. Mutu beton ( $f_c'$ ) = 29,05 Mpa
3.  $F_y$  = 240 Mpa
4. Desain tulangan =  $\emptyset$  10 mm
5. Desain tulangan pembagi =  $\emptyset$  6 mm
6.  $\rho_{\text{minimum}}$  = 0.0034 ..... (CUR I tabel 7 hal. 51)
7.  $\rho_{\text{maksimum}}$  = 0.0404 ..... (CUR I tabel 7 hal. 52)
8. Selimut beton (P) = 20 mm ..... (CUR I tabel 3 hal. 44)
9.  $d_x$  = tinggi pelat – selimut pelat –  $\frac{1}{2}$  tul  
 $= 120 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10$   
 $= 95 \text{ mm}$
10.  $d_y$  = tinggi pelat – selimut – 1 tul –  $\frac{1}{2}$  tul  
 $= 120 - 20 - \frac{2}{3} \cdot 10$   
 $= 85 \text{ mm}$

## Pembebanan :

Beban mati : ..... (PPIUG tabel 2.1 hal 11 – 12)

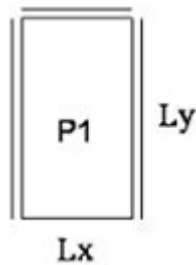
1. Berat pelat sendiri =  $0,12 \cdot 2400 = 288 \text{ kg / m}^2$
  2. Berat spesi semen =  $21 \text{ kg / m}^2$
  3. Berat penutup lantai =  $24 \text{ kg / m}^2$
  4. Berat plafon =  $11 \text{ kg / m}^2$
  5. Berat penggantung =  $7 \text{ kg / m}^2$
- \_\_\_\_\_ +  
 $= 346 \text{ kg / m}^2$

Beban Hidup :

Beban Hidup untuk perkantoran =  $250 \text{ kg} / \text{m}^2$  (PPIUG tabel 3 hal 17)

$$\begin{aligned} q_u &= (1,2 \cdot 346) + (1,6 \cdot 250) \dots\dots\dots (\text{SKSNI Pasal 3.2.2}) \\ &= 815,2 \text{ kg} / \text{m}^2 \\ &= 8,15 \text{ kN} / \text{m}^2 \end{aligned}$$

### Penulangan Pelat Tipe P1



**Gambar 31.** Pelat tipe P1

$$l_x = 3,3 \text{ m}$$

$$l_y = 5,7 \text{ m}$$

$$\beta = l_y / l_x = 1,727 \quad (\beta < 2 \rightarrow \text{Pelat dua arah})$$

Momen yang terjadi : ..... (CUR IV 4.2b hal. 26)

$$M_{lx} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 52,60 = 4,670 \quad \text{kNm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 17,35 = 1,540 \quad \text{kNm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 81,30 = 7,217 \quad \text{kNm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 53,35 = 4,736 \quad \text{kNm}$$

$$M_{tiy} = \frac{1}{2} M_{ly} = \frac{1}{2} \times 1,540 = 0,770 \quad \text{kNm}$$

**Tabel 8.** Perhitungan Tulangan Tipe P1

<b>Mu (Knm)</b>	<b>Mu/bd<sup>2</sup></b>	<b>P</b>	<b>ρ terpasang</b>	<b>As (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tulangan</b>
4.670	517.405	0.00217	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>
1.540	213.184	0.00087	0.0034	289	<b>Ø10 - 250</b>
7.217	799.715	0.00300	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>
4.736	655.524	0.00278	0.0034	289	<b>Ø10 - 250</b>
0.770	106.592	0.00043	0.0034	289	<b>Ø10 - 250</b>

$$\begin{aligned}
 \text{Tulangan pembagi} &= 20 \% \cdot A_{\max} && (\text{Irvan, 2007}) \\
 &= 20 \% \cdot 323 \\
 &= 64,6 \text{ mm}^2 (\mathbf{\text{Ø6} - 250})
 \end{aligned}$$

Cek jarak tulangan lentur utama :

Jarak tulangan < 3h atau 500 mm

$$250 < 360 \text{ atau } 500 \text{ mm} \dots\dots\dots(\text{Ok !!!})$$

Contoh perhitungan :

$$M_{lx} = 4.67 \text{ kNm}$$

$$\frac{Mu}{b \cdot dx^2} = \frac{4.67}{1 \times 0.95^2} = 517.405 \text{ kN/m}^2$$

$$\rho = 0,00217 \dots\dots\dots (\text{CUR IV 5.1h hal. 51})$$

$$\rho \leq \rho_{\min} \rightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0034$$

$$As = \rho \cdot b \cdot dx = 0,0034 \cdot 1000 \cdot 95 = 323 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan **Ø10 – 225** ..... (CUR IV 2.2a bawah hal. 15)

$$M_{ly} = 1.54 \text{ kNm}$$

$$\frac{Mu}{b \cdot dy^2} = \frac{1.54}{1 \times 0.085^2} = 213.184 \text{ kN/m}^2$$

$$\rho = 0,00087 \dots\dots\dots (\text{CUR IV 5.1h hal. 51})$$

$$\rho < \rho_{\min} \rightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0034$$

$$As = \rho \cdot b \cdot dx = 0,0034 \cdot 1000 \cdot 85 = 289 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan **Ø10 – 250** ..... (CUR IV2.2a bawah hal. 15)

$$M_{ty} = \frac{1}{2} M_{ly} = \frac{1}{2} \times 1.54 = 0.77 \text{ kNm}$$

$$\frac{Mu}{b \cdot dy^2} = \frac{0.77}{1 \times 0.085^2} = 106.592 \text{ kN/m}^2$$

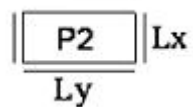
$$\rho = 0,00043 \dots \dots \dots \text{ (CUR IV 5.1h hal. 51)}$$

$$\rho < \rho_{\min} \rightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0034$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot dx = 0,0034 \cdot 1000 \cdot 85 = 289 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan **Ø10 – 250** ..... (CUR IV2.2a bawah hal. 15)

### Penulangan Pelat Tipe P2



**Gambar 32.** Pelat Tipe P2

$$L_x = 1,6 \text{ m}$$

$$L_y = 3,3 \text{ m}$$

$$\beta = L_y / L_x = 2,1 \quad (\beta > 2 \rightarrow \text{Pelat satu arah})$$

Tulangan

$$M_u = \frac{1}{2} \times 8,152 \times 1,5^2$$

$$= 10,43 \text{ kNm}$$

$$\frac{Mu}{bdx^2} = \frac{10,43}{1 \times 0,095^2}$$

$$= 1156,184 \text{ kN/m}^2$$

$$\rho = 0,00492 \dots \dots \dots \text{ (CUR IV 5.1h hal. 51)}$$

$$\rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max} \rightarrow \text{dipakai } \rho = 0,00492$$

$$A_s = \rho \times b \times dx = 0,00492 \times 1000 \times 95 = 467,8 \text{ mm}^2$$

dipakai tulangan **Ø10 – 150** (CUR IV2.2a bawah hal. 15)

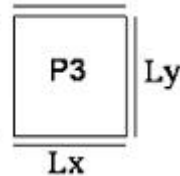


Tulangan arah y

Diberi tulangan pembagi :  $20\% \times A_{\text{pokok}} = 20\% \times 467,8 = 93,56 \text{ mm}^2$

dipakai tulangan  $\text{Ø}6 - 250$  (CUR IV2.2a bawah hal. 15)

### Penulangan Pelat Tipe P3



**Gambar 33.** Pelat Tipe P3

$$I_x = 3,3 \text{ m}$$

$$I_y = 3,575 \text{ m}$$

$$\beta = I_y / I_x = 1,083 \quad (\beta < 2 \rightarrow \text{Pelat dua arah})$$

Momen yang terjadi : ..... (CUR IV 4.2b hal. 26)

$$M_{Ix} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 29,4 = 2.610 \quad \text{kNm}$$

$$M_{Iy} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 27,6 = 2.450 \quad \text{kNm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 46,8 = 4.155 \quad \text{kNm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 72,6 = 6.445 \quad \text{kNm}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} M_{Ix} = \frac{1}{2} \times 2.61 = 1.305 \quad \text{kNm}$$

**Tabel 9.** Perhitungan Tulangan Tipe P3

<b>Mu (kNm)</b>	<b>Mu/bd<sup>2</sup></b>	<b><math>\rho</math></b>	<b><math>\rho</math> terpasang</b>	<b>As (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tulangan</b>
2.610	289.196	0.00125	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>
2.450	339.128	0.00146	0.0034	289	<b>Ø10 - 250</b>
4.155	460.353	0.00194	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>
6.445	892.053	0.00377	0.0038	320	<b>Ø10 - 250</b>
1.305	144.598	0.00058	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>

$$\text{Tulangan pembagi} = 20\% \cdot A_{\text{max}}$$

$$= 20\% \cdot 323$$

$$= 64,6 \text{ mm}^2$$

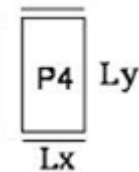
Dipakai tul  $\text{Ø}6 - 250$  (CUR IV 2.2a bawah hal. 15)

Cek jarak tulangan lentur utama :

Jarak tulangan  $< 3h$  atau 500 mm

$$250 < 360 \text{ atau } 500 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{Ok!!!})$$

### Penulangan Pelat Tipe P4



**Gambar 34.** Pelat Tipe P4

$$I_x = 1,955 \text{ m}$$

$$I_y = 3,35 \text{ m}$$

$$\beta = I_y / I_x = 1,714 \quad (\beta < 2 \rightarrow \text{Pelat 2 arah})$$

Momen yang terjadi : ..... (CUR IV 4.2b hal. 26)

$$M_{Ix} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 1,955^2 \cdot 31,2 = 0,9721 \quad \text{kNm}$$

$$M_{Iy} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 1,955^2 \cdot 33 = 1,0282 \quad \text{kNm}$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 1,955^2 \cdot 78,6 = 2,449 \quad \text{kNm}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} M_{Ix} = \frac{1}{2} \times 0,9721 = 0,4861 \quad \text{kNm}$$

**Tabel 10.** Perhitungan Tulangan Tipe P4

<b>Mu (Knm)</b>	<b>Mu/bd<sup>2</sup></b>	<b>ρ</b>	<b>ρ terpasang</b>	<b>As (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tulangan</b>
0.9721	107.712	0.00043	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>
1.0282	142.309	0.00057	0.0034	289	<b>Ø10 - 250</b>
2.449	338.955	0.00146	0.0034	289	<b>Ø10 - 250</b>
0.4861	53.856	0.00040	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>

$$\text{Tulangan pembagi} = 20 \% \cdot A_{\text{max}}$$

$$= 20 \% \cdot 323$$

$$= 64,6 \text{ mm}^2$$

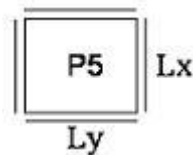
Dipakai tul  $\text{Ø}6 - 250$  (CUR IV 2.2a bawah hal. 15)

Cek jarak tulangan lentur utama :

Jarak tulangan  $< 3h$  atau 500 mm

$$150 < 360 \text{ atau } 500 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{Ok!!!})$$

### Penulangan Pelat Tipe P5



**Gambar 35.** Pelat Tipe P5

$$I_x = 2,825 \text{ m}$$

$$I_y = 3,3 \text{ m}$$

$$\beta = I_y / I_x = 1,168 \quad (\beta < 2 \rightarrow \text{Pelat 2 arah})$$

Momen yang terjadi : ..... (CUR IV 4.2b hal. 26)

$$M_{Ix} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 2,825^2 \cdot 32,6 = 2,118 \quad \text{kNm}$$

$$M_{Iy} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 2,825^2 \cdot 22,5 = 1,463 \quad \text{kNm}$$

$$M_{tx} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 2,825^2 \cdot 61,1 = 3,974 \quad \text{kNm}$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 2,825^2 \cdot 53,5 = 3,482 \quad \text{kNm}$$

**Tabel 11.** Perhitungan Tulangan Tipe P5

<b>Mu (Knm)</b>	<b>Mu/bd<sup>2</sup></b>	<b>ρ</b>	<b>ρ terpasang</b>	<b>As (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tulangan</b>
2.118	234.714	0.00097	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>
1.463	202.423	0.00065	0.0034	289	<b>Ø10 - 250</b>
3.974	440.304	0.00186	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>
3.482	481.925	0.00164	0.0034	289	<b>Ø10 - 250</b>

$$\text{Tulangan pembagi} = 20 \% \cdot A_{\text{max}}$$

$$= 20 \% \cdot 323$$

$$= 64,6 \text{ mm}^2$$

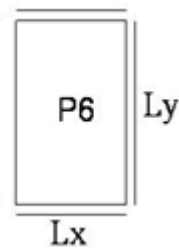
Dipakai tul  $\text{Ø}6 - 250$  (CUR IV 2.2a bawah hal. 15)

Cek jarak tulangan lentur utama :

Jarak tulangan  $< 3h$  atau 500 mm

$$150 < 360 \text{ atau } 500 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{Ok!!!})$$

### Penulangan Pelat Tipe P6



**Gambar 36.** Pelat Tipe P6

$$I_x = 3,3 \text{ m}$$

$$I_y = 4,85 \text{ m}$$

$$\beta = I_y / I_x = 1,47 \quad (\beta < 2 \rightarrow \text{Pelat 2 arah})$$

Momen yang terjadi :  $\dots\dots\dots$  (CUR IV 4.2b hal. 26)

$$M_{Ix} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 53,9 = 4,7831 \quad \text{kNm}$$

$$M_{Iy} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 31 = 2,7480 \quad \text{kNm}$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 99,8 = 8,8587 \quad \text{kNm}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} M_{Ix} = \frac{1}{2} \times 4,7831 = 2,3916 \quad \text{kNm}$$

**Tabel 12.** Perhitungan Tulangan Tipe P6

<b>Mu (Knm)</b>	<b>Mu/bd<sup>2</sup></b>	<b>ρ</b>	<b>ρ terpasang</b>	<b>As (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tulangan</b>
4.7831	529.984	0.00222	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>
2.7480	380.346	0.00162	0.0034	289	<b>Ø10 - 250</b>
8.8587	1,226.117	0.00523	0.0052	445	<b>Ø10 - 175</b>
2.3916	264.992	0.00112	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>

$$\begin{aligned}
 \text{Tulangan pembagi} &= 20 \% \cdot A_{\max} \\
 &= 20 \% \cdot 323 \\
 &= 64,6 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

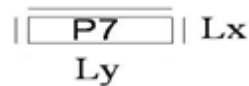
Dipakai tul **Ø6 – 250** (CUR IV 2.2a bawah hal. 15)

Cek jarak tulangan lentur utama :

Jarak tulangan < 3h atau 500 mm

$$150 < 360 \text{ atau } 500 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{Ok!!!})$$

### Penulangan Pelat Tipe P7

**Gambar 37.** Pelat Tipe P7

$$I_x = 1 \text{ m}$$

$$I_y = 3,3 \text{ m}$$

$$\beta = I_y / I_x = 3,3 \quad (\beta > 2 \rightarrow \text{Pelat 1 arah})$$

Tulangan

$$\begin{aligned}
 \text{Mu} &= \frac{1}{2} \times 8,152 \times 1^2 \\
 &= 4,076 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\text{Mu}}{\text{bd}x^2} &= \frac{4,076}{1 \times 0,095^2} \\
 &= 451,634 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\rho = 0,00191 \dots \dots \dots \text{ (CUR IV 5.1h hal. 51)}$$

$$\rho < \rho_{\min} \rightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0034$$

$$A_s = \rho \times b \times d_x = 0,0034 \times 1000 \times 95 = 323 \text{ mm}^2$$

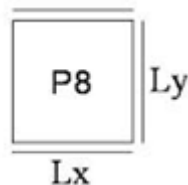
dipakai tulangan  $\text{Ø}10 - 150$  (CUR IV2.2a bawah hal. 15)

Tulangan arah y

$$\text{Diberi tulangan pembagi : } 20\% \times A \text{ pokok} = 20\% \times 323 = 64,6 \text{ mm}^2$$

dipakai tulangan  $\text{Ø}6 - 250$  (CUR IV2.2a bawah hal. 15)

### Penulangan Pelat Tipe P8



**Gambar 38.** Pelat Tipe P8

$$l_x = 3,3 \text{ m}$$

$$l_y = 3,35 \text{ m}$$

$$\beta = l_y / l_x = 1,02 \quad (\beta < 2 \rightarrow \text{Pelat 2 arah})$$

Momen yang terjadi :  $\dots \dots \dots$  (CUR IV 4.2b hal. 26)

$$M_{Ix} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 25,8 = 2,2934 \quad \text{kNm}$$

$$M_{Iy} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 26,9 = 2,3902 \quad \text{kNm}$$

$$M_{tx} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 55,4 = 4,9149 \quad \text{kNm}$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot 8,152 \cdot 3,3^2 \cdot 60,7 = 5,3870 \quad \text{kNm}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} M_{Ix} = \frac{1}{2} \times 2,2934 = 1,1467 \quad \text{kNm}$$

**Tabel 13.** Perhitungan Tulangan Tipe P8

<b>Mu (Knm)</b>	<b>Mu/bd<sup>2</sup></b>	<b>ρ</b>	<b>ρ terpasang</b>	<b>As (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tulangan</b>
2.2934	254.112	0.00107	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>
2.3902	330.825	0.00142	0.0034	289	<b>Ø10 - 250</b>
4.9149	544.590	0.00228	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>
5.3870	745.612	0.00318	0.0034	289	<b>Ø10 - 250</b>
1.1467	127.056	0.00051	0.0034	323	<b>Ø10 - 225</b>

$$\begin{aligned} \text{Tulangan pembagi} &= 20 \% \cdot A_{\max} \\ &= 20 \% \cdot 323 \\ &= 64,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tul **Ø6 – 250** (CUR IV 2.2a bawah hal. 15)

Cek jarak tulangan lentur utama :

Jarak tulangan < 3h atau 500 mm

$$150 < 360 \text{ atau } 500 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{Ok!!!})$$

### **Pelat Atap (Tipe P9, P11 dan P1')**

#### **Pembebanan**

Tebal pelat = 10 cm

Beban mati : ..... (PPIUG tabel 2.1 hal. 11 - 12)

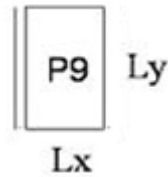
$$\begin{aligned} 1. \text{ Berat pelat sendiri} &= 0,10 \cdot 2400 &= 240 \text{ kg/m}^2 \\ 2. \text{ Berat spesi semen} & &= 21 \text{ kg/m}^2 \\ & & \text{-----} + \\ & &= 261 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Beban Hidup :

Beban Hidup untuk perkantoran = 100 kg / m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} q_u &= (1,2 \cdot 261) + (1,6 \cdot 100) \dots\dots\dots (\text{SKSNI Pasal 3.2.2}) \\ &= 473,2 \text{ kg / m}^2 \\ &= 4.732 \text{ kN / m}^2 \end{aligned}$$

### Penulangan Pelat Tipe P9



**Gambar 39.** Pelat Tipe P9

$$l_x = 2,2 \text{ m}$$

$$l_y = 3,35 \text{ m}$$

$$\beta = l_y / l_x = 1,523 \quad (\beta < 2 \rightarrow \text{Pelat 2 arah})$$

Momen yang terjadi : ..... (CUR IV 4.2b hal. 26)

$$M_{lx} = 0,001 \cdot 4,732 \cdot 2,19^2 \cdot 39 = 0.8851 \quad \text{kNm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot 4,732 \cdot 2,19^2 \cdot 31 = 0.7035 \quad \text{kNm}$$

$$M_{tx} = 0,001 \cdot 4,732 \cdot 2,19^2 \cdot 91 = 2.0653 \quad \text{kNm}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} M_{lx} = \frac{1}{2} \times 0.8851 = 0.4426 \quad \text{kNm}$$

$$M_{tiy} = \frac{1}{2} M_{ly} = \frac{1}{2} \times 0.7035 = 0.3518 \quad \text{kNm}$$

**Tabel 14.** Perhitungan Tulangan Tipe P9

Mu (Knm)	Mu/bd <sup>2</sup>	$\rho$	$\rho$ terpasang	As (mm <sup>2</sup> )	Tulangan
0.8851	157.353	0.00063	0.0034	255	Ø10 - 250
0.7035	166.521	0.00067	0.0034	221	Ø10 - 250
2.0653	367.157	0.00157	0.0034	255	Ø10 - 250
0.4426	78.677	0.00040	0.0034	255	Ø10 - 250
0.3518	83.260	0.00040	0.0034	221	Ø10 - 250

$$\text{Tulangan pembagi} = 20 \% \cdot A_{\max}$$

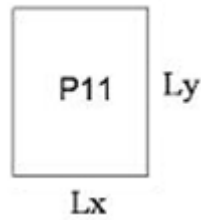
$$= 20 \% \cdot 255$$

$$= 51 \text{ mm}^2$$

Dipakai tul Ø6 – 250 (CUR IV 2.2a bawah hal. 15)



### Penulangan Pelat Tipe P11



**Gambar 40.** Pelat Tipe P11

$$I_y = 4,85 \text{ m}$$

$$I_x = 3,8 \text{ m}$$

$$\beta = I_y / I_x = 1,276 \quad (\beta < 2 \rightarrow \text{Pelat 2 arah})$$

Momen yang terjadi : ..... (CUR IV 4.2b hal. 26)

$$M_{Ix} = 0,001 \cdot 4,732 \cdot 3,8^2 \cdot 59 = 2,542 \text{ kNm}$$

$$M_{Iy} = 0,001 \cdot 4,732 \cdot 3,8^2 \cdot 33,5 = 1,394 \text{ kNm}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} M_{Ix} = \frac{1}{2} \times 2,542 = 2,0144 \text{ kNm}$$

$$M_{tiy} = \frac{1}{2} M_{Iy} = \frac{1}{2} \times 1,394 = 1,1436 \text{ kNm}$$

**Tabel 15.** Perhitungan Tulangan Tipe P11

Mu (Knm)	Mu/bd <sup>2</sup>	$\rho$	$\rho$ terpasang	As (mm <sup>2</sup> )	Tulangan
4.0288	716.227	0.00306	0.0034	255	<b>Ø10 - 250</b>
2.2873	541.363	0.00227	0.0034	221	<b>Ø10 - 250</b>
2.0144	358.114	0.00153	0.0034	255	<b>Ø10 - 250</b>
1.1436	270.682	0.00115	0.0034	221	<b>Ø10 - 250</b>

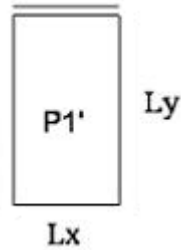
$$\text{Tulangan pembagi} = 20 \% \cdot A_{\max}$$

$$= 20 \% \cdot 255$$

$$= 51 \text{ mm}^2$$

Dipakai tul **Ø6 -250** (CUR IV 2.2a bawah hal. 15)

### Penulangan Pelat Tipe P1'



**Gambar 41.** Pelat tipe P1'

$$l_x = 3,3 \text{ m}$$

$$l_y = 5,7 \text{ m}$$

$$\beta = l_y / l_x = 1,727 \quad (\beta < 2 \rightarrow \text{Pelat dua arah})$$

Momen yang terjadi : ..... (CUR IV 4.2b hal. 26)

$$M_{lx} = 0,001 \cdot 4,732 \cdot 3,3^2 \cdot 77,4 = 3,9867 \text{ kNm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot 4,732 \cdot 3,3^2 \cdot 28,1 = 1,4476 \text{ kNm}$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot 4,732 \cdot 3,3^2 \cdot 112,3 = 5,7856 \text{ kNm}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} M_{lx} = \frac{1}{2} \times 3,9867 = 1,9933 \text{ kNm}$$

$$M_{tiy} = \frac{1}{2} M_{ly} = \frac{1}{2} \times 1,4476 = 0,7238 \text{ kNm}$$

**Tabel 16.** Perhitungan Tulangan Tipe P1'

Mu (Knm)	Mu/bd <sup>2</sup>	$\rho$	$\rho$ terpasang	As (mm <sup>2</sup> )	Tulangan
3.9867	708.740	0.00303	0.0034	255	Ø10 - 250
1.4476	342.619	0.00147	0.0034	221	Ø10 - 250
5.7856	1,369.368	0.00588	0.0059	382	Ø10 - 200
1.9933	354.370	0.00152	0.0034	255	Ø10 - 250
0.7238	171.310	0.00079	0.0034	221	Ø10 - 250

$$\text{Tulangan pembagi} = 20 \% \cdot A_{\max}$$

$$= 20 \% \cdot 255$$

$$= 51 \text{ mm}^2$$

Dipakai tul Ø6 - 250 (CUR IV 2.2a bawah hal. 15)

## Pelat Atap

### Pembebanan

Tebal pelat = 15 cm

Beban mati : ..... (PPIUG tabel 2.1 hal. 11 - 12)

- |                        |               |   |
|------------------------|---------------|---|
| 1. Berat pelat sendiri | = 0,15 . 2400 | = 360 kg/m <sup>2</sup>   |
| 2. Berat spesi semen   |               | = 21 kg/m <sup>2</sup>  |
| 3. Berat tower tank    |               | = 3000 kg/m <sup>2</sup>  |
|                        |               | <hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black; margin-bottom: 5px;"/> |
|                        |               | = 3381 kg/m <sup>2</sup> +  |

Beban Hidup :

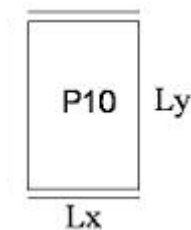
Beban hidup = 100 kg / m<sup>2</sup>

$q_u = (1,2 \cdot 3381) + (1,6 \cdot 100)$  ..... (SKSNI Pasal 3.2.2)

$$= 4217,2 \text{ kg / m}^2$$

$$= 42,172 \text{ kN / m}^2$$

### Penulangan Pelat Tipe P10



**Gambar 42.** Pelat Tipe P10

$$l_x = 3,8 \text{ m}$$

$$l_y = 4,85 \text{ m}$$

$$\beta = l_y / l_x = 1,276 \quad (\beta > 2 \rightarrow \text{Pelat 2 arah})$$

Momen yang terjadi : ..... (CUR IV 4.2b hal. 26)

$$M_{Ix} = 0,001 \cdot 66,388 \cdot 3,3^2 \cdot 53,9 = 24.744 \quad \text{kNm}$$

$$M_{Iy} = 0,001 \cdot 66,388 \cdot 3,3^2 \cdot 31 = 14.216 \quad \text{kNm}$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot 66,388 \cdot 3,3^2 \cdot 99,8 = 45.828 \quad \text{kNm}$$

$$M_{tix} = \frac{1}{2} M_{lx} = \frac{1}{2} \times 24.744 = 12.372 \quad \text{kNm}$$

**Tabel 17.** Perhitungan Tulangan Tipe P10

<b>Mu (Knm)</b>	<b>Mu/bd<sup>2</sup></b>	<b>ρ</b>	<b>ρ terpasang</b>	<b>As (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tulangan</b>
24.744	1,583.616	0.0072	0.0072	904	<b>Ø10 - 75</b>
14.216	1,074.932	0.0039	0.0039	443	<b>Ø10 - 175</b>
45.828	3,465.247	0.0158	0.0158	1820	<b>Ø10 - 50</b>
12.372	791.808	0.0034	0.0034	421	<b>Ø10 - 175</b>

$$\begin{aligned} \text{Tulangan pembagi} &= 20 \% \cdot A_{\max} \\ &= 20 \% \cdot 1821 \\ &= 364 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tul **Ø6 – 100** (CUR IV 2.2a bawah hal. 15)

### 4.3. Analisa Struktur Rusunawa Dengan SAP 2000 V. 12

Dalam menganalisa menggunakan SAP 2000 versi 12 tentunya ada data-data yang dimasukkan, data-data ini harus mempunyai data yang akurat sesuai yang dibutuhkan sehingga pada waktu proses analisa, aplikasi ini tidak salah mengeluarkan output data-data perhitungannya. Adapun data-data yang perlu diketahui dan ditentukan berdasarkan data dari PT. PP (persero), SK-SNI-03-2847-2002 dan PPIUG antara lain adalah :

1. Mutu beton ( $f'_c$ ) : 29,05 Mpa
2. Berat jenis beton : 2400 kg/m<sup>3</sup>
3. Modulus elastisitas (E) :  $\sqrt{f'_c} \times 4700 = 25332.084$  Mpa
4. Mutu Baja : ( $f_y$ ) 400 Mpa, ( $f_{ys}$ ) 240 Mpa
5. Angka Poisson : 0.2

## 6. Definisi material

- a. Tebal selimut beton : Balok = 25 mm, Kolom = 30 mm, Pelat= 20 mm
- b. Dimensi Balok : 250 x 500 mm (B1), 200 x 300 mm (B2)
- c. Dimensi Kolom : 350 x 500 mm (K1), 300 x 400 mm (K2)
- d. Dimensi Pelat : 1000 mm (P10), 1200 mm (P12), 1500 mm (P15)

## 7. Definisi Beban

- a. Beban hidup lantai : 250 kg/m<sup>2</sup>
- b. Beban hidup tangga : 350 kg/m<sup>2</sup>
- c. Beban hidup atap : 100 kg/m<sup>2</sup>
- d. Pasangan 1/2 bata : 250 kg/m<sup>2</sup>
- e. Berat spesi semen : 21 kg/m<sup>2</sup>
- f. Berat penutup lantai : 24 kg/m<sup>2</sup>
- g. Berat plafon : 11 kg/m<sup>2</sup>
- h. Berat penggantung : 7 kg/m<sup>2</sup>

### 4.3.1 Perhitungan Beban Mati

#### 4.3.1.1 Beban Mati Lantai

Berat sendiri pelat lantai telah dihitung secara otomatis oleh program SAP sehingga yang akan dihitung hanya beban mati tambahan yang bekerja pada lantai, yaitu:

Berat spesi semen	= 21 kg / m <sup>2</sup>
Berat penutup lantai	= 24 kg / m <sup>2</sup>
Berat plafon	= 11 kg / m <sup>2</sup>
Berat penggantung	= <u>7 kg / m<sup>2</sup></u> +
Total beban mati tambahan lantai	= 63 kg / m <sup>2</sup>

### 4.3.1.2 Beban Mati Merata Dinding

#### 4.3.1.2.1 Dinding antara Balok 25 x 50

$$\begin{aligned} \text{Tinggi dinding} &= 3 - 0,5(0,5+0,5) \\ &= 2,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban merata dinding} &= \text{Tinggi dinding} \times \text{beban pasangan } \frac{1}{2} \text{ bata} \\ &= 2,5 \text{ m} \times 250 \text{ kgm}^2 \\ &= 625 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### 4.3.1.2.1 Dinding antara Balok 20 x 30

$$\begin{aligned} \text{Tinggi dinding} &= 3 - 0,5 (0,3 + 0,3) \\ &= 2,7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban merata dinding} &= \text{Tinggi dinding} \times \text{beban pasangan } \frac{1}{2} \text{ bata} \\ &= 2,7 \text{ m} \times 250 \text{ kgm}^2 \\ &= 675 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### 4.3.1.2.1 Dinding Selasar 1 m

$$\begin{aligned} \text{Beban merata dinding} &= \text{Tinggi dinding} \times \text{beban pasangan } \frac{1}{2} \text{ bata} \\ &= 1 \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^2 \\ &= 250 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

### 4.3.1.3 Beban Mati Tangga

Berat pelat sendiri tangga telah dihitung secara otomatis oleh program SAP, maka yang akan dihitung hanya beban mati tambahan yaitu beban beton anak tangga, beban railing tangga, beban spesi semen, dan beban penutup lantai.







Luas anak tangga  $t_1$  untuk spesi semen dan penutup lantai

$$\begin{aligned} &= ( 300 \times 1550 ) + ( 120 \times 1550 ) \\ &= 651000 \text{ mm}^2 \\ &= 0,651 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas anak tangga  $t_2$  untuk spesi semen dan penutup lantai

$$\begin{aligned} &= ( 300 \times 1550 ) + ( 140 \times 1550 ) \\ &= 682000 \text{ mm}^2 \\ &= 0,682 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas total anak tangga} &= ( 2 \times t_1 ) + ( 9 \times t_2 ) \\ &= ( 2 \times 0,651 ) + ( 2 \times 0,682 ) \\ &= 2,666 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Volume beton anak tangga  $T_1 = 0,5 \times 120 \times 300 \times 1550$

$$\begin{aligned} &= 27900000 \text{ mm}^3 \\ &= 0,0279 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume beton anak tangga  $T_2 = 0,5 \times 140 \times 300 \times 1550$

$$\begin{aligned} &= 32550000 \text{ mm}^3 \\ &= 0,03255 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total beton anak tangga} &= ( 2 \times T_1 ) + ( 9 \times T_2 ) \\ &= ( 2 \times 0,0279 ) + ( 9 \times 0,03255 ) \\ &= 0,1209 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Beban mati tambahan yang bekerja pada tangga :

$$1. \text{ Beban railing tangga} = 1 \text{ m} \times 3,68951 \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^2 = 922,3775 \text{ kg}$$

$$1. \text{ Beban beton anak tangga} = 0,1209 \text{ m}^3 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 290,16 \text{ kg}$$

$$2. \text{ Beban spesi semen} = 2,666 \text{ m}^2 \times 21 \text{ kg / m}^2 = 55,986 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Beban penutup lantai} &= 2,666 \text{ m}^2 \times 24 \text{ kg / m}^2 &= \underline{63,984 \text{ kg}} + \\
 \text{Total beban mati tambahan tangga} &&= 1268,524 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas tangga} &= 3689,51 \times 1550 \\
 &= 5718740,5 \text{ mm}^2 \\
 &= 5,719 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Beban mati per luas tangga} = \frac{1268,524}{5,719} = 221,809 \text{ kg/m}^2$$

#### 4.3.1.4 Beban Mati Terpusat Atap Rangka Pipa Galvanis

$$\begin{aligned}
 \text{Luas seng} &= 6,8 \times 3,3 \\
 &= 22,44 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban seng} &= 22,44 \text{ m}^2 \times 10 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 224,4 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas pipa galvanis} &= 0,25 \times \pi \times d_1^2 - 0,25 \times \pi \times d_2^2 \\
 &= (0,25 \times \pi \times 0,1^2) - (0,25 \times \pi \times 0,009^2) \\
 &= 0,00149 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang pipa galvanis} &= 4,7 + 6,8 + 0,4 + 0,4 + 3,3 + 1,5 \\
 &= 17,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume kuda-kuda rangka pipa galvanis} &= \text{Luas} \times \text{Panjang} \\
 &= 0,00149 \times 17,1 \\
 &= 0,025479 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban kuda-kuda} &= \text{Volume} \times \text{Berat jenis besi tuang} \\
 &= 0,025479 \text{ m}^3 \times 7250 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 184,723 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang gording} &= 4 \times 3,3 \\
 &= 13,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$





$$\begin{aligned}
 \text{Luas gording} &= L_1 + L_2 \\
 &= (0,1 \times 0,005) + (0,045 \times 0,005) \\
 &= 0,000725 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume gording} &= \text{Luas} \times \text{Panjang} \\
 &= 0,000725 \times 13,2 \\
 &= 0,00957 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban gording} &= \text{Volume} \times \text{Berat jenis besi tuang} \\
 &= 0,00957 \text{ m}^3 \times 7250 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 69,383 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban total} &= \text{Beban seng} + \text{beban kuda-kuda} + \text{beban gording} \\
 &= 224,4 + 184,723 + 69,383 \\
 &= 478,506 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{Beban terpusat } P_1 = P_2 = \frac{478,506}{2} = 239,253 \text{ kg}$$

#### 4.3.2 Hasil Analisa SAP

Gambar 47 s/d Gambar 56 adalah gambar pemodelan gedung RUSUNAWA UNILA dan gambar-gambar hasil analisa gambar pemodelan dengan menggunakan Program SAP.























### 4.3.2.1 Analisa Kolom

#### 1. Kolom K1

**Tabel 18.** Hasil Analisa Kolom K1

No.	Hasil Analisa Program SAP Berdasarkan Metode Konvensional		Data Pracetak	
	Lokasi	Luas Tul. Minimum (= 1% luas dimensi kolom)	Luas Tulangan	Selisih
	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	
1	0	1750	1940	10.86%
2	1700	1750	1940	10.86%
3	3400	1750	1940	10.86%
4	0	1750	1940	10.86%
5	1500	1750	1940	10.86%
6	3000	1750	1940	10.86%

#### 2. Kolom K2

**Tabel 19.** Hasil Analisa Kolom K2

No.	Hasil Analisa Program SAP Berdasarkan Metode Konvensional		Data Pracetak	
	Lokasi	Luas Tul. Minimum (= 1% luas dimensi kolom)	Luas Tulangan	Selisih
	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	
1	0	1200	1340	11.67%
2	1700	1200	1340	11.67%
3	3400	1200	1340	11.67%
4	0	1200	1340	11.67%
5	1500	1200	1340	11.67%
6	3000	1200	1340	11.67%



### 4.3.2.2 Analisa Balok

#### 1. Balok B1A

**Tabel 20.** Hasil Analisa Balok B1A

No.	Hasil Analisa Program SAP Berdasarkan Metode Konvensional			Data Pracetak		Persentase Selisih Luas Tulangan Metode Konvensional dan Pracetak	
	Lokasi	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Tul. Atas	Tul. Bawah
	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		
1	0	399.8852	276.7062	530.929	402.124	37.54%	69.80%
2	570	255.734	143.3914	530.929	402.124	165.26%	230.97%
3	1140	143.3914	144.75	530.929	402.124	336.98%	223.43%
4	1710	143.3914	300.7854	265.465	534.856	118.49%	95.05%
5	2280	143.3914	365.748	265.465	534.856	118.49%	53.62%
6	2850	143.3914	402.3806	265.465	534.856	118.49%	40.23%
7	3420	143.3914	374.9644	265.465	534.856	118.49%	51.36%
8	3990	143.3914	297.3802	265.465	534.856	118.49%	97.49%
9	4560	143.3914	165.7436	530.929	402.124	336.98%	207.89%
10	5130	187.384	143.3914	530.929	402.124	216.02%	230.97%
11	5700	383.5942	234.489	530.929	402.124	43.68%	86.85%
<b>Selisih Rata - rata</b>						<b>157.17%</b>	<b>126.15%</b>

#### 2. Balok B1B

**Tabel 21.** Hasil Analisa Balok B1B

No.	Hasil Analisa Program SAP Berdasarkan Metode Konvensional			Data Pracetak		Persentase Selisih Luas Tulangan Metode Konvensional dan Pracetak	
	Lokasi	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Tul. Atas	Tul. Bawah
	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		
1	0	329.528	163.303	530.929	402.124	61.12%	146.24%
2	493.75	160.669	81.295	530.929	402.124	230.45%	394.65%
3	987.5	81.295	81.295	265.465	402.124	226.55%	394.65%
4	1481.25	81.295	158.044	265.465	402.124	226.55%	154.44%
5	1975	81.295	224.874	265.465	402.124	226.55%	78.82%
6	1975	81.295	196.237	265.465	402.124	226.55%	104.92%
7	2508.33	81.295	118.971	265.465	402.124	226.55%	238.00%

8	3041.67	81.295	81.295	530.929	402.124	553.09%	394.65%
9	3575	224.904	111.775	530.929	402.124	136.07%	259.76%
<b>Selisih Rata - rata</b>						<b>234.83%</b>	<b>240.68%</b>

## 3. Balok B1C

Tabel 22. Hasil Analisa Balok B1C

No.	Hasil Analisa Program SAP Berdasarkan Metode Konvensional			Data Pracetak		Persentase Selisih Luas Tulangan Metode Konvensional dan Pracetak	
	Lokasi	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Tul. Atas	Tul. Bawah
	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		
1	0	346.65	171.706	1134.115	402.124	227.16%	134.19%
2	606.25	112.238	85.46	1134.115	402.124	910.46%	370.54%
3	1212.5	85.46	163.006	265.465	534.856	210.63%	228.12%
4	1818.75	85.46	294.045	265.465	534.856	210.63%	81.90%
5	2425	85.46	369.113	265.465	534.856	210.63%	44.90%
6	3031.25	85.46	225.369	265.465	534.856	210.63%	137.32%
7	3637.5	85.46	128.663	265.465	534.856	210.63%	315.70%
8	4243.75	103.673	85.46	1134.115	402.124	993.93%	370.54%
9	4850	297.154	147.391	1134.115	402.124	281.66%	172.83%
<b>Selisih Rata - rata</b>						<b>385.15%</b>	<b>206.23%</b>

## 4. Balok B1D

Tabel 23. Hasil Analisa Balok B1D

No.	Hasil Analisa Program SAP Berdasarkan Metode Konvensional			Data Pracetak		Persentase Selisih Luas Tulangan Metode Konvensional dan Pracetak	
	Lokasi	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Tul. Atas	Tul. Bawah
	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		
1	0	149.357	74.381	265.465	402.124	77.74%	440.63%
2	570	80.021	80.021	265.465	402.124	231.74%	402.52%
3	1140	80.021	80.021	265.465	402.124	231.74%	402.52%
4	1710	80.021	127.01	265.465	402.124	231.74%	216.61%
5	2280	80.021	158.884	265.465	402.124	231.74%	153.09%
6	2850	80.021	161.259	265.465	402.124	231.74%	149.37%
7	3420	80.021	134.114	265.465	402.124	231.74%	199.84%

8	3990	80.021	80.021	265.465	402.124	231.74%	402.52%
9	4560	80.021	80.021	265.465	402.124	231.74%	402.52%
10	5130	185.925	80.021	265.465	402.124	42.78%	402.52%
11	5700	224.291	160.73	265.465	402.124	18.36%	150.19%
<b>Selisih Rata - rata</b>						<b>181.41%</b>	<b>302.20%</b>

## 5. Balok B1E

Tabel 24. Hasil Analisa Balok B1E

No.	Hasil Analisa Program SAP Berdasarkan Metode Konvensional			Data Pracetak		Persentase Selisih Luas Tulangan Metode Konvensional dan Pracetak	
	Lokasi	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Tul. Atas	Tul. Bawah
	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		
1	0	214.805	117.3995	530.929	157.08	147.18%	33.81%
2	533.33	205.5685	122.2495	530.929	157.08	158.49%	28.51%
3	1066.67	395.833	122.2495	530.929	157.08	34.13%	28.51%
4	1600	493.8865	128.3135	530.929	157.08	7.56%	22.45%
<b>Selisih Rata - rata</b>						<b>86.84%</b>	<b>28.32%</b>

## 2. Balok B2A

Tabel 25. Hasil Analisa Balok B2A

No.	Hasil Analisa Program SAP Berdasarkan Metode Konvensional			Data Pracetak		Persentase Selisih Luas Tulangan Metode Konvensional dan Pracetak	
	Lokasi	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Tul. Atas	Tul. Bawah
	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		
1	0	204.6028	133.6308	424.7432	212.372	108.15%	59.33%
2	550	67.428	67.428	424.7432	212.372	531.71%	215.86%
3	1100	67.428	142.9072	212.372	212.372	215.86%	48.71%
4	1650	67.428	152.1764	212.372	212.372	215.86%	39.74%
5	2200	67.428	142.3806	212.372	212.372	215.86%	49.29%
6	2750	67.428	67.428	424.7432	212.372	531.71%	215.86%
7	3300	208.644	136.211	424.7432	212.372	104.19%	56.37%
<b>Selisih Rata - rata</b>						<b>274.76%</b>	<b>97.88%</b>

## 2. Balok B2B

Tabel 26. Hasil Analisa Balok B2B

No.	Hasil Analisa Program SAP Berdasarkan Metode Konvensional			Data Pracetak		Persentase Selisih Luas Tulangan Metode Konvensional dan Pracetak	
	Lokasi	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Tul. Atas	Tul. Bawah
	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		
1	0	157.9805	128.967	265.465	265.465	138.99%	368.95%
2	542.86	144.9905	128.814	265.465	265.465	145.46%	151.06%
3	1085.71	134.0125	140.657	265.465	265.465	152.28%	107.87%
4	1628.57	127.618	137.663	265.465	265.465	157.00%	116.69%
5	2171.43	127.618	127.618	265.465	265.465	157.00%	157.00%
6	2714.29	127.618	127.618	265.465	265.465	157.00%	157.00%
7	3257.14	169.614	127.618	265.465	265.465	57.54%	157.00%
8	3800	202.369	164.1805	265.465	265.465	32.35%	63.92%
<b>Selisih Rata - rata</b>						<b>124.70%</b>	<b>159.94%</b>

## 2. Balok B3

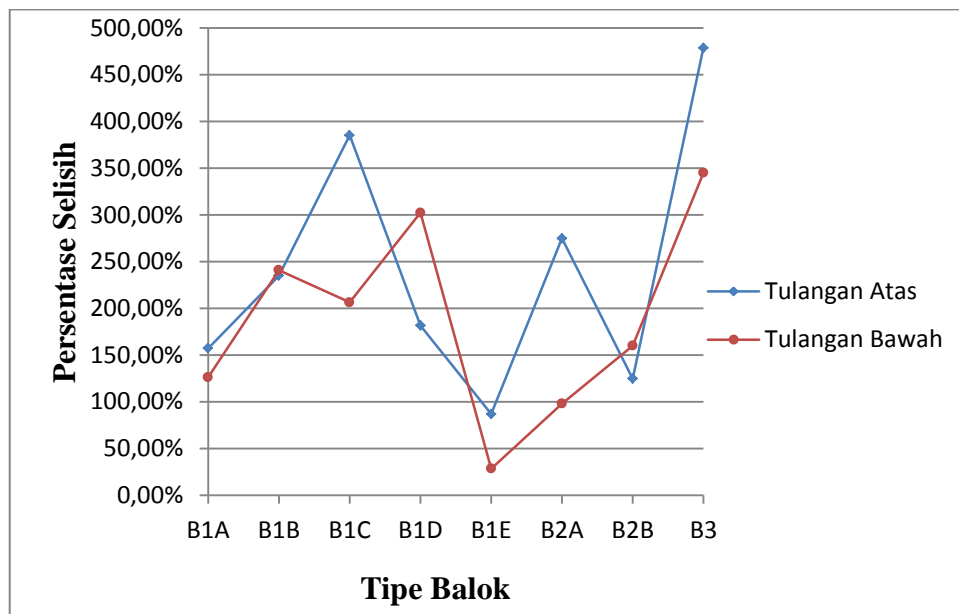
Tabel 27. Hasil Analisa Balok B3

No.	Hasil Analisa Program SAP Berdasarkan Metode Konvensional			Data Pracetak		Persentase Selisih Luas Tulangan Metode Konvensional dan Pracetak	
	Lokasi	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Luas Tul. Atas	Luas Tul. Bawah	Tul. Atas	Tul. Bawah
	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		
1	0	131.165	65.0485	314.159	265.465	157.20%	337.77%
2	550	40.371	40.371	314.159	265.465	678.27%	557.64%
3	1100	40.371	80.845	265.465	265.465	557.64%	230.55%
4	1650	40.371	104.3665	265.465	265.465	557.64%	154.36%
5	2200	40.371	81.491	265.465	265.465	557.64%	227.68%
6	2750	40.371	40.371	314.159	265.465	678.27%	557.64%
7	3300	128.203	63.591	314.159	265.465	163.41%	348.27%
<b>Selisih Rata - rata</b>						<b>478.58%</b>	<b>344.84%</b>

### 4.3.3 Pembahasan Hasil Analisa SAP

Dari data pada Tabel 18 s/d Tabel 27, dapat disimpulkan bahwa penulangan pada metode pracetak berada di atas batas minimum yang diijinkan berdasarkan analisa program SAP untuk metode konvensional. Pada kolom baik kolom tipe K1 maupun K2 selisih luas tulangnya sama untuk semua bentang yaitu 10,86 % untuk balok tipe K1 dan 11,67 % untuk tipe K2. Sedangkan pada balok untuk semua tipe, selisih luas tulangnya memiliki nilai yang beragam baik untuk penulangan atas maupun bawah. Selisih luas tulangan rata-rata penulangan atas/bawah balok tipe B1A, B1B, B1C, B1D, B1E, B2A, B2B, dan B3 yaitu 157,17%/126,15%, 234,83%/240,68%, 385,15%/206,23%, 181,41%/302,20%, 86,84%/28,32%, 274,76%/97,88%, 124,70%/159,94%, dan 478,58%/344,84%.

**Grafik 1.** Selisih Luas Tulangan Atas dan Bawah Balok  
Hasil Analisa SAP dengan Data Pracetak



#### 4.4. Perhitungan Estimasi Biaya Metode Konvensional

Perhitungan estimasi biaya metode konvensional didapat dengan rumusan :

“ Total harga = Volume x Harga satuan”

##### 4.4.1. Harga Satuan

Perhitungan harga satuan untuk metode konvensional menggunakan acuan SNI (Standar Nasional Indonesia). Harga satuan yang akan dihitung meliputi harga satuan beton (1 portland cement : 2 pasir : 3 kerikil), bekisting balok, bekisting pelat, bekisting kolom, penulangan besi ulir, dan penulangan besi polos.

**Tabel 28.** Tabel Perhitungan Harga Satuan Beton

<b>1 m<sup>3</sup> Membuat beton f'c=29,05 Mpa (K350)</b>						
<b>BAHAN</b>						
	Kebutuhan	Satuan		Harga		
Semen portland	439.9375	kg	x	Rp 808.50	=	Rp 355,689
Pasir beton	669.6875	kg	x	Rp 47.50	=	Rp 31,810
Koral pecah 1/2	1005.375	kg	x	Rp 105.88	=	Rp 106,444
					=	<b>Rp 493,944</b>
						+
<b>UPAH KERJA</b>						
	Kebutuhan	Satuan		Harga		
Pekerja	2.1	oh	x	Rp 29,000	=	Rp 60,900
Tukang	0.35	oh	x	Rp 38,000	=	Rp 13,300
Kepala tukang	0.035	oh	x	Rp 41,000	=	Rp 1,435
Mandor	0.105	oh	x	Rp 42,500	=	Rp 4,463
					=	<b>Rp 80,098</b>
						+

**Tabel 29.** Tabel Perhitungan Harga Satuan Bekisting Kolom

<b>1 m<sup>2</sup> Pasang bekisting kolom</b>						
<b>BAHAN</b>						
	Kebutuhan	Satuan		Harga		
Kayu kelas III	0.04	m <sup>3</sup>	x	Rp 1,950,000	=	Rp 78,000
Paku biasa (5cm - 12 cm)	0.4	Kg	x	Rp 8,200	=	Rp 3,280
Minyak bekisting	0.2	Lt	x	Rp 6,000	=	Rp 1,200
Balok kayu kelas II	0.015	m <sup>3</sup>	x	Rp 2,100,000	=	Rp 31,500
Plywood 9 mm	0.35	Lbr	x	Rp 95,000	=	Rp 33,250
Dolken kayu galam (Ø8-10 cm)	2	Btg	x	Rp 8,000	=	Rp 16,000
					=	<b>Rp 163,230</b>
						+
<b>UPAH KERJA</b>						
	Kebutuhan	Satuan		Harga		
Pekerja	0.66	oh	x	Rp 29,000	=	Rp 19,140
Tukang	0.33	oh	x	Rp 38,000	=	Rp 12,540
Kepala tukang	0.033	oh	x	Rp 41,000	=	Rp 1,353
Mandor	0.033	oh	x	Rp 42,500	=	Rp 1,403
					=	<b>Rp 34,436</b>
						+

**Tabel 30.** Tabel Perhitungan Harga Satuan Bekisting Pelat

<b>1 m<sup>2</sup> Pasang bekisting balok</b>						
<b>BAHAN</b>						
	Kebutuhan	Satuan		Harga		
Kayu kelas III	0.04	m <sup>3</sup>	x	Rp 1,950,000	=	Rp 78,000
Paku Biasa	0.4	Kg	x	Rp 8,200	=	Rp 3,280
Minyak bekisting	0.2	Lt	x	Rp 6,000	=	Rp 1,200
Balok kayu kelasII	0.018	m <sup>3</sup>	x	Rp 2,100,000	=	Rp 37,800
Plywood 9mm	0.35	Lbr	x	Rp 95,000	=	Rp 33,250
Dolken Kayu Galam	2	Btg	x	Rp 8,000	=	Rp 16,000
					=	<b>Rp 169,530</b>
						+
<b>UPAH KERJA</b>						
	Kebutuhan	Satuan		Harga		
Pekerja	0.66	oh	x	Rp 29,000	=	Rp 19,140
Tukang	0.33	oh	x	Rp 38,000	=	Rp 12,540
Kepala tukang	0.033	oh	x	Rp 41,000	=	Rp 1,353
Mandor	0.033	oh	x	Rp 42,500	=	Rp 1,403
					=	<b>Rp 34,436</b>
						+

**Tabel 31.** Tabel Perhitungan Harga Satuan Bekisting Balok

<b>1 m<sup>2</sup> Pasang bekisting plat</b>						
<b>BAHAN</b>						
	Kebutuhan	Satuan		Harga		
Kayu kelas III	0.04	m <sup>3</sup>	x	Rp 1,950,000	=	Rp 78,000
Paku Biasa	0.4	Kg	x	Rp 8,200	=	Rp 3,280
Minyak bekisting	0.2	Lt	x	Rp 6,000	=	Rp 1,200
Balok kayu kelas II	0.015	m <sup>3</sup>	x	Rp 2,100,000	=	Rp 31,500
Plywood 9mm	0.35	Lbr	x	Rp 95,000	=	Rp 33,250
Dolken Kayu Galam	6	Btg	x	Rp 8,000	=	Rp 48,000 +
					=	<b>Rp 195,230</b>
<b>UPAH KERJA</b>						
	Kebutuhan	Satuan		Harga		
Pekerja	0.66	oh	x	Rp 29,000	=	Rp 19,140
Tukang	0.33	oh	x	Rp 38,000	=	Rp 12,540
Kepala tukang	0.033	oh	x	Rp 41,000	=	Rp 1,353
Mandor	0.033	oh	x	Rp 42,500	=	Rp 1,403
					=	<b>Rp 34,436 +</b>

**Tabel 32** Tabel Perhitungan Harga Satuan Penulangan Besi Ulir

<b>1 Kg pembesian dengan Besi Ulir</b>						
<b>BAHAN</b>						
	Kebutuhan	Satuan		Harga		
Besi beton	1.05	Kg	x	Rp 9,000	=	Rp 9,450
Kawat beton (bendrat)	0.015	Kg	x	Rp 11,525	=	Rp 173 +
					=	<b>Rp 9,623</b>
<b>UPAH KERJA</b>						
	Kebutuhan	Satuan		Harga		
Pekerja	0.007	oh	x	Rp 29,000	=	Rp 203
Tukang	0.007	oh	x	Rp 38,000	=	Rp 266
Kepala tukang	0.0007	oh	x	Rp 41,000	=	Rp 29
Mandor	0.0004	oh	x	Rp 42,500	=	Rp 17 +
					=	<b>Rp 515</b>



**Tabel 33.** Tabel Perhitungan Harga Satuan Penulangan Besi Polos

<b>1 Kg pembesian dengan Besi Ulir</b>							
<b>BAHAN</b>							
	Kebutuhan	Satuan		Harga			
Besi beton	1.05	Kg	x	Rp 8,300	=	Rp	8,715
Kawat beton (bendrat)	0.015	Kg	x	Rp 11,525	=	Rp	173
						<b>Rp</b>	<b>8,888</b>
							+
<b>UPAH KERJA</b>							
	Kebutuhan	Satuan		Harga			
Pekerja	0.007	oh	x	Rp 29,000	=	Rp	203
Tukang	0.007	oh	x	Rp 38,000	=	Rp	266
Kepala tukang	0.0007	oh	x	Rp 41,000	=	Rp	29
Mandor	0.0004	oh	x	Rp 42,500	=	Rp	17
						<b>Rp</b>	<b>515</b>
							+

Harga satuan kemudian dibuat dalam per 1 m<sup>3</sup> beton tiap-tiap struktur, sehingga memudahkan perhitungan estimasi biaya. Harga satuan per m<sup>3</sup> dapat dilihat pada Tabel 34 s/d Tabel 77.

**Tabel 34.** Tabel Harga Satuan Material Kolom K1 (35 x 50)

<b>1 M3 Kolom K1 35 x 50</b>							
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp	493,944
51.885	Kg	Pembesian Ulir D19	@	Rp 9,623	=	Rp	499,289
36.794	Kg	Pembesian Ulir D16	@	Rp 9,623	=	Rp	354,069
24.619	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 8,888	=	Rp	218,814
9.714	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 81,615	=	Rp	792,808
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp</b>	<b>2,358,924</b>

**Tabel 35.** Tabel Harga Satuan Material Kolom K2 (30 x 40)

<b>1 M3 Kolom K2 30 x 40</b>							
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp	493,944
53.658	Kg	Pembesian Ulir D16	@	Rp 9,623	=	Rp	516,351
35.423	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 9,623	=	Rp	340,876
29	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 8,888	=	Rp	257,752
11.666	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 81,615	=	Rp	952,121
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp</b>	<b>2,561,043</b>

**Tabel 36.** Tabel Harga Satuan Material Balok B1A (25 x 50)

<b>1 M3 Balok B1A 25 x 50</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
25.757	Kg	Pembesian Ulir D16	@	Rp 9,623	=	Rp 247,860
29.756	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 9,623	=	Rp 286,342
44.191	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 8,888	=	Rp 392,770
12.5	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 84,765	=	Rp 1,059,563
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 2,480,478</b>

**Tabel 37.** Harga Satuan Material Balok B1B (25 x 50)

<b>1 M3 Balok B1B 25 x 50</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
25.757	Kg	Pembesian Ulir D16	@	Rp 9,623	=	Rp 247,860
25.505	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 9,623	=	Rp 245,435
44.191	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 8,888	=	Rp 392,770
12.5	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 84,765	=	Rp 1,059,563
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 2,439,570</b>

**Tabel 38.** Harga Satuan Material Balok B1C (25 x 50)

<b>1 M3 Balok B1C 25 x 50</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
36.321	Kg	Pembesian Ulir D19	@	Rp 9,623	=	Rp 349,517
25.757	Kg	Pembesian Ulir D16	@	Rp 9,623	=	Rp 247,860
12.753	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 9,623	=	Rp 122,722
44.191	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 8,888	=	Rp 392,770
12.5	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 84,765	=	Rp 1,059,563
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 2,666,375</b>

**Tabel 39.** Harga Satuan Material Balok B1D (25 x 50)

<b>1 M3 Balok B1D 25 x 50</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
25.757	Kg	Pembesian Ulir D16	@	Rp 9,623	=	Rp 247,860
17.004	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 9,623	=	Rp 163,629
30.934	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 8,888	=	Rp 274,941
12.5	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 84,765	=	Rp 1,059,563
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 2,239,937</b>

**Tabel 40.** Harga Satuan Material Balok B1E (25 x 50)

<b>1 M3 Balok B1E 25 x 50</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
25.505	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 9,623	=	Rp 245,435
10.061	Kg	Pembesian Polos D10	@	Rp 8,888	=	Rp 89,422
44.191	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 8,888	=	Rp 392,770
12.5	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 84,765	=	Rp 1,059,563
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 2,281,133</b>

**Tabel 41.** Harga Satuan Material Balok B2A (20 x 30)

<b>1 M3 Balok B2A 20 x 30</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
42.509	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 9,623	=	Rp 409,064
28.408	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 8,888	=	Rp 252,490
8.333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 84,765	=	Rp 706,347
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,861,845</b>

**Tabel 42.** Harga Satuan Material Balok B2B (20 x 30)

<b>1 M3 Balok B2B 20 x 30</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
34.007	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 9,623	=	Rp 327,249
19.886	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 8,888	=	Rp 176,747
8.333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 84,765	=	Rp 706,347
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,704,287</b>

**Tabel 43.** Harga Satuan Material Balok B1A (25 x 50)

<b>1 M3 Balok B3 20 x 30</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
25.505	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 9,623	=	Rp 245,435
10.061	Kg	Pembesian Ulir D10	@	Rp 9,623	=	Rp 96,817
28.408	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 8,888	=	Rp 252,490
8.333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 84,765	=	Rp 706,347
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,795,033</b>

**Tabel 44.** Harga Satuan Material Pelat Tipe 1

<b>1 M3 Pelat Tipe P1</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
50.3475	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 5,258	=	Rp 264,702
5.5485	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 5,048	=	Rp 28,006
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 97,615	=	Rp 813,458
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,600,110</b>

**Tabel 45.** Harga Satuan Material Pelat Tipe 2

<b>1 M3 Pelat Tipe P2</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
30.825	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 5,258	=	Rp 162,062
7.398	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 5,048	=	Rp 37,341
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 97,615	=	Rp 813,458
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,506,806</b>

**Tabel 46.** Harga Satuan Material Pelat Tipe 3

<b>1 M3 Pelat Tipe P3</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
53.94375	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 5,258	=	Rp 283,609
5.5485	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 5,048	=	Rp 28,006
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 97,615	=	Rp 813,458
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,619,017</b>

**Tabel 47.** Harga Satuan Material Pelat Tipe 4

<b>1 M3 Pelat Tipe P4</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
43.66875	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 5,258	=	Rp 229,588
5.5485	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 5,048	=	Rp 28,006
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 97,615	=	Rp 813,458
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,564,997</b>

**Tabel 48.** Harga Satuan Material Pelat Tipe 5

<b>1 M3 Pelat Tipe P5</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
46.2375	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 5,258	=	Rp 243,094
5.5485	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 5,048	=	Rp 28,006
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 97,615	=	Rp 813,458
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,578,502</b>

**Tabel 49.** Harga Satuan Material Pelat Tipe 6

<b>1 M3 Pelat Tipe P6</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
48.80625	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 5,258	=	Rp 256,599
7.398	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 5,048	=	Rp 37,341
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 97,615	=	Rp 813,458
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,601,342</b>

**Tabel 50.** Harga Satuan Material Pelat Tipe 7

<b>1 M3 Pelat Tipe P7</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
25.6875	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 5,258	=	Rp 135,052
5.5485	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 5,048	=	Rp 28,006
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 97,615	=	Rp 813,458
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,470,460</b>

**Tabel 51.** Harga Satuan Material Pelat Tipe 8

<b>1 M3 Pelat Tipe P8</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
51.375	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 5,258	=	Rp 270,104
5.5485	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 5,048	=	Rp 28,006
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 97,615	=	Rp 813,458
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,605,512</b>

**Tabel 52.** Harga Satuan Material Pelat Tipe 9

<b>1 M3 Pelat Tipe P9</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
57.3345	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 5,258	=	Rp 301,436
4.4388	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 5,048	=	Rp 22,405
10	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 97,615	=	Rp 976,150
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,793,935</b>

**Tabel 53.** Harga Satuan Material Pelat Tipe P10

<b>1 M3 Pelat Tipe P10</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
96.174	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 5,258	=	Rp 505,635
19.2348	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 5,048	=	Rp 97,088
6.6667	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 97,615	=	Rp 650,770
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,747,437</b>

**Tabel 54.** Harga Satuan Material Pelat Tipe P11

<b>1 M3 Pelat Tipe P11</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
38.8395	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 5,258	=	Rp 204,199
4.4388	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 5,048	=	Rp 22,405
10	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 97,615	=	Rp 976,150
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,696,698</b>

**Tabel 55.** Harga Satuan Material Pelat Tipe P1'

<b>1 M3 Pelat Tipe P1'</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 493,944	=	Rp 493,944
50.553	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 5,258	=	Rp 265,782
6.6582	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 5,048	=	Rp 33,607
10	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 97,615	=	Rp 976,150
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 1,769,484</b>

**Tabel 56.** Tabel Harga Satuan Upah Kolom K1 (35 x 50)

<b>1 M3 Kolom K1 35 x 50</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
51.885	Kg	Pembesian Ulir D19	@	Rp 515	=	Rp 26,705
36.794	Kg	Pembesian Ulir D16	@	Rp 515	=	Rp 18,938
24.619	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 515	=	Rp 12,671
9.714	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 167,253
				<b>Jumlah</b>	<b>=</b>	<b>Rp 305,665</b>

**Tabel 57.** Tabel Harga Satuan Upah Kolom K2 (30 x 40)

<b>1 M3 Kolom K2 30 x 40</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
53.658	Kg	Pembesian Ulir D16	@	Rp 515	=	Rp 27,618
35.423	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 515	=	Rp 18,232
29	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 515	=	Rp 14,926
11.666	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 200,862
				<b>Jumlah</b>	<b>=</b>	<b>Rp 341,736</b>

**Tabel 58.** Tabel Harga Satuan Upah Balok B1A (25 x 50)

<b>1 M3 Balok B1A 25 x 50</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
25.757	Kg	Pembesian Ulir D16	@	Rp 515	=	Rp 13,257
29.756	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 515	=	Rp 15,315
44.191	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 515	=	Rp 22,745
12.5	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 215,222
				<b>Jumlah</b>	<b>=</b>	<b>Rp 346,637</b>

**Tabel 59.** Harga Satuan Upah Balok B1B (25 x 50)

<b>1 M3 Balok B1B 25 x 50</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
25.757	Kg	Pembesian Ulir D16	@	Rp 515	=	Rp 13,257
25.505	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 515	=	Rp 13,127
44.191	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 515	=	Rp 22,745
12.5	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 215,222
				<b>Jumlah</b>	<b>=</b>	<b>Rp 344,449</b>

**Tabel 60.** Harga Satuan Upah Balok B1C (25 x 50)

<b>1 M3 Balok B1C 25 x 50</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
36.321	Kg	Pembesian Ulir D19	@	Rp 515	=	Rp 18,694
25.757	Kg	Pembesian Ulir D16	@	Rp 515	=	Rp 13,257
12.753	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 515	=	Rp 6,564
44.191	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 515	=	Rp 22,745
12.5	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 215,222
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 356,580</b>

**Tabel 61.** Harga Satuan Upah Balok B1D (25 x 50)

<b>1 M3 Balok B1D 25 x 50</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
25.757	Kg	Pembesian Ulir D16	@	Rp 515	=	Rp 13,257
17.004	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 515	=	Rp 8,752
30.934	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 515	=	Rp 15,922
12.5	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 215,222
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 333,250</b>

**Tabel 62.** Harga Satuan Upah Balok B1E (25 x 50)

<b>1 M3 Balok B1E 25 x 50</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
25.505	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 515	=	Rp 13,127
10.061	Kg	Pembesian Polos D10	@	Rp 515	=	Rp 5,178
44.191	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 515	=	Rp 22,745
12.5	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 215,222
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 336,370</b>

**Tabel 63.** Harga Satuan Upah Balok B2A (20 x 30)

<b>1 M3 Balok B2A 20 x 30</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
42.509	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 515	=	Rp 21,879
28.408	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 515	=	Rp 14,622
8.333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 143,476
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 260,074</b>



**Tabel 64.** Harga Satuan Upah Balok B2B (20 x 30)

<b>1 M3 Balok B2B 20 x 30</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
34.007	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 515	=	Rp 17,503
19.886	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 515	=	Rp 10,235
8.333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 143,476
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 251,312</b>

**Tabel 65.** Harga Satuan Upah Balok B3 (20 x 30)

<b>1 M3 Balok B3 20 x 30</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
25.505	Kg	Pembesian Ulir D13	@	Rp 515	=	Rp 13,127
10.061	Kg	Pembesian Ulir D10	@	Rp 515	=	Rp 5,178
28.408	Kg	Pembesian Polos Ø8	@	Rp 515	=	Rp 14,622
8.333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 143,476
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 256,500</b>

**Tabel 66.** Harga Satuan Upah Pelat Tipe 1

<b>1 M3 Pelat Tipe P1</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
50.3475	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 515	=	Rp 25,914
5.5485	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 515	=	Rp 2,856
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 143,481
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 252,348</b>

**Tabel 67.** Harga Satuan Upah Pelat Tipe 2

<b>1 M3 Pelat Tipe P2</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
30.825	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 515	=	Rp 15,866
7.398	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 515	=	Rp 3,808
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 143,481
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 243,252</b>

**Tabel 68.** Harga Satuan Upah Pelat Tipe 3

<b>1 M3 Pelat Tipe P3</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
53.94375	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 515	=	Rp 27,765
5.5485	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 515	=	Rp 2,856
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 143,481
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 254,199</b>

**Tabel 69.** Harga Satuan Upah Pelat Tipe 4

<b>1 M3 Pelat Tipe P4</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
43.66875	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 515	=	Rp 22,476
5.5485	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 515	=	Rp 2,856
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 143,481
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 248,911</b>

**Tabel 70.** Harga Satuan Upah Pelat Tipe 5

<b>1 M3 Pelat Tipe P5</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
46.2375	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 515	=	Rp 23,798
5.5485	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 515	=	Rp 2,856
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 143,481
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 250,233</b>

**Tabel 71.** Harga Satuan Upah Pelat Tipe 6

<b>1 M3 Pelat Tipe P6</b>						
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp 80,098
48.80625	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 515	=	Rp 25,121
7.398	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 515	=	Rp 3,808
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp 143,481
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp 252,507</b>

**Tabel 72.** Harga Satuan Upah Pelat Tipe 7

<b>1 M3 Pelat Tipe P7</b>							
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp	80,098
25.6875	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 515	=	Rp	13,221
5.5485	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 515	=	Rp	2,856
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp	143,481
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp</b>	<b>239,656</b>

**Tabel 73.** Harga Satuan Upah Pelat Tipe 8

<b>1 M3 Pelat Tipe P8</b>							
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp	80,098
51.375	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 515	=	Rp	26,443
5.5485	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 515	=	Rp	2,856
8.33333	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp	143,481
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp</b>	<b>252,877</b>

**Tabel 74.** Harga Satuan Upah Pelat Tipe 9

<b>1 M3 Pelat Tipe P9</b>							
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp	80,098
57.3345	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 515	=	Rp	29,510
4.4388	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 515	=	Rp	2,285
10	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp	172,178
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp</b>	<b>284,070</b>

**Tabel 75.** Harga Satuan Upah Pelat Tipe 10

<b>1 M3 Pelat Tipe P10</b>							
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	=	Rp	80,098
96.174	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 515	=	Rp	49,501
19.2348	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 515	=	Rp	9,900
6.6667	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	=	Rp	114,786
				<b>Jumlah</b>	=	<b>Rp</b>	<b>254,284</b>

**Tabel 76.** Harga Satuan Upah Pelat Tipe 11

<b>1 M3 Pelat Tipe P11</b>					
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	= Rp 80,098
38.8395	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 515	= Rp 19,991
4.4388	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 515	= Rp 2,285
10	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	= Rp 172,178
				<b>Jumlah</b>	<b>= Rp 274,550</b>

**Tabel 77.** Harga Satuan Upah Pelat Tipe P1'

<b>1 M3 Pelat Tipe P1'</b>					
1	M3	Beton f'c = 29,05 MPa (K350)	@	Rp 80,098	= Rp 80,098
50.553	Kg	Pembesian Polos Ø10	@	Rp 515	= Rp 26,020
6.6582	Kg	Pembesian Polos Ø6	@	Rp 515	= Rp 3,427
10	M2	Bekisting Struktur + Scaffolding	@	Rp 17,218	= Rp 172,178
				<b>Jumlah</b>	<b>= Rp 281,722</b>

#### 4.4.2. Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya dapat dilihat pada Tabel 78.

**Tabel 78.** Rencana Anggaran Biaya Metode Konvensional

No.	Uraian Pekerjaan	Sat.	Vol.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				( Rp )	( Rp )
<b>A</b>	<b>Pekerjaan Struktur Lantai I</b>				
1	Kolom K1	m <sup>3</sup>	26.180	2,646,943.80	69,296,988.72
2	Kolom K2	m <sup>3</sup>	16.320	2,885,975.23	47,099,115.78
<b>Sub Total Pekerjaan Struktur Lantai I</b>					<b>116,396,104.50</b>
<b>B</b>	<b>Pekerjaan Struktur Lantai II</b>				
1	Kolom K1	m <sup>3</sup>	22.050	2,646,943.80	58,365,110.82
2	Kolom K2	m <sup>3</sup>	14.400	2,885,975.23	41,558,043.34
3	Balok B1A	m <sup>3</sup>	20.800	2,816,027.44	58,573,370.68
4	Balok B1B	m <sup>3</sup>	5.100	2,773,778.17	14,146,268.65
5	Balok B1C	m <sup>3</sup>	2.525	3,008,024.12	7,595,260.90
6	Balok B1D	m <sup>3</sup>	1.320	2,564,626.00	3,385,306.32
7	Balok B1E	m <sup>3</sup>	3.700	2,610,530.82	9,658,964.04
8	Balok B2A	m <sup>3</sup>	12.810	2,113,471.37	27,073,568.23

9	Balok B2B	m <sup>3</sup>	0.168	1,948,838.36	327,404.84
10	Balok B3	m <sup>3</sup>	4.392	2,044,472.56	8,979,323.49
11	Pelat P1	m <sup>3</sup>	59.841	1,852,458.45	110,852,965.84
12	Pelat P2	m <sup>3</sup>	11.858	1,750,057.97	20,752,887.47
13	Pelat P3	m <sup>3</sup>	4.875	1,873,216.72	9,132,156.30
14	Pelat P4	m <sup>3</sup>	1.272	1,813,907.36	2,307,725.51
15	Pelat P5	m <sup>3</sup>	1.889	1,828,734.70	3,453,675.21
16	Pelat P6	m <sup>3</sup>	1.684	1,853,849.34	3,121,140.76
17	Pelat P1'	m <sup>3</sup>	1.662	2,051,205.31	3,409,616.03
<b>Sub Total Pekerjaan Struktur Lantai II</b>					<b>382,692,788.43</b>
<b>C Pekerjaan Struktur Lantai III</b>					
1	Kolom K1	m <sup>3</sup>	22.050	2,646,943.80	58,365,110.82
2	Kolom K2	m <sup>3</sup>	14.400	2,885,975.23	41,558,043.34
3	Balok B1A	m <sup>3</sup>	20.800	2,816,027.44	58,573,370.68
4	Balok B1B	m <sup>3</sup>	5.100	2,773,778.17	14,146,268.65
5	Balok B1C	m <sup>3</sup>	2.525	3,008,024.12	7,595,260.90
6	Balok B1E	m <sup>3</sup>	3.700	2,610,530.82	9,658,964.04
7	Balok B2A	m <sup>3</sup>	12.810	2,113,471.37	27,073,568.23
8	Balok B3	m <sup>3</sup>	4.392	2,044,472.56	8,979,323.49
9	Pelat P1	m <sup>3</sup>	59.841	1,852,458.45	110,852,965.84
10	Pelat P2	m <sup>3</sup>	11.858	1,750,057.97	20,752,887.47
11	Pelat P3	m <sup>3</sup>	4.875	1,873,216.72	9,132,156.30
12	Pelat P4	m <sup>3</sup>	1.272	1,813,907.36	2,307,725.51
13	Pelat P5	m <sup>3</sup>	1.889	1,828,734.70	3,453,675.21
14	Pelat P6	m <sup>3</sup>	1.684	1,853,849.34	3,121,140.76
<b>Sub Total Pekerjaan Struktur Lantai III</b>					<b>375,570,461.23</b>
<b>D Pekerjaan Struktur Lantai IV</b>					
1	Kolom K1	m <sup>3</sup>	22.050	2,646,943.80	58,365,110.82
2	Kolom K2	m <sup>3</sup>	14.400	2,885,975.23	41,558,043.34
3	Balok B1A	m <sup>3</sup>	20.800	2,816,027.44	58,573,370.68
4	Balok B1B	m <sup>3</sup>	5.100	2,773,778.17	14,146,268.65
5	Balok B1C	m <sup>3</sup>	2.525	3,008,024.12	7,595,260.90
6	Balok B1E	m <sup>3</sup>	3.700	2,610,530.82	9,658,964.04
7	Balok B2A	m <sup>3</sup>	12.810	2,113,471.37	27,073,568.23
8	Balok B3	m <sup>3</sup>	4.392	2,044,472.56	8,979,323.49
9	Pelat P1	m <sup>3</sup>	59.841	1,852,458.45	110,852,965.84
10	Pelat P2	m <sup>3</sup>	11.858	1,750,057.97	20,752,887.47
11	Pelat P3	m <sup>3</sup>	4.875	1,873,216.72	9,132,156.30
12	Pelat P4	m <sup>3</sup>	1.272	1,813,907.36	2,307,725.51
13	Pelat P5	m <sup>3</sup>	1.889	1,828,734.70	3,453,675.21

14	Pelat P6	m <sup>3</sup>	1.684	1,853,849.34	3,121,140.76
<b>Sub Total Pekerjaan Struktur Lantai IV</b>					<b>375,570,461.23</b>
<b>E</b>	<b>Pekerjaan Struktur Lantai V</b>				
1	Kolom K1	m <sup>3</sup>	22.050	2,646,943.80	58,365,110.82
2	Kolom K2	m <sup>3</sup>	14.400	2,885,975.23	41,558,043.34
3	Balok B1A	m <sup>3</sup>	20.800	2,816,027.44	58,573,370.68
4	Balok B1B	m <sup>3</sup>	5.100	2,773,778.17	14,146,268.65
5	Balok B1C	m <sup>3</sup>	2.525	3,008,024.12	7,595,260.90
6	Balok B1E	m <sup>3</sup>	3.700	2,610,530.82	9,658,964.04
7	Balok B2A	m <sup>3</sup>	12.810	2,113,471.37	27,073,568.23
8	Balok B3	m <sup>3</sup>	4.392	2,044,472.56	8,979,323.49
9	Pelat P1	m <sup>3</sup>	59.841	1,852,458.45	110,852,965.84
10	Pelat P2	m <sup>3</sup>	11.858	1,750,057.97	20,752,887.47
11	Pelat P3	m <sup>3</sup>	4.875	1,873,216.72	9,132,156.30
12	Pelat P4	m <sup>3</sup>	1.272	1,813,907.36	2,307,725.51
13	Pelat P5	m <sup>3</sup>	1.889	1,828,734.70	3,453,675.21
14	Pelat P6	m <sup>3</sup>	1.684	1,853,849.34	3,121,140.76
<b>Sub Total Pekerjaan Struktur Lantai V</b>					<b>375,570,461.23</b>
<b>F</b>	<b>Pekerjaan Struktur Lantai VI</b>				
1	Kolom K1	m <sup>3</sup>	1.400	2,646,943.80	3,705,721.32
2	Balok B1A	m <sup>3</sup>	20.800	2,816,027.44	58,573,370.68
3	Balok B1B	m <sup>3</sup>	5.100	2,773,778.17	14,146,268.65
4	Balok B1C	m <sup>3</sup>	2.525	3,008,024.12	7,595,260.90
5	Balok B1D	m <sup>3</sup>	1.125	2,564,626.00	2,885,204.25
6	Balok B1E	m <sup>3</sup>	3.700	2,610,530.82	9,658,964.04
7	Balok B2A	m <sup>3</sup>	12.042	2,113,471.37	25,450,422.22
8	Balok B2B	m <sup>3</sup>	1.170	1,948,838.36	2,280,140.88
9	Balok B3	m <sup>3</sup>	9.150	2,044,472.56	18,706,923.93
10	Pelat P1	m <sup>3</sup>	7.979	1,852,458.45	14,780,395.45
11	Pelat P2	m <sup>3</sup>	11.858	1,750,057.97	20,752,887.47
12	Pelat P3	m <sup>3</sup>	4.875	1,873,216.72	9,132,156.30
13	Pelat P5	m <sup>3</sup>	1.889	1,828,734.70	3,453,675.21
13	Pelat P7	m <sup>3</sup>	5.948	1,710,115.99	10,170,914.87
14	Pelat P8	m <sup>3</sup>	2.269	1,858,389.38	4,217,057.18
14	Pelat P9	m <sup>3</sup>	1.209	2,078,004.73	2,512,307.71
15	Pelat P10	m <sup>3</sup>	2.105	2,001,720.50	4,212,620.78
15	Pelat P11	m <sup>3</sup>	1.656	1,971,247.89	3,264,386.50
<b>Sub Total Pekerjaan Struktur Lantai VI</b>					<b>215,498,678.35</b>
<b>Total Pekerjaan Struktur Konvensional</b>					<b>1,841,298,954.96</b>
<b>Total Pekerjaan Struktur Konvensional (pembulatan)</b>					<b>1,841,298,900.00</b>

#### 4.5. Penjadwalan Metode Konvensional

Penjadwalan konstruksi dibuat dengan rumusan sebagai berikut:

$$\text{Durasi Pekerjaan} = \frac{\text{Volume pekerjaan} \times \text{Produktifitas}}{\text{Jumlah pekerja} \times \text{Lama 1 hari kerja efektif}} \quad [\text{hari}]$$

##### 4.5.1. Produktifitas

Produktifitas diambil dari buku “Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan”.

**Tabel 79.** Tabel Produktifitas Bekisting Kolom

Bekisting kolom	Referensi	Dipakai
Menyetel	4-8 Jam/10 m <sup>2</sup>	6 Jam/10 m <sup>2</sup>
Memasang	2-4 Jam/10 m <sup>2</sup>	3 Jam/10 m <sup>2</sup>
Mambuka & membersihkan	2-4 Jam/10 m <sup>2</sup>	3 Jam/10 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>		<b><u>12</u> Jam/10 m<sup>2</sup></b>
		<b>1,2 Jam/m<sup>2</sup></b>

**Tabel 80.** Tabel Produktifitas Bekisting Balok

Bekisting balok	Referensi	Dipakai
Menyetel	6-10 Jam/10 m <sup>2</sup>	8 Jam/10 m <sup>2</sup>
Memasang	3-4 Jam/10 m <sup>2</sup>	3 Jam/10 m <sup>2</sup>
Mambuka & membersihkan	2-5 Jam/10 m <sup>2</sup>	4 Jam/10 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>		<b><u>15</u> Jam/10 m<sup>2</sup></b>
		<b>1,5 Jam/m<sup>2</sup></b>

**Tabel 81.** Tabel Produktifitas Bekisting Lantai

Bekisting lantai	Referensi	Dipakai
Menyetel	3-8 Jam/10 m <sup>2</sup>	4 Jam/10 m <sup>2</sup>
Memasang	2-4 Jam/10 m <sup>2</sup>	3 Jam/10 m <sup>2</sup>
Mambuka & membersihkan	2-4 Jam/10 m <sup>2</sup>	3 Jam/10 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>		<b><u>10</u> Jam/10 m<sup>2</sup></b>
		<b>1 Jam/m<sup>2</sup></b>

**Tabel 82.** Tabel Produktifitas Penulangan Diameter 10

Penulangan diameter 10			Referensi	Dipakai
Pembengkokan	2-4	Jam/100 m	3	Jam/100 m
Mambuat kait	3-6	Jam/100 m	5	Jam/100 m
Memasang tulangan	5-7	Jam/100 m	6	Jam/100 m
<b>Total</b>			<b><u>14</u></b>	<b><u>Jam/100 m</u></b>
			<b>0,14</b>	<b>Jam/m</b>
			<b>0,227</b>	<b>Jam/kg</b>

**Tabel 83.** Tabel Produktifitas Penulangan Diameter 13

Penulangan diameter 13			Referensi	Dipakai
Pembengkokan	2,25-4,5	Jam/100 m	3,5	Jam/100 m
Mambuat kait	3,5-7	Jam/100 m	5,5	Jam/100 m
Memasang tulangan	5,5-7,75	Jam/100 m	6,5	Jam/100 m
<b>Total</b>			<b><u>15,5</u></b>	<b><u>Jam/100 m</u></b>
			<b>0,155</b>	<b>Jam/m</b>
			<b>0,149</b>	<b>Jam/kg</b>

**Tabel 84.** Tabel Produktifitas Penulangan Diameter 16

Penulangan diameter 16			Referensi	Dipakai
Pembengkokan	2,5-5	Jam/100 m	4	Jam/100 m
Mambuat kait	4-8	Jam/100 m	6	Jam/100 m
Memasang tulangan	6-8,5	Jam/100 m	7	Jam/100 m
<b>Total</b>			<b><u>17</u></b>	<b><u>Jam/100 m</u></b>
			<b>0,17</b>	<b>Jam/m</b>
			<b>0,108</b>	<b>Jam/kg</b>



**Tabel 85.** Tabel Produktifitas Penulangan Diameter 19

Penulangan diameter 19		Referensi	Dipakai
Pembengkokan	3-6	Jam/100 m	4,5 Jam/100 m
Mambuat kait	5-9	Jam/100 m	7 Jam/100 m
Memasang tulangan	7-9,5	Jam/100 m	8,5 Jam/100 m
<b>Total</b>			<b><u>20</u> Jam/100 m</b>
			<b>0,20 Jam/m</b>
			<b>0,09 Jam/kg</b>

**Tabel 86.** Tabel Produktifitas Pengecoran

	Referensi	Dipakai
Mencampur beton dengan mesin	1.31-2.62	Jam/m <sup>3</sup> 2 Jam/m <sup>3</sup>
Memasang beton struktural	1.31-5.24	Jam/m <sup>3</sup> 4 Jam/m <sup>3</sup>
		<b><u>6</u> Jam/m<sup>3</sup></b>

#### 4.5.2. Lama Hari Kerja

Lama hari kerja efektif diambil sama dengan lama hari kerja efektif pada metode pracetak, yaitu 7 hari dalam 1 minggu dan 16 jam dalam satu hari.

#### 4.5.3. Kebutuhan Jumlah Pekerja

Estimasi kebutuhan jumlah pekerja untuk tiap-tiap pekerjaan diambil sebagai berikut:

Kolom = 14 orang

Balok = 16 orang

Pelat = 23 orang

#### 4.5.4. Hasil Penjadwalan

Hasil dari penjadwalan adalah jadwal pekerjaan dalam bentuk kurva S, dapat dilihat pada Tabel 87.



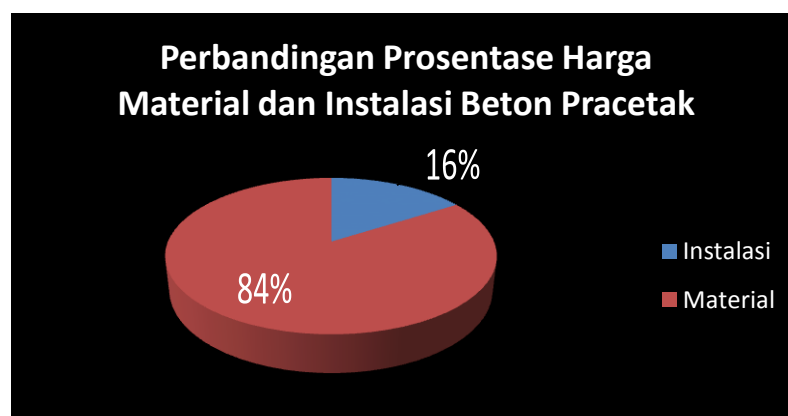
## 4.6 Konstruksi Beton Pracetak

### 4.6.1 Rencana Anggaran Biaya Metode Pracetak

Rencana anggaran biaya metode pracetak didapat langsung dari pihak kontraktor yang melaksanakannya yaitu PT. PP (Persero), hasilnya seperti pada Tabel 88.

**Tabel 88.** Tabel Rencana Anggaran Biaya Metode Pracetak

No	Spesifikasi	Harga	Prosentase
1	Material	Rp 1.996.955.184	84 %
2	Instalasi	Rp 380.372.416	16 %
<b>Harga Total</b>		<b>Rp 2.377.327.600</b>	<b>100 %</b>



**Gambar 2.** Grafik Perbandinngan Harga Material, Transportasi dan Instalasi

Grafik di atas adalah grafik prosentase perbandingan biaya dari metode pracetak, dapat dilihat bahwa biaya material mempunyai harga tertinggi, maka dapat disimpulkan pembuatan beton pracetak mempunyai harga yang relatif mahal.

### 4.6.2 Penjadwalan Metode Pracetak

Penyusunan jadwal metode pracetak juga didapat langsung dari pihak kontraktor, dapat dilihat pada Tabel 89.



#### 4.7 Perbandingan Metode Pracetak dengan Metode Konvensional

Setelah didapatkan rencana anggaran biaya dan penjadwalan dari kedua metode, maka dapat dibandingkan.

Dari hasil estimasi kedua metode didapat

Total biaya konstrukri

➤ Pracetak = Rp 2.377.327.600

➤ Konvensional = Rp 1.841.298.900

Perbedaan =  $\frac{\text{Rp } 2.377.327.600 - \text{Rp } 1.841.298.900}{\text{Rp } 2.377.327.600} \times 100\% = 22,55\%$

Rincian perbandingan biaya dapat dilihat pada Tabel 90.

**Tabel 90.** Tabel Perbandingan Anggaran Biaya Metode Pracetak dan Konvensional

No	Spesifikasi	Precast	Konvensional	Selisih	Prosentase
		Harga			
1	Material	Rp 1.996.955.184	Rp 1.608.691.700	Rp 388.263.484	72,43%
2	Instalasi	Rp 380.372.416	Rp 232.607.200	Rp 147.765.216	27,57%
		<b>Rp 2.377.327.600</b>	<b>Rp 1.841.298.900</b>	<b>Rp 536.028.700</b>	<b>22,55%</b>

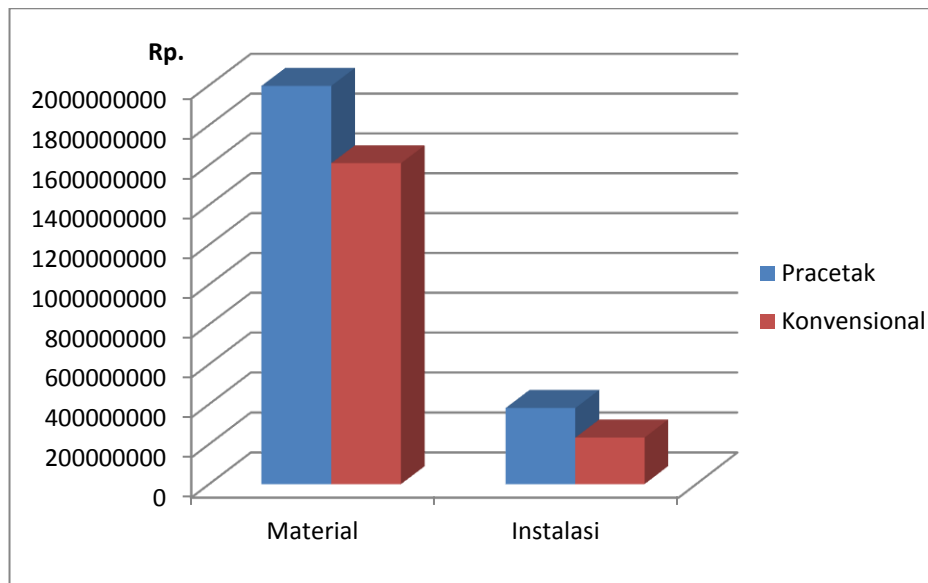
Dari data rincian Tabel 90 maka dapat dilihat bahwa perbedaan biaya yang paling besar terletak pada harga material yaitu 72,43%.. Perbedaan untuk upah mencapai 22,57%, ini disebabkan karena pada metode pracetak memakai tenaga manusia dan alat-alat berat untuk mengangkat struktur beton pracetak sedangkan pada metode konvensional hanya mengandalkan tenaga manusia.

Durasi proyek

➤ Pracetak = 37 hari

➤ Konvensional = 78 hari

$$\text{Perbedaan} = \frac{78 - 37}{78} \times 100 \% = 52,56 \%$$



**Gambar 3.** Grafik Perbandingan Harga Material dan Instalasi Kedua Metode

#### 4.7.1 Perbandingan Harga Satuan Menurut Luas Bangunan

$$\text{Luas bangunan} = 3766,426 \text{ m}^2$$

$$\text{Harga satuan pracetak} = \text{Rp } 2.377.327.600 / 3766,426 \text{ m}^2 = \text{Rp } 631.189 / \text{m}^2$$

$$\text{Harga satuan konvensional} = \text{Rp } 1.841.298.900 / 3766,426 \text{ m}^2 = \text{Rp } 488.871 / \text{m}^2$$

#### 4.7.2 Perbandingan Harga Satuan Menurut Volume Pengecoran

$$\text{Total volume cor} = 811,233 \text{ m}^3$$

$$\text{Harga satuan pracetak} = \text{Rp } 2.377.327.600 / 811,233 \text{ m}^3 = \text{Rp } 2.930.511 / \text{m}^3$$

$$\text{Harga satuan konvensional} = \text{Rp } 1.841.298.900 / 811,233 \text{ m}^3 = \text{Rp } 2.269.753 / \text{m}^3$$

#### 4.7.3 Perbandingan Progress Pelaksanaan

Perbandingan antara metode pracetak dengan metode konvensional secara progress pelaksanaan dapat dilihat pada Tabel 91.



#### **4.7.4 Analisa Metode Pracetak dan Metode Konvensional**

Dari hasil table-tabel perbandingan di atas maka dapat dibuat analisa mengapa metode pracetak mempunyai biaya yang lebih besar dan durasi proyek yang lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional.

##### **4.7.4.1 Analisa pracetak**

1. Pada saat pekerjaan kolom dasar mencapai 50% maka artinya kolom lantai 2 telah mencapai 50%. Balok lantai 1 sudah mulai dikerjakan dan dipasang.
2. Pada saat kolom lantai 2 mencapai progress 66,72%, balok lantai 3 sudah mulai dikerjakan dan dipasang.
3. Pada saat balok lantai 3 mencapai 86%, kolom lantai 3 mulai dikerjakan dan dipasang.
4. Pada saat pekerjaan balok lantai 1 mencapai 37,94%, pekerjaan pelat mulai dipasang.
5. Tiap pekerjaan dapat dilakukan overlap.
6. Progress rata-rata tiap minggu 16,667%

##### **4.7.4.2 Analisa konvensional**

1. Pekerjaan balok lantai baru dapat dipasang setelah pekerjaan kolom lantai dasar selesai 100%.
2. Pekerjaan pengecoran pada balok dan pelat lantai dilakukan bersamaan. Maka dari itu pekerjaan pengecoran balok menunggu sampai pekerjaan penulangan dan begisting pelat selesai 100%.
3. Pekerjaan kolom lantai 2 baru dapat dikerjakan setelah pekerjaan balok dan pelat lantai 1 selesai 100%.



4. Tiap pekerjaan saling menunggu satu sama lain.
5. Progress rata-rata tiap minggu 8,333%.

Dari analisa diatas dapat diambil kesimpulan bahwa metode pracetak lebih cepat 52,56% disebabkan pekerjaannya dapat dioverlap dari pekerjaan kolom dasar dioverlap dengan balok lantai 1, balok lantai 1 dengan pelat lantai 1 dan seterusnya sampai tingkat atas. Sedangkan pada metode konvensional pekerjaannya saling menunggu seperti pekerjaan balok dan pelat lantai dicor bersamaan, kemudian kolom lantai 1 menunggu pekerjaan balok dan pelat lantai 1 selesai dicor.

#### 4.7.5 Rangkuman Perbandingan Analisa Biaya dan Waktu Pracetak dengan Konvensional

**Tabel 92.** Tabel Rangkuman Perbandingan Pracetak dengan Konvensional

No.		Pracetak	Konvensional
1.	Kecepatan	Kecepatan konstruksi lebih cepat 52,56% karena tahapan pelaksanaan yang dapat dioverlap.	Kecepatan konstruksi lebih lambat karena tahapan pelaksanaan yang panjang yaitu: bekisting, penulangan, pengecoran, bongkar bekisting, pemeliharaan beton, serta pelaksanaannya saling menunggu.
2.	Biaya	Pracetak lebih tinggi biayanya 22,55% karena memakai alat berat.	Konvensional lebih rendah karena kebanyakan memakai tenaga manusia.