

BAB V PERHITUNGAN VOLUME ELEMEN STRUKTUR

Dari hasil analisa dan desain elemen struktur diatas, maka didapatkan ukuran utama struktur yang didesain dan penulangan yang dipakai pada elemen struktur tersebut. Volume struktur yang akan dihitung merupakan volume beton, volume bekisting dan pembesian tulangan dari elemen struktur pelat, balok, kolom, dan pondasi. Perhitungan volume struktur ini mengikuti aturan dari *Indonesian Standard Method of Measurement of Building Works* (ISMM). Berikut adalah ketentuan untuk perhitungan volume bekisting, beton, dan pembesian berdasarkan *Indonesian Standard Method of Measurement of Building Works* (ISMM):

1. Volume Bekisting:

- Bekisting diukur pada lapisan permukaan yang bersentuhan langsung dengan beton
- Tidak ada pengurangan yang dibuat untuk lubang atau lubang yang luasnya $< 1 \text{ m}^2$

2. Volume Beton:

- Volume beton diukur bersih tanpa pengurangan yang dibuat pada:
 - a. Bukaan yang luasnya $< 1.00 \text{ m}^2$
 - b. Pembesian
 - c. Bagian-bagian besi
 - d. Aksesoris cetakan
 - e. Pipa saluran, pipa, saluran dan sejenisnya

3. Volume Pembesian:

- Untuk tujuan pengukuran, gelaran besi dihitung pada berat per meter sebagai berikut:

Tabel 5.1 Berat besi per meter

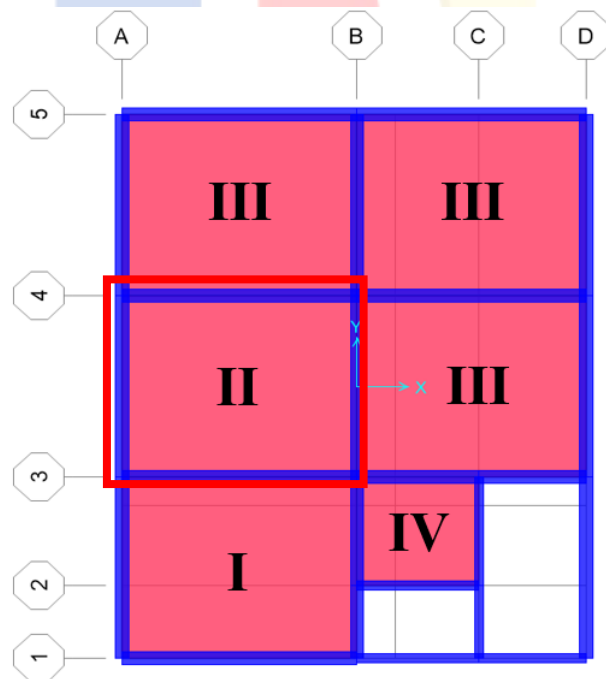
Diameter	Kg/m
10 mm	0,616
13 mm	1,042
16 mm	1,578

Diameter	Kg/m
19 mm	2,226
22 mm	2,983
25 mm	3,853
29 mm	5,185

(Sumber: *Indonesian Standard Method of Measurement of Building Works (ISMM)*)

Untuk contoh perhitungan volume struktur akan ditinjau pada struktur pelat tipe II pada gambar 5.1, struktur balok tipe B1 lantai 2 Grid B/3-4 pada gambar 5.3, dan struktur kolom tipe K1 Lantai 2 Grid B-4 pada gambar 5.5, dan struktur pondasi pile cap tipe P1 pada gambar 5.7 pada area yang ditandai garis merah.

5.1 Perhitungan Volume Struktur Pelat Lantai



Gambar 5.1 Bagian Pelat yang akan ditinjau untuk Perhitungan Volume

(Sumber: Dokumen Pribadi)

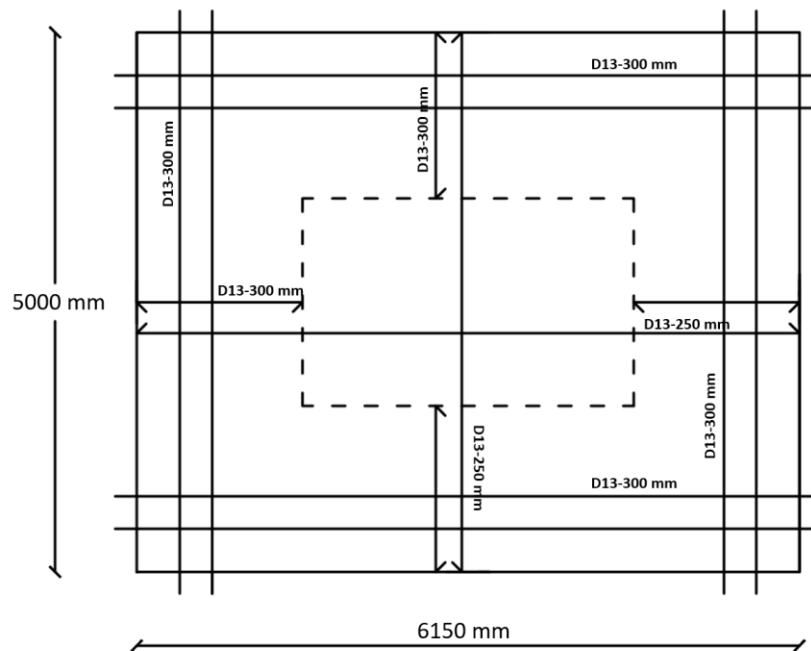
Perhitungan volume struktur pelat ditinjau pada pelat tipe II sesuai dengan gambar 5.1, dengan data sebagai berikut:

- Tebal pelat = 0,15 m
- Panjang lx = 6,15 m
- Panjang ly = 5 m
- Tulangan pelat pada tabel 5.1
- Gambar penampang tulangan pelat pada Gambar 5.2

Tabel 5.1 Data Tulangan Pelat Tipe II

Tulangan Bawah Arah-X	Ø13 – 250 mm
Tulangan Bawah Arah-Y	Ø13 – 250 mm
Tulangan Atas Arah-X	Ø13 – 300 mm
Tulangan Atas Arah-Y	Ø13 – 300 mm
Tulangan Susut Atas Arah-X	Ø13 – 300 mm
Tulangan Susut Atas Arah-Y	Ø13 – 300 mm
Tulangan Susut Bawah Arah-X	Ø13 – 300 mm
Tulangan Susut Bawah Arah-Y	Ø13 – 300 mm

(Sumber: Data Olahan Pribadi)



Gambar 5.2 Penampang Tulangan Pelat Tipe 2

(Sumber: Dokumen Pribadi)

1. Volume Bekisting:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_x \times \text{Panjang } l_y) + \\ & [((\text{Panjang } l_x + \text{Panjang } l_y) \times 2 \text{ sisi}) \times \text{tebal pelat}] \\ & = (6,15 \text{ m} \times 5 \text{ m}) + [((6,15 \text{ m} + 5 \text{ m}) \times 2) \times 0,15 \text{ m}] \\ & = 30,75 \text{ m} + 3,345 \text{ m} \\ & = 34,095 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Volume Beton:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_x \times \text{Panjang } l_y \times \text{Tebal Pelat}) \\ & = 6,15 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \\ & = 4,6125 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Volume Pembesian:

Data:

Berat besi diameter 13 mm = 1,042 kg/m

a) Tulangan Bawah Arah-X:

D13-250 mm

- Panjang:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_x - (2 \times \text{Selimut beton})) + (\text{Tebal Pelat} - (2 \times \text{Selimut Beton})) \\ & + (\text{Diameter bengkokan } 6db) \\ & = (6,15 - (2 \times 0,02)) + (0,15 - (2 \times 0,02)) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi}) \\ & = 6,376 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jumlah Tulangan:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_x / \text{Jarak Pemasangan}) \\ & = (6,15 \text{ m} / 0,25 \text{ m}) \\ & = 24,6 \\ & = 24,6 \sim 25 \text{ nos} \end{aligned}$$

- Total berat besi:

$$\begin{aligned} & \text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m} \\ & = 6,376 \text{ m} \times 25 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m} \\ & = 165,776 \text{ kg} \end{aligned}$$

b) Tulangan Bawah Arah-Y:

D13-250 mm

- Panjang:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_y - (2 \times \text{Selimut beton})) + (\text{Tebal Pelat} - (2 \times \text{Selimut Beton})) \\ & + (\text{Diameter bengkokan } 6db) \\ & = (5 - (2 \times 0,02)) + (0,15 - (2 \times 0,02)) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi}) \\ & = 5,226 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jumlah Tulangan:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_x / \text{Jarak Pemasangan}) \\ & = (5 \text{ m} / 0,25 \text{ m}) \\ & = 20 \text{ nos} \end{aligned}$$

- Total berat besi:

$$\begin{aligned} & \text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m} \\ & = 5,226 \text{ m} \times 20 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m} \\ & = 108,7008 \text{ kg} \end{aligned}$$

c) Tulangan Atas Arah-X:

D13-300 mm

- Panjang

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_x - (2 \times \text{Selimut beton})) + (\text{Tebal Pelat} - (2 \times \text{Selimut Beton})) \\ & + (\text{Diameter bengkokan } 6db) \\ & = (6,15 - (2 \times 0,02)) + (0,15 - (2 \times 0,02)) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi}) \\ & = 6,376 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jumlah Tulangan:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_y / \text{Jarak Pemasangan}) \\ & = (6,15 / 0,3) \\ & = 20,5 \sim 21 \text{ nos} \end{aligned}$$

- Total berat besi:

$$\begin{aligned} & \text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m} \\ & = 6,376 \text{ m} \times 21 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m} \\ & = 139,25184 \text{ kg} \end{aligned}$$

d) Tulangan Atas Arah-Y:

D13-300 mm

- Panjang

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_y - (2 \times \text{Selimut beton})) + (\text{Tebal Pelat} - (2 \times \text{Selimut Beton})) + \\ & (\text{Diameter bengkokan } 6db) \\ & = (5 - (2 \times 0,02)) + (0,15 - (2 \times 0,02)) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi}) \\ & = 5,226 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jumlah Tulangan:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_y / \text{Jarak Pemasangan}) \times 2 \\ & = (5 / 0,3) \\ & = 16,67 \sim 17 \text{ nos} \end{aligned}$$

- Total berat besi:

$$\begin{aligned} & \text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m} \\ & = 5,226 \text{ m} \times 17 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m} \\ & = 92,39568 \text{ kg} \end{aligned}$$

e) Tulangan Susut Atas Arah-X:

D13-300 mm

- Panjang

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_x - (2 \times \text{Selimut beton})) + (\text{Tebal Pelat} - (2 \times \text{Selimut Beton})) \\ & + (\text{Diameter bengkokan } 6db) \\ & = (6,15 - (2 \times 0,02)) + (0,15 - (2 \times 0,02)) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi}) \\ & = 6,376 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jumlah Tulangan:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_x / \text{Jarak Pemasangan}) \\ & = (6,15 / 0,3) \\ & = 20,5 \sim 21 \text{ nos} \end{aligned}$$

- Total berat besi:

$$\begin{aligned} & \text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m} \\ & = 6,376 \text{ m} \times 21 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m} \\ & = 139,25184 \text{ kg} \end{aligned}$$

f) Tulangan Susut Atas Arah-Y:

D13-300 mm

- Panjang

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_y - (2 \times \text{Selimut beton})) + (\text{Tebal Pelat} - (2 \times \text{Selimut Beton})) + \\ & (\text{Diameter bengkokan } 6db) \\ & = (5 - (2 \times 0,02)) + (0,15 - (2 \times 0,02)) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi}) \\ & = 5,226 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jumlah Tulangan:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_y / \text{Jarak Pemasangan}) \times 2 \\ & = (5 / 0,3) \\ & = 16,67 \sim 17 \text{ nos} \end{aligned}$$

- Total berat besi:

$$\begin{aligned} & \text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m} \\ & = 5,226 \text{ m} \times 17 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m} \\ & = 92,39568 \text{ kg} \end{aligned}$$

g) Tulangan Susut Bawah Arah-X:

D13-300 mm

- Panjang

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_x - (2 \times \text{Selimut beton})) + (\text{Tebal Pelat} - (2 \times \text{Selimut Beton})) \\ & + (\text{Diameter bengkokan } 6db) \\ & = (6,15 - (2 \times 0,02)) + (0,15 - (2 \times 0,02)) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi}) \\ & = 6,376 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jumlah Tulangan:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_x / \text{Jarak Pemasangan}) \\ & = (6,15 / 0,3) \\ & = 20,5 \sim 21 \text{ nos} \end{aligned}$$

- Total berat besi:

$$\begin{aligned} & \text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m} \\ & = 6,376 \text{ m} \times 21 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m} \\ & = 139,25184 \text{ kg} \end{aligned}$$

h) Tulangan Susut Atas Arah-Y:

D13-300 mm

- Panjang

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_y - (2 \times \text{Selimut beton})) + (\text{Tebal Pelat} - (2 \times \text{Selimut Beton})) + \\ & (\text{Diameter bengkokan } 6db) \end{aligned}$$

$$= (5 - (2 \times 0,02)) + (0,15 - (2 \times 0,02)) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 5,226 \text{ m}$$

- Jumlah Tulangan:

$$(\text{Panjang } l_y / \text{Jarak Pemasangan}) \times 2$$

$$= (5 / 0,3)$$

$$= 16,67 \sim 17 \text{ nos}$$

- Total berat besi:

$$\text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m}$$

$$= 5,226 \text{ m} \times 17 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m}$$

$$= 92,39568 \text{ kg}$$

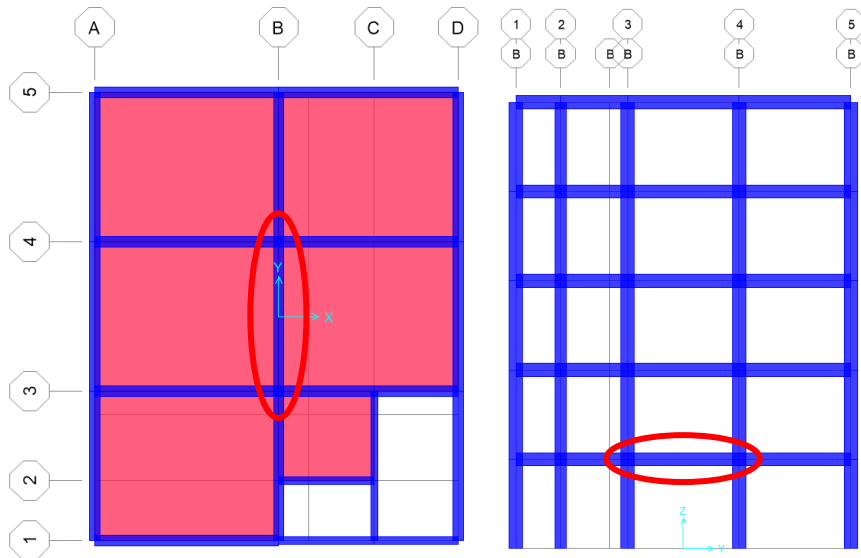
Dari hasil volume panjang tulangan dan jumlah tulangan yang dihitung pada tulangan arah-X dan arah-Y, maka didapatkan berat total besi dari bagian-bagian area tulangan pada balok. berikut ini adalah rekapan total volume berat besi dari pelat tipe II:

Tabel.5.2 Rekapan Tulangan Total Berat Besi Pelat Tipe II

Keterangan	Berat Besi (Kg)
Tulangan Bawah Arah-X	165,776 kg
Tulangan Bawah Arah-Y	108,7008 kg
Tulangan Atas Arah-X	139,25184 kg
Tulangan Atas Arah-Y	92,39568 kg
Tulangan Susut Atas Arah-X	139,25184 kg
Tulangan Susut Atas Arah-Y	92,39568 kg
Tulangan Susut Bawah Arah-X	139,25184 kg
Tulangan Susut Bawah Arah-Y	92,39568 kg
Total Berat Besi	969,41936 kg

(Sumber: Data Olahan Pribadi)

5.2 Perhitungan Volume Struktur Balok



Gambar 5.3 Bagian Balok yang akan ditinjau untuk Perhitungan Volume

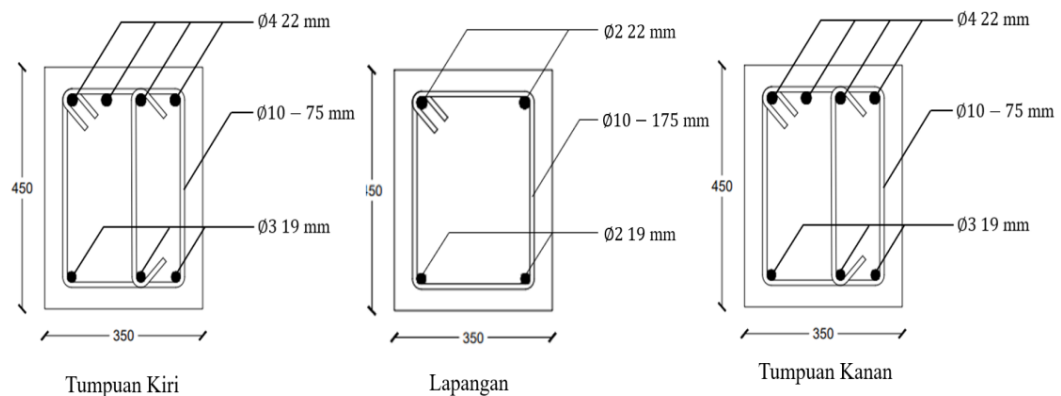
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Perhitungan volume struktur balok ditinjau pada balok tipe B1 lantai 2 Grid B/3-4 sesuai dengan gambar 2.28, dengan data sebagai berikut:

- Tinggi balok = 0,45 m
- Lebar balok = 0,30 m
- Panjang balok = 4,4 m
- Tulangan balok pada tabel 5.3
- Gambar penampang tulangan balok pada Gambar 5.4

Tabel 5.3 Data Tulangan Balok B1 Lantai 2 Grid B/3-4

Tulangan Tumpuan Kiri (+)	3-D19 mm
Tulangan Tumpuan Kanan (-)	4-D22 mm
Tulangan Lapangan (+)	2-D19 mm
Tulangan Lapangan (-)	2D-22 mm
Tulangan Tumpuan Kanan (+)	3D-19 mm
Tulangan Tumpuan Kanan (-)	4D-22 mm
Tulangan Sengkang Tumpuan	3 Kaki D10-75 mm
Tulangan Sengkang Lapangan	3 Kaki D10-175 mm



Gambar 5.4 Penampang Tulangan Balok B1 lantai 2 Grid B/3-4

(Sumber: Dokumen Pribadi)

1. Volume Bekisting Balok:

$$\begin{aligned}
 & ((\text{Tinggi balok} - \text{Tebal pelat}) \times 2 \text{ sisi}) \times \text{Panjang bentang} \\
 & = ((0,45 \text{ m} - 0,15 \text{ m}) \times 2) \times 4,4 \text{ m} \\
 & = 2,64 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

2. Volume Beton Balok:

$$\begin{aligned}
 & \text{Lebar balok} \times (\text{Tinggi balok} - \text{Tebal Pelat}) \times \text{Panjang bentang} \\
 & = 0,3 \text{ m} \times (0,45 \text{ m} - 0,15 \text{ m}) \times 4,4 \text{ m} \\
 & = 0,396 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3. Volume Pembesian Balok:

Data:

Berat besi diameter 22 mm = 2,983 kg/m

Berat besi diameter 19 mm = 2,226 kg/m

Berat besi diameter 10 mm = 0,616 kg/m

a) Tulangan Utama Atas (D22):

- Panjang:

$$\begin{aligned}
 & \text{Panjang balok} + (\text{Diameter bengkokan } 40d) + (\text{Diameter bengkokan } 6db) \\
 & = 4,4 + (40 \times 0,022 \times 2 \text{ sisi}) + (6 \times 0,022 \times 2 \text{ sisi}) \\
 & = 6,424 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Jumlah Tulangan = 2 nos

- Total berat besi:

$$\text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m}$$

$$= 6,424 \text{ m} \times 2 \text{ nos} \times 2,983 \text{ kg/m}$$

$$= 38,28704 \text{ kg}$$

b) Tulangan Utama Bawah (D19):

- Panjang

$$\text{Panjang balok} + (\text{Diameter bengkokan } 40d) + (\text{Diameter bengkokan } 6db)$$

$$= 4,4 + (40 \times 0,019 \times 2 \text{ sisi}) + (6 \times 0,019 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 6,148 \text{ m}$$
- Jumlah Tulangan = 2 nos
- Total berat besi:

$$\text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m}$$

$$= 6,148 \text{ m} \times 2 \text{ nos} \times 2,226 \text{ kg/m}$$

$$= 27,42008 \text{ kg}$$

c) Tulangan Tumpuan Kiri Atas (D22):

- Panjang

$$(\text{Panjang tumpuan balok } 2h) + (\text{Diameter bengkokan } 40d) +$$

$$(\text{Diameter bengkokan } 6db)$$

$$= (0,9) + (40 \times 0,022 \times 2 \text{ sisi}) + (6 \times 0,022 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 2,924 \text{ m}$$
- Jumlah Tulangan = 2 nos
- Total berat besi:

$$\text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m}$$

$$= 2,924 \text{ m} \times 2 \text{ nos} \times 2,983 \text{ kg/m}$$

$$= 17,42704 \text{ kg}$$

d) Tulangan Tumpuan Kiri Bawah (D19):

- Panjang

$$(\text{Panjang tumpuan balok } 2h) + (\text{Diameter bengkokan } 40d) +$$

$$(\text{Diameter bengkokan } 6db)$$

$$= (0,9) + (40 \times 0,019 \times 2 \text{ sisi}) + (6 \times 0,019 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 2,648 \text{ m}$$

- Jumlah Tulangan = 1 nos

- Total berat besi:

$$\text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m}$$

$$= 2,648 \text{ m} \times 1 \text{ nos} \times 2,226 \text{ kg/m}$$

$$= 5,90504 \text{ kg}$$

e) Tulangan Tumpuan Kanan Atas (D22):

- Panjang

$$(\text{Panjang tumpuan balok } 2h) + (\text{Diameter bengkokan } 40d) +$$

$$(\text{Diameter bengkokan } 6db)$$

$$= (0,9) + (40 \times 0,022 \times 2 \text{ sisi}) + (6 \times 0,022 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 2,924 \text{ m}$$

- Jumlah Tulangan = 2 nos

- Total berat besi:

$$\text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m}$$

$$= 2,924 \text{ m} \times 2 \text{ nos} \times 2,983 \text{ kg/m}$$

$$= 17,42704 \text{ kg}$$

f) Tulangan Tumpuan Kanan Bawah (D19):

- Panjang

$$(\text{Panjang tumpuan balok } 2h) + (\text{Diameter bengkokan } 40d) +$$

$$(\text{Diameter bengkokan } 6db)$$

$$= (0,9) + (40 \times 0,019 \times 2 \text{ sisi}) + (6 \times 0,019 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 2,648 \text{ m}$$

- Jumlah Tulangan = 1 nos

- Total berat besi:

$$\text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m}$$

$$= 2,648 \text{ m} \times 1 \text{ nos} \times 2,226 \text{ kg/m}$$

$$= 5,90504 \text{ kg}$$

g) Tulangan Sengkang Tumpuan Kiri:

D10-75 mm

- Panjang

(Panjang keliling balok) – (Selimut beton) + (Diameter bengkokan 6db)

$$= ((0,45 + 0,3) \times 2 \text{ sisi}) + (0,04 \times 8 \text{ sisi}) + (6 \times 0,01 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 1,94 \text{ m}$$

- Jumlah Tulangan

(Panjang tumpuan balok 2h) / Jarak pemasangan

$$= (0,9) / 0,075$$

$$= 12 \text{ nos}$$

- Total berat besi:

Panjang \times Jumlah Tulangan \times Berat Besi/m

$$= 1,94 \text{ m} \times 12 \text{ nos} \times 0,616 \text{ kg/m}$$

$$= 14,35212 \text{ kg}$$

h) Tulangan Sengkang Tumpuan Kanan:

D10-75 mm

- Panjang

(Panjang keliling balok) – (Selimut beton) + (Diameter bengkokan 6db)

$$= ((0,45 + 0,3) \times 2 \text{ sisi}) + (0,04 \times 8 \text{ sisi}) + (6 \times 0,01 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 1,94 \text{ m}$$

- Jumlah Tulangan

(Panjang tumpuan balok 2h) / Jarak pemasangan

$$= (0,9) / 0,075$$

$$= 12 \text{ nos}$$

- Total berat besi:

Panjang \times Jumlah Tulangan \times Berat Besi/m

$$= 1,94 \text{ m} \times 12 \text{ nos} \times 0,616 \text{ kg/m}$$

$$= 14,35212 \text{ kg}$$

i) Tulangan Sengkang Lapangan:

D10-175 mm

- Panjang

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang keliling balok}) - (\text{Selimut beton}) + (\text{Diameter bengkokan } 6db) \\ & = ((0,45 + 0,3) \times 2 \text{ sisi}) + (0,04 \times 8 \text{ sisi}) + (6 \times 0,01 \times 2 \text{ sisi}) \\ & = 1,94 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jumlah Tulangan

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang lapangan balok}) / \text{Jarak pemasangan} \\ & = (2,6) / 0,175 \\ & = 14,86 \sim 15 \text{ nos} \end{aligned}$$

- Total berat besi:

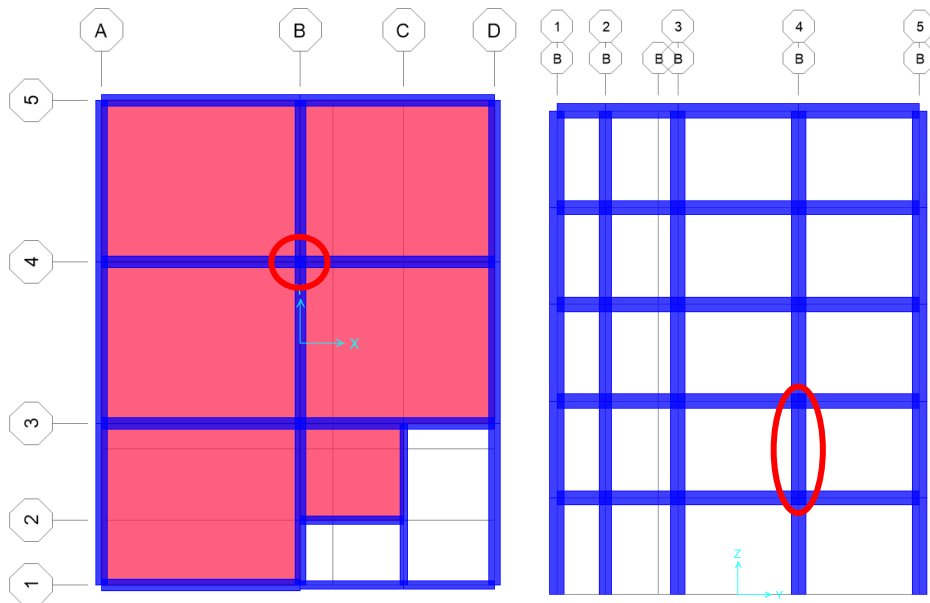
$$\begin{aligned} & \text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m} \\ & = 1,94 \text{ m} \times 15 \text{ nos} \times 0,616 \text{ kg/m} \\ & = 17,94015 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan panjang tulangan dan jumlah tulangan maka didapatkan berat total besi dari bagian-bagian area tulangan pada balok. Berikut ini adalah rekapitan total volume berat besi dari balok B1 Lantai 2 Grid B/3-4:

- Tulangan Utama Atas	= 38,28704	kg
- Tulangan Utama Bawah	= 27,42008	kg
- Tulangan Tumpuan Kiri Atas	= 17,42704	kg
- Tulangan Tumpuan Kiri Bawah	= 5,90504	kg
- Tulangan Tumpuan Kanan Atas	= 17,42704	kg
- Tulangan Tumpuan Kanan Bawah	= 5,90504	kg
- Tulangan Sengkang Tumpuan Kiri	= 14,35212	kg
- Tulangan Sengkang Tumpuan Kanan	= 14,35212	kg
- Tulangan Sengkang Lapangan	= 17,94015	kg
	<hr/>	+
Total Berat Besi Balok	= 159,01567	kg

Total berat besi pada balok B1 Lantai 2 Grid B/3-4 sebesar 159,01567 kg.

5.3 Perhitungan Volume Struktur Kolom



Gambar 5.5 Bagian Kolom yang akan ditinjau untuk Perhitungan Volume

(Sumber: Dokumen Pribadi)

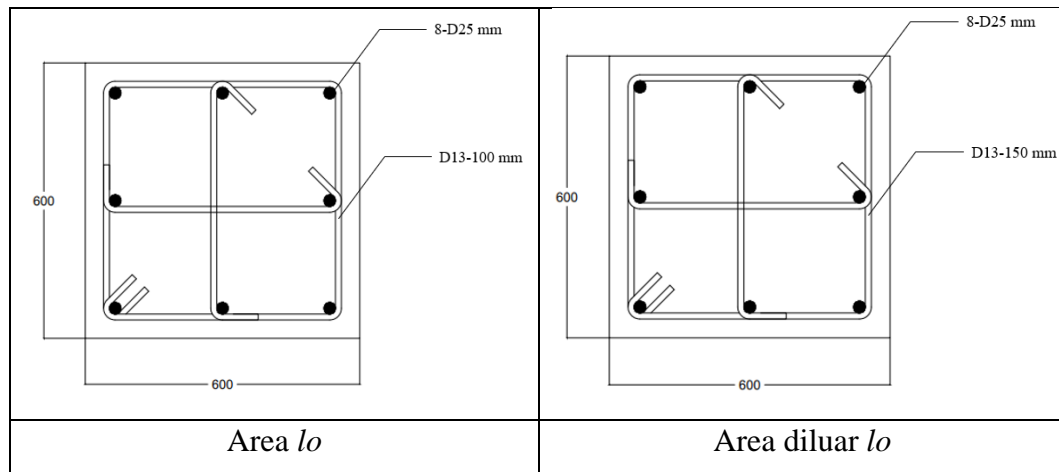
Perhitungan volume struktur kolom ditinjau pada kolom tipe K1 Lantai 2 Grid B-4 sesuai dengan gambar 5.3, dengan data sebagai berikut:

- Tinggi kolom = 4 m
- Lebar kolom = 0,6 m
- Panjang kolom = 0,6 m
- Tulangan kolom pada tabel 5.4
- Gambar penampang tulangan kolom pada gambar 5.6

Tabel 5.4 Data Tulangan Kolom K1 Lantai 2 Grid B-4

Tulangan Utama Kolom	8-D25 mm
Tulangan Senggang Kolom Tumpuan l_o	3 Kaki D13-100 mm
Tulangan Senggang Kolom Lapangan	3 Kaki D13-150 mm

(Sumber: Data Olahan Pribadi)



Gambar 5.6 Penampang Tulangan Kolom K1 Lantai 2 Grid B-4

(Sumber: Dokumen Pribadi)

1. **Volume Bekisting Kolom:**

$$\begin{aligned}
 & ((\text{Panjang kolom} + \text{Lebar kolom}) \times 2 \text{ sisi}) \times (\text{Tinggi kolom} - \text{Tebal pelat}) \\
 & = ((0,6 \text{ m} + 0,6 \text{ m}) \times 2 \text{ sisi}) \times (4 \text{ m} - 0,15 \text{ m}) \\
 & = 9,24 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

2. **Volume Beton Kolom:**

$$\begin{aligned}
 & \text{Lebar kolom} \times \text{Panjang kolom} \times (\text{Tinggi kolom} - \text{Tebal Pelat}) \\
 & = 0,6 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times (4 \text{ m} - 0,15 \text{ m}) \\
 & = 1,386 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3. **Volume Pembesian Kolom:**

Data:

Berat besi diameter 25 mm = 3,853 kg/m

Berat besi diameter 13 mm = 1,042 kg/m

a) **Tulangan Utama Kolom (D25):**

- Panjang:

$$\begin{aligned}
 & (\text{Tinggi kolom} - (\text{Selimut beton})) + (\text{Penjangkaran } 40d) + \\
 & (\text{Diameter bengkokan } 6db) \\
 & = (4 - (0,04 \times 2 \text{ sisi})) + (40 \times 0,025 \times 2 \text{ sisi}) + (6 \times 0,025 \times 2 \text{ sisi}) \\
 & = 6,22 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Jumlah Tulangan = 8 nos
- Total berat besi:

$$\text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m}$$

$$= 6,22 \text{ m} \times 8 \text{ nos} \times 3,853 \text{ kg/m}$$

$$= 191,576 \text{ kg}$$

b) Tulangan Sengkok Tumpuan:

D13-100 mm

- Panjang:

$$(\text{Panjang keliling kolom} - (\text{Selimut beton})) + (\text{Diameter bengkokan } 6db)$$

$$= ((0,6 + 0,6) \times 2 \text{ sisi}) - (8 \times 0,04) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 2,236 \text{ m}$$
- Jumlah Tulangan:

$$\text{Tinggi kolom sepanjang } l_o / \text{Jarak pemasangan}$$

$$= 0,6 / 0,1$$

$$= 6 \text{ nos} \times 2 \text{ bentang} = 12 \text{ nos}$$
- Total berat besi:

$$\text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m}$$

$$= 2,236 \text{ m} \times 12 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m}$$

$$= 27,90528 \text{ kg}$$

c) Tulangan Kait Horizontal Tumpuan:

- Panjang:

$$(\text{Panjang kait} - (\text{Selimut beton})) + (\text{Diameter bengkokan } 6db)$$

$$= (0,6 - (2 \times 0,04)) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 0,676 \text{ m}$$
- Jumlah Tulangan:

$$\text{Tinggi kolom sepanjang } l_o / \text{Jarak pemasangan}$$

$$= 0,6 / 0,1$$

$$= 6 \text{ nos} \times 2 \text{ bentang} = 12 \text{ nos}$$
- Total berat besi:

$$\text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m}$$

$$= 0,676 \text{ m} \times 12 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m}$$

$$= 8,43648 \text{ kg}$$

d) Tulangan Kait Vertikal Tumpuan:

- Panjang:

$$(\text{Panjang kait} - (\text{Selimut beton})) + (\text{Diameter bengkokan } 6db)$$

$$= (0,6 - (2 \times 0,04)) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 0,676 \text{ m}$$

- Jumlah Tulangan:

$$\text{Tinggi kolom sepanjang } l_o / \text{Jarak pemasangan}$$

$$= 0,6 / 0,1$$

$$= 6 \text{ nos} \times 2 \text{ bentang} = 12 \text{ nos}$$

- Total berat besi:

$$\text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m}$$

$$= 0,676 \text{ m} \times 12 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m}$$

$$= 8,43648 \text{ kg}$$

e) Tulangan Senggang Lapangan:

D13-150 mm

- Panjang:

$$(\text{Panjang keliling kolom} - (\text{Selimut beton})) + (\text{Diameter bengkokan } 6db)$$

$$= ((0,6 + 0,6) \times 2 \text{ sisi}) - (8 \times 0,04) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 2,236 \text{ m}$$

- Jumlah Tulangan:

$$\text{Tinggi kolom diluar panjang } l_o / \text{Jarak pemasangan}$$

$$= 2,8 / 0,15$$

$$= 18,667 \sim 19 \text{ nos}$$

- Total berat besi:

$$\text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m}$$

$$= 2,236 \text{ m} \times 19 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m}$$

$$= 44,18336 \text{ kg}$$

f) Tulangan Kait Horizontal Lapangan:

- Panjang:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang kait} - (\text{Selimut beton})) + (\text{Diameter bengkokan } 6db) \\ & = (0,6 - (2 \times 0,04)) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi}) \\ & = 0,676 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jumlah Tulangan:

$$\begin{aligned} & \text{Tinggi kolom diluar panjang } l_o / \text{ Jarak pemasangan} \\ & = 2,8 / 0,15 \\ & = 18,667 \sim 19 \text{ nos} \end{aligned}$$

- Total berat besi:

$$\begin{aligned} & \text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m} \\ & = 0,676 \text{ m} \times 19 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m} \\ & = 13,35776 \text{ kg} \end{aligned}$$

g) Tulangan Kait Vertikal Lapangan:

- Panjang:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang kait} - (\text{Selimut beton})) + (\text{Diameter bengkokan } 6db) \\ & = (0,6 - (2 \times 0,04)) + (6 \times 0,013 \times 2 \text{ sisi}) \\ & = 0,676 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jumlah Tulangan:

$$\begin{aligned} & \text{Tinggi kolom sepanjang } l_o / \text{ Jarak pemasangan} \\ & = 2,8 / 0,15 \\ & = 18,667 \sim 19 \text{ nos} \end{aligned}$$

- Total berat besi:

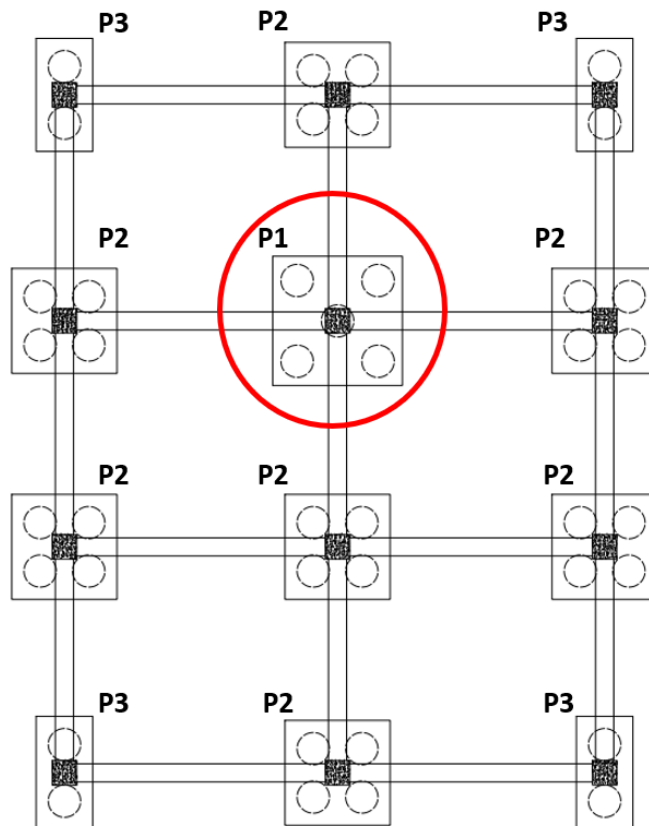
$$\begin{aligned} & \text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m} \\ & = 0,656 \text{ m} \times 19 \text{ nos} \times 1,042 \text{ kg/m} \\ & = 13,35776 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan panjang tulangan dan jumlah tulangan maka didapatkan berat total besi dari bagian-bagian area tulangan pada kolom. Berikut ini adalah rekapan total volume berat besi dari balok kolom K1 Lantai 2 Grid B-4:

- Tulangan Utama Kolom	= 191,576	kg
- Tulangan Sengkok Tumpuan	= 27,90528	kg
- Tulangan Kait Horizontal Tumpuan	= 8,43648	kg
- Tulangan Kait Vertikal Tumpuan	= 8,43648	kg
- Tulangan Sengkok Lapangan	= 44,18336	kg
- Tulangan Kait Horizontal Lapangan	= 13,35776	kg
- Tulangan Kait Vertikal Lapangan	= 13,35776	kg
	<hr/>	+
	= 307,25312	kg

Total berat besi pada kolom K1 Lantai 2 Grid B-4 sebesar 307,25312 kg.

5.4 Perhitungan Volume Struktur Pondasi



Gambar 5.7 Bagian Pondasi yang akan ditinjau untuk Perhitungan Volume

(Sumber: Dokumen Pribadi)

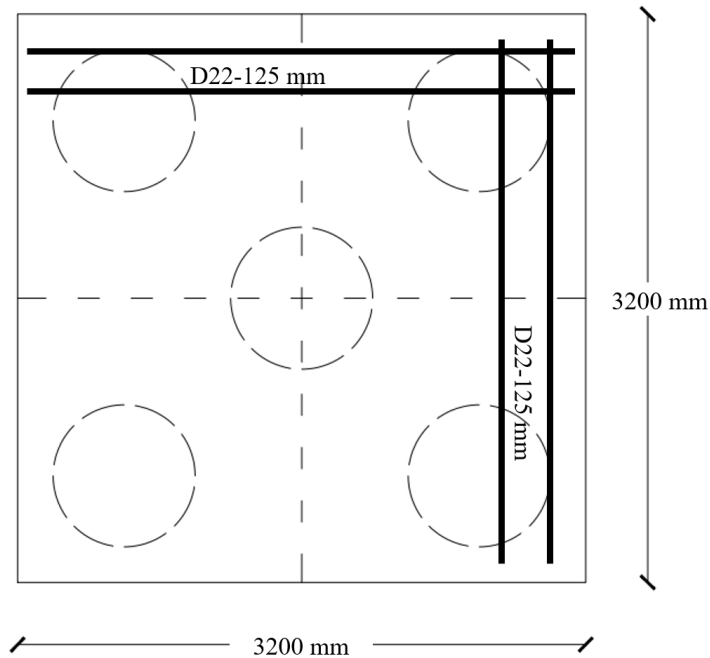
Perhitungan volume struktur pondasi ditinjau pada pondasi tipe P1 sesuai dengan Gambar 5.4 dengan data sebagai berikut:

- Tebal pilecap = 1 m
- Panjang lx = 3,2 m
- Panjang ly = 3,2 m
- Tulangan pile cap pada tabel 5.5
- Gambar penampang tulangan pilecap pada gambar 5.8

Tabel 5.5 Data Tulangan Pile Cap Tipe P1

Tulangan Bawah Arah-X	Ø22 – 125 mm
Tulangan Bawah Arah-Y	Ø22 – 125 mm
Tulangan Atas Arah-X	Ø22 – 125 mm
Tulangan Atas Arah-Y	Ø22 – 125 mm

(Sumber: Data Olahan Pribadi)



Gambar 5.8 Penampang Tulangan Pile Cap Tipe P1

(Sumber: Dokumen Pribadi)

1. Volume Bekisting:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_x + \text{Panjang } l_y) \times 2 \text{ sisi} \times \text{Tebal pile cap} \\ & = (3,2 \text{ m} + 3,2 \text{ m}) \times 2 \text{ sisi} \times 1 \text{ m} \\ & = 12,8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Volume Beton:

$$\begin{aligned} & (\text{Panjang } l_x \times \text{Panjang } l_y \times \text{Tebal Pelat}) \\ & = 3,2 \text{ m} \times 3,2 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ & = 10,24 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Volume Pembesian:

Data:

Berat besi diameter 22 mm = 2,983 kg/m

a) Tulangan Atas Arah-X:

D22-125 mm

- Panjang:

$(\text{Panjang } l_x - (2 \times \text{Selimut beton})) + (\text{Penjangkaran})) + (\text{Diameter bengkakan } 6db)$

$$\begin{aligned} & = (3,2 - (2 \times 0,075)) + (1 - (2 \times 0,075)) + (6 \times 0,022 \times 2 \text{ sisi}) \\ & = 4,164 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jumlah Tulangan:

$(\text{Panjang } l_x / \text{Jarak Pemasangan})$

$$= (3,2 \text{ m} / 0,125 \text{ m})$$

$$= 25,6 \sim 26 \text{ nos}$$

- Total berat besi:

$\text{Panjang} \times \text{Jumlah Tulangan} \times \text{Berat Besi/m}$

$$= 4,164 \text{ m} \times 26 \text{ nos} \times 2,983 \text{ kg/m}$$

$$= 322,62672 \text{ kg}$$

b) Tulangan Bawah Arah-X:

D22-125 mm

- Panjang:

(Panjang lx - (2 × Selimut beton)) + (Penjangkaran)) + (Diameter bengkakan 6db)

$$= (3,2 - (2 \times 0,075)) + (1 - (2 \times 0,075)) + (6 \times 0,022 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 4,164 \text{ m}$$

- Jumlah Tulangan:

(Panjang lx / Jarak Pemasangan)

$$= (3,2 \text{ m} / 0,125 \text{ m})$$

$$= 25,6 \sim 26 \text{ nos}$$

- Total berat besi:

Panjang × Jumlah Tulangan × Berat Besi/m

$$= 4,164 \text{ m} \times 26 \text{ nos} \times 2,983 \text{ kg/m}$$

$$= 322,62672 \text{ kg}$$

c) Tulangan Bawah Arah-Y:

D22-125 mm

- Panjang:

(Panjang lx - (2 × Selimut beton)) + (Penjangkaran)) + (Diameter bengkakan 6db)

$$= (3,2 - (2 \times 0,075)) + (1 - (2 \times 0,075)) + (6 \times 0,022 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 4,164 \text{ m}$$

- Jumlah Tulangan:

(Panjang lx / Jarak Pemasangan)

$$= (3,2 \text{ m} / 0,125 \text{ m})$$

$$= 25,6 \sim 26 \text{ nos}$$

- Total berat besi:

Panjang × Jumlah Tulangan × Berat Besi/m

$$= 4,164 \text{ m} \times 26 \text{ nos} \times 2,983 \text{ kg/m}$$

$$= 322,62672 \text{ kg}$$

d) Tulangan Bawah Arah-Y:

D22-125 mm

- Panjang:

(Panjang lx - (2 × Selimut beton)) + (Penjangkaran)) + (Diameter bengkakan 6db)

$$= (3,2 - (2 \times 0,075)) + (1 - (2 \times 0,075)) + (6 \times 0,022 \times 2 \text{ sisi})$$

$$= 4,164 \text{ m}$$

- Jumlah Tulangan:

(Panjang lx / Jarak Pemasangan)

$$= (3,2 \text{ m} / 0,125 \text{ m})$$

$$= 25,6 \sim 26 \text{ nos}$$

- Total berat besi:

Panjang × Jumlah Tulangan × Berat Besi/m

$$= 4,164 \text{ m} \times 26 \text{ nos} \times 2,983 \text{ kg/m}$$

$$= 322,62672 \text{ kg}$$

Dari hasil volume panjang tulangan dan jumlah tulangan yang dihitung pada tulangan arah-X dan arah-Y, berikut ini adalah rekapan total volume berat besi dari pelat tipe III:

- Tulangan Bawah Arah-X	= 165,776	kg
- Tulangan Bawah Arah-Y	= 108,7008	kg
- Tulangan Atas Arah-X	= 139,25184	kg
- Tulangan Atas Arah-Y	= 92,39568	kg
	<hr/>	+
	= 506,12432	kg

Total berat besi pada pondasi sebesar 506,12432 kg.