

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Analisis *Value Engineering* dilakukan pada elemen struktur balok dan plat pada proyek Apartemen Tower Olive Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya. Alternatif desain untuk perbandingan terhadap desain eksisting menggunakan 2 alternatif. Alternatif 1 menggunakan metode balok *U-Shell* dan Plat *Half Slab* sedangkan alternatif 2 menggunakan metode balok *U-Shell* dan plat *Steel Deck*. Hasil dari analisis *Value Engineering* ini harus sesuai dengan perumusan masalah yang sudah ditentukan di bab sebelumnya, yaitu alternatif desain yang digunakan, perbandingan biaya total dan waktu pelaksanaan sebelum dan setelah dilakukan analisis *Value Engineering*.

Analisis *Value Engineering* ini dilakukan dengan runtutan tahapan sesuai dengan metode penelitian yang telah dirumuskan pada bab sebelumnya. Adapun runtutan tahapan pada bab pembahasan analisis *Value Engineering* ini dimulai dari tahap pengumpulan data yaitu data primer dan sekunder, tahap analisa data yaitu perencanaan & permodelan desain alternatif, pemilihan tipe dan penempatan alat, penentuan zoning, perhitungan *Center of Gravity* (COG), menyusun metode pelaksanaan, tahap pembahasan analisis VE yaitu perhitungan perhitungan waktu, volume, dan biaya, hingga didapatkan hasil akhir analisa perbandingan biaya dan waktu desain eksisting terhadap 2 alternatif metode .

4.2 Perencanaan dan Permodelan *U-Shell*, *Half Slab*, dan *Steel Deck*

4.2.1 Kriteria Perencanaan *U-Shell*

Tahap perencanaan dan permodelan ini merupakan tahap analisa desain struktur *U-Shell* pracetak yang akan direncanakan tanpa merubah dimensi dan jumlah tulangan yang sudah direncanakan oleh konsultan struktur sebelumnya. Kriteria perencanaan balok *U-Shell* Proyek Grand Dharmahusada Lagoon Tower Olive adalah sebagai berikut:

1. Filosofi desain

Dalam perencanaan balok *U-Shell* harus dilakukan kontrol - kontrol perhitungan sesuai dengan peraturan yang ada. Kontrol yang dilakukan yaitu kontrol terhadap tegangan crack dan jumlah tulangan. Balok precast harus dilakukan kontrol penulangan dengan, $\rho_{min} = 1,4/F_y$.

2. Standar peraturan

- a. SNI-2847-2013 : Persyaratan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung
- b. SNI-1727-2013 : Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain

3. Kriteria bahan yang digunakan

- a. Kuat tekan beton : K-300/ f'_c 29,05 Mpa
- b. Kuat leleh besi ulir : f_y 400 MpaJ./
- c. Berat jenis beton bertulang : 2400 kg/m³
- d. Berat jenis beton basah : 2500 kg/m³
- e. Berat jenis besi/baja : 7850 kg/m³

4. Rencana Analisis

Pada perencanaan ini akan dilakukan analisa 1 model balok dengan panjang dan dimensi terbesar yaitu balok type U-B1A1 ukuran panjang 9 m, tinggi 0,65 m, dan lebar 0,4 m. Dimana balok precast U-Shell ini dianalisa berdasarkan kondisi sebagai berikut:

- a. Kondisi saat pengangkatan (Erection)
- b. Kondisi saat pemasangan
- c. Kondisi saat pengecoran
- d. Kontrol tekanan samping beton basah
- e. Kontrol pembesian

4.2.2 Analisa Perhitungan *U-Shell*

Perhitungan balok *Precast U-Shell* diambil contoh pada balok B1A yang kemudian dinamakan balok U-B1A1. Gambar penampang balok bisa dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.

TYPE	U-B1A1	
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN		
DIMENSI B X H	400 X 650	
TUL. ATAS		
TUL. BAWAH	6D22	8D22
SENGKANG	D10-100	D10-125
TUL. EXTRA	2D13	2D13

Gambar 4.1 Potongan balok precast *U-Shell* U-B1A1

Sumber: Analisis data (2018)

Perhitungan balok *U-Shell* adalah sebagai berikut:

1. Kondisi saat pengangkatan

Balok precast *U-Shell* di angkat menggunakan 4 titik angkat.

- Tegangan ijin

Tegangan ijin untuk pengangkatan pada saat *Stripping*, *Rotating*, dan *Storage* dengan asumsi umur beton pada saat pengangkatan adalah 3 hari:

Koef umur beton = 0,4 (tabel 4.1.4 PBB1 1971)

$$\begin{aligned}
 f'_{ci} &= \text{koef} \times f'_{ci} & (2.1) \\
 &= 0,4 \times 29,05 \\
 &= 11,62 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Kondisi beton crack :

$$\begin{aligned}
 f_r &= 0,7 \times \sqrt{f'_{ci}} & (2.2) \\
 &= 0,7 \times \sqrt{11,64} \\
 &= 2,39 \text{ Mpa} & = 23,86 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

- Pembebanan balok *U-Shell*

Beban mati

$$\text{Berat sendiri } (2 \times 0,49 \times 0,1 + 0,4 \times 0,16) \times 2400 = 388,80 \text{ kg/m}$$

$$\text{Faktor kejut } 388,80 \times 1,5 = 583,20 \text{ kg/m}$$

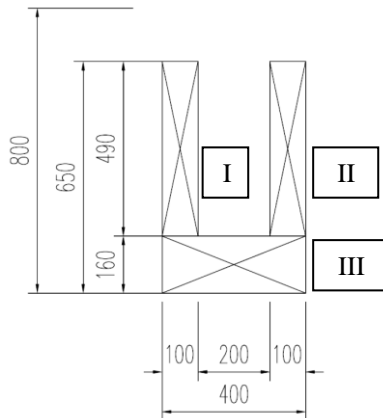
- Kombinasi pembebanan yang digunakan berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 9.2.1 didapatkan :

$$Q = 1,2DL + 1,6LL \quad (2.3)$$

Berikut adalah perhitungan kombinasi pembebanan pelat lantai :

$$Q = 1,2 \times 583,20 + 1,6(0) = 699,84 \text{ kg/m}$$

- Perhitungan Inersia (I)



Gambar 4.2 Penampang balok precast U-Shell

Sumber: Analisis data (2018)

Luas penampang (Atot)	
Luas penampang 1 (A1) 0,1 x 0,49	= 490 cm ²
Luas penampang 2 (A2) 0,1 x 0,49	= 490 cm ²
Luas penampang 3 (A3) 0,40 x 0,16	= <u>640 cm² +</u>
Atot	= 1620 cm ²

Titik berat

Penampang 1 (y1) 1/2 x 0,49 + 0,16	= 40,5 cm
Penampang 2 (y2) 1/2 x 0,49 + 0,16	= 40,5 cm
Penampang 3 (y3) 1/2 x 0,16	= 8 cm

$$\begin{aligned} \Sigma Axi &= A1 \times y1 + A2 \times y2 + A3 \times y3 \\ &= 490 \times 40,5 + 490 \times 40,5 + 640 \times 8 \\ &= 44810 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y &= \Sigma Axi / \Sigma A \\ &= 44810 / 1620 \\ &= 27,66 \text{ cm} \end{aligned}$$

Inersia (Ix)

$$\begin{aligned} Ix1 &= 1/12 \times b1 \times h1^3 + A1 \times (y1-y)^2 \\ &= 1/12 \times 10 \times 49^3 + 490 \times (40,5-27,66)^2 \\ &= 178.818,76 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ix2 &= 1/12 \times b2 \times h2^3 + A2 \times (y2-y)^2 \\ &= 1/12 \times 10 \times 49^3 + 490 \times (40,5-27,66)^2 \\ &= 178.818,76 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ix3 &= 1/12 \times b3 \times h3^3 + A3 \times (y3-y)^2 \\ &= 1/12 \times 40 \times 16^3 + 640 \times (8-27,66)^2 \\ &= 261.035,74 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

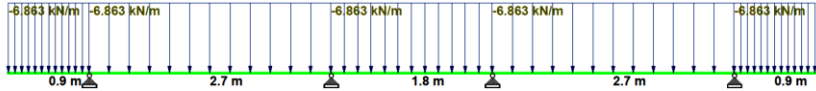
$$\begin{aligned} Ix &= Ix1 + Ix2 + Ix3 \\ &= 178.818,64 + 178.818,64 + 261.035,74 \\ &= 618.673,27 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Momen Lawan

$$W = I / y \quad (2.4)$$

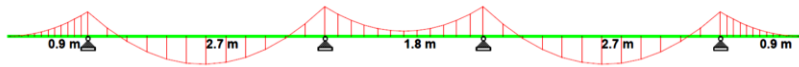
$$= 618.673,27 / 27,66 = 22.336,67 \text{ cm}^3$$

Perhitungan momen menggunakan software STAD PRO



Gambar 4.3 Input pembebanan kondisi pengangkatan

Sumber: Analisis data (2018)



Gambar 4.4 Diagram Momen kondisi pengangkatan

Sumber: Analisis data (2018)

Tabel 4.1 Momen maksimum

Beam	L/C		Dist m	Mz kNm
1	1 BEBAN MATI	Max +ve	0.9	2.78
		Max -ve	0	0
2	1 BEBAN MATI	Max +ve	2.7	3.34
		Max -ve	1.35	-3.194
3	1 BEBAN MATI	Max +ve	1.8	3.34
		Max -ve	0	0
4	1 BEBAN MATI	Max +ve	0	3.34
		Max -ve	1.35	-3.194
5	1 BEBAN MATI	Max +ve	0	2.78
		Max -ve	0.9	0

Sumber: Analisis data (2018)

Dari tabel diatas didapatkan nilai $M_{maks} = 3,34 \text{ kNm}$
 $= 33.400 \text{ kg cm}$

- Perhitungan Tegangan (σ)

$$\sigma = M_{maks} / W \quad (2.5)$$

$$= 33.400 / 22.336,67$$

$$= 1,49 \text{ kg/cm}^2$$

$$< f_r = 23,86 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

2. Kondisi saat pemasangan

Balok pracetak *U-Shell* menumpu pada 4 titik perletakan.

- Tegangan ijin

Tegangan ijin untuk pengangkatan pada saat pengangkatan balok pracetak *U-Shell* dengan asumsi umur beton pada saat pengangkatan adalah 7 hari:

Koef umur beton = 0,65 (tabel 4.1.4 PBB1 1971)

$$\begin{aligned} f'_{ci} &= \text{koef} \times f'_{ci} & (2.1) \\ &= 0,65 \times 29,05 \\ &= 18,88 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Kondisi beton crack :

$$\begin{aligned} f_r &= 0,7 \times \sqrt{f'_{ci}} & (2.2) \\ &= 0,7 \times \sqrt{18,88} \\ &= 3,04 \text{ Mpa} = 30,42 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Pembebanan balok pracetak *U-Shell*

Beban mati

$$\text{Berat sendiri } (2 \times 0,49 \times 0,1 + 0,4 \times 0,16) \times 2400 = 388,80 \text{ kg/m}$$

$$\text{Faktor kejut } 388,80 \times 1,5 = 583,20 \text{ kg/m}$$

Beban hidup

$$\text{Beban pekerja} = 100 \text{ kg}$$

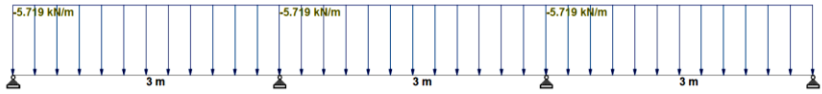
- Kombinasi pembebanan yang digunakan berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 9.2.1 didapatkan :

$$Q = 1,2DL + 1,6LL \quad (2.3)$$

Berikut adalah perhitungan kombinasi pembebanan pelat lantai :

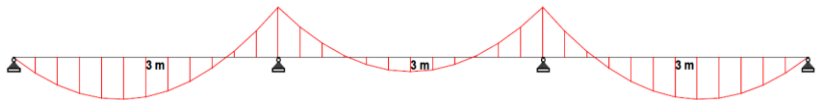
$$Q = 1,2 \times 583,20 + 1,6(100) = 859,84 \text{ kg/m}$$

Perhitungan momen menggunakan software STAD PRO.



Gambar 4.5 Input pembebanan kondisi pemasangan

Sumber: Analisis data (2018)



Gambar 4.6 Diagram Momen kondisi pemasangan

Sumber: Analisis data (2018)

Tabel 4.2 Momen maksimum

Beam	L/C		Dist m	Mz kNm
1	1 BEBAN MATI	Max +ve	3.0	5.037
		Max -ve	1.3	-4.157
2	2 BEBAN HIDUP	Max +ve	3.0	0.432
		Max -ve	1.5	-0.52
3	3 COMBINATION	Max +ve	3.0	6.736
		Max -ve	1.3	-5.681
2	1 BEBAN MATI	Max +ve	3.0	5.037
		Max -ve	1.5	-1.397
2	2 BEBAN HIDUP	Max +ve	3.0	0.432
		Max -ve	1.5	-0.304
3	3 COMBINATION	Max +ve	3.0	6.736
		Max -ve	1.5	-2.162
3	1 BEBAN MATI	Max +ve	0.0	5.037
		Max -ve	1.8	-4.157
2	2 BEBAN HIDUP	Max +ve	0.0	0.432
		Max -ve	1.5	-0.52
3	3 COMBINATION	Max +ve	0.0	6.736
		Max -ve	1.8	-5.681

Sumber: Analisis data (2018)

Dari tabel diatas didapatkan nilai $M_{maks} = 6,736 \text{ kNm} = 67.360 \text{ kg cm}$

Momen Lawan

$$\begin{aligned} W &= I / y & (2.4) \\ &= 618.673,27 / 27,66 \\ &= 22.336,67 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

- Perhitungan Tegangan (σ)

$$\begin{aligned} \sigma &= M_{maks} / W & (2.5) \\ &= 67.360 / 22.336,67 \\ &= 3,012 \text{ kg/cm}^2 < f_r = 30,42 \text{ kg/cm}^2 & \mathbf{OK} \end{aligned}$$

3. Kondisi saat pengecoran

Balok pracetak *U-Shell* menumpu pada 4 titik perletakan.

- Tegangan ijin

Tegangan ijin pada saat pengecoran balok pracetak *U-Shell* dengan asumsi umur beton pada saat pengecoran adalah 7 hari:

Koef umur beton = 0,65 (tabel 4.1.4 PBB1 1971)

$$\begin{aligned} f'_{ci} &= \text{koef} \times f'_{ci} & (2.1) \\ &= 0,65 \times 29,05 \\ &= 18,88 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Kondisi beton crack :

$$\begin{aligned} f_r &= 0,7 \times \sqrt{f'_{ci}} & (2.2) \\ &= 0,7 \times \sqrt{18,88} \\ &= 3,04 \text{ Mpa} = 30,42 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Pembebanan balok pracetak *U-Shell*

Beban mati

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri } (2 \times 0,49 \times 0,1 + 0,4 \times 0,16) \times 2400 &= 388,80 \text{ kg/m} \\ \text{Berat Half Slab } 0,15 \times 2400 \times 1 &= 360,00 \text{ kg/m} \\ \text{Berat beton basah } (0,49 + 0,15) \times 0,2 \times 2500 &= \underline{320,00 \text{ kg/m}} + \\ &= 1.068,80 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Faktor kejut $1,5 \times 1.068,80 = 1.603,20 \text{ kg/m}$

Beban hidup

Berat pekerja $= 100,00 \text{ kg}$

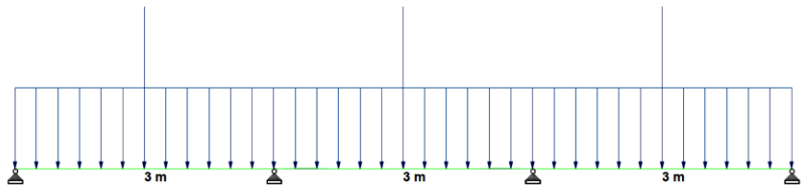
- Kombinasi pembebanan yang digunakan berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 9.2.1 didapatkan :

$$Q = 1,2DL + 1,6LL \quad (2.3)$$

Berikut adalah perhitungan kombinasi pembebanan pelat lantai :

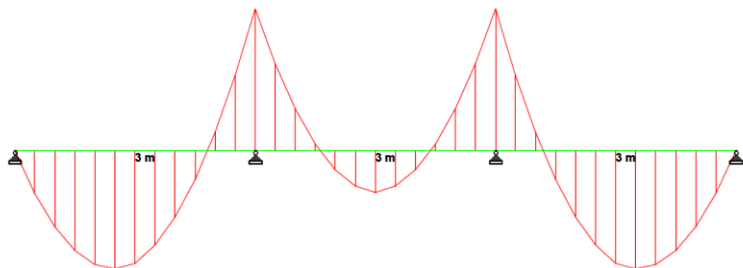
$$Q = 1,2 \times (1.603,20) + 1,6(100) = 2.083,84 \text{ kg/m}$$

Perhitungan momen menggunakan software STAD PRO.



Gambar 4.7 Input pembebanan kondisi pengecoran

Sumber: Analisis data (2018)



Gambar 4.8 Diagram Momen kondisi pengecoran

Sumber: Analisis data (2018)

Tabel 4.3 Momen maksimum

Beam	L/C		Dist m	Mz kNm
1	1 BEBAN MATI	Max +ve	3.0	14.119
		Max -ve	1.3	-11.65
	2 BEBAN HIDUP	Max +ve	3.0	0.44
		Max -ve	1.5	-0.53
	3 COMBINATION	Max +ve	3.0	17.647
		Max -ve	1.3	-14.687
2	1 BEBAN MATI	Max +ve	3.0	14.119
		Max -ve	1.5	-3.915
	2 BEBAN HIDUP	Max +ve	3.0	0.44
		Max -ve	1.5	-0.31
	3 COMBINATION	Max +ve	3.0	17.647
		Max -ve	1.5	-5.194
3	1 BEBAN MATI	Max +ve	0.0	14.119
		Max -ve	1.8	-11.65
	2 BEBAN HIDUP	Max +ve	0.0	0.44
		Max -ve	1.5	-0.53
	3 COMBINATION	Max +ve	0.0	17.647
		Max -ve	1.8	-14.687

Sumber: Analisis data (2018)

Dari tabel diatas didapatkan nilai $M_{maks} = 17,647 \text{ kNm}$
 $= 176.470 \text{ kg cm}$

Momen Lawan

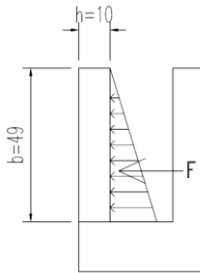
$$\begin{aligned}
 W &= I / y & (2.4) \\
 &= 618.673,27 / 27,66 \\
 &= 22.336,67 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

- Perhitungan Tegangan (σ)

$$\begin{aligned}
 \sigma &= M_{maks} / W & (2.5) \\
 &= 176.470 / 22.336,67 \\
 &= 7,890 \text{ kg/cm}^2 < f_r = 30,42 \text{ kg/cm}^2 & \text{OK}
 \end{aligned}$$

4. Kondisi akibat Tekanan Samping

Kontrol tekanan samping penampang dinding balok precast akibat tekanan dari beton basah saat pengecoran.



Gambar 4.9 Gaya akibat tekanan beton basah saat pengecoran
 Sumber: Analisis data (2018)

$$\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3 \text{ Berat beton basah}$$

$$b = 0,49 \text{ m} = 49 \text{ cm}$$

$$h = 0,10 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

Untuk setiap 1m panjang balok, dinding precast akan mendapatkan tekanan akibat pengecoran beton:

$$F = 1/2 \times \gamma \times b^2 \quad (2.6)$$

$$F = 1/2 \times 2500 \times 0,49^2$$

$$F = 300,125 \text{ kg}$$

$$M = 1/3 \times F \times b \quad (2.7)$$

$$= 1/3 \times 300,125 \times 0,49$$

$$= 49,02 \text{ kg m}$$

$$= 4.902,04 \text{ kg cm}$$

$$M = 1/3 \times F \times b \quad (2.7)$$

$$= 1/12 \times 49 \times 10^3$$

$$= 4.083,33 \text{ cm}^4$$

$$y = 1/2 \times h$$

$$= 1/2 \times 10$$

$$= 5 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 W &= I / y & (2.4) \\
 &= 4.083,33 / 5 \\
 &= 816,67 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma &= M / W & (2.5) \\
 &= 4.902,04 / 816,67 \\
 &= 6,002 \text{ kg/cm}^2 < f_r = 30,42 \text{ kg/cm}^2 & \mathbf{OK}
 \end{aligned}$$

5. Kontrol Pembesian

Kontrol pembesian balok pracetak *U-Shell* terhadap gaya tarik beton. Kondisi pembebanan yang digunakan pada saat pengecoran sehingga didapatkan beban maksimum yang diterima oleh balok pracetak *U-Shell*. Batasan ratio tulangan yang disyaratkan pada SNI03-2847-2013. Untuk mutu beton f_c 17-28 MPa, β_1 yang digunakan harus 0,85 (pasal 10.2.7.3)

$$\begin{aligned}
 M_u &= 17,647 \text{ kNm} \\
 &= 1.764,70 \text{ kg cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= M_u / \phi & (2.8) \\
 &= 1.764,70 / 0,8 \\
 &= 220,588 \text{ kg cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= f_y / (0,85 \times f_c) & (2.9) \\
 &= 400 / (0,85 \times 18,88) \\
 &= 24,922 \text{ MPa} \\
 &= 249,22 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= 65 - 4 - 1 - 2,2 - 2,5 \\
 &= 55,3 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= M_n / (b \times d^2) & (2.10) \\
 &= 220,588 / (40 \times 55,3^2) \\
 &= 0,002
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035 \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85\beta_1 \cdot f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600+f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 18,88}{400} \left(\frac{600}{600+400} \right) \\ &= 0,0174 \end{aligned} \quad (2.12)$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times 0,0174 \\ &= 0,0130 \end{aligned} \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{24,922} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 24,922 \cdot 0,002}{400}} \right) \\ &= 0,02184 \end{aligned} \quad (2.14)$$

$\rho > \rho_{\max}$, sehingga digunakan $\rho_{\max} = 0,0130$

Luas tulangan rencana

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{perlu}}} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0130 \times 400 \times 553 \\ &= 2.885,72 \text{ mm}^2 \end{aligned} \quad (2.15)$$

Luas tulangan existing

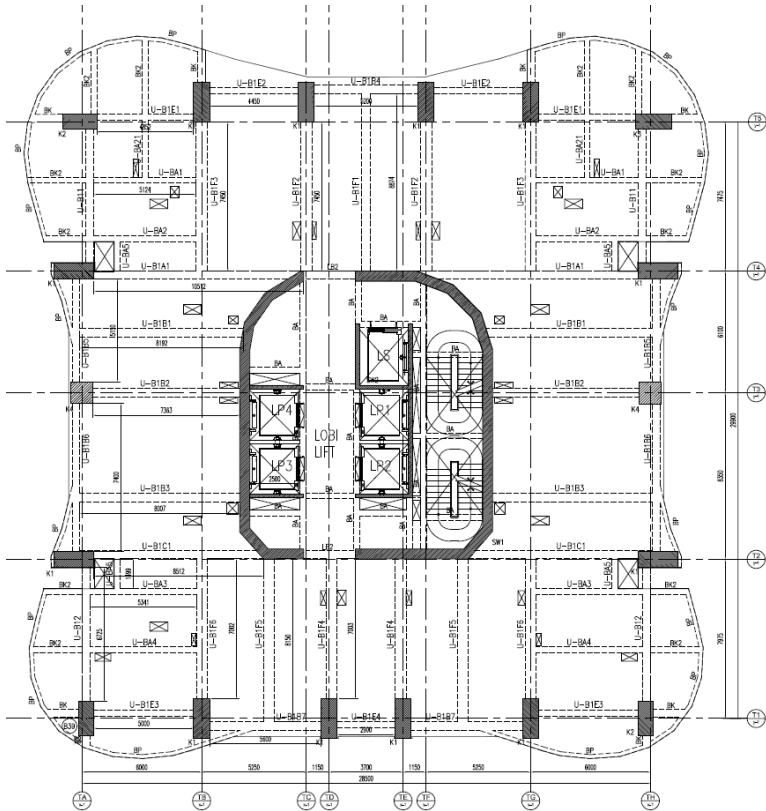
Jumlah tulangan eksisting 8 D 22

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{eks}}} &= 1/4 \times 3,14 \times 22 \times 22 \times 8 \\ &= 3.039,52 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$A_{s_{\text{perlu}}} < A_{s_{\text{eks}}}$ **OK**

4.2.3 Permodelan Balok U-Shell

Permodelan balok pracetak U-Shell akan dijelaskan berupa gambar denah hingga gambar detail modul per balok precast. Gambar dan tabel pracetak U-Shell bisa dilihat pada gambar 4.10 dan tabel 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.10 Denah balok precast U-Shell Lt. 4-11

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari gambar 4.10, selanjutnya akan dibuat gambar detail per modul pracetak balok. Gambar detail per modul pracetak balok *U-Shell* lebih lengkap bisa dilihat pada lampiran.

TYPE	U-B1A1	
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN		
DIMENSI B X H	400 X 650	
TUL. ATAS		
TUL. BAWAH	6D22	8D22
SENGKANG	D10-100	D10-125
TUL. EXTRA	2D13	2D13

Gambar 4.11 Potongan balok pracetak *U-Shell* U-B1A1
 Sumber: Hasil analisis (2018)

Tabel 4.4 Tipe balok pracetak *U-Shell*

NO	TYPE PLAT	AREA	JUMLAH	LEBAR (B)	TINGGI (H)	PANJANG (L)
1	U-B11	As TA & TH;T4-T5	2.00	0.40	0.55	6.70
2	U-B12	As TA & TH;T1-T2	2.00	0.40	0.55	6.73
3	U-BA1	As T4';TA-TB&TG-TH	2.00	0.30	0.45	5.13
4	U-BA2	As T4';TA-TB&TG-TH	2.00	0.30	0.45	5.13
5	U-BA3	As T1';TA-TB&TG-TH	2.00	0.30	0.45	5.34
6	U-BA4	As T1';TA-TB&TG-TH	2.00	0.30	0.45	5.34
7	U-BA5	As T4'&T1';TA-TB&TG-TH	4.00	0.30	0.45	1.50
8	U-BA21	As TA'&TG';T4'-T5	2.00	0.30	0.35	2.85
9	U-B1A1	As T4;TA-TC&TF-TH	2.00	0.40	0.65	10.51
10	U-B1B1	As T3';TA-TB&TG-TH	2.00	0.45	0.55	8.20
11	U-B1B2	As T3;TA-TB&TG-TH	2.00	0.45	0.55	7.36
12	U-B1B3	As T2';TA-TB&TG-TH	2.00	0.45	0.55	8.00
13	U-B1B4	As T5';TC-TF	1.00	0.45	0.55	5.20
14	U-B1B5	As TA&TH;T3-T4	2.00	0.45	0.55	5.15
15	U-B1B6	As TA&TH;T2-T3	2.00	0.45	0.55	7.40
16	U-B1B7	As T1;TB-TD&TE-TG	2.00	0.45	0.55	5.60
17	U-B1C1	As T2;TA-TB&TG-TH	2.00	0.40	0.55	8.51
18	U-B1E1	As T5;TA-TB&TG-TH	2.00	0.30	0.35	4.85
19	U-B1E2	As T5';TB-TC&TF-TG	2.00	0.30	0.35	4.45
20	U-B1E3	As T1;TB-TC&TF-TG	2.00	0.30	0.35	5.00
21	U-B1E4	As T1;TD-TE	1.00	0.30	0.35	2.90
22	U-B1F1	As TD';T4-T5	1.00	0.45	0.55	8.87
23	U-B1F2	As TC&TF;T4-T5	2.00	0.45	0.55	7.45
24	U-B1F3	As TB&TG;T4-T5	2.00	0.45	0.55	7.45
25	U-B1F4	As TD;T1-T2	2.00	0.45	0.55	7.00
26	U-B1F5	As TB'&TF';T1-T2	2.00	0.45	0.55	8.15
27	U-B1F6	As TB&TG;T1-T2	2.00	0.45	0.55	7.00
JUMLAH PER LANTAI			53.00			

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.4 diatas dapat diketahui ada 27 tipe balok pracetak *U-Shell* dengan jumlah 53 modul precast per lantai.

4.2.4 Kriteria Perencanaan *Half Slab Precast*

Tahap perencanaan dan permodelan ini merupakan tahap analisa desain struktur *Half Slab Precast* yang akan direncanakan tanpa mengganti struktur rangka utama bangunan. Karena plat lantai sendiri merupakan struktur sekunder yang memiliki fungsi menerima beban dan menyebarkan beban ke struktur balok. Kriteria perencanaan *Half Slab Precast* Proyek Grand Dharmahusada Lagoon Tower Olive adalah sebagai berikut:

1. Filosofi desain

Plat merupakan elemen struktur sekunder yang memiliki fungsi menerima beban dan menyebarkan beban ke struktur balok. Plat lantai dimodelkan dan dihitung sebagai balok.

2. Standar Peraturan

- a. SNI-2847-2013 : Persyaratan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung
- b. SNI-1727-2013 : Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain

3. Kriteria Bahan yang digunakan

- a. Kuat tekan beton : $K-350/f'c$ 29,05 Mpa
- b. Kuat leleh besi ulir : f_y 400 Mpa
- c. Kuat leleh besi polos : f_y 240 Mpa
- d. Berat jenis beton bertulang : 2400 kg/m³
- e. Berat jenis beton basah : 2500 kg/m³
- f. Berat jenis besi/baja : 7850 kg/m³

4. Rencana Analisis

Pada perencanaan ini akan dianalisa 2 model plat berdasarkan bentang dan lokasinya :

- a. Plat bentang lebih besar 4 meter tebal 150mm (Type A)
- b. Plat bentang lebih kecil 3 meter tebal 150mm (Type B)

Plat tebal 150mm merupakan plat di lantai 4-11

5. Type Plat

Plat type A&B Lantai 4-11

- a. Tebal plat lantai precast = 80mm
- b. Tebal plat lantai insitu = 70mm

Pada perencanaan ini akan dilakukan analisa 2 tipe Plat *Half Slab* dengan panjang dan dimensi terbesar yaitu Plat tipe A5 & B31 . Dimana plat *Half Slab Precast* ini dilakukan kontrol pada kondisi sebagai berikut:

- a. Kondisi saat pengangkatan
- b. Kondisi saat pemasangan

4.2.5 Analisa perhitungan *Half Slab Precast*

Analisa desain struktur *Half Slab Precast* yang akan direncanakan tanpa mengganti struktur rangka utama bangunan. Karena plat lantai sendiri merupakan struktur sekunder yang memiliki fungsi menerimabeban dan menyebarkan beban ke struktur balok. Struktur plat lantai harus direncanakan sesuai beban dari fungsibangunan. Apabila komponen plat lantai diganti dengan sistem *Half Slab Precast*, maka juga perlu diperhitungkan desain komponen tersebut supaya fungsi dari struktur tidak berubah. Perencanaan plat *Precast* nantinya digunakan untuk pekerjaan lantai dimulai dari lantai 4 sampai dengan lantai 11. Perhitungan *Half Slab* diambil contoh pada plat precast type A.

a. Data perencanaan

- a. Modul Plat = A5
- b. Mutu Beton ($f'c$) = 29,05 Mpa (K-350)
- c. Mutu Baja (f_y) = 400 Mpa
- d. Diameter tulangan rencana (D) = 10 mm
- e. Lebar (Lx) = 4,8 m
- f. Panjang (Ly) = 2 m
- g. Tebal plat = 15 cm
- h. Tebal pelat precast = 8 cm = 80 mm
- i. Tebal topping = 7 cm = 70 mm
- j. Tebal decking = 2 cm = 20 mm

b. Pembebanan plat Half Slab

a. Sebelum Komposit

1) Beban Mati (DL)

$$\text{Berat sendiri } 0,08 \times 2400 = 192 \text{ kg/m}^2$$

2) Beban Hidup (LL)

$$\text{Beban Pekerja} = 77 \text{ kg/m}^2$$

b. Setelah Komposit

1) Beban Mati (DL)

$$\text{Berat sendiri } 0,15 \times 2400 = 360 \text{ kg/m}^2 +$$

$$\text{Total (DL)} = 360 \text{ kg/m}^2$$

2) Beban Mati Tambahan (SDL)

Keramik	= 18 kg/m ²
Spesi Keramik	= 38 kg/m ²
Ducting Mechanical (ME)	= 19 kg/m ²
Plafon	= 5 kg/m ²
Penggantung Plafon	= 10 kg/m ² +
Total (SDL)	= 90 kg/m²
Total (DL+SDL)	= 450 kg/m²

3) Beban Hidup (LL)

Beban hidup (kamar apartemen)	= 143 kg/m ²
Beban hidup (koridor)	= 192 kg/m ²
Beban hidup dengan lantai diatas 2 lantai direduksi 20%, sesuai pada SNI 1727-2013 pasal 4.7.2 dan 4.7.3 sehingga didapatkan:	
Beban hidup (kamar apartemen)	= 115 kg/m ²
Beban hidup (koridor)	= 154 kg/m ²
Digunakan beban hidup terbesar yaitu	= 154 kg/m²

c. Kombinasi pembebanan plat Half Slab

Kombinasi pembebanan yang digunakan berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 9.2.1 didapatkan :

$$Q = 1,2DL + 1,6LL \quad (2.3)$$

Berikut adalah perhitungan kombinasi pembebanan pelat lantai :

Keadaan plat precast belum terpasang (Kondisi 1)

$$Q = 1,2 (192) + 1,6 (0) = 230,4 \text{ kg/m}^2 \text{ per m}^2$$

Keadaan plat precast terpasang namun belum terkomposit (Kondisi 2)

$$Q = 1,2 (192) + 1,6 (77) = 353,60 \text{ kg/m}^2 \text{ per m}^2$$

Keadaan, pelat sudah komposit (Kondisi 3)

$$Q = 1,2 (450) + 1,6 (154) = 785,76 \text{ kg/m}^2 \text{ per m}^2$$

c. Perhitungan Momen

Perhitungan momen-momen pada pelat lantai sesuai dengan peraturan SNI 2847-2013 sebagai berikut :

$$Mlx = 1/11 \times Q \times Lx^2 \text{ujung tak menerus tak terkekang (pasal 8.3.3)}$$

$$Mly = 1/16 \times Q \times Ly^2 \text{bentang interior (pasal 8.3.3)}$$

$M_{ty} = 1/9 \times Q \times L_y^2$ momen negatif dua bentang (pasal 8.3.3)

Keadaan plat precast terpasang namun belum terkomposit (Kondisi 2)

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 1/11 \times Q \times L_x^2 & (2.16) \\ &= 1/11 \times 353,60 \times 2^2 & = 128,58 \text{ kg m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 1/16 \times Q \times x^2 & (2.17) \\ &= 1/16 \times 353,60 \times 2^2 & = 88,40 \text{ kg m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ty} &= 1/9 \times Q \times L_x^2 & (2.18) \\ &= 1/9 \times 353,60 \times 2^2 & = 157,15 \text{ kg m} \end{aligned}$$

Keadaan, pelat sudah komposit (Kondisi 3)

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 1/11 \times Q \times L_x^2 & (2.16) \\ &= 1/11 \times 785,76 \times 2^2 & = 285,73 \text{ kg m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 1/16 \times Q \times x^2 & (2.17) \\ &= 1/16 \times 785,76 \times 2^2 & = 196,44 \text{ kg m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ty} &= 1/9 \times Q \times L_x^2 & (2.18) \\ &= 1/9 \times 785,76 \times 2^2 & = 349,22 \text{ kg m} \end{aligned}$$

d. Perhitungan perencanaan tulangan

Tinggi efektif

$$d_y = 80 - 20 - 10/2 = 55 \text{ mm} = 5,5 \text{ cm}$$

$$d_x = 80 - 20 - 10 - 10/2 = 45 \text{ mm} = 4,5 \text{ cm}$$

Menentukan batasan harga tulangan dengan menggunakan rasio tulangan yang disyaratkan pada SNI 03-2847-2013. Untuk mutu beton f_c 17-28 MPa, β_1 yang digunakan harus 0,85 (pasal 10.2.7.3)

Mencari ρ_{min} :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035 \quad (2.11)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad (2.12)$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 29,05}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,03148 \\ \rho_{max} &= 0,75 \times \rho_b = 0,02361 \quad (2.13) \end{aligned}$$

Check tipe plat :

$$L_y = 4,8 \text{ m}$$

$$L_x = 2,0 \text{ m}$$

$$\beta = L_y / L_x$$

$$\beta = 4,8 / 2 = 2,4 > 2$$

Maka pelat precast ini direncanakan dengan tipe pelat searah (*One Way Slab*)

e. Perhitungan desain penulangan untuk Half Slab Precast

$$M_{lx} = 285,73 \text{ kg m (Kondisi 3)}$$

$$M_{ly} = 196,44 \text{ kg m (Kondisi 3)}$$

$$M_{ty} = 157,155 \text{ kg m (Kondisi 2)}$$

a. Momen Lapangan Arah X

$$M_u L_x = 285,73 \text{ kg m} = 0,286 \text{ ton m} = 2857309,09 \text{ Nmm (Kondisi 3)}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \quad (2.8)$$
$$= \frac{2857309,09}{0,9} = 3174787,88 \text{ Nmm}$$

Dimana faktor reduksi (ϕ) = 0,9(SNI 2847-2013 ; 9.3.2.1)

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c} = \frac{400}{0,85 \times 29,05} = 16,1992 \quad (2.9)$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{3174787,88}{1000 \times 55^2} = 1,0495 \quad (2.10)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \quad (2.14)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{16,199} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,199 \times 1,0495}{400}} \right) = 0,0027$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$, sehingga dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0035$

Didapatkan luasan tulangan sebesar:

$$\text{As perlu} = \rho \times b \times d_y \quad (2.15)$$

$$= 0,0035 \times 1000 \times 55 = 157,50 \text{ mm}^2$$

Tulangan yang digunakan \emptyset 10 mm

$$\text{As tul} = 1/4 \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{1000}{\text{Asperlu/As tulangan}} \quad (2.19)$$

$$= \frac{1000}{157,50/78,5}$$

$$= 498,41 \text{ mm} \approx 450 \text{ mm}$$

Check Jarak Tulangan :

$$\text{As pasang} = \frac{\text{As tulangan} \times 1000}{\text{Jarak Tulangan}}$$

$$= \frac{78,5 \times 1000}{450} = 174,444 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \quad \mathbf{OK}$$

Maka digunakan tulangan lapangan arah x sebesar = **D10 – 450**

b. Momen Lapangan Arah Y

Mu Ly = 196,44 kg m = 0,196 ton m = 1964400 Nmm (Kondisi 3)

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1964400}{0,9} = 2182666,67 \text{ Nmm}$$

Dimana faktor reduksi (ϕ) = 0,9(SNI 2847-2013 ; 9.3.2.1)

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c} = \frac{400}{0,85 \times 29,05} = 16,1992 \quad (2.9)$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d_y^2} = \frac{2182666,67}{1000 \times 55^2} = 0,721 \quad (2.10)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \quad (2.14)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{16,199} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,199 \times 0,721}{400}} \right) = 0,0018$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$, sehingga dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0035$

Didapatkan luasan tulangan sebesar:

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \times b \times d_y & (2.15) \\ &= 0,0035 \times 1000 \times 55 = 192,50 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tulangan yang digunakan \emptyset 10 mm

$$\begin{aligned} \text{As tul} &= 1/4 \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2 \\ \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000}{\text{Asperlu/As tulangan}} & (2.19) \\ &= \frac{1000}{192,50/78,5} \\ &= 407,79 \text{ mm} \approx 400 \text{ mm} \end{aligned}$$

Check Jarak Tulangan :

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= \frac{\text{As tulangan} \times 1000}{\text{Jarak Tulangan}} \\ &= \frac{78,5 \times 1000}{400} = 196,25 > \text{As perlu} & \text{OK} \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan lapangan arah Y sebesar = **D10 – 400**

c. Momen Tumpuan Arah Y

Mu ty = 157,15 kg m = 0,157 ton m = 1571555,56 Nmm
(Kondisi 2)

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1571555,56}{0,9} = 1,746172,84 \text{ Nmm}$$

Dimana faktor reduksi (ϕ) = 0,9(SNI 2847-2013 ; 9.3.2.1)

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c} = \frac{400}{0,85 \times 29,05} = 16,1992 & (2.9)$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d_y^2} = \frac{1746172,84}{1000 \times 55^2} = 0,577 & (2.10)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) & (2.14)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{16,199} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,199 \times 0,577}{400}} \right) = 0,0015$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$, sehingga dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,0035$

Didapatkan luasan tulangan sebesar:

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0035 \times 1000 \times 55 = 192,50 \text{ mm}^2 \end{aligned} \quad (2.15)$$

Tulangan yang digunakan \emptyset 10 mm

$$\text{As tul} = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000}{\text{Asperlu/As tulangan}} \\ &= \frac{1000}{192,50/78,5} \\ &= 407,79 \text{ mm} \approx 400 \text{ mm} \end{aligned} \quad (2.19)$$

Check Jarak Tulangan :

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= \frac{\text{As tulangan} \times 1000}{\text{Jarak Tulangan}} \\ &= \frac{78,5 \times 1000}{400} = 196,25 > \text{As perlu} \quad \mathbf{OK} \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan tumpuan arah Y sebesar = **D10 – 400**

f. Perhitungan desain penulangan untuk *toping*

a. Tulangan tumpuan arah Y

$$\text{Mu ty} = 349,23 \text{ kg m} = 0,349 \text{ ton m} = 3492266,67 \text{ Nmm}$$

(Kondisi 3)

$$\text{Mn} = \frac{\text{Mu}}{\phi} = \frac{3492266,67}{0,9} = 3880296,30 \text{ Nmm}$$

Dimana faktor reduksi (ϕ) = 0,9(SNI 2847-2013 ; 9.3.2.1)

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c} = \frac{400}{0,85 \times 29,05} = 16,1992 \quad (2.9)$$

$$\text{Rn} = \frac{\text{Mn}}{b \times d^2} = \frac{3880296,30}{1000 \times 55^2} = 1,282 \quad (2.10)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times \text{Rn}}{f_y}} \right) \quad (2.14)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{16,199} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,199 \times 0,721}{400}} \right) = 0,0033$$

ρ perlu $< \rho_{min}$, sehingga dipakai $\rho_{min} = 0,0035$

Didapatkan luasan tulangan sebesar:

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \times b \times d_y & (2.15) \\ &= 0,0035 \times 1000 \times 55 = 192,50 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tulangan yang digunakan \emptyset 10 mm

$$\text{As tul} = 1/4 \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000}{\text{Asperlu/As tulangan}} & (2.19) \\ &= \frac{1000}{192,50/78,5} \\ &= 407,79 \text{ mm} \approx 400 \text{ mm} \end{aligned}$$

Check Jarak Tulangan :

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= \frac{\text{As tulangan} \times 1000}{\text{Jarak Tulangan}} \\ &= \frac{78,5 \times 1000}{400} \\ &= 196,25 > \text{As perlu} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan tumpuan arah Y sebesar = **D10 – 400**

b. Perhitungan tulangan susut (tulangan toping arah X)

$$\begin{aligned} \text{As} &= \frac{0,0018 \times 420 \times b \times h}{f_y} & (2.22) \\ &= \frac{0,0018 \times 420 \times 1000 \times 150}{400} \\ &= 283,50 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000}{\text{Asperlu/As tulangan}} & (2.19) \\ &= \frac{1000}{283,50/78,5} \\ &= 276,895 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan susut (arah x) sebesar = **D10 – 250**

g. Panjang penyaluran tulangan pada pelat

$$L_{dh} > 8d_b \quad (2.20)$$

$$= 8 \times 10 = 80 \text{ mm}$$

$$L_{dh} > 150 \text{ mm} \quad (2.21)$$

$$L_{dh} = \frac{100 \times d_b}{\sqrt{f_c}} \times \frac{f_y}{400}$$

$$= \frac{100 \times 10}{\sqrt{29,05}} \times \frac{400}{400} = 185,53 > 150 \text{ mm} \quad \mathbf{OK}$$

Dengan perhitungan perencanaan tulangan seperti diatas didapatkan rekapitulasi yang dapat dilihat pada tabel 4.17 dan 4.18 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Rekapitulasi perhitungan perencanaan tulangan half slab

NO	Type Plat	Mlx	Mly	Mty	Ldh (cm)	Ket
1	A	D10-450	D10-400	D10-400	18	1 Arah
2	B	D10-450	D10-400	D10-400	18	1 Arah

Sumber: Hasil analisis (2018)

Tabel 4.6 Rekapitulasi perhitungan perencanaan tulangan toping

NO	Type Plat	Mty	Tul. Susut	Ldh (cm)	Ket
1	A	D10-400	D10-250	18	1 Arah
2	B	D10-400	D10-250	18	1 Arah

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari hasil rekapitulasi perhitungan di atas didapatkan untuk tulangan plat type A & B sama hal ini dikarenakan nilai ratio tulangan (ρ) sama - sama kurang dari nilai ρ min, serta nilai tinggi efektif (d_y) juga sama.

h. Perhitungan tulangan angkat plat lantai

a. Tegangan ijin

Tegangan ijin untuk pengangkatan pada saat *Stripping*, *Roating*, dan *Storage* dengan asumsi umur beton pada saat pengangkatan adalah 3 hari:

$$\text{Koef. Beton Umur 3 Hari} = 0,4(\text{tabel 4.1.4 PBB1 1971})$$

$$\begin{aligned}
 f_{ci} &= \text{koef.} \times f_c & (2.1) \\
 &= 0,4 \times 29,05 \\
 &= 11,62 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Kondisi beton crack:

$$\begin{aligned}
 f_r &= 0,7 \times \sqrt{f_c} & (2.2) \\
 &= 0,7 \times \sqrt{11,62} = 2,39 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

b. Kontrol tegangan angkat plat pada saat striping

Dengan menggunakan (*Two Point Pick Up*) sesuai dengan (PCI Design; 5.2.5)

Arah X (bentang pendek pada pelat precast)

$$\begin{aligned}
 \text{Koef} &= 1,2 \text{ (PCI Design ; 5.2.1)} \\
 W &= \text{koef} \times t \text{ precast} \times b_j \text{ beton bertulang} & (2.23)
 \end{aligned}$$

$$= 1,2 \times 0,08 \times 2400 = 230,4 \text{ kg/m}^2$$

$$b/2 = 4,8/2 = 2,4 \text{ m}$$

$$15t = 15 \times 0,08 = 1,2 \text{ m}$$

Antara $b/2$ dan $15t$ dipilih yang paling kecil (PCIDesign 5.2.5), yaitu : 1,2 m

$$Z = 1/6 \times (15t)^2 \times d^2 = 1/6 \times 1,2^2 \times 0,08^2 = 0,00864 \text{ m}^3$$

Momen Maksimum

$$\begin{aligned}
 M_x &= 0,0107 \times w \times a^2 \times b & (2.24) \\
 &= 0,0107 \times 230,4 \times 2^2 \times 4,8 \\
 &= 47,333 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

$$f_t = f_b$$

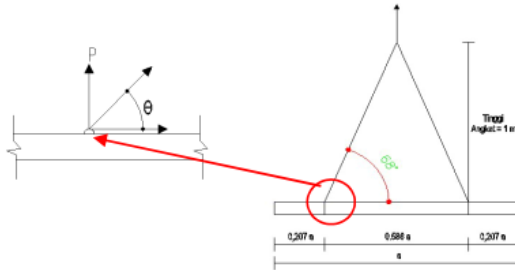
$$f_b = M_x/Z$$

$$= 47,333 / 0,00864$$

$$= 5478,40 \text{ kg/m}^2 = 0,054784 \text{ Mpa} < f_r = 2,39 \text{ Mpa} \quad \mathbf{OK}$$

c. Kontrol akibat sudut pengangkatan

Momen akibat sudut pengangkatan (arah X), gambar sudut pengangkatan dapat dilihat pada gambar 4.12



Gambar 4.12 Sudut pengangkatan plat

Sumber: Analisis data (2018)

Karena sudut yang terbentuk adalah 68° maka untuk mencari nilai F, dilakukan interpolasi pada tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7 Interpolasi nilai F

Sudut	F
60°	1,16
68°	1,10
75°	1,04

Sumber : PCI Design (1999)

Dari interpolasi diatas didapatkan nilai F sebesar 1,10.

Perhitungan untuk momen pada saat eksentris:

$$Y_c = yt + 3'' \quad (2.25)$$

$$= t/2 + 3''$$

$$= 0,08/2 + 0,076 = 0,116$$

Dimana $1'' = 0,025 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 M_y &= \frac{P_{yc}}{\tan\theta} & (2.26) \\
 &= \frac{(w.a.b).y_c}{\tan\theta} \\
 &= \frac{(230,4.2.4,8).0,116}{\tan 68} \\
 &= 125,766 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

$$M_{total} = 47,333 + 125,766 = 173,10 \text{ kg m}$$

$$F_{total} = M_{total}/Z$$

$$= 173,10 / 0,00864 = 20034,68 \text{ kg/m}^2 = 0,2 \text{ Mpa}$$

Check :

$$F_t = 0,2 \text{ Mpa} < f_r = 2,39 \text{ Mpa} \quad \mathbf{OK}$$

d. Kontrol tegangan plat pada saat turning

$$b / 4 = 4,8 / 4 = 1,2 \text{ m}$$

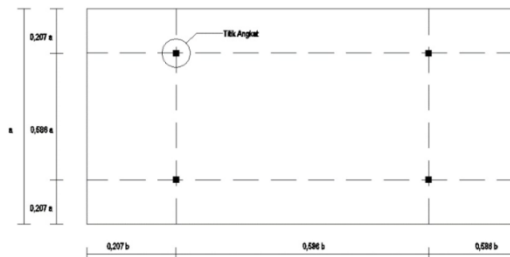
$$15 t = 15 \times 0,08 = 1,2 \text{ m}$$

W = koef x t precast x bj beton bertulang x b/4

$$= 1 \times 0,08 \times 2400 \times 1,2 = 230,4 \text{ kg/m}$$

$$Z = 1/6 \times (15t^2) \times d^2 = 1/6 \times 1,2^2 \times 0,08^2 = 0,00864 \text{ m}^3$$

Jarak antar titik angkat dapat dilihat pada gambar 4.13 sebagai berikut :



Gambar 4.13 Jarak titik angkat dan momen plat precast

Sumber: Analisis data (2018)

$$\Sigma MR = 0 \quad (2.27)$$

$$= RL \times 0,586a - 1/2w \{ (0,207a + 0,586a)^2 - 0,207^2 \}$$

$$RL = RR$$

$$= 552,96 \text{ kg}$$

$$Ma = 1/2 w \times 0,207a^2 \quad (2.28)$$

$$= 1/2 \times 230,4 \times (0,207 \times 2^2)$$

$$= 549,42 \text{ kg m}$$

$$Mb \text{ mak} = RL / W$$

$$= 552,96 / 230,4 = 2,4 \text{ m}$$

$$fa = Ma / Z$$

$$= 549,42 / 0,00864$$

$$= 63590,40 \text{ kg/m}^2 = 0,64 \text{ Mpa}$$

Check:

$$fa = 0,64 \text{ Mpa} < f'r = 2,39 \quad \mathbf{OK}$$

e. Perencanaan tulangan angkat (angkur precast)

$$\text{Diameter angkur} = 8 \text{ mm}$$

$$Ag = 3,14 \times (8/2)^2 = 50,24 \text{ mm}^2$$

$$\text{Mutu baja (fy)} = 400 \text{ Mpa}$$

$$W = a \times b \times t \text{ precast} \times \text{bj beton bertulang} \quad (2.30)$$

$$= 4,8 \times 2 \times 0,08 \times 2400$$

$$= 1843,20 \text{ kg}$$

Beban yang diterima sling (PCI Design ; 5.2.7)

$$T = \frac{w \times F}{2} \quad (2.31)$$

$$= \frac{1843,20 \times 1,10}{2}$$

$$= 1013,76 \text{ kg}$$

$$T \text{ angkur} = Ag \times fy \times \phi \quad (2.32)$$

$$= (50,24 \times 400 \times 0,75) / 10$$

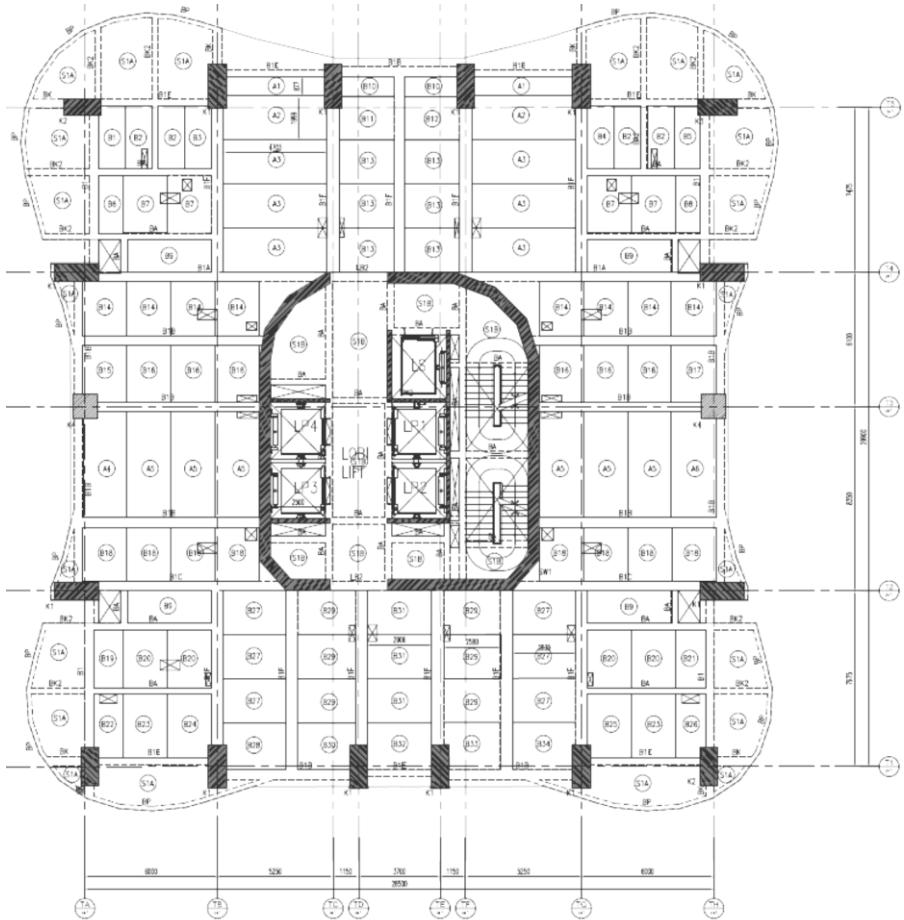
$$= 1507,20 \text{ kg}$$

$$T \text{ terjadi} = 1013,76 \text{ kg} < T_{\text{stud}} = 1507,20 \text{ kg} \quad \mathbf{OK}$$

Sehingga diameter stud D8 yang direncanakan mampu untuk menahan beban saat plat precast diangkat.

4.2.6 Permodelan *Half Slab Precast*

Permodelan *Half Slab Precast* akan dijelaskan berupa gambar denah hingga gambar detail modul per balok precast. Gambar dan Tabel *Half Slab* bisa dilihat pada gambar 4.14 dan tabel 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.14 Denah *Half Slab Precast* Lt. 4-11
Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari gambar 4.14 selanjutnya akan dibuat gambar detail per modul plat *Half Slab*. Gambar detail per modul plat *Half Slab* lebih lengkap bisa dilihat pada lampiran.

Tabel 4.8 Tipe Plat *Half Slab Precast*

NO	TYPE PLAT	AREA	JUMLAH	PANJANG	LEBAR	TEBAL
1	A1	As T5-T5';TB-TC	2,00	4,45	0,88	0,08
2	A2	As T4-T5;TB-TC	2,00	4,70	2,00	0,08
3	A3	As T4-T5;TB-TC	6,00	4,70	2,00	0,08
4	A4	As T2-T3;TA-TB	1,00	4,80	2,00	0,08
5	A5	As T2;TA-TB&TG-TH	6,00	4,80	2,00	0,08
6	A6	As T2-T3;TG-TH	1,00	4,80	2,00	0,08
7	B1	As T4-T5;TB-TC	1,00	2,85	1,21	0,08
8	B2	As T4-T5;TB-TC&TG-TH	4,00	2,85	1,21	0,08
9	B3	As T4-T5;TB-TC	1,00	2,85	1,20	0,08
10	B4	As T4-T5;TG-TH	1,00	2,85	1,20	0,08
11	B5	As T4-T5;TG-TH	1,00	2,85	1,21	0,08
12	B6	As T4-T5;TB-TC	1,00	2,62	1,12	0,08
13	B7	As T4-T5;TB-TC&TG-TH	4,00	2,62	2,00	0,08
14	B8	As T4-T5;TG-TH	1,00	2,62	1,12	0,08
15	B9	As T4-T5;TB-TC&TG-TH	4,00	3,80	1,48	0,08
16	B10	As T5-T5';TC-TF	2,00	2,38	0,88	0,08
17	B11	As T4-T5;TC-TF	1,00	2,50	2,00	0,08
18	B12	As T4-T5;TC-TF	1,00	2,50	2,00	0,08
19	B13	As T4-T5;TC-TF	6,00	2,50	2,00	0,08
20	B14	As T3-T4;TA-TB&TG-TH	8,00	2,47	2,00	0,08
21	B15	As T3-T4;TA-TB	1,00	2,55	2,00	0,08
22	B16	As T3-T4;TA-TB&TG-TH	6,00	2,55	2,00	0,08
23	B17	As T3-T4;TG-TH	1,00	2,55	2,00	0,08
24	B18	As T2-T3;TA-TB&TG-TH	8,00	2,45	2,00	0,08
25	B19	As T1-T2;TA-TB	1,00	2,62	1,34	0,08
26	B20	As T1-T2;TA-TB&TG-TH	4,00	2,62	2,00	0,08
27	B21	As T1-T2;TG-TH	1,00	2,62	1,34	0,08
28	B22	As T1-T2;TA-TB	1,00	2,88	1,34	0,08
29	B23	As T1-T2;TA-TB&TG-TH	2,00	2,88	2,00	0,08
30	B24	As T1-T2;TA-TB	1,00	2,88	2,00	0,08
31	B25	As T1-T2;TG-TH	1,00	2,88	2,00	0,08
32	B26	As T1-T2;TG-TH	1,00	2,88	1,34	0,08
33	B27	As T1-T2;TB-TC&TF-TG	6,00	2,83	2,00	0,08
34	B28	As T1-T2;TB-TC	1,00	2,83	2,15	0,08
35	B29	As T1-T2;TB-TD&TE-TG	6,00	2,59	2,00	0,08
36	B30	As T1-T2;TB-TD	1,00	2,59	2,15	0,08
37	B31	As T1-T2;TD-TE	3,00	2,90	2,00	0,08
38	B32	As T1-T2;TD-TE	1,00	2,90	2,15	0,08
39	B33	As T1-T2;TE-TG	1,00	2,59	2,15	0,08
40	B34	As T1-T2;TE-TG	1,00	2,84	2,15	0,08
JUMLAH PER LANTAI			102,00			

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.8 diatas dapat diketahui ada 40 tipe plat *Half Slab* precast dengan jumlah 102 modul precast per lantai.

4.2.7 Kriteria Perencanaan Plat *Steel Deck*

Tahap perencanaan dan permodelan ini merupakan tahap analisa desain struktur plat menggunakan *Steel Deck* yang akan direncanakan tanpa mengganti struktur rangka utama bangunan. Kriteria perencanaan plat *Steel Deck* Proyek Grand Dharmahusada Lagoon Tower Olive adalah sebagai berikut:

1. Filosofi desain

Plat *Steel Deck* harus memenuhi persyaratan sebagai plat satu arah. Plat lantai dimodelkan dan dihitung sebagai balok.

2. Standar Peraturan

- a. SNI-2847-2013 : Persyaratan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung
- b. SNI-1727-2013 : Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain

3. Kriteria Bahan yang digunakan

- a. Kuat tekan beton : $K-350/f'c$ 29,05 Mpa
- b. Kuat leleh besi ulir : f_y 400 Mpa
- c. Kuat leleh besi polos : f_y 240 Mpa
- d. Berat jenis beton bertulang : 2400 kg/m³
- e. Berat jenis beton basah : 2500 kg/m³
- f. Berat jenis besi/baja : 7850 kg/m³
- g. Steel Deck BMT 1.0 : F_y 550 MPa (Australian Standard G500)
- h. Berat jenis steel deck : 11,63 kg/m²

4. Rencana Analisis

Pada perencanaan ini akan dianalisa dari plat berdasarkan panjang dan dimensi terbesar yaitu :

- a. Plat bentang 8,15 x 2,9 m (Type SD 1)

5. Type Plat

- b. Plat type SD 1 Lantai 4-11
Tebal plat lantai SD1 = 150mm

4.2.8 Analisa perhitungan Plat *Steel Deck*

Analisa desain struktur plat *Steel Deck* yang akan direncanakan tanpa mengganti struktur rangka utama bangunan. Karena plat lantai sendiri merupakan struktur sekunder yang memiliki fungsi menerima beban dan menyebarkan beban ke struktur balok. Struktur plat lantai harus direncanakan sesuai beban dari fungsi bangunan. Apabila komponen plat lantai diganti dengan menggunakan *Steel Deck*, maka juga perlu diperhitungkan desain komponen tersebut supaya fungsi dari struktur tidak berubah. Perencanaan plat *Steel Deck* nantinya digunakan untuk pekerjaan lantai dimulai dari lantai 4 sampai dengan lantai 11. Perhitungan *Steel Deck* diambil contoh pada plat Type SD 1.

1. Data perencanaan

a. Modul Plat	= SD 1
b. Mutu Beton ($f'c$)	= 29,05 Mpa (K-350)
c. Mutu Baja (f_y)	= 400 Mpa
d. Mutu Steel Deck BMT 1.0 (f_y)	= 550 MPa
e. Diameter tulangan rencana (D)	= 13 mm
f. Lebar (L_x)	= 8,15 m
g. Panjang (L_y)	= 2,9 m
h. Tebal plat	= 150 mm
i. Tinggi Steel Deck	= 78 mm
j. Tinggi Beton Topping	= 72 mm
k. Selimut Beton	= 20 mm

2. Pembebanan plat Steel Deck

a. Beban Mati (DL)	
Berat sendiri 0,078 x 2400	= 187,20 kg/m ²
Berat Steel Deck BMT 1.0	= 11,63 kg/m ²
Total (DL)	= 198,83 kg/m²
b. Beban Mati Tambahan (SDL)	
Keramik	= 18 kg/m ²
Spesi Keramik	= 38 kg/m ²
Ducting Mechanical (ME)	= 19 kg/m ²
Plafon	= 5 kg/m ²
Penggantung Plafon	= 10 kg/m ² +
Total (SDL)	= 90 kg/m²

$$\text{Total (DL+SDL)} = 288,83 \text{ kg/m}^2$$

c. Beban Hidup (LL)

$$\text{Beban hidup (kamar apartemen)} = 143 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban hidup (koridor)} = 192 \text{ kg/m}^2$$

Beban hidup dengan lantai diatas 2 lantai direduksi 20%, sesuai pada SNI 1727-2013 pasal 4.7.2 dan 4.7.3 sehingga didapatkan:

$$\text{Beban hidup (kamar apartemen)} = 115 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban hidup (koridor)} = 153,6 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Digunakan beban hidup terbesar yaitu} = 153,6 \text{ kg/m}^2$$

3. Kombinasi pembebanan plat komposit steel deck

Kombinasi pembebanan yang digunakan berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 9.2.1 didapatkan :

$$Q = 1,2DL + 1,6LL \quad (2.3)$$

Berikut adalah perhitungan kombinasi pembebanan pelat lantai :

$$Q = 1,2(288,83) + 1,6(153,6) = 592,36 \text{ kg/m}^2 \text{ per m}^2$$

4. Perhitungan Momen

Perhitungan momen-momen pada pelat lantai sesuai dengan peraturan ANSI-SDI-C-2017 sebagai berikut :

$$Mlx = 0,094 \times Q \times Lx^2 \quad (2.33)$$

$$= 0,094 \times 592,36 \times 2,9^2 = 468,28 \text{ kg m} = 4,68 \text{ kN m}$$

$$Mtx = 0,117 \times Q \times Lx^2 \quad (2.34)$$

$$= 0,117 \times 592,36 \times 2,9^2 = 582,86 \text{ kg m} = 5,83 \text{ kN m}$$

$$Mly = 0,094 \times Q \times Ly^2 \quad (2.35)$$

$$= 0,094 \times 592,36 \times 8,15^2 = 3698,50 \text{ kg m} = 36,98 \text{ kN m}$$

$$Mty = 0,117 \times Q \times Ly^2 \quad (2.36)$$

$$= 0,117 \times 592,36 \times 8,15^2 = 4630,45 \text{ kg m} = 46,30 \text{ kN m}$$

5. Kontrol kapasitas momen steel deck

Steel deck digunakan untuk penulangan momen positif dan negatif 1 arah

Momen Positif Steel Deck BMT 1,0

$$\emptyset M > Mlx \quad (2.37)$$

$$9,73 \text{ kN m} > 4,68 \text{ kN m} \quad \text{OK (tidak perlu tulangan lapangan arah x)}$$

Momen Negatif Steel Deck BMT 1,0

$$\phi M > M_{tx} \quad (2.38)$$

$$7,2 \text{ kN m} > 5,83 \text{ kN m} \quad \mathbf{OK} \text{ (tidak perlu tulangan tumpuan arah x)}$$

Sehingga digunakan steel deck BMT 1,0

6. Perhitungan perencanaan tulangan

Tinggi efektif

$$d_y = 150 - 20 - 13/2 = 123,5 \text{ mm} = 12,35 \text{ cm}$$

$$d_x = 150 - 20 - 13 - 13/2 = 110,5 \text{ mm} = 11,05 \text{ cm}$$

Menentukan batasan harga tulangan dengan menggunakan rasio tulangan yang disyaratkan pada SNI 03-2847-2013. Untuk mutu beton f_c 17-28 MPa, β_1 yang digunakan harus 0,85 (pasal 10.2.7.3)

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c} = \frac{400}{0,85 \times 29,05} = 16,1992 \quad (2.9)$$

Mencari ρ_{min} :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035 \quad (2.11)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad (2.12)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 29,05}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,03148$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,02361 \quad (2.13)$$

Check desain plat :

$$L_y = 8,15 \text{ m}$$

$$L_x = 2,9 \text{ m}$$

$$\beta = L_y / L_x$$

$$\beta = 8,15 / 2,9 = 2,81 > 2 \quad \mathbf{OK}$$

Sehingga plat steel deck di desain sebagai plat satu arah

7. Perhitungan desain penulangan untuk plat *Steel Deck*

$$Mly = 3698,50 \text{ kg m}$$

$$Mty = 4630,45 \text{ kg m}$$

a. Tulangan lapangan arah Y

$$Mu Ly = 3698,50 \text{ kg m} = 3,698 \text{ ton m} = 36.985.020,43 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} \quad (2.8)$$

$$= \frac{36.985.020,43}{0,9} = 41.094.467,14 \text{ Nmm}$$

Dimana faktor reduksi (ϕ) = 0,9(SNI 2847-2013 ; 9.3.2.1)

$$Rn = \frac{Mn}{b \times dy^2} = \frac{41.094.467,14}{1000 \times 123,5^2} = 2,694 \quad (2.10)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{fy}} \right) \quad (2.14)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{16,199} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,199 \times 2,694}{400}} \right) = 0,0071$$

$\rho_{perlu} > \rho_{min}$, sehingga dipakai $\rho_{perlu} = 0,0071$

Didapatkan luasan tulangan sebesar:

$$As_{perlu} = \rho \times b \times dy \quad (2.15)$$

$$= 0,0071 \times 1000 \times 123,5 = 883,01 \text{ mm}^2$$

Tulangan yang digunakan \emptyset 13 mm

$$As_{tul} = 1/4 \times 3,14 \times 13^2 = 132,665 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{1000}{As_{perlu}/As_{tul}} \quad (2.19)$$

$$= \frac{1000}{883,01/132,665}$$

$$= 150,24 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$$

Check Jarak Tulangan :

$$As_{pasang} = \frac{As_{tulangan} \times 1000}{\text{Jarak Tulangan}}$$

$$= 884,433 \text{ mm}^2 > As_{perlu} \quad \text{OK}$$

Maka digunakan tulangan lapangan arah y sebesar = **D13– 150**

b. Momen Tumpuan Arah Y

$$Mu Ty = 4.603,45 \text{ kg m} = 4,603 \text{ ton m} = 46.034.546 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} \quad (2.8)$$

$$= \frac{46.034.546}{0,9} = 51.149.496,33 \text{ Nmm}$$

Dimana faktor reduksi (ϕ) = 0,9(SNI 2847-2013 ; 9.3.2.1)

$$Rn = \frac{Mn}{b \times dy^2} = \frac{51.149.496,33}{1000 \times 123,5^2} = 4,189 \quad (2.10)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{fy}} \right) \quad (2.14)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{16,199} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,199 \times 4,189}{400}} \right) = 0,0116$$

$\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}}$, sehingga dipakai $\rho_{\text{perlu}} = 0,0116$

Didapatkan luasan tulangan sebesar:

$$\begin{aligned} As_{\text{perlu}} &= \rho \times b \times dy \\ &= 0,0116 \times 1000 \times 123,5 = 1.426,91 \text{ mm}^2 \end{aligned} \quad (2.15)$$

Tulangan yang digunakan \emptyset 13 mm

$$As_{\text{tul}} = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 13^2 = 132,665 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000}{As_{\text{perlu}}/As_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{1000}{1426,91/132,665} \\ &= 92,97 \text{ mm} \approx 75 \text{ mm} \end{aligned} \quad (2.19)$$

Check Jarak Tulangan :

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= \frac{As_{\text{tulangan}} \times 1000}{\text{Jarak Tulangan}} \\ &= \frac{132,665 \times 1000}{75} \end{aligned}$$

$$= 1.768,87 > \text{As perlu} \quad \mathbf{OK}$$

Maka digunakan tulangan tumpuan arah y sebesar = **D13 – 75**

c. Perhitungan tulangan susut (tulangan toping arah X)

$$\text{As} = \frac{0,0018 \times 420 \times b \times h}{f_y} \quad (2.22)$$

$$= \frac{0,0018 \times 420 \times 1000 \times 150}{400} = 283,50 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000}{\text{Asperlu/As tulangan}} \\ &= \frac{1000}{283,50/78,5} \\ &= 276,895 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan susut (arah x) sebesar = **D10 – 250**

d. Panjang penyaluran tulangan pada pelat

$$\text{Ldh} > 8db \quad (2.20)$$

$$= 8 \times 13 = 104 \text{ mm}$$

$$\text{Ldh} > 150 \text{ mm} \quad (2.21)$$

$$\begin{aligned} \text{Ldh} &= \frac{100 \times db}{\sqrt{f_c}} \times \frac{f_y}{400} \\ &= \frac{100 \times 13}{\sqrt{29,05}} \times \frac{400}{400} = 241.196 > 150 \text{ mm} \quad \mathbf{OK} \end{aligned}$$

Dengan perhitungan perencanaan tulangan seperti diatas didapatkan rekapitulasi yang dapat dilihat pada tabel 4.9 dan 4.10 sebagai berikut:

Tabel 4.9 Rekapitulasi perhitungan perencanaan tulangan half slab

NO	Type Plat	Mly	Mty	Ldh (cm)	Ket
1	SD1	D13-150	D13-75	25	

Sumber: Hasil analisis (2018)

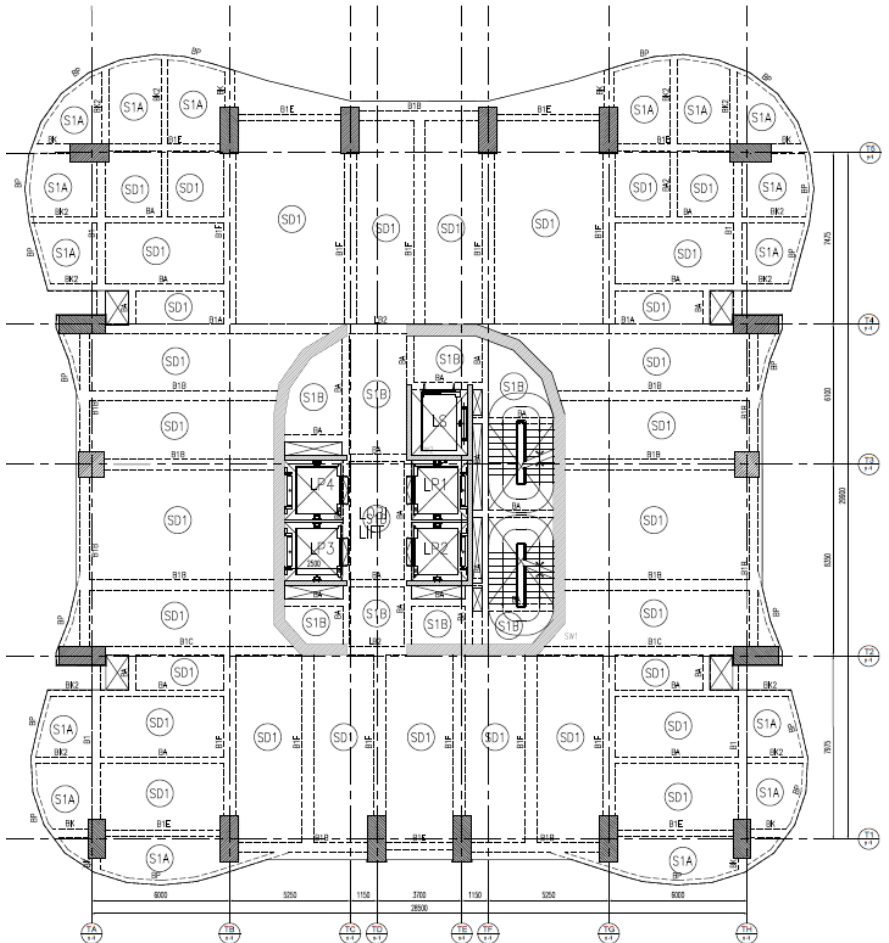
Tabel 4.10 Rekapitulasi perhitungan perencanaan tulangan topping

NO	Type Plat	Tul. Susut	Ldh (cm)	Ket
1	SD1	D10-250	25	

Sumber: Hasil analisis (2018)

4.2.9 Permodelan Plat Steel Deck

Permodelan plat *Steel Deck* akan dijelaskan berupa gambar denah hingga gambar detail modul per plat. Gambar dan tabel plat *Steel Deck* bisa dilihat pada gambar 4.15 dibawah ini.



Gambar 4.15 Denah plat *Steel Deck* Lt. 4-11

Sumber: Hasil analisis (2018)

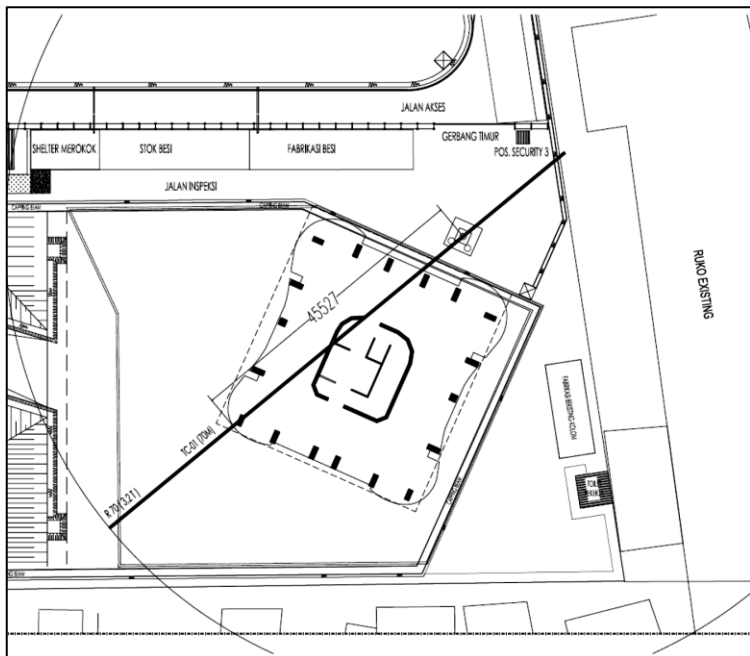
4.3 Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Metode pelaksanaan direncanakan setelah desain selesai, selanjutnya dilakukan perencanaan metode pelaksanaan terhadap metode-metode alternatif.

4.3.1 Pemilihan Tipe dan Penempatan Tower Crane

Kondisi area yang terbatas dan ruang gerak yang sedikit sehingga dipilih tipe *Tower Crane* yang digunakan yaitu tipe *Static Tower Crane*.

Penempatan *Tower Crane* mempengaruhi terhadap waktu untuk pekerjaan langsiran plat precast dan kapasitas lengan *Tower Crane* untuk mengangkat beban maksimum. Maka dari itu penempatan *Tower Crane* sebisa mungkin harus dekat dengan area tower. Penempatan *Tower Crane* dijelaskan pada gambar 4.16 dibawah ini.



Gambar 4.16 Denah penempatan tower crane

Sumber: Analisis data (2018)

Dari gambar 4.16 diatas diketahui jarak terjauh area kerja yang dilayani oleh *Tower Crane* adalah 45,5 m. Berdasarkan brosur spesifikasi *Tower Crane* (terlampir) didapatkan kapasitas beban maksimum yang bisa diangkat oleh *Tower Crane* adalah 6 ton. Faktor reduksi beban maksimum 0,85 sehingga didapatkan beban maksimum yang diijinkan adalah 5,1 ton

1. Kontrol beban mati balok *Precast U-Shell*

Dari tabel 4.4 diambil tipe balok terbesar yaitu balok Type B1A1

Dimensi (lihat gambar 4.9)

Panjang	= 9,00 m		
Lebar	= 0,40m		
Tinggi	= 0,65 m		
Berat Beton	= 2,4 ton/m ³		
Wplat	= (2 x 0,49 x 0,1 + 0,16 x 0,40) x 2,4 x 9,00		
	= 3,5 ton	<5,1 ton	OK

2. Kontrol beban mati *Half Slab Precast*

Dari tabel 4.5 diambil tipe plat terbesar yaitu Plat Type A4

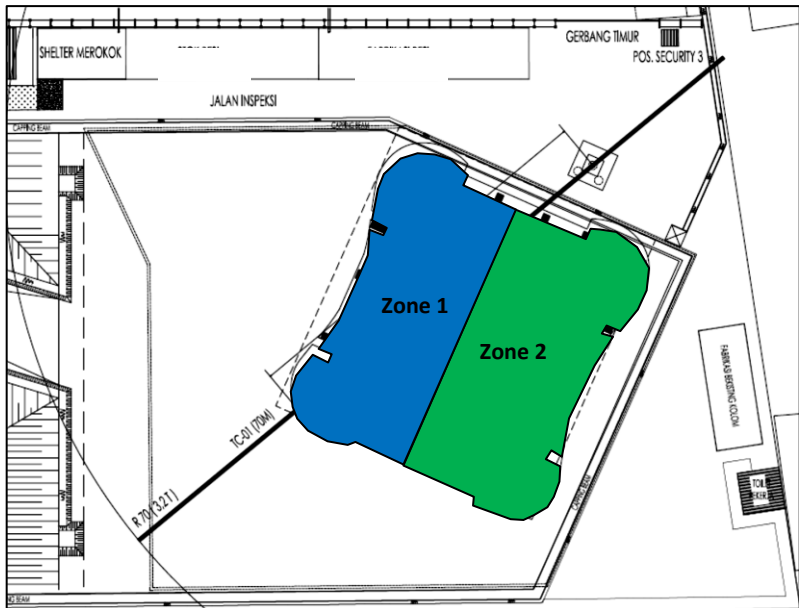
Dimensi

Panjang	= 4,80 m		
Lebar	= 2,00 m		
Tinggi	= 0,08 m		
Berat Beton	= 2,4ton/m ³		
Wplat	= 4,80 x 2,00 x 0,08x 2,4		
	= 1,84 ton	<5,1 ton	OK

Jadi *Tower Crane Existing* dengan panjang lengan 70 m bisa digunakan.

4.3.2 Pembagian Zona Pekerjaan

Pembagian zona pekerjaan ini selain sebagai zoning area pekerjaan juga berfungsi menentukan *Sequence* pekerjaan dan pembagian grup kerja. Pembagian zona area dapat dilihat pada gambar 4.17 dibawah ini.



Gambar 4.17 Zona area kerja

Sumber: Analisis data (2018)

Dari gambar diatas dapat diketahui area kerja dibagi menjadi 2 zone. Dasar pembagian zoning yaitu luasan area yang besar sehingga harus dipecah menjadi luasan yang lebih kecil untuk memudahkan pembagian grup kerja selain itu pembagian disesuaikan terhadap bentuk core wall yang terdiri dari 2 bagian. *Sequence* atau urutan pekerjaan erection dimulai dari zona 1 ke zona 2. Untuk pekerjaan pemsiesan toping dikerjakan serentak dengan 4 grup tenaga kerja.

4.3.3 Menentukan kordinat Center of Gravity (COG)

1. Kordinat COG balok U-Shell

Menentukan kordinat *Center of Gravity* (COG) untuk mengetahui jarak dan radius dari tower crane ke titik pusat lokasi balok *U-Shell* pada saat pekerjaan *Erection*. Perhitungan kordinat *Center of Gravity* (COG) balok *U-Shell* terhadap titik massa tower dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.11 Perhitungan COG U-Shell Zone 1

NO	TYPE BALOK	AREA	LEBAR (B) (m)	PANJANG (L) (m)	Ai (m ²)	xi (m)	yi (m)	Ai xi (m ³)	Ai yi (m ³)
1	2	3	4	5	6=4x5	7	8	9=6x7	10=6x8
ZONE 1									
1	U-B1F4	As TE;T1-T2	0,45	7,00	3,150	1,726	5,121	5,437	16,131
2	U-B1B7	As T1;TE-TG	0,45	5,60	2,520	5,046	0,225	12,716	0,567
3	U-B1F5	As TF;T1-T2	0,45	8,15	3,668	4,859	4,525	17,820	16,595
4	U-B1E3	As T1;TG-TH	0,30	5,00	1,500	11,143	0,852	16,715	1,278
5	U-B12	As TH;T1-T2	0,40	6,73	2,690	14,063	4,814	37,829	12,950
6	U-B1C1	As T2;TF-TH	0,40	8,51	3,404	9,636	8,798	32,801	29,948
7	U-B1F6	As TG;T1-T2	0,45	7,00	3,150	8,248	5,101	25,981	16,068
8	U-BA4	As T1;TG-TH	0,30	7,00	2,100	11,192	4,028	23,503	8,459
9	U-BA3	As T1;TG-TH	0,30	5,34	1,602	11,192	6,953	17,933	11,141
10	U-BA5	As T1;TG-TH	0,30	1,50	0,450	12,485	7,852	5,618	3,533
11	U-B1B6	As TH;T2-T3	0,45	7,40	3,330	14,547	12,675	48,442	42,208
12	U-B1B3	As T2;TG-TH	0,45	8,00	3,600	10,344	11,678	37,238	17,723
13	U-B1B2	As T3;TG-TH	0,45	7,36	3,600	10,191	16,917	37,231	17,726
14	U-B1B5	As TH;T3-T4	0,45	5,15	2,318	14,548	20,040	33,703	7,970
15	U-B1B1	As T3;TG-TH	0,45	8,20	2,318	10,212	19,926	33,715	7,984
16	U-B1A1	As T4;TF-TH	0,40	10,51	4,204	8,357	22,816	35,133	95,918
17	U-B11	As TH;T4-T5	0,40	6,70	2,680	13,850	26,774	37,118	71,754
18	U-B1E1	As T5;TG-TH	0,30	4,85	1,455	11,075	30,724	16,114	44,703
19	U-B1F3	As TG;T4-T5	0,45	7,45	3,353	8,255	26,756	27,675	89,699
20	U-BA2	As T4;TG-TH	0,30	7,45	2,235	11,089	24,653	24,784	55,099
21	U-BA1	As T4;TG-TH	0,30	5,13	1,538	11,089	27,578	17,049	42,401
22	U-BA21	As TG;T4-T5	0,30	2,85	0,855	11,076	29,151	9,470	24,924
23	U-BA5	As T4;TG-TH	0,30	1,50	0,450	12,485	23,765	5,618	10,694
24	U-B1E2	As T5;TF-TG	0,30	4,45	1,335	5,622	32,050	7,505	42,787
25	U-B1F2	As TF;T4-T5	0,45	7,45	3,353	3,003	26,751	10,068	89,683
26	U-B1B4	As T5;TC-TF	0,45	5,20	2,340	0,000	32,152	0,000	75,236
27	U-B1F1	As TD;T4-T5	0,45	8,87	3,992	0,000	27,463	0,000	109,619
					67,187			577,217	962,800
								$x = \frac{\sum Ai xi}{\sum Ai}$	8,591
								$y = \frac{\sum Ai yi}{\sum Ai}$	14,330

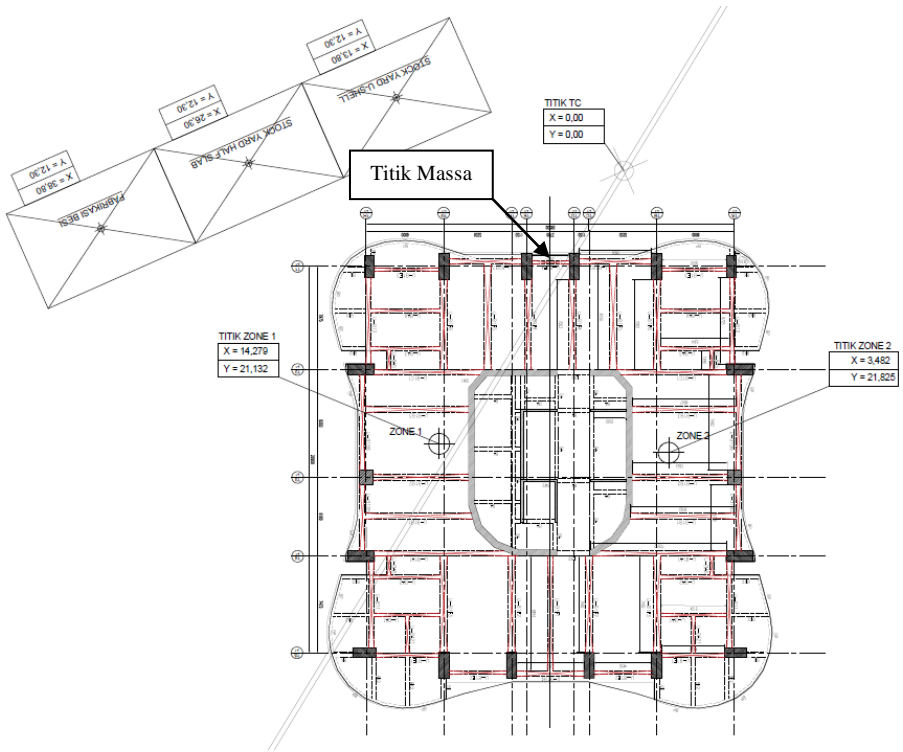
Sumber: Hasil analisis (2018)

Tabel 4.12 Perhitungan COG *U-Shell* Zone 2

NO	TYPE BALOK	AREA	LEBAR (B) (m)	PANJANG (L) (m)	Ai (m2)	xi (m)	yi (m)	Ai xi (m3)	Ai yi (m3)
1	2	3	4	5	6=4x5	7	8	9=6x7	10=6x8
ZONE 2									
1	U-B1F2	As TC;T4-T5	0,45	7,45	3,353	2,998	26,750	10,051	89,679
2	U-B1E2	As T5;TB-TC	0,30	4,45	1,335	5,634	32,051	7,521	42,788
3	U-B1E1	As T5;TA-TB	0,30	4,85	1,455	11,081	30,725	16,123	44,705
4	U-B11	As TA;T4-T5	0,40	6,70	2,680	13,851	26,763	37,121	71,725
5	U-B1A1	As T4;TA-TC	0,40	10,51	4,204	8,647	22,820	36,352	95,935
6	U-B1F3	As TB;T4-T5	0,45	7,45	3,353	8,251	26,751	27,661	89,683
7	U-BA1	As T4;TA-TB	0,30	5,13	1,538	11,088	27,579	17,048	42,403
8	U-BA2	As T4;TA-TB	0,30	5,13	1,538	11,088	24,654	17,048	37,906
9	U-BA21	As TA;T4'-T5	0,30	2,85	0,855	11,078	29,152	9,472	24,925
10	U-BA5	As TA;T4'-T5	0,30	1,50	0,450	12,485	23,764	5,618	10,694
11	U-B1B5	As TA;T3-T4	0,45	5,15	2,318	14,548	20,046	33,715	46,457
12	U-B1B2	As T3;TA-TB	0,45	7,36	3,312	10,068	16,926	33,345	56,059
13	U-B1B1	As T3;TA-TB	0,45	8,20	3,690	10,274	19,927	37,911	73,531
14	U-B1B6	As TA;T2-T3	0,45	7,40	3,330	14,548	12,677	48,445	42,214
15	U-B1C1	As T2;TA-TB	0,40	8,51	3,404	9,489	8,807	32,301	29,979
16	U-B1B3	As T2;TA-TB	0,45	8,00	3,600	10,344	11,678	37,238	42,041
17	U-B12	As TA;T1-T2	0,40	6,73	2,690	14,060	4,812	37,821	12,944
18	U-B1E3	As T1;TB-TC	0,30	5,00	1,500	11,154	0,853	16,731	1,280
19	U-B1F6	As TB;T1-T2	0,45	7,00	3,150	8,245	5,101	25,972	16,068
20	U-BA3	As T1;TA-TB	0,30	5,34	1,602	11,190	6,953	17,930	11,141
21	U-BA4	As T1;TA-TB	0,30	5,34	1,602	11,190	4,028	17,930	6,454
22	U-BA5	As TA;T1-T2	0,30	1,50	0,450	12,486	7,853	5,619	3,534
23	U-B1B7	As T1;TB-TD	0,45	5,60	2,520	5,054	0,225	12,736	0,567
24	U-B1F5	As TB;T1-T2	0,45	8,15	3,668	4,866	4,525	17,846	16,595
25	U-B1F4	As TD;T1-T2	0,45	7,00	3,150	1,729	5,101	5,446	16,068
26	U-B1E4	As T1;TD-TE	0,30	2,90	0,870	0,000	0,300	0,000	0,261
					61,615			565,001	925,635
								x= Σai xi/ Σai	9,170
								y= Σai yi/ Σai	15,023

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.11 dan 4.12 didapatkan kordinat Zone 1 $X = 8,591$ $Y = 14,330$ dan kordinat Zone 2 $X = 9,170$ $Y = 15,023$ dari titik massa tower. Dari hasil tersebut kemudian di plot ke software Autocad sehingga didapatkan nilai kordinat X dan Y terhadap tower crane yang dapat dilihat pada gambar 4.20.



Gambar 4.18 Kordinat COG Balok U-Shell
Sumber: Hasil analisis (2018)

Setelah dilakukan ploting ke software Autocad kemudian didapatkan hasil nilai kordinat dari titik pusat tower crane adalah Zone 1 $X = 14,279$ $Y = 21,132$ dan Zone 2 $X = 3,482$ $Y = 21,825$. Kordinat ini yang akan digunakan untuk menghitung produktifitas dan durasi pekerjaan balok U-Shell.

2. Kordinat COG plat *Half Slab*

Menentukan kordinat *Center of Gravity* (COG) untuk mengetahui jarak dan radius dari *Tower Crane* ke titik pusat lokasi plat *Half Slab* pada saat pekerjaan *Erection*. Perhitungan kordinat *Center of Gravity* (COG) plat *Half Slab* terhadap titik massa tower dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.13 Perhitungan COG *Half Slab* Zone 1

NO	Half Slab	As	L	P	Ai (m2)	xi (m)	yi (m)	Ai xi (m3)	Ai yi (m3)
1	2	3	4	5	6=4x5	7	8	9=6x7	10=6x8
ZONE 1									
1	Type B	As TE-TG;T1-T2	2,592	8,152	21,130	3,362	4,194	71,039	88,619
2	Type B	As TE-TG;T1-T2	2,828	8,152	23,054	6,527	4,194	150,473	96,688
3	Type B	As TG-TH;T1-T2	2,875	5,341	15,355	11,170	2,268	171,520	34,826
4	Type B	As TG-TH;T1-T2	2,625	5,341	14,020	11,170	5,366	156,605	75,232
5	Type B	As TG-TH;T1-T2	1,499	3,817	5,722	10,426	7,728	59,654	44,217
6	Type B	As TG-TH;T2-T3	2,451	8,007	19,625	10,142	10,164	199,038	199,470
7	Type A	As TG-TH;T2-T3	4,800	8,007	38,434	10,142	14,194	389,794	545,527
8	Type B	As TG-TH;T3-T4	2,550	8,007	20,418	10,142	18,329	207,078	374,239
9	Type B	As TG-TH;T3-T4	2,473	8,914	22,044	9,761	21,117	215,175	465,510
10	Type B	As TG-TH;T4-T5	1,478	3,809	5,630	10,429	23,639	58,712	133,081
11	Type B	As TG-TH;T4-T5	2,625	5,124	13,451	11,087	25,991	149,126	349,592
12	Type B	As TG-TH;T4-T5	2,422	2,846	6,893	12,401	29,070	85,480	200,380
13	Type B	As TG-TH;T4-T5	2,402	2,846	6,836	9,726	29,070	66,488	198,725
14	Type A	As TF-TG;T4-T5	4,703	8,874	41,734	5,625	27,460	234,756	1146,027
15	Type B	As TE-TF;T4-T5	2,498	8,874	22,167	1,445	27,460	32,032	608,713
					276,513			2246,968	4560,845
								x= $\Sigma ai xi / \Sigma ai$	8,126
								y= $\Sigma ai yi / \Sigma ai$	16,494

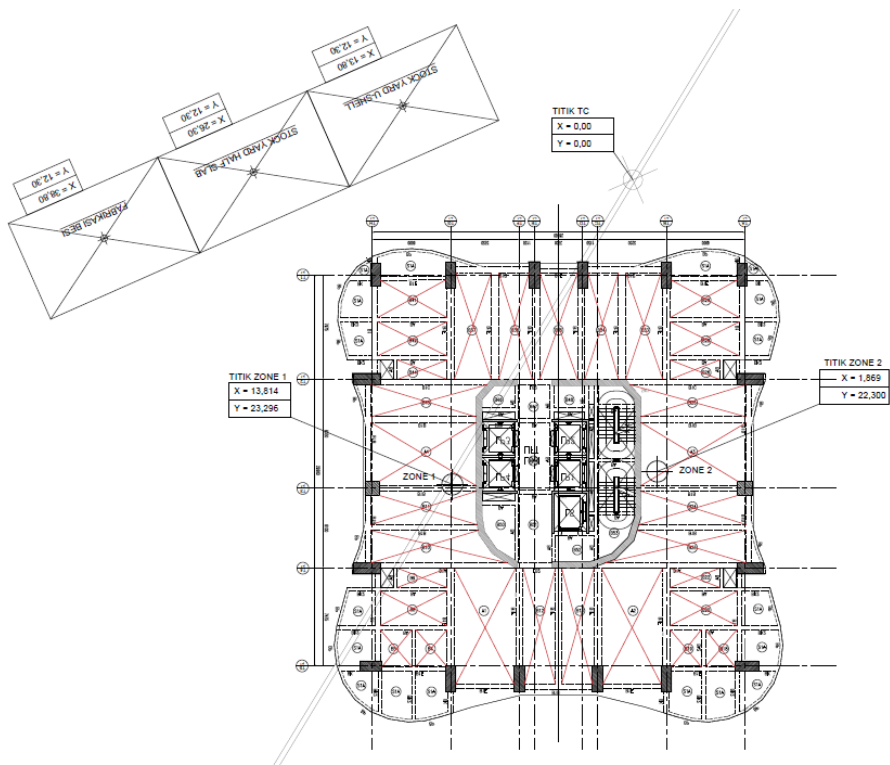
Sumber: Hasil analisis (2018)

Tabel 4.14 Perhitungan COG *Half Slab* Zone 2

NO	Half Slab	As	L	P	Ai (m2)	xi (m)	yi (m)	Ai xi (m3)	Ai yi (m3)
1	2	3	4	5	6=4x5	7	8	9=6x7	10=6x8
ZONE 2									
1	Type B	As TC-TD;T4-T5	2,500	8,875	22,188	1,445	27,460	32,061	609,269
2	Type A	As TB-TC;T4-T5	4,702	8,875	41,730	5,626	27,460	234,774	1145,913
3	Type B	As TA-TB;T4-T5	2,397	2,846	6,822	9,759	29,062	66,575	198,257
4	Type B	As TA-TB;T4-T5	2,424	2,846	6,899	12,401	29,062	85,551	200,490
5	Type B	As TA-TB;T4-T5	2,542	5,121	13,018	11,091	25,991	144,378	338,340
6	Type B	As TA-TB;T4-T5	1,479	3,806	5,629	10,433	23,640	58,728	133,071
7	Type B	As TA-TB;T3-T4	2,474	9,047	22,382	9,653	21,108	216,056	472,445
8	Type B	As TA-TB;T3-T4	2,550	8,014	20,436	10,399	18,321	212,511	374,402
9	Type A	As TA-TB;T2-T3	4,800	8,014	38,467	10,399	14,195	400,020	546,042
10	Type B	As TA-TB;T2-T3	2,451	8,014	19,642	10,399	10,165	204,260	199,664
11	Type B	As TA-TB;T1-T2	1,499	3,812	5,714	10,429	7,728	59,593	44,159
12	Type B	As TA-TB;T1-T2	2,625	5,341	14,020	11,194	5,366	156,941	75,232
13	Type B	As TA-TB;T1-T2	3,052	5,341	16,301	11,194	2,268	182,470	36,970
14	Type B	As TB-TD;T1-T2	2,838	8,152	23,135	6,522	4,308	150,889	99,667
15	Type B	As TB-TD;T1-T2	2,581	8,152	21,040	3,358	4,308	70,653	90,642
16	Type B	As TD-TE;T1-T2	2,905	8,152	23,682	0,000	4,308	0,000	102,020
					301,105			2275,462	4666,584
								x= \sum Ai xi/ \sum Ai	7,557
								y= \sum Ai yi/ \sum Ai	15,498

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.13 dan 4.14 didapatkan kordinat Zone 1 $X = 8,126$ $Y = 16,494$ dan kordinat Zone 2 $X = 7,557$ $Y = 15,498$ dari titik massa tower. Dari hasil tersebut kemudian di plot ke software Autocad sehingga didapatkan nilai kordinat X dan Y terhadap tower crane yang dapat dilihat pada gambar 4.20.



Gambar 4.19 Kordinat COG plat *Half Slab*

Sumber: Hasil analisis (2018)

Setelah dilakukan ploting ke software Autocad kemudian didapatkan hasil nilai kordinat dari titik pusat tower crane adalah Zone 1 $X = 13,814$ $Y = 23,296$ dan Zone 2 $X = 1,869$ $Y = 22,300$. Kordinat ini yang akan digunakan untuk menghitung produktifitas dan durasi pekerjaan plat *Half Slab*.

3. Kordinat COG plat *Steel Deck*

Menentukan kordinat Center of Gravity (COG) untuk mengetahui jarak dan radius dari tower crane ke titik pusat lokasi plat Half Slab. Perhitungan kordinat Center of Gravity (COG) plat Half Slab terhadap titik massa tower dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.15 Perhitungan COG *Steel Deck* Zone 1

NO	Steel Deck	As	L	P	Ai (m ²)	xi (m)	yi (m)	Ai xi (m ³)	Ai yi (m ³)
1	2	3	4	5	6=4x5	7	8	9=6x7	10=6x8
ZONE 1									
1	SD1	As TE-TG;T1-T2	2,592	8,152	21,130	3,362	4,194	71,039	88,619
2	SD1	As TE-TG;T1-T2	2,828	8,152	23,054	6,527	4,194	150,473	96,688
3	SD1	As TG-TH;T1-T2	2,875	5,341	15,355	11,170	2,268	171,520	34,826
4	SD1	As TG-TH;T1-T2	2,625	5,341	14,020	11,170	5,366	156,605	75,232
5	SD1	As TG-TH;T1-T2	1,499	3,817	5,722	10,426	7,728	59,654	44,217
6	SD1	As TG-TH;T2-T3	2,451	8,007	19,625	10,142	10,164	199,038	199,470
7	SD1	As TG-TH;T2-T3	4,800	8,007	38,434	10,142	14,194	389,794	545,527
8	SD1	As TG-TH;T3-T4	2,550	8,007	20,418	10,142	18,329	207,078	374,239
9	SD1	As TG-TH;T3-T4	2,473	8,914	22,044	9,761	21,117	215,175	465,510
10	SD1	As TG-TH;T4-T5	1,478	3,809	5,630	10,429	23,639	58,712	133,081
11	SD1	As TG-TH;T4-T5	2,625	5,124	13,451	11,087	25,991	149,126	349,592
12	SD1	As TG-TH;T4-T5	2,422	2,846	6,893	12,401	29,070	85,480	200,380
13	SD1	As TG-TH;T4-T5	2,402	2,846	6,836	9,726	29,070	66,488	198,725
14	SD1	As TF-TG;T4-T5	4,703	8,874	41,734	5,625	27,460	234,756	1146,027
15	SD1	As TE-TF;T4-T5	2,498	8,874	22,167	1,445	27,460	32,032	608,713
					276,513			2246,968	4560,845
								$x = \sum ai xi / \sum ai$	8,126
								$y = \sum ai yi / \sum ai$	16,494

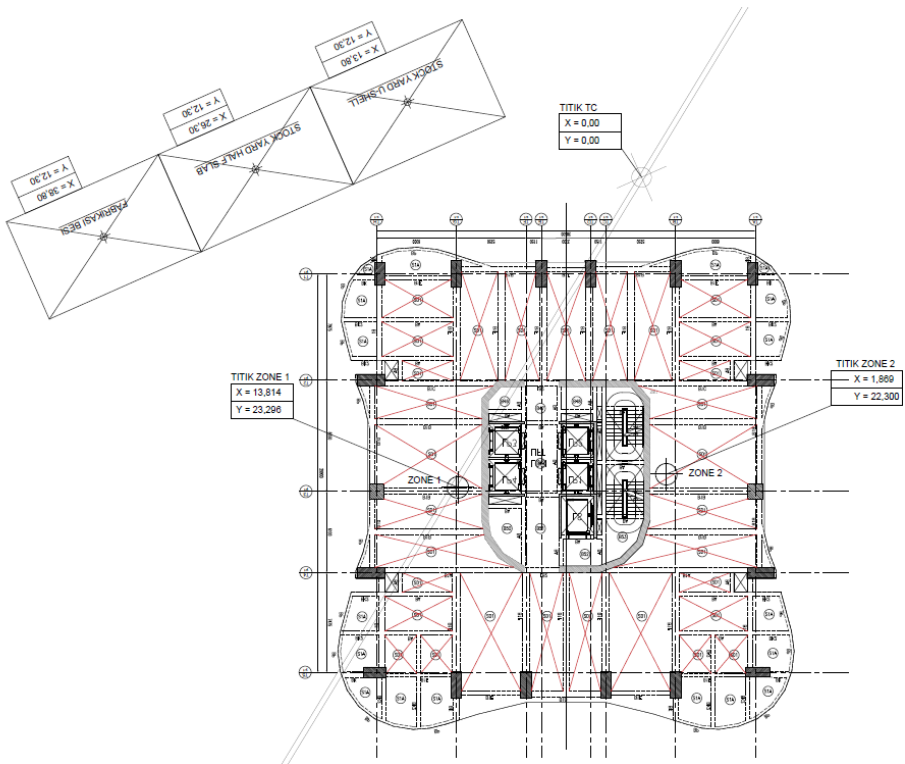
Sumber: Hasil analisis (2018)

Tabel 4.16 Perhitungan COG *Steel Deck* Zone 2

NO	Steel Deck	As	L	P	Ai (m ²)	xi (m)	yi (m)	Ai xi (m ³)	Ai yi (m ³)
1	2	3	4	5	6=4x5	7	8	9=6x7	10=6x8
ZONE 2									
1	SD1	As TC-TD;T4-T5	2,500	8,875	22,188	1,445	27,460	32,061	609,269
2	SD1	As TB-TC;T4-T5	4,702	8,875	41,730	5,626	27,460	234,774	1145,913
3	SD1	As TA-TB;T4-T5	2,397	2,846	6,822	9,759	29,062	66,575	198,257
4	SD1	As TA-TB;T4-T5	2,424	2,846	6,899	12,401	29,062	85,551	200,490
5	SD1	As TA-TB;T4-T5	2,542	5,121	13,018	11,091	25,991	144,378	338,340
6	SD1	As TA-TB;T4-T5	1,479	3,806	5,629	10,433	23,640	58,728	133,071
7	SD1	As TA-TB;T3-T4	2,474	9,047	22,382	9,653	21,108	216,056	472,445
8	SD1	As TA-TB;T3-T4	2,550	8,014	20,436	10,399	18,321	212,511	374,402
9	SD1	As TA-TB;T2-T3	4,800	8,014	38,467	10,399	14,195	400,020	546,042
10	SD1	As TA-TB;T2-T3	2,451	8,014	19,642	10,399	10,165	204,260	199,664
11	SD1	As TA-TB;T1-T2	1,499	3,812	5,714	10,429	7,728	59,593	44,159
12	SD1	As TA-TB;T1-T2	2,625	5,341	14,020	11,194	5,366	156,941	75,232
13	SD1	As TA-TB;T1-T2	3,052	5,341	16,301	11,194	2,268	182,470	36,970
14	SD1	As TB-TD;T1-T2	2,838	8,152	23,135	6,522	4,308	150,889	99,667
15	SD1	As TB-TD;T1-T2	2,581	8,152	21,040	3,358	4,308	70,653	90,642
16	SD1	As TD-TE;T1-T2	2,905	8,152	23,682	0,000	4,308	0,000	102,020
					301,105			2275,462	4666,584
								$x = \frac{\sum ai xi}{\sum ai}$	7,557
								$y = \frac{\sum ai yi}{\sum ai}$	15,498

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.15 dan 4.16 didapatkan kordinat Zone 1 X = 8,126 Y = 16,494 dan kordinat Zone 2 X = 7,557 Y = 15,498 dari titik massa tower. Dari hasil tersebut kemudian di plot ke software Autocad sehingga didapatkan nilai kordinat X dan Y terhadap tower crane yang dapat dilihat pada gambar 4.20.

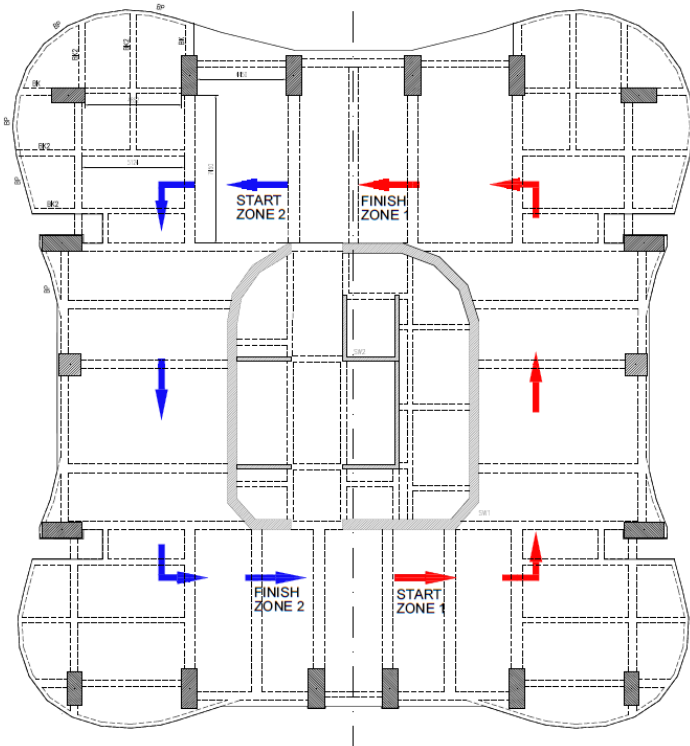


Gambar 4.20 Kordinat COG plat *Steel Deck*
 Sumber: Hasil analisis (2018)

Setelah dilakukan ploting ke software Autocad kemudian didapatkan hasil nilai kordinat dari titik pusat tower crane adalah Zone 1 X = 13,814 Y = 23,296 dan Zone 2 X = 1,869 Y = 22,300. Kordinat ini yang akan digunakan untuk menghitung produktifitas dan durasi pekerjaan plat *Steel Deck*.

4.3.4 Garis Besar Tahapan Pelaksanaan

Garis besar tahapan pelaksanaan pekerjaan alternatif 1 *U-Shell* dan *Half Slab* dan alternatif 2 *U-Shell* dan *Steel Deck* dimulai dari zone 1 ke zone 2. Gambaran arah alur pekerjaan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.21 Garis besar tahapan pelaksanaan pekerjaan
Sumber: Analisis data (2018)

1. Urutan pelaksanaan alternatif 1 *U-Shell* dan *Half Slab*

Urutan pelaksanaan pekerjaan alternatif 1 *U-Shell* dan *Half Slab* adalah sebagai berikut:

- a. Pemasangan perancah untuk balok *U-Shell* Zone 1

- b. Erection dan pemasangan balok *U-Shell* Zone 1
 - c. Pemasangan perancah *Half Slab* Zone 1
 - d. Erection dan pemasangan plat *Half Slab* Zone 1
 - e. Pekerjaan *Erection* dan pemasangan *U-Shell* dan *Half Slab* dilanjutkan ke Zone 2.
 - f. Pembesian *Topping* plat *Half Slab* zone 1
 - g. Pengecoran Zone 1
 - h. Setelah *Erection* dan pemasangan *U-Shell* dan *Half Slab* Zone 2 selesai dilanjutkan pekerjaan pembesian *Topping* dan pengecoran Zone 2.
2. Urutan pelaksanaan alternatif 2 *U-Shell* dan *Steel Deck*
- Urutan pelaksanaan pekerjaan alternatif 2 *U-Shell* dan *Steel Deck* adalah sebagai berikut:
- a. Pemasangan perancah untuk balok *U-Shell* Zone 1
 - b. *Erection* dan pemasangan balok *U-Shell* Zone 1
 - c. Pemasangan perancah *Steel Deck* Zone 1
 - d. Pemasangan *Steel Deck* Zone 1
 - e. Pekerjaan *Erection* dan pemasangan *U-Shell* dan *Steel Deck* dilanjutkan ke Zone 2.
 - f. Pembesian *Topping* plat *Steel Deck* zone 1
 - g. Pengecoran Zone 1
 - h. Setelah *Erection* dan pemasangan *U-Shell* dan *Steel Deck* Zone 2 selesai dilanjutkan pekerjaan pembesian *Topping* dan pengecoran Zone 2.

4.4 Perhitungan Waktu Pelaksanaan

Pada analisis *Value Engineering* ini perhitungan waktu pelaksanaan hanya sebatas elemen struktur plat dan balok. Untuk pekerjaan struktur lainnya seperti kolom dan *Shear Wall* mengikuti durasi waktu dari kontraktor PT. PP Persero. Asumsi dasar perhitungan menggunakan lt. 7 yang merupakan rata-rata dari lantai 4-11.

4.4.1 Durasi Pekerjaan Alternatif 1 *U-Shell* dan *Half Slab*

Durasi pekerjaan *Erection* balok *U-Shell* Zone 1

1. Data:

- a. Tinggi gedung (d) = 27,10 m (tinggi Lt. 7)
- b. Jumlah balok *U-Shell* (n) = 27 bh
- c. Titik Tower Crane (x1;y1) = (0;0)
- d. Titik Stock Yard (x2;y2) = (13,80;12,30)
- e. Titik balok *U-Shell* (x3;y3) = (24,52;23,60)
- f. Jarak hook (Δ) = 1,5 m
- g. Waktu muat = 3 menit
- h. Waktu bongkar = 6 menit

2. Faktor Koreksi (Fk)

- a. Kondisi Kerja = 0,84 (baik sekali)
 - b. Keadaan Cuaca = 1,00 (cerah)
 - c. Ketrampilan Operator = 0,75 (sedang)
- Maka faktor koreksi total (Fktot) = $0,84 \times 1,00 \times 0,75 = 0,63$

3. Waktu Pergi setelah dikoreksi (setelah dikalikan faktor koreksi)

- a. Kecepatan Hoisting = $80 \times 0,63 = 50,40$ m/menit
- b. Kecepatan Trolleying = $100 \times 0,63 = 63,00$ m/menit
- c. Kecepatan Slewing = $252 \times 0,63 = 158,76$ °/menit
- d. Kecepatan Landing = $80 \times 0,63 = 50,40$ m/menit

4. Waktu kembali setelah dikoreksi (setelah dikalikan faktor koreksi)

- a. Kecepatan Hoisting = $80 \times 0,63 = 50,40$ m/menit
- b. Kecepatan Trolleying = $100 \times 0,63 = 63,00$ m/menit
- c. Kecepatan Slewing = $252 \times 0,63 = 158,76$ °/menit
- d. Kecepatan Landing = $80 \times 0,63 = 50,40$ m/menit
- e. Jumlah siklus (n) = jumlah balok *U-Shell*
- f. Jumlah siklus (n) = 27 kali

Perhitungan waktu siklus (Cycle Time):

1. Perhitungan waktu pergi

- a. Waktu muat = **3 menit**
- b. Waktu Hoisting
Tinggi hoisting, $d = h - \Delta$ = 27,10 – 1,5
= 25,60 m
Kecepatan hoisting, v = 50,40m/menit
Waktu Hoisting, $t = d / v$ = 25,60 / 50,40
= **0,51 menit**
- c. Waktu Trolleying
Jarak TC dengan stock yard, $Z1$
 $Z1 = ((x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2)^{0,5}$ = 18,49 m
Jarak TC dengan lokasi tujuan, $Z2$
 $Z2 = ((x1 - x3)^2 + (y1 - y3)^2)^{0,5}$ = 25,50 m
Jarak tempuh horizontal, d
 $d = Z2 - Z1$ = 7,02 m
Kecepatan trolleying, v = 63,00 m/menit
Waktu Trolleying, $t = d / v$ = 7,02 / 63,00
= **0,11 menit**
- d. Waktu Slewing
Sudut slewing, α = 46,70o
Kecepatan slewing, v = 158,76 o/menit
Waktu Slewing, $t = \alpha / v$ = 46,70 / 158,76
= 0,29 menit
- e. Waktu Landing
Tinggi landing, $d = h - \Delta$ = 27,10 – 1,5
= 25,60 m
Kecepatan landing, v = 50,40 m/menit
Waktu landing, $t = d / v$ = 25,60 / 50,40
= **0,51 menit**
- f. Waktu bongkar = **6 menit**
- g. Jumlah waktu pergi
Waktu pergi = waktu muat + waktu hoisting + waktu trolleying +
waktu slewing + waktu landing + waktu bongkar
 $\Sigma t_p = 3 + 0,51 + 0,11 + 0,29 + 0,51 + 6 = \mathbf{10,80 \text{ menit}}$

2. Perhitungan waktu kembali

a. Waktu Hoisting

$$\begin{aligned} \text{Tinggi hoisting, } d = h - \Delta &= 27,10 - 1,5 \\ &= 25,60 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan hoisting, } v = 50,40 \text{ m/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Hoisting, } t = d / v &= 25,60 / 50,40 \\ &= \mathbf{0,51 \text{ menit}} \end{aligned}$$

b. Waktu Trolleying

Jarak TC dengan stock yard, Z1

$$Z1 = ((x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2)^{0,5} = 18,49 \text{ m}$$

Jarak TC dengan lokasi tujuan, Z2

$$Z2 = ((x1 - x3)^2 + (y1 - y3)^2)^{0,5} = 25,50 \text{ m}$$

Jarak tempuh horizontal, d

$$d = Z2 - Z1 = 7,02 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan trolleying, } v = 63,00 \text{ m/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Trolleying, } t = d / v &= 7,02 / 63,00 \\ &= \mathbf{0,11 \text{ menit}} \end{aligned}$$

c. Waktu Slewing

$$\text{Sudut slewing, } \alpha = 46,70^\circ$$

$$\text{Kecepatan slewing, } v = 158,76 \text{ o/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Slewing, } t = \alpha / v &= 46,70 / 158,76 \\ &= \mathbf{0,29 \text{ menit}} \end{aligned}$$

d. Waktu Landing

$$\begin{aligned} \text{Tinggi landing, } d = h - \Delta &= 27,10 - 1,5 \\ &= \mathbf{25,60 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan landing, } v = 50,40 \text{ m/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu landing, } t = d / v &= 25,60 / 50,40 \\ &= \mathbf{0,51 \text{ menit}} \end{aligned}$$

e. Jumlah waktu kembali

Waktu kembali = waktu hoisting + waktu trolleying + waktu slewing + waktu landing

$$\Sigma t_b = 0,51 + 0,11 + 0,29 + 0,51 = \mathbf{1,42 \text{ menit}}$$

3. Cycle Time (1siklus)

$$CT = \text{Waktu pergi} + \text{waktu kembali} = 10,42 + 1,42 = \mathbf{11,84 \text{ menit/bh}}$$

4. Durasi Erection *U-Shell*

$$T_{tot} = CT \times n$$

$$T_{tot} = 11,84 \times 27 = \mathbf{319,76 \text{ menit} = 5,33 \text{ jam} = 1 \text{ hari}}$$

Durasi pekerjaan *Erection* plat *Half Slab* Zone 1

1. Data:

- a. Tinggi gedung (d) = 27,10 m (tinggi Lt. 7)
- b. Jumlah Plat Half Slab (n) = 53 bh
- c. Titik Tower Crane (x1;y1) = (0;0)
- d. Titik Stock Yard (x2;y2) = (26,30 ; 12,30)
- e. Titik plat Half Slab (x3;y3) = (13,814 ; 23,296)
- f. Jarak hook (Δ) = 1,5 m
- g. Waktu muat = 3 menit
- h. Waktu bongkar = 6 menit

2. Faktor Koreksi (Fk)

- a. Kondisi Kerja = 0,84 (baik sekali)
 - b. Keadaan Cuaca = 1,00 (cerah)
 - c. Ketrampilan Operator = 0,75
- Maka faktor koreksi total (Fktot) = $0,84 \times 1,00 \times 0,75 = 0,63$

3. Waktu Pergi setelah dikoreksi (setelah dikalikan faktor koreksi)

- a. Kecepatan Hoisting = $80 \times 0,63 = 50,40 \text{ m/menit}$
- b. Kecepatan Trolleying = $100 \times 0,63 = 63,00 \text{ m/menit}$
- c. Kecepatan Slewing = $252 \times 0,63 = 158,76 \text{ }^\circ/\text{menit}$
- d. Kecepatan Landing = $80 \times 0,63 = 50,40 \text{ m/menit}$

4. Waktu kembali setelah dikoreksi (setelah dikalikan faktor koreksi)

- a. Kecepatan Hoisting = $80 \times 0,63 = 50,40 \text{ m/menit}$
- b. Kecepatan Trolleying = $100 \times 0,63 = 63,00 \text{ m/menit}$
- c. Kecepatan Slewing = $252 \times 0,63 = 158,76 \text{ }^\circ/\text{menit}$
- d. Kecepatan Landing = $80 \times 0,63 = 50,40 \text{ m/menit}$
- e. Jumlah siklus (n) = jumlah plat Half Slab
- f. Jumlah siklus (n) = 53 kali

Perhitungan waktu siklus (Cycle Time):

1. Perhitungan waktu pergi

- a. Waktu muat = **3 menit**
- b. Waktu Hoisting
Tinggi hoisting, $d = h - \Delta$ = 27,10 – 1,5
= 25,60 m
Kecepatan hoisting, v = 50,40 m/menit
Waktu Hoisting, $t = d / v$ = 25,60 / 50,40
= **0,51 menit**
- c. Waktu Trolleying
Jarak TC dengan stock yard, Z1
 $Z1 = ((x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2)^{0,5}$ = 29,03 m
Jarak TC dengan lokasi tujuan, Z2
 $Z2 = ((x1 - x3)^2 + (y1 - y3)^2)^{0,5}$ = 27,08 m
Jarak tempuh horizontal, d
 $d = Z2 - Z1$ = 1,95 m
Kecepatan trolleying, v = 63,00 m/menit
Waktu Trolleying, $t = d / v$ = 1,95/ 63,00
= **0,03 menit**
- d. Waktu Slewing
Sudut slewing, α = 60,50°
Kecepatan slewing, v = 158,76°/menit
Waktu Slewing, $t = \alpha / v$ = 60,50/ 158,76
= **0,38 menit**
- e. Waktu Landing
Tinggi landing, $d = h - \Delta$ = 27,10 – 1,5
= **25,60 m**
Kecepatan traveling, v = 50,40 m/menit
Waktu landing, $t = d / v$ = 25,60 / 50,40
= **0,51 menit**
- f. Waktu bongkar = **6 menit**

g. Jumlah waktu pergi

Waktu pergi = waktu muat + waktu hoisting + waktu trolleying
+ waktu slewing + waktu traveling + waktu bongkar

$$\Sigma t_p = 3 + 0,51 + 0,03 + 0,38 + 0,51 + 6 = \mathbf{10,43 \text{ menit}}$$

2. Perhitungan waktu kembali

a. Waktu Hoisting

$$\begin{aligned} \text{Tinggi hoisting, } d = h - \Delta &= 27,10 - 1,5 \\ &= \mathbf{25,60 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan hoisting, } v = 50,40 \text{ m/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Hoisting, } t = d / v &= 25,60 / 50,40 \\ &= \mathbf{0,51 \text{ menit}} \end{aligned}$$

b. Waktu Trolleying

Jarak TC dengan stock yard, Z1

$$Z1 = ((x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2)^{0,5} = 29,03 \text{ m}$$

Jarak TC dengan lokasi tujuan, Z2

$$Z2 = ((x1 - x3)^2 + (y1 - y3)^2)^{0,5} = 27,08 \text{ m}$$

Jarak tempuh horizontal, d

$$d = Z2 - Z1 = 1,95 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan trolleying, } v = 63,00 \text{ m/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Trolleying, } t = d / v &= 1,95 / 63,00 \\ &= \mathbf{0,03 \text{ menit}} \end{aligned}$$

c. Waktu Slewing

$$\text{Sudut slewing, } \alpha = 60,50^\circ$$

$$\text{Kecepatan slewing, } v = 158,76^\circ/\text{menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Slewing, } t = \alpha / v &= 60,50 / 158,76 \\ &= \mathbf{0,38 \text{ menit}} \end{aligned}$$

d. Waktu Landing

$$\begin{aligned} \text{Tinggi landing, } d = h - \Delta &= 27,10 - 1,5 \\ &= \mathbf{25,60 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan landing, } v = 50,40 \text{ m/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu landing, } t = d / v &= 25,60 / 50,40 \\ &= \mathbf{0,51 \text{ menit}} \end{aligned}$$

e. Jumlah waktu kembali

Waktu kembali = waktu hoisting + waktu trolleying + waktu slewing + waktu traveling

$$\Sigma t_b = 0,51 + 0,03 + 0,38 + 0,51 = \mathbf{1,43 \text{ menit}}$$

3. Cycle Time (1 x siklus)

$$CT = \text{Waktu pergi} + \text{waktu kembali} = 10,43 + 1,43 = \mathbf{11,86 \text{ menit/ bh}}$$

4. Durasi

$$T_{tot} = CT \times n$$

$$T_{tot} = 11,86 \times 53 = \mathbf{628,36 \text{ menit} = 10,47 \text{ jam} = 2 \text{ hari}}$$

Durasi Pekerjaan Pembesian Topping Zone 1

1. Volume besi zone 1 = 2.388,53 kg

2. Diameter tulangan:

a. Tulangan utama D10

b. Tulangan susut D10

3. Panjang tulangan :

a. Tipe 1 = 1,34

b. Tipe 2 = 2,00

c. Tipe 3 = 2,15

d. Tipe 4 = 2,45

e. Tipe 5 = 2,47

f. Tipe 6 = 2,55

g. Tipe 7 = 2,59

h. Tipe 8 = 2,62

i. Tipe 9 = 2,83

j. Tipe 10 = 2,84

k. Tipe 11 = 2,88

l. Tipe 12 = 2,90

4. Banyaknya tulangan :

a. Tipe 1 = 50

b. Tipe 2 = 558

c. Tipe 3 = 60

d. Tipe 4 = 48

- e. Tipe 5 = 48
 - f. Tipe 6 = 48
 - g. Tipe 7 = 48
 - h. Tipe 8 = 36
 - i. Tipe 9 = 44
 - j. Tipe 10 = 6
 - k. Tipe 11 = 34
 - l. Tipe 12 = 26
5. Jam kerja pemasangan tiap 100 batang
Besi panjang < 3 m = 4,75 jam
6. Kebutuhan tenaga kerja
- a. Jam kerja = 8 jam
 - b. Jumlah pekerja = 2 grup & 6 grup (1 grup 3 orang tukang pembesian)
 - c. Jumlah pekerja = $2 \times 3 = 6$ orang (grup fabrikasi besi)
 - d. Jumlah pekerja = $6 \times 3 = 18$ orang (grup pasang)
 - e. Jumlah mandor = $6/24 = 0,25$ mandor (1 mandor membawahi 24 Orang)
7. Kebutuhan jam kerja pemasangan
- a. Tipe 1 = $50 / 100 \times 4,75$ jam = 2,38 jam
 - b. Tipe 2 = $558 / 100 \times 4,75$ jam = 26,51 jam
 - c. Tipe 3 = $60 / 100 \times 4,75$ jam = 2,85 jam
 - d. Tipe 4 = $48 / 100 \times 4,75$ jam = 2,28 jam
 - e. Tipe 5 = $48 / 100 \times 4,75$ jam = 2,28 jam
 - f. Tipe 6 = $48 / 100 \times 4,75$ jam = 2,28 jam
 - g. Tipe 7 = $48 / 100 \times 4,75$ jam = 2,28 jam
 - h. Tipe 8 = $36 / 100 \times 4,75$ jam = 1,71 jam
 - i. Tipe 9 = $44 / 100 \times 4,75$ jam = 2,09 jam
 - j. Tipe 10 = $6 / 100 \times 4,75$ jam = 0,29 jam
 - k. Tipe 11 = $34 / 100 \times 4,75$ jam = 1,62 jam
 - l. Tipe 12 = $26 / 100 \times 4,75$ jam = 1,24 jam

8. Durasi pekerjaan pembesian

Pemasangan =

$$(2,38+26,51+2,85+2,28+2,28+2,28+2,28+1,71+2,09+0,29+1,62+1,4) / (8 \text{ jam} \times 6 \text{ grup}) = 0,996 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$$

Jadi durasi pekerjaan pembesian toping adalah **1 hari**

Durasi Pekerjaan Pengecoran Balok dan Plat Zone 1

1. Data :

a. Volume beton balok = 29,88 m³

b. Volume beton plat = 20,72 m³

c. Total volume = 50,60 m³

Sesuai dengan tabel 2.3 didapatkan nilai kapasitas produksi concrete pump sebelum koreksi sebesar 90 m³/jam.

2. Efisiensi kerja :

a. Faktor kondisi pekerjaan = 0,75 (baik)

b. Faktor operator dan mekanik = 0,70 (cukup)

c. Faktor cuaca = 0,83 (terang)

d. Faktor koreksi = 0,75 x 0,70 x 0,83 = 0,44

e. Efisiensi Kerja = 0,84

3. Kapasitas Produksi concrete pump setelah koreksi

= Delivery Capacity (m³/jam) x efisiensi kerja

= 90 m³ /jam x (0,75 x 0,7 x 0,83)

= 39,22 m³/jam

4. Kebutuhan truck mixer untuk pengecoran balok dan plat

$$= \frac{\text{Volume beton yang dibutuhkan (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas Truck Mixer}}$$

$$= \frac{50,60}{7} = 7,23 \sim 8 \text{ truck mixer}$$

5. Kebutuhan tenaga kerja

Jumlah bekerja 1 hari = 8 jam/hari

Jumlah pekerja = 1 grup berisi 1 mandor dan 15 orang pekerja

6. Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan
 Kebutuhan waktu pelaksanaan pengecoran terdiri dari:
- a. Waktu persiapan
 - 1) Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump = 10 menit
 - 2) Pemasangan pompa = 25 menit
 - 3) Idle time (waktu tunggu) pompa = 10 menit
 - 4) Total waktu persiapan = 45 menit
 - b. Waktu persiapan tambahan
 - 1) Pergantian antar truck mixer
 = 8 truck mixer x 10 menit tiap 1 truck mixer
 = 80 menit
 - 2) Waktu untuk pengujian slump
 = 8 truck mixer x 5 menit tiap 1 truck mixer
 = 40 menit
 Total waktu persiapan tambahan = 120 menit
 - c. Waktu operasional pengecoran

$$= \frac{\text{Volume pengecoran (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas Produksi alat (m}^3\text{/jam)}} \times \text{Ek}$$

$$= \frac{50,60 \text{ m}^3}{39,22 \text{ m}^3\text{/jam}} \times 0,84 = 1,08 \text{ jam} = 65,03 \text{ menit}$$
 - d. Waktu pasca pelaksanaan
 - 1) Pembersihan pompa
 = 10 menit
 - 2) Pembongkaran pompa
 = 30 menit
 Total waktu pasca pelaksanaan = 40 menit
 - e. Total waktu
 Total waktu = persiapan + persiapan tambahan + waktu operasional pengecoran + waktu pasca pelaksanaan
 Total waktu = 45 menit + 120 menit + 65,03 menit + 40 menit = 270,03 menit
 Total waktu = 4,5 jam ~ 1 hari

Jadi pengecoran balok dan plat zone 1 membutuhkan waktu **1 hari**

Durasi Pekerjaan *U-Shell* Zone 2

1. Data:

- a. Tinggi gedung (d) = 27,10 m (tinggi Lt. 7)
- b. Jumlah balok U-Shell (n) = 26 bh
- c. Titik Tower Crane (x1;y1) = (0;0)
- d. Titik Stock Yard (x2;y2) = (13,800 ; 12,300)
- e. Titik balok U-Shell (x3;y3) = (3,482 ; 21,825)
- f. Jarak hook (Δ) = 1,5 m
- g. Waktu muat = 3 menit
- h. Waktu bongkar = 6 menit

2. Faktor Koreksi (Fk)

- a. Kondisi Kerja = 0,84 (baik sekali)
 - b. Keadaan Cuaca = 1,00 (cerah)
 - c. Ketrampilan Operator = 0,75 (sedang)
- Maka faktor koreksi total (Fktot) = $0,84 \times 1,00 \times 0,75 = 0,63$

3. Waktu Pergi setelah dikoreksi (setelah dikalikan faktor koreksi)

- a. Kecepatan Hoisting = $80 \times 0,63 = 50,40$ m/menit
- b. Kecepatan Trolleying = $100 \times 0,63 = 63,00$ m/menit
- c. Kecepatan Slewing = $252 \times 0,63 = 158,76$ °/menit
- d. Kecepatan Landing = $80 \times 0,63 = 50,40$ m/menit

4. Waktu kembali setelah dikoreksi (setelah dikalikan faktor koreksi)

- a. Kecepatan Hoisting = $80 \times 0,63 = 50,40$ m/menit
- b. Kecepatan Trolleying = $100 \times 0,63 = 63,00$ m/menit
- c. Kecepatan Slewing = $252 \times 0,63 = 158,76$ °/menit
- d. Kecepatan Landing = $80 \times 0,63 = 50,40$ m/menit
- e. Jumlah siklus (n) = jumlah balok U-Shell
- f. Jumlah siklus (n) = 26 kali

Perhitungan waktu siklus (*Cycle Time*):

1. Perhitungan waktu pergi

- a. Waktu muat = **3 menit**
- b. Waktu Hoisting
Tinggi hoisting, $d = h - \Delta$ = 27,10 – 1,5
= 25,60 m
Kecepatan hoisting, v = 50,40m/menit
Waktu Hoisting, $t = d / v$ = 25,60 / 50,40
= **0,51 menit**
- c. Waktu Trolleying
Jarak TC dengan stock yard, Z1
 $Z1 = ((x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2)^{0,5}$ = 18,49 m
Jarak TC dengan lokasi tujuan, Z2
 $Z2 = ((x1 - x3)^2 + (y1 - y3)^2)^{0,5}$ = 22,10 m
Jarak tempuh horizontal, d
 $d = Z2 - Z1$ = 3,62 m
Kecepatan trolleying, v = 63,00 m/menit
Waktu Trolleying, $t = d / v$ = 3,62 / 63,00
= **0,06 menit**
- d. Waktu Slewing
Sudut slewing, α = 74,70°
Kecepatan slewing, v = 158,76°/menit
Waktu Slewing, $t = \alpha / v$ = 74,70 / 158,76
= **0,47 menit**
- e. Waktu Landing
Tinggi landing, $d = h - \Delta$ = 27,10 – 1,5
= 25,60 m
Kecepatan landing, v = 50,40 m/menit
Waktu landing, $t = d / v$ = 25,60 / 50,40
= **0,51 menit**
- f. Waktu bongkar = **6 menit**

g. Jumlah waktu pergi

Waktu pergi = waktu muat + waktu hoisting + waktu trolleying
+ waktu slewing + waktu landing + waktu bongkar

$$\Sigma t_p = 3 + 0,51 + 0,06 + 0,47 + 0,51 + 6 = \mathbf{10,54 \text{ menit}}$$

2. Perhitungan waktu kembali

a. Waktu Hoisting

$$\begin{aligned} \text{Tinggi hoisting, } d = h - \Delta &= 27,10 - 1,5 \\ &= 25,60 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan hoisting, } v = 50,40 \text{ m/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Hoisting, } t = d / v &= 25,60 / 50,40 \\ &= \mathbf{0,51 \text{ menit}} \end{aligned}$$

b. Waktu Trolleying

Jarak TC dengan stock yard, Z1

$$Z1 = ((x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2)^{0,5} = 18,49 \text{ m}$$

Jarak TC dengan lokasi tujuan, Z2

$$Z2 = ((x1 - x3)^2 + (y1 - y3)^2)^{0,5} = 22,10 \text{ m}$$

Jarak tempuh horizontal, d

$$d = Z2 - Z1 = 3,62 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan trolleying, } v = 63,00 \text{ m/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Trolleying, } t = d / v &= 3,62 / 63,00 \\ &= \mathbf{0,06 \text{ menit}} \end{aligned}$$

c. Waktu Slewing

$$\text{Sudut slewing, } \alpha = 74,70^\circ$$

$$\text{Kecepatan slewing, } v = 158,76^\circ/\text{menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Slewing, } t = \alpha / v &= 74,70 / 158,76 \\ &= \mathbf{0,47 \text{ menit}} \end{aligned}$$

d. Waktu Landing

$$\begin{aligned} \text{Tinggi landing, } d = h - \Delta &= 27,10 - 1,5 \\ &= 25,60 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan landing, } v = 50,40 \text{ m/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu landing, } t = d / v &= 25,60 / 50,40 \\ &= \mathbf{0,51 \text{ menit}} \end{aligned}$$

e. Jumlah waktu kembali

Waktu kembali = waktu hoisting + waktu trolleying + waktu slewing + waktu landing

$$\Sigma t_b = 0,51 + 0,06 + 0,47 + 0,51 = \mathbf{1,54 \text{ menit}}$$

3. Cycle Time (1 siklus)

$$CT = \text{Waktu pergi} + \text{waktu kembali} = 10,54 + 1,54 = \mathbf{12,09 \text{ menit/bh}}$$

4. Durasi Erection U-Shell

$$T_{tot} = CT \times n$$

$$T_{tot} = 12,09 \times 26 = \mathbf{314,28 \text{ menit} = 5,24 \text{ jam} = 1 \text{ hari}}$$

Erection Plat *Half Slab* Zone 2

1. Data:

- a. Tinggi gedung (d) = 27,10 m (tinggi Lt. 7)
- b. Jumlah Plat Half Slab (n) = 49 bh
- c. Titik Tower Crane (x1;y1) = (0;0)
- d. Titik Stock Yard (x2;y2) = (26,30 ; 12,30)
- e. Titik plat Half Slab (x3;y3) = (1,869 ; 22,300)
- f. Jarak hook (Δ) = 1,5 m
- g. Waktu muat = 3 menit
- h. Waktu bongkar = 6 menit

2. Faktor Koreksi (Fk)

- a. Kondisi Kerja = 0,84 (baik sekali)
- b. Keadaan Cuaca = 1,00 (cerah)
- c. Ketrampilan Operator = 0,75

$$\text{Maka faktor koreksi total (Fktot)} = 0,84 \times 1,00 \times 0,75 = 0,63$$

3. Waktu Pergi setelah dikoreksi (setelah dikalikan faktor koreksi)

- a. Kecepatan Hoisting = $80 \times 0,63 = 50,40 \text{ m/menit}$
- b. Kecepatan Trolleying = $100 \times 0,63 = 63,00 \text{ m/menit}$
- c. Kecepatan Slewing = $252 \times 0,63 = 158,76 \text{ }^\circ/\text{menit}$
- d. Kecepatan Landing = $80 \times 0,63 = 50,40 \text{ m/menit}$

4. Waktu kembali setelah dikoreksi (setelah dikalikan faktor koreksi)
 - a. Kecepatan Hoisting = $80 \times 0,63 = 50,40$ m/menit
 - b. Kecepatan Trolleying = $100 \times 0,63 = 63,00$ m/menit
 - c. Kecepatan Slewing = $252 \times 0,63 = 158,76$ °/menit
 - d. Kecepatan Landing = $80 \times 0,63 = 50,40$ m/menit
 - e. Jumlah siklus (n) = jumlah plat Half Slab
 - f. Jumlah siklus (n) = 49 kali

Perhitungan waktu siklus (Cycle Time):

1. Perhitungan waktu pergi
 - a. Waktu muat = **3 menit**
 - b. Waktu Hoisting

Tinggi hoisting, $d = h - \Delta = 27,10 - 1,5 = 25,60$ m

Kecepatan hoisting, $v = 50,40$ m/menit

Waktu Hoisting, $t = d / v = 25,60 / 50,40 = \mathbf{0,51}$ menit
 - c. Waktu Trolleying

Jarak TC dengan stock yard, Z1

$$Z1 = ((x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2)^{0,5} = 29,03$$
 m

Jarak TC dengan lokasi tujuan, Z2

$$Z2 = ((x1 - x3)^2 + (y1 - y3)^2)^{0,5} = 22,38$$
 m

Jarak tempuh horizontal, d

$$d = Z2 - Z1 = 6,66$$
 m

Kecepatan trolleying, $v = 63,00$ m/menit

Waktu Trolleying, $t = d / v = 6,66 / 63,00 = \mathbf{0,11}$ menit
 - d. Waktu Slewing

Sudut slewing, $\alpha = 95,95^\circ$

Kecepatan slewing, $v = 158,76^\circ$ /menit

Waktu Slewing, $t = \alpha / v = 95,95 / 158,76 = \mathbf{0,60}$ menit

- e. Waktu Landing
 Tinggi landing, $d = h - \Delta$ $= 27,10 - 1,5$
 $= 25,60 \text{ m}$
 Kecepatan traveling, v $= 50,40 \text{ m/menit}$
 Waktu landing, $t = d / v$ $= 25,60 / 50,40$
 $= \mathbf{0,51 \text{ menit}}$
- f. Waktu bongkar $= \mathbf{6 \text{ menit}}$
- g. Jumlah waktu pergi
 Waktu pergi = waktu muat + waktu hoisting + waktu trolleying
 + waktu slewing + waktu traveling + waktu bongkar
 $\Sigma t_p = 3 + 0,51 + 0,11 + 0,60 + 0,51 + 6 = \mathbf{10,73 \text{ menit}}$

2. Perhitungan waktu kembali

- a. Waktu Hoisting
 Tinggi hoisting, $d = h - \Delta$ $= 27,10 - 1,5$
 $= 25,60 \text{ m}$
 Kecepatan hoisting, v $= 50,40 \text{ m/menit}$
 Waktu Hoisting, $t = d / v$ $= 25,60 / 50,40$
 $= \mathbf{0,51 \text{ menit}}$
- b. Waktu Trolleying
 Jarak TC dengan stock yard, Z1
 $Z1 = ((x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2)^{0,5}$ $= 29,03 \text{ m}$
 Jarak TC dengan lokasi tujuan, Z2
 $Z2 = ((x1 - x3)^2 + (y1 - y3)^2)^{0,5}$ $= 22,38 \text{ m}$
 Jarak tempuh horizontal, d
 $d = Z2 - Z1$ $= 6,66 \text{ m}$
 Kecepatan trolleying, v $= 63,00 \text{ m/menit}$
 Waktu Trolleying, $t = d / v$ $= 6,66 / 63,00$
 $= \mathbf{0,11 \text{ menit}}$
- c. Waktu Slewing
 Sudut slewing, α $= 95,95^\circ$
 Kecepatan slewing, v $= 158,76^\circ/\text{menit}$
 Waktu Slewing, $t = \alpha / v$ $= 95,95 / 158,76$
 $= \mathbf{0,60 \text{ menit}}$

d. Waktu Landing

$$\begin{aligned} \text{Tinggi landing, } d = h - \Delta &= 27,10 - 1,5 \\ &= 25,60 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan landing, } v = 50,40 \text{ m/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu landing, } t = d / v &= 25,60 / 50,40 \\ &= \mathbf{0,51 \text{ menit}} \end{aligned}$$

e. Jumlah waktu kembali

Waktu kembali = waktu hoisting + waktu trolleying + waktu slewing + waktu traveling

$$\Sigma t_b = 0,51 + 0,11 + 0,60 + 0,51 = \mathbf{1,73 \text{ menit}}$$

3. Cycle Time (1 x siklus)

$$\text{CT} = \text{Waktu pergi} + \text{waktu kembali} = 10,73 + 1,73 = \mathbf{12,45 \text{ menit} / bh}$$

4. Durasi

$$T_{\text{tot}} = \text{CT} \times n$$

$$T_{\text{tot}} = 11,45 \times 49 = \mathbf{610,14 \text{ menit} = 10,17 \text{ jam} = 2 \text{ hari}}$$

Durasi Pekerjaan Pembesian Topping Zone 2

1. Volume besi zone 1 = 2.261,44 kg

2. Diameter tulangan:

a. Tulangan utama D10

b. Tulangan susut D10

3. Panjang tulangan :

a. Tipe 1 = 1,34

b. Tipe 2 = 2,00

c. Tipe 3 = 2,15

d. Tipe 4 = 2,45

e. Tipe 5 = 2,47

f. Tipe 6 = 2,55

g. Tipe 7 = 2,59

h. Tipe 8 = 2,62

i. Tipe 9 = 2,83

j. Tipe 10 = 2,84

k. Tipe 11 = 2,88

l. Tipe 12 = 2,90

4. Banyaknya tulangan :

- a. Tipe 1 = 50
- b. Tipe 2 = 558
- c. Tipe 3 = 60
- d. Tipe 4 = 48
- e. Tipe 5 = 48
- f. Tipe 6 = 48
- g. Tipe 7 = 48
- h. Tipe 8 = 36
- i. Tipe 9 = 44
- j. Tipe 10 = 6
- k. Tipe 11 = 34
- l. Tipe 12 = 26

5. Jam kerja pemasangan tiap 100 batang

Besi panjang < 3 m = 4,75 jam

6. Kebutuhan tenaga kerja

- a. Jam kerja = 8 jam
- b. Jumlah pekerja = 2 grup & 6 grup (1 grup 3 orang tukang pembesian)
Jumlah pekerja = $2 \times 3 = 6$ orang (grup fabrikasi besi)
Jumlah pekerja = $6 \times 3 = 18$ orang (grup pasang)
- c. Jumlah mandor = $6/24 = 0,25$ mandor (1 mandor membawahi 24 Orang)

5. Kebutuhan jam kerja

- a. Tipe 1 = $50 / 100 \times 4,75$ jam = 2,38 jam
- b. Tipe 2 = $558 / 100 \times 4,75$ jam = 26,51 jam
- c. Tipe 3 = $60 / 100 \times 4,75$ jam = 2,85 jam
- d. Tipe 4 = $48 / 100 \times 4,75$ jam = 2,28 jam
- e. Tipe 5 = $48 / 100 \times 4,75$ jam = 2,28 jam
- f. Tipe 6 = $48 / 100 \times 4,75$ jam = 2,28 jam
- g. Tipe 7 = $48 / 100 \times 4,75$ jam = 2,28 jam
- h. Tipe 8 = $36 / 100 \times 4,75$ jam = 1,71 jam
- i. Tipe 9 = $44 / 100 \times 4,75$ jam = 2,09 jam
- j. Tipe 10 = $6 / 100 \times 4,75$ jam = 0,29 jam
- k. Tipe 11 = $34 / 100 \times 4,75$ jam = 1,62 jam

- l. Tipe 12 = $26 / 100 \times 4,75 \text{ jam} = 1,24 \text{ jam}$
6. Durasi pekerjaan pembesian
- Pemasangan =
 $(2,38+26,51+2,85+2,28+2,28+2,28+2,28+1,71+2,09+0,29+1,62+1,24)/(8\text{jam} \times 6 \text{ grup}) = 0,996 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$
- Jadi durasi pekerjaan pembesian toping adalah **1 hari**

Durasi Pekerjaan Pengecoran Balok dan Plat Zone 2

1. Data :
- Volume beton balok = $28,32 \text{ m}^3$
 - Volume beton plat = $19,07 \text{ m}^3$
 - Total volume = $47,39 \text{ m}^3$
- Sesuai dengan tabel 2.3 didapatkan nilai kapasitas produksi concrete pump sebelum koreksi sebesar $90 \text{ m}^3/\text{jam}$.
2. Efisiensi kerja :
- Faktor kondisi pekerjaan = $0,75$ (baik)
 - Faktor operator dan mekanik = $0,70$ (cukup)
 - Faktor cuaca = $0,83$ (terang)
 - Faktor koreksi = $0,75 \times 0,70 \times 0,83 = 0,44$
 - Efisiensi Kerja = $0,84$
3. Kapasitas Produksi concrete pump setelah koreksi
 = Delivery Capacity (m^3/jam) x efisiensi kerja
 = $90 \text{ m}^3/\text{jam} \times (0,75 \times 0,7 \times 0,83)$
 = $39,22 \text{ m}^3/\text{jam}$
4. Kebutuhan truck mixer untuk pengecoran balok dan plat
 = $\frac{\text{Volume beton yang dibutuhkan (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas Truck Mixer}}$
 = $\frac{47,39}{7} = 6,77 \sim 7 \text{ truck mixer}$
5. Kebutuhan tenaga kerja
 Jumlah bekerja 1 hari = 8 jam/hari
 Jumlah pekerja = $1 \text{ grup berisi } 1 \text{ mandor dan } 15 \text{ orang pekerja}$

6. Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan
- Kebutuhan waktu pelaksanaan pengecoran terdiri dari:
- a. Waktu persiapan
 - 1) Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump = 10 menit
 - 2) Pemasangan pompa = 25 menit
 - 3) Idle time (waktu tunggu) pompa = 10 menit
 Total waktu persiapan = 45 menit
 - b. Waktu persiapan tambahan
 - 1) Pergantian antar truck mixer
= 7 truck mixer x 10 menit tiap 1 truck mixer
= 70 menit
 - 2) Waktu untuk pengujian slump
= 7 truck mixer x 5 menit tiap 1 truck mixer
= 35 menit
 Total waktu persiapan tambahan = 105 menit
 - c. Waktu operasional pengecoran

$$= \frac{\text{Volume pengecoran (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas Produksi alat (m}^3\text{/jam)}} \times \text{Ek}$$

$$= \frac{47,39 \text{ m}^3}{39,22 \text{ m}^3\text{/jam}} \times 0,84 = 1,02 \text{ jam} = 60,90 \text{ menit}$$
 - d. Waktu pasca pelaksanaan
 - 1) Pembersihan pompa
= 10 menit
 - 2) Pembongkaran pompa
= 30 menit
 Total waktu pasca pelaksanaan = 40 menit
 - e. Total waktu = persiapan + persiapan tambahan + waktu operasional pengecoran + waktu pasca pelaksanaan

$$\text{Total waktu} = 45 \text{ menit} + 105 \text{ menit} + 60,90 \text{ menit} + 40 \text{ menit} = 250,90 \text{ menit}$$

$$\text{Total waktu} = 4,18 \text{ jam} \sim 1 \text{ hari}$$
 Jadi pengecoran balok dan plat zone 2 membutuhkan waktu **1 hari**

4.4.2 Durasi Pekerjaan Alternatif 2 U-Shell dan Steel Deck

Perhitungan durasi pekerjaan U-Shell pada metode alternatif 2 ini tidak ada perbedaan dengan metode alternatif 1 sehingga tidak perlu dilakukan perhitungan kembali.

Durasi pekerjaan pemasangan *Steel Deck* Zone 1

1. Data
 - a. Volume Steel Deck = 300,51 m²
 - b. Produktifitas pemasangan = 30,00 m² / hari (per 1 grup tenaga kerja)
2. Kebutuhan tenaga kerja
 - a. Jam kerja = 8 jam
 - b. Jumlah tenaga = 6 grup (1 grup 2 orang tukang 1 orang pekerja)
Jumlah tukang = 6 x 2 = 12 orang
Jumlah pekerja = 6 x 1 = 6 orang
Jumlah mandor = 1/18 = 0,33 mandor (1 mandor membawahi 18 Orang)
3. Durasi pekerjaan pemasangan steel deck
 $D = 300,51 / 6,00 \times 30,00 = 1,67 \text{ hari} \sim 2 \text{ hari}$
Jadi pemasangan steel deck zone 1 membutuhkan waktu **2 hari**.

Durasi pekerjaan pembesian Zone 1

1. Volume besi zone 1 = 6.719,19 kg
2. Diameter tulangan:
 - a. Tulangan utama D13
 - b. Tulangan susut D10
3. Panjang tulangan :
 - a. Tipe 1 = 1,34
 - b. Tipe 2 = 2,00
 - c. Tipe 3 = 2,15
 - d. Tipe 4 = 2,45
 - e. Tipe 5 = 2,47
 - f. Tipe 6 = 2,55
 - g. Tipe 7 = 2,59
 - h. Tipe 8 = 2,62

- i. Tipe 9 = 2,83
 - j. Tipe 10 = 2,84
 - k. Tipe 11 = 2,88
 - l. Tipe 12 = 2,90
4. Banyaknya tulangan :
- a. Tipe 1 = 225
 - b. Tipe 2 = 2.092
 - c. Tipe 3 = 270
 - d. Tipe 4 = 216
 - e. Tipe 5 = 216
 - f. Tipe 6 = 216
 - g. Tipe 7 = 216
 - h. Tipe 8 = 135
 - i. Tipe 9 = 198
 - j. Tipe 10 = 27
 - k. Tipe 11 = 128
 - l. Tipe 12 = 98
5. Jam kerja pemasangan tiap 100 batang
Besi panjang < 3 m = 4,75 jam
6. Kebutuhan tenaga kerja
- a. Jam kerja = 8 jam
 - b. Jumlah pekerja = 3 grup & 12 grup (1 grup 3 orang tukang pembedaan)
Jumlah pekerja = 3 x 3 = 9 orang (grup fabrikasi besi)
Jumlah pekerja = 12 x 3 = 36 orang (grup pasang)
 - c. Jumlah mandor = 1/45 = 0,02 mandor (1 mandor membawahi 45 Orang)
7. Kebutuhan jam kerja
- a. Tipe 1 = 225 / 100 x 4,75 jam = 10,69 jam
 - b. Tipe 2 = 2.092 / 100 x 4,75 jam = 99,39 jam
 - c. Tipe 3 = 270 / 100 x 4,75 jam = 12,83 jam
 - d. Tipe 4 = 216 / 100 x 4,75 jam = 10,26 jam
 - e. Tipe 5 = 216 / 100 x 4,75 jam = 10,26 jam
 - f. Tipe 6 = 216 / 100 x 4,75 jam = 10,26 jam
 - g. Tipe 7 = 216 / 100 x 4,75 jam = 10,26 jam

- h. Tipe 8 = $135 / 100 \times 4,75 \text{ jam} = 6,41 \text{ jam}$
- i. Tipe 9 = $198 / 100 \times 4,75 \text{ jam} = 9,41 \text{ jam}$
- j. Tipe 10 = $27 / 100 \times 4,75 \text{ jam} = 1,28 \text{ jam}$
- k. Tipe 11 = $128 / 100 \times 4,75 \text{ jam} = 6,06 \text{ jam}$
- l. Tipe 12 = $98 / 100 \times 4,75 \text{ jam} = 4,63 \text{ jam}$

8. Durasi pekerjaan pembesian

Pemasangan =

$$(10,69+99,39+12,83+10,26+10,26+10,26+10,26+6,41+9,41+1,28+6,06+4,63)/(8\text{jam} \times 12 \text{ grup}) = 2,00 \text{ hari} \sim 2 \text{ hari}$$

Jadi durasi pekerjaan pembesian zone 1 adalah **2 hari**

Durasi pekerjaan pengecoran palok dan plat Zone 1

1. Data :

- a. Volume beton balok = $29,88 \text{ m}^3$
- b. Volume beton plat = $45,08 \text{ m}^3$
- c. Total volume = $74,96 \text{ m}^3$
- d. Sesuai dengan tabel 2.3 didapatkan nilai kapasitas produksi concrete pump sebelum koreksi sebesar $90 \text{ m}^3/\text{jam}$.

2. Efisiensi kerja :

- a. Faktor kondisi pekerjaan = $0,75$ (baik)
- b. Faktor operator dan mekanik = $0,70$ (cukup)
- c. Faktor cuaca = $0,83$ (terang)
- d. Faktor koreksi = $0,75 \times 0,70 \times 0,83 = 0,44$
- e. Efisiensi Kerja = $0,84$

3. Kapasitas Produksi concrete pump setelah koreksi

$$\begin{aligned} &= \text{Delivery Capacity (m}^3/\text{jam)} \times \text{efisiensi kerja} \\ &= 90 \text{ m}^3/\text{jam} \times (0,75 \times 0,7 \times 0,83) \\ &= 39,22 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4. Kebutuhan truck mixer untuk pengecoran balok dan plat

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Volume beton yang dibutuhkan (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas Truck Mixer}} \\ &= \frac{74,96}{7} = 10,71 \sim 11 \text{ truck mixer} \end{aligned}$$

5. Kebutuhan tenaga kerja
 - a. Jumlah bekerja 1 hari = 8 jam/hari
 - b. Jumlah pekerja = 1 grup berisi 1 mandor dan 15 orang pekerja
6. Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan
Kebutuhan waktu pelaksanaan pengecoran terdiri dari:
 - a. Waktu persiapan
 - b. Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump = 10 menit
 - c. Pemasangan pompa = 25 menit
 - d. Idle time (waktu tunggu) pompa = 10 menit
 Total waktu persiapan = 45 menit
7. Waktu persiapan tambahan
 - a. Pergantian antar truck mixer
= 11 truck mixer x 10 menit tiap 1 truck mixer
= 110 menit
 - b. Waktu untuk pengujian slump
= 11 truck mixer x 5 menit tiap 1 truck mixer
= 55 menit
 Total waktu persiapan tambahan = 165 menit
8. Waktu operasional pengecoran

$$= \frac{\text{Volume pengecoran (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas Produksi alat (m}^3\text{/jam)}} \times E_k$$

$$= \frac{74,96 \text{ m}^3}{39,22 \text{ m}^3\text{/jam}} \times 0,84 = 1,60 \text{ jam} = 96,32 \text{ menit}$$
9. Waktu pasca pelaksanaan
 - a. Pembersihan pompa
= 10 menit
 - b. Pembongkaran pompa
= 30 menit
 Total waktu pasca pelaksanaan = 40 menit
10. Total waktu
Total waktu = persiapan + persiapan tambahan + waktu operasional pengecoran + waktu pasca pelaksanaan

$$\begin{aligned}\text{Total waktu} &= 45 \text{ menit} + 165 \text{ menit} + 96,32 \text{ menit} + 40 \text{ menit} \\ &= 346,33 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\text{Total waktu} = 5,77 \text{ jam} \sim 1 \text{ hari}$$

Jadi pengecoran balok dan plat zone 1 membutuhkan waktu **1 hari**

Durasi pekerjaan pemasangan *Steel Deck* zone 2

1. Data

a. Volume Steel Deck = $276,65 \text{ m}^2$

b. Produktifitas pemasangan = $30,00 \text{ m}^2 / \text{hari}$ (per 1 grup tenaga kerja)

2. Kebutuhan tenaga kerja

a. Jam kerja = 8 jam

b. Jumlah tenaga = 6 grup (1 grup 2 orang tukang 1 orang pekerja)

$$\text{Jumlah tukang} = 6 \times 2 = 12 \text{ orang}$$

$$\text{Jumlah pekerja} = 6 \times 1 = 6 \text{ orang}$$

$$\text{Jumlah mandor} = 1/18 = 0,33 \text{ mandor (1 mandor membawahi 18 orang)}$$

3. Durasi pekerjaan pemasangan steel deck

$$D = 276,65 / 6,00 \times 30,00 = 1,54 \text{ hari} \sim 2 \text{ hari}$$

Jadi pemasangan steel deck zone 2 membutuhkan waktu **2 hari**.

Durasi pekerjaan pembesian zone 2

1. Volume besi zone 2 = $6.195,05 \text{ kg}$

2. Diameter tulangan:

a. Tulangan utama D13

b. Tulangan susut D10

3. Panjang tulangan :

a. Tipe 1 = 1,34

b. Tipe 2 = 2,00

c. Tipe 3 = 2,15

d. Tipe 4 = 2,45

e. Tipe 5 = 2,47

f. Tipe 6 = 2,55

g. Tipe 7 = 2,59

- h. Tipe 8 = 2,62
 - i. Tipe 9 = 2,83
 - j. Tipe 10 = 2,84
 - k. Tipe 11 = 2,88
 - l. Tipe 12 = 2,90
4. Banyaknya tulangan :
- a. Tipe 1 = 225
 - b. Tipe 2 = 2.092
 - c. Tipe 3 = 270
 - d. Tipe 4 = 216
 - e. Tipe 5 = 216
 - f. Tipe 6 = 216
 - g. Tipe 7 = 216
 - h. Tipe 8 = 135
 - i. Tipe 9 = 198
 - j. Tipe 10 = 27
 - k. Tipe 11 = 128
 - l. Tipe 12 = 98
5. Jam kerja pemasangan tiap 100 batang
Besi panjang < 3 m = 4,75 jam
6. Kebutuhan tenaga kerja
- a. Jam kerja = 8 jam
 - b. Jumlah pekerja = 3 grup & 12 grup (1 grup 3 orang tukang pembesian)
Jumlah pekerja = 3 x 3 = 9 orang (grup fabrikasi besi)
Jumlah pekerja = 12 x 3 = 36 orang (grup pasang)
 - c. Jumlah mandor = 1/45 = 0,02 mandor (1 mandor membawahi 45 Orang)
7. Kebutuhan jam kerja
- a. Tipe 1 = 225 / 100 x 4,75 jam = 10,69 jam
 - b. Tipe 2 = 2.092 / 100 x 4,75 jam = 99,39 jam
 - c. Tipe 3 = 270 / 100 x 4,75 jam = 12,83 jam
 - d. Tipe 4 = 216 / 100 x 4,75 jam = 10,26 jam
 - e. Tipe 5 = 216 / 100 x 4,75 jam = 10,26 jam
 - f. Tipe 6 = 216 / 100 x 4,75 jam = 10,26 jam

- g. Tipe 7 = $216 / 100 \times 4,75 \text{ jam} = 10,26 \text{ jam}$
 - h. Tipe 8 = $135 / 100 \times 4,75 \text{ jam} = 6,41 \text{ jam}$
 - i. Tipe 9 = $198 / 100 \times 4,75 \text{ jam} = 9,41 \text{ jam}$
 - j. Tipe 10 = $27 / 100 \times 4,75 \text{ jam} = 1,28 \text{ jam}$
 - k. Tipe 11 = $128 / 100 \times 4,75 \text{ jam} = 6,06 \text{ jam}$
 - l. Tipe 12 = $98 / 100 \times 4,75 \text{ jam} = 4,63 \text{ jam}$
8. Durasi pekerjaan pembesian
- Pemasangan =
- $$(10,69+99,39+12,83+10,26+10,26+10,26+10,26+6,41+9,41+1,28+6,06+4,63)/(8\text{jam} \times 12 \text{ grup}) = 2,00 \text{ hari} \sim 2 \text{ hari}$$
- Jadi durasi pekerjaan pembesian zone 2 adalah **2 hari**

Durasi pekerjaan pengecoran balok dan plat zone 2

1. Data :
 - a. Volume beton balok = $29,88 \text{ m}^3$
 - b. Volume beton plat = $41,50 \text{ m}^3$
 - c. Total volume = $69,82 \text{ m}^3$
 - d. Sesuai dengan tabel 2.3 didapatkan nilai kapasitas produksi concrete pump sebelum koreksi sebesar $90 \text{ m}^3/\text{jam}$.
2. Efisiensi kerja :
 - a. Faktor kondisi pekerjaan = $0,75$ (baik)
 - b. Faktor operator dan mekanik = $0,70$ (cukup)
 - c. Faktor cuaca = $0,83$ (terang)
 - d. Faktor koreksi = $0,75 \times 0,70 \times 0,83 = 0,44$
 - e. Efisiensi Kerja = $0,84$
3. Kapasitas Produksi concrete pump setelah koreksi
 - = Delivery Capacity (m^3/jam) x efisiensi kerja
 - = $90 \text{ m}^3/\text{jam} \times (0,75 \times 0,7 \times 0,83)$
 - = $39,22 \text{ m}^3/\text{jam}$
4. Kebutuhan truck mixer untuk pengecoran balok dan plat
 - = $\frac{\text{Volume beton yang dibutuhkan (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas Truck Mixer}}$
 - = $\frac{69,82}{7} = 9,97 \sim 10 \text{ truck mixer}$

5. Kebutuhan tenaga kerja
 - a. Jumlah bekerja 1 hari = 8 jam/hari
 - b. Jumlah pekerja = 1 grup berisi 1 mandor dan 15 orang pekerja
6. Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan
Kebutuhan waktu pelaksanaan pengecoran terdiri dari:
 - a. Waktu persiapan
 - b. Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump = 10 menit
 - c. Pemasangan pompa = 25 menit
 - d. Idle time (waktu tunggu) pompa = 10 menit
 Total waktu persiapan = 45 menit
7. Waktu persiapan tambahan
 - a. Pergantian antar truck mixer
= 10 truck mixer x 10 menit tiap 1 truck mixer
= 100 menit
 - b. Waktu untuk pengujian slump
= 10 truck mixer x 5 menit tiap 1 truck mixer
= 50 menit
 Total waktu persiapan tambahan = 150 menit
8. Waktu operasional pengecoran

$$= \frac{\text{Volume pengecoran (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas Produksi alat (m}^3\text{/jam)}} \times E_k$$

$$= \frac{69,82 \text{ m}^3}{39,22 \text{ m}^3/\text{jam}} \times 0,84 = 1,49 \text{ jam} = 89,73 \text{ menit}$$
9. Waktu pasca pelaksanaan
 - a. Pembersihan pompa
= 10 menit
 - b. Pembongkaran pompa
= 30 menit
 Total waktu pasca pelaksanaan = 40 menit
10. Total waktu
Total waktu = persiapan + persiapan tambahan + waktu operasional pengecoran + waktu pasca pelaksanaan
Total waktu = 45 menit + 150 menit + 89,73 menit + 40 menit

= 324,73 menit

Total waktu = 5,41 jam ~ 1 hari

Jadi pengecoran balok dan plat zone 2 membutuhkan waktu **1 hari**

4.4.3 Rekap Durasi Pekerjaan Alternatif 1 dan 2

Rekapitulasi durasi dan kebutuhan tenaga kerja (resourch) pekerjaan alternatif 1 (*U-Shell & Half Slab*) dan alternatif 2 (*U-Shell & Steel Deck*) dapat dilihat pada tabel 4.17 dibawah ini.

Tabel 4.17 Rekapitulasi durasi & resourch pekerjaan alternatif 1 & 2

NO	URAIAN	VOLUME	DURASI	RESOURCH		
				Mandor	Tukang	Pekerja
I	ALTERNATIF 1 (U-SHELL & HALF SLAB)					
A	Zone 1					
1	Erection + Pasang U-Shell	27,00 bh	1,00 hari	1	6	3
2	Erection + Pasang Half Slab	53,00 bh	2,00 hari	1	6	3
3	Pembesian	2388,53 kg	1,00 hari	1	18	6
4	Pengecoran	50,60 m3	1,00 hari	1	6	9
	JUMLAH		5,00 hari	4,00	36,00	21,00
B	Zone 2					
1	Erection + Pasang U-Shell	26,00 bh	1,00 hari	1	6	3
2	Erection + Pasang Half Slab	49,00 bh	2,00 hari	1	6	3
3	Pembesian	2261,44 kg	1,00 hari	1	18	6
4	Pengecoran	47,39 m3	1,00 hari	1	6	9
	JUMLAH		5,00 hari	4,00	36,00	21,00
II	ALTERNATIF 2 (U-SHELL & STEEL DECK)					
A	Zone 1					
1	Erection + Pasang U-Shell	27,00 bh	1,00 hari	1	6	3
2	Pasang Steel Deck	300,51 bh	2,00 hari	1	12	6
3	Pembesian	6719,19 kg	2,00 hari	1	36	12
4	Pengecoran	74,96 m3	1,00 hari	1	6	9
	JUMLAH		6,00 hari	4,00	60,00	30,00
B	Zone 2					
1	Erection + Pasang U-Shell	26,00 bh	1,00 hari	1	6	3
2	Pasang Steel Deck	276,65 bh	2,00 hari	1	12	6
3	Pembesian	6195,05 kg	2,00 hari	1	36	12
4	Pengecoran	69,82 m3	1,00 hari	1	6	9
	JUMLAH		6,00 hari	4,00	60,00	30,00

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel diatas didapatkan durasi dan resourch pekerjaan alternatif 1 dan 2 semua zone per lantai yang kemudian dilanjutkan ke input time schedule dan resourch data ke MS Project.

4.4.4 Penjadwalan Time Schedule dan Resourch Schedule

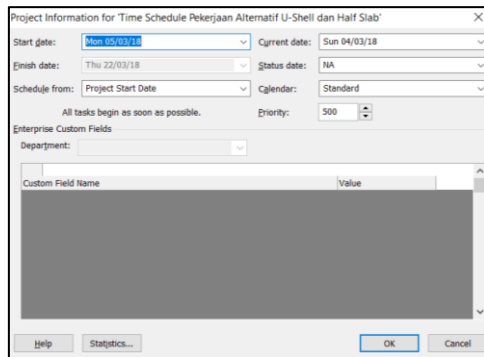
Setelah dilakukan perhitungan durasi pekerjaan alternatif yang dilakukan dengan menggunakan balok U-Shell & Half Slab precast maka selanjutnya akan dilanjutkan ke input data ke MS Project. Penyusunan ke MS Project mengacu pada metode Precedence Diagram Method (PDM) atau membuat Network Planning dengan cara mengatur konstrain dari setiap pekerjaan. Hasil pembuatan Time Schedule dan Resourch Schedule dapat dilihat pada **lampiran**.

Tahapan-tahapan input data dalam pembuatan time schedule dan resource schedule menggunakan Microsoft Project 2010 diuraikan sebagai berikut:

1. Memberikan Nama untuk Proyek

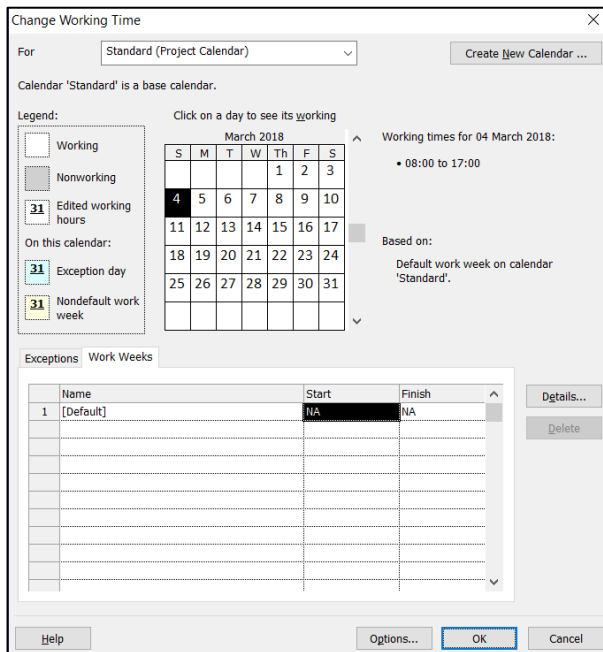
Langkah-langkah yang dilakukan untuk memberikan nama proyek adalah sebagai berikut:

- a. Klik Menu **File** > **New**, atau tombol shortcutnya.
- b. Pilih menu **Project** > **Project Information**, pada bagian **Schedule from** pilihlah : **Project Start Date** dan kemudian dimasukkan tanggal start proyek.



Gambar 4.22 Memasukan Informasi Proyek
Sumber: Hasil analisis (2018)

- c. Klik **File > Save As** untuk menyimpan berkas proyek, nama file yang diisi “Time Schedule Pekerjaan Alternatif U-Shell dan Half Slab”
2. Pengaturan Waktu Kerja
- Langkah-langkah yang untuk melakukan pengaturan waktu kerja adalah sebagai berikut:
- a. Pilih menu **Project**, klik **Change Working Time**



Gambar 4.23 Tampilan Change Working Time
Sumber: Hasil analisis (2018)

- b. Pada Sheet Work Weeks, pada baris “Default” Klik Start.

- c. Kemudian muncul form “Detail for Default” > Select day (s) > Saturday > Pilih Set day(s) to these specific working time: > From di isi 08:00 > To di isi 17.00

Details for '[Default]'

Set working time for this work week

Select day(s):

- Use Project default times for these days.
- Set days to nonworking time.
- Set day(s) to these specific working times:

Sunday
Monday
Tuesday
Wednesday
Thursday
Friday
Saturday

	From	To
1	08:00	17:00

Help OK Cancel

Gambar 4.24 Input Detail for Default
Sumber: Hasil analisis (2018)

3. Memasukkan Pekerjaan dan Durasinya

Tabel 4.18 Data-data durasi pekerjaan dan keterkaitannya

NO WBS	URAIAN PEKERJAAN	DURASI HARI	PREDESESOR	HUBUNGAN KETERKAITAN
1	PEKERJAAN ALTERNATIF 1 (U-SHELL & HALF SLAB)			
2	LANTAI 7			
3	ZONE 1			
4	Erection dan Pemasangan Balok U-Shell	1		
5	Erection dan Pemasangan Plat Half Slab	2	4	FS
6	Pembesian Plat Topping	1	5	FS
7	Pengecoran Balok dan Plat	1	6	FS
8	Pembesian Kolom	1	7	FS
9	Pembesian Shear Wall	1	8	SS
10	Bekisting Kolom	1	9	FS
11	Bekisting Shear Wall	1	10	SS
12	Pengecoran Kolom	1	11	FS
13	Pengecoran Shear Wall	1	12	SS
14	ZONE 2			
15	Erection dan Pemasangan Balok U-Shell	1	5	FS
16	Erection dan Pemasangan Plat Half Slab	2	15	FS
17	Pembesian Plat Topping	1	16	FS
18	Pengecoran	1	17	FS
19	Pembesian Kolom	1	18	FS
20	Pembesian Shear Wall	1	19	SS
21	Bekisting Kolom	1	20	FS
22	Bekisting Shear Wall	1	21	SS
23	Pengecoran Kolom	1	22	FS
24	Pengecoran Shear Wall	1	23	SS
NO WBS	URAIAN PEKERJAAN	DURASI HARI	PREDESESOR	HUBUNGAN KETERKAITAN
1	PEKERJAAN ALTERNATIF 2 (U-SHELL & STEEL DECK)			
2	LANTAI 7			
3	ZONE 1			
4	Erection dan Pemasangan Balok U-Shell	1		
5	Pemasangan Steel Deck	2	4	FS
6	Pembesian Plat Topping	2	5	FS
7	Pengecoran Balok dan Plat	1	6	FS
8	Pembesian Kolom	1	7	FS
9	Pembesian Shear Wall	1	8	SS
10	Bekisting Kolom	1	9	FS
11	Bekisting Shear Wall	1	10	SS
12	Pengecoran Kolom	1	11	FS
13	Pengecoran Shear Wall	1	12	SS
14	ZONE 2			
15	Erection dan Pemasangan Balok U-Shell	1	4	FS
16	Pemasangan Steel Deck	2	5	FS
17	Pembesian Plat Topping	2	16	FS
18	Pengecoran	1	17	FS
19	Pembesian Kolom	1	18	FS
20	Pembesian Shear Wall	1	19	SS
21	Bekisting Kolom	1	20	FS
22	Bekisting Shear Wall	1	21	SS
23	Pengecoran Kolom	1	22	FS
24	Pengecoran Shear Wall	1	23	SS

Sumber: Hasil analisis (2018)

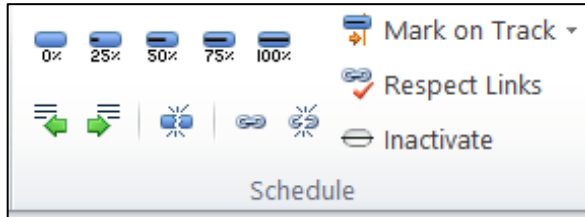
4. Langkah-langkah untuk memasukkan pekerjaan dan durasinya adalah sebagai berikut:
 - a. Dari menu **View**, Klik **Gantt Chart**
 - b. Memasukkan uraian pekerjaan sesuai tabel diatas di field **Task Name**
 - c. Memasukkan Durasi pekerjaan sesuai tabel diatas di field **Duration**
 - d. Mengulangi hingga seluruh pekerjaan selesai diinput.

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish
1	PEKERJAAN ALTERNATIF 2 U-SHELL DAN STEEL DECK	11 days	Mon 04/06/18	Thu 14/06/18
2	LANTAI 7	11 days	Mon 04/06/18	Thu 14/06/18
3	ZONE 1	9 days	Mon 04/06/18	Tue 12/06/18
4	Erection dan Pemasangan Balok U-Shell	1 day	Mon 04/06/18	Mon 04/06/18
5	Pemasangan Steel Deck	2 days	Tue 05/06/18	Wed 06/06/18
6	Pembesian Plat Topping	2 days	Thu 07/06/18	Fri 08/06/18
7	Pengecoran Balok dan Plat	1 day	Sat 09/06/18	Sat 09/06/18
8	Pembesian Kolom	1 day	Sat 09/06/18	Sun 10/06/18
9	Pembesian Shear Wall	1 day	Sat 09/06/18	Sun 10/06/18
10	Bekisting Kolom	1 day	Sun 10/06/18	Mon 11/06/18
11	Bekisting Shear Wall	1 day	Sun 10/06/18	Mon 11/06/18
12	Pengecoran Kolom	1 day	Mon 11/06/18	Tue 12/06/18
13	Pengecoran Shear Wall	1 day	Mon 11/06/18	Tue 12/06/18
14	ZONE 2	10 days	Tue 05/06/18	Thu 14/06/18
15	Erection dan Pemasangan Balok U-Shell	1 day	Tue 05/06/18	Tue 05/06/18
16	Pemasangan Steel Deck	2 days	Thu 07/06/18	Fri 08/06/18
17	Pembesian Plat Topping	2 days	Sat 09/06/18	Sun 10/06/18
18	Pengecoran	1 day	Sun 10/06/18	Mon 11/06/18
19	Pembesian Kolom	1 day	Mon 11/06/18	Tue 12/06/18
20	Pembesian Shear Wall	1 day	Mon 11/06/18	Tue 12/06/18
21	Bekisting Kolom	1 day	Tue 12/06/18	Wed 13/06/18
22	Bekisting Shear Wall	1 day	Tue 12/06/18	Wed 13/06/18
23	Pengecoran Kolom	1 day	Wed 13/06/18	Thu 14/06/18
24	Pengecoran Shear Wall	1 day	Wed 13/06/18	Thu 14/06/18

Gambar 4.25 Input Uraian Pekerjaan dan Durasi
 Sumber: Hasil analisis (2018)

5. Menyusun Kerangka Kegiatan/Hierarki Pekerjaan

Untuk menyusun kerangka kegiatan berdasarkan hierarki pekerjaan, dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:



Gambar 4.26 Toolbar Outdent dan Indent

Sumber: Hasil analisis (2018)

- Block uraian pekerjaan kemudian klik Indent Task
- Kemudian di sesuaikan dengan hierarki pekerjaan yang tepat.
- Yang dijadikan summary task adalah Zone 1, Zone 2, Zone 3, Zone 4, Lantai 4, dan Pekerjaan Alternatif Struktur. Semua uraian pekerjaan disebut dengan Task.

6. Menentukan Hubungan Keterkaitan Pekerjaan

Langkah-langkah untuk menentukan hubungan keterkaitan pekerjaan pada Microsoft Project 2010 adalah sebagai berikut:

- a. Input hubungan keterkaitan pekerjaan (SS,FF,SF,FS) ke Predecessor dengan diikuti No. WBS

Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
	PEKERJAAN ALTERNATIF 2 U-SHELL DAN STEEL DECK	11 days	Mon 04/06/18	Thu 14/06/18	
	LANTAI 7	11 days	Mon 04/06/18	Thu 14/06/18	
	ZONE 1	9 days	Mon 04/06/18	Tue 12/06/18	
	Erection dan Pemasangan Balok U-Shell	1 day	Mon 04/06/18	Mon 04/06/18	
	Pemasangan Steel Deck	2 days	Tue 05/06/18	Wed 06/06/18	4
	Pembesian Plat Topping	2 days	Thu 07/06/18	Fri 08/06/18	5
	Pengecoran Balok dan Plat	1 day	Sat 09/06/18	Sat 09/06/18	6
	Pembesian Kolom	1 day	Sat 09/06/18	Sun 10/06/18	7
	Pembesian Shear Wall	1 day	Sat 09/06/18	Sun 10/06/18	8SS
	Bekisting Kolom	1 day	Sun 10/06/18	Mon 11/06/18	9
	Bekisting Shear Wall	1 day	Sun 10/06/18	Mon 11/06/18	10SS
	Pengecoran Kolom	1 day	Mon 11/06/18	Tue 12/06/18	11
	Pengecoran Shear Wall	1 day	Mon 11/06/18	Tue 12/06/18	12SS
	ZONE 2	10 days	Tue 05/06/18	Thu 14/06/18	
	Erection dan Pemasangan Balok U-Shell	1 day	Tue 05/06/18	Tue 05/06/18	4
	Pemasangan Steel Deck	2 days	Thu 07/06/18	Fri 08/06/18	5
	Pembesian Plat Topping	2 days	Sat 09/06/18	Sun 10/06/18	16
	Pengecoran	1 day	Sun 10/06/18	Mon 11/06/18	17
	Pembesian Kolom	1 day	Mon 11/06/18	Tue 12/06/18	18
	Pembesian Shear Wall	1 day	Mon 11/06/18	Tue 12/06/18	19SS
	Bekisting Kolom	1 day	Tue 12/06/18	Wed 13/06/18	20
	Bekisting Shear Wall	1 day	Tue 12/06/18	Wed 13/06/18	21SS
	Pengecoran Kolom	1 day	Wed 13/06/18	Thu 14/06/18	22
	Pengecoran Shear Wall	1 day	Wed 13/06/18	Thu 14/06/18	23SS

Gambar 4.27 Input Keterkaitan Pekerjaan

Sumber: Hasil analisis (2018)

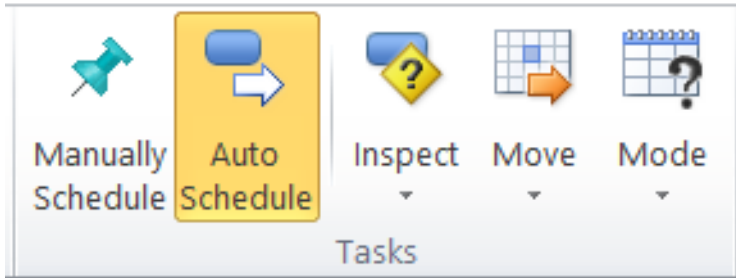
Catatan:

- a. FS = kegiatan “dari” harus selesai sebelum kegiatan “ke” boleh dimulai. Hubungan ini merupakan hubungan yang default diberikan di MS Project 2010.
- b. FF = kegiatan “dari” harus selesai sebelum kegiatan “ke” boleh selesai (dapat pula selesai bersamaan). Kegiatan kedua hanya boleh diselesaikan apabila kegiatan yang pertama sudah selesai.

- c. SS = kegiatan “dari” harus dimulai sebelum kegiatan “ke” boleh dimulai (boleh mulai bersamaan). Kegiatan kedua hanya boleh dimulai apabila kegiatan pertama dimulai.
 - d. SF = kegiatan “dari” harus dimulai sebelum kegiatan “ke” boleh selesai, dengan kata lain mulainya kegiatan “dari” harus menunggu kegiatan “ke” selesai. Kegiatan kedua hanya boleh selesai apabila kegiatan pertama sudah dimulai.
7. Pengaturan Automatis

Agar Microsoft Project 2010 melakukan pengolahan data Schedule secara otomatis maka perlu dilakukan langkah sebagai berikut:

- a. Pada Task Mode klik kemudian rubah dari Manually Schedule menjadi Auto Schedule.
- b. Dilakukan ke semua task yang ada sehingga didapatkan Time Schedule yang terkait.



Gambar 4.28 Task Mode
Sumber: Hasil analisis (2018)

4.5 Perhitungan Volume dan Biaya

4.5.1 Perhitungan Volume Balok *U-Shell*

Setelah desain dan permodelan balok *U-Shell* yang direncanakan sudah selesai, maka selanjutnya dilakukan perhitungan volume untuk item pekerjaan balok *Precast U-Shell*. Dikarenakan pembesian balok *U-Shell* tidak berbeda atau tidak ada perubahan terhadap desain lama maka volume yang dihitung hanya volume pekerjaan beton & bekisting.

1. Perhitungan volume beton balok *U-Shell*

$$V = A \times p \times n$$

$$V = (b_1 \times h_1 + b_2 \times h_2 + b_3 \times h_3) \times p \times n$$

dengan,

V = Volume (m³)

A = Luas penampang (m²)

p = Panjang balok (m)

b₁ = lebar penampang 1 (m)

h₁ = tinggi penampang 1 (m)

b₁ = lebar penampang 1 (m)

h₁ = tinggi penampang 1 (m)

b₁ = lebar penampang 1 (m)

h₁ = tinggi penampang 1 (m)

n = jumlah balok

Sehingga didapat hasil perhitungan volume beton balok *U-Shell* yang dapat dilihat pada tabel 4.19 dibawah ini:

Dari tabel 4.20 diatas, dapat diketahui volume bekisting balok U-Shell per lantai Zone 1 = 197,23 m², Zone 2 = 174,34 m² dengan total = 367,61 m².

3. Perhitungan volume besi balok *U-Shell*

$$V = p \times BJ \times n$$

dengan,

V = Volume (kg)

P = Panjang total tulangan (m)

BJ = Berat Jenis Besi Beton (kg/m)

n = jumlah balok

Tabel 4.21 Perhitungan volume pembesian balok *U-Shell*

NO	TYPE BALOK		JUMLAH	LEBAR (B)	TINGGI (H)	PANJANG (L)	Tulangan	BREAKDOWN							VOLUME	SAT	
								Besi Dia.	BJ	Jarak	Jumlah	Lo	Ldh	Overlap			L tot
ZONE 1																	
1	U-B1F4	As TE;T1-T2	1	0,45	0,55	7,00	Tul. Bawah	22,00	2,98		8,00	7,00	1,94	-	8,94	213,22	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	1,00	3,50	-	0,88	4,38	13,06	kg	
							Sengklang	10,00	0,62	0,13	84,00	0,99	0,06	-	1,05	54,35	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62	2,00	7,00	0,88	-	-	7,88	9,71	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98	5,00	7,00	1,94	-	-	8,94	133,26	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98	11,00	3,50	1,94	0,66	6,10	200,00	kg	
2	U-B1B7	As T1;TE-TG	1	0,45	0,55	5,6	Tul. Bawah	22,00	2,98		5,00	5,60	1,94	-	7,54	112,38	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	3,00	2,80	-	0,88	3,68	32,93	kg	
							Sengklang	13,00	1,04	0,11	75,00	0,99	0,08	-	1,07	83,42	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62	2,00	5,60	0,88	-	-	6,48	7,99	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98	4,00	5,60	1,94	-	-	7,54	89,91	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98	5,00	2,80	1,94	0,66	5,40	80,47	kg	
3	U-B1F5	As TF;T1-T2	1	0,45	0,55	8,15	Tul. Bawah	22,00	2,98		8,00	8,15	1,94	-	10,09	240,65	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	1,00	4,08	-	0,88	4,96	14,78	kg	
							Sengklang	10,00	0,62	0,13	99,00	0,99	0,06	-	1,05	64,06	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62	2,00	8,15	0,88	-	-	9,03	11,13	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98	5,00	8,15	1,94	-	-	10,09	150,41	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98	11,00	4,08	1,94	0,66	6,67	218,86	kg	
4	U-B1E3	As T1;TG-TH	1	0,3	0,35	5	Tul. Bawah	22,00	2,98		4,00	5,00	1,94	-	6,94	82,75	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	1,00	2,50	-	0,88	3,38	10,08	kg	
							Sengklang	10,00	0,62	0,13	40,00	0,64	0,06	-	0,70	17,25	kg
							Tul. Extra	-	-	-	5,00	-	-	-	5,00	-	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98	3,00	5,00	1,94	-	-	6,94	62,06	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98	4,00	2,50	1,94	0,66	5,10	60,80	kg	
5	U-B12	As TH;T1-T2	1	0,4	0,55	6,725	Tul. Bawah	22,00	2,98		6,00	6,73	1,94	-	8,66	154,99	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	4,00	3,36	-	0,88	4,24	50,61	kg	
							Sengklang	13,00	1,04	0,11	90,00	0,94	0,08	-	1,02	95,41	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62	2	6,73	0,88	-	-	7,61	9,37	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98	5,00	6,73	1,94	-	-	8,66	129,16	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98	7,00	3,36	1,94	0,66	5,96	124,40	kg	
6	U-B1C1	As T2;TF-TH	1	0,4	0,55	8,51	Tul. Bawah	22,00	2,98		6,00	8,51	1,94	-	10,45	186,93	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	1,00	4,26	-	0,88	5,14	15,32	kg	
							Sengklang	10,00	0,62	0,13	69,00	0,94	0,06	-	1,00	42,52	kg
							Tul. Extra	13,00	1,04	2,00	8,51	1,14	-	-	9,65	20,11	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98	4,00	8,51	1,94	-	-	10,45	124,62	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98	8,00	4,26	1,94	0,66	6,85	163,47	kg	

Tabel 4.21 Lanjutan

NO	TYPE BALOK	JUMLAH	LEBAR (B)	TINGGI (H)	PANJANG (L)	Tulangan	BREAKDOWN						VOLUME	SAT			
							Besi Dla.	B	Jarak	Jumlah	Lo	Ldh			Overlap	Ltot	
10	U-BAS	As T1;TG-TH	1	0,3	0,45	1,5	Tul. Bawah	19,00	2,22		4,00	1,50	1,67	-	3,17	28,23	kg
							Tul. Lap	19,00	2,22	1,00	0,75	-	0,76	-	1,51	3,36	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	12,00	0,74	0,06	-	0,80	5,92	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2	1,50	0,88	-	2,38	2,93	kg
							Tul. Atas	19,00	2,22		3,00	1,50	1,67	-	3,17	21,17	kg
							Tul. Tump	19,00	2,22		4,00	0,75	1,67	0,57	2,99	26,62	kg
11	U-B1B6	As TH;T2-T3	1	0,45	0,55	7,4	Tul. Bawah	22,00	2,98		5,00	7,40	1,94	-	9,34	139,22	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		3,00	3,70	-	0,88	4,58	40,98	kg
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	99,00	0,99	0,08	-	1,07	110,11	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	7,40	0,88	-	8,28	10,20	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		4,00	7,40	1,94	-	9,34	111,38	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		5,00	3,70	1,94	0,66	6,30	93,89	kg
12	U-B1B3	As T2;TG-TH	1	0,45	0,55	8	Tul. Bawah	22,00	2,98		5,00	8,00	1,94	-	9,94	148,17	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		3,00	4,00	-	0,88	4,88	43,66	kg
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	108,00	0,99	0,08	-	1,07	120,12	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	8,00	0,88	-	8,88	10,94	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		4,00	8,00	1,94	-	9,94	118,54	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		5,00	4,00	1,94	0,66	6,60	98,36	kg
13	U-B1B2	As T3;TG-TH	1	0,45	0,55	7,36	Tul. Bawah	22,00	2,98		5,00	7,36	1,94	-	9,30	138,63	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		3,00	3,68	-	0,88	4,56	40,80	kg
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	99,00	0,99	0,08	-	1,07	110,11	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	7,36	0,88	-	8,24	10,16	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		4,00	7,36	1,94	-	9,30	110,90	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		5,00	3,68	1,94	0,66	6,28	93,59	kg
14	U-B1B5	As TH;T3-T4	1	0,45	0,55	5,15	Tul. Bawah	22,00	2,98		5,00	5,15	1,94	-	7,09	105,67	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		3,00	2,58	-	0,88	3,46	30,91	kg
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	69,00	0,99	0,08	-	1,07	76,74	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	5,15	0,88	-	6,03	7,43	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		4,00	5,15	1,94	-	7,09	86,54	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		5,00	2,58	1,94	0,66	5,17	77,11	kg
15	U-B1B1	As T3;TG-TH	1	0,45	0,55	8,2	Tul. Bawah	22,00	2,98		5,00	8,20	1,94	-	10,14	151,15	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		3,00	4,10	-	0,88	4,98	44,56	kg
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	109,50	0,99	0,08	-	1,07	121,79	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	8,20	0,88	-	9,08	11,19	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		4,00	8,20	1,94	-	10,14	120,92	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		5,00	4,10	1,94	0,66	6,70	99,86	kg
16	U-B1A1	As T4;TF-TH	1	0,4	0,65	10,51	Tul. Bawah	22,00	2,98		6,00	10,51	1,94	-	12,45	222,72	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		2,00	5,26	-	0,88	6,14	36,60	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,11	94,00	1,04	0,06	-	1,10	63,72	kg
							Tul. Extra	13,00	1,04		2,00	10,51	1,14	-	11,65	24,27	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		5,00	10,51	1,94	-	12,45	185,60	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		7,00	5,26	1,94	0,66	7,85	163,91	kg
17	U-B11	As TH;T4-T5	1	0,4	0,55	6,7	Tul. Bawah	22,00	2,98		6,00	6,70	1,94	-	8,64	154,54	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		4,00	3,35	-	0,88	4,23	50,46	kg
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	90,00	0,94	0,08	-	1,02	95,41	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2	6,70	0,88	-	7,58	420,39	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		5,00	6,70	1,94	-	8,64	128,79	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		7,00	3,35	1,94	0,66	5,95	124,14	kg
18	U-B1E1	As T5;TG-TH	1	0,3	0,35	4,85	Tul. Bawah	22,00	2,98		4,00	4,85	1,94	-	6,79	80,96	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		1,00	-	-	0,88	1,30	9,86	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	39,00	0,64	0,06	-	0,70	16,82	kg
							Tul. Extra	-	-		-	4,85	-	-	4,85	-	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		3,00	4,85	1,94	-	6,79	60,72	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		4,00	2,43	1,94	0,66	5,02	59,90	kg
19	U-B1F3	As TG;T4-T5	1	0,45	0,55	7,45	Tul. Bawah	22,00	2,98		8,00	7,45	1,94	-	9,39	223,95	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		1,00	3,73	-	0,88	4,61	13,73	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	90,00	0,99	0,06	-	1,05	58,23	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	7,45	0,88	-	8,33	10,27	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		5,00	7,45	1,94	-	9,39	139,97	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		11,00	3,73	1,94	0,66	6,32	207,38	kg

Tabel 4.21 Lanjutan

NO	TYPE BALOK	Jumlah	LEBAR (B)	TINGGI (H)	PANJANG (L)	Tulangan	BREAKDOWN						VOLUME	SAT			
							Besi Dia.	Bj	Jarak	Jumlah	Lo	Ldh			Overlap	L.tot	
20	U-BA2	As T4;TG-TH	1	0,3	0,45	7,45	Tul. Bawah	19,00	2,22	-	4,00	7,45	1,67	-	9,12	81,17	kg
							Tul. Lap	19,00	2,22	1,00	2,73	-	0,76	4,49	9,98	kg	
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	60,00	0,74	0,06	-	0,80	29,58	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62	-	2	7,45	0,88	-	8,33	10,27	kg
							Tul. Atas	19,00	2,22	-	3,00	7,45	1,67	-	9,12	60,88	kg
							Tul. Tump	19,00	2,22	-	4,00	3,73	1,67	0,57	5,97	53,10	kg
21	U-BA1	As T4;TG-TH	1	0,3	0,45	5,125	Tul. Bawah	19,00	2,22	-	4,00	5,13	1,67	-	6,80	60,48	kg
							Tul. Lap	19,00	2,22	-	1,00	2,56	-	0,76	3,32	7,39	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	41,00	0,74	0,06	-	0,80	20,21	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62	-	2	5,13	0,88	-	6,01	7,40	kg
							Tul. Atas	19,00	2,22	-	3,00	5,13	1,67	-	6,80	45,36	kg
							Tul. Tump	19,00	2,22	-	4,00	2,56	1,67	0,57	4,80	42,75	kg
22	U-BA21	As TG;T4-T5	1	0,3	0,35	2,85	Tul. Bawah	22,00	2,98	-	3,00	2,85	1,94	-	4,79	42,82	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	-	-	1,43	-	0,88	2,31	-	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	23,00	0,64	0,06	-	0,70	9,92	kg
							Tul. Extra	-	-	-	-	2,85	-	-	2,85	-	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98	-	3,00	2,85	1,94	-	4,79	42,82	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98	-	3,00	1,43	1,94	0,66	4,02	35,98	kg
23	U-BA5	As T4;TG-TH	1	0,3	0,45	1,5	Tul. Bawah	19,00	2,22	-	4,00	1,50	1,67	-	3,17	28,23	kg
							Tul. Lap	19,00	2,22	-	1,00	0,75	-	0,76	1,51	3,36	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	12,00	0,74	0,06	-	0,80	5,92	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62	-	2	1,50	0,88	-	2,38	2,93	kg
							Tul. Atas	19,00	2,22	-	3,00	1,50	1,67	-	3,17	21,17	kg
							Tul. Tump	19,00	2,22	-	4,00	0,75	1,67	0,57	2,99	26,62	kg
24	U-B1E2	As T5;TF-TG	1	0,3	0,35	4,45	Tul. Bawah	22,00	2,98	-	4,00	4,45	1,94	-	6,39	76,19	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	-	1,00	2,23	-	0,88	3,11	9,26	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	36,00	0,64	0,06	-	0,70	15,53	kg
							Tul. Extra	-	-	-	-	4,45	-	-	4,45	-	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98	-	3,00	4,45	1,94	-	6,39	57,14	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98	-	4,00	2,23	1,94	0,66	4,82	57,52	kg
25	U-B1F2	As TF;T4-T5	1	0,45	0,55	7,45	Tul. Bawah	22,00	2,98	-	8,00	7,45	1,94	-	9,39	223,95	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	-	1,00	3,73	-	0,88	4,61	13,73	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	90,00	0,99	0,06	-	1,05	58,23	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62	-	2,00	7,45	0,88	-	8,33	10,27	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98	-	5,00	7,45	1,94	-	9,39	139,97	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98	-	11,00	3,73	1,94	0,66	6,32	207,38	kg
26	U-B1B4	As T5;TC-TF	1	0,45	0,55	5,2	Tul. Bawah	22,00	2,98	-	5,00	5,20	1,94	-	7,14	106,42	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	-	3,00	2,60	-	0,88	3,48	31,14	kg
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	70,50	0,99	0,08	-	1,07	76,41	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62	-	2,00	5,20	0,88	-	6,08	7,49	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98	-	4,00	5,20	1,94	-	7,14	85,13	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98	-	5,00	2,60	1,94	0,66	5,20	77,49	kg
27	U-B1F1	As TD;T4-T5	1	0,45	0,55	8,87	Tul. Bawah	22,00	2,98	-	8,00	8,87	1,94	-	10,81	257,83	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	-	1,00	4,44	-	0,88	5,32	15,85	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	106,50	0,99	0,06	-	1,05	68,91	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62	-	2,00	8,87	0,88	-	9,75	12,02	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98	-	5,00	8,87	1,94	-	10,81	161,15	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98	-	11,00	4,44	1,94	0,66	7,03	230,67	kg
Sub Total Zone 1												11.898,62	kg				

Tabel 4.21 Lanjutan

NO	TYPE BALOK	JUMLAH	LEBAR (B)	TINGGI (H)	PANIANG (L)	Tulangan	BREAKDOWN						L tot	VOLUME	SAT		
							Besi Dia.	BJ	Jarak	Jumlah	Lo	Ldh				Overlap	
ZONE 2																	
1	U-B1F2	As T5;T8-T5	1	0,45	0,55	7,45	Tul. Bawah	22,00	2,98		8,00	7,45	1,94	-	9,39	223,95	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		1,00	3,73	-	0,88	4,61	13,73	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	90,00	0,99	0,06	-	1,05	58,23	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	7,45	0,88	-	8,33	10,27	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		5,00	7,45	1,94	-	9,39	139,97	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		11,00	3,73	1,94	0,66	6,32	207,38	kg
2	U-B1E2	As T5;T8-TC	1	0,3	0,35	4,45	Tul. Bawah	22,00	2,98		4,00	4,45	1,94	-	6,39	76,19	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		1,00	2,23	-	0,88	3,11	9,26	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	36,00	0,64	0,06	-	0,70	15,53	kg
							Tul. Extra					4,45		-	4,45		kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		3,00	4,45	1,94	-	6,39	57,14	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		4,00	2,23	1,94	0,66	4,82	57,52	kg
3	U-B1E1	As T5;TA-TB	1	0,3	0,35	4,85	Tul. Bawah	22,00	2,98		4,00	4,85	1,94	-	6,79	80,96	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		1,00	2,43	0,88	3,31	9,86	kg	
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	39,00	0,64	0,06	-	0,70	16,82	kg
							Tul. Extra					4,85		-	4,85		kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		3,00	4,85	1,94	-	6,79	60,72	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		4,00	2,43	1,94	0,66	5,02	59,90	kg
4	U-B11	As TA;T4-T5	1	0,4	0,55	6,7	Tul. Bawah	22,00	2,98		6,00	6,70	1,94	-	8,64	154,54	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		4,00	3,25	-	0,88	4,23	50,46	kg
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	90,00	0,94	0,08	-	1,02	95,41	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2	6,70	0,88	-	7,58	420,39	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		5,00	6,70	1,94	-	8,64	128,79	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		7,00	3,35	1,94	0,66	5,95	124,14	kg
5	U-B1A1	As T4;TA-TC	1	0,4	0,65	10,51	Tul. Bawah	22,00	2,98		6,00	10,51	1,94	-	12,45	222,72	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		2,00	5,26	-	0,88	6,14	36,60	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,11	94,00	1,04	0,06	-	1,10	63,72	kg
							Tul. Extra	13,00	1,04		2,00	10,51	1,14	-	11,65	24,27	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		5,00	10,51	1,94	-	12,45	185,60	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		7,00	5,26	1,94	0,66	7,85	163,91	kg
6	U-B1F3	As T8;T4-T5	1	0,45	0,55	7,45	Tul. Bawah	22,00	2,98		8,00	7,45	1,94	-	9,39	223,95	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		1,00	3,73	-	0,88	4,61	13,73	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	90,00	0,99	0,06	-	1,05	58,23	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	7,45	0,88	-	8,33	10,27	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		5,00	7,45	1,94	-	9,39	139,97	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		11,00	3,73	1,94	0,66	6,32	207,38	kg
7	U-BA1	As T4;TA-TB	1	0,3	0,45	5,125	Tul. Bawah	19,00	2,22		4,00	5,13	1,67	-	6,80	60,48	kg
							Tul. Lap	19,00	2,22		1,00	2,56	-	0,76	3,32	7,39	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	41,00	0,74	0,06	-	0,80	20,21	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2	5,13	0,88	-	6,01	7,40	kg
							Tul. Atas	19,00	2,22		3,00	5,13	1,67	-	6,80	45,36	kg
							Tul. Tump	19,00	2,22		4,00	2,56	1,67	0,57	4,80	42,75	kg
8	U-BA2	As T4;TA-TB	1	0,3	0,45	5,125	Tul. Bawah	19,00	2,22		4,00	5,13	1,67	-	6,80	60,48	kg
							Tul. Lap	19,00	2,22		1,00	2,56	-	0,76	3,32	7,39	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	41,00	0,74	0,06	-	0,80	20,21	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2	5,13	0,88	-	6,01	7,40	kg
							Tul. Atas	19,00	2,22		3,00	5,13	1,67	-	6,80	45,36	kg
							Tul. Tump	19,00	2,22		4,00	2,56	1,67	0,57	4,80	42,75	kg
9	U-BA21	As TA;T4-T5	1	0,3	0,35	2,85	Tul. Bawah	22,00	2,98		3,00	2,85	1,94	-	4,79	42,82	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98			1,43	-	0,88	2,31	-	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	23,00	0,64	0,06	-	0,70	9,92	kg
							Tul. Extra					2,85		-	2,85		kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		3,00	2,85	1,94	-	4,79	42,82	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		3,00	1,43	1,94	0,66	4,02	35,98	kg
10	U-BAS	As TA;T4-T5	1	0,3	0,45	1,5	Tul. Bawah	19,00	2,22		4,00	1,50	1,67	-	3,17	28,23	kg
							Tul. Lap	19,00	2,22		1,00	0,75	-	0,76	1,51	3,36	kg
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	12,00	0,74	0,06	-	0,80	5,92	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2	1,50	0,88	-	2,38	2,93	kg
							Tul. Atas	19,00	2,22		3,00	1,50	1,67	-	3,17	21,17	kg
							Tul. Tump	19,00	2,22		4,00	0,75	1,67	0,57	2,99	26,62	kg

Tabel 4.21 Lanjutan

NO	TYPE BALOK	Jumlah	LEBAR (B)	TINGGI (H)	PANIANG (L)	Tulangan	BREAKDOWN						VOLUME	SAT			
							Besi Dia.	Bj	Jarak	Jumlah	Lo	Ldh			Overlap	L tot	
11	U-B185	As TA;T3-T4	1	0,45	0,55	5,15	Tul. Bawah	22,00	2,98		5,00	5,15	1,94	-	7,09	105,67	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	3,00	3,58	-	0,88	3,46	30,91	kg	
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	69,00	0,99	0,08	-	1,07	76,74	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	5,15	0,88	-	6,03	7,43	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		4,00	5,15	1,94	-	7,09	84,54	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		5,00	2,58	1,94	0,66	5,17	77,11	kg
12	U-B182	As T3;TA-TB	1	0,45	0,55	7,36	Tul. Bawah	22,00	2,98		5,00	7,36	1,94	-	9,30	136,63	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	3,00	3,68	-	0,88	4,56	40,80	kg	
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	99,00	0,99	0,08	-	1,07	110,11	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	7,36	0,88	-	8,24	10,16	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		4,00	7,36	1,94	-	9,30	110,90	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		5,00	3,68	1,94	0,66	6,28	93,59	kg
13	U-B181	As T3;TA-TB	1	0,45	0,55	8,2	Tul. Bawah	22,00	2,98		5,00	8,20	1,94	-	10,14	151,15	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	3,00	4,10	-	0,88	4,98	44,56	kg	
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	109,50	0,99	0,08	-	1,07	121,79	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	8,20	0,88	-	9,08	11,19	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		4,00	8,20	1,94	-	10,14	120,92	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		5,00	4,10	1,94	0,66	6,70	99,86	kg
14	U-B186	As TA;T2-T3	1	0,45	0,55	7,4	Tul. Bawah	22,00	2,98		5,00	7,40	1,94	-	9,34	139,22	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	3,00	3,70	-	0,88	4,58	40,98	kg	
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	99,00	0,99	0,08	-	1,07	110,11	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	7,40	0,88	-	8,28	10,20	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		4,00	7,40	1,94	-	9,34	111,38	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		5,00	3,70	1,94	0,66	6,30	93,89	kg
15	U-B1C1	As T2;TA-TB	1	0,4	0,55	8,51	Tul. Bawah	22,00	2,98		6,00	8,51	1,94	-	10,45	186,93	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	1,00	4,26	-	0,88	5,14	15,32	kg	
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	69,00	0,94	0,06	-	1,00	42,52	kg
							Tul. Extra	13,00	1,04		2,00	8,51	1,14	-	9,65	20,11	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		4,00	8,51	1,94	-	10,45	124,62	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		8,00	4,26	1,94	0,66	6,85	163,47	kg
16	U-B183	As T2;TA-TB	1	0,45	0,55	8	Tul. Bawah	22,00	2,98		5,00	8,00	1,94	-	9,94	148,17	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	3,00	4,00	-	0,88	4,88	43,66	kg	
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	108,00	0,99	0,08	-	1,07	120,12	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	8,00	0,88	-	8,88	10,94	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		4,00	8,00	1,94	-	9,94	118,54	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		5,00	4,00	1,94	0,66	6,60	98,36	kg
17	U-B12	As TA;T1-T2	1	0,4	0,55	6,725	Tul. Bawah	22,00	2,98		6,00	6,73	1,94	-	8,66	154,99	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	4,00	3,36	-	0,88	4,24	50,61	kg	
							Sengkang	13,00	1,04	0,11	90,00	0,94	0,08	-	1,02	95,41	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2	6,73	0,88	-	7,61	9,37	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		5,00	6,73	1,94	-	8,66	129,16	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		7,00	3,36	1,94	0,66	5,96	124,40	kg
18	U-B1E3	As T1;TB-TC	1	0,3	0,35	5	Tul. Bawah	22,00	2,98		4,00	5,00	1,94	-	6,94	82,75	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	1,00	2,50	-	0,88	3,38	10,08	kg	
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	40,00	0,64	0,06	-	0,70	17,25	kg
							Tul. Extra	-	-	-	5,00	-	-	-	5,00	-	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		3,00	5,00	1,94	-	6,94	62,06	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		4,00	2,50	1,94	0,66	5,10	60,80	kg
19	U-B1F6	As TB;TL-T2	1	0,45	0,55	7	Tul. Bawah	22,00	2,98		8,00	7,00	1,94	-	8,94	213,22	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98	1,00	3,50	-	0,88	4,38	13,06	kg	
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	84,00	0,99	0,06	-	1,05	54,35	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	7,00	0,88	-	7,88	9,71	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		5,00	7,00	1,94	-	8,94	133,26	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		11,00	3,50	1,94	0,66	6,30	200,00	kg
20	U-BA3	As T1;TA-TB	1	0,3	0,45	5,341	Tul. Bawah	19,00	2,22		4,00	5,34	1,67	-	7,01	62,40	kg
							Tul. Lap	19,00	2,22	1,00	2,67	-	0,76	3,43	7,63	kg	
							Sengkang	10,00	0,62	0,13	43,00	0,74	0,06	-	0,80	21,20	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2	5,34	0,88	-	6,22	7,67	kg
							Tul. Atas	19,00	2,22		3,00	5,34	1,67	-	7,01	46,80	kg
							Tul. Tump	19,00	2,22		4,00	2,67	1,67	0,57	4,91	43,71	kg

Tabel 4.21 Lanjutan

NO	TYPE BALOK	JUMLAH	LEBAR (B)	TINGGI (H)	PANIANG (L)	Tulangan	BREAKDOWN							VOLUME	SAT		
							Besi Dia.	Bj	Jarak	Jumlah	Lo	Ldh	Overlap			L tot	
21	U-BA4	As T1;TA-TB	1	0,3	0,45	5,341	Tul. Bawah	19,00	2,22		4,00	5,34	1,67	-	7,01	62,40	kg
							Tul. Lap	19,00	2,22		1,00	2,67	-	0,76	3,43	7,63	kg
							Sengkarang	10,00	0,62	0,13	43,00	0,74	0,06	-	0,80	21,20	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2	5,34	0,88	-	6,23	7,67	kg
							Tul. Atas	19,00	2,22		3,00	5,34	1,67	-	7,01	46,80	kg
							Tul. Tump	19,00	2,22		4,00	2,67	1,67	0,57	4,91	43,71	kg
22	U-BAS	As TA;T1-T2	1	0,3	0,45	1,5	Tul. Bawah	19,00	2,22		4,00	1,50	1,67	-	3,17	28,23	kg
							Tul. Lap	19,00	2,22		1,00	0,75	-	0,76	1,51	3,36	kg
							Sengkarang	10,00	0,62	0,13	12,00	0,74	0,06	-	0,80	9,92	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2	1,50	0,88	-	2,38	2,93	kg
							Tul. Atas	19,00	2,22		3,00	1,50	1,67	-	3,17	21,17	kg
							Tul. Tump	19,00	2,22		4,00	0,75	1,67	0,57	2,99	26,62	kg
23	U-B1B7	As T1;TB-TD	1	0,45	0,55	5,6	Tul. Bawah	22,00	2,98		5,00	5,60	1,94	-	7,54	112,38	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		3,00	2,80	-	0,88	3,68	32,93	kg
							Sengkarang	13,00	1,04	0,11	75,00	0,99	0,08	-	1,07	83,42	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	5,60	0,88	-	6,48	7,99	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		4,00	5,60	1,94	-	7,54	89,91	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		5,00	2,80	1,94	0,66	5,40	80,47	kg
24	U-B1F5	As TB;T1-T2	1	0,45	0,55	8,15	Tul. Bawah	22,00	2,98		8,00	8,15	1,94	-	10,09	240,65	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		1,00	4,08	-	0,88	4,96	14,78	kg
							Sengkarang	10,00	0,62	0,13	99,00	0,99	0,06	-	1,05	64,06	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	8,15	0,88	-	9,03	11,13	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		5,00	8,15	1,94	-	10,09	150,41	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		11,00	4,08	1,94	0,66	6,67	218,86	kg
25	U-B1F4	As TD;T1-T2	1	0,45	0,55	7	Tul. Bawah	22,00	2,98		8,00	7,00	1,94	-	8,94	213,22	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		1,00	3,50	-	0,88	4,38	13,06	kg
							Sengkarang	10,00	0,62	0,13	84,00	0,99	0,06	-	1,05	54,35	kg
							Tul. Extra	10,00	0,62		2,00	7,00	0,88	-	7,88	9,71	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		5,00	7,00	1,94	-	8,94	133,26	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		11,00	3,50	1,94	0,66	6,10	200,00	kg
26	U-B1E4	As T1;TD-TE	1	0,3	0,35	2,9	Tul. Bawah	22,00	2,98		4,00	2,90	1,94	-	4,84	57,69	kg
							Tul. Lap	22,00	2,98		1,00	1,45	-	0,88	2,33	6,95	kg
							Sengkarang	10,00	0,62	0,13	24,00	0,64	0,06	-	0,70	10,35	kg
							Tul. Extra	-	-		-	2,90	-	-	2,90	-	kg
							Tul. Atas	22,00	2,98		3,00	2,90	1,94	-	4,84	43,27	kg
							Tul. Tump	22,00	2,98		4,00	1,45	1,94	0,66	4,05	48,27	kg
												Sub Total Zona 1	10.827,77	kg			
												Total Zona 1 & 2	22.726,39	kg			

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.21 diatas, dapat diketahui volume besi balok U-Shell per lantai Zone 1 = 11.898,62 kg, Zone 2 = 10.827,77 kg dengan total = 22.726,39 kg.

4. Perhitungan Volume Beton Topping

$$V = A \times p \times n$$

dengan,

$$V = \text{Volume (m}^3\text{)}$$

A = Luas penampang (m²)

p = Panjang balok (m)

n = Jumlah balok

Tabel 4.22 Perhitungan volume beton topping

NO	TYPE BALK	AREA	JUMLAH (bh)	LEBAR (B) (m)	TINGGI (H)	PENAMPANG 1		PENAMPANG 2		PENAMPANG 3		PANJANG (L) (m)	VOLUME	SAT
						(B1)	(H1)	(B2)	(H2)	(B3)	(H3)			
ZONE 1														
1	U-B1F4	As TE;T1-T2	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,40	0,15	7,00	0,67	m ³
2	U-B1B7	As T1;TE-TG	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,45	0,15	5,60	0,67	m ³
3	U-B1F5	As TF;T1-T2	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,40	0,15	8,15	0,78	m ³
4	U-B1E3	As T1;TG-TH	1,00	0,30	0,35	0,10	0,20	0,10	0,20	0,30	0,15	5,00	0,14	m ³
5	U-B12	As TH;T1-T2	1,00	0,40	0,55	0,10	0,39	0,10	0,39	0,40	0,16	6,73	0,63	m ³
6	U-B1C1	As T2;TF-TH	1,00	0,40	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,40	0,15	8,51	0,82	m ³
7	U-B1F6	As TG;T1-T2	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,40	0,15	7,00	0,67	m ³
8	U-B44	As T1;TG-TH	1,00	0,30	0,45	0,10	0,33	0,10	0,33	0,30	0,12	7,00	0,29	m ³
9	U-B43	As T1;TG-TH	1,00	0,30	0,45	0,10	0,33	0,10	0,33	0,30	0,12	5,34	0,22	m ³
10	U-B45	As T1;TG-TH	1,00	0,30	0,45	0,10	0,33	0,10	0,33	0,30	0,12	1,50	0,06	m ³
11	U-B1B6	As TH;T2-T3	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,45	0,15	7,40	0,89	m ³
12	U-B1B3	As T2;TG-TH	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,45	0,15	8,00	0,96	m ³
13	U-B1B2	As T3;TG-TH	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,45	0,15	7,36	0,88	m ³
14	U-B1B5	As TH;T3-T4	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,45	0,15	5,15	0,62	m ³
15	U-B1B1	As T3;TG-TH	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,45	0,15	8,20	0,98	m ³
16	U-B1A1	As T3;TF-TH	1,00	0,40	0,65	0,10	0,49	0,10	0,49	0,40	0,16	10,51	1,20	m ³
17	U-B11	As TH;T4-T5	1,00	0,40	0,55	0,10	0,39	0,10	0,39	0,40	0,16	6,70	0,63	m ³
18	U-B1E1	As T5;TG-TH	1,00	0,30	0,35	0,10	0,20	0,10	0,20	0,30	0,15	4,85	0,14	m ³
19	U-B1F3	As TG;T4-T5	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,40	0,15	7,45	0,72	m ³
20	U-B42	As T4;TG-TH	1,00	0,30	0,45	0,10	0,33	0,10	0,33	0,30	0,12	7,45	0,31	m ³
21	U-B41	As T4;TG-TH	1,00	0,30	0,45	0,10	0,33	0,10	0,33	0,30	0,12	5,13	0,21	m ³
22	U-B421	As TG;T4-T5	1,00	0,30	0,35	0,10	0,23	0,10	0,23	0,30	0,12	2,85	0,09	m ³
23	U-B45	As T4;TG-TH	1,00	0,30	0,45	0,10	0,33	0,10	0,33	0,30	0,12	1,50	0,06	m ³
24	U-B1E2	As T5;TF-TG	1,00	0,30	0,35	0,10	0,20	0,10	0,20	0,30	0,15	4,45	0,12	m ³
25	U-B1F2	As TF;T4-T5	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,40	0,15	7,45	0,72	m ³
26	U-B1B4	As T5;TC-TF	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,45	0,15	5,20	0,62	m ³
27	U-B1F1	As TD;T4-T5	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,40	0,15	8,87	0,85	m ³
SUBTOTAL ZONE 1			27,00										14,95	m ³
ZONE 2														
1	U-B1F2	As TC;T4-T5	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,40	0,15	7,45	0,72	m ³
2	U-B1E2	As T5;TB-TC	1,00	0,30	0,35	0,10	0,20	0,10	0,20	0,30	0,15	4,45	0,12	m ³
3	U-B1E1	As T5;TA-TB	1,00	0,30	0,35	0,10	0,20	0,10	0,20	0,30	0,15	4,85	0,14	m ³
4	U-B11	As TA;T4-T5	1,00	0,40	0,55	0,10	0,39	0,10	0,39	0,40	0,16	6,70	0,63	m ³
5	U-B1A1	As TA;TA-TC	1,00	0,40	0,65	0,10	0,49	0,10	0,49	0,40	0,16	10,51	1,20	m ³
6	U-B1F3	As TB;T4-T5	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,40	0,15	7,45	0,72	m ³
7	U-B41	As T4;TA-TB	1,00	0,30	0,45	0,10	0,33	0,10	0,33	0,30	0,12	5,13	0,21	m ³
8	U-B42	As T4;TA-TB	1,00	0,30	0,45	0,10	0,33	0,10	0,33	0,30	0,12	5,13	0,21	m ³
9	U-B421	As TA;T4-T5	1,00	0,30	0,35	0,10	0,23	0,10	0,23	0,30	0,12	2,85	0,09	m ³
10	U-B45	As TA;TA-TS	1,00	0,30	0,45	0,10	0,33	0,10	0,33	0,30	0,12	1,50	0,06	m ³
11	U-B1B5	As TA;T3-T4	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,45	0,15	5,15	0,62	m ³
12	U-B1B2	As T3;TA-TB	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,45	0,15	7,36	0,88	m ³
13	U-B1B1	As T3;TA-TB	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,45	0,15	8,20	0,98	m ³
14	U-B1B6	As TA;T2-T3	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,45	0,15	7,40	0,89	m ³
15	U-B1C1	As T2;TA-TB	1,00	0,40	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,40	0,15	8,51	0,82	m ³
16	U-B1B3	As T2;TA-TB	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,45	0,15	8,00	0,96	m ³
17	U-B12	As TA;T1-T2	1,00	0,40	0,55	0,10	0,39	0,10	0,39	0,40	0,16	6,73	0,63	m ³
18	U-B1E3	As T1;TB-TC	1,00	0,30	0,35	0,10	0,20	0,10	0,20	0,30	0,15	5,00	0,14	m ³
19	U-B1F6	As TB;T1-T2	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,40	0,15	7,00	0,67	m ³
20	U-B43	As T1;TA-TB	1,00	0,30	0,45	0,10	0,33	0,10	0,33	0,30	0,12	5,34	0,22	m ³
21	U-B44	As T1;TA-TB	1,00	0,30	0,45	0,10	0,33	0,10	0,33	0,30	0,12	5,34	0,22	m ³
22	U-B45	As TA;T1-T2	1,00	0,30	0,45	0,10	0,33	0,10	0,33	0,30	0,12	1,50	0,06	m ³
23	U-B1B7	As T1;TB-TC	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,45	0,15	5,60	0,67	m ³
24	U-B1F5	As TB;T1-T2	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,40	0,15	8,15	0,78	m ³
25	U-B1F4	As TD;T1-T2	1,00	0,45	0,55	0,10	0,40	0,10	0,40	0,40	0,15	7,00	0,67	m ³
26	U-B1E4	As T1;TD-TE	1,00	0,30	0,35	0,10	0,20	0,10	0,20	0,30	0,15	2,90	0,08	m ³
SUBTOTAL ZONE 2			26,40										13,39	m ³
TOTAL ZONE 1 & 2			53,40										28,34	m ³

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.22 diatas, dapat diketahui volume beton topping *U-Shell* per lantai Zone 1 = 14,95 m³, Zone 2 = 13,39 m³ dengan total = 28,34 m³.

4.5.2 Perhitungan Volume Plat *Half Slab*

Setelah desain dan perhitungan volume yang direncanakan sudah selesai, maka selanjutnya dilakukan perhitungan volume untuk item pekerjaan *Half Slab Precast*. Volume tersebut meliputi sebagai berikut :

1. Volume Beton *Half Slab Precast*

Plat precast ini tidak di order melalui pihak supplier half slab precast namun di fabrikasi sendiri oleh pihak kontraktor. Sehingga volume & harga fabrikasi half slab precast akan dirincikan terlebih dahulu kemudian nantinya dibagi luasan plat. Volume *Half Slab Precast* akan dihitung sesuai dengan ketebalan per tipe plat.

$$V = A \times t \times n$$

dengan,

V = Volume (m³)

P = Panjang Plat (m)

L = Lebar Plat (m)

n = jumlah plat

2. Volume Bekisting Plat Half Slab

Volume bekisting Half Slab dihitung sesuai dengan luasan per type plat.

$$V = p \times l \times n$$

dengan,

V = Volume (m²)

P = Panjang Plat (m)

L = Lebar Plat (m)

n = jumlah plat

Sehingga didapat hasil perhitungan volume beton & bekisting plat half slab yang dapat dilihat pada tabel 4.23 dibawah ini:

Tabel 4.23 Perhitungan volume beton dan bekisting *Plat Half Slab*

NO	TYPE PLAT	AREA	JUMLAH	SAT	PANJANG	LEBAR	LUAS	TEBAL	VOLUME BEKISTING	SAT	VOLUME BETON	SAT
ZONE 1												
1	B32	As T1-T2;TD-TE	1,00	bh	2,90	2,15	6,24	0,08	5,24	m ²	0,50	m ³
2	B31	As T1-T2;TD-TE	3,00	bh	2,90	2,00	5,80	0,08	17,40	m ²	1,39	m ³
3	B29	As T1-T2;TE-TG	3,00	bh	2,59	2,00	5,18	0,08	15,54	m ²	1,24	m ³
4	B33	As T1-T2;TE-TG	1,00	bh	2,59	2,15	5,28	0,08	5,28	m ²	0,42	m ³
5	B34	As T1-T2;TE-TG	1,00	bh	2,84	2,15	5,95	0,08	5,95	m ²	0,48	m ³
6	B27	As T1-T2;TF-TG	3,00	bh	2,83	2,00	5,66	0,08	16,98	m ²	1,36	m ³
7	B25	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	2,88	2,00	5,67	0,08	5,67	m ²	0,45	m ³
8	B23	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	2,88	2,00	5,76	0,08	5,76	m ²	0,46	m ³
9	B26	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	2,88	1,34	3,76	0,08	3,76	m ²	0,30	m ³
10	B21	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	2,62	1,34	3,51	0,08	3,51	m ²	0,28	m ³
11	B20	As T1-T2;TG-TH	2,00	bh	2,62	2,00	5,24	0,08	10,48	m ²	0,84	m ³
12	B9	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	3,80	1,48	5,62	0,08	5,62	m ²	0,45	m ³
13	B18	As T2-T3;TF-TH	4,00	bh	2,45	2,00	4,90	0,08	19,60	m ²	1,57	m ³
14	A5	As T2-T3;TF-TH	3,00	bh	4,80	2,00	9,60	0,08	28,80	m ²	2,30	m ³
15	A6	As T2-T3;TF-TH	1,00	bh	4,80	2,00	9,40	0,08	9,40	m ²	0,75	m ³
16	B17	As T3-T4;TG-TH	1,00	bh	2,55	2,00	4,89	0,08	4,89	m ²	0,39	m ³
17	B16	As T3-T4;TG-TH	3,00	bh	2,55	2,00	5,10	0,08	15,30	m ²	1,22	m ³
18	B14	As T3-T4;TG-TH	4,00	bh	2,47	2,00	4,94	0,08	19,76	m ²	1,58	m ³
19	B9	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	3,80	1,48	5,62	0,08	5,62	m ²	0,45	m ³
20	B7	As T4-T5;TG-TH	2,00	bh	2,62	2,00	5,24	0,08	10,48	m ²	0,84	m ³
21	B8	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	2,62	1,12	2,93	0,08	2,93	m ²	0,23	m ³
22	B5	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	2,85	1,21	3,38	0,08	3,38	m ²	0,27	m ³
23	B2	As T4-T5;TG-TH	2,00	bh	2,85	1,21	3,45	0,08	6,90	m ²	0,55	m ³
24	B4	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	2,85	1,20	3,40	0,08	3,40	m ²	0,27	m ³
25	A1	As T5-T5;TC-TF	1,00	bh	4,45	0,88	3,92	0,08	3,92	m ²	0,31	m ³
26	A2	As T4-T5;TC-TF	1,00	bh	4,70	2,00	9,26	0,08	9,26	m ²	0,74	m ³
27	A3	As T4-T5;TC-TF	3,00	bh	4,70	2,00	9,40	0,08	28,20	m ²	2,26	m ³
28	B13	As T4-T5;TC-TF	3,00	bh	2,50	2,00	5,00	0,08	15,00	m ²	1,20	m ³
29	B12	As T4-T5;TC-TF	1,00	bh	2,50	2,00	4,93	0,08	4,93	m ²	0,39	m ³
30	B10	As T5-T5;TC-TF	1,00	bh	2,38	0,88	2,09	0,08	2,09	m ²	0,17	m ³
		SUBTOTAL ZONE 1	53,00	bh					296,06	m²	23,68	m³
ZONE 2												
1	B10	As T5-T5;TC-TF	1,00	bh	2,38	0,88	2,09	0,08	2,09	m ²	0,17	m ³
2	B11	As T4-T5;TC-TF	1,00	bh	2,50	2,00	4,93	0,08	4,93	m ²	0,39	m ³
3	B13	As T4-T5;TC-TF	3,00	bh	2,50	2,00	5,00	0,08	15,00	m ²	1,20	m ³
4	A3	As T4-T5;TB-TC	3,00	bh	4,70	2,00	9,40	0,08	28,20	m ²	2,26	m ³
5	A2	As T4-T5;TB-TC	1,00	bh	4,70	2,00	9,26	0,08	9,26	m ²	0,74	m ³
6	A1	As T5-T5;TB-TC	1,00	bh	4,45	0,88	3,92	0,08	3,92	m ²	0,31	m ³
7	B9	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	2,85	1,20	3,40	0,08	3,40	m ²	0,27	m ³
8	B2	As T4-T5;TA-TB	2,00	bh	2,85	1,21	3,45	0,08	6,90	m ²	0,55	m ³
9	B1	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	2,85	1,21	3,38	0,08	3,38	m ²	0,27	m ³
10	B6	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	2,62	1,12	2,93	0,08	2,93	m ²	0,23	m ³
11	B7	As T4-T5;TA-TB	2,00	bh	2,62	2,00	5,24	0,08	10,48	m ²	0,84	m ³
12	B9	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	3,80	1,48	5,62	0,08	5,62	m ²	0,45	m ³
13	B14	As T3-T4;TA-TB	4,00	bh	2,47	2,00	4,94	0,08	19,76	m ²	1,58	m ³
14	B15	As T3-T4;TA-TB	1,00	bh	2,55	2,00	4,89	0,08	4,89	m ²	0,39	m ³
15	B16	As T3-T4;TA-TB	3,00	bh	2,55	2,00	5,10	0,08	15,30	m ²	1,22	m ³
16	A5	As T2-T3;TA-TB	3,00	bh	4,80	2,00	9,60	0,08	28,80	m ²	2,30	m ³
17	A4	As T2-T3;TA-TB	1,00	bh	4,80	2,00	9,40	0,08	9,40	m ²	0,75	m ³
18	B18	As T2-T3;TA-TB	4,00	bh	2,45	2,00	4,90	0,08	19,60	m ²	1,57	m ³
19	B9	As T1-T2;TA-TB	1,00	bh	3,80	1,48	5,62	0,08	5,62	m ²	0,45	m ³
20	B20	As T1-T2;TA-TB	2,00	bh	2,62	2,00	5,24	0,08	10,48	m ²	0,84	m ³
21	B19	As T1-T2;TA-TB	1,00	bh	2,62	1,34	3,51	0,08	3,51	m ²	0,28	m ³
22	B22	As T1-T2;TA-TB	1,00	bh	2,88	1,34	3,76	0,08	3,76	m ²	0,30	m ³
23	B23	As T1-T2;TA-TB	1,00	bh	2,88	2,00	5,76	0,08	5,76	m ²	0,46	m ³
24	B24	As T1-T2;TA-TB	1,00	bh	2,88	2,00	5,67	0,08	5,67	m ²	0,45	m ³
25	B28	As T1-T2;TB-TC	1,00	bh	2,83	2,15	5,95	0,08	5,95	m ²	0,48	m ³
26	B27	As T1-T2;TB-TC	3,00	bh	2,83	2,00	5,66	0,08	16,98	m ²	1,36	m ³
27	B29	As T1-T2;TB-TD	3,00	bh	2,59	2,00	5,18	0,08	15,54	m ²	1,24	m ³
28	B30	As T1-T2;TB-TD	1,00	bh	2,59	2,15	5,28	0,08	5,28	m ²	0,42	m ³
		SUBTOTAL ZONE 1	49,06	bh					272,42	m²	21,79	m³
		TOTAL ZONE 1 & 2	102,06	bh					568,48	m²	45,48	m³

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.23 diatas, dapat diketahui volume beton Half Slab per lantai Zone 1 = 23,68 m³, Zone 2 = 21,79 m³ dengan total = 45,48 m³ dan volume bekisting Half Slab Zone 1 = 296,06 m², Zone 2 = 272,42 m² dengan total = 568,48 m².

3. Volume besi *Half Slab*

$$V = p \times BJ \times n$$

dengan,

V = Volume (kg)

P = Panjang total tulangan (m)

BJ = Berat Jenis Besi Beton (kg/m)

n = jumlah plat

Sehingga didapat hasil perhitungan volume besi half slab yang dapat dilihat pada tabel 4.24 dibawah ini:

Tabel 4.24 Perhitungan Volume Besi Plat Half Slab

NO	TYPE PLAT	AREA	JUMLAH	TULANGAN	DIAMETER	PANJANG		PENTALURAN		JARAK	JUMLAH	JUMLAH	PANJANG TOTAL	SAT	BJ	BERAT	SAT
						KANAN	KIRI	KANAN	KIRI								
ZONE 1																	
1	B32	As T1-T2;TD-TE	1,00	Lap. Y	D10	2,90	0,18	-	0,40	6,38	7,00	22,82	m	0,62	14,06	kg	
				Lap. X	D10	2,15	-	-	0,45	7,44	8,00	17,20	m	0,62	10,60	kg	
2	B31	As T1-T2;TD-TE	3,00	Lap. Y	D10	2,90	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	58,68	m	0,62	36,16	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	7,44	8,00	48,00	m	0,62	29,58	kg	
3	B29	As T1-T2;TE-TG	3,00	Lap. Y	D10	2,59	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	53,10	m	0,62	32,72	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	6,76	7,00	42,00	m	0,62	25,88	kg	
4	B33	As T1-T2;TE-TG	1,00	Lap. Y	D10	2,59	0,18	0,18	0,40	6,38	7,00	20,65	m	0,62	12,73	kg	
				Lap. X	D10	2,15	-	-	0,45	6,76	7,00	15,05	m	0,62	9,27	kg	
5	B34	As T1-T2;TE-TG	1,00	Lap. Y	D10	2,84	0,18	0,18	0,40	6,38	7,00	22,40	m	0,62	13,80	kg	
				Lap. X	D10	2,15	-	-	0,45	7,31	8,00	17,20	m	0,62	10,60	kg	
6	B27	As T1-T2;TF-TG	3,00	Lap. Y	D10	2,83	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	57,42	m	0,62	35,38	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	7,28	8,00	48,00	m	0,62	29,58	kg	
7	B25	As T1-T2;TG-TH	1,00	Lap. Y	D10	2,88	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	18,48	m	0,62	11,98	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	7,40	8,00	16,00	m	0,62	9,86	kg	
8	B23	As T1-T2;TG-TH	1,00	Lap. Y	D10	2,88	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	19,44	m	0,62	11,98	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	7,40	8,00	16,00	m	0,62	9,86	kg	
9	B26	As T1-T2;TG-TH	1,00	Lap. Y	D10	2,98	0,18	0,18	0,40	4,35	5,00	16,20	m	0,62	9,98	kg	
				Lap. X	D10	1,34	-	-	0,45	7,40	8,00	10,72	m	0,62	6,61	kg	
10	B21	As T1-T2;TG-TH	1,00	Lap. Y	D10	2,62	0,18	0,18	0,40	4,35	5,00	14,90	m	0,62	9,18	kg	
				Lap. X	D10	1,34	-	-	0,45	6,82	7,00	9,38	m	0,62	5,78	kg	
11	B20	As T1-T2;TG-TH	2,00	Lap. Y	D10	2,62	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	35,76	m	0,62	22,04	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	6,82	7,00	28,00	m	0,62	17,25	kg	
12	B9	As T1-T2;TG-TH	1,00	Lap. Y	D10	3,80	0,18	0,18	0,40	4,70	5,00	20,80	m	0,62	12,82	kg	
				Lap. X	D10	1,48	-	-	0,45	9,44	10,00	14,80	m	0,62	9,12	kg	
13	B18	As T2-T3;TF-TH	4,00	Lap. Y	D10	2,45	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	67,44	m	0,62	41,56	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	6,44	7,00	56,00	m	0,62	34,51	kg	
14	A5	As T2-T3;TF-TH	3,00	Lap. Y	D10	4,80	0,18	0,18	0,15	14,33	15,00	232,20	m	0,62	143,09	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	11,67	12,00	72,00	m	0,62	44,37	kg	
15	A6	As T2-T3;TG-TH	1,00	Lap. Y	D10	4,80	0,18	0,18	0,15	14,33	15,00	77,40	m	0,62	47,70	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	11,67	12,00	24,00	m	0,62	14,79	kg	
16	B17	As T3-T4;TG-TH	1,00	Lap. Y	D10	2,55	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	17,46	m	0,62	10,76	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	6,67	7,00	14,00	m	0,62	8,63	kg	
17	B16	As T3-T4;TG-TH	3,00	Lap. Y	D10	2,55	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	52,38	m	0,62	32,28	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	6,67	7,00	42,00	m	0,62	25,88	kg	
18	B14	As T3-T4;TG-TH	4,00	Lap. Y	D10	2,47	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	67,92	m	0,62	41,85	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	6,49	7,00	56,00	m	0,62	34,51	kg	
19	B9	As T4-T5;TG-TH	1,00	Lap. Y	D10	3,80	0,18	0,18	0,40	4,70	5,00	20,80	m	0,62	12,82	kg	
				Lap. X	D10	1,48	-	-	0,45	9,44	10,00	14,80	m	0,62	9,12	kg	
20	B7	As T4-T5;TG-TH	2,00	Lap. Y	D10	2,62	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	35,76	m	0,62	22,04	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	6,82	7,00	28,00	m	0,62	17,25	kg	
21	B8	As T4-T5;TG-TH	1,00	Lap. Y	D10	2,62	0,18	0,18	0,40	3,80	4,00	11,52	m	0,62	7,25	kg	
				Lap. X	D10	1,12	-	-	0,45	6,82	7,00	7,84	m	0,62	4,83	kg	
22	B5	As T4-T5;TG-TH	1,00	Lap. Y	D10	2,85	0,18	0,18	0,40	4,03	5,00	16,05	m	0,62	9,89	kg	
				Lap. X	D10	1,21	-	-	0,45	7,33	8,00	9,68	m	0,62	5,97	kg	
23	B2	As T4-T5;TG-TH	2,00	Lap. Y	D10	2,85	0,18	0,18	0,40	4,03	5,00	32,10	m	0,62	19,78	kg	
				Lap. X	D10	1,21	-	-	0,45	7,33	8,00	18,36	m	0,62	11,83	kg	
24	B4	As T4-T5;TG-TH	1,00	Lap. Y	D10	2,85	0,18	0,18	0,40	4,00	4,00	12,84	m	0,62	7,91	kg	
				Lap. X	D10	1,20	-	-	0,45	7,33	8,00	9,60	m	0,62	5,92	kg	
25	A1	As T5-T5;TF-TG	1,00	Lap. Y	D10	4,45	0,18	0,18	0,13	8,04	9,00	43,29	m	0,62	26,68	kg	
				Lap. X	D10	0,88	-	-	0,45	10,89	11,00	9,88	m	0,62	5,97	kg	
26	A2	As T4-T5;TF-TG	1,00	Lap. Y	D10	4,70	0,18	0,18	0,15	14,33	15,00	75,90	m	0,62	46,77	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	11,44	12,00	24,00	m	0,62	14,79	kg	
27	A3	As T4-T5;TF-TG	3,00	Lap. Y	D10	4,70	0,18	0,18	0,15	14,33	15,00	227,70	m	0,62	140,31	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	11,44	12,00	72,00	m	0,62	44,37	kg	
28	B13	As T4-T5;TC-TF	3,00	Lap. Y	D10	2,50	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	51,48	m	0,62	31,72	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	6,56	7,00	42,00	m	0,62	25,88	kg	
29	B12	As T4-T5;TC-TF	1,00	Lap. Y	D10	2,50	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	17,16	m	0,62	10,57	kg	
				Lap. X	D10	2,00	-	-	0,45	6,56	7,00	14,00	m	0,62	8,63	kg	
30	B10	As T5-T5;TC-TF	1,00	Lap. Y	D10	2,38	0,18	0,18	0,40	3,20	4,00	10,96	m	0,62	6,75	kg	
				Lap. X	D10	0,88	-	-	0,45	6,29	7,00	8,16	m	0,62	5,00	kg	
SUB TOTAL ZONE 1														1377,78	kg		

Tabel 4.24 Lanjutan

NO	TYPE PLAT	AREA	JUMLAH	TULANGAN	DIAMETER	PANJANG	PENVALURAN		JARAK	JUMLAH	JUMLAH	PANJANG TOTAL	SAT	BJ	BERAT	SAT	
							KANAN	KIRI									
ZONE 2																	
1	B10	As T5-T5-TC-TF	1,00	Lap. Y	D10	2,38	0,18	0,18	0,40	3,20	4,00	10,96	m	0,62	6,75	kg	
							-	-									0,45
2	B11	As T4-T5,TC-TF	1,00	Lap. Y	D10	2,50	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	17,16	m	0,62	10,57	kg	
							-	-									0,45
3	B13	As T4-T5,TC-TF	3,00	Lap. Y	D10	2,50	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	51,48	m	0,62	31,72	kg	
							-	-									0,45
4	A3	As T4-T5,TB-TC	3,00	Lap. Y	D10	4,70	0,18	0,18	0,15	14,33	15,00	227,70	m	0,62	140,31	kg	
							-	-									0,45
5	A2	As T4-T5,TB-TC	1,00	Lap. Y	D10	4,70	0,18	0,18	0,15	14,33	15,00	79,90	m	0,62	46,77	kg	
							-	-									0,45
6	A1	As T5-T5,TB-TC	1,00	Lap. Y	D10	4,45	0,18	0,18	0,13	8,04	9,00	43,29	m	0,62	26,68	kg	
							-	-									0,45
7	B3	As T4-T5,TA-TB	1,00	Lap. Y	D10	2,85	0,18	0,18	0,40	4,00	4,00	12,84	m	0,62	7,91	kg	
							-	-									0,45
8	B2	As T4-T5,TA-TB	2,00	Lap. Y	D10	2,85	0,18	0,18	0,40	4,03	5,00	32,10	m	0,62	19,78	kg	
							-	-									0,45
9	B1	As T4-T5,TA-TB	1,00	Lap. Y	D10	2,85	0,18	0,18	0,40	4,03	5,00	16,05	m	0,62	9,89	kg	
							-	-									0,45
10	B6	As T4-T5,TA-TB	1,00	Lap. X	D10	1,12	-	-	0,45	6,82	7,00	7,84	m	0,62	4,83	kg	
							-	-									0,45
11	B7	As T4-T5,TA-TB	2,00	Lap. Y	D10	2,62	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	35,76	m	0,62	22,04	kg	
							-	-									0,45
12	B9	As T4-T5,TA-TB	1,00	Lap. Y	D10	3,80	0,18	0,18	0,40	4,70	5,00	20,80	m	0,62	12,82	kg	
							-	-									0,45
13	B14	As T3-T4,TA-TB	4,00	Lap. Y	D10	2,47	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	67,92	m	0,62	43,85	kg	
							-	-									0,45
14	B15	As T3-T4,TA-TB	1,00	Lap. Y	D10	2,55	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	17,46	m	0,62	10,76	kg	
							-	-									0,45
15	B16	As T3-T4,TA-TB	3,00	Lap. Y	D10	2,55	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	52,38	m	0,62	32,28	kg	
							-	-									0,45
16	A5	As T2-T3,TA-TB	3,00	Lap. Y	D10	4,80	0,18	0,18	0,15	14,33	15,00	232,20	m	0,62	143,09	kg	
							-	-									0,45
17	A4	As T2-T3,TA-TB	1,00	Lap. Y	D10	4,80	0,18	0,18	0,15	14,33	15,00	77,40	m	0,62	47,70	kg	
							-	-									0,45
18	B18	As T2-T3,TA-TB	4,00	Lap. Y	D10	2,45	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	67,44	m	0,62	41,56	kg	
							-	-									0,45
19	B9	As T2-T2,TA-TB	1,00	Lap. Y	D10	3,80	0,18	0,18	0,40	4,70	5,00	20,80	m	0,62	12,82	kg	
							-	-									0,45
20	B20	As T1-T2,TA-TB	2,00	Lap. X	D10	2,62	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	35,76	m	0,62	22,04	kg	
							-	-									0,45
21	B19	As T1-T2,TA-TB	1,00	Lap. Y	D10	2,62	0,18	0,18	0,40	4,35	5,00	14,90	m	0,62	9,18	kg	
							-	-									0,45
22	B22	As T1-T2,TA-TB	1,00	Lap. Y	D10	2,88	0,18	0,18	0,40	4,35	5,00	16,20	m	0,62	9,98	kg	
							-	-									0,45
23	B23	As T1-T2,TA-TB	1,00	Lap. Y	D10	2,88	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	19,44	m	0,62	11,98	kg	
							-	-									0,45
24	B24	As T1-T2,TA-TB	1,00	Lap. Y	D10	2,88	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	19,44	m	0,62	11,98	kg	
							-	-									0,45
25	B28	As T1-T2,TB-TC	1,00	Lap. Y	D10	2,83	0,18	0,18	0,40	6,38	7,00	22,33	m	0,62	13,76	kg	
							-	-									0,45
26	B27	As T1-T2,TB-TC	3,00	Lap. Y	D10	2,83	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	57,42	m	0,62	35,38	kg	
							-	-									0,45
27	B29	As T1-T2,TB-TD	3,00	Lap. X	D10	2,59	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	53,10	m	0,62	32,72	kg	
							-	-									0,45
28	B30	As T1-T2,TB-TD	1,00	Lap. Y	D10	2,59	0,18	0,18	0,40	6,38	7,00	20,65	m	0,62	12,73	kg	
							-	-									0,45
												SUB TOTAL ZONE 2		1287,34		kg	
												TOTAL ZONE 1 & 2		2665,12		kg	

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.24 diatas, dapat diketahui volume besi Half Slab precast per lantai Zone 1 = 1377,78 kg, Zone 2 = 1287,34 kg dengan total = 2665,12 kg.

4. Volume Beton Topping Plat

Volume beton topping dihitung sesuai dengan ketebalan per type plat.

$$V = A \times t \times n$$

dengan,

$V =$ Volume beton (m³)

$A =$ luas plat (m²)

$t =$ tebal plat (m')

$n =$ jumlah plat

Sehingga didapat hasil perhitungan volume beton toping plat yang dapat dilihat pada tabel 4.25 dibawah ini:

Tabel 4.25 Perhitungan Volume Beton Topping

NO	TYPE PLAT	AREA	JUMLAH	SAT	PANJANG	LEBAR	LUAS	TEBAL	VOLUME BETON	SAT
ZONE 1										
1	B32	As T1-T2;TD-TE	1,00	bh	2,90	2,15	6,24	0,07	0,44	m ³
2	B31	As T1-T2;TD-TE	3,00	bh	2,90	2,00	5,80	0,07	1,22	m ³
3	B29	As T1-T2;TE-TG	3,00	bh	2,59	2,00	5,18	0,07	1,09	m ³
4	B33	As T1-T2;TE-TG	1,00	bh	2,59	2,15	5,28	0,07	0,37	m ³
5	B34	As T1-T2;TE-TG	1,00	bh	2,84	2,15	5,95	0,07	0,42	m ³
6	B27	As T1-T2;TF-TG	3,00	bh	2,83	2,00	5,66	0,07	1,19	m ³
7	B25	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	2,88	2,00	5,67	0,07	0,40	m ³
8	B23	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	2,88	2,00	5,76	0,07	0,40	m ³
9	B26	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	2,88	1,34	3,76	0,07	0,26	m ³
10	B21	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	2,62	1,34	3,51	0,07	0,25	m ³
11	B20	As T1-T2;TG-TH	2,00	bh	2,62	2,00	5,24	0,07	0,73	m ³
12	B9	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	3,80	1,48	5,62	0,07	0,39	m ³
13	B18	As T2-T3;TF-TH	4,00	bh	2,45	2,00	4,90	0,07	1,37	m ³
14	A5	As T2-T3;TF-TH	3,00	bh	4,80	2,00	9,60	0,07	2,02	m ³
15	A6	As T2-T3;TG-TH	1,00	bh	4,80	2,00	9,40	0,07	0,66	m ³
16	B17	As T3-T4;TG-TH	1,00	bh	2,55	2,00	4,89	0,07	0,34	m ³
17	B16	As T3-T4;TG-TH	3,00	bh	2,55	2,00	5,10	0,07	1,07	m ³
18	B14	As T3-T4;TG-TH	4,00	bh	2,47	2,00	4,94	0,07	1,38	m ³
19	B9	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	3,80	1,48	5,62	0,07	0,39	m ³
20	B7	As T4-T5;TG-TH	2,00	bh	2,62	2,00	5,24	0,07	0,73	m ³
21	B8	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	2,62	1,12	2,93	0,07	0,21	m ³
22	B5	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	2,85	1,21	3,38	0,07	0,24	m ³
23	B2	As T4-T5;TG-TH	2,00	bh	2,85	1,21	3,45	0,07	0,48	m ³
24	B4	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	2,85	1,20	3,40	0,07	0,24	m ³
25	A1	As T5-T5';TF-TG	1,00	bh	4,45	0,88	3,92	0,07	0,27	m ³
26	A2	As T4-T5;TF-TG	1,00	bh	4,70	2,00	9,26	0,07	0,65	m ³
27	A3	As T4-T5;TF-TG	3,00	bh	4,70	2,00	9,40	0,07	1,97	m ³
28	B13	As T4-T5;TC-TF	3,00	bh	2,50	2,00	5,00	0,07	1,05	m ³
29	B12	As T4-T5;TC-TF	1,00	bh	2,50	2,00	4,93	0,07	0,35	m ³
30	B10	As T5-T5';TC-TF	1,00	bh	2,38	0,88	2,09	0,07	0,15	m ³
SUBTOTAL ZONE 1			53,00	bh					20,72	m³
ZONE 2										
1	B10	As T5-T5';TC-TF	1,00	bh	2,38	0,88	2,09	0,07	0,15	m ³
2	B11	As T4-T5;TC-TF	1,00	bh	2,50	2,00	4,93	0,07	0,35	m ³
3	B13	As T4-T5;TC-TF	3,00	bh	2,50	2,00	5,00	0,07	1,05	m ³
4	A3	As T4-T5;TB-TC	3,00	bh	4,70	2,00	9,40	0,07	1,97	m ³
5	A2	As T4-T5;TB-TC	1,00	bh	4,70	2,00	9,26	0,07	0,65	m ³
6	A1	As T5-T5';TB-TC	1,00	bh	4,45	0,88	3,92	0,07	0,27	m ³
7	B3	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	2,85	1,20	3,40	0,07	0,24	m ³
8	B2	As T4-T5;TA-TB	2,00	bh	2,85	1,21	3,45	0,07	0,48	m ³
9	B1	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	2,85	1,21	3,38	0,07	0,24	m ³
10	B6	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	2,62	1,12	2,93	0,07	0,21	m ³
11	B7	As T4-T5;TA-TB	2,00	bh	2,62	2,00	5,24	0,07	0,73	m ³
12	B9	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	3,80	1,48	5,62	0,07	0,39	m ³
13	B14	As T3-T4;TA-TB	4,00	bh	2,47	2,00	4,94	0,07	1,38	m ³
14	B15	As T3-T4;TA-TB	1,00	bh	2,55	2,00	4,89	0,07	0,34	m ³
15	B16	As T3-T4;TA-TB	3,00	bh	2,55	2,00	5,10	0,07	1,07	m ³
16	A5	As T2-T3;TA-TB	3,00	bh	4,80	2,00	9,60	0,07	2,02	m ³
17	A4	As T2-T3;TA-TB	1,00	bh	4,80	2,00	9,40	0,07	0,66	m ³

Tabel 4.25 Lanjutan

NO	TYPE PLAT	AREA	JUMLAH	SAT	PANJANG	LEBAR	LUAS	TEBAL	VOLUME BETON	SAT
23	B23	As T1-T2;TA-TB	1,00	bh	2,88	2,00	5,76	0,07	0,40	m ³
24	B24	As T1-T2;TA-TB	1,00	bh	2,88	2,00	5,67	0,07	0,40	m ³
25	B28	As T1-T2;TB-TC	1,00	bh	2,83	2,15	5,95	0,07	0,42	m ³
26	B27	As T1-T2;TB-TC	3,00	bh	2,83	2,00	5,66	0,07	1,19	m ³
27	B29	As T1-T2;TB-TD	3,00	bh	2,59	2,00	5,18	0,07	1,09	m ³
28	B30	As T1-T2;TB-TD	1,00	bh	2,59	2,15	5,28	0,07	0,27	m ³
SUBTOTAL ZONE 1			49,00	bh					19,07	m ³
TOTAL ZONE 1 & 2			102,00	bh					39,79	m ³

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.25 diatas, dapat diketahui volume beton topping Half Slab per lantai Zone 1 = 20,72 m³, Zone 2 = 19,07 m³ dengan total = 39,79 m³.

5. Volume Besi Topping Plat

Volume besi Half Slab dihitung sesuai berat besi per type plat.

$$V = P \times BJ \times n$$

dengan,

V = Volume (kg)

P = Panjang total tulangan (m)

BJ = Berat Jenis Besi Beton (kg/m)

n = jumlah plat

Sehingga didapat hasil perhitungan volume besi half slab yang dapat dilihat pada tabel 4.26 dibawah ini:

Tabel 4.26 Perhitungan volume besi toping

NO	TYPE PLAT	AREA	JUMLAH	TULANGAN	DIAMETER	PANJANG	PENVALURAN KIRI	JARAK	JUMLAH	JUMLAH	PANJANG TOTAL	SAT	BJ	BERAT	SAT	
ZONE 1																
1	B32	As T1-T2-TD-TE	1,00	Tump. Y	D10	2,90	0,18	0,18	0,40	6,38	7,00	22,82	m	0,62	14,06	kg
				Susut X	D10	2,15	0,18	0,18	0,25	12,60	13,00	32,63	m	0,62	20,11	kg
2	B31	As T1-T2-TD-TE	3,00	Tump. Y	D10	2,90	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	58,68	m	0,62	36,16	kg
				Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	12,60	13,00	92,04	m	0,62	56,72	kg
3	B29	As T1-T2-TF-TG	3,00	Tump. Y	D10	2,59	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	53,10	m	0,62	32,72	kg
				Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	11,36	12,00	84,96	m	0,62	52,35	kg
4	B33	As T1-T2-TF-TG	1,00	Tump. Y	D10	2,59	0,18	0,18	0,40	6,38	7,00	20,65	m	0,62	12,73	kg
				Susut X	D10	2,15	0,18	0,18	0,25	11,36	12,00	30,12	m	0,62	18,56	kg
5	B34	As T1-T2-TF-TG	1,00	Tump. Y	D10	2,84	0,18	0,18	0,40	6,38	7,00	22,40	m	0,62	13,80	kg
				Susut X	D10	2,15	0,18	0,18	0,25	12,36	13,00	32,63	m	0,62	20,11	kg
6	B27	As T1-T2-TF-TG	3,00	Tump. Y	D10	2,83	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	57,42	m	0,62	35,38	kg
				Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	12,32	13,00	92,04	m	0,62	56,72	kg
7	B25	As T1-T2-TG-TH	1,00	Tump. Y	D10	2,88	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	19,44	m	0,62	11,98	kg
				Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	12,52	13,00	30,68	m	0,62	18,91	kg
8	B23	As T1-T2-TG-TH	1,00	Tump. Y	D10	2,88	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	19,44	m	0,62	11,98	kg
				Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	12,52	13,00	30,68	m	0,62	18,91	kg
9	B26	As T1-T2-TG-TH	1,00	Tump. Y	D10	2,88	0,18	0,18	0,40	4,35	5,00	16,60	m	0,62	9,98	kg
				Susut X	D10	1,34	0,18	0,18	0,25	12,52	13,00	22,10	m	0,62	13,62	kg
10	B21	As T1-T2-TG-TH	1,00	Tump. Y	D10	2,62	0,18	0,18	0,40	4,35	5,00	14,90	m	0,62	9,18	kg
				Susut X	D10	1,34	0,18	0,18	0,25	11,48	12,00	20,40	m	0,62	12,57	kg
11	B20	As T1-T2-TG-TH	2,00	Tump. Y	D10	2,62	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	35,76	m	0,62	22,04	kg
				Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	11,48	12,00	56,64	m	0,62	34,90	kg
12	B9	As T1-T2-TG-TH	1,00	Tump. Y	D10	3,80	0,18	0,18	0,40	4,70	5,00	20,80	m	0,62	12,82	kg
				Susut X	D10	1,48	0,18	0,18	0,25	16,20	17,00	31,28	m	0,62	19,28	kg
13	B18	As T2-T3-TF-TH	4,00	Tump. Y	D10	2,45	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	67,44	m	0,62	43,56	kg
				Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	10,80	11,00	103,84	m	0,62	63,99	kg
14	A5	As T2-T3-TF-TH	3,00	Tump. Y	D10	4,80	0,18	0,18	0,06	34,33	35,00	541,80	m	0,62	333,87	kg
				Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	20,20	21,00	148,68	m	0,62	93,62	kg
15	A6	As T2-T3-TG-TH	1,00	Tump. Y	D10	4,80	0,18	0,18	0,06	34,33	35,00					

Tabel 4.26 Lanjutan

NO	TYPE PLAT	AREA	JUMLAH	TULANGAN	DIAMETER	PENVALIHAN			JUMLAH	JUMLAH	PANJANG TOTAL	SAT	BJ	BERAT	SAT	
						KANAN	KIRI	JARAK								
ZONE 2																
1	B10	As T4-T5;TC-TF	1,00	Tump. Y	D10	2,38	0,18	0,18	0,40	3,20	4,00	10,96	m	0,62	6,75	kg
					Susut X	D10	0,88	0,18	0,18	0,25	10,52	11,00	13,64	m	0,62	8,41
2	B11	As T4-T5;TC-TF	1,00	Tump. Y	D10	2,50	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	17,16	m	0,62	10,57	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	11,00	11,00	25,96	m	0,62	16,00
3	B13	As T4-T5;TC-TF	3,00	Tump. Y	D10	2,50	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	51,48	m	0,62	31,72	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	11,00	11,00	77,88	m	0,62	47,99
4	A3	As T4-T5;TB-TC	3,00	Tump. Y	D10	4,70	0,18	0,18	0,06	34,33	35,00	531,30	m	0,62	327,40	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	19,80	20,00	141,60	m	0,62	87,26
5	A2	As T4-T5;TB-TC	1,00	Tump. Y	D10	4,70	0,18	0,18	0,06	34,33	35,00	177,10	m	0,62	109,13	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	19,80	20,00	47,20	m	0,62	29,09
6	A1	As T5-T5;TB-TC	1,00	Tump. Y	D10	4,45	0,18	0,18	0,06	15,67	16,00	76,96	m	0,62	47,42	kg
					Susut X	D10	0,88	0,18	0,18	0,25	18,80	19,00	23,56	m	0,62	14,52
7	B3	As T4-T5;TA-TB	1,00	Tump. Y	D10	2,85	0,18	0,18	0,40	4,00	4,00	12,84	m	0,62	7,93	kg
					Susut X	D10	1,20	0,18	0,18	0,25	12,40	13,00	20,28	m	0,62	12,50
8	B2	As T4-T5;TA-TB	2,00	Tump. Y	D10	2,85	0,18	0,18	0,40	4,00	5,00	32,10	m	0,62	19,78	kg
					Susut X	D10	1,21	0,18	0,18	0,25	12,40	13,00	40,82	m	0,62	25,15
9	B1	As T4-T5;TA-TB	1,00	Tump. Y	D10	2,85	0,18	0,18	0,40	4,00	5,00	16,05	m	0,62	9,89	kg
					Susut X	D10	1,21	0,18	0,18	0,25	12,40	13,00	20,41	m	0,62	12,58
10	B6	As T4-T5;TA-TB	1,00	Tump. Y	D10	2,62	0,18	0,18	0,40	3,80	4,00	11,92	m	0,62	7,35	kg
					Susut X	D10	1,12	0,18	0,18	0,25	11,48	12,00	17,76	m	0,62	10,94
11	B7	As T4-T5;TA-TB	2,00	Tump. Y	D10	2,62	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	35,76	m	0,62	22,04	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	11,48	12,00	56,64	m	0,62	34,90
12	B9	As T4-T5;TA-TB	1,00	Tump. Y	D10	3,80	0,18	0,18	0,40	4,70	5,00	20,80	m	0,62	12,82	kg
					Susut X	D10	1,48	0,18	0,18	0,25	16,20	17,00	31,28	m	0,62	19,28
13	B14	As T3-T4;TA-TB	4,00	Tump. Y	D10	2,47	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	67,92	m	0,62	41,85	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	10,88	11,00	103,84	m	0,62	63,99
14	B15	As T3-T4;TA-TB	1,00	Tump. Y	D10	2,55	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	17,46	m	0,62	10,76	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	11,20	12,00	28,32	m	0,62	17,45
15	B16	As T3-T4;TA-TB	3,00	Tump. Y	D10	2,55	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	52,38	m	0,62	32,28	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	11,20	12,00	84,96	m	0,62	52,35
16	A5	As T2-T3;TA-TB	3,00	Tump. Y	D10	4,80	0,18	0,18	0,06	34,33	35,00	541,80	m	0,62	333,87	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	20,20	21,00	148,68	m	0,62	91,62
17	A4	As T2-T3;TA-TB	1,00	Tump. Y	D10	4,80	0,18	0,18	0,06	34,33	35,00	180,60	m	0,62	111,29	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	20,20	21,00	49,56	m	0,62	30,54
18	B18	As T2-T3;TA-TB	4,00	Tump. Y	D10	2,45	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	67,44	m	0,62	41,56	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	10,80	11,00	103,84	m	0,62	63,99
19	B9	As T1-T2;TA-TB	1,00	Tump. Y	D10	3,80	0,18	0,18	0,40	4,70	5,00	20,80	m	0,62	12,82	kg
					Susut X	D10	1,48	0,18	0,18	0,25	16,20	17,00	31,28	m	0,62	19,28
20	B20	As T1-T2;TA-TB	2,00	Tump. Y	D10	2,62	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	35,76	m	0,62	22,04	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	11,48	12,00	56,64	m	0,62	34,90
21	B19	As T1-T2;TA-TB	1,00	Tump. Y	D10	2,62	0,18	0,18	0,40	4,35	5,00	14,90	m	0,62	9,18	kg
					Susut X	D10	1,34	0,18	0,18	0,25	11,48	12,00	20,40	m	0,62	12,57
22	B22	As T1-T2;TA-TB	1,00	Tump. Y	D10	2,88	0,18	0,18	0,40	4,35	5,00	16,20	m	0,62	9,98	kg
					Susut X	D10	1,34	0,18	0,18	0,25	12,52	13,00	22,10	m	0,62	13,62
23	B23	As T1-T2;TA-TB	1,00	Tump. Y	D10	2,88	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	19,44	m	0,62	11,98	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	12,52	13,00	30,68	m	0,62	18,93
24	B24	As T1-T2;TA-TB	1,00	Tump. Y	D10	2,88	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	19,44	m	0,62	11,98	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	12,52	13,00	30,68	m	0,62	18,93
25	B28	As T1-T2;TB-TC	1,00	Tump. Y	D10	2,83	0,18	0,18	0,40	6,38	7,00	22,33	m	0,62	13,76	kg
					Susut X	D10	2,15	0,18	0,18	0,25	12,32	13,00	32,63	m	0,62	20,13
26	B27	As T1-T2;TB-TC	3,00	Tump. Y	D10	2,83	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	57,42	m	0,62	35,38	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	12,32	13,00	92,04	m	0,62	56,72
27	B29	As T1-T2;TB-TD	3,00	Tump. Y	D10	2,59	0,18	0,18	0,40	6,00	6,00	53,10	m	0,62	32,72	kg
					Susut X	D10	2,00	0,18	0,18	0,25	11,36	12,00	84,96	m	0,62	52,35
28	B30	As T1-T2;TB-TD	1,00	Tump. Y	D10	2,59	0,18	0,18	0,40	6,38	7,00	20,65	m	0,62	12,73	kg
					Susut X	D10	2,15	0,18	0,18	0,25	11,36	12,00	30,12	m	0,62	18,56
SUB TOTAL ZONE 2											2261,44		kg			
TOTAL ZONE 1 & 2											4649,97		kg			

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.26 diatas, dapat diketahui volume besi toping *Half Slab* per lantai Zone 1 = 2388,53 kg, Zone 2 = 2261,44 kg dengan total = 4649,97 kg.

4.5.3 Perhitungan Volume Plat *Steel Deck*

Setelah desain dan perhitungan volume yang direncanakan sudah selesai, maka selanjutnya dilakukan perhitungan volume untuk item pekerjaan plat komposit *Steel Deck*. Volume tersebut meliputi sebagai berikut :

1. Volume beton plat *Steel Deck*

Volume *Steel Deck* dihitung sesuai dengan luasan yang akan dipasang.

$$V = P \times L \times T \times n$$

dengan,

V = volume (m³)

P = panjang plat (m)

L = lebar Plat (m)

T = tebal

n = jumlah plat

Sehingga didapat hasil perhitungan volume beton steel deck yang dapat dilihat pada tabel 4.27 dibawah ini:

Tabel 4.27 Perhitungan volume beton *Steel Deck*

NO	TYPE PLAT	AREA	JUMLAH	SAT	PANJANG	LEBAR	TINGGI	VOLUME STEEL DECK	SAT
ZONE 1									
1	SD1	As T1-T2;TD-TE	1,00	bh	8,15	2,90	0,15	3,55	m3
2	SD1	As T1-T2;TE-TF'	1,00	bh	8,15	2,58	0,15	3,16	m3
3	SD1	As T1-T2;TF'-TG	1,00	bh	8,15	2,84	0,15	3,47	m3
4	SD1	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	5,34	2,88	0,15	2,30	m3
5	SD1	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	5,34	2,63	0,15	2,10	m3
6	SD1	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	3,81	1,47	0,15	0,84	m3
7	SD1	As T2-T3;TG-TH	1,00	bh	8,01	2,45	0,15	2,95	m3
8	SD1	As T2-T3;TG-TH	1,00	bh	8,01	4,80	0,15	5,77	m3
9	SD1	As T3-T4;TG-TH	1,00	bh	8,01	2,55	0,15	3,06	m3
10	SD1	As T3-T4;TG-TH	1,00	bh	9,05	2,47	0,15	3,36	m3
11	SD1	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	3,81	1,48	0,15	0,84	m3
12	SD1	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	5,12	2,63	0,15	2,02	m3
13	SD1	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	2,85	2,42	0,15	1,03	m3
14	SD1	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	2,85	2,42	0,15	1,03	m3
15	SD1	As T4-T5;TF-TG	1,00	bh	8,87	4,70	0,15	6,26	m3
16	SD1	As T4-T5;TD'-TF	1,00	bh	8,87	2,50	0,15	3,33	m3
SUB TOTAL ZONE 1								45,08	m3

Tabel 4.27 Lanjutan

NO	TYPE PLAT	AREA	JUMLAH	SAT	PANJANG	LEBAR	TINGGI	VOLUME STEEL DECK	SAT
ZONE 2									
1	SD1	As T4-T5;TC-TD'	1,00	bh	8,87	2,50	0,15	3,33	m ³
2	SD1	As T4-T5;TB-TC	1,00	bh	8,87	4,70	0,15	6,26	m ³
3	SD1	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	2,85	2,40	0,15	1,03	m ³
4	SD1	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	2,85	2,40	0,15	1,03	m ³
5	SD1	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	5,12	2,63	0,15	2,02	m ³
6	SD1	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	3,81	1,48	0,15	0,84	m ³
7	SD1	As T3-T4;TA-TB	1,00	bh	8,90	2,47	0,15	3,30	m ³
8	SD1	As T3-T4;TA-TB	1,00	bh	8,01	2,55	0,15	3,06	m ³
9	SD1	As T2-T3;TA-TB	1,00	bh	8,01	4,80	0,15	5,77	m ³
10	SD1	As T2-T3;TA-TB	1,00	bh	8,01	2,48	0,15	2,98	m ³
11	SD1	As T1-T2;TA-TB	1,00	bh	3,82	1,51	0,15	0,86	m ³
12	SD1	As T1-T2;TA-TB	1,00	bh	5,34	2,63	0,15	2,10	m ³
13	SD1	As T1-T2;TA-TB	1,00	bh	5,34	2,88	0,15	2,30	m ³
14	SD1	As T1-T2;TB-TD	1,00	bh	8,15	2,83	0,15	3,46	m ³
15	SD1	As T1-T2;TB-TD	1,00	bh	8,15	2,59	0,15	3,16	m ³
SUB TOTAL ZONE 2								41,50	m³
TOTAL ZONE 1 & 2								86,57	m³

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.27 diatas, dapat diketahui volume beton *Steel Deck* per lantai Zone 1 = 45,08 m³, Zone 2 = 41,50 m³ dengan total = 86,57 m³.

2. Volume besi plat *Steel Deck*

Volume besi *Steel Deck* dihitung sesuai berat besi per type plat.

$$V = P \times BJ \times n$$

dengan,

V = Volume (kg)

P = Panjang total tulangan (m)

BJ = Berat Jenis Besi Beton (kg/m)

n = jumlah plat

Sehingga didapat hasil perhitungan volume besi *Steel Deck* yang dapat dilihat pada tabel 4.28 dibawah ini:

Tabel 4.28 Perhitungan volume besi *Steel Deck*

NO	TYPE PLAT	JUMLAH	TULANGAN	DIAMETER	PANJANG	PENYALURAN		JARAK	JUMLAH	JUMLAH	PANJANG TOTAL	SAT	BERAT PER M'	SAT	BERAT TOTAL	SAT		
						KANAN	KIRI											
ZONE 1																		
1	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,15	0,195	0,195	0,15	20,33	21,00	179,38	m	1,04	kg/m'	186,81	kg		
			Tump. Y	D13	8,15	0,5	0,5	0,15	20,33	21,00	192,19	m	1,04	kg/m'	200,15	kg		
			Susut X	D10	2,90	0,24	0,24	0,25	66,22	67,00	226,46	m	0,62	kg/m'	139,55	kg		
2	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,15	0,195	0,195	0,15	18,21	19,00	162,30	m	1,04	kg/m'	169,02	kg		
			Tump. Y	D13	8,15	0,5	0,5	0,15	18,21	19,00	173,89	m	1,04	kg/m'	181,09	kg		
			Susut X	D10	2,58	0,24	0,24	0,25	66,22	67,00	205,09	m	0,62	kg/m'	126,38	kg		
3	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,15	0,195	0,195	0,15	19,92	20,00	170,84	m	1,04	kg/m'	177,92	kg		
			Tump. Y	D13	8,15	0,5	0,5	0,15	19,92	20,00	183,04	m	1,04	kg/m'	190,62	kg		
			Susut X	D10	2,84	0,24	0,24	0,25	66,22	67,00	222,31	m	0,62	kg/m'	136,99	kg		
4	SD1	1,00	Lap. Y	D13	5,34	0,195	0,195	0,15	20,17	21,00	120,35	m	1,04	kg/m'	125,34	kg		
			Tump. Y	D13	5,34	0,5	0,5	0,15	20,17	21,00	133,16	m	1,04	kg/m'	138,68	kg		
			Susut X	D10	2,88	0,24	0,24	0,25	43,73	44,00	147,62	m	0,62	kg/m'	90,97	kg		
5	SD1	1,00	Lap. Y	D13	5,34	0,195	0,195	0,15	18,50	19,00	108,89	m	1,04	kg/m'	113,40	kg		
			Tump. Y	D13	5,34	0,5	0,5	0,15	18,50	19,00	120,48	m	1,04	kg/m'	125,47	kg		
			Susut X	D10	2,63	0,24	0,24	0,25	43,73	44,00	136,62	m	0,62	kg/m'	84,19	kg		
6	SD1	1,00	Lap. Y	D13	3,81	0,195	0,195	0,15	10,82	11,00	46,22	m	1,04	kg/m'	48,14	kg		
			Tump. Y	D13	3,81	0,5	0,5	0,15	10,82	11,00	52,93	m	1,04	kg/m'	55,12	kg		
			Susut X	D10	1,47	0,24	0,24	0,25	31,50	32,00	62,50	m	0,62	kg/m'	38,51	kg		
7	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,01	0,195	0,195	0,15	17,34	18,00	151,25	m	1,04	kg/m'	157,52	kg		
			Tump. Y	D13	8,01	0,5	0,5	0,15	17,34	18,00	162,23	m	1,04	kg/m'	168,95	kg		
			Susut X	D10	2,45	0,24	0,24	0,25	65,10	66,00	193,45	m	0,62	kg/m'	119,21	kg		
8	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,01	0,195	0,195	0,15	33,00	33,00	277,30	m	1,04	kg/m'	288,78	kg		
			Tump. Y	D13	8,01	0,5	0,5	0,15	33,00	33,00	297,43	m	1,04	kg/m'	309,75	kg		
			Susut X	D10	4,80	0,24	0,24	0,25	65,10	66,00	348,48	m	0,62	kg/m'	214,74	kg		
9	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,01	0,195	0,195	0,15	18,00	18,00	151,25	m	1,04	kg/m'	157,52	kg		
			Tump. Y	D13	8,01	0,5	0,5	0,15	18,00	18,00	162,23	m	1,04	kg/m'	168,95	kg		
			Susut X	D10	2,55	0,24	0,24	0,25	65,10	66,00	199,98	m	0,62	kg/m'	123,23	kg		
10	SD1	1,00	Lap. Y	D13	9,05	0,195	0,195	0,15	17,49	18,00	169,87	m	1,04	kg/m'	176,90	kg		
			Tump. Y	D13	9,05	0,5	0,5	0,15	17,49	18,00	180,85	m	1,04	kg/m'	188,34	kg		
			Susut X	D10	2,47	0,24	0,24	0,25	73,38	74,00	218,60	m	0,62	kg/m'	134,70	kg		
11	SD1	1,00	Lap. Y	D13	3,81	0,195	0,195	0,15	10,84	11,00	46,16	m	1,04	kg/m'	48,07	kg		
			Tump. Y	D13	3,81	0,5	0,5	0,15	10,84	11,00	52,87	m	1,04	kg/m'	55,06	kg		
			Susut X	D10	1,48	0,24	0,24	0,25	31,45	32,00	62,59	m	0,62	kg/m'	38,57	kg		
12	SD1	1,00	Lap. Y	D13	5,12	0,195	0,195	0,15	18,50	19,00	104,71	m	1,04	kg/m'	109,05	kg		
			Tump. Y	D13	5,12	0,5	0,5	0,15	18,50	19,00	116,30	m	1,04	kg/m'	121,16	kg		
			Susut X	D10	2,63	0,24	0,24	0,25	41,97	42,00	130,41	m	0,62	kg/m'	80,36	kg		
13	SD1	1,00	Lap. Y	D13	2,85	0,195	0,195	0,15	17,16	18,00	58,25	m	1,04	kg/m'	60,66	kg		
			Tump. Y	D13	2,85	0,5	0,5	0,15	17,16	18,00	69,23	m	1,04	kg/m'	72,10	kg		
			Susut X	D10	2,42	0,24	0,24	0,25	23,77	24,00	69,70	m	0,62	kg/m'	42,95	kg		
14	SD1	1,00	Lap. Y	D13	2,85	0,195	0,195	0,15	17,16	18,00	58,25	m	1,04	kg/m'	60,66	kg		
			Tump. Y	D13	2,85	0,5	0,5	0,15	17,16	18,00	69,23	m	1,04	kg/m'	72,10	kg		
			Susut X	D10	2,42	0,24	0,24	0,25	23,77	24,00	69,70	m	0,62	kg/m'	42,95	kg		
15	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,87	0,195	0,195	0,15	32,35	33,00	305,68	m	1,04	kg/m'	318,34	kg		
			Tump. Y	D13	8,87	0,5	0,5	0,15	32,35	33,00	325,81	m	1,04	kg/m'	339,30	kg		
			Susut X	D10	4,70	0,24	0,24	0,25	71,98	72,00	373,10	m	0,62	kg/m'	229,92	kg		
16	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,87	0,195	0,195	0,15	17,68	18,00	166,75	m	1,04	kg/m'	173,66	kg		
			Tump. Y	D13	8,87	0,5	0,5	0,15	17,68	18,00	177,73	m	1,04	kg/m'	185,09	kg		
			Susut X	D10	2,50	0,24	0,24	0,25	71,99	72,00	214,70	m	0,62	kg/m'	132,31	kg		
													SUB TOTAL ZONE 1				6.719,19	kg
ZONE 2																		
1	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,87	0,195	0,195	0,15	17,68	18,00	166,75	m	1,04	kg/m'	173,66	kg		
			Tump. Y	D13	8,87	0,5	0,5	0,15	17,68	18,00	177,73	m	1,04	kg/m'	185,09	kg		
			Susut X	D10	2,50	0,24	0,24	0,25	71,99	72,00	214,70	m	0,62	kg/m'	132,31	kg		
2	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,87	0,195	0,195	0,15	32,35	33,00	305,71	m	1,04	kg/m'	318,37	kg		
			Tump. Y	D13	8,87	0,5	0,5	0,15	32,35	33,00	325,84	m	1,04	kg/m'	339,34	kg		
			Susut X	D10	4,70	0,24	0,24	0,25	71,99	72,00	373,18	m	0,62	kg/m'	229,96	kg		
3	SD1	1,00	Lap. Y	D13	2,85	0,195	0,195	0,15	17,01	18,00	58,25	m	1,04	kg/m'	60,66	kg		
			Tump. Y	D13	2,85	0,5	0,5	0,15	17,01	18,00	69,23	m	1,04	kg/m'	72,10	kg		
			Susut X	D10	2,40	0,24	0,24	0,25	23,77	24,00	69,17	m	0,62	kg/m'	42,62	kg		
4	SD1	1,00	Lap. Y	D13	2,85	0,195	0,195	0,15	17,01	18,00	58,25	m	1,04	kg/m'	60,66	kg		
			Tump. Y	D13	2,85	0,5	0,5	0,15	17,01	18,00	69,23	m	1,04	kg/m'	72,10	kg		
			Susut X	D10	2,40	0,24	0,24	0,25	23,77	24,00	69,17	m	0,62	kg/m'	42,62	kg		
5	SD1	1,00	Lap. Y	D13	5,12	0,195	0,195	0,15	18,50	19,00	104,77	m	1,04	kg/m'	109,11	kg		
			Tump. Y	D13	5,12	0,5	0,5	0,15	18,50	19,00	116,36	m	1,04	kg/m'	121,18	kg		
			Susut X	D10	2,63	0,24	0,24	0,25	41,99	42,00	130,41	m	0,62	kg/m'	80,36	kg		
6	SD1	1,00	Lap. Y	D13	3,81	0,195	0,195	0,15	10,85	11,00	46,19	m	1,04	kg/m'	48,10	kg		
			Tump. Y	D13	3,81	0,5	0,5	0,15	10,85	11,00	52,90	m	1,04	kg/m'	55,09	kg		
			Susut X	D10	1,48	0,24	0,24	0,25	31,47	32,00	62,66	m	0,62	kg/m'	38,61	kg		
7	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,90	0,195	0,195	0,15	17,49	18,00	167,15	m	1,04	kg/m'	174,07	kg		
			Tump. Y	D13	8,90	0,5	0,5	0,15	17,49	18,00	178,13	m	1,04	kg/m'	185,51	kg		
			Susut X	D10	2,47	0,24	0,24	0,25	72,17	73,00	215,57	m	0,62	kg/m'	132,84	kg		

Tabel 4.28 Lanjutan

NO	TYPE PLAT	JUMLAH	TULANGAN	DIAMETER	PANJANG	PENYALURAN			JUMLAH	JUMLAH	PANJANG TOTAL	SAT	BERAT PER M ²	SAT	BERAT TOTAL	SAT
						KANAN	KIRI	JARAK								
8	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,01	0,195	0,195	0,15	18,00	18,00	151,15	m	1,04	kg/m ²	157,41	kg
			Tump. Y	D13	8,01	0,5	0,5	0,15	18,00	18,00	162,13	m	1,04	kg/m ²	168,84	kg
			Susut X	D10	2,55	0,24	0,24	0,25	65,06	66,00	199,98	m	0,62	kg/m ²	123,23	kg
9	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,01	0,195	0,195	0,15	33,00	33,00	277,10	m	1,04	kg/m ²	288,58	kg
			Tump. Y	D13	8,01	0,5	0,5	0,15	33,00	33,00	297,23	m	1,04	kg/m ²	309,54	kg
			Susut X	D10	4,80	0,24	0,24	0,25	65,06	66,00	348,48	m	0,62	kg/m ²	214,74	kg
10	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,01	0,195	0,195	0,15	17,52	18,00	151,15	m	1,04	kg/m ²	157,41	kg
			Tump. Y	D13	8,01	0,5	0,5	0,15	17,52	18,00	162,13	m	1,04	kg/m ²	168,84	kg
			Susut X	D10	2,48	0,24	0,24	0,25	65,06	66,00	195,23	m	0,62	kg/m ²	120,30	kg
11	SD1	1,00	Lap. Y	D13	3,82	0,195	0,195	0,15	11,03	12,00	50,48	m	1,04	kg/m ²	52,58	kg
			Tump. Y	D13	3,82	0,5	0,5	0,15	11,03	12,00	57,80	m	1,04	kg/m ²	60,20	kg
			Susut X	D10	1,51	0,24	0,24	0,25	31,54	32,00	63,52	m	0,62	kg/m ²	39,14	kg
12	SD1	1,00	Lap. Y	D13	5,34	0,195	0,195	0,15	18,50	19,00	108,89	m	1,04	kg/m ²	113,40	kg
			Tump. Y	D13	5,34	0,5	0,5	0,15	18,50	19,00	120,48	m	1,04	kg/m ²	125,47	kg
			Susut X	D10	2,63	0,24	0,24	0,25	43,73	44,00	136,62	m	0,62	kg/m ²	84,19	kg
13	SD1	1,00	Lap. Y	D13	5,34	0,195	0,195	0,15	20,17	21,00	120,35	m	1,04	kg/m ²	125,34	kg
			Tump. Y	D13	5,34	0,5	0,5	0,15	20,17	21,00	133,16	m	1,04	kg/m ²	138,68	kg
			Susut X	D10	2,88	0,24	0,24	0,25	43,73	44,00	147,62	m	0,62	kg/m ²	90,97	kg
14	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,15	0,195	0,195	0,15	19,85	20,00	170,84	m	1,04	kg/m ²	177,92	kg
			Tump. Y	D13	8,15	0,5	0,5	0,15	19,85	20,00	183,04	m	1,04	kg/m ²	190,62	kg
			Susut X	D10	2,83	0,24	0,24	0,25	66,22	67,00	221,64	m	0,62	kg/m ²	136,58	kg
15	SD1	1,00	Lap. Y	D13	8,15	0,195	0,195	0,15	18,25	19,00	162,30	m	1,04	kg/m ²	169,02	kg
			Tump. Y	D13	8,15	0,5	0,5	0,15	18,25	19,00	173,89	m	1,04	kg/m ²	181,09	kg
			Susut X	D10	2,59	0,24	0,24	0,25	66,22	67,00	205,49	m	0,62	kg/m ²	126,63	kg
												SUB TOTAL ZONE 2		6.195,05	kg	
												TOTAL ZONE 1 & 2		12.914,25	kg	

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.28 diatas, dapat diketahui volume besi *Steel Deck* per lantai Zone 1 = 6719,19 kg , Zone 2 = 6195,05 kg dengan total = 12914,25 kg.

3. Volume plat *Steel Deck*

Volume besi *Steel Deck* dihitung sesuai berat besi per type plat.

$$V = P \times L \times n$$

dengan,

$$V = \text{Volume (m}^3\text{)}$$

$$P = \text{Panjang (m)}$$

$$L = \text{lebar (m)}$$

$$n = \text{jumlah plat}$$

Sehingga didapat hasil perhitungan volume plat *Steel Deck* yang dapat dilihat pada tabel 4.29 dibawah ini:

Tabel 4.29 Perhitungan volume plat steel deck

NO	TYPE PLAT	AREA	JUMLAH	SAT	PANJANG	LEBAR	VOLUME STEEL DECK	SAT
ZONE 1								
1	SD1	As T1-T2;TD-TE	1,00	bh	8,15	2,90	23,64	m2
2	SD1	As T1-T2;TE-TF'	1,00	bh	8,15	2,58	21,04	m2
3	SD1	As T1-T2;TF'-TG	1,00	bh	8,15	2,84	23,14	m2
4	SD1	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	5,34	2,88	15,36	m2
5	SD1	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	5,34	2,63	14,02	m2
6	SD1	As T1-T2;TG-TH	1,00	bh	3,81	1,47	5,62	m2
7	SD1	As T2-T3;TG-TH	1,00	bh	8,01	2,45	19,64	m2
8	SD1	As T2-T3;TG-TH	1,00	bh	8,01	4,80	38,46	m2
9	SD1	As T3-T4;TG-TH	1,00	bh	8,01	2,55	20,43	m2
10	SD1	As T3-T4;TG-TH	1,00	bh	9,05	2,47	22,38	m2
11	SD1	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	3,81	1,48	5,62	m2
12	SD1	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	5,12	2,63	13,44	m2
13	SD1	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	2,85	2,42	6,90	m2
14	SD1	As T4-T5;TG-TH	1,00	bh	2,85	2,42	6,90	m2
15	SD1	As T4-T5;TF-TG	1,00	bh	8,87	4,70	41,72	m2
16	SD1	As T4-T5;TD'-TF	1,00	bh	8,87	2,50	22,20	m2
SUB TOTAL ZONE 1							300,51	m2
ZONE 2								
1	SD1	As T4-T5;TC-TD'	1,00	bh	8,87	2,50	22,20	m2
2	SD1	As T4-T5;TB-TC	1,00	bh	8,87	4,70	41,73	m2
3	SD1	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	2,85	2,40	6,84	m2
4	SD1	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	2,85	2,40	6,84	m2
5	SD1	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	5,12	2,63	13,45	m2
6	SD1	As T4-T5;TA-TB	1,00	bh	3,81	1,48	5,63	m2
7	SD1	As T3-T4;TA-TB	1,00	bh	8,90	2,47	22,00	m2
8	SD1	As T3-T4;TA-TB	1,00	bh	8,01	2,55	20,42	m2
9	SD1	As T2-T3;TA-TB	1,00	bh	8,01	4,80	38,43	m2
10	SD1	As T2-T3;TA-TB	1,00	bh	8,01	2,48	19,84	m2
11	SD1	As T1-T2;TA-TB	1,00	bh	3,82	1,51	5,74	m2
12	SD1	As T1-T2;TA-TB	1,00	bh	5,34	2,63	14,02	m2
13	SD1	As T1-T2;TA-TB	1,00	bh	5,34	2,88	15,36	m2
14	SD1	As T1-T2;TB-TD	1,00	bh	8,15	2,83	23,05	m2
15	SD1	As T1-T2;TB-TD	1,00	bh	8,15	2,59	21,09	m2
SUB TOTAL ZONE 2							276,65	m2
TOTAL ZONE 1 & 2							577,15	m2

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.11 diatas, dapat diketahui volume plat *Steel Deck* per lantai Zone 1 = 300,51 m², Zone 2 = 276,65 m² dengan total = 577,15 m².

4.5.4 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Tahap lanjutan pada proses setelah perhitungan volume pekerjaan adalah perhitungan analisa harga satuan. Daftar bahan dan upah serta analisa harga satuan lainnya sudah ada dari Kontraktor PT. PP (Persero). Rincian biaya tower crane dan daftar upah dan bahan berdasarkan data dari Kontraktor PT. PP (Persero) Tbk dapat dilihat pada tabel 4.30 dan 4.31 dibawah ini.

Tabel 4.30 Rincian biaya *Tower Crane*

No	Item Pekerjaan	Harga (Rp)
1	Biaya pondasi + angkur	35.000.000,-
2	Biaya sewa TC	70.000.000,-
3	Biaya erection dan dismantling	10.000.000,-
4	Biaya mobilisasi + demobilisasi	7.500.000,-
5	Biaya listrik kerja	47.000.000,-
6	Biaya asuransi alat	2.000.000,-
7	Biaya perjanjian disnaker	1.000.000,-
Jumlah biaya per bulan		172.500.000,-
Jumlah biaya per hari		5.750.000,-

Sumber: Rincian biaya TC PT. PP Persero (2016)

Tabel 4.31 Daftar harga upah dan bahan

NO	URAIAN	HARGA	SAT	KETERANGAN
A	BAHAN/MATERIAL			
1	Plat t=3mm	9.875	kg	
2	Minyak bekisting	30.100	L	
3	bolt Ø12 (10-15cm)	22.500	bh	
4	Besi Beton	7.140	kg	
5	Kawat Beendrat	15.930	kg	
6	Beton Readymix K-350 (PC Rate)	817.500	m3	
7	Besi Hollow 50.50.3 mm	9.875	kg	
8	Phenol Film 12mm	128.900	Lbr	
9	Steel Deck TCT 0,1mm 900 x 4500mm	465.750	lbr	
10	Paku	15.000	kg	
B	UPAH			
1	Mandor	110.000	OH	
2	Tukang Batu	90.000	OH	
3	Tukang Bekisting	90.000	OH	
4	Tukang Besi	90.000	OH	
5	Tukang Erection	90.000	OH	
6	Pekerja	80.000	OH	

Sumber: Daftar harga upah dan bahan PT. PP Persero (2016)

Setelah didapatkan data biaya tenaga kerja dan alat yang digunakan untuk pekerjaan plat lantai kemudian dilakukan perhitungan analisa harga satuan item pekerjaan erection dengan tower crane dengan mengacu pada harga PT. PP Persero diatas.

1. Perhitungan analisa harga satuan erection balok dan plat precast.
 - a. Volume:
 - 1) Volume balok *U-Shell* : 53 bh
 - 2) Volume plat *Half Slab* : 102 bh
 - b. Durasi pekerjaan erection
 - 1) Durasi pekerjaan balok U-Shell : 1 hari
 - 2) Durasi pekerjaan plat Half Slab : 2 hari
 - c. Perhitungan analisa harga satuan erection dengan tower crane
 - 1) Analisa 1 bh harga satuan erection balok U-Shell
 = (Durasi x Biaya per hari) / volume balok U-Shell
 = (1 hari x Rp. 5.570.000) / 53 bh
 = Rp. 108.490,57,-
 - 2) Analisa 1 bh harga satuan erection plat Half Slab
 = (Durasi x Biaya per hari) / volume balok U-Shell
 = (2 hari x Rp. 5.570.000) / 102 bh
 = Rp. 112.745,10,-
 - d. Perhitungan analisa harga satuan tenaga kerja erection dengan tower crane
 - 1) Koefisien tenaga kerja erection balok U-Shell

Mandor	= (Jumlah tenaga kerja x durasi) / jumlah
balok	= 1 x 1 / 53 = 0,019 OH
Tukang	= (Jumlah tenaga kerja x durasi) / jumlah
balok	= 6 x 1 / 53 = 0,113 OH
Pekerja	= (Jumlah tenaga kerja x durasi) / jumlah
balok	= 3 x 1 / 53 = 0,057 OH

2) Koefisien tenaga kerja erection plat Half Slab

Mandor = (Jumlah tenaga kerja x durasi) / jumlah plat
 = $1 \times 2 / 102 = 0,020 \text{ OH}$

Tukang = (Jumlah tenaga kerja x durasi) / jumlah plat
 = $6 \times 2 / 102 = 0,118 \text{ OH}$

Pekerja = (Jumlah tenaga kerja x durasi) / jumlah plat
 = $3 \times 2 / 102 = 0,059 \text{ OH}$

Sehingga didapatkan analisa harga satuan item pekerjaan erection dengan tower crane dapat dilihat pada tabel 4.23 dibawah ini.

Tabel 4.32 Analisa harga satuan *Erection U-Shell dan Half Slab*

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	KOEF.	HARGA SATUAN	JUMLAH
1	2	3	4	5	6 = 4x5
1	1 bh Erection Balok U-Shell				135.083,02
	Bahan/Alat				
	Tower Crane	bh	1,000	108.490,57	108.490,57
	Alat Bantu	m2	1,00	9.800,00	9.800,00
	Tenaga Kerja				
	Mandor	OH	0,019	110.000,00	2.075,47
	Tukang	OH	0,113	90.000,00	10.188,68
	Pekerja	OH	0,057	80.000,00	4.528,30
2	1 bh Erection Plat Half Slab				139.996,08
	Bahan/Alat				
	Tower Crane	bh	1,000	112.745,10	112.745,10
	Alat Bantu	m2	1,00	9.800,00	9.800,00
	Tenaga Kerja				
	Mandor	OH	0,020	110.000,00	2.156,86
	Tukang	OH	0,118	90.000,00	10.588,24
	Pekerja	OH	0,059	80.000,00	4.705,88

Sumber: Hasil analisis (2018)

Selain membuat analisa harga satuan untuk pekerjaan erection dengan *Tower Crane*, analisa untuk pekerjaan lainnya diambil dari PT. PP (Persero). Adapun daftar analisa harga pekerjaan struktur lainnya dapat dilihat pada tabel 4.33 dibawah ini.

Tabel 4.33 Analisa harga satuan pekerjaan

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	KOEF.	HARGA SATUAN	JUMLAH
1	2	3	4	5	6 = 4x5
1	1 m2 Bekisting untuk plat beton pracetak (Half Slab) (Analisa PT. PP) 10 Kali pakai				70.040,00
	Bahan/Alat				
	Plat t=3mm	kg	5,370	9.875,00	53.028,75
	Minyak bekisting	L	0,020	30.100,00	602,00
	bolt Ø12 (10-15cm)	bh	0,069	22.500,00	1.559,25
	Tenaga kerja				
	Upah Fabrikasi	kg	3,300	4.500,00	14.850,00
2	1 m2 Bekisting untuk balok beton pracetak (U-Shell) (Analisa PT. PP) 10 kali pakai				53.736,38
	Bahan/Alat				
	Plat t=3mm	kg	3,719	9.875,00	36.725,13
	Minyak bekisting	L	0,020	30.100,00	602,00
	bolt Ø12 (10-15cm)	bh	0,069	22.500,00	1.559,25
	Tenaga kerja				
	Upah Fabrikasi	kg	3,300	4.500,00	14.850,00
3	1 bh Bongkar dari bekisting plat pracetak (Half Slab) (Analisa PT. PP)				5.000,00
	Tenaga kerja				
	Upah bongkar plat pracetak	bh	1,000	5.000,00	5.000,00
4	1 bh Bongkar dari bekisting balok pracetak (U-Shell) (Analisa PT. PP)				5.000,00
	Tenaga kerja				
	Upah bongkar balok pracetak	bh	1,000	5.000,00	5.000,00
5	1 kg Pembesian (Analisa PT. PP)				8.580,94
	Bahan/Alat				
	Besi Beton	kg	1,03	7.140,00	7.354,20
	Kawat Bendrat	kg	0,018	15.930,00	286,74
	Upah Pembesian	kg	1,00	940,00	940,00
6	1 m3 Pengecoran Beton K-350 (Analisa PT. PP)				897.165,00
	Bahan/Alat				
	Beton Readymix K-350 (PC Rate)	m3	1,03	817.500,00	842.025,00
	Tenaga Kerja				
	Upah Pengecoran Plat	m3	1,00	42.890,00	42.890,00
	Alat Bantu	m3	1,00	12.250,00	12.250,00
7	1 m2 Pekerjaan Bekisting Konvensional (Analisa PT. PP)				159.300,00
	Bahan/Alat				
	Besi Hollow 50.50.3 mm	kg	9,313	9.875,00	91.968,00
	Phenol Film 12mm	Lbr	0,08	128.900,00	10.312,00
	Minyak bekisting	L	0,20	30.100,00	6.020,00
	Paku	kg	0,08	15.000,00	1.200,00
	Alat Bantu	m2	1,00	9.800,00	9.800,00
	Tenaga Kerja				
	Upah Bekisting	m2	1,00	40.000,00	40.000,00
8	1 bh Erection Balok U-Shell				135.083,02
	Bahan/Alat				
	Tower Crane	bh	1,000	108.490,57	108.490,57
	Alat Bantu	m2	1,000	9.800,00	9.800,00
	Tenaga Kerja				
	Mandor	OH	0,019	110.000,00	2.075,47
	Tukang	OH	0,113	90.000,00	10.188,68
	Pekerja	OH	0,057	80.000,00	4.528,30

Tabel 4.33 Lanjutan

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	KOEF.	HARGA SATUAN	JUMLAH
1	2	3	4	5	6 = 4x5
9	1 bh Erection Plat Half Slab				139.996,08
	Bahan/Alat				
	Tower Crane	bh	1,000	112.745,10	112.745,10
	Alat Bantu	m2	1,000	9.800,00	9.800,00
	Tenaga Kerja				
	Mandor	OH	0,020	110.000,00	2.156,86
	Tukang	OH	0,118	90.000,00	10.588,24
	Pekerja	OH	0,059	80.000,00	4.705,88
10	1 m2 Steel Deck (Analisa PT. PP)				133.650,98
	Bahan/Alat				
	Steel Deck	m2	1,000	115.000,00	115.000,00
	Paku	kg	0,08	15.000,00	1.200,00
	Tenaga Kerja				
	Mandor	OH	0,020	110.000,00	2.156,86
	Tukang	OH	0,118	90.000,00	10.588,24
	Pekerja	OH	0,059	80.000,00	4.705,88

Sumber: Analisa harga satuan PT. PP Persero (2016)

4.5.5 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Alternatif 1 dan 2

Setelah didapatkan volume dan analisa harga satuan pekerjaan kemudian dilakukan perhitungan anggaran biaya pekerjaan alternatif 1 balok *U-Shell & Half Slab* dan alternatif 2 balok *U-Shell & Steel Deck*.

1. Rencana anggaran biaya pekerjaan alternatif 1

Pada tabel 4.34 dibawah ini ditampilkan rencana anggaran biaya untuk pekerjaan Alternatif 1 balok *U-Shell* dan plat *Half Slab*.

Tabel 4.34 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Alternatif 1

NO	JENIS PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH
1	3	4	5	6	7=5x6
A Pekerjaan Fabrikasi Balok U-Shell					
1	Bekisting pembuatan U-Shell	m2	367,61	53.736,38	19.754.011,62
2	Pembesian	kg	22.726,39	8.580,94	195.013.786,61
3	Pengecoran K-350	m3	71,06	897.165,00	63.752.072,99
Sub Total					278.519.871,22
B Pekerjaan Fabrikasi Plat Half Slab					
1	Bekisting pembuatan Half Slab	m2	568,48	70.040,00	39.816.073,05
2	Pembesian	kg	2.665,12	8.580,94	22.869.214,77
3	Pengecoran K-350	m3	45,48	897.165,00	40.801.356,00
Sub Total					103.486.643,82
C Pekerjaan Erection, Pembesian, dan Pengecoran					
1	Bongkar/stripping balok U-Shell	bh	53,00	5.000,00	265.000,00
2	Erection balok U-Shell	bh	53,00	135.083,02	7.159.400,00
3	Bongkar/stripping plat Half Slab	bh	102,00	5.000,00	510.000,00
4	Erection plat Half Slab	bh	102,00	139.996,08	14.279.600,00
5	Pembesian topping	kg	4.649,97	8.580,94	39.901.132,69
6	Cor beton topping K-350 U-Shell	m3	28,34	897.165,00	25.423.940,72
7	Cor beton topping K-350 Half Slab	m3	39,79	897.165,00	35.701.186,50
Sub Total					123.240.259,90
D Pekerjaan Area Konvensional					
1	Bekisting balok konvensional	m2	427,56	159.300,00	68.110.358,98
2	Pembesian balok	kg	11.607,73	8.580,94	99.605.264,50
3	Pengecoran K-350 balok	m3	29,86	897.165,00	26.791.534,19
4	Bekisting plat konvensional	m2	354,67	159.300,00	56.499.536,34
5	Pembesian plat	kg	2.063,54	8.580,94	17.707.078,77
6	Pengecoran K-350 plat	m3	53,20	897.165,00	47.727.895,05
Sub Total					194.507.157,66
Total Biaya per Lantai (A+B+C+D)					699.753.932,60

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel di atas didapatkan total biaya pekerjaan alternatif 1 balok *U-Shell* dan *Half Slab* adalah sebesar **Rp. 699.753.932,60,-**.

2. Rencana anggaran biaya pekerjaan alternatif 2

Pada tabel 4.35 dibawah ini ditampilkan rencana anggaran biaya untuk pekerjaan Alternatif 2 balok *U-Shell* dan plat *Steel Deck*.

Tabel 4.35 Rencana anggaran biaya pekerjaan alternatif 2

NO	JENIS PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH
1	3	4	5	6	7=5x6
A Pekerjaan Fabrikasi Balok U-Shell					
1	Bekisting pembuatan U-Shell	m2	367,61	53.736,38	19.754.011,62
2	Pembesian	kg	22.726,39	8.580,94	195.013.786,61
3	Pengecoran K-350	m3	71,06	897.165,00	63.752.072,99
Sub Total					278.519.871,22
B Pekerjaan Erection, Pembesian, dan Pengecoran					
1	Bongkar/stripping balok U-Shell	bh	53,00	5.000,00	265.000,00
2	Erection balok U-Shell	bh	53,00	135.083,02	7.159.400,00
3	Pasang Steel Deck	m2	577,15	133.650,98	77.136.845,50
5	Pembesian toping	kg	12.914,25	8.580,94	110.816.377,45
6	Cor beton toping K-350 U-Shell	m3	28,34	897.165,00	25.423.940,72
7	Cor beton toping K-350 Plat Steel Deck	m3	86,57	897.165,00	77.670.000,39
Sub Total					298.471.564,05
C Pekerjaan Area Konvensional					
1	Bekisting balok konvensional	m2	427,56	159.300,00	68.110.358,98
2	Pembesian balok	kg	11.607,73	8.580,94	99.605.264,50
3	Pengecoran K-350 balok	m3	29,86	897.165,00	26.791.534,19
4	Bekisting plat konvensional	m2	346,00	159.300,00	55.117.582,87
5	Pembesian plat	kg	2.063,54	8.580,94	17.707.078,77
6	Pengecoran K-350 plat	m3	51,90	897.165,00	46.560.437,16
Sub Total					194.507.157,66
Total Biaya per Lantai (A+B+C)					771.498.592,93

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel di atas didapatkan total biaya pekerjaan alternatif 2 balok *U-Shell* dan plat komposit *Steel Deck* adalah sebesar **Rp. 771.498.592,93,-**

4.6 Perbandingan Biaya Eksisting dengan Biaya Alternatif

Setelah dilakukan perhitungan biaya alternatif yang dilakukan dengan menggunakan metode alternatif 1 balok *U-Shell* & plat *Half Slab* serta alternatif 2 balok *U-Shell* dan plat *Steel Deck*, maka selanjutnya akan dibandingkan dengan biaya eksisting yang ada sebelumnya untuk mengetahui berapa selisih biaya yang didapatkan. Apakah desain yang diusulkan dengan menggunakan metode alternatif 1 dan alternatif 2 pada proyek ini dari segi biaya menghasilkan penghematan atau justru sebaliknya. Rekapitulasi perbandingan biaya eksisting terhadap biaya

pekerjaan alternatif-alternatif dapat dilihat pada tabel 4.36 sebagai berikut:

Tabel 4.36 Rekapitulasi perbandingan biaya eksisting dengan alternatif 1

NO	URAIAN	JUMLAH	KETERANGAN
1	Biaya Awal/Eksisting	892.600.395	
2	Biaya Alternatif 1 (U-Shell dan Half Slab)	699.753.933	
TOTAL PENGHEMATAN		192.846.462	
PERSENTASE PENGHEMATAN		21,61%	

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.36 diatas dapat diketahui penghematan biaya pekerjaan eksisting terhadap pekerjaan alternatif 1 (*U-Shell & Half Slab*) sebesar **Rp. 192.846.462,-**. Prosentase penghematan biaya yang terjadi terhadap biaya awal sebesar **21,61 %**.

Tabel 4.37 Rekapitulasi perbandingan biaya eksisting dengan alternatif 2

NO	URAIAN	JUMLAH	KETERANGAN
1	Biaya Awal/Eksisting	892.600.395	
2	Biaya Alternatif 2 (U-Shell dan komposit Steel Deck)	771.498.593	
TOTAL PENGHEMATAN		121.101.802	
PERSENTASE PENGHEMATAN		13,57%	

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.37 diatas dapat diketahui penghematan biaya pekerjaan eksisting terhadap pekerjaan alternatif 2 (U-Shell & komposit Steel Deck) sebesar **Rp. 121.101.802,-**. Prosentase penghematan biaya yang terjadi terhadap biaya awal sebesar **13,57 %**.

4.7 Perbandingan Biaya Eksisting dengan Biaya Alternatif

Setelah dibuat *Time Schedule* metode pekerjaan alternatif 1 balok *U-Shell* dan *Half Slab* serta alternatif 2 balok *U-Shell* dan plat *Steel Deck*, maka selanjutnya akan dibandingkan dengan waktu terhadap desain eksisting. Perbandingan waktu pekerjaan *Floor to Floor* (FTF) diambil hanya pada 1 lantai saja yaitu pada lantai 4. Rekapitulasi perbandingan waktu pelaksanaan eksisting terhadap waktu pelaksanaan pekerjaan alternatif-alternatif dapat dilihat pada tabel 4.38 dibawah ini.

Tabel 4.38 Perbandingan waktu pelaksanaan eksisting dengan alternatif 1

NO	URAIAN	DURASI FTF
1	Waktu Eksisting (Desain Awal)	8 Hari
2	Waktu Alternatif 1 (U-Shell & Half Slab)	8 Hari
TOTAL PENGHEMATAN		0 Hari
PROSENTASE PENGHEMATAN		0 %

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.38 diatas dapat diketahui penghematan waktu pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan metode alternatif 1 adalah **0 hari**. Persentase penghematan waktu yang didapatkan sebesar **0,00%** terhadap total durasi awal 8 hari.

Tabel 5.39 Perbandingan waktu pelaksanaan eksisting dengan alternatif 2

NO	URAIAN	DURASI FTF
1	Waktu Eksisting (Desain Awal)	8 Hari
2	Waktu Alternatif 2 (U-Shell & komposit Steel Deck)	9 Hari
TOTAL PENGHEMATAN		-1 Hari
PROSENTASE PENGHEMATAN		-0,125 %

Sumber: Hasil analisis (2018)

Dari tabel 4.39 diatas dapat diketahui penghematan waktu pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan metode alternatif 2 adalah **-1 hari** . Persentase penghematan waktu yang didapatkan sebesar **-0,125%** terhadap total durasi awal 8 hari.