

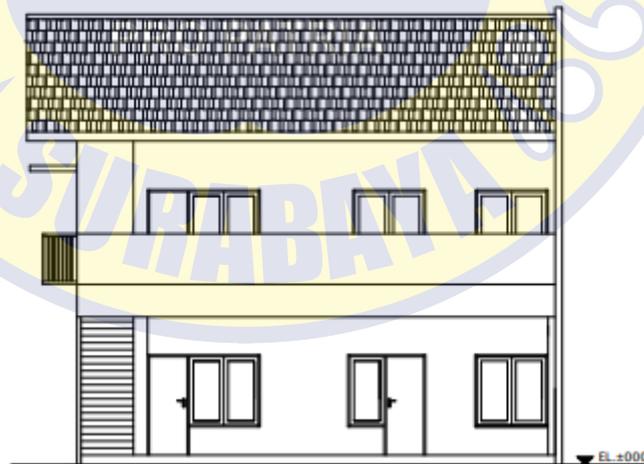
BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

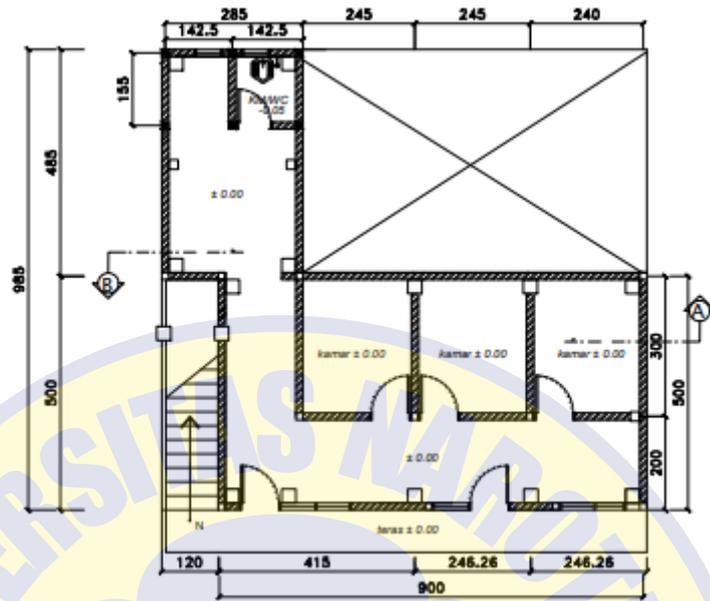
4.1 Data Bangunan

Proyek Rumah Negara KPP Pratama Sidoarjo Selatan adalah rumah negara yang terletak di tengah kota Sidoarjo tepatnya di jalan Panglima Hidayat No.20 Sidoarjo, Jawa Timur. Memiliki luas bangunan sebesar $\pm 117.6\text{m}^2$.

Dengan mengacu pada di atas akan dikaji beberapa alternatif metode pelaksanaan pengerjaan struktur bagian atas, dimana pada kondisi existing Proyek Rumah Tinggal KPP Pratama Sidoarjo Selatan menggunakan metode cor setempat/konvensional pada pelaksanaan beton. Alternatif yang akan digunakan adalah metode pracetak dengan menggunakan peralatan berat dalam pelaksanaan sehingga lebih efisien ditinjau dari segi waktu dan biaya. Adapun denah dan tampak bangunan bisa dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2



Gambar 4.1 Tampak Bangunan



Gambar 4.2 Denah Bangunan

4.2 Metode Cor Setempat/ Konvensional

Pada pelaksanaan struktur kondisi existing digunakan metode konvensional, Adapaun tahapan – tahapan pengerjaan metode konvensional adalah:



Gambar 4.3 Diagram Alur Pelaksanaan Metode Konvensional

4.2.1 Pekerjaan Balok dan Pelat

Pada kondisi existing pekerjaan Pelat menggunakan metode konvensional dengan masing masing tahapan dalam metode pelaksanaannya antara lain :

1. Fibrikasi Bekisting Balok dan Pelat

Pekerjaan bekisting balok dan pelat merupakan satu kesatuan pekerjaan, kerana dilaksanakan secara bersamaan. Pembuatan panel bekisting balok harus sesuai dengan gambar kerja. Dalam pemotongan plywood harus cermat dan teliti sehingga hasil akhirnya sesuai dengan luasan pelat atau balok yang akan dibuat. Pekerjaan balok dilakukan langsung di lokasi dengan mempersiapkan material utama antara lain: kaso 5/7, balok kayu 6/12, papan plywood.

2. Pemasangan Bekisting Balok dan Pelat

- a. Scaffolding dengan masing – masing jarak 100 cm disusun berjajar sesuai dengan kebutuhan di lapangan, baik untuk bekisting balok maupun pelat
- b. Memperhitungkan ketinggian scaffolding balok dengan mengatur base jack atau U-head jack nya
- c. Pada U-head dipasang balok kayu (girder) 6/12 sejajar dengan arah cross brace dan diatas girder dipasang balok suri tiap jarak 50 cm (kayu 5/7) dengan arah melintangnya, kemudian dipasang pasangan plywood sebagai alas balok.
- d. Setelah itu, dipasang dinding bekisting balok dan dikunci dengan siku yang dipasang di atas suri-suri.

Tahap bekisting pelat adalah sebagai berikut :

- a. Scaffolding disusun berjajar bersamaan dengan scaffolding untuk balok. Karena posisi pelat lebih tinggi daripada balok maka Scaffolding untuk pelat lebih tinggi daripada balok dan diperlukan main frame tambahan dengan menggunakan Joint pin. Perhitungan ketinggian scaffolding pelat dengan mengatur base jack dan U-head jack nya.

- b. Pada U-head dipasang balok kayu (girder) 6/12 sejajar dengan arah cross brace dan diatas girder dipasang surisuri dengan arah melintangnya.
- c. Kemudian dipasang plywood sebagai alas pelat. Pasang juga dinding untuk tepi pada pelat dan dijepit menggunakan siku.. Plywood dipasang serapat mungkin, sehingga tidak terdapat rongga yang dapat menyebabkan kebocoran pada saat pengecoran.
- d. . Semua bekisting rapat terpasang, sebaiknya diolesi dengan minyak bekisting agar beton tidak menempel pada bekisting, sehingga dapat mempermudah dalam pekerjaan pembongkaran dan bekisting masih dalam kondisi layak pakai untuk pekerjaan berikutnya.

3. Pembesian Balok dan Pelat

Pembesian balok dilakukan ditempat yang akan dicor tidak dipabrikasikan lagi di area fabrikasi bawah. Besi tulangan balok yang sudah diangkat lalu dirakit di atas dan diletakkan diatas bekisting balok dan ujung besi balok dimasukkan ke kolom. Selanjutnya pasang beton decking untuk jarak selimut beton pada alas dan samping balok lalu diikat.

Sedangkan pembesian pelat dilakukan langsung di atas bekisting pelat yang sudah siap. Tulangan diangkat dengan Tower Crane dan dipasang diatas bekisting pelat. Karena tulangan pelat terdiri dari 2 lapis yaitu lapis atas dan bawah maka dihubungkan dengan tulangan secara menyilang dan diikat menggunakan kawat ikat.

4. Pengecoran Balok dan Pelat

Pengecoran pelat dilaksanakan bersamaan dengan pengecoran balok.. Peralatan pendukung untuk pekerjaan pengecoran balok diantaranya yaitu : bucket, truck mixer, vibrator, lampu kerja, papan perata. Adapun proses nya sebagai berikut :

- a. pengecekan tulangan balok dan pelat yang sudah terpasang apakah sesuai dengan gambar dan memastikan kebersihan bekisting dan tulangan. Setelah

semua OK, engineer membuat izin cor dan mengajukan surat izin ke konsultan pengawas dan apabila disetujui pengawas dapat dilakukan pengecoran.

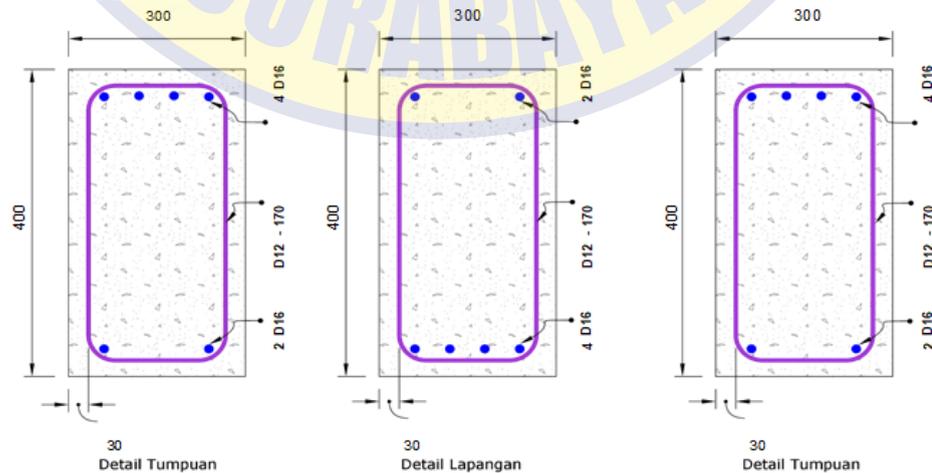
- b. Selanjutnya mengambil sampel (tabung silinder) dan test slump yang diawasi oleh engineer dan pihak pengawas. Untuk pelaksanaan pengecoran balok dan pelat lantai, digunakan concrete pump yang menyalurkan beton readymix dari truck mixer ke lokasi pengecoran, dengan menggunakan pipa pengecoran yang di sambung-sambung
- c. Alirkan beton readymix sampai ke lokasi pengecoran, lalu padatkan dengan menggunakan vibrator. Setelah beton dipadatkan, maka dilakukan petraatan permukaan coran dengan menggunakan alat-alat manual.

5. Pembongkaran bekisting dan curing

Untuk pelat pembongkaran bekisting dilakukan setelah 4 hari pengecoran sedangkan untuk balok pembongkaran bekisting dilakukan 7 hari setelah pengecoran. Sebagai penunjang sampai pelat benar – benar mengeras. Setelah dilaksanakan pengecoran, maka untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dilakukan perawatan beton. Perawatan beton yang dilakukan adalah dengan menyiram/membasahi beton 2 kali sehari selama 1 minggu.

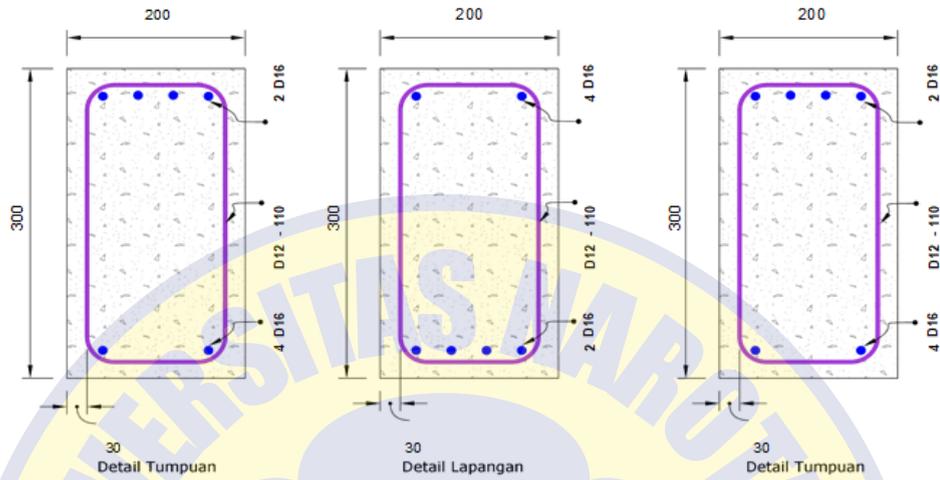
Adapun data eksisting balok dan pelat dari Proyek KPP Pratama Sidoarjo Selatan sesuai gambar 4.4, 4.5; table..

Balok Induk



Gambar 4.4 Detail Balok Induk

Balok Anak



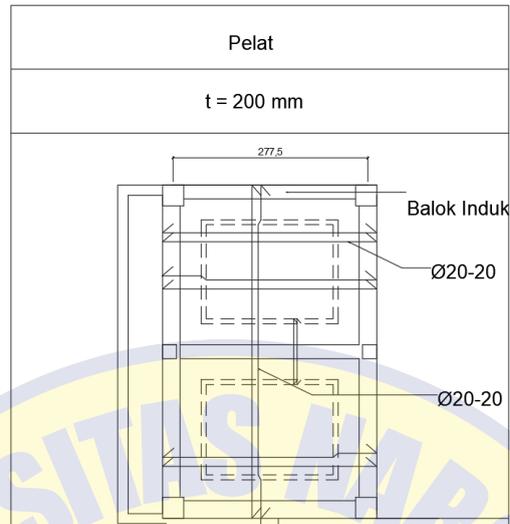
Gambar 4.5 Detail Balok Anak

Tabel 4.1 Tabel Penulangan Balok Induk Konvensional

no	Pembesian tumpuan						Pembesian Lapangan							
	Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Sengkang		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Sengkang			
1	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
3	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
4	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
5	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
6	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
7	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
8	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
9	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
10	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
11	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
12	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
13	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
14	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
15	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
16	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
17	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170
18	4	D 16	2	D 16	12	-	170	2	D 16	4	D 16	12	-	170

Tabel 4.2 Tabel Penulangan Balok Anak Konvensional

no	Pembesian tumpuan						Pembesian Lapangan							
	Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Sengkang		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Sengkang			
19	2	D 16	4	D 16	12	-	120	4	D 16	2	D 16	12	-	120
21	2	D 16	4	D 16	12	-	120	4	D 16	2	D 16	12	-	120
22	2	D 16	4	D 16	12	-	120	4	D 16	2	D 16	12	-	120
23	2	D 16	4	D 16	12	-	120	4	D 16	2	D 16	12	-	120
24	2	D 16	4	D 16	12	-	120	4	D 16	2	D 16	12	-	120
50	2	D 16	4	D 16	12	-	120	4	D 16	2	D 16	12	-	120
51	2	D 16	4	D 16	12	-	120	4	D 16	2	D 16	12	-	120

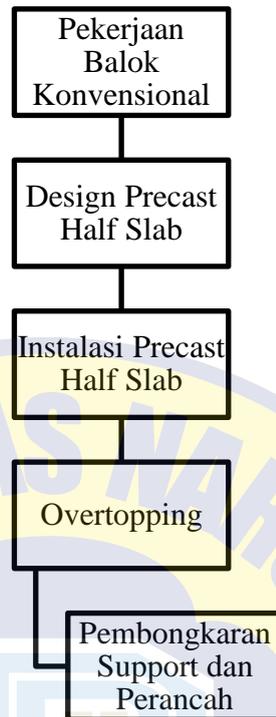


Gambar 4.6 Penulangan Pelat

Penulangan Pelat
 Luas Pelat : 444,553
 Tulangan Utama X
 Tumpuan : D20 – 200mm
 Lapangan : D20 – 200mm
 Tulangan Utama Y
 Tumpuan : D20 – 200mm
 Lapangan : D20 – 200mm

4.3 Metode Pracetak PRO PATRIA

Metode Pracetak merupakan salah satu metode alternatif dari metode konvensional. Elemen struktur yang di cetak adalah pelat. Dalam hal ini jenis yang digunakan adalah jenis non-prestresses dan pada sambungan menggunakan jenis sambungan basah yaitu pengecoran di tempat bagian atas balok/pelat (overtopping) setelah tulangan negative pada bagian atas terpasang.



Gambar 4.7 Diagram Alur Metode Precast half slab

4.3.1 Pekerjaan Balok

Pekerjaan balok menggunakan metode konvensional dengan demikian metode pengerjaan sama dengan metode konvensional yang telah disebutkan di subbab 4.2.1 Yang membedakan adalah balok tidak di cor sepenuhnya namun dikurangi oleh tebal pelat 12cm. Hal ini dilakukan agar balok yang telah di cor mampu dipakai sebagai dudukan dari pelat half slab.

4.3.2 Pekerjaan Pelat

Pelat yang digunakan adalah sistem half slab yaitu terdapat topping sebagai sambungannya. Dalam pengerjaannya dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu :

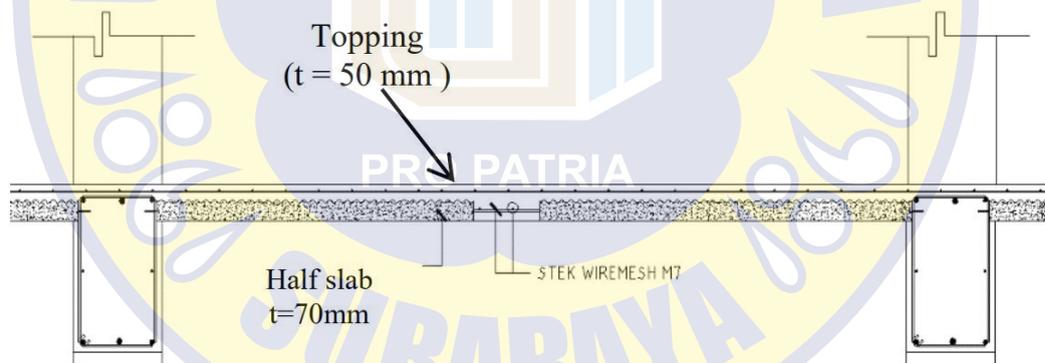
4.3.2.1 Design half slab dan Pembuatan Precast di Proyek

A. Design Precast half slab

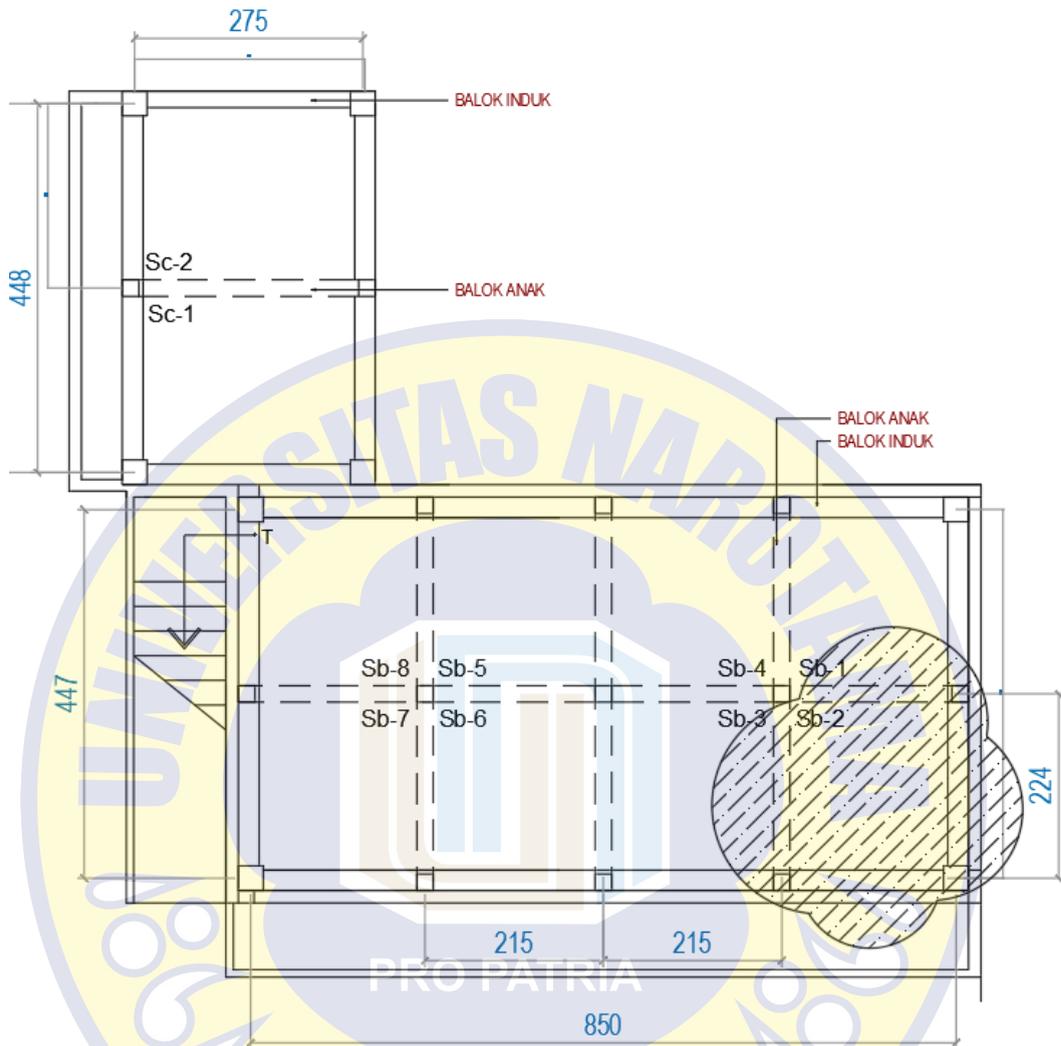
Pada umumnya precast half slab digunakan pada pelat satu arah namun dapat dilaksanakan pada pelat dua arah dengan beberapa kondisi dimana penyaluran gaya pada tulangan tidak terputus yang mana half slab precast pada tulangan arah y sisi bawah terputus akibat proses precast yang harus dilakukan pada beberapa tahap dengan cara membagi-bagi menjadi beberapa panel.

Pelat lantai pada metode half slab pracetak memiliki perbedaan komposisi struktur dengan pelat lantai metode konvensional. yaitu diantaranya terdapat tulangan bawah pelat yang terpotong pada balok (stek).

Adapun tahapan design antara lain : menentukan data perencanaan, data pembebanan. Adapun gambar denah , potongan dan modul pelat sesuai dengan gambar 4.8 , 4.9.



Gambar 4.8 Potongan Pelat



Gambar 4.9 Denah Pelah

A.1 Data Perencanaan Pelat Lantai

Direncanakan Elemen Sebagai Berikut:

- Untuk pelat lantai

Tebal pelat pracetak	: 7cm
Tebal overtoping	: 5cm
Lx	: 2150 mm
Ly	: 2240 mm
Tebal pelat	: 120mm
Tebal decking	: 20 mm
Diameter tulangan	: 10 mm

Fc'	: 25 Mpa
Fc' pengangkatan: 50% fc	: 12,5 Mpa
Fc' sebelum 70% fc	: 17,5 Mpa
Fc' setelah 90% fc	: 22,5 Mpa
Fy	: 400 Mpa

Sebelum

Tinggi efektif pelat lantai

$$D_x = 70 - 20 - (0,5 \times 10) = 45\text{mm}$$

$$D_y = 70 - 20 - 10 - (0,5 \times 10) = 35\text{mm}$$

Setelah

Tinggi efektif pelat lantai

$$D_x = 120 - 20 - (0,5 \times 10) = 95\text{mm}$$

$$D_y = 120 - 20 - 10 - (0,5 \times 10) = 85\text{mm}$$

A.2 Pembebanan Pelat Lantai

1. Kondisi saat pengangkatan

Beban mati (DL)

$$\text{Berat sendiri pelat precast} = 0,07 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 168 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban kejut pengangkatan} = 1,5 \times 168 \text{ kg/m}^2 = 252 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban untuk 1m pias lebar pelat} = 252 \times 1$$

$$Q_u = 252 \text{ kg/m}$$

2. Kondisi saat sebelum

Beban mati (DL)

$$\text{Beban sendiri pelat precast} = 0,07 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 168 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat plat cast insitu} = 0,05 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 120 \text{ kg/m}^2 +$$

$$= 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban hidup (LL)} = 100 \text{ kg/m}^2 \text{ (beban pekerja) (Berdasarkan SNI 1727-2019)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban total (1,2 DL + 1,6 LL)} &= 1,2 \text{ qd} + 1,6 \text{ ql} \\
 &= 1,2(288) + 1,6 (100) \\
 &= 505,6 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Beban untuk 1m pias lebar pelat} &= 505,6 \times 1 \\
 \text{Qu} &= 505,6 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

3. Kondisi Saat

Beban mati (DL)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat sendiri pelat penuh} &= 0,12 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 288 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{W plafont + penggantung} &= 11+7 = 18 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{W ubin (t=2cm) = 2 x 24} &= 48 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{W spesi (t = 2cm) = 2 x 21} &= 42 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{W ME} &= 40 \text{ kg/m}^2 + \\
 &= 436 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Beban hidup (LL)} &= 196 \text{ kg/m}^2 \text{ (Rumah Tinggal)} \\
 \text{(Berdasarkan SNI 1727- 2019)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban total (1,2 DL + 1,6 LL)} &= 1,2 \text{ qd} + 1,6 \text{ ql} \\
 &= 1,2(436) + 1,6 (196) \\
 &= 845.8 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Beban untuk 1m pias lebar pelat} &= 845.8 \times 1 \\
 \text{Qu} &= 845.8 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

A.3 Penulangan Pelat

A.3.1 Perencanaan Pelat Kondisi Pengangkatan

Berikut ini merupakan langkah langkah perhitungan tulangan lentur pelat :

1. Data perencanaan tulangan pelat

Dimensi pelat	: 2150 mm x 2240 mm
Tebal decking	: 20 mm
Tebal pelat pracetak	: 7cm (sebelum)

Sebelum

Tinggi efektif pelat lantai

$$D_x = 70 - 20 - (0,5 \times 10) = 45\text{mm}$$

$$D_y = 70 - 20 - 10 - (0,5 \times 10) = 35\text{mm}$$

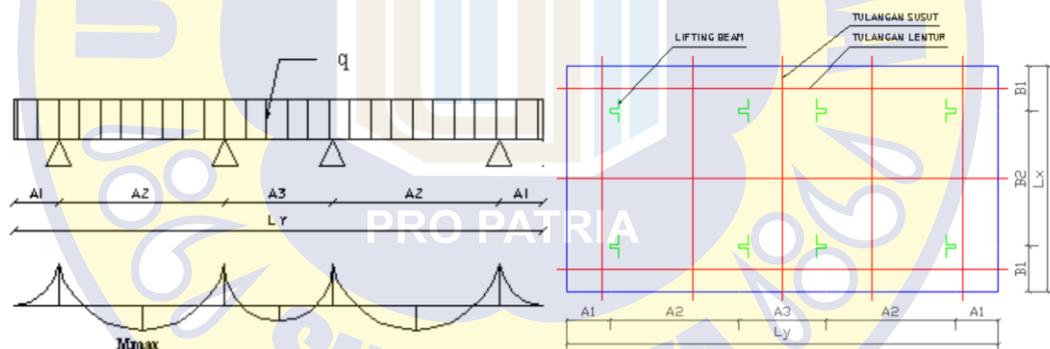
Setelah

Tinggi efektif pelat lantai

$$D_x = 120 - 20 - (0,5 \times 10) = 95\text{mm}$$

$$D_y = 120 - 20 - 10 - (0,5 \times 10) = 85\text{mm}$$

2. Pembebanan



Gambar 4.10 Pembebanan Kondisi Angkat

$$B_1 = 0,2 L_x$$

$$B_2 = 0,6 L_x.$$

$$A_1 = 0,1 L_y$$

$$A_2 = 0,3 L_y$$

$$A_3 = 0,2 L_y$$

Perletakan sendi - sendi diasumsikan sebagai letak titik angkat plat precast

3. Penulangan Pelat

Rasio Tulangan

$$Q_u = 252 \text{ kg/m}^2$$

$$Q = 252 \text{ kg/m}$$

$$D_x = 45 \text{ mm}$$

$$D_y = 35 \text{ mm}$$

$$f_c' = 12,5 \text{ Mpa (umur 3 hari)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta \times f_c'}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 0,85 \times 12,5'}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,013$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,013 = 0,010$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Penulangan Arah X

$$M_u = \frac{1}{2} Q L^2 = \frac{1}{2} \times 252 \text{ kg/m} \times (0,5 \times 2,15)^2 = 145,6 \text{ kg.m}$$

(momen max saat di tengah)

$$M_n = M_u / 0,8 = 182,01 \text{ kgm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{182010}{1000 \times 45^2} = 0,89$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 12,5} = 37,65$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{37,65} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 37,65 \times 0,89}{400}} \right)$$
$$= 0,002$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$ maka dipakai ρ_{\min}

$$A_s \text{ perlu} = \rho_b d = 0,0035 \times 1000 \times 45 = 157,5 \text{ mm}^2$$

Menurut SNI 2847-2013 Syarat spasi antar tulangan : $S_{\max} \leq 2h$

Maka S pakai = 150 mm

Tulangan yang dipakai M7 – 150

$$A_s \text{ pakai} = 0,25 \pi \emptyset^2 / S \text{ pakai} = 0,25 \pi (7)^2 (1000) / 150 = 256,43 \text{ mm}^2$$

Syarat : $A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu}$

$$256,43 \text{ mm}^2 > 157,5 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)}$$

Penulangan Arah Y

$$M_u = \frac{1}{2} Q L^2 = \frac{1}{2} \times 252 \text{ kg/m} \times (0,25 \times 2,24)^2 = 39,51 \text{ kg.m}$$

(momen max saat di tengah)

$$M_n = M_u / 0,8 = 49,38 \text{ kgm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{493800}{1000 \times 35^2} = 0,40$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 12,5} = 37,65$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{37,65} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 37,65 \times 0,40}{400}} \right) = 0,001$$

$\rho \text{ perlu} < \rho \text{ min}$ maka dipakai $\rho \text{ min}$

$$A_s \text{ perlu} = \rho b d = 0,0035 \times 1000 \times 35 = 122,5 \text{ mm}^2$$

Menurut SNI 2847-2013 Syarat spasi antar tulangan : $S_{maks} \leq 2h$

Maka $S \text{ pakai} = 150 \text{ mm}$

Tulangan yang dipakai M7 – 150

$$A_s \text{ pakai} = 0,25 \pi \emptyset^2 / S \text{ pakai} = 0,25 \pi (7)^2 (1000) / 150 = 256,43 \text{ mm}^2$$

Syarat : $A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu}$

$$256,43 \text{ mm}^2 > 122,5 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)}$$

A.3.2 Penulangan Pelat Sebelum

Berikut ini merupakan langkah langkah perhitungan tulangan lentur pelat :

1. Data perencanaan tulangan pelat

Dimensi pelat : 2150 mm x 2240 mm

Tebal decking : 20 mm

Tebal pelat pracetak : 7cm (sebelum)

Sebelum

Tinggi efektif pelat lantai

$$D_x = 70 - 20 - (0,5 \times 10) = 45\text{mm}$$

$$D_y = 70 - 20 - 10 - (0,5 \times 10) = 35\text{mm}$$

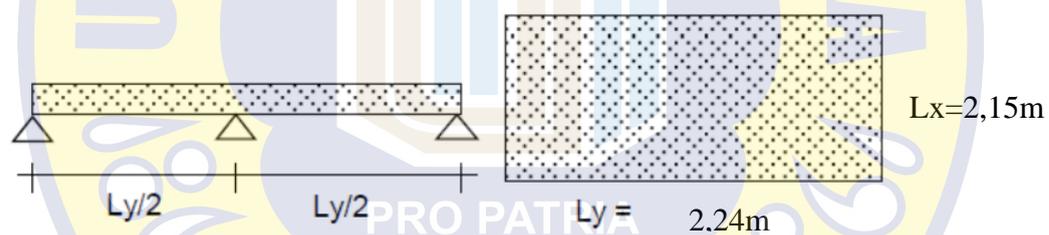
Setelah

Tinggi efektif pelat lantai

$$D_x = 120 - 20 - (0,5 \times 10) = 95\text{mm}$$

$$D_y = 120 - 20 - 10 - (0,5 \times 10) = 85\text{mm}$$

2. Pembebanan



Gambar 4.11 Pembebanan Kondisi Sebelum

$$L_y/2 = 1,12 \text{ m}$$

Perletakan sendi tengah diasumsikan sebagai letak shoring plat precast

3. Penulangan Pelat

Rasio Tulangan

$$Q_u = 505,6 \text{ kg/m}^2$$

$$Q = 505,6 \text{ kg/m}$$

$$D_x = 45\text{mm}$$

$$D_y = 35 \text{ mm}$$

$$F_c' = 17,5 \text{ Mpa (umur 7 hari)}$$

$$\rho b = \frac{0,85 \times \beta \times f_c'}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho b = \frac{0,85 \times 0,85 \times 17,5'}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,013$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho b = 0,75 \times 0,019 = 0,014$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Penulangan arah X

$$Q = q_u \text{ sebelum} = 505,6 \text{ kg/m}$$

$$M_u = 1/8 Q L_x^2 = 1/8 \times 505,6 \text{ kg/m} \times (2/2.15)^2 = 73,035 \text{ kg.m}$$

$$M_n = M_u / 0,8 = 91 \text{ kgm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{910000}{1000 \times 45^2} = 0,44$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 17,5} = 26,89$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{26,89} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 26,89 \times 0,44}{400}} \right) = 0,001$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$ maka dipakai ρ_{\min}

$$A_s \text{ perlu} = \rho b d = 0,0035 \times 1000 \times 45 = 157,5 \text{ mm}^2$$

Menurut SNI 2847-2013 Syarat spasi antar tulangan : $S_{\max} \leq 2h$

Maka S pakai = 150 mm Tulangan yang dipakai M7 – 150

$$A_s \text{ pakai} = 0,25 \pi \phi^2 / S \text{ pakai} = 0,25 \pi (7)^2 (1000) / 150 = 256,43 \text{ mm}^2$$

Syarat : $A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu}$

$$256,43 \text{ mm}^2 > 157,5 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)}$$

Penulangan arah Y

$$Q = q_u \text{ sebelum} = 505,6 \text{ kg/m}$$

$$M_u = 1/10 Q L_x^2 = 1/10 \times 505,6 \text{ kg/m} \times (2/2.24)^2 = 63,42 \text{ kg.m}$$

$$M_n = M_u / 0,8 = 79,27 \text{ kgm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b d^2} = \frac{792700}{1000 \times 45^2} = 0,64$$

$$m = \frac{fy}{0,85 fc'} = \frac{400}{0,85 \times 17,5} = 26,89$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m Rn}{fy}}\right) = \frac{1}{26,89} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 26,89 \times 0,64}{400}}\right) = 0,001$$

$\rho_{perlu} > \rho_{min}$ maka dipakai ρ_{perlu}

$$As_{perlu} = \rho b d = 0,0035 \times 1000 \times 45 = 157,5 \text{ mm}^2$$

Menurut SNI 2847-2013 Syarat spasi antar tulangan : $S_{maks} \leq 2h$

Maka S pakai = 150 mm Tulangan yang dipakai M7 – 150

$$As_{pakai} = 0,25 \pi \phi^2 / S_{pakai} = 0,25 \pi (7)^2 (1000) / 150 = 256,43 \text{ mm}^2$$

Syarat :

$$As_{pakai} > As_{perlu}$$

$$256,43 \text{ mm}^2 > 157,5 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)}$$

A.3.3 Kondisi Saat

Berikut ini merupakan langkah langkah perhitungan tulangan lentur pelat :

1. Data perencanaan tulangan pelat

Dimensi pelat : 2150 mm x 2240 mm

Tebal decking : 20 mm

Tebal pelat pracetak : 12cm ()

Sebelum

Tinggi efektif pelat lantai

$$Dx = 70 - 20 - (0,5 \times 10) = 45 \text{ mm}$$

$$Dy = 70 - 20 - 10 - (0,5 \times 10) = 35 \text{ mm}$$

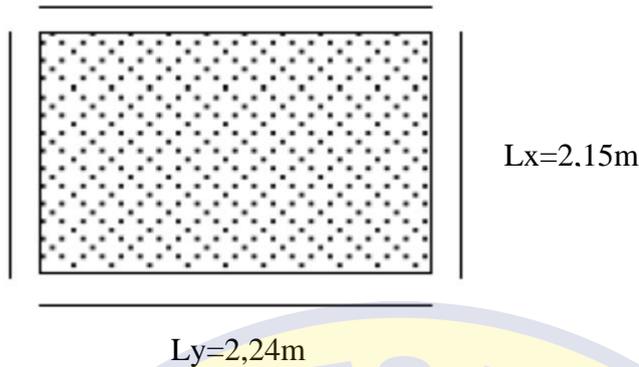
Setelah

Tinggi efektif pelat lantai

$$Dx = 120 - 20 - (0,5 \times 10) = 95 \text{ mm}$$

$$Dy = 120 - 20 - 10 - (0,5 \times 10) = 85 \text{ mm}$$

2. Pembebanan



Gambar 4.12 Kondisi Jepit Elastis

$$\begin{aligned} L_y/L_x &= 1,04 \\ C_{tx} &= 36 \\ C_{ty} &= 36 \\ C_{lx} &= 36 \\ C_{ly} &= 36 \end{aligned}$$

Perletakan diasumsikan sebagai jepit elastis dengan nilai koefisien dari PBTI 1971 sesuai gambar di bawah

Kondisi Pelat		Nilai Momen Pelat	Perbandingan L_y/L_x																
			1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	> 2,5
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot x$ $M_{lx} = 0.001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot x$ $M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot x$ $M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot x$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125	
		44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	32	32	25	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot x$ $M_{lx} = 0.001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot x$ $M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot x$ $M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot x$	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	62	63	63	63	63	
		36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	62	63	63	63	63	
		36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	13	
		36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	38	

Gambar 4.13 Besaran koefisien pelat

3. Penulangan Pelat

Rasio Tulangan

$$Q_u = 923,2 \text{ kg/m}^2$$

$$D_x = 95 \text{ mm}$$

$$D_y = 85 \text{ mm}$$

$$F_c' = 22,5 \text{ Mpa (umur 14 hari)}$$

$$\rho b = \frac{0,85 \times \beta \times f_c'}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho b = \frac{0,85 \times 0,85 \times 17,5'}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,013$$

$$\rho_{max} = 0,75 \rho b = 0,75 \times 0,019 = 0,014$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Berdasarkan PBI besarnya nilai momen yang terjadi pada pelat dengan keempat sisi tertumpu yaitu :

$$M_{lx} / M_{tx} = 0,001 \times q_u \times l_x^2 \times X$$

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times q_u \times l_x^2 \times X && X=36 \text{ (PBI 1971)} \\ &= 0,001 \times 923,2 \times 2,15^2 \times 36 \\ &= 153,6 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \times q_u \times l_x^2 \times Y && Y=36 \text{ (PBI 1971)} \\ &= 0,001 \times 923,2 \times 2,15^2 \times 36 \\ &= 153,6 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Penulangan arah X

$$M_u = 153,6 \text{ Kgm}$$

$$M_n = M_u / 0,8 = 192 \text{ kgm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{1920000}{1000 \times 95^2} = 0,21$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 22,5} = 26,89$$

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20,92} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20,92 \times 0,21}{400}} \right) \\ &= 0,0004 \end{aligned}$$

$\rho_{perlu} < \rho_{min}$ maka dipakai ρ_{perlu}

$$A_s \text{ perlu} = \rho b d = 0,0035 \times 1000 \times 45 = 157,5 \text{ mm}^2$$

Menurut SNI 2847-2013 Syarat spasi antar tulangan : $S_{maks} \leq 2h$

Maka S pakai = 150 mm Tulangan yang dipakai M7 – 150

$$A_s \text{ pakai} = 0,25 \pi \varnothing^2 / S \text{ pakai} = 0,25 \pi (7)^2 (1000) / 150 = 256,43 \text{ mm}^2$$

Syarat : As pakai > As perlu

$$256,43 \text{ mm}^2 > 157,5 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)}$$

Penulangan arah Y

$$Mu = 153,6 \text{ Kgm}$$

$$Mn = Mu / 0,8 = 192 \text{ kgm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b d^2} = \frac{1920000}{1000 \times 95^2} = 0,21$$

$$m = \frac{fy}{0,85 fc'} = \frac{400}{0,85 \times 22,5} = 26,89$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m Rn}{fy}} \right) = \frac{1}{20,92} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20,92 \times 0,21}{400}} \right) = 0,0004$$

$\rho \text{ perlu} < \rho \text{ min}$ maka dipakai $\rho \text{ perlu}$

$$As \text{ perlu} = \rho b d = 0,0035 \times 1000 \times 45 = 157,5 \text{ mm}^2$$

Menurut SNI 2847-2013 Syarat spasi antar tulangan : $S_{maks} \leq 2h$

Maka S pakai = 150 mm Tulangan yang dipakai M7 – 150

$$As \text{ pakai} = 0,25 \pi \phi^2 / S \text{ pakai} = 0,25 \pi (7)^2 (1000) / 150 = 256,43 \text{ mm}^2$$

Syarat : As pakai > As perlu

$$256,43 \text{ mm}^2 > 157,5 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)}$$

Kondisi	Qu (Kg/m)	Penulangan Pelat		Penulangan Arah X		Penulangan Arah Y	
		p max (mm ²)	p min (mm ²)	As Pakai (mm ²)	As Perlu (mm ²)	As Pakai (mm ²)	As Perlu (mm ²)
Pengangkatan	252	0.01	0.0035	256.43	157.5	256.43	122.5
Sebelum Komposit	506.6	0.014	0.0035	256.43	157.5	256.43	157.5
Komposit	845.8	0.014	0.0035	256.43	157.5	256.43	157.5

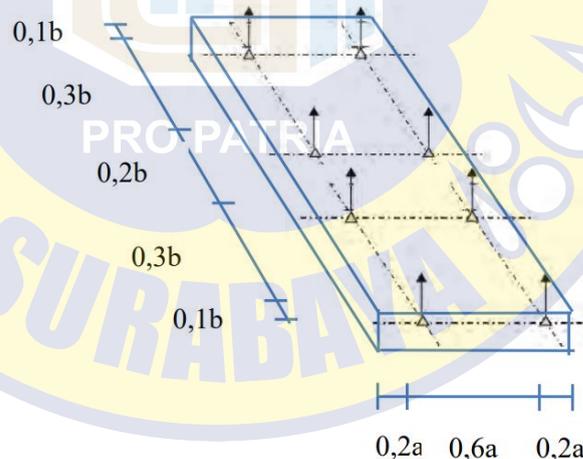
Tabel 4.3 Rekap Perhitungan Kekuatan Precast Half Slab

Pelat	Dipakai Tulangan	Luas Tulangan
a. Kondisi Pengangkatan	M7-150	256,43 mm ²
b. Kondisi Sebelum Komposit	M7-150	256,43 mm ²
c. Kondisi Setelah Komposit	M7-150	256,43 mm ²
Pelat	Dipakai Tulangan	Luas Tulangan
a. Tulangan Sesuai	M7-150	256,43 mm ²
b. Tulangan Precast	M7-150	256,43 mm ²

Tabel 4.4 Rekap Tulangan Half Slab

A.4 Perhitungan Tulangan Angkat Pelat (Handling Loop)

Plat pre-cast pada saat diangkat, perletakkannya diasumsikan terletak di atas sendi - sendi. Sedangkan letak titik angkat direncanakan seperti pada gambar



Gambar 4.14 Design tulangan angkat 8 titik PCI Design Handbook

Besarnya momen dan pengaturan jarak tulangan angkat sesuai dengan buku "Precast And Prestressed Concrete" gambar 2.2 Dimana momen daerah tumpuan sama dengan momen daerah lapangan, sebagai berikut :

$$M_x = 0,0054 \times w \times a^2 \times b$$

$$M_y = 0,0027 \times w \times b^2 \times a$$

Pada pelat tipe 2,24 m (b) x 2,15 m (a)

$$W = 168 \text{ kg/m}^2 \times 1,5 \text{ (beban kejut saat pengangkatan)} = 252 \text{ kg/m}^2$$

Maka :

$$M_x = 0,0054 \times 252 \text{ kg/m}^2 \times (2,15 \text{ m})^2 \times 2,24 \text{ m}$$
$$= 14,09 \text{ kgm}$$

$$= 0,01867 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_y = 0,0027 \times 252 \text{ kg/m}^2 \times (2,24 \text{ m})^2 \times 2,15 \text{ m}$$
$$= 7,32 \text{ kgm}$$

$$= 0,00732 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

Kontrol Momen arah X

Tulangan yang dipakai M7 – 150

$$A_s \text{ pakai} = 0,25 \pi \emptyset^2 / S \text{ pakai} = 0,25 \pi (7)^2 (1000) / 150 = 256,43 \text{ mm}^2$$

$$T \text{ (tegangan tarik beton)} = A_s f_y = 256,43 \times 400 = 102572 \text{ N}$$

$$X = \frac{T}{0,8 \times 0,85 \times f_c' \times b} = \frac{102572}{0,8 \times 0,85 \times 12,5' \times 1000} = 12,07$$

$$M_n = T (d - 0,5 X) = 102572 (45 - 0,5 \times 12,07)$$
$$= 3996717,98 \text{ Nmm}$$

Kontrol : $M_n > M_u$

$$0,39 \times 10^7 \text{ Nmm} > 0,01867 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

Kontrol Momen arah Y

Tulangan yang dipakai M7 – 150

$$A_s \text{ pakai} = 0,25 \pi \emptyset^2 / S \text{ pakai} = 0,25 \pi (7)^2 (1000) / 150 = 256,43 \text{ mm}^2$$

$$T \text{ (tegangan tarik beton)} = A_s f_y = 256,43 \times 400 = 102572 \text{ N}$$

$$X = \frac{T}{0,8 \times 0,85 \times f_c' \times b} = \frac{102572}{0,8 \times 0,85 \times 12,5' \times 1000} = 12,07$$

$$M_n = T (d - 0,5 X) = 102572 (45 - 0,5 \times 12,07)$$
$$= 3996717,98 \text{ Nmm}$$

Kontrol : $M_n > M_u$

$$0,39 \times 10^7 \text{ Nmm} > 0,00732 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

Diameter Tulangan Angkat

Untuk menentukan diameter tulangan angkat adalah sebagai berikut :

1. $DL = 0,07m \times 2,15m \times 2,24m \times 2400kg/m^3 = 809.08 \text{ kg}$
2. Koef kejut = $1,5DL = 1213.63 \text{ kg}$
3. Gaya angkat (F) setiap tulangan = $1728,72kg/8 \text{ titik} = 151.7 \text{ kg}$
4. Sesuai dengan PBBI pasal 2.2.2 tegangan tarik ijin baja sebesar

$$\sigma \text{ tarik} = 0,6 \times 1600 \text{ kg/cm}^2 = 960 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = F/A$$

$$960 \frac{Kg}{cm^2} = \frac{151,7}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 151,7 Kg}{\pi \times 960 \text{ kg/cm}^2}}$$
$$= 0.448 \text{ cm}$$

Digunakan diameter angkat 6mm

Panjang penyaluran

$$L \times D \times \sigma = \frac{1}{2} F$$

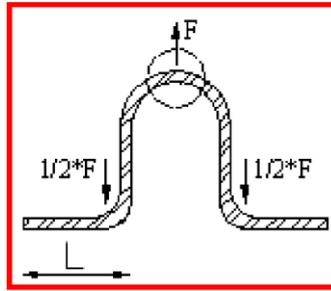
$$I = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} \times 1000 \times 70^3 = 28.583.333 \text{ mm}^4$$

$$M_{\text{max}} = 126 \text{ kg.m (kondisi angkat)}$$

$$\sigma = \frac{M_{\text{max}} C_b}{I} = \frac{126.104 \text{ Nmm} \times 0,5 \times 70 \text{ mm}}{28.583.333 \text{ mm}^4}$$
$$= 1,54 \text{ Mpa} = 15,4 \text{ kg/cm}^2$$

$$L = \frac{\frac{1}{2} F}{D \times \sigma} = \frac{\frac{1}{2} \times 151,7}{8 \times 15,4} = 6,15$$

Digunakan Panjang Penyaluran $L = 7 \text{ cm}$



Gambar 4.15 Detail Handling Loop

Kontrol Retak Tulangan Angkat

$f_{pelat} < f_{cr}$ (tegangan runtuh pelat)

f_{cr} untuk beton 3 hari sebesar 2,4 Mpa

$$y_c = 0,5 \times 0,07\text{m} = 0,035\text{m}$$

Berdasarkan PCI Design Handbook, Precast and Prestress , Fourth Edition, 1992 momen maksimum diperhitungkan berdasarkan :

$$M_x = 0,0054 \times w \times a^2 \times b$$

$$M_y = 0,0027 \times w \times b^2 \times a$$

Pada pelat tipe 2,24 m (b) x 2,15 m (a)

$$W = 168 \text{ kg/m}^2 \times 1,5 \text{ (beban kejut saat pengangkatan)} = 252 \text{ kg/m}^2$$

Maka :

$$\begin{aligned} M_x &= 0,0054 \times 252 \text{ kg/m}^2 \times (2,15 \text{ m})^2 \times 2,24 \text{ m} \\ &= 14,09 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$= 0,01867 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} M_y &= 0,0027 \times 252 \text{ kg/m}^2 \times (2,24 \text{ m})^2 \times 2,15 \text{ m} \\ &= 7,32 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$= 0,00732 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$F = 151,7 \text{ Kg}$$

- M_y ditahan oleh penampang selebar $a/2 = 2/2 = 1\text{m}=100\text{cm}$

$$M_y = \frac{p \times y_c}{\tan 45} = \frac{151,7 \times 0,035}{\tan 45} = 3,29 \text{ Kgm}$$

$$M_y \text{ Total} = 7,32 + 3,29 = 10,61 \text{ Kgm}$$

$$Z = 1/6 \times 107,5\text{cm} \times (7\text{cm})^2 = 877,91 \text{ cm}^3$$

$$f_{cr} = \frac{0,7x\sqrt{f_c}}{sf} = \frac{0,7x\sqrt{25}}{1,5} = 2,33 \text{ Mpa}$$

$$f_l = \frac{M_{tot}}{Z} = \frac{10,61 \times 10^4}{877,91 \times 10^3} = 0,12 \text{ Mpa}$$

Syarat : $f_l < f_{cr}$

0,12 Mpa < 2,33Mpa (Oke)

- Mx ditahan oleh penampang selebar $15t = 15 \times 0,07 = 1,05\text{m}$ atau $b/4 = 2,24\text{m}/4 = 0,56\text{m}$. Diambil terkecil = 0,56 m

$$\tan a = \frac{0,75}{0,5 \times 0,56} = 2,6$$

$$M_x = \frac{151,7 \times 0,05}{1,74} = 4,35 \text{ Kgm}$$

$$M_y \text{ Total} = 14,09 + 4,35 = 18,44 \text{ Kgm}$$

$$Z = 1/6 \times 56\text{cm} \times (7\text{cm})^2 = 457,3\text{cm}^3$$

$$f_{cr} = \frac{0,7x\sqrt{f_c}}{sf} = \frac{0,7x\sqrt{25}}{1,5} = 2,33 \text{ Mpa}$$

$$f_l = \frac{M_{tot}}{Z} = \frac{18,44 \times 10^4}{457,3 \times 10^3} = 0,403 \text{ Mpa}$$

Syarat : $f_l < f_{cr}$

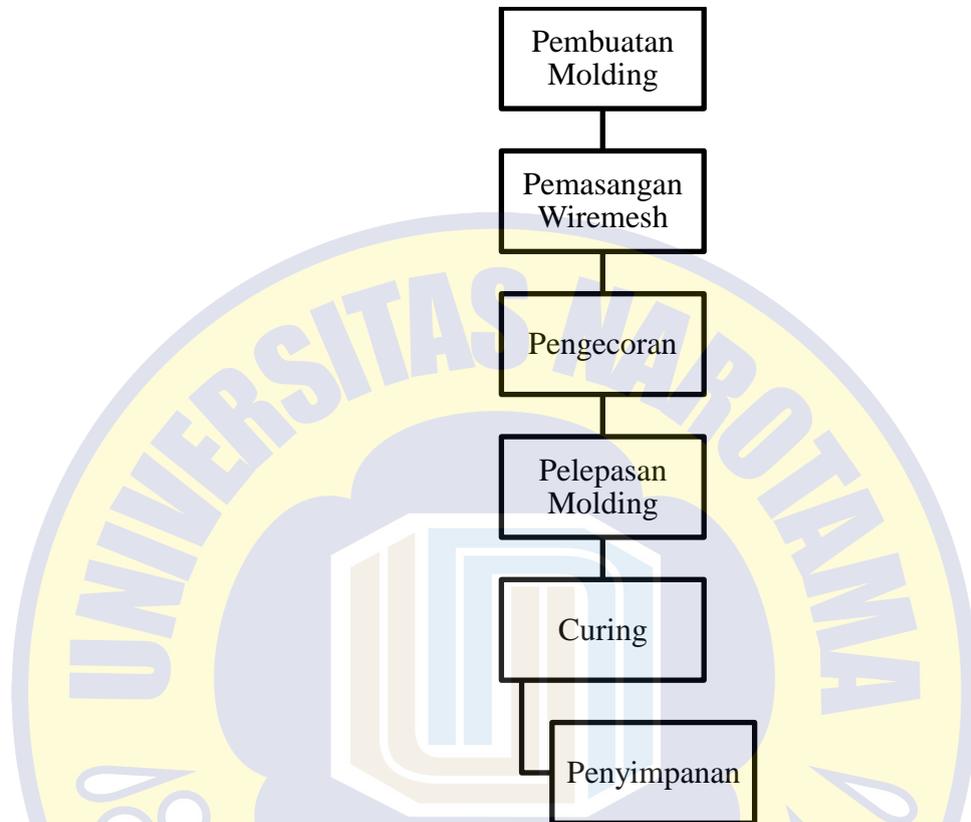
0,403 Mpa < 2,33Mpa (Oke)

Panjang Penyaluran

Diasumsikan panjang penyaluran antara pelat precast dengan balok sebesar 40D atau $7 \times 40 = 280 \text{ mm} \approx 300\text{m}$

B. Pelaksanaan Pembuatan Plat Precast

Urutan proses pembuatan plat precast sesuai gambar 4.16 berikut :

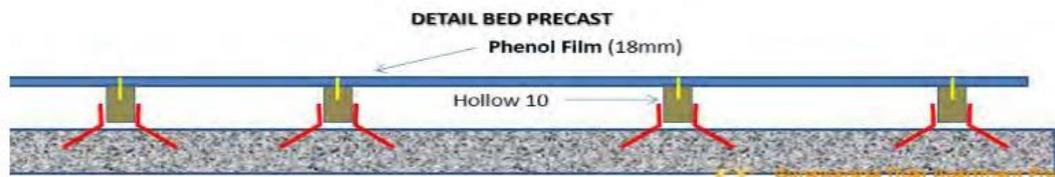


Gambar 4.16 Alur pembuatan precast half slab

1. Pembuatan Cetakan Plat Precast (Molding)

Cetakan merupakan unsur yang sangat penting dalam mekanisme produksi beton pracetak. Membuat cetakan/molding harus berdasarkan dimensi pelat yang telah didesain. Alat dan bahan untuk pembuatan molding half slab yaitu menggunakan besi hollow 5/5, beton ready mix, besi d10.

Sebelum membuat cetakan terlebih dahulu membuat bed precast yaitu sebagai tempat bersandar pembuatan precast. Bed precast terbuat dari phenol film yang disangga hollow 10. Adapun potongan bed precast dari samping sesuai gambar 4.17.



Gambar 4.17 bed precast

2. Pembuatan aneka tulangan

Dapat dilakukan bersamaan dengan persiapan cetakan. Tulangan dipotong sesuai dengan dimensi plat yang akan dibuat. Pemasangan tulangan dalam cetakan

Tulangan yang dipakai sesuai dengan permintaan yang telah disepakati dan dihitung oleh kontraktor.

3. Pengecoran

Kebutuhan jumlah material untuk produksi komponen struktur dengan teknologi beton pracetak sama saja jika dibandingkan dengan beton cast in-situ hanya saja dalam pabriksi dibutuhkan bahan tambahan (additive) dengan takaran sesuai kebutuhan. Adapun contoh pengecoran half slab sesuai gambar 4.18



Gambar 4.18 Pengecoran Half Slab (sumber: proyek lain)

4. Pelepasan Cetakan

Beton bisa dilepas dari cetakan setelah berumur 7hari(30% kekuatan fc).

5. Curing dan Quality Control

Setelah beton dianggap cukup umur maka dilakukan proses pengecekan (quality control) dengan cara mengambil sampel yang dimasukkan dalam cetakan silinder untuk di tes di laboratium.

Beton pracetak yang telah jadi harus melalui proses curing sebelum siap dikirimkan ke lokasi proyek. Tujuan dilakukan curing sama dengan system konvensional yaitu mencegah pengeringan yang dapat menyebabkan kehilangan air yang dibutuhkan untuk proses pengerasan beton.

6. Pengangkatan dan penyimpanan

Produksi beton pracetak dapat dilaksanakan setiap saat, tidak terpengaruh cuaca sehingga jadwal pelaksanaan produksi di pabrik memungkinkan untuk melaksanakan pekerjaan secara seri. Kualitas produk yang dihasilkan juga lebih seragam. Hal ini disebabkan oleh terjadinya pengendalian kualitas yang baik.

4.3.2.2 Penumpukan dan Pengangkatan Pelat Half Slab

Penumpukan precast half slab dapat dilakukan dengan menjaga kedudukan tetap level/ tidak miring, sesuai hasil perhitungan. Adapun untuk menjaga suhu beton dilakukan curing dengan Disemprot air minimal 3 kali sehari selama 7 hari untuk menghindari retak akibat suhu terlalu tinggi. Adapun contoh proses curing sesuai gambar 4.19 berikut.



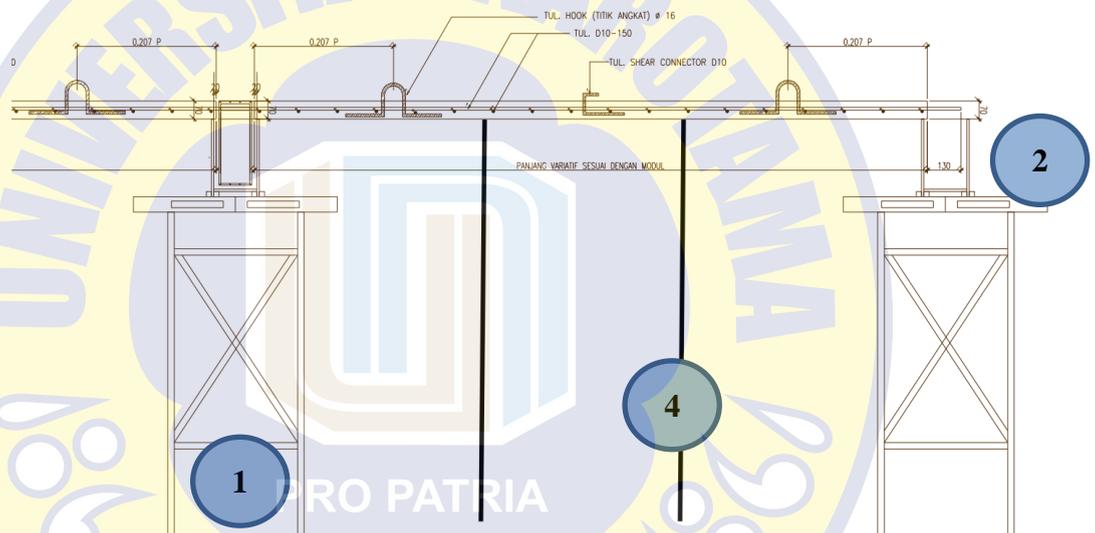
Gambar 4.19 Curing Half Slab (Sumber : Proyek lain)

Pada proses pengangkatan pelat dilakukan pemasangan seling berupa kawat baja pada ke 8 posisi titik angkat dari pelat, pengangkatan pelat dilakukan secara hati-hati untuk menjaga agar posisi pelat tetap datar.

Adapun dalam penumpukan dan pengangkatan harus mempertimbangkan sitelayout management yang baik agar tower crane dapat bekerja secara efisien

4.3.2.3 Instalasi Pelat Half Slab

Secara garis besar untuk instalasi half slab sesuai gambar 4.20 berikut:

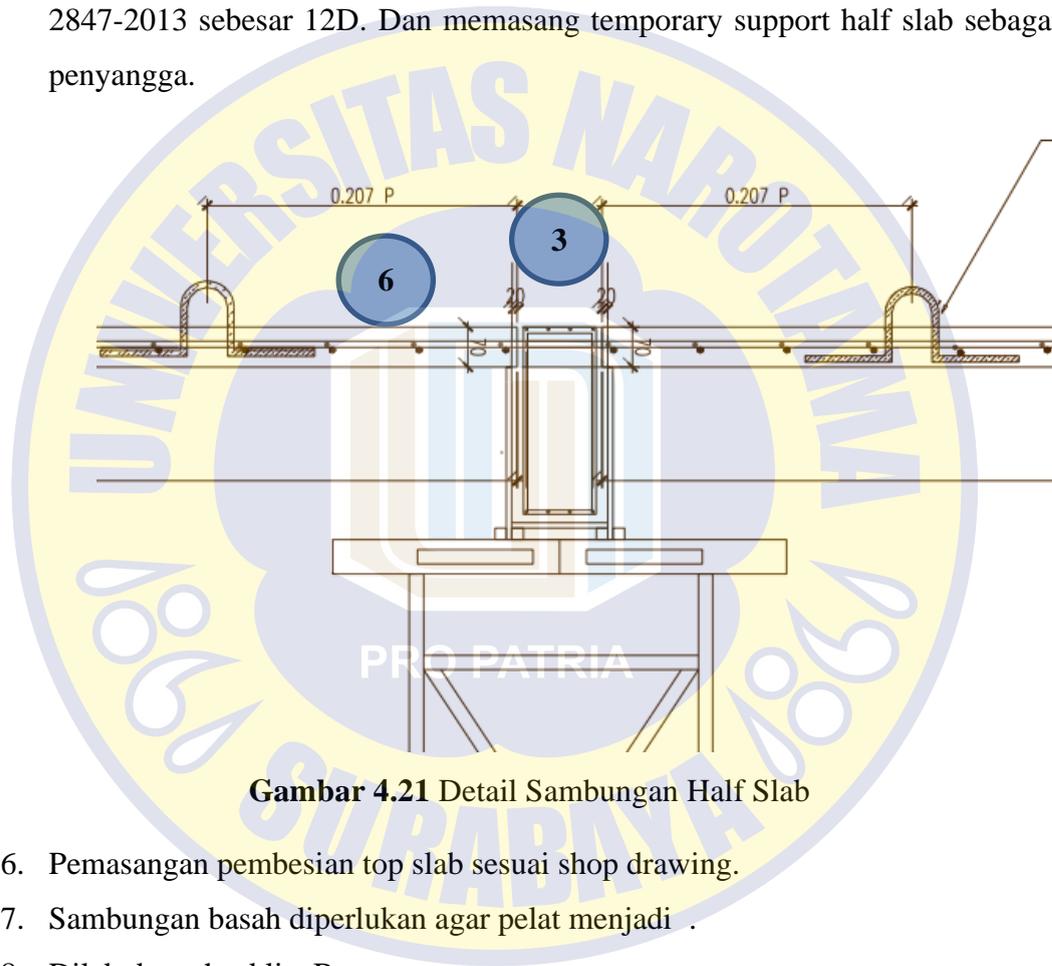


Gambar 2.20 Ilustrasi Alur Pemasangan Half Slab

1. Pasang perancah sesuai level dasar lantai yang akan dicor. Tujuan dipasangnya scaffolding/perancah adalah untuk menyangga balok yang akan dicor, dan agar kuat dalam menyangga plat precast yang akan di letakkan pada balok tersebut.
2. Install bekisting balok & check elevasi sebelum precast half slab dipasang di dinding bekisting balok.
3. Pembesian balok dan pengecoran balok
4. Pasang pipe support sebagai pembantu dalam menyangga balok yang akan dicor separuh dari volume totalnya. Pada metode pemasangan plat precast half slab, balok akan terlebih dahulu dicor setengah dari volume totalnya kemudian plat precast akan dipasang pada balok tersebut yang difungsikan sebagai

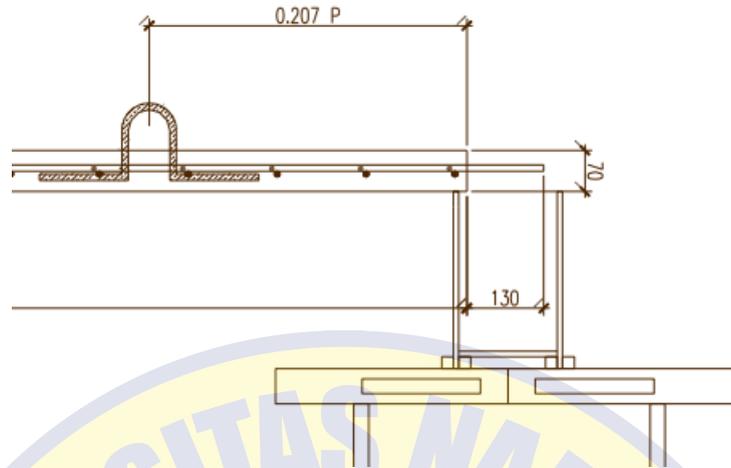
penumpu, untuk pengecoran balok sisanya akan di cor bersamaan dengan overtopping plat. Pipe support dipasang tiap panel half slab .Spesifikasi pipe support ini menggunakan pipa galvanis, diameter 1,5” , tebal 3 mm dengan panjang 3 m.

5. Install precast half slab dengan jarak masuk 20mm dari tepi luar bekisting balok yang telah dicor dengan Panjang Pengankuran dengan rumus berdasarkan SNI 2847-2013 sebesar 12D. Dan memasang temporary support half slab sebagai penyangga.



Gambar 4.21 Detail Sambungan Half Slab

6. Pemasangan pembesian top slab sesuai shop drawing.
7. Sambungan basah diperlukan agar pelat menjadi .
8. Dilakukan checklist Bersama
9. Dilaksanakan pengecoran balok dan top slab dari precast half slab.



Gambar 4.22 Detail Tulangan Half Slab

4.3.2.4 Penulangan Overtopping

Pembesian pada bagian over topping digunakan wiremesh dengan spesifikasi berikut ini:

Produk	= PT. BRC Lysaght Indonesia
Mutu	= U-50
Tipe	= M7
Ukuran per rol	= 54 m x 2,1 m
Berat per rol	= 473,1 kg

Pelaksanaan pembesian overtopping pada plat precast, dalam proses pengerjaannya hanya dihitung dari luasan precast yang dibutuhkan.

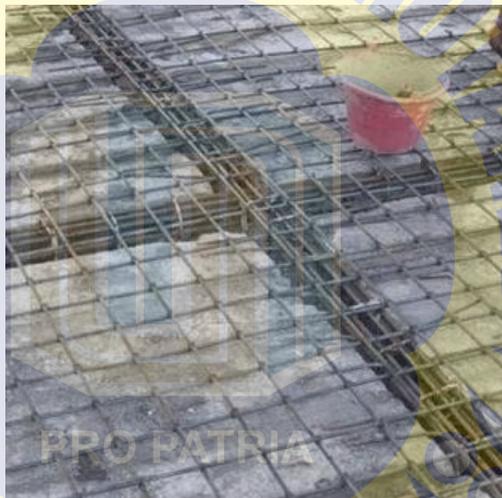


Gambar 4.23 Wire Mesh Gulungan

A. Perencanaan Sambungan

Dalam metode pelaksanaan sambungan dapat dikatakan baik apabila memenuhi kriteria yaitu praktis dan ekonomis dan harus kuat. Praktis yaitu sambungan tidak memerlukan keahlian khusus dalam pelaksanaannya, sedangkan ekonomis yaitu semakin sederhana sambungan maka biaya produksi dapat diminimalisir.

Pada tugas akhir ini direncanakan menggunakan semi praction/half slab dengan sambungan basah yaitu pemasangan elemen pracetak selesai maka dilanjutkan tulangan negatif (sambungan tulangan ke balok) di atas balok dan pelat kemudian baru di cor setebal 5cm agar menjadi .



Gambar 4.24 Sambungan Basah

4.3.2.5 Pengecoran Overtopping

Pada umumnya proses pengecoran overtopping hampir sama dengan konvensional yakni dilakukan pengecekan terlebih dahulu oleh engineer dan membuat surat ijin pengecoran yang di tanda tangani oleh pengawas.

Alat yang digunakan antara lain:

a. Truck mixer

Untuk membuat adonan cor beton untuk overtopping, dengan bahan pasir dan semen sebagai upaya mempercepat pekerjaan

b. vibrator

untuk meratakan cor ke sela-sela precast half slab supaya tetap merata satu dengan yang lainnya.

4.3.2.6 Pembongkaran Support dan Perancah

Dilakukan setelah 7 hari pengecoran untuk balok sedangkan pada support pelat tetap dipasang sampai umur 30 hari fungsinya sebagai penunjang sampai pelat benar – benar mengeras. Setelah dilaksanakan pengecoran, maka untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dilakukan perawatan beton. Perawatan beton yang dilakukan adalah dengan menyiram/membasahi beton 2 kali sehari selama 1 minggu.

4.4 Analisa Waktu Pelat Konvensional

Analisa waktu untuk metode konvensional yaitu menghitung waktu yang dibutuhkan masing masing item pekerjaan berdasarkan volume pekerjaan, produktifitas pekerja dan alat serta dilanjutkan dengan menyusun jadwal.

Pada pelaksanaan sistem pelat lantai konvensional pekerjaannya meliputi pekerjaan acuan dan perancah balok dan pelat, pekerjaan pembesian balok dan pelat dan pengecoran balok dan pelat.

4.4.1 Pekerjaan Acuan dan Perancah

Volume bekisting sesuai dengan tabel sebagai berikut :

Tabel 4.6 Volume Bekisting

Tipe	volume bekisting	volume besi			volume beton	
	total	D20	D16	D12	Total	
	m2	Kg	Kg	Kg	Kg	
Balok Induk	25.68		405.74	134.59	540.33	5.14
Balok Anak	10.35		196.24	37.27	233.51	1.24
Pelat A	28.00	701.10			701.10	5.70
Pelat B	42.00	2804.40			2804.40	11.20
total	106.03	3505.50	601.98	171.86	4279.34	23.28

Dipakai tenaga kerja dengan jumlah 1 grup dikepalai 1 mandor mengepalai 3 tukang dan 5 pekerja.

Produktifitas pekerja (hasil pengamatan dan wawancara) untuk pelat lantai adalah :

Menyetel : 3jam/20m²

Memasang : 3jam/20m²

Bongkar : 2jam/20m²

Asumsi jam kerja per hari adalah 8 jam. Jadi untuk 1 group kerja memiliki produktifitas sebesar 20 m² /hari.

Sebagai contoh digunakan untuk mendapatkan hitungan waktu digunakan rumus sebagai berikut:

Pasang acuan dan perancah:

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas per jam} \times 8 \text{ jam kerja} \times N \text{ group}} \\ &= \frac{106.03}{20/3 \times 8 \times 1} \\ &= 0.99 \text{ Hari} \end{aligned}$$

Stel Acuan dan Perancah: PRO PATRIA

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas per jam} \times 8 \text{ jam kerja} \times N \text{ group}} \\ &= \frac{106.03}{20/3 \times 8 \times 1} \\ &= 0.99 \text{ Hari} \end{aligned}$$

Bongkar Acuan dan Perancah:

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas per jam} \times 8 \text{ jam kerja} \times N \text{ group}} \\ &= \frac{106.03}{20/2 \times 8 \times 1} \\ &= 1.32 \text{ Hari} \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Waktu Pemasangan Bekisting

Pekerjaan	Waktu
Setel	0.99 Hari
Pasang	0.99 Hari
Bongkar	1.32 Hari
Jumlah Waktu	3.3 Hari

4.4.2 Pekerjaan Pembesian

Perhitungan durasi bisa menggunakan analisa harga satuan pekerjaan Sidoarjo 2020 berdasarkan SNI 7394 : 2008. Adapun perhitungannya dilakukan oleh 5 grup kerja dimana 1 group kerja terdapat 1 tukang besi dan 1 pekerja. Maka dibutuhkan 1 mandor 5 tukang besi dan 5 pekerja. Indeks pekerja untuk pekerjaan besi tulangan polos per 1 Kg adalah 0,007 OH (SNI 7394 : 2008)

$$\frac{1}{0.007} = 142.86 \text{ Kg/OH}$$

Maka didapatkan untuk satu grup pekerja mengerjakan 142,86 Kg per harinya.

Berikut adalah hasil rekap kebutuhan tulangan pelat lantai

Tabel 4.8 Kebutuhan Volume Besi Pelat Lantai

Tipe	volume bekisting	volume besi			volume beton	
	total	D20	D16	D12	Total	luas x lebar
	m2	Kg	Kg	Kg	Kg	m3
Balok Induk	25.68		405.74	134.59	540.33	5.14
Balok Anak	10.35		196.24	37.27	233.51	1.24
Pelat A	28.00	701.10			701.10	5.70
Pelat B	42.00	2804.40			2804.40	11.20
total	106.03	3505.50	601.98	171.86	4279.34	23.28

Jadi kebutuhan tulangan pelat dan balok 4279.34Kg.

Rumus perhitungan durasi:

$$Waktu = \frac{Volume}{Produktifitas \text{ per hari } \times N \text{ group}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{4279.34}{142.86 \times 5} \\
 &= 5.99 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$

4.4.3 Pengecoran

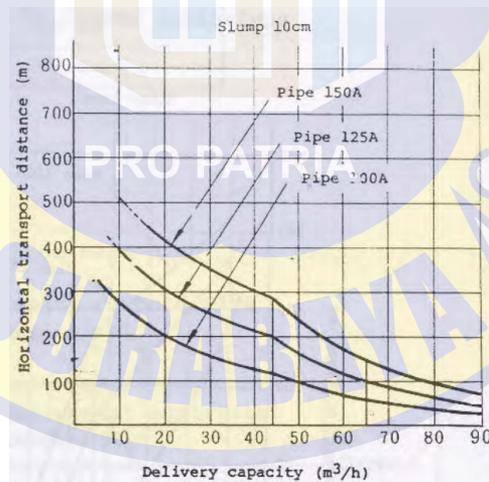
Perhitungan kebutuhan pipa pengecoran

Perhitungan kebutuhan pipa pengecoran yaitu jarak terjauh dari pekerjaan pengecoran dibagi panjang pipa yang tersedia (125 A Transport pipe @ 1 = 2,8 m dan 125 A Delivery / Flexible Hose @ 1 = 5 m). Grup pengecoran terdiri dari 1 mandor, 3 tukang batu, 20 pekerja.

Perhitungan Delivery Capacity

Perhitungan Horizontal Equivalent Length:

- Boom Pipe = 24,8 m
- Horizontal Pipe 2,8m x 8 = 22,4 m
- Flexible Hose 5x1 = 5 m +
- = 52.2m



Gambar 4.26 Grafik Delivery Capacity Pengecoran

Menentukan delivery capacity dengan melihat grafik hubungan antara delivery capacity dengan horizontal transport distance dengan nilai slump 10 cm dengan diameter pipa 125 A. dari grafik didapatkan delivery capacity sebesar 80 m³/jam.

Diasumsikan kondisi operasi peralatan dan pemeliharaan mesin baik, sehingga efisiensi kerja ialah 0,75

Produktifitas Concrete Pump

= efisiensi kerja x Delivery Capacity

$$= 0,75 \times 80 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 60 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Setelah delivery capacity diketahui maka dapat ditentukan perhitungan waktu pelaksanaan untuk pengecoran balok dan pelat:

- Volume pengecoran = 23.28 m³
- Kebutuhan ready mix = $23.28 \text{ m}^3 / 7 \text{ m}^3 = 3.32 \approx 4$ kali
- Kemampuan produksi = 60 m³/jam
- Waktu operasional = $4 \times 7 \text{ m}^3 / 60 \text{ m}^3/\text{jam} = 0.46$ jam

- Waktu persiapan concrete pump dan truck mixer :
 - Pengaturan Posisi = 5 menit
 - Pengaturan pipa = 5 menit
 - Idle pompa = 5 menit
 - Tes slump = 5 menit
 - Total = 20 menit ≈ 0.3 jam

- Waktu pasca pengoperasian
 - Pembersian pompa = 20 menit
 - Bongkar pipa = 15 menit
 - Total = 35 menit $\approx 0,58$ jam

Total Waktu Pengecoran

= waktu pengoperasian + waktu persiapan + waktu pasca pengoperasian

$$= 0.46 + 0.3 + 0.58$$

$$= 1.34 \text{ jam (0.056 Hari kerja)}$$

Adapun setelah di cor beton harus dicuring selama 7 hari untuk menghindari kehilangan air di dalam beton secara drastis yang mengakibatkan beton retak.

Dari semua uraian diatas dapat dihitung waktu total pelaksanaan pekerjaan pengecoran dengan metode konvensional adalah :

Tabel 4.9 Rekapitulasi Waktu Pekerjaan Plat Lantai

no	Jenis Pekerjaan	Waktu Pekerjaan	
1	Setel Acuan Perancah + Bekisting	0.99	Hari
2	Pasang Acuan Perancah + Bekisting	0.99	Hari
3	Pembesian	5.99	Hari
4	Pengecoran	0.056	Hari
5	Bongkar Bekisting	1.32	Hari
	Total	9.34	Hari

4.5 Analisa Waktu Pelat Precast half slab

Analisa Waktu untuk metode kopersit yaitu untuk menghitung waktu yang dibutuhkan masing-masing item pekerjaan berdasarkan volume pekerjaan, produktifitas pekerja dan alat serta dilanjutkan dengan menyusun jadwal.

Pada pelaksanaan pelat lantai precast pekerjaannya meliputi, perhitungan volume cetakan half slab, penulangan half slab, perhitungan perancah, pemasangan half slab.

4.5.1 Volume Half Slab

Pada Kasus ini terdapat 2 Zona yaitu A dan B dengan masing memiliki luas zona 37.995 m² & 12.29 m²

Tabel 4.10 Volume Half Slab

Zona	no	Nama Pelat	Dimensi			Jumlah Panel	Luas Molding	Volume Beton (m ³)	Luas Perzona (m ²)	Volume Beton Per Zona (m ³)
			p(m)	L(m)	t(m)					
			a	b	c	d	e=axbx d	f=axbx cxd		
A	1	Sb-1	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	1.006656	37.995	8.053248
	2	Sb-2	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	1.006656		
	3	Sb-3	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	1.006656		
	4	Sb-4	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	1.006656		
	5	Sb-5	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	1.006656		
	6	Sb-6	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	1.006656		
	7	Sb-7	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	1.006656		
	8	Sb-8	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	1.006656		
B	9	Sc-1	2.75	2.24	0.07	3	18.48	1.2936	12.29	2.5872
	10	Sc-2	2.75	2.24	0.07	3	18.48	1.2936		
Jumlah						30	152.0064	10.640448	50.285	10.640448

Waktu yang dibutuhkan untuk fabrikasi per satu cetakan half slab 2 group kerja yang masing masing grup terdiri dari 1 tukang dan 2 pekerja sebagai berikut (hasil wawancara) :

Pembersihan cetakan (5mnt x 2)	= 10 menit
Setting cetakan (10mnt x 2)	= 20 menit
Pemberian pelumas (7mnt x 2)	= 14 menit
Penulangan (7mnt x 2)	= 14 menit
Pengecoran (25mnt x 2)	= 50 menit
Perawatan (120 mnt x 2)	= 720 menit
<u>Pengangkutan ke Stockyard (15mnt x 2)</u>	<u>T = 30 menit +</u>
Jumlah waktu	= 858 menit

Pada awal pekerjaan fibrikasi half slab, dibuat cetakan panel terlebih dulu seluas 24 x 15 yang dibagi menjadi beberapa cetakan panel dengan menghabiskan wktu 100 menit. dengan yang diinginkan. Dalam 1 hari dapat di produksi ± 360m² sehingga 152m² / 360m² = 0.42 (1) kali produksi. Produksi Half slab memakan waktu 858 x 1 kali produksi adalah 858 menit.

Jadi waktu yang diperlukan untuk fabrikasi half slab adalah 858 menit + 100 menit = 958 menit atau 15.96 jam atau 0.66 hari kerja.

4.5.2 Penulangan Wiremesh

Keperluan Wiremesh untuk half slab berbeda dengan keperluan tulangan konvensional. Wiremesh yang dibutuhkan untuk keperluan half slab memiliki lebih sebesar 50 mm sebagai sambungan antara tulangan pelat half slab ke balok. Pada proyek ini tulangan yang dipakai untuk keperluan perkuatan pelat lantai digunakan wiremesh, Tipe wiremesh yang dipakai yaitu tipe M7- 15. Perhitungan wiremesh dapat ditentukan berdasarkan luasan pelat lantai. Ukuran 1 lembar wiremesh yang dipakai adalah 2,1 m x 5,4 m atau 11,34 m² , tetapi dalam pemasangan wiremesh dilapangan dilakukan overlap sepanjang 300 mm

$$5.4\text{m} - 0.3\text{m} = 5.1\text{m} \quad \text{Lembar} = 47.31 \text{ Kg}$$

$$2.1\text{m} - 0.3\text{m} = 1.8\text{m}$$

Luas bersih wiremesh adalah = 5,1 m x 1,8 m = 9,2 m² Keperluan wiremesh untuk half slab dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Zona	no	Nama Pelat	Dimensi			Jumlah Panel	Luas Wiremesh (m ²)	Kebutuhan (lonjor)
			p(m)	L(m)	t(m)			
			a	b	c			
A	1	Sb-1	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	115.0464
	2	Sb-2	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
	3	Sb-3	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
	4	Sb-4	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
	5	Sb-5	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
	6	Sb-6	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
	7	Sb-7	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
	8	Sb-8	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
B	9	Sc-1	2.75	2.24	0.07	3	18.48	36.96
	10	Sc-2	2.75	2.24	0.07	3	18.48	
Jumlah						30	152.0064	152.0064

Tabel 4.11 Keperluan Wiremesh Half Slab (Fabrikasi)

Zona	no	Nama Pelat	Dimensi			Jumlah Panel	Luas Wiremesh (m ²)	Kebutuhan (lonjor)
			p(m)	L(m)	t(m)			
			a	b	c			
A	1	Sb-1	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	115.0464
	2	Sb-2	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
	3	Sb-3	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
	4	Sb-4	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
	5	Sb-5	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
	6	Sb-6	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
	7	Sb-7	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
	8	Sb-8	2.24	2.14	0.07	3	14.3808	
B	9	Sc-1	2.75	2.24	0.07	3	18.48	36.96
	10	Sc-2	2.75	2.24	0.07	3	18.48	
Jumlah						30	152.0064	152.0064

Tabel 4.11 Keperluan Wiremesh Half Slab (Topping)

Sebagai contoh dipakai perhitungan penulangan topping. Indeks pekerja untuk pekerjaan wiremesh per 1 m² adalah 0,025 OH (SNI 7394 : 2008)

Produktifitas $Q = \frac{1}{0.025} = 40kg/hari$ diasumsikan 2 grup pekerja.

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \frac{\text{Koeff mandor}}{\text{koeff tukang}} \times 2 \\ &= \frac{0.001}{0.025} \times 2 \\ &= 1 \text{ Orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= \frac{\text{Koeff kepala tukang}}{\text{koeff tukang}} \times 2 \\ &= \frac{0.002}{0.025} \times 2 \\ &= 1 \text{ Orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tukang} &= \frac{\text{Koeff tukang}}{\text{koeff tukang}} \times 2 \\ &= \frac{0.025}{0.025} \times 50 \\ &= 2 \text{ Orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pembantu tukang} &= \frac{\text{Koeff pembantu tukang}}{\text{koeff tukang}} \times 2 \\ &= \frac{0.025}{0.025} \times 2 \\ &= 2 \text{ Orang} \end{aligned}$$

Kapasitas Produksi tenaga kerja 1 mandor:

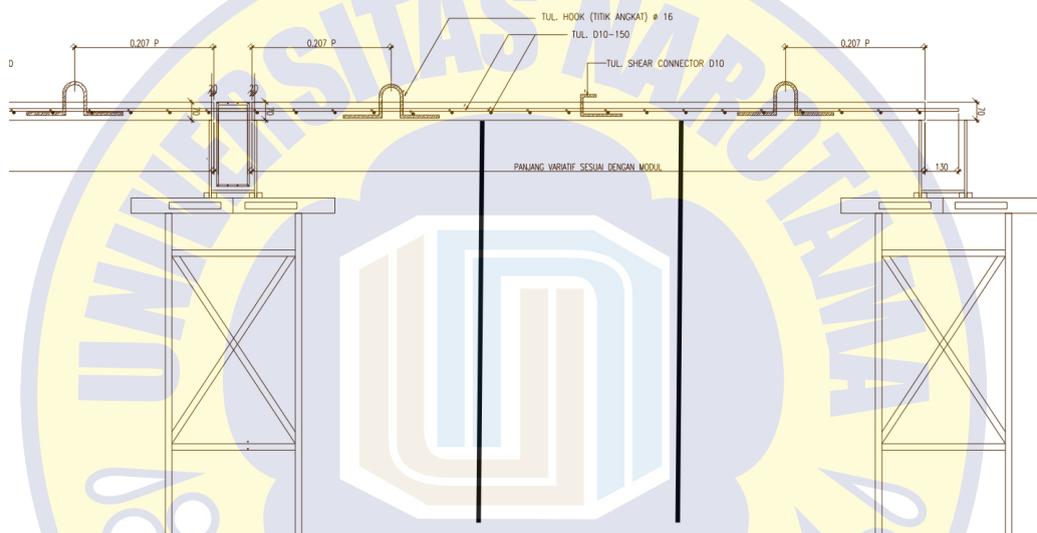
$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi (Q)} &= \frac{1}{0.025} \times 2 \\ &= 80 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\text{durasi} = \frac{\text{volume}}{\text{produktifitas perhari} \times N \text{ group}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{152}{40 \times 2} \\
 &= 1.9 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$

4.5.3 Pekerjaan Acuan dan Perancah

Untuk kebutuhan support half slab berdasarkan ilustrasi di bawah. Schaffolding hanya dipasang pada balok sedangkan pada tengah bentang diberi pipa support. Schaffolding



Gambar 4.27 Tampak Samping Scaffolding

Perhitungan jumlah schaffolding menggunakan pembagian luas pelat dibagi dengan luas 1 set schaffolding sebesar 3,6m². Karena schaffolding hanya digunakan pada balok saja maka luasan schaffolding untuk penyangga balok di asumsikan ½ dari luas per zona ditambah luas sisi pia. Luas zona A half slab sebesar 50.285 m².

Jadi, kebutuhan support (scaffolding temporary) adalah : Luas schaffolding yang diperlukan adalah 50.285 m² /2=25.142 m². Luas bekisting balok adalah 36.03 m². Produktifitas 1 group kerja = 20 m² /hari, asumsi dipakai 5 group terdiri dari 1tukang kayu dan 2 pekerja tiap masing masing group.

$$\text{durasi} = \frac{25.142 + 106.03}{\text{produktifitas perhari} \times N \text{ group}}$$

$$= \frac{131.172}{20 \times 5}$$

$$= 1.31 \text{ Hari}$$

Pipa support dipasang tiap jarak 150 cm pada tiap tengah bentang pelat. Bentang pelat terbesar 2.75x2.25m , maka dibutuhkan 2.75x2.25/1,5= 4 support tiap 12.29m². luas plat half slab sebesar 50.285 m², maka dibutuhkan 50.285/12.29m² x 4 support = 17 Support.

Waktu pemasangan per 1 support yang dilakukan oleh 2 orang pekerja adalah selama 5 menit(hasil wawancara), Jika terdapat 2 grup maka durasi pemasangan support adalah= 5 menit x 17 support / 2grup= 42 menit atau 0,02 hari.

4.5.4 Pekerjaan Pembesian Balok

Perhitungan durasi bisa menggunakan analisa harga satuan pekerjaan Sidoarjo 2021 berdasarkan SNI 7394 : 2008. Adapun perhitungannya dilakukan oleh 2 grup kerja dimana 1 group kerja terdapat 1 tukang besi dan 1 pekerja. Maka dibutuhkan 1 mandor 5 tukang besi dan 5 pekerja. Indeks pekerja untuk pekerjaan besi tulangan polos per 1 Kg adalah 0,007 OH (SNI 7394 : 2008)

$$\frac{1}{0.007} = 142.86 \text{ Kg/OH}$$

Maka didapatkan untuk satu grup pekerja mengerjakan 142,86 Kg per harinya.

Berikut adalah hasil rekap kebutuhan tulangan pelat lantai

Tabel 4.12 Kebutuhan Volume Besi

Tipe	volume bekisting	volume besi			volume beton	
	total m ²	D20 Kg	D16 Kg	D12 Kg	Total Kg	luas x lebar m ³
Balok Induk	25.68		405.74	134.59	540.33	5.14
Balok Anak	10.35		196.24	37.27	233.51	1.24

Jadi kebutuhan tulangan pelat dan balok 773.84Kg.

Rumus perhitungan durasi:

$$\text{durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{produktifitas perhari} \times N \text{ group}}$$

$$= \frac{773.84}{142.86 \times 2}$$

$$= 2.7 \text{ Hari}$$

4.5.5 Pengecoran ½ balok

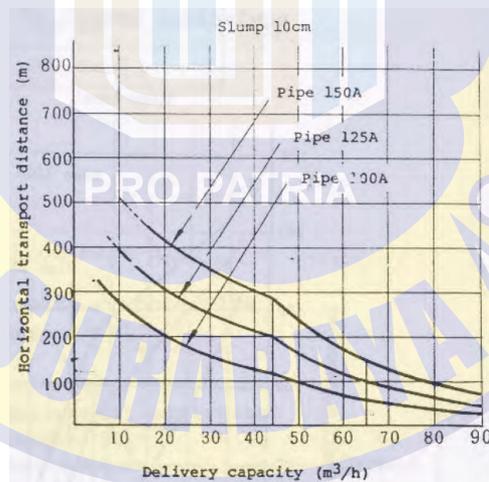
Perhitungan kebutuhan pipa pengecoran

Perhitungan kebutuhan pipa pengecoran yaitu jarak terjauh dari pekerjaan pengecoran dibagi panjang pipa yang tersedia (125 A Transport pipe @ 1 = 2,8 m dan 125 A Delivery / Flexible Hose @ 1 = 5 m). Grup pengecoran terdiri dari 1mandor, 3tukang batu,20 pekerja.

Perhitungan Delivery Capacity

Perhitungan Horizontal Equivalent Length:

- Boom Pipe = 24,8 m
- Horizontal Pipe 2,8m x 8 = 22,4 m
- Flexible Hose 5x1 = 5 m +
- = 52.2m



Gambar 4.28 Grafik Delivery Capacity Pengecoran

Menentukan delivery capacity dengan melihat grafik hubungan antara delivery capacity dengan horizontal transport distance dengan nilai slump 10 cm dengan diameter pipa 125 A. dari grafik didapatkan delivery capacity sebesar 80 m³/jam.

Diasumsikan kondisi operasi peralatan dan pemeliharaan mesin baik, sehingga efisiensi kerja ialah 0,75

Produktifitas Concrete Pump

= efisiensi kerja x Delivery Capacity

= 0,75 x 80 m³ /jam

= 60 m³ /jam

Setelah delivery capacity diketahui maka dapat ditentukan perhitungan waktu pelaksanaan untuk pengecoran ½ balok lantai:

- Volume pengecoran = 6.38 m³
- Kebutuhan ready mix = 6.38 m³ / 7 m³ = 0.91 ≈ 1 kali
- Kemampuan produksi = 60 m³ /jam
- Waktu operasional = 1 x 7 m³ / 60 m³ /jam = 0.11 jam

- Waktu persiapan concrete pump dan truck mixer :
 - Pengaturan Posisi = 5 menit
 - Pengaturan pipa = 5 menit
 - Idle pompa = 5 menit
 - Tes slump = 5 menit
 - Total = 20 menit ≈ 0.3 jam

- Waktu pasca pengoperasian
 - Pembersian pompa = 20 menit
 - Bongkar pipa = 15 menit
 - Total = 35 menit ≈ 0,58 jam

Total Waktu Pengecoran

= waktu pengoperasian + waktu persiapan + waktu pasca pengoperasian

= 0.11 + 0.3 + 0.58

= 1jam (0.041 Hari kerja)

4.5.6 Pemasangan Half Slab

Pemasangan pelat half slab ini direncanakan menggunakan 2 grup, setiap grup terdiri dari 2 tukang ereksi, 1 tukang batu, 1 pekerja, 1 helper. 1 tukang batu dan 1 pekerja memasang dari bawah, sedangkan 2 tukang ereksi dan 1 helper memasang di atas

Dalam Proses pemasangan plat precast half slab direncanakan menggunakan 1 Tower Crane yang telah digambarkan pada layout di lampiran. Berikut adalah rekap durasi pengangkatan precast, bongkar muat precast, instalasi precast:

Durasi Pemasangan plat precast

Fabrikasi Half Slab	=17.77jam
Penulangan Wiremesh	=54.48jam
Pekerjaan Acuan dan Perancah	= 31.2jam + 42 menit = 31.9jam
Pembesian Balok	=64.8jam
Pengecoran ½ Balok	=1jam +
Total	=169.95jam = 7.08 hari

Adapun contoh perhitungan durasi pemasangan pelat half slab sebagai berikut:

Berdasarkan tabel spesifikasi Tower Crane tipe diperoleh

- Kecepatan hoisting pergi = 80 m/menit
- Kecepatan hoisting pulang = 120 m/menit
- Kecepatan slewing = 0,6 rpm = 216 °/ menit
- Kecepatan trolley pergi = 25 m/menit
- Kecepatan trolley pulang = 50 m/menit
- Kecepatan landing pergi = 80 m/menit
- Kecepatan landing pulang = 120 m/menit

Perhitungan waktu pengangkatan (pergi)

Proses pengangkatan meliputi hoisting, slewing, trolley landing yang dipengaruhi oleh jarak dan kecepatan bebannya.

Hoisting (mekanisme angkat)

Kecepatan = 80 m/menit

Jarak = Tinggi lantai dimana pelat half slab akan dipasang - tinggi pelat precast di simpan.

$$= 3.5 \text{ m} - 0 \text{ m}$$

$$= 3.5 \text{ m}$$

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat pelat half slab adalah:

$$t1 = \frac{\text{jarak (S)}}{\text{Kecepatan (V)}}$$

$$= \frac{3.5 \text{ m}}{80}$$

$$= 0.04 \text{ menit}$$

Slewing (mekanisme putar)

Kecepatan = 216 °/menit

Jarak = Sudut yang dijangkau oleh truck crane pada saat mengambil pelat half slab dari lokasi penumpukan menuju lokasi pemasangan

$$= 165^\circ$$

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk memutar boom adalah:

$$t2 = \frac{\text{jarak (S)}}{\text{Kecepatan (V)}}$$

$$= \frac{165}{216}$$

$$= 0.76 \text{ menit}$$

Trolley (mekanisme maju mundur trolley)

Kecepatan = 25 m/menit

Jarak = jarak TC ke supply – jarak TC ke demand

$$= 4.5 \text{ m}$$

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk memutar boom adalah:

$$\begin{aligned} t_3 &= \frac{\text{jarak (S)}}{\text{Kecepatan (V)}} \\ &= \frac{4.5}{25} \\ &= 0.18 \text{ menit} \end{aligned}$$

Landing (mekanisme turun)

Kecepatan = 80 m/menit

Jarak = asumsi diturunkan setinggi 2m
= 2 m

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat pelat half slab adalah:

$$\begin{aligned} t_4 &= \frac{\text{jarak (S)}}{\text{Kecepatan (V)}} \\ &= \frac{2}{80} \\ &= 0.29 \text{ menit} \end{aligned}$$

Total waktu pengangkatan = 0.98 mnt

Perhitungan Waktu Kembali

Hoisting (mekanisme angkat)

Kecepatan = 120 m/menit

Jarak = asumsi diangkat setinggi 5 m

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat pelat half slab adalah:

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{\text{jarak (S)}}{\text{Kecepatan (V)}} \\ &= \frac{5 \text{ m}}{120} \\ &= 0.04 \text{ menit} \end{aligned}$$

Slewing (mekanisme putar)

Kecepatan = 216 °/menit

Jarak = Sudut yang dijangkau oleh truck crane pada saat mengambil pelat half slab dari lokasi penumpukan menuju lokasi pemasangan
=165 °

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk memutar boom adalah:

$$t_2 = \frac{\text{jarak } (S)}{\text{Kecepatan } (V)}$$
$$= \frac{165}{216}$$
$$= 0.76 \text{ menit}$$

Trolley (mekanisme maju mundur trolley)

Kecepatan = 50 m/menit

Jarak = jarak TC ke supply – jarak TC ke demand
= 4.5 m

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk memutar boom adalah:

$$t_3 = \frac{\text{jarak } (S)}{\text{Kecepatan } (V)}$$
$$= \frac{4.5}{50}$$
$$= 0.09 \text{ menit}$$

Landing (mekanisme turun)

Kecepatan = 120 m/menit

Jarak = asumsi diturunkan setinggi 2m
= 2 m

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat pelat half slab adalah:

$$t_4 = \frac{\text{jarak } (S)}{\text{Kecepatan } (V)}$$
$$= \frac{2}{120}$$
$$= 0.016 \text{ menit}$$

Total waktu pulang = 0.9 mnt

Waktu bongkar dan pasang precast ke TC diasumsikan 2 menit

Waktu instalasi precast half slab ke tempatnya asumsi membutuhkan waktu selama 3menit untuk memasang 1 panel

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat pelat half slab tipe adalah:

$T \text{ total} = 0,98 + 0,9 + 2 + 3 = 6,88$ menit Karena terdapat 10 panel maka $6,88 \text{ menit} \times 10 = 68,8$ menit.

4.5.7 Pengecoran topping pelat lantai

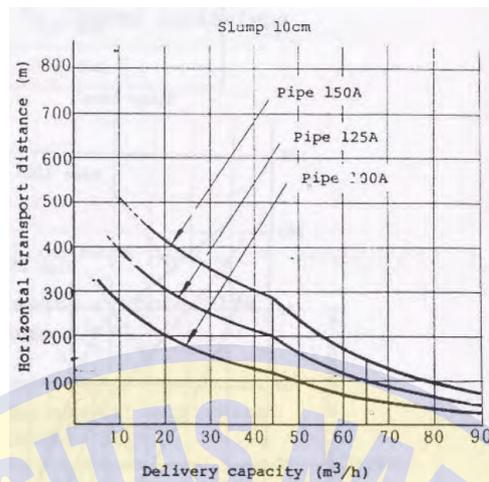
Perhitungan kebutuhan pipa pengecoran

Perhitungan kebutuhan pipa pengecoran yaitu jarak terjauh dari pekerjaan pengecoran dibagi panjang pipa yang tersedia (125 A Transport pipe @ 1 = 2,8 m dan 125 A Delivery / Flexible Hose @ 1 = 5 m). Grup pengecoran terdiri dari 1mandor, 3tukang batu,20 pekerja.

Perhitungan Delivery Capacity

Perhitungan Horisontal Equivalent Length:

- Boom Pipe = 24,8 m
- Horizontal Pipe 2,8m x 8 = 22,4 m
- Flexible Hose 5x1 = 5 m +
- = 52.2m



Gambar 4.29 Grafik Delivery Capacity Pengecoran

Menentukan delivery capacity dengan melihat grafik hubungan antara delivery capacity dengan horizontal transport distance dengan nilai slump 10 cm dengan diameter pipa 125 A. dari grafik didapatkan delivery capacity sebesar 74 m³ /jam. volume beton sebesar 2,51 m³.

Diasumsikan kondisi operasi peralatan dan pemeliharaan mesin baik, sehingga efisiensi kerja ialah 0,75.

Produktifitas Concrete Pump

= efisiensi kerja x Delivery Capacity

= 0,75 x 80 m³ /jam

= 60 m³ /jam

Setelah delivery capacity diketahui maka dapat ditentukan perhitungan waktu pelaksanaan untuk pengecoran ½ balok lantai:

- Volume pengecoran = 2.51 m³
- Kebutuhan ready mix = 2.51 m³ / 7 m³ = 0.35 ≈ 1 kali
- Kemampuan produksi = 60 m³ /jam
- Waktu operasional = 1 x 7 m³ / 60 m³ /jam = 0.11 jam

- Waktu persiapan concrete pump dan truck mixer :

Pengaturan Posisi = 5 menit

Pengaturan pipa = 5 menit
 Idle pompa = 5 menit
 Tes slump = 5 menit
 Total = 20 menit \approx 0.3 jam

- Waktu pasca pengoperasian

Pembersian pompa = 20 menit
 Bongkar pipa = 15 menit
 Total = 35 menit \approx 0,58 jam

Total Waktu Pengecoran

= waktu pengoperasian + waktu persiapan + waktu pasca pengoperasian
 = 0.11 + 0.3 + 0.58
 = 1jam (0.041 Hari kerja)

Dari semua uraian analisis diatas dapat dihitung waktu total pelaksanaan pekerjaan pengecoran dengan metode half slab adalah sebagai berikut :

No	Jenis Pekerjaan	Waktu
1	Fabrikasi Half Slab	0.66 Hari
2	Pemasangan Perancah	1.39 Hari
3	Penulangan Wiremesh	1.9 Hari
4	Penulangan Balok	2.7 Hari
5	Pengecoran $\frac{1}{2}$ Balok	0.04 Hari
6	Pemasangan Half Slab	0.04 Hari
7	Pengecora Overtopping	0.04 Hari
Total		6.78 Hari

Tabel 4.13 Rekapitulasi waktu pekerja pelat lantai metode Half Slab

4.6 Analisa Biaya

Adapun analisis biaya untuk pekerjaan pelat lantai dengan metode precast half slab dan metode konvensional adalah sebagai berikut :

4.6.1 Rencana Anggaran Biaya

Untuk mencari RAB (Rencana Anggaran Biaya) diperlukan data harga satuan alat dan bahan/material, diberikan oleh konsultan pengawas Yang didapat pada konsultan pengawas Proyek KPP Pratama Sidoarjo Selatan, 28 Januari 2022

a. Harga Satuan Alat

Tabel 4.14 Harga Satuan Alat (Sumber: data proyek)

no	Jenis Alat	Satuan	Harga
1	Bucket	jam	Rp 81,400.00
2	Betty Scaffolding	bh	Rp 5,250.00
3	Gantry	jam	Rp 145,000.00
4	Hory Beam	bh	Rp 25,000.00
5	Jack Base	set	Rp 3,200.00
6	Joint Pint	bh	Rp 1,000.00
7	Pompa Beton	jam	Rp 30,000.00
8	Mobil Crane	unit/hari	Rp 4,500,000.00
9	Uhead	bh	Rp 3,200.00
10	Vibrator	jam	Rp 37,500.00

b. Harga Satuan Bahan

Tabel 4.15 Harga Satuan Bahan (Sumber: data proyek)

no	Jenis Material	Satuan	Harga
1	Betty Hollow (50x50x3)mm	btg	Rp 315,000.00
2	Ready mix k300	m3	Rp 1,005,481.25
3	kawat beton	kg	Rp 20,000.00
4	Solar	L	Rp 7,500.00
5	Minyak Bekisting	L	Rp 28,300.00
6	Phenol Film 18m	lbr	Rp 220,000.00
7	Plat besi baja hitam 1.9mm	kg	Rp 7,000.00
8	plywood 12mm	lbr	Rp 93,600.00
9	paku usuk	kg	Rp 19,000.00
10	pipa dia 1.5"	m	Rp 4,000.00
11	kayu meranti balok 4/6, 5/7	m3	Rp 4,500,000.00
12	kayu meranti bekisting	m3	Rp 3,200,000.00
13	wiremesh m 7	lbr	Rp 450,000.00
14	baut	bh	Rp 500.00
15	besi polos/ulir	kg	Rp 12,000.00

c. Harga Satuan Upah

no	Jenis Alat	Satuan	Harga
1	Pekerja	OH	Rp 105,000.00
2	Helper	OH	Rp 99,000.00
3	Kepala Tukang	OH	Rp 150,000.00
4	Mandor	OH	Rp 160,000.00
5	Operator	OH	Rp 120,000.00
6	Tukang ereksi	OH	Rp 148,000.00
7	tukang kayu	OH	Rp 148,000.00
8	tukang las	OH	Rp 148,000.00
9	tukang batu	OH	Rp 148,000.00
10	tukang besi	OH	Rp 148,000.00
11	Pembantu Tukang	OH	Rp 143,000.00

Tabel 4.16 Harga Satuan Upah (Sumber: data Proyek)

4.6.2 Analisa Rekapitulasi Harga Pekerjaan Pelat Lantai Metode Half Slab

Membuat 1 m2 cetakan Half Slab					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A	TENAGA				
	Mandor	OH	0.001	160,000.00	160.00
	Kepala Tukang	OH	0.008	150,000.00	1,200.00
	Tukang Las	OH	0.076	148,000.00	11,248.00
	Pembantu tukang	OH	0.007	143,000.00	1,001.00
				JUMLAH TENAGA KERJA	13,609.00
B	BAHAN				
	Besi Hollow (50x50x3) mm	btg	4.000	315,000.00	1,260,000.00
	Plat Besi Baja Hitam 1.90 mm	kg	1.400	7,000.00	9,800.00
	Baut	bh	20.000	500.00	10,000.00
	Minyak Bekisting	L	0.200	30,100.00	6,020.00
	Lantai Kerja 10cm	m3	0.008	749,481.08	5,995.85
				JUMLAH HARGA BAHAN	1,291,815.85
				Asumsi digunakan 3x	430,605.28
C	PERALATAN				
				JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)				444,214.28
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		44,421.43
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				488,635.71

Tabel 4.17 Data Perhitungan 1m2 Cetakan Half Slab
(AHSP SIDOARJO 2021)

Membuat 1 m3 Fabrikasi Half Slab					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A	TENAGA				
	Mandor	OH	0.105	160,000.00	16,800.00
	Kepala Tukang	OH	0.035	150,000.00	5,250.00
	Tukang Batu	OH	0.350	148,000.00	51,800.00
	Pembantu tukang	OH	2.100	143,000.00	300,300.00
				JUMLAH TENAGA KERJA	374,150.00
B	BAHAN				
	Beton K300	m3	1.050	1,005,481.25	1,055,755.31
				JUMLAH HARGA BAHAN	1,055,755.31
C	PERALATAN				
	bucket	jam	0.300	315,000.00	94,500.00
	vibrator	jam	0.300	37,500.00	11,250.00
	curing	ls	1.000	15,000.00	15,000.00
				JUMLAH HARGA ALAT	120,750.00
D	Jumlah (A+B+C)				1,550,655.31
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		155,065.53
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				1,705,720.84

Tabel 4.18 Data Perhitungan 1m3 Fabrikasi Half Slab
(AHSP SIDOARJO 2021)

Membuat 1 m2 Fabrikasi Perancah					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A	TENAGA				
	Mandor	OH	0.033	160,000.00	5,280.00
	Kepala Tukang	OH	0.033	150,000.00	4,950.00
	Tukang kayu	OH	0.330	148,000.00	48,840.00
	Pembantu tukang	OH	0.660	143,000.00	94,380.00
				JUMLAH TENAGA KERJA	153,450.00
B	BAHAN				
	plywood 12mm	m3	0.347	93,600.00	32,479.20
	kayu meranti balok 4/6, 5/7	m3	0.015	4,500,000.00	67,500.00
	kayu meranti bekisting	m3	0.040	3,200,000.00	128,000.00
	pipa dia 1.5"	m	4.900	4,000.00	19,600.00
	Minyak Bekisting	L	0.200	28,300.00	5,660.00
	paku usuk	kg	0.400	19,000.00	7,600.00
				JUMLAH HARGA BAHAN	260,839.20
C	PERALATAN				
	Betty Scaffolding	bh	4.000	5,250.00	21,000.00
	Uhead	bh	4.000	3,200.00	12,800.00
	Joint Pint	bh	1.000	1,000.00	1,000.00
	Jack Base	set	1.000	3,200.00	3,200.00
	Hory Beam	bh	1.000	25,000.00	25,000.00
				JUMLAH HARGA ALAT	63,000.00
D	Jumlah (A+B+C)				477,289.20
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		47,728.92
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				525,018.12

Tabel 2.19 Data Perhitungan 1m2 Fabrikasi Perancah
(AHSP SIDOARJO 2021)

Membuat 1 set pemasangan support					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A	TENAGA				
	Mandor	OH	0.019	160,000.00	3,024.00
	Pembantu tukang	OH	0.378	143,000.00	54,054.00
				JUMLAH TENAGA KERJA	57,078.00
B	BAHAN				
	pipa dia 1.5"	m	3.200	4,000.00	12,800.00
				JUMLAH HARGA BAHAN	12,800.00
C	PERALATAN				
				-	-
				JUMLAH HARGA ALAT	-
D	Jumlah (A+B+C)				69,878.00
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		6,987.80
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				76,865.80

Tabel 2.20 data Perhitungan 1 set Pemasangan Suport
(AHSP SIDOARJO 2021)

Membuat 1 m2 pemasangan half slab					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A	TENAGA				
	Mandor	OH	0.067	160,000.00	10,720.00
	Kepala Tukang	OH	0.067	150,000.00	10,050.00
	Tukang ereksi	OH	0.134	148,000.00	19,832.00
	Tukang batu	OH	0.067	148,000.00	9,916.00
	operator	OH	0.067	120,000.00	8,040.00
	Pembantu tukang	OH	0.067	148,000.00	9,916.00
				JUMLAH TENAGA KERJA	68,474.00
B	BAHAN				
				-	-
				JUMLAH HARGA BAHAN	-
C	PERALATAN				
	Gantry	jam	0.033	145,000.00	4,785.00
				JUMLAH HARGA ALAT	4,785.00
D	Jumlah (A+B+C)				73,259.00
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		7,325.90
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				80,584.90

Tabel 4.21 Data Perhitungan 1m2 Pemasangan Half Slab
(AHSP SIDOARJO 2021)

Membuat 1 m2 Fabrikasi wiremesh M7					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A	TENAGA				
	Mandor	OH	0.001	160,000.00	160.00
	Kepala Tukang	OH	0.002	150,000.00	300.00
	Tukang besi	OH	0.025	148,000.00	3,700.00
	Pembantu tukang	OH	0.025	143,000.00	3,575.00
			JUMLAH TENAGA KERJA		7,735.00
B	BAHAN				
	wiremesh m7	lbr	0.090	450,000.00	40,500.00
	kawat beton	kg	0.050	20,000.00	1,000.00
			JUMLAH HARGA BAHAN		41,500.00
C	PERALATAN				
				-	-
			JUMLAH HARGA ALAT		-
D	Jumlah (A+B+C)				49,235.00
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		4,923.50
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				54,158.50

Tabel 4.22 Data Perhitungan 1m2 Fibrikasi Wiremesh
(AHSP SIDOARJO 2021)

analisa 1 ls bar bender					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A	TENAGA				
				-	-
			JUMLAH TENAGA KERJA		-
B	BAHAN				
	Mob. Demobilisasi	Ls	1.000	500,000.00	500,000.00
			JUMLAH HARGA BAHAN		500,000.00
C	PERALATAN				
	Bar Bender	Bln	1.000	4,000,000.00	4,000,000.00
			JUMLAH HARGA ALAT		4,000,000.00
D	Jumlah (A+B+C)				4,500,000.00
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		450,000.00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				4,950,000.00

Tabel 4.23 Analisa 1 ls Bar bender
(AHSP SIDOARJO 2021)

analisa 1 ls bar cutter					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A	TENAGA				
				-	-
			JUMLAH TENAGA KERJA		-
B	BAHAN				
	Mob. Demobilisasi	Ls	1.000	500,000.00	500,000.00
			JUMLAH HARGA BAHAN		500,000.00
C	PERALATAN				
	Bar Bender	Bln	1.000	4,000,000.00	4,000,000.00
			JUMLAH HARGA ALAT		4,000,000.00
D	Jumlah (A+B+C)				4,500,000.00
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		450,000.00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				4,950,000.00

Tabel 4.24 Analisa 1 ls Bar Cutter
(AHSP SIDOARJO 2021)

1 ls Tower Crane Precast Half Slab					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A	TENAGA				
	Operator	bln	1.000	3,600,000.00	3,600,000.00
			JUMLAH TENAGA KERJA		3,600,000.00
B	BAHAN				
		0	0	0.090	-
			JUMLAH HARGA BAHAN		-
C	PERALATAN				
	Concrete pum	jam	0.020	30,000.00	600.00
		0	0	0.020	-
		0	0	1.000	-
			JUMLAH HARGA ALAT		600.00
D	Jumlah (A+B+C)				3,600,600.00
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		360,060.00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				3,960,660.00

Tabel 2.25 Analisa 1 ls Tower Crane
(AHSP SIDOARJO 2021)

4.6.3 Analisa Rekapitulasi Harga Pekerjaan Pelat Lantai konvensional

Membuat 1 m2 Bekisting Plat					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A TENAGA					
	Mandor	OH	0.033	160,000.00	5,280.00
	Kepala Tukang	OH	0.033	150,000.00	4,950.00
	Tukang kayu	OH	0.330	148,000.00	48,840.00
	Pembantu tukang	OH	0.660	143,000.00	94,380.00
			JUMLAH TENAGA KERJA		153,450.00
B BAHAN					
	plywood 12mm	m3	0.347	93,600.00	32,479.20
	kayu meranti balok 4/6, 5/7	m3	0.015	4,500,000.00	67,500.00
	kayu meranti bekisting	m3	0.04	3,200,000.00	128,000.00
	pipa dia 1.5"	m	4.9	4,000.00	19,600.00
	Minyak Bekisting	L	0.2	28,300.00	5,660.00
	paku usuk	kg	0.4	19,000.00	7,600.00
			JUMLAH HARGA BAHAN		260,839.20
C PERALATAN					
	Betty Scaffolding	bh	4	5,250.00	21,000.00
	Uhead	bh	4	3,200.00	12,800.00
	Joint Pint	bh	1	1,000.00	1,000.00
	Jack Base	set	1	3,200.00	3,200.00
	Hory Beam	bh	1	25,000.00	25,000.00
			JUMLAH HARGA ALAT		63,000.00
D	Jumlah (A+B+C)				477,289.20
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		47,728.92
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				525,018.12
			Asumsi Digunakan 2x		262,509.06

Tabel 4.26 Data Perhitungan 1 m2 Bekisting Pelat
(AHSP SIDOARJO 2021)

Membuat 1 kg Pembesian Plat					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A TENAGA					
	Mandor	OH	0.0004	160,000.00	64.00
	Kepala Tukang	OH	0.0007	150,000.00	105.00
	Tukang kayu	OH	0.007	148,000.00	1,036.00
	Pembantu tukang	OH	0.007	143,000.00	1,001.00
			JUMLAH TENAGA KERJA		2,206.00
B BAHAN					
	besi polos/ulir	kg	1.05	12,000.00	12,600.00
	kawat beton	kg	0.015	20,000.00	300.00
			JUMLAH HARGA BAHAN		12,900.00
C PERALATAN					
					-
			JUMLAH HARGA ALAT		-
D	Jumlah (A+B+C)				15,106.00
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		1,510.60
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				16,616.60

Tabel 4.27 Data Perhitungan 1 Kg Pembesian Pelat
(AHSP SIDOARJO 2021)

Membuat 1 m3 pengecoran beton K300					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A	TENAGA				
	Mandor	OH	0.1050	160,000.00	16,800.00
	Kepala Tukang	OH	0.0350	150,000.00	5,250.00
	Tukang kayu	OH	0.350	148,000.00	51,800.00
	Pembantu tukang	OH	2.100	143,000.00	300,300.00
				JUMLAH TENAGA KERJA	374,150.00
B	BAHAN				
	Ready mix k300	m3	1.05	1,005,481.25	1,055,755.31
				JUMLAH HARGA BAHAN	1,055,755.31
C	PERALATAN				
	Concrete pum	jam	0.02	30000	600
	Vibrator	jam	0.02	37,500.00	0
	Curing	ls	1	15,000.00	0
				JUMLAH HARGA ALAT	600.00
D	Jumlah (A+B+C)				1,430,505.31
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		143,050.53
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				1,573,555.84

Tabel 4.28 Data Perhitungan 1 m3 Pengecoran Beton
(AHSP SIDOARJO 2021)

1 Is Tower Crane Precast Half Slab					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A	TENAGA				
	Operator	bln	1.000	3,600,000.00	3,600,000.00
				JUMLAH TENAGA KERJA	3,600,000.00
B	BAHAN				
		0	0	0.090	-
				JUMLAH HARGA BAHAN	-
C	PERALATAN				
	Concrete pum	jam	0.020	30,000.00	600.00
		0	0	0.020	-
		0	0	1.000	-
				JUMLAH HARGA ALAT	600.00
D	Jumlah (A+B+C)				3,600,600.00
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		360,060.00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				3,960,660.00

Tabel 4.29 Is Tower Crane Precast
(AHSP SIDOARJO 2021)

analisa 1 ls bar bender					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga satuan (RP)	Jumlah Harga(RP)
A	TENAGA				
				-	-
				JUMLAH TENAGA KERJA	
					-
B	BAHAN				
	Mob. Demobilisasi	Ls	1.000	500,000.00	500,000.00
				JUMLAH HARGA BAHAN	
					500,000.00
C	PERALATAN				
	Bar Bender	Bln	1.000	4,000,000.00	4,000,000.00
				JUMLAH HARGA ALAT	
					4,000,000.00
D	Jumlah (A+B+C)				4,500,000.00
E	Overhead & Profit (10 %)		10% x D (maksimum)		450,000.00
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				4,950,000.00

Tabel 4.30 1 ls Bar Bender
(AHSP SIDOARJO 2021)

4.6.4 Perbandingan Biaya

Tabel 4.31 Rekapitulasi Kebutuhan Biaya Metode Konvensional

Biaya Langsung

No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Bekisting Balok dan Plat	106.03	set	Rp 262,509.06	Rp 27,833,835.63
2	Pembesian Balok dan Plat	4279.34	kg	Rp 16,616.60	Rp 71,108,081.04
3	Pengecoran Balok dan Plat	23.28	m ³	Rp 1,573,555.84	Rp 36,632,380.04
Jumlah					Rp 135,574,296.72

Biaya Sewa Alat

No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Tower Crane	1	ls	Rp 3,960,660.00	Rp 3,960,660.00
2	Bar Bender	1	ls	Rp 4,950,000.00	Rp 4,950,000.00
3	Bar Cutter	1	ls	Rp 4,950,000.00	Rp 4,950,000.00
Jumlah					Rp 9,900,000.00
					Rp 145,474,296.72

Tabel 4.32 Rekapitulasi Kebutuhan Biaya Metode Precast half slab

Biaya Langsung

No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Fabrikasi Half Slab				
	Cetakan Half Slab	152	m2	Rp 488.635.71	Rp 74.272.628.10
	Pembesian Half Slab	152	m2	Rp 54.158.50	Rp 8.232.092.00
	Pengecoran Half Slab	7.09	m3	Rp 1.573.555.84	Rp 11.156.510.93
2	Bekisting Balok	36.03	m2	Rp 262.509.06	Rp 9.458.201.43
3	Pipa Support	17	set	Rp 76.865.80	Rp 1.306.718.60
4	Pembesian Balok	773.84	kg	Rp 16.616.60	Rp 12.858.589.74
5	Cor 1/2 Balok	6.38	m3	Rp 1.573.555.84	Rp 10.039.286.28
6	Instalasi Half Slab	50.285	m2	Rp 80.584.90	Rp 4.052.211.70
7	Pembesian Topping	152	m2	Rp 16.616.60	Rp 2.525.723.20
8	Pengecoran Topping	2.51	m3	Rp 1.573.555.84	Rp 3.949.625.17
Jumlah					Rp 137,851,587.15

Biaya Sewa Alat

No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Tower Crane	1	ls	Rp 3,960,660.00	Rp 3,960,660.00
2	Bar Bender	1	ls	Rp 4,950,000.00	Rp 4,950,000.00
3	Bar Cutter	1	ls	Rp 4,950,000.00	Rp 4,950,000.00
Jumlah					Rp 9,900,000.00
					Rp 147,751,587.15

Dari hasil analisis biaya pada masing-masing metode adalah :

Tabel 4.33 Rekapitulasi Biaya Sistem Pelat Konvensional dan Pelat precast half slab

Metode Konvensional	Metode Half Slab	Selisih	%
Rp 145,474,296.72	Rp 147,751,587.15	-Rp 2,277,290.43	-1.57

4.7 Perbandingan

Jumlah durasi/waktu didapat dari penjadwalan menggunakan ms project yang akan dilampirkan. Adapun unsurunsur yang telah dibandingkan mencakup waktu dan biaya antara metode pekerjaan pelaksanaan pelat lantai konvensional dan metode pelaksanaan pekerjaan pelat lantai precast half slab dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.34 Data Rekapitulasi Harga Total dan Waktu Total Pekerjaan Pelat Lantai Metode Konvensional dan Metode Half slab

Metode	Total Waktu	Total Biaya	
	Hari		
Metode Precast Half Slab	6.78	Rp	147,751,587.15
Metode Konvensional	9.34	Rp	145,474,296.72
Selisih Perbandingan	2.56	-Rp	2,277,290.43
efisiensi	27%		-2%

Berdasarkan hasil analisis waktu dan biaya yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa dengan menggunakan metode half slab pracetak dapat mengefisiensikan waktu sampai angka 2.56 Hari dengan presentase efisiensi sebesar 27% dibandingkan dengan metode konvensional.

Alasan didapatkan hasil perbandingan dari kedua metode tersebut adalah sebagai berikut :

- Waktu yang digunakan konvensional cenderung lebih lama karena pada pekerjaannya memerlukan banyak tahapan fibrikasi dibandingkan dengan precast half slab itu sendiri.
- Precast half slab memakan biaya yang lebih mahal dikarenakan banyak item pekerjaan yang harus dikerjakan.