

BAB V

DESIGN PRECAST HALFSLAB

5.1 DATA BAHAN STRUKTUR

f_y	=	420 Mpa	
f_c^u	=	24,90 Mpa	= K300 kg/cm ²
f_c' Pengangkatan (1 hari)	=	20% f_c^u	= 4,98 Mpa
f_c' Pengangkatan (3 hari)	=	45% f_c^u	= 11,21 Mpa
f_c' Komposit (7 hari)	=	60% f_c^u	= 14,94 Mpa

Tebal plat precast	=	70 mm
Tebal plat overtopping	=	55 mm

5.2 DATA BEBAN PLAT LANTAI

Kondisi saat pengangkatan

Beban mati (DL)

$$\text{Berat sendiri plat precast (t = 7 cm)} = 0,070 \times 2400 = 168 \text{ Kg/m}^2$$

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

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

$$q_u = 252 \text{ Kg/m}$$

Kondisi saat sebelum komposit (Precast terpasang + topping)

Beban mati (DL)

$$\text{Berat sendiri plat precast (t = 7 cm)} = 0,070 \times 2400 = 168 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Beban plat cast insitu (t = 5,5 cm)} = 0,055 \times 2400 = 132 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Total DL} = 300 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Beban hidup (LL)} = 100 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Beban total (1.2DL + 1.6LL)} = 520 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Beban untuk 1 m pias lebar plat} = 520 \times 1$$

$$q_u = 520 \text{ Kg/m}^2$$

Kondisi saat komposit

Beban mati (DL)

Berat sendiri plat precast ($t = 12 \text{ cm}$) $= 0,125 \times 2400 = 300 \text{ Kg/m}^2$

Spesi $= 0,030 \times 2100 = 63 \text{ Kg/m}^2$

ME & Plafond gipsum & $= 45 \text{ Kg/m}^2$

Penggantung Bahan

Berat Keramik $= 2 \times 24 = 48 \text{ Kg/m}^2$

Total DL $= 456 \text{ Kg/m}^2$

Beban Hidup (LL) $= 250 \text{ Kg/m}^2$

Beban total (1.2DL + 1.6LL) $= 947,2 \text{ Kg/m}^2$

Beban untuk 1 m pias lebar plat $= 947,2 \times 1$

$q_u = 947,2 \text{ Kg/m}$

5.3 DATA BEBAN PLAT LANTAI

Direncanakan plat lantai dengan data perencanaan sebagai berikut:

Dimensi Plat	:	1,390	x	4,170	m	
Tebal Plat	:	7	cm			
Mutu Beton		$f_c^0 =$	24,90	Mpa		
		$f_c' =$	4,98	Mpa	(umur 1 hari)	
Mutu Baja	BJTD 40	$f_y =$	420	Mpa		
Diameter Tulangan		D	10	mm		
Selimit beton			2	cm		



Perletakan sendi-sendi di asumsikan sebagai letak titik angkat precast

- Penulangan plat
 - a. Tulangan arah x

$$Q = q_u \text{ saat pengangkatan} = 252 \text{ Kg/m}$$

$$\begin{aligned} M_u &= 0,0107 q_u a^2 b \\ &= 0,0107 \times 252 \times 1,390^2 \times 4,170 \\ &= 21,72450 \text{ kNm} \\ &= 217245,09 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_x &= h - \text{decking} - \left(\frac{1}{2} d_{\text{rencana}}\right) \\ &= 70 - 20 - \left(\frac{1}{2} 10\right) \\ &= 45 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perencanaan menggunakan $\emptyset 0,9$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset \times b \times d^2} = 1,919$$

$$m = \frac{F_y}{0,85 \times F_{c'}} = \frac{420}{0,85 \times 4,98} = 99,22$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{99,22} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(99,22 \times 1,919)}{420}} \right) \\ &= 0,0070 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,002 \text{ (SNI 2847:2019 Ps 7.12.2.1)}$$

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{0,85 f_{c'} \beta}{420} \times \frac{600}{600 + f_y} = 0,0050$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times \rho_{\text{bal}} = 0,0038$$

Tulangan Utama

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{min}} \times b \times d_x \\ &= 0,002 \times 1000 \times 45 \\ &= 245,1 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{D10} = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{1000 \times A_{D10}}{A_s} = \frac{1000 \times 78,5}{245,1} = 125 \text{ mm}$$

Tulangan terpasang D 10 – 125 mm

b. Tulangan arah y

$$Q = q_u \text{ saat pengangkatan} = 252 \text{ Kg/m}$$

$$\begin{aligned} M_u &= 0,0107 q_u a b^2 \\ &= 0,0107 \times 252 \times 1,390 \times 4,170^2 \\ &= 65,1735276 \text{ kNm} \\ &= 651735,276 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_x &= h - \text{decking} - \left(\frac{1}{2} d_{\text{rencana}}\right) \\ &= 70 - 20 - 10 - \left(\frac{1}{2} 10\right) \\ &= 35 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perencanaan menggunakan $\emptyset 0,9$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset \times b \times d^2} = 0,171$$

$$m = \frac{F_y}{0,85 \times F_c'} = \frac{420}{0,85 \times 4,98} = 99,22$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{pertu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{99,22} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(99,22 \times 0,171)}{420}} \right) \\ &= 0,0004 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,002 \text{ (SNI 2847:2019 Ps 7.12.2.1)}$$

$$\rho_{\text{bal}} = \frac{0,85 f_c' \beta}{420} \times \frac{600}{600 + f_y} = 0,0050$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times \rho_{\text{bal}} = 0,0038$$

Tulangan Utama

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{min}} \times b \times d_x \\ &= 0,002 \times 1000 \times 35 \\ &= 87,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{D10} = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{1000 \times A_{D10}}{A_s} = \frac{1000 \times 78,5}{245,1} = 125 \text{ mm}$$

Tulangan terpasang D 10 – 125 mm

PLAT	TULANGAN ASLI			LUAS. TUL ASLI (mm ² /m)	LUAS. TUL SUBSTITUSI (mm ² /m)	DIPAKAI TULANGAN JARAK		
a. Kondisi Pengangkatan	D	10	- 125	628,0	502,40	D	10	- 125
	D	10	- 125	628,0	502,40	D	10	- 125
b. Kondisi Sebelum Komposit	D	10	- 125	628,0	502,40	D	10	- 125
	D	10	- 125	628,0	502,40	D	10	- 125
c. Kondisi Setelah Komposit	D	10	- 125	628,0	502,40	D	10	- 125
	D	10	- 125	628,0	502,40	D	10	- 125

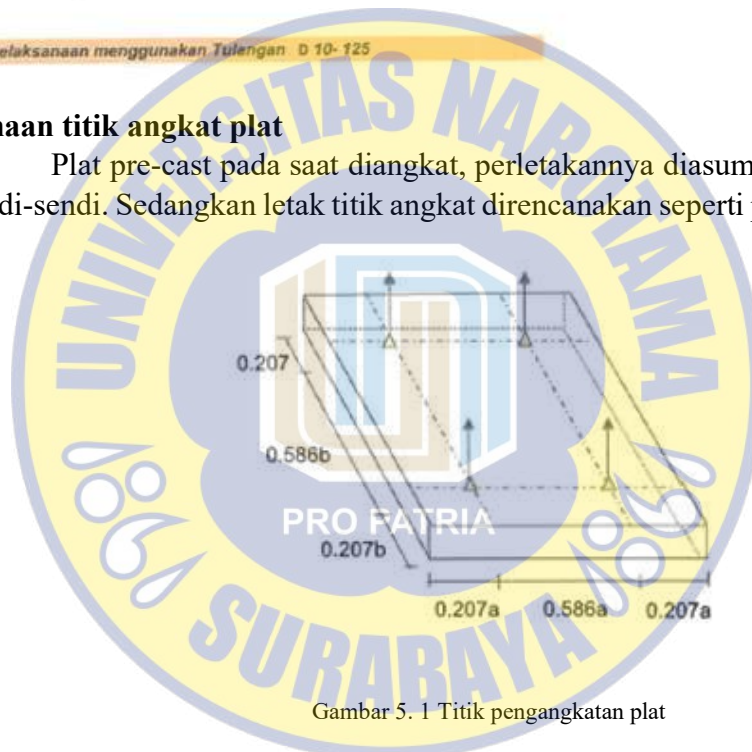
Dari ketiga kondisi di atas digunakan tulangan pada kondisi c. Kondisi Setelah Komposit

Kondisi setelah komposit D 10 - 125 = 628,0 mm²

Dalam pelaksanaan menggunakan Tulangan D 10- 125

5.4 Perencanaan titik angkat plat

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



Gambar 5. 1 Titik pengangkatan plat

- Kontrol pada 2 titik angkat pada saat pengangkatan dengan koefisien pengali $x = 1,5$ (Tabel 5.2.1 PCI Hand Book)

Beban mati akibat beban terbesar saat pengangkatan 3 lapis plat precast

$$t = 21 \text{ cm}$$

$$q = 504 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Akibat kejut} = 756 \text{ Kg/m}^2$$

$$w = 756 \text{ Kg/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 +M_y &= -M_y = 0,0107 w a b^2 x \\
 &= 0,0107 \times 756 \times 1,390 \times 4,170 \times 1,5 \\
 &= 293,3 \text{ Kg m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 z &= 1/6 b h^2 \\
 &= 1/6 \cdot 4,170 \cdot 7^2 \\
 &= 7350000 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_r &= 0.7 \sqrt{f'c'} \\
 &= 1,56 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

- Perencanaan Tulangan Angkat

Berat sendiri plat precast	= 974	kg
Akibat beban kejut	= 1461	kg
Beban tiap titik angkat	= 365,17	kg
Tegangan tarik baja U-40	= 400	Mpa

$$\begin{aligned}
 \sigma_{bj} &= \frac{f_y}{1.5} = \frac{400}{1.5} = 266,67 \text{ Mpa} \\
 &= 2666,7 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$A_s = \frac{P}{\sigma_{bj}} = \frac{365,17}{2666,7} = 0,1369 \text{ cm}^2$$

Dipakai tulangan D- 10 $A_s = 0,78 \text{ cm}^2$

5.5 Kontrol Lendutan

Beban mati :

Berat sendiri plat penuh (t = 12 cm)	=	300	Kg/m ²
Berat spesi keramik (t = 3 cm)	=	63	Kg/m ²
Berat keramik (t = 2 cm)	=	45	Kg/m ²
Berat ducting	=	48	Kg/m ²
DL	=	456	Kg/m ²

Beban hidup :

$$LL = 250 \text{ Kg/m}^2$$

Perhitungan Momen

M Lapangan	=	$Q.L^2/10$	
	=	1228	Kg-m
	=	12276563	N-mm
M DL	=	$QD.L^2/10$	
	=	793	Kg-m
	=	7929338	N-mm
M LL	=	$QL.L^2/10$	
	=	438	Kg-m
	=	4347225	N-mm

Kontrol Lendutan

Lebar Plat(b)	=	1000	mm
Tinggi Plat(h)	=	125	mm
Tinggi Plat Efektif(d)	=	90	mm
Bentang Plat(L)	=	4,170	mm
As	=	628	mm ²
fc'	=	24,90	Mpa
$E_c = 4700 (fc')^{0,5}$	=	23452,95	Mpa
$f_r = 0,7 (fc')^{0,5}$	=	3,49	Mpa
$n = E_s/E_c$	=	8,95	

Mencari garis netral

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}.b.c^2 + (n-1). As'.(c-d') &= n.As.(d-c) \\ 500 c^2 + 5623,17 c + -505085,53 &= 0 \\ c1 &= 26,68 \text{ mm} \\ c2 &= (37,93)\text{mm} \dots\dots\dots (hasil dari pers. Kuadrat)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}I_g \text{ balok} &= 1/12.b.h^3 \\ &= 1/12.1000.125^3 \\ &= 162760416,7 \text{ mm}^4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}I_{cr} &= 1/3.b.c^3 + (n-1).As'.(c-d')^2 + n.As.(d-c)^2 \text{ (SNI 2847:2019 Ps 11)} \\ &= 73839545,9 \text{ mm}^4\end{aligned}$$

$$Y_t = 0.5 h = 62,50 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = f_r.I_g/Y_t = 9096335,9 \text{ Nmm}$$

Kondisi I (Beban Hidup + Beban Mati)

$$\begin{aligned}M_{cr}/M_a &= M_{cr}/(MDL + MLL) \\ &= 0.74 \\ I_e &= (M_{cr}/M_a)^3 I_g + (1 - (M_{cr}/M_a))^3 I_{cr} \\ &= 110011.564 \text{ mm}^4 < I_g\end{aligned}$$

Momen Inersia yang dipakai adalah 110011.564 mm⁴.

Lendutan Seketika (D)

$$D = 5/48.Ql^4/EI$$

Lendutan beban mati (Ddl)

$$D_{dl} = 5/48 . MDL.L^4 / E_c.I_g$$

$$D_{dl} = 3,05 \text{ mm}$$

Lendutan beban hidup (Dl)

$$\begin{aligned}D_l &= 5/48 (M_{dl} + M_{ll}) L^2/E_c. I_e - (M_{dl}. L^2/E_c.I_g) \\ &= 5,57 \text{ mm}\end{aligned}$$

Total lendutan yang terjadi = $D_{dl} + D_{ll} = 3,05 + 5,57 = 8,62 \text{ mm}$

Lendutan Ijin = $1/480 \cdot L = 1/480 \cdot 4171,2 = 8,69 \text{ mm}$ (Memenuhi syarat)

Perencanaan *Shear Connector*

f_c'	=	24,9	Mpa
$h_{\text{Overtopping}}$	=	55	mm
f_y tulangan lentur	=	350	Mpa
f_y <i>shear connector</i>	=	350	Mpa
Dimensi plat precast	=	1,39 x 4,2 x 0,07	m

$$C_c = 0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot h$$

$$= 1164075 \text{ N}$$

$$F_h = T = A_s \cdot f_y$$

$$= 0.78 \times 350$$

$$= 219800 \text{ N}$$

$$= 49415,47 \text{ Lb}$$

Syarat 1 $F_h \leq 40 \cdot \phi \cdot b_v \cdot l_v h$, Permukaan beton lama (precast) cukup dikasarkan

Syarat 2 $F_h \geq 40 \cdot \phi \cdot b_v \cdot l_v h$, Diperlukan tulangan geser

5.6 Konversi

Dengan menggunakan tebal plat 12 cm, mutu baja (f_y) 420 Mpa dengan kombinasi pembebanan dengan menggunakan SNI 2847:2019 serta metode perhitungan gempa sesuai dengan SNI 1726:2019 pada metode plat konvensional. Metode yang sama digunakan pada plat *Half Slab* berukuran 1 m x 4 m dan 1 m x 3 m tebal 7 cm dan overtopping 5.5 cm dengan penulangan D10 dengan jarak 125 mm.