

## **BAB III**

### **PENINJAUAN PLAT LANTAI**

#### **3.1 Uraian Umum**

Plat adalah struktur kaku yang secara khas terbuat dari material monolit dengan tinggi yang kecil dibandingkan dengan dimensi lainnya. Pada perencanaan pelat beton bertulang yang perlu dipertimbangkan tidak hanya pembebanan, tetapi juga ukuran dan syarat-syarat dari peraturan yang ada. Sistem perencanaan tulangan pelat pada dasarnya dibagi menjadi 2 macam yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah. Peninjauan perencanaan pelat lantai pada proyek ini diperhitungkan dari struktur beton bertulang yang dicor menyatu dengan struktur utama bangunan.

#### **3.2 Pedoman Perhitungan Pelat**

Pedoman yang digunakan dalam perhitungan pelat lantai adalah sebagai berikut.

1. Standar tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK SNI 03-2847-2002).
2. Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (PPURG 1987).
3. Buku “Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang” yang disusun oleh Ir. W.C.Vis dan Ir. Gideon Kusuma M.Eng.
4. Standar tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK SNI T-15-1991-03).

### 3.3 Dasar Perencanaan

Pada perencanaan pelat beton bertulang, perlu diperhatikan beberapa ketentuan sebagai berikut.

1. Pada perhitungan pelat, lebar pelat diambil 1 meter ( $b = 1000 \text{ mm}$ )

2. Panjang bentang ( $L$ )  $\longrightarrow$  Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002

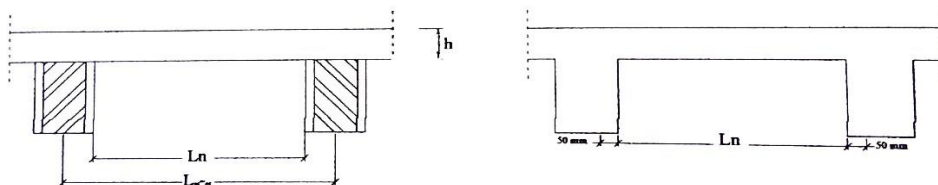
a. Pelat yang tidak menyatu dengan struktur pendukung

$$L = L_n + h \text{ dan } L \leq L_{as-as}$$

b. Pelat yang menyatu dengan struktur pendukung

$$\text{Jika } L_n \leq 3,0 \text{ m, maka } L = L_n$$

$$\text{Jika } L_n > 3,0 \text{ m, maka } L = L_n + (2 \times 50 \text{ mm})$$



Plat yang tidak menyatu  
dengan pendukung

Plat yang menyatu dengan  
pendukung

**Gambar 3.1 Penentuan Panjang Bentang ( $L$ )**

3. Tebal minimum pelat ( $h$ )  $\longrightarrow$  Pasal 11.5 SNI 03-2847-2002

a. Pelat satu arah (Pasal 11.5.2.3 SNI 03-2847-2002), tebal minimal dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 3. 1 Minimum Pelat Satu Arah**

Komponen Struktur	Tinggi Minimal (h)			
	Dua Tumpuan	Satu ujung Menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang akan rusak karena lendutan yang besar			
Pelat Solid satu arah	L/20	L/24	L/28	L/10
Balok atau pelat jalur satu arah	L/16	L/18,5	L/21	L/8

- b. Pelat dua arah (Pasal 11.5.3 SNI 03-2847-2002), tebal minimal pelat bergantung pada  $\alpha_m = \alpha$  rata-rata,  $\alpha$  adalah rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur pelat dengan rumus berikut.  $\alpha = (E_{cb}/I_b) / (E_{cp}/I_p)$

- 1) Jika  $\alpha_m < 0,2$ , maka  $h \geq 120$  mm
- 2) Jika  $0,2 \leq \alpha_m < 2$  maka

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 5 \times \beta (\alpha_m - 0,2)} \text{ dan } \geq 120 \text{ mm}$$

- 3) Jika  $\alpha_m > 2$ , maka

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 - 9 \times \beta} \text{ dan } \geq 120 \text{ mm}$$

dengan  $\beta$  = rasio bentang bersih pelat dalam arah memanjang dan memendek.

4. Tebal selimut beton minimal → Pasal 9.7.1 SNI 03-2847-2002
  - a. Baja tulangan  $D \leq 36$   
Tebal selimut beton  $\geq 20$  mm
  - b. Baja tulangan D44 – D56  
Tebal selimut beton  $\geq 20$  mm – 40 mm
5. Jarak bersih antar tulangan  $s$  (Pasal 9.6.1 SNI 03-2847-2002)  $s \geq D$   
dan  $s \geq 25$  mm
6. Jarak maksimal antar tulangan (as ke as)
  - a. Tulangan Pokok :  
Plat satu arah :  $s \leq 3.h$  dan  $s \leq 450$  mm (pasal 12.5.4)  
Plat dua arah :  $s \leq 2.h$  dan  $s \leq 450$  mm (pasal 15.3.2)
  - b. Tulangan Bagi  $s \leq 5.h$  dan  $s \leq 450$  mm (pasal 9.12.2.2)
7. Luas Tulangan Minimal Plat  
 Untuk  $f_y = 240$  MPa, maka  $A_s \geq 0,0025.b.h$   
 Untuk  $f_y = 320$  MPa, maka  $A_s \geq 0,0020.b.h$   
 Untuk  $f_y = 400$  MPa, maka  $A_s \geq 0,0018.b.h$   
 Untuk  $f_y = 400$  MPa, maka  $A_s \geq 0,0014.b.h$
8. Macam Pembebanan  
 Macam-macam beban yang direncanakan dan perlu pertimbangkan kemungkinan terjadi sesuai Tata Cara erencanaan Struktur Beton untuk Gedung SNI 03-2847-2002, antara lain sebagai berikut.

a. Beban Mati atau *Dead Load* ( $q_D$ )

Beban mati adalah berat dari semua bagian bangunan gedung yang bersifat tetap, termasuk peralatan tetap yang tidak terpisahkan dari gedung. Beban mati untuk gedung diatur dalam SNI 03-1727-1989-F.

**Tabel 3. 2 Besar Beban Mati untuk Material Bangunan**

<b>Material</b>	<b>Specific Gravity (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Beton tanpa tulangan	2200
Beton bertulang	2400
Baja	7850
Kayu	1000
Pasir	1600

Sumber : SNI Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung  
(SNI 03-1727-1989)

**Tabel 3. 3 Besar Beban Mati untuk Komponen Bangunan**

<b>Komponen</b>	<b>Berat Satuan (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Mortar (per 1 cm)	21
Batu bata	250
Langit-langit (tidak termasuk penggantung)	11
Struktur penggantung langit-langit	7
Tegel semen	10
Keramik (tidak termasuk mortar)	24
Struktur atap baja	10 + 0,8 L

Sumber : SNI Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1727-1989)

b. Beban Hidup atau *Life Load* ( $q_L$ )

Berat semua beban yang terjadi akibat penggunaan dari gedung tersebut, termasuk peralatan yang sering berpindah posisi sehingga mengakibatkan perubahan pada pembebanan yang ada.

**Tabel 3. 4 Beban Hidup untuk Struktur Bangunan**

Komponen	Beban ( $\text{kg/m}^3$ )
Beban hidup pada atap	100
Lantai rumah tinggal	200
Lantai sekolah, perkantoran, hotel, asrama, pasar, dan rumah sakit	250
Panggung penonton	500
Lantai ruang olahraga, pabrik, bengkel, gudang, tempat orang berkumpul, perpustakaan, toko buku, masjid, gereja, bioskop, dan ruang mesin atau lat	400
Balkon atau tangga	300
Lantai gedung parker	
: - Lantai bawah	800
- Lantai atas	400

Sumber : SNI Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung  
(SNI 03-1727-1989)

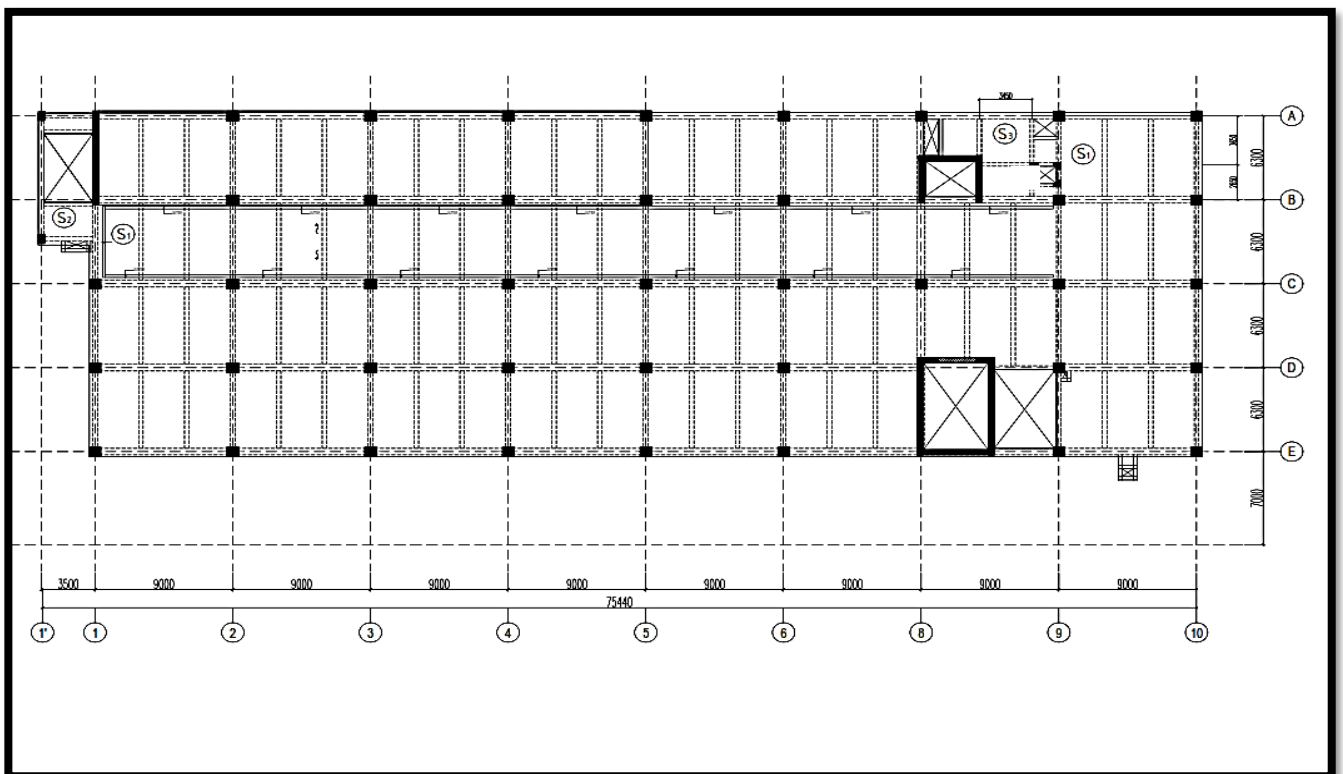
### 3.4 Konsep Perhitungan Pelat

Perhitungan penulangan ini diambil dari momen-momen yang menentukan dan dapat mewakili penulangan secara keseluruhan. Untuk melakukan perhitungan penulangan plat terlebih dahulu ditentukan  $\rho$  dari  $M_u / bd^2$  dan  $\rho$  harus memenuhi syarat yaitu  $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ . Jika ternyata  $\rho$  yang ada  $< \rho_{\min}$  maka digunakan  $\rho_{\min}$  dan bila  $\rho > \rho_{\max}$  maka harus redesain plat.

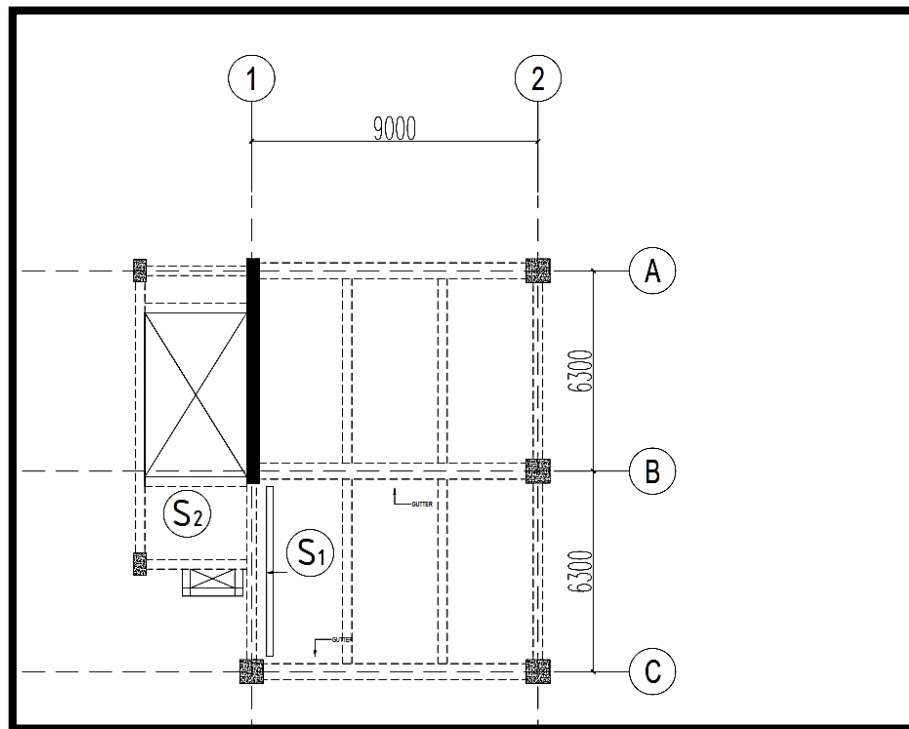
Kemudian dicari tulangan dengan rumus  $A_s = \rho \cdot b \cdot d$  dan ditentukan berapa diameter dan jumlah tulangan.

### 3.5 Analisa Perencanaan Pelat Lantai

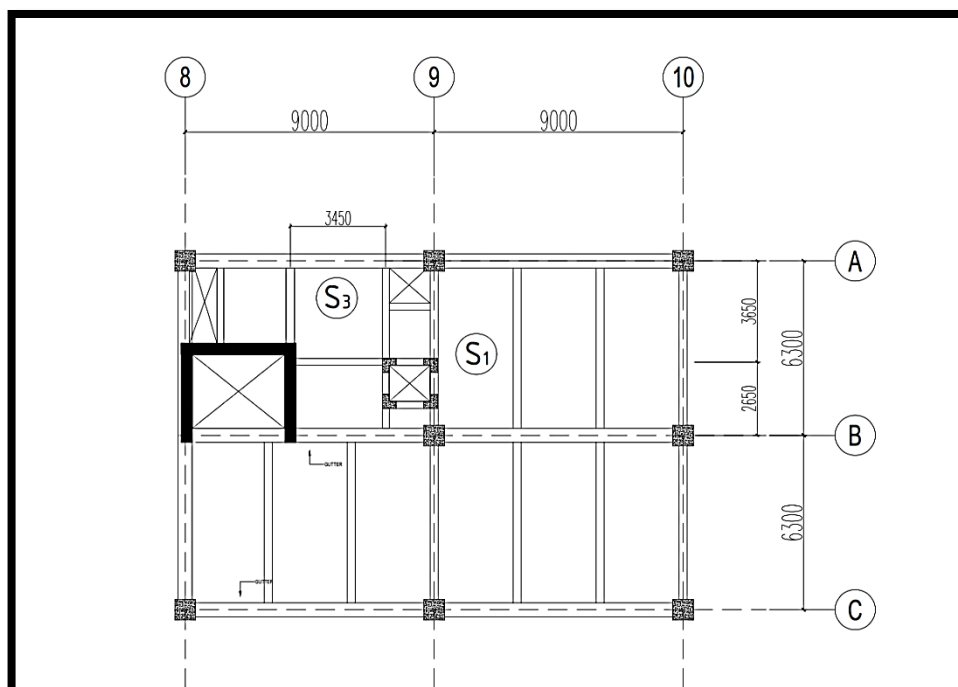
Konstruksi pada proyek gedung penyimpanan KPK ini menggunakan perencanaan tulangan dengan sistem plat rangkap (*two way slab*). Plat *two way slab* merupakan pelat yang ditumpu oleh dua sisi yang berlawanan dan terdapat tulangan pokok dengan dua arah.



Gambar 3.2 Denah Plat Lantai 1-3 Gedung Penyimpanan KPK



**Gambar 3.3 Denah Tinjauan Plat Lantai 1-3 As 1-2 / A-C**



**Gambar 3.4 Denah Tinjauan Plat Lantai as 8-10/ A-C**



Berikut data – data teknis perencanaan pelat lantai yang digunakan untuk peninjauan ulang pelat lantai pada proyek ini adalah :

- Mutu Beton (  $f'c$  ) = 25 MPa / K-300
- Mutu Baja (  $f_y$  ) = 420 MPa
- Berat Jenis Beton Bertulang = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Modulus Elastis untuk beton ( $E_c$ ) =  $4700 \times f'c = 4700 \times \sqrt{25} = 23.500$  MPa

(Berdasarkan pasal 3.15 SK SNI T-15-1991-03)

### 3.5.1 Peninjauan Tebal Pelat Lantai

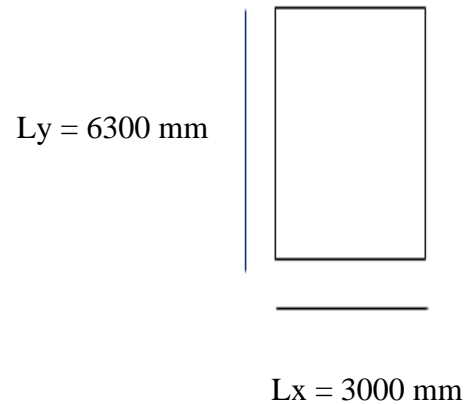
Pada penentuan tebal pelat lantai, penulis mengikuti Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SK-SNI-T-15-1991-03) pasal 3.2.5.3 ayat (3) yang menjelaskan bahwa tebal pelat lantai dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$h \text{ min} = \frac{\text{Ln} \left( 0,8 + \left( \frac{f_y}{1500} \right) \right)}{(36 + (9 \times \beta))}$$

$$h \text{ max} = \frac{\text{Ln} \left( 0,8 + \left( \frac{f_y}{1500} \right) \right)}{36}$$

dengan demikian tebal pelat lantai di proyek gedung penyimpanan KPK ini dapat dihitung sebagai berikut.

**a. Pelat Lantai Tipe S1**



**Gambar 3.5** Ilustrasi Dimensi Pelat Lantai Tipe S1

Data – data dimensi pelat lantai :

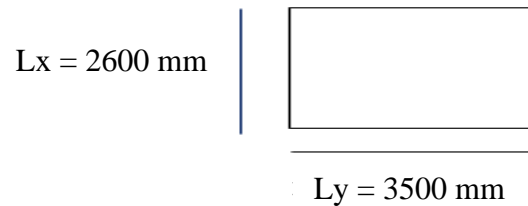
- $L_n$  = panjang bentang memanjang
- $L_n = L_y$  (Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002)  
= 630 cm
- $\beta = L_y / L_x$   
= (630 / 300) cm  
= 2,1 cm
- $h_{\min} = \frac{L_n \left( 0,8 + \left( \frac{f_y}{1500} \right) \right)}{(36 + (9 \times \beta))}$   
=  $\frac{630 \times \left( 0,8 + \left( \frac{420}{1500} \right) \right)}{(36 + (9 \times 2,1))}$   
= 12,393 cm
- $h_{\max} = \frac{L_n \left( 0,8 + \left( \frac{f_y}{1500} \right) \right)}{36}$   
=  $\frac{630 \times \left( 0,8 + \left( \frac{420}{1500} \right) \right)}{36}$

$$= 18,9 \text{ cm}$$

Karena,  $h_{\min} (12,393 \text{ cm}) < h < h_{\max} (18,9 \text{ cm})$

**Maka tebal pelat lantai yang digunakan adalah 15 cm.**

### b. Pelat Lantai Tipe S2



**Gambar 3.6** Ilustrasi Dimensi Pelat Lantai Tipe S2

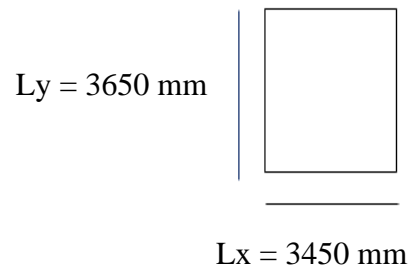
Data – data dimensi pelat lantai :

- $L_n$  = panjang bentang memanjang
- $L_n$  =  $L_y$  (Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002)  
 $= 350 \text{ cm}$
- $\beta$  =  $L_y / L_x$   
 $= (350 / 260) \text{ cm}$   
 $= 1,34 \text{ cm}$
- $h_{\min} = \frac{L_n (0,8 + (\frac{f_y}{1500}))}{(36 + (9 \times \beta))}$   
 $= \frac{350 \times (0,8 + (\frac{420}{1500}))}{(36 + (9 \times 1,34))}$   
 $= 7,865 \text{ cm}$
- $h_{\max} = \frac{L_n (0,8 + (\frac{f_y}{1500}))}{36}$   
 $= \frac{350 \times (0,8 + (\frac{420}{1500}))}{36}$   
 $= 10,5 \text{ cm}$

Karena,  $h_{\min} ( 7,865 \text{ cm} ) < h < h_{\max} (10,5 \text{ cm})$

**Maka tebal pelat lantai yang digunakan adalah 15 cm.**

**c. Pelat Lantai Tipe S3**



**Gambar 3.7** Ilustrasi Dimensi Pelat Lantai Tipe S3

Data – data dimensi pelat lantai :

- $L_n$  = panjang bentang memanjang
- $L_n$  =  $L_y$  (Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002)  
= 345 cm
- $\beta$  =  $L_y / L_x$   
=  $(365 / 345) \text{ cm}$   
= 1,05 cm
- $h_{\min} = \frac{\ln ( 0,8 + (\frac{f_y}{1500}) )}{( 36 + ( 9 \times \beta ) )}$   
=  $\frac{365 \times ( 0,8 + (\frac{420}{1500}) )}{( 36 + ( 9 \times 1,05 ) )}$   
= 8,67 cm
- $h_{\max} = \frac{\ln ( 0,8 + (\frac{f_y}{1500}) )}{36}$   
=  $\frac{365 \times ( 0,8 + (\frac{420}{1500}) )}{36}$   
= 10,95 cm

Karena,  $h_{\min} (8,67 \text{ cm}) < h < h_{\max} (10,95 \text{ cm})$

**Maka tebal pelat lantai yang digunakan adalah 15 cm.**

### 3.5.2 Penentuan Tinggi Efektif Pelat Lantai

#### A. Pelat Lantai Tipe S1-S3 (Tebal Pelat 150 mm)

Tinggi gelombang bondek = 70 mm

Ø tulangan utama = 8 mm

Tebal Plat = 150 mm

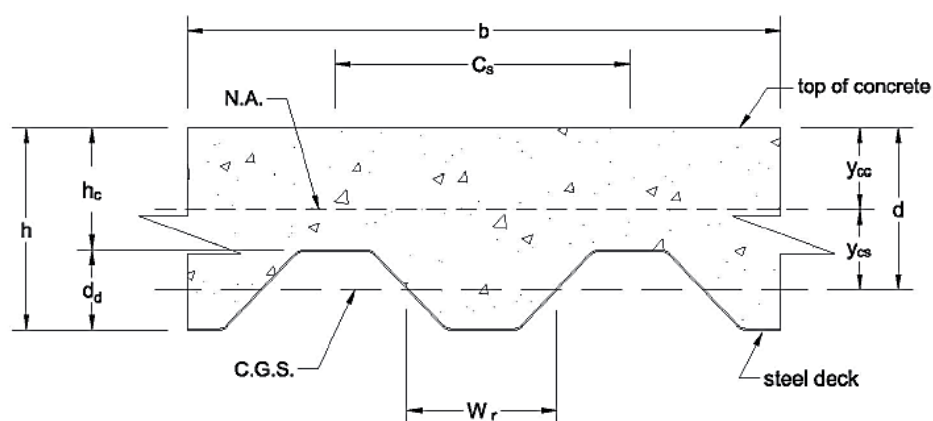


Figure A4-1 - Composite Section

#### Gambar 3.8 Ilustrasi Tinggi Efektif Plat Lantai Tipe S1-S3

$$d = h - (0.5 \times \text{tinggi gelombang})$$

$$= 150 - (0.5 \times 70)$$

$$= 115 \text{ mm}$$

$$h_c = h - \text{tinggi gelombang}$$

$$= 150 - 70 = 80$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{E_s}{0.043 \times (Wc)^{1.5} \times \sqrt{f_c}} \\
&= \frac{203000}{0.043 \times (2400)^{1.5} \times \sqrt{25}} \\
&= 8.030 \\
\rho &= \frac{A_s}{b \times d} \\
&= \frac{1915,36}{995 \times 115} \\
&= 0.016 \\
Y_{cc} &= d \{ \sqrt{2\rho n + (\rho n)^2} - \rho n \} < h_c \\
&= 115 \{ \sqrt{2 \times 0.016 \times 8.03 + (0.016 \times 8.03)^2} - 0.016 \times 8.03 \} \\
&= 45,3583 \text{ mm} < h_c (80) \longrightarrow \text{OK} \\
Y_{cs} &= d - Y_{cc} \\
&= 115 - 45,3583 = 69,6417 \text{ mm}
\end{aligned}$$

### 3.5.3 Perhitungan Pembebanan Pelat Lantai

#### A. Perhitungan Beban Pelat Lantai Tipe S1 – S3

*Beban Mati (  $W_D$  )*..... (PPPURG – 1987 Tabel 1)

- ✓ Berat sendiri plat = Tebal Plat x BJ Beton  
= 0,15 m x 24 KN/m<sup>3</sup> = 3,6 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Spesi = Tebal Spesi x BJ Besi  
= 0,02 m x 21 KN/m<sup>3</sup> x 1m = 0,42 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Berat Keramik = Tebal Keramik x BJ Keramik  
= 0,01 m x 24 KN/m<sup>3</sup> = 0,24 KN/m<sup>2</sup>
- ✓ Plafond + Penggantung = (BJ Plafond + BJ Penggantung) x 1

$$= 0,20 \text{ KN/m}^3 \times 1 \quad \frac{= 0,20 \text{ KN/m}^3}{= 4,46 \text{ KN/m}^2} +$$

$$W_D$$

**Beban Hidup ( $W_L$ )**..... (PPPURG – 1987 Tabel 2)

$W_L = 4,00 \text{ KN/m}^2$  (Fungsi gedung sebagai gudang penyimpanan)

**Beban Berfaktor ( $W_U$ )**

$W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L$ ..... (SNI 03-2847-2002 Pasal 11.2-1)

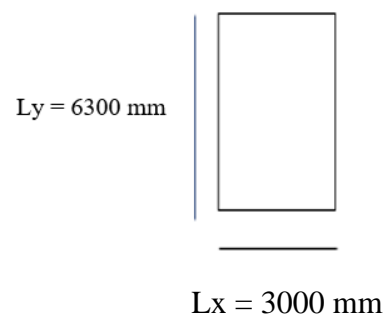
$$= (1,2 \times 4,46) + (1,6 \times 4,00)$$

$$= 11,752 \text{ KN/m}^2$$

### 3.5.4 Perhitungan Momen yang bekerja dan Jumlah Penulangan

Momen penentu yang bekerja pada pelat berdasarkan table PBI-1971

- **Pelat Lantai Tipe S1**



**Gambar 3.9** Posisi Tumpuan Jepit Pelat Lantai Tipe S1

Dari tabel Gideon didapat :

- $C = \frac{l_y}{l_x} = \frac{6,30}{3,00} = 2,1$

Maka,  $C_{lx} = 62$

$C_{tx} = 62$

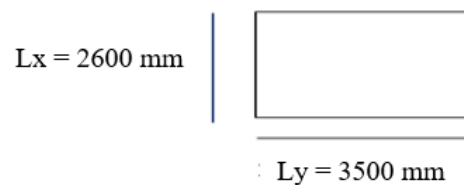
$$C_{ly} = 34 \quad C_{ty} = 34$$

Dengan koefisien :  $W_u = 11,752 \text{ KN/m}^2$

Momen yang terjadi :

- $M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{lx}$   
 $= 0,001 \times 11,752 \times 3,00^2 \times 62$   
 $= 6,55 \text{ KNm}$
- $M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{ly}$   
 $= 0,001 \times 11,752 \times 3,00^2 \times 34$   
 $= 3,59 \text{ KNm}$
- $M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{tx}$   
 $= -0,001 \times 11,752 \times 3,00^2 \times 62$   
 $= -6,55 \text{ KNm}$
- $M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{ty}$   
 $= -0,001 \times 11,752 \times 3,00^2 \times 34$   
 $= -3,59 \text{ KNm}$

- **Pelat Lantai Tipe S2**



**Gambar 3.10** Posisi Tumpuan Jepit Pelat Lantai Tipe S2

Dari tabel Gideon didapat :

- $C = \frac{l_y}{l_x} = \frac{3,50}{2,60} = 1,34$

Maka,  $C_{lx} = 53 \quad C_{tx} = 53$



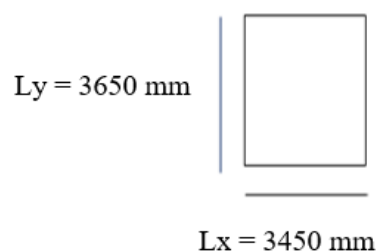
$$C_{ly} = 38 \quad C_{ty} = 38$$

Dengan koefisien :  $W_u = 11,752 \text{ KN/m}^2$

Momen yang terjadi :

- $M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{lx}$   
 $= 0,001 \times 11,752 \times 2,60^2 \times 53$   
 $= 4,21 \text{ KNm}$
- $M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{ly}$   
 $= 0,001 \times 11,752 \times 2,60^2 \times 38$   
 $= 3,02 \text{ KNm}$
- $M_{tx} = -0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{tx}$   
 $= -0,001 \times 11,752 \times 2,60^2 \times 53$   
 $= -4,21 \text{ KNm}$
- $M_{ty} = -0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{ty}$   
 $= -0,001 \times 11,752 \times 2,60^2 \times 38$   
 $= -3,02 \text{ KNm}$

- **Pelat Lantai Tipe S3**



**Gambar 3.11** Posisi Tumpuan Jepit Pelat Lantai Tipe S3

Dari tabel Gideon didapat :

- $C = \frac{I_y}{I_x} = \frac{3,65}{3,45} = 1,05$

$$\text{Maka, } C_{lx} = 42 \qquad C_{tx} = 42$$

$$C_{ly} = 37 \qquad C_{ty} = 37$$

$$\text{Dengan koefisien : } W_u = 11,752 \text{ KN/m}^2$$

Momen yang terjadi :

- $M_{lx} = 0,001 \times W_u \times Lx^2 \times C_{lx}$   
 $= 0,001 \times 11,752 \times 3,450^2 \times 42$   
 $= 5,87 \text{ KNm}$
- $M_{ly} = 0,001 \times W_u \times Lx^2 \times C_{ly}$   
 $= 0,001 \times 11,752 \times 3,450^2 \times 37$   
 $= 5,17 \text{ KNm}$
- $M_{tx} = - 0,001 \times W_u \times Lx^2 \times C_{tx}$   
 $= - 0,001 \times 11,752 \times 3,450^2 \times 42$   
 $= - 5,87 \text{ KNm}$
- $M_{ty} = - 0,001 \times W_u \times Lx^2 \times C_{ty}$   
 $= - 0,001 \times 11,752 \times 3,450^2 \times 37$   
 $= - 5,17 \text{ KNm}$

### 3.5.5 Menghitung Kebutuhan Penulangan Wiremesh

- Pelat Lantai Tipe S1

#### 1. Tulangan Arah X

$$M_{lx} = M_{tx} = 6,55 \text{ KNm}$$

$$\text{Diameter tulangan rencana } (\phi_x) = 10$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

- Momen nominal

$$M_n = \frac{6,55 \times 10^6}{0.8} = 8187500 \text{ N. mm}$$

- Rasio tulangan minimum

$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003$$

- Rasio tulangan perlu

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{8187500}{1000 \times 125^2} = 0.619$$

$$\rho = \frac{0.85 \cdot 25}{420} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0.619}{0.85 \times 25}} \right)$$

$$\rho = 0,0014 \leq \rho_{\text{min}} = 0,003, \text{ maka yang dipakai } \rho_{\text{min}}$$

- Luas tulangan perlu

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$$

$$= 0.003 \times 1000 \times 125 = 375 \text{ mm}^2$$

Luas penampang tulangan pada plat lantai type S1 dilihat dari tabel

A-5 :

$$A_s \text{ D10 - 200} = 392,7 \text{ mm}^2$$

### Perhitungan Untuk Wiremesh Arah X:

Asumsi Tulangan Pelat Konvensional tipe S1 berdasarkan perhitungan adalah D10-200

$$\emptyset \text{ tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{yw} = 5000 \text{ kg/cm}^2$$

- Tulangan Konvensional

$$\begin{aligned} A_{s1} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \left(\frac{1000}{S}\right) \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \times \left(\frac{1000}{200}\right) \\ &= 392,85 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Karena,  $A_{s1} > A_s$ , maka digunakan tulangan D10 – 200 yang akan dikonversi kedalam perhitungan wiremesh.

( $A_s = 392,7 \text{ mm}^2$  dari tabel A-5)

- Tulangan Wiremesh

$$\begin{aligned} A_{s \text{ perlu}} &= A_{s1} \times \frac{f_y}{f_{yw}} \\ &= 392,85 \times \frac{4200}{5000} \\ &= 330 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Trial konversi dengan menggunakan wiremesh tipe M8-150

$$\begin{aligned} A_{s \text{ w}} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \left(\frac{1000}{S}\right) \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 \times \left(\frac{1000}{100}\right) \\ &= 335,23 \text{ mm}^2, \text{ Karena } A_{s \text{ w}} > A_{s \text{ perlu}} \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

## 2. Tulangan Arah Y

$$M_{ly} = M_{ty} = 3,59 \text{ KNm}$$

$$\text{Diameter tulangan rencana } (\phi_x) = 10$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

- Momen nominal

$$M_n = \frac{3,59 \times 10^6}{0,8} = 4487500 \text{ N.mm}$$

- Rasio tulangan minimum

$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003$$

- Rasio tulangan perlu

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{4487500}{1000 \times 115^2} = 0,339$$

$$\rho = \frac{0,85 \cdot 25}{420} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,339}{0,85 \times 25}} \right)$$

$$\rho = 0,00081 \leq \rho_{\text{min}} = 0,003, \text{ maka yang dipakai } \rho_{\text{min}}$$

- Luas tulangan perlu

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,003 \times 1000 \times 115 = 345 \text{ mm}^2$$

Luas penampang tulangan pada plat lantai tipe S1 dilihat dari tabel

A-5 :

$$A_s \text{ D10 - 200} = 392,7 \text{ mm}^2$$

### Perhitungan Untuk Wiremesh Arah Y:

Asumsi Tulangan Pelat Konvensional tipe S1 berdasarkan

perhitungan adalah D10-200

$$\emptyset \text{ tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{yw} = 5000 \text{ kg/cm}^2$$

- Tulangan Konvensional

$$\begin{aligned} A_{s1} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \left(\frac{1000}{S}\right) \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \times \left(\frac{1000}{200}\right) \\ &= 392,85 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Karena,  $A_{s1} > A_s$ , maka digunakan tulangan D10 – 200 yang akan dikonversi kedalam perhitungan wiremesh.

( $A_s = 392,7 \text{ mm}^2$  dari tabel A-5)

- Tulangan Wiremesh

$$\begin{aligned} A_{s \text{ perlu}} &= A_{s1} \times \frac{f_y}{f_{yw}} \\ &= 392,85 \times \frac{4200}{5000} \\ &= 330 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Trial konversi dengan menggunakan wiremesh tipe M8-150

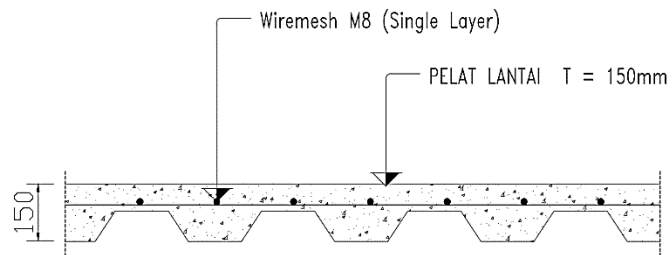
$$\begin{aligned} A_{s w} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \left(\frac{1000}{S}\right) \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 \times \left(\frac{1000}{150}\right) \\ &= 335,23 \text{ mm}^2, \text{ Karena } A_{s w} > A_{s \text{ perlu}} \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

- Jumlah Wiremesh

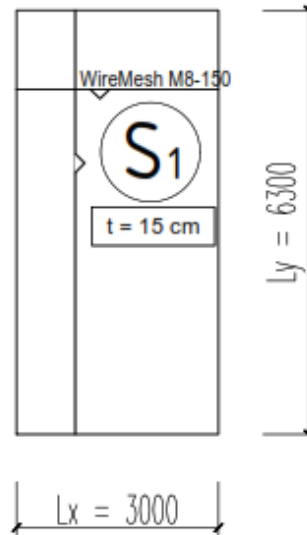
Luas plat lantai Tipe S1 : 18900000 mm<sup>2</sup>

Luas Wiremesh : 5400 x 2100 = 11340000 mm<sup>2</sup>

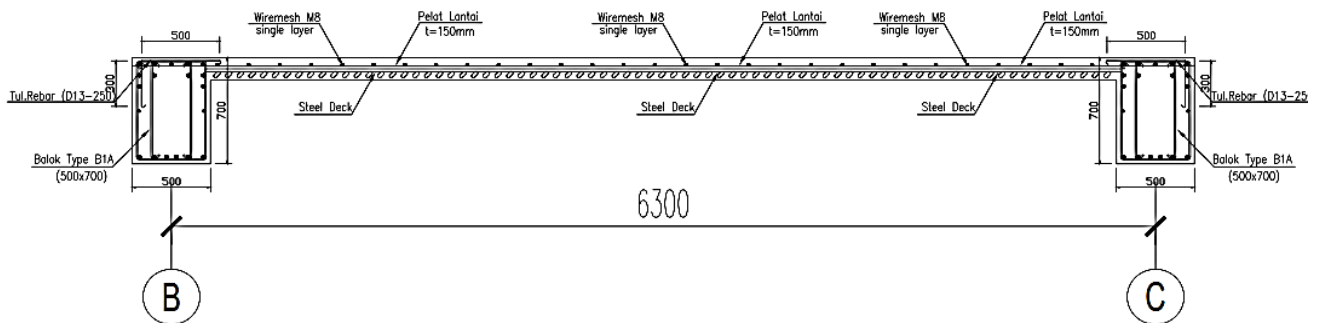
$$\begin{aligned}n &= \frac{\text{Luasan pelat lantai}}{\text{Luasan Wiremesh}} \\ &= \frac{18900000}{11340000} \\ &= 1,667 \approx 2 \text{ Lembar Wiremesh}\end{aligned}$$



**Gambar 3.12 Detail Pelat Lantai Tipe S1**



**Gambar 3.13 Denah Penulangan Pelat Lantai Tipe S1**



**Gambar 3.14 Potongan Pelat Lantai Tipe S1**



- **Pelat Lantai Tipe S2**

- 1. Tulangan Arah X**

$$M_{lx} = M_{tx} = 4,21 \text{ KNm}$$

$$\text{Diameter tulangan rencana } (\phi_x) = 10$$

Berdasarkan **SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5** diperoleh rumus :

- Momen nominal

$$M_n = \frac{4,21 \times 10^6}{0,8} = 5262500 \text{ N.mm}$$

- Rasio tulangan minimum

$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003$$

- Rasio tulangan perlu

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{5262500}{1000 \times 125^2} = 0,336$$

$$\rho = \frac{0,85 \cdot 25}{420} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \times 0,336}{0,85 \times 25} \right)} \right)$$

$$\rho = 0,00080 \leq \rho_{\text{min}} = 0,003, \text{ maka yang dipakai } \rho_{\text{min}}$$

- Luas tulangan perlu

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,003 \times 1000 \times 125 = 375 \text{ mm}^2$$

Luas penampang tulangan pada plat lantai type S2 dilihat dari tabel

A-5 :

$$A_s \text{ D10 - 200} = 392,7 \text{ mm}^2$$

**Perhitungan Untuk Wiremesh Arah X:**

Asumsi Tulangan Pelat Konvensional tipe S2 berdasarkan perhitungan adalah D10-200

$$\emptyset \text{ tulangan} = 10$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{yw} = 5000 \text{ kg/cm}^2$$

- Tulangan Konvensional

$$\begin{aligned} A_{s1} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \left(\frac{1000}{S}\right) \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \times \left(\frac{1000}{200}\right) \\ &= 392,85 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Karena,  $A_{s1} > A_s$ , maka digunakan tulangan D10 – 200 yang akan dikonversi kedalam perhitungan wiremesh.

( $A_s = 392,7 \text{ mm}^2$  dari tabel A-5)

- Tulangan Wiremesh

$$\begin{aligned} A_{s \text{ perlu}} &= A_{s1} \times \frac{f_y}{f_{yw}} \\ &= 392,85 \times \frac{4200}{5000} \\ &= 330 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Trial konversi dengan menggunakan wiremesh tipe M8-150

$$\begin{aligned} A_{s w} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \left(\frac{1000}{S}\right) \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 \times \left(\frac{1000}{150}\right) \\ &= 335,23 \text{ mm}^2, \text{ Karena } A_{s w} > A_{s \text{ perlu}} \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

## 2. Tulangan Arah Y

$$M_{ly} = M_{ty} = 3,02 \text{ KNm}$$

Diameter tulangan rencana ( $\phi_x$ ) = 10

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

- Momen nominal

$$M_n = \frac{3,02 \times 10^6}{0,8} = 3775000 \text{ N.mm}$$

- Rasio tulangan minimum

$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003$$

- Rasio tulangan perlu

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{3775000}{1000 \times 115^2} = 0.285$$

$$\rho = \frac{0.85 \cdot 25}{420} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \times 0.285}{0.85 \times 25} \right)} \right)$$

$$\rho = 0,00068 \leq \rho_{\text{min}} = 0,003, \text{ maka yang dipakai } \rho_{\text{min}}$$

- Luas tulangan perlu

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$$

$$= 0.003 \times 1000 \times 115 = 345 \text{ mm}^2$$

Luas penampang tulangan pada plat lantai tipe S2 dilihat dari tabel

A-5 :

$$A_s \text{ D10 - 200} = 392,7 \text{ mm}^2$$

### Perhitungan Untuk Wiremesh Arah Y:

Asumsi Tulangan Pelat Konvensional tipe S2 berdasarkan

perhitungan adalah D10-200

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{yw} = 5000 \text{ kg/cm}^2$$

- Tulangan Konvensional

$$\begin{aligned} A_{s1} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \left(\frac{1000}{S}\right) \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \times \left(\frac{1000}{200}\right) \\ &= 392,85 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Karena,  $A_{s1} > A_s$ , maka digunakan tulangan D10 – 200 yang akan dikonversi kedalam perhitungan wiremesh.

( $A_s = 392,7 \text{ mm}^2$  dari tabel A-5)

- Tulangan Wiremesh

$$\begin{aligned} A_{s \text{ perlu}} &= A_{s1} \times \frac{f_y}{f_{yw}} \\ &= 392,85 \times \frac{4200}{5000} \\ &= 330 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Trial konversi dengan menggunakan wiremesh tipe M8-150

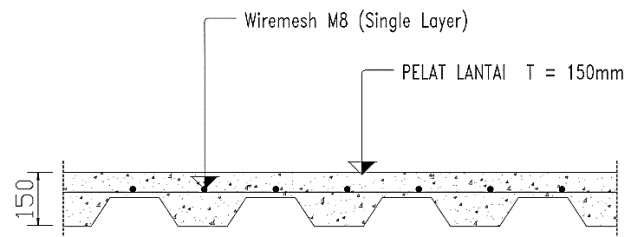
$$\begin{aligned} A_{s w} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \left(\frac{1000}{S}\right) \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 \times \left(\frac{1000}{150}\right) \\ &= 335,23 \text{ mm}^2, \text{ Karena } A_{s w} > A_{s \text{ perlu}} \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

- Jumlah Wiremesh

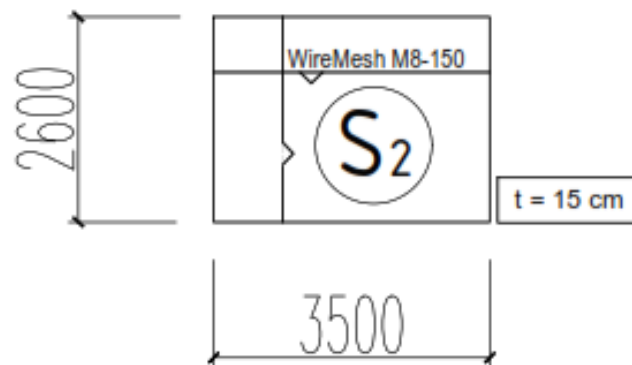
Luas plat lantai Tipe S2 : 9100000 mm<sup>2</sup>

Luas Wiremesh : 5400 x 2100 = 11340000 mm<sup>2</sup>

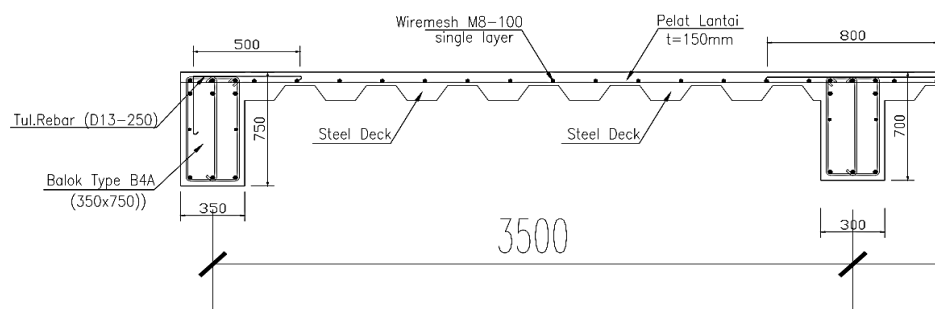
$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{Luasan pelat lantai}}{\text{Luasan Wiremesh}} \\ &= \frac{9100000}{11340000} \\ &= 0.80 \approx 1 \text{ Lembar Wiremesh} \end{aligned}$$



**Gambar 3.15 Detail Pelat Lantai Tipe S2**



**Gambar 3.16 Denah Penulangan Pelat Lantai Tipe S2**



**Gambar 3.17 Potongan Pelat Lantai Tipe S2**

- **Pelat Lantai Tipe S3**

- 1. Tulangan Arah X**

$$M_{lx} = M_{tx} = 5,87 \text{ KNm}$$

$$\text{Diameter tulangan rencana } (\phi_x) = 10$$

Berdasarkan **SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5** diperoleh rumus :

- Momen nominal

$$M_n = \frac{5,87 \times 10^6}{0,8} = 7337500 \text{ N.mm}$$

- Rasio tulangan minimum

$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003$$

- Rasio tulangan perlu

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{7337500}{1000 \times 125^2} = 0,469$$

$$\rho = \frac{0,85 \cdot 25}{420} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \times 0,469}{0,85 \times 25} \right)} \right)$$

$$\rho = 0,0011 \leq \rho_{\text{min}} = 0,003, \text{ maka yang dipakai } \rho_{\text{min}}$$

- Luas tulangan perlu

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,003 \times 1000 \times 125 = 375 \text{ mm}^2$$

Luas penampang tulangan pada plat lantai type S3 dilihat dari tabel

A-5 :

$$A_s \text{ D10 - 200} = 392,7 \text{ mm}^2$$

### Perhitungan Untuk Wiremesh Arah X:

Asumsi Tulangan Pelat Konvensional tipe S3 berdasarkan perhitungan adalah D10-200

$$\emptyset \text{ tulangan} = 10$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{yw} = 5000 \text{ kg/cm}^2$$

- Tulangan Konvensional

$$\begin{aligned} A_{s1} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \left(\frac{1000}{S}\right) \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \times \left(\frac{1000}{200}\right) \\ &= 392,85 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Karena,  $A_{s1} > A_s$ , maka digunakan tulangan D10 – 200 yang akan dikonversi kedalam perhitungan wiremesh.

( $A_s = 392,7 \text{ mm}^2$  dari tabel A-5)

- Tulangan Wiremesh

$$\begin{aligned} A_{s \text{ perlu}} &= A_{s1} \times \frac{f_y}{f_{yw}} \\ &= 392,85 \times \frac{4200}{5000} \\ &= 330 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Trial konversi dengan menggunakan wiremesh tipe M8-150

$$\begin{aligned} A_{s \text{ w}} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \left(\frac{1000}{S}\right) \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 \times \left(\frac{1000}{150}\right) \\ &= 335,23 \text{ mm}^2, \text{ Karena } A_{s \text{ w}} > A_{s \text{ perlu}} \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

## 2. Tulangan Arah Y

$$M_{ly} = M_{ty} = 5,17 \text{ KNm}$$

$$\text{Diameter tulangan rencana } (\phi_x) = 10 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

- Momen nominal

$$M_n = \frac{5,17 \times 10^6}{0,8} = 6462500 \text{ N.mm}$$

- Rasio tulangan minimum

$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003$$

- Rasio tulangan perlu

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{6462500}{1000 \times 115^2} = 0,488$$

$$\rho = \frac{0,85 \cdot 25}{420} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,488}{0,85 \times 25}} \right)$$

$$\rho = 0,0011 \leq \rho_{\text{min}} = 0,003, \text{ maka yang dipakai } \rho_{\text{min}}$$

- Luas tulangan perlu

$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times dx$$

$$= 0,003 \times 1000 \times 115 = 345 \text{ mm}^2$$

Luas penampang tulangan pada plat lantai tipe S3 dilihat dari tabel

A-5 :

$$A_s \text{ D10 - 200} = 392,7 \text{ mm}^2$$

### Perhitungan Untuk Wiremesh Arah Y:

Asumsi Tulangan Pelat Konvensional tipe S3 berdasarkan

perhitungan adalah D10-200



$$\emptyset \text{ tulangan} = 10$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{yw} = 5000 \text{ kg/cm}^2$$

- Tulangan Konvensional

$$\begin{aligned} A_{s1} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \left(\frac{1000}{S}\right) \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \times \left(\frac{1000}{200}\right) \\ &= 392,85 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Karena,  $A_{s1} > A_s$ , maka digunakan tulangan D10 – 200 yang akan dikonversi kedalam perhitungan wiremesh.

( $A_s = 392,7 \text{ mm}^2$  dari tabel A-5)

- Tulangan Wiremesh

$$\begin{aligned} A_{s \text{ perlu}} &= A_{s1} \times \frac{f_y}{f_{yw}} \\ &= 392,85 \times \frac{4200}{5000} \\ &= 330 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Trial konversi dengan menggunakan wiremesh tipe M8-150

$$\begin{aligned} A_{s \text{ w}} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \left(\frac{1000}{S}\right) \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 \times \left(\frac{1000}{150}\right) \\ &= 335,23 \text{ mm}^2, \text{ Karena } A_{s \text{ w}} > A_{s \text{ perlu}} \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

- Jumlah Wiremesh

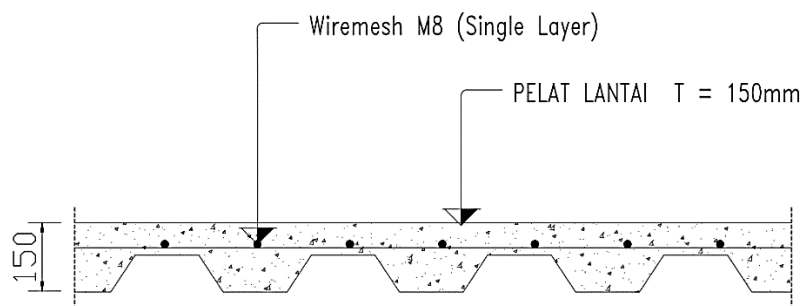
Luas plat lantai Tipe S3 : 12592500 mm<sup>2</sup>

Luas Wiremesh : 5400 x 2100 = 11340000 mm<sup>2</sup>

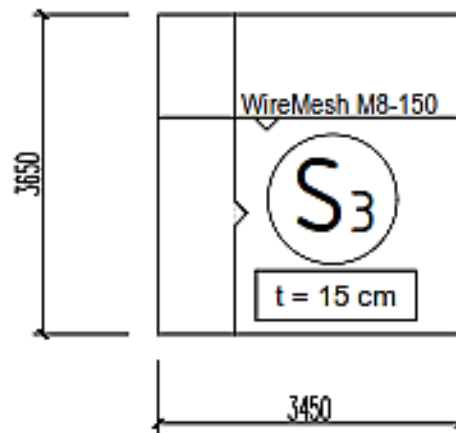
$$n = \frac{\text{Luasan pelat lantai}}{\text{Luasan Wiremesh}}$$

$$= \frac{12592500}{11340000}$$

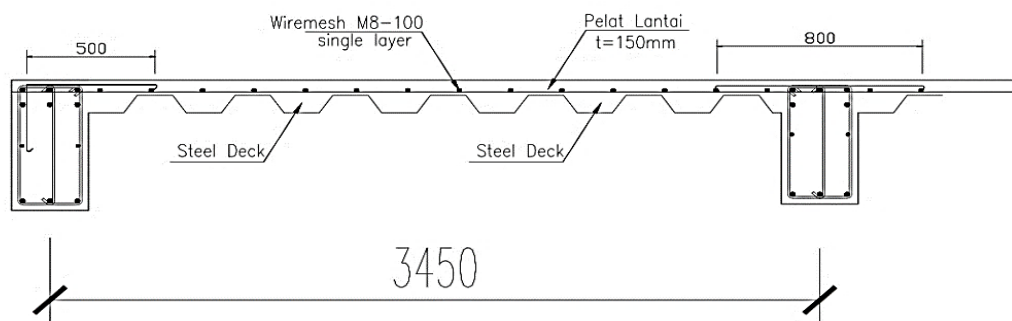
$$= 1,11 \approx 2 \text{ Lembar Wiremesh}$$



**Gambar 3.18 Detail Pelat Lantai Tipe S3**



**Gambar 3.19 Denah Penulangan Pelat Lantai Tipe S3**



**Gambar 3.20 Potongan Pelat Lantai Tipe S3**

### 3.5.6 Rekapitulasi Momen dan Penulangan

**Tabel 3. 5 Momen dan Penulangan Pelat Lantai**

NO	TIPE PLAT	TEBAL PLAT (cm)	Ly/Lx	C	MOMEN (Mu) (KNm)	Jumlah wiremesh per plat	As Perlu (mm2)	As w (mm2)	Ø Tulangan Wiremesh
1	S1	15	2,10	62	6,55	2 lembar	330	335,23	M8-150
2				34	3,59				
3				62	- 6,55				
4				34	- 3,59				
1	S2	15	1,34	53	4,21	1 lembar	330	335,23	M8-150
2				38	3,02				
3				53	- 4,21				
4				38	- 3,02				
1	S3	15	1,05	42	5,87	2 lembar	330	335,23	M8-150
2				37	5,17				
3				42	- 5,87				
4				37	- 5,17				

Keterangan :

Nilai C : didapat dari dasar-dasar perencanaan beton bertulang

Nilai Mn :  $\frac{Mu}{\phi}$

D : diameter tulangan

Jumlah Wiremesh : didapatkan dari rumus  $n = \frac{\text{Luasan pelat lantai}}{\text{Luasan Wiremesh}}$

Nilai As Perlu : didapatkan dari perhitungan dengan rumus  $As1 \times \frac{fy}{fyw}$

Nilai p min : didapat dari dasar – dasar perencanaan beton bertulang

Nilai As w : didapatkan dari perhitungan dengan rumus

$$As w = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times \left(\frac{1000}{s}\right)$$