

## BAB II PERANCANGAN STRUKTUR ATAS

### 2.1 Perencanaan Atap

Atap merupakan bagian dari struktur yang berfungsi sebagai penutup pada bagian atas dari suatu bangunan. Perencanaan atap atau lebih tepat perencanaan struktur atap yang dimana meliputi perencanaan dari gording, kuda-kuda, sagrod, ikatan angin, sambungan kuda-kuda, nok dan lain-lain. Dari berbagai komponen diatas dihitung beban rencana yang akan ditopang, sehingga mendapatkan dimensi pasti.

#### Perencanaan Gording

Gording adalah bagian dari struktur atap yang terletak melintang diatas kuda-kuda. Gording memiliki fungsi menahan beban dan disalurkan ke kuda-kuda.

#### 1. Data perencanaan

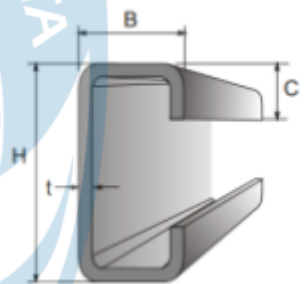
- a. Jarak antar kuda-kuda (L) : 6 m
- b. Jarak antar gording (a) : 1 m
- c. Berat sendiri : 0,055 kN/m
- d. Berat atap : 0,16 kN/m
- e. Sudut kemiringan atap : 24°
- f. Tegangan leleh ( $F_y$ ) : 240 MPa
- g. Nok (n) : 8
- h. Profil gording : C 100 x 50 x 20 x 3,2

$$I_x (I_3) : 106 \text{ cm}^4$$

$$I_y (I_2) : 24 \text{ cm}^4$$

$$Z_x (W_3) : 21,3 \text{ mm}^3$$

$$Z_y (W_2) : 7,8 \text{ mm}^3$$

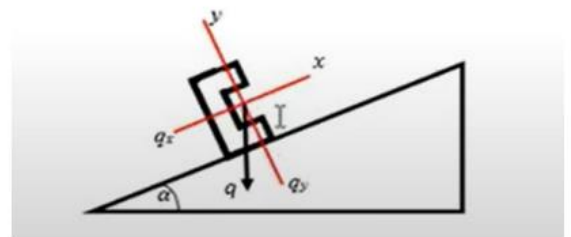


Gambar 2. 1 Perencanaan Gording (sumber Modul PPBG)

#### 2. Beban gording

$$\text{Dead load (q)} : 0,219 \text{ kN/m}$$

$$\text{Live load (p)} : 1 \text{ kN/m}$$



Gambar 2. 2 Perencanaan Beban Gording (sumber Modul PPBG)

3. Rencana momen gording

$$M_{3D} = \frac{1}{8} q \cos \alpha (L)^2$$

$$= \frac{1}{8} \times 0,218 \times \cos 24 \times (6)^2$$

$$= 0,9 \text{ kNm}$$

$$M_{2D} = \frac{1}{8} q \sin \alpha \left(\frac{L}{3}\right)^2$$

$$= \frac{1}{8} \times 0,218 \times \sin 24 \times \left(\frac{6}{3}\right)^2$$

$$= 0,04 \text{ kNm}$$

$$M_{3L} = \frac{1}{4} q \cos \alpha (L)$$

$$= \frac{1}{4} \times 1 \times \cos 24 \times 6$$

$$= 1,37 \text{ kNm}$$

$$M_{2L} = \frac{1}{4} p \sin \alpha \left(\frac{L}{3}\right)$$

$$= \frac{1}{4} \times 1 \times \sin 24 \times \left(\frac{6}{3}\right)$$

$$= 0,2 \text{ kNm}$$

4. Kombinasi beban

$$M_{3U} = 1,4M_{3D}$$

$$= 1,4 \times 0,9$$

$$= 1,26 \text{ kNm}$$

$$M_{3U} = 1,2M_{3D} + 1,6M_{3L}$$

$$= 1,2 \times 0,9 + 1,6 \times 1,37$$

$$= 3,27 \text{ kNm}$$

$$M_{2U} = 1,4M_{2D}$$

$$= 1,4 \times 0,04$$

$$= 0,06 \text{ kNm}$$

$$M_{2U} = 1,2M_{2D} + 1,6M_{2L}$$

$$= 1,2 \times 0,04 + 1,6 \times 0,2$$

$$= 0,38 \text{ kNm}$$

Dipilih nilai terbesar

$$M_{3U} = 3,27 \text{ kNm}$$

$$M_{2U} = 0,38 \text{ kNm}$$

#### 5. Cek tegangan pada profil C

$$f_b = \frac{M_{3U}}{\sigma W_3} + \frac{M_{2U}}{\sigma W_2} \leq F_y$$

$$= \frac{3,27 \times 10^6}{0,9 \times 21,3 \times 10^3} + \frac{0,38 \times 10^6}{0,9 \times 7,8 \times 10^3} \leq 240 \text{ MPa}$$

$$= 224,75 \text{ MPa} \leq 240 \text{ MPa} \quad (\text{Aman})$$

#### 6. Cek defleksi gording

$$\delta_2 = \frac{5}{384} \frac{q \cos \alpha L^4}{E I_3} + \frac{1}{48} \frac{p \cos \alpha L^3}{E I_3}$$

$$= \frac{5}{384} \times \frac{0,219 \times \cos 24 \times 6000^4}{2 \times 10^5 \times 106 \times 10^4} + \frac{1}{48} \times \frac{1 \times \cos 24 \times 6000^3}{2 \times 10^5 \times 106 \times 10^4}$$

$$= 15,96 \text{ mm}$$

$$\delta_3 = \frac{5}{384} \frac{q \sin \alpha \left(\frac{L}{3}\right)^4}{E I_2} + \frac{1}{48} \frac{p \sin \alpha \left(\frac{L}{3}\right)^3}{E I_2}$$

$$= \frac{5}{384} \times \frac{0,219 \times \sin 24 \times 6000^4}{2 \times 10^5 \times 24 \times 10^4} + \frac{1}{48} \times \frac{1 \times \sin 24 \times 6000^3}{2 \times 10^5 \times 24 \times 10^4}$$

$$= 0,39 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
\delta &= \sqrt{\delta_3^2 + \delta_2^2} && \leq \frac{L}{240} \\
&= \sqrt{0,39^2 + 15,96^2} && \leq \frac{6000}{240} \\
&= 15,963 \text{ mm} && \leq 25 \text{ mm} \quad (\text{Aman})
\end{aligned}$$

### 2.1.1 Perencanaan Sag-rod dan Ikatan Angin

Gaya sag-rod

$$\begin{aligned}
F_{tD} &= n \left( \frac{L}{3} q \sin \alpha \right) \\
&= 8 \left( \frac{6000}{3} \times 0,219 \times \sin 24 \right) \\
&= 1,43 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_{tL} &= \frac{n}{2} p \sin \alpha \\
&= \frac{8}{2} \times 1 \times \sin 24 \\
&= 1,63 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Kombinasi beban

$$\begin{aligned}
F_{tU} &= 1,4 F_{tD} \\
&= 1,4 \times 1,43 \\
&= 2 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_{tU} &= 1,2 F_{tD} + 1,6 F_{tL} \\
&= 1,2 \times 1,43 + 1,6 \times 1,63 \\
&= 4,31 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Dipilih nilai terbesar

$$F_t = 4,31 \text{ kN}$$

Luas batang sag-rod yang diperlukan

$$\begin{aligned}
 A_{sr} &= \frac{F_t 10^3}{\phi F_y} \\
 &= \frac{4,3110^3}{0,9 \times 240} \\
 &= 19,98 \text{ mm}^2 \quad (\text{digunakan diameter } \phi 10 \text{ mm})
 \end{aligned}$$

Maka digunakan sagrod  $\phi 10$  mm dan batang ikatan angin  $\phi 16$  mm.

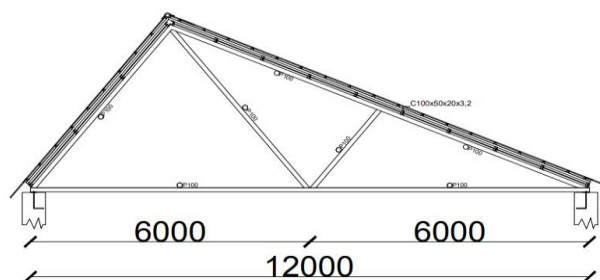
### 2.1.2 Perencanaan Kuda-Kuda

Kuda-kuda merupakan rangka penopang atap. Sesuai dengan namanya, kuda-kuda berfungsi menopang atap dan meneruskan gaya dan beban yang berlaku ke struktur bangunan seperti kolom dan/atau balok.

- **Data perencanaan**

- Berat kuda-kuda : 0,5 kN/m
- Jarak antar kuda-kuda (L): 6 m
- Berat gording : 0,05 kN/m
- Berat atap : 0,15 kN/m<sup>2</sup>
- Berat plafon : 0 kN/m<sup>2</sup>
- Jarak antar gording (a) : 1 m
- Tritisasi (b) : 0,7 m
- C<sub>ti</sub> : 0,2
- C<sub>is</sub> : - 0,6
- Q<sub>w</sub> : 0,25

- **Rencana beban kuda-kuda**



Gambar 2. 3 Rencana Beban Gording

Beban P<sub>1</sub> (24°):

- berat sendiri kuda kuda	$= \frac{a}{2} \times \text{berat kuda-kuda}$	$= 0,25 \text{ kN}$
- berat gording	$= L1 \times \text{berat gording per-m'}$	$= 0,3 \text{ kN}$
- berat atap	$= \frac{(\frac{a}{2} + b)}{\cos \alpha} \times L \times \text{berat atap}$	$= 1,77 \text{ kN}$
-berat plafon	$= (\frac{a}{2} + b) \times L \times \text{berat plafon}$	$= 0 \text{ kN}$
	<b>Beban P1 (24°)</b>	<b>= 2,32 kN</b>

Beban P<sub>2</sub> (24°):

- berat sendiri kuda kuda	$= a \times \text{berat kuda-kuda}$	$= 0,50 \text{ kN}$
- berat gording	$= L1 \times \text{berat gording per-m'}$	$= 0,3 \text{ kN}$
- berat atap	$= \frac{a}{\cos \alpha} \times L \times \text{berat atap}$	$= 1,47 \text{ kN}$
-berat plafon	$= a \times L \times \text{berat plafon}$	$= 0 \text{ kN}$
	<b>Beban P2 (24°)</b>	<b>= 2,77 kN</b>

Beban P<sub>3</sub> (24°):

- berat sendiri kuda kuda	$= a \times \text{berat kuda-kuda}$	$= 0,5 \text{ kN}$
- berat gording	$= L1 \times \text{berat gording per-m'}$	$= 0,6 \text{ kN}$
- berat atap	$= \frac{a}{\cos \alpha} \times L \times \text{berat atap}$	$= 1,47 \text{ kN}$
-berat plafon	$= a \times L \times \text{berat plafon}$	$= 0 \text{ kN}$
	<b>Beban P3 (24°)</b>	<b>= 2,57 kN</b>

Beban P<sub>1</sub> (53°):

- berat sendiri kuda kuda	$= \frac{a}{2} \times \text{berat kuda-kuda}$	$= 0,5 \text{ kN}$
- berat gording	$= L1 \times \text{berat gording per-m'}$	$= 0,3 \text{ kN}$
- berat atap	$= \frac{(\frac{a}{2} + b)}{\cos \alpha} \times L \times \text{berat atap}$	$= 1,31 \text{ kN}$
-berat plafon	$= (\frac{a}{2} + b) \times L \times \text{berat plafon}$	$= 0 \text{ kN}$
	<b>Beban P1 (53°)</b>	<b>= 1,86 kN</b>

Beban P<sub>2</sub> (53°):

- berat sendiri kuda kuda	$= a \times \text{berat kuda-kuda}$	$= 0,5 \text{ kN}$
- berat gording	$= L1 \times \text{berat gording per-m'}$	$= 0,6 \text{ kN}$
- berat atap	$= \frac{a}{\cos \alpha} \times L \times \text{berat atap}$	$= 1,09 \text{ kN}$

-berat plafon

$$= a \times L \times \text{berat plafon} = 0 \text{ kN}$$

$$\text{Beban P2 (53°)} = 2,19 \text{ kN}$$

- **Rencana beban angin**

$$\text{Beban } W_1 (24^\circ) = \frac{\left(\frac{a}{2}+b\right)}{\cos \alpha} \times C_{ti} \times L \times Q_w = 0,39 \text{ kN}$$

$$\text{Beban } W_2 (24^\circ) = \frac{a}{\cos \alpha} \times C_{ti} \times L \times Q_w = 0,33 \text{ kN}$$

$$\text{Beban } W_3 (53^\circ) = 0,5 \times \frac{a}{\cos \alpha} \times C_{ti} \times L \times Q_w = 0,25 \text{ kN}$$

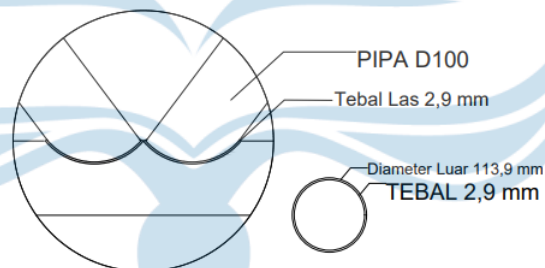
$$\text{Beban } W_4 (53^\circ) = 0,5 \times \frac{a}{\cos \alpha} \times C_{is} \times L \times Q_w = -0,75 \text{ kN}$$

$$\text{Beban } W_5 (53^\circ) = \frac{a}{\cos \alpha} \times C_{is} \times L \times Q_w = -1,5 \text{ kN}$$

$$\text{Beban } W_6 (53^\circ) = \frac{\left(\frac{a}{2}+b\right)}{\cos \alpha} \times C_{is} \times L \times Q_w = -1,79 \text{ kN}$$

### 2.1.3 Rencana Sambungan Kuda-Kuda

Sambungan kuda-kuda yang digunakan dalam rencana kuda-kuda adalah sambungan las. Berikut merupakan data rencana yang akan dipakai dalam penentuan mutu dan luasan serta kekuatan dari sambunga las pada kuda-kuda.



Gambar 2. 4 Rencana Sambungan Kuda-Kuda

1. Data perencanaan
  - a. Profil pipa : D100
  - b. Diameter terluar (h) : 113,9 mm
  - c. Tebal pipa (t) : 2,9 mm
  - d. Mutu bahan las (f) : 436 MPa
  - e. Tebal las (w) : 2,9 mm
  - f. Keliling pipa (L) : 357,83
2. Mencari luasan las (Aw)

$$\begin{aligned}
 A_w &= 0,707 \times w \times L \\
 &= 0,707 \times 2,9 \times 357,83 \\
 &= 733,65 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3. Menghitung kekuatan las

$$\begin{aligned}
 R_n &= 0,707 \times w \times L \times f \\
 &= 319.872,94 \text{ N} \\
 &= 319,87 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

4. Menghitung kuat Tarik

$$\begin{aligned}
 \phi R_n &= 0,75 \times R_n \\
 &= 0,75 \times 319,87 \\
 &= 239,9 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

## 2.2 Preliminary Design

Preliminari design merupakan satu tahapan analisa awal atau dasar dalam memperkirakan dimensi dari struktur penopang bangunan dimana seperti pelat, balok, dan kolom sebelum dilakukannya perhitungan yang lebih rinci yang melibatkan momen dan gaya serta beban yang berlaku.

### 2.2.1 Balok

Dimensi balok induk

$$\begin{aligned}
 \text{Bentang (L)} &= 6 \text{ meter} \\
 H &= \frac{1}{12} L \\
 &= \frac{1}{12} 6000 = 500 \text{ mm} \\
 B &= \frac{1}{2} h \\
 &= \frac{1}{2} 500 = 250 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jadi, dimensi dari balok yang digunakan adalah 250/500 mm.

### 2.2.2 Pelat

Dimensi pelat lantai

$$L_y = 6000 \text{ mm}$$



$$L_x = 3000 \text{ mm}$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 2 \text{ ( pelat 1 arah )}$$

Penentuan tebal pelat

$$h = \frac{L_x}{24}$$

$$= \frac{3000}{24}$$

$$= 125 \text{ mm}$$

### 2.2.3 Kolom

Bentang (L) = 6 meter

$$H = \frac{1}{15} L = 400 \text{ mm}$$

Untuk kolom  $b=h$ . Maka, dimensi dari kolom yang diperkirakan adalah 400x400 mm.

## 2.3 Design Struktur

Desain dari struktur diperlukan dalam perencanaan bangunan. Desain struktur merupakan dasar dari bangunan tersebut apakah bangunan tersebut dapat berdiri dengan tanpa kekurangan atau ketidak kuatannya dari bangunan tersebut. Desain struktur berdasar kepada SNI 2847:2019 yang mengatur mengenai persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.

### 2.3.1 Perencanaan Balok

Balok merupakan komponen dari struktur bangunan yang bekerja menahan gaya dan momen lentur. Penentuan rencana balok dapat dilihat pada SNI 2847:2019 pasal 9 yang mengatur tentang perencanaan balok

#### 2.3.1.1 Balok induk B176 stroy 1 portal 9

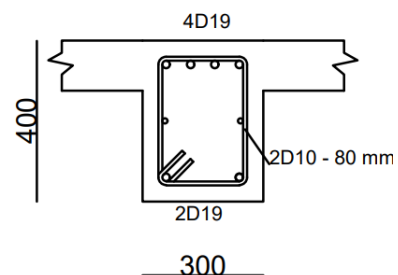
Rencana balok menggunakan *export* dari ETABS pada bagian potongan B175 di *stoty* 1 pada portal 9.

#### Data perencanaan

Lebar balok(b) = 300 mm

Tinggi balok (h) = 400 mm

Bentang(l) = 6000 mm



Selimit beton = 40 mm

$F'_c$  = 25 MPa

$F_y$  tulangan utama = 420 Mpa

$F_y$  tulangan sengkang = 280 MPa

D tulangan utama = 19 mm

D tulangan sengkang = 10 mm

d = h-tebal selimit-D tulangan sengkang-(0,5 x D tulangan utama)

$$= 400 - 40 - 10 - (0,5 \times 19)$$

$$= 340,5 \text{ mm}$$

$\beta_1$  = 0,85

### **Tulangan longitudinal**

Dalam penentuan tulangan longitudinal, menggunakan data yang didapatkan dari ETABS.

Direncanakan menggunakan tulangan diameter D19. Berdasar kepada SNI 2847-2019 pasal 18.6.3.2 mengatur mengenai syarat kekuatan momen positif dan negatif, maka :

$V_u$  tumpuan = 107,4247 kN

$V_u$  lapangan = 15,8628 kN

$M_u$  tumpuan = 106,1635 kNm

$M_u$  lapangan = 64,5298 kNm

$M_u$  tumpuan (Desak) = 53,5929 kNm

$M_u$  lapangan (Tarik) = 37,3941 kNm

### **a. Tulangan tumpuan**

#### **Tulangan Tarik (atas)**

Tulangan tarik (atas) di rencanakan dengan langkah-langkah perhitungan dibawah ini :

$$M_{ux} = M_u \text{ tumpuan}$$

$$= 106.1635 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_{ux} \times 10^6}{0,9 \times b \times d^2}$$

$$= \frac{106.1635 \times 10^6}{0,9 \times 300 \times 340,5^2}$$

$$= 3,3914$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y \text{ tulangan utama}}$$

$$= \frac{1,4}{420}$$

$$= 0,003333333$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{\beta_1 \times f_c'}{f_y \text{ utama}} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{\beta_1 \times f_c'}}$$

$$= \frac{0,85 \times 25}{420} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2,7131}{0,85 \times 25}}$$

$$= 0,0088485$$

$$\rho_{\max} = 0,025$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times f_y \text{ utama}} \times b \times d$$

$$= \frac{\sqrt{25}}{4 \times 420} \times 300 \times 340,5$$

$$= 304,01585 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d$$

$$= 0,0088485 \times 300 \times 340,5$$

$$= 903,8714225 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{As \text{ perlu}}{\pi} \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2 \\
 &= \frac{903,8714225}{\pi} \times \left( \frac{19}{2} \right)^2 \\
 &= 3,187936
 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan = 4D19

Jadi, dari perhitungan diatas didapatkan tulangan yang digunakan adalah 4D19.

$$\begin{aligned}
 \text{Luas tulangan} &= n \times \pi \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2 \\
 &= 4 \times \pi \times \left( \frac{19}{2} \right)^2 \\
 &= 1134,114948 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{As max} &= \rho_{\text{max}} \times b \times d \\
 &= 0,025 \times 300 \times 340,5 \\
 &= 2553,75 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

### **Tulangan Desak (bawah)**

Tulangan desak (bawah) direncanakan dengan perhitungan di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 M_{ux} &= M_u \text{ tumpuan} \\
 &= 53,5929 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_{ux} \times 10^6}{0,9 \times b \times d^2} \\
 &= \frac{53,5929 \times 10^6}{0,9 \times 300 \times 340,5^2} \\
 &= 1,712021685
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{min}} &= \frac{1,4}{f_y \text{ tulangan utama}} \\
 &= \frac{1,4}{420} \\
 &= 0,003333333
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{\beta_1 \times f_c'}{f_y \text{ utama}} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times Rn}{\beta_1 \times f_c'}} \\ &= \frac{0,85 \times 25}{420} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,712021685}{0,85 \times 25}} \\ &= 0,004255177\end{aligned}$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,025$$

$$\begin{aligned}\text{As min} &= \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times f_y \text{ utama}} \times b \times d \\ &= \frac{\sqrt{25}}{4 \times 420} \times 300 \times 340,5 \\ &= 304,01585 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\ &= 0,004255177 \times 300 \times 340,5 \\ &= 434,6663575 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n &= \frac{\text{As perlu}}{\pi} \times \left(\frac{D \text{ tulangan utama}}{2}\right)^2 \\ &= \frac{434,6663575}{\pi} \times \left(\frac{19}{2}\right)^2 \\ &= 1,533059266 \approx 2\end{aligned}$$

Digunakan tulangan = 2D19

Jadi dipakai tulangan 2D19.

$$\begin{aligned}\text{Luas tulangan} &= n \times \pi \times \left(\frac{D \text{ tulangan utama}}{2}\right)^2 \\ &= 2 \times \pi \times \left(\frac{19}{2}\right)^2 \\ &= 567,057474 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

## b. Tulangan lapangan

### Tulangan desak

Perancangan tulangan desak lapangan didapatkan dari perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 M_{ux} &= M_u \text{ lapangan} \\
 &= 64,5298 \text{ kNm} \\
 R_n &= \frac{M_{ux} \times 10^6}{0,9 \times b \times d^2} \\
 &= \frac{64,5298 \times 10^6}{0,9 \times 300 \times 340,5^2} \\
 &= 2.061400241 \\
 \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y \text{ tulangan utama}} \\
 &= \frac{1,4}{420} \\
 &= 0,003333333 \\
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{\beta_1 \times f_c'}{f_y \text{ utama}} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2xR_n}{\beta_1 \times f_c'}} \\
 &= \frac{0,85 \times 25}{420} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2.061400241}{0,85 \times 25}} \\
 &= 0,005172495 \\
 \rho_{\max} &= 0,025 \\
 A_s \min &= \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times f_y \text{ utama}} \times b \times d \\
 &= \frac{\sqrt{25}}{4 \times 420} \times 300 \times 340,5 \\
 &= 304,0178571 \text{ mm}^2 \\
 A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\
 &= 0,005172495 \times 300 \times 340,5 \\
 &= 528.370392 \text{ mm}^2 \\
 n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{\pi} \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2 \\
 &= \frac{528.370392}{\pi} \times \left( \frac{19}{2} \right)^2
 \end{aligned}$$

$$= 1,86355 \approx 2$$

Digunakan tulangan = 2D19

Maka dipakai tulangan dengan jumlah dan dimensi 2D19 pada desak lapangan.

$$\text{Luas tulangan} = n \times \pi \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2$$

$$= 2 \times \pi \times \left( \frac{19}{2} \right)^2$$

$$= 567,057474 \text{ mm}^2$$

### Tulangan Tarik (bawah)

Tulangan tarik (bawah) direncang berdasarkan perhitungan dibawah ini :

$$M_{ux} = M_u \text{ lapangan}$$

$$= 37,3941 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_{ux} \times 10^6}{0,9 \times b \times d^2}$$

$$= \frac{37,3941 \times 10^6}{0,9 \times 300 \times 340,5^2}$$

$$= 1.194552079$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y \text{ tulangan utama}}$$

$$= \frac{1,4}{420}$$

$$= 0,003333333$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{\beta_1 \times f_c'}{f_{yutama}} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{\beta_1 \times f_c'}}$$

$$= 0,85 \times 25 / 420 \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1.1945520793}{0,85 \times 25}}$$

$$= 0.00292895$$

$$\rho_{\max} = 0,025$$

$$\begin{aligned} \text{As min} &= \frac{\sqrt{f'c}}{4 \times f_{y \text{ utama}}} \times b \times d \\ &= \frac{\sqrt{25}}{4 \times 420} \times 300 \times 340,5 \\ &= 304,0178571 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\ &= 0,00292895 \times 300 \times 340,5 \\ &= 299,1922244 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{As perlu}}{\pi} \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2 \\ &= \frac{299,1922244}{\pi} \times \left( \frac{19}{2} \right)^2 \\ &= 1,0722 \approx 2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan = 2D19

Dari perhitungan tersebut dipakai tulangan dengan dimensi 2D19 pada tarik bawah.

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= n \times \pi \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2 \\ &= 2 \times \pi \times \left( \frac{19}{2} \right)^2 \\ &= 567,057474 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

### **Tulangan sengkang**

Mencari tulangan sengkang, digunakan cara perhitungan di bawah ini :

$$\begin{aligned} a_{pr-} &= \frac{\text{Luas tulangan} \times 1,25 \times f_{y \text{ utama}}}{\beta_1 \times f'c' \times b} \\ &= \frac{1134,114948 \times 1,25 \times 420}{0,85 \times 25 \times 300} \\ &= 93,3977016 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_{pr-} = (\text{Luas tulangan} \times 1,25 \times f_{y \text{ utama}}) \times \left( d - \frac{a_{pr-}}{2} \right)$$



$$= (1134.114948 \times 1,25 \times 420) \times (340,5 - \frac{93.3977016}{2})$$

$$= 174932244.4 \text{ Nmm}$$

$$= 174.9322444 \text{ kNm}$$

$$a_{pr+} = \frac{\text{Luas tulangan} \times 1,25 \times f_y \text{ utama}}{\beta_1 \times f_c' \times b}$$

$$= \frac{567,057474 \times 1,25 \times 420}{0,85 \times 25 \times 300}$$

$$= 46.6988508 \text{ mm}$$

$$M_{pr+} = (\text{Luas tulangan} \times 1,25 \times f_y \text{ utama}) \times (d - \frac{a_{pr+}}{2})$$

$$= (567,057474 \times 1,25 \times 420) \times (340,5 - \frac{46.6988508}{2})$$

$$= 94417366.94 \text{ Nmm}$$

$$= 94.41736694 \text{ kNm}$$

### Tumpuan

$$V_g = 81,2985 \text{ kN (dari kombinasi beban 1,2D + L)}$$

$$V_e = V_g (+) \frac{M_{pr(+)} + M_{pr(-)}}{L_n}$$

$$V_{e1} = V_g + \frac{M_{pr(+)} + M_{pr(-)}}{L_n}$$

$$= 81,2985 + \frac{94.41736694 + 174.9322444}{6}$$

$$= 126.1901019 \text{ kN}$$

$$V_{e2} = V_g - \frac{M_{pr(+)} + M_{pr(-)}}{L_n}$$

$$= 81,2985 + \frac{64.48963235 + 94.41736694}{6}$$

$$= -36.40689811 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{V_e}{0,75}$$

$$= 168.2534692 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{\text{Luas tulangan sengkang} \times f_y \text{ sengkang} \times d}{V_s \times 10^3} \\
 &= \frac{157,0796327 \times 280 \times 340,5}{168.2534692 \times 10^3} \\
 &= 118.6778674 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Pada SNI 2847-2019 pasal 18.6.4.4 mengatur mengenai syarat spasi sengkang yang tidak boleh lebih dari :

$$\begin{aligned}
 S_{\max} &= \frac{d}{4} \\
 &= 85,125 \text{ mm} \\
 &= 6 \times D_{\text{utama}} \\
 &= 114 \text{ mm} \\
 &= 150 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Digunakan = 2D10-80 mm

Tulangan sengkang tumpuan dipakai 2D10-80 mm.

### Lapangan

$$\begin{aligned}
 V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f'c' \times b \times d} \times 10^{-3} \\
 &= \frac{1}{6} \times \sqrt{25 \times 300 \times 340,5} \times 10^{-3} \\
 &= 85,125 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_e &= \frac{L-2400}{L} \times (V_{e1} - V_{e2}) + V_{e2} \\
 &= \frac{6000-2400}{6000} \times (126.1901019 - 36.40689811) + 36.40689811 \\
 &= 61.15130189 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_s &= \frac{V_e}{0,75} \\
 &= \frac{61.15130189}{0,75}
 \end{aligned}$$

$$= 81.53506919 \text{ kN}$$

$$S = \frac{\text{Luas tulangan sengkang} \times f_y \text{ sengkang} \times d}{V_s \times 10^{-3}}$$

$$= \frac{157,0796327 \times 280 \times 340,5}{81.53506919 \times 10^{-3}}$$

$$= 183.675225 \text{ mm}$$

Berdasar kepada SNI 2847-2019 pasal 9.7.6.2.2 mengatur mengenai spasi maksimum tulangan geser, jarak spasi maksimum digunakan :

$$S_{\text{max}} = \frac{d}{2}$$

$$= \frac{340,5}{2}$$

$$= 170,25 \text{ mm}$$

Digunakan = 2D10-150

Pada lapangan dipakai 2D10 jarak 150 mm.

### 2.3.1.2 Balok anak

Lebar balok(b) = 250 mm

Tinggi balik (h) = 300 mm

Bentang(l) = 6000 mm

Selimut beton = 40 mm

$F_c'$  = 25 MPa

$F_y$  tulangan utama = 420 Mpa

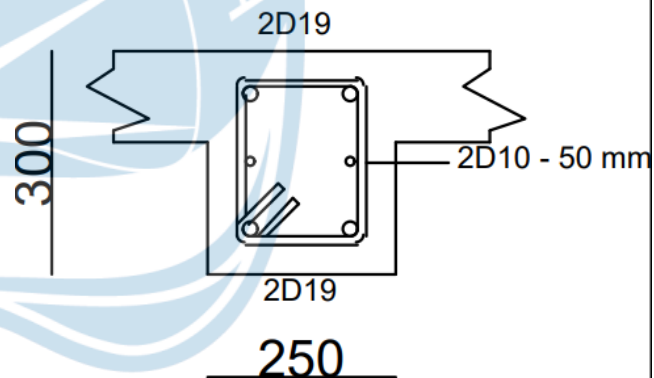
$F_y$  tulangan sengkang = 280 MPa

$D_{\text{tulangan utama}}$  = 19 mm

$D_{\text{tulangan sengkang}}$  = 10 mm

$$d = h - \text{tebal selimut} - D_{\text{tulangan sengkang}} - (0,5 \times D_{\text{tulangan utama}})$$

$$= 300 - 40 - 10 - (0,5 \times 19)$$



Gambar 2. 7 Rencana Balok Anak

$$= 240,5 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

### **Tulangan longitudinal**

Direncanakan menggunakan tulangan diameter D19. Berdasar kepada SNI 2847-2019 pasal 18.6.3.2 mengatur mengenai syarat kekuatan momen positif dan negatif, maka :

$$V_u \text{ tumpuan} = 27,8883 \text{ kN}$$

$$V_u \text{ lapangan} = 1,2759 \text{ kN}$$

$$M_u \text{ tumpuan} = 37,5677 \text{ kNm}$$

$$M_u \text{ lapangan} = 37,5406 \text{ kNm}$$

$$M_u \text{ tumpuan(Desak)} = 23,091 \text{ kNm}$$

$$M_u \text{ lapangan(Tarik)} = 22,0785 \text{ kNm}$$

#### **a. Tulangan tumpuan**

##### **Tulangan Tarik (atas)**

Tulangan tarik (atas) di rencanakan dengan langkah-langkah perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned} M_{ux} &= M_u \text{ tumpuan} \\ &= 37,5677 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_{ux} \times 10^6}{0,9 \times b \times d^2} \\ &= \frac{37,5677 \times 10^6}{0,9 \times 250 \times 240,5^2} \\ &= 2,886701821 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y \text{ tulangan utama}} \\ &= \frac{1,4}{420} \end{aligned}$$

$$= 0,003333333$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{\beta_1 \times f_c'}{f_y \text{ utama}} \times (f_{y\text{utama}} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2xRn}{\beta_1 \times f_c'}}) \\ &= \frac{0,85 \times 25}{420} \times (420 \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2,886701821}{0,85 \times 25}}) \\ &= 0,007416703 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,025$$

$$\begin{aligned} \text{As min} &= \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times f_y \text{ utama}} \times b \times d \\ &= \frac{\sqrt{25}}{4 \times 420} \times 250 \times 240,5 \\ &= 178,9434524 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\ &= 0,007416703 \times 250 \times 240,5 \\ &= 445,9292652 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{As perlu}}{\pi} \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2 \\ &= \frac{445,9292652}{\pi} \times \left( \frac{19}{2} \right)^2 \\ &= 1,572783309 \end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan} = 2D19$$

Jadi pada balok anak tulangan utama atas menggunakan 2D19.

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= n \times \pi \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2 \\ &= 2 \times \pi \times \left( \frac{19}{2} \right)^2 \\ &= 567,057474 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As max} &= \rho_{\text{max}} \times b \times d \\ &= 0,025 \times 300 \times 340,5 \end{aligned}$$

$$= 1503,125 \text{ mm}^2$$

### Tulangan Desak (bawah)

Tulangan desak (bawah) direncanakan dengan perhitungan di bawah ini :

$$M_{ux} = M_u \text{ tumpuan}$$

$$= 23,091 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_{ux} \times 10^6}{0,9 \times b \times d^2}$$

$$= \frac{23,091 \times 10^6}{0,9 \times 250 \times 240,5^2}$$

$$= 1,7743123$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y \text{ tulangan utama}}$$

$$= \frac{1,4}{420}$$

$$= 0,003333333$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \beta_1 \times f_c' / f_{y \text{ utama}} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2xR_n}{\beta_1 x f_c'}}$$

$$= 0,85 \times 25 / 420 \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,774}{0,85 \times 25}}$$

$$= 0,0044174$$

$$\rho_{\max} = 0,025$$

$$A_s \min = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times f_y \text{ utama}} \times b \times d$$

$$= \frac{\sqrt{25}}{4 \times 420} \times 250 \times 240,5$$

$$= 178,94345 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d$$

$$= 0,0044174 \times 300 \times 340,5$$

$$= 265,5956224 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\pi} \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2$$

$$= \frac{265,5956224}{\pi}$$

$$= 0,936750275 \approx 2$$

Digunakan tulangan = 2D19

Jadi dipakai tulangan 2D19 untuk bagian bawah.

$$\text{Luas tulangan} = n \times \pi \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2$$

$$= 2 \times \pi \times \left( \frac{19}{2} \right)^2$$

$$= 567,057474 \text{ mm}^2$$

### b. Tulangan lapangan

#### Tulangan desak

Perancangan tulangan desak lapangan didapatkan dari perhitungan dibawah ini :

$$M_{ux} = M_u \text{ lapangan}$$

$$= 37,5406 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_{ux} \times 10^6}{0,9 \times b \times d^2}$$

$$= \frac{37,5406 \times 10^6}{0,9 \times 250 \times 240,5^2}$$

$$= 2,884619467$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y \text{ tulangan utama}}$$

$$= 0,003333$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{\beta_1 \times f_c'}{f_y \text{ utama}} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2xR_n}{\beta_1 f_c'}}$$

$$= \frac{0,85 \times 25}{420} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2,88462}{0,85 \times 25}}$$

$$= 0,007420894$$

$$\rho_{\max} = 0,025$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f'c}}{4 \times f_y \text{ utama}} \times b \times d$$

$$= \frac{\sqrt{25}}{4 \times 420} \times 250 \times 240,5$$

$$= 178,9434524 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d$$

$$= 0,007420894 \times 300 \times 340,5$$

$$= 445,5799842 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\pi} \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2$$

$$= \frac{445,5799842}{\pi} \times \left( \frac{19}{2} \right)^2$$

$$= 1,57155 \approx 2$$

Digunakan tulangan = 2D19

Tulangan lapangan digunakan 2D19.

$$\text{Luas tulangan} = n \times \pi \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2$$

$$= 2 \times \pi \times \left( \frac{19}{2} \right)^2$$

$$= 567,057474 \text{ mm}^2$$

### **Tulangan Tarik (bawah)**

Tulangan tarik (bawah) direncang berdasarkan perhitungan dibawah ini :

$$M_{ux} = M_u \text{ lapangan}$$

$$= 22,0785 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_{ux} \times 10^6}{0,9 \times b \times d^2}$$



$$= \frac{22,0785 \times 10^6}{0,9 \times 250 \times 240,5^2}$$

$$= 1,6965118$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y \text{ tulangan utama}}$$

$$= 0,003333$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{\beta_1 \times f_c'}{f_y \text{ utama}} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2xRn}{\beta_1 f_c'}}$$

$$= \frac{0,85 \times 25}{420} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,6965}{0,85 \times 25}}$$

$$= 0,004214876$$

$$\rho_{\max} = 0,025$$

$$A_s \min = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times f_y \text{ utama}} \times b \times d$$

$$= \frac{\sqrt{25}}{4 \times 420} \times 250 \times 240,5$$

$$= 178,9434524 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d$$

$$= 0,004214876 \times 250 \times 240,5$$

$$= 253,4193924 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\pi} \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2$$

$$= \frac{253,4193924}{\pi} \times \left( \frac{19}{2} \right)^2$$

$$= 0,8938 \approx 2$$

Digunakan tulangan = 2D19

Jadi dipakai 2D19 untuk tulangan bawah.

$$\text{Luas tulangan} = n \times \pi \times \left( \frac{D \text{ tulangan utama}}{2} \right)^2$$

$$= 2 \times \pi \times \left(\frac{19}{2}\right)^2$$

$$= 567,057474 \text{ mm}^2$$

### Tulangan sengkang

Mencari tulangan sengkang, digunakan cara perhitungan di bawah ini :

$$a_{pr-} = \frac{\text{Luas tulangan} \times 1,25 \times f_y \text{ utama}}{\beta_1 \times f_c' \times b}$$

$$= \frac{567,057474 \times 1,25 \times 420}{0,85 \times 25 \times 250}$$

$$= 56,03862096 \text{ mm}$$

$$M_{pr-} = (\text{Luas tulangan} \times 1,25 \times f_y \text{ utama}) \times \left(d - \frac{a_{pr-}}{2}\right)$$

$$= (567,057474 \times 1,25 \times 420) \times \left(340,5 - \frac{56,03862096}{2}\right)$$

$$= 63256600,61 \text{ Nmm}$$

$$= 63.25660061 \text{ kNm}$$

$$a_{pr+} = \frac{\text{Luas tulangan} \times 1,25 \times f_y \text{ utama}}{\beta_1 \times f_c' \times b}$$

$$= \frac{567,057474 \times 1,25 \times 420}{0,85 \times 25 \times 250}$$

$$= 56,03862096 \text{ mm}$$

$$M_{pr+} = (\text{Luas tulangan} \times 1,25 \times f_y \text{ utama}) \times \left(d - \frac{a_{pr+}}{2}\right)$$

$$= (567,057474 \times 1,25 \times 420) \times \left(340,5 - \frac{56,03862096}{2}\right)$$

$$= 63256600,61 \text{ Nmm}$$

$$= 63,25660061 \text{ kNm}$$

### Tumpuan

$$V_g = 81,2985 \text{ kN (dari kombinasi beban 1,2D +L)}$$

$$V_e = V_g (+-) \frac{M_{pr(+)} + M_{pr(-)}}{L_n}$$

$$\begin{aligned}
 V_{e1} &= V_g + \frac{M_{pr(+)} + M_{pr(-)}}{L_n} \\
 &= 81,2985 + \frac{63,25660061 + 63,25660061}{6} \\
 &= 102,3840335 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{e2} &= V_g - \frac{M_{pr(+)} + M_{pr(-)}}{L_n} \\
 &= 81,2985 - \frac{63,25660061 + 63,25660061}{6} \\
 &= -60,21296646 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_s &= \frac{V_e}{0,75} \\
 &= 136,5120447 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{\text{Luas tulangan sengkang} \times f_y \text{ sengkang} \times d}{V_s \times 10^3} \\
 &= \frac{157,0796327 \times 280 \times 340,5}{136,5120447 \times 10^3} \\
 &= 77,48578147 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Pada SNI 2847-2019 pasal 18.6.4.4 mengatur mengenai syarat spasi sengkang yang tidak boleh lebih dari :

$$\begin{aligned}
 S_{max} &= \frac{d}{4} \\
 &= 60,125 \text{ mm} \\
 &= 6 \times D_{utama} \\
 &= 114 \text{ mm} \\
 &= 150
 \end{aligned}$$

Digunakan = 2D10-50mm

Jadi dipakai 2D10 jarak 50 mm pada tumpuan.

## Lapangan

$$\begin{aligned}V_c &= \frac{1}{6} x \sqrt{f'c' x b x d x 10^{-3}} \\ &= \frac{1}{6} x \sqrt{25 x 250 x 240,5 x 10^{-3}} \\ &= 50,10416667 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_e &= \frac{L-2400}{L} x (V_{e1}-V_{e2})+V_{e2} \\ &= \frac{6000-2400}{6000} x (102,3840335 - 60,21296646) + \\ &\quad 60,21296646 \\ &= 37,34523354 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_s &= \frac{V_e}{0,75} \\ &= \frac{37,34523354}{0,75} \\ &= 49,79364472 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S &= \frac{\text{Luas tulangan sengkang} x f_y \text{ sengkang} x d}{V_s x 10^{-3}} \\ &= \frac{157,0796327 x 280 x 240,5}{49,79364472 x 10^{-3}} \\ &= 212,4315769 \text{ mm}\end{aligned}$$

Berdasar kepada SNI 2847-2019 pasal 9.7.6.2.2 mengatur mengenai spasi maksimum tulangan geser, jarak spasi maksimum digunakan :

$$\begin{aligned}S_{\max} &= \frac{d}{2} \\ &= \frac{240,5}{2} \\ &= 120,25 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{Digunakan} = 2D10 - 100$$

Jadi dipakai 2D10 jarak 100 mm pada lapangan.

### 2.3.2 Perencanaan Kolom

Kolom merupakan salah satu bagian dari penopang struktur utama vertikal yang memiliki fungsi sebagai penerus dari beban aksial ke fondasi. Sebagai salah satu bagian struktur utama, kolom menjaga kekuatan dari suatu bangunan, dimana keruntuhan kolom dapat menyebabkan keruntuhan seluruh bangunan. Oleh sebab itu perencanaan kolom harus di perhatikan sebaik mungkin apakah kolom yang direncanakan dapat menahan keseluruhan beban yang bekerja atau tidak.

#### 2.3.2.1 Kolom C25 *story 1 portal 9*

##### Data Umum Perencanaan

$$P_{u \max} = 1807,9872 \text{ kN}$$

$$P_{u \min} = 1106,6478 \text{ kN}$$

$$M_{y \max} = 82,7009 \text{ kNm}$$

$$M_{y \min} = 102,883 \text{ kNm}$$

$$M_{x \max} = 111,1512 \text{ kNm}$$

$$M_{x \min} = 102,883 \text{ kNm}$$

$$V_u = 36,9184 \text{ kNm}$$

$$B = 500 \text{ mm}$$

$$H = 500 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi kolom} = 4000 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi balok} = 600 \text{ mm}$$

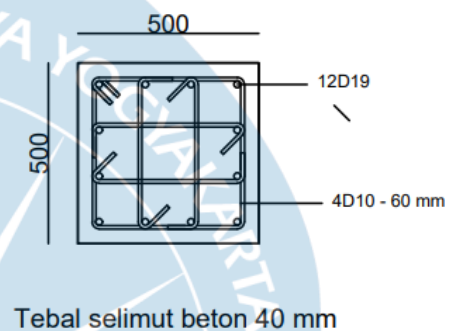
$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$f_y \text{ tulangan sengkang} = 280 \text{ MPa}$$

$$f_y \text{ tulangan utama} = 420 \text{ MPa}$$

$$D \text{ tulangan utama} = 19 \text{ mm}$$

$$D \text{ tulangan sengkang} = 10 \text{ mm}$$



Tebal selimut = 40 mm

$d$  =  $h - \text{tebal selimut} - D \text{ tulangan sengkang} - (0,5 \times D \text{ tulangan utana})$

$$= 500 - 40 - 10 - (0,5 \times 19)$$

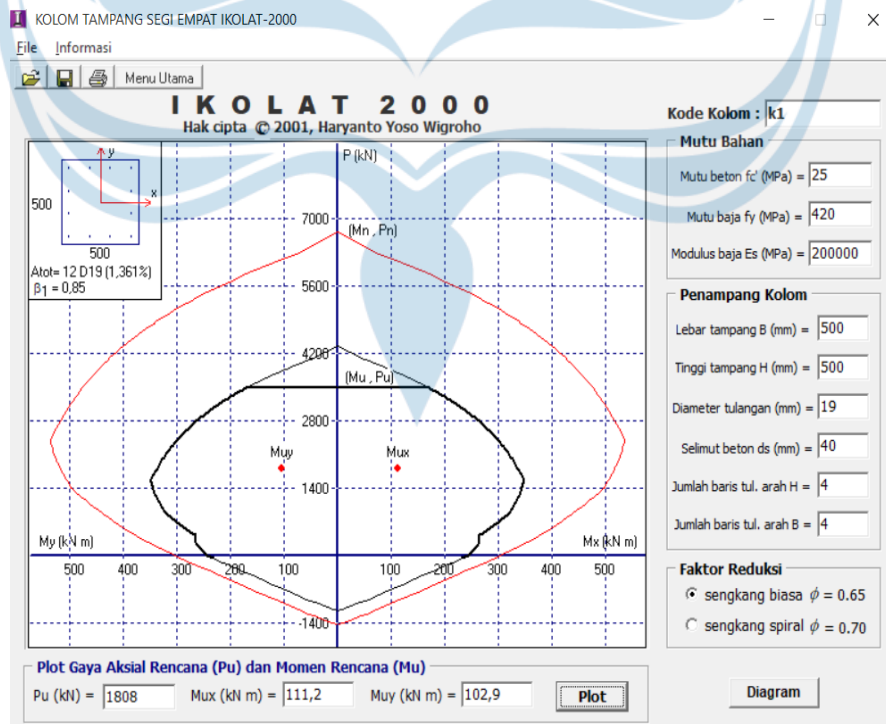
$$= 440,5 \text{ mm}$$

Jumlah tulangan = 12 buah (1,36% dari IKOLAT2000)

$\beta_1$  = 0,85

### Penulangan Kolom

Penulangan kolom direncanakan berdasar kepada SNI 2847:2019 yang mengatur tentang persyaratan beton structural bangunan gedung dan penjelasan. Perencanaan penulangan kolom yang memenuhi syarat dan ketentuan diperlukan agar bangunan tersebut layak berdiri atau tidak terjadi kecacatan pada bangunan. Penulangan harus memenuhi syarat dan juga dapat memikul beban yang bekerja pada kolom.



Gambar 2. 8 Gambar IKOLAT2000 Kolom C25 Story 1 Portal 9

Perhitungan penulangan kolom diawali dengan memasukan data beban dan momen yang diperoleh dari perencanaan ETABS 2021, sehingga didapatkan  $M_{nx}$  dan  $M_{ny}$ . Data tersebut digunakan untuk perhitungan penentuan tulangan kolom. Berdasarkan dari 9.7.6.2.2 Spasi maksimum tulangan geser dari Tabel 9.7.6.2.2 SNI 2847-2019

$$\begin{aligned}
 M_{nx} &= 525 \text{ kNm} \\
 M_{ny} &= 525 \text{ kNm} \\
 f &= 0,65 \\
 \frac{(M_{ncx})M_n}{\phi} &= \frac{525}{0,65} \\
 &= 807,6923 \text{ kNm} \\
 (M_{ncy}) \phi &= \frac{525}{0,65} \\
 &= 807,6923 \text{ kNm} \\
 M_{prb+} &= 94,41736694 \text{ kNm} \\
 M_{prb-} &= 174,9322444 \text{ kNm} \\
 (M_{ncx} + M_{ncy}) &\geq 1,2 (M_{prb+} + M_{prb-}) \\
 1615,384615 &\geq 323,2195336 \quad (\text{ok}) \\
 V_e &= \frac{M_{nx} \times 2}{\text{tinggi kolom} - \text{tinggi balok}} \\
 &= \frac{525 \times 2}{4000 - 600} \\
 &= 308,8235294 \text{ kN} \\
 V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_{cx} b \times d} \\
 &= \frac{1}{6} \times \sqrt{25 \times 500 \times 440,5} \\
 &= 183541,6667 \text{ N} \\
 &= 183,5416667 \text{ kN} \\
 V_s &= \frac{V_{ex}}{0,75} - V_c \text{ (karena } V_e > V_u)
 \end{aligned}$$

$$= \frac{308,8235294}{0,75} - 183,5416667$$

$$= 228,2230392 \text{ kN}$$

Diluar daerah sepanjang  $\lambda_o$

$$S = \frac{f_y \text{ sengkang} \times d \times A}{V_s}$$

$$= \frac{280 \times 440,5 \times 314,1592654}{228223,0392}$$

$$= 169,7830505$$

Digunakan = 4D10 – 150

Jadi dipakai tulangan 4D10 jarak 150.

Daerah sepanjang  $\lambda_o$

$$V_s = \frac{V_e}{0,75}$$

$$= \frac{308,8235294}{0,75}$$

$$= 411,7647059 \text{ kN}$$

$$= 411764,7059 \text{ N}$$

$$S = \frac{280 \times 440,5 \times 314,1592654}{411764,7059}$$

$$= 94,1033$$

Digunakan = 4D10-90

Jadi digunakan 4D10 jarak 90 mm.

### Sambungan balok dan kolom

$$V_s / (f_{ys} \times d) = \frac{228,2230392}{(280 \times 440,5)}$$

$$= 1,850357055 \text{ mm}$$

$$A_g = b \times h$$

$$= 500 \times 500$$



$$= 250000 \text{ mm}^2$$

$$b_c = b - 2 \times \text{tebal selimut}$$

$$= 420 \text{ mm}$$

$$A_{ch} = b_c^2$$

$$= 176400 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh1} = 0,3 \times \frac{f'_c}{D_{\text{tulangan sengkang}}} \times \left( \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right) \times b_c$$

$$= 0,3 \times \frac{25}{10} \times \left( \left( \frac{250000}{176400} \right) - 1 \right) \times 420$$

$$= 4,693877551$$

$$A_{sh2} = 0,09 \times f'_c \times f_{\text{sengkang}} \times b_c$$

$$= 0,09 \times 25 \times 280 \times 420$$

$$= 3,375$$

$$A_{\text{sengkang}} = 4 \times \frac{1}{4} \pi \times D_{\text{sengkang}}^2$$

$$= 314,1592654 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_{\text{sengkang}}}{A_{sh1}}$$

$$= \frac{314,1592654}{4,693877551}$$

$$= 66,92958262 \text{ mm}$$

$$\approx 60 \text{ mm}$$

Maka digunakan = 4D10-60 untuk sambungan balok kolom

Pada sambungan balok kolom dipakai tulangan 4D jarak 60 mm.

### 2.3.3. Perencanaan Pelat

Dalam merencanakan pelat, perlu diketahui terlebih dahulu denah rencana dari pelat tersebut. Hal yang diperhatikan didalam perencanaan pelat adalah mengenai tebal pelat. Dalam SNI 2847-2002 dijelaskan mengenai lendutan serta

tebal minimum dari pelat dan juga menjelaskan mengenai perencanaan pelat dua arah.

### 2.3.3.1. Perencanaan Pelat Atap Dak

#### Data Perencanaan

Tabel 2. 1 Data Perencanaan Beban Pelat Dak Atap

Atap	Tebal	Berat volume	Beban mati (D)	Beban mati pelat	Beban hidup (L)	$Q_u=1,2D+1,6L$
	mm	$\text{kN/m}^3$	$\text{kN/m}^2$	$\text{kN/m}^2$	$\text{kN/m}^2$	$\text{kN/m}^2$
beban sendiri	125	24	3			
beban pasir						
beban plafon			0,18			
Lain Lain (wp)	30	21	0,63			
total			3,81	0,81	1	6,172

Dari data rencana diatas, didapatkan dimensi dari pelat atap dak yang akan digunakan. Data tersebut dipakai sebagai dasar perencanaan pelat dak meliputi dimensi, jenis pelat, dan juga penulangan dari pelat tersebut.

$$L_y = 6000 \text{ mm}$$

$$L_x = 3000 \text{ mm}$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 2 \text{ ( pelat 1 arah)}$$

$$f_y = 420 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

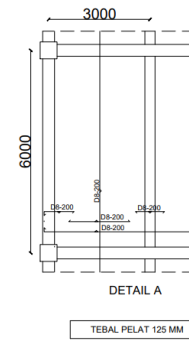
$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$d = 100 \text{ mm}$$

#### Menentukan tebal pelat

Perhitungan tebal dari pelat atap dak didapatkan dari perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 h &= \frac{Lx}{24} \\
 &= \frac{3000}{24} \\
 &= 125 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



### Menghitung momen pelat

Titik A

$$\begin{aligned}
 M_u (-) &= \frac{1}{24} \times 6,172 \times 3^2 \\
 &= 2,31 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Gambar 2. 9 Penulangan Pelat

Titik B

$$\begin{aligned}
 M_u (+) &= \frac{1}{14} \times 6,172 \times 3^2 \\
 &= 3,97 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Titik C

$$\begin{aligned}
 M_u (-) &= \frac{1}{9} \times 6,172 \times 3^2 \\
 &= 6,17 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

### Menghitung ukuran dan jarak tulangan

Dalam perancangan tulangan dipakai diameter baja tulangan ( $d_b$ ) = 8 mm

$$\begin{aligned}
 A_{db} &= 0,25 \times \frac{22}{7} \times 8^2 \\
 &= 50,29 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{Mu}{\phi}$$

$$C_c \times z = \frac{Mu}{\phi}$$

$$(0,85 \times f_c \times a \times v) \left( d - \left( \frac{a}{2} \right) \right) = \frac{Mu}{\phi}$$

$$(0,85 \times 25 \times a \times 1000) \left( 100 - \left( \frac{a}{2} \right) \right) = \frac{(6,172 \times 10^6)}{0,9}$$

$$a = 3,28 \text{ mm}$$

$$T_s = C_c$$

$$A_s \times f_y = 0,85 \times f'_c \times a \times b$$

$$A_s = 166 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = 0,0018 \times b \times h \\ = 225 \text{ mm (dipakai 225 mm)}$$

$$S = \frac{(b \times Adb)}{A_s \text{ pakai}} \\ = 223,49 \text{ mm (dipakai 200 mm)}$$

### **Batas maksimum**

$$3 \times h = 3 \times 125 = 375 \text{ mm}$$

Dan 450 mm

Jadi, digunakan tulangan D8-200

### **Analisis kekuatan**

$$S = 200 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{(B \times Adb)}{s}$$

$$A_s = 251,43 \text{ mm}^2$$

$$T_s = C_c$$

$$A_s \times f_y = 0,85 \times f'_c \times a \times b$$

$$a = 4,97 \text{ m}$$

$$M_n = C_c \times z$$

$$M_n = (0,85 \times f'_c \times a \times b) \left( d - \left( \frac{a}{2} \right) \right)$$

$$= 10.297.615,06 \text{ Nmm}$$

$$= 10,30 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times M_n$$

$$\phi M_n = 9,27 (> \text{ dari } M_u \text{ terbesar "Aman"})$$

$$V_u = 0,5 \times 6,172 \times \left(\frac{3000}{1000}\right)$$

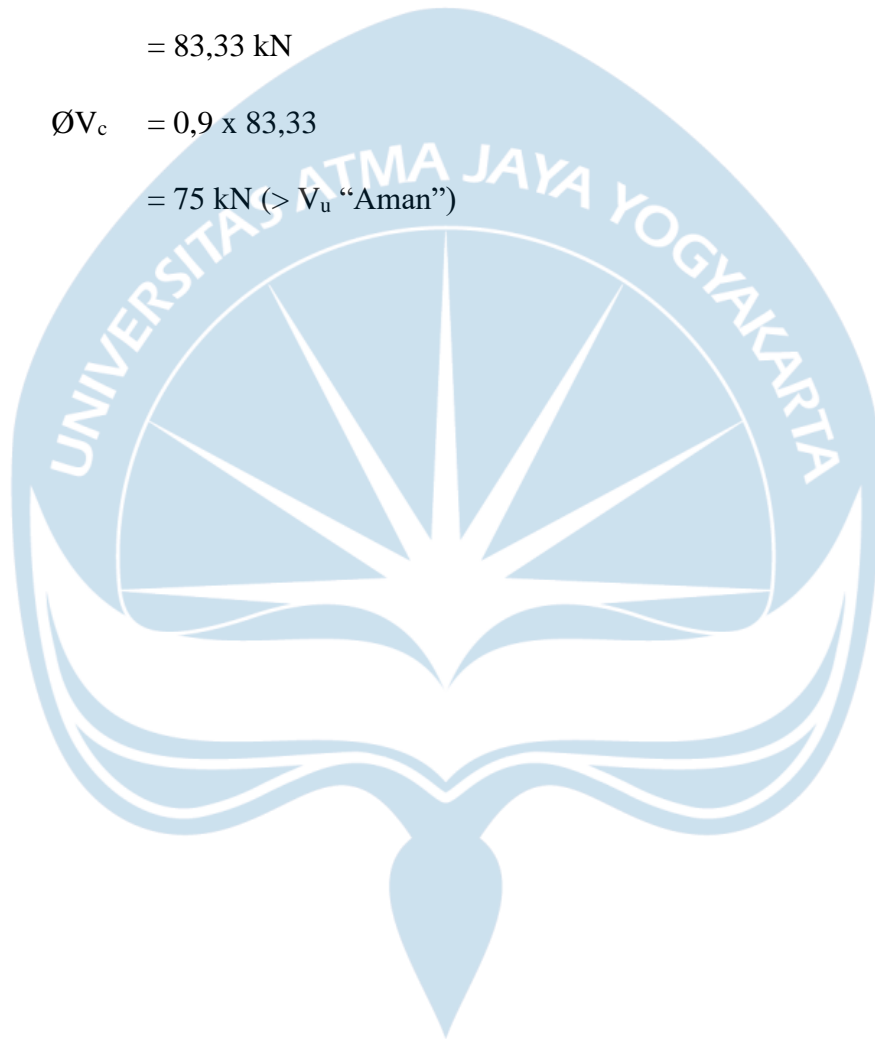
$$= 9,26 \text{ kN}$$

$$V_c = \frac{(1/6 \times \sqrt{25} \times 1000 \times 100)}{1000}$$

$$= 83,33 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,9 \times 83,33$$

$$= 75 \text{ kN } (> V_u \text{ "Aman"})$$



### 2.3.3 Perencanaan Pelat Lantai

#### Data Perencanaan

Tabel 2. 2 Data Perencanaan Beban Pelat Lantai

Lantai	Tebal	Berat volume	Beban mati (D)	Beban mati pelat	Beban hidup (L)	$Q_u=1,2D+1,6L$
	Mm	$kN/m^3$	$kN/m^2$	$kN/m^2$	$Kn/m^2$	$kN/m^2$
beban sendiri	125	24	3			
beban pasir	40	18	0,72			
ubin + spesi	50	21	1,05			
beban plafon			0,18			
Lain Lain						
total			4,95	1,95	4,79	13,6

Pada perencanaan pelat lantai, didapatkan dari data beban yang bekerja pada lantai, kemudian menentukan jenis pelat tersebut dan dimensinya termasuk tebal dari pelat.

$$L_y = 6000 \text{ mm}$$

$$L_x = 3000 \text{ mm}$$

$$\frac{L_y}{L_x} = 2 \text{ ( pelat 1 arah)}$$

$$f_y = 420 \text{ MPa}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$d = 100 \text{ mm}$$

#### Menentukan tebal pelat

Tebal pelat ditentukan dari perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 h &= \frac{Lx}{24} \\
 &= \frac{3000}{24} \\
 &= 125 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

### Menghitung momen pelat

Titik A

$$\begin{aligned}
 M_u (-) &= \frac{1}{24} \times 13,6 \times 3^2 \\
 &= 5,1 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Titik B

$$\begin{aligned}
 M_u (+) &= \frac{1}{14} \times 13,6 \times 3^2 \\
 &= 8,75 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Titik C

$$\begin{aligned}
 M_u (-) &= \frac{1}{9} \times 13,6 \times 3^2 \\
 &= 13,6 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan momen-momen yang bekerja, kemudian mencari ukuran dan spesifikasi dari tulangan yang akan dipakai di pelat lantai.

### Menghitung ukuran dan jarak tulangan

pakai diameter baja tulangan (db) = 10 mm

$$\begin{aligned}
 A_{db} &= 0,25 \times 22/7 \times 10^2 \\
 &= 78,57 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{Mu}{\phi}$$

$$C_c \times z = \frac{Mu}{\phi}$$

$$(0,85 \times f_c \times a \times v)(d - (a/2)) = \frac{Mu}{\phi}$$

$$0,85 \times 25 \times a \times 1000 \left(100 - \left(\frac{a}{2}\right)\right) = \frac{(13,6 \times 10^6)}{0,9}$$

$$a = 7,38 \text{ mm}$$

$$T_s = C_c$$

$$A_s \times f_y = 0,85 \times f'_c \times a \times b$$

$$A_s = 373,39 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,0018 \times b \times h$$

$$= 225 \text{ mm (dipakai } 373,39 \text{ mm)}$$

$$S = \frac{(b \times A_{db})}{A_{s \text{ pakai}}}$$

$$= 223,49 \text{ mm (dipakai } 200 \text{ mm)}$$

#### Batas maksimum

$$3 \times h = 3 \times 125 = 375 \text{ mm}$$

Dan 450 mm

Jadi, digunakan tulangan D10-200

#### Analisis kekuatan

$$S = 200 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{(b \times A_{db})}{s}$$

$$A_s = 392,86 \text{ mm}^2$$

$$T_s = C_c$$

$$A_s \times f_y = 0,85 \times f'_c \times a \times b$$

$$a = 7,76 \text{ m}$$

$$M_n = C_c \times z$$

$$M_n = (0,85 \times f'_c \times a \times b) \left(d - \left(\frac{a}{2}\right)\right)$$

$$= 15.859.411,86 \text{ Nmm}$$



$$= 15,86 \text{ kNm}$$

$$\emptyset M_n = 0,9 \times M_n$$

$$\emptyset M_n = 14,27 (> \text{ dari } \mu \text{ terbesar "Aman"})$$

$$V_u = 0,5 \times 6,172 \times \left(\frac{3000}{1000}\right)$$

$$= 9,26 \text{ kN}$$

$$V_c = \frac{(1/6 \times \sqrt{25} \times 1000 \times 100)}{1000}$$

$$= 83,33 \text{ kN}$$

$$\emptyset V_c = 0,9 \times 83,33$$

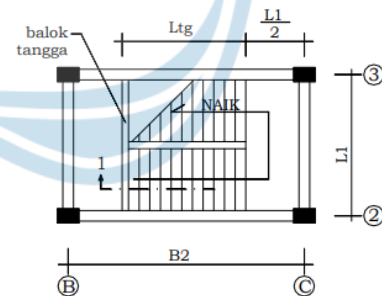
$$= 75 \text{ kN} \quad (> V_u \text{ "Aman"})$$

### 2.3.4 Perencanaan Tangga

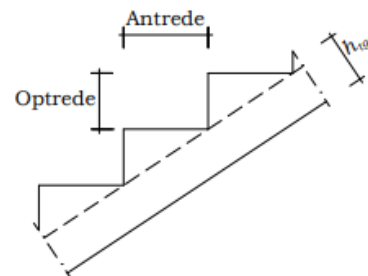
Tangga merupakan penghubung antar lantai dengan arah vertikal dengan sudut tertentu. Dari perencanaan tangga didapatkan beberapa data perencanaan yang akan digunakan adalah, sebagai berikut:

#### Data perencanaan

Jumlah anak tangga (n)	: 25
Panjang ruang tangga(L)	: 5 m
Lebar ruang tangga (B)	: 6 m
Optrede (O)	: 160 mm
Antrede (A)	: 180 mm
Lebar tangga (Ltg)	: 3220 mm
Kemiringan ( $\alpha$ )	: 29,74°
Berat bolume beton	: 24 kN/m <sup>3</sup>
Berat volume ubin	: 21kN/m <sup>3</sup>
Tinggi bordes (hb)	: 2000 mm



Gambar 2.10 10 Rencana Tangga

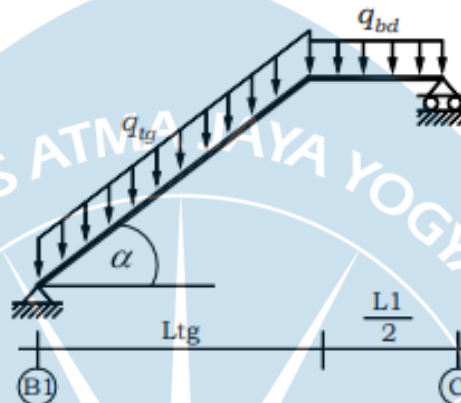


Gambar 2. 11 Detail Anak Tangga

Lebar bordes ( $L/2$ ) : 2500 mm

Setelah mengetahui dimensi-dimensi yang akan digunakan dalam perencanaan tangga, kemudian mencari rencana dari pembebanan pada tangga tersebut. Perhitungan pembebanan terdapat pada data dibawah ini :

### Rencana Pembebanan Tangga



Gambar 2.12 11 Potongan Tangga dan Beban tangga

Tabel 2. 3 Data Perencanaan Beban Tangga

beban q			
tangga	berat sendiri tangga	4,15	kN/m
	berat anak tangga	1,92	kN/m
	berat ubin dan spesi	1,05	kN/m
	berat railing (diperkirakan)	1,00	kN/m
	beban total	8,12	kN/m

Tabel 2. 4 Data Perencanaan Beban Bordes Tangga

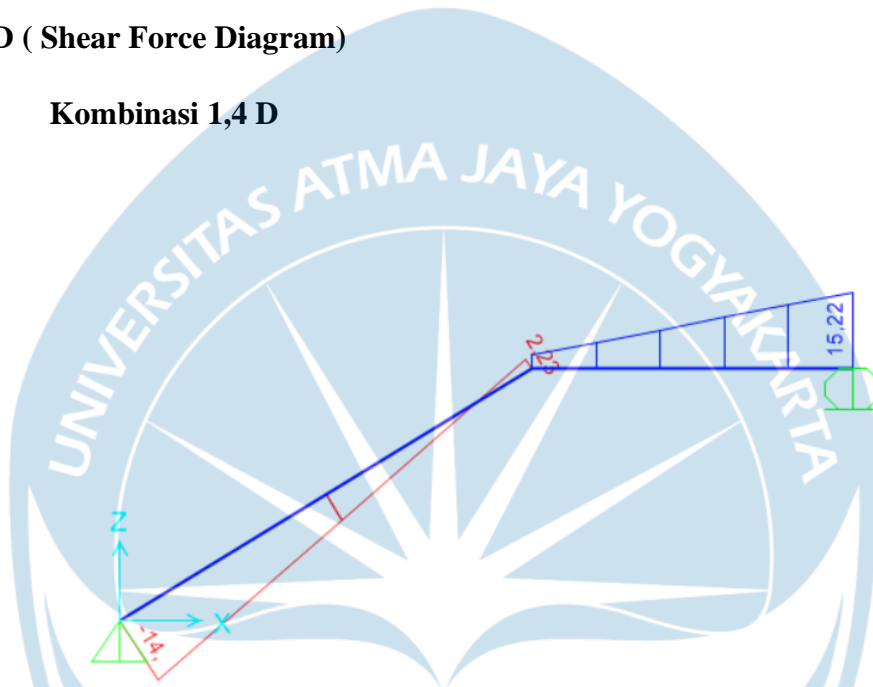
beban q			
bordes	berat sendiri tangga	3,60	kN/m
	berat ubin dan spesi	1,05	kN/m
	berat railing (diperkirakan)	1,00	kN/m
	beban total	5,65	kN/m
	berat total - berat sendiri	2,05	kN/m

## Rencana Penulangan Tangga

Gaya-gaya rencana dari perhitungan tangga yang diperoleh dari perencanaan pada aplikasi SAP2000 dan di tampilkan berdasarkan kombinasi pembebanan yang akan dipakai dalam perencanaan tangga.

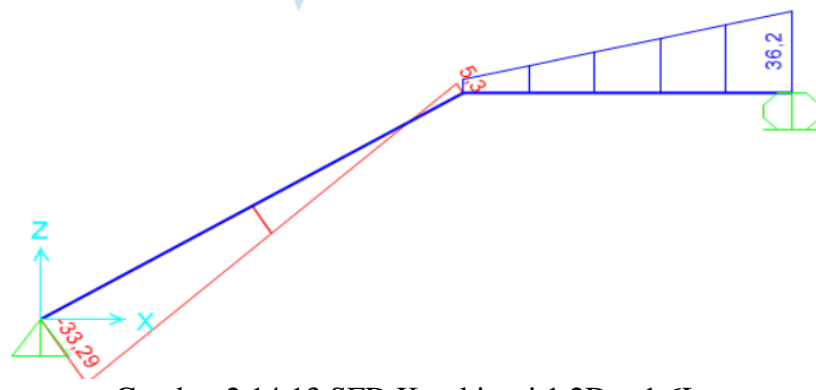
### SFD ( Shear Force Diagram)

#### Kombinasi 1,4 D



Gambar 2.13 12 SFD Kombinasi 1,4D

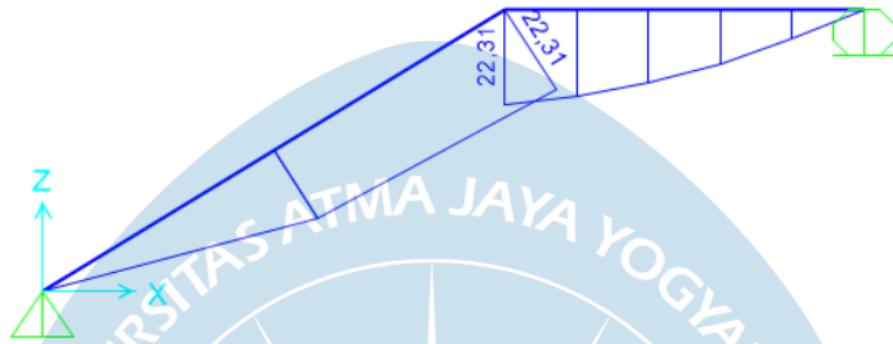
#### 1,2D + 1,6L



Gambar 2.14 13 SFD Kombinasi 1,2D + 1,6L

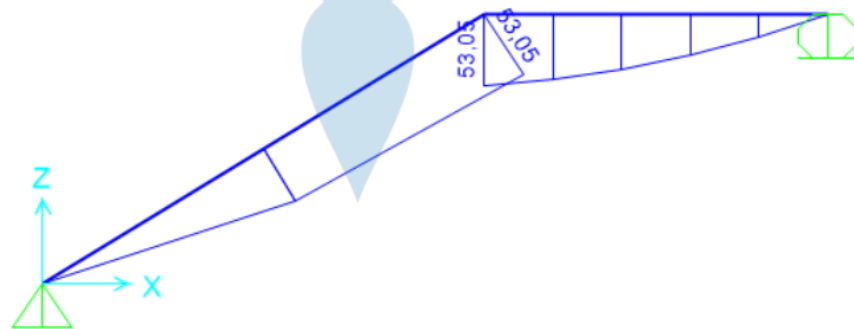
**BMD ( Bending Moment Diagram)**

**1,4 D**



Gambar 2.15 14 BMD Kombinasi 1,4D

**1,2D + 1,6L**



Gambar 2.16 15 BMD Kombinasi 1,2D + 1,6D

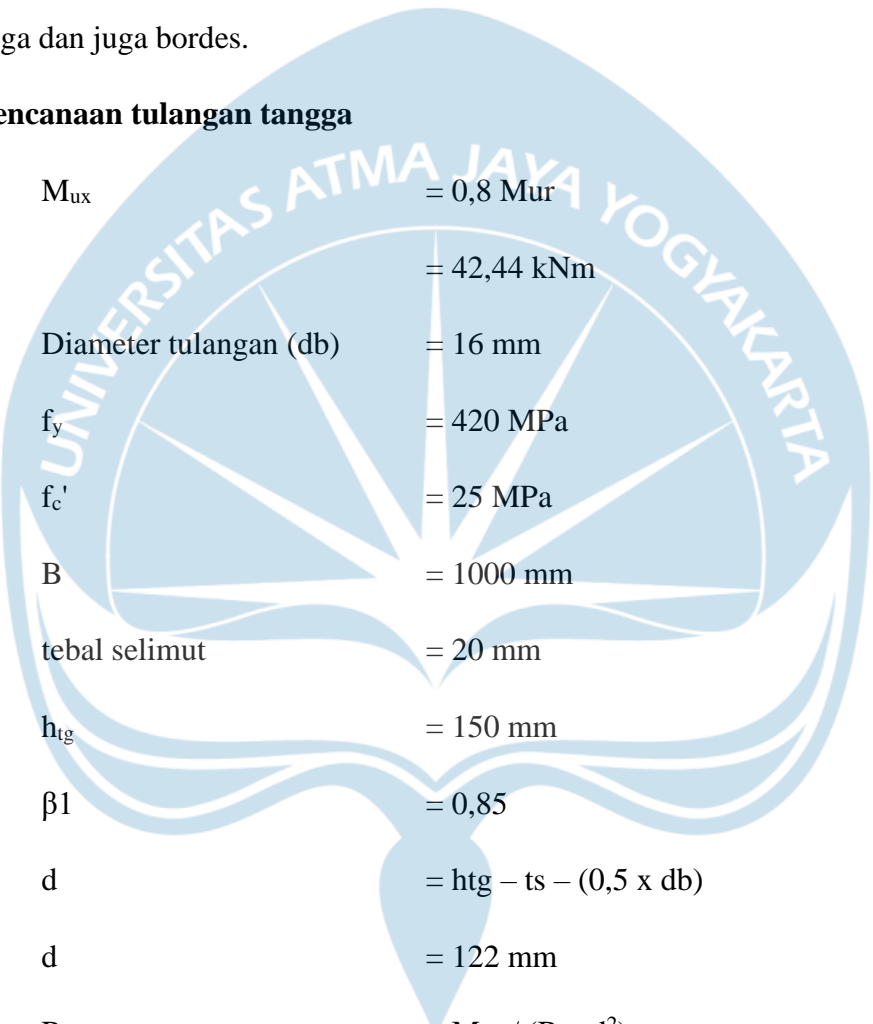
Diambil nilai terbesar diperoleh :

$$M_{ur} : 53,03 \text{ kN}$$

$$V_{ur} : 36,2 \text{ kN}$$

Dari data yang diperoleh pada pemodelan di *software* SAP2000, diperoleh momen-momen yang akan digunakan dalam perencanaan penulangan pelat tangga, anak tangga dan juga bordes.

### Perencanaan tulangan tangga



$$M_{ux} = 0,8 M_{ur} = 42,44 \text{ kNm}$$

$$\text{Diameter tulangan (db)} = 16 \text{ mm}$$

$$f_y = 420 \text{ MPa}$$

$$f_c' = 25 \text{ MPa}$$

$$B = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{tebal selimut} = 20 \text{ mm}$$

$$h_{tg} = 150 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

$$d = h_{tg} - t_s - (0,5 \times db)$$

$$d = 122 \text{ mm}$$

$$R_n = M_{ux} / (B \times d^2)$$

$$R_n = 3,17 \text{ kN/m}^2$$

$$\rho_{min} = 0,002$$

$$\rho = \frac{(0,85 \times f_c')}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2R_n}{0,85 \times f_c'}\right)}\right)$$

$$\rho = 0,008$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times 0,85 \times \beta_1 \times \left(\frac{f_c'}{f_y}\right) \times \frac{600}{600+f_y}$$

$$\rho_{\max} = 0,019$$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} \times B \times h_{tg}$$

$$A_{s \min} = 300 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ perlu}} = \rho \times B \times d$$

$$A_{s \text{ perlu}} = 1001,54 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{(B \times 1/4 \pi db^2)}{A_{s \text{ perlu}}}$$

$$S = 200,75 \text{ mm}$$

Jadi, digunakan tulangan D16-200

#### **Cek gaya geser**

$$V_c = 101,67 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 101,67$$

$$= 76,25 \text{ kN} \quad (> V_u \text{ "Aman"})$$

#### **Perencanaan tulangan susut**

$$A_{s \min} = 300 \text{ mm}^2$$

$$\text{Diameter tulangan (db)} = 8 \text{ mm}$$

$$S = \frac{(B \times 1/4 \pi db^2)}{A_{s \text{ perlu}}}$$

$$S = 167,55 \text{ mm}$$

Jadi, digunakan tulangan D8-250

$$A_{s \text{ pakai}} = 335,1 \text{ mm}^2$$

#### **Perencanaan balok bordes**

$$L_x = 5000 \text{ mm}$$

Dimensi balok = 333,33 mm

h = 300 mm

b = 200 mm

**Pembebanan**

berat sendiri = 1,44 kN/m

berat pelat = 3,6 kN/m

berat dinding = 6,25 kN/m

$q_{dl}$  = 11,29 kN/m

$q_{ll}$  = 1 kN/m

$W_u$  (1,2DL+1,6LL) = 15,15 kN/m

$M_u$  = 47,34 kN/m

$M_{ux}$  = 37,87 kN/m

Diameter tulangan (db) = 16 mm

d = h<sub>tg</sub> - t<sub>s</sub> - (0,5 x db)

d = 264 mm

$R_n$  =  $\frac{M_{ux}}{(B \times d^2)}$

$R_n$  = 3,019

$\rho_{min}$  = 0,002

$\rho$  =  $\frac{(0,85 \times f_c')}{f_y} \times (1 - \sqrt{1 - (\frac{2R_n}{0,85 \times f_c'})})$

$\rho$  = 0,0078

$\rho_{max}$  =  $0,75 \times 0,85 \times \beta_1 \times (\frac{f_c'}{f_y}) \times \frac{600}{600+f_y}$

$\rho_{max}$  = 0,019

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{min}} \times h \times B$$

$$A_s \text{ min} = 600 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times B \times d$$

$$A_s \text{ perlu} = 2055,62 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{(B \times 1/4 \pi d b^2)}{A_s \text{ perlu}}$$

$$S = 97,81 \text{ mm}$$

Jadi, digunakan D16-95

$$A_s \text{ pakai} = 2116,44 \text{ mm}^2$$

### 2.3.5 Pemodelan Struktur Bangunan

Pemodelan struktur bangunan pada perencanaan menggunakan aplikasi desain ETABS 2021. Dengan mengikuti langkah-langkah pengerjaan dan memasukan berbagai data didapatkan desain dari bangunan beserta momen-momen yang diperlukan dalam perencanaan.

#### Define Material

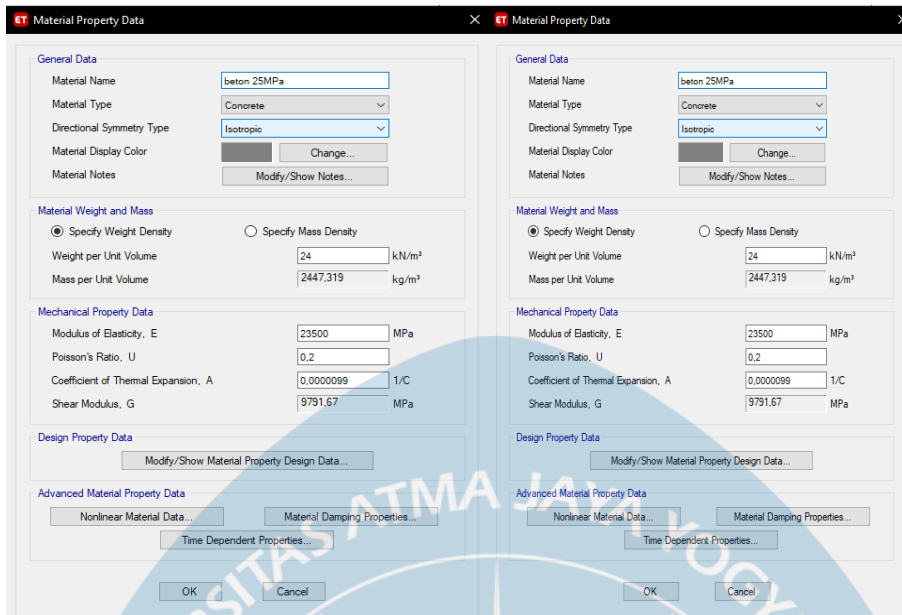
#### Data-data KDS yang diketahui

- a. Kelas situs = SD
- b. KDS = D
- c. Faktor keutamaan gempa = III – 1,25
- d. Jumlah lantai = 4

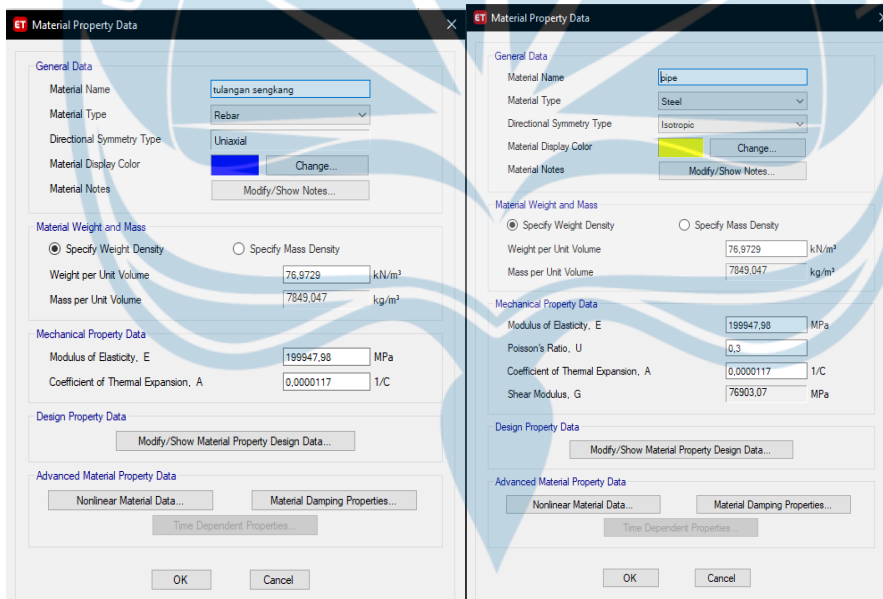
#### 1. Material property

Di awal perencanaan pemodelan menggunakan ETABS, yang harus ditentukan atau dimasukan adalah data dari material property yang akan dipakai. Material tersebut meliputi mutu beton yang akan dipakai, jenis tulangan dan mutu tulangan-tulangan yang digunakan serta material dari pipa yang akan dipakai pada kuda-kuda atap. Dibawah ini merupakan cara memasukan atau *input* data material property.





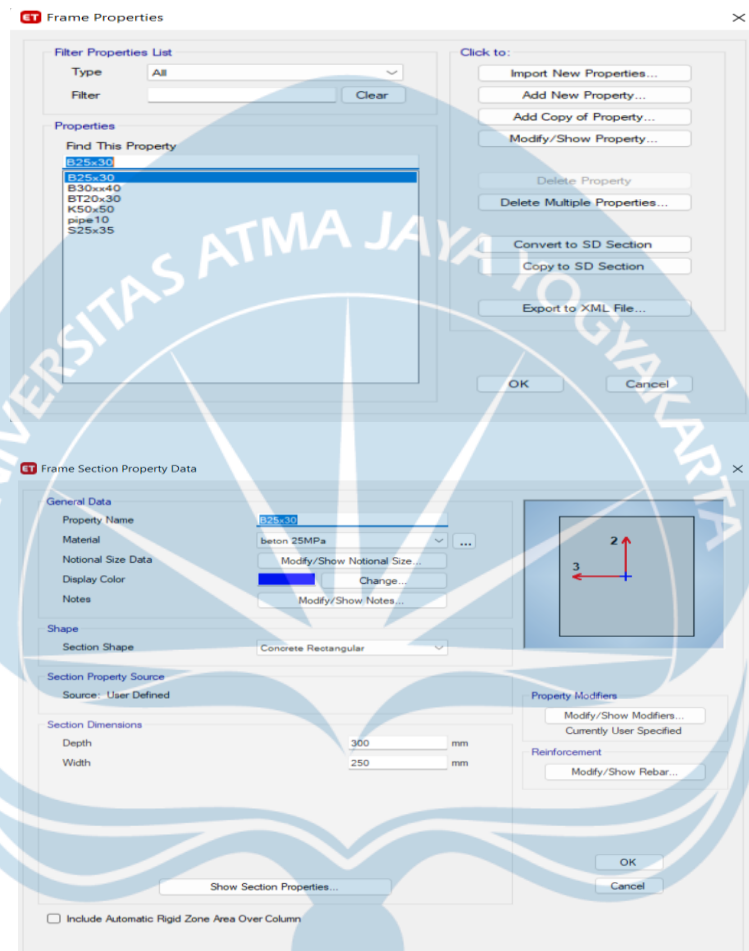
Gambar 2.17 16 Etabs Material Property



Gambar 2.18 17 Etabs Material Property

## 2. Section property

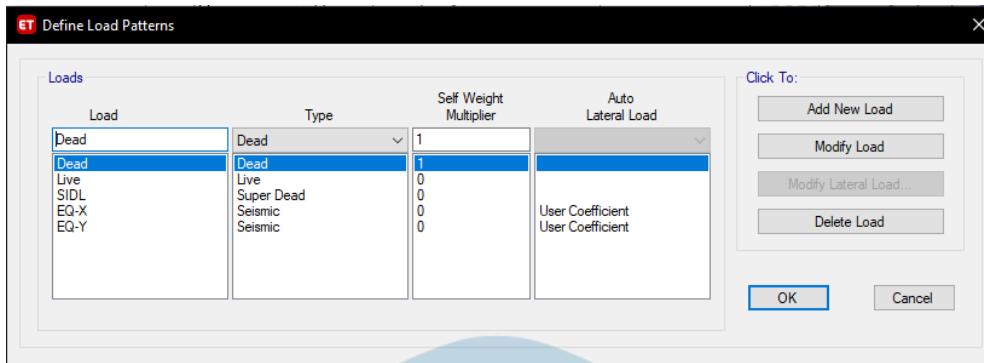
*Section property* merupakan langkah mengkategorikan profil dari balok, kolom dan profil struktur lainnya yang akan digunakan. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.19 18 Etabs Section Property

## 3. Load patterns

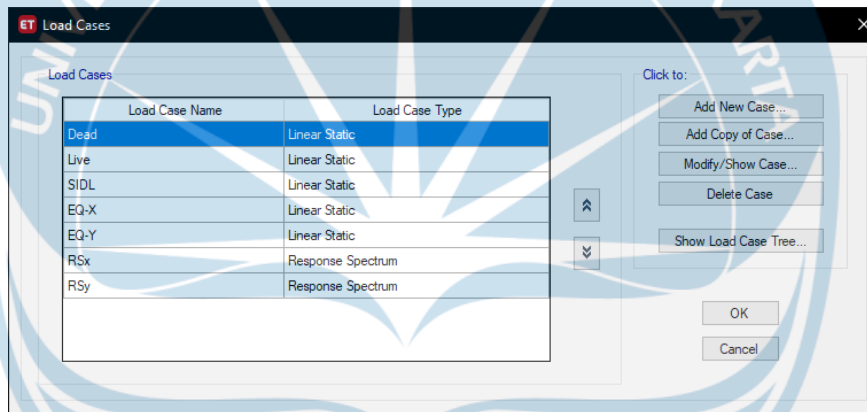
Merupakan langkah menentukan jenis dari pembebanan yang akan dipakai dalam pemodelan struktur. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.20 19 Etabs Load Patterns

#### 4. Load cases

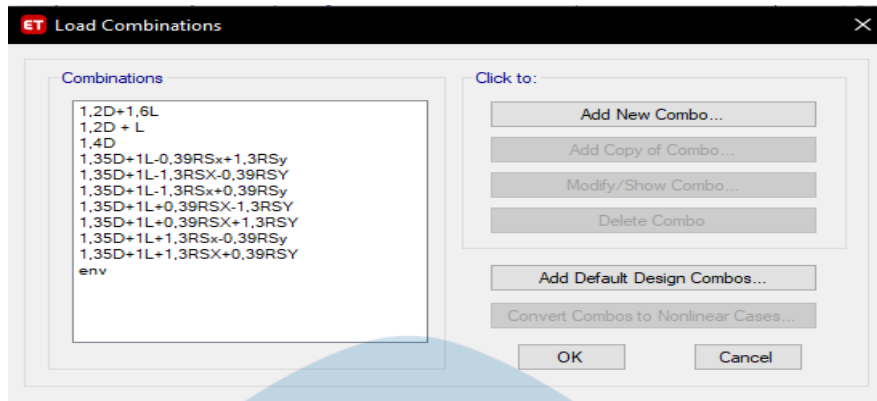
Load cases merupakan langkah yang berhubungan dengan pembebanan, dimana jenis-jenis pembebanan diatur dan dikategorikan.



Gambar 2.21 20 Etabs Load Cases

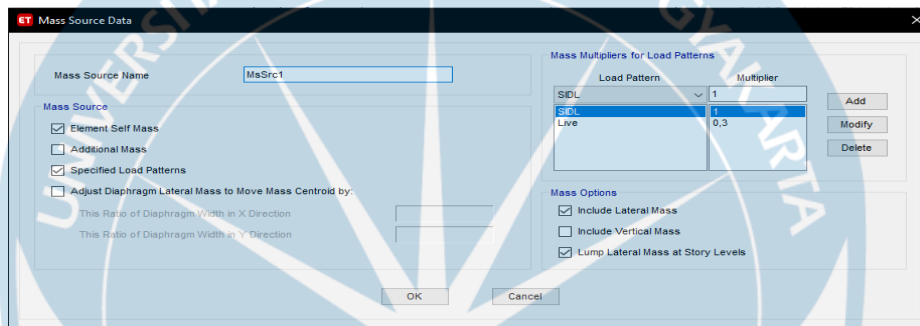
#### 5. Load combinations

Merupakan kombinasi dari beberapa jenis pembebanan yang akan dipakai. Didapatkan dari syarat dan ketentuan yang berlaku dalam SNI 1727:2020.



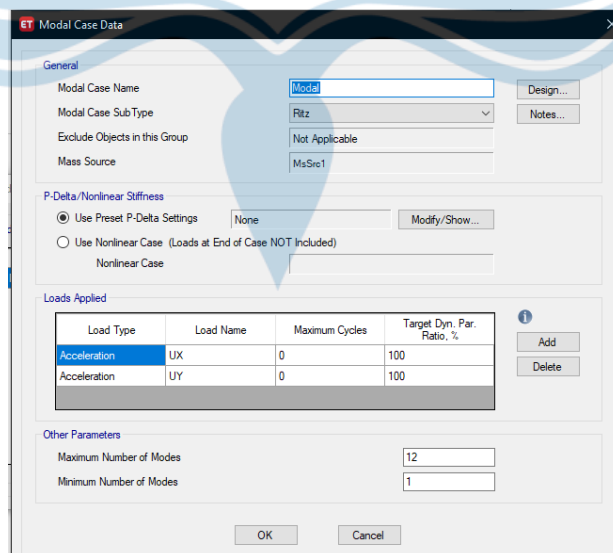
Gambar 2.22 21 Etabs Load Combination

6. Mass source



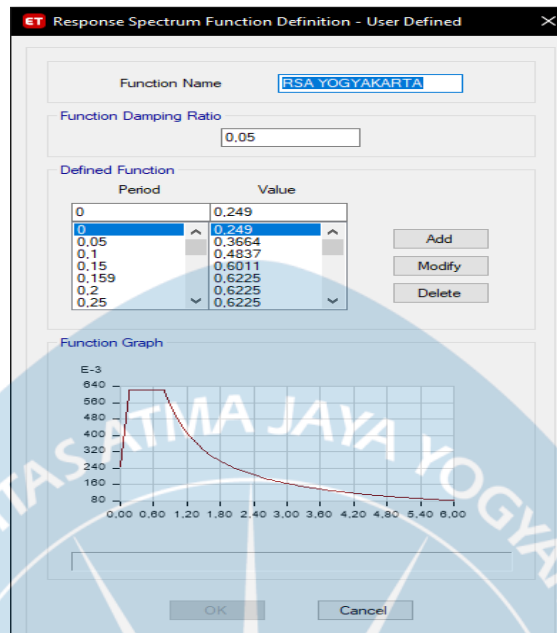
Gambar 2.23 22 Etabs Mass Source

7. Modal case



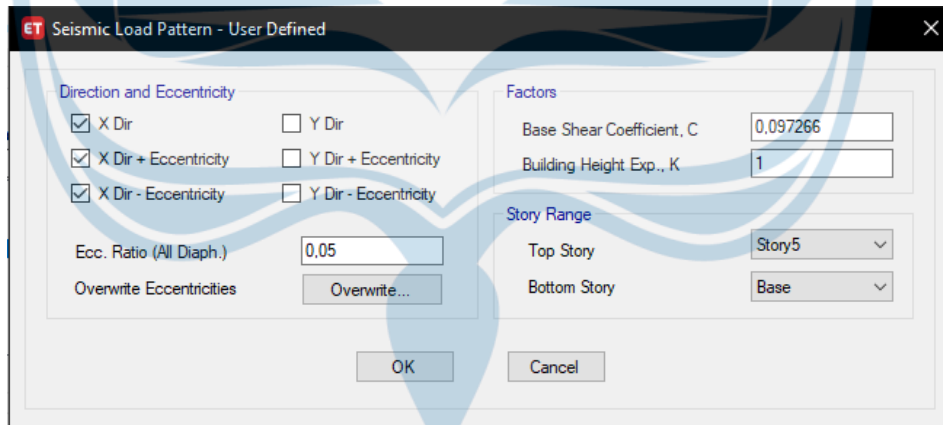
Gambar 2.24 23 Etabs Modal Case

## 8. Response spectrum function definition



Gambar 2.25 24 Etabs Response Spectrum Function Definition

### a. Koefisien respon seismik



Gambar 2.26 25 Etabs Koefisien Respon Seismik

$$C_s = 0,097266$$

## 9. Pembebanan

a. Beban dinding (SIDL) = 2,5 kN

b. Shell loads (SIDL) = 1,95 kN

(LIVE) = 4,79 kN

- c. Beban kuda-kuda
- |         |   |        |
|---------|---|--------|
| P1(53°) | = | 1,62kN |
| P2(53°) | = | 1,4kN  |
| P3(24°) | = | 2,08kN |
| P2(24°) | = | 1,78kN |
| P3(24°) | = | 2,07kN |

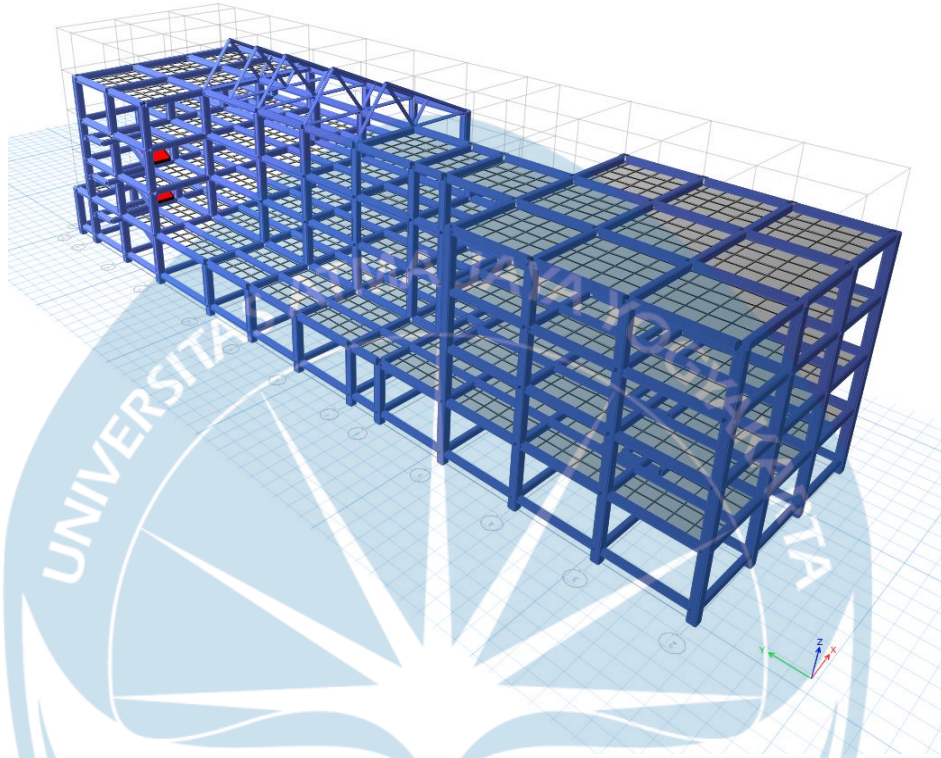
## 10. 3D modeling

### a. Plan view – lantai 1



Gambar 2.27 26 Etabs Plan View Lantai 1

b. 3D view



Gambar 2.28 27 Etabs 3D View