

## Bab II Ringkasan Perancangan Bangunan Gedung

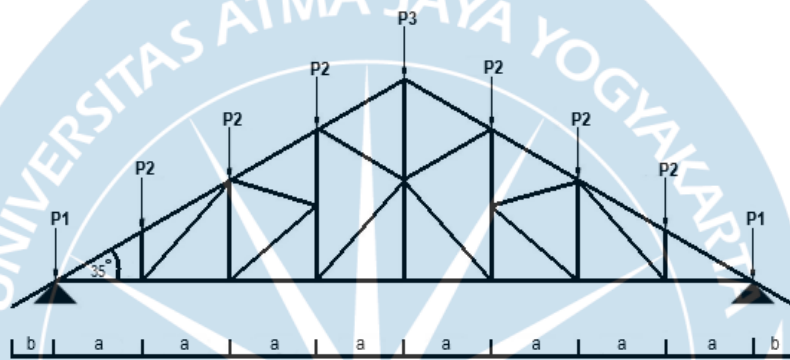
### 2.1. Perencanaan atap

Rencana atap merupakan bagian yang sangat penting pada perencanaan bangunan karena berhubungan dengan fungsi dan estetika bangunan tersebut.

$$a = \frac{(B1+B2+B1)}{\left(\frac{B1+B2+B1}{2}\right)} = 2 \text{ m (memenuhi syarat: 1,8–2,5 m)}$$

$$b = 1 \text{ m (diperkirakan)}$$

$$\alpha = 35^\circ$$

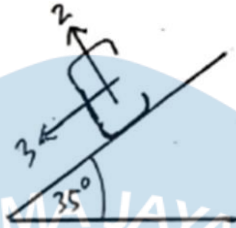


Gambar 2. 1. Desain kuda-kuda

1. Direncanakan gording menggunakan profil C 150x50x20x2,5  
Perencanaan gording menggunakan profil C 150x50x20 dengan ketebalan sebesar 2,5 mm sesuai dengan spesifikasi profil C. Data profil yang digunakan meliputi ketebalan ( $t$ ), luas penampang ( $A$ ), berat ( $W$ ), momen inersia ( $I$ ), dan modulus penampang ( $Z_x$  dan  $Z_y$ ). Berat atap beton diperkirakan sebesar  $0,6 \text{ kN/m}^2$  dan berat plafon diperkirakan sebesar  $0,2 \text{ kN/m}^2$ .
2. Perhitungan beban gording  
Beban mati ( $DL_{rencana}$ ) berasal dari beban sendiri yang diperkirakan sebesar  $0,11 \text{ kN/m}$ , beban atap sebesar  $1,465 \text{ kN/m}$ , dan beban plafon sebesar  $0,4 \text{ kN/m}$  sehingga didapat total  $DL_{rencana}$  sebesar  $1,975 \text{ kN/m}$  sebagai beban merata ( $q$ ). Beban hidup ( $LL$ ) diperkirakan sebesar  $1,0 \text{ kN}$  dengan asumsi beban tersebut berasal dari pekerja.

3. Rencana momen gording

Perencanaan momen gording diperhitungkan menurut arah sumbu 2 (sumbu lemah) dan sumbu 3 (sumbu kuat) untuk mendapatkan momen ultimit yang akan digunakan untuk memeriksa tegangan pada profil gording dan defleksi yang terjadi.



Gambar 2. 2. Rencana gording

Momen pada sumbu 2 menggunakan persamaan:

$$M_{2,DL} = \frac{1}{8} \times q \times \sin \alpha \times \left(\frac{L1}{3}\right)^2 \quad M_{2,LL} = \frac{1}{4} \times P \times \sin \alpha \times \left(\frac{L1}{3}\right)$$

Momen pada sumbu 3 menggunakan persamaan:

$$M_{3,DL} = \frac{1}{8} \times q \times \cos \alpha \times L1^2 \quad M_{3,LL} = \frac{1}{4} \times P \times \sin \alpha \times L1$$

Setelah momen pada arah sumbu tersebut didapatkan, dilanjutkan dengan menghitung momen ultimit yang akan digunakan untuk memeriksa tegangan pada profil gording dan defleksi yang terjadi. Perhitungan momen ultimit menggunakan kombinasi  $1,2M_{DL} + 1,6M_{LL}$  sehingga didapat nilai sebesar:

$$M_{3,U} = 1,2 \times 2,477 + 1,6 \times 0,717 = 4,119 \text{ kNm}$$

$$M_{2,U} = 1,2 \times 0,193 + 1,6 \times 0,167 = 0,449 \text{ kNm}$$

Dari tabel spesifikasi profil C diperoleh data penampang yaitu  $I_3=I_x$ ;  $I_2=I_y$ ;  $W_3=Z_x$ ;  $W_2=Z_y$ .

4. Keamanan gording (tegangan profil dan defleksi)

Cek tegangan profil gording menggunakan persamaan:

$$f_b = \frac{M_{3,U}}{\phi \cdot W_3} + \frac{M_{2,U}}{\phi \cdot W_2} \leq f_y$$

Faktor reduksi ( $\phi$ ) menggunakan 0,9 untuk lentur dan geser (tabel 6.4-2 SNI 03-1729-2002). Didapatkan nilai  $f_b = 233,081$  MPa sehingga masih memenuhi syarat.

Cek defleksi ( $\delta$ ) gording dihitung dengan memperhatikan arah sumbu:

$$\delta_2 = \frac{5}{384} \frac{q \cos \alpha (L1)^4}{EI} + \frac{1}{8} \frac{P \cos \alpha (L1)^3}{EI} = 8,612 \text{ mm}$$

$$\delta_3 = \frac{5}{384} \frac{q \sin \alpha \left(\frac{L1}{3}\right)^4}{EI} + \frac{1}{8} \frac{P \sin \alpha \left(\frac{L1}{3}\right)^3}{EI} = 1,007 \text{ mm}$$

$$\delta = \sqrt{\delta_2^2 + \delta_3^2} \leq \frac{L1}{240} \text{ (tabel 6.4-1 SNI 03-1729-2002)}$$

Didapatkan defleksi sebesar  $8,671 \text{ mm} \leq 14,583 \text{ mm}$ , sehingga masih memenuhi syarat.

5. Perencanaan *sag-rod*

$$F_{t,DL} = n \left(\frac{L2}{3} q \cdot \sin \alpha\right)$$

$$F_{t,LL} = \frac{n}{2} P \cdot \sin \alpha$$

$$F_{t,U} = 1,2F_{t,DL} + 1,6F_{t,LL} = 8,19 \text{ kN}$$

Luas penampang batang *sag-rod* yang diperlukan adalah:

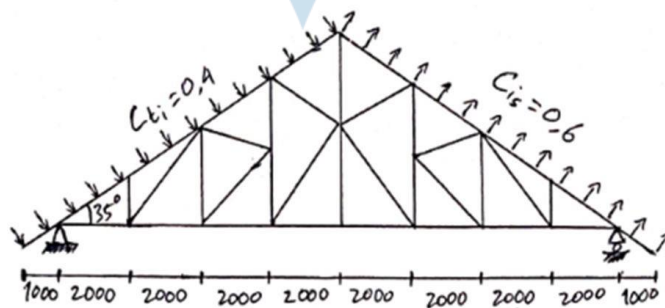
$$A_{sr} = \frac{f_{t,U} \cdot 10^3}{\phi \cdot f_y} = 37,92 \text{ mm}^2$$

6. Rencana beban kuda-kuda

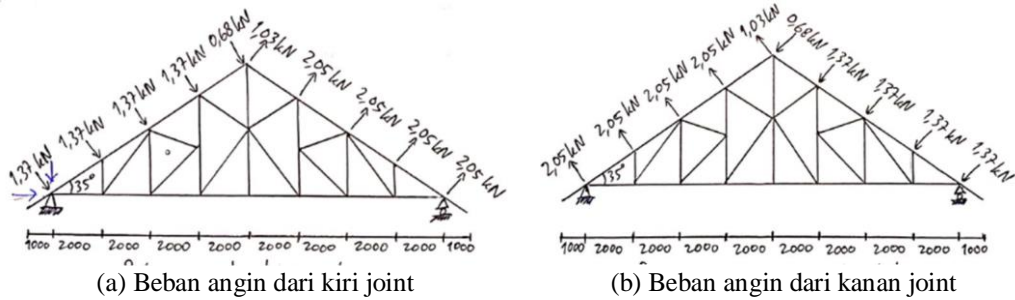
Beban P1, P2, P3 dihitung sesuai dengan jarak gording (lebar atap yang didukung) dan panjang gording (jarak antar kuda-kuda). Masing-masing beban merupakan total dari berat sendiri kuda-kuda yang diperkirakan sebesar 0,50 kN/m, berat gording, atap dan plafon sehingga didapatkan nilai beban sebesar:

Beban P1 = 7,41 kN; Beban P2 = 7,91 kN; Beban P3 = 8,30 kN

Beban angin diperhitungkan dengan koefisien angin tiup ( $C_{ti}$ ) menggunakan 0,4 dan angin isap ( $C_{is}$ ) menggunakan 0,6 (PPIUG 1987).



Gambar 2. 3. Koefisien beban angin



Gambar 2. 4. Rencana beban angin

Angin yang datang dari arah kiri dan kanan dianggap sama sehingga perhitungan bebannya menjadi:

$$\text{Beban } W1 = \frac{\left(\frac{a}{2}+b\right)}{\cos \alpha} \times C_{ti} \times L1 \times Q_w = 1,37 \text{ kN}$$

$$\text{Beban } W2 = \frac{a}{\cos \alpha} \times C_{ti} \times L1 \times Q_w = 1,37 \text{ kN}$$

$$\text{Beban } W3 = \frac{1}{2} \frac{2}{\cos \alpha} \times C_{ti} \times L1 \times Q_w = 0,68 \text{ kN}$$

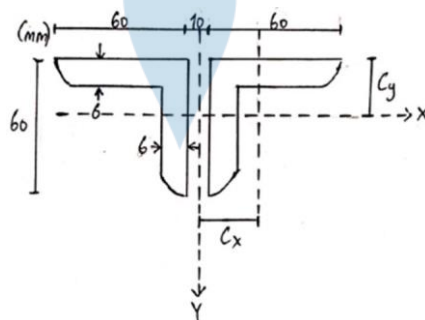
$$\text{Beban } W4 = \frac{1}{2} \frac{2}{\cos \alpha} \times C_{is} \times L1 \times Q_w = 1,03 \text{ kN}$$

$$\text{Beban } W5 = \frac{a}{\cos \alpha} \times C_{is} \times L1 \times Q_w = 2,05 \text{ kN}$$

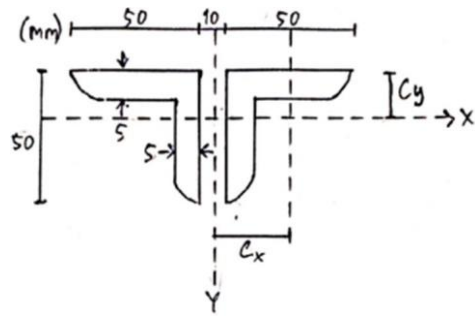
$$\text{Beban } W6 = \frac{\left(\frac{a}{2}+b\right)}{\cos \alpha} \times C_{is} \times L1 \times Q_w = 2,05 \text{ kN}$$

7. Rencana elemen kuda-kuda

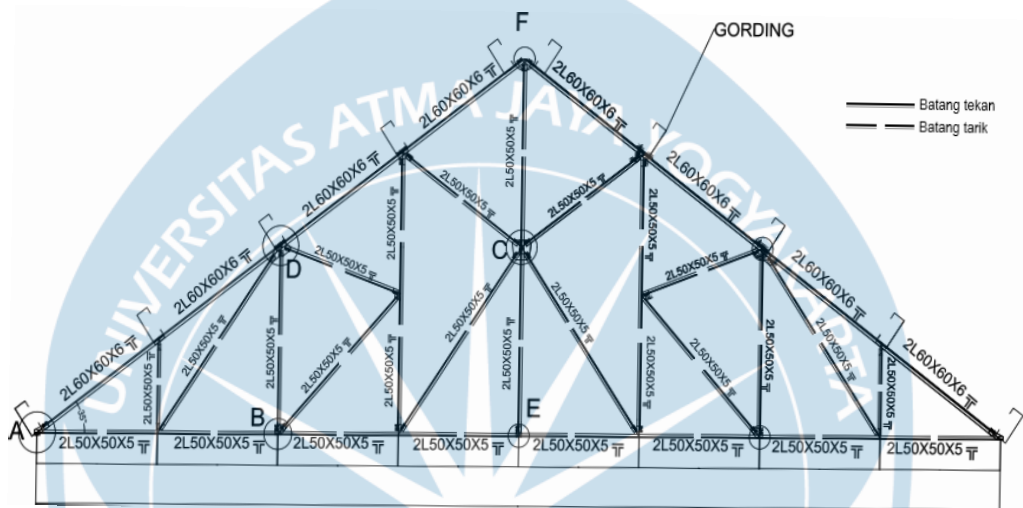
Jenis profil baja pada perencanaan elemen kuda-kuda menggunakan profil 2L60x60x6 untuk batang tekan dan profil 2L50x50x5 untuk batang tarik. Perencanaan batang tekan dan batang tarik menggunakan bantuan *software* SAP2000.



Gambar 2. 5. Sketsa profil 2L60x60x6



Gambar 2. 6. Sketsa profil 2L50x50x5



Gambar 2. 7. Batang tarik dan batang tekan kuda-kuda

Perhitungan selanjutnya yaitu memeriksa keamanan profil kuda-kuda yaitu pemeriksaan tegangan dan kelangsingan batang.

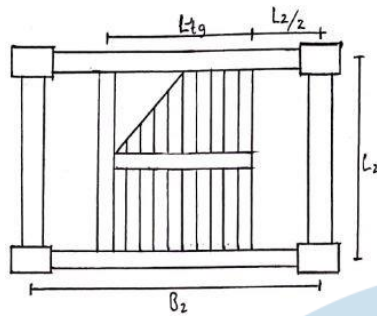
Persamaan tegangan batang tekan:  $f_c = \frac{\omega \cdot N_u}{\phi \cdot A} \leq f_y$  dengan  $\phi = 0,85$ .

Persamaan kelangsingan batang tekan:  $\lambda = \frac{L}{r_{min}} < 200$

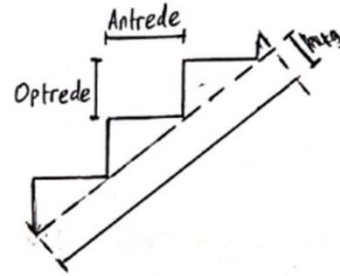
Persamaan tegangan batang tarik:  $f_c = \frac{N_u}{\phi \cdot A} \leq f_y$  dengan  $\phi = 0,90$ .

Persamaan kelangsingan batang tarik:  $\lambda = \frac{L}{r_{min}} < 240$

## 2.2. Perencanaan tangga dan pelat



(a) Denah rencana tangga



(b) Dimensi antrede dan optrede

Gambar 2. 8. Denah ruang tangga

Optrede (O) = 180 mm; Antrede (A) = 300 mm; Tinggi lantai ( $H_{li}$ ) = 3600 mm

Jumlah anak tangga ( $N_{tg}$ ) =  $H_{li}/O$  = 20 buah

Lebar anak tangga ( $L_{tg}$ ) =  $\left(\frac{N_{tg}}{2} - 1\right) \cdot A$  = 2700 mm

Lebar bordes ( $L_{bd}$ ) =  $L_2/2$  = 1000 mm

Sudut kemiringan tangga ( $\alpha$ ) =  $\arctan(O/A)$  =  $30,96^\circ$

Tebal pelat tangga ( $h_{tg}$ ) = 150 mm (diperkirakan)

### 1. Rencana beban tangga dan bordes

Beban tangga ( $q_{tg}$ ) didapat dari penjumlahan pada berat sendiri tangga, berat anak tangga, berat ubin dan spesi, dan berat *railing*. Diperoleh beban tangga yaitu sebesar  $8,408 \text{ kN/m}^2$ . Beban bordes ( $q_{bd}$ ) didapat dari penjumlahan pada berat sendiri tangga, berat ubin dan spesi, dan berat *railing* sehingga diperoleh beban bordes sebesar  $5,650 \text{ kN/m}^2$ .

### 2. Gaya geser dan momen rencana tangga

Setelah beban tangga ditentukan, gaya geser dan momen rencana dianalisis menggunakan bantuan *software* SAP2000. Setelah gaya geser dan momen rencana diperoleh, dihitung geser dan momen ultimit sehingga didapat gaya geser ultimit ( $V_{Ur}$ ) = 32,092 kN dan momen ultimit ( $M_{Ur}$ ) = 26,312 kNm.

### 3. Rencana penulangan tangga dan balok bordes

Perencanaan penulangan tangga dan balok bordes menggunakan nilai  $M_{Ur}$  untuk mencari luas tulangan tangga yang diperlukan dan nilai  $V_{Ur}$  untuk memeriksa ketebalan tangga dengan syarat  $\phi V_c \geq V_{Ur}$ , bila tidak memenuhi syarat maka tebal tangga perlu diperbesar. Rencana penulangan tangga dan balok bordes diperhitungkan pada tumpuan dan lapangan. Didapatkan

penulangan tangga dan balok bordes pada tumpuan dan lapangan menggunakan tulangan D<sub>13</sub>-200 dan tulangan bagi P<sub>10</sub>-150.

4. Perencanaan pondasi tangga

Pondasi tangga direncanakan dengan mempertimbangkan daya dukung ijin tanah dan untuk perhitungan penulangan pondasi tangga menggunakan gaya geser rencana tangga yang didapatkan dari analisis SAP2000.

5. Perencanaan pelat

Jenis pelat yang direncanakan dibagi menjadi pelat atap (A1 dan A2) dan pelat lantai (B, C, D, E) dengan denah seperti pada gambar L. 2. 6.

Tabel 2. 1. Pembebanan pada pelat

Fungsi Plat	Macam Pembebanan	Tebal	B.Vol	B.Mati, D	B.Mati Plat	B.Hidup, L	$w_d = 1,2D + 1,6L$
		mm	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>
Atap	1. Beban sendiri	100	2,4	2,4			
	2. Beban pasir	-	-	-			
	3. Beban ubin + spesi	-	-	-			
	4. Beban plafon	-	-	0,2			
	5. Lain-lain	20	2,1	0,42			
				Total	3,02	0,62	1
Lantai	1. Beban sendiri	125	2,4	3,0			
	2. Beban pasir	50	1,8	0,9			
	3. Beban ubin + spesi	50	2,1	1,05			
	4. Beban plafon	-	-	0,2			
	5. Lain-lain	-	-	-			
				Total	5,15	2,15	2

Beban hidup untuk pelat atap dan lantai didasarkan pada SNI 1723:2013.

Analisis penulangan pelat didasarkan pada pelat dua arah.

Tabel 2. 2. Penulangan pelat atap dan lantai

Type pelat	Tebal pelat (mm)	Tulangan pokok	Tulangan bagi
Atap A1	100	P10-300	P8-200
Atap A2	100	P10-300	P8-200
Lantai B	125	P10-200	P8-100
Lantai C	125	P10-200	P8-100
Lantai D	125	P10-200	P8-100
Lantai E	125	P10-200	P8-100

### 2.3. Pemodelan 3 dimensi

Pemodelan 3 dimensi dilakukan menggunakan program ETABS V9.2.0 dengan data yang akan dimasukkan adalah sebagai berikut:

#### 1. Balok induk

- Bentang B1 = 3,5 m
- Balok lt.2 dan lt.3 =  $b \times h = 300 \times 400$  (mm)
- Balok dag dan ring =  $b \times h = 250 \times 300$  (mm)
- Bentang B2 = 9,0 m
- Balok lt.2 dan lt.3 =  $b \times h = 300 \times 650$  (mm)
- Balok dag dan ring =  $b \times h = 250 \times 500$  (mm)
- Bentang L1 = 3,5 m
- Balok lt.2 dan lt.3 =  $b \times h = 300 \times 450$  (mm)
- Balok dag dan ring =  $b \times h = 250 \times 300$  (mm)
- Bentang L2 = 2,0 m
- Balok lt.2 dan lt.3 =  $b \times h = 300 \times 450$  (mm)
- Balok dag dan ring =  $b \times h = 250 \times 300$  (mm)

#### 2. Kolom

- Kolom 1 (K1) =  $b \times h = 400 \times 400$  (mm)
- Kolom 2 (K2) =  $b \times h = 450 \times 600$  (mm)

#### 3. Sloof

- Sloof (S) =  $b \times h = 250 \times 500$  (mm)

#### 4. Pembebanan

Data beban yang dimasukkan ke *software* ETABS V9.2.0 terdiri dari beban mati (DL dan SDL), beban hidup (LL) sesuai SNI 1727:2013, dan beban gempa (E) sesuai SNI 1726:2012, dengan memasukkan nilai  $S_s$  dan  $S_1$  pada kurva spektrum. Beban yang akan dimasukkan diuraikan sebagai berikut:

- Beban kuda-kuda (diperoleh dari analisis kuda-kuda pada SAP2000)

$$LL = 4,5 \text{ kN}; \quad SDL = 35,29 \text{ kN}$$



- Beban gunung-gunung (Menggunakan bata merah, BJ = 2,5 kN/m<sup>2</sup>)  
 Tinggi kuda-kuda (H) = 0,5 x Bentang kuda-kuda x tan (θ) → θ = 35°  
 = 5,602 m → beban gunung-gunung sebesar 2/3H  
 $q_{sd} = 2,5 \times 2/3H = 9,336 \text{ kN/m}$  (beban merata)
- Beban gording  
 LL = 1,00 kN (diperkirakan); SDL = 3,95 kN
- Beban dinding (Menggunakan bata merah, BJ = 2,5 kN/m<sup>2</sup>)  
 Dinding tinggi 1 m, SDL = 1 x 2,5 = 2,5 kN/m  
 Dinding tinggi 3 m, SDL = 3 x 2,5 = 7,5 kN/m
- Beban reaksi tangga (beban dimasukkan pada balok bordes)  
 LL = 10,54 kN/m; SDL = 18,09 kN/m
- Beban pelat lt.2 dan lt.3  
 LL = 2,00 kN/m<sup>2</sup>; DL = 2,15 kN/m<sup>2</sup>
- Beban dag  
 LL = 1,00 kN/m<sup>2</sup>; DL = 0,62 kN/m<sup>2</sup>
- Beban gempa  
 Bangunan terletak di daerah Garut, Jawa Barat. Beban gempa menggunakan respons spektrum yang didapat dari laman *puskim.pu.go.id* (Gambar L. 2. 1).

#### 2.4. Perencanaan balok dan kolom

Dari hasil analisis ETABS V9.2.0 diperoleh gaya dalam dan momen struktur yang akan dihitung untuk perencanaan balok dan kolom. Kombinasi pembebanan yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 2. 3. Kombinasi pembebanan

a) 1,4DL	f) 0,9DL – Ex
b) 1,2DL + 1,6LL	g) 0,9DL + Ex + 0,3Ey
c) 1,2DL + LL + Ex	h) 0,9DL + Ex – 0,3Ey
d) 1,2DL + LL – Ex	i) 0,9DL - Ex + 0,3Ey
e) 0,9DL + Ex	j) 0,9DL – Ex – 0,3Ey

Kombinasi pembebanan yang akan digunakan adalah yang memiliki bilangan mutlak tertinggi. Pada balok, momen yang dirancang ada pada tumpuan dan lapangan sehingga perlu direncanakan penulangan pada tumpuan dan lapangan. Perencanaan kolom dilakukan menggunakan diagram interaksi kolom untuk memeriksa keamanan dimensi kolom yang direncanakan sehingga dapat dihitung kebutuhan penulangannya.

### **2.5. Perencanaan pondasi dan sloof**

Pada perancangan pondasi dan sloof, analisis data menggunakan program ETABS V9.2.0. kombinasi pembebanan pondasi dan sloof hanya menggunakan 6 jenis kombinasi dan dipilih kombinasi yang memiliki nilai mutlak terbesar. Pada perancangan sloof, langkah pengerjaan sama seperti pada pengerjaan balok. Tujuan dari perancangan pondasi adalah agar dapat diketahui ukuran pondasi dan penulangan yang optimal yang akan digunakan pada gedung.