

BAB II

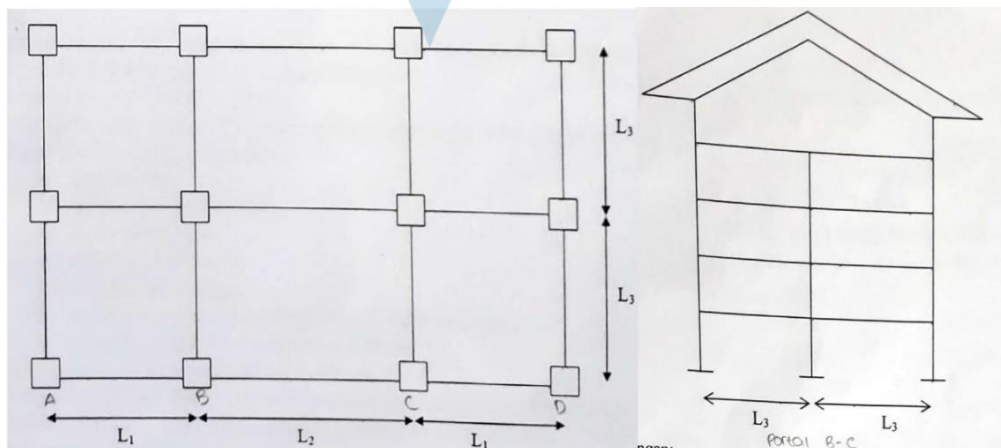
PRAKTIK PERANCANGAN BANGUNAN GEDUNG

2.1 Tinjauan Umum

Spesifikasi bangunan gedung yang akan dirancang terdiri dari 5 lantai yang terbuat dari struktur beton bertulang dengan fondasi telapak. Bentuk atap pelana dengan rangka atap berupa rangka batang dan penutup atap dari genting, fungsi gedung sebagai tempat perkantoran. Analisis desain spektra menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) dan lokasi berada di Jakarta.

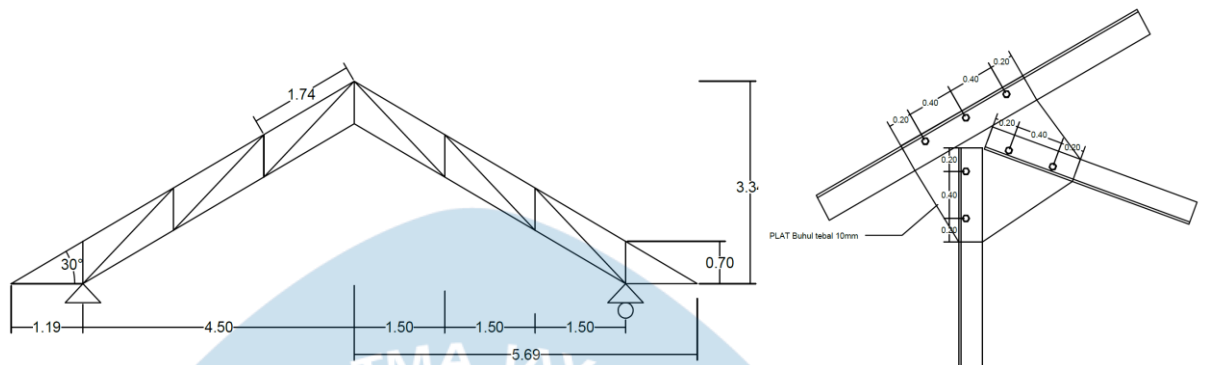
Data spesifikasi gedung yang lain :

- Kemiringan atap (α) : 30°
- Panjang L1 : 4 m
- Panjang L2 : 6 m
- Panjang L3 : 4,5 m
- Tinggi antar lantai : 3 m
- Tekanan tiup angin : 40 kg/m^2
- Jenis sambungan : Baut
- Mutu beton : 20 MPa
- Mutu tulangan baja : 240 MPa ($\emptyset \leq 12 \text{ mm}$) dan ($\emptyset > 12 \text{ mm}$)
- Mutu baja profil : BJ 34
- Mutu baut : A-325
- Kedalaman tanah keras : 2 m
- Berat volume tanah : 16 kN/m^3
- Daya dukung tanah : 240 kN/m^2



Gambar 2.1 Denah perancangan bangunan gedung

2.2 Perencanaan Atap



Gambar 2.2 Denah dan sambungan kuda-kuda atap

2.2.1 Perhitungan jarak miring antar gording

$$\cos \alpha = \frac{\frac{1}{2} \text{ bentang kuda-kuda}}{\text{sisi miring kuda-kuda}} \rightarrow \text{Sisi miring kuda-kuda} = \frac{4,5}{\cos 30^\circ} = 5,2 \text{ m}$$

$$\text{Maka didapat } x = \frac{\text{sisi miring kuda-kuda}}{3} = \frac{5,2}{3} = 1,74 \text{ m}$$

2.2.2 Pembebanan, dengan rincian yaitu beban mati : 0,96 kN/m, beban hidup : 1 kN/m² dan beban angin : 0,138 kN/m

2.2.3 Analisis struktur (Perhitungan nilai Muy & Muz akibat beban arah sumbu z & y)

$$M_{uy} = \left(\frac{1}{8} \times q \times L^2\right) + \left(\frac{1}{4} \times P \times L\right) = \left(\frac{1}{8} \times 0,576 \times 2^2\right) + \left(\frac{1}{4} \times 0,25 \times 2\right) = 0,413 \text{ kNm}$$

$$M_{uz} = \left(\frac{1}{8} \times 0,576 \times 6^2\right) + \left(\frac{1}{4} \times 0,25 \times 6\right) = 5,644 \text{ kNm}$$

2.2.4 Desain gording

Digunakan baja profil C150 x 65 x 20 x 3,2 dengan mutu baja BJ 34, hasil perhitungan sebagai berikut.

a) Pemeriksaan penampang profil kanal

$$\lambda = b/t = 65/32 = 20,312 ; \lambda_p = 170/\sqrt{ft} = 170/\sqrt{210} = 11,731 ;$$

$$\lambda_r = 370/\sqrt{fy - fr} = 370/\sqrt{210 - 70} = 31,271$$

maka didapat Penampang Tak Kompak ($\lambda < \lambda_p \leq \lambda_r$)

b) Momen nominal terhadap sumbu kuat (Mnz)

$$M_{nz} = M_p - (M_p - M_r) \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} = 11 - (11 - 6,497) \frac{20,312 - 11,731}{31,271 - 11,731} = 9,023 \text{ kNm}$$

c) Momen nominal terhadap sumbu lemah (Mny), didapat = 2,943 kNm

$$\text{d) Kontrol penampang : } \frac{M_{uz}}{\phi M_{nz}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} = \frac{5,644}{(0,9)(9,023)} + \frac{0,413}{(0,9)(2,943)} = 0,851 \leq 1 \text{ (Aman)}$$

e) Kontrol lendutan

$$\delta y = \frac{5}{384} x \frac{qL^4}{EIz} + \frac{PL^3}{48 x EIz} = \frac{5}{384} x \frac{(0,94)(6^4)}{(2x10^8)(332x10^8)} + \frac{(1)(6^3)}{48 (2x10^8)(332x10^8)} = 0,02048 \text{ m}$$

$$\delta z = 0,00494 \text{ m} \rightarrow \delta = \sqrt{\delta y^2 + \delta z^2} = 0,021 \text{ m} ;$$

$$\text{Cek } \delta \leq L/240 \rightarrow \delta \leq 6/240 \rightarrow 0,021 \leq 0,025 \text{ (Aman)}$$

2.2.5 Batang kuda-kuda

a) Pembebanan

Beban mati (D) = Atas : 4,266 kN

Bawah : 1,401 kN

Beban hidup (La) = 1 kN

Beban angin (W) = W Tiup : 0,623 kN

W Hisap : 1,246 kN

b) Analisis Struktur

Dengan SAP 2000 diperoleh : Nu Tarik = 55,277 kN

Nu Tekan = 42,875 kN

c) Desain batang kuda-kuda

Digunakan baja profil 2L 40 x 40 x 5 dengan mutu BJ 34, dengan perhitungan sebagai berikut.

Cek kelangsingan

$$\lambda = Lk/r_{min} \leq 200 \rightarrow 1730/12,014 \leq 200 \rightarrow 144 \leq 200 \text{ (Memenuhi)}$$

- Kuat Batang Tekan nominal, $N_n = A_g x f_y / \omega = 751 x 210 / 2,756 = 57,148 \text{ kN}$

Syarat batang tekan : $\phi N_n \geq N_u$; $\phi = 0,85 \rightarrow 48,576 \text{ kN} \geq 42,875 \text{ kN (OK)}$

- Kuat Batang Tarik, $N_n = A_g x f_y = 751 x 210 = 157,71 \text{ kN}$

Syarat batang Tarik : $\phi N_n \geq N_u$; $\phi = 0,9 \rightarrow 141,939 \text{ kN} \geq 55,277 \text{ kN (OK)}$

2.2.6 Sambungan

Mutu baut yang dipakai adalah A-325 dengan hasil analisa sebagai berikut.

a) Kuat geser baut (Vd) : 62,705 kN

b) Kuat tumpu baut (Rd) : 77,724 kN

c) Jumlah baut (n) : 2 buah

d) Aman jarak baut yang diambil : Jarak baut dengan tepi = 20mm

Jarak antar baut = 40mm

e) Kuat tarik nominal, $N_n = 123,216 \text{ kN}$

Syarat batang Tarik : $\phi N_n \geq N_u$; $\phi = 0,75 \rightarrow 92,412 \text{ kN} \geq 55,277 \text{ kN (Aman)}$

2.3 Perencanaan Pelat Lantai

Perhitungan rencana pelat lantai dengan tebal 120mm, tebal selimut 20mm, diameter tulangan 10mm dan $f_y = 210$ MPa, dengan detail perhitungan sebagai berikut.

a) Beban rencana pada pelat lantai (W_u) = 9,66 kN/m²

b) Cek tipe arah pelat pada luasan gedung terbesar, yaitu 6 x 4,5 m²

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{6}{4,5} = 1,33 \leq 2, \text{ maka yang dipakai adalah Pelat 2 arah}$$

c) Menghitung Momen (M_u)

$$M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times k = 0,001 \times 9,66 \times 4,5^2 \times 19,33 = 7,69 \text{ kNm}$$

$$M_{ly} = 3,78 \text{ kNm}$$

$$M_{tx} = 13,5 \text{ kNm}; M_{ty} = 10,69 \text{ kNm}$$

d) Cek kuat geser

$$\text{Didapat } V_u = 31,938 \text{ kN}$$

- Tinggi efektif pelat : $dx = \text{tebal pelat} - \text{tebal selimut} - (0,5 \times \text{Ø tulangan})$
 $= 120 - 20 - 10 - (1,5 \times 10) = 95 \text{ mm}$
 $dy = 85 \text{ mm}$

$$\bullet V_c = 0,17 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{1}{2} \cdot b \cdot dx = 0,17 \cdot \sqrt{20} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 95 = 70,809 \text{ kN}$$

$$\text{Cek, } \phi V_c \geq V_u; \phi = 0,75 \rightarrow 53,107 \text{ kN} \geq 31,938 \text{ kN (OK)}$$

e) Rasio penulangan

- Tumpuan arah X

$$\text{Syarat } \rho \leq \rho_{maks} \rightarrow \frac{0,85 \times f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2k}{0,85 \times f'_c}}\right) \leq \frac{0,429 \times 0,85 \times f'_c \times \beta_1}{f_y}$$

$$\frac{0,85 \times 20}{210} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,662}{0,85 \times 20}}\right) \leq \frac{0,429 \times 0,85 \times 20 \times 0,85}{210}$$

$$0,0083 \leq 0,0295 \text{ (memenuhi, maka nilai } \rho \text{ yang digunakan)}$$

$$\text{Cek } A_{st} \geq A_{s \text{ min}} \rightarrow \rho \cdot b \cdot dx \geq 0,002 \cdot b \cdot h$$

$$0,0083 \times 1000 \times 95 \geq 0,002 \times 1000 \times 120$$

$$792,578 \text{ mm}^2 \geq 240 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

$$\text{Menghitung spasi} = \frac{1/4 \pi d^2 b}{A_s} = \frac{1/4 \pi \times 10^2 \times 1000}{792,578} = 99,094 \text{ mm} \approx 80 \text{ mm}$$

Maka, digunakan tulangan P10-80

Untuk tulangan yang lain digunakan cara perhitungan yang sama dengan diatas, dengan hasil perhitungan tertera dibawah ini.

- Lapangan arah X, digunakan tulangan P10-150
- Tumpuan arah Y, digunakan tulangan P10-80

- Lapangan arah Y, digunakan tulangan P10-150

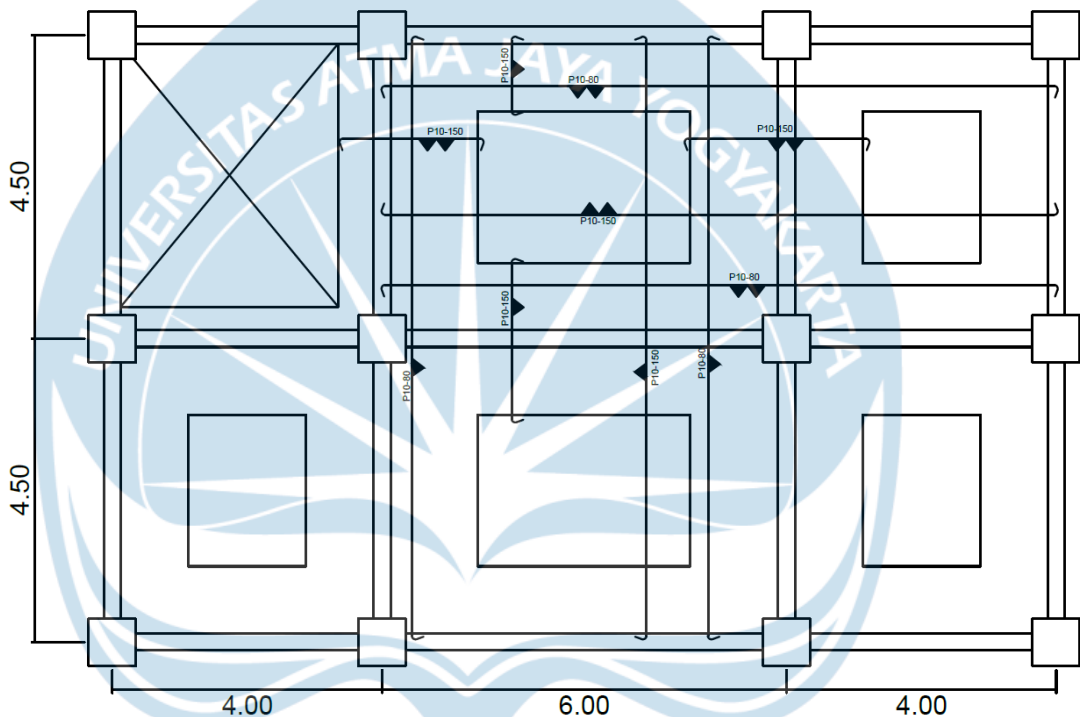
f) Analisis

- Tulangan lapangan $\rightarrow M_{nx} = A_s \times f_y \times (d_x - a/2) = 523,6 \times 210 \times (95 - 6,468/2) = 10,09 \text{ kNm}$

Cek keamanan : $\emptyset M_{nx} \geq M_u$; $\emptyset = 0,9 \rightarrow 9,081 \text{ kN} \geq 7,694 \text{ kN}$ (OK)

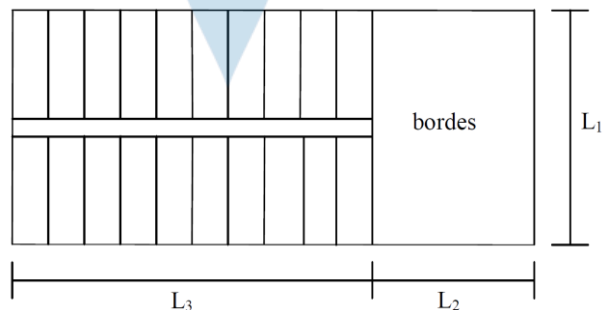
- Tulangan tumpuan $\rightarrow M_{nx} = 10,09 \text{ kNm}$

Cek keamanan : $\emptyset M_{nx} \geq M_u$; $\emptyset = 0,9 \rightarrow 14,647 \text{ kN} \geq 10,694 \text{ kN}$ (OK)



Gambar 2.3 Denah penulangan pelat lantai

2.4 Perencanaan tangga dan bordes



Gambar 2.4 Denah tampak atas ruang tangga

Diketahui data perencanaan tangga sebagai berikut, $L_1 = 3 \text{ m}$; $L_2 = 0,5 L_1 = 1,5 \text{ m}$; $L_3 = 2,4 \text{ m}$, tinggi optrede 175mm, jarak antrede 300 mm, jumlah anak tangga 18, sudut kemiringan tangga (α) $30,25^\circ$, serta tebal pelat tangga 130 mm. Untuk data yang lain akan dijelaskan pada uraian berikut.

a) Beban pada pelat tangga

Beban mati = 8,302 kN/m ; Beban hidup = 2,5 kN/m²

b) Beban pada pelat bordes

Beban mati = 5,71 kN/m ; Beban hidup = 2,5 kN/m²

c) Gaya yang bekerja pada batang

- Akibat beban mati

SFD → R_A = 15,957 kN ; R_B = 13,598 kN

BMD → M_{max} = 14,08 kNm

- Akibat beban hidup

SFD → R_A = R_B = 5,348 kN

BMD → M_{max} = 5,719 kNm

d) Rencana penulangan tangga

Didapat Mu = 26,046 kNm ; Vu = 27,705 kNm

- Momen → M tumpuan = 13,023 kNm ; M lapangan = 22,164 kNm

- Perhitungan tulangan lapangan

$A_s \geq A_s \text{ min} \rightarrow \rho \cdot b \cdot d \geq 0,002 \cdot b \cdot h$

$$0,0083 \times 1000 \times 102 \geq 0,002 \times 1000 \times 130$$

$$652,8 \text{ mm}^2 \geq 260 \text{ mm}^2 \text{ (Dipilih nilai } A_s)$$

$$\text{Spasi} \leq \text{Spasi maks.} = \frac{1000 \times A}{A_s} = \frac{1000 \times \frac{1}{4} \pi \times 16^2}{652,8} \leq 2 \times 130$$

$$= 308 \text{ mm}^2 \leq 260 \text{ mm}^2$$

Maka, digunakan D16-200

- Perhitungan tulangan susut

$A_s \text{ min} = 260 \text{ mm}^2$

$$\text{Spasi (s)} = \frac{1000 \times A}{A_s} = \frac{1000 \times \frac{1}{4} \pi \times 8^2}{260} = 193,329 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$$

digunakan P8-150

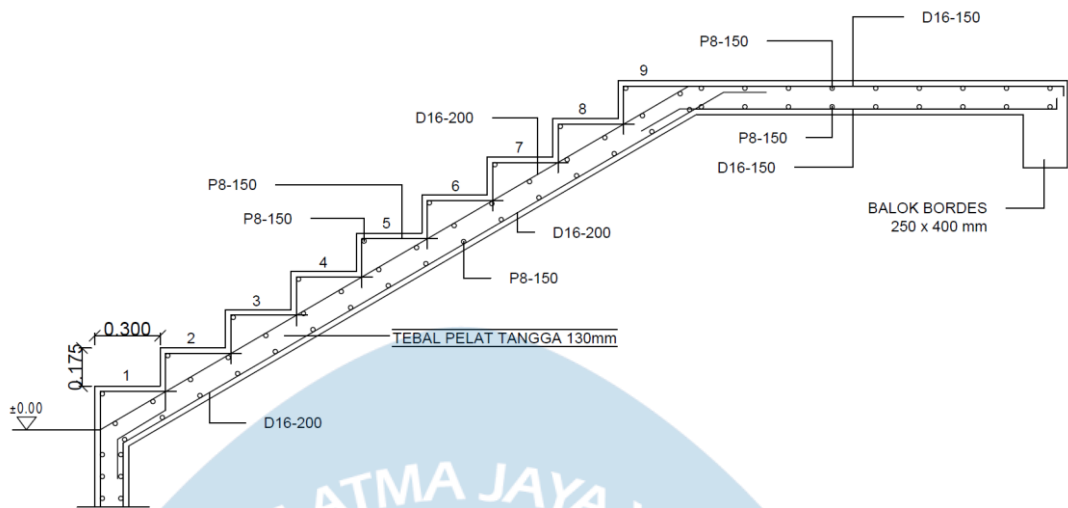
- Cek tulangan geser

$$V_c = 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d = 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{20} \cdot 1000 \cdot 102 = 77,546 \text{ kN}$$

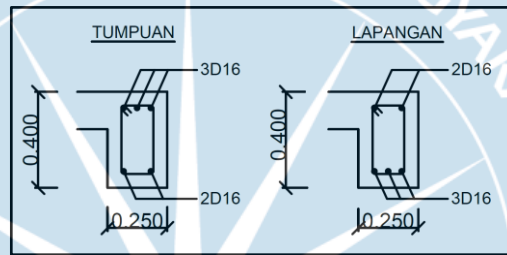
Cek $\emptyset V_c > V_u$; $\emptyset = 0,75 \rightarrow 58,16 \text{ kN} > 27,705 \text{ kN}$ (Aman)

e) Untuk hitungan penulangan balok bordes sama dengan penulangan tangga, dengan asumsi dimensi balok b = 250 mm ; h = 400 mm, hasil perhitungan sebagai berikut.

- Tumpuan 3D16 ; Lapangan 3D16 ; Geser D16-150



Gambar 2.5 Denah penulangan tangga dan bordes



Gambar 2.6 Detail penulangan balok bordes

2.5 Beban gempa

Analisis gempa dilakukan sesuai dengan ketentuan dalam SNI 1726-2012, lokasi analisis berada di Jakarta. Didapat nilai $S_s = 1,1$ dan $S_1 = 0,55$ dan kategori situs kelas masuk di SD (Tanah Sedang). Dilanjutkan dengan menentukan nilai F_a dan F_v untuk menghitung nilai S_{MS} dan S_{M1} , kemudian hasil tersebut dikalikan $2/3$ dan didapatkan nilai $SD_s = 0,77$ dan $SD_1 = 0,55$. Karena fungsi gedung merupakan perkantoran, maka masuk kategori resiko II dan dari nilai SD_s dan SD_1 didapat kategori desain seismik D. Dari tabel 9, gedung menggunakan Sistem Pemikul Momen Biasa dan mempunyai nilai $R = 8$; $C_d = 3$; $\Omega = 2,5$ serta faktor keutamaan (I_e) = 8. Untuk hasil perhitungan beban tertera dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Distribusi beban lateral di setiap lantai

	W_i (kN)	H_i (m)	$W_i \times H_i^k$ (kNm)	F_i (kN)
Lantai 4	2253.27	17.1	50746.95261	122.0998259
Lantai 3	1716.18	11.1	24059.25328	57.88782354
Lantai 2	1746.42	9.1	19688.70281	47.37205019
Lantai 1	2047.14	6.1	14881.76264	35.80630036
			109376.6713	

2.6 Estimasi Dimensi

2.6.1 Dimensi balok

Perhitungan sebagai berikut.

- Untuk bentang $L = 6000 \text{ mm}$

- h min balok

$$2 \text{ ujung menerus} \rightarrow \frac{L}{21} = \frac{6000}{21} = 285,714 \text{ mm}$$

$$F_y = 210 \text{ MPa} \rightarrow \frac{L}{21} 0,4 + \frac{fy}{700} = \frac{L}{21} 0,4 + \frac{210}{700} = 114,586 \text{ mm}$$

- Dimensi yang digunakan di lapangan

$$h = \frac{1}{10} L - \frac{1}{15} L = \frac{1}{10} 6000 - \frac{1}{15} 6000 = 600 - 400 \text{ mm (digunakan 450 mm)}$$

$$\text{Lebar (b)} = \frac{1}{2} h - \frac{2}{3} h = \frac{1}{2} 450 - \frac{2}{3} 450 = 225 - 300 \text{ mm (digunakan 250 mm)}$$

- Bentang $L = 4500 \text{ mm} \rightarrow h = 400 \text{ mm} ; b = 250 \text{ mm}$
- Bentang $L = 4000 \text{ mm} \rightarrow h = 300 \text{ mm} ; b = 150 \text{ mm}$

Karena perbedaan bentang yang cukup kecil, maka digunakan dimensi $(450 \times 250) \text{ mm}^2$ untuk seluruh balok.

2.6.2 Dimensi pelat lantai

$$\text{Cek kategori arah pelat} \rightarrow \frac{L_y}{L_x} = \frac{6}{4,5} = 1,33 \leq 2, \text{ Dipakai Pelat 2 arah}$$

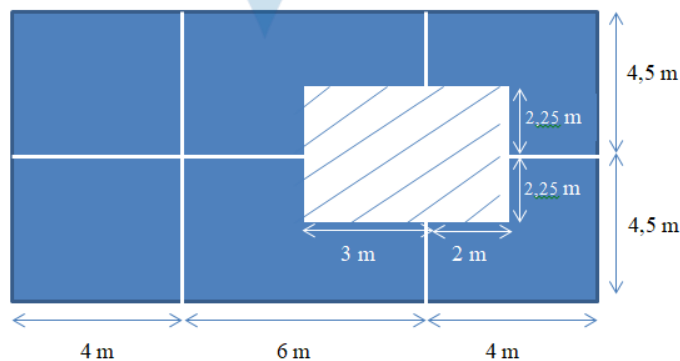
$$\text{Rasio kekakuan pelat rata-rata} \rightarrow \alpha_m = \frac{\Sigma \alpha}{4} = \frac{4,526 + 8,467 + 4,526 + 5,029}{4} = 5,637 > 2$$

$$\text{Untuk } \alpha_m > 2 \rightarrow h \text{ min} = \frac{Ln (0,8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 9\beta} = \frac{5750 (0,8 + \frac{210}{1400})}{36 + (9 \times 1,353)} = 113,384 \text{ mm} \geq 90 \text{ mm}$$

Digunakan tebal pelat lantai sebesar 120 mm

2.6.3 Dimensi kolom

$$\text{Luas } \textit{tributary area} = (3 + 2) \times (2,25 + 2,25) = 22,5 \text{ m}^2$$



Gambar 2.7 *Tributary area* pelat lantai

- Beban mati (Q_d) = $4,85 \text{ kN/m}^2$
- Beban hidup (Q_l) = $2,4 \text{ kN/m}^2$ (Fungsi gedung sebagai kantor)

Perhitungan beban mati lantai dari penjumlahan berat pelat lantai, balok, kolom dan dinding, untuk beban hidup dikalikan dengan luas *tributary area*, kemudian hasilnya ditambahkan untuk perhitungan di lantai bagian bawah. Untuk mencari dimensi kolom digunakan rumus perhitungan beban aksial terfaktor.

Tabel 2.2 Hasil perhitungan dimensi kolom

Lantai	Dimensi Kolom (mm ²)
1	400 x 400
2	400 x 400
3	300 x 300
4	300 x 300

2.7 Perencanaan Penulangan Balok dan Kolom

2.7.1 Balok

- Perhitungan tulangan longitudinal

Dari Etabs di dapat M_u lapangan = 93,185 kNm, dan dari perhitungan ρ didapat ρ_{min}

$< \rho < \rho_{maks}$, maka digunakan tulangan tunggal

As butuh = 729,859 mm²; As tulangan = 380,133 mm²

$$n = \frac{As_{butuh}}{As_{tulangan}} = 1,92 \approx 2 \text{ tulangan}$$

Didapat $M_n = 107,417$ kNm

Cek : $\phi M_n \geq M_u$; $\phi = 0,9 \rightarrow 96,676 \text{ kN} \geq 93,185 \text{ kN}$ (Aman)

Digunakan 2D22

Untuk perhitungan bagian tumpuan sama seperti diatas, dengan hasil 3D22.

- Perhitungan tulangan geser

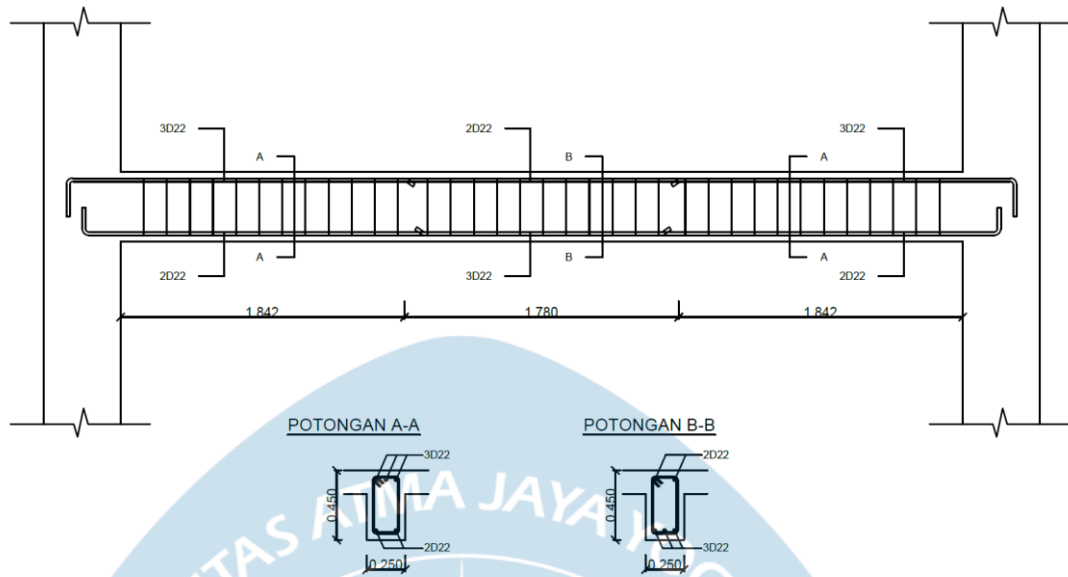
Dari Etabs di dapat V_u tumpuan = 115,15 kN

$$\begin{aligned} \text{Cek } V_s \leq V_{max} &= \frac{V_u}{\phi} - V_c \leq 0,66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{115,5}{0,75} - 73,936 \leq 0,66 \cdot \sqrt{20} \cdot 250 \cdot 389 \\ &= 79,598 \text{ kN} \leq 287,044 \text{ kN (OK)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Spasi} \leq \text{Spasi maks} &= \frac{2 \times 75,54 \times 210 \times 389}{79,598} \leq \frac{389}{2} \\ &= 184,238 \text{ mm} \leq 194,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka digunakan 2D10-150

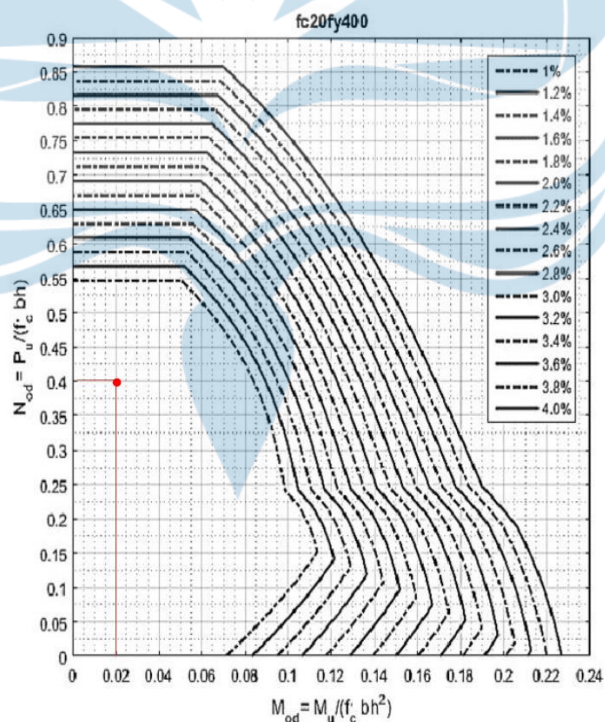
Perhitungan bagian lapangan sama seperti diatas, dengan hasil 2D10-150.



Gambar 2.8 Detail penulangan balok

2.7.2 Kolom

Nilai Nod dan Mod dihitung terlebih dahulu kemudian dimasukkan kedalam diagram interaksi kolom, selanjutnya ditentukan penentuan penulangan yang akan diuraikan sebagai berikut.



Gambar 2.9 Diagram interaksi kolom

- Tulangan longitudinal

$$n = \frac{As \text{ total}}{As \text{ tulangan}} = \frac{\rho \cdot b \cdot h}{\frac{1}{4} \pi d^2} = \frac{0,01 \times 400 \times 400}{\frac{1}{4} \pi 25^2} = 3,26 \approx 8 \text{ tulangan,}$$

maka digunakan tulangan 8D25

- Tulangan geser

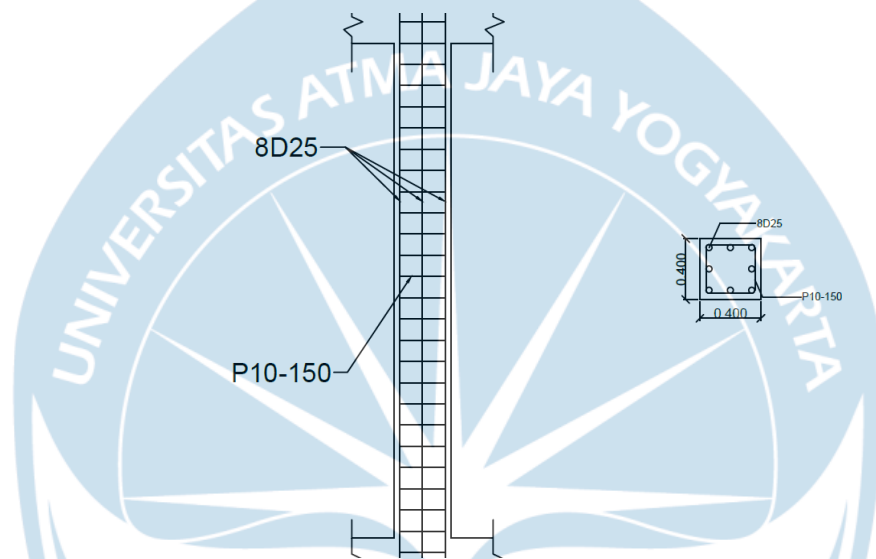
Kuat geser beton $\rightarrow V_c = 167,791 \text{ kN}$

Kuat geser sengkang $= \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{13,67}{0,75} - 167,791 = -149,564 \text{ kN}$ (sudah mampu menahan gaya geser)

Cek $\phi V_c > V_u$; $\phi = 0,75 \rightarrow 125,843 \text{ kN} > 13,67 \text{ kN}$ (Aman)

Tulangan sengkang dipakai P10 $\rightarrow S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{337,5}{2} = 168,75 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$

maka digunakan tulangan P10-150



Gambar 2.10 Detail penulangan kolom

2.8 Perencanaan Fondasi

Fondasi yang dirancang adalah fondasi telapak, dengan data dan perhitungan sebagai berikut.

Asumsi tebal fondasi = 0,5 m ; Selimut beton = 50 mm ; $f'_c = 20 \text{ Mpa}$; $f_y = 400 \text{ MPa}$

2.8.1 Penentuan dimensi fondasi telapak

- Didapat $\sigma_{netto} = 201,6 \text{ kN/m}^2$
- Dari perhitungan ETABS didapat :
DL = 416,79 kN ; LL = 222,74 kN

- Luas telapak yang diperoleh

$$A_{perlu} = \frac{DL+LL}{\sigma_{netto}} = \frac{416,79 + 222,74}{201,6} = 2,067 \text{ m}^2$$

$$\text{Diambil } b = h = \sqrt{2,067} = 1,438 \text{ m} \approx 1,5 \text{ m}$$

$$A_{aktual} = b \times h = 2,25 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Cek : } A_{aktual} \geq A_{perlu} \rightarrow 2,25 \geq 2,067 \text{ (OK)}$$

- Beban terfaktor

$$P_u = 1422 \text{ kN} ; q_u = \frac{P_u}{A_{aktual}} = 632 \text{ kN/m}^2$$

2.8.2 Tinggi efektif fondasi

Dengan asumsi $\emptyset = 22$ mm, maka didapat $\rightarrow ds = 83$ mm ; $d = 417$ mm

2.8.3 Pemeriksaan kuat geser 2 arah

$$V_u = q_u \cdot A' = 632 \times 1409 = 890,558 \text{ kN}$$

Diambil nilai V_c terkecil, yaitu 2257,326 kN

Cek syarat : $\emptyset V_c \geq V_u$; $\emptyset = 0,75 \rightarrow 1692,995 \text{ kN} \geq 890,558 \text{ kN}$ (OK)

2.8.4 Pemeriksaan kuat geser 1 arah

$$V_u = q_u \cdot A' = 632 \times 0,125 = 78,684 \text{ kN}$$

$$V_c = 0,17 \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d = 0,17 \cdot \sqrt{20} \cdot 1500 \cdot 417 = 475,545 \text{ kN}$$

Cek syarat : $\emptyset V_c \geq V_u$; $\emptyset = 0,75 \rightarrow 356,658 \text{ kN} \geq 78,684 \text{ kN}$ (OK)

2.8.5 Penulangan fondasi

- Perhitungan tulangan lentur

$$A_s \geq A_{s \text{ min}} \rightarrow \rho \cdot b \cdot d \geq 0,0018 \cdot b \cdot h$$

$$0,001281 \times 1000 \times 417 \geq 0,0018 \times 1000 \times 500$$

$$534,3 \text{ mm}^2 \geq 900 \text{ mm}^2 \text{ (Dipilih nilai } A_{s \text{ min}})$$

$$\text{Spasi (s)} = \frac{1000 \times A}{A_s} = \frac{1000 \times \frac{1}{4} \pi \times 16^2}{900} = 396,094 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm}$$

Maka, digunakan D16-300

- Perhitungan tulangan susut

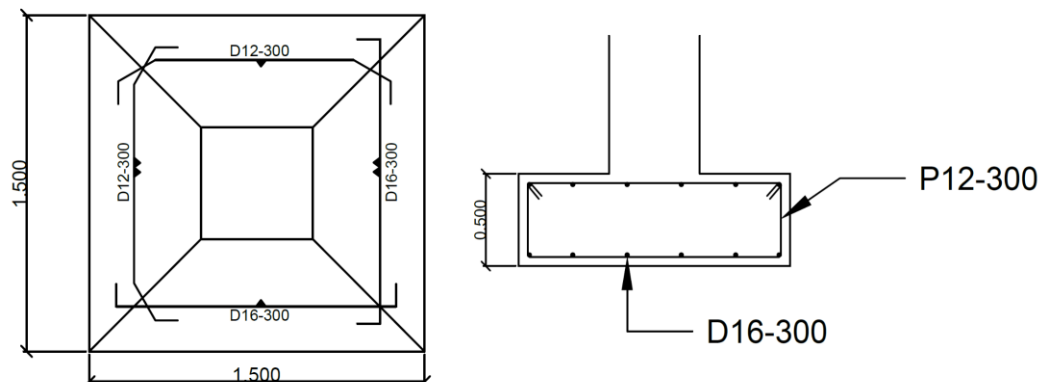
$$A_s = 0,5 \cdot A_{s \text{ aktual}} = 0,5 \cdot 670,206 = 335,103 \text{ mm}^2$$

$$\text{Spasi (s)} = \frac{1000 \times A}{A_s} = \frac{1000 \times \frac{1}{4} \pi \times 12^2}{670,206} = 337,5 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm (digunakan P12-300)}$$

- Cek tulangan geser

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left(d_{\text{aktual}} - \frac{a}{2} \right) = 670,206 \cdot 400 \cdot \left(426 - \frac{15,77}{2} \right) = 112,089 \text{ kNm}$$

Cek $\emptyset M_n > M_u$; $\emptyset = 0,9 \rightarrow 100,88 \text{ kNm} > 79 \text{ kNm}$ (Aman)



Gambar 2.11 Detail penulangan fondasi