

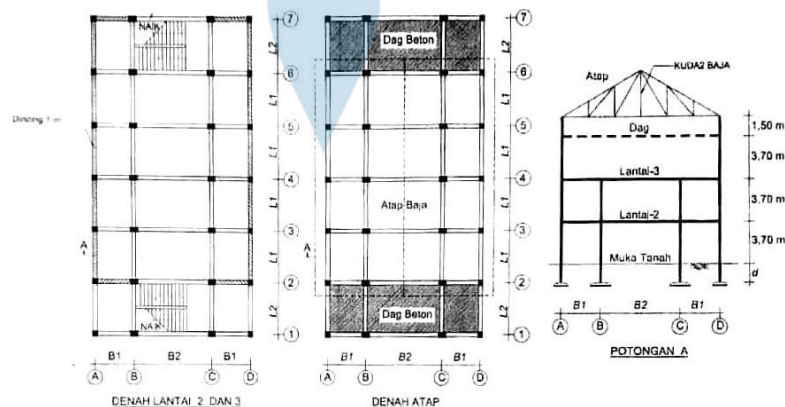
## BAB II

### Praktik Perancangan Bangunan Gedung (PPBG)

#### 2.1 Detail Perancangan

Pada mata kuliah Praktik Perancangan Bangunan Gedung (PPBG), dosen pembimbing telah menyediakan beberapa ketentuan detail perancangan yang akan digunakan sebagai pedoman untuk menyelesaikan mata kuliah tersebut. Berikut adalah detail perancangannya :

ATAP :		RANGKA BANGUNAN :	
$\alpha$ (Sudut Miring Atap) :	35°	Panjang B1	: 3,5 m
Jenis atap	: Genteng Beton	Panjang B2	: 9 m
Berat atap	: 0,6 kN	Panjang L1	: 4 m
Berat plafon	: 0,2 kN	Panjang L2	: 3,5 m
Mutu baja profil	: $f_u = 240$ MPa	Fungsi bangunan	: Sekolah
Jenis sambungan baut	: $f_{ub} = 560$ MPa	Kota untuk respon spektrum	: POSO
Tiupan angin	: 0,40 kN/m <sup>2</sup>	Struktur tanah	: Sedang
a (Gording)	: 2 m	Mutu beton	: 20 MPa
b (Gording)	: 1 m	Mutu baja sengkang	: 270 MPa
		Mutu baja lentur	: 420 Mpa



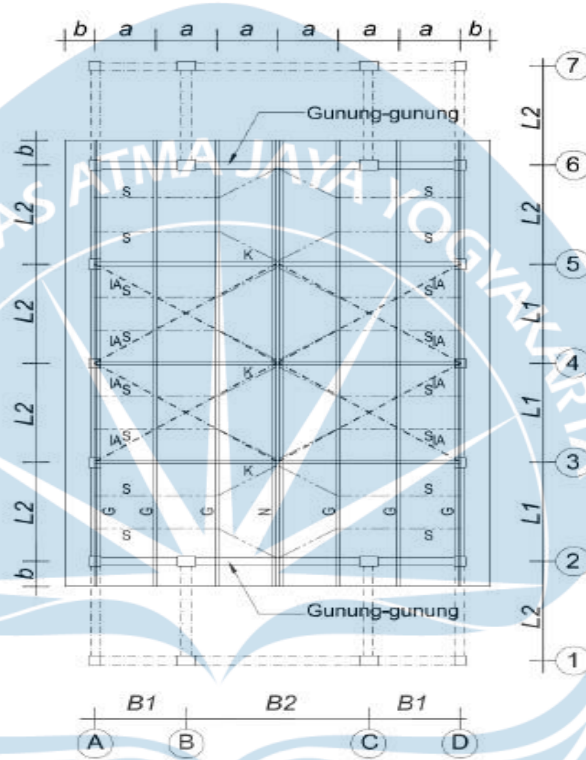
Gambar 2.1 Denah Lantai 2 dan 3, Denah Atap, Potongan A

## 2.2 Struktur Atas

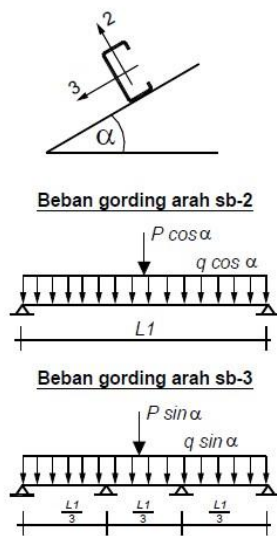
Struktur gedung pada umumnya terbagi atas 2 bagian utama yaitu struktur atas dan struktur bawah. Struktur bagian atas (*upper structure*) adalah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah seperti atap, plat, tangga, balok dan kolom.

### 2.2.1 Perencanaan Atap

Perencanaan pada gording :



Gambar 2.2 Denah Rencana Atap



Beban Gording :

- Berat sendiri = diperkirakan = 0,1 kN/m
- Berat atap =  $\frac{a}{\cos \alpha} \times$  beban atap = 1,46 kN/m
- Beban plafon = a x beban plafon = 0,4 kN/m
- DL gording = berat sendiri+berat atap+berat plafon = 1,96 kN/m

Gambar 2.3 Rencana Gording

Rencana momen gording yang diperoleh dengan menggunakan  $M_{3,u}$  dan  $M_{2,u}$  yang terbesar yaitu  $M_{3,u} = 5,17 \text{ kNm}$  dan  $M_{2,u} = 0,61 \text{ kNm}$ .

Dimensi gording tipe C yang digunakan adalah C 150x50x20x3,2 dengan data :

$$\begin{aligned} I_3 &= 2800000 \text{ mm}^4 & W_3 &= 37400 \text{ mm}^3 \\ I_2 &= 280000 \text{ mm}^4 & W_2 &= 8200 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Cek tegangan pada profil C,  $\phi = 0,9$  (SNI 03-1729-2002)

$$f_b = 235,87 \text{ MPa} \leq f_u (240 \text{ MPa}) \quad (\text{Aman})$$

$$\delta_2 = 11,53 \text{ mm}$$

$$\delta_3 = 1,33 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \delta &= \sqrt{\delta_3^2 + \delta_2^2} \leq \frac{1}{240} L_1 \\ &= 11,61 \text{ mm} \leq 16,667 \text{ mm} \quad (\text{Aman}) \end{aligned}$$

Perhitungan Sag-rod, jumlah gording di bawah nok  $n=4$  baris

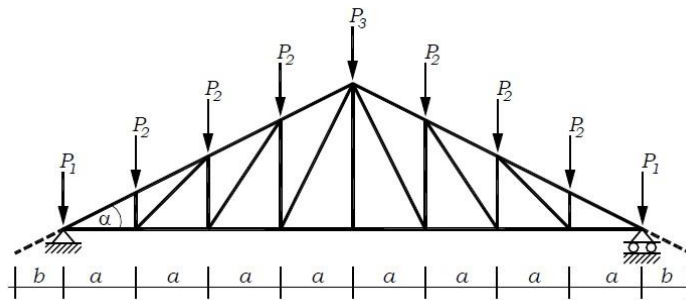
$$\begin{aligned} F_{t,D} &= n \left( \frac{L_1}{3} q \sin \alpha \right) & F_{t,L} &= \frac{n}{2} P \sin \alpha \\ &= 5,996 \text{ kN} & &= 1,15 \text{ kN} \\ F_{t,u} &= 1,4 F_{t,D} & F_{t,u} &= 1,2 F_{t,D} + 1,6 F_{t,L} \\ &= 8,394 \text{ kN} & &= 9,035 \text{ kN} \end{aligned}$$

$F_{t,u}$  yang dipakai yang terbesar,  $F_{t,u} = 9,035 \text{ kN}$

Luas Batang Sag-rod

$$\begin{aligned} A_{sr} &= \frac{F_{t,u} 10^3}{\phi F_y} \\ &= 41,83 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Rencana Beban Kuda-kuda



Gambar 2.4 Rencana Kuda-kuda

Beban P1 :

- Beban sendiri kuda-kuda	= 0,5 kN	- Berat atap	= 5,86 kN
- Berat gording	= 2,704 kN	- Berat plafon	= 1,6 kN
Beban P1	= 0,5 + 2,704 + 5,86 + 1,6		= 10,66 kN

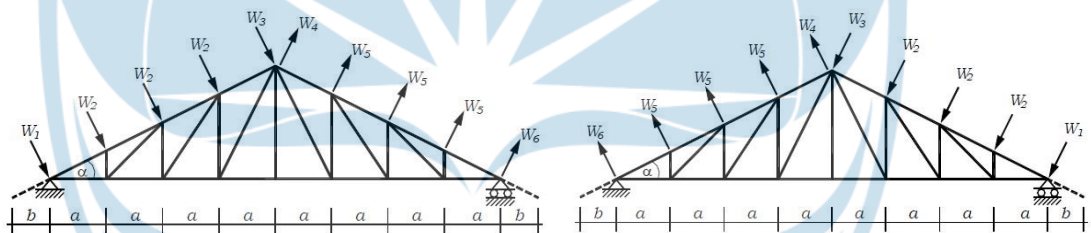
Beban P2 :

- Beban sendiri kuda-kuda	= 1 kN	- Berat atap	= 5,86 kN
- Berat gording	= 2,704 kN	- Berat plafon	= 1,6 kN
Beban P2	= 1 + 2,704 + 5,86 + 1,6		= 11,16 kN

Beban P3 :

- Beban sendiri kuda-kuda	= 1 kN	- Berat atap	= 5,86 kN
- Berat gording	= 5,408 kN	- Berat plafon	= 1,6 kN
Beban P3	= 1 + 5,408 + 5,86 + 1,6		= 13,87 kN

Koef beban angin  $C_{ti} = 0,4$  ,  $C_{is} = 0,6$  . Besar tiupan angin  $Q_w = 0,25 \text{ kN/m}^2$



Gambar 2.5 Beban angin dari kiri dan kanan joint

Adanya beban angin yang harus diperhitungkan dengan ketentuan koefisien  $C_{ti}$  digunakan pada  $W_1, W_2, W_3$ , dan  $C_{is}$  digunakan pada  $W_4, W_5, W_6$  untuk beban atap dari kiri dan juga untuk beban atap dari kanan :

$$W_1 = 0,976 \text{ kN}$$

$$W_2 = 0,976 \text{ kN}$$

$$W_3 = 0,488 \text{ kN}$$

Hasil beban angin  $W_1 = 0,9765 \text{ kN}$ ,  $W_2 = 0,9765 \text{ kN}$ ,  $W_3 = 0,488 \text{ kN}$ ,  $W_4 = 0,733 \text{ kN}$ ,  $W_5 = 1,456 \text{ kN}$ ,  $W_6 = 1,456 \text{ kN}$ .

Rencana elemen kuda-kuda

Pada kuda-kuda profil baja yang digunakan adalah 2L-60x60x6 dan 2L-50x50x5 untuk batang tekan. Untuk batang tarik digunakan profil baja 2L-50x50x5. Gaya tekan dan tarik diperoleh dari hasil analisis menggunakan aplikasi SAP 2000. Diperoleh gaya

tekan sebesar 96,628 kN pada profil baja 2L-60x60x6 dan 22,918kN pada profil baja 2L-50x50x5. Untuk gaya tarik diperoleh gaya sebesar 79,498kN pada profil baja 2L-50x50x5. Berikut adalah contoh perhitungan untuk cek kelangsingan, tegangan tekan, dan tegangan tarik pada profil baja.

Cek kelangsingan batang tekan pada profil 2L-60x60x6, :

$$\lambda = \frac{Lk}{r} \leq 200$$

$$153,85 \leq 200 \quad (\text{Aman})$$

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{Lk}{r} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 1,47$$

Karena  $\lambda_c \geq 1,2$  maka digunakan rumus  $\omega = 1,25 (\lambda_c)^2$

$$\omega = 1,25 (\lambda_c)^2 = 2,7$$

Cek tegangan tekan pada profil 2L-60x60x6 :

$$f_c = \frac{\omega \times Nu}{\phi A_g} \leq f_y$$

$$222,09 \leq 240 \quad (\text{Aman})$$

Cek kelangsingan batang tarik pada profil 2L-50x50x5 :

$$\lambda = \frac{Lk}{r} \leq 240$$

$$226,38 \leq 240 \quad (\text{Aman})$$

Cek tegangan tekan pada profil 2L-50x50x5 :

$$f_t = \frac{Nu}{\phi A_g} \leq f_y$$

$$91,91 \leq 240 \quad (\text{Aman})$$

Rencana sambungan profil kuda-kuda

Perancangan profil kuda-kuda atap pada proyek ini menggunakan baut sebagai alat penyambung antar baja dengan menggunakan diameter baut sebesar 12mm dan gaya rencana profil baja yang digunakan sebesar 97,076 N. Berikut adalah contoh perhitungan kebutuhan baut pada profil baja dengan sambungan baja dan jumlah baut yang diperlukan.

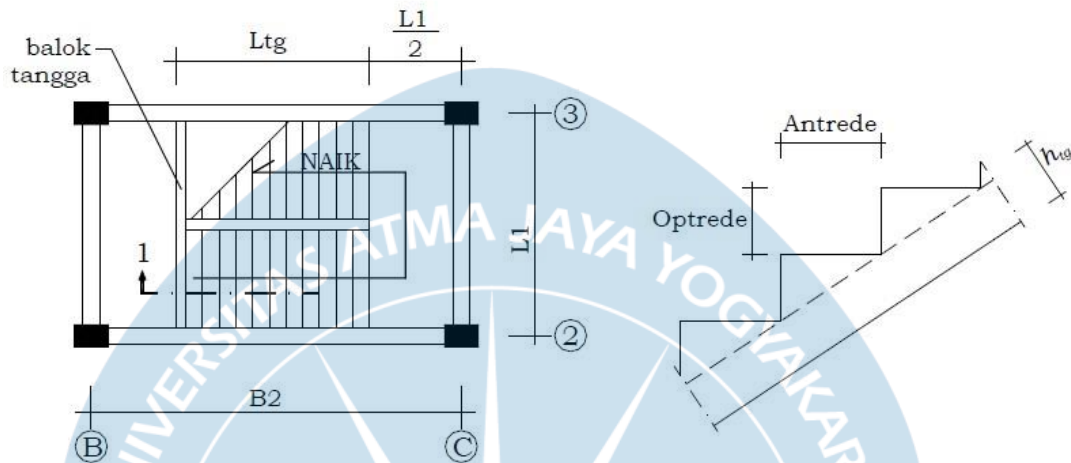
$$V_d = \phi_f r_1 f_u^b A_b = 19000N$$

$$\text{Jumlah baut (nb)} = \frac{Nu}{2V_d} = 2,55 \approx 3 \text{ baut}$$

Hasil perancangan pada kuda-kuda dapat dilihat pada Lampiran 2.1

### 2.2.2 Perencanaan Tangga

Pada perencanaan tangga proyek sekolah ini digunakan tinggi oprade 155mm dan lebar antrede 280mm. Anak tangga yang direncanakan sebanyak 24 buah dengan sudut kemiringan tangga yang diperoleh 28,96°.



Gambar 2.6 Sketsa Perencanaan Tangga

Pembebanan tangga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu berat sendiri tangga, berat anak tangga, berat ubin, berat spesi, dan berat railing. Diperoleh beban pada tangga sebesar 8,024kN/m<sup>2</sup> dari total beban tersebut. Pada bordes pembebanan dipengaruhi oleh berat sendiri tangga, berat ubin, berat spesi, dan berat railing. Beban bordes yang diperoleh dari beban tersebut sebesar 5,65kN/m<sup>2</sup>. Untuk pembebanan beban hidup (LL) diambil berdasarkan peraturan pembebanan SNI 1727:2013, beban hidup untuk tangga dengan fungsi sebagai sekolah sebesar 4,79kN/m<sup>2</sup>. Setelah mendapatkan semua beban tangga dan beban pada bordes, kemudian digunakan bantuan aplikasi SAP2000 untuk mendapatkan gaya rencana dan reaksi tumpuan.

Gaya rencana yang telah didapatkan akan dihitung dengan kombinasi  $M_u = 1,4DL$ ,  $M_u = 1,2DL + 1,6LL$ , dan  $V_u = 1,4DL$ ,  $V_u = 1,2DL + 1,6LL$ , dari perhitungan tersebut didapatkan nilai  $M_u = 47,968$  kNm dan  $V_u = 41,5$  kNm. Nilai  $M_u$  dan  $V_u$  tersebut akan digunakan untuk perhitungan tulangan tumpuan, lapangan dan geser. Berikut adalah hasil dari perhitungan tulangan tumpuan lapangan dan geser. Hasil perancangan plat dapat dilihat pada Lampiran 2.2

Tulangan Tumpuan : D13-200

Tulangan Lapangan : D13-100

Tulangan Geser : P8-150

### 2.2.3 Perencanaan Pelat

Pada proyek ini pelat terbagi atas pelat atap dan pelat lantai. Beban yang mempengaruhi perancangan pada pelat atap dan pelat lantai adalah beban pelat sendiri, beban ubin, beban pasir dan spesi, beban plafon dan beban lainnya. Jenis pelat yang dipakai digunakan pada bangunan ini adalah tipe pelat 2 arah.



Gambar 2.7 Denah Perencanaan Pelat

Total beban yang diperoleh dari pelat atap sebesar  $5,76 \text{ kN/m}^2$  dan pelat lantai sebesar  $9,932 \text{ kN/m}^2$ . Beban hidup pada pelat atap sebesar  $1 \text{ kN/m}^2$  dan pada pelat lantai sebesar  $2 \text{ kN/m}^2$  berdasarkan SNI SNI 1727:2013. Total beban tersebut akan digunakan dalam perhitungan pembebanan pelat dengan rumus kombinasi  $1,2DL + 1,6LL$ . Beban kombinasi yang telah didapatkan digunakan merancang penulangan pada pelat atap dan lantai, Pada penulangan pelat akan dihitung  $\mu$  sehingga mendapatkan nilai  $\rho$  dengan syarat  $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ , apabila tidak memenuhi syarat maka perlu dilakukan desain ulang. Berikut adalah hasil perhitungan pelat atap dan pelat lantai. Hasil perancangan tangga dapat dilihat pada Lampiran 2.3.

Tabel 2. 1 Hasil Perhitungan Perencanaan Pelat

Spesifikasi	Pelat Atap	Pelat Lantai
Tebal Pelat	120 mm	145 mm
Tulangan pokok	P10-400	P10-300
Tulangan bagi	P8-200	P8-15

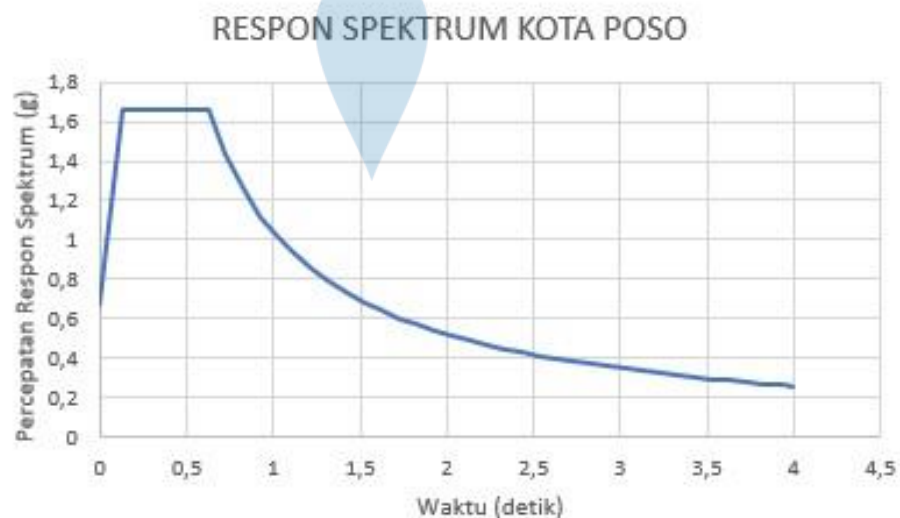
### 2.2.4 Pemodelan 3D

Beban atap, tangga, pelat dan yang lainnya akan digunakan dalam pemodelan 3D untuk menganalisis penyaluran beban pada gedung tersebut. Aplikasi yang digunakan untuk pemodelan 3D yaitu aplikasi ETABS. Berikut adalah estimasi dimensi pada balok, sloof dan kolom.

Tabel 2.2 Estimasi Dimensi Balok Pemodelan 3D

Tipe Bentang	Panjang (m)	Dimensi Balok Lt 2 & Lt 3	Dimensi Balok RNG & DAG
B1	3,5	300 x 400 mm	250 x 300 mm
B2	9	300 X 650 mm	250 x 500 mm
L1	4	300 x 450 mm	250 x 500 mm
L2	3,5	300 x 450 mm	250 x 500 mm

Estimasi kolom yang digunakan terdapat dua jenis dimensi yang berbeda yaitu dimensi pada kolom pertama yang digunakan adalah 400x400 mm untuk kolom bagian luar bangunan, lantai 3, dan atap. Kolom kedua yang digunakan berdimensi 450x600 mm yang terletak pada bagian dalam gedung lantai 1 dan lantai 2. Estimasi dimensi sloof yang digunakan adalah 250x500mm. Estimasi ukuran tersebut akan digunakan untuk menganalisis beban gempa dengan spektrum yang digunakan adalah kota Poso dengan struktur tanah sedang. Berikut adalah grafik respon spektrum pada kota Poso.



Gambar 2.8 Respon Spektrum Kota Poso



### 2.2.5 Perencanaan Balok dan Sloof

Hasil yang didapat dari pemodelan 3D berupa momen dan kuat geser pada tiap balok dan sloof. Momen dan kuat geser tersebut akan digunakan sebagai perhitungan kebutuhan tulangan dan defleksi pada balok dan sloof. Mu yang didapatkan akan digunakan untuk menghitung  $\rho$  dengan syarat  $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ , Apabila tidak memenuhi syarat maka perlu dilakukan perancangan ulang pada balok dan sloof. Pada penulangan tulangan geser balok, terdapat syarat yang harus dipenuhi yaitu adalah  $\frac{1}{2}\phi Vc < Vu$ . Jika  $\frac{1}{2}\phi Vc > Vu$ , maka akan dipasang tulangan geser praktis dengan jarak 200mm. Berikut adalah hasil perhitungan kebutuhan tulangan tumpuan dan sengkang pada balok dan sloof. Hasil gambar perhitungan pada balok dan sloof dapat dilihat pada Lampiran 2.4

Tabel 2.3 Rencana Tulangan Balok dan Sloof

Ukuran Balok (mm)	Tulangan Utama		Sengkang	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
300x400	3D19	2D19	2P10-100	2P10-200
300x650	7D19	3D19	2P10-100	2P10-200
250x300	3D19	2D19	2P10-100	2P10-200
250x500	4D19	3D19	2P10-100	2P10-200
250x500 (sloof)	3D19	3D19	2P10-100	2P10-200

### 2.2.6 Perencanaan Kolom

Pada perencanaan kolom, momen dan gaya geser yang telah diperoleh dari perhitungan analisis 3D akan dilakukan pengecekan dengan menggunakan diagram interaksi kolom untuk memeriksa ketahanan suatu kolom untuk menerima momen dan gaya yang diterima. Analisis dilakukan dengan menggunakan diagram interaksi kolom yang terlampir pada Lampiran 2.5. Pada penulangan tulangan geser kolom, terdapat syarat yang harus dipenuhi yaitu adalah  $\frac{1}{2}\phi Vc < Vu$ . Jika  $\frac{1}{2}\phi Vc > Vu$ , maka akan dipasang tulangan geser praktis dengan jarak 100mm. berikut adalah hasil perhitungan pada tulangan kolom. Hasil gambar perhitungan kolom dapat dilihat pada Lampiran 2.6

Tabel 2.4 Rencana Tulangan Kolom

Ukuran Kolom (mm)	Tulangan Utama			Senggang	
	Atas	Pinggang	Bawah	Tumpuan	Lapangan
400x400	3D16	2D16	3D16	2P10-100	2P10-200
400x600	4D25	2D25	4D25	2P10-100	2P10-200

### 2.3 Struktur Bawah

Struktur bawah (*lower structure*) adalah struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah seperti pondasi yang berguna sebagai penopang bagian struktur atas pada sebuah bangunan gedung.

#### 2.3.1 Perencanaan Pondasi

Pada perencanaan pondasi, reaksi tumpuan pada kolom akan digunakan dalam perhitungan perencanaan pondasi. Perencanaan pondasi berupa dimensi, penulangan, dan pengecekan keamanan pada pondasi. Dengan langkah awal menghitung analisis beban dan menentukan dimensi pondasi. Dilanjutkan dengan analisis geser 1 arah dan 2 arah dengan syarat  $\phi V_c > V_u$ .

Pada perhitungan geser 1 arah digunakan rumus :

$$V_c = 0.17 \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

Dan untuk perhitungan geser 2 arah digunakan rumus :

$$V_{c1} = 0,17 \cdot \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$$

$$V_{c2} = 0,33 \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$$

$$V_{c3} = 0,83 \left(\frac{\alpha \cdot d}{b_o} + 2\right) \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$$

Berikut adalah hasil perhitungan pondasi. Hasil gambar denah dapat dilihat pada Lampiran 2.7 dan sketsa gambar pondasi dapat dilihat pada Lampiran 2.8

Pondasi P1 :

Dimensi pondasi = 2000x2000 mm

Kolom P1 = 400x400 mm

Beban (Pu) = 585,5718 kN

Tulangan Lentur = D13-250

Tulangan Susut = d8-200

Pondasi P2 :

Dimensi pondasi = 2000x2000 mm

Kolom P1 = 400x400 mm

Beban (Pu) = 585,5718 kN

Tulangan Lentur = D13-200

Tulangan Susut = d8-150