

BAB II

PRAKTIK PERANCANGAN BANGUNAN GEDUNG

2.1 Data Proyek

2.1.1 Atap

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| a. Sudut miring atap | : 35° |
| b. Jenis atap | : genteng beton |
| c. Mutu baja profil (f_u) | : 290 MPa |
| d. Jenis sambungan | : Baut |
| e. Mutu sambungan (f_{ub}) | : 560 MPa |
| f. Tiupan angin | : 0,40 kN/m ² |

2.1.2 Rangka Bangunan

- | | |
|--|----------------|
| a. Panjang B ₁ | : 3,50 m |
| b. Panjang B ₂ | : 10,00 m |
| c. Panjang L ₁ | : 4,00 m |
| d. Panjang L ₂ | : 2,50 m |
| e. Fungsi bangunan | : Sekolah |
| f. Lokasi respon spektrum | : Kota Lampung |
| g. Jenis tanah | : Sedang |
| h. Mutu beton | : 25 MPa |
| i. Mutu baja sengkang (diameter < 13 mm) | : 270 MPa |
| j. Mutu baja lentur (diameter ≥ 13 mm) | : 400 MPa |

2.1.3 Pondasi

- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| a. Kedalaman tanah keras (d) | : 2,00 m |
| b. Berat volume tanah (γ) | : 18 kN/m ² |
| c. Daya dukung tanah (σ) | : 200 kN/m ² |

2.1.4 Ketentuan Proyek

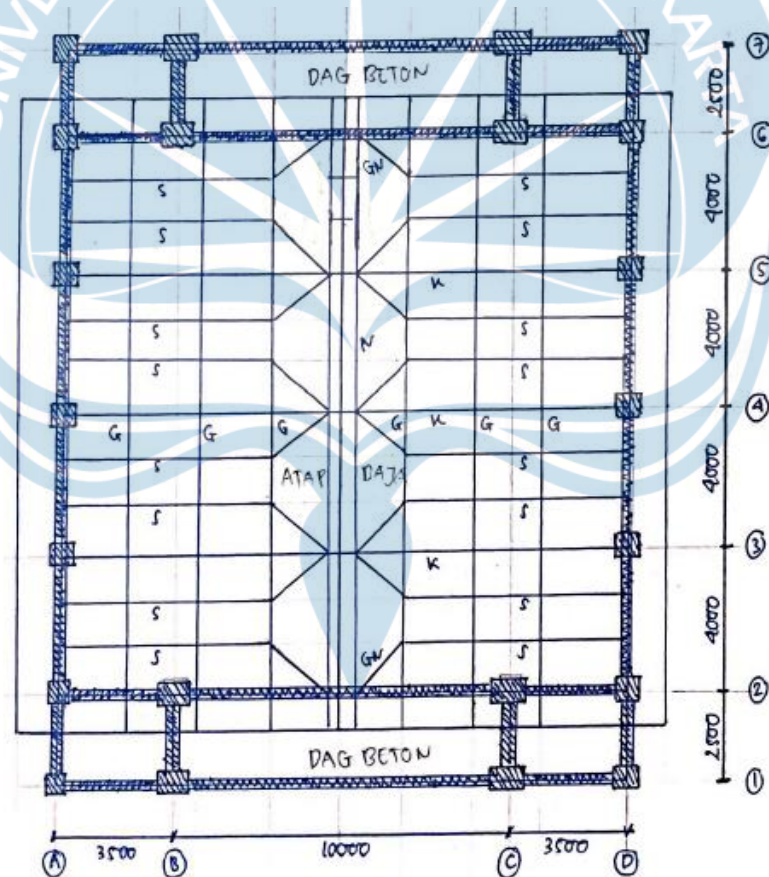
- | | |
|-------------------------|-----------------|
| a. Peraturan pembebanan | : SNI 1727:2013 |
| b. Peraturan baja | : SNI 1729:2015 |

- | | |
|-----------------------------------|-------------------|
| c. Peraturan beton | : SNI 2847:2013 |
| d. Peraturan gempa | : SNI 1726:2012 |
| e. <i>Software</i> yang digunakan | : SAP2000 & ETABS |

2.2 Perancangan Atap

2.2.1 Rencana Gording

Dalam perancangan suatu bangunan gedung, struktur atap merupakan salah satu bagian yang sangat penting dikarenakan fungsi dan estetika bangunan yang bersangkutan. Pada tahap awal perancangan atap dipertimbangkan terlebih dahulu komponen struktur gording dan sag-rod dari atap tersebut.



Gambar 2.1 Denah rencana atap

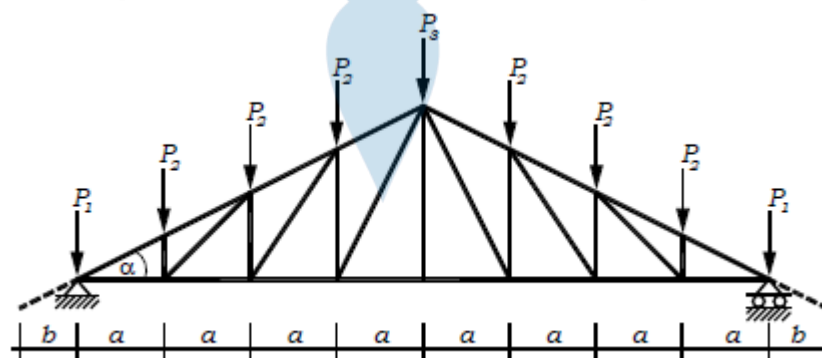
Beban yang bekerja pada struktur gording yaitu beban mati yang didalamnya terdapat beban sendiri sebesar 0,1 kN/m, berat atap sebesar

1,5565 kN/m, dan berat plafon sebesar 0,425 kN/m. Lalu, untuk beban pekerja diambil sebesar 1,0 kN sebagai beban hidup. Kemudian dari beban mati dan beban hidup yang bekerja, dihitung rencana momen gording yang bekerja pada arah sumbu-2 dan sumbu-3 dengan kombinasi pembebanan. Data momen gording ini digunakan untuk menentukan dimensi profil baja gording C. Jika sudah didapat dimensi profil baja gording C, dilakukan pengecekan untuk memenuhi persyaratan batas tegangan dan batas defleksi. Pada perancangan ini, digunakan profil C150×50×20 dengan tebal sebesar 2,8 mm.

Setelah didapat jumlah gording dan dimensi profil baja gording C, dilakukan perhitungan gaya sag-rod yang bekerja dengan kombinasi pembebanan untuk menentukan luas batang sag-rod yang diperlukan. Umumnya batang sag-rod tidak ada perhitungan yang terperinci, tetapi langsung ditentukan dengan mempertimbangkan bentang serta jarak kuda-kuda. Pada perancangan ini, digunakan batang sag-rod $\varnothing 8\text{mm}$.

2.2.2 Rencana Beban Kuda-kuda

Perencanaan beban kuda-kuda yang bekerja dapat dilakukan setelah dimensi dari gording, sag-rod dan lainnya ditentukan. Dengan berpedoman dari denah rencana atap yang ada dapat dibuat bagan rencana kuda-kuda seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini.

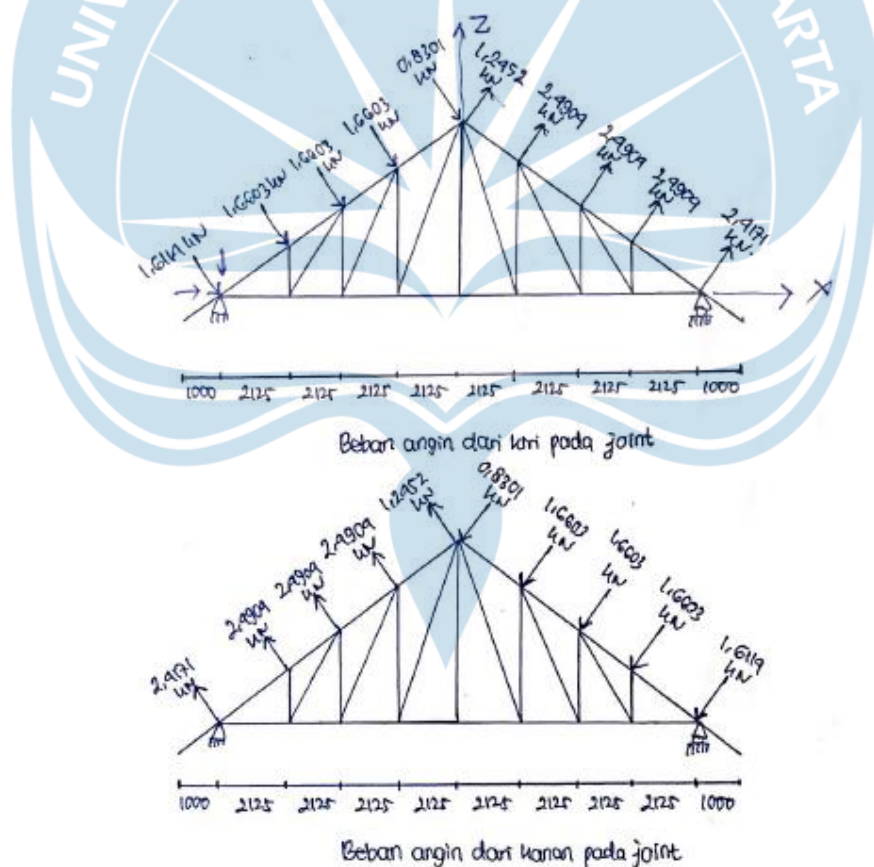


Gambar 2.2 Bagan rencana kuda-kuda

Beban P_1 , P_2 , dan P_3 adalah beban mati yang dihitung berdasarkan jarak gording dan panjang gording. Untuk berat atap dan plafon ditentukan

dari peraturan pembebanan yang berlaku. Berat sendiri kuda-kuda diperkirakan sebesar 0,50 kN/m. Berdasarkan perhitungan didapat beban P_1 sebesar 8,4629 kN, beban P_2 sebesar 9,2272 kN, dan beban P_3 sebesar 9,466 kN. Untuk beban hidup diambil sebesar 1,0 kN di setiap joint.

Selain itu, beban yang bekerja pada kuda-kuda adalah beban angin. Pada beban angin terdapat koefisien angin tiup (C_{ti}) dan angin hisap (C_{is}) yang sesuai dengan peraturan pembebanan. Beban angin bekerja di tiap-tiap joint atas kuda-kuda. Terdapat dua arah untuk beban angin yang bekerja, yaitu beban angin dari kiri dan beban angin dari kanan. Berdasarkan perhitungan didapat beban angin W_1 sebesar 1,6114 kN, W_2 sebesar 1,6603 kN, W_3 sebesar 0,8301 kN, W_4 sebesar 1,2452 kN, W_5 sebesar 2,4904 kN, dan W_6 sebesar 2,4171 kN.



Gambar 2.3 Bagan beban angin yang bekerja

Dari bagan rencana kuda-kuda dan perhitungan beban yang telah didapatkan, dibuat model dalam 2 dimensi menggunakan *software* dalam

hal ini digunakan SAP2000 untuk mencari defleksi serta gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur kuda-kuda yang kemudian digunakan untuk menentukan dimensi elemen kuda-kuda.

2.2.3 Rencana Elemen Kuda-kuda

Pada perancangan elemen kuda-kuda terdapat dua elemen yang perlu diperhatikan yaitu elemen tarik dan elemen tekan. Dari kedua jenis elemen tersebut dirancang terlebih dahulu untuk mendapatkan dimensi profil bajanya dan kemudian dilakukan pengecekan terhadap syarat kelangsingan agar dapat ditentukan panjang elemen maksimal. Pada perancangan ini digunakan profil baja *double angle* 2L60×60×6 dengan tebal 10 mm untuk elemen bagian luar dan profil baja *double angle* 2L50×50×5 dengan tebal 10 mm untuk elemen bagian dalam.

2.2.4 Rencana Sambungan Elemen Kuda-kuda

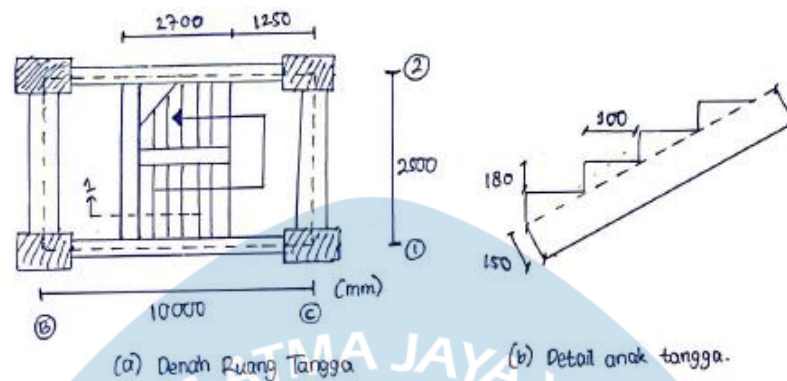
Untuk perancangan sambungan elemen kuda-kuda terdapat dua jenis sambungan yang biasa digunakan, yaitu sambungan baut dan sambungan las. Pada sambungan baut perlu diperhitungkan kekuatannya terhadap kegagalan geser baut dan juga kegagalan tumpu pada pelat sambungan akibat tegangan tarik elemen.. Berdasarkan perhitungan didapat jumlah baut pada sambungan sebanyak 2 baut dengan jenis baut ulir dengan diameter 12 mm.

2.3 Perancangan Tangga dan Pelat

2.3.1 Denah Ruang Tangga

Pada perancangan tangga ditentukan terlebih dahulu bentuk denah ruang tangga. Untuk merancang ruang tangga hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu lebar bordes yang besarnya minimum selebar tangga, tinggi optrede dan panjang antrede untuk menentukan jumlah anak tangga antar lantai serta lebar tangga, dan sudut kemiringan tangga. Berdasarkan perhitungan pada perancangan ini, didapat lebar bordes minimum sebesar 1250 mm, tinggi optrede sebesar 180 mm, panjang antrede sebesar 300 mm, lebar tangga (Ltg) sebesar 2700 mm, jumlah anak tangga sebanyak 20 anak

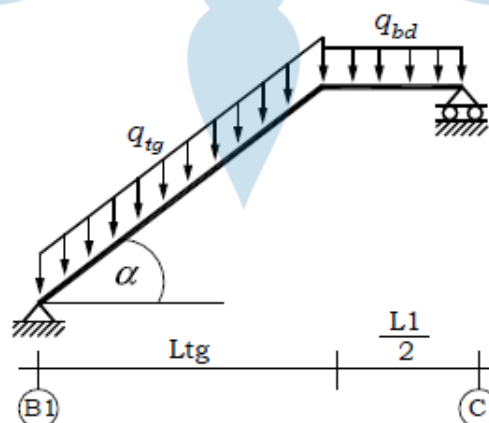
tangga, sudut kemiringan tangga sebesar $30,96^\circ$ dan ketebalan pelat tangga (h_{tg}) ditentukan sebesar 150 mm.



Gambar 2.4 Denah ruang tangga

2.3.2 Rencana Beban Tangga

Pada rencana beban tangga, dijabarkan terlebih dahulu beban-beban apa saja yang bekerja pada tangga. Beban-beban itu diantaranya adalah berat sendiri tangga, berat anak tangga, berat ubin dan spesi, serta berat railing. Setelah seluruh beban yang bekerja pada tangga ditentukan, dilakukan perhitungan gaya-gaya rencana dengan bantuan *software* SAP2000 dan kemudian digambar SFD dan BMD. Berdasarkan perhitungan didapat beban tangga (q_{tg}) sebesar $8,408 \text{ kN/m}^2$, beban bordes (q_{bd}) sebesar $5,65 \text{ kN/m}^2$ dan beban hidup minimum tangga sebesar $4,8 \text{ kN/m}^2$.



Gambar 2.5 Rencana pembebanan tangga

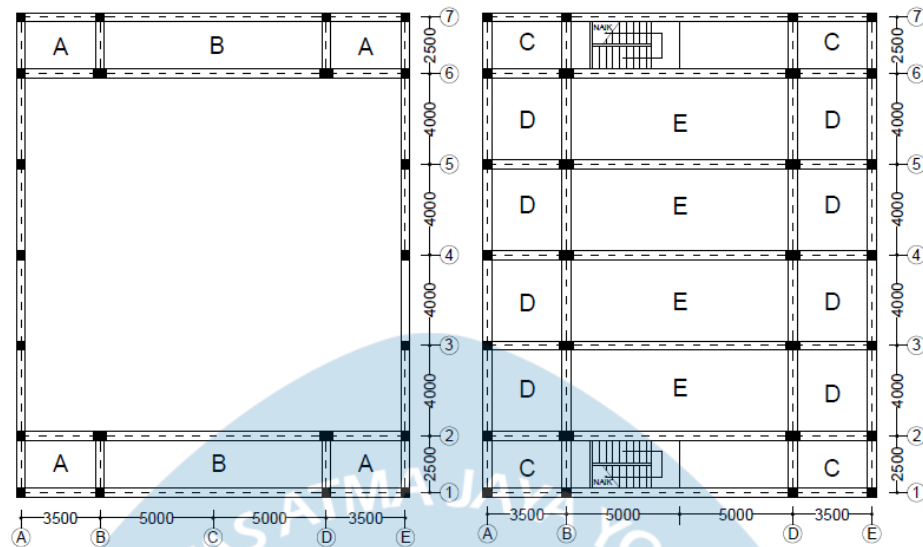
2.3.3 Rencana Penulangan Tangga

Untuk rencana penulangan tangga dapat dilakukan apabila sudah didapat gaya-gaya rencana tangga yaitu gaya geser dari diagram SFD, momen dari diagram BMD serta reaksi tumpuan tangga. Dari gaya-gaya rencana itu lalu dihitung luas tulangan tangga yang dibutuhkan dan dilakukan pengecekan terhadap tebal tangga (h_{tg}) terhadap gaya geser rencana tangga. Berdasarkan perhitungan didapat momen rencana (M_{ur}) sebesar 35,64 kNm dan gaya geser rencana (V_{ur}) sebesar 33,956 kN. Untuk penulangan pada tangga dibagi menjadi 2 area yaitu area tumpuan dan area lapangan. Berdasarkan perhitungan digunakan tulangan pokok D16-400 dan tulangan susut P8-100 untuk area tumpuan. Sedangkan untuk area lapangan digunakan tulangan pokok D16-200 dan tulangan susut P8-100.

Tahapan selanjutnya yaitu dilakukan rencana penulangan balok bordes tangga. Untuk dimensi balok bordes diasumsikan sebesar 300×400 mm. Berdasarkan perhitungan digunakan tulangan pokok 3D13 pada area tumpuan dan lapangan. Untuk tulangan sengkang digunakan 2P8-150 pada area tumpuan maupun lapangan. Setelah itu, dilanjutkan lagi dengan perencanaan pondasi tangga dengan mempertimbangkan daya dukung ijin pada tanah dimana pondasi tersebut didirikan. Berdasarkan perhitungan digunakan tulangan pokok D16-400 dan tulangan bagi P8-125. Untuk tebal pondasi diasumsikan memiliki ketebalan 150 mm dan setelah dilakukan pengecekan hasilnya adalah aman.

2.3.4 Rencana Penulangan Pelat Lantai

Sebelum dilakukan perhitungan perencanaan pelat lantai, ditentukan terlebih dahulu gambar denah rencana pelat lantai beserta dengan balok-balok anak. Setelah itu, dilanjutkan dengan rencana pembebanan pelat. Berikut pada gambar 6 adalah denah rencana pelat lantai.



Gambar 2.6 Denah rencana pelat lantai

Lalu pada tabel 1 di bawah ini adalah rencana pembebanan pelat lantai pada masing-masing jenis fungsi pelat. Dapat dilihat bahwa pada perancangan pelat ini terbagi menjadi 2 jenis pelat yaitu pelat atap dan pelat lantai.

Tabel 2.1 Pembebanan pelat lantai

Fungsi Pelat	Macam Pembebanan	Tebal	Berat Volume	Berat Mati, D	Berat Mati Pelat	Berat Hidup, L	$W_u = 1,2.D + 1,6.L$
		Mm	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2
Atap	1. Beban sendiri	110	24	2,64			
	2. Beban pasir	-	-	-			
	3. Beban ubin + spesi	-	-	-			
	4. Beban plafon (20 kg/m^2)	-	-	0,20			
	5. Lain-lain	20	21	0,42			

			Total	3,26	0,62	1	5,512
Lantai	1. Beban sendiri	145	24	3,48			
	2. Beban pasir	50	18	0,9			
	3. Beban ubin + spesi	50	21	1,05			
	4. Beban plafon (20 kg/m ²)	-	-	0,20			
	5. Lain-lain	-	-	-			
			Total	5,63	2,15	4,8	14,436

Kemudian berdasarkan data pembebanan pelat lantai yang ada, dilanjutkan dengan penentuan tebal dan perhitungan kebutuhan tulangan di setiap pelat lantai dengan menggunakan konsep perancangan pelat dua arah. Lalu, didapatkan hasil berupa spesifikasi pelat lantai sebagai berikut.

Tabel 2.2 Hasil analisis dan spesifikasi pelat lantai

Tipe Pelat	Kondisi Tumpuan	Tebal Pelat	Mu	Vu	Tulangan	Tulangan
			kNm	kN	Pokok	Bagi
Atap A	Ly =	110 mm	1,8259	7,9235	P10-200	P8-200
	3500 mm					
	Lx =					
	2500 mm					
Atap B	Ly =	110 mm	2,1359	7,9235	P10-200	P8-200
	5000 mm					
	Lx =					
	2500 mm					
Lantai C	Ly =	145 mm	4,7819	20,7518	P10-250	P8-150
	3500 mm					

	Lx = 2500 mm					
Lantai D	Ly = 4000 mm Lx = 3500 mm	145 mm	7,4273	29,0525	P10-250	P8-150
Lantai E	Ly = 5000 mm Lx = 4000 mm	145 mm	11,0868	33,2028	P10-200	P8-150

2.4 Pemodelan 3 Dimensi

Pada pemodelan 3 dimensi, dilakukan *preliminary design* pada sistem struktur bangunan dengan menggunakan *software* ETABS. Dengan menggunakan data pembebanan yang sudah didapatkan sebelumnya maka dapat dimodelkan analisis strukturnya beserta dengan estimasi dimensi balok dan kolom untuk mendapatkan gaya dalam dan reaksi tumpuan. Estimasi dimensi balok yang akan digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 2.3 Estimasi dimensi balok

Bentang Balok	Dimensi Balok Lt. 2 & 3	Dimensi Balok Ring & Dag
L1 (4,0 m)	300 × 450 mm	250 × 300 mm
L2 (2,50 m)	300 × 450 mm	250 × 300 mm
B1 (3,50 m)	300 × 400 mm	250 × 300 mm
B2 (10,00 m)	300 × 650 mm	250 × 300 mm

Kemudian, untuk estimasi dimensi kolom yang akan digunakan yaitu 400 × 400 mm untuk kolom pada bagian luar bangunan dan 450 × 600 mm untuk kolom pada bagian dalam bangunan, serta untuk estimasi dimensi balok sloof yang terletak di dasar bangunan yaitu 250 × 500 mm. Lalu, pemodelan pembebanan gempa menggunakan data respon spektrum kota Lampung dengan jenis batuan tanah sedang yang didapat dari situs puskim.pu.go.id.

2.5 Perancangan Balok

Pada perancangan balok dibutuhkan data berupa momen rencana dan gaya geser rencana untuk kemudian dilakukan perhitungan kebutuhan tulangan pokok, tulangan geser, serta pengecekan keamanan balok. Data momen rencana dan gaya geser rencana hasil dari pemodelan 3 dimensi pada software ETABS adalah sebagai berikut.

Tabel 2.4 Momen rencana dan gaya geser rencana balok

Lantai	Bentang	Posisi	Momen Rencana (kNm)	Gaya Geser Rencana (kN)
2&3	A-B/D-E	Tumpuan	88,521	64,706
		Lapangan	9,215	
2&3	B-D	Tumpuan	401,543	213,852
		Lapangan	241,110	
Dag	A-B/D-E	Tumpuan	22,953	19,468
		Lapangan	4,098	
Dag	B-D	Tumpuan	94,998	48,208
		Lapangan	44,555	
Ring	A-B/D-E	Tumpuan	33,543	35,392
		Lapangan	5,996	
Ring	B-D	Tumpuan	150,317	97,79
		Lapangan	93,997	

Pada perhitungan kebutuhan tulangan pokok pada balok daerah tumpuan dan juga lapangan, dihitung terlebih dahulu rasio penulangan (ρ) yang kemudian dibandingkan dengan rasio penulangan maksimum (ρ_{maks}) dan rasio penulangan minimum (ρ_{min}). Persyaratan untuk rasio penulangan yang dapat digunakan adalah $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$. Kemudian dilanjutkan dengan penentuan diameter tulangan pokok yang direncanakan, perhitungan luas tulangan (A_{sperlu}) dan juga jumlah tulangan (n) yang dibutuhkan. Selanjutnya yaitu memeriksa keamanan balok dengan membandingkan

momen rencana (M_u) terhadap momen nominal (M_n) dengan persyaratan yaitu $\phi \cdot M_n > M_u$.

Pada perhitungan kebutuhan tulangan geser, dihitung terlebih dahulu kuat geser beton (V_c) dan juga kuat geser sengkang (V_s). Kemudian dilanjutkan dengan penentuan diameter tulangan geser yang direncanakan, perhitungan jarak antar sengkang (s) dan jarak antar sengkang maksimum (s_{maks}). Selanjutnya yaitu memeriksa keamanan balok dengan membandingkan luas tulangan geser (A_v) terhadap luas tulangan geser minimum (A_{vmin}) dengan persyaratan yaitu $A_v > A_{vmin}$.

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan tulangan pokok, tulangan geser serta pengecekan keamanan balok, maka didapatkan hasil akhir berupa estimasi kebutuhan tulangan pada balok sebagai berikut.

Tabel 2.5 Estimasi kebutuhan tulangan pada balok

Lantai	Bentang	Dimensi	Posisi	Tulangan Pokok	Tulangan Geser
2&3	A-B/D-E	300 × 400 mm	Tumpuan	3D22	2P10-150
			Lapangan	2D22	2P10-150
2&3	B-D	300 × 650 mm	Tumpuan	6D22	2P10-150
			Lapangan	4D22	2P10-150
Dag	A-B/D-E	250 × 300 mm	Tumpuan	2D16	2P10-120
			Lapangan	2D16	2P10-120
Dag	B-D	250 × 500 mm	Tumpuan	4D16	2P10-200
			Lapangan	2D16	2P10-200
Ring	A-B/D-E	250 × 300 mm	Tumpuan	3D16	2P10-120
			Lapangan	2D16	2P10-120
Ring	B-D	250 × 500 mm	Tumpuan	6D16	2P10-200
			Lapangan	4D16	2P10-200

2.6 Perancangan Kolom

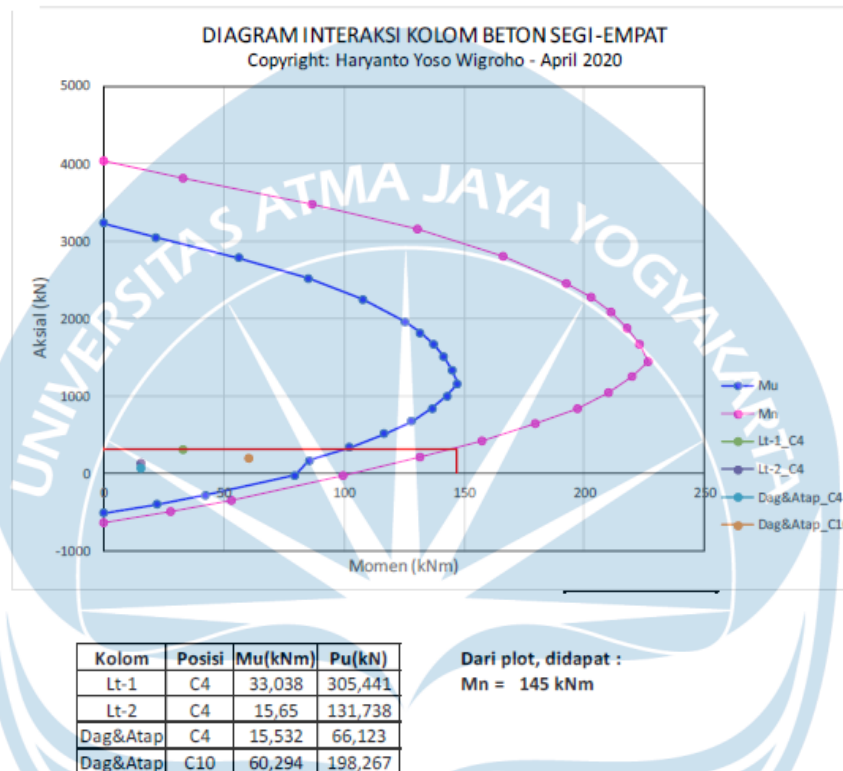
Pada perancangan kolom dibutuhkan data berupa momen dan gaya aksial rencana serta gaya geser rencana untuk kemudian dilakukan perhitungan kebutuhan tulangan pokok, tulangan geser, serta pengecekan keamanan kolom. Data momen dan gaya aksial rencana serta gaya geser rencana hasil dari pemodelan 3 dimensi pada software ETABS adalah sebagai berikut.

Tabel 2.6 Momen rencana, gaya aksial rencana, dan gaya geser rencana kolom

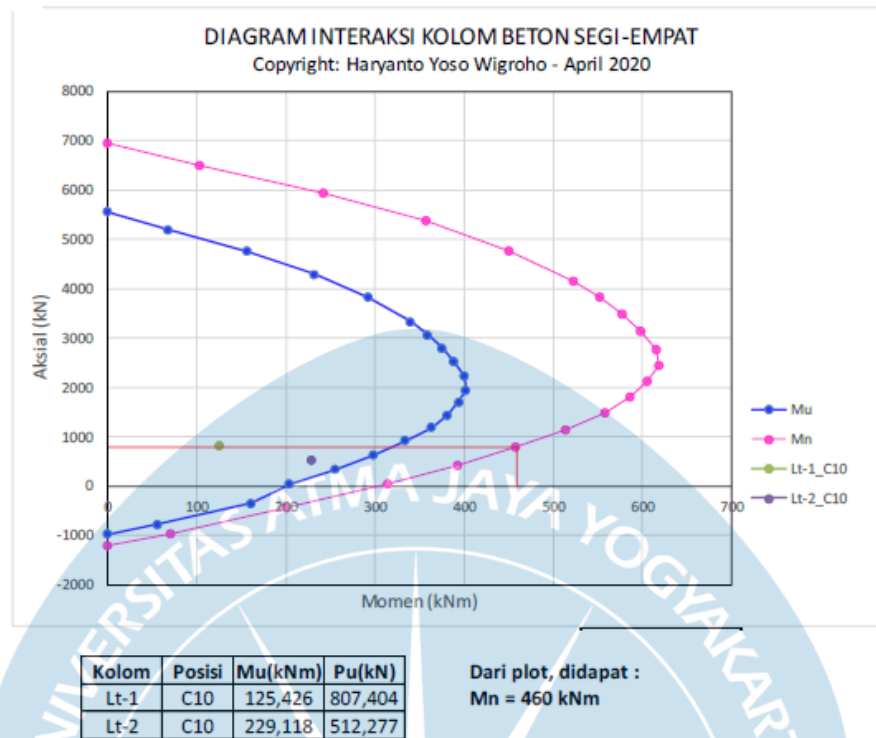
Lantai	Dimensi Kolom	Posisi yang menentukan	Momen Rencana (kNm)	Gaya Aksial Rencana (kN)	Gaya Geser Rencana V2 (kN)	Gaya Geser Rencana V3 (kN)
Lantai 1	C4 (400 × 400 mm)	Bawah	33,038	305,441	13,069	5,712
	C10 (450 × 600 mm)	Atas	125,426	807,404	46,976	10,832
Lantai 2	C4 (400 × 400 mm)	Bawah	15,65	131,738	9,927	8,664
	C10 (450 × 600 mm)	Bawah	229,118	512,277	139,907	20,138
Dag & Atap	C4 (400 × 400 mm)	Bawah	15,532	66,123	18,135	5,483
	C10 (400 × 400 mm)	Bawah	60,294	198,267	126,416	5,238

Dengan menggunakan data momen dan gaya aksial rencana serta gaya geser rencana, dilakukan perencanaan tulangan kolom dengan menggunakan diagram interaksi kolom. Asumsi rasio tulangan di awal (ρ) adalah sebesar 1% untuk mencari luas tulangan total (A_{tot}) yang kemudian disebar merata di seluruh sisi kolom. Seluruh gaya rencana yang sudah

didapatkan sebelumnya kemudian diplotkan ke dalam diagram interaksi kolom. Apabila seluruh gaya rencana masuk di dalam kurva yang menjadi persyaratan, maka kolom dapat digunakan. Berikut ini adalah gambar hasil dari plot diagram interaksi pada kolom dimensi 400×400 mm dan kolom dimensi 450×600 mm.



Gambar 2.7 Diagram interaksi kolom dimensi 400×400 mm



Gambar 2.8 Diagram interaksi kolom dimensi 450×600 mm

Khusus untuk merencanakan tulangan geser, digunakan pendekatan kapasitas kolom. Dengan menggunakan data gaya aksial rencana (P_u), diplot ke dalam diagram interaksi lalu dihubungkan dengan grafik momen nominal (M_n). Momen nominal (M_n) ini kemudian digunakan untuk menghitung kuat geser perlu (V_{uk}) yang nantinya digunakan untuk merencanakan kebutuhan tulangan geser kolom. Berdasarkan hasil perhitungan, untuk kolom dimensi 400×400 mm didapatkan kuat geser perlu (V_{uk}) sebesar 290 kN, dan untuk kolom dimensi 450×600 mm didapatkan kuat geser perlu (V_{uk}) sebesar 311,864 kN.

Melalui seluruh proses perhitungan kebutuhan tulangan pokok, tulangan geser serta pengecekan keamanan kolom, maka didapatkan hasil akhir berupa estimasi kebutuhan tulangan pada kolom sebagai berikut.

Tabel 2.7 Estimasi kebutuhan tulangan pada kolom

Lantai	Dimensi Kolom	Tulangan Pokok	Tulangan Geser
Lantai 1	C4 (400 × 400 mm)	8D16	3P10-75
	C10 (450 × 600 mm)	8D22	2P12-150
Lantai 2	C4 (400 × 400 mm)	8D16	3P10-75
	C10 (450 × 600 mm)	8D22	2P12-150
Dag & Atap	C4 (400 × 400 mm)	8D16	3P10-75
	C10 (400 × 400 mm)	8D16	3P10-75

2.7 Perancangan Pondasi dan Sloof

Pada pemodelan 3 dimensi menggunakan software ETABS didapatkan reaksi tumpuan berupa gaya aksial rencana yang nantinya digunakan untuk merancang struktur pondasi serta gaya geser rencana dan momen rencana yang digunakan untuk merancang sloof. Berikut ini adalah data hasil dari pemodelan 3 dimensi pada software ETABS.

Tabel 2.8 Momen rencana dan gaya aksial rencana pondasi

Lantai	Nomor Elemen / As	Momen Rencana (kNm)	Gaya Aksial Rencana (kN)
BASE	C4 / A=E	0	340,812
	C10 / B=D	0	963,030

Tabel 2.9 Momen rencana dan gaya geser rencana sloof

Lantai	Bentang	Posisi	Momen Rencana (kNm)	Gaya Geser Rencana (kN)
BASE	A-B / D-E	Tumpuan	53,597	32,37
		Lapangan	11,407	0
BASE	B-D	Tumpuan	55,537	22,812
		Lapangan	16,932	0

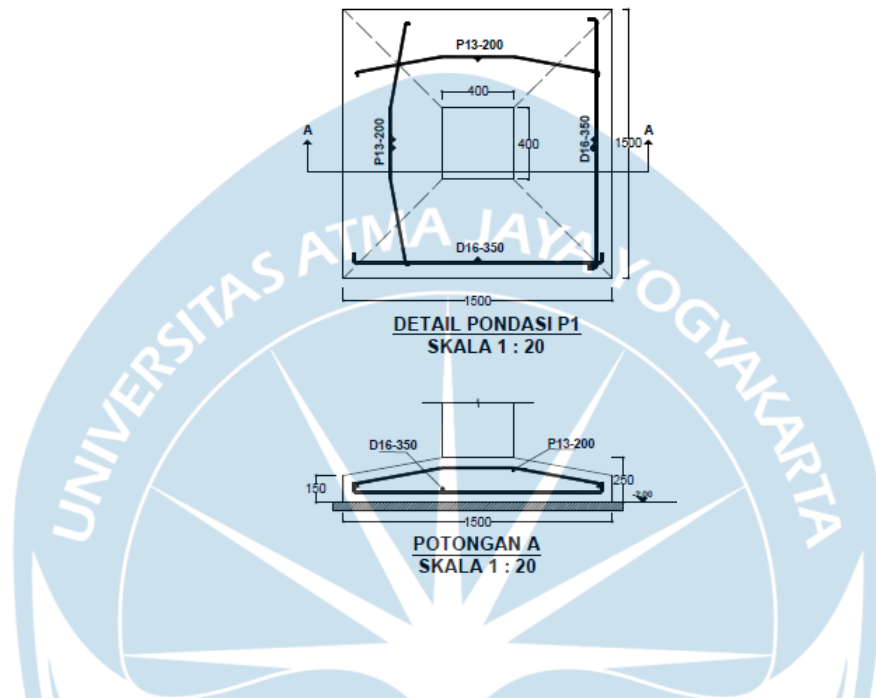
Berdasarkan perhitungan, maka untuk sloof pada bentang B-E dan sloof bentang B-D digunakan tulangan pokok 3D13 dan tulangan sengkang 2P10-200 untuk area tumpuan maupun lapangan.

Pada perencanaan pondasi, dengan menggunakan data berupa gaya aksial rencana yang tersalurkan melalui kolom menuju ke struktur pondasi, dapat dilakukan perhitungan untuk mencari gaya geser yang terjadi pada pondasi. Gaya geser tersebut kemudian digunakan untuk merancang kebutuhan tulangan pondasi.

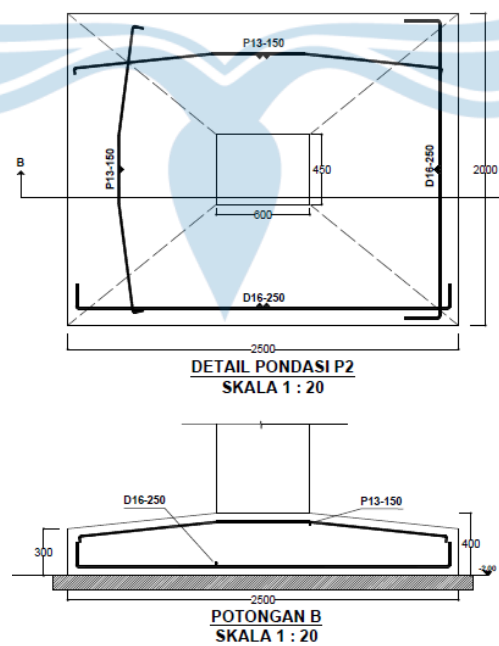
Pada tugas akhir ini, direncanakan 2 jenis pondasi yaitu pondasi P1 yang tersambung dengan kolom C2 dengan dimensi 400×400 mm dan pondasi P2 yang tersambung dengan kolom C10 dengan dimensi 450×600 mm. Letak pondasi berada pada kedalaman tanah keras sebesar 2,00 m. Berat volume tanah (γ) sebesar 18 kN/m^3 dan daya dukung tanah (σ) sebesar 200 kN/m^2 .

Sebelum menghitung kebutuhan tulangan pondasi, dicari terlebih dahulu dimensi pondasi. Berdasarkan perhitungan didapatkan dimensi pondasi P1 sebesar $1,5 \times 1,5$ m dan pondasi P2 sebesar $2,0 \times 2,5$ m. Kemudian dilakukan pengecekan terhadap syarat kontrol kuat geser beton (V_c) untuk pondasi pada 1 arah dan 2 arah (geser pons). Lalu kuat geser beton (V_c) dibandingkan dengan kuat geser rencana (V_u) dengan persyaratan yaitu $\phi \cdot V_c \geq V_u$. Lalu, untuk perhitungan kebutuhan tulangan

pondasi ditinjau per 1 m. Berdasarkan perhitungan maka untuk pondasi P1 digunakan tulangan pokok D16-350 dan tulangan bagi P13-200 serta untuk pondasi P2 digunakan tulangan pokok D16-250 dan tulangan bagi P13-150. Berikut ini adalah gambar detail pondasi beserta penulangannya.



Gambar 2.9 Detail pondasi P1



Gambar 2.10 Detail pondasi P2