

BAB II

PERANCANGAN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG

2.1 Tinjauan Umum

Dalam Perancangan Bangunan Gedung ini, proses design dengan menggunakan system struktur rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Pemodelan struktur dilakukan untuk mengetahui gaya-gaya dalam yang terjadi pada struktur serta perilaku struktur akibat beban yang bekerja. Hasil dari pemodelan struktur digunakan sebagai acuan untuk mendesain dimensi penampang struktur beserta tulangan yang diperlukan. Model struktur dikerjakan dengan beberapa idealisasi. Sebagai contoh, pelat lantai dan dinding geser sebagai elemen shell, sedangkan balok dan kolom sebagai elemen frame. Bangunan gedung yang dirancang dalam laporan tugas akhir ini adalah gedung sekolah 3 lantai.

Standar yang digunakan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. SNI 03-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.
2. SNI 1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung.
3. SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.

2.2 Metode Perancangan

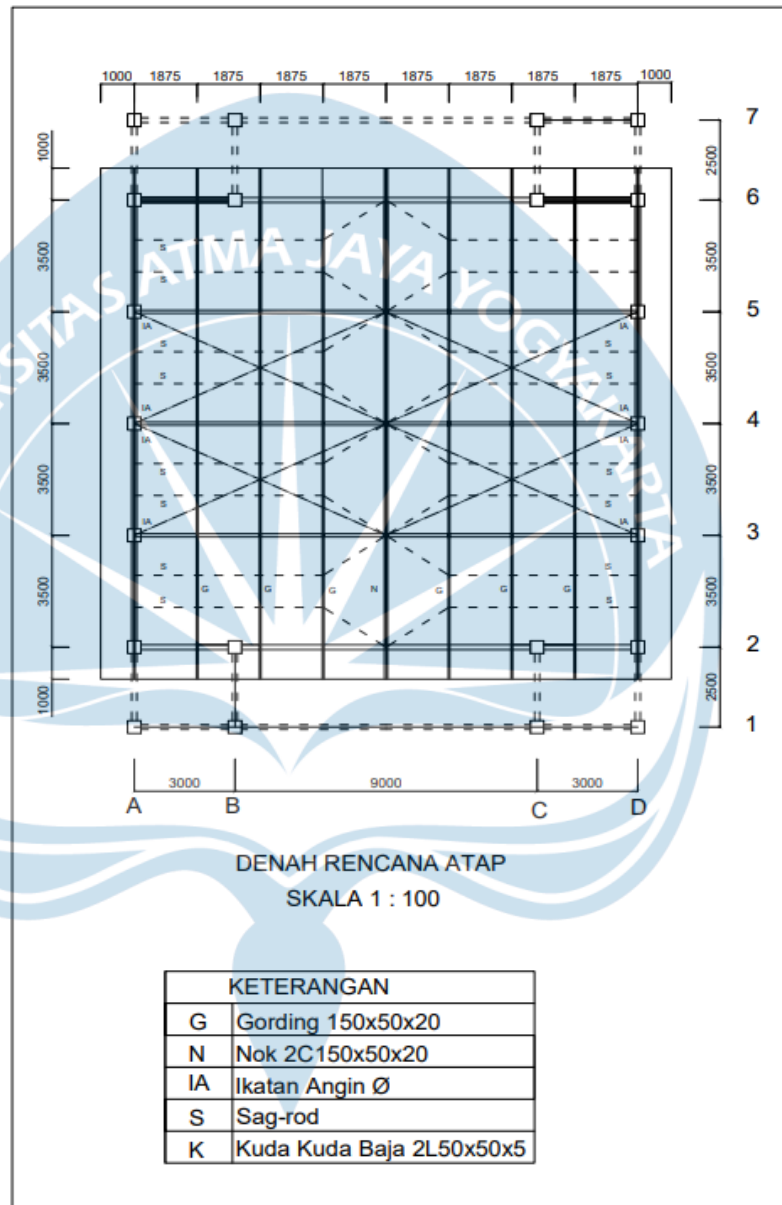
Tahapan perancangan dalam desain bangunan ini adalah penentuan data struktur dan material. Data yang ditentukan adalah kemiringan atap, jumlah gording, tekanan angin, tinggi anak tangga, penulangan, mutu baja dan mutu beton.

Setelah penentuan data, maka langkah selanjutnya dilakukan perhitungan dan analisis untuk menentukan dimensi profil kerangka atap, dimensi kolom, dimensi balok, tangga, dan pelat lantai dengan jumlah penulangan yang dibutuhkan.

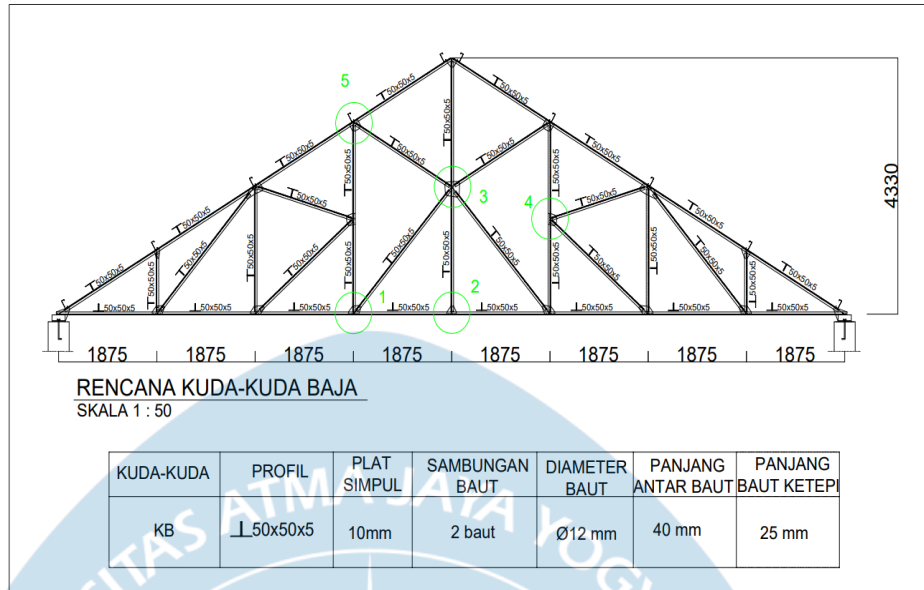
2.3 Hasil Perancangan

1. Struktur Atap

Struktur atap direncanakan seperti gambar desain berikut. (gambar 2.2 dan gambar 2.3)



Gambar 2.1 Denah rencana atap



Gambar 2.2 Rencana kuda-kuda baja

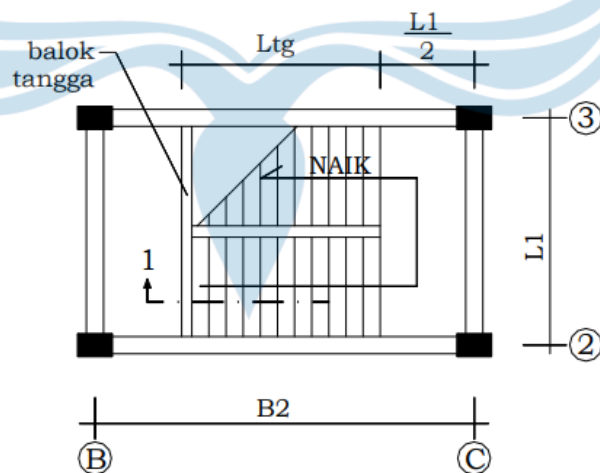
Kuda-kuda direncanakan sepanjang 15 meter dengan struktur baja ringan. Peraturan yang digunakan adalah SNI 03-1729-2002. Perencanaan struktur dimulai dengan penentuan profil gording yang akan digunakan yaitu C 150x50x20 dengan ketebalan 2 mm. Profil gording yang sudah ditentukan kemudian dilakukan pengecekan kekuatan. Pemeriksaan berdasarkan beban yang harus dihampu oleh gording adalah beban sendiri, beban atap, beban plafon, beban hidup, pengecekan momen, dan cek tegangan pada profil baja tersebut. Dari hasil pemeriksaan profil C 150x50x20 dengan ketebalan 2 mm memenuhi syarat, sehingga digunakan profil tersebut untuk kebutuhan gording. Untuk batang ikatan angin biasanya tidak ada hitungan yang terperinci, biasanya langsung ditentukan dengan mempertimbangkan bentang dan jarak kuda-kuda. Untuk kasus ini batang ikatan angin ditentukan 16mm. Selanjutnya dilakukan perancangan profil kuda-kuda dengan menggunakan profil *double angle* 50x50x5, profil dilakukan evaluasi berdasarkan kekuatan dengan pemeriksaan batang Tarik dan tekan. Dari hasil pemeriksaan yang didapatkan, profil *double angle* 50x50x5 memenuhi syarat, sehingga dapat digunakan sebagai profil kuda-kuda. Sambungan pada struktur atap menggunakan sambungan baut dengan diameter 12 mm dan dengan kuat baut ($f_u=560$ MPa).

Kekuatan geser baut, tumpu baut, kebutuhan baut dan pemasangan baut dilakukan evaluasi, sehingga mendapatkan hasil sambungan baut dengan jumlah 2 baut dan dipasang dengan jarak 40 mm.

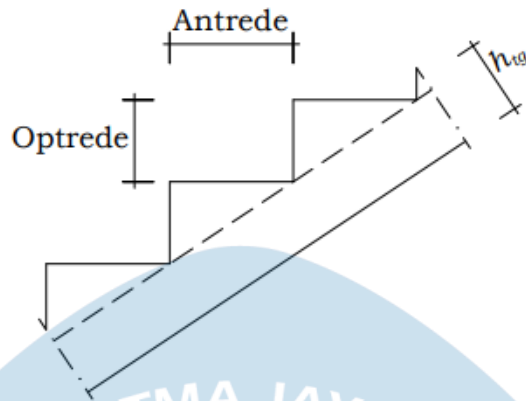
2. Tangga

Pada merancang tangga, Langkah awal yang harus dilakukan adalah menentukan denah dan dimensi tangga seperti *optrade* dan *antrede*. Dalam penentuan *optrade* dan *antrede* harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut.

- Menentukan lebar bordes yang besarnya minimum adalah selebar tangga, jadi dalam hal ini lebar bordes ialah setengah lebar dari L1.
- Menentukan tinggi optrede (O) yang besarnya antara 150mm sampai 200mm, sehingga jumlah anak tangga antar lantai adalah tinggi lantai dibagi dengan O ($n_{tg} = \frac{h_{lt}}{O}$). Sedapat mungkin besarnya O merupakan bilangan bulat dalam ukuran milimeter.
- Besarnya antrede (A) ditentukan 280mm atau 300mm, sehingga lebar tangga Ltg adalah $(\frac{1}{2} \times \frac{h_{lt}}{O} - 1) A$.
- Sudut kemiringan tangga adalah $\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{O}{A} \right)$.

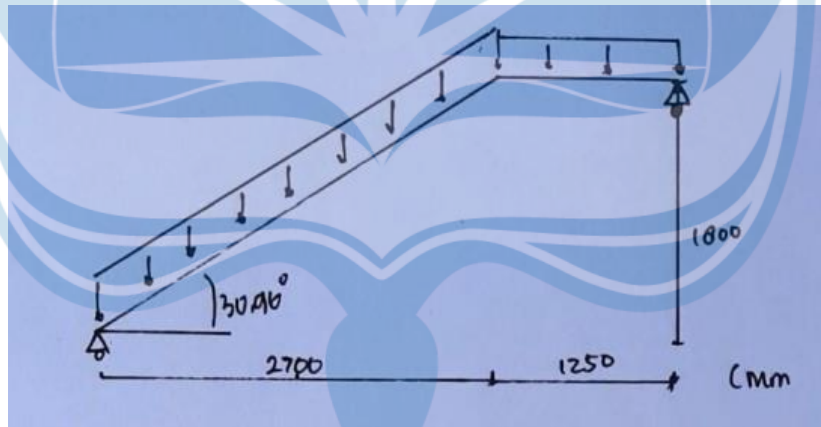


Gambar 2.3 Denah penempatan tangga

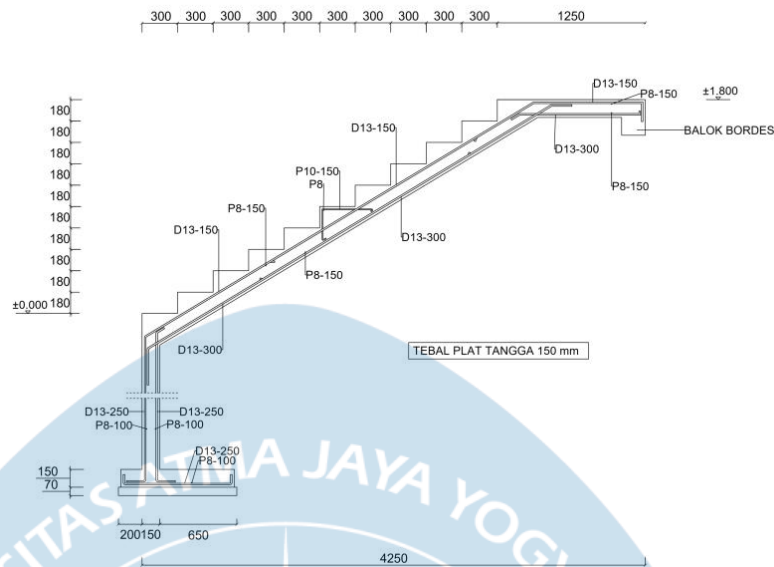


Gambar 2.4 Detail anak tangga

Setelah ditentukan dimensi anak tangga, maka selanjutnya menganalisis beban tangga untuk mendapatkan gaya-gaya dalam yang akan digunakan untuk menghitung kebutuhan tulangan. Langkah terakhir adalah menghitung kebutuhan tulangan tangga.



Gambar 2.5 Rencana pembebanan tangga



Gambar 2.6 Detail penulangan tangga

3. Plat Lantai

Dalam merancang plat lantai, langkah awal adalah menentukan denah rencana plat lantai, lengkap dengan balok-balok anak. Dari denah rencana plat tersebut kemudian direncanakan pembebanan plat.

Tabel 2.1 Pembebanan pada masing-masing plat

fungsi plat	macam pembebanan	tebal	B. Vol	B. Mati	B. Mati plat	B. Hidup	Wu = 1.2D + 1.6L
		mm	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³
Atap	1. berat sendiri	100	24	2,4			
	2. beban pasir						
	3. beban ubin + spasi						
	4. beban plafon			0,2			
	5. lain-lain + finishing (Wp)	50	21	0,42			
				total	3,02		1
lantai	1. berat sendiri	125	24	2,88			
	2. beban pasir	50	18	0,9			
	3. beban ubin + spasi	50	21	1,05			
	4. beban plafon			0,2			
	5. lain-lain + finishing (Wp)						
				total	5,03	2,13	2,5

Selanjutnya menghitung kebutuhan tulangan plat dengan cara menghitung rasio penulangan (ρ perlu) yang kemudian dibandingkan dengan rasio maksimal (ρ maks) maupun rasio minimum (ρ min) dan harus memenuhi syarat yaitu $\rho \text{ min} \leq \rho \text{ perlu} \leq \rho \text{ maks}$. Rasio

penulangan dihitung untuk menentukan luas penulangan atau (A_s perlu), (A_s perlu) harus lebih besar dari luas tulangan minimum ($A_{s\ min}$).

Tabel 2.2 Analisa penulangan pelat

tipe plat	kondisi tumpuan	ly	arah	koev 0,001x	Mu kN.m	Vu kN	Diameter Vd kN	A mm ²	dipasang		
		lx							T. Pokok mm ²	T.bagi	
atap A = C	Ly = 3000 lx = 2500 Wu = 5,224 ht = beban sendiri	1,2	Mlx	46	1,5019	7,51	0	0	P10-350		P8-350
			Mtx	46							
			Mly	38	1,2407						
			Mty	38							
atap B	Ly = 9000 lx = 2500 Wu = 5,224 ht = beban sendiri	3,6	Mlx	63	2,05695	7,51	0	0	P10-350		P8-200
			Mtx	63							
			Mly	13	0,42445						
			Mty	38							
lantai A = C	Ly = 3000 lx = 2500 Wu = 10,03 ht = 125000	1,2	Mlx	46	2,88535	14,43	0	0	P10-300		P8-150
			Mtx	46							
			Mly	38	0,380974						
			Mty	38							
lantai B	Ly = 9000 lx = 2500 Wu = 10,03 ht = 125000	3,6	Mlx	63	3,951675	14,43	0	0	P10-300		P8-200
			Mtx	63							
			Mly	13	0,815425						
			Mty	38							
lantai D = F	Ly = 3500 lx = 3000 Wu = 10,03 ht = 125000	1,2	Mlx	46	4,154904	17,31	0	0	P10-250		P8-150
			Mtx	46							
			Mly	38	3,432312						
			Mty	38							
lantai E	Ly = 9000 lx = 3500 Wu = 10,03 ht = 125000	2,6	Mlx	63	7,745283	20,2	0	0	P10-100		P8-200
			Mtx	63							
			Mly	13	1,598233						
			Mty	13							

4. Analisis Gempa

Beban gempa yang digunakan pada perencanaan ini mengacu pada peraturan SNI 1726-2012 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung, dimana analisis gempa yang digunakan adalah analisis dinamik *spectrum respons*. Langkah awal yang dilakukan dalam analisis ini adalah menentukan lokasi gedung, yaitu berada di provinsi aceh dengan nilai $S_Ds = 1,333g$ dan $S_{D1} = 0,7g$ dan gedung berfungsi sebagai sekolah sehingga masuk pada kategori resiko IV dan factor keutamaan gempa (I_c)=1,5. Perhitungan pembebanan gaya akibat gaya gempa dilakukan pada aplikasi ETABS dengan model 1 dan 2 harus translasi, rasio V_d/V_s harus lebih dari 85%. (hasil pemodelan dan graik *spectrum respons* seperti pada lampiran ?)

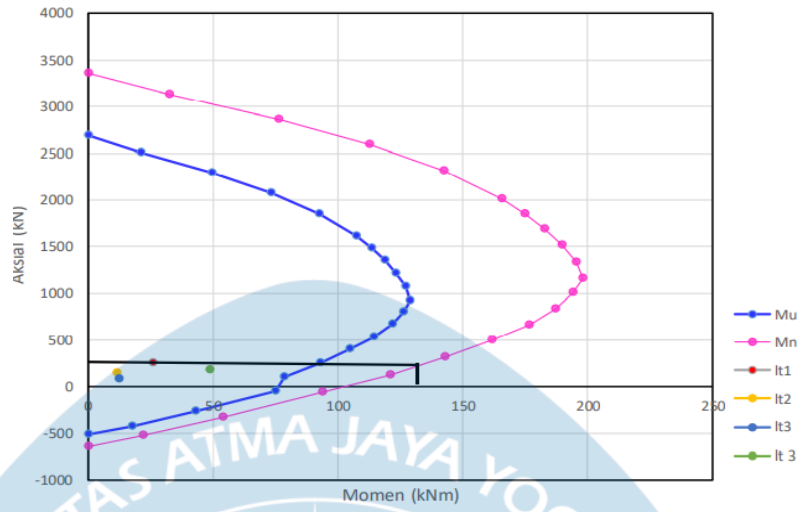
5. Balok

Langkah awal dalam merencanakan balok adalah menentukan dimensi balok induk dan balok anak. Tinggi balok direncanakan dengan $h=1/10 L$ sampai dengan $1/15 L$ dan lebar $b=1/2 h$ sampai dengan $2/3 h$. Untuk langkah selanjutnya adalah penentuan rasio (ρ perlu) yang dibandingkan dengan rasio maksimum (ρ maks) serta rasio minimum (ρ min) yang terpilih harus memenuhi syarat yaitu ρ min ρ perlu $\leq \rho$ maks. Selanjutnya penentuan luas tulangan (A_s perlu) dan jumlah tulangan (n) yang dibutuhkan, lalu keamanan balok diperiksa dengan membandingkan momen lentur akibat beban berfaktor (M_u) dengan momen nominal (M_n) dengan syarat nilai M_u tidak boleh melebihi nilai M_n , dan syarat tersebut berlaku untuk tulangan lapangan dan tumpuan. Kemudian menghitung tulangan geser dengan menentukan kuat geser beton (V_c), lalu hitung kuat geser sengkang yang diperlukan (V_s) serta jarak sengkang (s).

6. Kolom

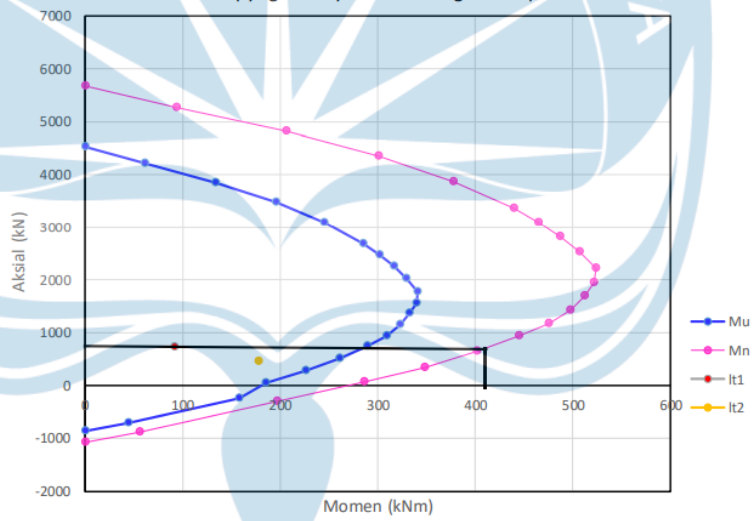
Kolom direncanakan berukuran 400×400 mm dan 450×600 mm dengan tinggi untuk lantai 1 5400 mm dan untuk lantai di atasnya 3600 mm, dengan gaya pada kolom didapatkan dari hasil analisis struktur beton yang bekerja pada rangka bangunan dengan menggunakan software ETABS. Kemudian hasil yang diperoleh dianalisis dan dihitung kembali sehingga mendapatkan dimensi kolom, selanjutnya nilai M_{ux} dan M_{uy} dihitung kembali dengan menggunakan diagram interaksi kolom NodMod maka didapatkan kebutuhan tulangan kolom. Untuk Langkah terakhir data gaya geser (V_u) yang diperoleh digunakan untuk menghitung kebutuhan tulangan geser kolom.

DIAGRAM INTERAKSI KOLOM BETON SEGI-EMPAT
 Copyright: Haryanto Yoso Wigroho - April 2020



Gambar 2.7 Diagram interaksi kolom 400x400

DIAGRAM INTERAKSI KOLOM BETON SEGI-EMPAT
 Copyright: Haryanto Yoso Wigroho - April 2020



Gambar 2.8 Diagram interaksi kolom 450x600

2.4 Kesimpulan

Di bawah ini table 2.3 sampai 2.6 merupakan kesimpulan hasil perencanaan tulangan plat tangga, bordes, plat lantai, balok dan kolom.

Tabel 2 3 Rekap penulangan plat tangga dan bordes

Tulangan tangga tumpuan	Tulangan pokok	D13-150
	Tulangan susut	P8-100
Tulangan tangga lapangan	Tulangan pokok	D13-300
	Tulangan susut	P8-150
Tulangan bordes tumpuan	Tulangan pokok	D13-150
	Tulangan susut	P8-100
Tulangan bordes lapangan	Tulangan pokok	D13-150
	Tulangan susut	P8-150
Tulangan pondasi	Tulangan pokok	D13-250
	Tulangan susut	P8-100
Tulangan Sengkang tumpuan	Tulangan pokok	P8-150

Tabel 2 4 Rekap penulangan plat lantai

Plat atap A=C	Tulangan pokok	P10-350
	Tulangan bagi	P8250
Plat atap B	Tulangan pokok	P10-350
	Tulangan bagi	P8-250
Plat lantai A=C	Tulangan pokok	P10-300
	Tulangan bagi	P8-200
Plat lantai B	Tulangan pokok	P10-300
	Tulangan bagi	P8-200
Plat lantai D=F	Tulangan pokok	P10-250
	Tulangan bagi	P8-150
Plat lantai E	Tulangan pokok arah x	P10-100
	Tulangan pokok arah y	P10-300
	Tulangan bagi	P8-200

Tabel 2.5 Rekap penulangan balok

Balok	Tulangan Tumpuan	Tulangan lapangan	Tulangan sengkang
30x40	2D22	2D22	2P10-150
30X65	5D22	3D22	2P10-150
25X30	2D19	2D19	2P10-100
25X50	2D19	2D19	2P10-200
25X30(ring)	2D19	2D19	2P10-100
25X50(ring)	4D19	3D19	2P10-200

Tabel 2.6 Rekap penulangan kolom

Kolom	Tulangan	Sengkang
40x40	8D16	2P10-50
45x60	8D22	2P10-50