

## BAB V

### HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Umum

Pada gedung bertingkat perlakuan struktur akibat beban menyebabkan terjadinya distribusi gaya. Biasanya untuk mempersingkat hitungan, Perancang menganggap elemen-elemen tertentu pada bangunan portal memiliki persamaan gaya, sehingga hasil perhitungan sama untuk elemen tersebut.

Gedung yang didesain ulang pada Tugas Akhir ini terletak di jalan Wates km 5,5 Bodeh, Ambar, Ketawang, Gamping. Pembebanan pada struktur sesuai dengan ketentuan PPPURDG 1987.

Dalam perancangan ini untuk rangka baja menggunakan metode LRFD yaitu perencanaan dengan mempertimbangkan tegangan ultimit, sehingga beban-beban yang terjadi akan dikalikan dengan *over capacity factor*. Kapasitas nominal dari setiap elemen yang telah didesain dikalikan dengan *under capacity factor*.

Spesifikasi bahan yang dipakai pada perancangan ulang ini, digunakan profil baja dengan mutu BJ 37,  $f_y = 240 \text{ Mpa}$  dan  $f_u = 370 \text{ Mpa}$  untuk kuda-kuda, balok dan kolom. Sambungan menggunakan baut dan las, mutu A325-X,  $f_u = 807 \text{ MPa}$  dengan diameter baut 12,7 mm sampai 30 mm. Beton pada lantai pelat dipakai  $f'_c = 25 \text{ MPa}$  dengan baja tulangan polos kurang atau sama dengan 12 mm dipakai mutu baja  $f_y = 240 \text{ MPa}$ . Beton pada *Pile cap* dipakai  $f'_c = 25 \text{ MPa}$

dengan baja tulangan lebih besar dari 12 mm dipakai mutu baja  $f_y = 400 \text{ MPa}$ . Pada pondasi mutu beton yang dipakai  $f'_c = 35 \text{ MPa}$ , pondasi berbentuk persegi empat dengan panjang sisi 300 mm.

Perancangan Ulang ini menggunakan program bantu SAP 2000 untuk perhitungan kuda-kuda dan ETABS untuk perhitungan struktur portal. Program SAP 2000 dan ETABS berguna untuk mencari momen, gaya aksial dan gaya geser yang terjadi pada struktur. Penggunaan program bantu ini akan mempercepat dalam mencari momen dan gaya dibandingkan memakai metode-metode manual, hal ini dikarenakan proses perhitungannya sudah terkomputerisasi. Gaya-gaya luar dikombinasi dengan ketentuan SNI 03-1729-2002 sehingga didapat gaya-gaya yang terjadi hasil kombinasi yang digunakan sebagai perhitungan perencanaan.

## 5.2 Atap Rangka Baja

Atap pada perancangan ini berbentuk pelana menggunakan struktur rangka tidak kaku sebagai kuda-kuda atap yang terdiri dari satu macam tipe kuda-kuda berdasarkan pembebanannya. Profil yang digunakan profil *double angel* dan profil bulat untuk *sagrod* dan *tierodnya*. Analisis Struktur pada Atap menggunakan program SAP 2000 versi 7.42. Sedangkan desainnya menggunakan hitungan manual yang mengacu pada metode *LRFD*. Pada atap terdapat kenopi yang menyambung dengan atap tetapi dalam perhitungannya dipisahkan agar mempermudah dalam pengerjaan hitungannya. Kenopi atap menggunakan baja profil *W* yang disambung kaku dengan kolom.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Perencanaan Atap

Sagrod	Tierod	Gording (profil baja)	Kenopi (profil baja)
Ø 10 mm	Ø 10 mm	C 150 x 50 x 20 x 23	W10 x 17

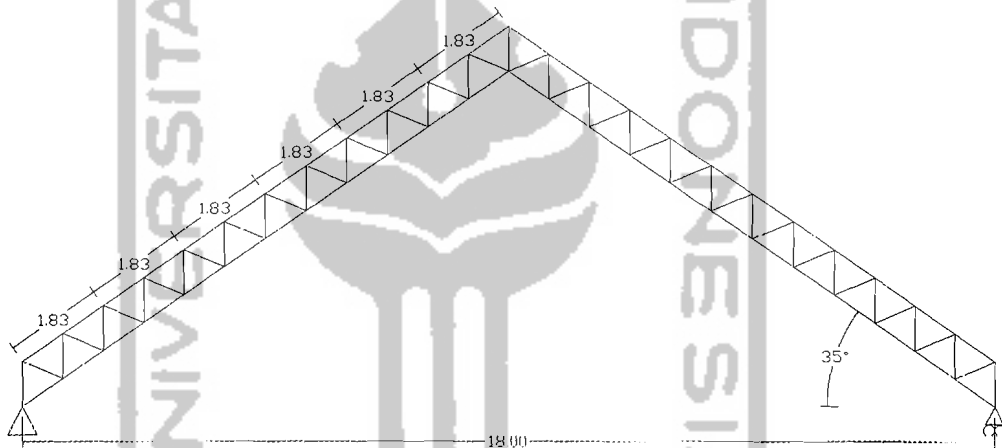
Tabel 5.2 Rekapitulasi Perencanaan Kuda-kuda

Profil Baja	Tebal pelat sambung (mm)
2L60x60x6	10
2L70x70x7	10
2L40x40x4	10

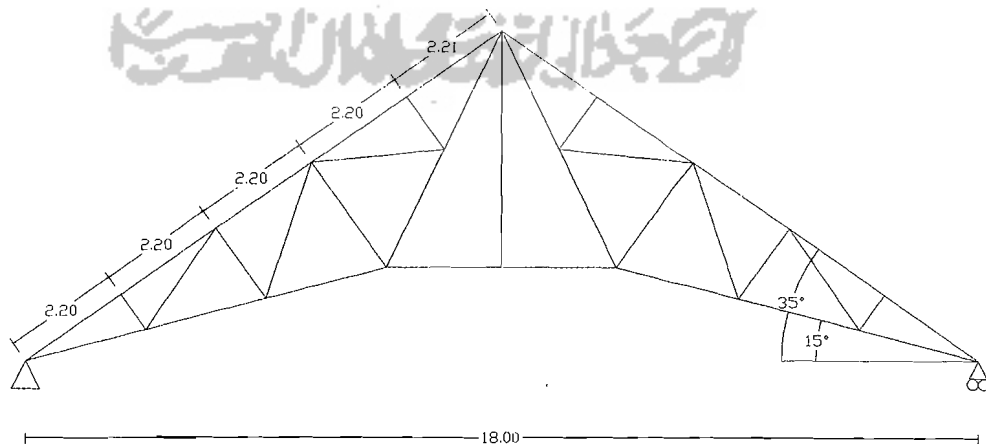
**Pembahasan:**

- Dengan mengasumsikan struktur kuda-kuda sebagai rangka batang tidak kaku maka elemen struktur hanya menerima gaya aksial saja sedangkan momen dapat diabaikan. Hal ini disebabkan karena gaya aksial lebih berpengaruh atau lebih besar dibandingkan momen, pada struktur rangka batang tidak kaku.
- Pada bangunan yang telah ada memakai gording C126x60x20x3 sedangkan dari perencanaan ulang kami didapat C150x50x20x2,3. Kami memakai profil ini karena dari hasil hitungan kami profil ini memenuhi persyaratan kuat nominal dari momen lentur penampang dan lendutan dua arah. Lendutan dua arah profil ini sebesar 8,6 mm kurang dari  $\frac{L}{360} = 10 \text{ mm}$  sehingga profil ini termasuk efisien karena mendekati batas syarat lendutan maksimum.

- Terjadi perbedaan bentuk struktur rangka atap (masih dalam sudut dan bentang yang sama) dengan bangunan Rumah Sakit PKU Muhammadiyah II Jogjakarta, untuk struktur rangka atap pada bangunan Rumah Sakit ini banyak terjadi sambungan antar batang sedangkan pada perancangan ulang ini kami meminimalkan sambungan antara batang, dengan meminimalkan join-join batang diharapkan dapat menghemat baut yang digunakan. Untuk lebih jelas lihat gambar dibawah ini:



**Gambar 5.1** Kuda-Kuda RS PKU



**Gambar 5.2** Kuda-Kuda Hasil Desain Tugas Akhir

### 5.3 Pelat Beton

Pada bangunan ini terdiri dari pelat lantai dan pelat atap yang menggunakan bahan beton bertulang. Perencanaan pelat atap berdasarkan perbandingan panjang sisi-sisinya dan dukungan pada pelat, sehingga didapat tipe pelat satu arah dan dua arah dengan ditumpu keempat sisinya. Perancangan pelat mengacu pada PBBI tabel 13.3.2.

Tebal pelat lantai direncanakan 120 mm sedang pelat atap 100 mm. Penentuan tebal pelat lantai dan pelat atap didasarkan pada panjang bentang sesuai dengan rumus SK-SNI T-15-1991-03. Pada pelat atap digunakan tulangan pokok P10 dan tulangan bagi P8, begitu pula pada pelat lantai.

**Tabel 5.3 Rekapitulasi Pelat Satu Arah**

No	Dimensi	Pelat	$Mu^-$	$Mu^+$	$Mu^-$	Susut
1	7200x2400	Atap	P8-250	P8-125	P8-250	P8-200
2	7200x2400	Selasar	P10-325	P10-175	P10-150	P8-200
3	7200x2400	Balkon	P10-325	P10-175	P10-150	P8-200
4	7200x1800	Balkon	P10-325	P10-325	P10-300	P8-200

**Tabel 5.4 Rekapitulasi Pelat Dua Arah Pelat Atap**

No	Pelat Atap	Dimensi (m)	Tulangan pokok			Tulangan Bagi
			$lx$	$tx$	$ly$	
1	P1	7,2 x 3,6	P10-175	P10-175	P10-200	P8-200
2	P2	7,2 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-200	P8-200

Tabel 5.5 Rekapitulasi Pelat Dua Arah Pelat Lantai 3

No	Pelat Lantai	Dimensi (m)	Tulangan pokok				Tulangan Bagi
			$l_x$	$t_x$	$l_y$	$t_y$	
1	P1	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-175	P10-175	P8-200
2	P2	7,2 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-150	P10-150	P8-200
3	P3	7,2 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-150	P10-150	P8-200
4	P4	4,8 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-150	P10-150	P8-200
5	P5	3,6 x 3,6	P10-175	P10-175	P10-150	P10-150	P8-200
6	P6	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-200	P10-200	P8-200
7	P7	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-200	P10-200	P8-200
8	P8	5,4 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-175	P10-175	P8-200
9	P9	3,6 x 3,6	P10-225	P10-225	P10-200	P10-200	P8-200
10	P10	1,8 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
11	P11	3,6 x 2,4	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
12	P12	3,6 x 3,6	P10-200	P10-200	P10-175	P10-175	P8-200
13	P13	2,7 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
14	P14	3,6 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
15	P15	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-250	-	P8-200
16	P16	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-175	P10-175	P8-200
17	P17	7,2 x 3,6	P10-100	P10-100	P10-150	P10-150	P8-200
18	P18	7,2 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-150	P10-150	P8-200
19	P19	7,2 x 3,6	P10-90	P10-90	P10-150	P10-150	P8-200
20	P20	3,6 x 3,6	P10-175	P10-175	P10-150	P10-150	P8-200

Tabel 5.6 Rekapitulasi Pelat Dua Arah Pelat Lantai 2

No	Pelat Lantai	Dimensi (m)	Tulangan pokok				Tulangan Bagi
			$l_x$	$t_x$	$l_y$	$t_y$	
1	P1	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-175	P10-175	P8-200
2	P2	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-200	P10-200	P8-200

Lanjutan Tabel 5.6

No	Pelat Lantai	Dimensi (m)	Tulangan pokok				Tulangan Bagi
			$l_x$	$t_x$	$l_y$	$t_y$	
3	P3	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-200	P10-200	P8-200
4	P4	5,4 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-175	P10-175	P8-200
5	P5	2,7 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
6	P6	1,8 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
7	P7	3,6 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
8	P8	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-250	-	P8-200
9	P9	7,2 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-175	P10-175	P8-200
10	P10	7,2 x 3,6	P10-100	P10-100	P10-150	P10-150	P8-200

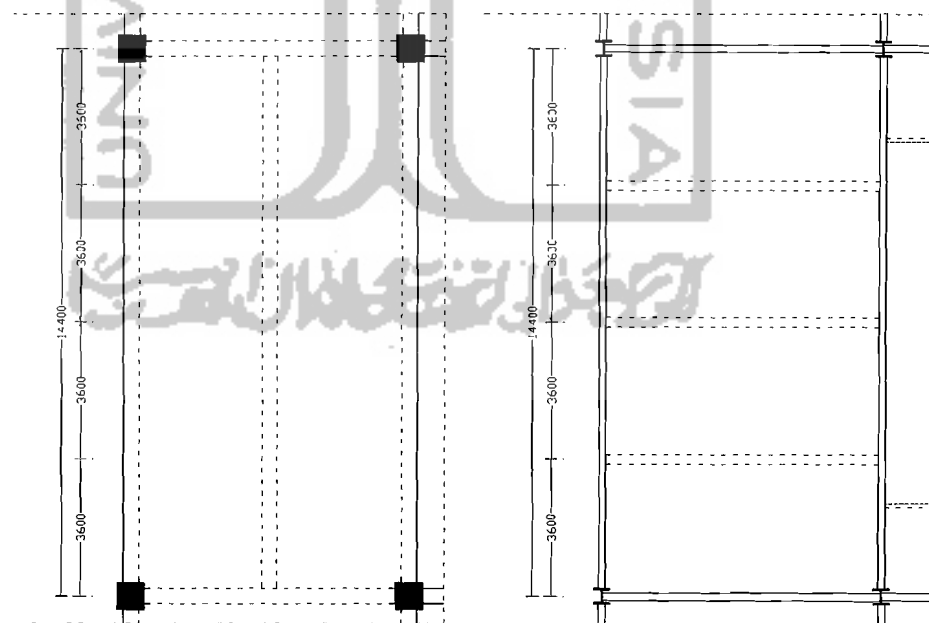
Tabel 5.7 Rekapitulasi Pelat Dua Arah Pelat Lantai 1

No	Pelat Lantai	Dimensi (m)	Tulangan pokok				Tulangan Bagi
			$l_x$	$t_x$	$l_y$	$t_y$	
1	P1	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-175	P10-175	P8-200
2	P2	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-200	P10-200	P8-200
3	P3	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-200	P10-200	P8-200
4	P4	5,4 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-175	P10-175	P8-200
5	P5	2,7 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
6	P6	1,8 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
7	P7	3,6 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
8	P8	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-250	-	P8-200
9	P9	7,2 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-175	P10-175	P8-200
10	P10	7,2 x 3,6	P10-100	P10-100	P10-150	P10-150	P8-200

**Pembahasan:**

- Pada perancangan ulang ini kami merubah sebagian posisi balok anak terhadap balok induk. Contohnya pelat selasar yang terletak pada portal

3 dengan portal 4, pada bangunan yang telah ada pelat ini berukuran  $3,6\text{ m} \times 14,4\text{ m}$ , satu balok anak yang membentang sejajar dengan balok induk sepanjang  $14,4\text{ m}$  arah  $y$  sedangkan pada perancangan ulang ini kami memberi tiga buah balok anak sepanjang  $7,2\text{ m}$  arah  $x$  sehingga didapat 3 buah ukuran pelat yang sama besar yaitu dengan ukuran  $7,2\text{ m} \times 3,6\text{ m}$ . Berdasarkan ukuran pelat tersebut maka pada bangunan yang telah ada merupakan pelat satu arah sedangkan pada perancangan ulang ini merupakan pelat dua arah. Kami memberi beri balok anak arah  $x$  atau tegak lurus dengan balok induk yang mempunyai supaya bentang balok anak tidak terlalu panjang dan dapat sebagai pengaku pencegah puntir pada balok induk. Untuk lebih jelasl gambar dibawah ini:



**Gambar 5.3** Perbedaan Penempatan Balok Anak Pada RS PKU dan Tugas

Akhir



#### 5.4 Balok Profil Baja

Balok merupakan struktur portal sehingga direncanakan berdasarkan analisis portal. Analisis portal menggunakan program ETABS versi 8.08. Dalam perencanaan ini terdapat balok induk dan balok anak. Pada perancangan balok induk dan balok anak, kekuatan kapasitas nominal balok harus lebih besar atau sama dengan kekuatan yang dibutuhkan. Ledutan ijin balok harus kurang dari yang disyaratkan. Balok anak direncanakan komposit dengan pelat lantai, yang diharapkan supaya tinggi balok baja lebih efisien/tidak sama dengan balok induknya. Profil yang dihasilkan dari perencanaan balok dengan metode LRFD dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 5.8** Rekapitulasi Balok Anak

No	Atap	
	Balok Anak	Profil baja
1	Ba1	W10 X 30
2	Ba2	W6 X 12
	Lantai	
3	Ba1	W12 X 58
4	Ba2	W10 X 88
5	Ba3	W12 X 65
6	Ba4	W8 X 15
7	Ba5	W8 X 13
8	Ba6	W6 X 8,5
9	Ba7	W6 X 9
10	Ba8	W10 X 17

**Tabel 5.9** Rekapitulasi Balok Induk

No	Atap	
	Balok Induk	Profil Baja
1	B1	W12 X 26
2	B2	W12 X 30
3	B3	W12 X 40
4	B4	W8 X 13
<b>Lantai</b>		
5	B1	W18X 50
6	B2	W18 X 60
7	B3	W21 X 182
8	B4	W24 X 62
9	B5	W12 X 26

**Pembahasan:**

- Ukuran balok induk pada bangunan yang telah ada berukuran 900 mm x 400 mm, 700 mm x 400 mm dan untuk balok anak berukuran 600 mm x 400 mm. Perancang ulang ini kami memakai profil baja yang bisa dilihat tabel 5.8 dan 5.9.
- Balok pada bangunan yang telah ada memakai bahan beton bertulang dengan mutu beton  $f'_c$  25 MPa dan mutu baja tulangan U-39 sedangkan pada Tugas Akhir ini kami memakai bahan baja profil  $W$  dengan  $f_y$  sebesar 240 MPa, dengan memakai bahan baja diharapkan berat bangunan akan berkurang.
- Pada balok menggunakan profil baja bentuk  $W$ , bentuk  $W$  sangat efisien untuk memikul lentur karena flensnya lebar dan tebal

badannya tipis sehingga perbandingan momen inersia dan berat profilnya besar.

### 5.5 Kolom Profil Baja

Kolom juga merupakan struktur portal yang direncanakan berdasarkan dari analisis portal. Perencanaan kolom didasarkan pada prinsip desain *strong Column and weak beam*, dimana respon struktur ( $M_{u,k}$ ,  $N_{u,k}$  dan  $V_{u,k}$ ) terlebih dahulu dicari berdasarkan kapasitas maksimum profil balok yang digunakan.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Kolom

No	Kolom	Profil Baja
1	K1	W14 X 398
2	K2	W14 X 342
3	K3	W14 X 283
4	K4	W14 X 61

#### Pembahasan:

- Ukuran kolom pada bangunan yang telah ada yaitu  $700 \text{ mm} \times 700 \text{ mm}$  sedangkan profil yang kami gunakan untuk perancangan ulang ini dapat dilihat pada tabel 5.10. Ukuran kolom pada bangunan yang telah ada sama untuk semua kolom tetapi jumlah tulangan yang digunakan berbeda
- Kolom pada bangunan yang telah ada memakai bahan beton bertulang dengan  $f'_c 25 \text{ MPa}$  dan baja tulangan U-39 pada perancangan ulang ini kami memakai baja profil  $W$  dengan BJ-37. Kami memilih BJ-37

karena BJ-37 terletak dalam range tegangan leleh A36. Baja A36 adalah baja standar dari AISC sehingga BJ-37 dan A36 hampir sama.

## 5.6 Sambungan Baja

Sambungan yang digunakan pada perancangan ulang ini merupakan sambungan baut dan las atau kombinasi dari keduanya. Dalam perancangan ulang ini sambungan dalam portal dapat dibagi menjadi 4 yaitu: sambungan kolom dengan kolom, sambungan balok induk dengan kolom, sambungan balok Induk dengan balok induk dan sambungan Balok induk dengan balok anak.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Sambungan Kolom dengan Kolom

Kolom			K1	K2	K3	K4
Profil baja			W14 x 398	W14 x 342	W14 x 283	W14 x 61
Sayap	luar	Tpl	37 mm	36 mm	35 mm	11 mm
		db	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm
		nb	8	6	6	4
	dalam	Tpl	47 mm	41 mm	35 mm	12 mm
		db	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm
		nb	8	6	6	4
Badan	Tbl	16 mm	10 mm	10 mm	10 mm	
	db	24 mm	24 mm	24 mm	24 mm	
	nb	6	4	4	4	

Tabel 5.12 Rekapitulasi Sambungan Balok dengan Kolom

No	Balok	Profil baja	Tarik		Geser		tpl	Las (Inch)
			db (mm)	n baut	db (mm)	n baut		
1	B1 A	W12 x 26	20	4	20	2	21	1/8

Lanjutan Tabel 5.12

No	Balok	Profil baja	Tarik		Geser		tpl	Las (Inch)
			db (mm)	n baut	db (mm)	n baut		
2	B2 A	W12 x 30	24	4	24	2	22	3/16
3	B3 A	W12 x 40	24	4	24	2	26	3/16
4	B4 A	W8 x 13	16	4	16	2	14	1/8
5	B1 L	W18 x 50	30	4	30	2	28	1/4
6	B2 L	W18 x 60	24	6	24	4	25	1/4
7	B3 L	W21 x 182	30	12	30	6	32	1/2
8	B4 L	W24 x 62	30	4	30	4	30	1/4
9	B5 L	W12 x 26	20	4	20	2	21	3/16

Tabel 5.13 Rekapitulasi Sambungan Balok Induk

No	Balok	Profil baja	Bandan			Sayap		
			db (mm)	n baut	Tpl (mm)	db (mm)	n baut	Tpl (mm)
1	B3 A	W12 x 40	16	6	6	24	6	12
2	B4 L	W24 x 62	20	10	13	24	22	34

Tabel 5.14 Rekapitulasi Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk

No	Balok Anak	Profil baja	db (mm)	n baut	Tpl (mm)	Ukuran Las (inch)	Panjang las (mm)
1	Ba1 A	W10 x 30	16	3	4	3/16	181
2	Ba2 A	W6 x 12	12,7	2	4	3/16	80
3	Ba1 L	W12 x 58	16	3	6	5/16	152
4	Ba2 L	W10 x 88	12,7	4	7	5/16	225
5	Ba3 L	W12 x 65	16	3	6	5/16	163
6	Ba4 L	W8 x 15	12,7	3	4	3/16	114

Lanjutan Tabel 5.14

No	Balok Anak	Profil baja	db (mm)	n baut	Tpl (mm)	Ukuran Las (inch)	Panjang las (mm)
7	Ba5 L	W8 x 13	12,7	3	4	3/16	106
8	Ba6 L	W6 x 8,5	12,7	2	4	3/16	57
9	Ba7 L	W6 x 9	12,7	2	4	3/16	58
10	Ba8 L	W10 x 17	16	3	4	3/16	139

### 5.7 Pelat Dasar dan Pedestal Kolom

Pelat dasar merupakan tumpuan untuk kolom pada tingkat dasar sebelum gaya-gaya yang bekerja diteruskan pada pondasi, pelat dasar kolom terbuat dari baja lembaran. Perencanaan pelat dasar ini berdasarkan gaya aksial dan momen yang terjadi. Desain plat dasar kolom dipengaruhi oleh momen arah  $x$  ( $M_{w, kx}$ ) dan arah  $y$  ( $M_{w, ky}$ ).

Adapun dimensi pelat dasar dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 5.15** Rekapitulasi Dimensi Pelat Dasar Kolom

No	Pelat dasar	$L$ (mm)	$B$ (mm)	Tebal Pelat Dasar (mm)
1	BS 1	1200	800	76
2	BS 2	1200	600	84
3	BS 3	1200	400	85
4	BS 4	500	300	14

Pedestal (kaki kolom) merupakan elemen struktur yang berfungsi sebagai tempat perletakan pelat dasar kolom, terbuat dari beton.

Tabel 5.16 Rekapitulasi Pedestal Kolom

No	Pedestal	L (mm)	B (mm)	H (mm)	$\phi$ (mm)	n	$\phi$ senggang	n kaki	S <sub>pakai</sub> (mm)
1	Pd 1	1300	900	300	D16	59	P10	4	150
2	Pd 2	1300	700	400	D16	46	P10	4	150
3	Pd 3	1300	500	300	D16	33	P10	2	100
4	Pd 4	600	400	100	D16	12	P10	2	100

### 5.8 Pile cap

Perencanaan pondasi *pile cap* dipergunakan untuk menyatukan kelompok tiang pancang yang bekerja pada suatu kolom, *pile cap* terbuat dari bahan beton bertulang.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Pile Cap Pondasi

No	Pile cap	L (mm)	B (mm)	Tp (mm)	Penulangan Lentur Arah x		Penulangan Lentur Arah y	
					$\phi$ tul (mm)	S pakai (mm)	$\phi$ tul (mm)	S pakai (mm)
1	Pc1	2700	2700	1000	D25	100	D22	100
2	Pc 2	2700	2458,8	1000	D22	100	D22	100
3	Pc 3	2700	1800	900	D20	100	D20	100
4	Pc 4	1800	1800	600	D20	150	D19	100

#### Pembahasan:

- Ukuran *pile cap* yang didapatkan dari hasil perhitungan perancangan ulang ini berdasarkan jumlah tiang pancang yang didapat. Jumlah tiang pancang yang digunakan pada perancangan ulang ini lebih

sedikit dibandingkan dengan jumlah tiang pancang yang ada pada bangunan yang telah ada sehingga ukuran *pile cap* pada perancangan ulang ini lebih kecil.

## 5.9 Pondasi

Pondasi direncanakan dengan tiang pancang. Dipilih pondasi tiang pancang dikarenakan tanah pada lokasi proyek ini mempunyai muka air tanah yang tinggi.

**Tabel 5.18** Rekapitulasi Pondasi

No	Pondasi	B (mm)	H (mm)	Jumlah Tiang Pancang
1	Po 1	300	300	9
2	Po 2	300	300	7
3	Po 3	300	300	6
4	Po 4	300	300	4

### Pembahasan:

- Untuk bangunan yang telah ada jumlah tiang pancang untuk satu kelompok yaitu berjumlah 9, 10 dan 12 tiang. Pada perancangan ulang ini jumlah tiang pancang untuk satu kelompok tiang yaitu berjumlah 4,6,7 dan 9 tiang.. jumlah tiang pancang yang digunakan pada perancangan ulang ini lebih sedikit karena berat bangunannya lebih ringan yang disebabkan menggunakan portal baja.
- Bangunan yang telah ada menggunakan pondasi tiang pancang dengan mutu beton standar pabrik PT Tonggak Ampuh yaitu K500. Pada



perancangan ulang kami menggunakan tiang pancang dengan  $f'_c$  35 MPa. Berdasarkan hasil hitungan  $f'_c$  35 MPa masih bisa digunakan, dengan menurunkan  $f'_c$  diharapkan lebih efisien.

- Bangunan yang telah ada menggunakan pondasi tiang pancang yang berbentuk segitiga sama sisi dengan panjang sisi nya 320 mm. Pada perancangan ulang ini kami menggunakan pondasi tiang pancang berbentuk persegi empat dengan panjang sisi nya 300 mm. Bentuk ini kami pilih agar mudah dalam perhitungan perencanaannya.

#### 5.10 Tie Beam

*Tie beam* merupakan suatu bagian dari konstruksi yang memiliki fungsi untuk membuat kekakuan lateral pada konstruksi sehingga stabilitas struktur menjadi lebih baik. Kekakuan ini juga berfungsi untuk menjaga konstruksi dari guling/puntir, pergeseran maupun penurunan.

Tabel 5.19 Rekapitulasi *Tie beam*

No	<i>Tie beam</i>	B	H	Senggang	Tulangan	Tulangan
		(mm)	(mm)	Pakai	Pokok	Susut
1	S1	400	600	P10-150	8D20	6P12
2	S2	400	600	P10-150	6D20	6 P12
3	S3	400	600	P10-150	4D20	6 P12