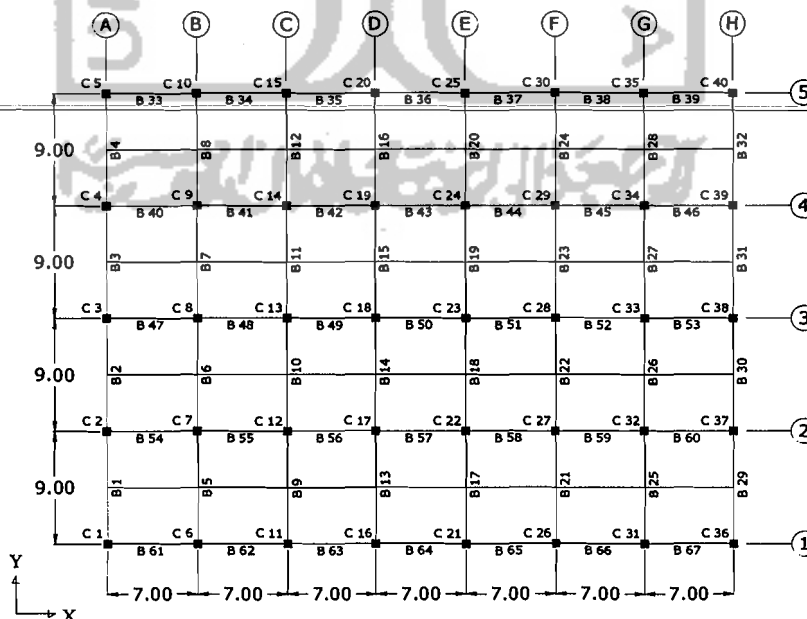


BAB V

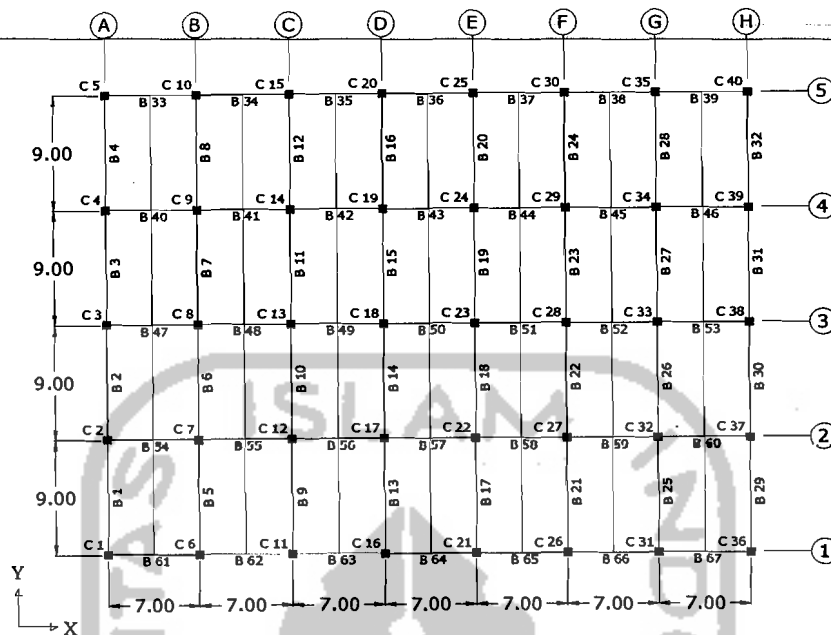
ANALISIS STRUKTUR

5.1 Pendahuluan

Analisis struktur untuk tahap pendisainan ini menggunakan model 3-D dengan tingkat sebanyak 15 tingkat. Model disain yang digunakan adalah sistem struktur portal dengan variasi balok anak arah x dan arah y. Perencanaan gaya geser gempa didasarkan pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1726-2002, dimana gaya geser gempa tersebut direncanakan menggunakan struktur beton dengan tingkat daktilitas penuh. Untuk menjamin agar gedung berperilaku elastis maka perlu diambil nilai faktor reduksi gempa (R) sebesar 8,5.



Gambar 5.1 Denah struktur dengan balok anak arah x.



Gambar 5.2 Denah struktur dengan balok anak arah y.

5.2 Pembebanan Struktur

5.2.1 Rencana Dimensi Awal Elemen Struktur

Dimensi awal elemen struktur yang digunakan adalah :

1. Kolom

- Kolom lantai 1 – 4 = 850 × 850 mm.
- Kolom lantai 5 – 10 = 800 × 800 mm.
- Kolom lantai 11 – 13 = 700 × 700 mm.
- Kolom lantai 14 = 650 × 650 mm.
- Kolom lantai 15 = 550 × 550 mm.

2. Balok Induk

- Balok induk arah x = 750 × 350 mm.
- Balok induk arah y = 600 × 300 mm.

3. Balok Anak

- Balok anak lantai atap = 500×250 mm.
- Balok anak lantai = 550×250 mm.

5.2.2 Pembebanan Lantai dan Berat Struktur

1. Pembebanan atap

Beban yang bekerja :

a. Beban mati

Berat pelat	= $0,1 \cdot 2400$	= 240 kg/m^2
Berat plafond	= $1 \cdot 18$	= 18 kg/m^2
Lapis kedap air	= $0,02 \cdot 2400$	= 48 kg/m^2
Ducting AC	= $1 \cdot 15$	= 15 kg/m^2
		= 321 kg/m^2
b. Beban hidup	= 100	= 100 kg/m^2

2. Pembebanan lantai

Beban yang bekerja :

a. Beban mati

Berat pelat	= $0,1 \cdot 2400$	= 240 kg/m^2
Berat plafond	= $1 \cdot 18$	= 18 kg/m^2
Berat pasir	= $0,05 \cdot 1800$	= 90 kg/m^2
Berat spesi	= $0,02 \cdot 2400$	= 48 kg/m^2
Berat tegel	= $0,01 \cdot 2400$	= 24 kg/m^2

$$\text{Ducting AC} = 1 \cdot 15 = 15 \text{ kg/m}^2$$

$$= 483 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{b. Beban hidup} = 250 = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{c. Beban tembok x} = 0,15 \cdot 3,1 \cdot 1700 = 790,5 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban tembok y} = 0,15 \cdot 3,25 \cdot 1700 = 828,75 \text{ kg/m}$$

Kontrol tebal plat rencana struktur balok anak arah x

$$h_{\min} = \frac{0,8 + \frac{fy}{1500}}{36 + 9 \cdot \beta} \cdot (\ln) = \frac{0,8 + \frac{300}{1500}}{36 + 9 \cdot (7000/4500)} \cdot (4500) = 90 \text{ mm} \quad \text{Pers.(3.13)}$$

Dipakai tebal plat rencana = 120 mm, berarti anggapan bisa dipakai.

Kontrol tebal plat rencana struktur balok anak arah y

$$h_{\min} = \frac{0,8 + \frac{fy}{1500}}{36 + 9 \cdot \beta} \cdot (\ln) = \frac{0,8 + \frac{300}{1500}}{36 + 9 \cdot (9000/3500)} \cdot (3500) = 60 \text{ mm} \quad \text{Pers.(3.13)}$$

Dipakai tebal plat rencana = 120 mm, berarti anggapan bisa dipakai.

Perhitungan berat total struktur dengan balok anak arah x

1. Berat atap (lantai 15)

$$\text{Berat pelat atap} = 36 \cdot 49 \cdot 2,82 = 4974,46 \text{ kN}$$

$$\text{Berat balok induk y} = 0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,1 \cdot 288 \cdot 24 = 1036,8 \text{ kN}$$

$$\text{Berat balok induk x} = 0,55 \cdot 0,25 \cdot 0,1 \cdot 245 \cdot 24 = 661,5 \text{ kN}$$

$$\text{Berat balok anak} = 0,5 \cdot 0,25 \cdot 0,1 \cdot 196 \cdot 24 = 470,4 \text{ kN}$$

$$\text{Kolom} = 0,55 \cdot 0,55 \cdot 40 \cdot 3,85 \cdot 24 = 559,02 \text{ kN}$$

$$\text{Beban hidup} = 36 \cdot 49 \cdot 1 \cdot 0,3 = 529,2 \text{ kN}$$

$$\text{Total} = 8231,4 \text{ kN}$$

2. Berat lantai 11 – 14

Berat pelat atap	$= 36 \cdot 49 \cdot 4,17$	$= 7355,88$	kN
Berat balok induk y	$= 0,75 \cdot 0,35 \cdot 0,12 \cdot 288 \cdot 24$	$= 1524,096$	kN
Berat balok induk x	$= 0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,12 \cdot 245 \cdot 24$	$= 846,72$	kN
Berat balok anak	$= 0,55 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 196 \cdot 24$	$= 505,68$	kN
Kolom	$= 0,7 \cdot 0,7 \cdot 40 \cdot 3,85 \cdot 24$	$= 1811,04$	kN
Dinding y	$= 3,85 \cdot 0,75 \cdot 0,15 \cdot 288 \cdot 17$	$= 2276,64$	kN
Dinding x	$= 3,85 \cdot 0,6 \cdot 0,15 \cdot 245 \cdot 17$	$= 2030,438$	kN
Beban hidup	$= 36 \cdot 49 \cdot 2,5 \cdot 0,3$	$= 1323$	kN
Total		$= 17673,49$	kN

3. Berat lantai 5 – 10

Berat pelat atap	$= 36 \cdot 49 \cdot 4,17$	$= 7355,88$	kN
Berat balok induk y	$= 0,75 \cdot 0,35 \cdot 0,12 \cdot 288 \cdot 24$	$= 1524,096$	kN
Berat balok induk x	$= 0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,12 \cdot 245 \cdot 24$	$= 846,72$	kN
Berat balok anak	$= 0,55 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 196 \cdot 24$	$= 505,68$	kN
Kolom	$= 0,8 \cdot 0,8 \cdot 40 \cdot 3,85 \cdot 24$	$= 2365,44$	kN
Dinding y	$= 3,85 \cdot 0,75 \cdot 0,15 \cdot 288 \cdot 17$	$= 2276,64$	kN
Dinding x	$= 3,85 \cdot 0,6 \cdot 0,15 \cdot 245 \cdot 17$	$= 2030,438$	kN
Beban hidup	$= 36 \cdot 49 \cdot 2,5 \cdot 0,3$	$= 1323$	kN
Total		$= 18227,89$	kN

4. Berat lantai 2 – 4

Berat pelat atap	$= 36 \cdot 49 \cdot 4,17$	$= 7355,88$	kN
Berat balok induk y	$= 0,75 \cdot 0,35 \cdot 0,12 \cdot 288 \cdot 24$	$= 1524,096$	kN

Berat balok induk x	$= 0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,12 \cdot 245 \cdot 24$	$= 846,72$	kN
Berat balok anak	$= 0,55 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 196 \cdot 24$	$= 505,68$	kN
Kolom	$= 0,85 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 3,85 \cdot 24$	$= 2670,36$	kN
Dinding y	$= 3,85 \cdot 0,75 \cdot 0,15 \cdot 288 \cdot 17$	$= 2276,64$	kN
Dinding x	$= 3,85 \cdot 0,6 \cdot 0,15 \cdot 245 \cdot 17$	$= 2030,438$	kN
Beban hidup	$= 36 \cdot 49 \cdot 2,5 \cdot 0,3$	$= 1323$	kN
Total		$= 18532,81$	kN

5. Berat lantai dasar

Berat pelat atap	$= 36 \cdot 49 \cdot 4,17$	$= 7355,88$	kN
Berat balok induk y	$= 0,75 \cdot 0,35 \cdot 0,12 \cdot 288 \cdot 24$	$= 1524,096$	kN
Berat balok induk x	$= 0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,12 \cdot 245 \cdot 24$	$= 846,72$	kN
Berat balok anak	$= 0,55 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 196 \cdot 24$	$= 505,68$	kN
Kolom	$= 0,85 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 4,3 \cdot 24$	$= 2982,48$	kN
Dinding y	$= 3,85 \cdot 0,75 \cdot 0,15 \cdot 288 \cdot 17$	$= 2276,64$	kN
Dinding x	$= 3,85 \cdot 0,6 \cdot 0,15 \cdot 245 \cdot 17$	$= 2030,438$	kN
Beban hidup	$= 36 \cdot 49 \cdot 2,5 \cdot 0,3$	$= 1323$	kN
Total		$= 18844,93$	kN

Perhitungan berat total struktur dengan balok anak arah y

1. Berat atap (lantai 15)

Berat pelat atap	$= 36 \cdot 49 \cdot 2,82$	$= 4974,46$	kN
Berat balok induk y	$= 0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,1 \cdot 288 \cdot 24$	$= 1036,8$	kN
Berat balok induk x	$= 0,55 \cdot 0,25 \cdot 0,1 \cdot 245 \cdot 24$	$= 661,5$	kN
Berat balok anak	$= 0,5 \cdot 0,25 \cdot 0,1 \cdot 252 \cdot 24$	$= 604,8$	kN

Kolom	$= 0,55 \cdot 0,55 \cdot 40 \cdot 3,85 \cdot 24$	$= 559,02$	kN
Beban hidup	$= 36 \cdot 49 \cdot 1 \cdot 0,3$	$= 529,2$	kN
Total		$= 8365,8$	kN

2. Berat lantai 11 – 14

Berat pelat atap	$= 36 \cdot 49 \cdot 4,17$	$= 7355,88$	kN
Berat balok induk y	$= 0,75 \cdot 0,35 \cdot 0,12 \cdot 288 \cdot 24$	$= 1524,096$	kN
Berat balok induk x	$= 0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,12 \cdot 245 \cdot 24$	$= 846,72$	kN
Berat balok anak	$= 0,55 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 252 \cdot 24$	$= 650,16$	kN
Kolom	$= 0,7 \cdot 0,7 \cdot 40 \cdot 3,85 \cdot 24$	$= 1811,04$	kN
Dinding y	$= 3,85 \cdot 0,75 \cdot 0,15 \cdot 288 \cdot 17$	$= 2276,64$	kN
Dinding x	$= 3,85 \cdot 0,6 \cdot 0,15 \cdot 245 \cdot 17$	$= 2030,438$	kN
Beban hidup	$= 36 \cdot 49 \cdot 2,5 \cdot 0,3$	$= 1323$	kN
Total		$= 17817,97$	kN

3. Berat lantai 5 – 10

Berat pelat atap	$= 36 \cdot 49 \cdot 4,17$	$= 7355,88$	kN
Berat balok induk y	$= 0,75 \cdot 0,35 \cdot 0,12 \cdot 288 \cdot 24$	$= 1524,096$	kN
Berat balok induk x	$= 0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,12 \cdot 245 \cdot 24$	$= 846,72$	kN
Berat balok anak	$= 0,55 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 252 \cdot 24$	$= 650,16$	kN
Kolom	$= 0,8 \cdot 0,8 \cdot 40 \cdot 3,85 \cdot 24$	$= 2365,44$	kN
Dinding y	$= 3,85 \cdot 0,75 \cdot 0,15 \cdot 288 \cdot 17$	$= 2276,64$	kN
Dinding x	$= 3,85 \cdot 0,6 \cdot 0,15 \cdot 245 \cdot 17$	$= 2030,438$	kN
Beban hidup	$= 36 \cdot 49 \cdot 2,5 \cdot 0,3$	$= 1323$	kN
Total		$= 18372,37$	kN

4. Berat lantai 2 – 4

Berat pelat atap	$= 36 \cdot 49 \cdot 4,17$	$= 7355,88$	kN
Berat balok induk y	$= 0,75 \cdot 0,35 \cdot 0,12 \cdot 288 \cdot 24$	$= 1524,096$	kN
Berat balok induk x	$= 0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,12 \cdot 245 \cdot 24$	$= 846,72$	kN
Berat balok anak	$= 0,55 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 252 \cdot 24$	$= 650,16$	kN
Kolom	$= 0,85 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 3,85 \cdot 24$	$= 2670,36$	kN
Dinding y	$= 3,85 \cdot 0,75 \cdot 0,15 \cdot 288 \cdot 17$	$= 2276,64$	kN
Dinding x	$= 3,85 \cdot 0,6 \cdot 0,15 \cdot 245 \cdot 17$	$= 2030,438$	kN
Beban hidup	$= 36 \cdot 49 \cdot 2,5 \cdot 0,3$	$= 1323$	kN
Total		$= 18677,29$	kN

5. Berat lantai dasar

Berat pelat atap	$= 36 \cdot 49 \cdot 4,17$	$= 7355,88$	kN
Berat balok induk y	$= 0,75 \cdot 0,35 \cdot 0,12 \cdot 288 \cdot 24$	$= 1524,096$	kN
Berat balok induk x	$= 0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,12 \cdot 245 \cdot 24$	$= 846,72$	kN
Berat balok anak	$= 0,55 \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 252 \cdot 24$	$= 650,16$	kN
Kolom	$= 0,85 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 4,3 \cdot 24$	$= 2982,48$	kN
Dinding y	$= 3,85 \cdot 0,75 \cdot 0,15 \cdot 288 \cdot 17$	$= 2276,64$	kN
Dinding x	$= 3,85 \cdot 0,6 \cdot 0,15 \cdot 245 \cdot 17$	$= 2030,438$	kN
Beban hidup	$= 36 \cdot 49 \cdot 2,5 \cdot 0,3$	$= 1323$	kN
Total		$= 18989,41$	kN

Tabel 5.1 Berat tiap lantai dan berat total struktur

Lantai	W _t (kN)	
	Struktur Dengan Balok Anak	Struktur Dengan Balok Anak
15 (atap)	8231.4	8365.8
14	17673.4935	17817.9735
13	17673.4935	17817.9735
12	17673.4935	17817.9735
11	17673.4935	17817.9735
10	18227.8935	18372.3735
9	18227.8935	18372.3735
8	18227.8935	18372.3735
7	18227.8935	18372.3735
6	18227.8935	18372.3735
5	18227.8935	18372.3735
4	18532.8135	18677.2935
3	18532.8135	18677.2935
2	18532.8135	18677.2935
1	18844.9335	18989.4135

5.2.3 Perhitungan Gaya Geser Dasar Akibat Gempa dan Distribusinya ke Sepanjang Tinggi Gedung

1. Waktu getar struktur (T)

Untuk sistem struktur portal beton, digunakan persamaan :

$$T = 0,06.H^{3/4} = 0,06.58,65^{3/4} = 1,272 \text{ detik} \quad \text{Pers.(3.4)}$$

2. Koefisien gempa dasar

Struktur berada di wilayah gempa 6 dan di atas tanah keras. $T = 1,272$

detik, maka nilai C (menurut gambar 3.3) = 0,330291.

3. Faktor keutamaan (I) dan faktor reduksi beban gempa (R)

Ditentukan nilai $I = 1$ (gedung perkantoran) dan $R = 8,5$ (rangka pemikul momen khusus).

4. Gaya geser dasar horizontal akibat beban gempa

$$V = \frac{C_1 \cdot I}{R} W_t \quad \text{pers.(3.8)}$$

$$V = \frac{0,330291 \cdot 1}{8,5} \cdot 262736,109 = 10209,34 \text{ kN (balok anak arah x)}$$

$$V = \frac{0,330291 \cdot 1}{8,5} \cdot 264893,229 = 10293,17 \text{ kN (balok anak arah y)}$$

5. Distribusi gaya geser dasar akibat gempa

Karena rasio $H/B = 58,65/36 = 1,6291 < 3$, maka gaya geser dasar horizontal di sepanjang tinggi gedung didistribusikan dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot V \quad \text{pers.(3.10)}$$

Tabel 5.2 Distribusi gaya geser dasar horizontal struktur balok anak arah x

15 (atap)	58.65	8231.4	482771.6	617.126
14	54.8	17673.49	968507.4	1238.041
13	50.95	17673.49	900464.5	1151.062
12	47.1	17673.49	832421.5	1064.083
11	43.25	17673.49	764378.6	977.104
10	39.4	18227.89	718179	918.047
9	35.55	18227.89	648001.6	828.339
8	31.7	18227.89	577824.2	738.631
7	27.85	18227.89	507646.8	648.924
6	24	18227.89	437469.4	559.216
5	20.15	18227.89	367292.1	469.509
4	16.3	18532.81	302084.9	386.154
3	12.45	18532.81	230733.5	294.946
2	8.6	18532.81	159382.2	203.738
1	4.75	18844.93	89513.43	114.425
		262736.1	998667.1	

Tabel 5.3 Distribusi gaya geser dasar horizontal struktur balok anak arah y

Lantai	hi (m)	Wi (kN)	WLi (kNm)	Fi,y (kN)
15 (atap)	58.65	8365.8	490654.2	627.005
14	54.8	17817.97	976424.9	1247.769
13	50.95	17817.97	907825.7	1160.106
12	47.1	17817.97	839226.6	1072.444
11	43.25	17817.97	770627.4	984.781
10	39.4	18372.37	723871.5	925.032
9	35.55	18372.37	653137.9	834.642
8	31.7	18372.37	582404.2	744.252
7	27.85	18372.37	511670.6	653.861
6	24	18372.37	440937	563.471
5	20.15	18372.37	370203.3	473.081
4	16.3	18677.29	304439.9	389.042
3	12.45	18677.29	232532.3	297.152
2	8.6	18677.29	160624.7	205.262
1	4.75	18989.41	90199.71	115.266
		248932	1305470	

6. Kontrol waktu getar struktur dengan persamaan *Rayleigh*

$$T_1 = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i \cdot d_i}}$$

pers.(3.5)

Tabel 5.4 Evaluasi periode getar (T Rayleigh) struktur balok anak arah x

15	62928,33197	62928,33197	754721,1402	0,0834	2,9200	839355,86	7156510,672	183748,5069
14	126243,0447	189171,3767	992076,9702	0,1907	2,8366	1802166,1	14500616,25	358099,14
13	117373,7797	306545,1564	1417560,934	0,2162	2,6459	1802166,1	12616608,98	310559,6295
12	108504,5147	415049,6711	1851741,274	0,2241	2,4297	1802166,1	10638586,13	263628,4972
11	99635,2497	514684,9208	1891300,579	0,2721	2,2055	1802166,1	8766265,723	219746,9809
10	93613,2238	608298,1446	2296354,963	0,2649	1,9334	1858698,3	6947748,316	180990,0873
9	84465,73874	692763,8833	3155053,003	0,2196	1,6685	1858698,3	5174318,833	140929,7647
8	75318,25367	768082,137	3535433,148	0,2173	1,4489	1858698,3	3902048,377	109129,4875
7	66170,7686	834252,9056	4167421,516	0,2002	1,2317	1858698,3	2819615,023	81499,8175
6	57023,28354	891276,1891	4437457,772	0,2009	1,0315	1858698,3	1977542,772	58818,06233
5	47875,79847	939151,9876	5490087,281	0,1711	0,8306	1858698,3	1282375,907	39766,67266
4	39376,1687	978528,1563	5830177,671	0,1678	0,6596	1889791	822091,7198	25970,88246
3	30075,66259	1008603,819	6851167,789	0,1472	0,4917	1889791	456929,6745	14788,80214

2	20775,15649	1029378,975	7529778,39	0,1367	0,3445	1889791	224285,5225	7157,115684
1	11667,90048	1041046,876	5009950,599	0,2078	0,2078	1921617,9	82973,74876	2424,541141
		77368517,65					7368517,65	981.1997257,988

Hasil T Rayleigh struktur balok anak arah x :

$$T_1 = 6,3 \cdot \sqrt{\frac{77368517,65}{981.1997257,988}} = 1,252 \text{ detik}, \frac{T}{T_1} = 1,016 ; 0,8 \leq 1,016 \leq 1,2$$

Karena nilai T_1 tidak menyimpang lebih dari 20%, maka gaya geser dasar horizontal baru tidak perlu dicari lagi.

Tabel 5.5 Evaluasi periode getar (T Rayleigh) struktur balok anak arah y

Urut	Waktu (s)	Waktu (s)	Waktu (s)	Waktu (s)	Waktu (s)	Waktu (s)	Waktu (s)	Waktu (s)
15	63935,66605	63935,66605	598767,2939	0,1068	3,0274	853060,63	7818684,782	193561,9985
14	127234,992	191170,658	1043800,848	0,1831	2,9207	1816898,8	15498722,46	371611,5069
13	118296,0372	309466,6953	1284038,215	0,2410	2,7375	1816898,8	13615888,37	323838,0113
12	109357,0825	418823,7778	1599540,639	0,2618	2,4965	1816898,8	11323948,59	273011,2201
11	100418,1278	519241,9056	1851741,274	0,2804	2,2347	1816898,8	9073150,526	224401,5302
10	94325,51547	613567,421	2256795,658	0,2719	1,9543	1873430,9	7154910,639	184336,973
9	85108,4283	698675,8493	3155053,003	0,2214	1,6824	1873430,9	5302618,09	143185,4545
8	75891,34112	774567,1905	3535433,148	0,2191	1,4609	1873430,9	3998560,325	110872,85
7	66674,25395	841241,4444	4167421,516	0,2019	1,2419	1873430,9	2889212,843	82799,76247
6	57457,16678	898698,6112	4437457,772	0,2025	1,0400	1873430,9	2026278,437	59755,0929
5	48240,07961	946938,6908	5490087,281	0,1725	0,8375	1873430,9	1313936,27	40399,53105
4	39670,6437	986609,3345	5830177,671	0,1692	0,6650	1904523,6	842194,0916	26380,44767
3	30300,58368	1016909,918	6851167,789	0,1484	0,4958	1904523,6	468093,8456	15021,87966
2	20930,52367	1037840,442	7529778,39	-0,1378	0,3473	1904523,6	229762,6077	7269,869059
1	11753,65288	1049594,095	5009950,599	0,2095	0,2095	1936350,5	84988,43676	2462,412436
		81640950,32					81640950,32	981.2058908,54

Hasil T Rayleigh struktur balok anak arah y :

$$T_1 = 6,3 \cdot \sqrt{\frac{81640950,32}{981.2058908,54}} = 1,267 \text{ detik}, \frac{T}{T_1} = 1,004 ; 0,8 \leq 1,004 \leq 1,2$$

Karena nilai T_1 tidak menyimpang lebih dari 20%, maka gaya geser dasar horizontal baru tidak perlu dicari lagi.

5.2.4 Perhitungan Beban Gravitasi

Beban gravitasi adalah beban akibat beban mati dan beban hidup yang bekerja secara merata pada elemen balok portal. Pada analisis struktur dengan menggunakan program bantu ETABS, program tersebut memberikan kemudahan pemasukan nilai beban pelat atap dan pelat lantai dengan terlebih dahulu merancang pelat (*define*) sebagai elemen tersendiri (*slab section*). Beban gravitasi yang bekerja pada pelat atap dan pelat lantai yang berupa beban merata permukaan (*uniform area loads*), secara otomatis akan didistribusikan berdasarkan *tributary area* ke masing-masing balok pada setiap panel. Beban mati (*qd*) merata permukaan (*gravity uniform area loads*) yang bekerja merupakan beban pelat atap atau pelat lantai yang dikurangi berat pelat beton, sedangkan beban hidup (*ql*) sama dengan beban pada masing-masing pelat. berikut ini adalah beban-beban yang digunakan sebagai *input data* pada program ETABS.

1. Pembebanan pelat atap

$$\text{Beban mati merata (qd)} = 321 - 240 = 81 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban hidup merata (ql)} = 100 = 100 \text{ kg/m}^2$$

2. Pembebanan pelat lantai

$$\text{Beban mati merata (qd)} = 483 - 288 = 195 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban hidup merata (ql)} = 250 = 250 \text{ kg/m}^2$$

3. Berat sendiri balok

Berat sendiri elemen balok sudah dianggap termasuk di dalam berat mati elemen tersebut.

4. Berat tembok pasangan bata $\frac{1}{2}$ batu

$$\text{Beban tembok x} = 0,15 \cdot 3,1 \cdot 1700 = 790,5 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban tembok y} = 0,15 \cdot 3,25 \cdot 1700 = 828,75 \text{ kg/m}$$

Direncanakan setiap balok induk yang terletak pada lantai selain atap akan menerima beban tembok pasangan bata $\frac{1}{2}$ batu.

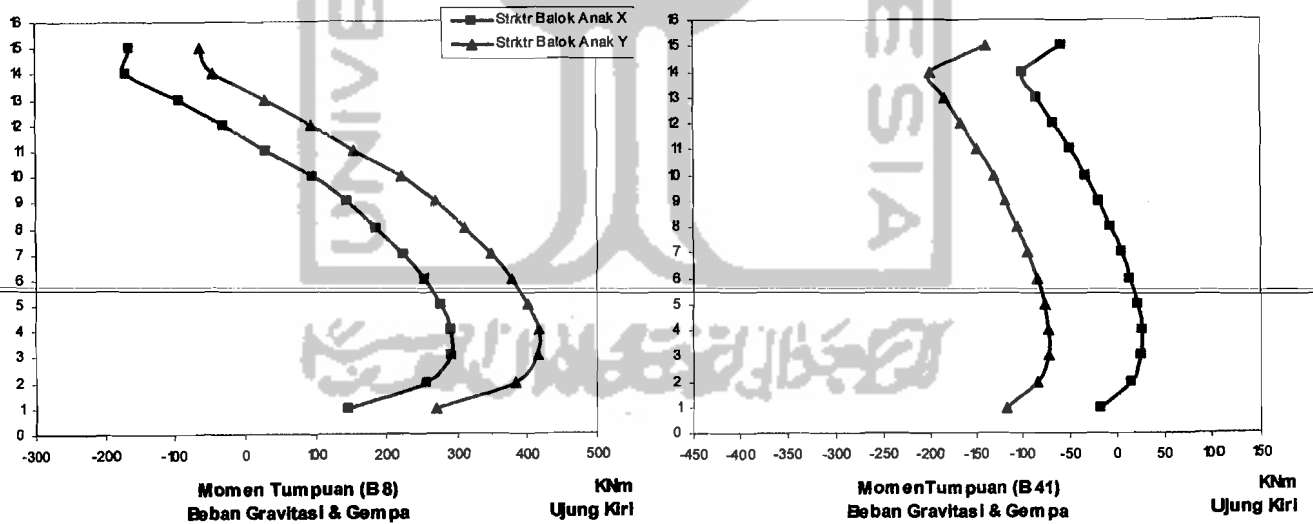
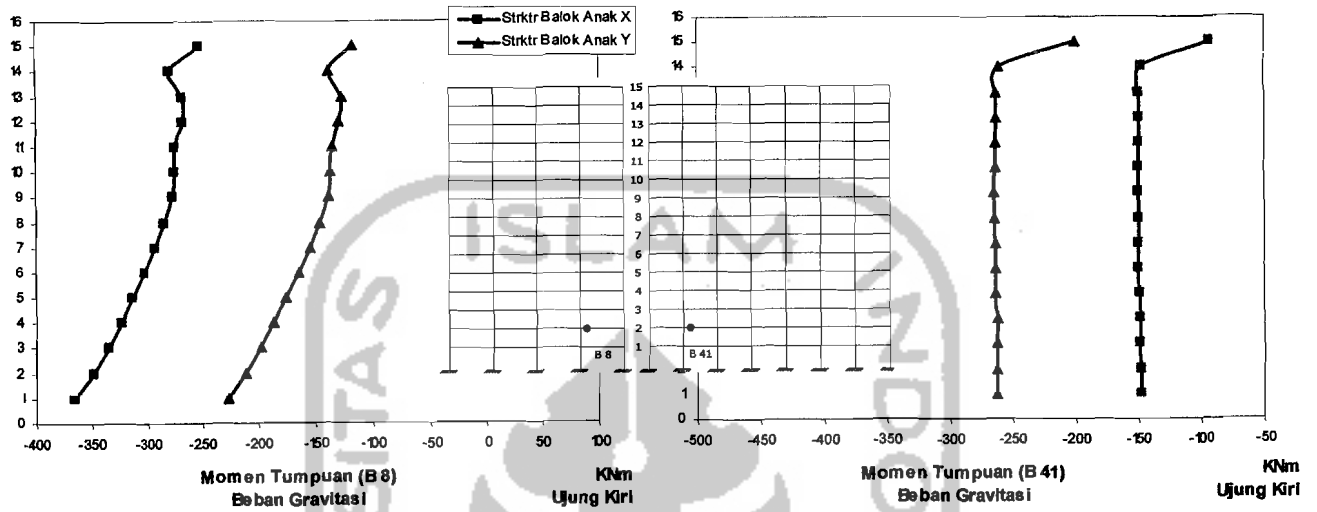
5.3 Perbandingan Respon Dari Hasil Analisis Struktur Menggunakan Balok Anak Arah x dengan Struktur Menggunakan Balok Anak Arah y

Dalam membandingkan respon balok digunakan balok B 8 dengan balok B 41, dikarenakan bahwa balok B 8 dalam struktur yang menggunakan balok anak arah x terdapat beban titik akibat adanya balok anak, demikian juga pada balok B 41 dalam struktur yang menggunakan balok anak arah y terdapat beban titik. Kemudian dalam membandingkan respon kolom digunakan kolom C 34 dengan alasan bahwa kolom tersebut paling besar menerima beban-beban yang ada.

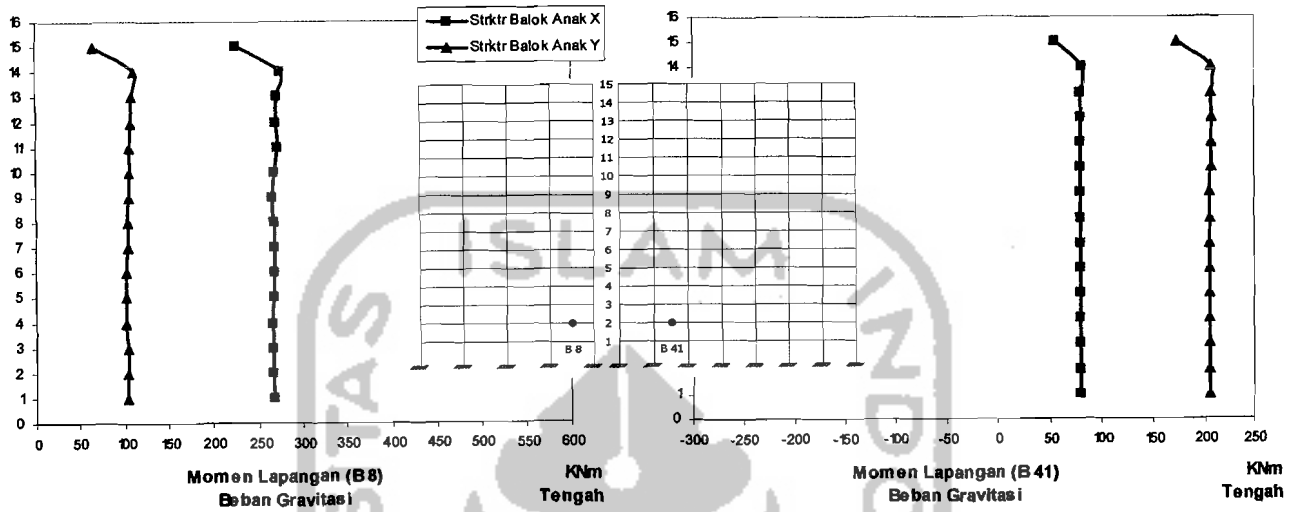
5.3.1 Momen dan Gaya Geser Balok

5.3.1.1 Momen Balok

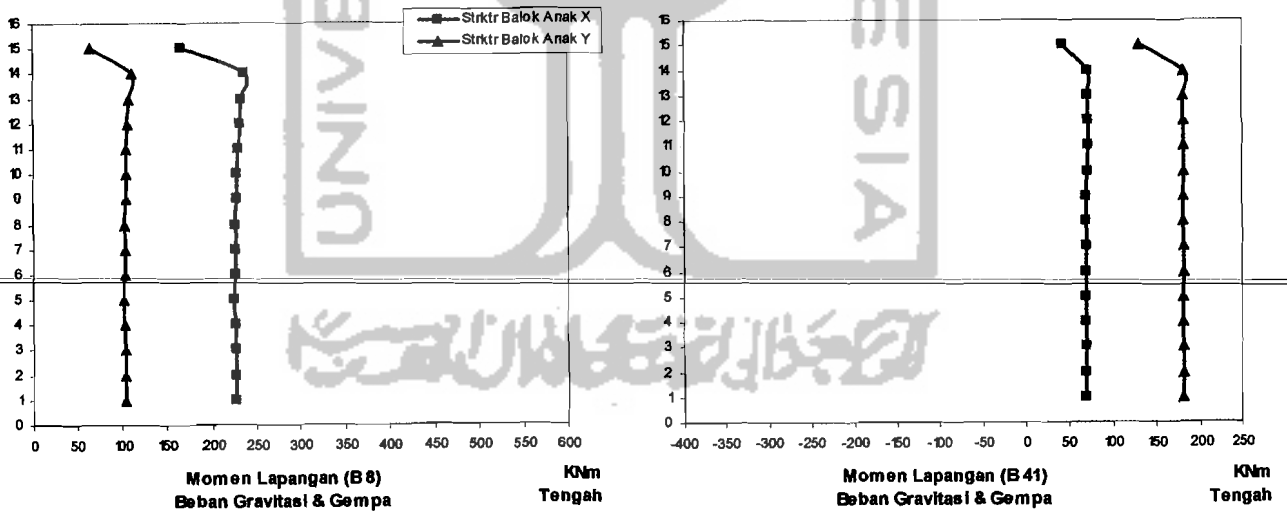
Perbandingan momen balok pada struktur yang menggunakan balok anak arah x dengan struktur yang menggunakan balok anak arah y dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 5.3 a) Momen balok B8 & B41 sebelah kiri akibat beban gravitasi; b) Momen balok B8 & B41 sebelah kiri akibat beban gravitasi dan beban gempa.

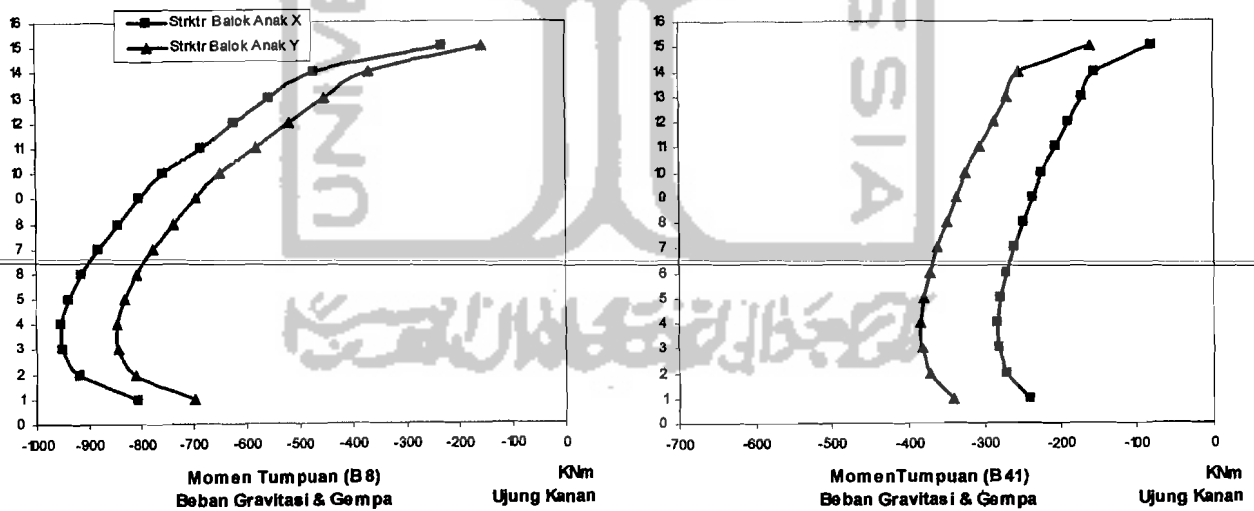
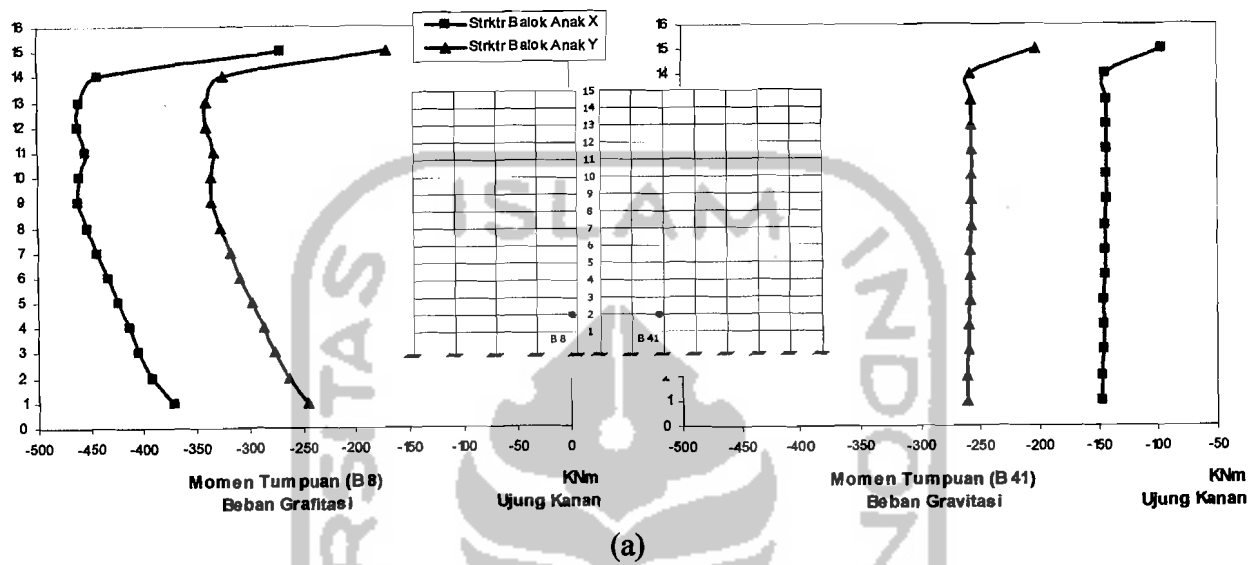


(a)



(b)

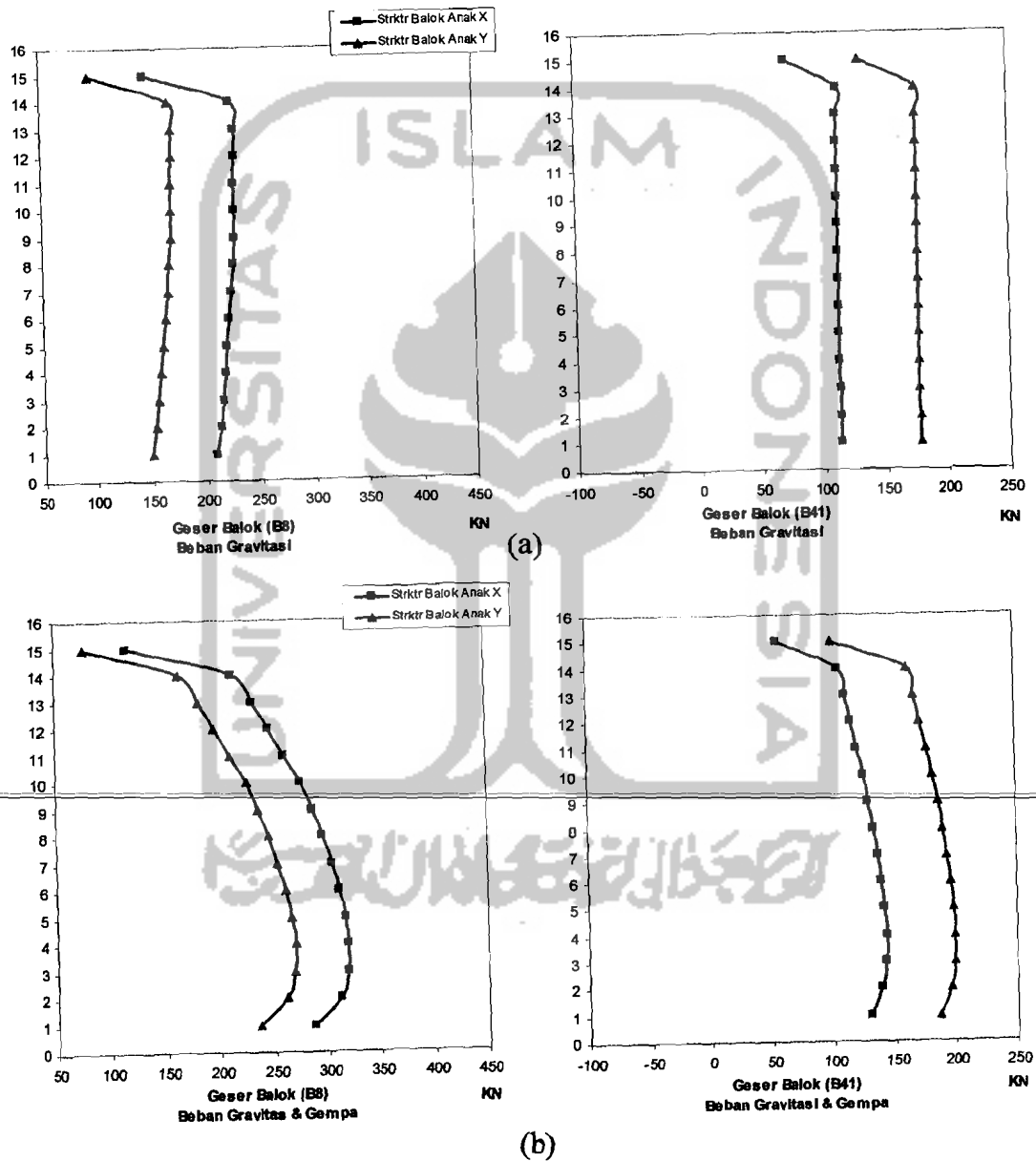
Gambar 5.4 a) Momen lapangan balok B8 & B41 akibat beban gravitasi; b) Momen lapangan balok B8 & B41 akibat beban gravitasi dan beban gempa.



Gambar 5.5 a) Momen balok B8 & B41 sebelah kanan akibat beban gravitasi; b) Momen balok B8 & B41 sebelah kanan akibat beban gravitasi dan beban gempa.

5.3.1.2 Gaya Geser Balok

Perbandingan gaya geser balok pada struktur yang menggunakan balok anak arah x dengan struktur yang menggunakan balok anak arah y dapat dilihat pada grafik berikut :



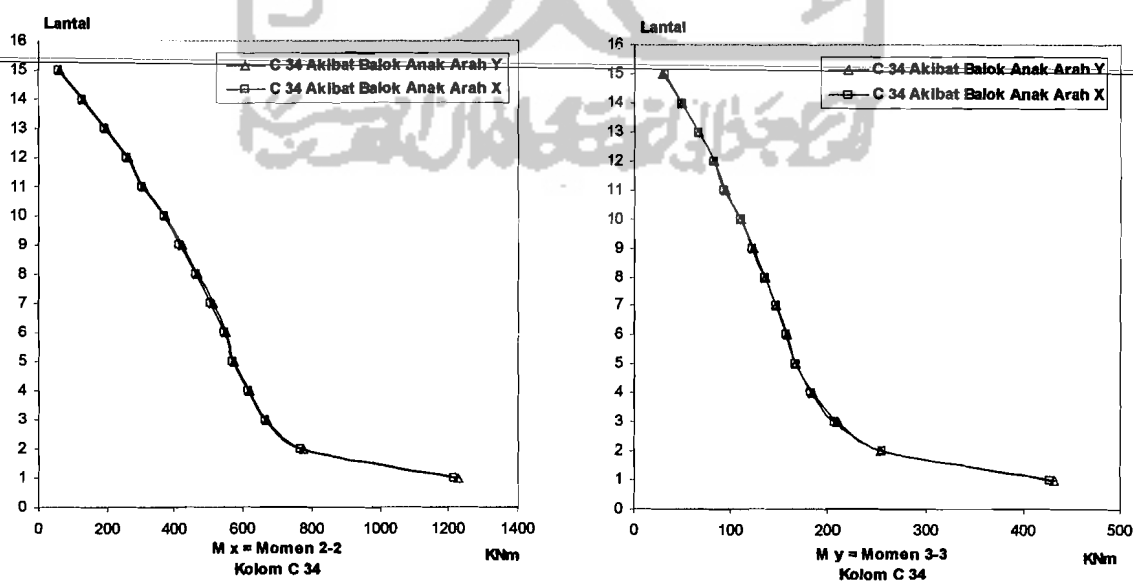
Gambar 5.6 a) Geser balok B8 & B41 akibat beban gravitasi; b) Geser balok B8 & B41 akibat beban gravitasi dan beban gempa.

Dari gambar 5.3, 5.4, dan 5.5 menunjukkan momen balok antara struktur menggunakan balok anak arah x dan struktur menggunakan balok anak arah y memperlihatkan bahwa balok yang ditumpu oleh balok anak akan menjadikan momen balok yang terjadi akan menjadi lebih besar, disebabkan karena balok anak tersebut akan menyebabkan beban titik. Dari gambar 5.6 menunjukkan geser balok antara struktur menggunakan balok anak arah x dan struktur menggunakan balok anak arah y memperlihatkan bahwa balok yang ditumpu oleh balok anak juga menyebabkan gaya geser balok juga akan lebih besar.

5.3.2 Momen, Gaya Geser, dan Gaya Aksial Kolom

5.3.2.1 Momen Kolom

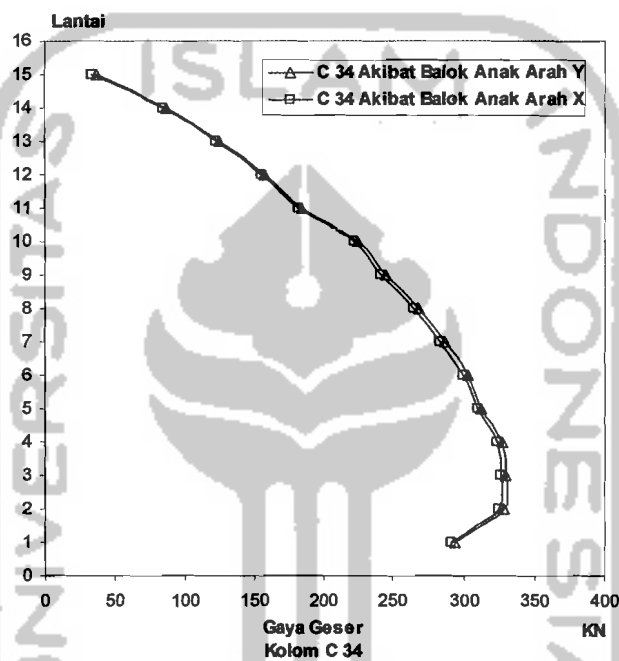
Pola momen kolom diambil berdasarkan momen kolom maksimum yang terjadi pada setiap joint lantai, dalam hal ini memakai kolom C 34 dimana pada kolom tersebut pengaruh akibat beban gravitasi dan beban lateral relatif lebih besar dari kolom yang lain, dapat dilihat pada grafik sebagai berikut :



Gambar 5.7 Momen kolom struktur.

5.3.2.2 Gaya Geser Kolom

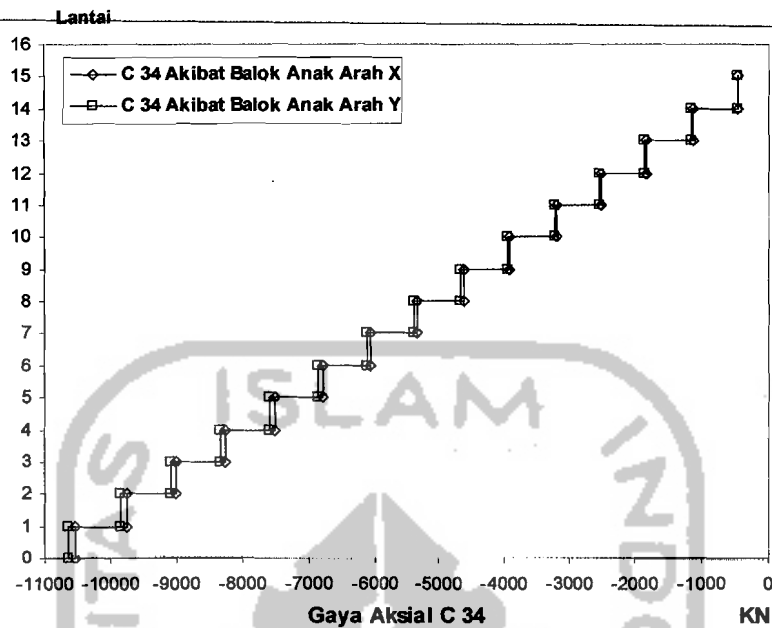
Pola gaya geser kolom sama dengan pola momen kolom. Gaya geser akan mempunyai nilai yang sama dalam satu tingkat, sehingga pada setiap variasi tingkat akan diambil nilai maksimum yang terjadi pada setiap tingkat struktur. Di bawah ini menunjukkan gaya geser kolom.



Gambar 5.8 Gaya geser kolom struktur.

5.3.2.3 Gaya Aksial Kolom

Gaya aksial kolom adalah gaya yang arah kerjanya searah dengan garis netralnya. Gaya ini merupakan reaksi yang ditimbulkan akibat momen yang terjadi pada balok. Gaya aksial yang terjadi pada setiap lantai struktur merupakan komulatif gaya yang berasal dari lantai yang berada di atasnya, sehingga akan semakin besar pada lantai-lantai bawah.



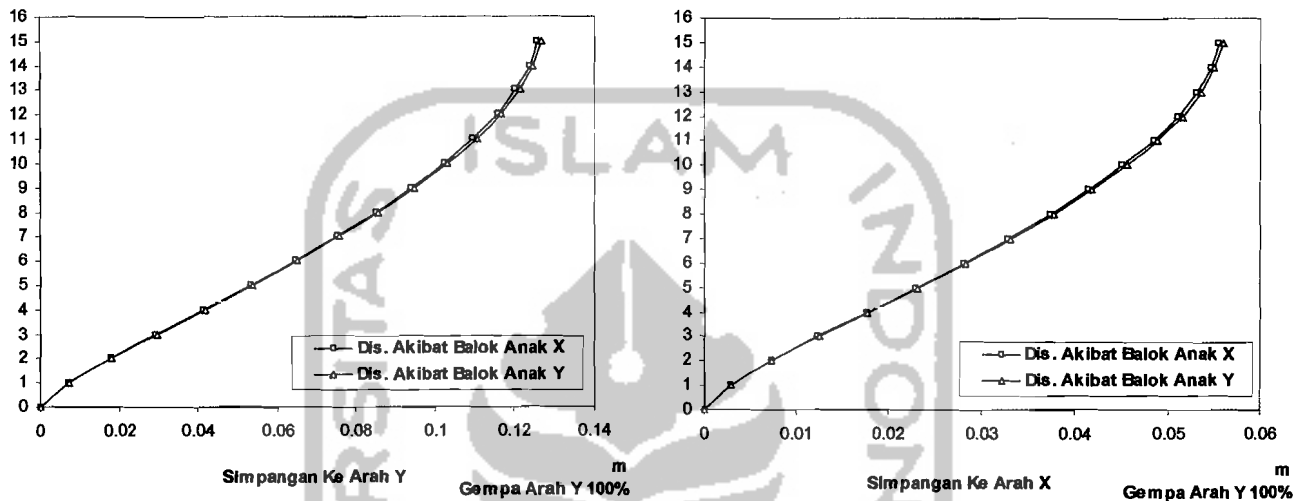
Gambar 5.9 Gaya aksial kolom struktur.

Dari gambar 5.7 dan 5.8 menunjukkan bahwa momen dan gaya geser kolom nilainya hampir sama disebabkan tipe struktur yang menggunakan balok anak arah x dan struktur yang menggunakan balok anak arah y sama yaitu model struktur terbuka (*open frame*) hanya berbeda pada penempatan balok anak.

Dari gambar 5.9 menunjukkan gaya aksial kolom struktur yang menggunakan balok anak arah y lebih besar dibandingkan dengan struktur yang menggunakan balok anak arah x disebabkan balok anak arah y lebih panjang dibandingkan balok anak arah x sehingga memberatkan struktur dan menambah gaya aksial kolom.

5.3.3 Simpangan Total Struktur

Hasil analisis struktur yang menggunakan balok anak arah x dan struktur yang menggunakan balok anak arah y didapatkan nilai *displacement* akibat gaya lateral dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5.10 Simpangan total struktur akibat balok anak arah x dan struktur akibat balok anak arah y.

Dari gambar 5.10 menunjukkan bahwa besar simpangan pada struktur yang menggunakan balok anak arah x dan struktur yang menggunakan balok anak arah y juga hampir sama disebabkan tipe struktur yang menggunakan balok anak arah x dengan struktur yang menggunakan balok anak arah y tidak berbeda, dalam struktur tersebut tidak ada pengaku (sistem struktur terbuka), hanya berbeda pada penempatan balok anak.