

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis merupakan proses perhitungan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, meliputi perhitungan beban stuktur, beban yang diterima oleh tiap-tiap bantalan karet, menentukan dukungan, dan analisis riwayat waktu. Hasil dari analisis ini kemudian dibahas berdasarkan teori-teori yang ada yang berkaitan dengan penelitian ini seperti yang diuraian berikut ini.

#### 5.1 Analisis

Analisis penelitian ini menggunakan program SAP 2000. Adapun urutan analisis penelitian ini meliputi perhitungan beban struktur, menentukan peletakan redaman bantalan karet, analisa dinamik riwayat waktu, hasil perhitungan simpangan relatif, simpangan antar tingkat, gaya geser dasar dan hasil perhitungan momen guling dasar, yang diuraikan sebagai berikut.

##### 5.1.1 Perhitungan Beban Struktur

Pembebanan stuktur dalam penelitian ini meliputi beban tetap dan beban sementara (beban gempa). Beban tetap meliputi beban mati dan beban hidup, yang bekerja secara merata. Beban tetap terdiri dari beban akibat berat plat, dinding,

balok, kolom. Sedangkan untuk beban tetap balok dan kolom sudah dihitung sendiri didalam program SAP 2000. Fungsi struktur adalah untuk perkantoran, selengkapnya perhitungan pembebanan dijelaskan sebagai berikut ini.

### 1. Perhitungan berat beban mati ( $W_d$ )

Perhitungan berat beban mati terdiri dari berat beban mati akibat plat, balok, kolom dan berat beban mati akibat dinding yang dicari dengan rumus:

$$\text{Berat plat} : Wd = tp \times \gamma \times A,$$

$$\text{Berat balok} : Wd = l \times \gamma \times A,$$

$$\text{Berat kolom} : Wd = l \times \gamma \times A,$$

$$\text{Berat dinding: } Wd = q \times h,$$

dimana  $Wd$ ,  $tp$ ,  $\gamma$ ,  $A$ ,  $l$ ,  $q$ , dan  $h$  adalah berat beban mati, tebal plat, berat jenis beton, luas, panjang, berat tembok dan tinggi tembok. Dengan rumus diatas dapat dihitung berat beban lantai, kolom, balok dan dinding.

$$\text{Berat plat} = 0,125 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times (12 \text{ m} \times 12 \text{ m}) = 43200 \text{ kg}$$

$$\text{Berat balok} = 96 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times (0.5 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}) = 34560 \text{ kg}$$

$$\text{Berat kolom} = 51,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times (0,7\text{m} \times 0,7 \text{ m}) = 60211 \text{ kg}$$

$$\text{Berat dinding} = 250 \text{ kg/m}^2 \times (3,2 \text{ m} \times 96 \text{ m}) = 76800 \text{ kg}$$

Beban mati dinding yang diperhitungkan diatas adalah seluruh bentang balok.

### 2. Perhitungan berat beban hidup ( $W_l$ )

Perhitungan berat beban hidup terdiri dari berat beban hidup pada atap dan berat beban hidup pada lantai, maka menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987 diperoleh beban hidup atap ( $q_l$  atap) = 100 kg/m<sup>2</sup> dan beban hidup lantai ( $q_l$  lantai) = 250 kg/m<sup>2</sup>. Sehingga berat beban hidup yang

bekerja dapat dihitung dengan rumus:  $Wl = ql \times A$ , dimana  $Wl$ ,  $ql$ , dan  $A$  adalah berat beban hidup, beban hidup merata dan luas struktur.

Dengan rumus diatas maka didapat berat beban hidup pada atap dan berat beban hidup pada lantai adalah.

$$\text{beban hidup atap} = 100 \text{ kg/m}^2 \times (12 \text{ m} \times 12 \text{ m}) = 14400 \text{ kg}$$

$$\text{beban hidup lantai} = 250 \text{ kg/m}^2 \times (12 \text{ m} \times 12 \text{ m}) = 36000 \text{ kg}$$

dengan data dari beban mati dan beban hidup diatas dapat dihitung beban total yang bekerja pada tiap-tiap lantai dan atap dengan memberikan factor beban untuk beban hidup dan beban mati masing-masing sebesar satu dengan persamaan.

$$W_{tot} = Wl + Wd,$$

dimana  $W_{tot}$ ,  $Wl$  dan  $Wd$  adalah berat bangunan tiap lantai, berat beban hidup dan berat beban mati, sedangkan berat total bangunan yang diterima oleh *rubber bearing* adalah hasil jumlah beban tiap tingkat ditambah dengan beban atap dengan persamaan.

$$W_{tb} = 8.Wt + Wp$$

Dimana  $W_{tb}$  adalah berat total bangunan maximum yang diterima oleh *rubber bearing*,  $Wt$  adalah berat tiap tingkat dan  $Wp$  adalah berat atap, dengan persamaan tersebut diperoleh berat bangunan tiap tingkat, berat atap dan berat total bangunan maximum yang diterima oleh *rubber bearing* seperti tersaji pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1** hasil perhitungan beban tiap tingkat dan berat total bangunan

Beban tiap tingkat	Beban atap	Berat total bangunan 8 tingkat + atap
250771 kg	92160 kg	2098328 kg

Pada tabel diatas terdapat berat total maximum yang diterima oleh 16 *rubber bearing* sebesar 2098328 kg, sehingga satu buah *rubber bearing* menahan berat sebesar 131146 kg, yang berarti kapasitas maximum *rubber bearing* menahan beban sebesar 225600 kg belum terlampaui.

#### 5.1.2 Menentukan Peletakan redaman bantalan karet (*Isolation Rubber Bearing*)

Redaman karet diletakkan pada semua puncak kolom di setiap lantai yang ditinjau. Peletakan redaman karet pada struktur lantai 5 bisa dilihat pada Gambar 4.5.1 sampai Gambar 4.5.5 , untuk peletakan redaman karet pada struktur lantai 7 bisa dilihat pada Gambar 4.5.6 sampai Gambar 4.5.12 dan peletakan redaman karet pada struktur lantai 9 bisa dilihat pada Gambar 4.5.13 sampai Gambar 4.5.21.

#### 5.1.3 Analisis Dinamik Riwayat Waktu

Analisis dinamik pada prinsipnya merupakan perhitungan yang berkaitan dengan fungsi waktu, baik itu pembebanannya, yang mana besar dan arahnya berubah menurut waktu maupun respon strukturnya (terhadap beban dinamik) berupa lendutan dan tegangan.

Analisis riwayat waktu yang digunakan disini adalah data rekaman gempa El-Centro 1940 . Untuk besar beban dan arah gempa menurut Pedoman Perencanaan

Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung 1987 adalah kombinasi arah x sebesar 100 % gempa El-Centro dan arah y sebesar 30 % gempa El-Centro.

#### 5.1.4 Hasil Perhitungan Simpangan Relatif

Simpangan relatif merupakan pergeseran struktur kearah horisontal relatif terhadap pondasi akibat beban – beban horisontal, misalnya beban gempa. Simpangan relatif disini dibedakan menjadi dua jenis, yaitu simpangan relatif terhadap pondasi dan simpangan relatif terhadap *top mounting plate* (plat baja *isolation rubber bearing* bagian atas). Simpangan relatif terhadap pondasi adalah pergeseran struktur kearah horisontal yang dihitung terhadap pondasi, sedangkan simpangan relatif terhadap *top mounting plate* adalah pergeseran struktur kearah horisontal yang dihitung terhadap pondasi dikurangi dengan simpangan *isolation rubber bearing* yang terjadi pada setiap variasinya.

Hasil simpangan relatif dan besarnya simpangan pada *isolation rubber bearing* untuk bangunan lantai 5, 7, dan 9 pada arah x dan arah y dapat dilihat pada Tabel 5.2 sampai Tabel 5.8.

**Tabel 5.2** Simpangan relatif terhadap pondasi pada bangunan berlantai 5

Tingkat	Simpangan relatif (cm) arah X				
	Variasi				
	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5
0	0	0	0	0	0
1	8.463	0.142	0.238	0.307	0.412
2	8.547	12.108	0.656	0.877	1.170
3	8.624	12.200	5.873	1.456	1.919
4	8.681	12.274	5.910	6.418	2.528
5	8.717	12.319	5.938	6.453	8.719

Tabel 5.2 Lanjutan

Tingkat	Simpangan relatif (cm) 5 arah Y				
	Variasi				
	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5
0	0	0	0	0	0
1	2.539	0.047	0.072	0.092	0.124
2	2.564	2.531	0.197	0.263	0.351
3	2.587	2.561	1.762	0.437	0.576
4	2.604	2.588	1.773	1.926	0.758
5	2.615	2.608	1.781	1.936	2.615

Tabel 5.3 Simpangan relatif terhadap *top mounting plat* pada bangunan berlantai 5

Tingkat	Simpangan relatif (cm) arah X				
	Variasi				
	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5
0	0	0	0	0	0
1	0.042	0.142	0.238	0.307	0.412
2	0.126	0.402	0.656	0.877	1.170
3	0.203	0.495	1.108	1.456	1.919
4	0.260	0.568	1.145	2.017	2.528
5	0.296	0.614	1.173	2.052	3.058
Tingkat	Simpangan relatif (cm) arah Y				
	Variasi				
	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5
0	0	0	0	0	0
1	0.012	0.047	0.072	0.092	0.124
2	0.038	0.135	0.197	0.263	0.351
3	0.061	0.165	0.332	0.437	0.576
4	0.078	0.192	0.343	0.605	0.758
5	0.089	0.212	0.352	0.615	0.918

**Tabel 5.4** Simpangan relatif terhadap pondasi pada bangunan berlantai 7

Tingkat	Simpangan relatif (cm) arah X						
	Variasi						
	II.1	II.2	II.3	II.4	II.5	II.6	II.7
0	0	0	0	0	0	0	0
1	12.616	0.179	0.298	0.313	0.368	0.541	0.635
2	12.759	9.398	0.827	0.875	0.989	1.499	1.880
3	12.901	9.562	9.818	1.422	1.511	2.383	3.273
4	13.023	9.726	9.962	7.805	1.919	3.000	4.597
5	13.118	9.854	10.112	7.890	6.801	3.366	5.720
6	13.186	9.965	10.239	7.969	6.924	9.017	6.591
7	13.230	10.028	10.329	8.030	7.034	9.066	14.294
Tingkat	Simpangan relatif (cm) arah Y						
	Variasi						
	II.1	II.2	II.3	II.4	II.5	II.6	II.7
0	0	0	0	0	0	0	0
1	3.785	0.054	0.090	0.087	0.110	0.162	0.191
2	3.828	2.819	0.248	0.256	0.297	0.450	0.564
3	3.870	2.869	2.945	0.439	0.453	0.715	0.982
4	3.907	2.918	2.989	2.374	0.576	0.900	1.379
5	3.935	2.956	3.034	2.401	2.040	1.010	1.716
6	3.956	2.989	3.072	2.427	2.077	2.705	1.977
7	3.969	3.008	3.099	2.446	2.110	2.720	4.288

**Tabel 5.5** Simpangan relatif terhadap *top mounting plate* pada bangunan berlantai 7

Tingkat	Simpangan relatif (cm) arah X						
	Variasi						
	II.1	II.2	II.3	II.4	II.5	II.6	II.7
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.062	0.179	0.298	0.313	0.368	0.541	0.635
2	0.205	0.521	0.827	0.875	0.989	1.499	1.880
3	0.347	0.685	1.409	1.422	1.511	2.383	3.273
4	0.468	0.849	1.553	1.943	1.919	3.000	4.597
5	0.564	0.977	1.703	2.027	2.296	3.366	5.720
6	0.632	1.088	1.830	2.107	2.419	3.764	6.591
7	0.676	1.151	1.920	2.168	2.529	3.813	7.338



Tabel 5.5 Lanjutan

Tingkat	Simpangan relatif (cm) arah Y						
	Variasi						
	II.1	II.2	II.3	II.4	II.5	II.6	II.7
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.019	0.054	0.090	0.087	0.110	0.162	0.191
2	0.061	0.156	0.248	0.256	0.297	0.450	0.564
3	0.104	0.205	0.423	0.439	0.453	0.715	0.982
4	0.141	0.255	0.466	0.624	0.576	0.900	1.379
5	0.169	-0.293	0.511	0.651	0.689	1.010	1.716
6	0.189	0.326	0.549	0.677	0.726	1.129	1.977
7	0.203	0.345	0.576	0.696	0.759	1.144	2.202

Tabel 5.6 Simpangan relatif terhadap pondasi pada bangunan berlantai 9

Tingkat	Simpangan relatif (cm) arah X								
	Variasi								
	III.1	III.2	III.3	III.4	III.5	III.6	III.7	III.8	III.9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	19.989	0.250	0.367	0.345	0.408	0.595	0.554	0.468	0.679
2	20.232	18.557	1.024	0.966	1.110	1.673	1.624	1.358	1.984
3	20.483	18.891	16.553	1.576	1.825	2.720	2.788	2.305	3.406
4	20.713	19.270	16.806	11.981	2.430	3.526	3.851	3.149	4.743
5	20.912	19.635	17.089	12.153	11.557	4.069	4.704	3.810	5.958
6	21.076	19.941	17.370	12.378	11.706	10.446	5.311	4.262	7.069
7	21.204	20.163	17.622	12.592	11.886	10.617	9.057	4.517	7.988
8	21.296	20.305	17.821	12.769	12.044	10.792	9.125	8.859	8.712
9	21.360	20.393	17.961	12.895	12.162	10.932	9.179	8.921	12.887
Tingkat	Simpangan Relatif (cm) arah Y								
	Variasi								
	III.1	III.2	III.3	III.4	III.5	III.6	III.7	III.8	III.9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5.997	0.075	0.110	0.104	0.122	0.178	0.166	0.140	0.204
2	6.070	5.567	0.307	0.290	0.333	0.502	0.487	0.407	0.595
3	6.145	5.667	4.966	0.473	0.548	0.816	0.836	0.692	1.022
4	6.214	5.781	5.041	3.594	0.729	1.058	1.155	0.945	1.423
5	6.274	5.890	5.126	3.646	3.467	1.221	1.411	1.143	1.787
6	6.323	5.982	5.211	3.713	3.512	3.134	1.593	1.279	2.121
7	6.361	6.049	5.286	3.778	3.566	3.185	2.717	1.355	2.396
8	6.389	6.092	5.346	3.831	3.613	3.238	2.737	2.658	2.613
9	6.408	6.118	5.388	3.868	3.649	3.280	2.754	2.676	3.866



**Tabel 5.7** Simpangan relatif terhadap *top mounting plate* pada bangunan berlantai 9

Tingkat	Simpangan Relatif (cm) arah X								
	Variasi								
	III.1	III.2	III.3	III.4	III.5	III.6	III.7	III.8	III.9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.098	0.250	0.367	0.345	0.408	0.595	0.554	0.468	0.679
2	0.341	0.751	1.024	0.966	1.110	1.673	1.624	1.358	1.984
3	0.592	1.086	1.759	1.576	1.825	2.720	2.788	2.305	3.406
4	0.822	1.464	2.012	2.169	2.430	3.526	3.851	3.149	4.743
5	1.021	1.830	2.296	2.342	2.972	4.069	4.704	3.810	5.958
6	1.185	2.135	2.577	2.566	3.121	4.484	5.311	4.262	7.069
7	1.312	2.357	2.828	2.781	3.301	4.656	5.780	4.517	7.988
8	1.405	2.500	3.028	2.958	3.459	4.830	5.847	4.689	8.712
9	1.469	2.587	3.167	3.083	3.577	4.970	5.902	4.751	9.352
Tingkat	Simpangan Relatif (cm) arah Y								
	Variasi								
	III.1	III.2	III.3	III.4	III.5	III.6	III.7	III.8	III.9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.030	0.075	0.110	0.104	0.122	0.178	0.166	0.140	0.204
2	0.102	0.226	0.307	0.290	0.333	0.502	0.487	0.407	0.595
3	0.178	0.326	0.528	0.473	0.548	0.816	0.836	0.692	1.022
4	0.247	0.439	0.604	0.651	0.729	1.058	1.155	0.945	1.423
5	0.306	0.549	0.689	0.703	0.892	1.221	1.411	1.143	1.787
6	0.355	0.641	0.773	0.770	0.937	1.346	1.593	1.279	2.121
7	0.394	0.707	0.848	0.834	0.990	1.397	1.735	1.355	2.396
8	0.422	0.750	0.908	0.887	1.038	1.449	1.755	1.407	2.613
9	0.441	0.776	0.950	0.925	1.073	1.491	1.771	1.426	2.806

**Tabel 5.8** Simpangan relatif pada *isolation rubber bearing*

Letak redaman	Simpangan relatif (cm)					
	Arah X			Arah Y		
	Bangunan			Bangunan		
	berlantai 5	berlantai 7	berlantai 9	berlantai 5	berlantai 7	berlantai 9
Tingkat 1	8.421	12.554	19.891	2.526	3.766	5.967
Tingkat 2	11.705	8.877	17.806	2.396	2.663	5.341
Tingkat 3	4.765	8.409	14.793	1.429	2.523	4.438
Tingkat 4	4.401	5.862	9.812	1.320	1.750	2.943
Tingkat 5	5.661	4.505	8.585	1.698	1.351	2.575
Tingkat 6		5.253	5.962		1.576	1.788
Tingkat 7		6.956	3.277		2.086	0.983
Tingkat 8			5.458			1.636
Tingkat 9			3.535			1.059

#### 5.1.5 Hasil Perhitungan Simpangan Antar Tingkat

Simpangan antar tingkat didapatkan dari selisih simpangan lantai atas dengan lantai dibawahnya. Hasil simpangan antar tingkat untuk bangunan berlantai 5, 7 dan 9 yang didapat dari *output* SAP 2000 setelah memasukkan semua data struktur dan beban yang bekerja dapat dilihat pada Tabel 5.9, 5.10 dan 5.11.

**Tabel 5.9** Simpangan antar tingkat pada bangunan berlantai 5

Tingkat	Simpangan antar tingkat (cm) arah X				
	Variasi				
	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5
0	0	0	0	0	0
1	0.042	0.142	0.238	0.307	0.412
2	0.084	0.261	0.418	0.570	0.757
3	0.077	0.093	0.452	0.579	0.750
4	0.057	0.073	0.037	0.561	0.609
5	0.036	0.045	0.028	0.034	0.530

Tabel 5.9 Lanjutan

Tingkat	Simpangan antar tingkat (cm) arah Y				
	Variasi				
	I.1	I.2	I.3	I.4	I.5
0	0	0	0	0	0
1	0.012	0.047	0.072	0.092	0.124
2	0.025	0.088	0.125	0.171	0.227
3	0.023	0.030	0.135	0.174	0.225
4	0.017	0.028	0.011	0.168	0.183
5	0.011	0.020	0.009	0.010	0.159

Tabel 5.10 Simpangan antar tingkat pada bangunan berlantai 7

Tingkat	Simpangan antar tingkat (cm) arah X						
	Variasi						
	II.1	II.2	II.3	II.4	II.5	II.6	II.7
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.062	0.179	0.298	0.313	0.368	0.541	0.635
2	0.143	0.342	0.529	0.561	0.621	0.959	1.244
3	0.142	0.164	0.582	0.547	0.522	0.884	1.393
4	0.122	0.164	0.144	0.521	0.408	0.617	1.325
5	0.095	0.128	0.150	0.084	0.376	0.366	1.123
6	0.068	0.111	0.127	0.080	0.123	0.398	0.870
7	0.044	0.063	0.090	0.060	0.110	0.049	0.747
Tingkat	Simpangan antar tingkat (cm) arah Y						
	Variasi						
	II.1	II.2	II.3	II.4	II.5	II.6	II.7
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.019	0.054	0.090	0.087	0.110	0.162	0.191
2	0.043	0.103	0.159	0.169	0.186	0.288	0.373
3	0.043	0.049	0.175	0.183	0.157	0.265	0.418
4	0.037	0.049	0.043	0.186	0.123	0.185	0.397
5	0.029	0.038	0.045	0.027	0.113	0.110	0.337
6	0.020	0.033	0.038	0.026	0.037	0.120	0.261
7	0.013	0.019	0.027	0.019	0.033	0.015	0.225

Hasil gaya geser dasar didapat dari output SAP 2000 setelah memasukkan semua data struktur dan beban yang bekerja. Hasil perhitungan gaya geser dasar untuk bangunan berlantai 5 dapat dilihat pada Tabel 5.12, untuk bangunan berlantai 7 pada Tabel 5.13 dan bangunan berlantai 9 pada Tabel 5.14.

**Tabel 5.12** Gaya geser dasar pada bangunan berlantai 5

Letak redaman	Gaya geser dasar (Ton)	
	Arah X	Arah Y
Tingkat 1	36.077	34.499
Tingkat 2	108.348	104.889
Tingkat 3	181.470	174.136
Tingkat 4	212.662	204.493
Tingkat 5	289.975	278.715

**Tabel 5.13** Gaya geser dasar pada bangunan berlantai 7

Letak redaman	Gaya geser dasar (Ton)	
	Arah X	Arah Y
Tingkat 1	53.777	16.133
Tingkat 2	130.217	39.055
Tingkat 3	221.170	66.351
Tingkat 4	225.759	58.496
Tingkat 5	279.652	83.889
Tingkat 6	392.665	117.827
Tingkat 7	418.694	125.600

**Tabel 5.16** Momen guling dasar pada bangunan berlantai 7

Letak redaman	Momen guling dasar (Tm)	
	Arah X	Arah Y
Tingkat 1	47.528	158.427
Tingkat 2	119.403	398.104
Tingkat 3	200.215	667.403
Tingkat 4	188.049	694.222
Tingkat 5	248.972	829.958
Tingkat 6	360.388	1201.121
Tingkat 7	410.779	1369.310

**Tabel 5.17** Momen guling dasar pada bangunan berlantai 9

Letak redaman	Momen guling dasar (Tm)	
	Arah X	Arah Y
Tingkat 1	75.296	250.987
Tingkat 2	163.137	543.777
Tingkat 3	245.431	818.000
Tingkat 4	244.301	814.108
Tingkat 5	274.813	916.011
Tingkat 6	393.640	1312.224
Tingkat 7	360.223	1200.493
Tingkat 8	305.171	1017.238
Tingkat 9	442.017	1473.394

Dari hasil analisis diatas meliputi simpangan relatif, simpangan antar tingkat, gaya geser dasar dan momen guling dasar, diambil satu contoh *input* dan *output* analisis, pada Variasi III.1 atau pada bangunan lantai 9 dengan penempatan *isolation rubber bearing* pada lantai satu sebagai lampiran untuk tidak mempertebal laporan.

Variasi III.1 diambil sebagai lampiran karena pada variasi ini bekerja beban maximum dan juga pada variasi ini terdapat simpangan relatif, gaya geser dasar dan

momen guling dasar yang lebih besar jika dibandingkan dengan variasi I.1 dan variasi II.1.

## 5.2 Pembahasan

Pada penelitian ini, kami menganalisis penggunaan redaman karet (*isolation rubber bearing*) pada bangunan berlantai 5, 7 dan 9. Untuk peletakan redaman karet, kami menvariasikannya pada puncak kolom pada setiap lantai.

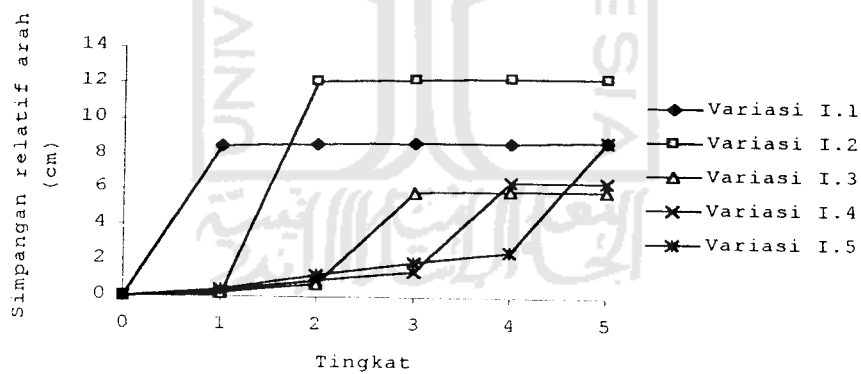
Besarnya nilai simpangan relatif, gaya geser dasar dan momen guling dasar pada bangunan berlantai 5, 7 dan 9 ternyata memberikan hasil yang paling efektif pada peletakan redaman di lantai satu, sebab pada bangunan diatas *top mounting plate* akan mengalami pergerakan struktur yang seragam jika dibanding dengan struktur di bawah *top mounting plate*. Hal ini sesuai dengan teori bahwa pemilihan lokasi penempatan redaman paling efektif biasanya terdapat pada lantai dasar (*ground level*), sedangkan fakta di lapangan juga belum pernah ditemui penempatan redaman karet ditempatkan pada lantai dua keatas. Sedangkan pada simpangan antar tingkat ada beberapa variasi yang simpangan antar tingkatnya yang terjadi lebih kecil dibanding variasi peletakan redaman dilantai 1. Namun jumlah frekuensinya lebih sedikit. Jadi penempatan efektif redaman berada di lantai 1.

### 5.2.1 Simpangan relatif.

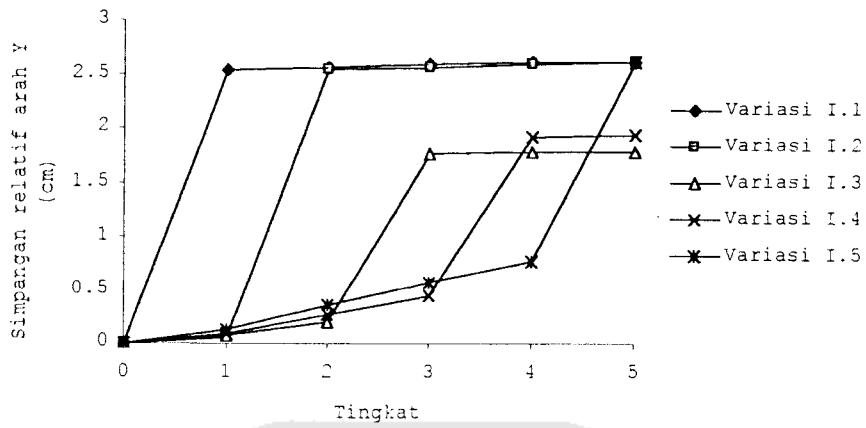
Seperti telah dijelaskan sebelumnya, simpangan disini dibedakan menjadi dua macam, simpangan relatif terhadap pondasi dan simpangan relatif terhadap *top mounting plate*, untuk simpangan relatif terhadap pondasi seperti terlihat pada Tabel 5.2, Tabel 5.4, dan Tabel 5.6 yang dimanifestasikan pada Gambar 5.1, 5.2 dan 5.3. Simpangan relatif minimum yang terjadi dipuncak bangunan tidak terdapat pada

penempatan *isolation rubber bearing* dilantai satu. Yang perlu diperhatikan disini adalah adanya simpangan pada *isolation rubber bearing* yang terlihat pada Tabel 5.8 yang dimanifestasikan pada Gambar 5.7 memperlihatkan besarnya simpangan pada *isolation rubber bearing* baik arah x maupun arah y semuanya kurang dari simpangan maximum yang boleh terjadi pada *isolation rubber bearing* pada Tabel 4.2.1 sebesar 9 inchi atau 22,86 cm, sehingga redaman bisa dipakai.

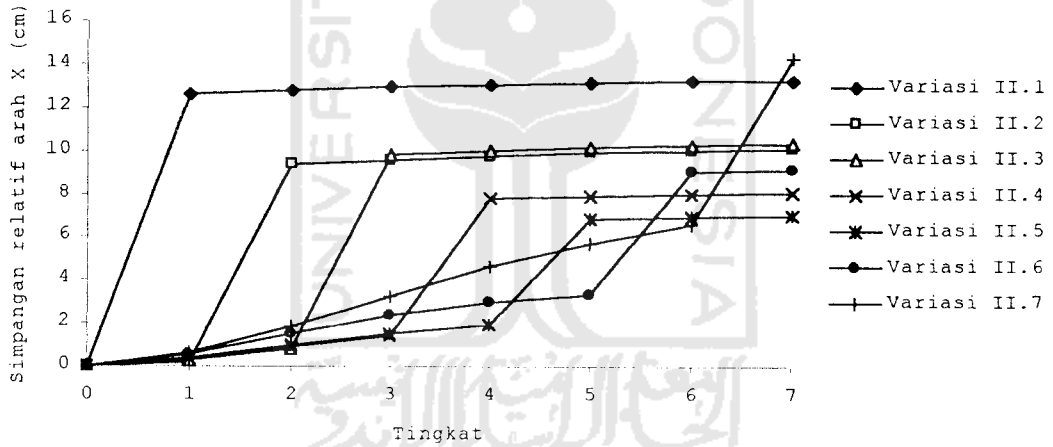
Sedangkan untuk simpangan pada *top mounting plat* terlihat pada Tabel 5.3, Tabel 5.5, dan Tabel 5.7 yang dimanifestasikan pada Gambar 5.4 5.5 dan 5.6 memperlihatkan simpangan yang paling efektif pada penempatan *isolation rubber bearing* pada lantai satu.



**Gambar 5.1** Grafik simpangan relatif terhadap pondasi pada bangunan berlantai 5

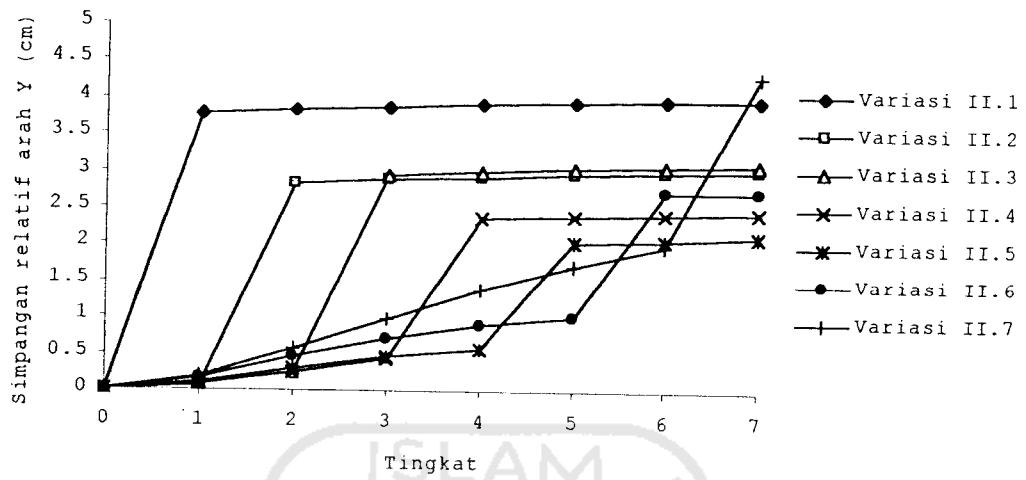


Gambar 5.1 lanjutan

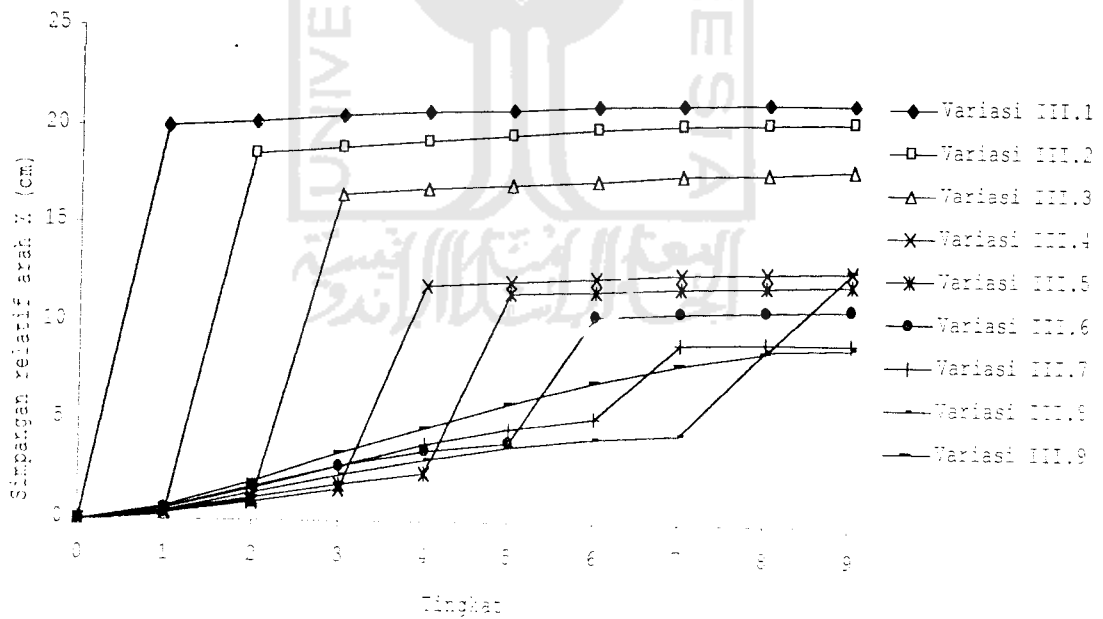


Gambar 5.2 Grafik simpangan relatif terhadap pondasi pada bangunan berlantai 7

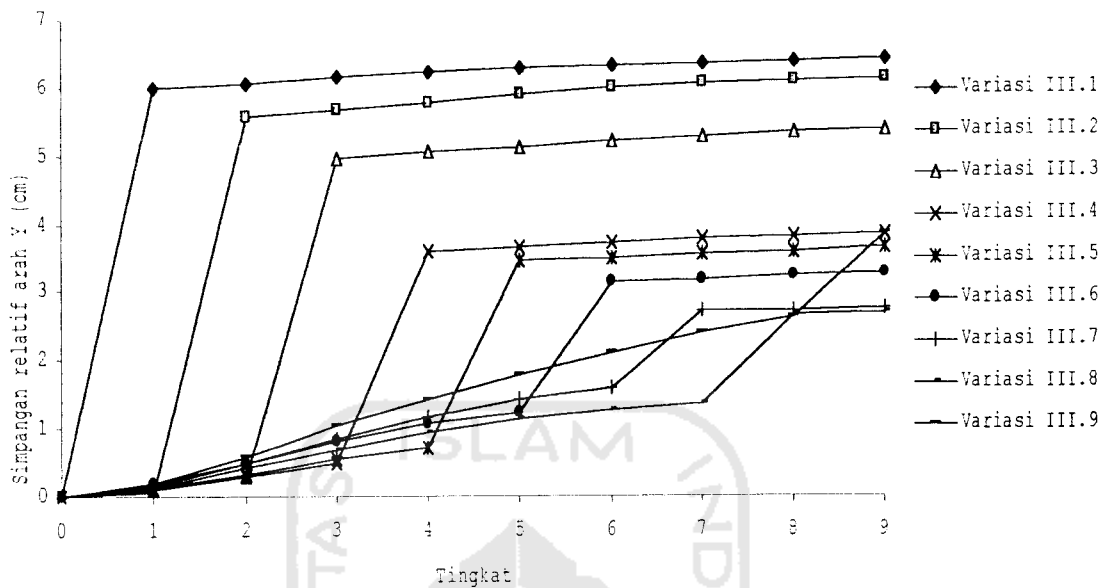




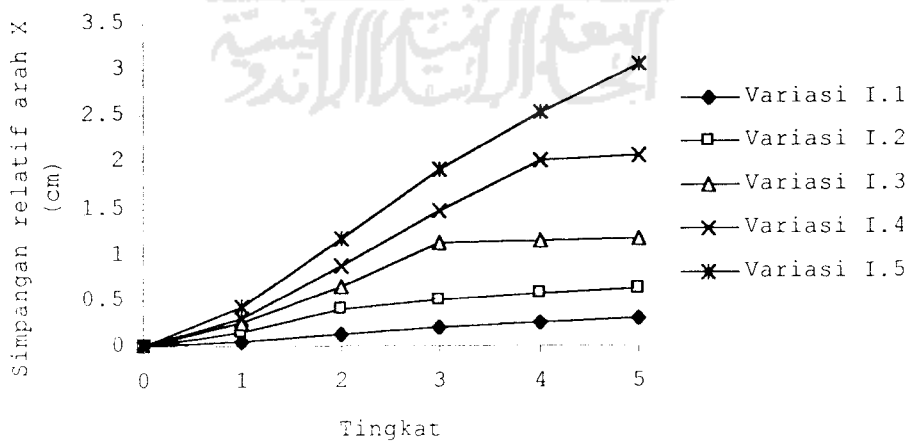
Gambar 5.2 Lanjutan



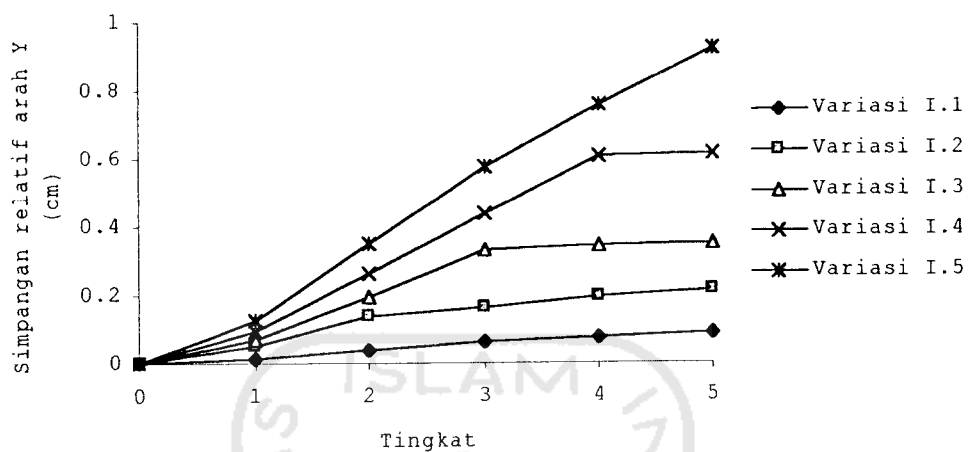
Gambar 5.3 Grafik simpangan relatif terhadap pondasi pada bangunan berlantai 9



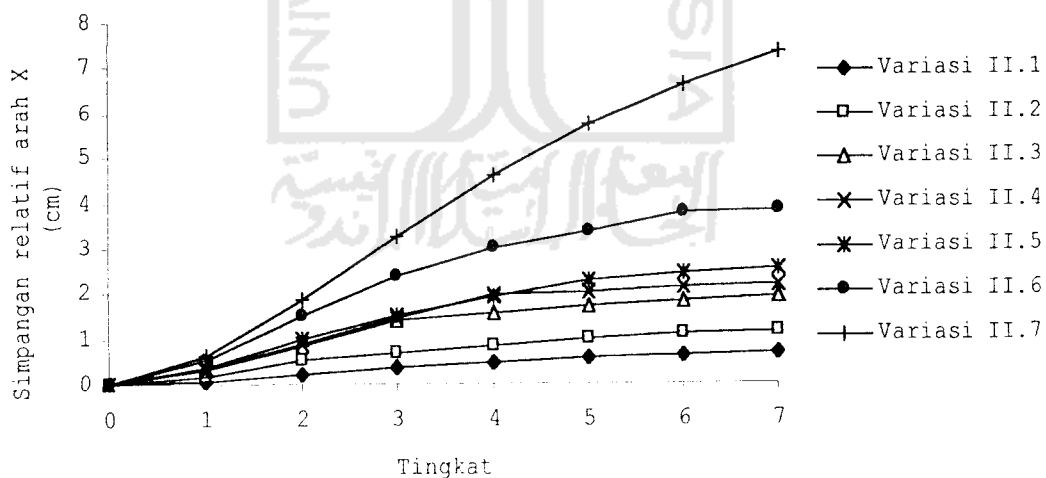
Gambar 5.3 Lanjutan

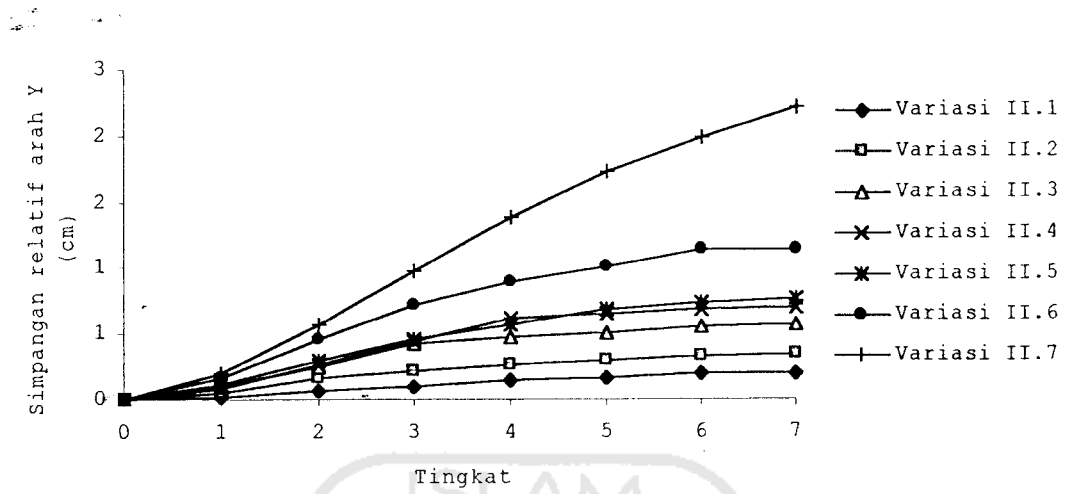


Gambar 5.4 Grafik simpangan terhadap top mounting plate pada bangunan berlantai 5

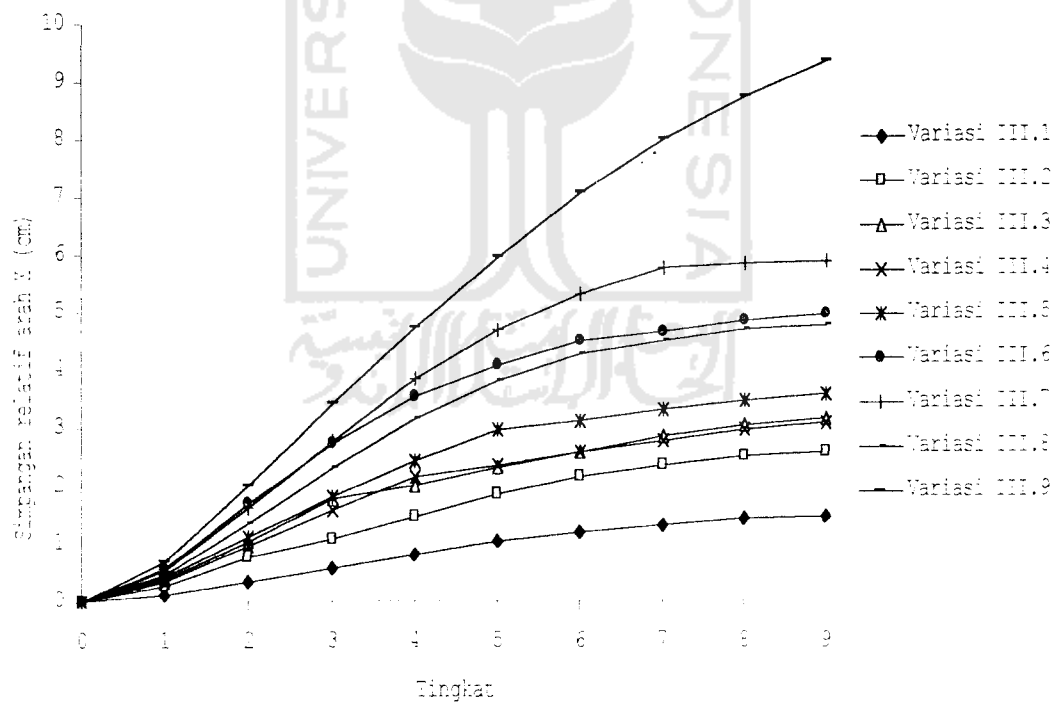


Gambar 5.4 Lanjutan

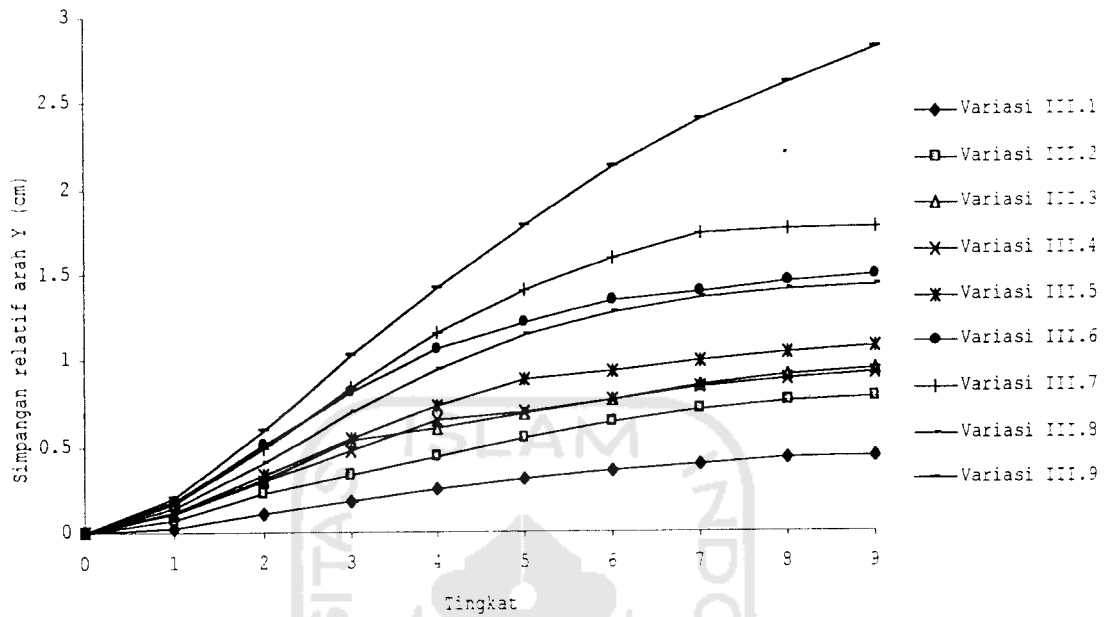
Gambar 5.5 Grafik simpangan terhadap *top mounting plate* pada bangunan berlantai 7



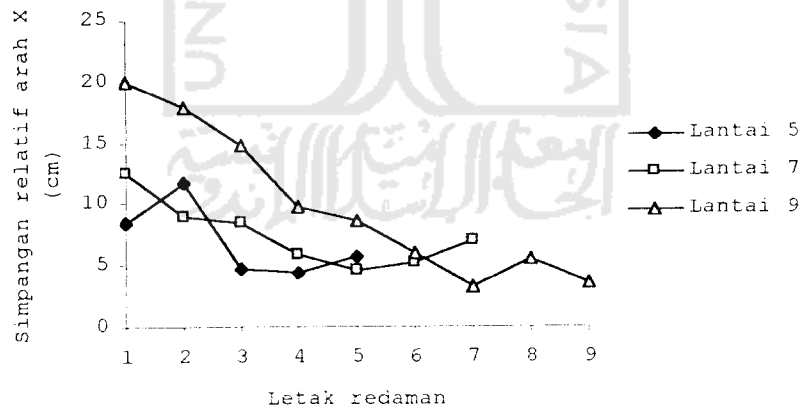
Gambar 5.5 Lanjutan



Gambar 5.6 Grafik simpangan terhadap *top mounting plate* pada bangunan berlantai 9

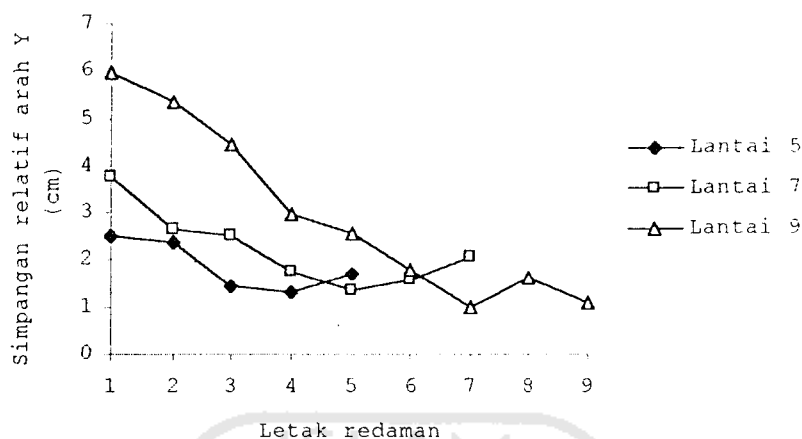


Gambar 5.6 Lanjutan



Gambar 5.7 Grafik simpangan isolation rubber bearing pada bangunan berlantai 5,

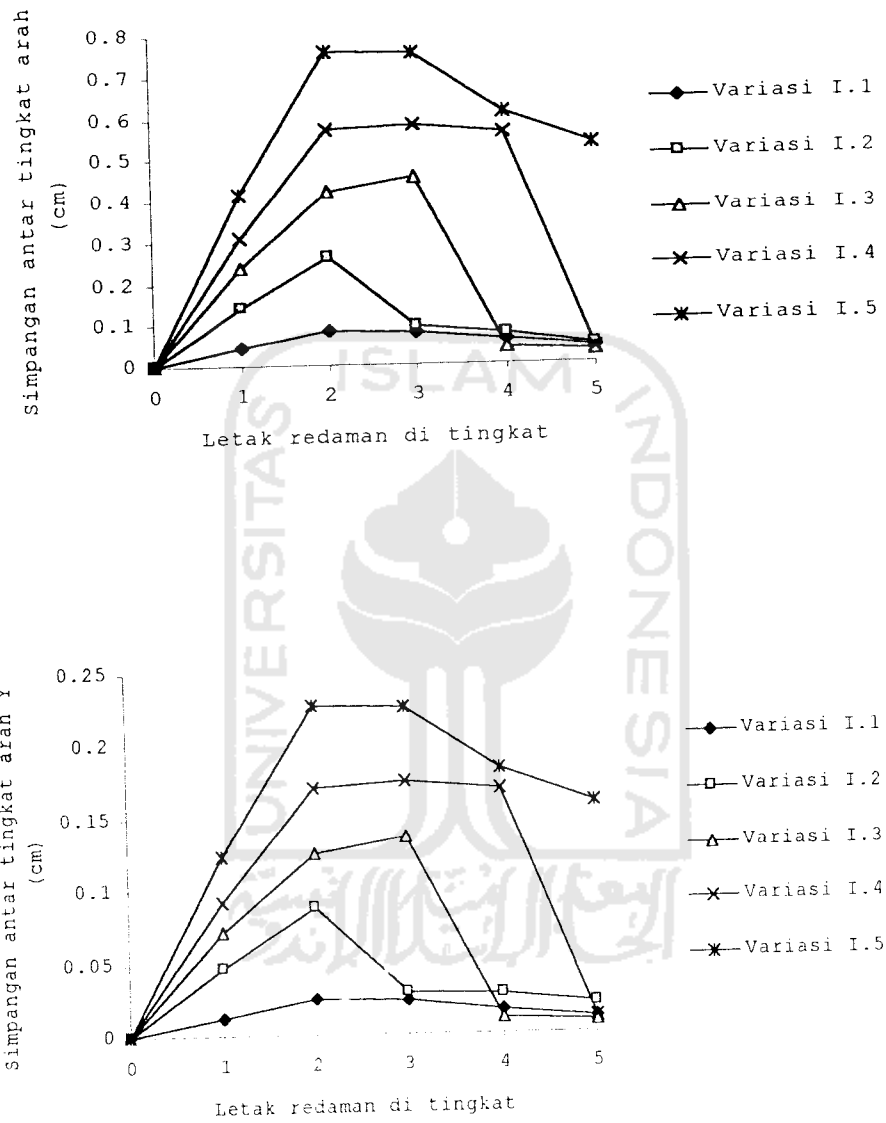
7 dan 9



Gambar 5.7 Lanjutan

### 5.2.2 Simpangan antar tingkat

simpangan antar tingkat yang terlihat pada Tabel 5.9 sampai Tabel 5.11 dimanifestasikan pada Gambar 5.9 sampai Gambar 5.11. Pada simpangan antar tingkat ini terdapat hasil yang sangat menarik untuk diamati yaitu pada Variasi I.3, pada lantai 4 simpangan antar tingkat lebih kecil jika dibandingkan dengan simpangan antar tingkat pada Variasi I.1, Variasi II.4 pada lantai 5 simpangan antar tingkat lebih kecil jika dibandingkan dengan simpangan antar tingkat pada Variasi II.1 dan variasi III.4 pada lantai 5 simpangan antar tingkat lebih kecil jika dibandingkan dengan simpangan antar tingkat pada Variasi III.1. Pada simpangan antar tingkat tersebut didapat hasil yang lebih kecil dari simpangan antar tingkat pada peletakan redaman di lantai 1.



**Gambar 5.8** Grafik simpangan antar tingkat bangunan berlantai 5

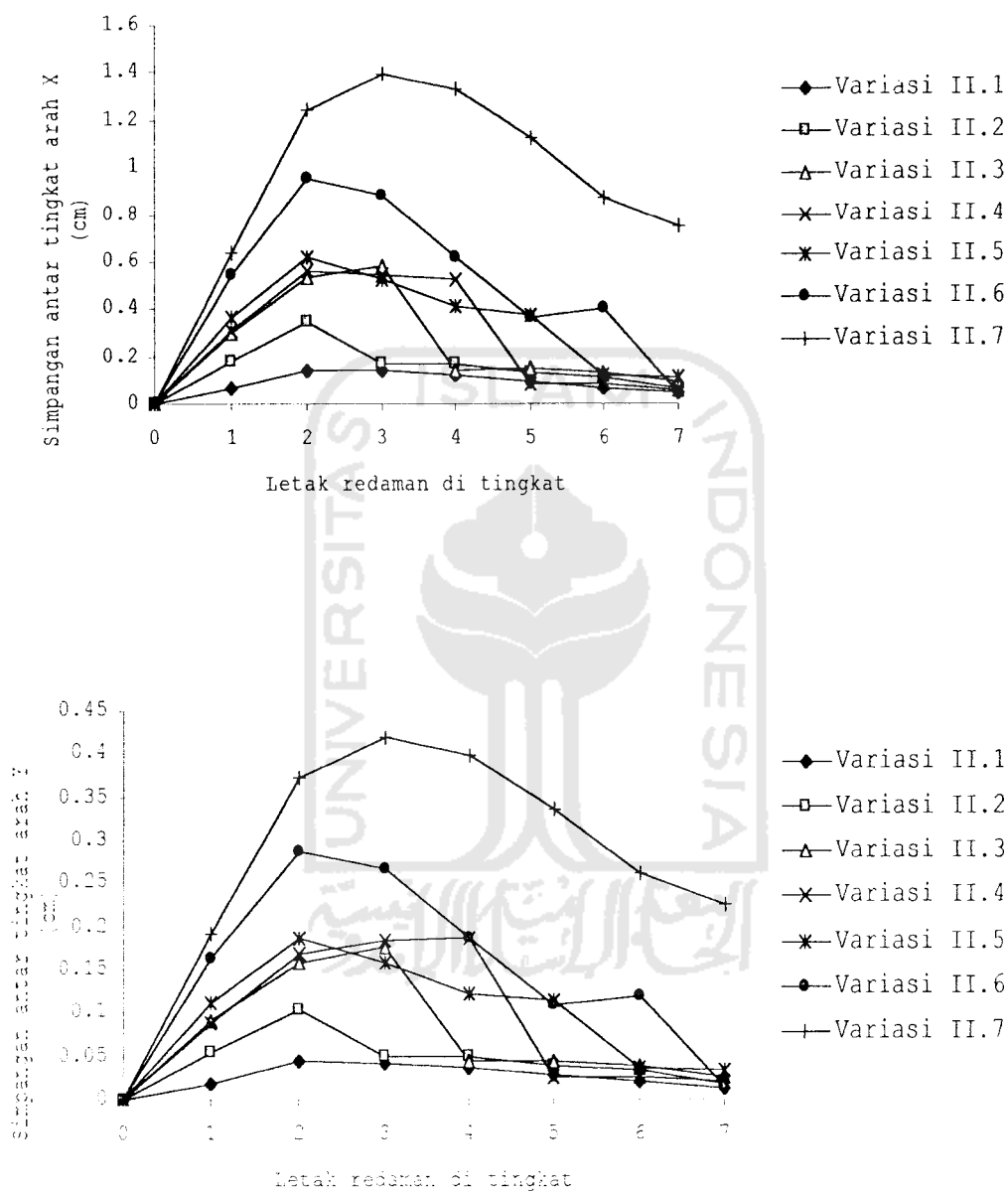
**Tabel 5.11** Simpangan antar tingkat pada bangunan berlantai 9

Tingkat	Simpangan antar tingkat (cm) arah X								
	Variasi								
	III.1	III.2	III.3	III.4	III.5	III.6	III.7	III.8	III.9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.098	0.250	0.367	0.345	0.408	0.595	0.554	0.468	0.679
2	0.243	0.501	0.658	0.620	0.702	1.079	1.069	0.890	1.304
3	0.251	0.334	0.735	0.611	0.715	1.046	1.164	0.948	1.422
4	0.230	0.379	0.253	0.593	0.605	0.806	1.063	0.843	1.337
5	0.199	0.365	0.283	0.172	0.542	0.543	0.853	0.662	1.215
6	0.164	0.305	0.281	0.224	0.150	0.415	0.607	0.452	1.111
7	0.128	0.222	0.251	0.215	0.179	0.171	0.469	0.255	0.919
8	0.093	0.143	0.199	0.177	0.158	0.175	0.067	0.172	0.724
9	0.064	0.088	0.140	0.126	0.118	0.140	0.054	0.062	0.640
Tingkat	Simpangan antar tingkat (cm) arah Y								
	Variasi								
	III.1	III.2	III.3	III.4	III.5	III.6	III.7	III.8	III.9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.030	0.075	0.110	0.104	0.122	0.178	0.166	0.140	0.204
2	0.073	0.150	0.197	0.186	0.211	0.324	0.321	0.267	0.391
3	0.075	0.100	0.220	0.183	0.215	0.314	0.349	0.284	0.427
4	0.069	0.114	0.076	0.178	0.181	0.242	0.319	0.253	0.401
5	0.060	0.110	0.085	0.052	0.163	0.163	0.256	0.199	0.364
6	0.049	0.092	0.084	0.067	0.045	0.125	0.182	0.135	0.333
7	0.038	0.067	0.075	0.064	0.054	0.051	0.141	0.076	0.276
8	0.028	0.043	0.060	0.053	0.047	0.052	0.020	0.052	0.217
9	0.019	0.026	0.042	0.038	0.035	0.042	0.016	0.018	0.193

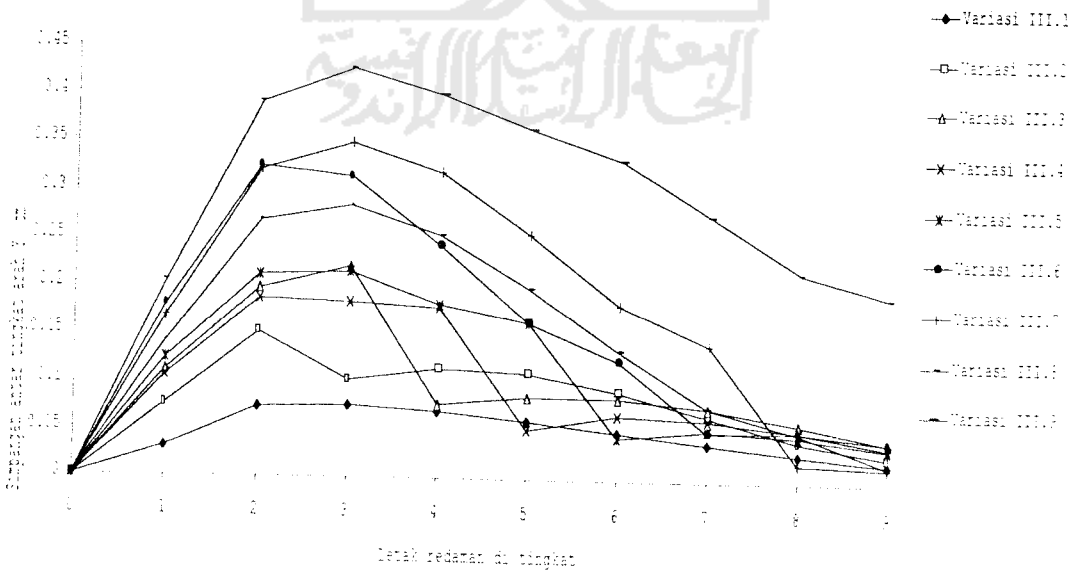
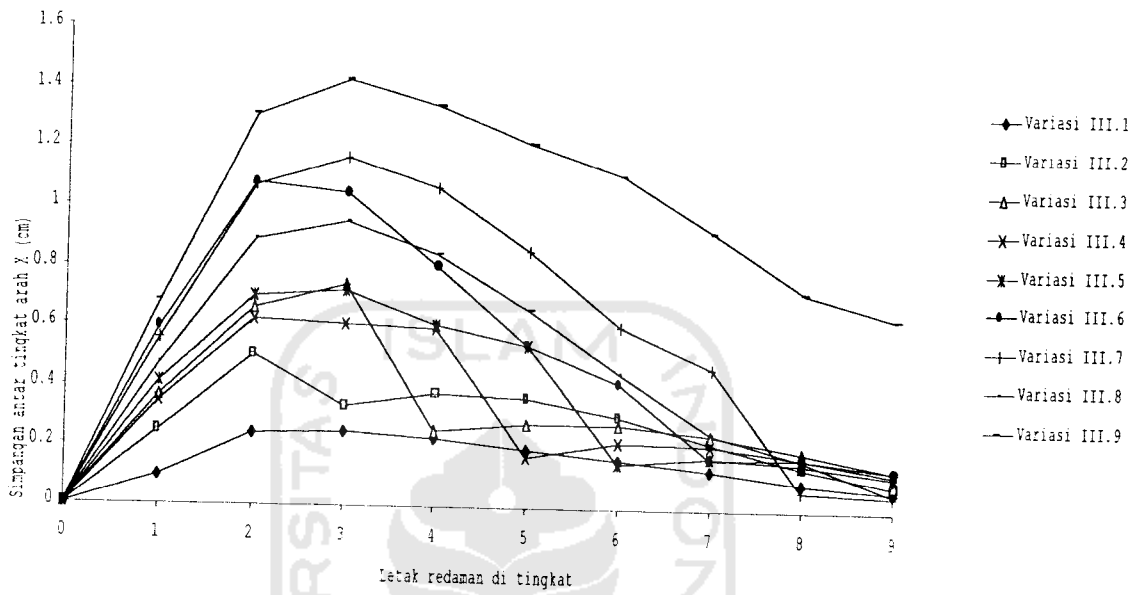
### 5.1.6 Hasil Perhitungan Gaya Geser Dasar

Besarnya gaya geser dasar dipengaruhi oleh simpangan relatif dan kekakuan tingkat. Gaya geser akan semakin besar pada tingkat yang lebih rendah karena gaya geser tingkat akan ditahan oleh struktur tingkat dibawahnya. Disini gaya geser dasar ditinjau dari nilai total gaya geser yang terjadi pada kolom lantai pertama pada arah X dan arah Y.





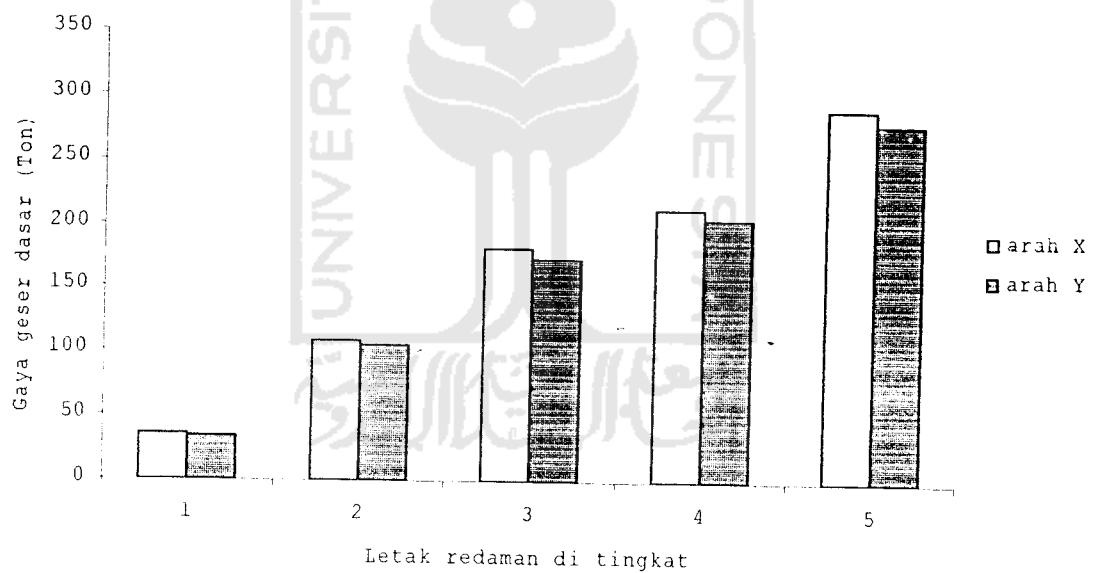
**Gambar 5.9** Grafik simpangan antar tingkat bangunan berlantai 7



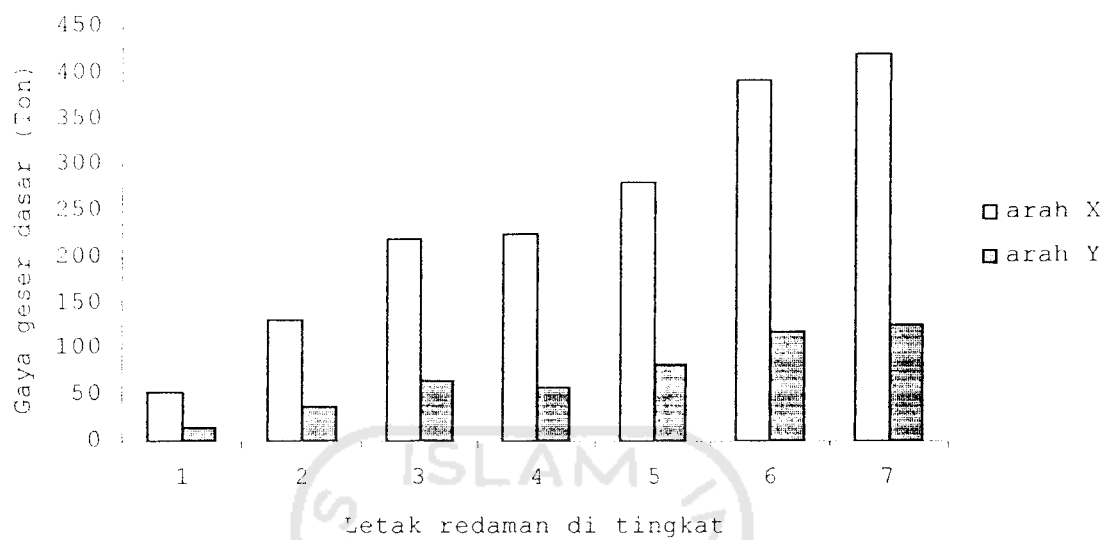
Gambar 5.10 Grafik simpangan antar tingkat bangunan berlantai 9

### 5.2.3 Gaya geser dasar

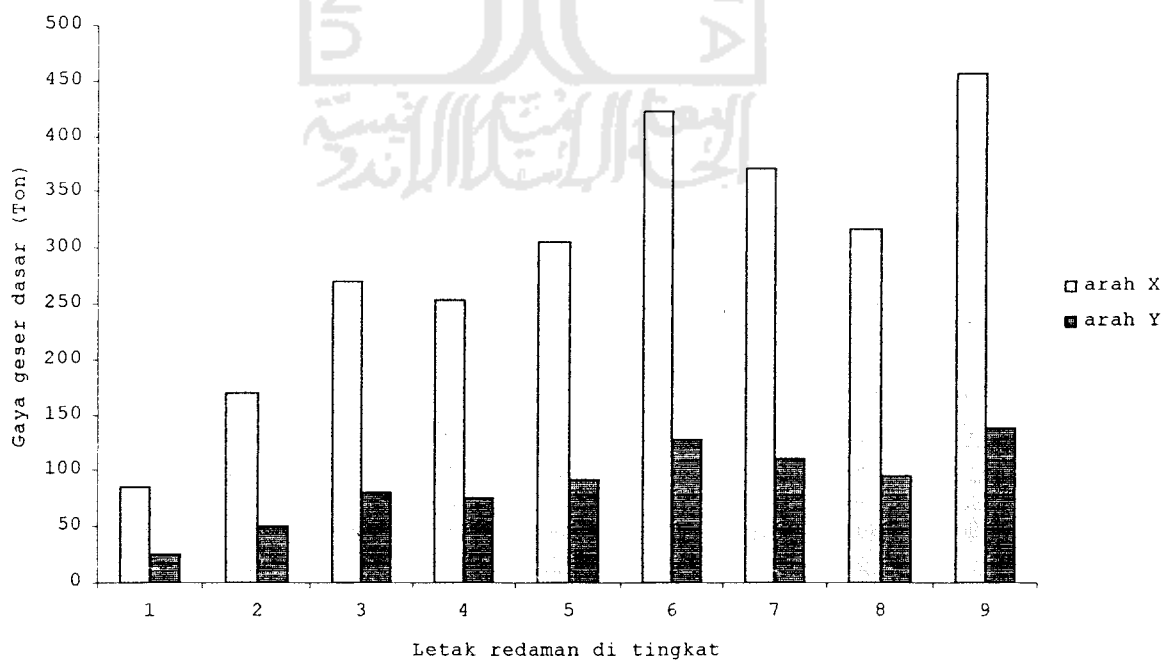
Tabel 5.12, Tabel 5.13 dan Tabel 5.14 yang dimanifestasikan pada Gambar 5.8, Gambar 5.9, dan Gambar 5.10 memperlihatkan bahwa besarnya gaya geser dasar yang paling efektif terdapat pada penempatan *isolation rubber bearing* dilantai satu, yaitu untuk bangunan berlantai 5 sebesar 36,077 ton arah x, 34,499 ton arah y, sedangkan untuk bangunan berlantai 7 sebesar 53,777 ton arah x, 16,133 ton arah y, dan untuk bangunan berlantai 9 sebesar 85,196 ton arah x, 25,559 ton arah y.



**Gambar 5.11** Gaya geser dasar bangunan berlantai 5



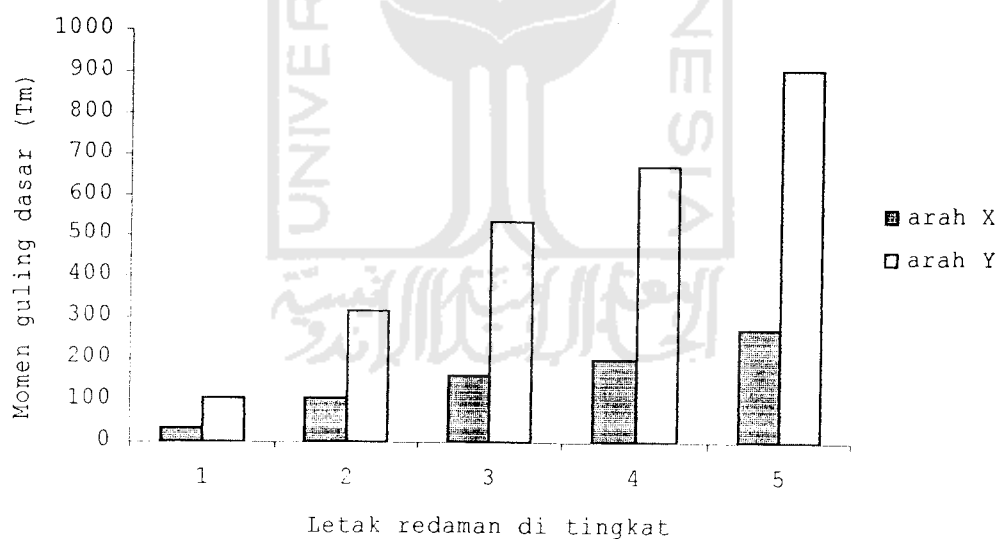
**Gambar 5.12** Gaya geser dasar bangunan berlantai 7



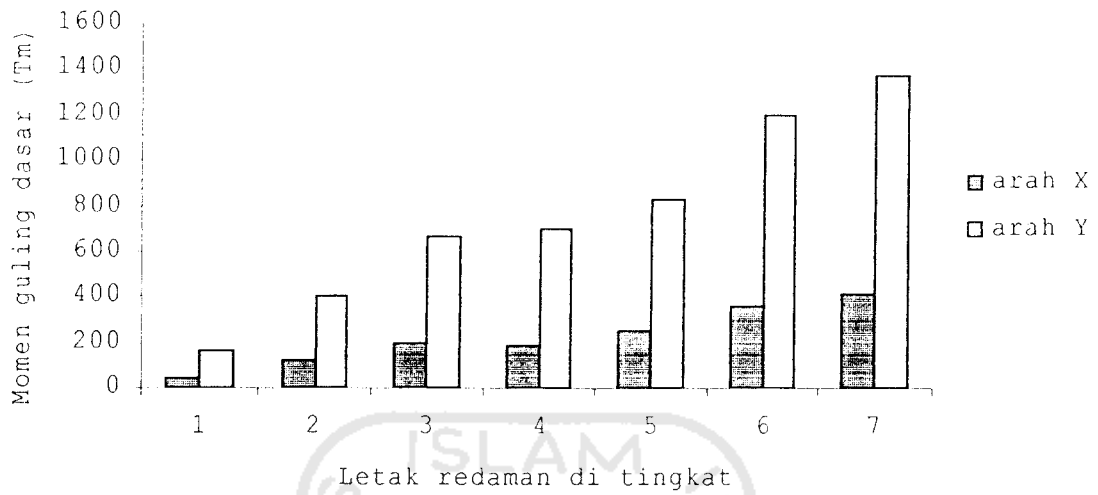
**Gambar 5.13** Gaya geser dasar bangunan berlantai 9

### 5.2.4 Momen guling dasar

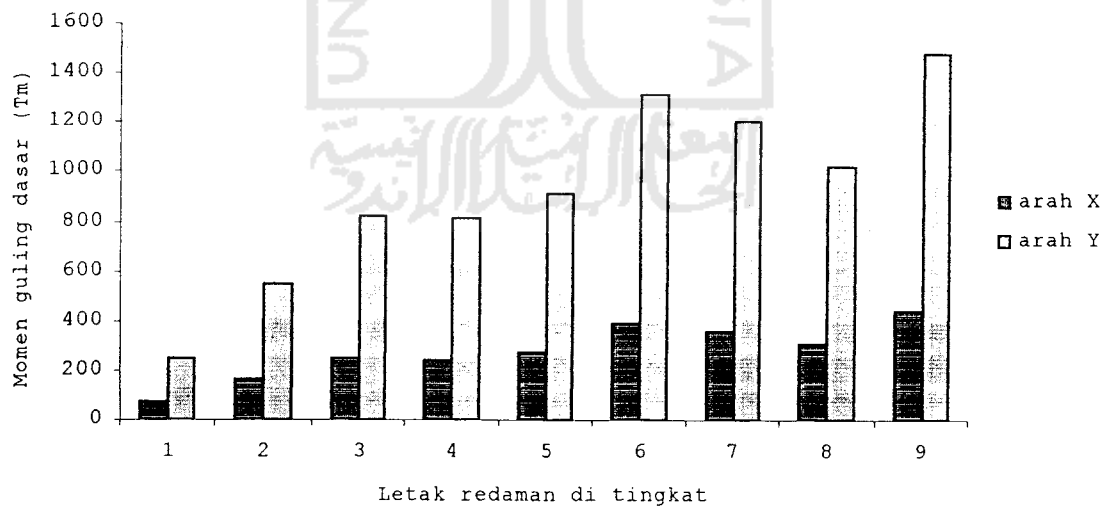
Tabel 5.15, Tabel 5.16 dan Tabel 5.17 yang dimanifestasikan pada Gambar 5.11, 5.12 dan 5.13 memperlihatkan bahwa besarnya momen guling dasar yang paling efektif terdapat pada penempatan *isolation rubber bearing* dilantai satu, yaitu untuk bangunan berlantai 5 sebesar 31,885 tm arah x, 106,284 tm arah y, sedangkan untuk bangunan berlantai 7 sebesar 47,528 tm arah x, 158,427 tm arah y, dan untuk bangunan berlantai 9 sebesar 75,296 tm arah x, 250,987 tm arah y.



**Gambar 5.14** Momen guling dasar bangunan berlantai 5



**Gambar 5.15** Momen guling dasar bangunan berlantai 7



**Gambar 5.16** Momen guling dasar bangunan berlantai 9