

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

Analisis pada penelitian dinamik struktur bangunan beton dengan isolasi dasar ini dilakukan dengan menggunakan bantuan bahasa pemrograman, sehingga untuk contoh perhitungan tidak dijabarkan di dalam bab ini tetapi akan dilampirkan di verifikasi perhitungan. Program yang digunakan adalah ProVibe (*Program of Ramberg Osgood Vibration*) yang dikhususkan untuk analisis dinamik respons non linear inelastis isolasi dasar. Program ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *MATLAB R2015b*.

Input dari program ini terdiri dari tipe, dimensi struktur, beban struktur, mutu struktur, parameter isolasi dasar, dan data percepatan tanah berupa data gempa, skala gempa dan *damping ratio*. Sedangkan *output* dari program ini adalah berupa respons-respons dinamik struktur bangunan beton seperti simpangan, simpangan antar tingkat (*Interstory Drift*), rasio simpangan antar tingkat (*Interstory Drift Ratio*), gaya horizontal tingkat (F), gaya geser tingkat (V), momen guling (M) dan lain sebagainya. Variasi lainnya adalah dimana struktur dibedakan menjadi dua jenis yaitu struktur jepit (*fixed base building*) dan struktur dengan isolasi dasar (*base isolated building*).

5.2 Analisis Respons Struktur dengan dan Tanpa Isolasi Dasar Akibat Gempa Frekuensi Menengah

Analisis digunakan satu jenis riwayat gempa El Centro 1940 yang mewakili gempa frekuensi menengah. Analisis-analisis dilakukan dengan cara mencari kekakuan isolasi dasar sesuai dengan jumlah tingkat bangunan. Analisis diatas divariasikan pula dengan variasi struktur yaitu 4, 10 dan 15 tingkat. Hasil berupa respons-respons dinamik struktur antara bangunan dengan dan tanpa isolasi dasar. Isolator yang digunakan dalam analisis ini adalah *lead rubber bearings* (LRBs).

5.2.1 Simpangan

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai simpangan struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.1 sampai Tabel 5.6 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.1 sampai Gambar 5.8.

Pada Tabel 5.1 untuk struktur tingkat 4 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa simpangan maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 1,1934 cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 4,2372 cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,2816 atau reduksi simpangan struktur diperoleh 71,84 %, sedangkan pada Tabel 5.2 terlihat bahwa simpangan maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 3,7512 cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 14,4066 cm dan ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,2604 atau reduksi simpangan struktur diperoleh 73,96 %.

Pada Tabel 5.3 untuk struktur tingkat 10 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa simpangan maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 3,2510 cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 10,2445 cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 9 sebesar 0,3157 atau reduksi simpangan struktur diperoleh 68,42 %, sedangkan pada Tabel 5.4 terlihat bahwa simpangan maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 8,4102 cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 27,6601 cm dan ratio terkecil terjadi pada tingkat 9 sebesar 0,3025 atau reduksi simpangan struktur diperoleh 69,75 %.

Pada Tabel 5.5 untuk struktur tingkat 15 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa simpangan maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 4,8293 cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 14,1832 cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 5 sebesar 0,2944 atau reduksi simpangan struktur diperoleh 70,56 %, sedangkan pada Tabel 5.6 terlihat bahwa simpangan maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 10,8409 cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 32,6213 cm dan ratio terkecil terjadi pada tingkat 5 sebesar 0,2851 atau reduksi simpangan struktur diperoleh 71,49 %.

Dari struktur 4, 10 dan 15 tingkat terlihat dilihat bahwa pemasangan isolasi dasar dapat mengurangi simpangan dari struktur jepit. Reduksi simpangan atap struktur yang diperoleh berkisar antara 68,42 - 71,84 % untuk $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio* dan 69,75 - 73,96 % untuk $> 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*.

Tabel 5.1 Perbandingan Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	Simpangan (cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
4	4.2372	1.1934	0.2816
3	3.5310	1.1240	0.3183
2	2.3954	0.9227	0.3852
1	0.5601	0.5505	0.9829

Tabel 5.2 Perbandingan Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa El Centro 1940 $> 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	Simpangan (cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
4	14.4066	3.7512	0.2604
3	12.0053	3.5261	0.2937
2	8.1442	2.8963	0.3556
1	1.9042	1.7367	0.9120

Tabel 5.3 Perbandingan Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	Simpangan (cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
10	10.2445	3.2510	0.3173
9	10.0703	3.1795	0.3157
8	9.6470	3.0294	0.3140
7	8.9742	2.8359	0.3160
6	8.0761	2.6068	0.3228
5	6.9645	2.3367	0.3355
4	5.6579	2.0104	0.3553
3	4.1788	1.6159	0.3867
2	2.5077	1.1443	0.4563
1	0.6917	0.6012	0.8692

Tabel 5.4 Perbandingan Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

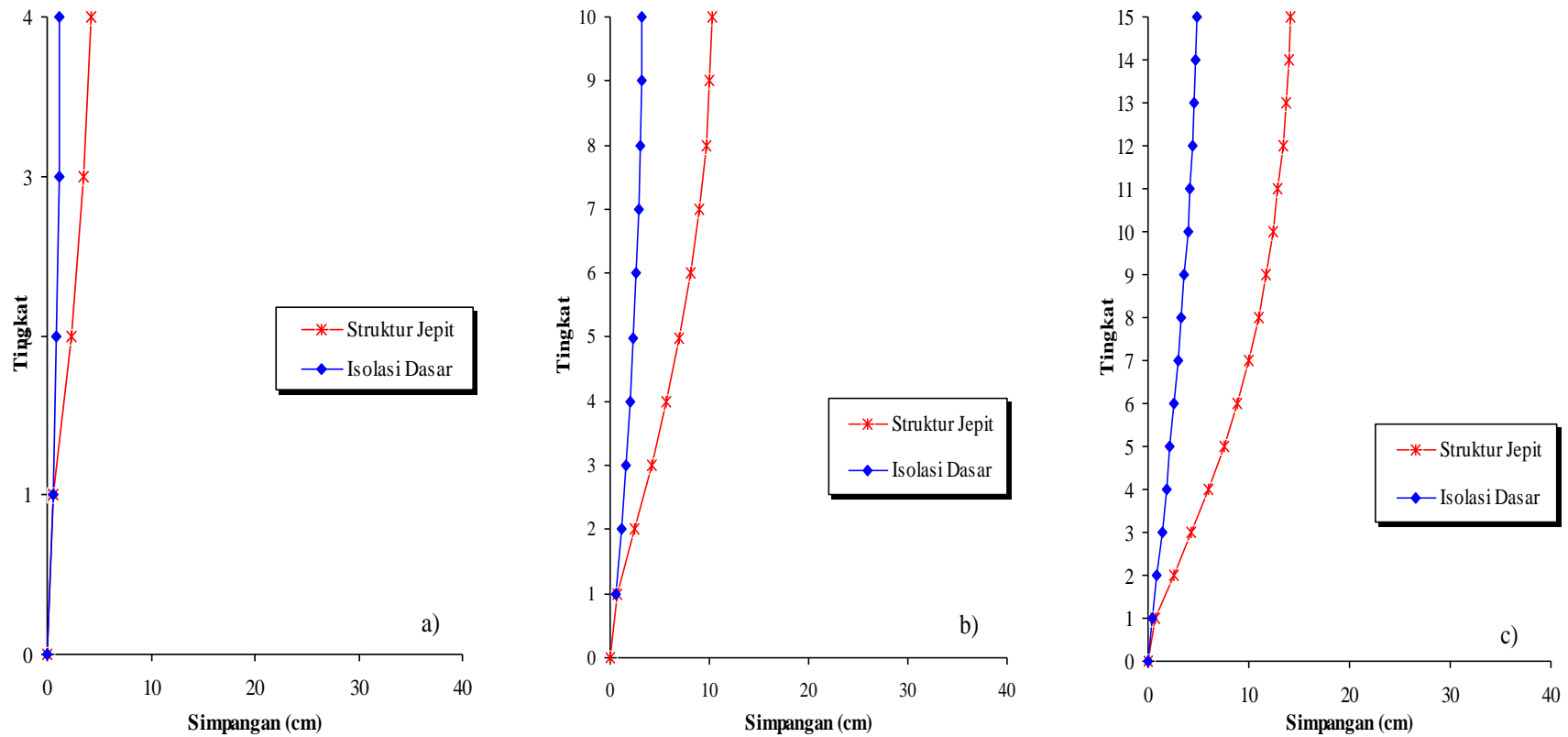
Tingkat	Simpangan (cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
10	27.6601	8.4102	0.3041
9	27.1898	8.2240	0.3025
8	26.0470	7.8401	0.3010
7	24.2302	7.3318	0.3026
6	21.8054	6.7306	0.3087
5	18.8042	6.0200	0.3201
4	15.2762	5.1665	0.3382
3	11.2828	4.1424	0.3671
2	6.7707	2.9252	0.4320
1	1.8676	1.5331	0.8209

Tabel 5.5 Perbandingan Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

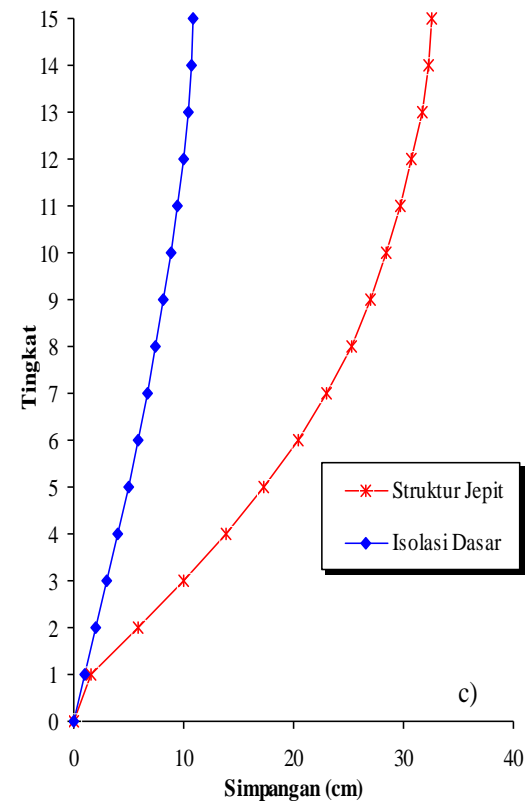
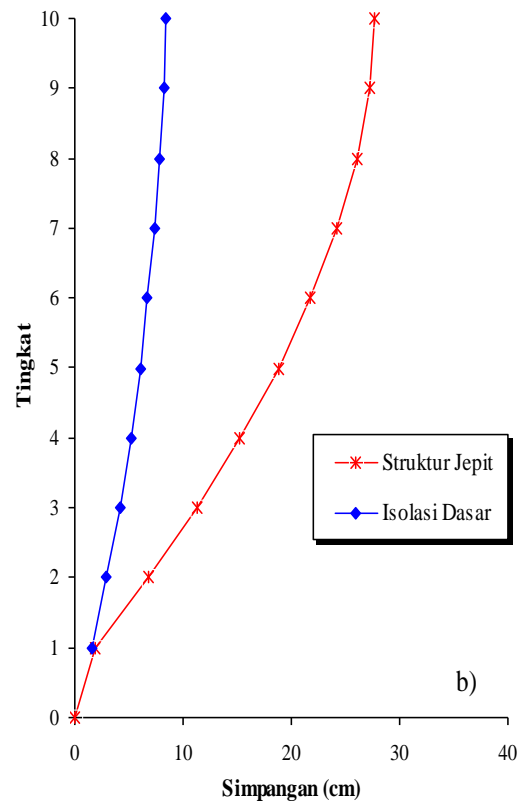
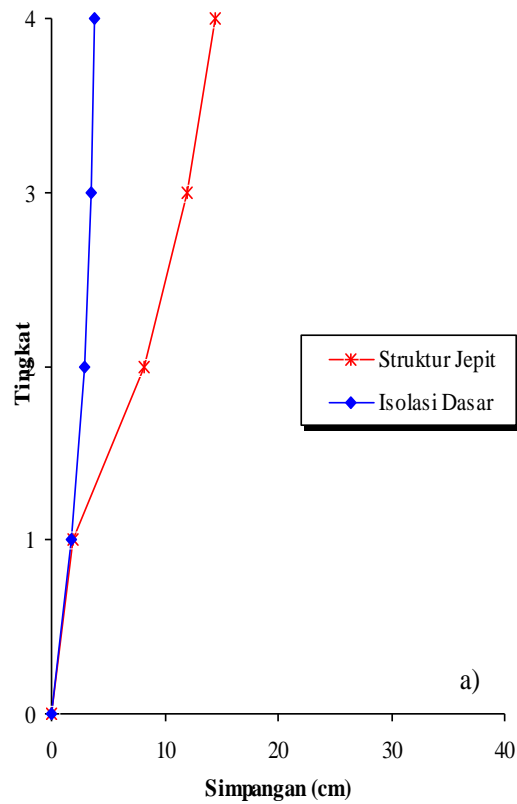
Tingkat	Simpangan (cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
15	14.1832	4.8293	0.3405
14	14.0517	4.7704	0.3395
13	13.7625	4.6392	0.3371
12	13.3589	4.4440	0.3327
11	12.8976	4.2046	0.3260
10	12.3812	3.9343	0.3178
9	11.7528	3.6393	0.3097
8	10.9682	3.3202	0.3027
7	10.0059	2.9763	0.2975
6	8.8564	2.6086	0.2945
5	7.5193	2.2135	0.2944
4	6.0018	1.7953	0.2991
3	4.3337	1.3575	0.3132
2	2.5542	0.9076	0.3553
1	0.6984	0.4528	0.6484

Tabel 5.6 Perbandingan Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

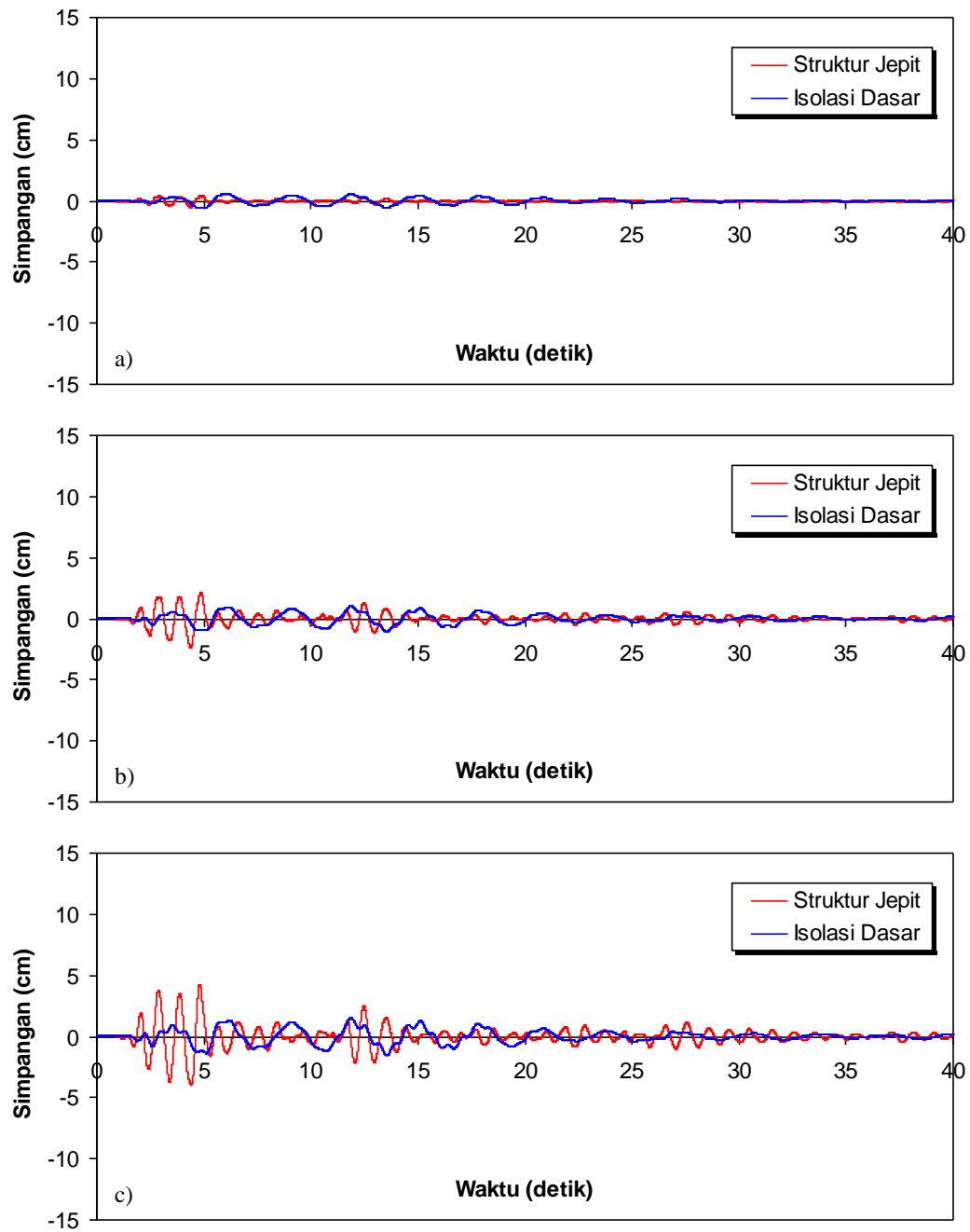
Tingkat	Simpangan (cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
15	32.6213	10.8409	0.3323
14	32.3190	10.7129	0.3315
13	31.6538	10.4170	0.3291
12	30.7255	9.9805	0.3248
11	29.6646	9.4413	0.3183
10	28.4768	8.8302	0.3101
9	27.0314	8.1611	0.3019
8	25.2269	7.4371	0.2948
7	23.0135	6.6576	0.2893
6	20.3696	5.8203	0.2857
5	17.2944	4.9311	0.2851
4	13.8041	3.9881	0.2889
3	9.9676	3.0061	0.3016
2	5.8747	2.0039	0.3411
1	1.6063	0.9975	0.6210



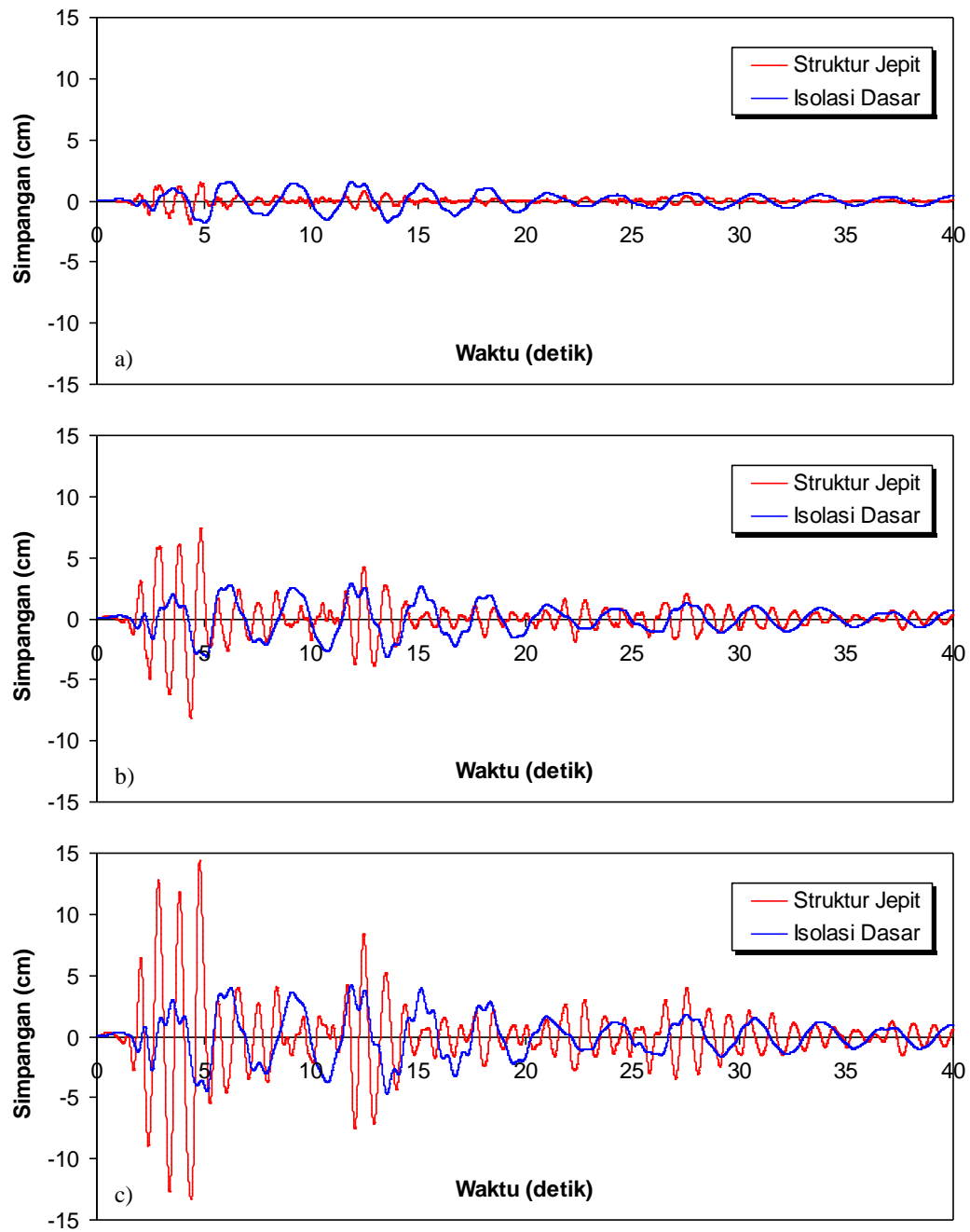
Gambar 5.1 Perbandingan Simpangan Maksimum Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



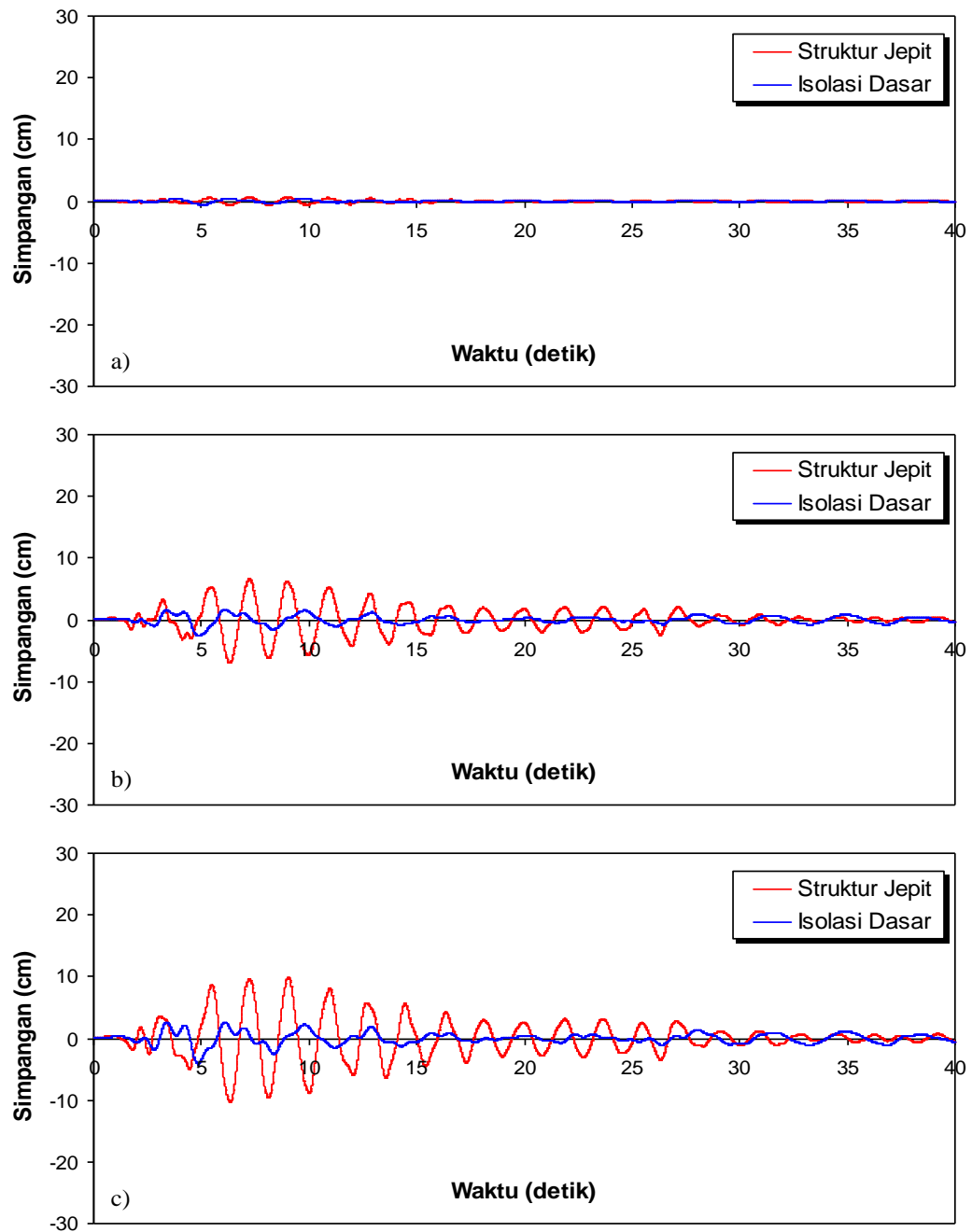
Gambar 5.2 Perbandingan Simpangan Maksimum Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



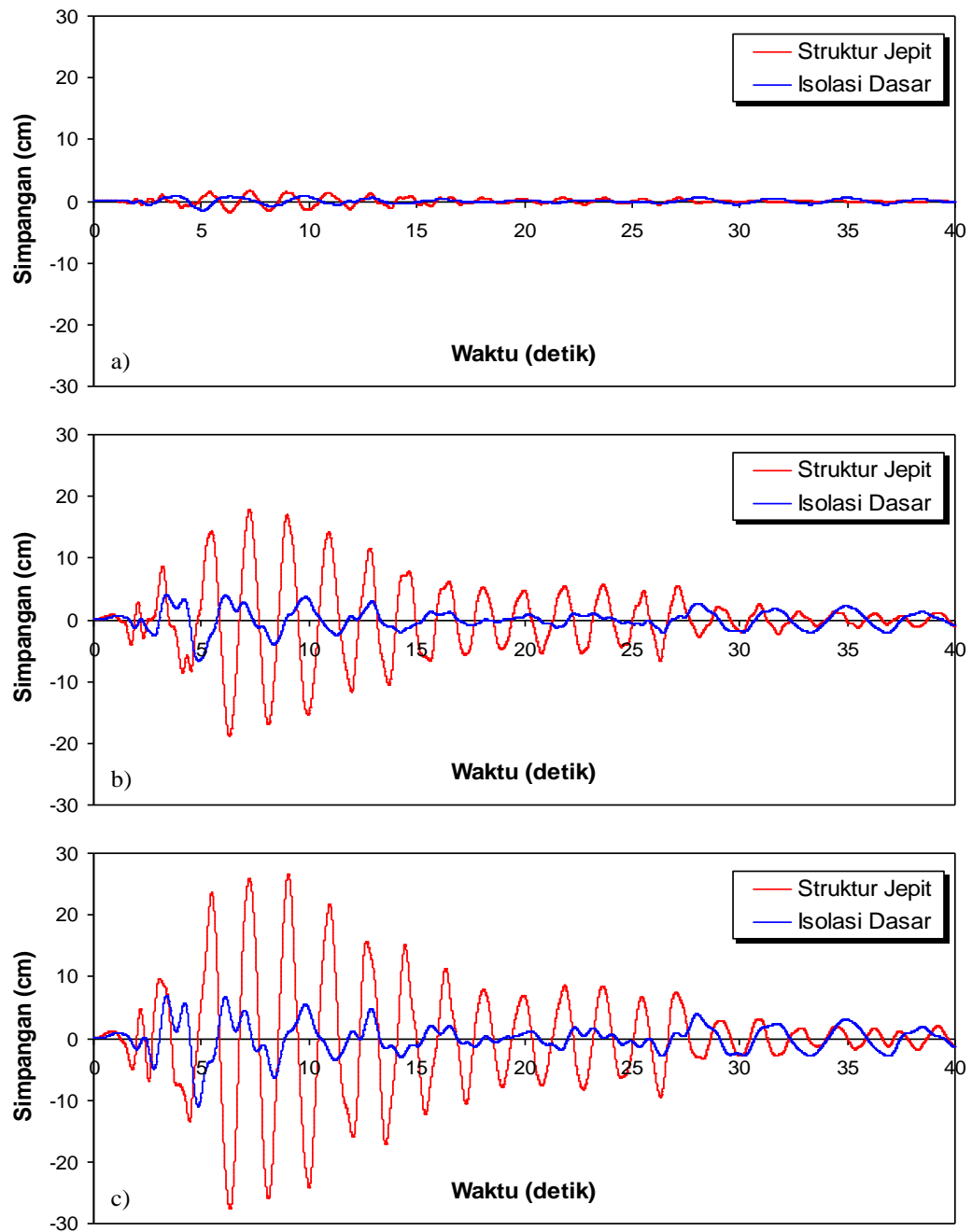
Gambar 5.3 Perbandingan Simpangan Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



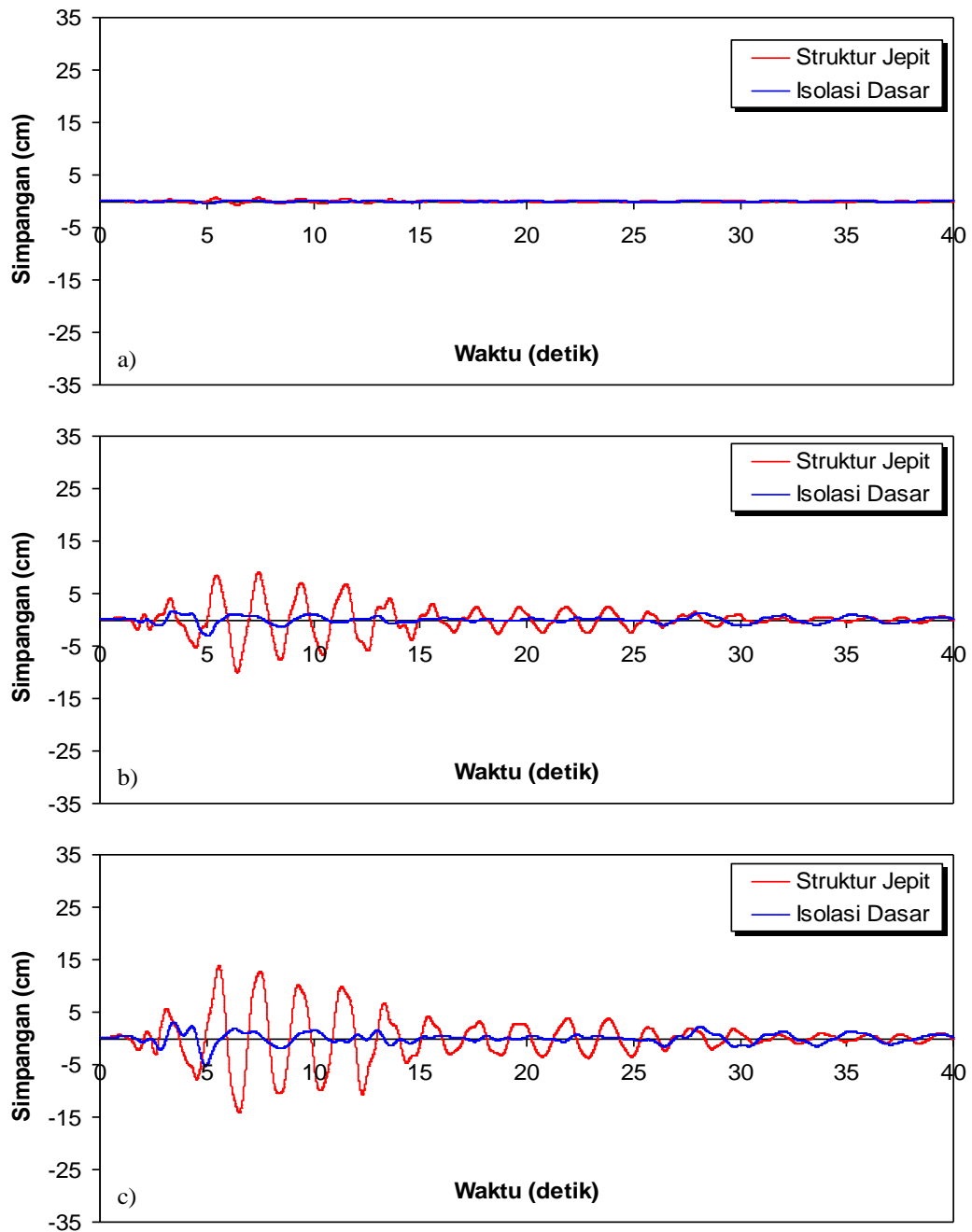
Gambar 5.4 Perbandingan Simpangan Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



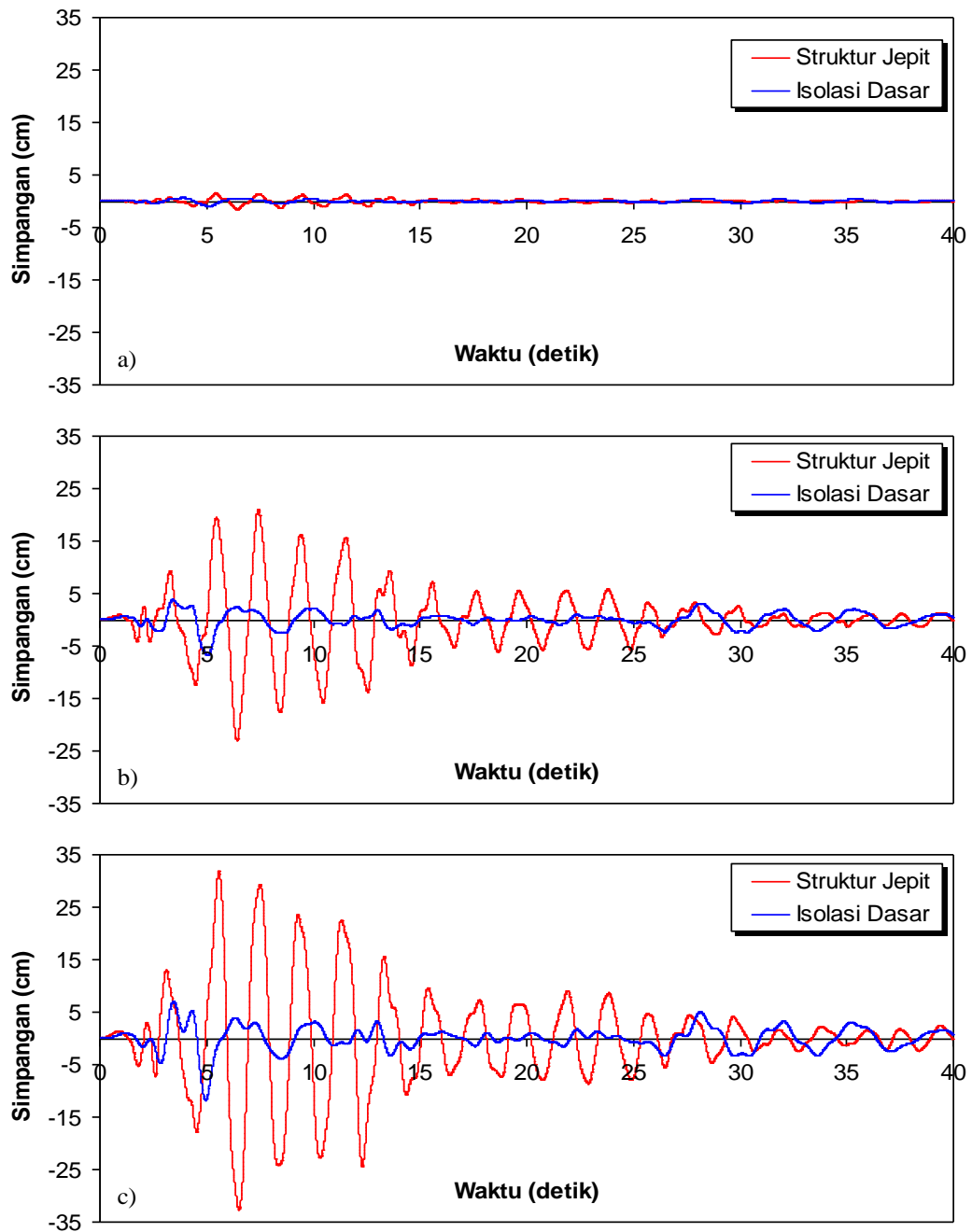
Gambar 5.5 Perbandingan Simpangan Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 5, c) Tingkat Atap



Gambar 5.6 Perbandingan Simpangan Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 5, c) Tingkat Atap



Gambar 5.7 Perbandingan Simpangan Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 7, c) Tingkat Atap



Gambar 5.8 Perbandingan Simpangan Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 7, c) Tingkat Atap

5.2.2 Simpangan antar Tingkat (*Interstory Drift*)

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai simpangan antar tingkat struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVibe dapat dilihat pada Tabel 5.7 sampai Tabel 5.12 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.9 sampai Gambar 5.16.

Pada Tabel 5.7 untuk struktur tingkat 4 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa simpangan antar tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 0,5822 cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 1,8509 cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,1904 atau reduksi simpangan antar tingkat struktur diperoleh 80,96 %, sedangkan pada Tabel 5.8 terlihat bahwa simpangan antar tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 1,7595 cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 6,2931 cm dan ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,1645 atau reduksi simpangan antar tingkat struktur diperoleh 83,55 %.

Pada Tabel 5.9 untuk struktur tingkat 10 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa simpangan antar tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 0,6020 cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 1,8188 cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 2 sebesar 0,3001 atau reduksi simpangan antar tingkat struktur diperoleh 69,99 %, sedangkan pada Tabel 5.10 terlihat bahwa simpangan antar tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 1,5391 cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 4,9107 cm dan ratio terkecil terjadi pada tingkat 2 sebesar 0,2869 atau reduksi simpangan antar tingkat struktur diperoleh 71,31 %.

Pada Tabel 5.11 untuk struktur tingkat 15 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa simpangan antar tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 0,4552 cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 1,8559 cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 2 sebesar 0,2453 atau reduksi simpangan antar tingkat struktur diperoleh 75,47 %, sedangkan pada Tabel 5.12 terlihat bahwa simpangan antar tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 1,0095 cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu

4,2685 cm dan ratio terkecil terjadi pada tingkat 2 sebesar 0,2365 atau reduksi simpangan antar tingkat struktur diperoleh 76,35 %.

Dari struktur 4, 10 dan 15 tingkat terlihat memiliki respons yang sama dimana bangunan dengan isolasi dasar simpangan antar tingkat lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar. Reduksi simpangan antar tingkat struktur yang diperoleh berkisar antara 69,99 - 80,96 % untuk $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio* dan 71,31 – 83,55 % untuk $> 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*.

Tabel 5.7 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	<i>Interstory Drift</i> (cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
4	0.8299	0.1580	0.1904
3	1.4908	0.3523	0.2363
2	1.8509	0.4933	0.2665
1	0.5601	0.5822	1.0396

Tabel 5.8 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa El Centro 1940 $> 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	<i>Interstory Drift</i> (cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
4	2.8216	0.4643	0.1645
3	5.0687	1.0380	0.2048
2	6.2931	1.4548	0.2312
1	1.9042	1.7595	0.9240

Tabel 5.9 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	<i>Interstory Drift</i> (cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
10	0.2876	0.1061	0.3690
9	0.6097	0.2426	0.3979
8	0.8596	0.3563	0.4145
7	1.0413	0.4464	0.4287
6	1.1925	0.5108	0.4283
5	1.3294	0.5429	0.4084
4	1.5173	0.5404	0.3562
3	1.6712	0.5118	0.3063
2	1.8188	0.5459	0.3001
1	0.6917	0.6020	0.8703

Tabel 5.10 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

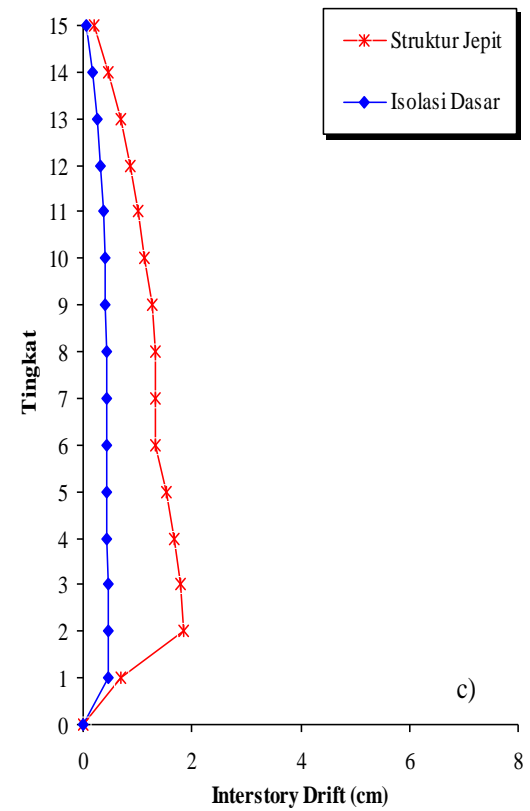
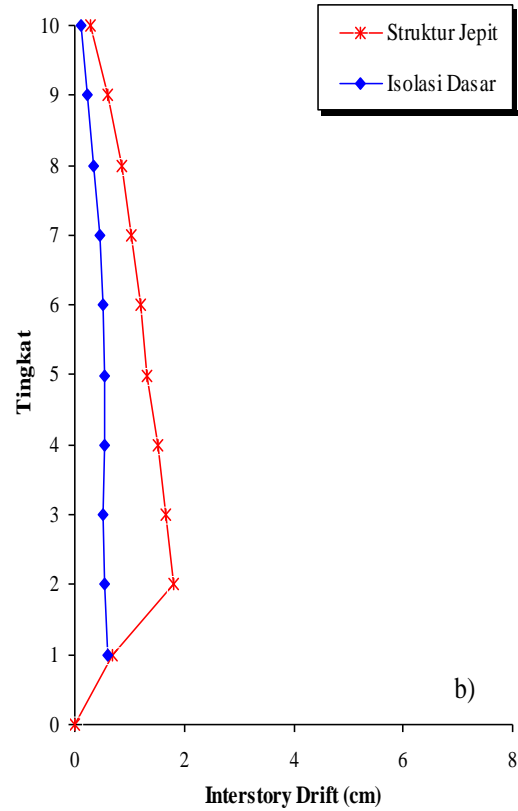
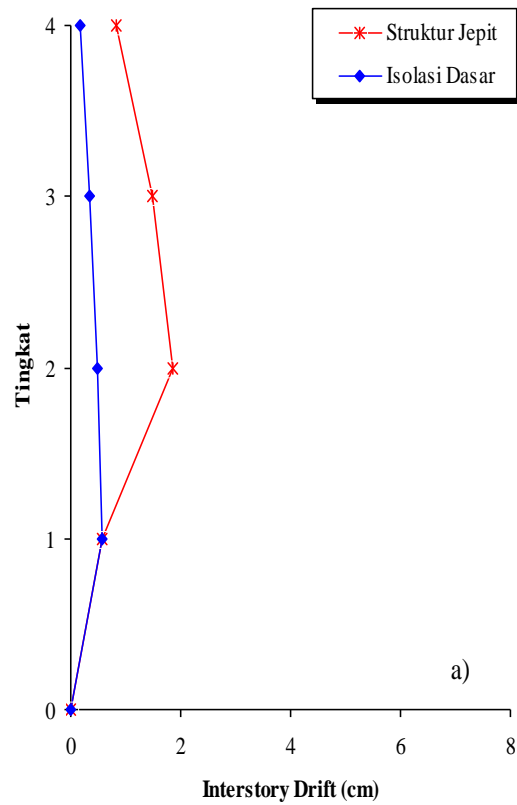
Tingkat	<i>Interstory Drift</i> (cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
10	0.7765	0.2851	0.3672
9	1.6463	0.6511	0.3955
8	2.3209	0.9541	0.4111
7	2.8115	1.1900	0.4233
6	3.2198	1.3533	0.4203
5	3.5894	1.4293	0.3982
4	4.0968	1.4155	0.3455
3	4.5121	1.3406	0.2971
2	4.9107	1.4088	0.2869
1	1.8676	1.5391	0.8241

Tabel 5.11 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

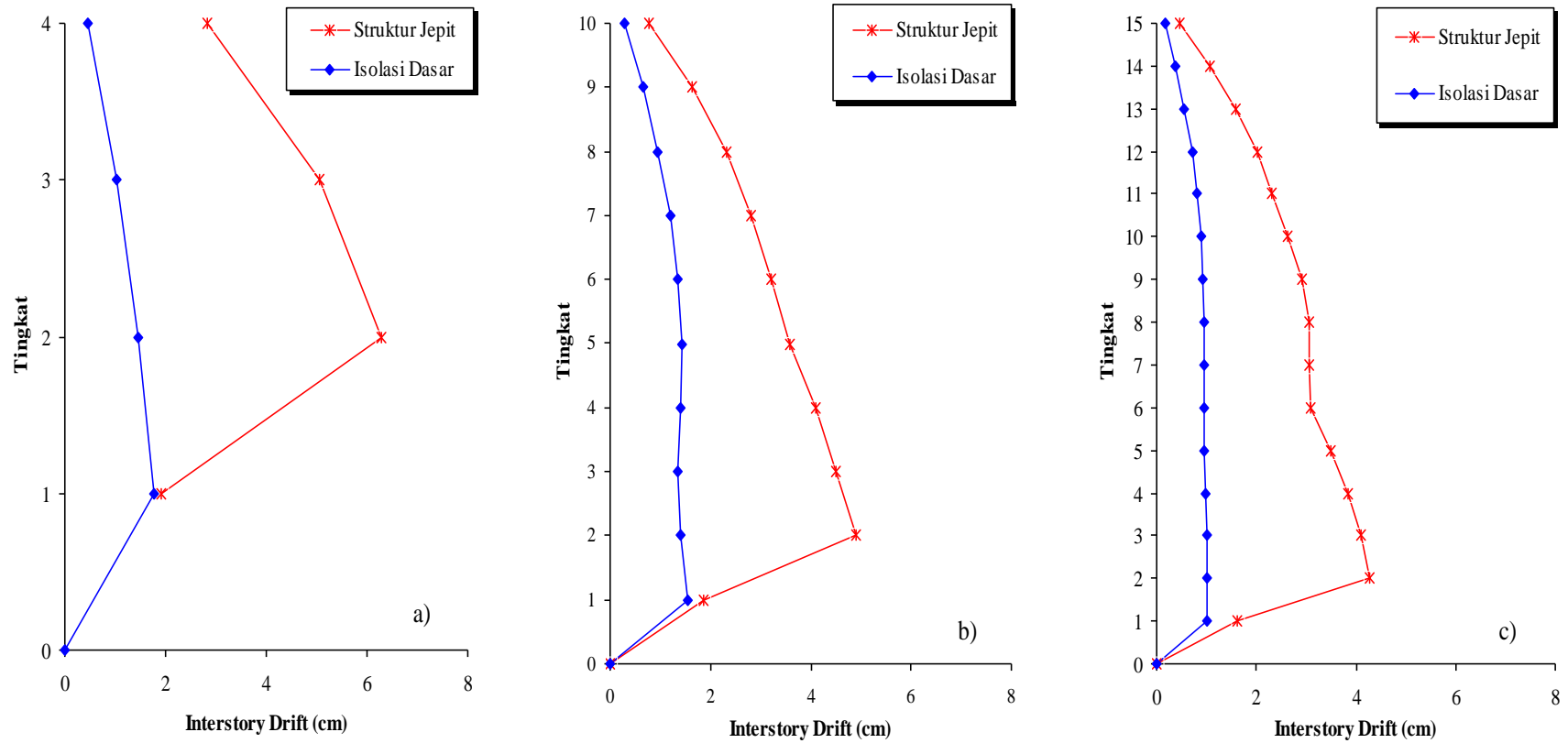
Tingkat	<i>Interstory Drift</i> (cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
15	0.1970	0.0710	0.3603
14	0.4604	0.1648	0.3580
13	0.6934	0.2469	0.3560
12	0.8801	0.3128	0.3555
11	1.0054	0.3620	0.3601
10	1.1402	0.3956	0.3469
9	1.2665	0.4161	0.3285
8	1.3287	0.4256	0.3203
7	1.3308	0.4252	0.3195
6	1.3397	0.4192	0.3129
5	1.5176	0.4215	0.2777
4	1.6717	0.4391	0.2626
3	1.7795	0.4508	0.2533
2	1.8559	0.4552	0.2453
1	0.6984	0.4531	0.6488

Tabel 5.12 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

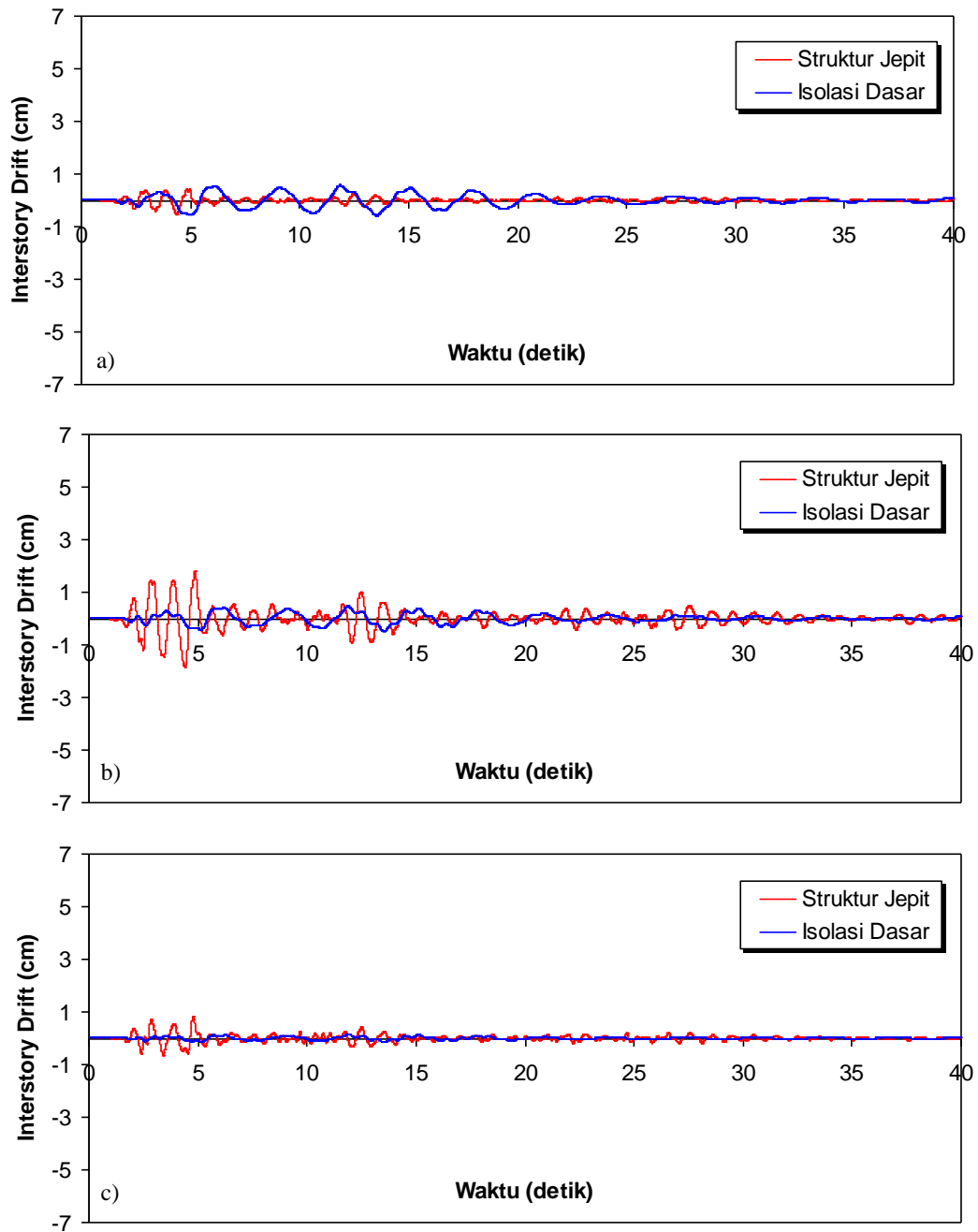
Tingkat	<i>Interstory Drift</i> (cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
15	0.4531	0.1618	0.3570
14	1.0588	0.3753	0.3545
13	1.5948	0.5616	0.3522
12	2.0241	0.7108	0.3512
11	2.3125	0.8211	0.3551
10	2.6225	0.8951	0.3413
9	2.9130	0.9386	0.3222
8	3.0559	0.9568	0.3131
7	3.0608	0.9540	0.3117
6	3.0813	0.9435	0.3062
5	3.4904	0.9514	0.2726
4	3.8450	0.9851	0.2562
3	4.0929	1.0055	0.2457
2	4.2685	1.0095	0.2365
1	1.6063	0.9993	0.6221



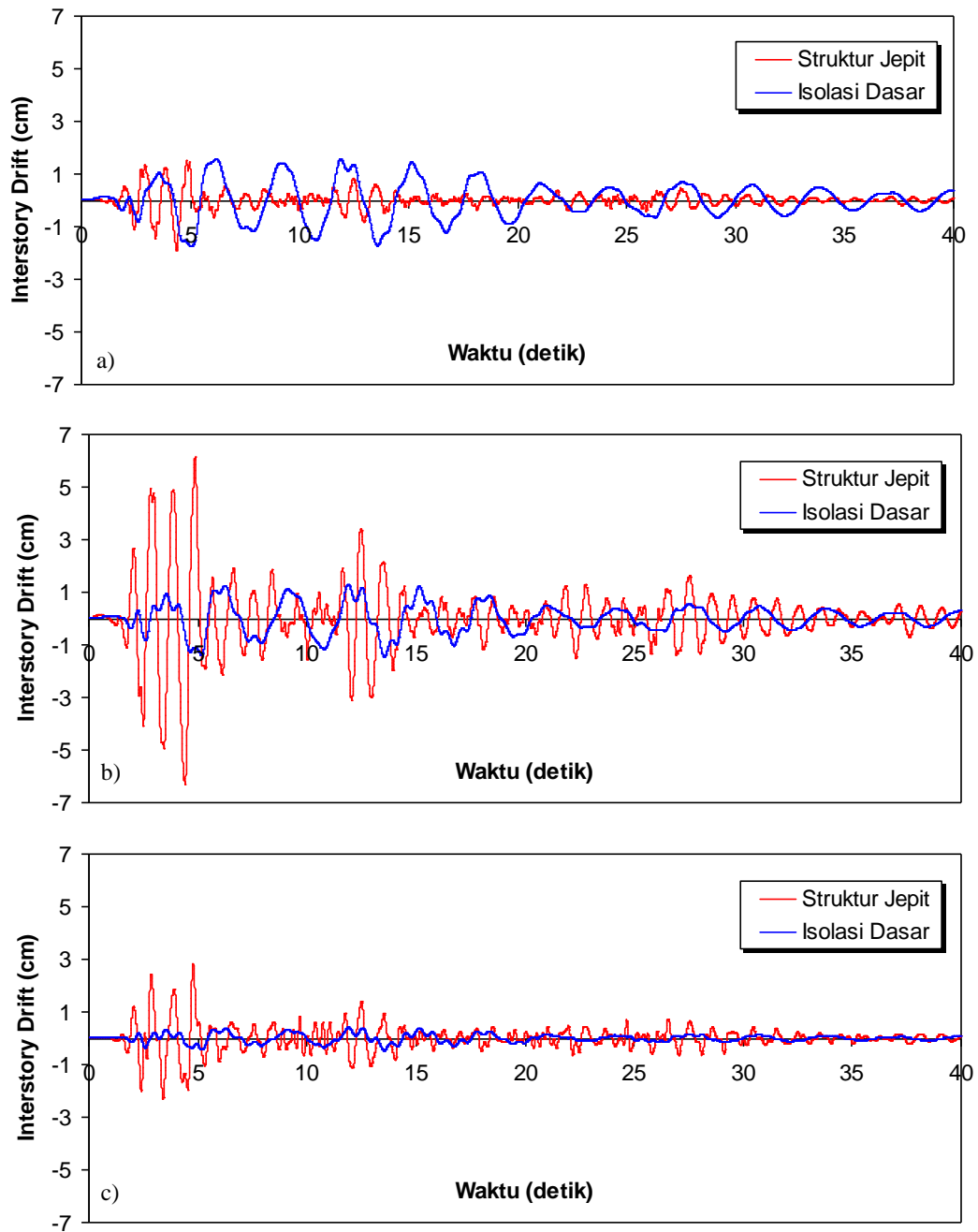
Gambar 5.9 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



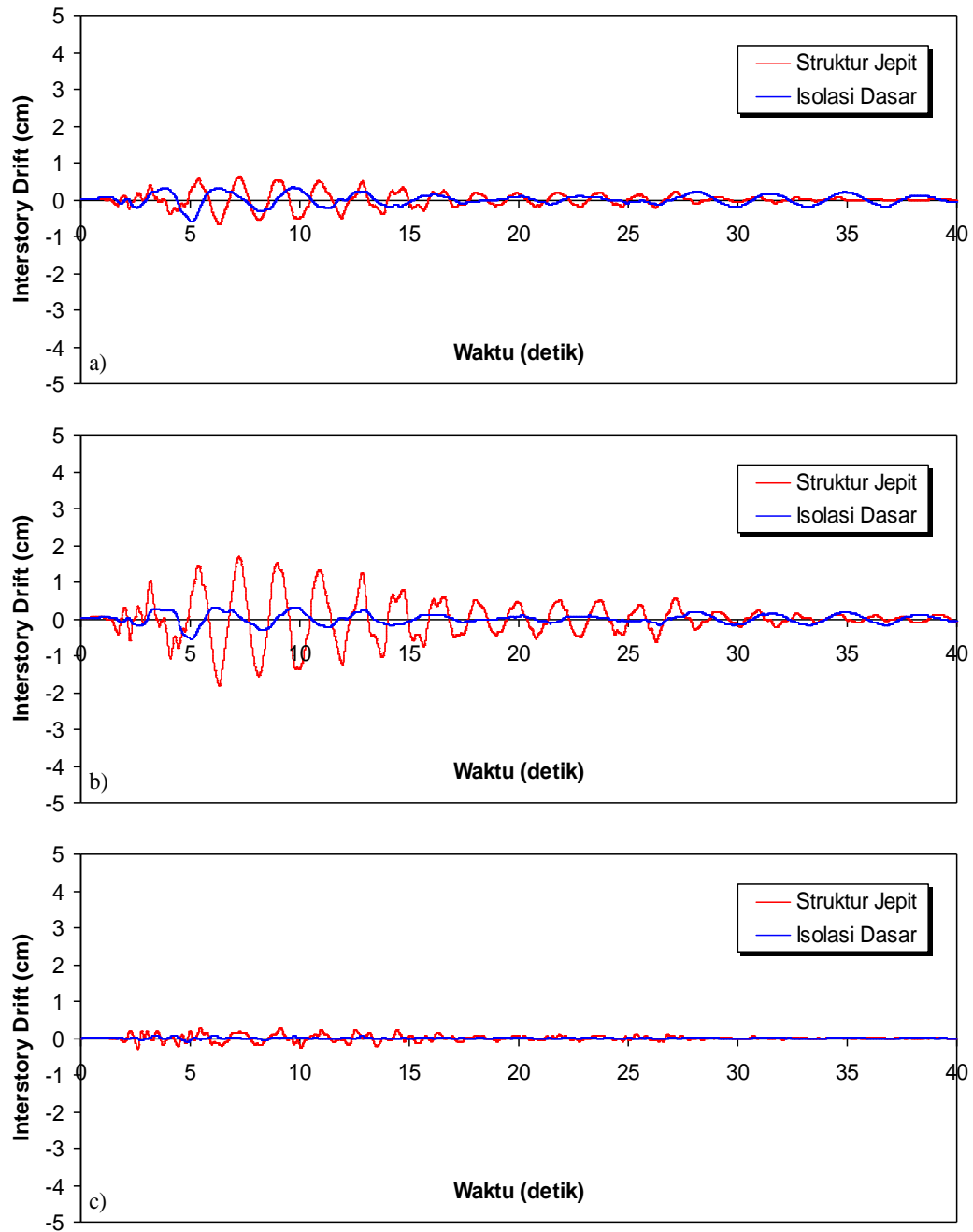
Gambar 5.10 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



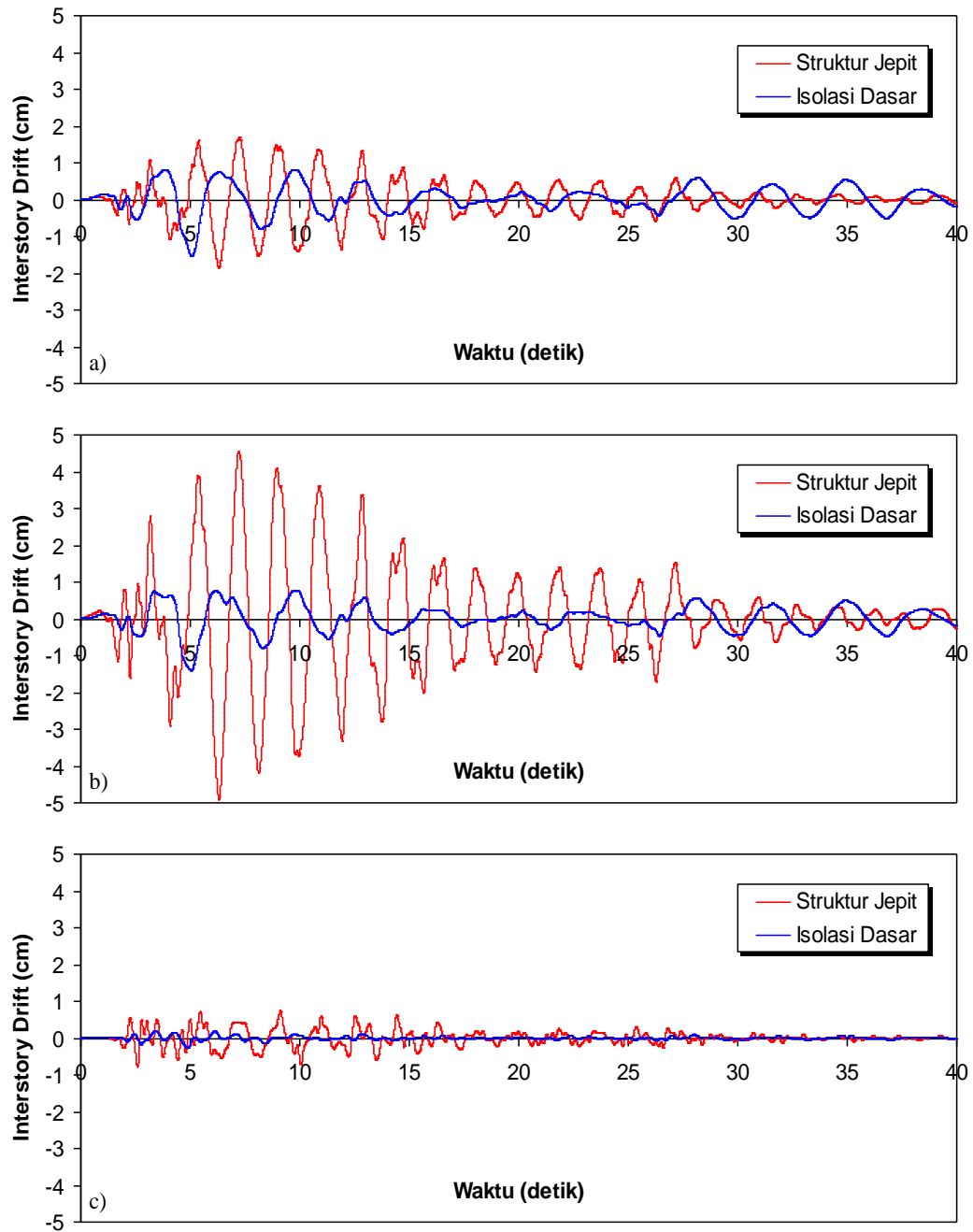
Gambar 5.11 Perbandingan *Interstory Drift* Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



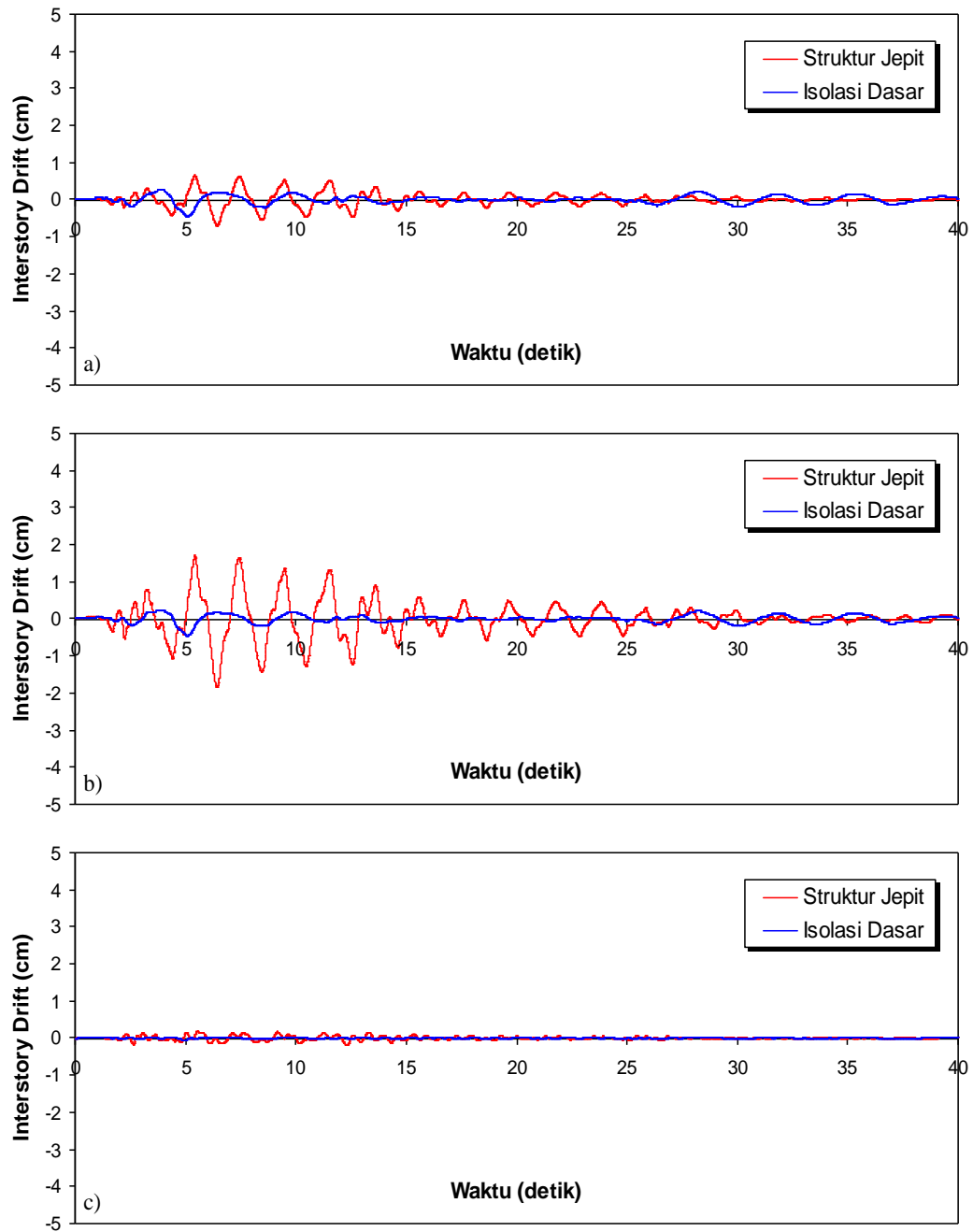
Gambar 5.12 Perbandingan *Interstory Drift* Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



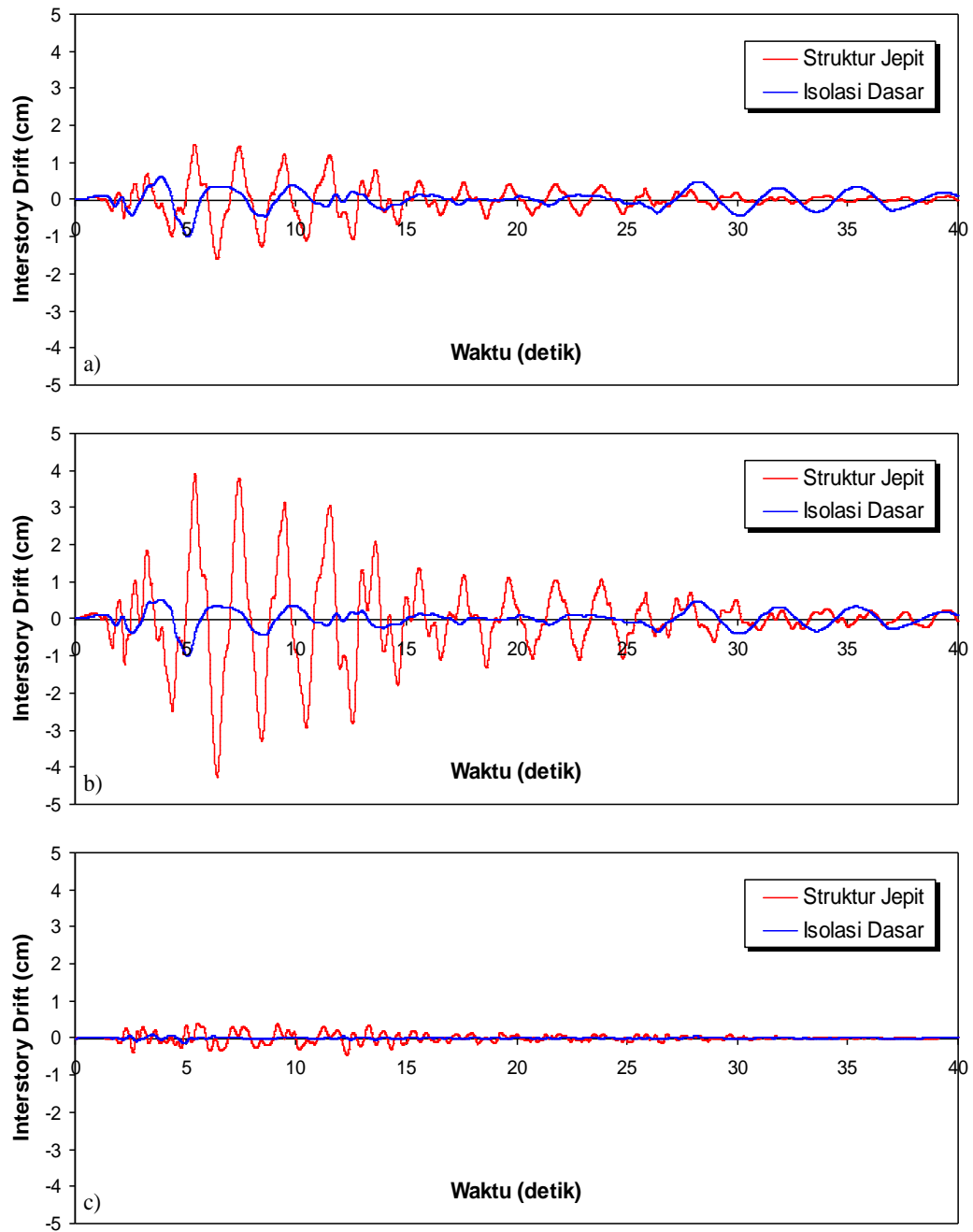
Gambar 5.13 Perbandingan *Interstory Drift* Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.14 Perbandingan *Interstory Drift* Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.15 Perbandingan *Interstory Drift* Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.16 Perbandingan *Interstory Drift* Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap

5.2.3 Rasio Simpangan antar Tingkat (*Interstory Drift Ratio*)

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai *interstory drift ratio* struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.13 sampai Tabel 5.18 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.17 sampai Gambar 5.24.

Pada Tabel 5.13 untuk struktur tingkat 4 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa *interstory drift ratio* maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 0,1553 % lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 0,4936 %. Ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,1904 atau reduksi *interstory drift ratio* struktur diperoleh 80,96 %, sedangkan pada Tabel 5.14 terlihat bahwa *interstory drift ratio* maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 0,4692 % lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 1,6782 % dan ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,1645 atau reduksi *interstory drift ratio* struktur diperoleh 83,55 %.

Pada Tabel 5.5 untuk struktur tingkat 10 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa *interstory drift ratio* maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 0,1605 % lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 0,4850 %. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 2 sebesar 0,3001 atau reduksi *interstory drift ratio* struktur diperoleh 69,99 %, sedangkan pada Tabel 5.14 terlihat bahwa *interstory drift ratio* maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 0,4104 % lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 1,3095 % dan ratio terkecil terjadi pada tingkat 2 sebesar 0,2869 atau reduksi *interstory drift ratio* struktur diperoleh 71,31 %.

Pada Tabel 5.6 untuk struktur tingkat 15 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa *interstory drift ratio* maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 0,1214 % lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 0,4949 %. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 2 sebesar 0,2453 atau reduksi *interstory drift ratio* struktur diperoleh 75,47 %, sedangkan pada Tabel 5.14 terlihat bahwa *interstory drift ratio* maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 0,2692 % lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu

1,1383 % dan ratio terkecil terjadi pada tingkat 2 sebesar 0,2365 atau reduksi *interstory drift ratio* struktur diperoleh 76,35 %.

Dari struktur 4, 10 dan 15 tingkat terlihat memiliki respons yang sama dimana bangunan dengan isolasi dasar *interstory drift ratio* lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar. Reduksi *interstory drift ratio* struktur yang diperoleh berkisar antara 69,99 - 80,96 % untuk $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio* dan 71,31 – 83,55 % untuk $> 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*.

Tabel 5.13 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	<i>Interstory Drift Ratio</i> (%)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
4	0.2213	0.0421	0.1904
3	0.3975	0.0940	0.2363
2	0.4936	0.1316	0.2665
1	0.1494	0.1553	1.0396

Tabel 5.14 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa El Centro 1940 $> 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	<i>Interstory Drift Ratio</i> (%)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
4	0.7524	0.1238	0.1645
3	1.3516	0.2768	0.2048
2	1.6782	0.3879	0.2312
1	0.5078	0.4692	0.9240

Tabel 5.15 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	<i>Interstory Drift Ratio</i> (%)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
10	0.0767	0.0283	0.3690
9	0.1626	0.0647	0.3979
8	0.2292	0.0950	0.4145
7	0.2777	0.1190	0.4287
6	0.3180	0.1362	0.4283
5	0.3545	0.1448	0.4084
4	0.4046	0.1441	0.3562
3	0.4456	0.1365	0.3063
2	0.4850	0.1456	0.3001
1	0.1845	0.1605	0.8703

Tabel 5.16 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

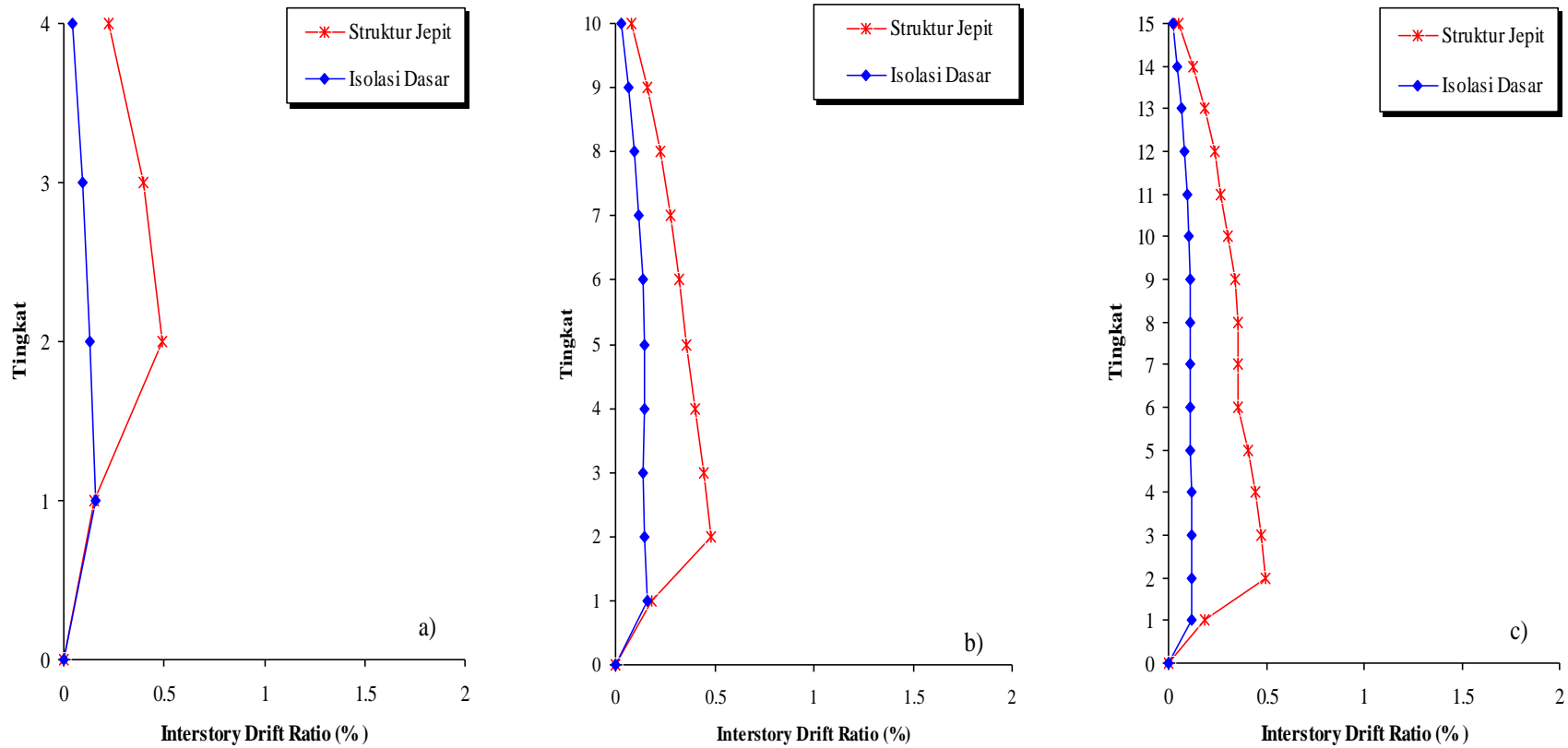
Tingkat	<i>Interstory Drift Ratio (%)</i>		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
10	0.2071	0.0760	0.3672
9	0.4390	0.1736	0.3955
8	0.6189	0.2544	0.4111
7	0.7497	0.3173	0.4233
6	0.8586	0.3609	0.4203
5	0.9572	0.3811	0.3982
4	1.0925	0.3775	0.3455
3	1.2032	0.3575	0.2971
2	1.3095	0.3757	0.2869
1	0.4980	0.4104	0.8241

Tabel 5.17 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

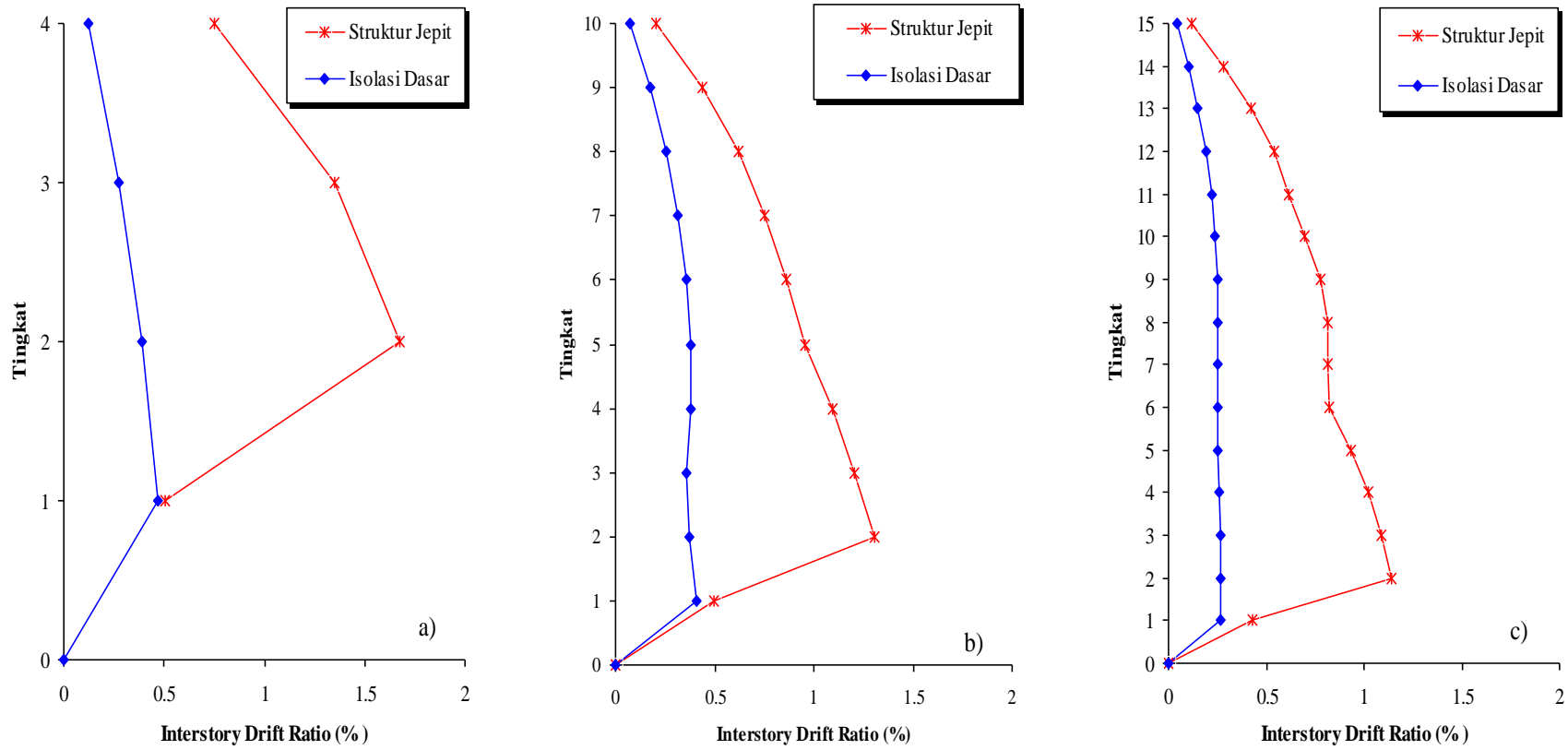
Tingkat	<i>Interstory Drift Ratio (%)</i>		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
15	0.0525	0.0189	0.3603
14	0.1228	0.0439	0.3580
13	0.1849	0.0658	0.3560
12	0.2347	0.0834	0.3555
11	0.2681	0.0965	0.3601
10	0.3041	0.1055	0.3469
9	0.3377	0.1109	0.3285
8	0.3543	0.1135	0.3203
7	0.3549	0.1134	0.3195
6	0.3572	0.1118	0.3129
5	0.4047	0.1124	0.2777
4	0.4458	0.1171	0.2626
3	0.4745	0.1202	0.2533
2	0.4949	0.1214	0.2453
1	0.1862	0.1208	0.6488

Tabel 5.18 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

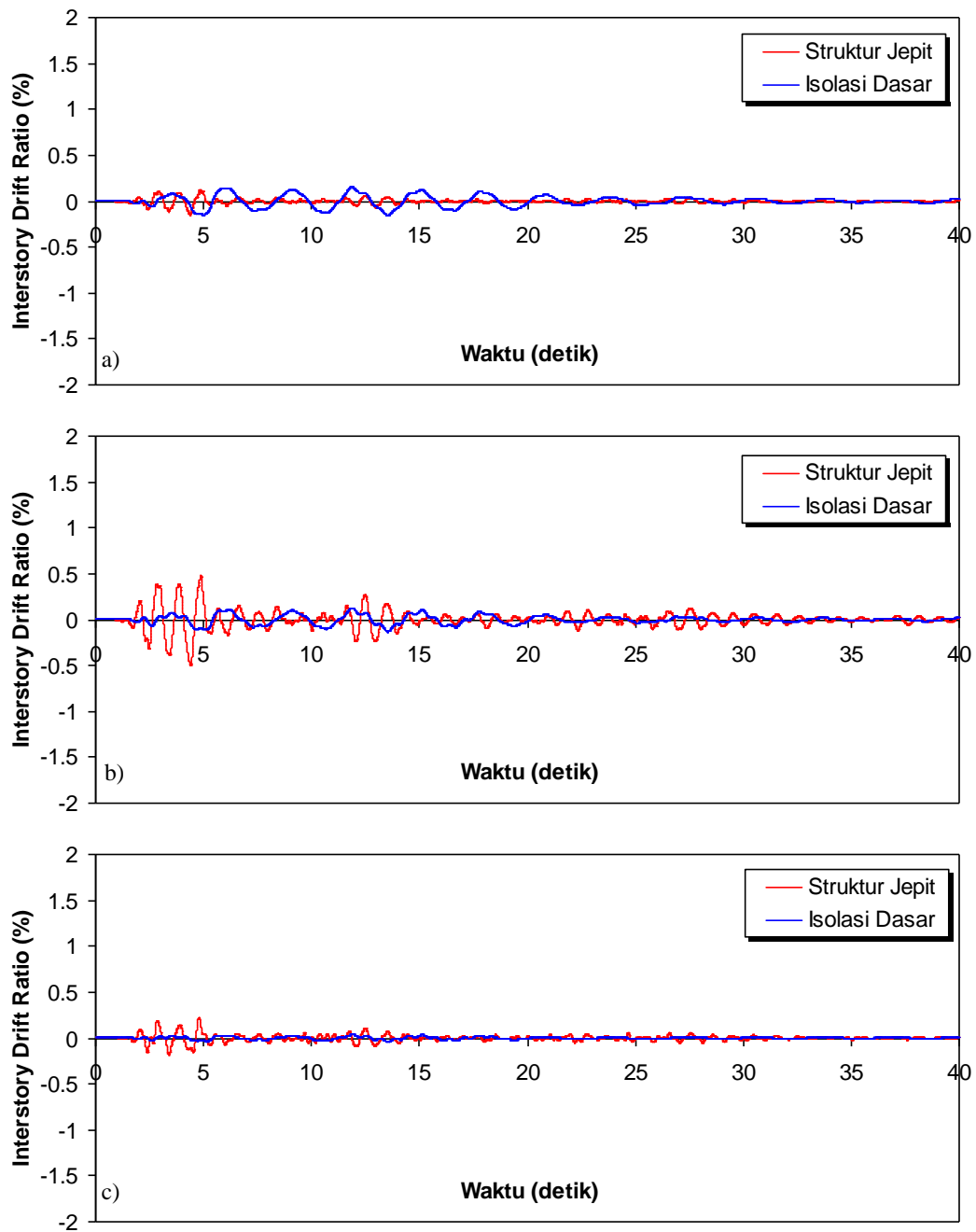
Tingkat	<i>Interstory Drift Ratio</i> (%)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
15	0.1208	0.0431	0.3570
14	0.2824	0.1001	0.3545
13	0.4253	0.1498	0.3522
12	0.5398	0.1896	0.3512
11	0.6167	0.2190	0.3551
10	0.6993	0.2387	0.3413
9	0.7768	0.2503	0.3222
8	0.8149	0.2552	0.3131
7	0.8162	0.2544	0.3117
6	0.8217	0.2516	0.3062
5	0.9308	0.2537	0.2726
4	1.0253	0.2627	0.2562
3	1.0914	0.2681	0.2457
2	1.1383	0.2692	0.2365
1	0.4284	0.2665	0.6221



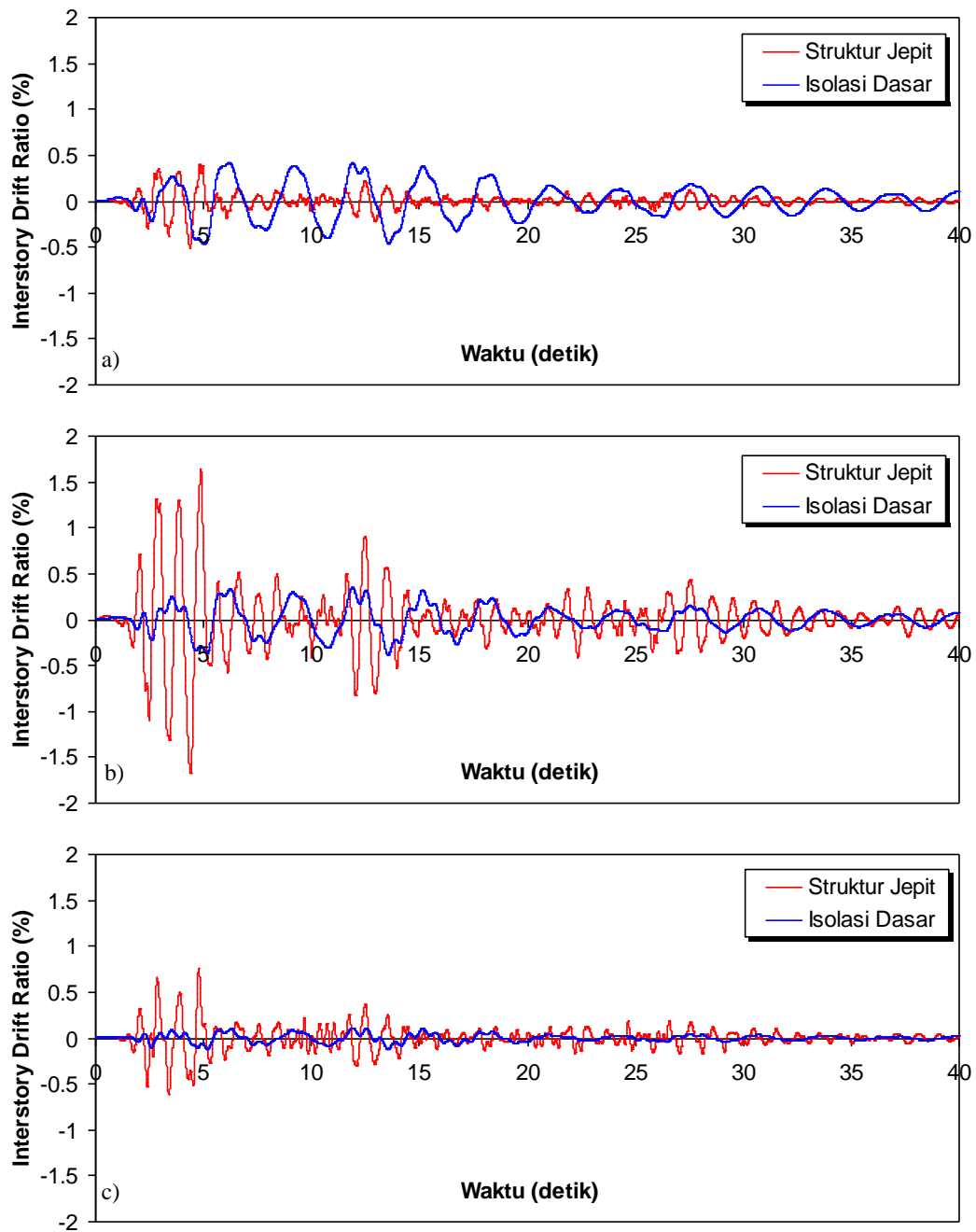
Gambar 5.17 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



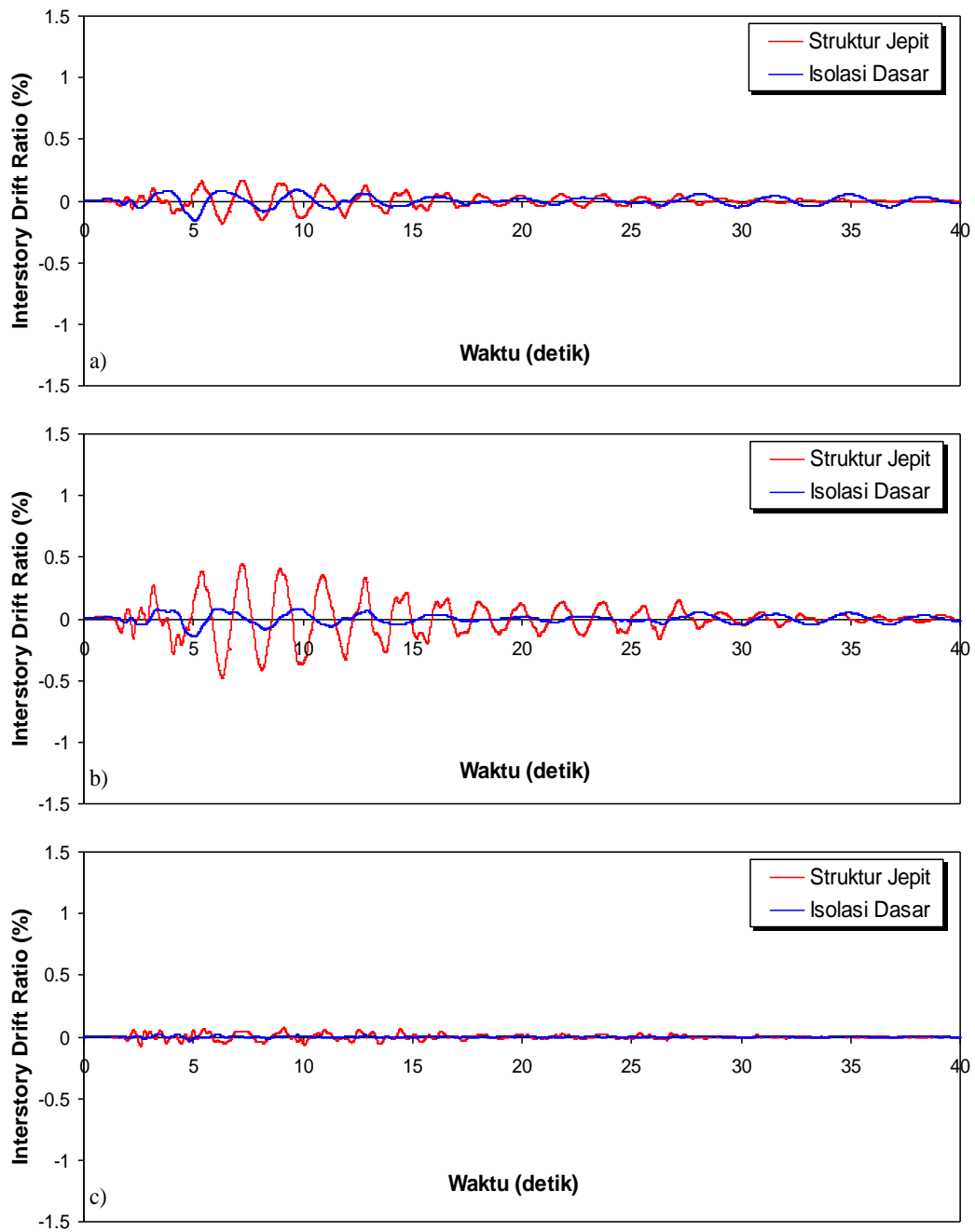
Gambar 5.18 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



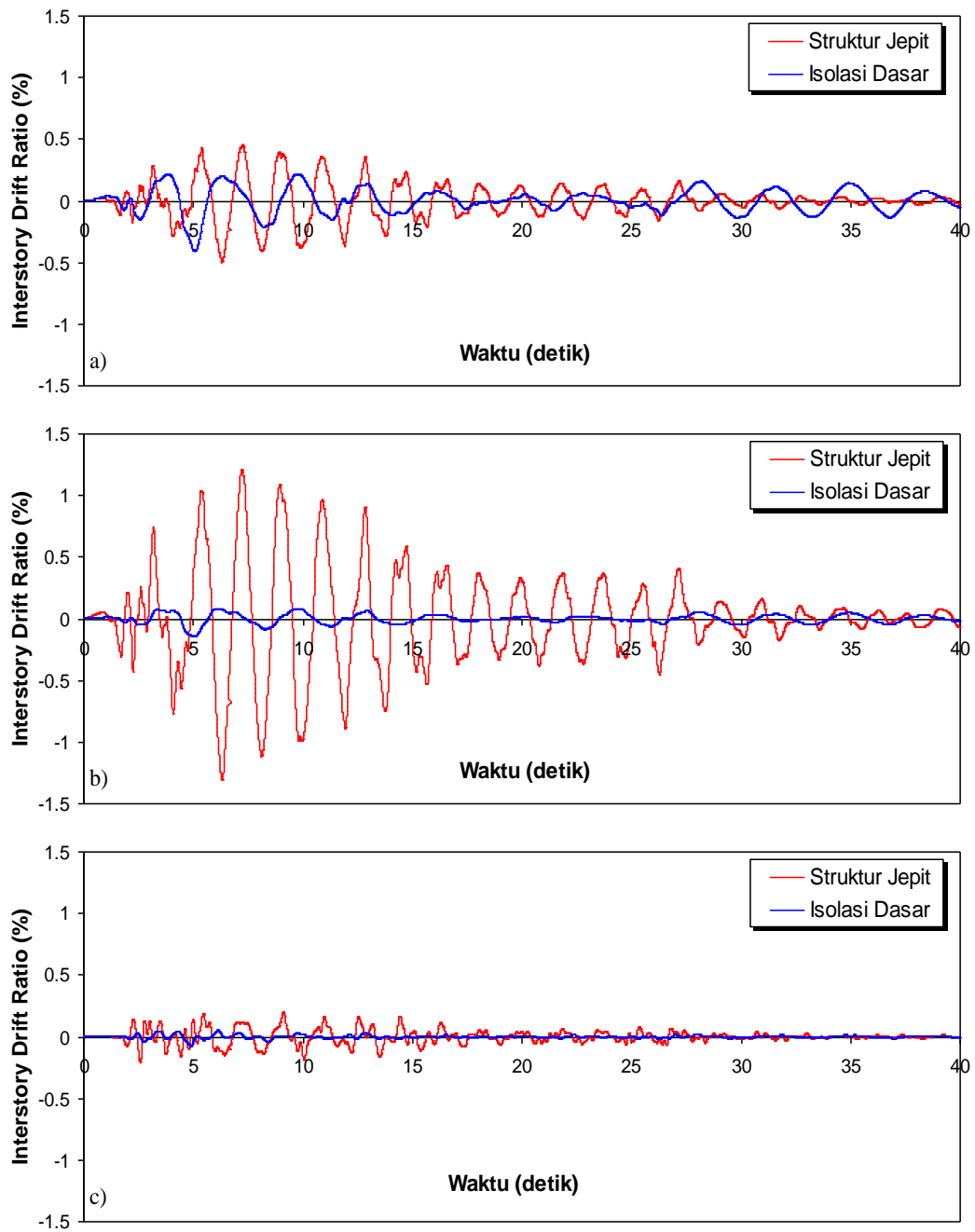
Gambar 5.19 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



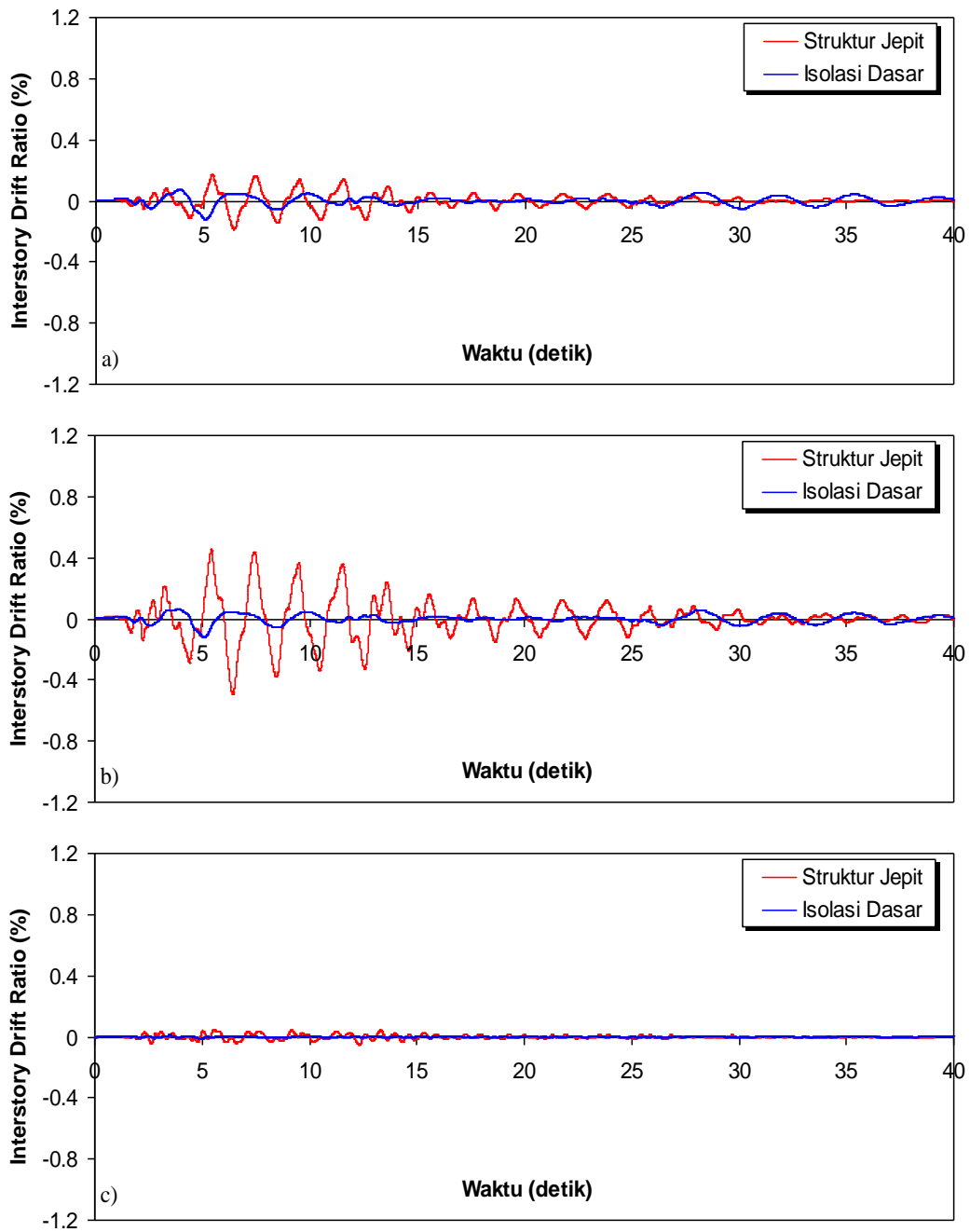
Gambar 5.20 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



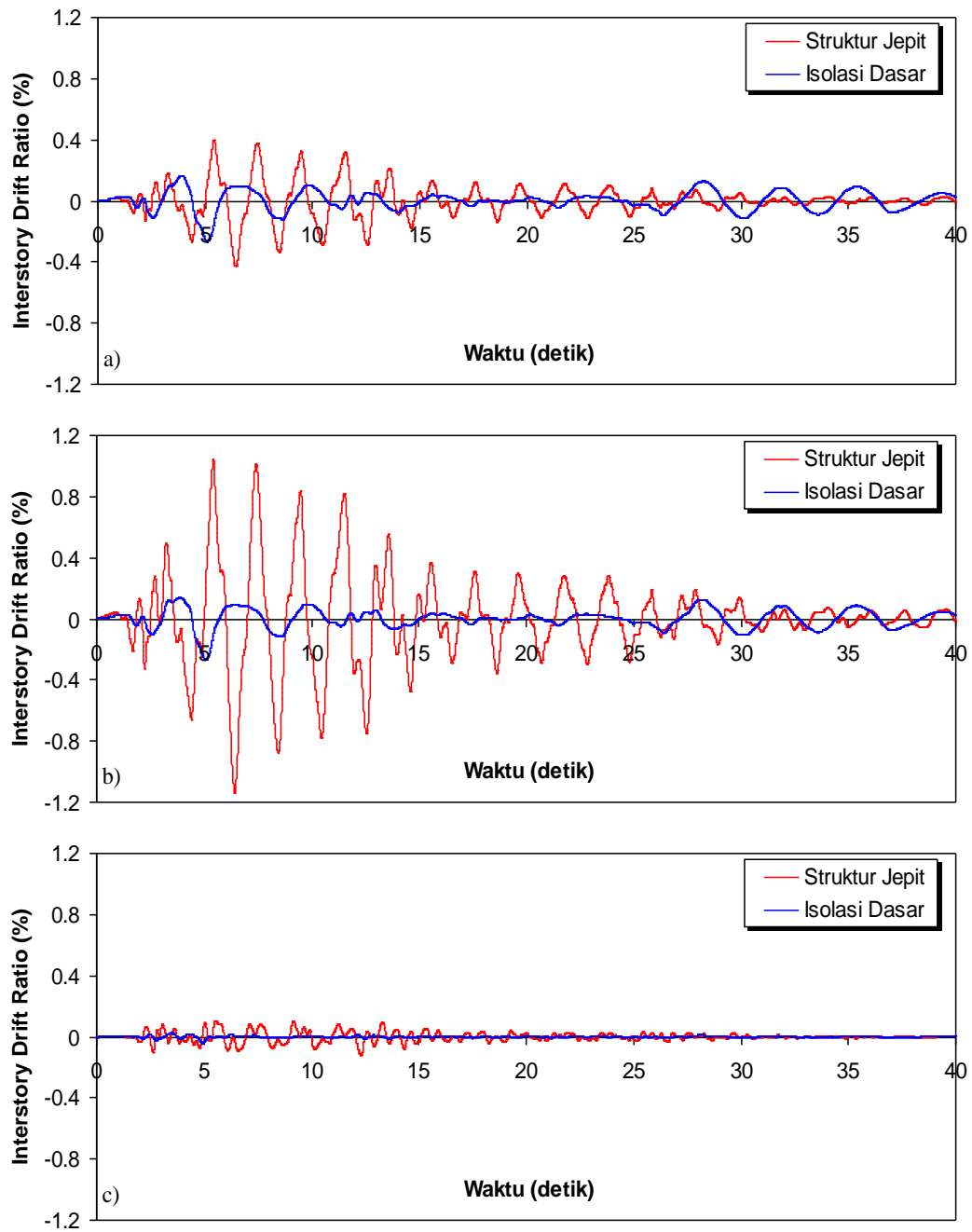
Gambar 5.21 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5\%$ *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.22 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.23 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.24 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap

5.2.4 Gaya Horizontal Tingkat

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai gaya horizontal tingkat struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.19 sampai Tabel 5.24 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.25 sampai Gambar 5.32.

Pada Tabel 5.19 untuk struktur tingkat 4 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa gaya horizontal tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 2762,8574 kg lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 11781,7640 kg. Ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,1904 atau reduksi gaya horizontal tingkat struktur diperoleh 80,96 %, sedangkan pada Tabel 5.20 terlihat bahwa gaya horizontal tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 8218,6591 kg lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 40057,9975 kg dan ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,1645 atau reduksi gaya horizontal tingkat struktur diperoleh 83,55 %.

Pada Tabel 5.21 untuk struktur tingkat 10 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa gaya horizontal tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 4096,5649 kg lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 10262,2088 kg. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 6 sebesar 0,2480 atau reduksi gaya horizontal tingkat struktur diperoleh 75,20 %, sedangkan pada Tabel 5.22 terlihat bahwa gaya horizontal tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 10985,5205 kg lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 27707,9638 kg dan ratio terkecil terjadi pada tingkat 6 sebesar 0,2365 atau reduksi gaya horizontal tingkat struktur diperoleh 76,35 %.

Pada Tabel 5.23 untuk struktur tingkat 15 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa gaya horizontal tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 5345,7864 kg lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 14993,8223 kg. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 5 sebesar 0,2200 atau reduksi gaya horizontal tingkat struktur diperoleh 77,99 %, sedangkan pada Tabel 5.24 terlihat bahwa gaya horizontal tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 12168,3938 kg lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi

dasar yaitu 34485,7913 kg dan ratio terkecil terjadi pada tingkat 5 sebesar 0,2146 atau reduksi gaya horizontal tingkat struktur diperoleh 78,54 %.

Dari struktur 4, 10 dan 15 tingkat terlihat memiliki respons yang sama dimana bangunan dengan isolasi dasar gaya horizontal lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar. Reduksi gaya horizontal struktur yang diperoleh berkisar antara 75,20 - 80,96 % untuk $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio* dan 76,35 – 83,55 % untuk $> 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*.

Tabel 5.19 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
4	11781.7640	2243.5059	0.1904
3	10889.7367	2762.8574	0.2537
2	10587.6486	2456.6718	0.2320
1	11293.7560	2531.0708	0.2241

Tabel 5.20 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa El Centro 1940 $> 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
4	40057.9975	6591.4218	0.1645
3	37025.1046	8152.2636	0.2202
2	35998.0053	7711.8184	0.2142
1	38398.7705	8218.6591	0.2140

Tabel 5.21 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
10	8609.5660	3177.3050	0.3690
9	10088.7329	4096.5649	0.4061
8	8515.5461	3587.3098	0.4213
7	9192.2044	3122.5046	0.3397
6	9786.6406	2427.0524	0.2480
5	9394.3995	2897.8428	0.3085
4	9716.8500	3008.3344	0.3096
3	10262.2088	2713.2598	0.2644
2	9638.2755	2575.9119	0.2673
1	9186.7857	2674.1286	0.2911

Tabel 5.22 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

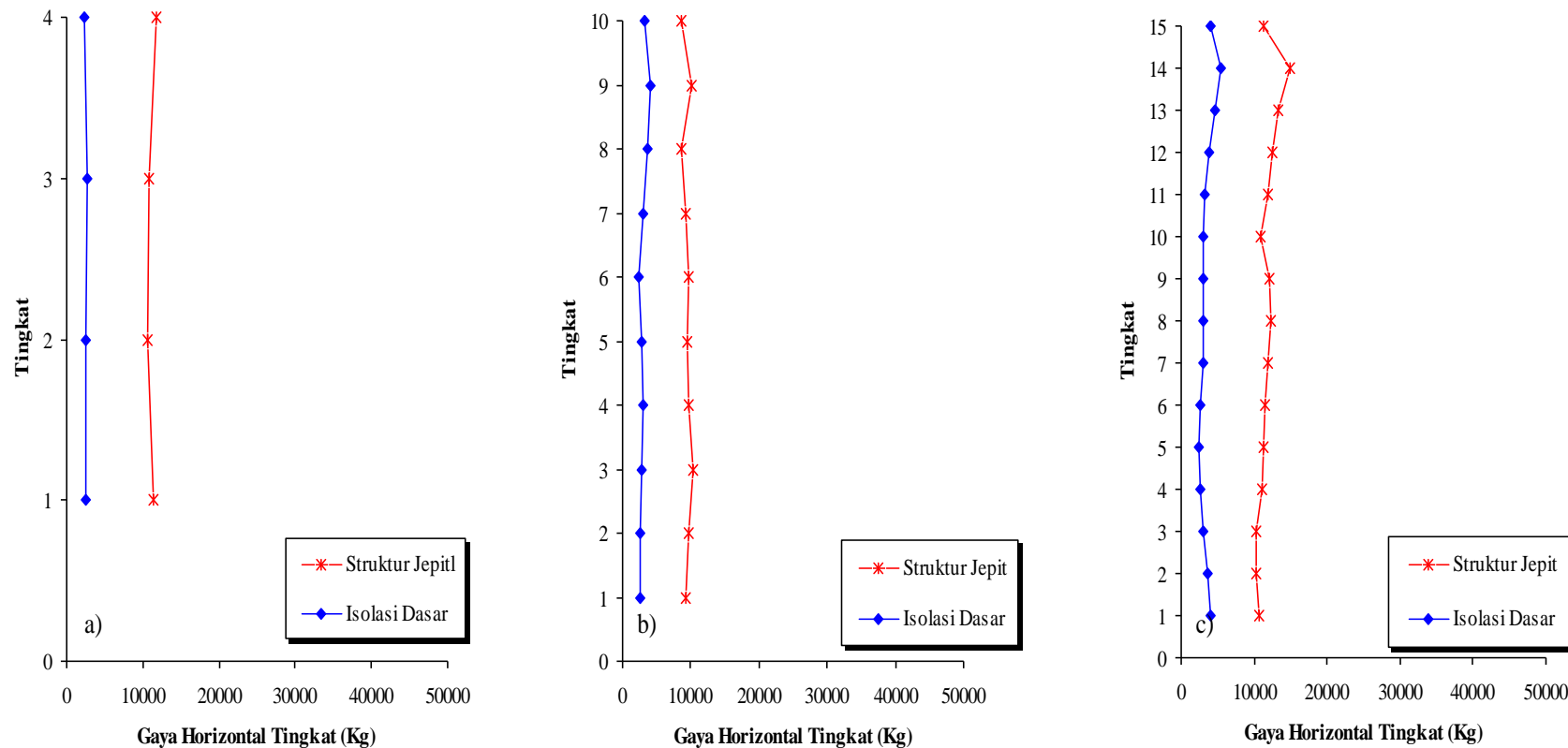
Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
10	23245.8282	8535.6463	0.3672
9	27239.5788	10985.5205	0.4033
8	22991.9744	9534.9180	0.4147
7	24818.9519	8169.3068	0.3292
6	26423.9295	6248.8384	0.2365
5	25364.8786	7365.0692	0.2904
4	26235.4949	7672.0272	0.2924
3	27707.9638	7025.0275	0.2535
2	26023.3438	6820.0618	0.2621
1	24804.3213	7116.7297	0.2869

Tabel 5.23 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

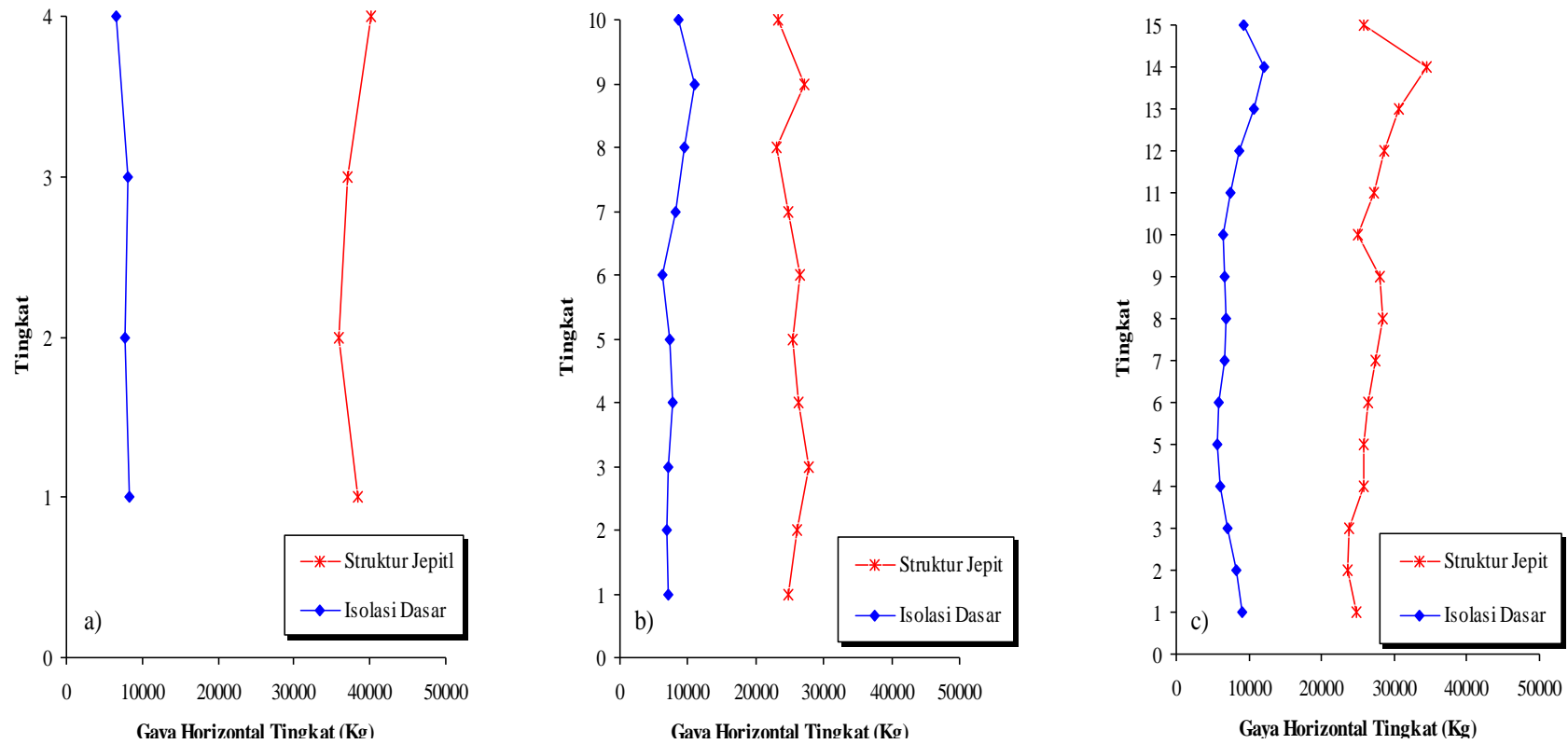
Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
15	11216.5945	4041.1394	0.3603
14	14993.8223	5345.7864	0.3565
13	13325.5795	4678.6914	0.3511
12	12469.3333	3870.3033	0.3104
11	11840.9933	3318.5613	0.2803
10	10872.1116	2923.8009	0.2689
9	12140.9603	2958.7210	0.2437
8	12383.2616	3110.8779	0.2512
7	11893.5182	2986.0888	0.2511
6	11456.4049	2627.7520	0.2294
5	11263.5148	2478.4309	0.2200
4	11180.2248	2641.7676	0.2363
3	10351.7823	3091.7760	0.2987
2	10237.9211	3572.3729	0.3489
1	10782.6027	3958.1136	0.3671

**Tabel 5.24 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Tingkat 15
Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio***

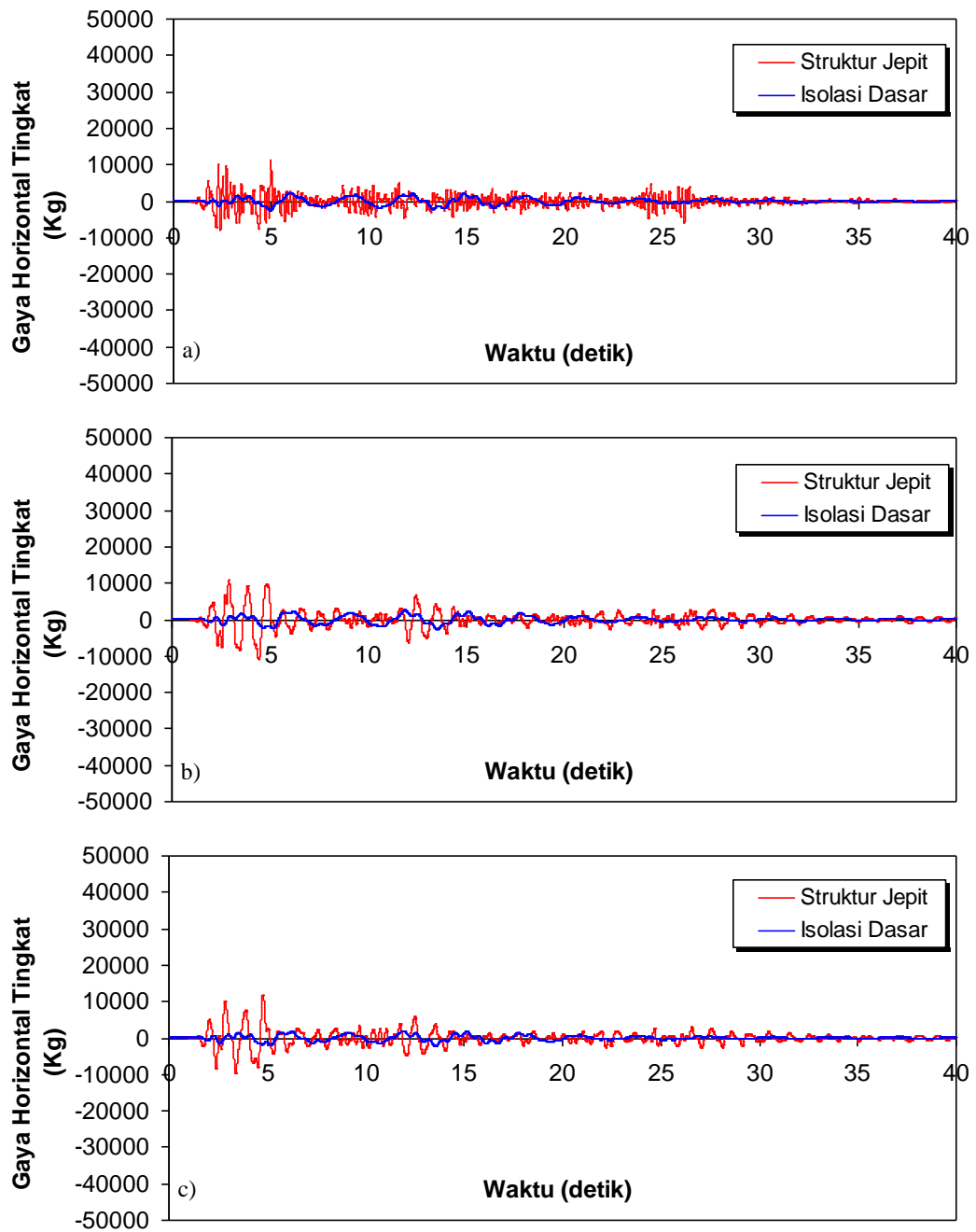
Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
15	25798.1673	9209.8992	0.3570
14	34485.7913	12168.3938	0.3529
13	30648.8329	10616.3588	0.3464
12	28679.4666	8718.0863	0.3040
11	27234.2845	7397.8065	0.2716
10	25005.8567	6479.8880	0.2591
9	27924.2088	6633.5212	0.2376
8	28481.5017	6918.9003	0.2429
7	27355.0919	6608.9000	0.2416
6	26349.7312	5808.1752	0.2204
5	25906.0841	5560.6658	0.2146
4	25714.5171	6119.1683	0.2380
3	23809.0993	7123.3770	0.2992
2	23547.2185	8201.2336	0.3483
1	24799.9862	9067.9630	0.3656



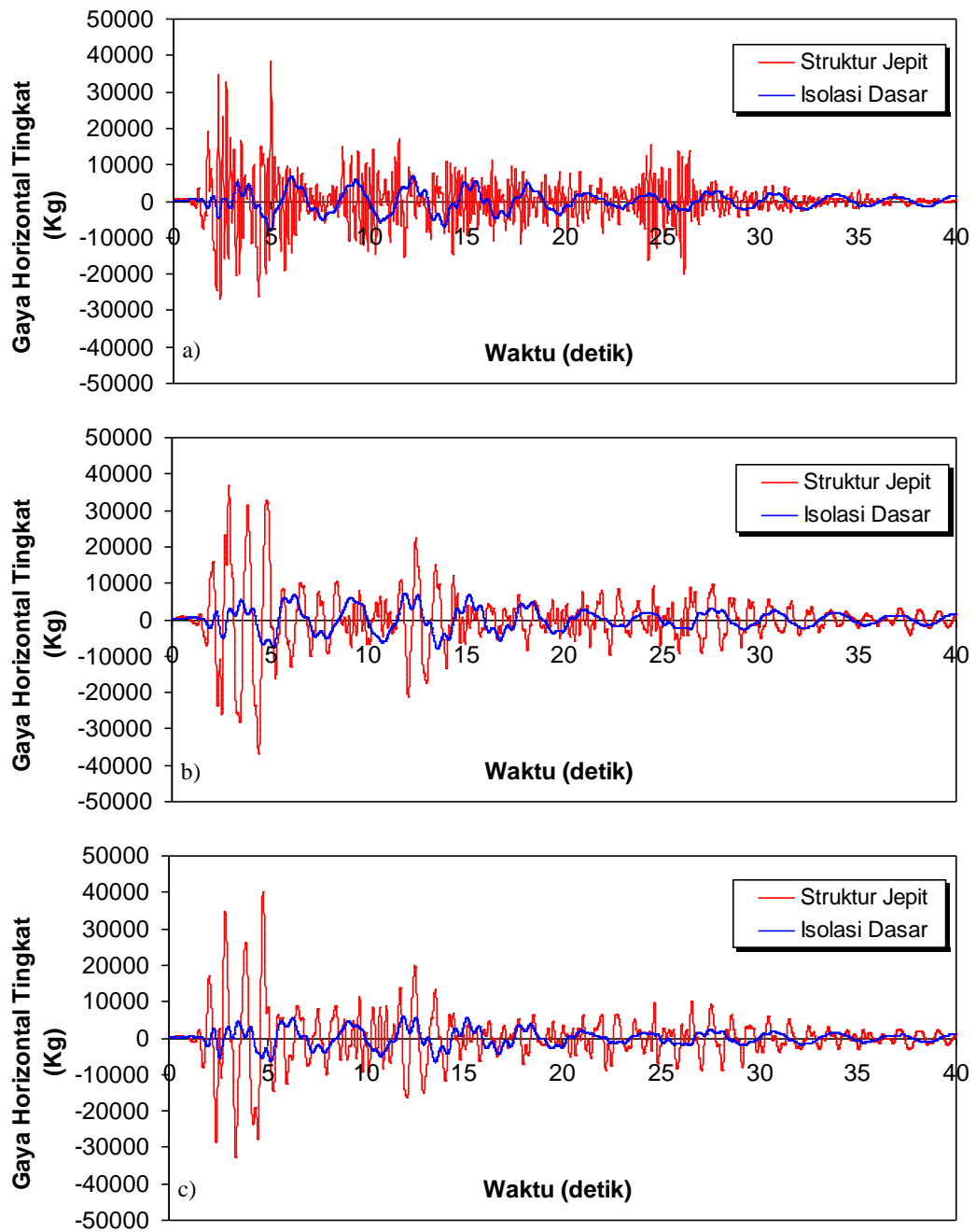
Gambar 5.25 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



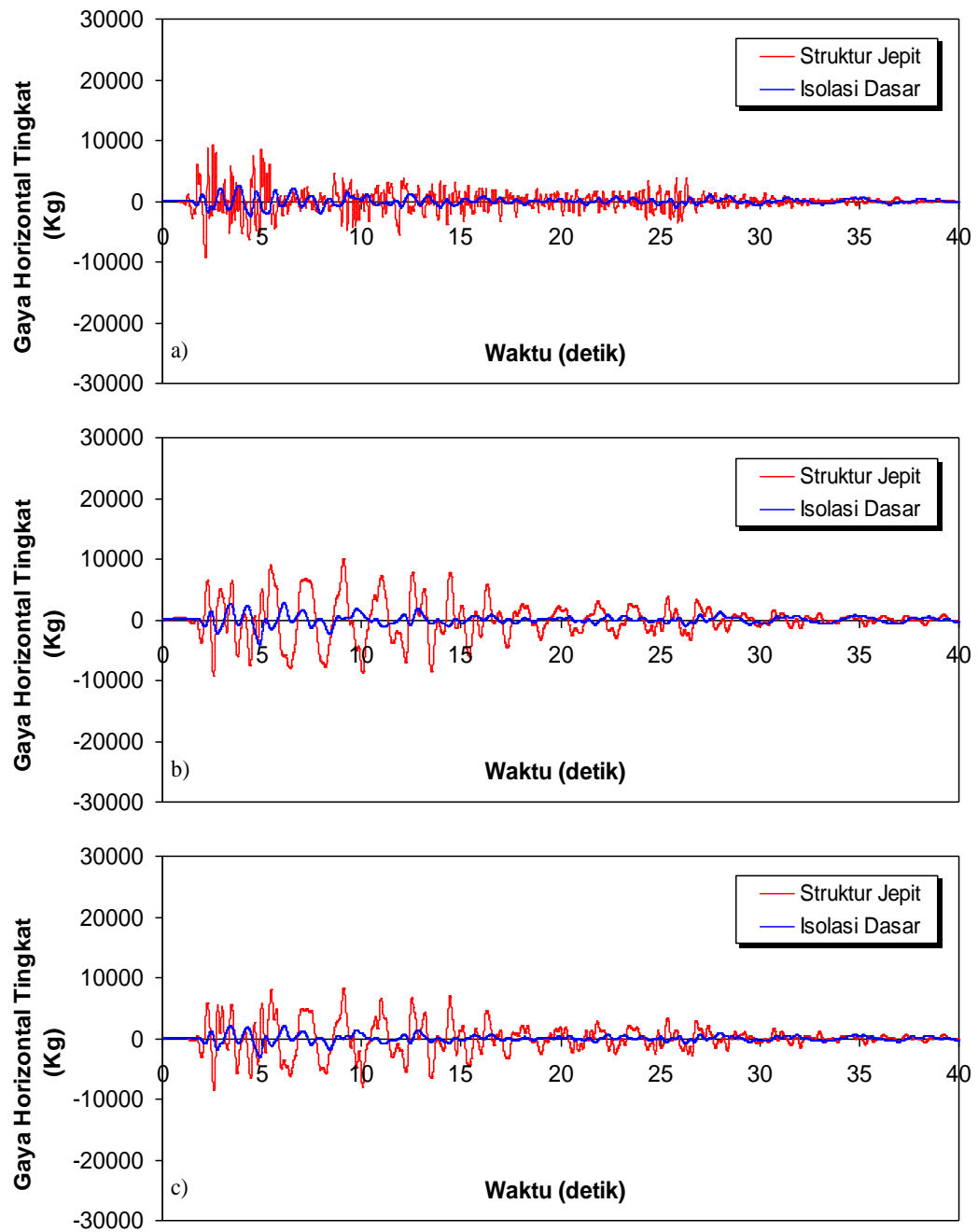
Gambar 5.26 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



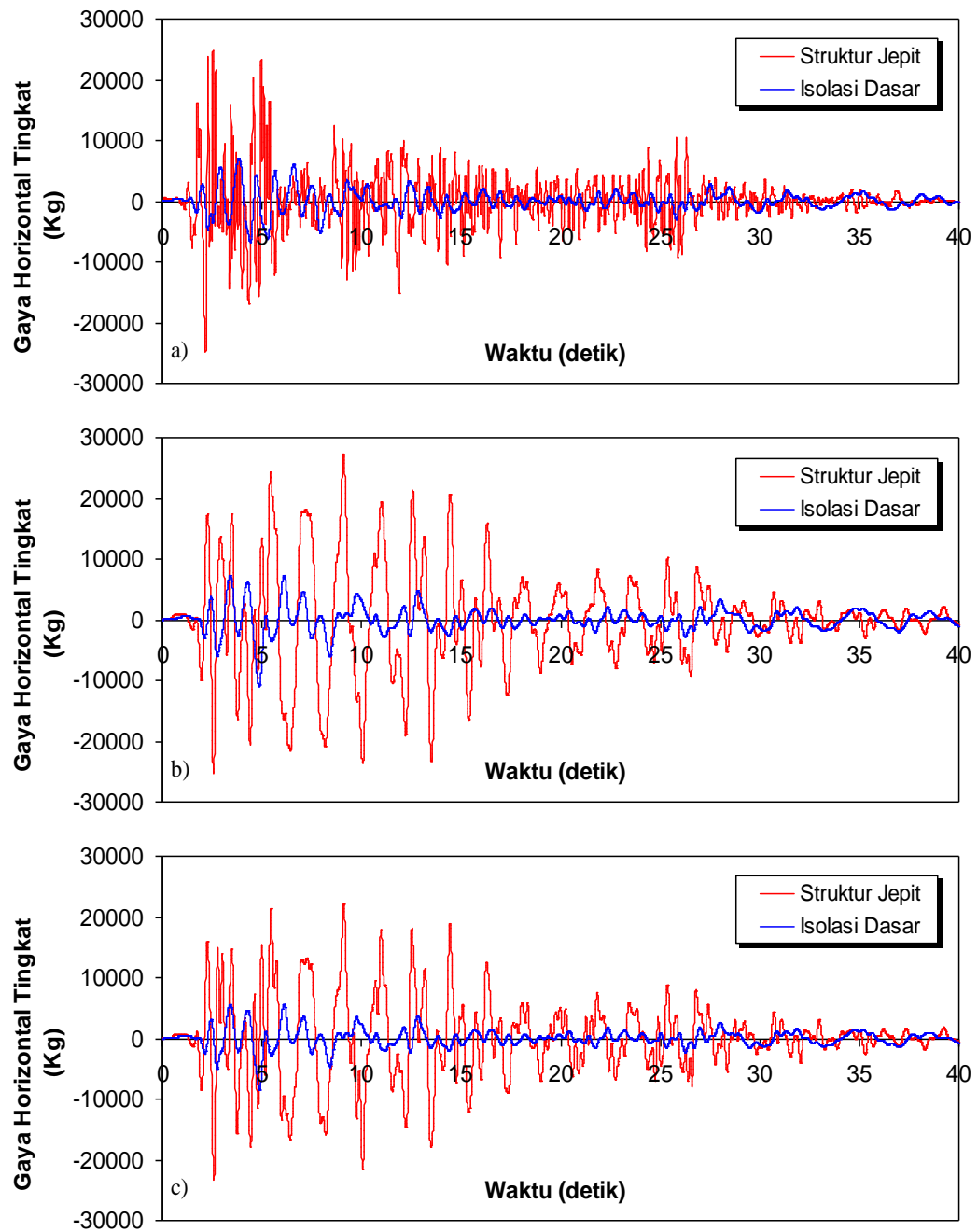
Gambar 5.27 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5\%$ *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 3, c) Tingkat Atap



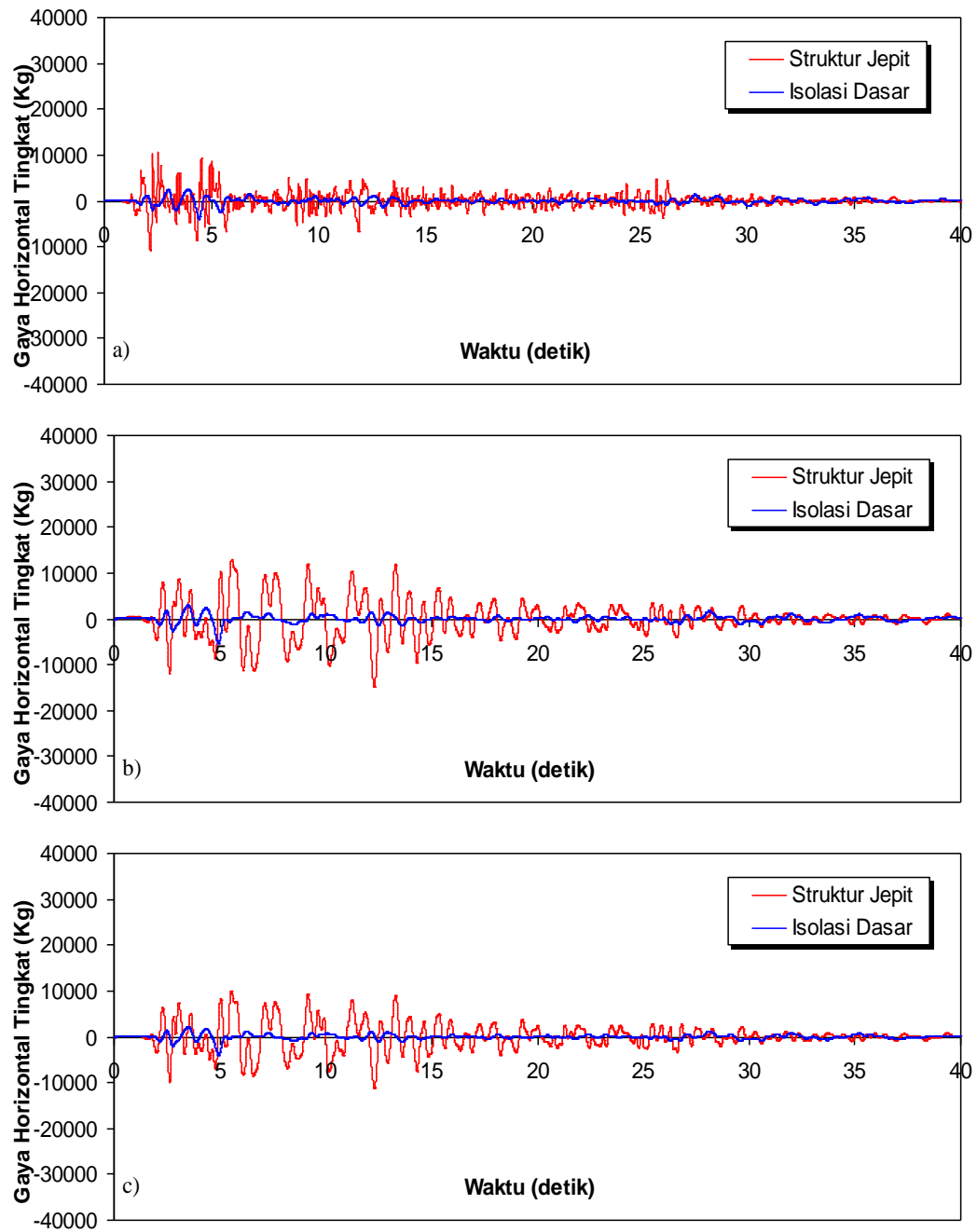
Gambar 5.28 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 3, c) Tingkat Atap



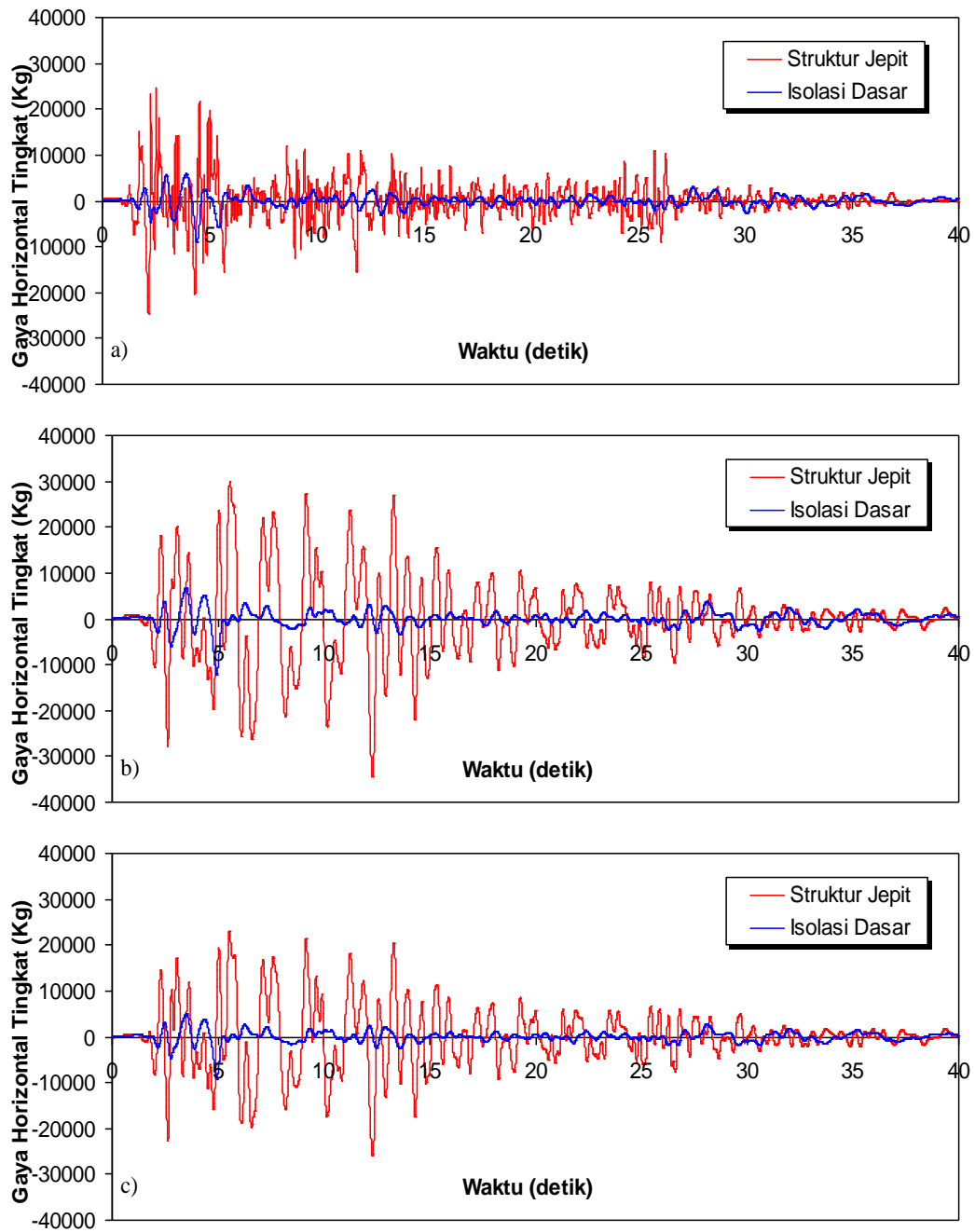
Gambar 5.29 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5\%$ *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 9, c) Tingkat Atap



Gambar 5.30 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 9, c) Tingkat Atap



Gambar 5.31 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5\%$ *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 14, c) Tingkat Atap



Gambar 5.32 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 14, c) Tingkat Atap

5.2.5 Gaya Geser Tingkat

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai gaya geser tingkat struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.25 sampai Tabel 5.30 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.33 sampai Gambar 5.40.

Pada Tabel 5.25 untuk struktur tingkat 4 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa gaya geser tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 8265,9721 kg lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 33457,5085 kg. Ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,1904 atau reduksi gaya geser tingkat struktur diperoleh 80,96 %, sedangkan pada Tabel 5.26 terlihat bahwa gaya geser tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 24980,0679 kg lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 113755,5289 kg dan ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,1645 atau reduksi gaya geser tingkat struktur diperoleh 83,55 %.

Pada Tabel 5.27 untuk struktur tingkat 10 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa gaya geser tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 18021,6156 kg lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 56277,4432 kg. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 2 sebesar 0.3001 atau reduksi gaya geser tingkat struktur diperoleh 69,99 %, sedangkan pada Tabel 5.28 terlihat bahwa gaya geser tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 46072,9068 kg lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 151949,0968 kg dan ratio terkecil terjadi pada tingkat 2 sebesar 0,2869 atau reduksi gaya geser tingkat struktur diperoleh 71,31 %.

Pada Tabel 5.29 untuk struktur tingkat 15 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa gaya geser tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 25917.0189 kg lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 106042.2738 kg. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 1 sebesar 0.2433 atau reduksi gaya geser tingkat struktur diperoleh 75,67 %, sedangkan pada Tabel 5.30 terlihat bahwa gaya geser tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 56894,2714 kg lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu

243897,2297 kg dan ratio terkecil terjadi pada tingkat 1 sebesar 0,2333 atau reduksi gaya geser tingkat struktur diperoleh 76,67 %.

Dari struktur 4, 10 dan 15 tingkat terlihat memiliki respons yang sama dimana bangunan dengan isolasi dasar gaya geser tingkat lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar. Reduksi gaya geser tingkat struktur yang diperoleh berkisar antara 69,99 - 80,96 % untuk $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio* dan 71,31 – 83,55 % untuk $> 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*.

Tabel 5.25 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	Gaya Geser Tingkat (kg)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
4	11781.7640	2243.5059	0.1904
3	21164.5560	5001.9317	0.2363
2	26277.2471	7003.7552	0.2665
1	33457.5085	8265.9721	0.2471

Tabel 5.26 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa El Centro 1940 $> 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	Gaya Geser Tingkat (kg)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
4	40057.9975	6591.4218	0.1645
3	71959.4904	14736.4881	0.2048
2	89342.6403	20653.3213	0.2312
1	113755.5289	24980.0679	0.2196

Tabel 5.27 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	Gaya Geser Tingkat (kg)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
10	8609.5660	3177.3050	0.3690
9	18252.1251	7262.1724	0.3979
8	25731.5677	10665.3847	0.4145
7	31170.8527	13362.3589	0.4287
6	35697.9917	15290.7482	0.4283
5	39795.5870	16250.9745	0.4084
4	45421.1679	16178.3527	0.3562
3	50026.3923	15320.6238	0.3063
2	54445.2216	16340.6454	0.3001
1	56277.4432	18021.6156	0.3202

Tabel 5.28 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

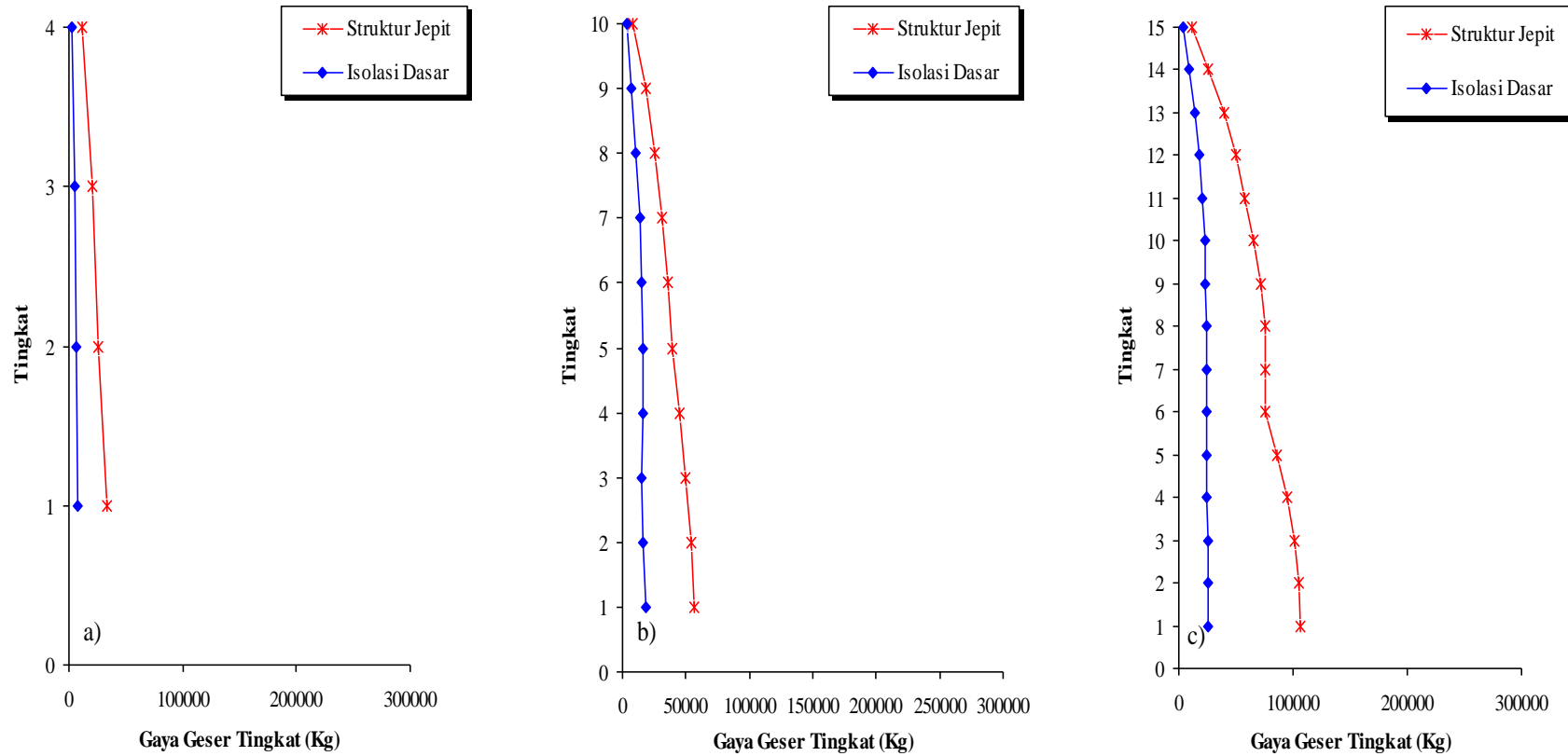
Tingkat	Gaya Geser Tingkat (kg)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
10	23245.8282	8535.6463	0.3672
9	49280.7379	19491.7483	0.3955
8	69475.2328	28560.6703	0.4111
7	84161.3023	35624.0282	0.4233
6	96384.5776	40510.4703	0.4203
5	107448.0849	42785.0913	0.3982
4	122637.1534	42373.3108	0.3455
3	135071.2592	40132.3240	0.2971
2	147002.0984	42172.6804	0.2869
1	151949.0968	46072.9068	0.3032

Tabel 5.29 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

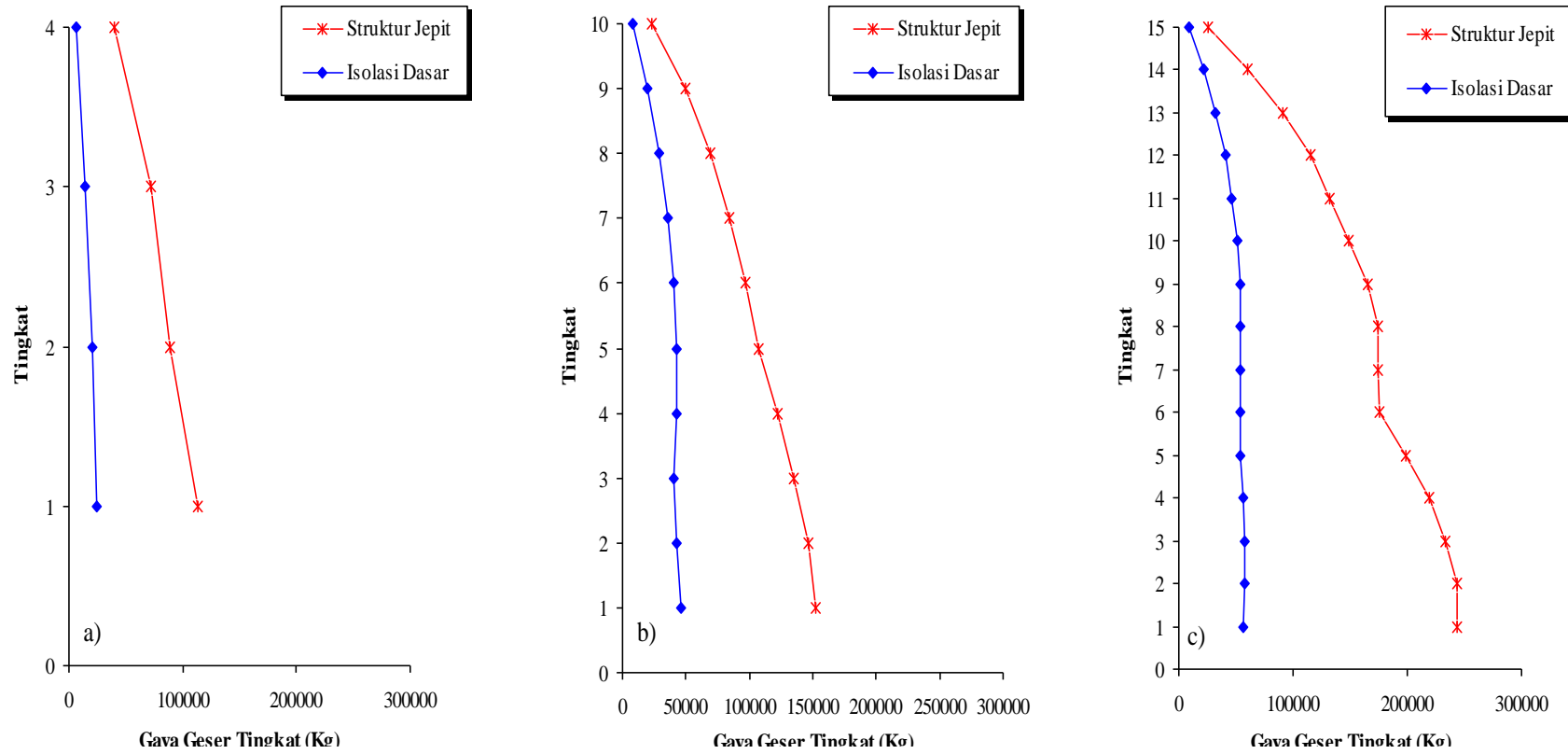
Tingkat	Gaya Geser Tingkat (kg)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
15	11216.5945	4041.1394	0.3603
14	26210.4168	9382.4026	0.3580
13	39476.9747	14055.0124	0.3560
12	50105.6287	17811.2590	0.3555
11	57244.3450	20612.5057	0.3601
10	64917.5264	22521.6935	0.3469
9	72109.0415	23688.0981	0.3285
8	75645.9871	24229.2235	0.3203
7	75768.2061	24207.3081	0.3195
6	76274.1828	23869.3338	0.3129
5	86402.6451	23996.5544	0.2777
4	95179.7293	24998.1445	0.2626
3	101316.0698	25664.1299	0.2533
2	105663.7739	25917.0189	0.2453
1	106042.2738	25797.7137	0.2433

Tabel 5.30 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

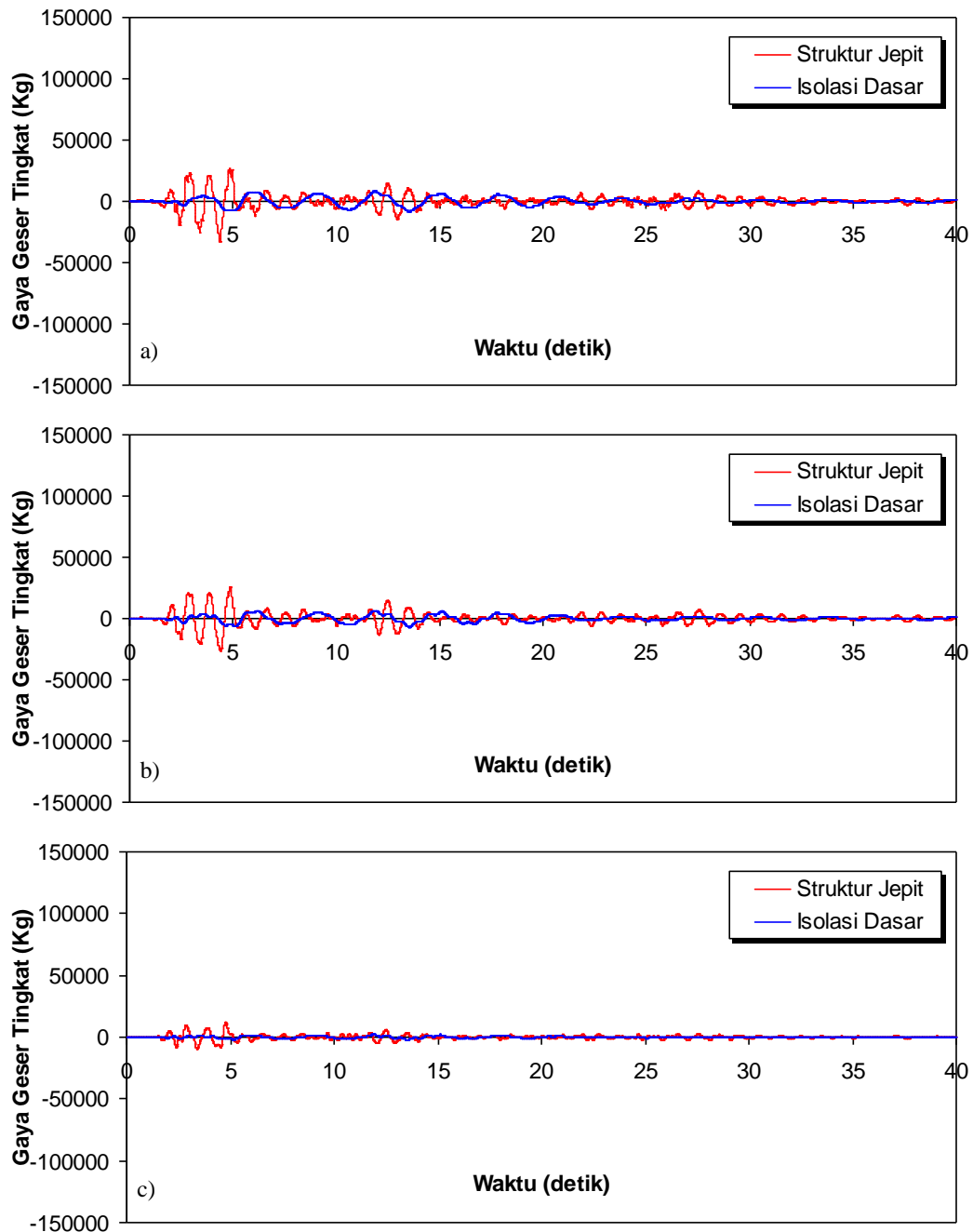
Tingkat	Gaya Geser Tingkat (kg)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
15	25798.1673	9209.8992	0.3570
14	60283.9586	21368.3186	0.3545
13	90797.0417	31975.3791	0.3522
12	115242.9460	40470.7995	0.3512
11	131661.9935	46747.6641	0.3551
10	149310.3108	50960.3024	0.3413
9	165850.7955	53440.2552	0.3222
8	173985.7703	54477.5440	0.3131
7	174266.8739	54314.3660	0.3117
6	175430.6205	53717.7269	0.3062
5	198726.0837	54165.5563	0.2726
4	218913.3773	56088.5496	0.2562
3	233026.9606	57246.7619	0.2457
2	243026.6799	57476.3353	0.2365
1	243897.2297	56894.2714	0.2333



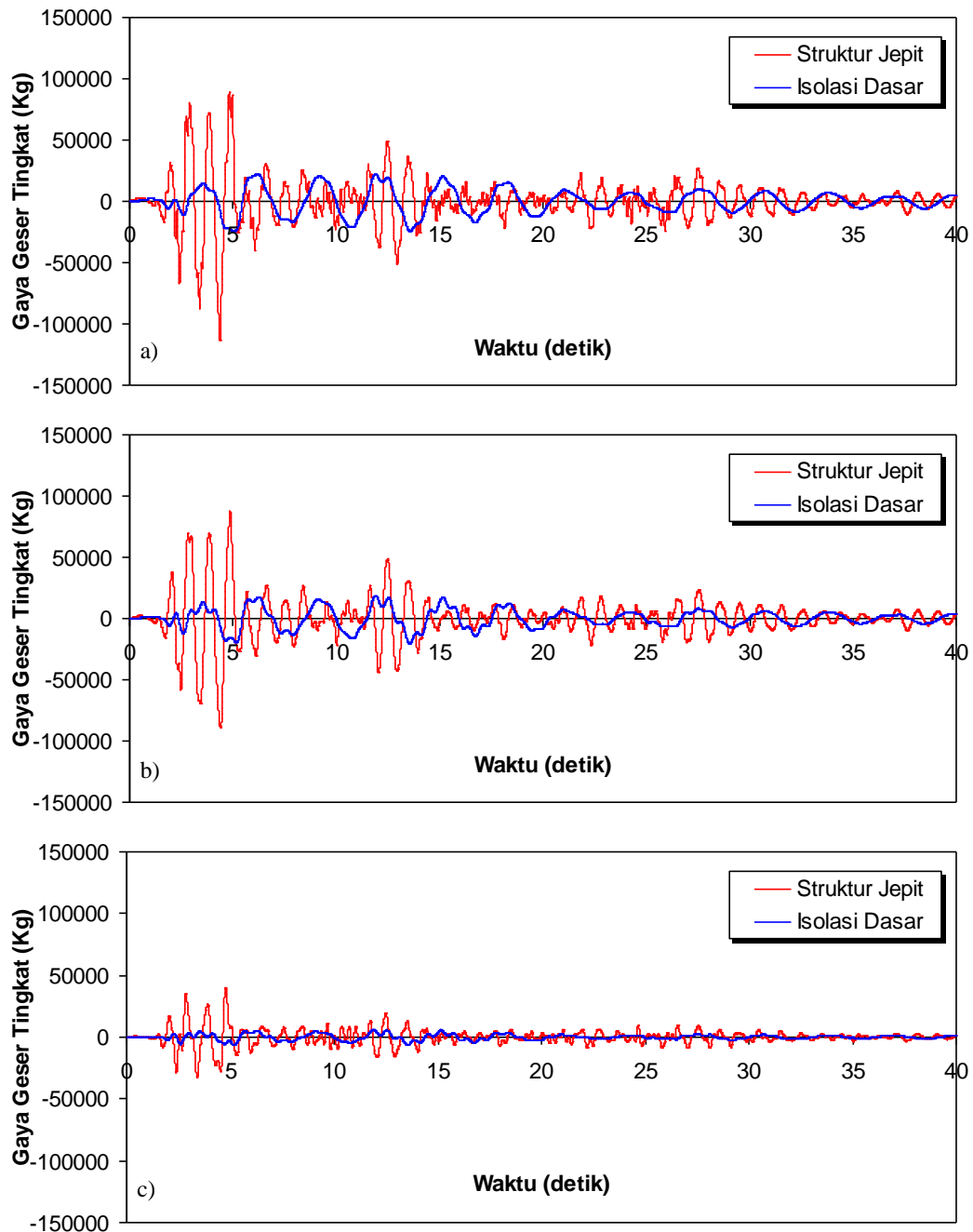
Gambar 5.33 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % Interstory Drift Ratio : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



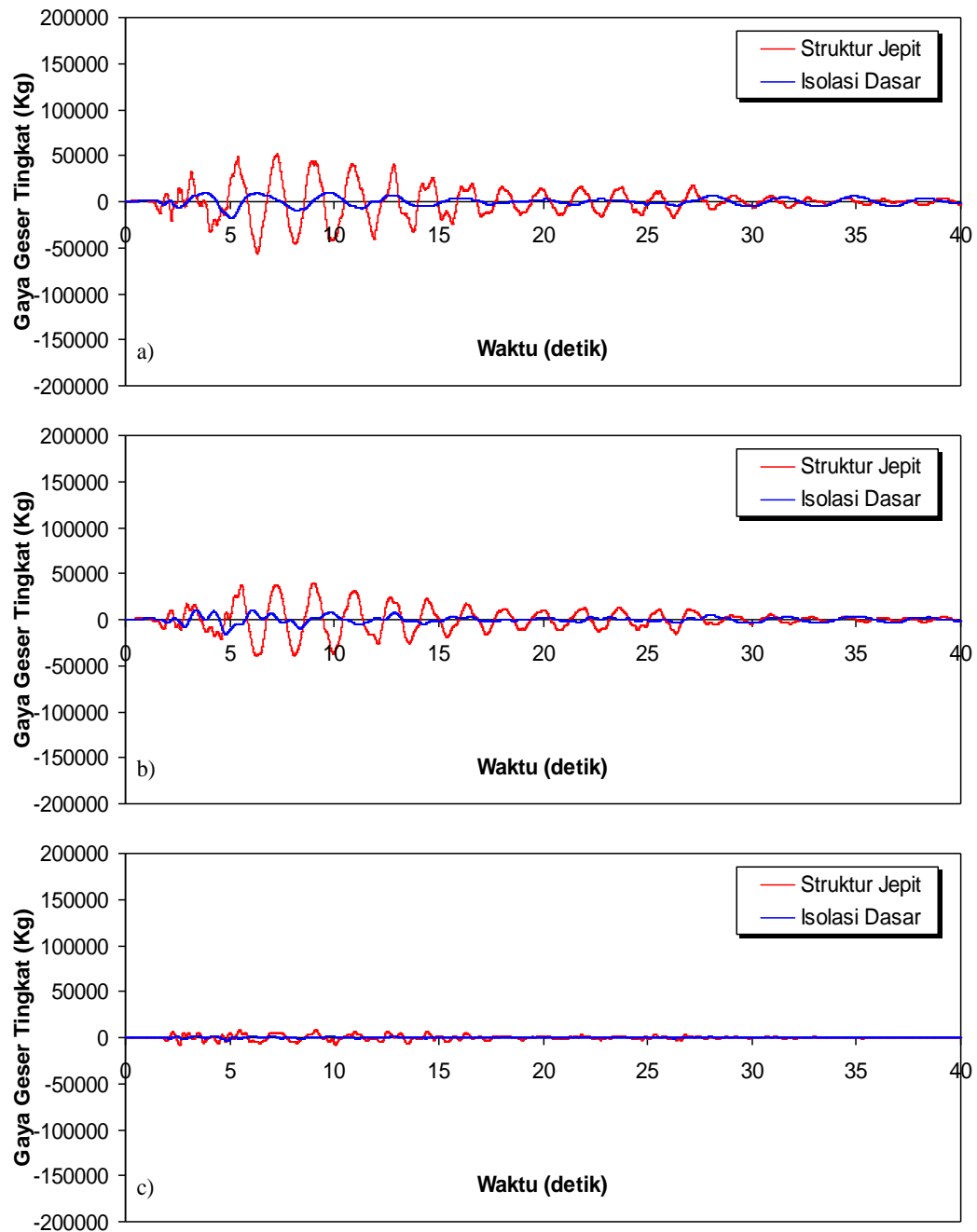
Gambar 5.34 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



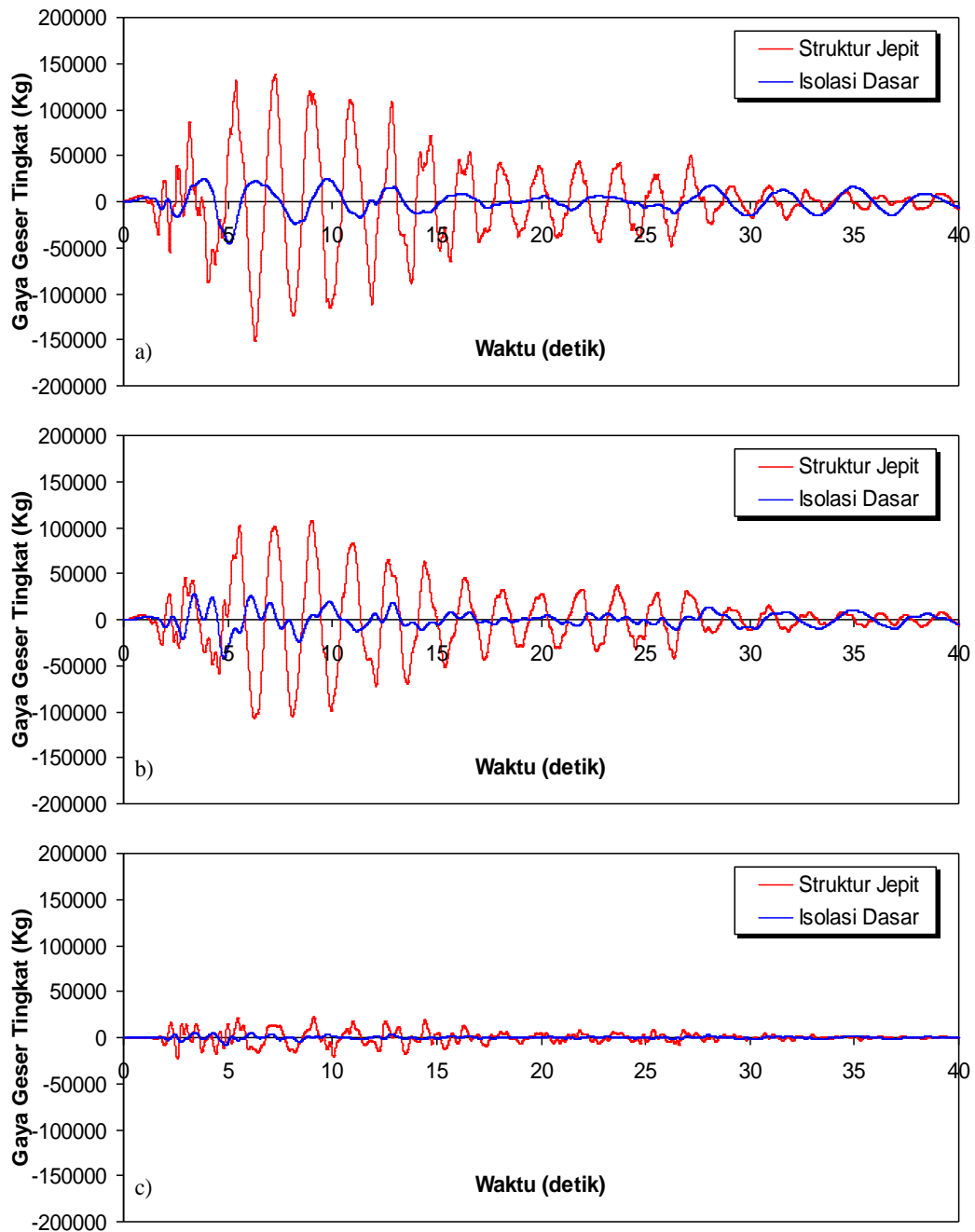
Gambar 5.35 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % Interstory Drift Ratio : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



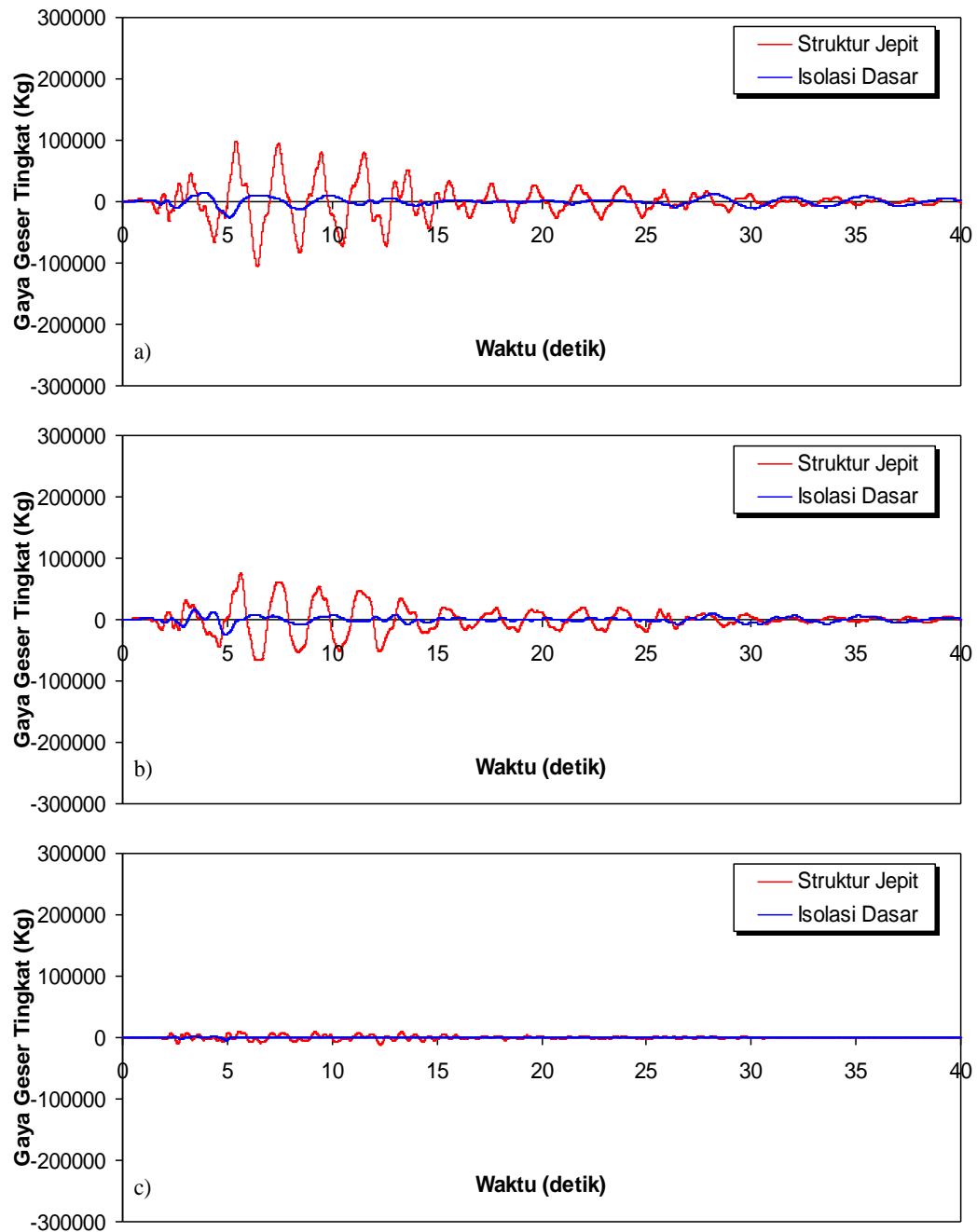
Gambar 5.36 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



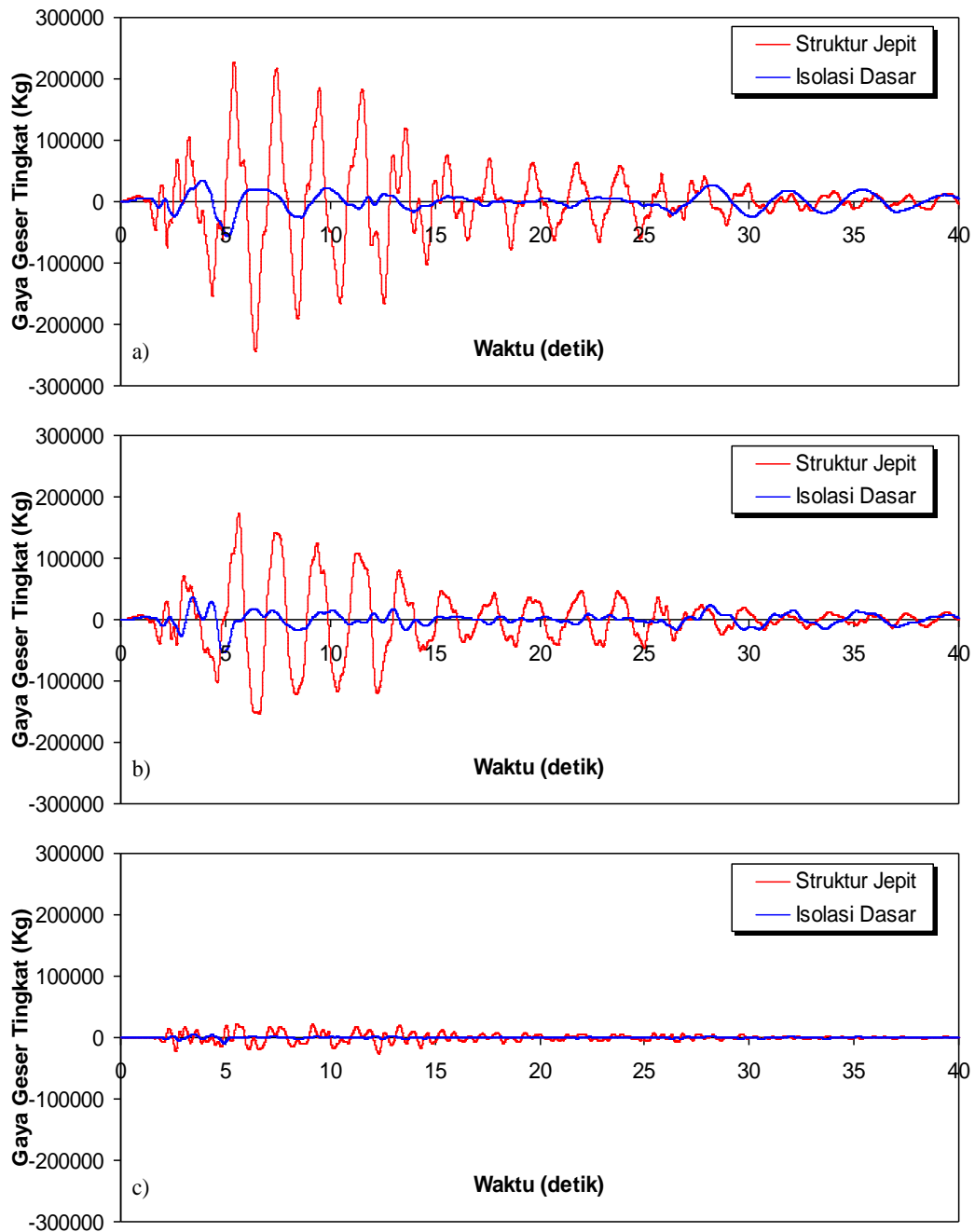
Gambar 5.37 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 5, c) Tingkat Atap



Gambar 5.38 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 5, c) Tingkat Atap



Gambar 5.39 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5\%$ *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 7, c) Tingkat Atap



Gambar 5.40 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 7, c) Tingkat Atap

5.2.6 Momen Guling

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai momen guling struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.31 sampai Tabel 5.36 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.41 sampai Gambar 5.48.

Pada Tabel 5.16 untuk struktur tingkat 4 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa momen guling maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 2626408,2015 kg.cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 9853967,6786 kg.cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 3 sebesar 0,1904 atau reduksi momen guling struktur diperoleh 80,96 %, sedangkan pada Tabel 5.26 terlihat bahwa momen guling maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 7744995,4944 kg.cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 33503490,1071 kg.cm dan ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,1645 atau reduksi momen guling struktur diperoleh 83,55 %.

Pada Tabel 5.17 untuk struktur tingkat 10 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa momen guling maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 6127742,0374 kg.cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 20416958,1056 kg.cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 1 sebesar 0,3001 atau reduksi momen guling struktur diperoleh 69,99 %, sedangkan pada Tabel 5.26 terlihat bahwa momen guling maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 15814755,1383 kg.cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 55125786,8852 kg.cm dan ratio terkecil terjadi pada tingkat 1 sebesar 0,2869 atau reduksi momen guling struktur diperoleh 71,31 %.

Pada Tabel 5.18 untuk struktur tingkat 15 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa momen guling maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 9718882,0783 kg.cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar yaitu 39623915,1988 kg.cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 1 sebesar 0,2453 atau reduksi momen guling struktur diperoleh 75,67 %, sedangkan pada Tabel 5.26 terlihat bahwa momen guling maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis yaitu 21553625,7478 kg.cm lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar

yaitu 91135004,9573 kg.cm dan ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,2365 atau reduksi momen guling struktur diperoleh 76,35 %.

Dari struktur 4, 10 dan 15 tingkat terlihat memiliki respons yang sama dimana bangunan dengan isolasi dasar momen guling lebih kecil dari bangunan tanpa isolasi dasar. Reduksi momen guling struktur yang diperoleh berkisar antara 69,99 - 80,96 % untuk $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio* dan 71,31 – 83,55 % untuk $> 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*.

Tabel 5.31 Perbandingan Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
4	0	0	0
3	4418161.4945	841314.7119	0.1904
2	7936708.5049	1875724.3943	0.2363
1	9853967.6786	2626408.2015	0.2665

Tabel 5.32 Perbandingan Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa El Centro 1940 $> 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
4	0	0	0
3	15021749.0812	2471783.1877	0.1645
2	26984808.9168	5526183.0518	0.2048
1	33503490.1071	7744995.4944	0.2312

Tabel 5.33 Perbandingan Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro 1940 $< 0,5$ % *Interstory Drift Ratio*

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
10	0	0	0
9	3228587.2479	1191489.3921	0.3690
8	6844546.9286	2723314.6543	0.3979
7	9649337.8909	3999519.2488	0.4145
6	11689069.7637	5010884.5765	0.4287
5	13386746.8958	5734030.5782	0.4283
4	14923345.1234	6094115.4347	0.4084
3	17032937.9750	6066882.2566	0.3562
2	18759897.1169	5745233.9279	0.3063
1	20416958.1056	6127742.0374	0.3001

**Tabel 5.34 Perbandingan Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 10
Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio***

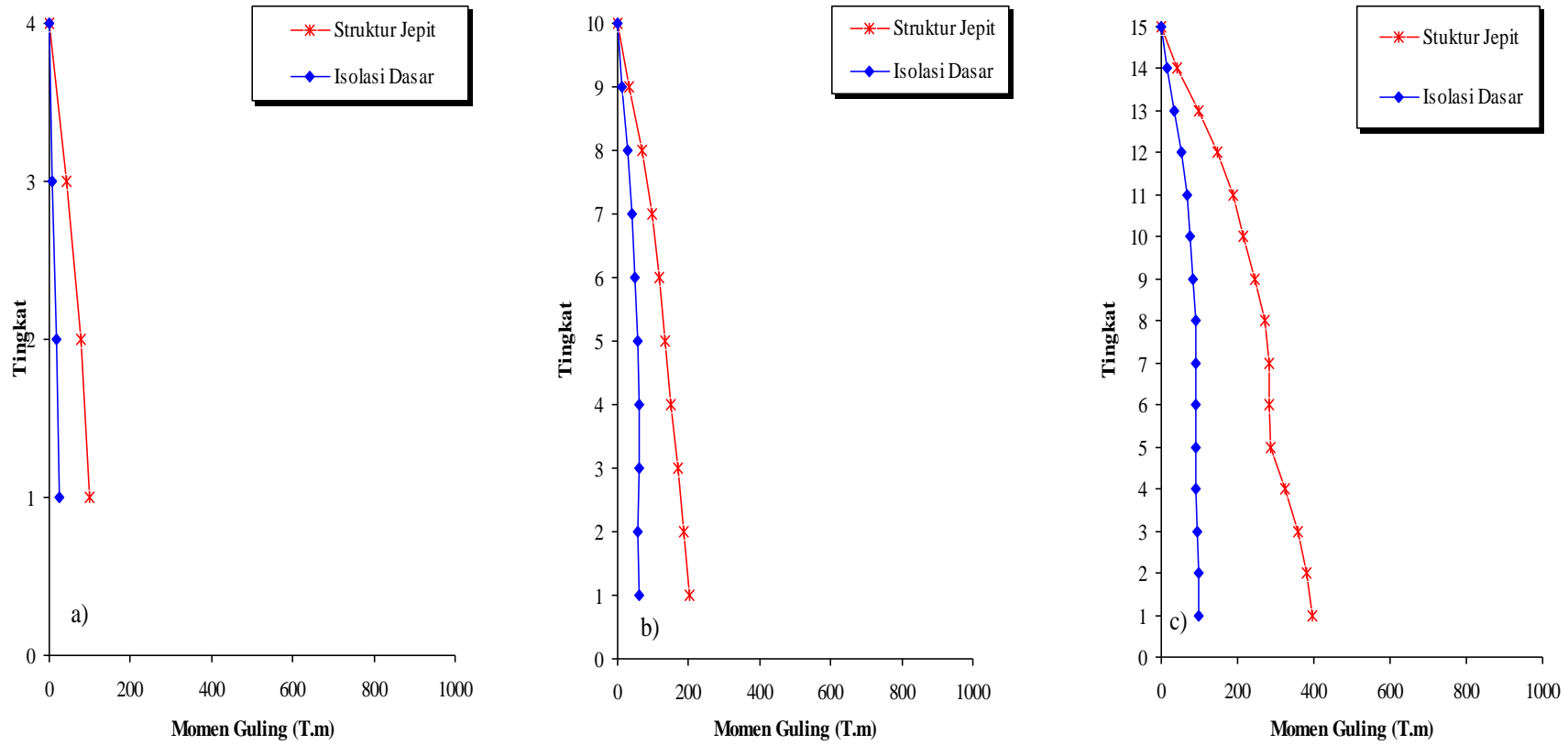
Tingkat	Momen Guling (kg.cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
10	0	0	0
9	8717185.5693	3200867.3479	0.3672
8	18480276.7073	7309405.6291	0.3955
7	26053212.3055	10710251.3467	0.4111
6	31560488.3619	13359010.5886	0.4233
5	36144216.6186	15191426.3701	0.4203
4	40293031.8331	16044409.2546	0.3982
3	45988932.5324	15889991.5568	0.3455
2	50651722.2156	15049621.5085	0.2971
1	55125786.8852	15814755.1383	0.2869

**Tabel 5.35 Perbandingan Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 15
Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio***

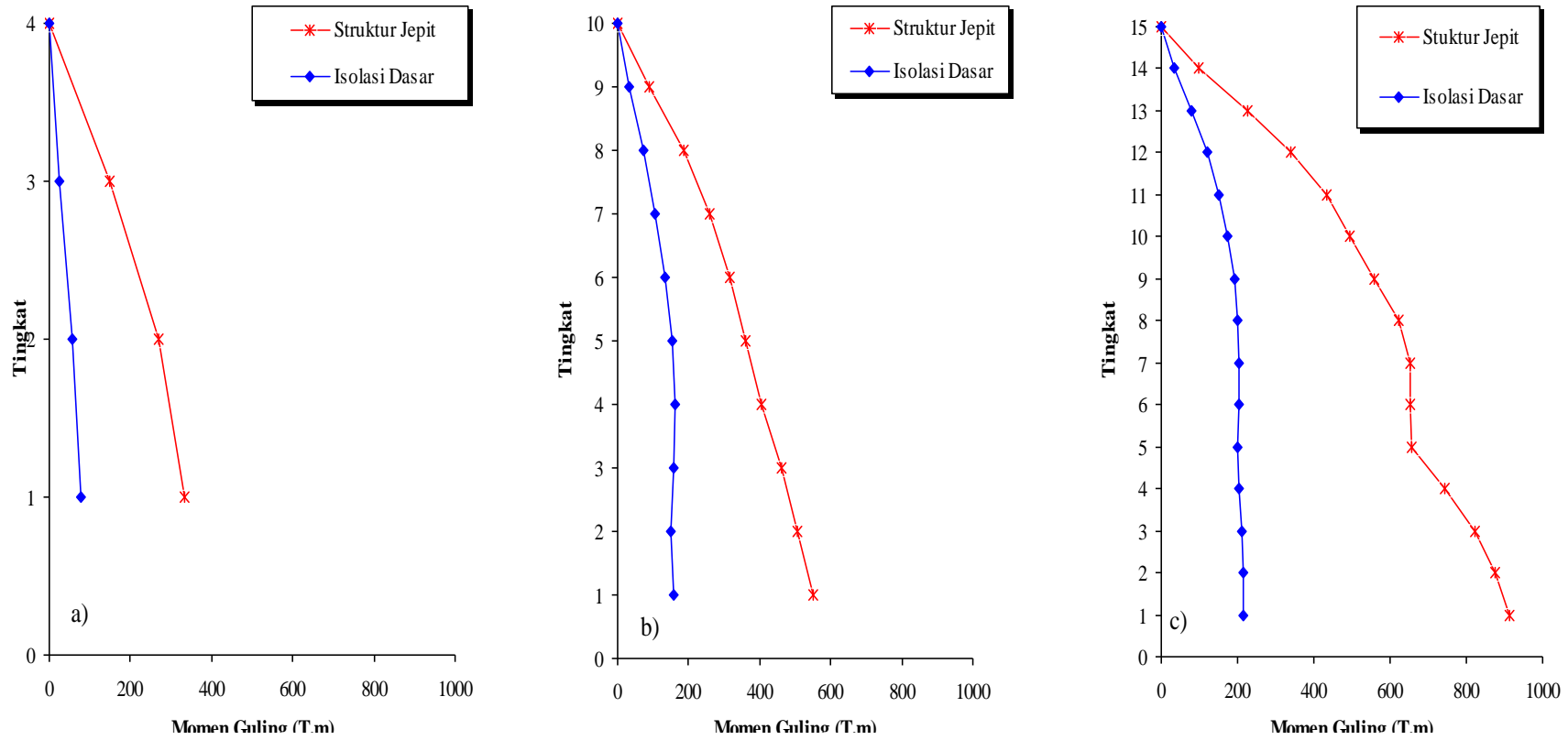
Tingkat	Momen Guling (kg.cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
15	0	0	0
14	4206222.9249	1515427.2919	0.3603
13	9828906.2895	3518400.9833	0.3580
12	14803865.4948	5270629.6605	0.3560
11	18789610.7674	6679222.1335	0.3555
10	21466629.3830	7729689.6368	0.3601
9	24344072.4098	8445635.0452	0.3469
8	27040890.5741	8883036.7804	0.3285
7	28367245.1584	9085958.8186	0.3203
6	28413077.2712	9077740.5385	0.3195
5	28602818.5674	8951000.1846	0.3129
4	32400991.9125	8998707.9035	0.2777
3	35692398.4780	9374304.1715	0.2626
2	37993526.1793	9624048.7095	0.2533
1	39623915.1988	9718882.0783	0.2453

**Tabel 5.36 Perbandingan Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 15
Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio***

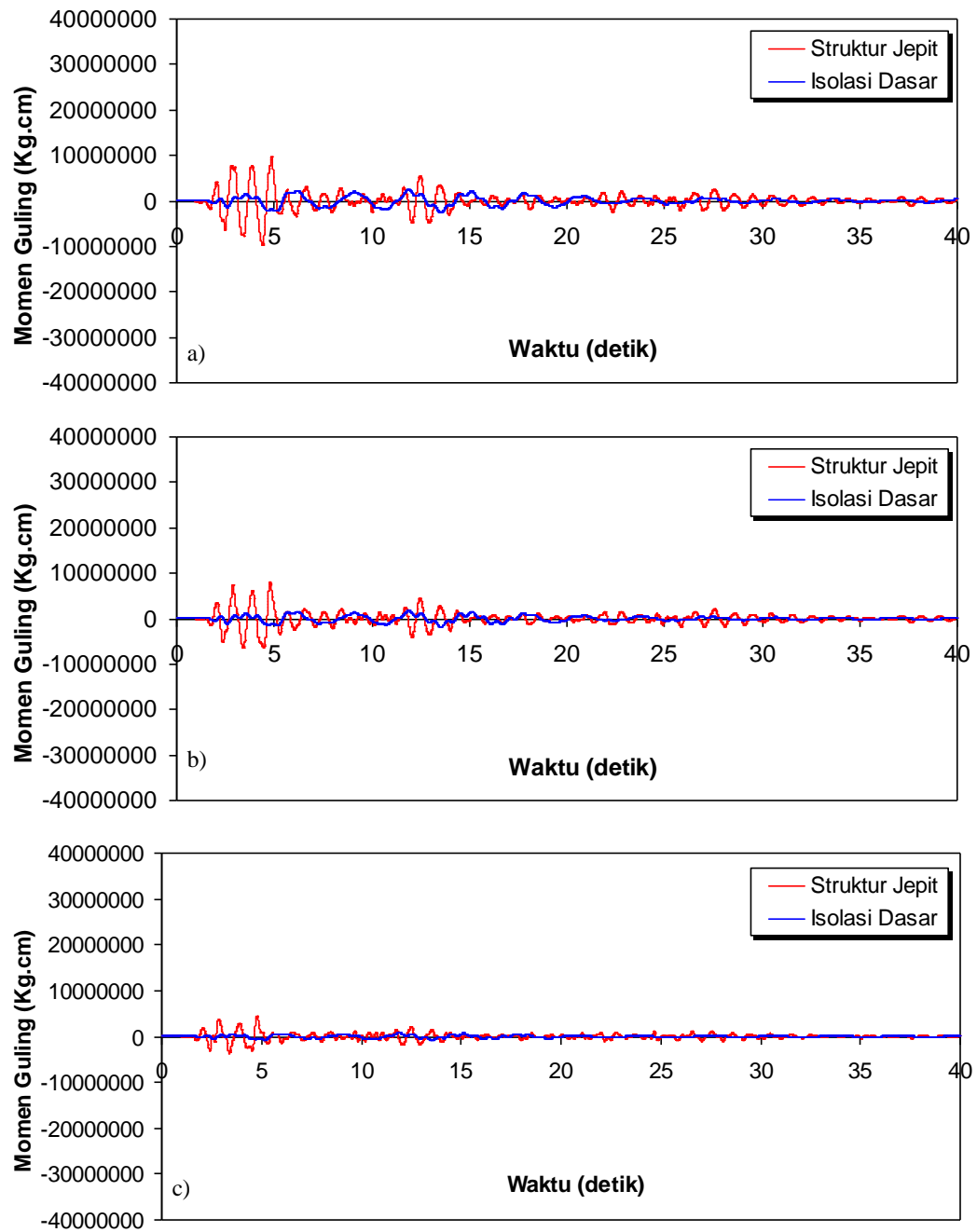
Tingkat	Momen Guling (kg.cm)		
	Struktur Jepit (A)	Isolasi Dasar (B)	Rasio = B/A
15	0	0	0
14	9674312.7273	3453712.1889	0.3570
13	22606484.4658	8013119.4813	0.3545
12	34048890.6379	11990767.1599	0.3522
11	43216104.7651	15176549.8203	0.3512
10	49373247.5808	17530374.0496	0.3551
9	55991366.5426	19110113.3937	0.3413
8	62194048.3204	20040095.7137	0.3222
7	65244663.8643	20429079.0012	0.3131
6	65350077.7237	20367887.2540	0.3117
5	65786482.7049	20144147.5769	0.3062
4	74522281.3987	20312083.6057	0.2726
3	82092516.4995	21033206.0983	0.2562
2	87385110.2125	21467535.6966	0.2457
1	91135004.9573	21553625.7478	0.2365



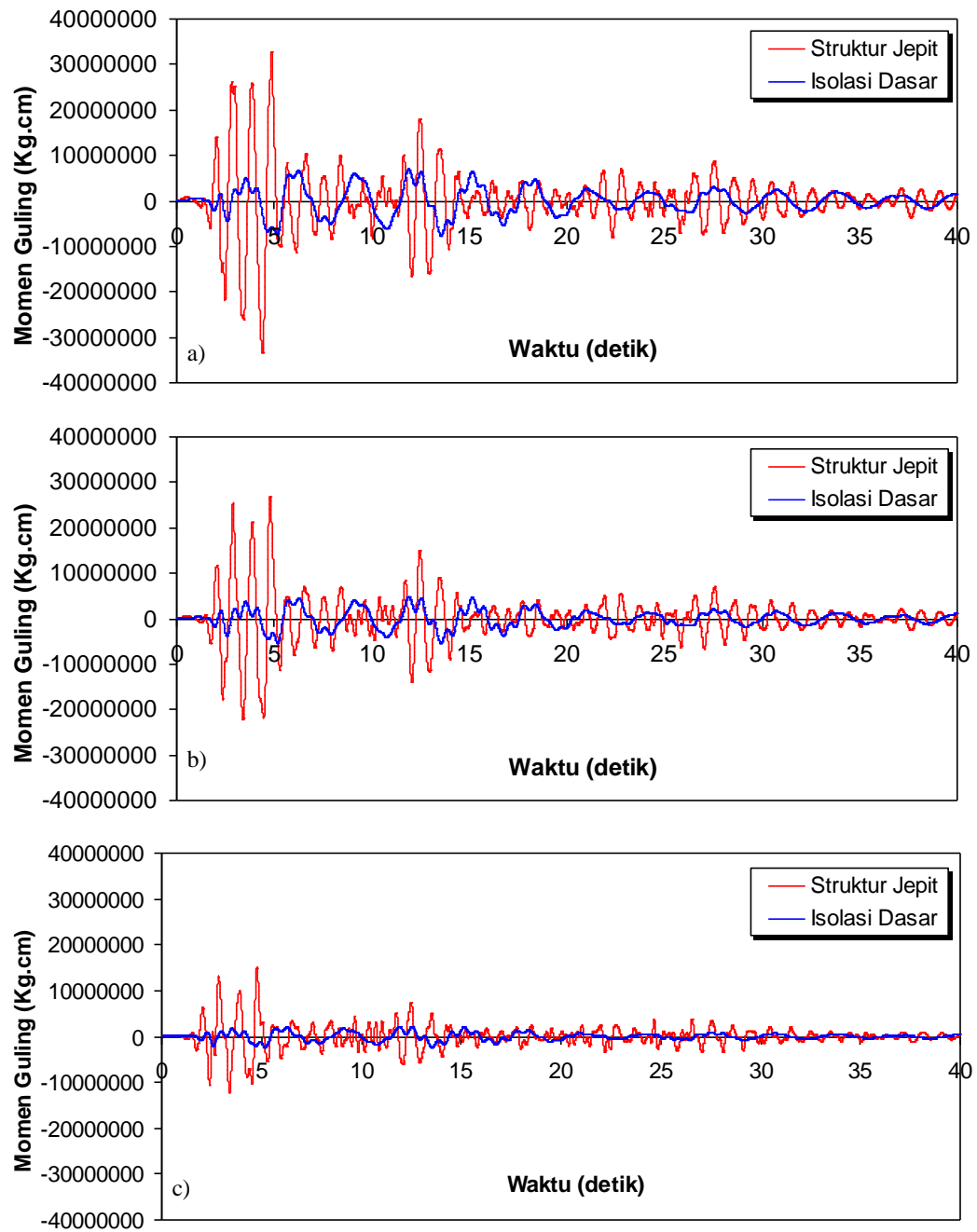
Gambar 5.41 Perbandingan Momen Guling Maksimum Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



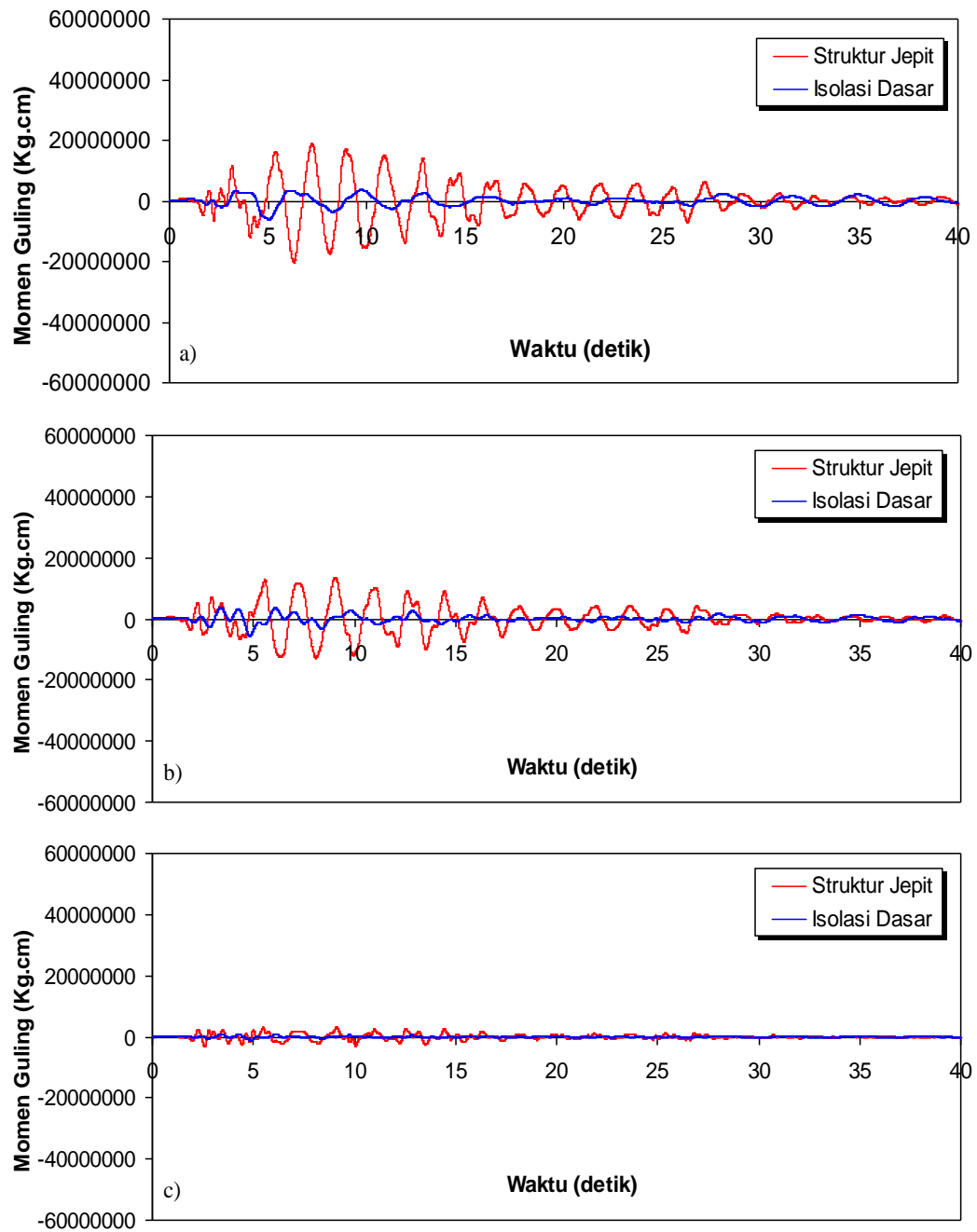
Gambar 5.42 Perbandingan Momen Guling Maksimum Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



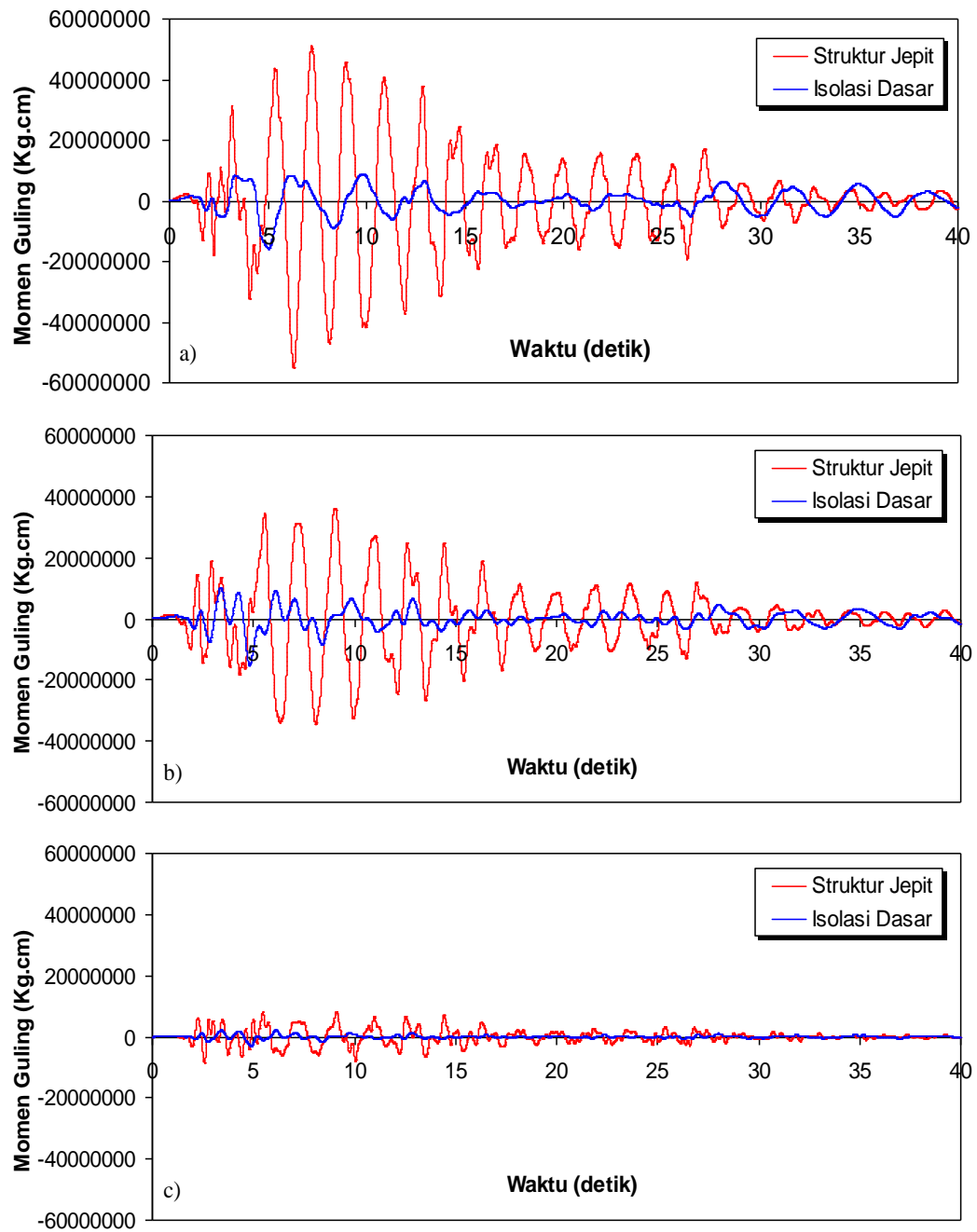
Gambar 5.43 Perbandingan Momen Guling Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



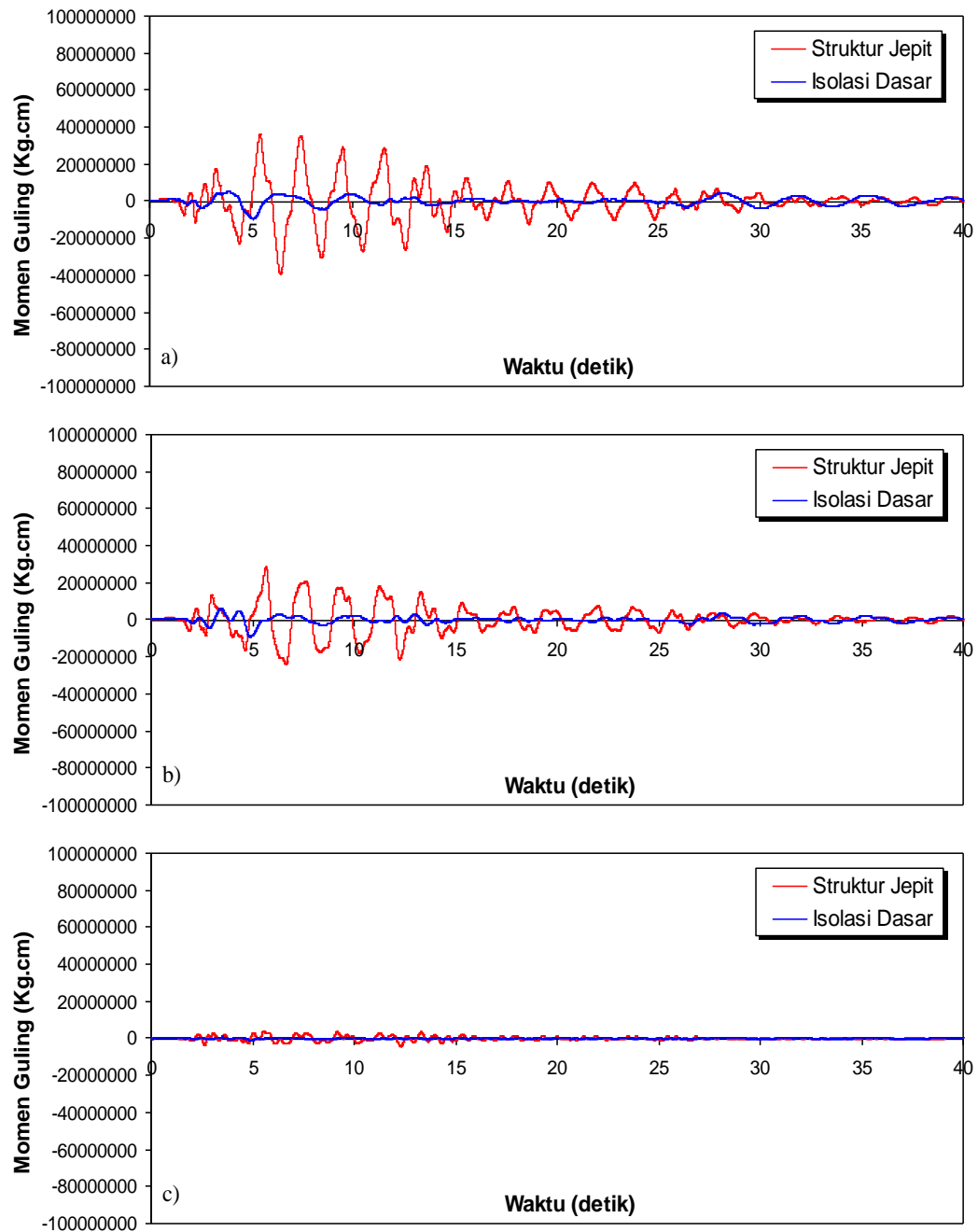
Gambar 5.44 Perbandingan Momen Guling Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % Interstory Drift Ratio : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



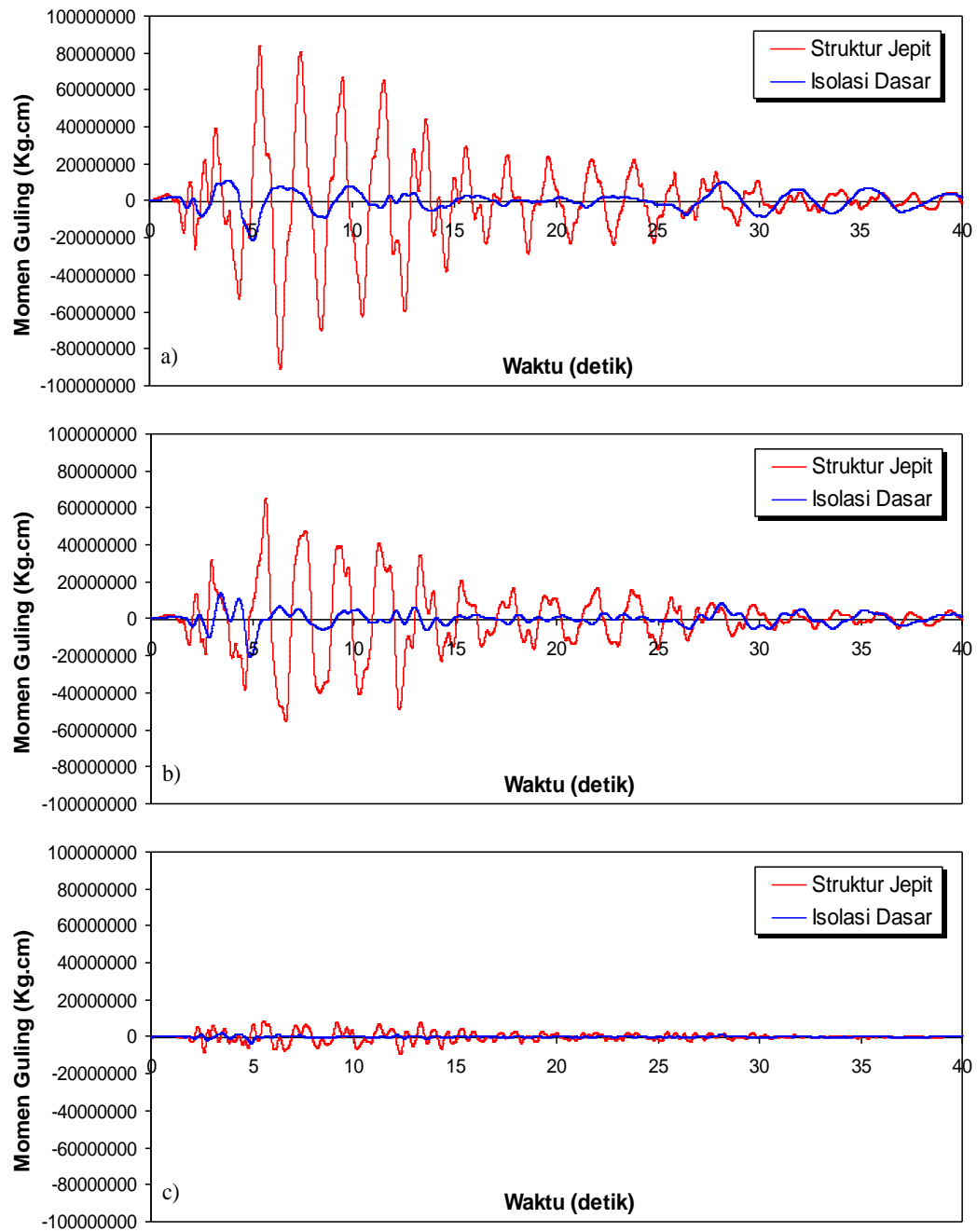
Gambar 5.45 Perbandingan Momen Guling Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % Interstory Drift Ratio : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 5, c) Tingkat Atap



Gambar 5.46 Perbandingan Momen Guling Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 5, c) Tingkat Atap



Gambar 5.47 Perbandingan Momen Guling Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 7, c) Tingkat Atap



Gambar 5.48 Perbandingan Momen Guling Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio* : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 7, c) Tingkat Atap

5.2.7 *Hysteristic Loops*

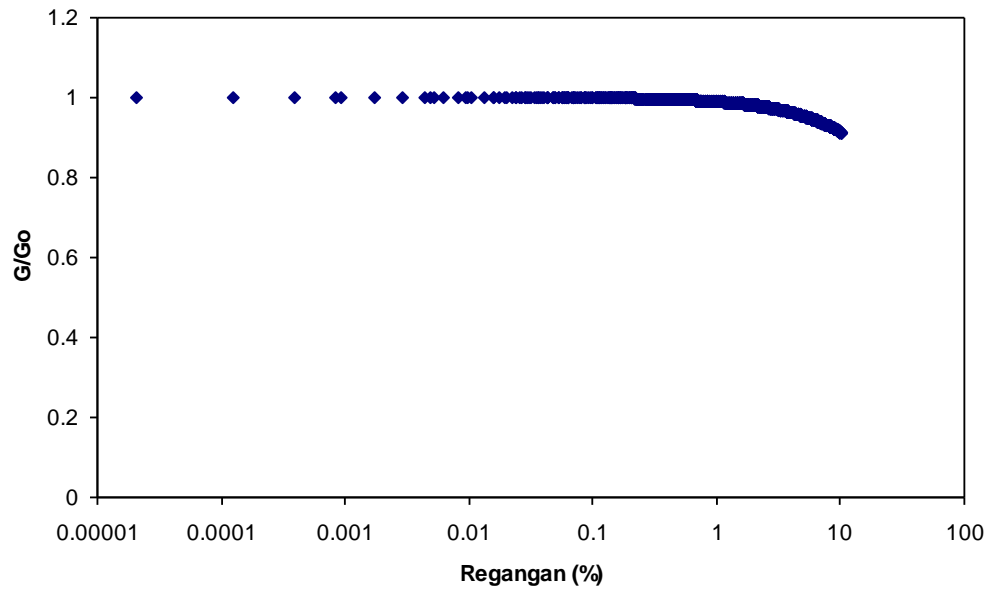
Pada penelitian ini kekakuan isolasi dasar akan berubah ketika terjadi terjadi gempa, sehingga perilaku isolasi dasar akan juga berubah dari yang sebelumnya bersifat elastik (kekakuan tetap) menjadi inelastik (kekakuan berubah-ubah). Parameter penting yang menunjukkan kondisi tersebut adalah dengan *hysteretic loops* yaitu grafik hubungan antara beban-simpangan atau tegangan-regangan. Respons non linier inelastik menurut *Ramberg Osgood Model* menunjukkan bahwa kekakuan isolasi dasar berubah-ubah menurut fungsi waktu gempa yang terjadi.

Hasil analisis *hysteretic loops* pada struktur tingkat 4 menunjukkan perbedaan antara kondisi *interstory drift ratio* $< 0,5\%$ dan $> 0,5\%$ terlihat bahwa respons *hysteretic loops* $< 0,5\%$ linear elastis dan *hysteretic loops* $> 0,5\%$ berubah menjadi non-linear inelastis. Berdasarkan hasil respons tegangan dan regangan pada kondisi *interstory drift ratio* $< 0,5\%$ lebih kecil dari kondisi *interstory drift ratio* $> 0,5\%$. Respons *hysteretic loops* pada struktur tingkat 4 dapat dilihat pada Gambar 5.49 sampai Gambar 5.52.

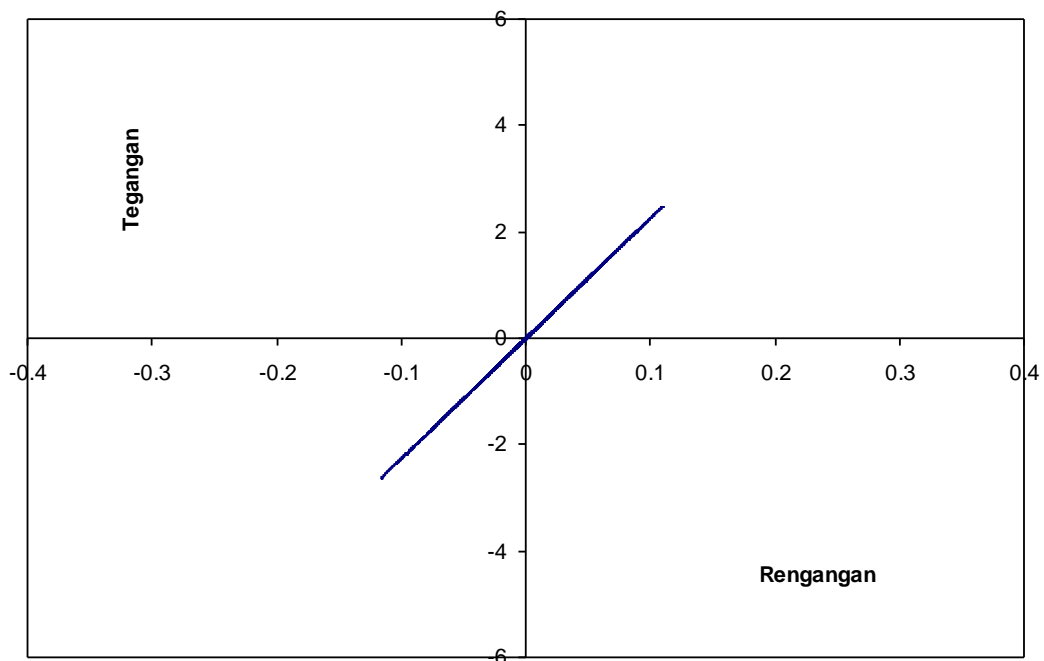
Hasil analisis pada struktur tingkat 10 menunjukkan pengaruh penambahan beban bangunan dari analisis struktur tingkat 4 sehingga respons tegangan dan regangan menghasilkan nilai lebih kecil. Respons *hysteretic loops* pada kedua kondisi *interstory drift ratio* $< 0,5\%$ dan $> 0,5\%$ terlihat bahwa respons linear elastis. Berdasarkan hasil respons tegangan dan regangan pada kondisi *interstory drift ratio* $< 0,5\%$ lebih kecil dari kondisi *interstory drift ratio* $> 0,5\%$. Respons *hysteretic loops* dan rasio G/G_0 -Regangan pada struktur tingkat 10 dapat dilihat pada Gambar 5.53 sampai Gambar 5.56.

Hasil analisis pada struktur tingkat 15 menunjukkan pengaruh penambahan beban bangunan dari analisis struktur tingkat 4 dan 10 sehingga respons tegangan dan regangan menghasilkan nilai lebih kecil. Respons *hysteretic loops* pada kedua kondisi *interstory drift ratio* $< 0,5\%$ dan $> 0,5\%$ terlihat bahwa respons linear elastis. Berdasarkan hasil respons tegangan dan regangan pada kondisi *interstory drift ratio* $< 0,5\%$ lebih kecil dari kondisi *interstory drift ratio*

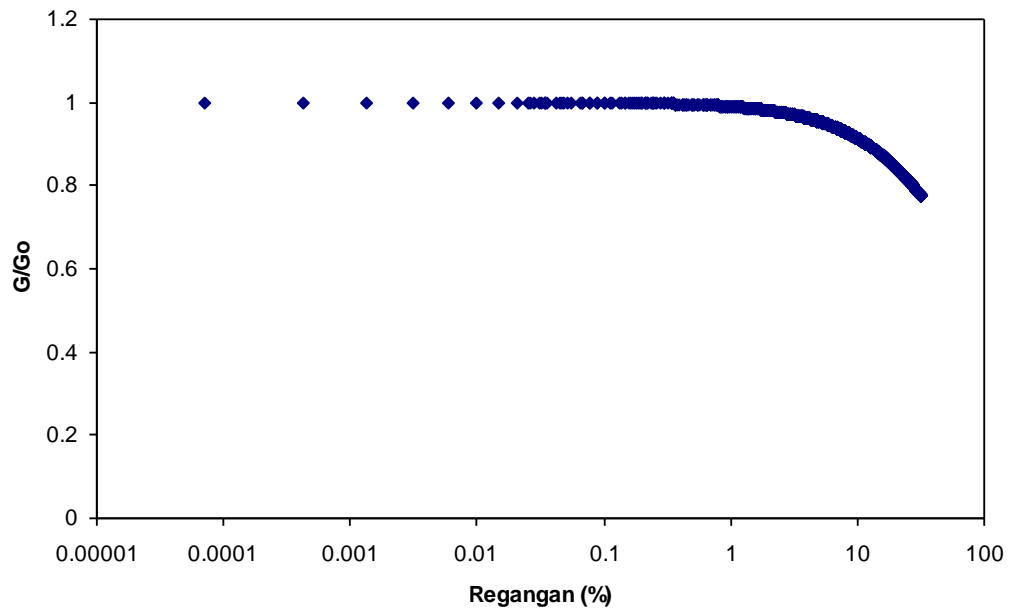
> 0,5 %. Respons *hysteretic loops* dan rasio G/Go -Regangan pada struktur tingkat 15 dapat dilihat pada Gambar 5.57 sampai Gambar 5.60.



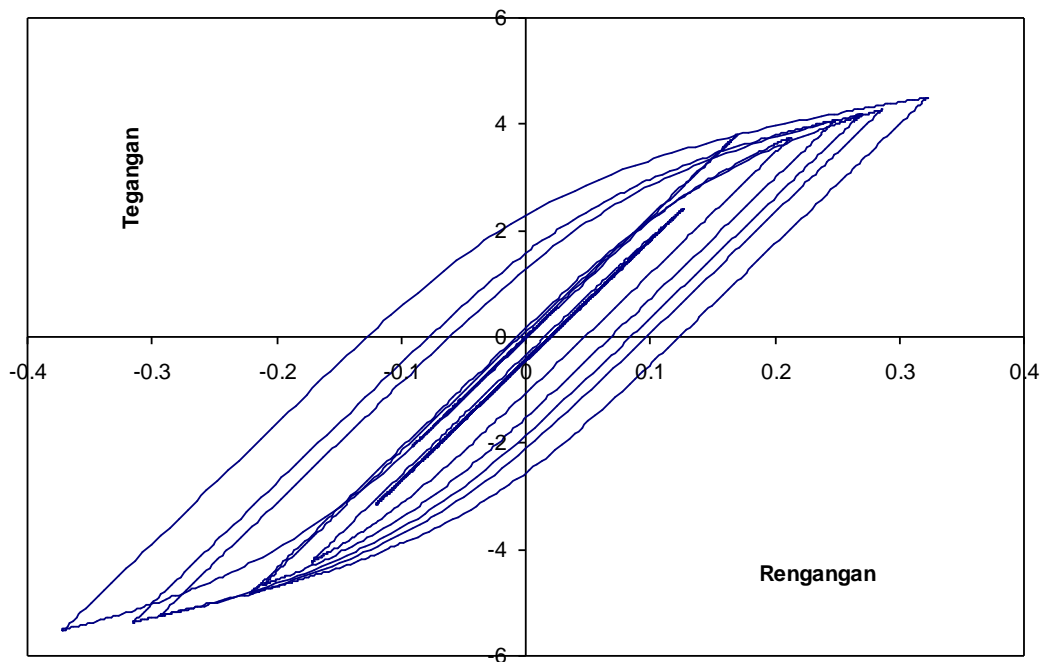
Gambar 5.49 Rasio G/Go - Regangan Isolasi Dasar Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*



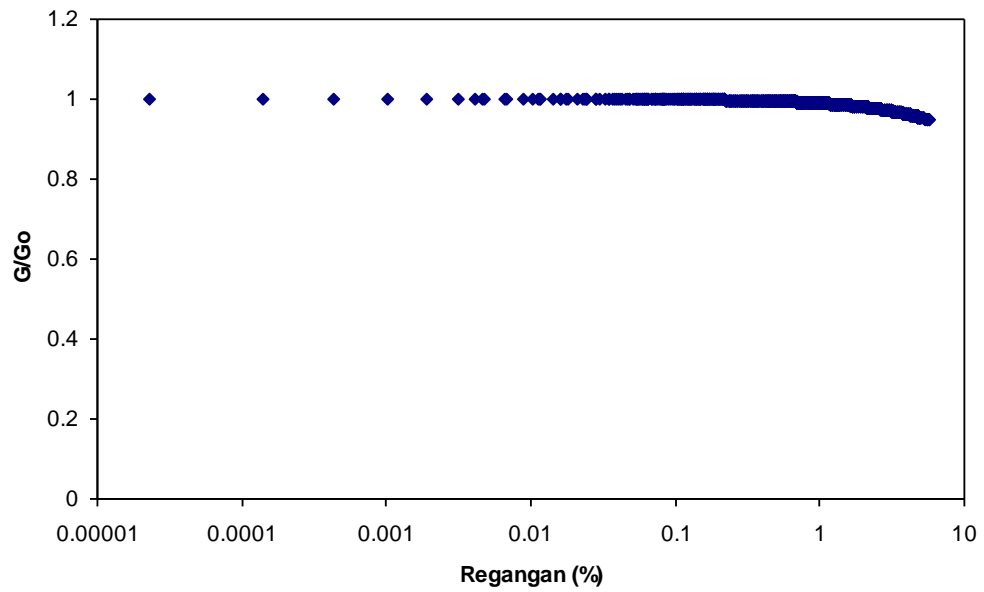
Gambar 5.50 *Hysteretic Loops* Isolasi Dasar Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*



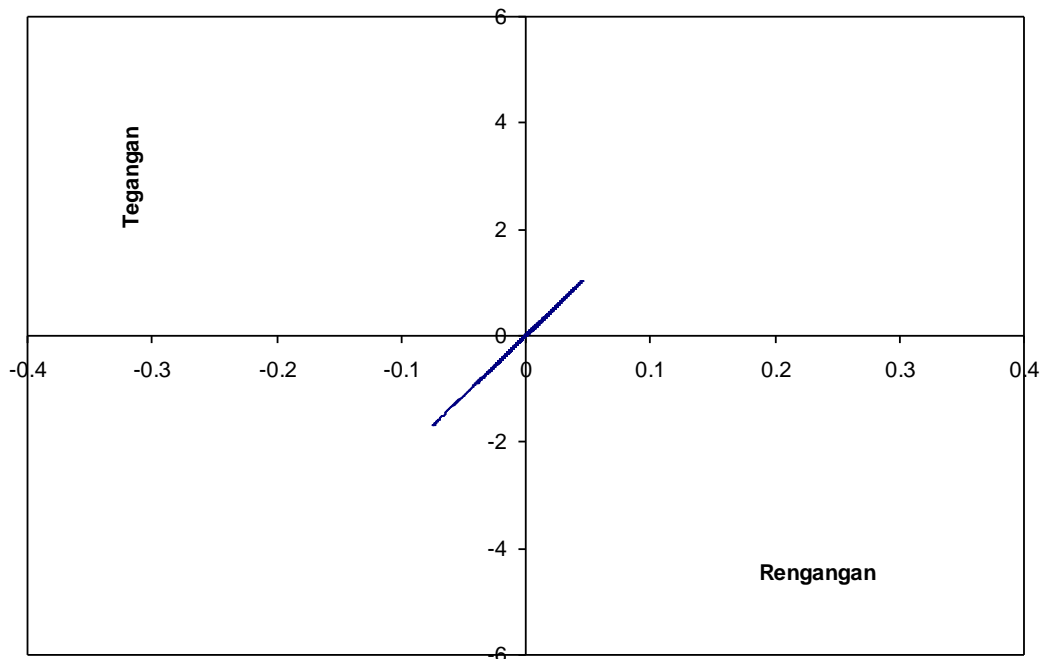
Gambar 5.51 Rasio G/G_o - Regangan Isolasi Dasar Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio*



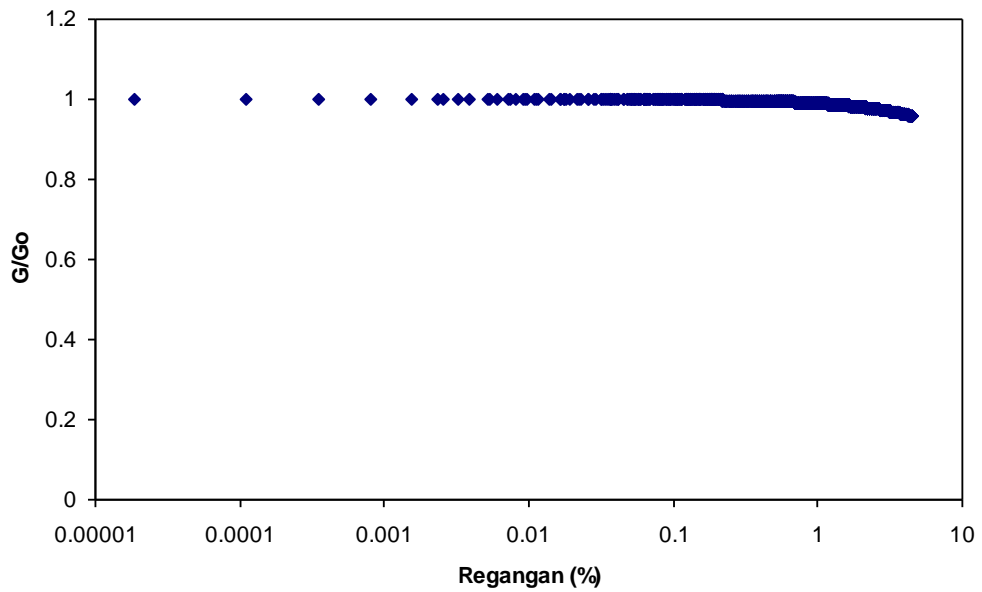
Gambar 5.52 *Hysteristic Loops* Isolasi Dasar Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio*



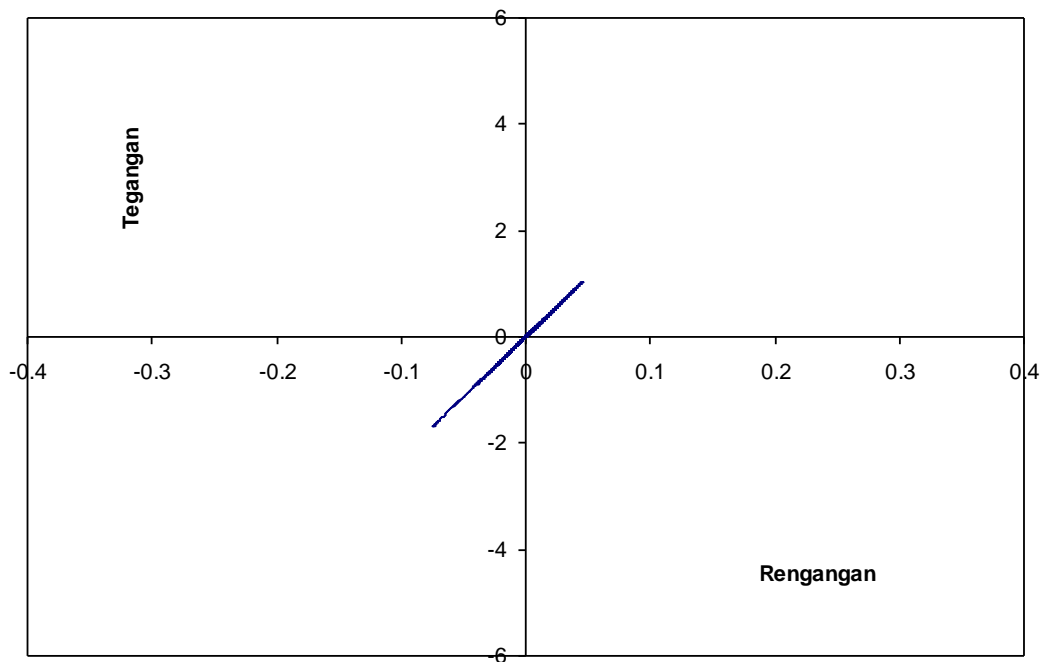
Gambar 5.53 Rasio G/G_o - Regangan Isolasi Dasar Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*



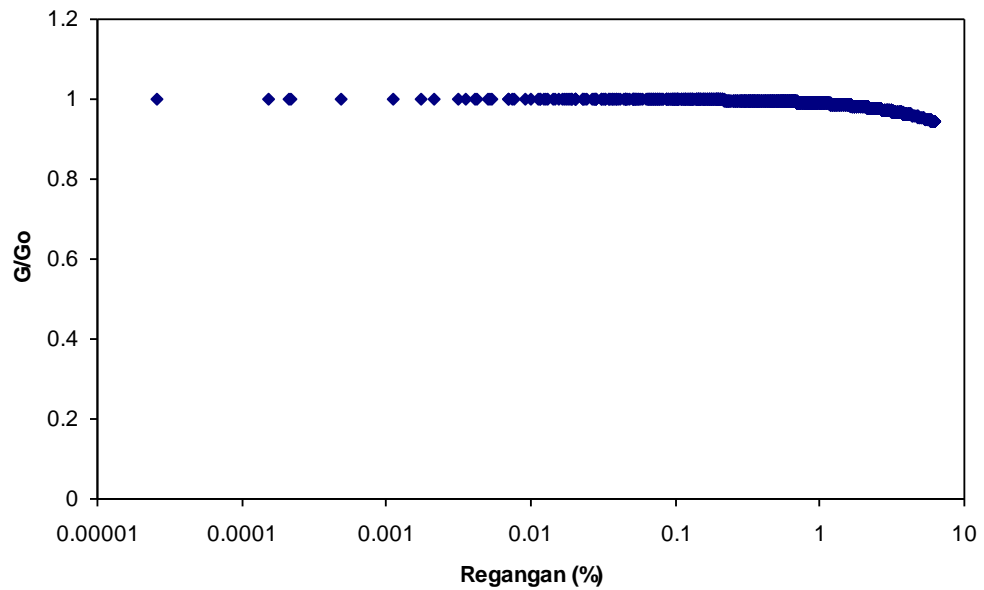
Gambar 5.54 *Hysteretic Loops* Isolasi Dasar Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*



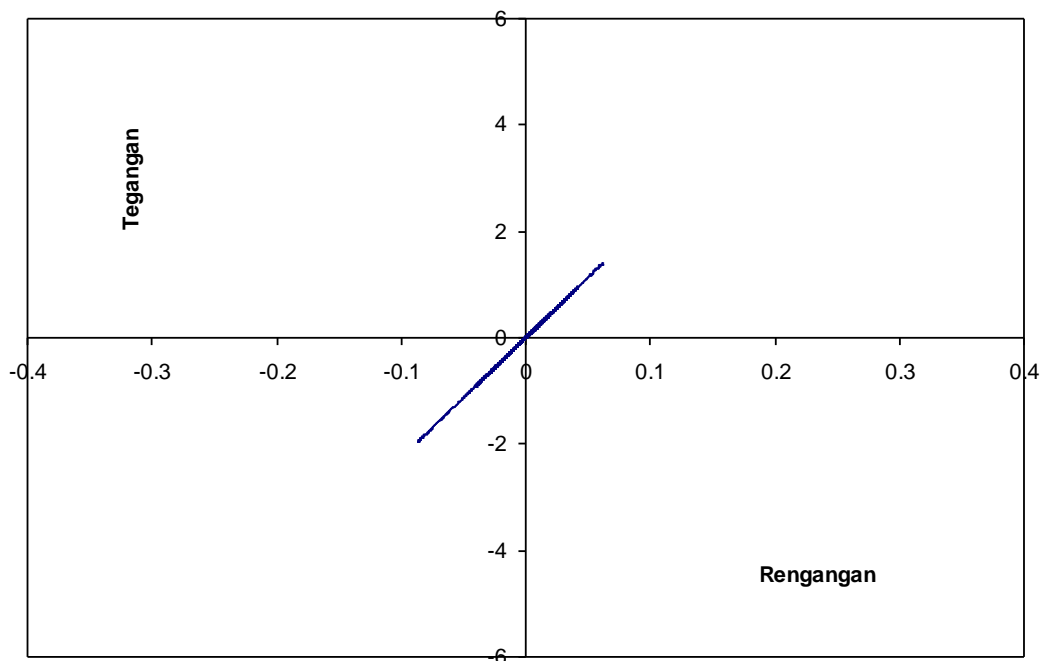
Gambar 5.55 Rasio G/G_o - Regangan Isolasi Dasar Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio*



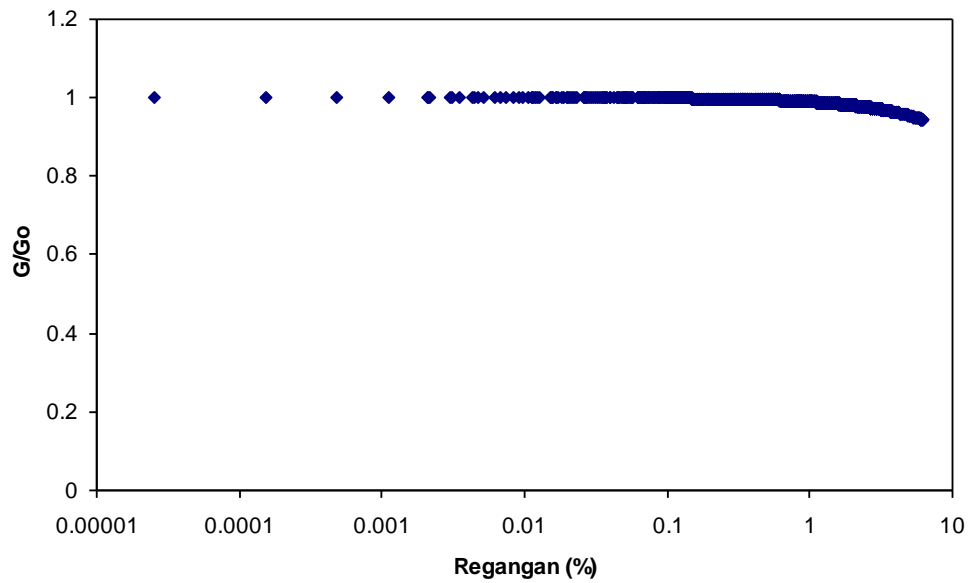
Gambar 5.56 *Hysteristic Loops* Isolasi Dasar Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 > 0,5 % *Interstory Drift Ratio*



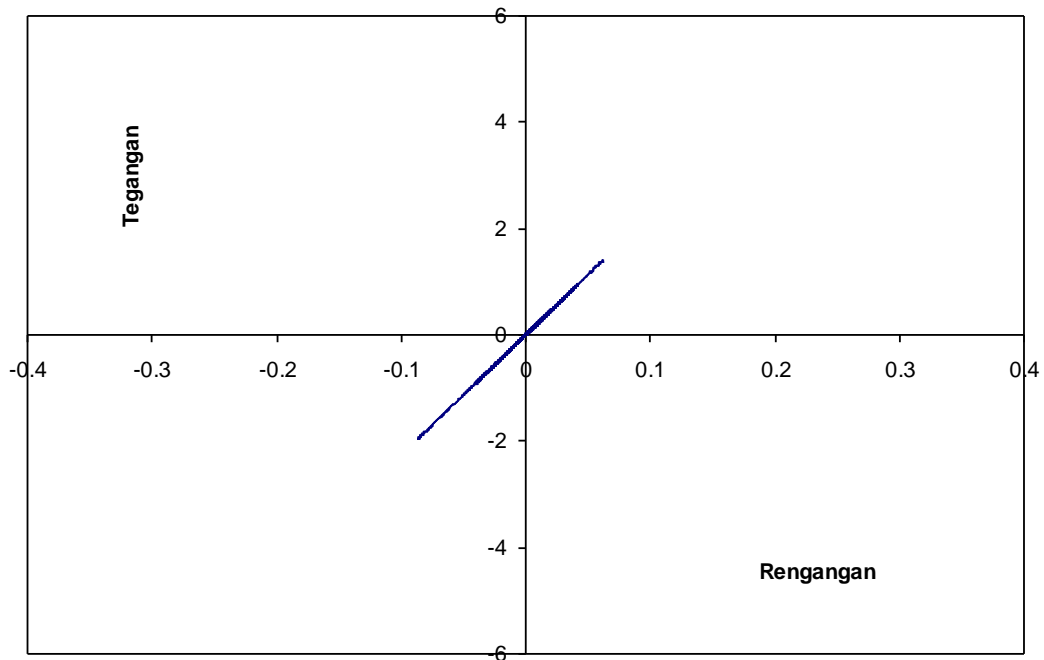
Gambar 5.57 Rasio G/G_o - Regangan Isolasi Dasar Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*



Gambar 5.58 *Hysteretic Loops* Isolasi Dasar Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*



Gambar 5.59 Rasio G/Go - Regangan Isolasi Dasar Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*



Gambar 5.60 *Hysteretic Loops* Isolasi Dasar Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940 < 0,5 % *Interstory Drift Ratio*

5.3 Analisis Respons Struktur dengan Isolasi Dasar Akibat Tiga Jenis Gempa Frekuensi Rendah, Menengah dan Tinggi

Analisis digunakan tiga jenis riwayat gempa yaitu gempa Coalinga 1983 mewakili gempa frekuensi Rendah, El Centro 1940 mewakili gempa frekuensi menengah, El Centro 1979 mewakili gempa frekuensi tinggi. Analisis-analisis dilakukan dengan cara mencari kekakuan isolasi dasar sesuai dengan jumlah tingkat bangunan. Analisis diatas divariasikan pula dengan variasi struktur yaitu 4, 10 dan 15 tingkat. Hasil berupa respons-respons dinamik struktur hanya bangunan dengan isolasi dasar. Isolator yang digunakan dalam analisis ini adalah *lead rubber bearings* (LRBs).

5.3.1 Simpangan

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai simpangan struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.37 sampai Tabel 5.39 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.61 sampai Gambar 5.64.

Pada Tabel 5.37 untuk struktur tingkat 4 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa simpangan maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 4,2221 cm, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 1,3036 cm dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 1,1612 cm.

Pada Tabel 5.38 untuk struktur tingkat 10 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa simpangan maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 9,8810 cm, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 2,6086 cm dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 1,8983 cm.

Pada Tabel 5.39 untuk struktur tingkat 15 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa simpangan maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 14,6761 cm, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah

4,7760 cm dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 2,7589 cm.

Untuk struktur 4, 10, 15 tingkat menghasilkan respons yang sama yaitu simpangan struktur maksimum terbesar terjadi akibat gempa Coalinga 1983 dengan frekuensi rendah dan simpangan maksimum terkecil terjadi akibat gempa El centro 1979 dengan frekuensi tinggi.

Tabel 5.37 Perbandingan Simpangan Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa

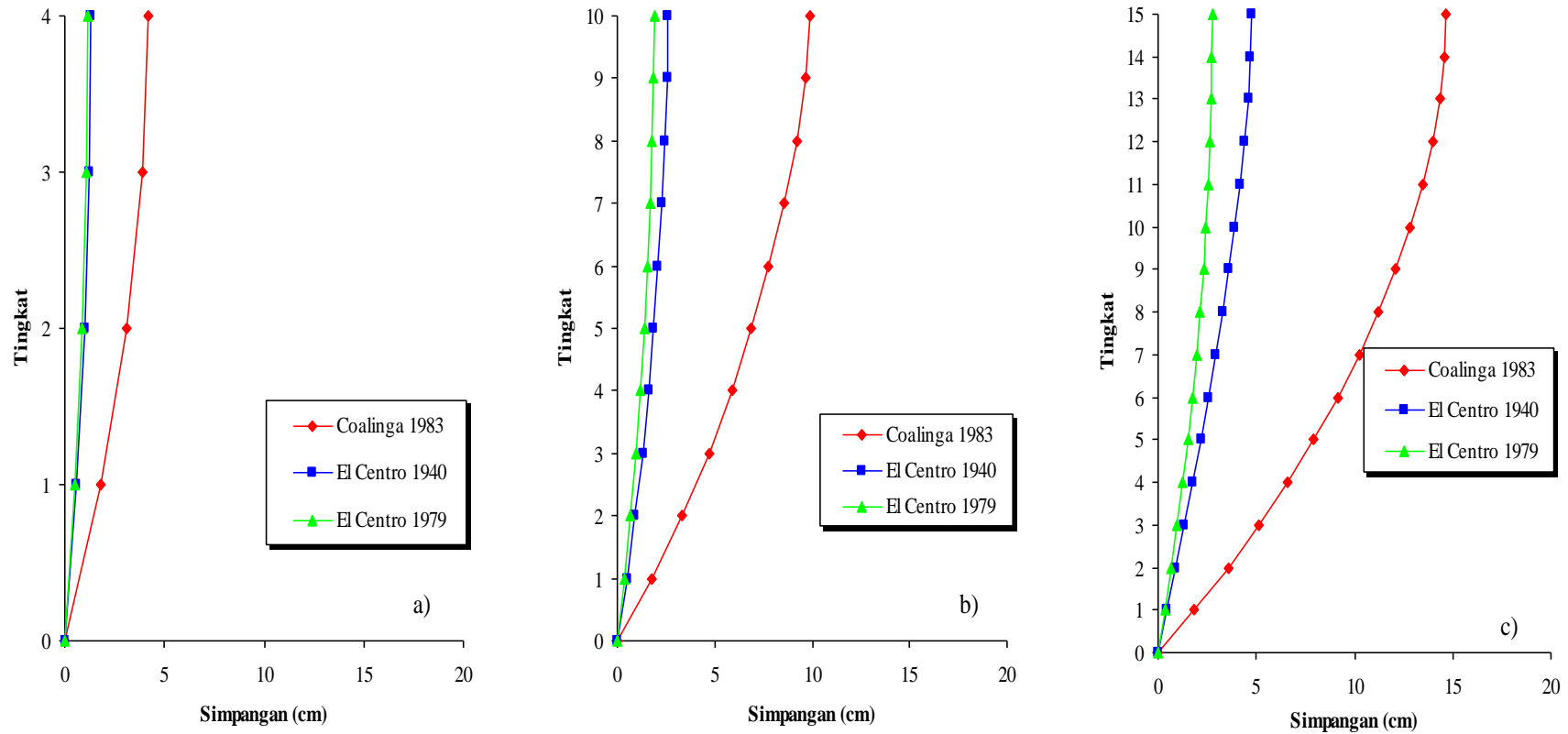
Tingkat	Simpangan (cm)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
4	4.2221	1.3036	1.1612
3	3.8987	1.2278	1.0675
2	3.1076	1.0080	0.8445
1	1.8199	0.6014	0.4911

Tabel 5.38 Perbandingan Simpangan Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa

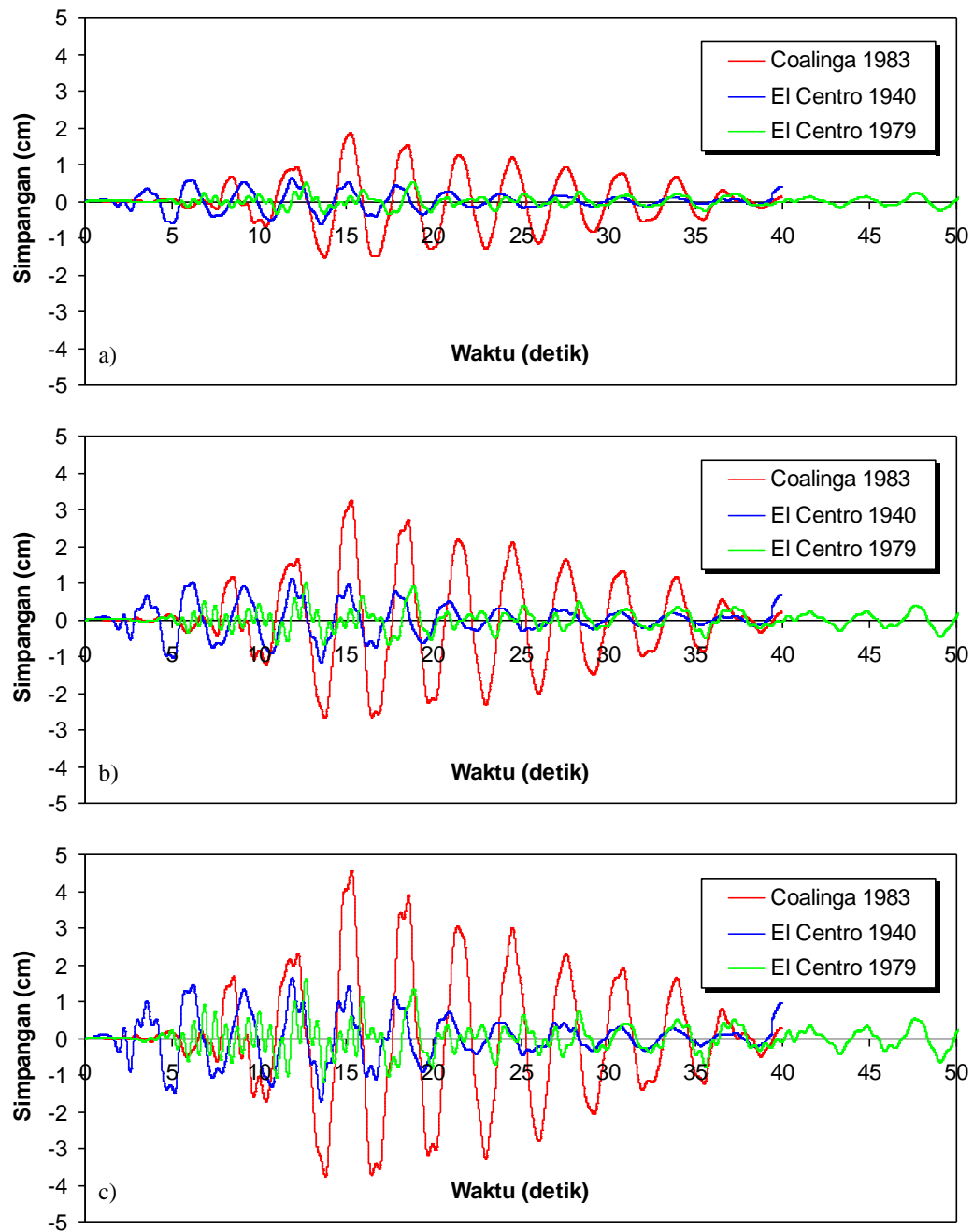
Tingkat	Simpangan (cm)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
10	9.8810	2.6086	1.8983
9	9.6971	2.5510	1.8699
8	9.2616	2.4307	1.8030
7	8.5913	2.2755	1.6996
6	7.7274	2.0922	1.5609
5	6.8740	1.8757	1.3880
4	5.8704	1.6142	1.1807
3	4.7044	1.2981	0.9380
2	3.3495	0.9194	0.6602
1	1.7845	0.4831	0.3469

Tabel 5.39 Perbandingan Simpangan Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa

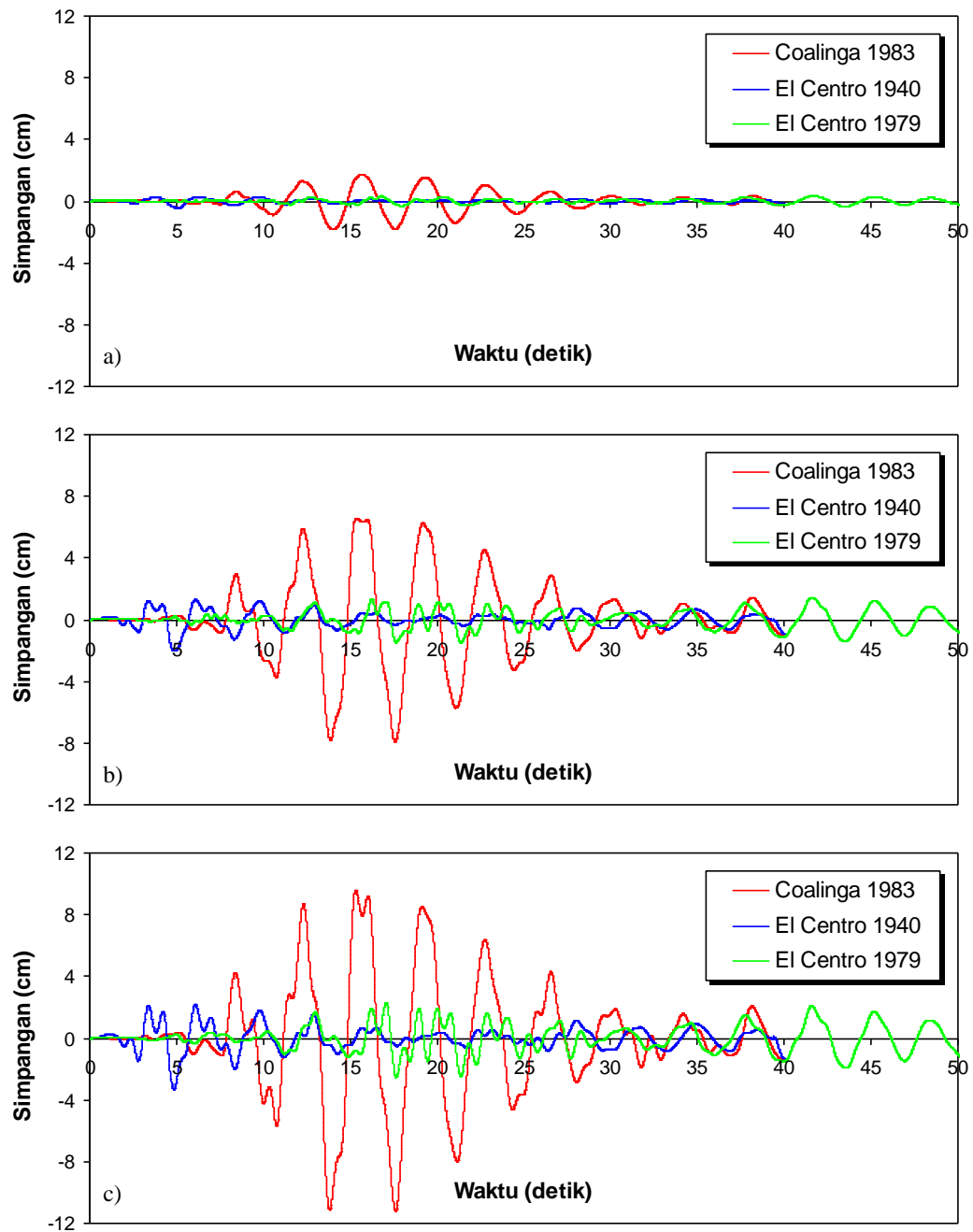
Tingkat	Simpangan (cm)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
15	14.6761	4.7760	2.7589
14	14.5754	4.7177	2.7424
13	14.3340	4.5880	2.7028
12	13.9574	4.3950	2.6401
11	13.4491	4.1582	2.5540
10	12.8202	3.8908	2.4440
9	12.0731	3.5991	2.3101
8	11.2128	3.2836	2.1505
7	10.2404	2.9435	1.9643
6	9.1536	2.5799	1.7504
5	7.9484	2.1892	1.5107
4	6.6193	1.7756	1.2607
3	5.1604	1.3426	0.9872
2	3.5692	0.8977	0.6872
1	1.8492	0.4479	0.3586



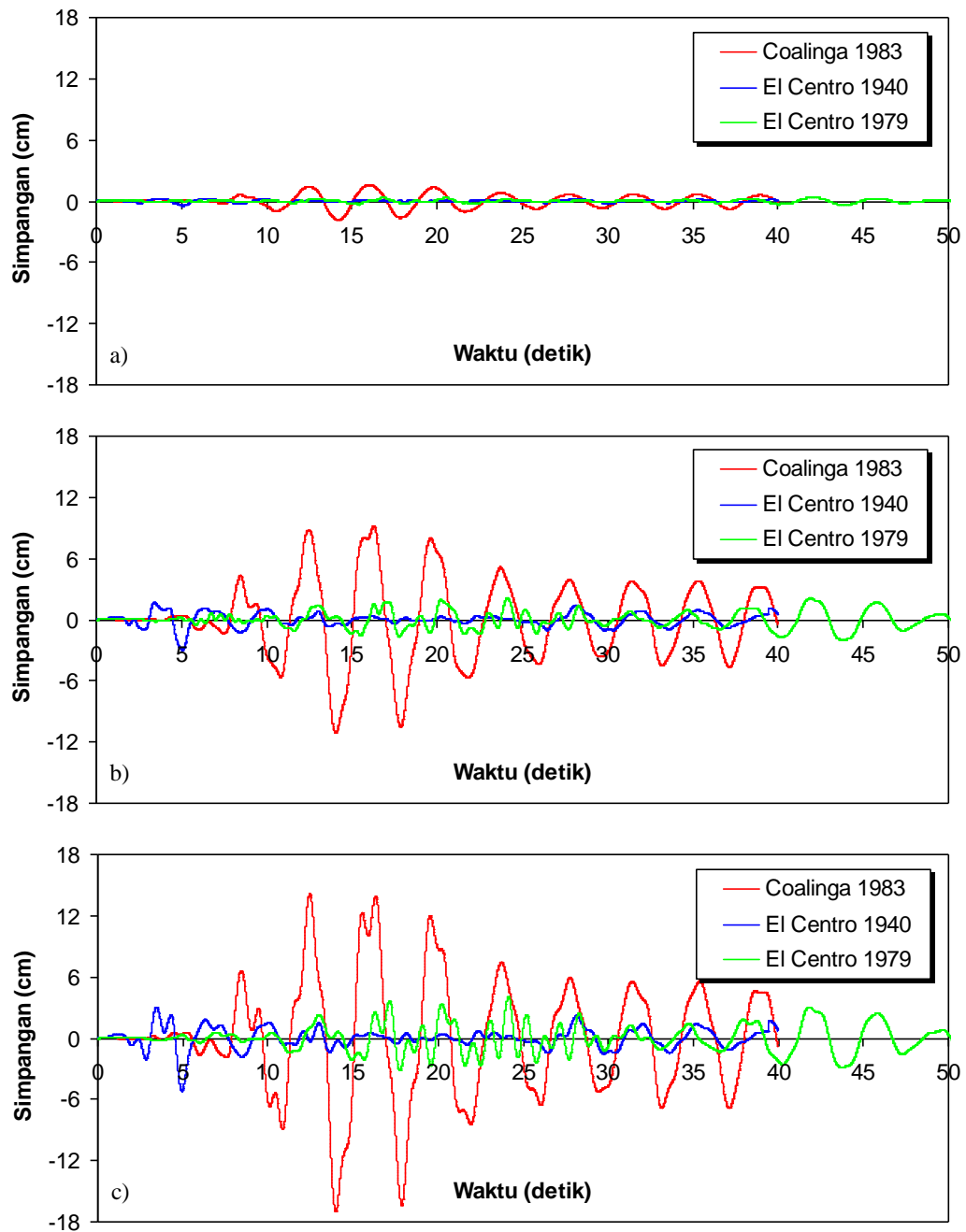
Gambar 5.61 Perbandingan Simpangan Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



Gambar 5.62 Perbandingan Simpangan Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.63 Perbandingan Simpangan Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 5, c) Tingkat Atap



Gambar 5.64 Perbandingan Simpangan Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 7, c) Tingkat Atap

5.3.2 Simpangan antar Tingkat (*Interstory Drift*)

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai *Interstory Drift* struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.40 sampai Tabel 5.42 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.65 sampai Gambar 5.68.

Pada Tabel 5.40 untuk struktur tingkat 4 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa *Interstory Drift* maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 1,8468 cm, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 0,6359 cm dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 0,5149 cm.

Pada Tabel 5.41 untuk struktur tingkat 10 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa *Interstory Drift* maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 1,8182 cm, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 0,4837 cm dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 0,3473 cm.

Pada Tabel 5.42 untuk struktur tingkat 15 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa *Interstory Drift* maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 1,8595 cm, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 0,4482 cm dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 0,3629 cm.

Untuk struktur 4, 10, 15 tingkat menghasilkan respons yang sama yaitu *Interstory Drift* struktur maksimum terbesar terjadi akibat gempa Coalinga 1983 dengan frekuensi rendah dan *Interstory Drift* maksimum terkecil terjadi akibat gempa El centro 1979 dengan frekuensi tinggi.

Tabel 5.40 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa

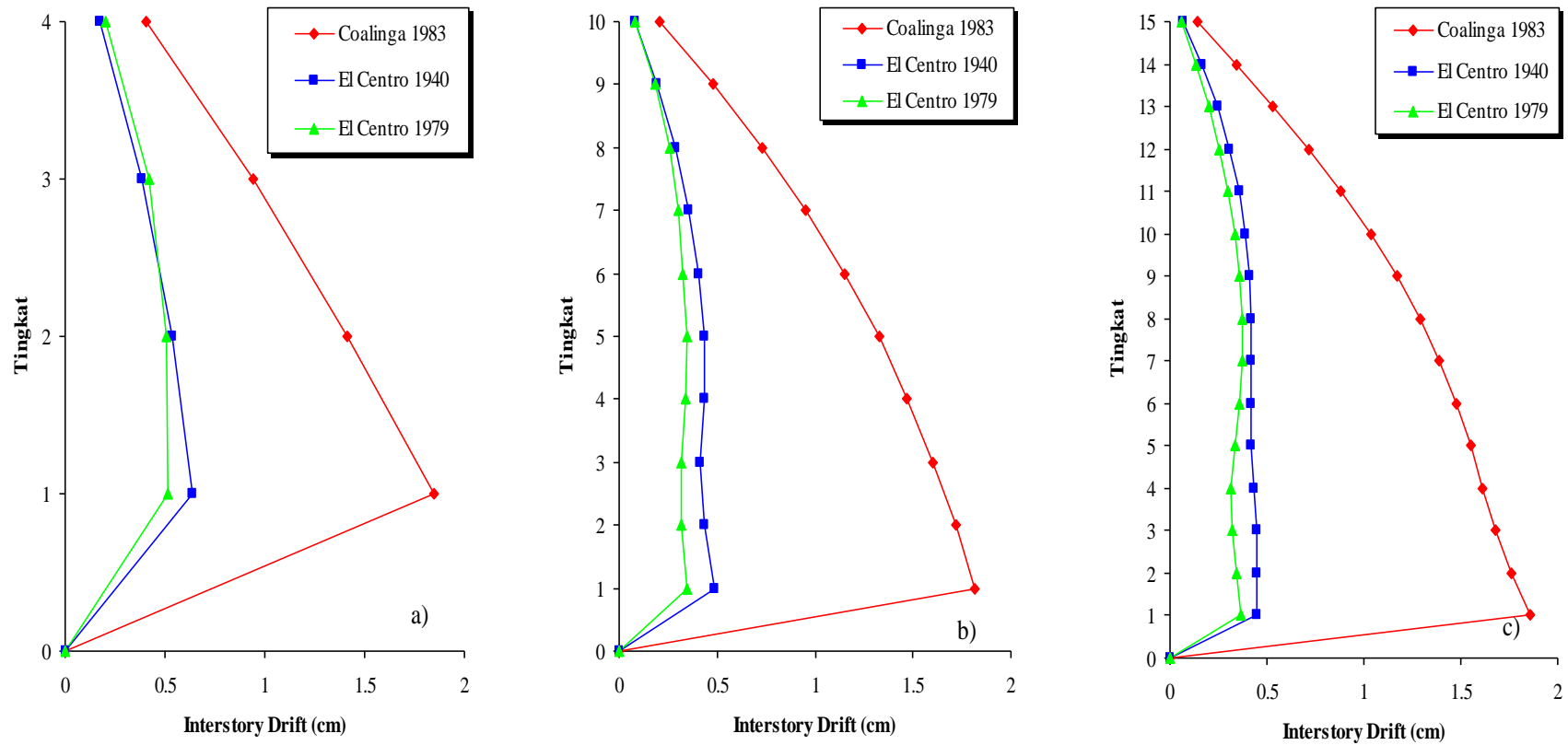
Tingkat	<i>Interstory Drift</i> (cm)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
4	0.4076	0.1724	0.2032
3	0.9406	0.3843	0.4191
2	1.4117	0.5383	0.5107
1	1.8468	0.6359	0.5149

Tabel 5.41 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa

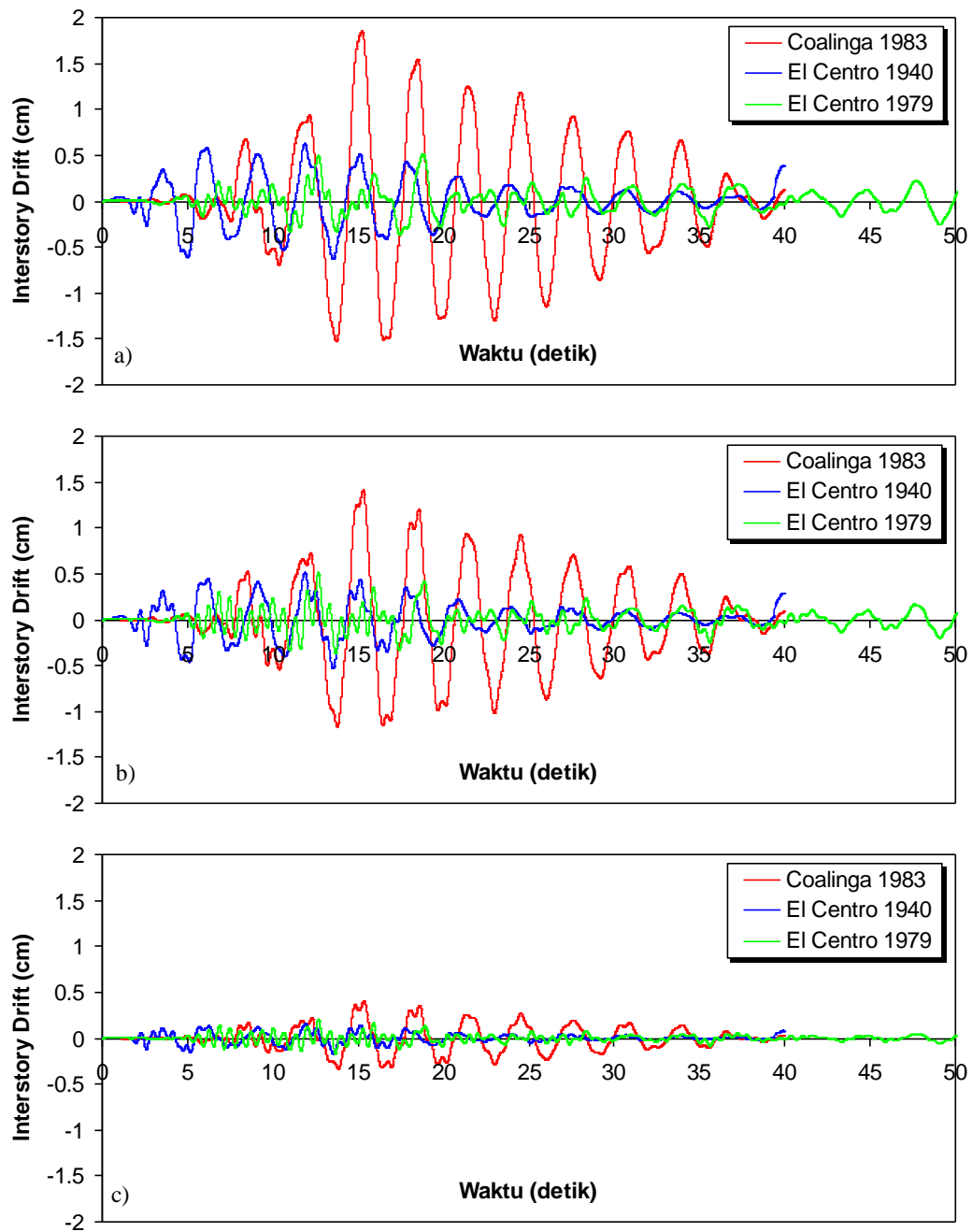
Tingkat	<i>Interstory Drift</i> (cm)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
10	0.2061	0.0848	0.0807
9	0.4804	0.1937	0.1821
8	0.7284	0.2846	0.2586
7	0.9496	0.3567	0.3033
6	1.1495	0.4085	0.3248
5	1.3260	0.4346	0.3434
4	1.4721	0.4329	0.3409
3	1.6043	0.4100	0.3137
2	1.7231	0.4382	0.3160
1	1.8182	0.4837	0.3473

Tabel 5.42 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa

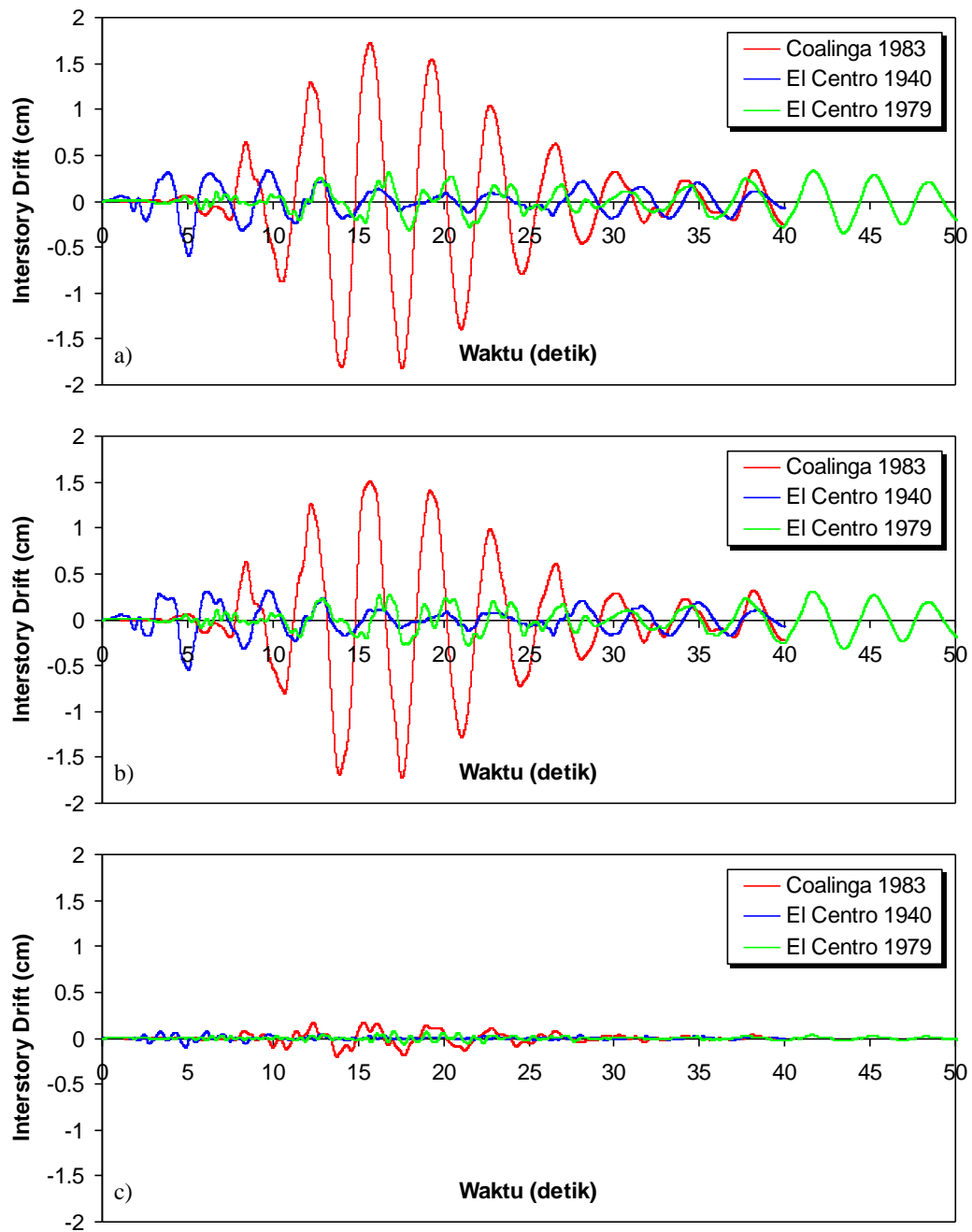
Tingkat	<i>Interstory Drift</i> (cm)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
15	0.1427	0.0702	0.0564
14	0.3399	0.1630	0.1319
13	0.5314	0.2441	0.1994
12	0.7140	0.3093	0.2553
11	0.8842	0.3580	0.2976
10	1.0381	0.3912	0.3341
9	1.1739	0.4114	0.3592
8	1.2911	0.4209	0.3717
7	1.3917	0.4205	0.3713
6	1.4768	0.4146	0.3594
5	1.5487	0.4168	0.3385
4	1.6130	0.4342	0.3115
3	1.6800	0.4458	0.3243
2	1.7608	0.4502	0.3430
1	1.8595	0.4482	0.3629



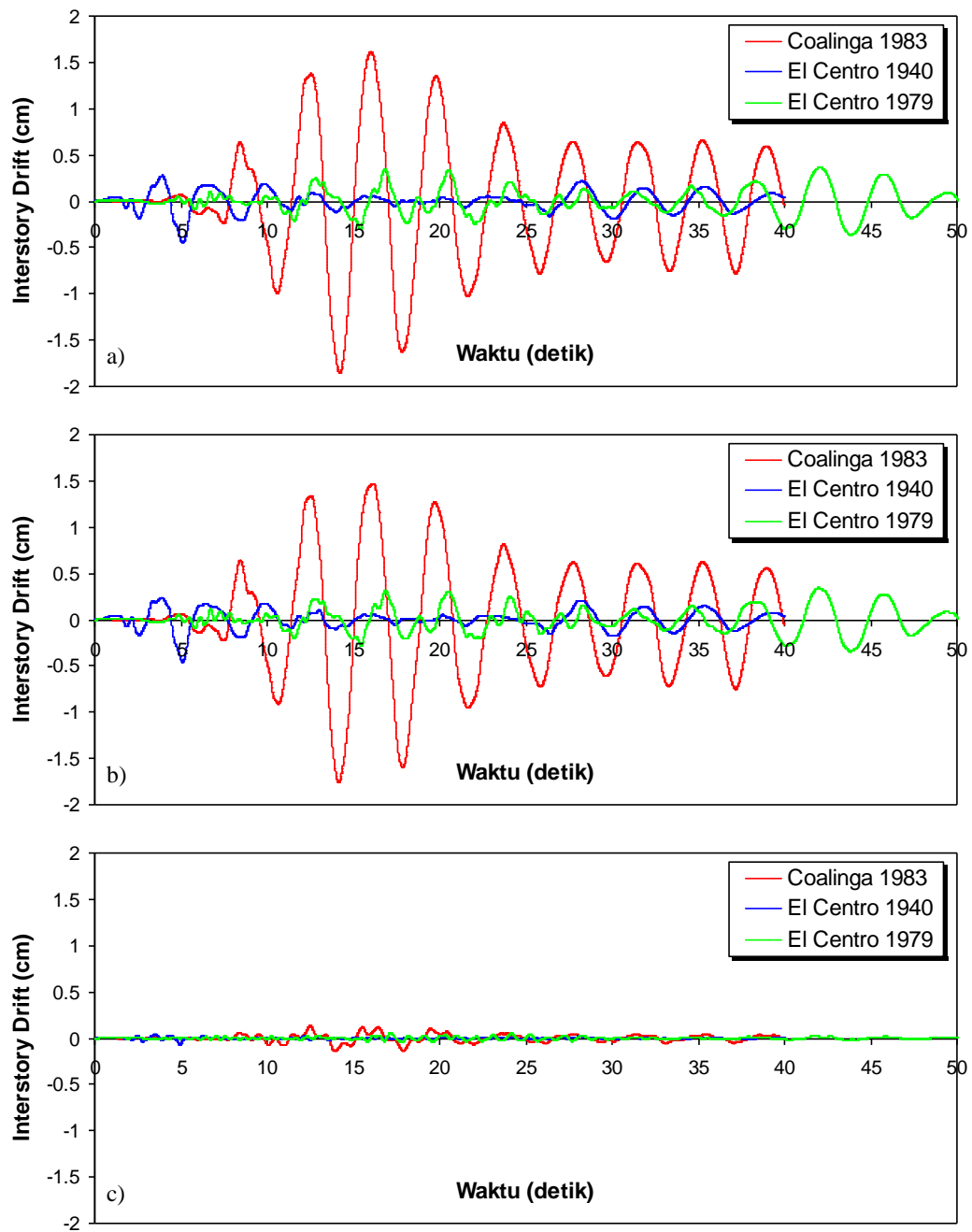
Gambar 5.65 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



Gambar 5.66 Perbandingan *Interstory Drift* Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.67 Perbandingan *Interstory Drift* Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.68 Perbandingan *Interstory Drift* Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap

5.3.3 Rasio Simpangan antar Tingkat (*Interstory Drift Ratio*)

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai rasio simpangan antar tingkat struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.43 sampai Tabel 5.45 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.69 sampai Gambar 5.72.

Pada Tabel 5.43 untuk struktur tingkat 4 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa rasio simpangan antar tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 0,4925 %, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 0,1696 % dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 0,1373 %.

Pada Tabel 5.44 untuk struktur tingkat 10 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa rasio simpangan antar tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 0,4848 %, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 0,1290 % dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 0,0926 %.

Pada Tabel 5.45 untuk struktur tingkat 15 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa rasio simpangan antar tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 0,4959 %, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 0,1195 % dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 0,0968 %.

Untuk struktur 4, 10, 15 tingkat menghasilkan respons yang sama yaitu rasio simpangan antar tingkat struktur maksimum terbesar terjadi akibat gempa Coalinga 1983 dengan frekuensi rendah dan rasio simpangan antar tingkat maksimum terkecil terjadi akibat gempa El centro 1979 dengan frekuensi tinggi.

Tabel 5.43 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa

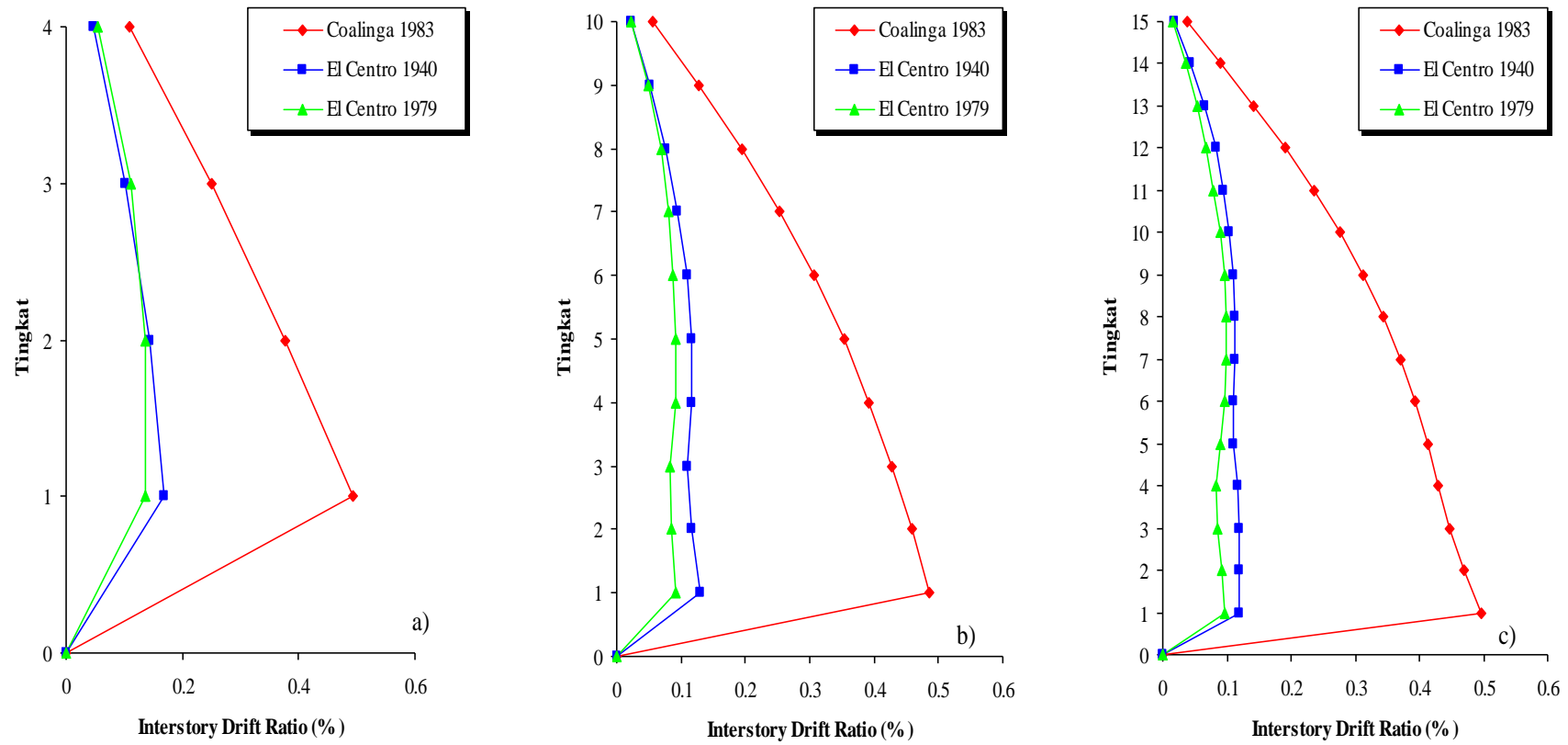
Tingkat	<i>Interstory Drift Ratio (%)</i>		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
4	0.1087	0.0460	0.0542
3	0.2508	0.1025	0.1118
2	0.3765	0.1435	0.1362
1	0.4925	0.1696	0.1373

Tabel 5.44 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa

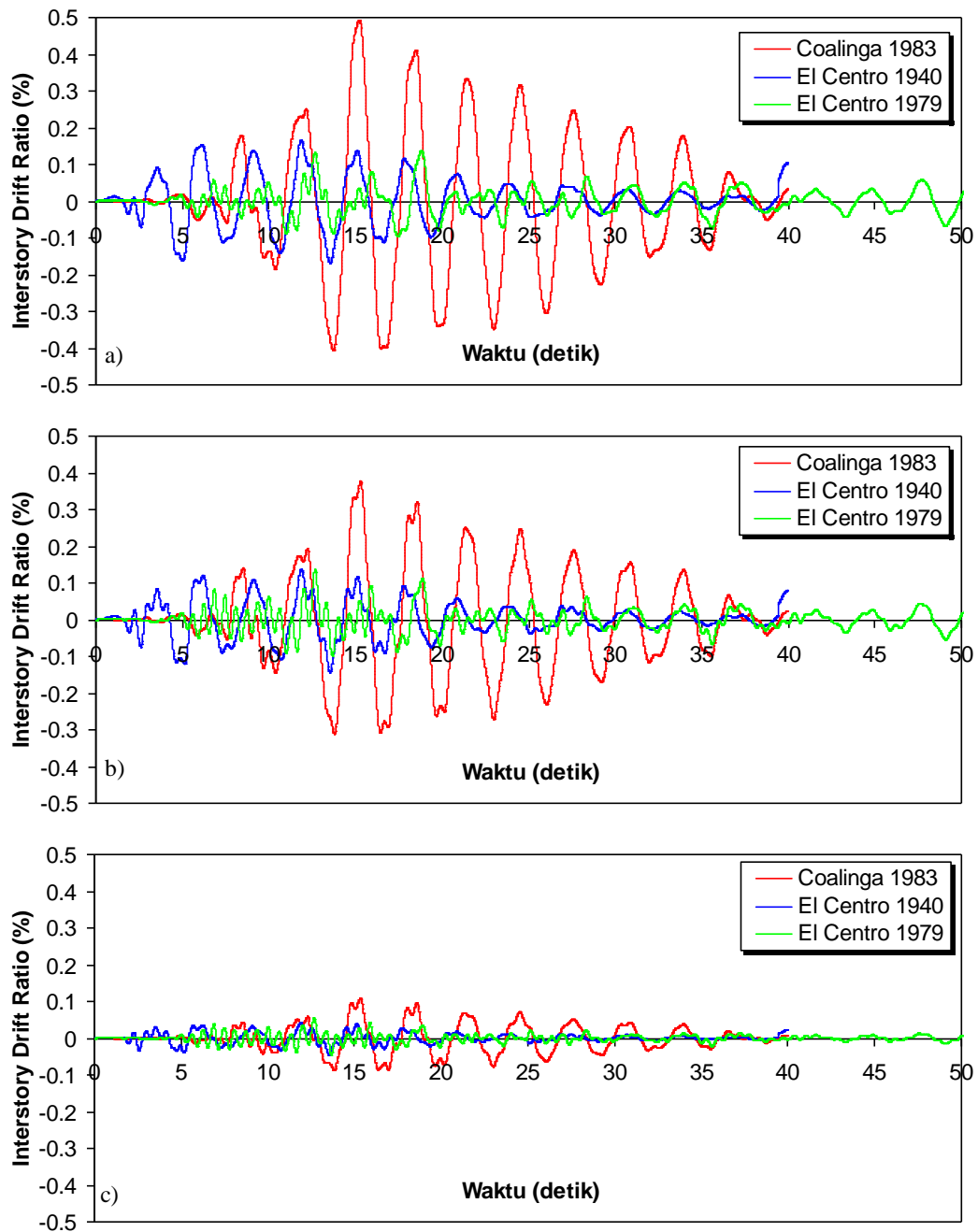
Tingkat	<i>Interstory Drift Ratio (%)</i>		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
10	0.0550	0.0226	0.0215
9	0.1281	0.0517	0.0486
8	0.1942	0.0759	0.0690
7	0.2532	0.0951	0.0809
6	0.3065	0.1089	0.0866
5	0.3536	0.1159	0.0916
4	0.3926	0.1154	0.0909
3	0.4278	0.1093	0.0837
2	0.4595	0.1168	0.0843
1	0.4848	0.1290	0.0926

Tabel 5.45 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa

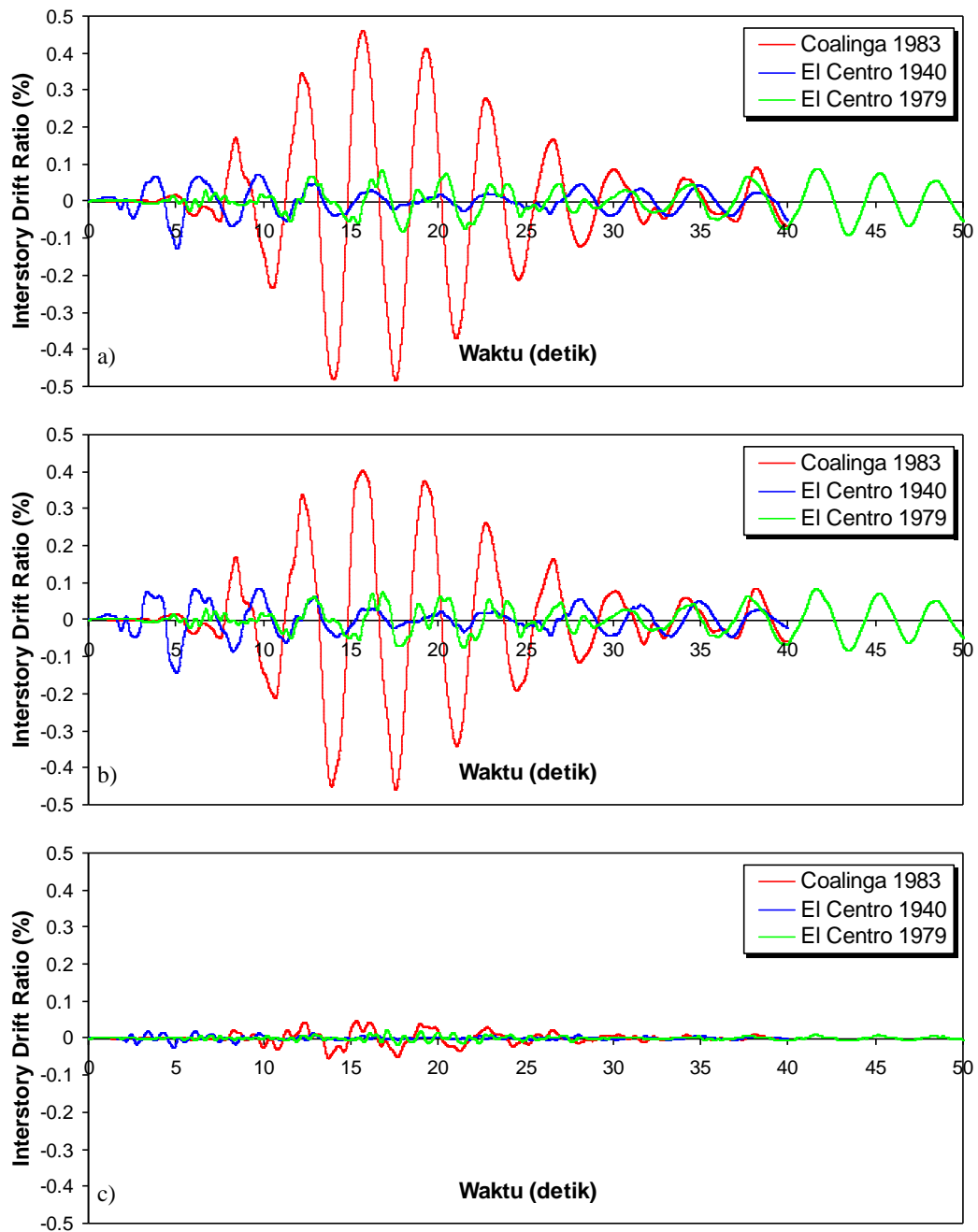
Tingkat	<i>Interstory Drift Ratio (%)</i>		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
15	0.0380	0.0187	0.0150
14	0.0907	0.0435	0.0352
13	0.1417	0.0651	0.0532
12	0.1904	0.0825	0.0681
11	0.2358	0.0955	0.0794
10	0.2768	0.1043	0.0891
9	0.3130	0.1097	0.0958
8	0.3443	0.1122	0.0991
7	0.3711	0.1121	0.0990
6	0.3938	0.1106	0.0958
5	0.4130	0.1111	0.0903
4	0.4301	0.1158	0.0831
3	0.4480	0.1189	0.0865
2	0.4695	0.1201	0.0915
1	0.4959	0.1195	0.0968



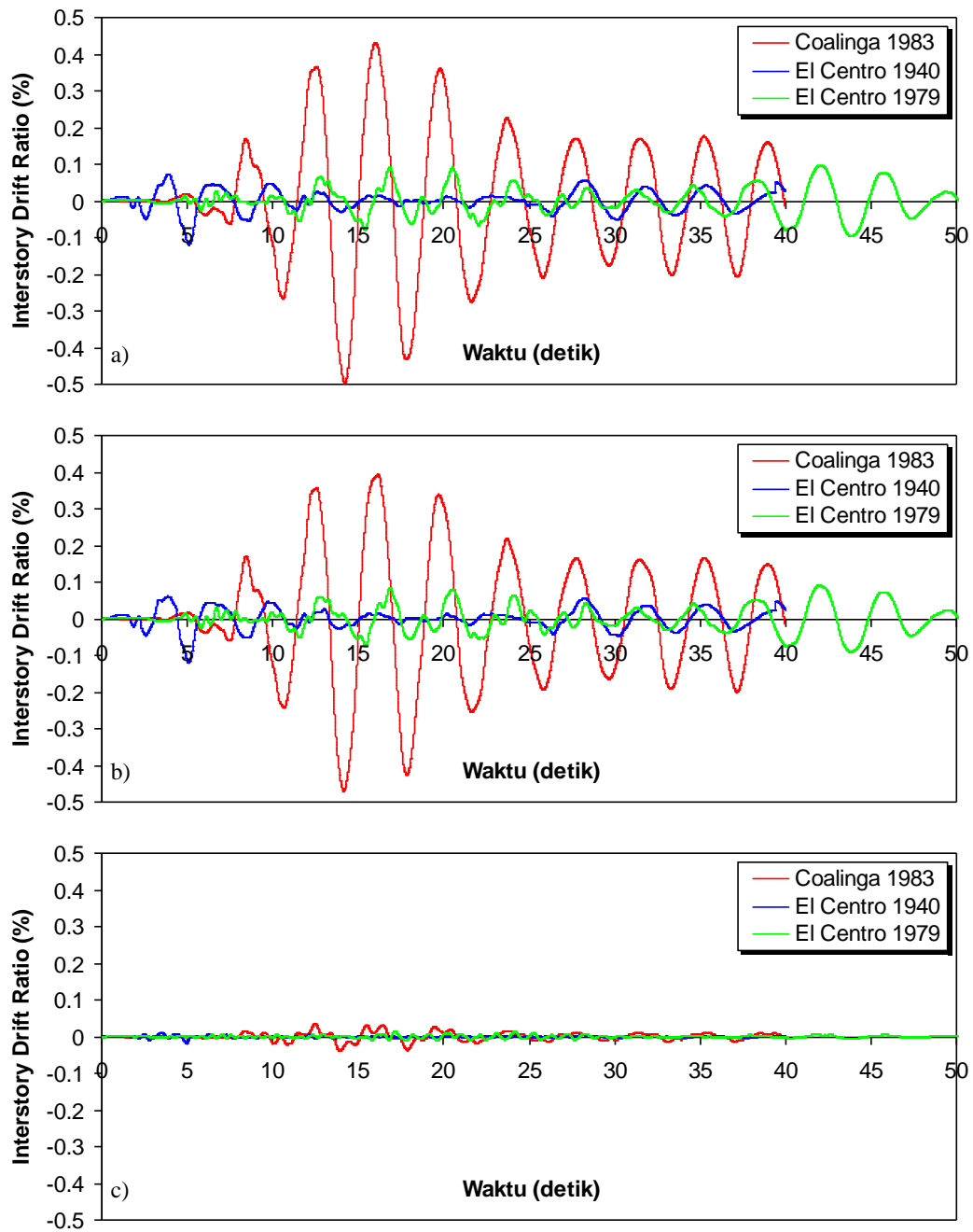
Gambar 5.69 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



Gambar 5.70 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.71 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.72 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap

5.3.4 Gaya Horizontal Tingkat

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai gaya horizontal tingkat struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.46 sampai Tabel 5.48 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.73 sampai Gambar 5.76.

Pada Tabel 5.46 untuk struktur tingkat 4 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa gaya horizontal tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 7662,2638 kg, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 3013,6051 kg dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 3068,7980 kg.

Pada Tabel 5.47 untuk struktur tingkat 10 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa gaya horizontal tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 8219,4154 kg, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 3271,7749 kg dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 3036,0710 kg.

Pada Tabel 5.48 untuk struktur tingkat 15 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa gaya horizontal tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 11231,3907 kg, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 5286,0951 kg dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 4297,8884 kg.

Untuk struktur 4, 10, 15 tingkat menghasilkan respons yang sama yaitu gaya horizontal tingkat struktur maksimum terbesar terjadi akibat gempa Coalinga 1983 dengan frekuensi rendah dan gaya horizontal tingkat maksimum terkecil terjadi akibat gempa El centro 1979 dengan frekuensi tinggi.

Tabel 5.46 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa

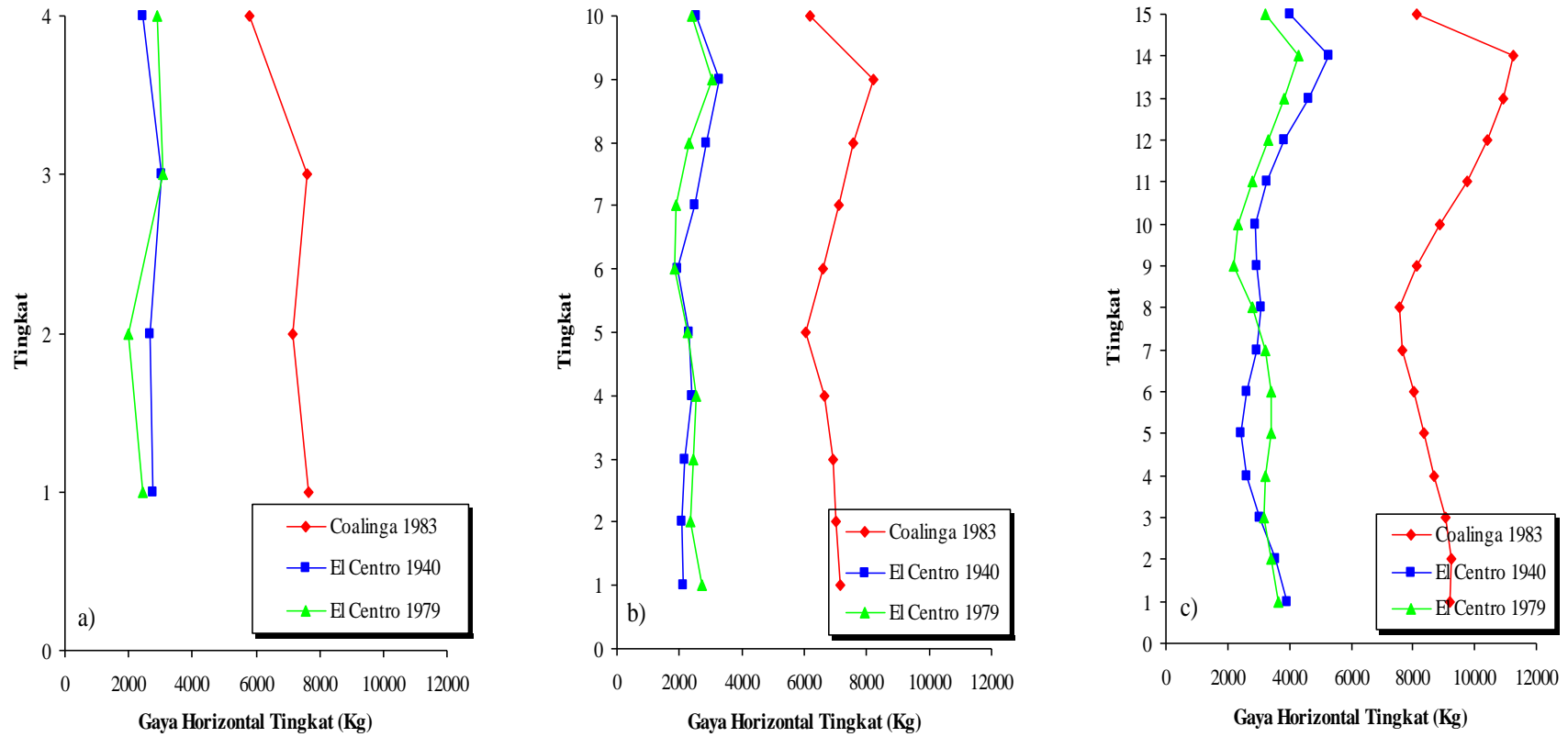
Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
4	5787.1188	2446.9304	2885.3080
3	7585.2611	3013.6051	3068.7980
2	7145.0678	2684.2591	1988.3820
1	7662.2638	2769.3781	2452.1676

Tabel 5.47 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa

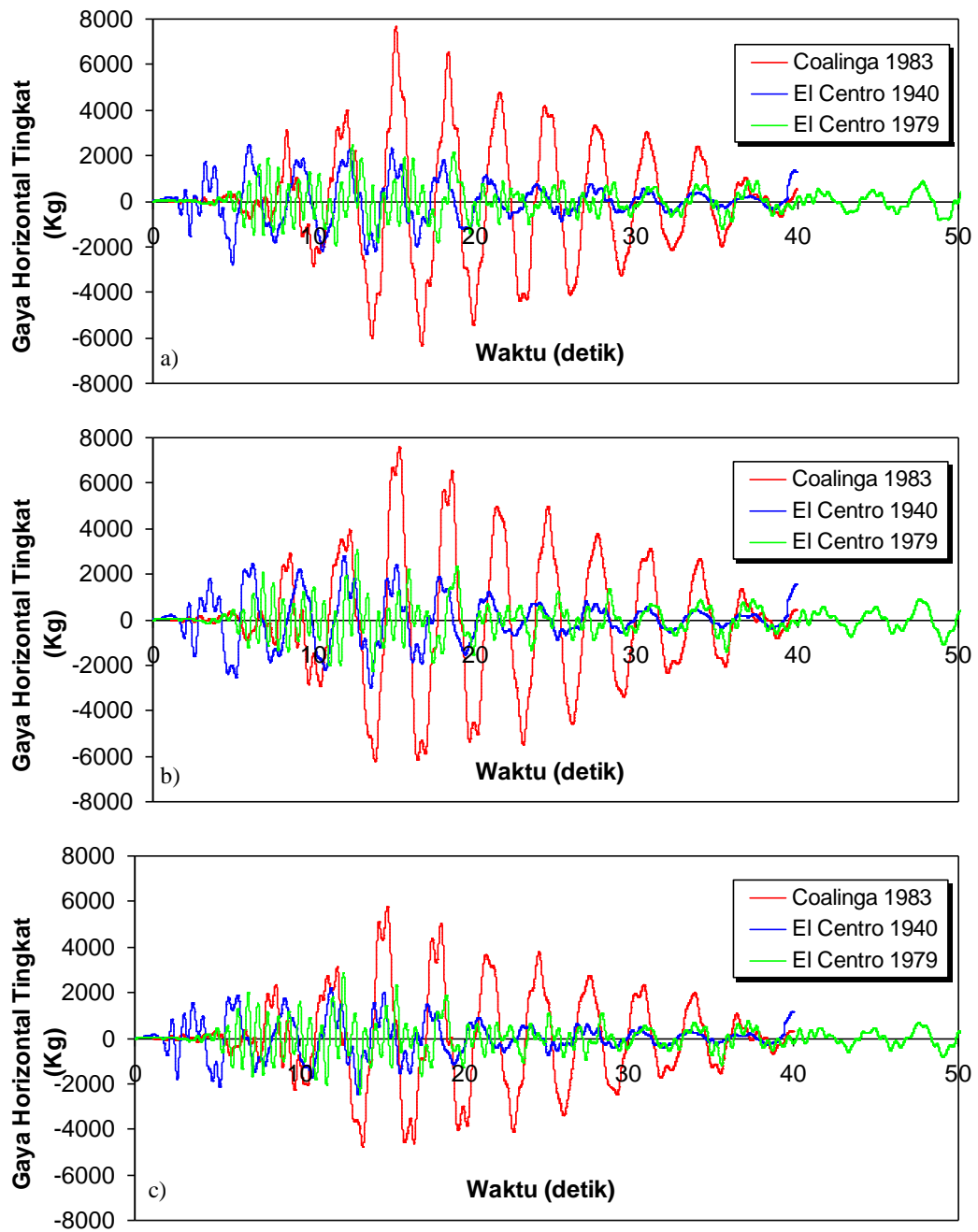
Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
10	6168.9214	2537.1624	2414.8634
9	8219.4154	3271.7749	3036.0710
8	7573.2365	2868.0290	2308.4811
7	7130.0683	2501.4246	1906.1501
6	6594.5051	1948.4232	1842.0289
5	6067.2661	2330.5234	2258.4031
4	6623.7683	2417.8548	2533.9085
3	6912.0602	2178.2870	2449.1015
2	7034.7387	2060.3778	2361.2479
1	7173.4201	2137.5701	2703.2336

Tabel 5.48 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa

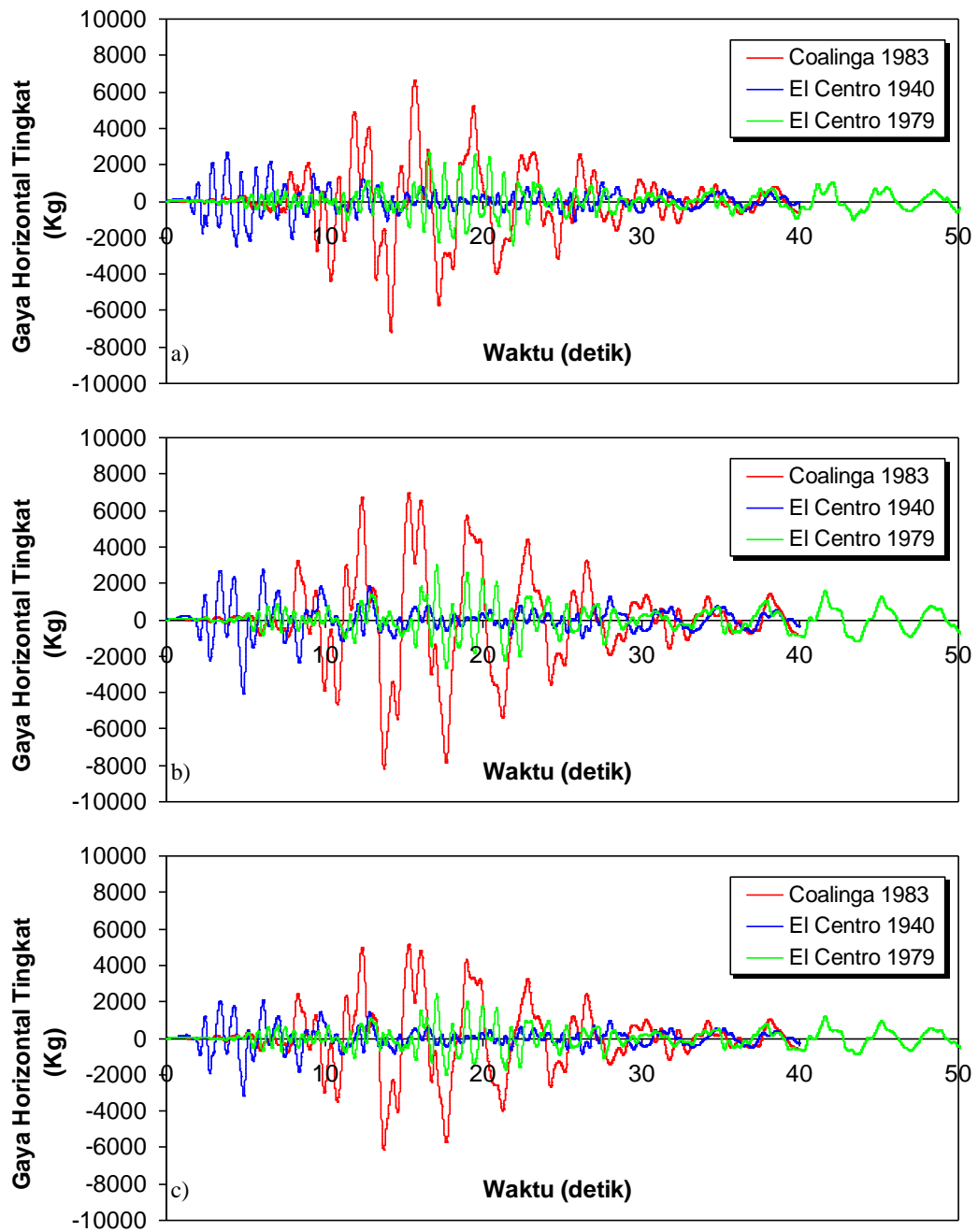
Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
15	8122.8627	3995.9779	3209.0004
14	11231.3907	5286.0951	4297.8884
13	10915.5127	4626.5725	3848.6146
12	10428.3370	3827.4357	3310.7401
11	9735.7558	3282.1184	2805.2499
10	8877.3886	2891.8581	2327.2792
9	8112.7721	2926.1587	2214.1675
8	7552.4749	3076.8190	2814.6972
7	7662.1506	2953.5163	3238.9835
6	8027.3886	2599.0993	3421.2970
5	8348.7280	2451.0731	3387.4651
4	8693.2668	2611.8580	3221.6208
3	9049.2183	3056.9180	3183.3108
2	9228.2242	3532.2179	3416.1303
1	9178.9882	3913.7044	3630.0334



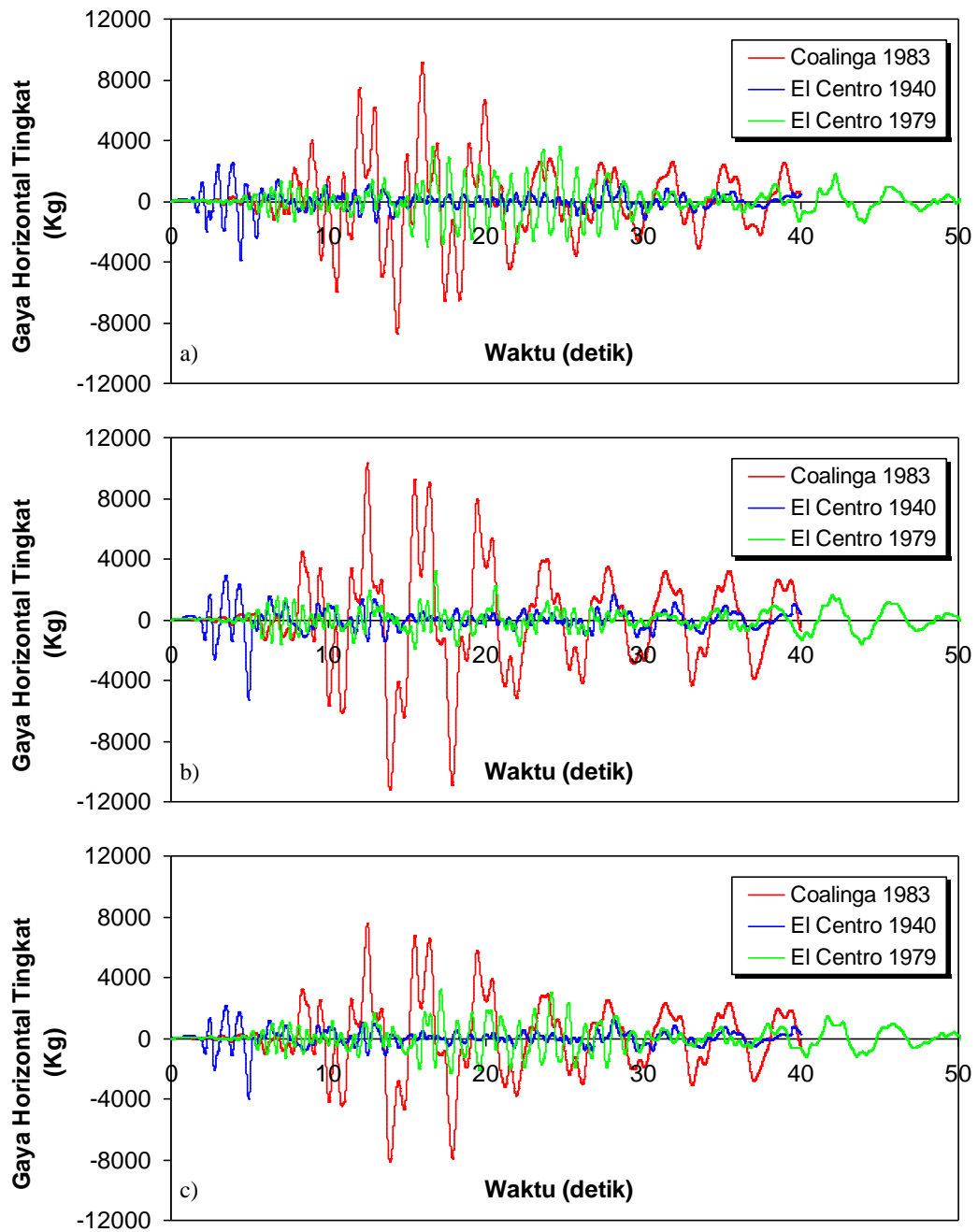
Gambar 5.73 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



Gambar 5.74 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 3, c) Tingkat Atap



Gambar 5.75 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 9, c) Tingkat Atap



Gambar 5.76 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 14, c) Tingkat Atap

5.3.5 Gaya Geser Tingkat

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai gaya geser tingkat struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.49 sampai Tabel 5.51 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.77 sampai Gambar 5.80.

Pada Tabel 5.49 untuk struktur tingkat 4 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa gaya geser tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 26219,3025 kg, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 9027,6571 kg dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 7309,7001 kg.

Pada Tabel 5.50 untuk struktur tingkat 10 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa gaya geser tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 54426,8975 kg, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 14480,5468 kg dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 10397,8343 kg.

Pada Tabel 5.51 untuk struktur tingkat 15 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa gaya geser tingkat maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 105871,6336 kg, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 25633,7019 kg dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 20660,3832 kg.

Untuk struktur 4, 10, 15 tingkat menghasilkan respons yang sama yaitu gaya geser tingkat struktur maksimum terbesar terjadi akibat gempa Coalinga 1983 dengan frekuensi rendah dan gaya geser tingkat maksimum terkecil terjadi akibat gempa El centro 1979 dengan frekuensi tinggi.

Tabel 5.49 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa

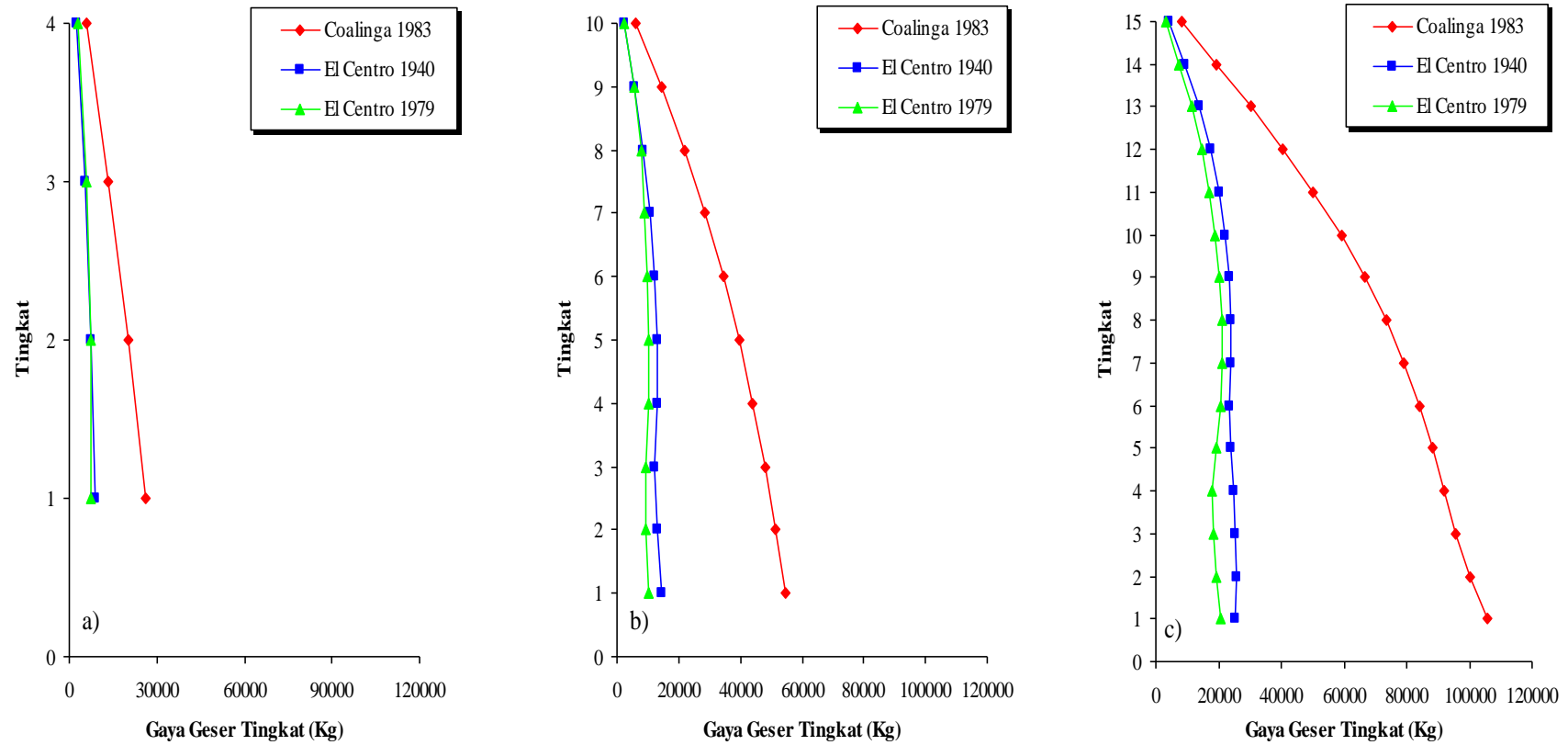
Tingkat	Gaya Geser Tingkat (kg)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
4	5787.1188	2446.9304	2885.3080
3	13353.2903	5456.4903	5950.1739
2	20042.3720	7641.7488	7250.0786
1	26219.3025	9027.6571	7309.7001

Tabel 5.50 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa

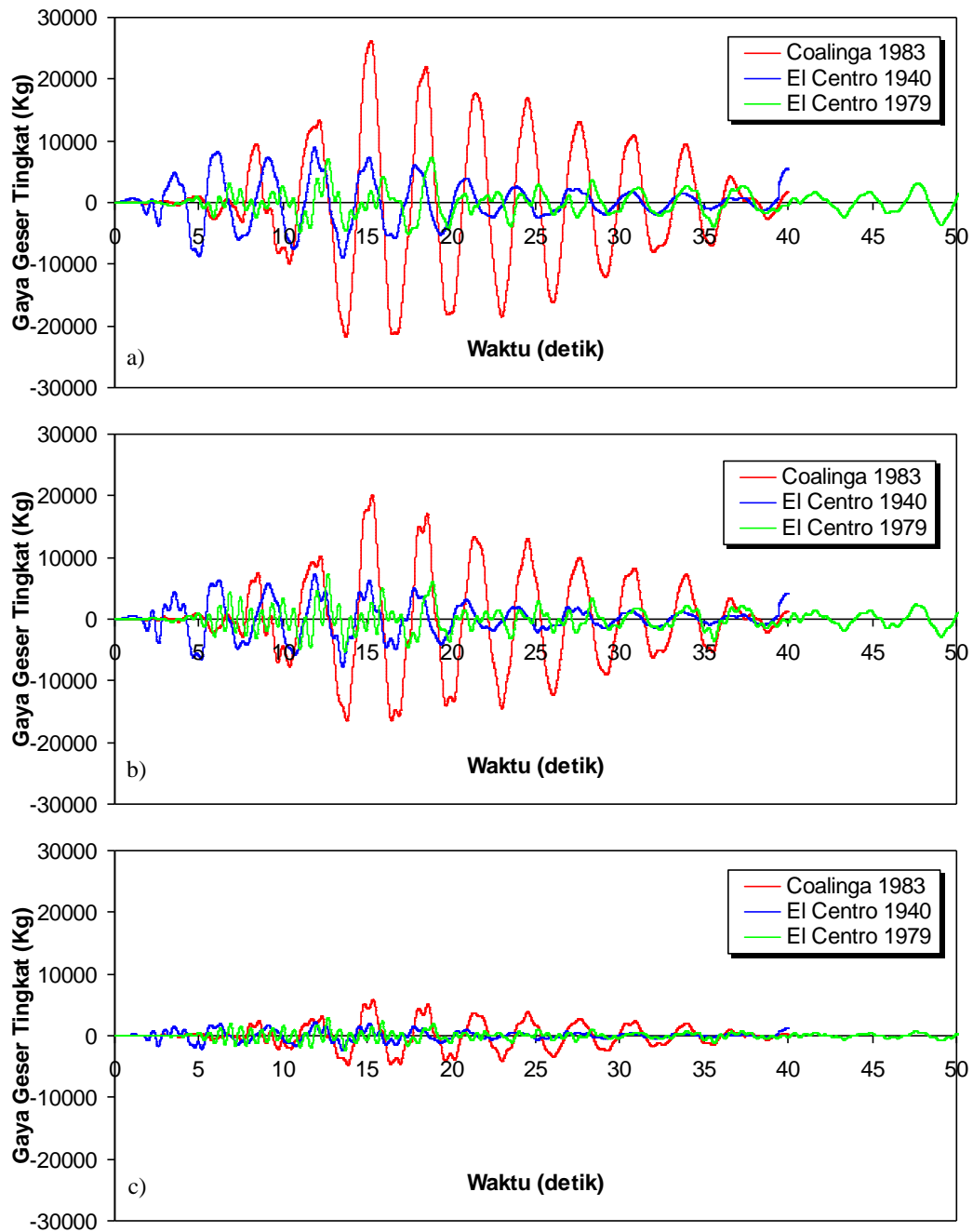
Tingkat	Gaya Geser Tingkat (kg)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
10	6168.9214	2537.1624	2414.8634
9	14380.4210	5799.5214	5450.9344
8	21804.4752	8519.3176	7741.4204
7	28426.0851	10679.1215	9079.4312
6	34411.0714	12229.5203	9723.4413
5	39692.4641	13008.8763	10280.5996
4	44067.0906	12959.8555	10205.1461
3	48023.9946	12273.5622	9391.6245
2	51580.7915	13116.2880	9458.2191
1	54426.8975	14480.5468	10397.8343

Tabel 5.51 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa

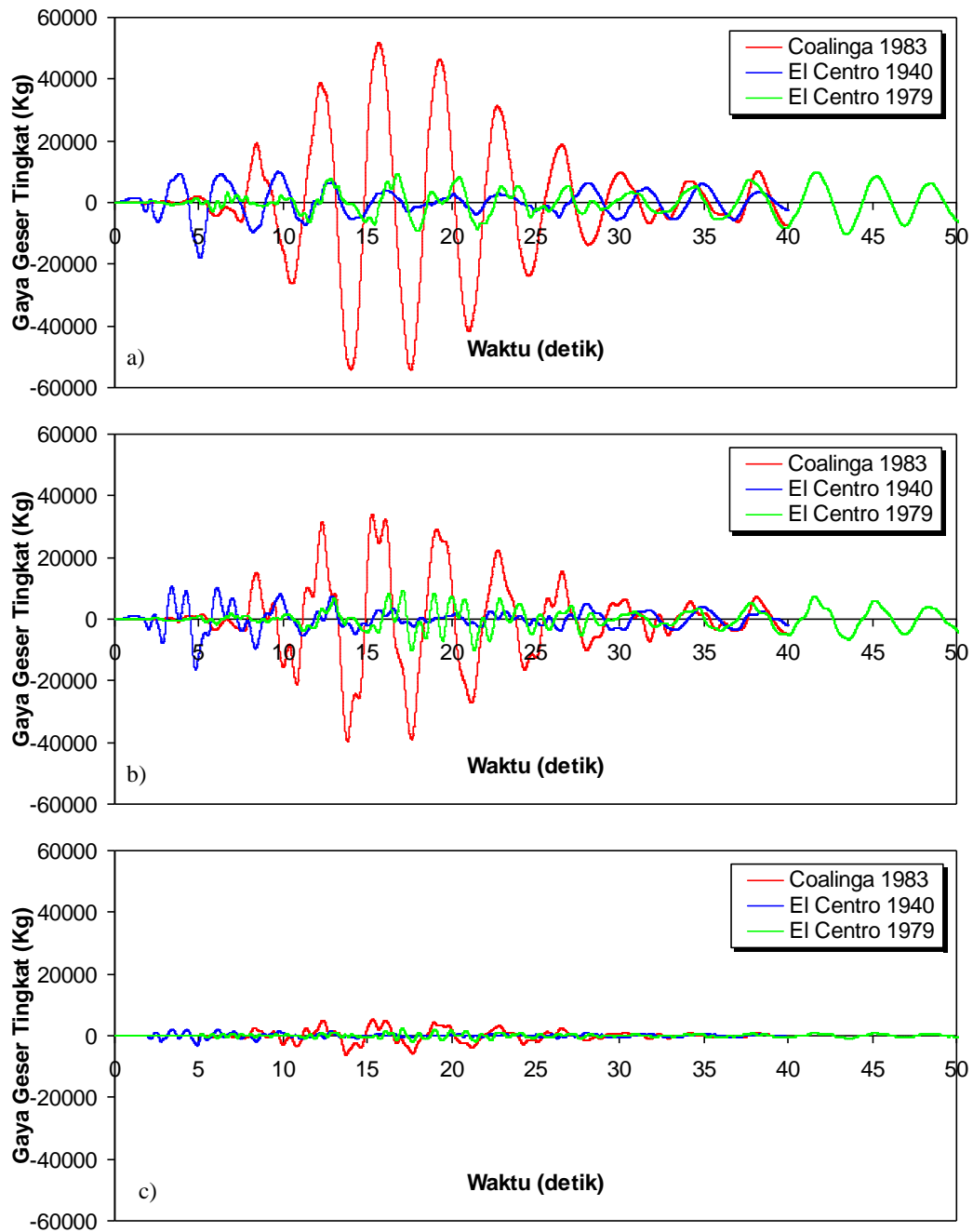
Tingkat	Gaya Geser Tingkat (kg)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
15	8122.8627	3995.9779	3209.0004
14	19354.1977	9277.5961	7506.8888
13	30252.4114	13898.1375	11351.4403
12	40649.4871	17612.6409	14536.8110
11	50340.9893	20382.9678	16941.9660
10	59104.9535	22271.3291	19020.2845
9	66835.5030	23425.5580	20453.3209
8	73506.8510	23961.3567	21160.9494
7	79235.7983	23940.0928	21137.3118
6	84078.0079	23605.2934	20462.9056
5	88173.8166	23730.3838	19275.1006
4	91832.4767	24722.2688	17737.4564
3	95650.5365	25382.2516	18465.7785
2	100249.9593	25633.7019	19526.5676
1	105871.6336	25516.9515	20660.3832



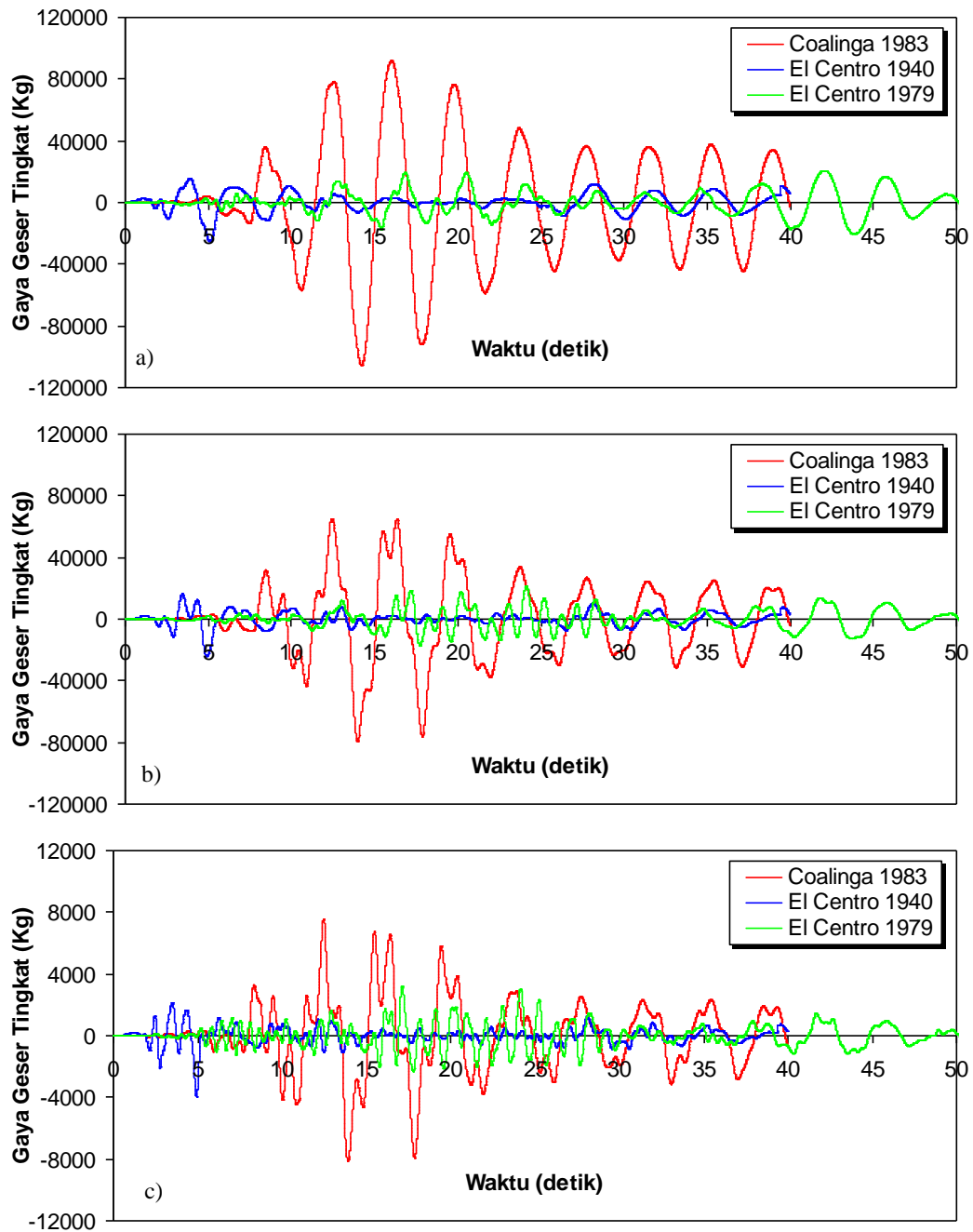
Gambar 5.77 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



Gambar 5.78 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.79 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 5, c) Tingkat Atap



Gambar 5.80 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 7, c) Tingkat Atap

5.3.6 Momen Guling

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai momen guling struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.52 sampai Tabel 5.54 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.81 sampai Gambar 5.84.

Pada Tabel 5.52 untuk struktur tingkat 4 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa momen guling maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 7515889,5136 kg.cm, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 2865655,7990 kg.cm dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 2718779,4786 kg.cm.

Pada Tabel 5.53 untuk struktur tingkat 10 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa momen guling maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 19342796,7983 kg.cm, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 4918608,0012 kg.cm dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 3546832,1568 kg.cm.

Pada Tabel 5.54 untuk struktur tingkat 15 bangunan dengan isolasi dasar terlihat bahwa momen guling maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis untuk gempa frekuensi rendah yaitu akibat gempa Coalinga 1983 adalah 37593734,7377 kg.cm, untuk gempa frekuensi menengah yaitu akibat gempa El Centro 1940 adalah 9612638,2105 kg.cm dan untuk gempa frekuensi tinggi yaitu akibat gempa El Centro 1979 adalah 7322462,8646 kg.cm.

Untuk struktur 4, 10, 15 tingkat menghasilkan respons yang sama yaitu momen guling struktur maksimum terbesar terjadi akibat gempa Coalinga 1983 dengan frekuensi rendah dan momen guling struktur maksimum terkecil terjadi akibat gempa El centro 1979 dengan frekuensi tinggi.

Tabel 5.52 Perbandingan Momen Guling Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 4 Akibat Gempa

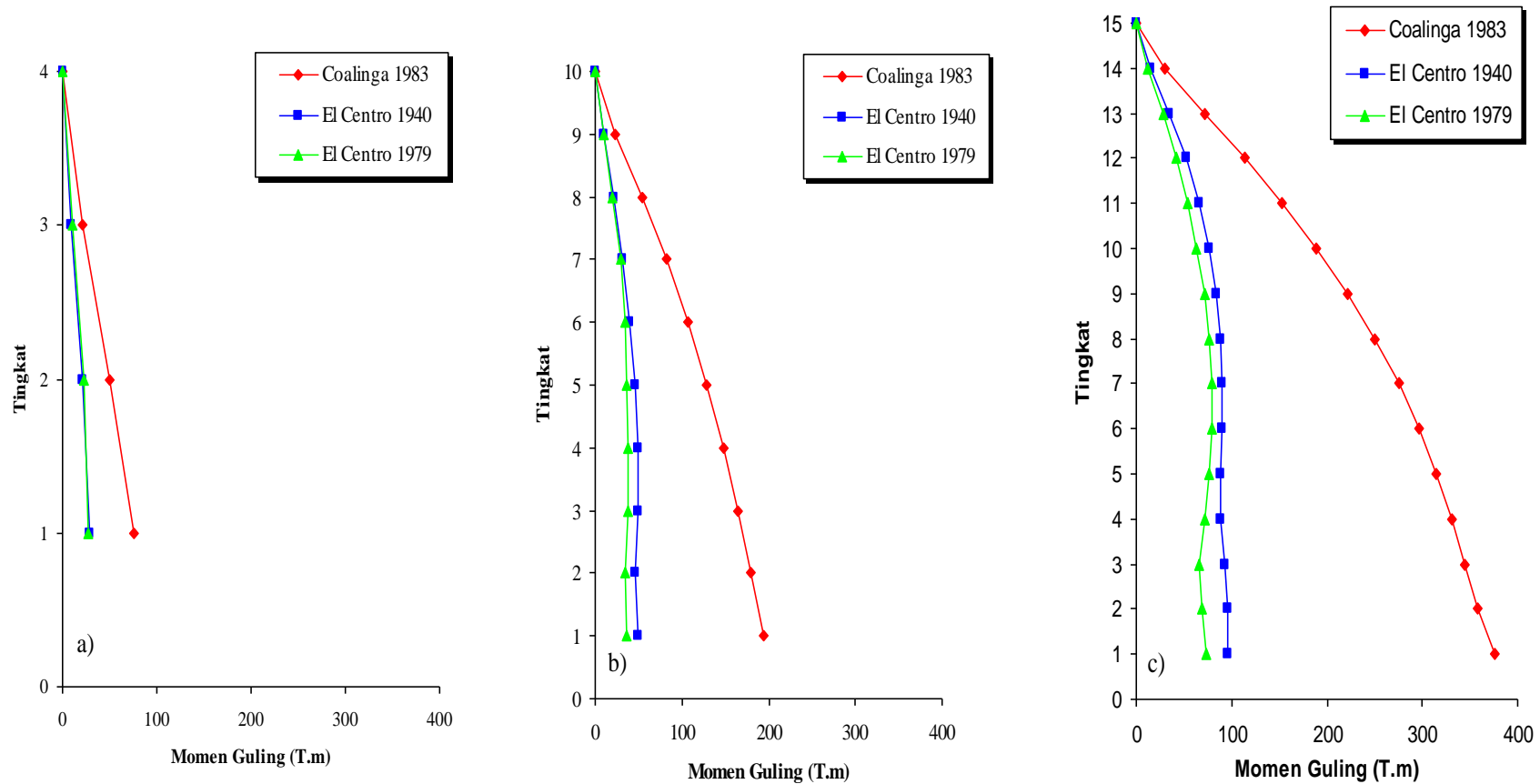
Tingkat	Momen Guling (kg.cm)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
4	0	0	0
3	2170169.5364	917598.8944	1081990.4853
2	5007483.8640	2046183.8724	2231315.2273
1	7515889.5136	2865655.7990	2718779.4786

Tabel 5.53 Perbandingan Momen Guling Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa

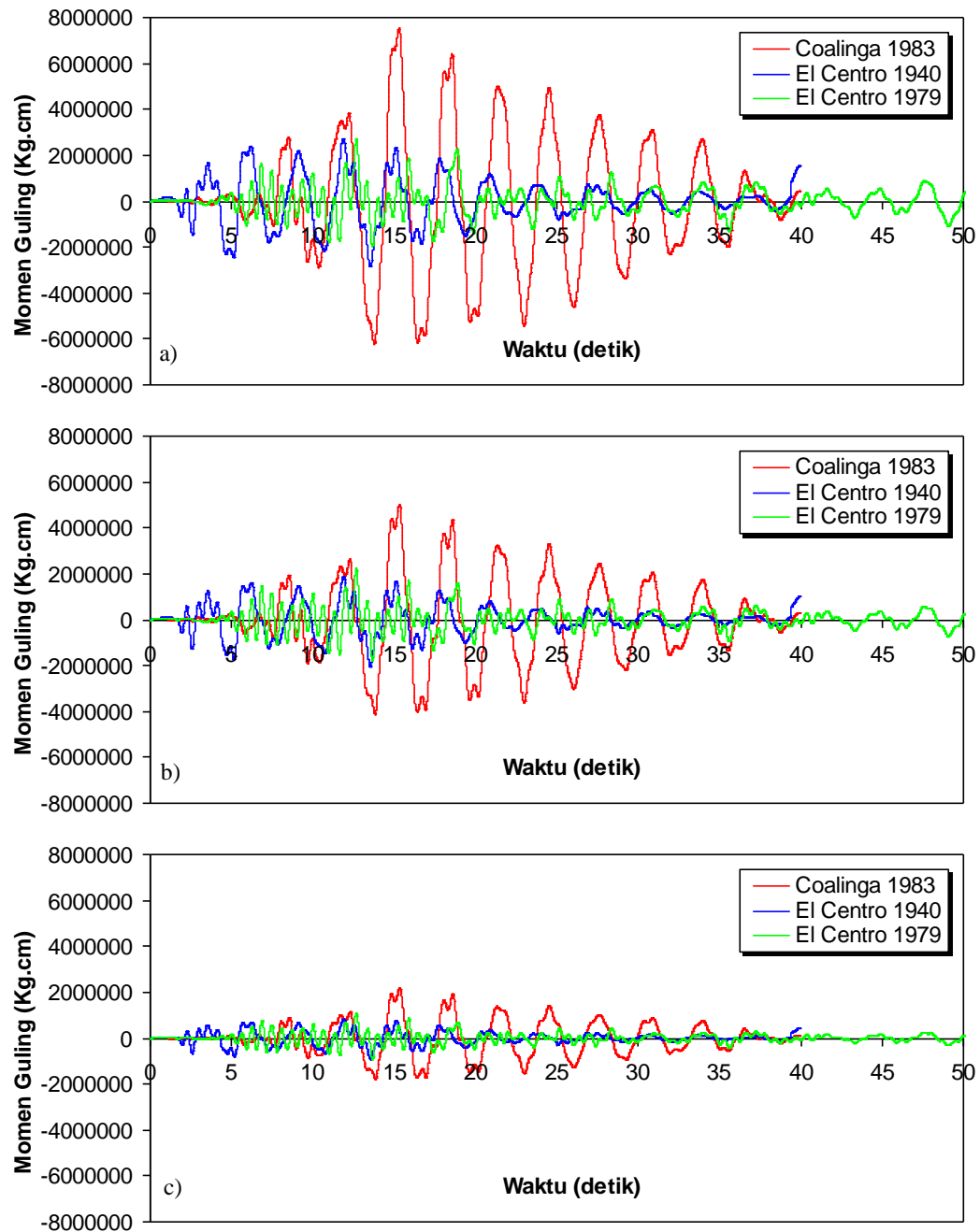
Tingkat	Momen Guling (kg.cm)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
10	0	0	0
9	2313345.5437	951435.8997	905573.7797
8	5392657.8829	2174820.5069	2044100.4041
7	8176678.1935	3194744.0832	2903032.6401
6	10659781.9068	4004670.5758	3404786.6953
5	12904151.7731	4586070.1012	3646290.4914
4	14884674.0427	4878328.5950	3855224.8511
3	16525158.9740	4859945.8093	3826929.7762
2	18008997.9631	4602585.8105	3521859.1986
1	19342796.7983	4918608.0012	3546832.1568

Tabel 5.54 Perbandingan Momen Guling Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa

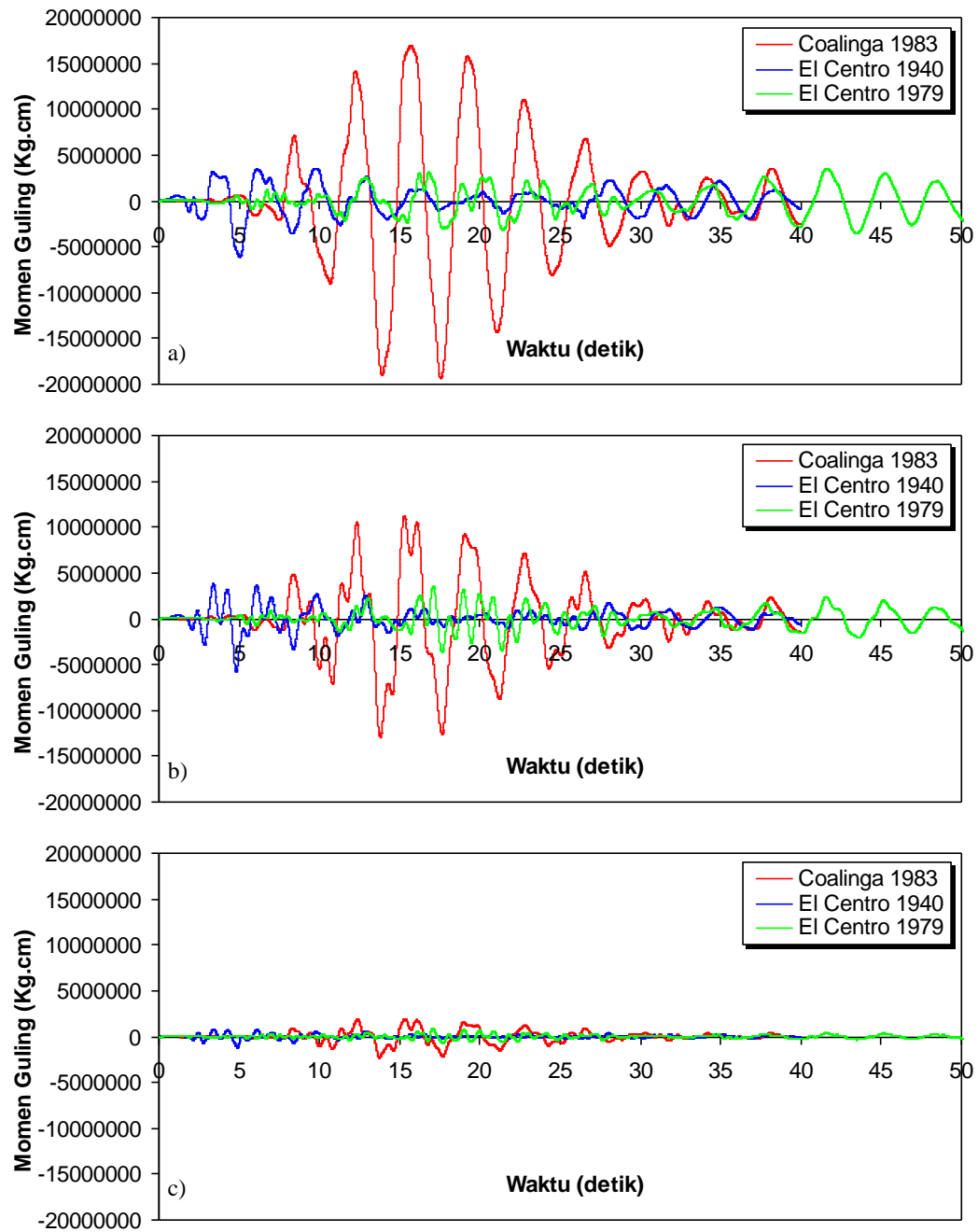
Tingkat	Momen Guling (kg.cm)		
	Coalinga 1983	El Centro 1940	El Centro 1979
15	0	0	0
14	3046073.4985	1498491.7068	1203375.1655
13	7257824.1277	3479098.5492	2815083.3155
12	11344654.2583	5211801.5749	4256790.0982
11	15243557.6810	6604740.3558	5451304.1232
10	18877870.9772	7643612.9280	6353237.2651
9	22164357.5549	8351748.4162	7132606.6871
8	25063313.6417	8784584.2640	7669995.3239
7	27565069.1270	8985508.7716	7935356.0298
6	29713424.3663	8977534.8013	7926491.9243
5	31529252.9570	8851985.0100	7673589.5868
4	33065181.2399	8898893.9346	7228162.7353
3	34437178.7777	9270850.8090	6651546.1510
2	35868951.1748	9518344.3364	6924666.9511
1	37593734.7377	9612638.2105	7322462.8646



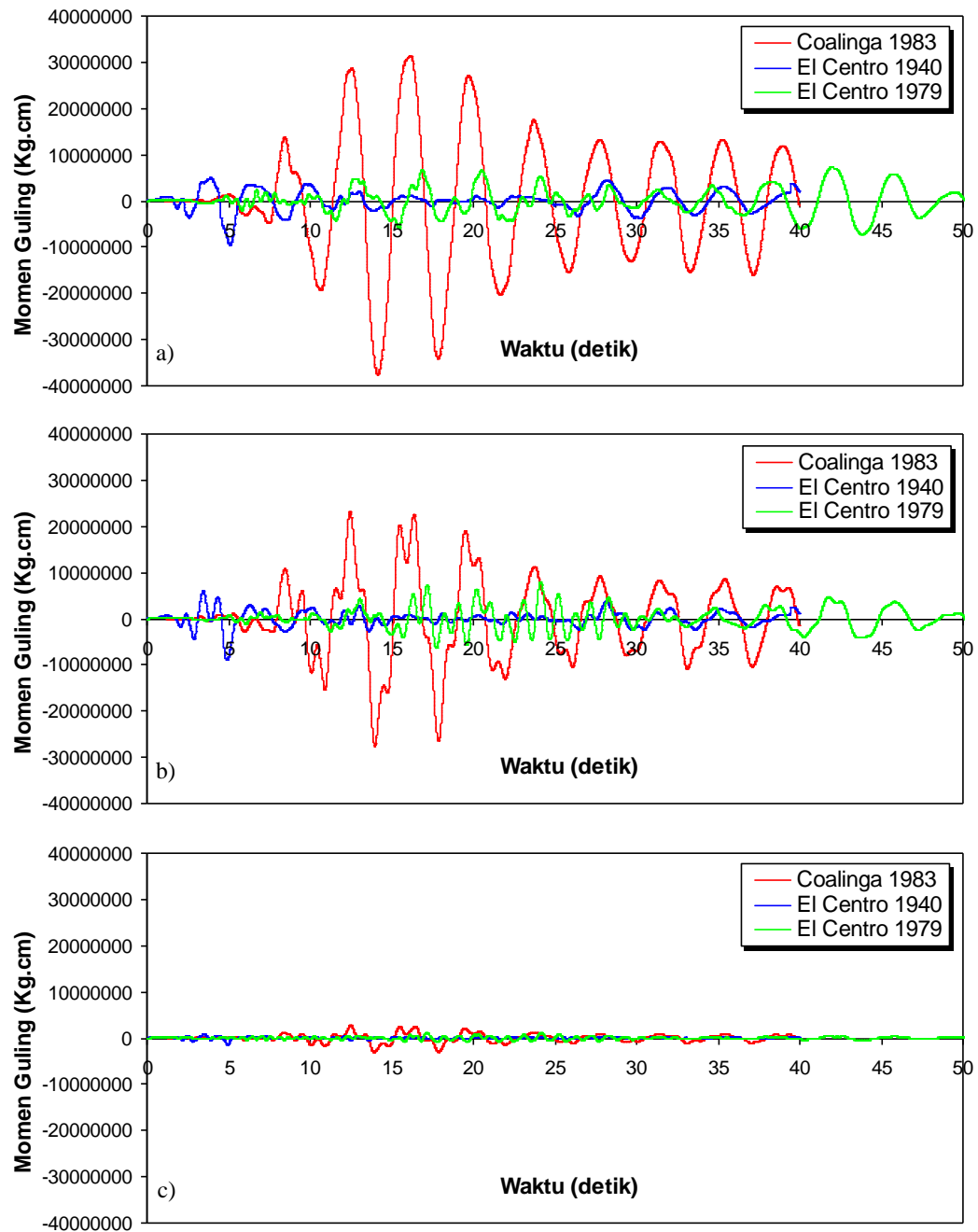
Gambar 5.81 Perbandingan Momen Guling Maksimum Bangunan dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



Gambar 5.82 Perbandingan Momen Guling Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.83 Perbandingan Momen Guling Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 5, c) Tingkat Atap



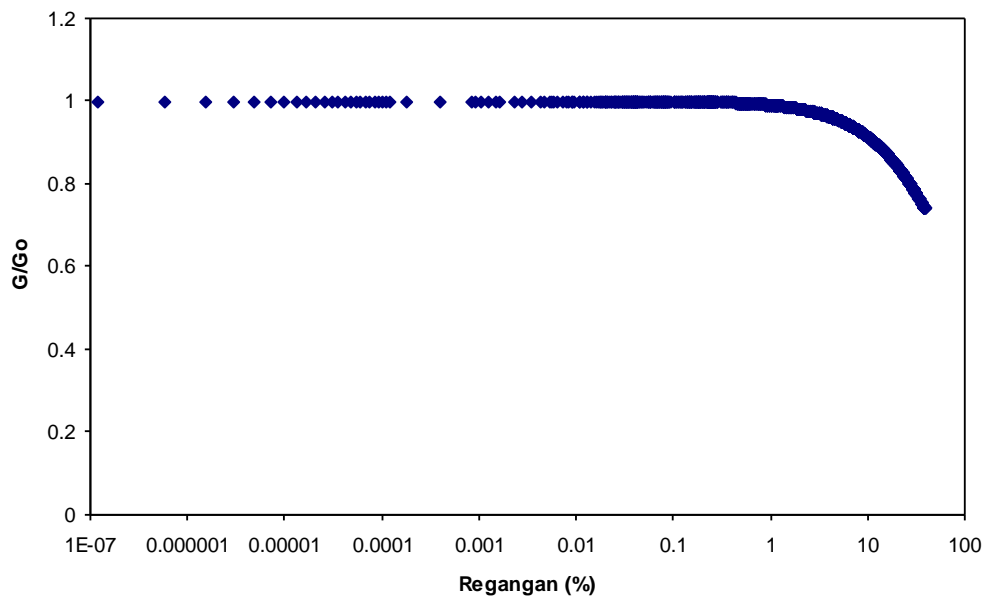
Gambar 5.84 Perbandingan Momen Guling Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat dengan Isolasi Dasar Akibat Gempa : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 7, c) Tingkat Atap

5.3.7 *Hysteretic Loops*

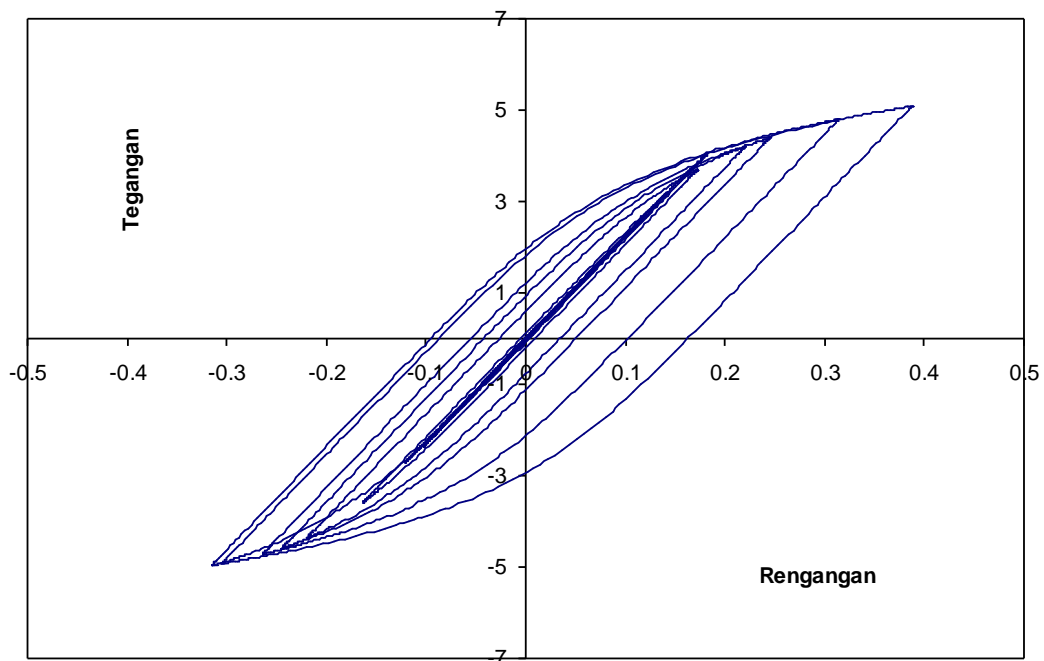
Pada penelitian ini kekakuan isolasi dasar akan berubah ketika terjadi gempa, sehingga perilaku isolasi dasar akan juga berubah dari yang sebelumnya bersifat elastik (kekakuan tetap) menjadi inelastik (kekakuan berubah-ubah). Parameter penting yang menunjukkan kondisi tersebut adalah dengan *hysteretic loops* yaitu grafik hubungan antara beban-simpangan atau tegangan-regangan. Respons non linier inelastik menurut *Ramberg Osgood Model* menunjukkan bahwa kekakuan isolasi dasar berubah-ubah menurut fungsi waktu gempa yang terjadi.

Hasil analisis *hysteretic loops* menurut *Ramberg Osgood Model* menunjukkan perbedaan antara struktur tingkat 4, 10 dan 15 dikarenakan beban massa bangunan berbeda. Berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa respons tegangan dan regangan dengan struktur jumlah tingkat sedikit lebih besar dari struktur jumlah tingkat lebih banyak. Hal ini terjadi dikarenakan massa bangunan diatas isolasi dasar akan memberikan tegangan yang jauh lebih besar kepada isolasi dasar dibawahnya sehingga demikian kekakuan isolasi dasar akan bertambah. Kekakuan isolasi dasar yang bertambah ini membuat isolasi dasar menjadi lebih keras sehingga simpangan yang terjadi akibat beban gempa akan lebih kecil.

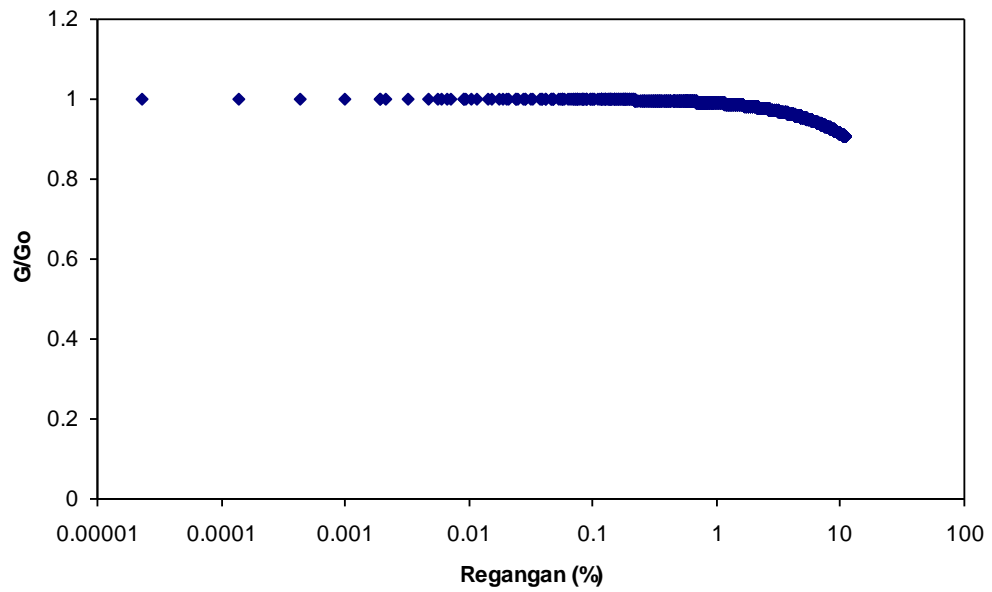
Jumlah tingkat dalam struktur bangunan akan sangat berpengaruh terhadap massa dan tegangan isolasi dasar. Semakin kecil tegangan terhadap isolasi dasar maka modulus gesernya akan mengecil. Modulus geser yang mengecil juga akan memperkecil kandungan kekakuan isolasi dasar apabila dikombinasikan dengan tinggi isolasi dasar. Oleh karena itu semakin jumlah tingkat struktur sedikit akan semakin kekakuan kecil sehingga respons yang terjadi cenderung membesar dibandingkan jumlah struktur yang lebih banyak. Grafik selengkapnya untuk *hysteretic loops* dan rasio G/G_0 -Regangan dapat dilihat pada Gambar 5.85 sampai dengan Gambar 5.102.



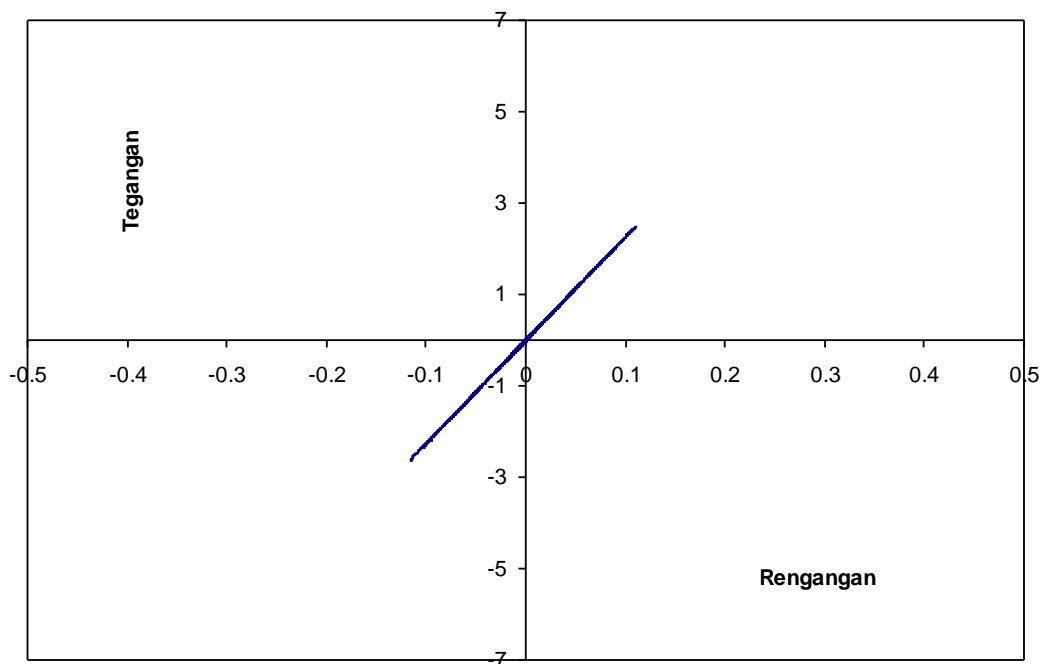
Gambar 5.85 Rasio G/G_0 - Regangan Isolasi Dasar Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Coalinga 1983



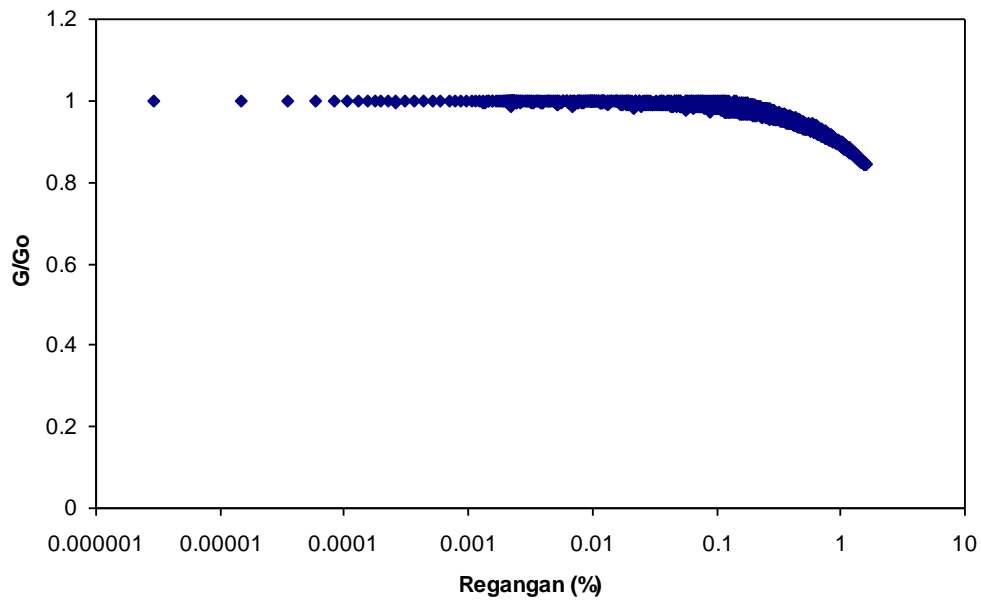
Gambar 5.86 *Hysteretic Loops* Isolasi Dasar Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Coalinga 1983



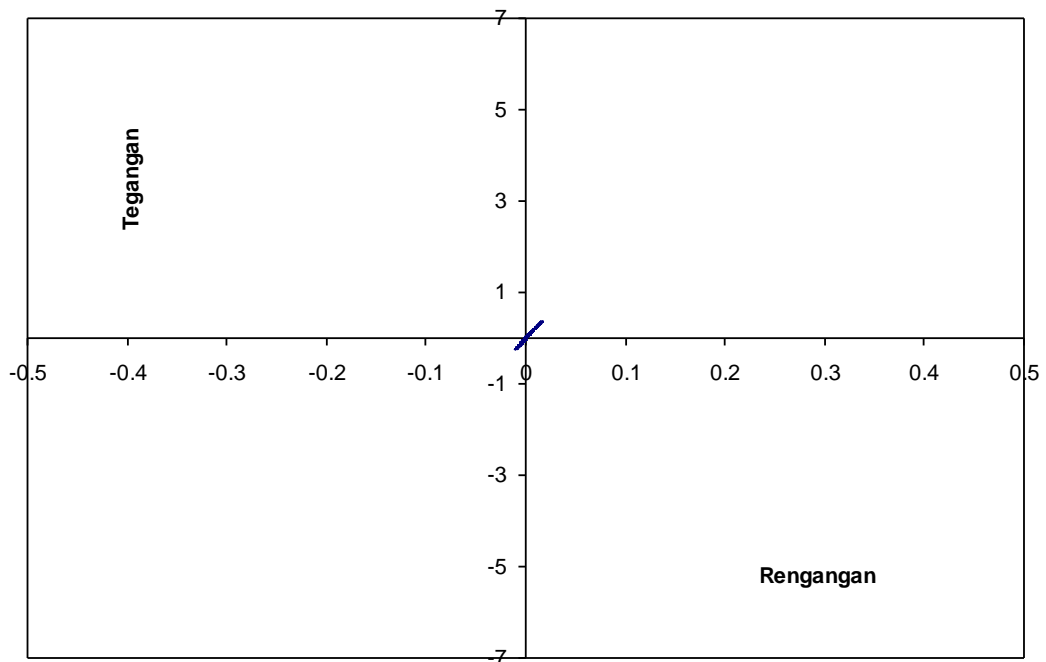
Gambar 5.87 Rasio G/G_0 - Regangan Isolasi Dasar Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



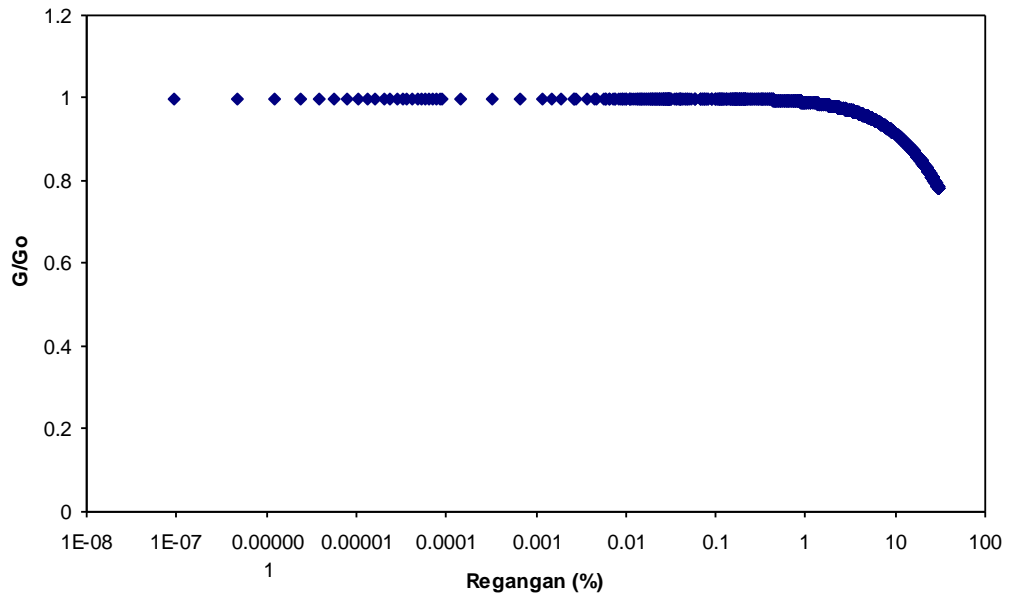
Gambar 5.88 *Hysteretic Loops* Isolasi Dasar Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



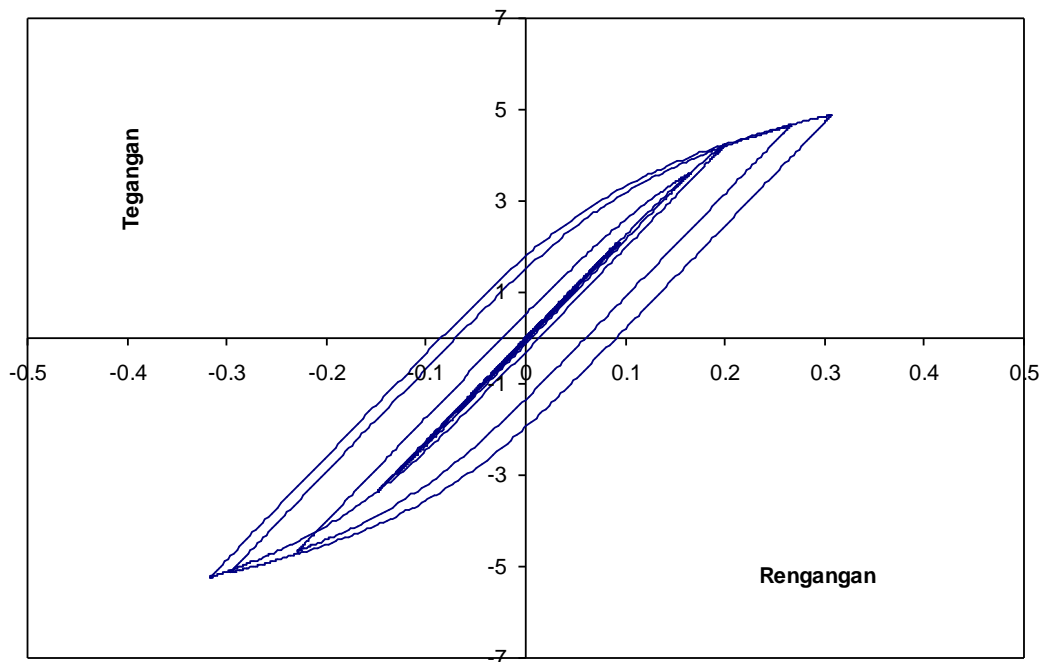
Gambar 5.89 Rasio G/G_0 - Regangan Isolasi Dasar Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1979



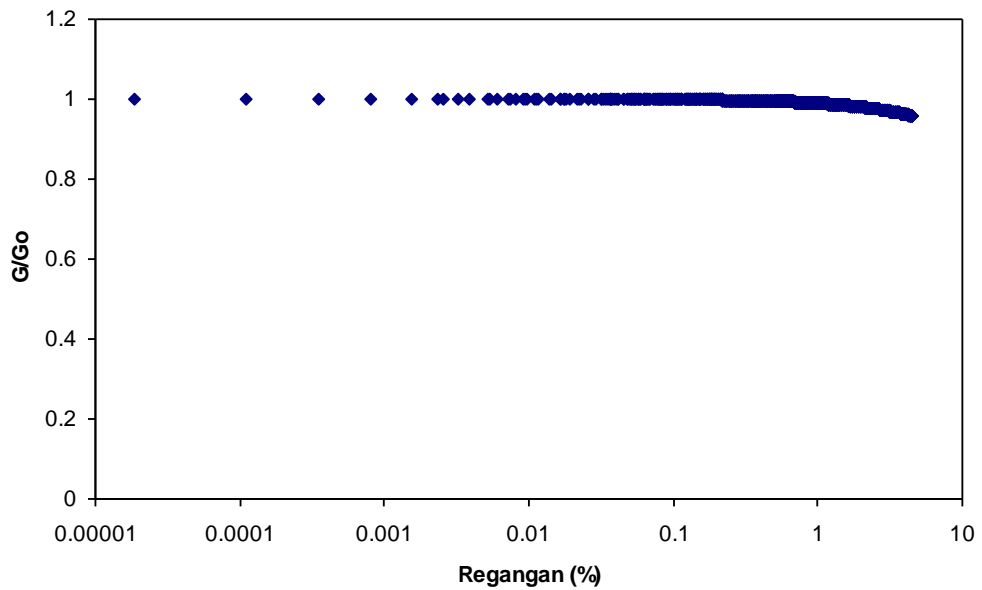
Gambar 5.90 *Hysteristic Loops* Isolasi Dasar Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1979



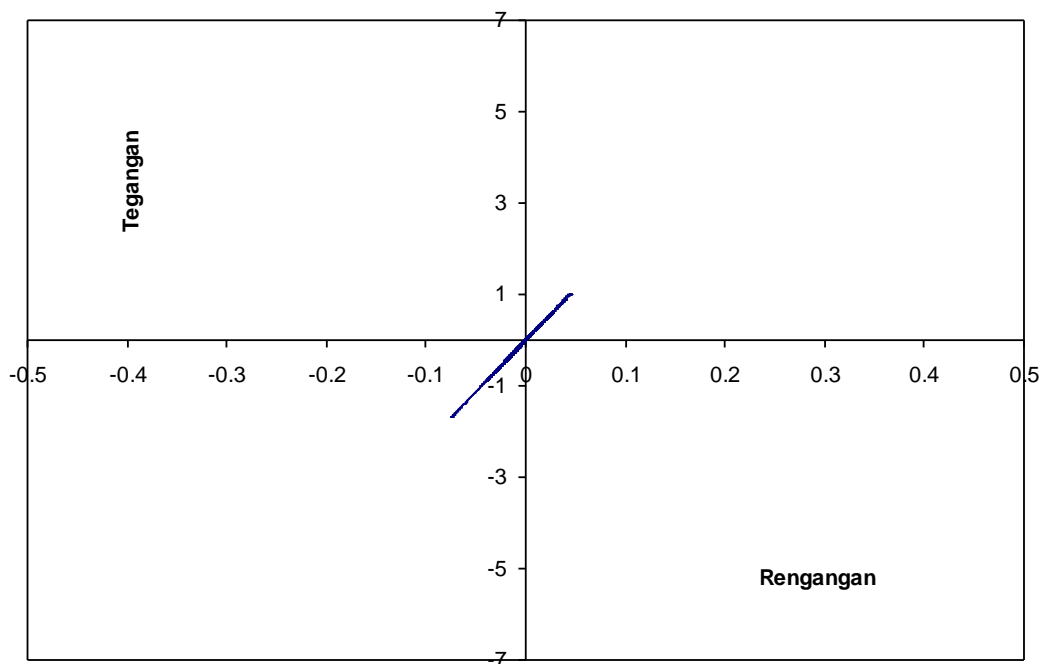
Gambar 5.91 Rasio G/G_0 - Regangan Isolasi Dasar Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Coalinga 1983



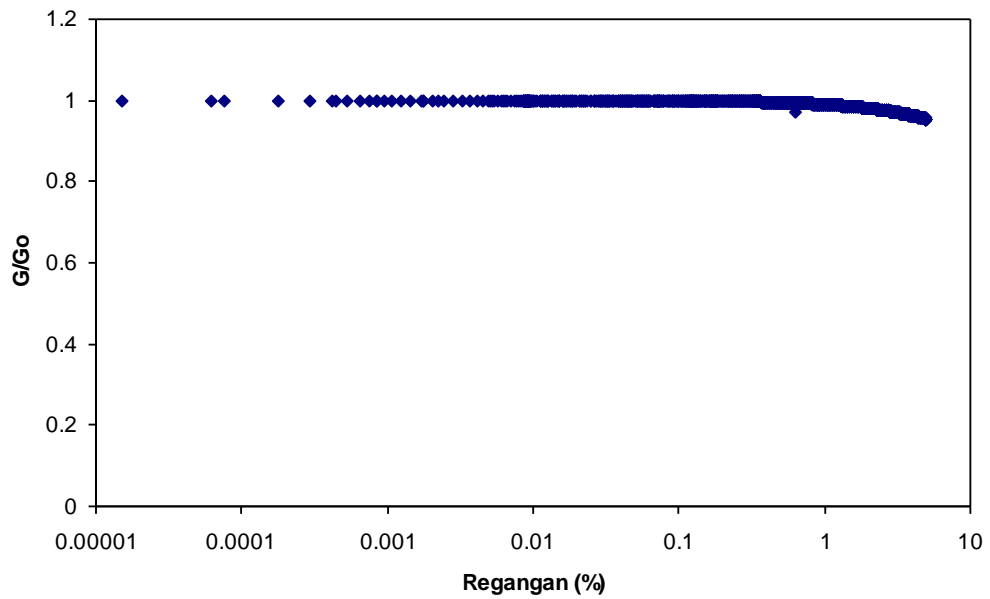
Gambar 5.92 *Hysteretic Loops* Isolasi Dasar Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Coalinga 1983



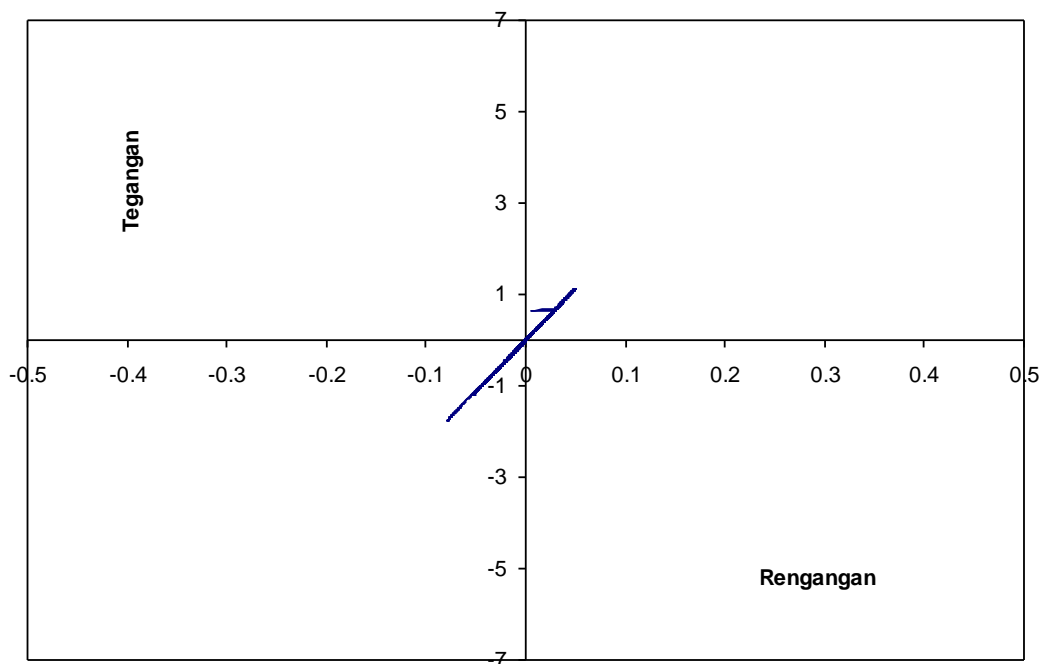
Gambar 5.93 Rasio G/G_o - Regangan Isolasi Dasar Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



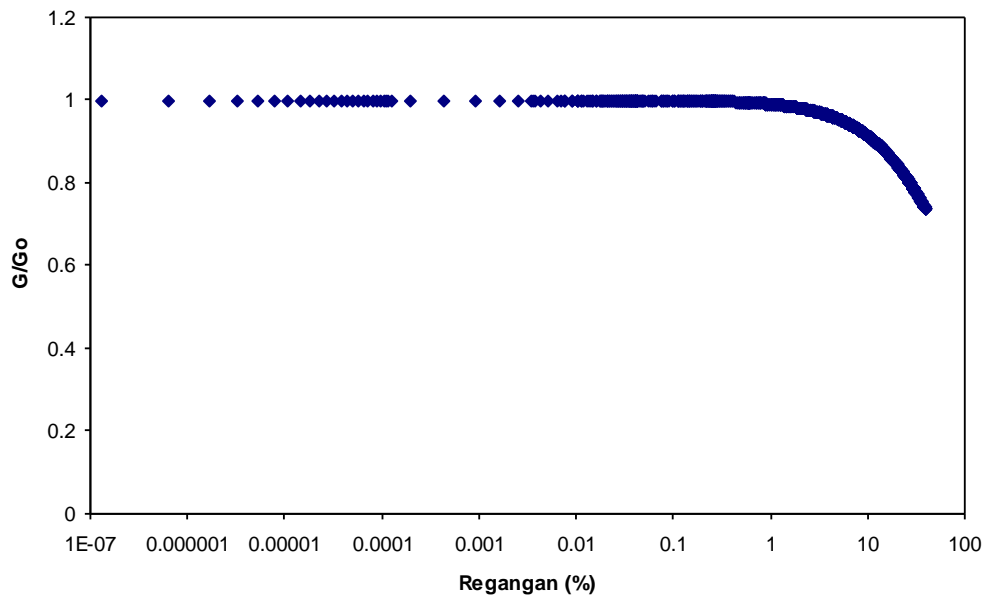
Gambar 5.94 *Hysteristic Loops* Isolasi Dasar Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



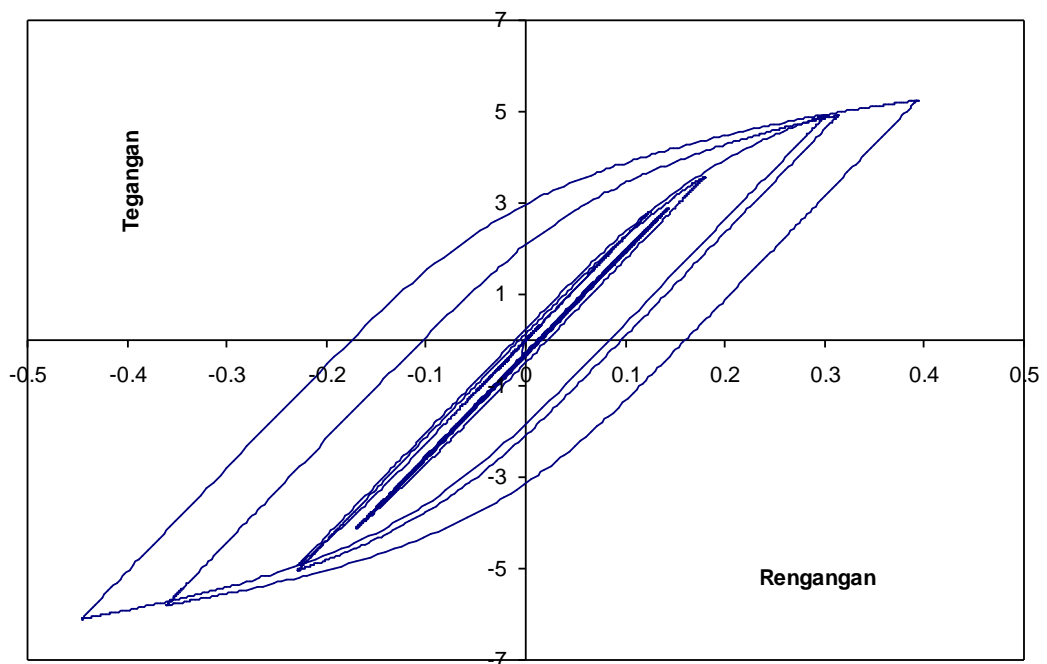
Gambar 5.95 Rasio G/G_o - Regangan Isolasi Dasar Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1979



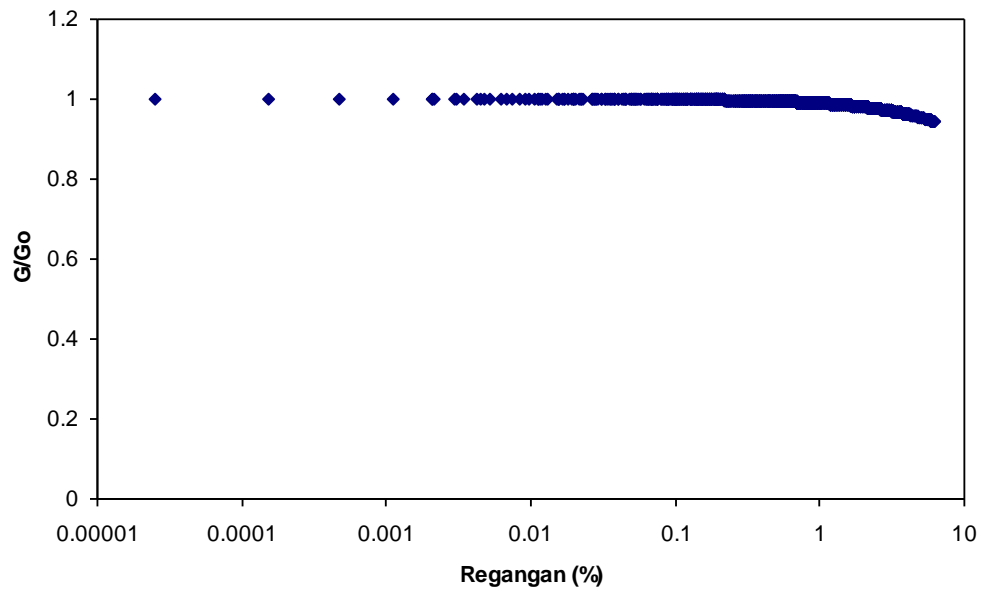
Gambar 5.96 *Hysteristic Loops* Isolasi Dasar Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1979



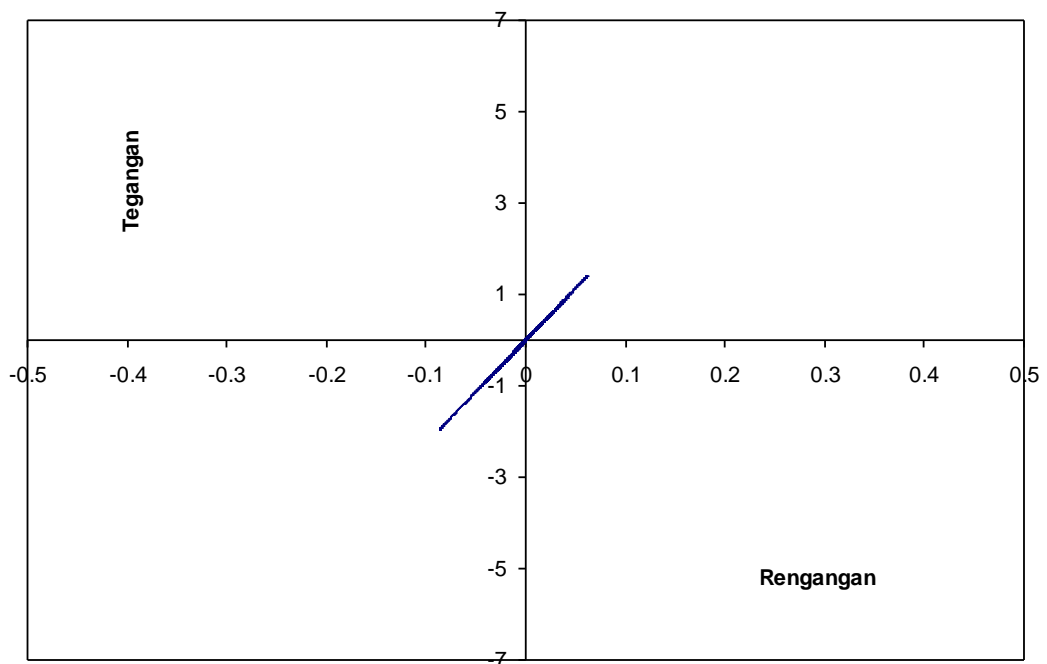
Gambar 5.97 Rasio G/G_0 - Regangan Isolasi Dasar Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa Coalinga 1983



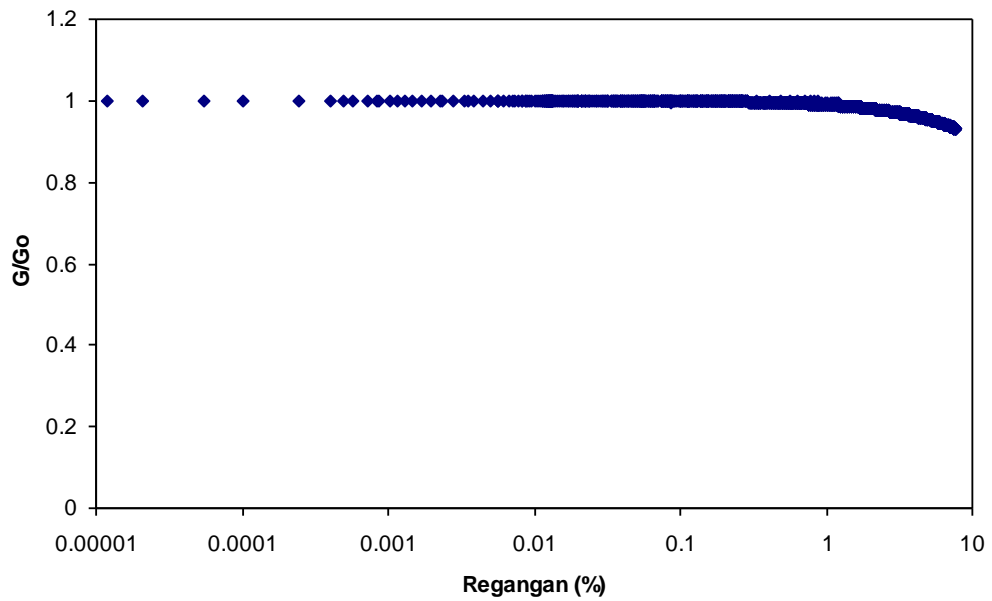
Gambar 5.98 *Hysteretic Loops* Isolasi Dasar Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa Coalinga 1983



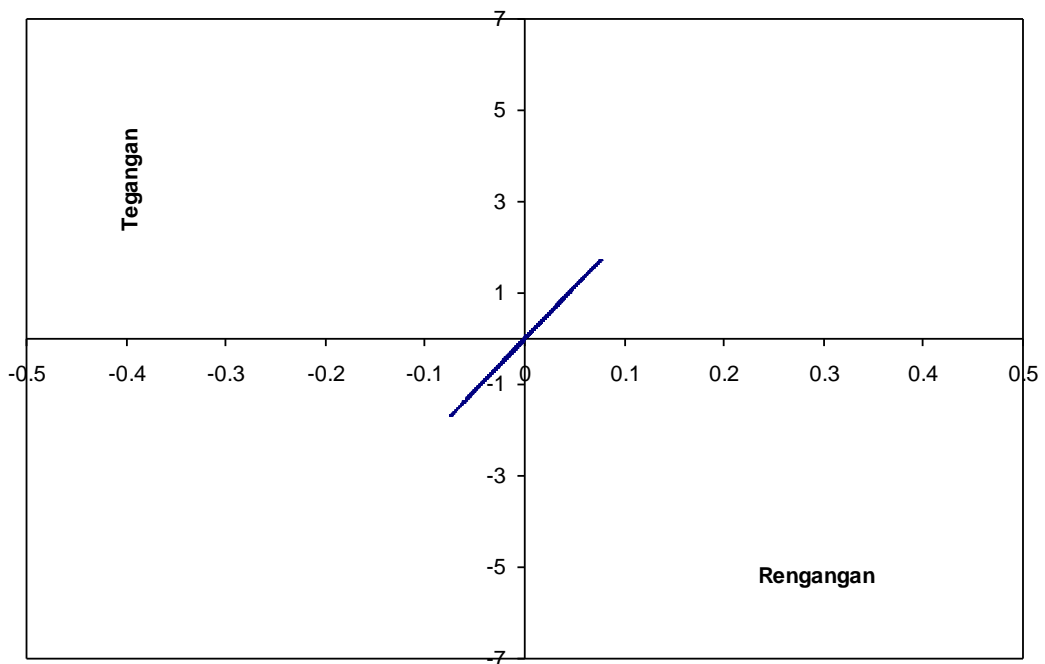
Gambar 5.99 Rasio G/G_0 - Regangan Isolasi Dasar Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



Gambar 5.100 *Hysteristic Loops* Isolasi Dasar Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



Gambar 5.101 Rasio G/G_0 - Regangan Isolasi Dasar Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1979



Gambar 5.102 *Hysteristic Loops* Isolasi Dasar Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1979

5.4 Analisis Respons Struktur dengan Dua Jenis Isolasi Dasar Akibat Gempa Frekuensi Menengah

Analisis digunakan satu jenis riwayat gempa yaitu gempa El Centro 1940 mewakili gempa frekuensi menengah. Analisis- analisis dilakukan dengan cara mencari kekakuan isolasi dasar sesuai dengan jumlah tingkat bangunan. Analisis diatas divariasikan pula dengan variasi struktur yaitu 4, 10 dan 15 tingkat. Hasil berupa respons-respons dinamik struktur bangunan dengan isolasi dasar dengan dua jenis isolasi dasar yaitu *Lead Rubber Bearing* (LRBs) dan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs).

5.4.1 Simpangan

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai simpangan struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.55 sampai Tabel 5.57 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.103 sampai Gambar 5.106.

Pada Tabel 5.55 untuk struktur tingkat 4 terlihat bahwa simpangan struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 1,1934 cm lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 3,3332 cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,3580 atau reduksi simpangan struktur diperoleh 64,20 %.

Pada Tabel 5.56 untuk struktur tingkat 10 terlihat bahwa simpangan struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 3,2510 cm lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 10,1195 cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat atap sebesar 0,3213 atau reduksi simpangan struktur diperoleh 67,87 %.

Pada Tabel 5.57 untuk struktur tingkat 15 terlihat bahwa simpangan struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 4,8293 cm lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 10,9238. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 13 sebesar 0,4416 atau reduksi simpangan struktur diperoleh 55,84 %.

Dari struktur 4, 10 dan 15 tingkat terlihat memiliki respons yang sama dimana bangunan dengan isolasi dasar dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) simpangan struktur lebih kecil dari bangunan dengan isolasi dasar dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs). Reduksi simpangan atap struktur yang diperoleh berkisar antara 55,84 – 67,87 %.

Tabel 5.55 Perbandingan Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 4 Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940

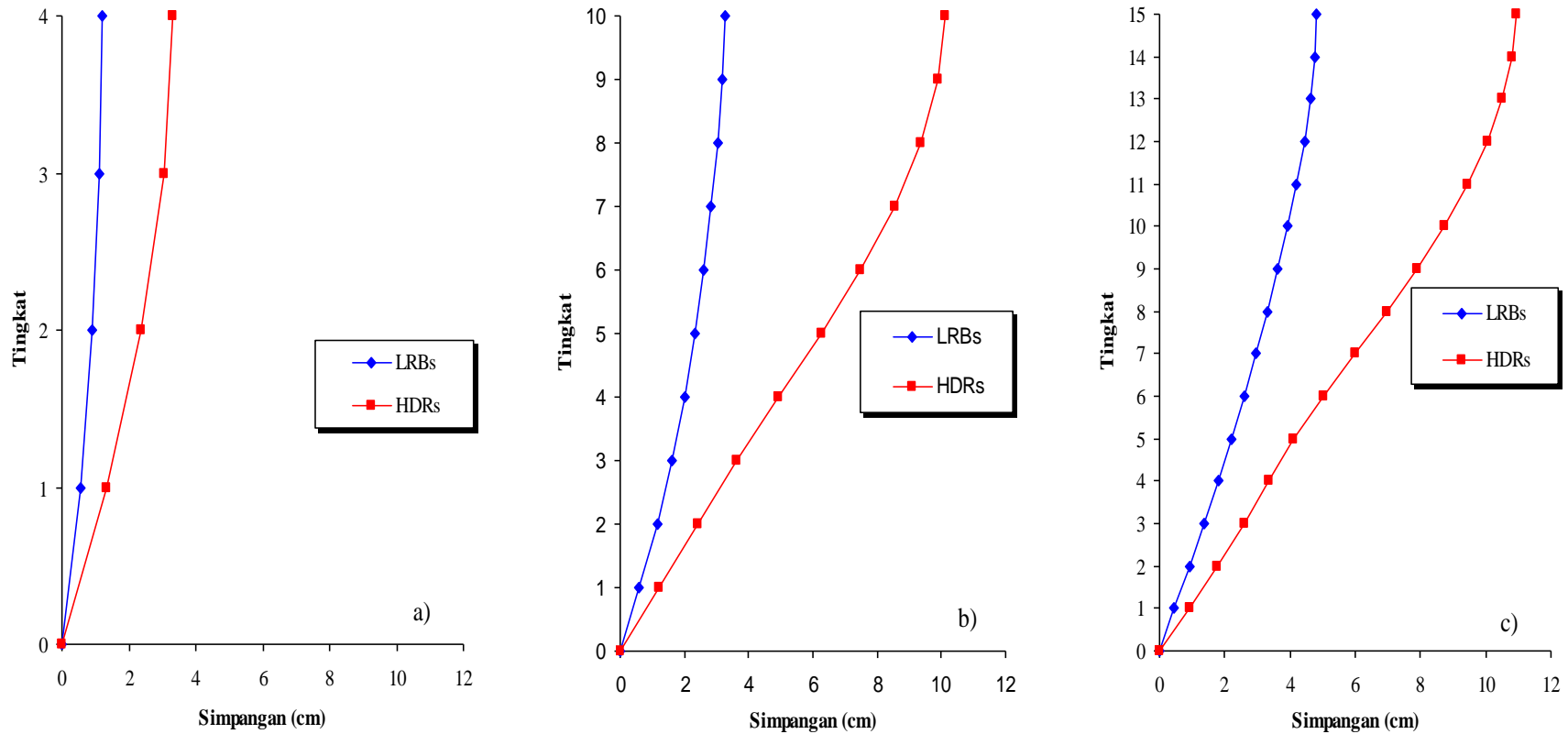
Tingkat	Simpangan (cm)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
4	1.1934	3.3332	0.3580
3	1.1240	3.0449	0.3691
2	0.9227	2.3753	0.3885
1	0.5505	1.3509	0.4075

Tabel 5.56 Perbandingan Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 10 Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940

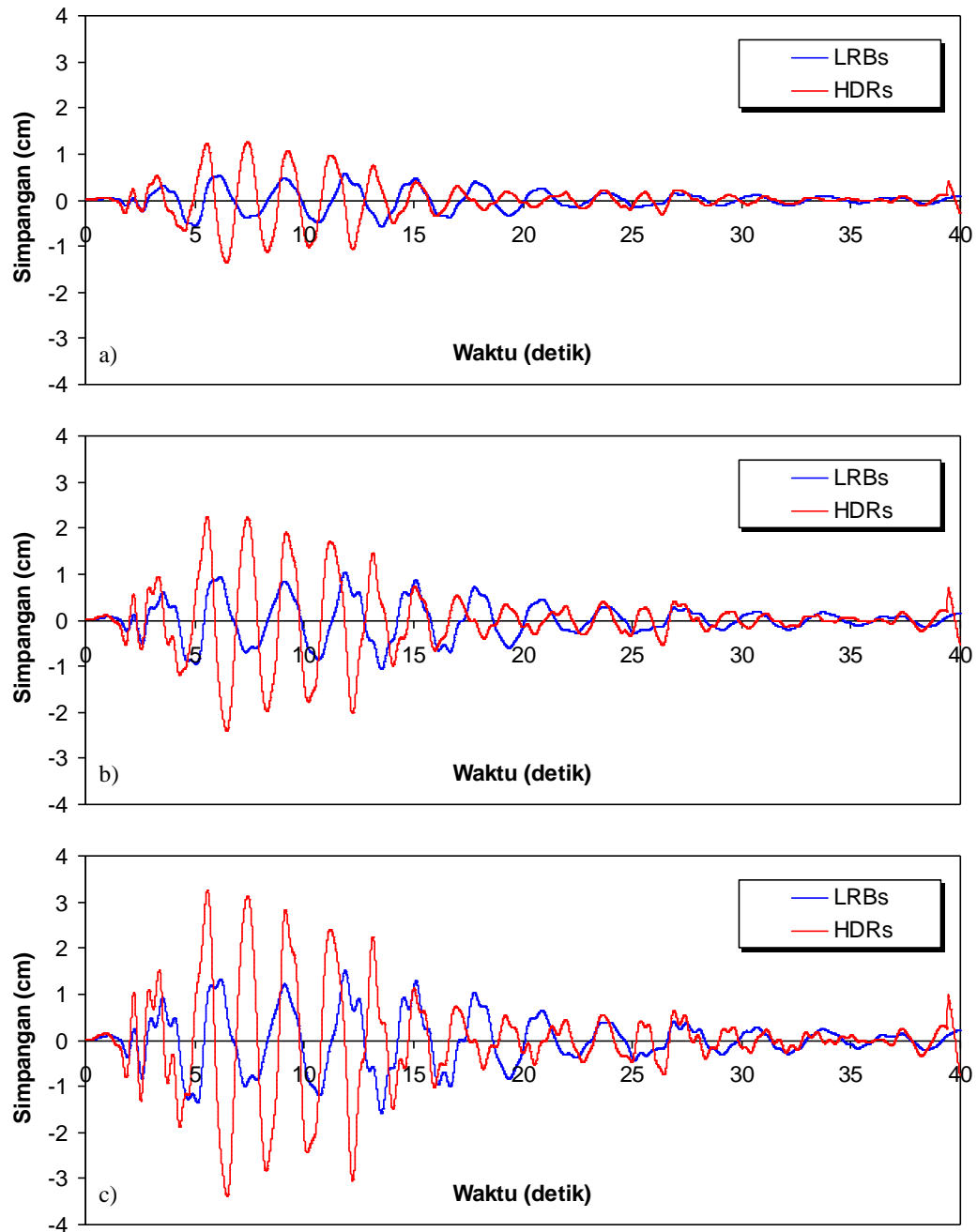
Tingkat	Simpangan (cm)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
10	3.2510	10.1195	0.3213
9	3.1795	9.8898	0.3215
8	3.0294	9.3520	0.3239
7	2.8359	8.5421	0.3320
6	2.6068	7.4966	0.3477
5	2.3367	6.2696	0.3727
4	2.0104	4.9296	0.4078
3	1.6159	3.6088	0.4478
2	1.1443	2.3983	0.4771
1	0.6012	1.2152	0.4948

**Tabel 5.57 Perbandingan Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 15
Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940**

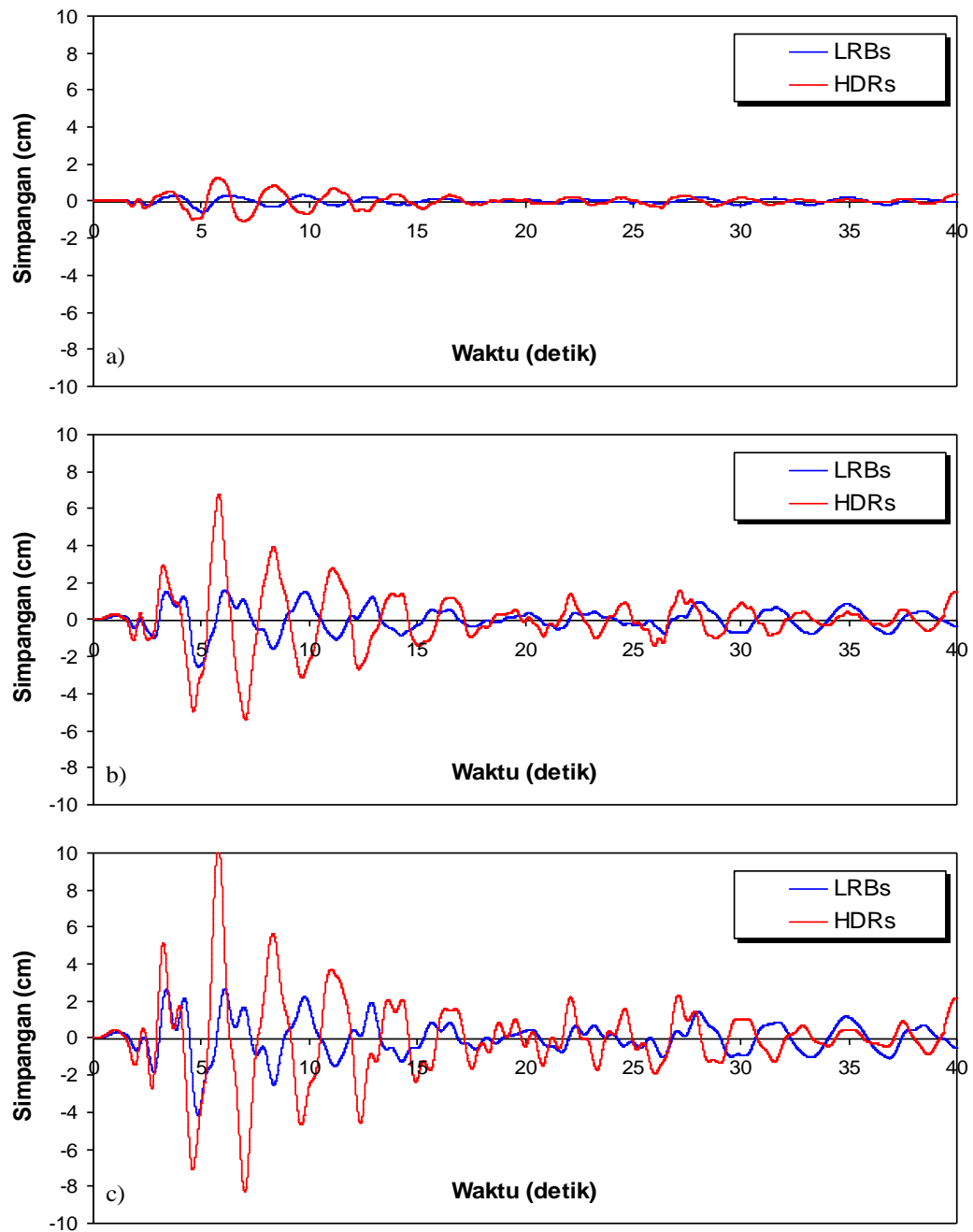
Tingkat	Simpangan (cm)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
15	4.8293	10.9238	0.4421
14	4.7704	10.7992	0.4417
13	4.6392	10.5049	0.4416
12	4.4440	10.0512	0.4421
11	4.2046	9.4528	0.4448
10	3.9343	8.7266	0.4508
9	3.6393	7.8904	0.4612
8	3.3202	6.9663	0.4766
7	2.9763	5.9837	0.4974
6	2.6086	5.0095	0.5207
5	2.2135	4.1199	0.5373
4	1.7953	3.3463	0.5365
3	1.3575	2.5856	0.5250
2	0.9076	1.7863	0.5081
1	0.4528	0.9263	0.4889



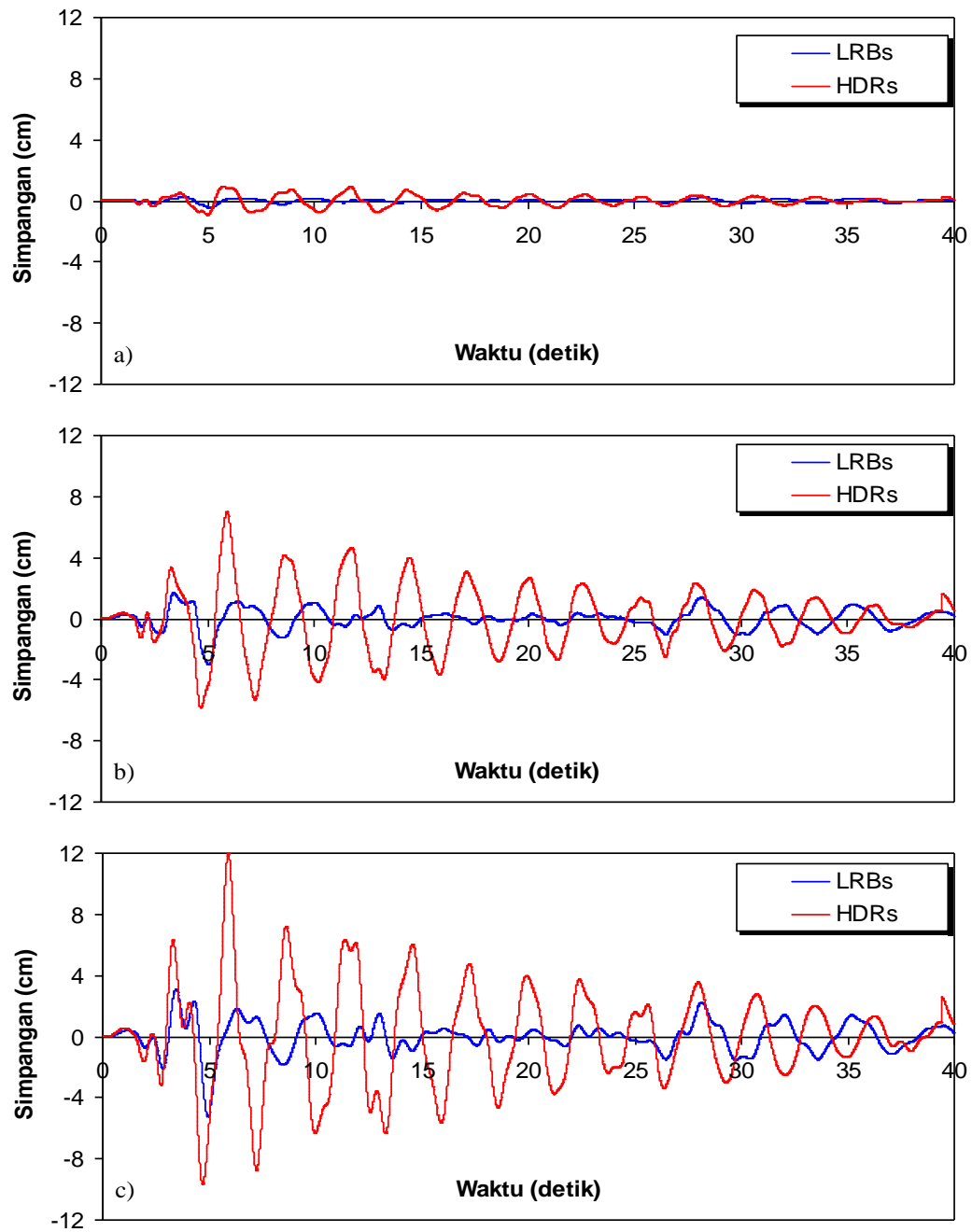
**Gambar 5.103 Perbandingan Simpangan Maksimum Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 :
a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat**



Gambar 5.104 Perbandingan Simpangan Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.105 Perbandingan Simpangan Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 5, c) Tingkat Atap



Gambar 5.106 Perbandingan Simpangan Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 7, c) Tingkat Atap

5.4.2 Simpangan antar Tingkat (*Interstory Drift*)

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai *Interstory Drift* struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.58 sampai Tabel 5.60 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.107 sampai Gambar 5.110.

Pada Tabel 5.58 untuk struktur tingkat 4 terlihat bahwa *Interstory Drift* struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 0,5822 cm lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 1,3569 cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 1 sebesar 0.4291 atau reduksi *Interstory Drift* struktur diperoleh 57,09 %.

Pada Tabel 5.59 untuk struktur tingkat 10 terlihat bahwa *Interstory Drift* struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 0,6020 cm lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 1,4260 cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 3 sebesar 0.3593 atau reduksi *Interstory Drift* struktur diperoleh 64,07 %.

Pada Tabel 5.60 untuk struktur tingkat 15 terlihat bahwa *Interstory Drift* struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 0,4552 cm lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 1,0851 cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 3 sebesar 0.3864 atau reduksi *Interstory Drift* struktur diperoleh 61,37 %.

Dari struktur 4, 10 dan 15 tingkat terlihat memiliki respons yang sama dimana bangunan dengan isolasi dasar dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) *Interstory Drift* struktur lebih kecil dari bangunan dengan isolasi dasar dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs). Reduksi *Interstory Drift* struktur yang diperoleh berkisar antara 57,09 – 64,07 %.

Tabel 5.58 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Struktur Tingkat 4 Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940

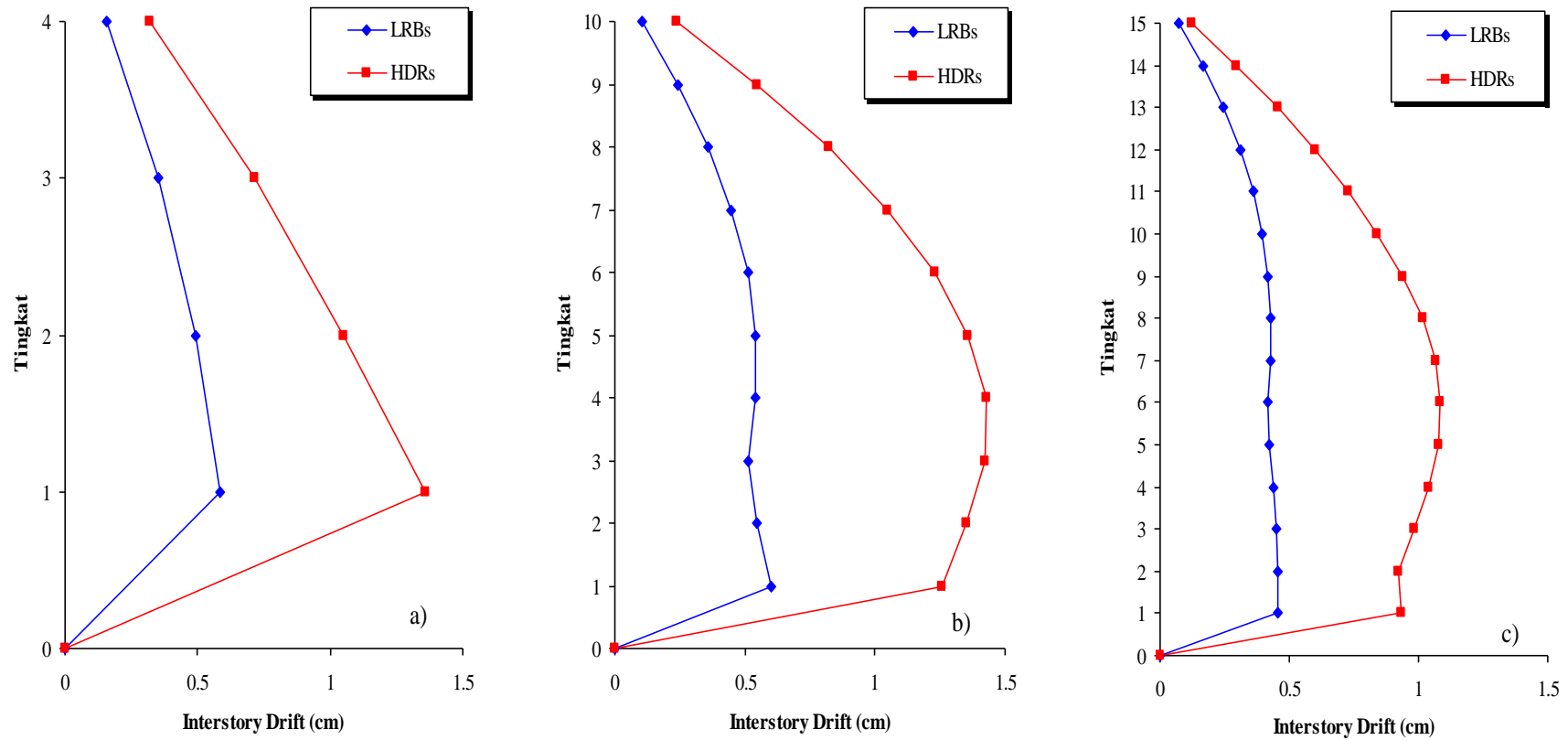
Tingkat	<i>Interstory Drift</i> (cm)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
4	0.1580	0.3190	0.4953
3	0.3523	0.7147	0.4929
2	0.4933	1.0500	0.4698
1	0.5822	1.3569	0.4291

Tabel 5.59 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Struktur Tingkat 10 Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940

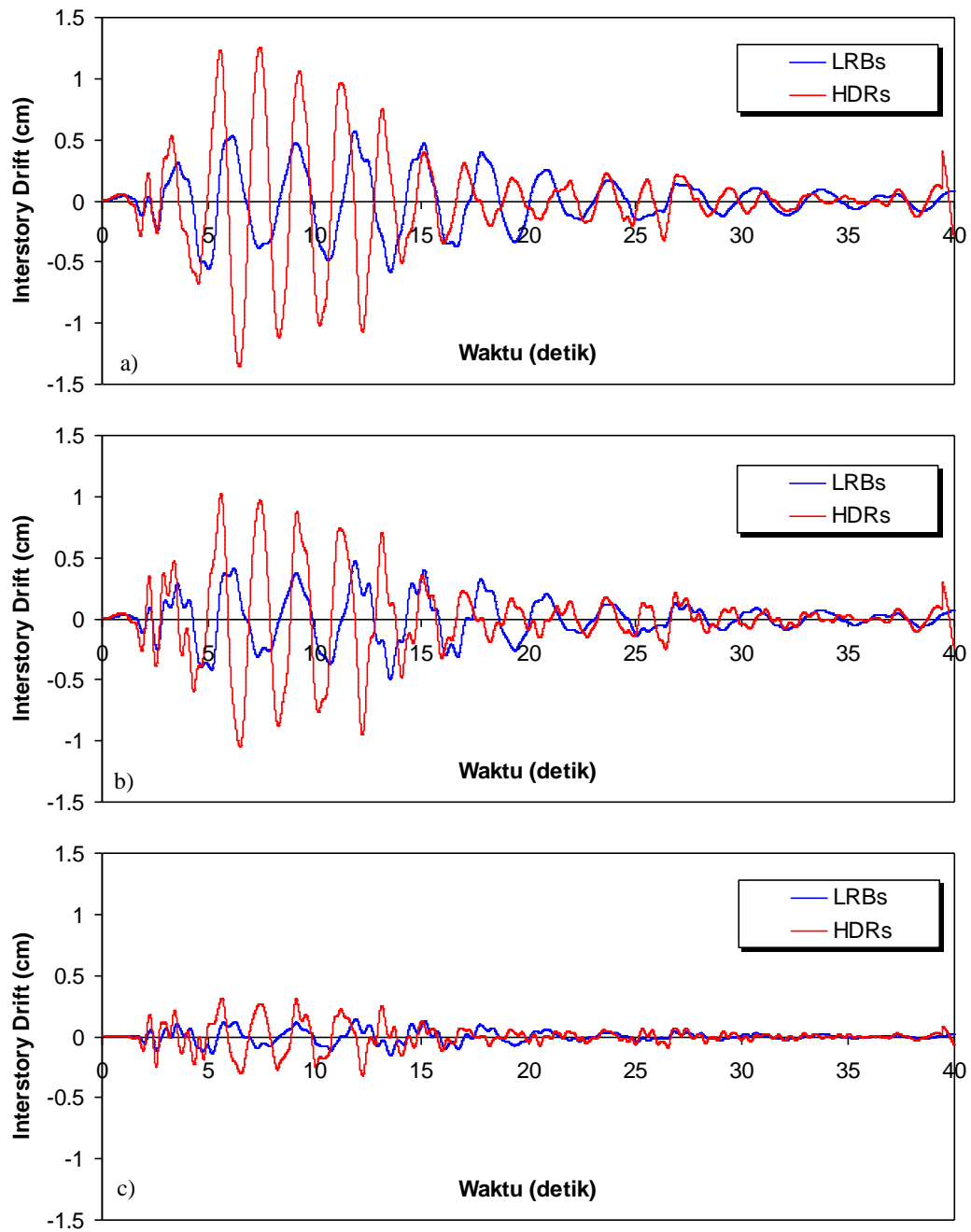
Tingkat	<i>Interstory Drift</i> (cm)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
10	0.1061	0.2354	0.4510
9	0.2426	0.5479	0.4428
8	0.3563	0.8219	0.4335
7	0.4464	1.0481	0.4259
6	0.5108	1.2275	0.4161
5	0.5429	1.3551	0.4006
4	0.5404	1.4260	0.3790
3	0.5118	1.4242	0.3593
2	0.5459	1.3519	0.4038
1	0.6020	1.2570	0.4789

**Tabel 5.60 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Struktur Tingkat 15
Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940**

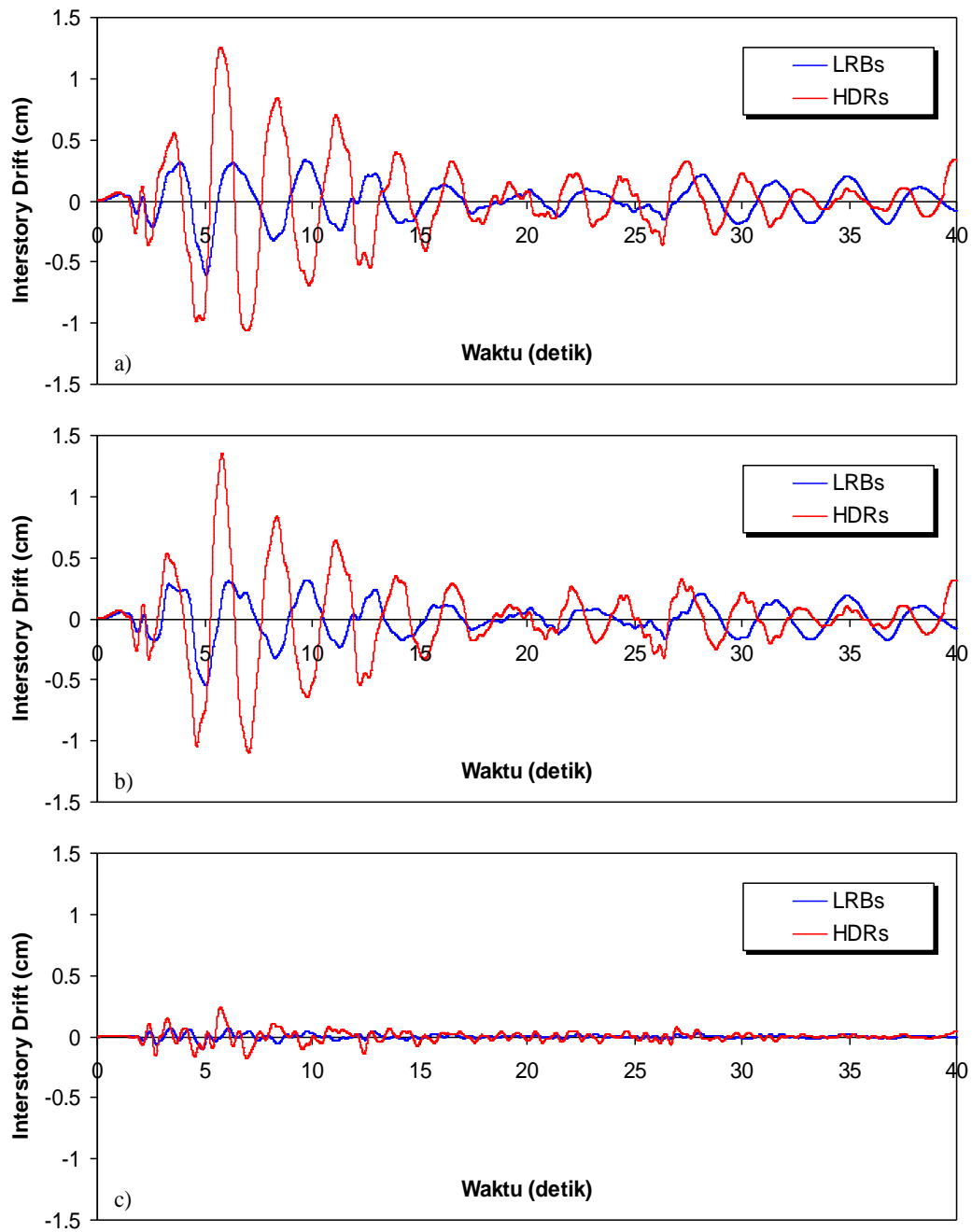
Tingkat	<i>Interstory Drift</i> (cm)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
15	0.0710	0.1246	0.5698
14	0.1648	0.2943	0.5599
13	0.2469	0.4537	0.5441
12	0.3128	0.5989	0.5224
11	0.3620	0.7274	0.4977
10	0.3956	0.8402	0.4708
9	0.4161	0.9374	0.4438
8	0.4256	1.0143	0.4196
7	0.4252	1.0651	0.3992
6	0.4192	1.0851	0.3864
5	0.4215	1.0752	0.3920
4	0.4391	1.0386	0.4227
3	0.4508	0.9838	0.4582
2	0.4552	0.9237	0.4928
1	0.4531	0.9329	0.4857



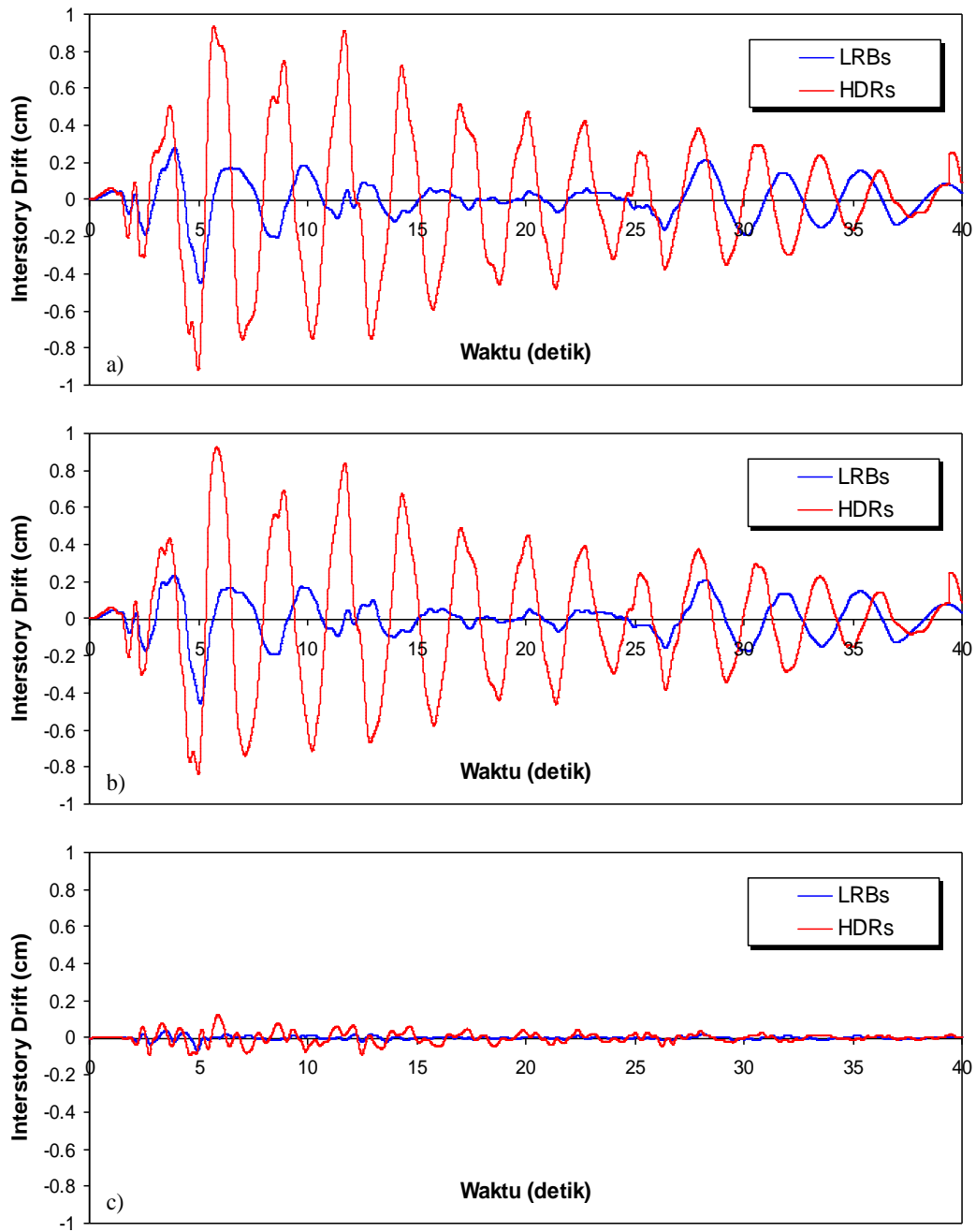
Gambar 5.107 Perbandingan *Interstory Drift* Maksimum Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



Gambar 5.108 Perbandingan *Interstory Drift* Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.109 Perbandingan *Interstory Drift* Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.110 Perbandingan *Interstory Drift* Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap

5.4.3 Rasio Simpangan antar Tingkat (*Interstory Drift Ratio*)

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai rasio simpangan antar tingkat struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.61 sampai Tabel 5.63 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.111 sampai Gambar 5.114.

Pada Tabel 5.61 untuk struktur tingkat 4 terlihat bahwa rasio simpangan antar tingkat struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 0,1553 % lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 0,3618 %. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 1 sebesar 0,4291 atau reduksi rasio simpangan antar tingkat struktur diperoleh 57,09 %.

Pada Tabel 5.62 untuk struktur tingkat 10 terlihat bahwa rasio simpangan antar tingkat struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 0,1605 % lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 0,3803 %. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 3 sebesar 0,3593 atau reduksi rasio simpangan antar tingkat struktur diperoleh 64,07 %.

Pada Tabel 5.63 untuk struktur tingkat 15 terlihat bahwa rasio simpangan antar tingkat struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 0,1214 % lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 0,2894 %. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 3 sebesar 0,3864 atau reduksi rasio simpangan antar tingkat struktur diperoleh 61,37 %.

Dari struktur 4, 10 dan 15 tingkat terlihat memiliki respons yang sama dimana bangunan dengan isolasi dasar dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) rasio simpangan antar tingkat struktur lebih kecil dari bangunan dengan isolasi dasar dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs). Reduksi rasio simpangan antar tingkat struktur yang diperoleh berkisar antara 57,09 – 64,07 %.

Tabel 5.61 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Struktur Tingkat 4 Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940

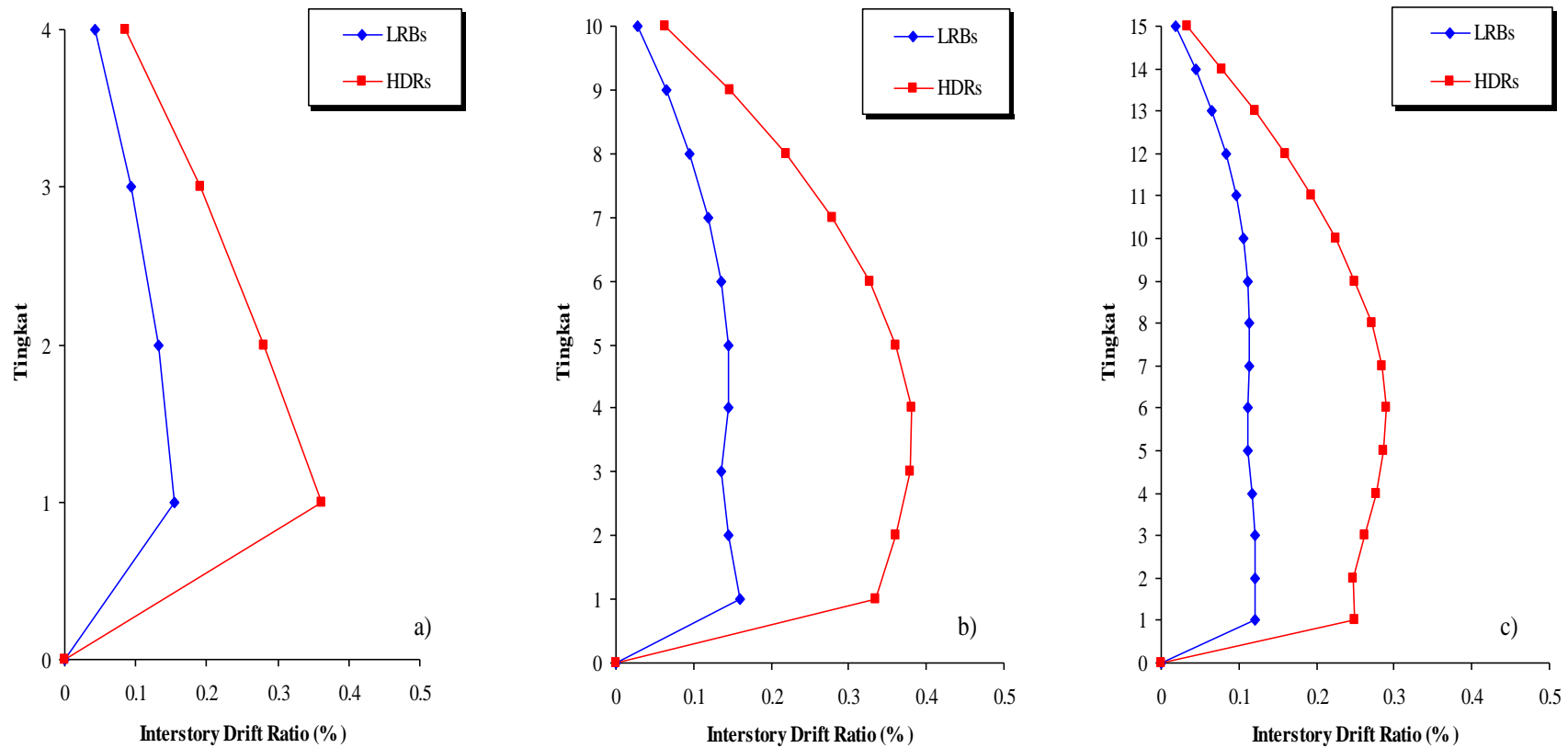
Tingkat	<i>Interstory Drift Ratio (%)</i>		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
4	0.0421	0.0851	0.4953
3	0.0940	0.1906	0.4929
2	0.1316	0.2800	0.4698
1	0.1553	0.3618	0.4291

Tabel 5.62 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Struktur Tingkat 10 Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940

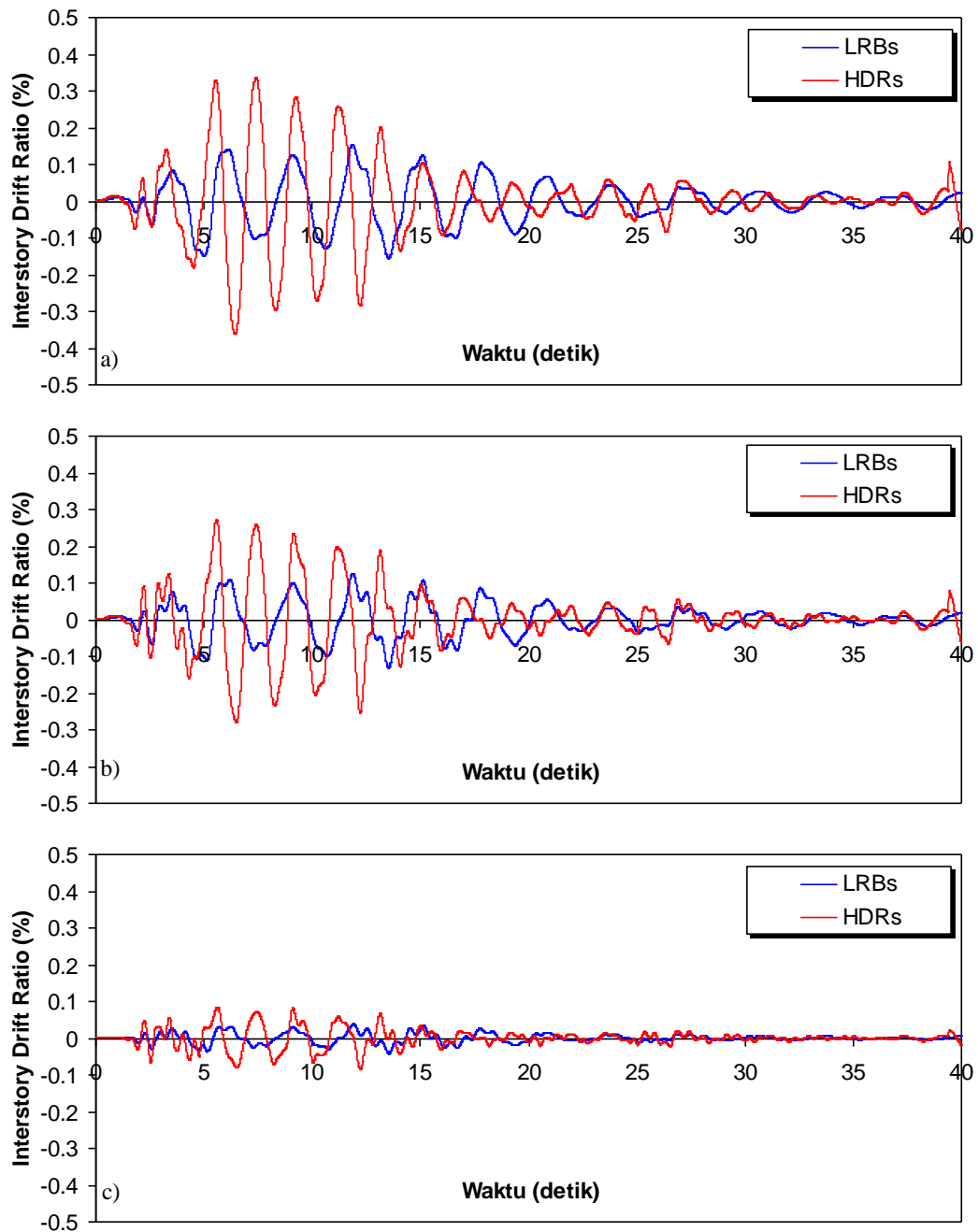
Tingkat	<i>Interstory Drift Ratio (%)</i>		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
10	0.0283	0.0628	0.4510
9	0.0647	0.1461	0.4428
8	0.0950	0.2192	0.4335
7	0.1190	0.2795	0.4259
6	0.1362	0.3273	0.4161
5	0.1448	0.3614	0.4006
4	0.1441	0.3803	0.3790
3	0.1365	0.3798	0.3593
2	0.1456	0.3605	0.4038
1	0.1605	0.3352	0.4789

Tabel 5.63 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Struktur Tingkat 15 Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940

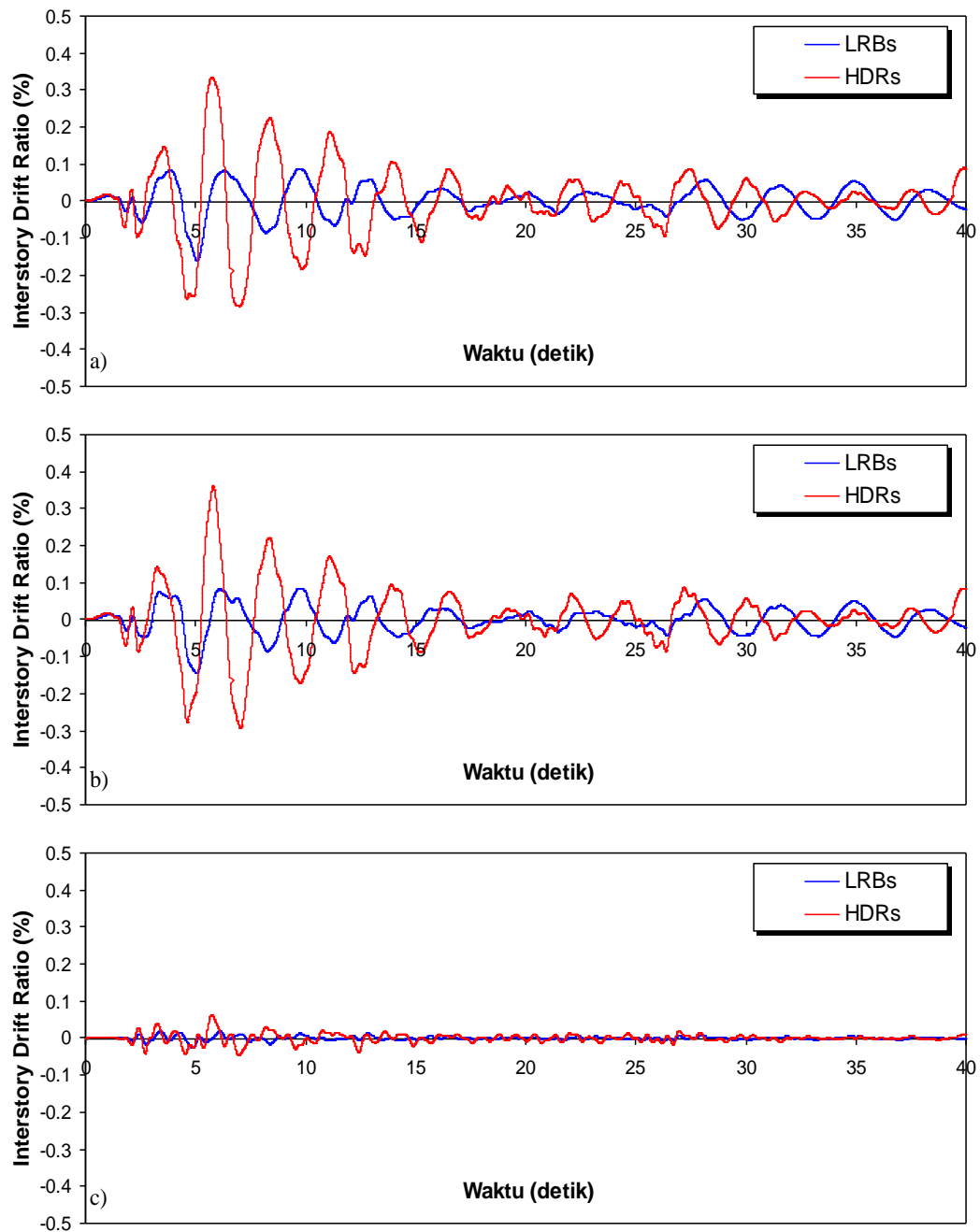
Tingkat	<i>Interstory Drift Ratio (%)</i>		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
15	0.0189	0.0332	0.5698
14	0.0439	0.0785	0.5599
13	0.0658	0.1210	0.5441
12	0.0834	0.1597	0.5224
11	0.0965	0.1940	0.4977
10	0.1055	0.2241	0.4708
9	0.1109	0.2500	0.4438
8	0.1135	0.2705	0.4196
7	0.1134	0.2840	0.3992
6	0.1118	0.2894	0.3864
5	0.1124	0.2867	0.3920
4	0.1171	0.2770	0.4227
3	0.1202	0.2623	0.4582
2	0.1214	0.2463	0.4928
1	0.1208	0.2488	0.4857



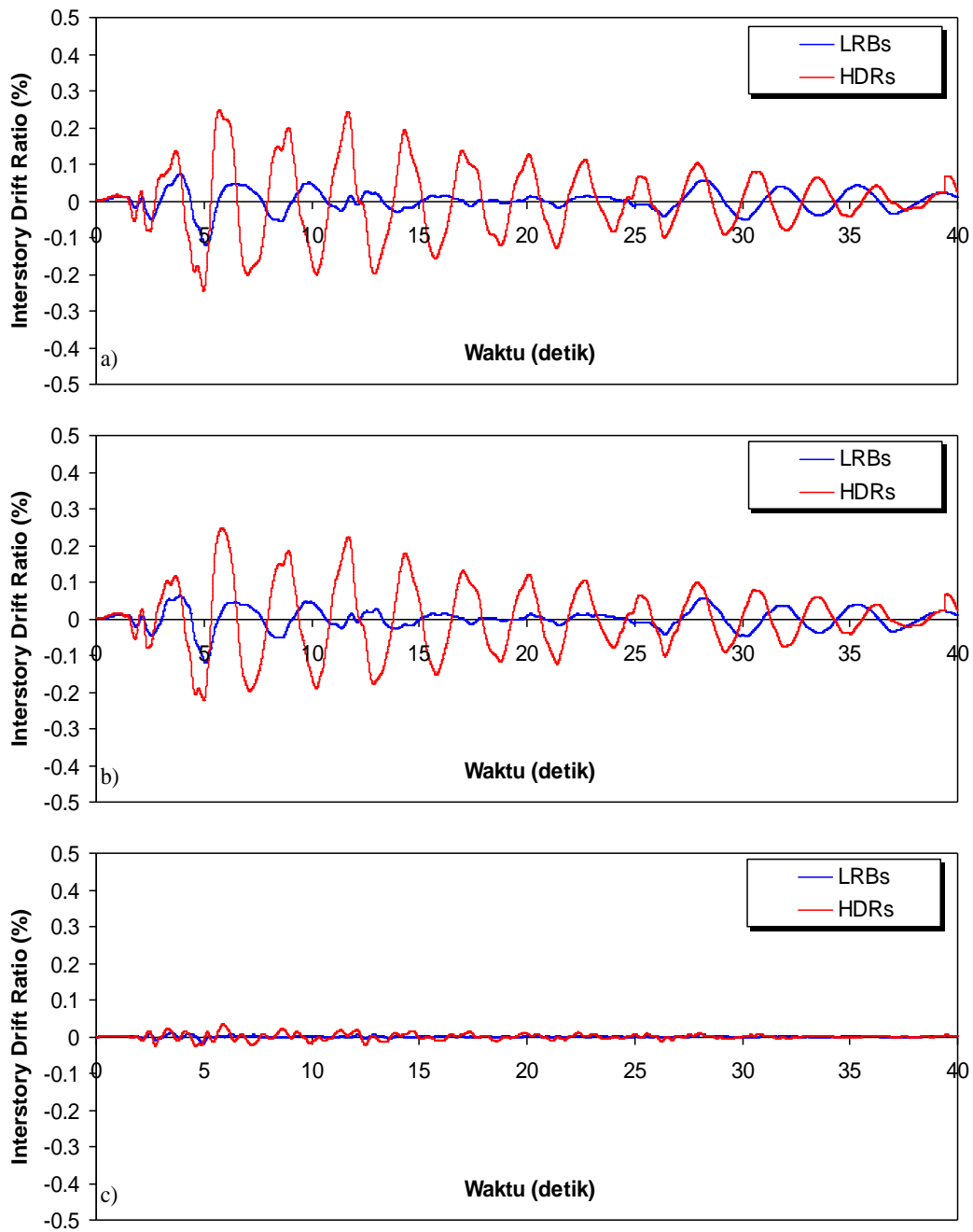
Gambar 5.111 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Maksimum Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



Gambar 5.112 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.113 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.114 Perbandingan *Interstory Drift Ratio* Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atas

5.4.4 Gaya Horizontal Tingkat

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai gaya horizontal tingkat struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.64 sampai Tabel 5.66 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.115 sampai Gambar 5.118.

Pada Tabel 5.64 untuk struktur tingkat 4 terlihat bahwa gaya horizontal tingkat struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 2762,8574 kg lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 5717,0593 kg. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 2 sebesar 0,4784 atau reduksi rasio gaya horizontal tingkat struktur diperoleh 52,16 %.

Pada Tabel 5.65 untuk struktur tingkat 10 terlihat bahwa gaya horizontal tingkat struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 4096,5649 kg lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 9360,4141 kg. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 7 sebesar 0,4277 atau reduksi rasio gaya horizontal tingkat struktur diperoleh 57,23 %.

Pada Tabel 5.66 untuk struktur tingkat 15 terlihat bahwa gaya horizontal tingkat struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 5345,7864 kg lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 9663,6011 kg. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 4 sebesar 0,4016 atau reduksi rasio gaya horizontal tingkat struktur diperoleh 59,84 %.

Dari struktur 4, 10 dan 15 tingkat terlihat memiliki respons yang sama dimana bangunan dengan isolasi dasar dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) gaya horizontal tingkat struktur lebih kecil dari bangunan dengan isolasi dasar dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs). Reduksi gaya horizontal tingkat struktur yang diperoleh berkisar antara 57,09 – 64,07 %.

Tabel 5.64 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 4 Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940

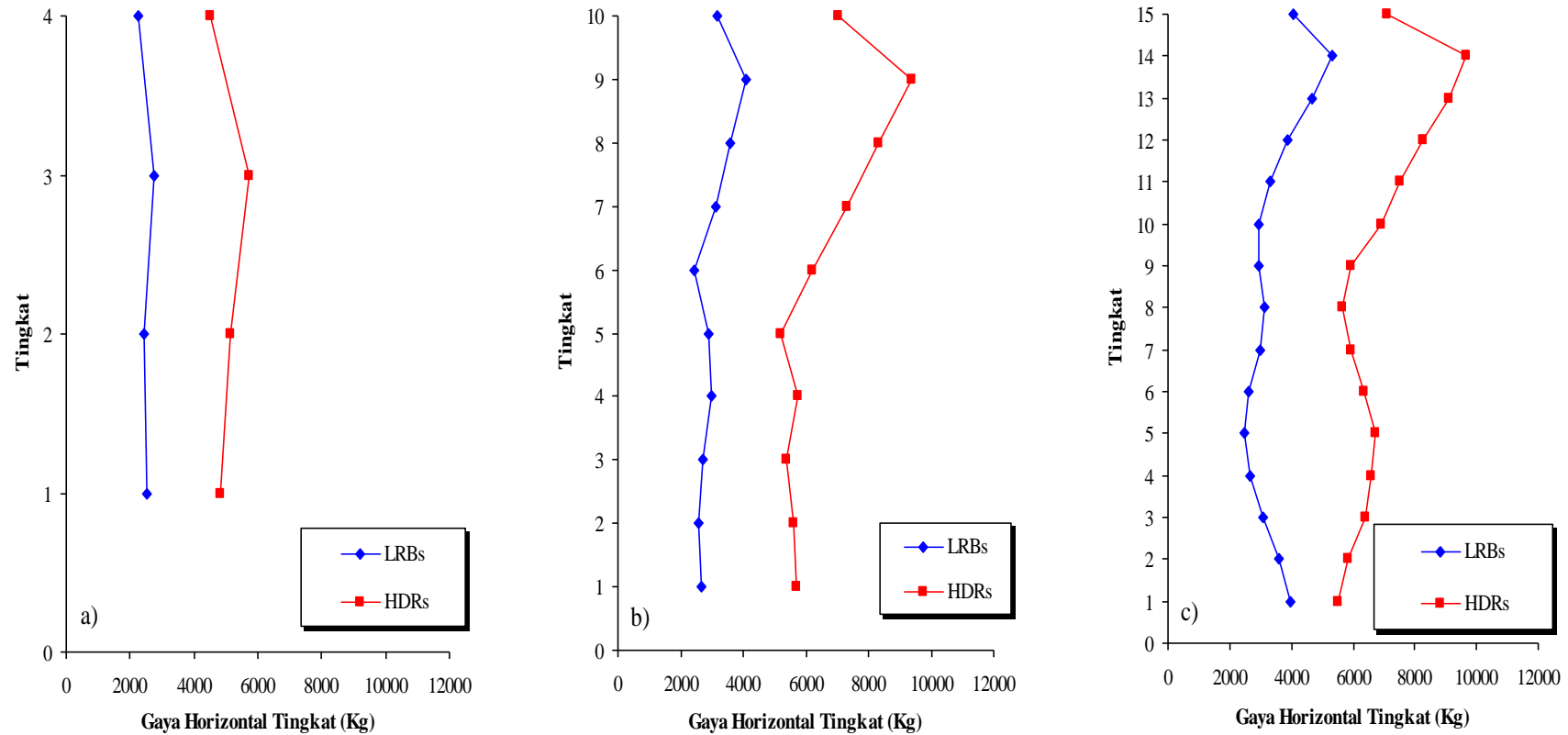
Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
4	2243.5059	4529.3000	0.4953
3	2762.8574	5717.0593	0.4833
2	2456.6718	5135.0564	0.4784
1	2531.0708	4849.3421	0.5219

Tabel 5.65 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 10 Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940

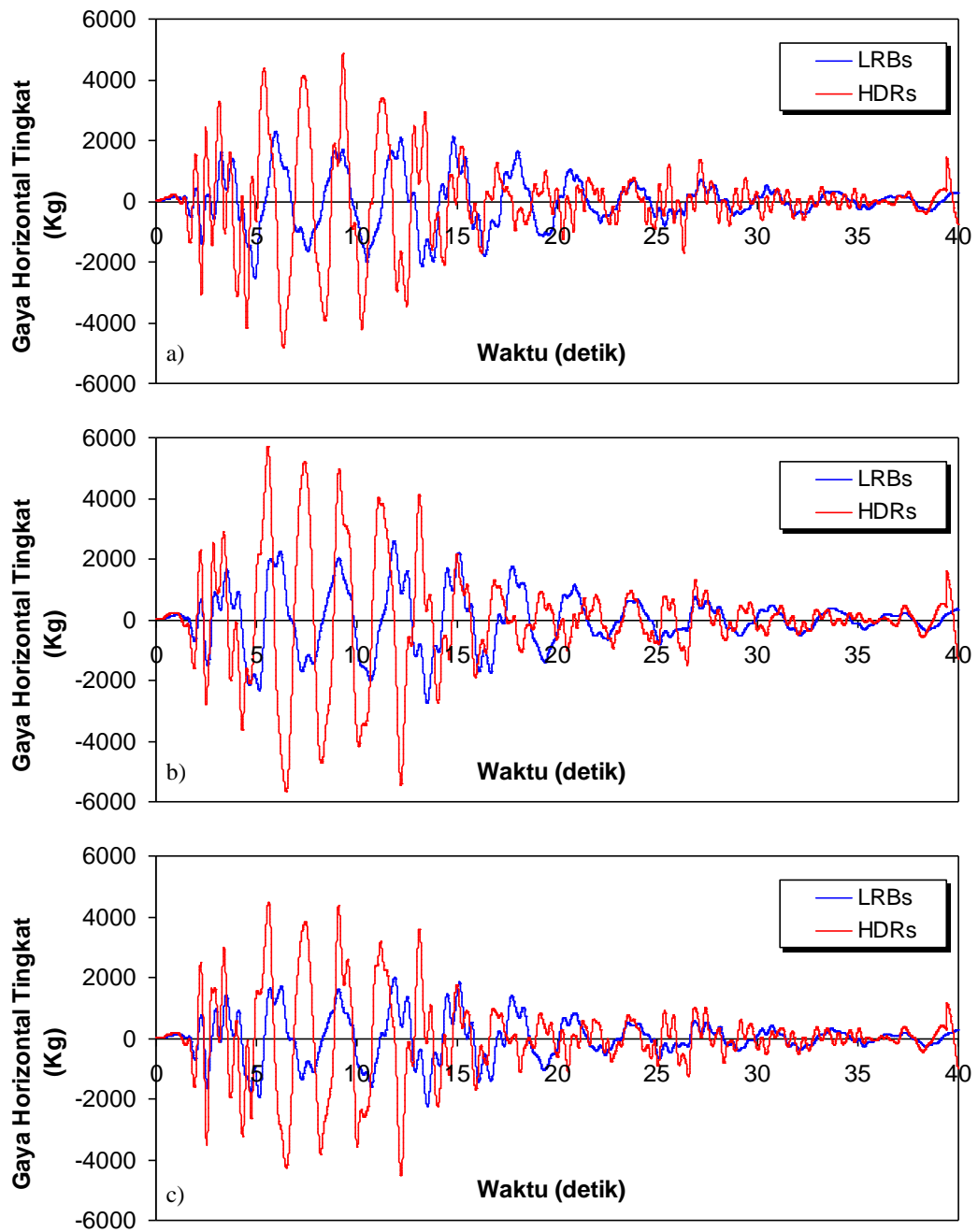
Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
10	3177.3050	7045.7613	0.4510
9	4096.5649	9360.4141	0.4376
8	3587.3098	8309.1412	0.4317
7	3122.5046	7300.3335	0.4277
6	2427.0524	6184.1011	0.3925
5	2897.8428	5188.1800	0.5585
4	3008.3344	5759.9229	0.5223
3	2713.2598	5375.6174	0.5047
2	2575.9119	5616.8187	0.4586
1	2674.1286	5711.5531	0.4682

Tabel 5.66 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 15 Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940

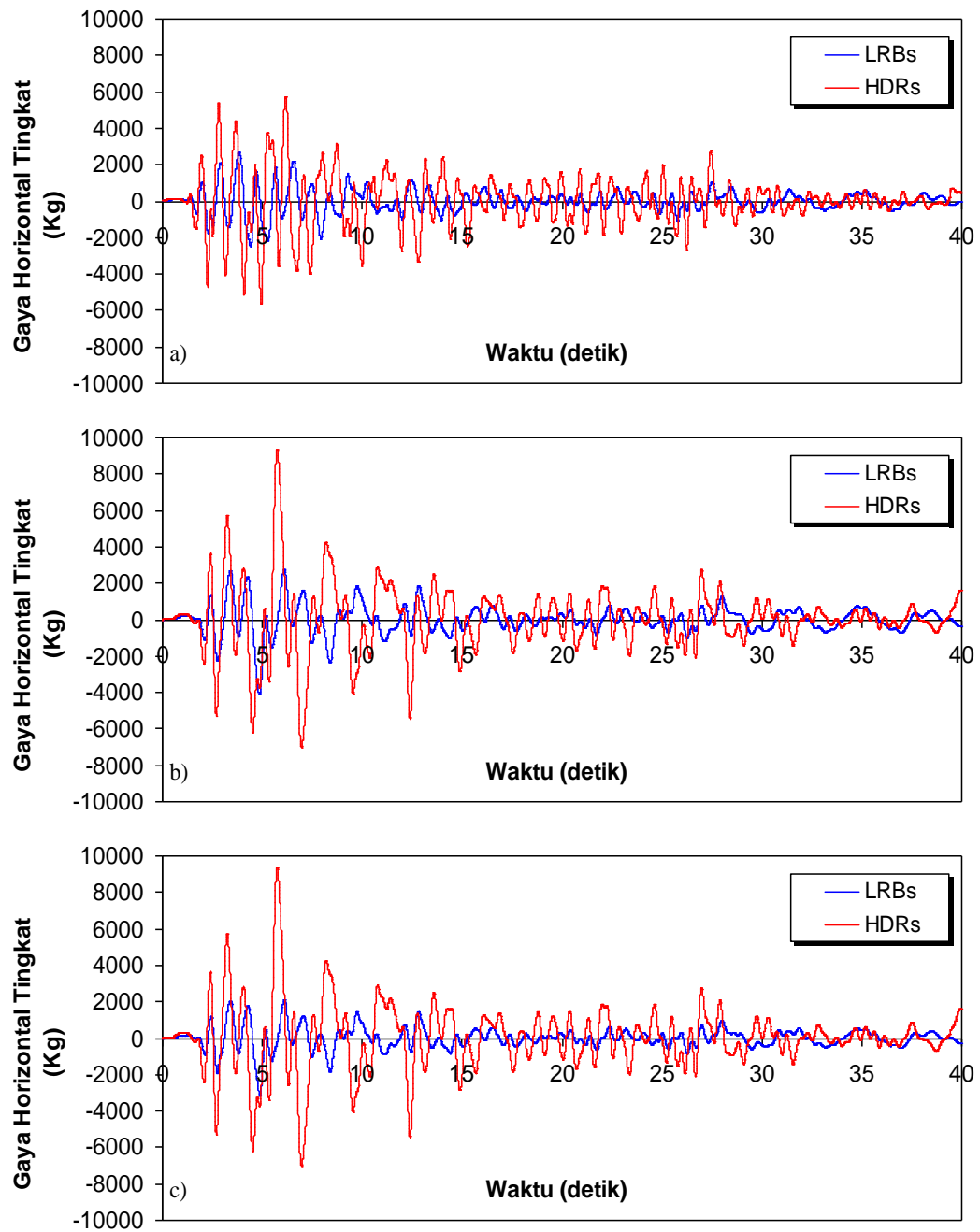
Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
15	4041.1394	7092.5474	0.5698
14	5345.7864	9663.6011	0.5532
13	4678.6914	9081.8206	0.5152
12	3870.3033	8282.0421	0.4673
11	3318.5613	7524.6358	0.4410
10	2923.8009	6911.1212	0.4231
9	2958.7210	5933.4360	0.4987
8	3110.8779	5657.0128	0.5499
7	2986.0888	5919.5888	0.5044
6	2627.7520	6356.3980	0.4134
5	2478.4309	6713.7942	0.3692
4	2641.7676	6577.3211	0.4016
3	3091.7760	6414.3213	0.4820
2	3572.3729	5835.0299	0.6122
1	3958.1136	5513.3596	0.7179



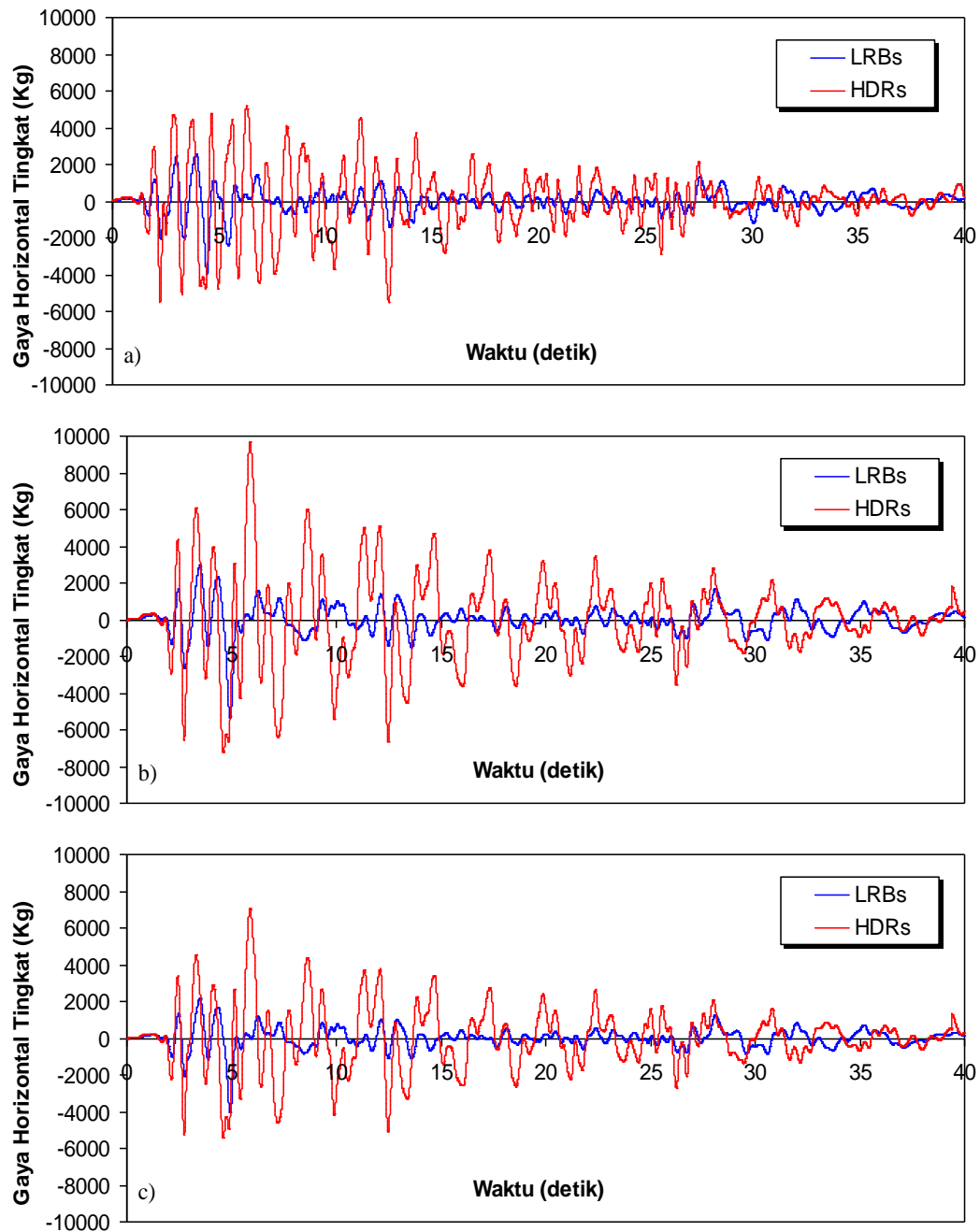
Gambar 5.115 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



Gambar 5.116 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 3, c) Tingkat Atap



Gambar 5.117 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 3, c) Tingkat Atap



Gambar 5.118 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 14, c) Tingkat Atap

5.4.5 Gaya Geser Tingkat

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai gaya geser tingkat struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.67 sampai Tabel 5.69 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.119 sampai Gambar 5.122.

Pada Tabel 5.67 untuk struktur tingkat 4 terlihat bahwa gaya geser tingkat struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 8265,9721 kg lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 19263,2663 kg. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 1 sebesar 0,4291 atau reduksi rasio gaya geser tingkat struktur diperoleh 57,09 %.

Pada Tabel 5.68 untuk struktur tingkat 10 terlihat bahwa gaya geser tingkat struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 18021,6156 kg lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 42688,7399 kg. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 3 sebesar 0,3593 atau reduksi rasio gaya geser tingkat struktur diperoleh 64,07 %.

Pada Tabel 5.69 untuk struktur tingkat 15 terlihat bahwa gaya geser tingkat struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 25917,0189 kg lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 61781,3488 kg. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 6 sebesar 0,3864 atau reduksi rasio gaya geser tingkat struktur diperoleh 61,36 %.

Dari struktur 4, 10 dan 15 tingkat terlihat memiliki respons yang sama dimana bangunan dengan isolasi dasar dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) gaya geser tingkat struktur lebih kecil dari bangunan dengan isolasi dasar dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs). Reduksi gaya geser tingkat struktur yang diperoleh berkisar antara 57,09 – 64,07 %.

Tabel 5.67 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 4 Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940

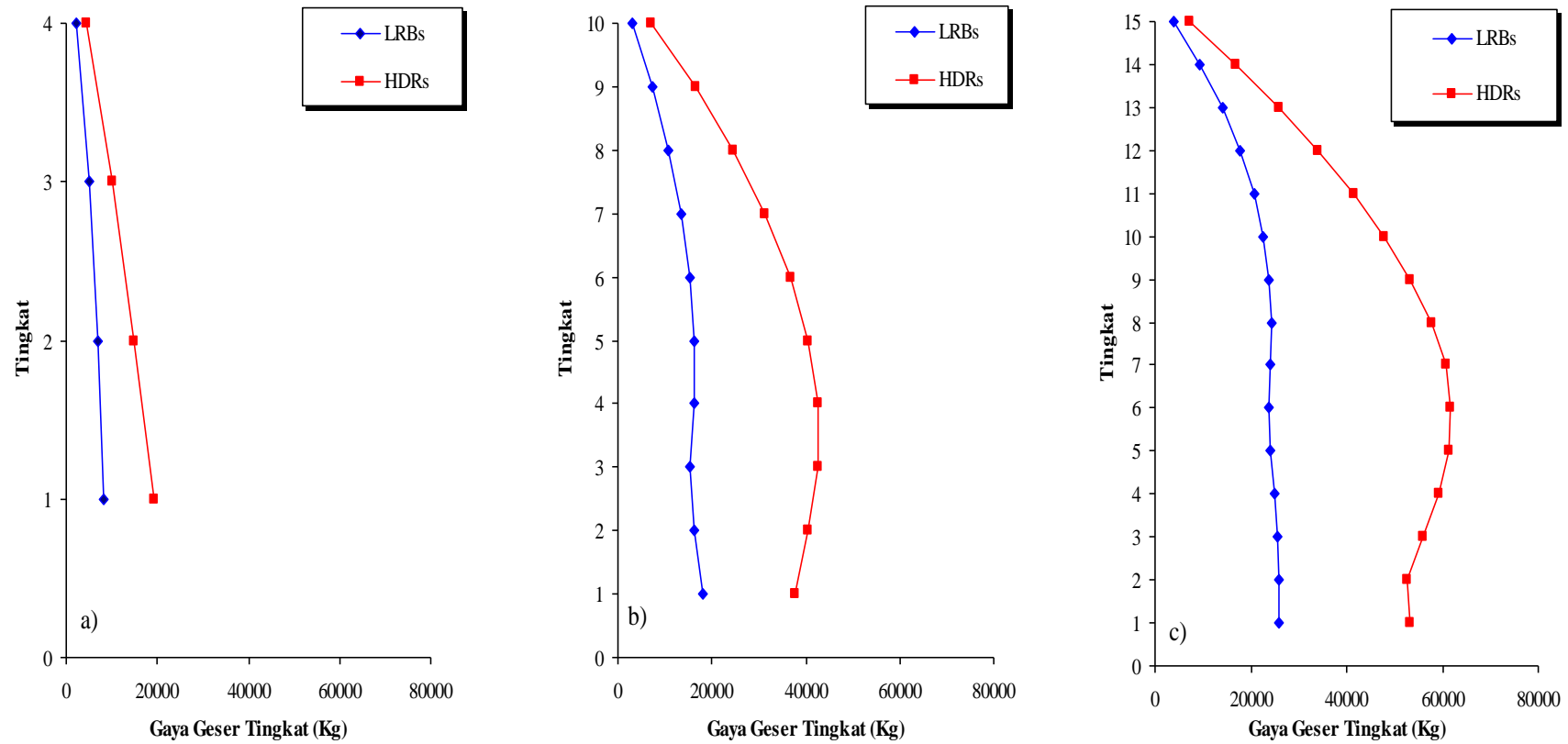
Tingkat	Gaya Geser Tingkat (kg)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
4	2243.5059	4529.3000	0.4953
3	5001.9317	10146.9905	0.4929
2	7003.7552	14907.0666	0.4698
1	8265.9721	19263.2663	0.4291

Tabel 5.68 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 10 Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940

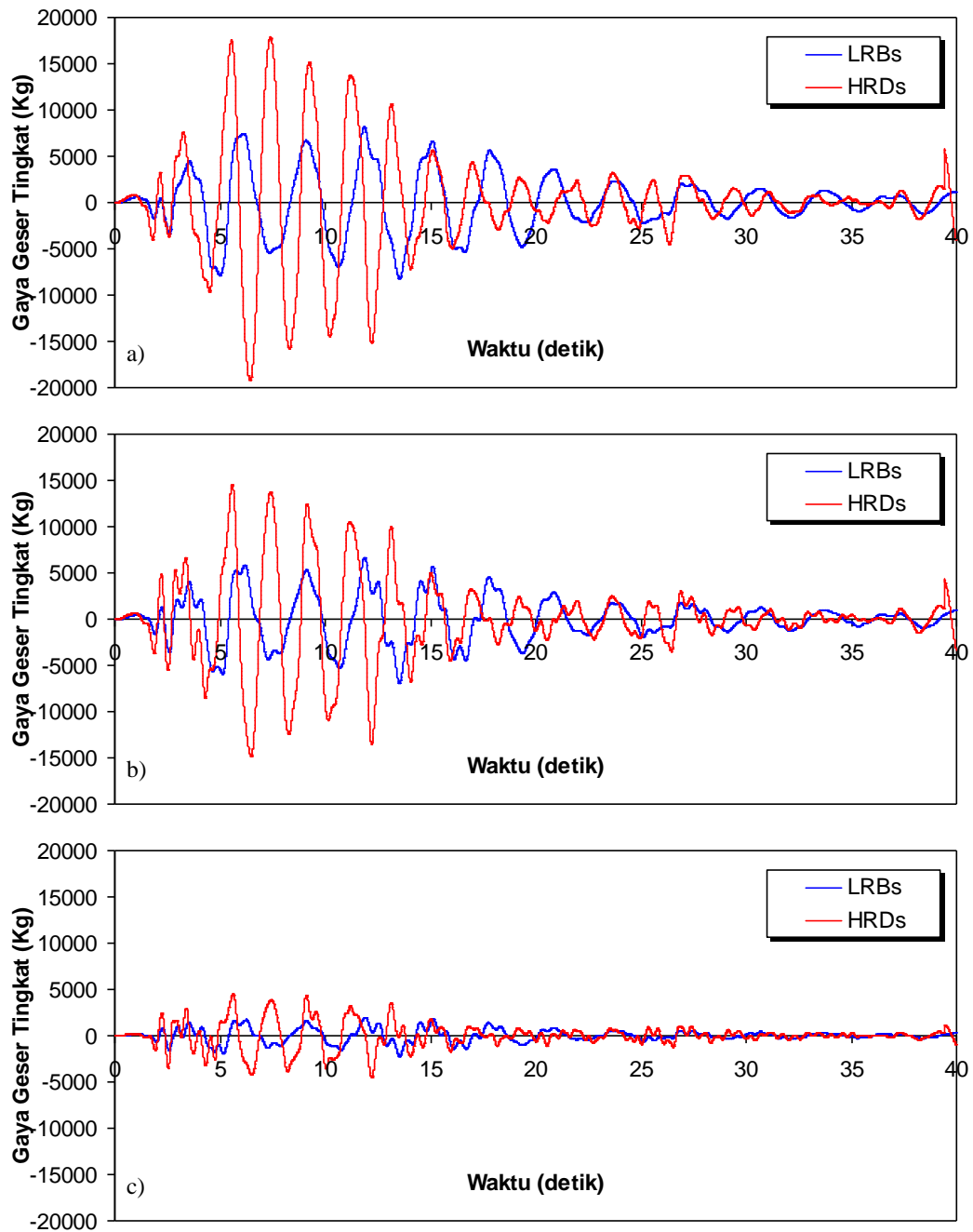
Tingkat	Gaya Geser Tingkat (kg)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
10	3177.3050	7045.7613	0.4510
9	7262.1724	16400.9754	0.4428
8	10665.3847	24603.1275	0.4335
7	13362.3589	31375.1997	0.4259
6	15290.7482	36744.7470	0.4161
5	16250.9745	40566.2663	0.4006
4	16178.3527	42688.7399	0.3790
3	15320.6238	42634.6248	0.3593
2	16340.6454	40469.1229	0.4038
1	18021.6156	37629.3069	0.4789

Tabel 5.69 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 15 Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940

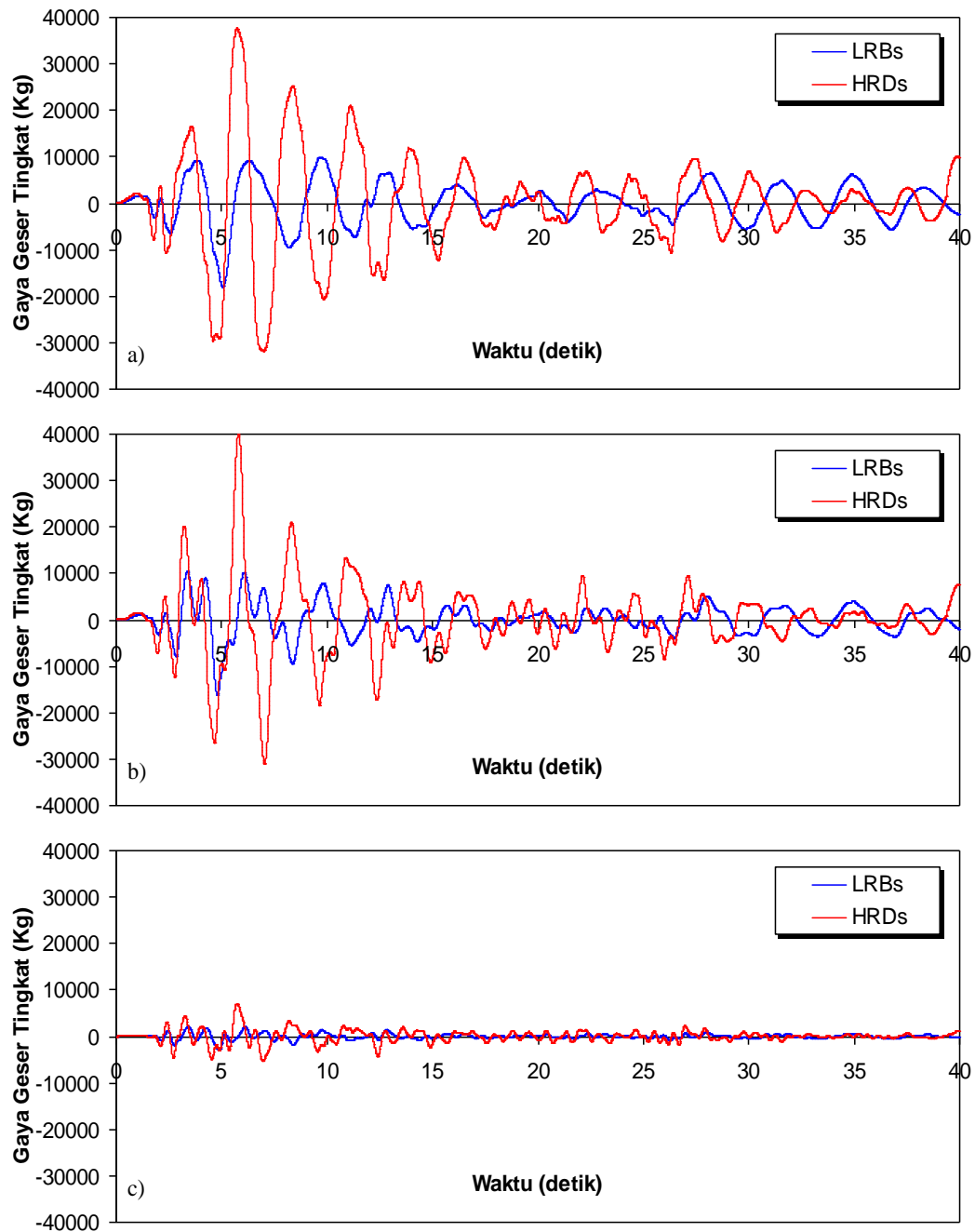
Tingkat	Gaya Geser Tingkat (kg)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
15	4041.1394	7092.5474	0.5698
14	9382.4026	16756.1486	0.5599
13	14055.0124	25830.4441	0.5441
12	17811.2590	34096.0060	0.5224
11	20612.5057	41416.2419	0.4977
10	22521.6935	47837.2688	0.4708
9	23688.0981	53372.1570	0.4438
8	24229.2235	57749.9846	0.4196
7	24207.3081	60641.4911	0.3992
6	23869.3338	61781.3488	0.3864
5	23996.5544	61214.6653	0.3920
4	24998.1445	59132.5267	0.4227
3	25664.1299	56012.6329	0.4582
2	25917.0189	52588.8026	0.4928
1	25797.7137	53114.8043	0.4857



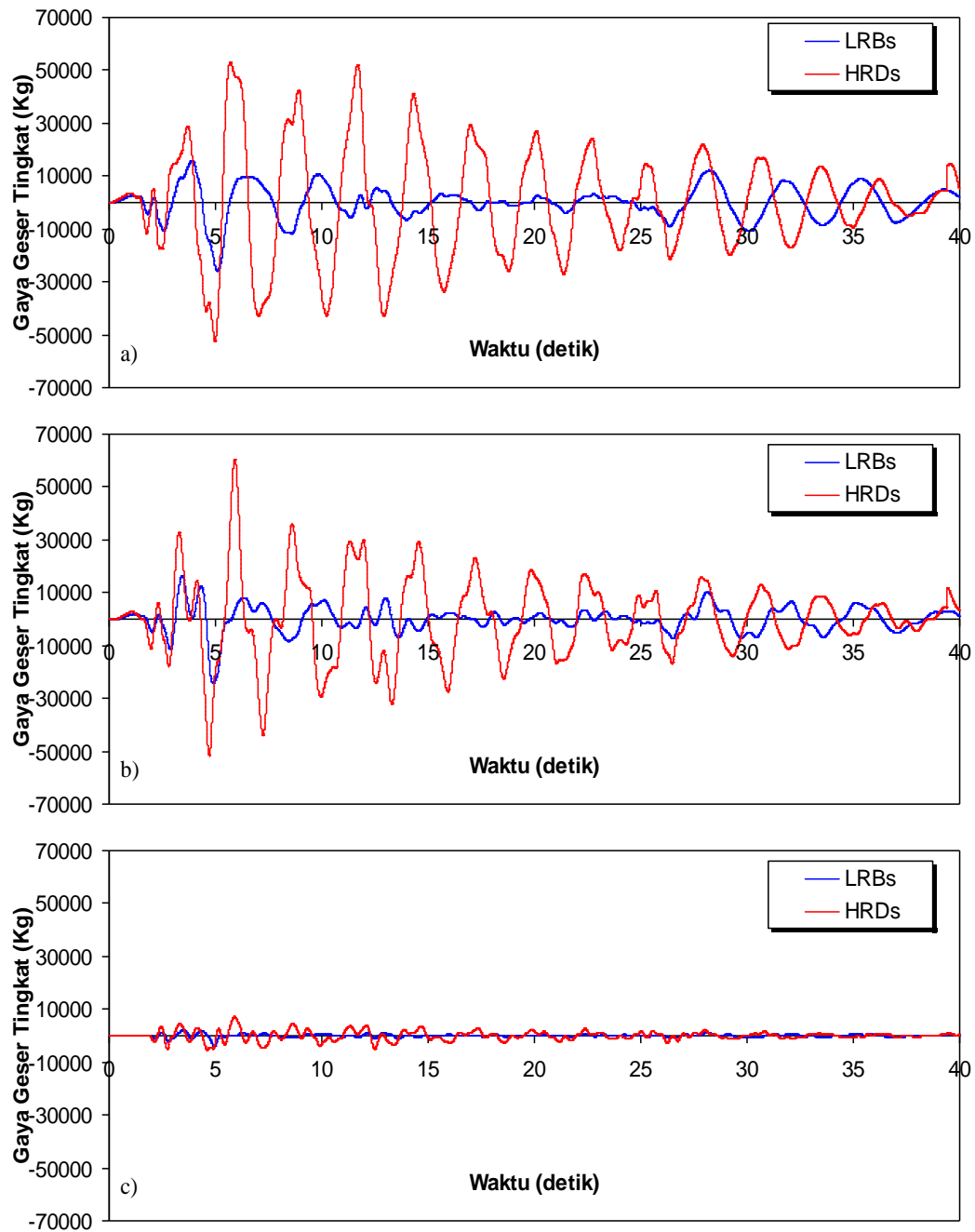
Gambar 5.119 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maksimum Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



Gambar 5.120 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.121 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 5, c) Tingkat Atap



Gambar 5.122 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 7, c) Tingkat Atap

5.4.6 Momen Guling

Respons seismik akibat beban gempa yang berupa nilai momen guling struktur bangunan maksimum hasil analisis program menggunakan ProVIbe dapat dilihat pada Tabel 5.70 sampai Tabel 5.72 sedangkan untuk grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.123 sampai Gambar 5.126.

Pada Tabel 5.70 untuk struktur tingkat 4 terlihat bahwa momen guling struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 2626408,2015 kg.cm lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 5590149,9869 kg.cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 1 sebesar 0,4698 atau reduksi rasio momen guling struktur diperoleh 53,02 %.

Pada Tabel 5.71 untuk struktur tingkat 10 terlihat bahwa momen guling struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 6127742,0374 kg.cm lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 16008277,4613 kg.cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 2 sebesar 0,3593 atau reduksi rasio momen guling struktur diperoleh 64,07 %.

Pada Tabel 5.72 untuk struktur tingkat 15 terlihat bahwa momen guling struktur maksimum yang terjadi pada kondisi non linier inelastis bangunan dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) yaitu 9718882,0783 kg.cm lebih kecil dari bangunan dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) yaitu 23168005,8007 kg.cm. Ratio terkecil terjadi pada tingkat 2 sebesar 0,3864 atau reduksi rasio momen guling struktur diperoleh 61,37 %.

Dari struktur 4, 10 dan 15 tingkat terlihat memiliki respons yang sama dimana bangunan dengan isolasi dasar dengan *Lead Rubber Bearing* (LRBs) momen guling struktur lebih kecil dari bangunan dengan isolasi dasar dengan *High Damping Rubber Bearing* (HDRs). Reduksi momen guling struktur yang diperoleh berkisar antara 53,02 – 64,07 %.

**Tabel 5.70 Perbandingan Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 4
Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940**

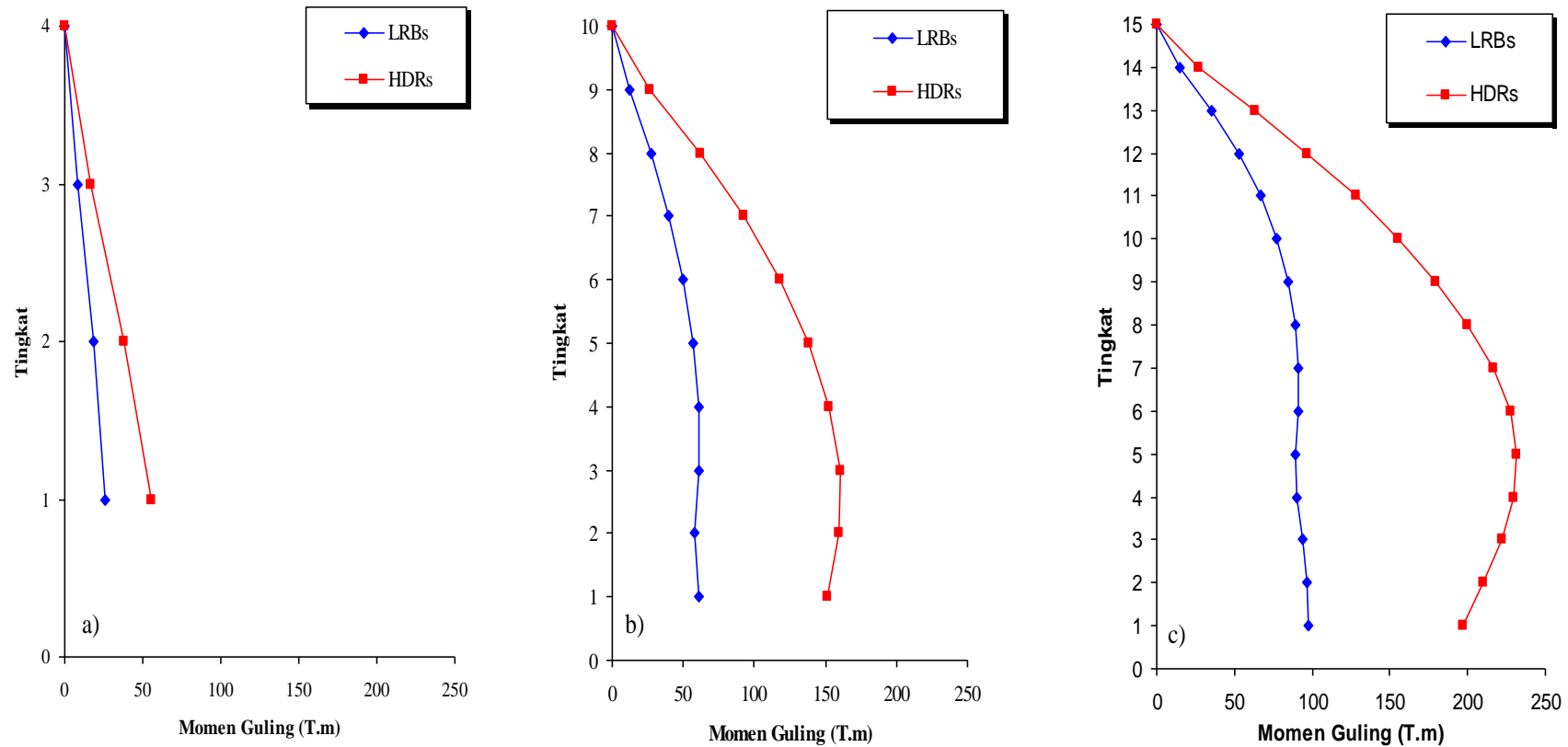
Tingkat	Momen Guling (kg.cm)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
4	0	0	0
3	841314.7119	1698487.4823	0.4953
2	1875724.3943	3805121.4463	0.4929
1	2626408.2015	5590149.9869	0.4698

**Tabel 5.71 Perbandingan Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 10
Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940**

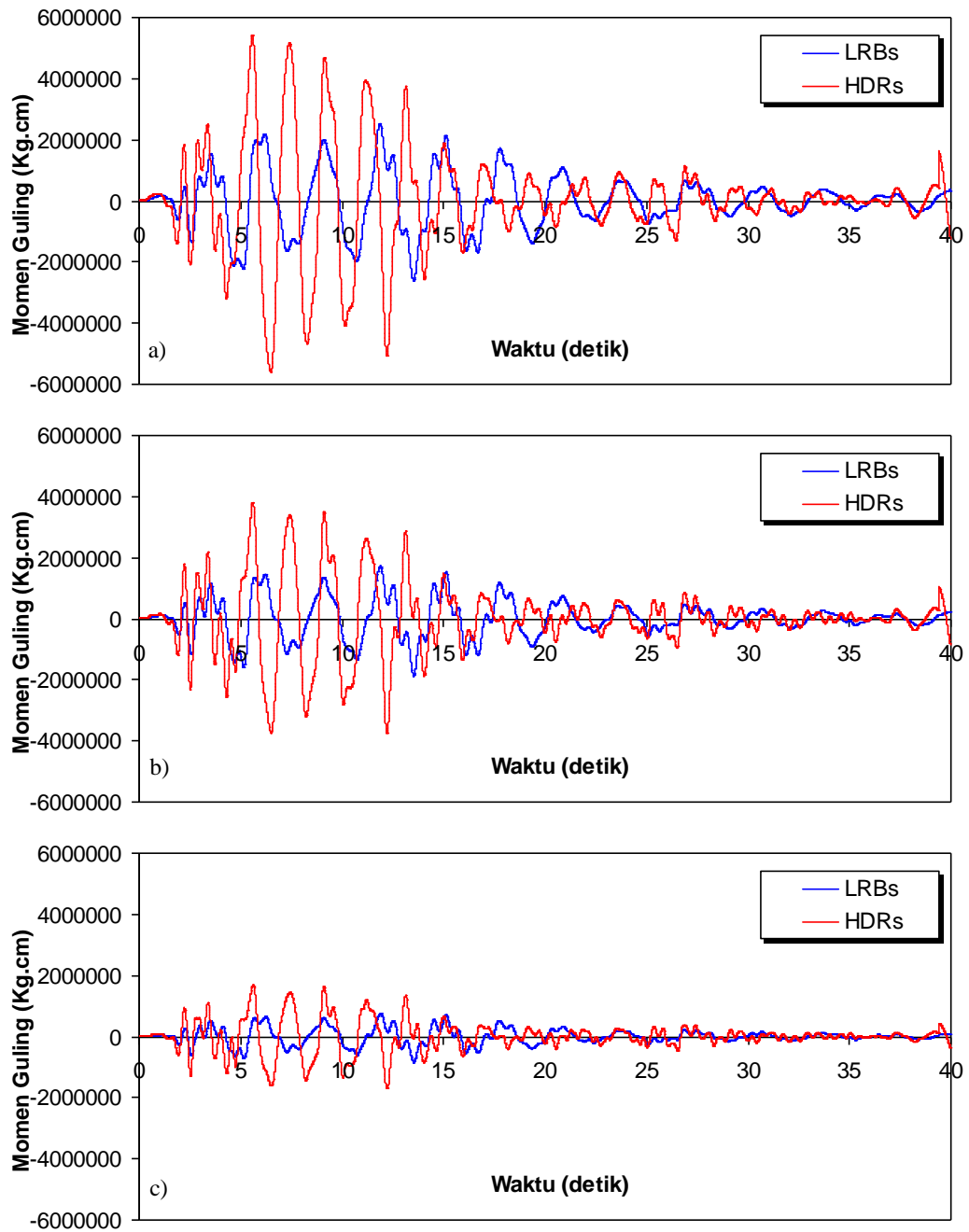
Tingkat	Momen Guling (kg.cm)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
10	0	0	0
9	1191489.3921	2642160.4821	0.4510
8	2723314.6543	6150365.7785	0.4428
7	3999519.2488	9226172.8168	0.4335
6	5010884.5765	11765699.8878	0.4259
5	5734030.5782	13779280.1212	0.4161
4	6094115.4347	15212349.8506	0.4006
3	6066882.2566	16008277.4613	0.3790
2	5745233.9279	15987984.3187	0.3593
1	6127742.0374	15175921.0970	0.4038

**Tabel 5.72 Perbandingan Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 15
Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940**

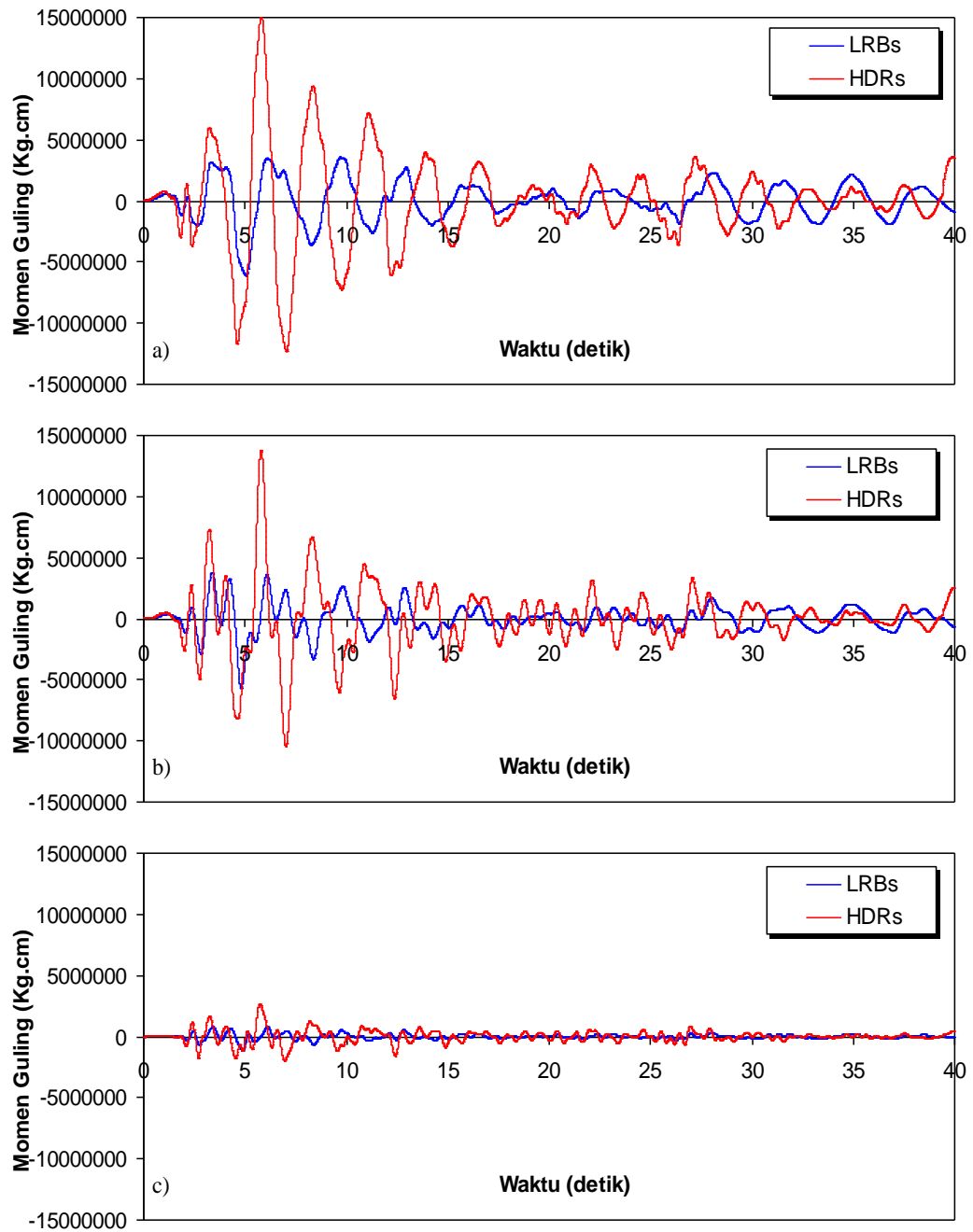
Tingkat	Momen Guling (kg.cm)		
	LRBs (A)	HDRs (B)	Rasio = A/B
15	0	0	0
14	1515427.2919	2659705.2873	0.5698
13	3518400.9833	6283555.7170	0.5599
12	5270629.6605	9686416.5243	0.5441
11	6679222.1335	12786002.2547	0.5224
10	7729689.6368	15531090.7119	0.4977
9	8445635.0452	17938975.7978	0.4708
8	8883036.7804	20014558.8749	0.4438
7	9085958.8186	21656244.2064	0.4196
6	9077740.5385	22740559.1562	0.3992
5	8951000.1846	23168005.8007	0.3864
4	8998707.9035	22955499.4789	0.3920
3	9374304.1715	22174697.4961	0.4227
2	9624048.7095	21004737.3346	0.4582
1	9718882.0783	19720800.9659	0.4928



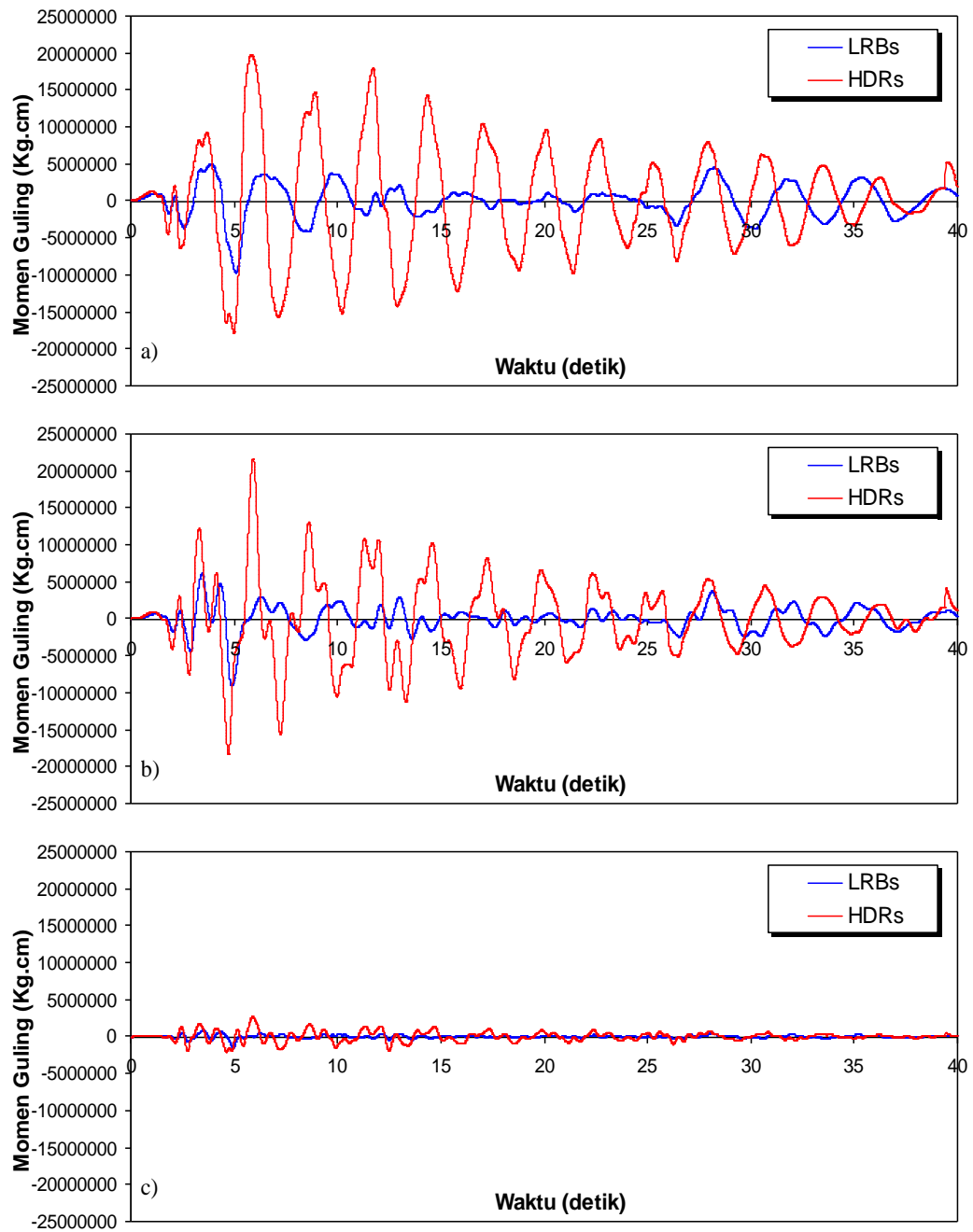
Gambar 5.123 Perbandingan Momen Guling Maksimum Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Bangunan 4 Tingkat, b) Bangunan 10 Tingkat, c) Bangunan 15 Tingkat



Gambar 5.124 Perbandingan Momen Guling Riwayat Waktu Struktur 4 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 2, c) Tingkat Atap



Gambar 5.125 Perbandingan Momen Guling Riwayat Waktu Struktur 10 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 5, c) Tingkat Atap



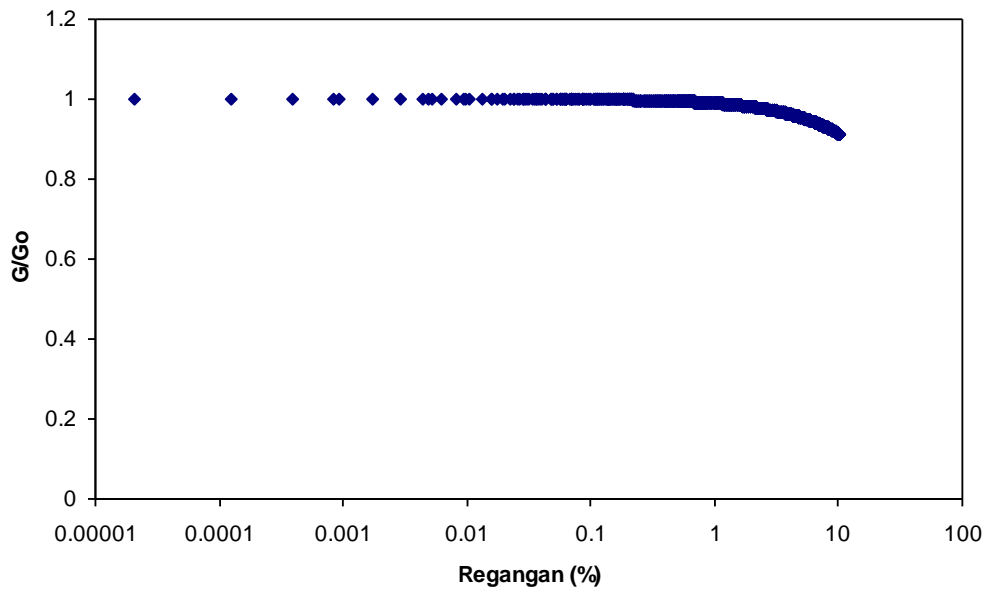
Gambar 5.126 Perbandingan Momen Guling Riwayat Waktu Struktur 15 Tingkat Antara Isolasi Dasar LRBs dan HDRs Akibat Gempa El Centro 1940 : a) Tingkat Dasar, b) Tingkat 7, c) Tingkat Atas

5.4.7 *Hysteristic Loops*

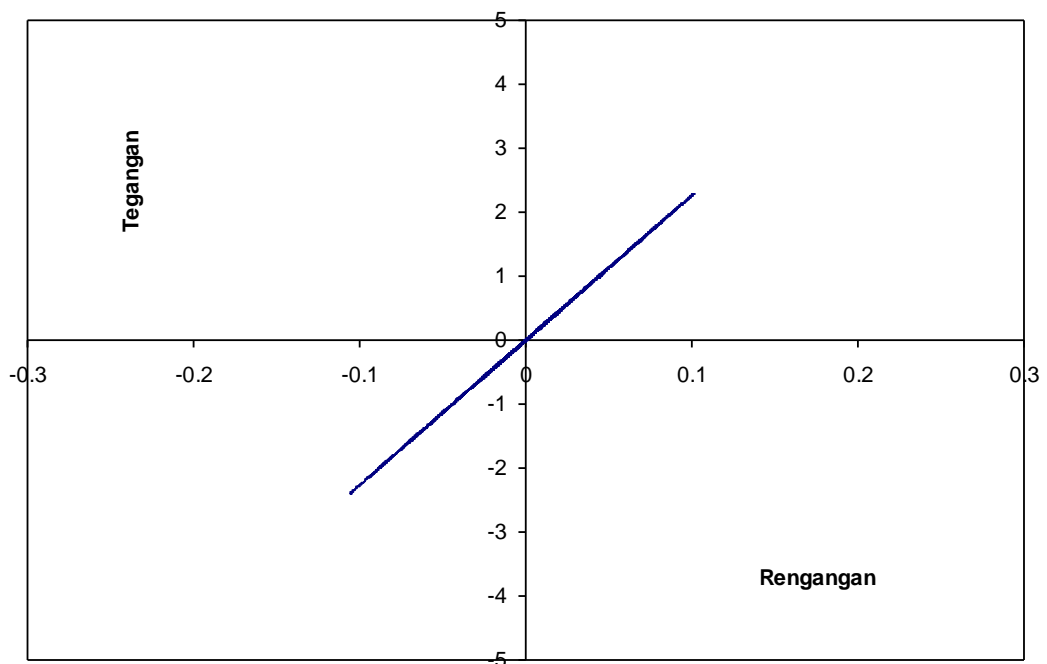
Pada penelitian ini kekakuan isolasi dasar akan berubah ketika terjadi gempa, sehingga perilaku isolasi dasar akan juga berubah dari yang sebelumnya bersifat elastik (kekakuan tetap) menjadi inelastik (kekakuan berubah-ubah). Parameter penting yang menunjukkan kondisi tersebut adalah dengan *hysteretic loops* yaitu grafik hubungan antara beban-simpangan atau tegangan-regangan. Respons non linier inelastik menurut *Ramberg Osgood Model* menunjukkan bahwa kekakuan isolasi dasar berubah-ubah menurut fungsi waktu gempa yang terjadi.

Hasil analisis *hysteretic loops* menurut *Ramberg Osgood Model* menunjukkan perbedaan antara struktur tingkat 4, 10 dan 15 dikarenakan beban massa bangunan berbeda. Berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa respons tegangan dan regangan dengan struktur jumlah tingkat sedikit lebih besar dari struktur jumlah tingkat lebih banyak. Hal ini terjadi dikarenakan massa bangunan diatas isolasi dasar akan memberikan tegangan yang jauh lebih besar kepada isolasi dasar dibawahnya sehingga demikian kekakuan isolasi dasar akan bertambah. Kekakuan isolasi dasar yang bertambah ini membuat isolasi dasar menjadi lebih keras sehingga simpangan yang terjadi akibat beban gempa akan lebih kecil.

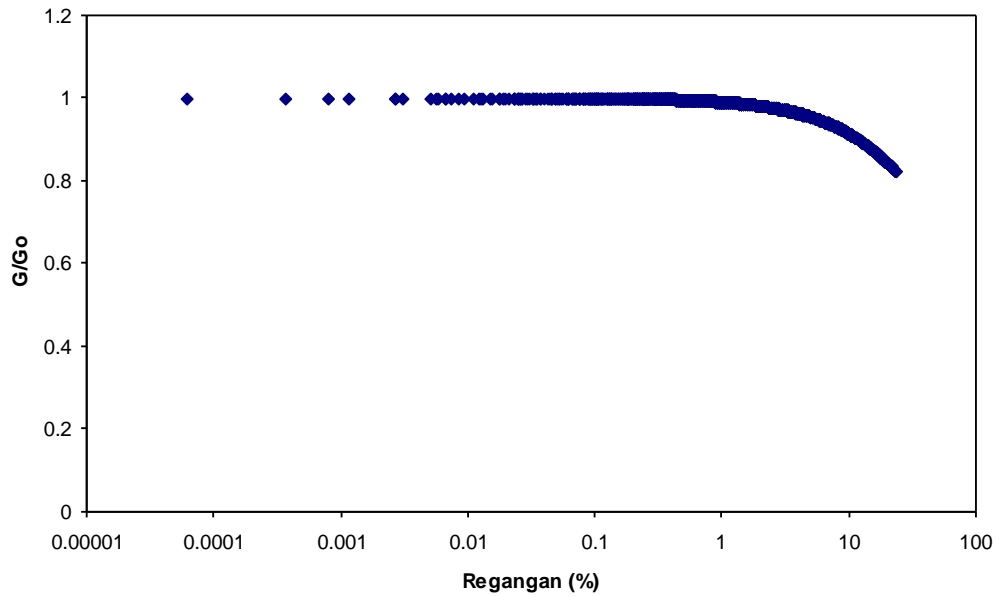
Jumlah tingkat dalam struktur bangunan akan sangat berpengaruh terhadap massa dan tegangan isolasi dasar. Semakin kecil tegangan terhadap isolasi dasar maka modulus gesernya akan mengecil. Modulus geser yang mengecil juga akan memperkecil kandungan kekakuan isolasi dasar apabila dikombinasikan dengan tinggi isolasi dasar. Oleh karena itu semakin jumlah tingkat struktur sedikit akan semakin kekakuan kecil sehingga respons yang terjadi cenderung membesar dibandingkan jumlah struktur yang lebih banyak. Grafik selengkapnya untuk *hysteretic loops* dan rasio G/G_0 -Regangan dapat dilihat pada Gambar 5.127 sampai dengan Gambar 5.138.



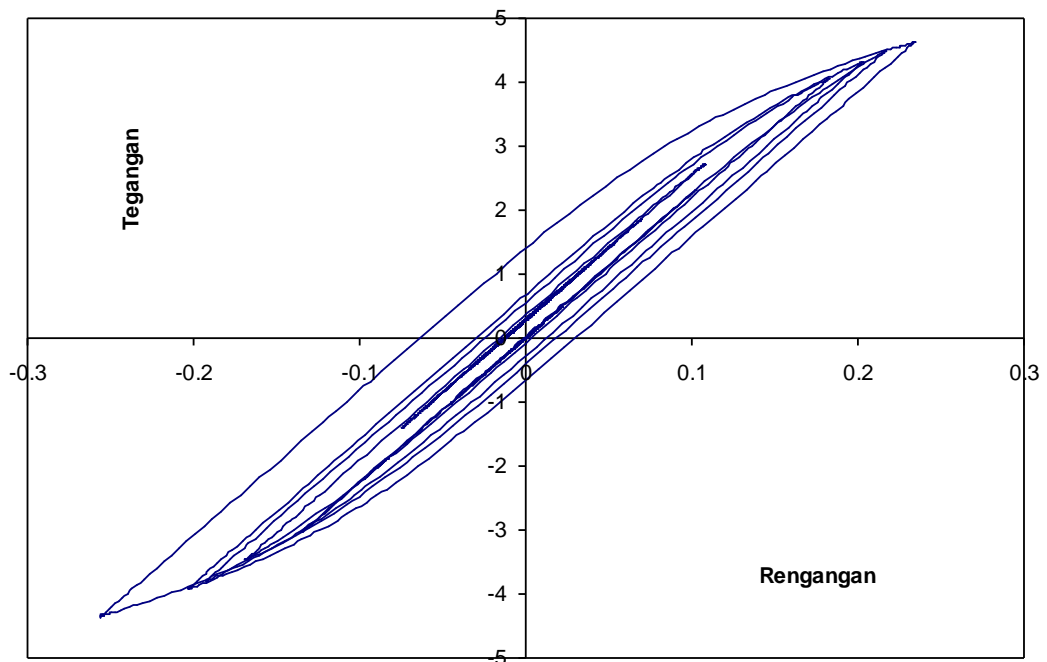
Gambar 5.127 Rasio G/G_0 - Regangan Isolasi Dasar *Lead Rubber Bearing* (LRBs) Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



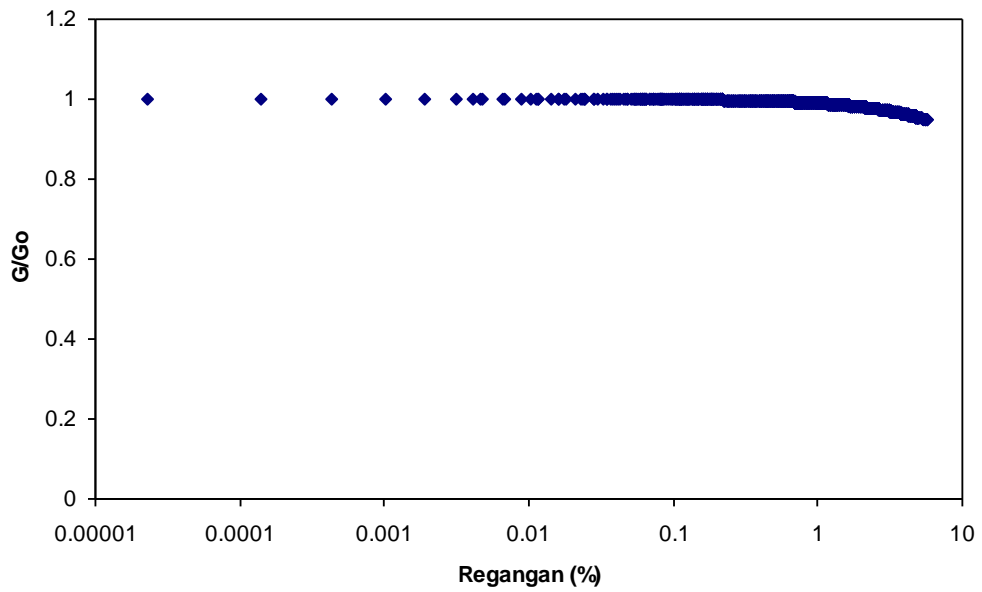
Gambar 5.128 *Hysteretic Loops* Isolasi Dasar *Lead Rubber Bearing* (LRBs) Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



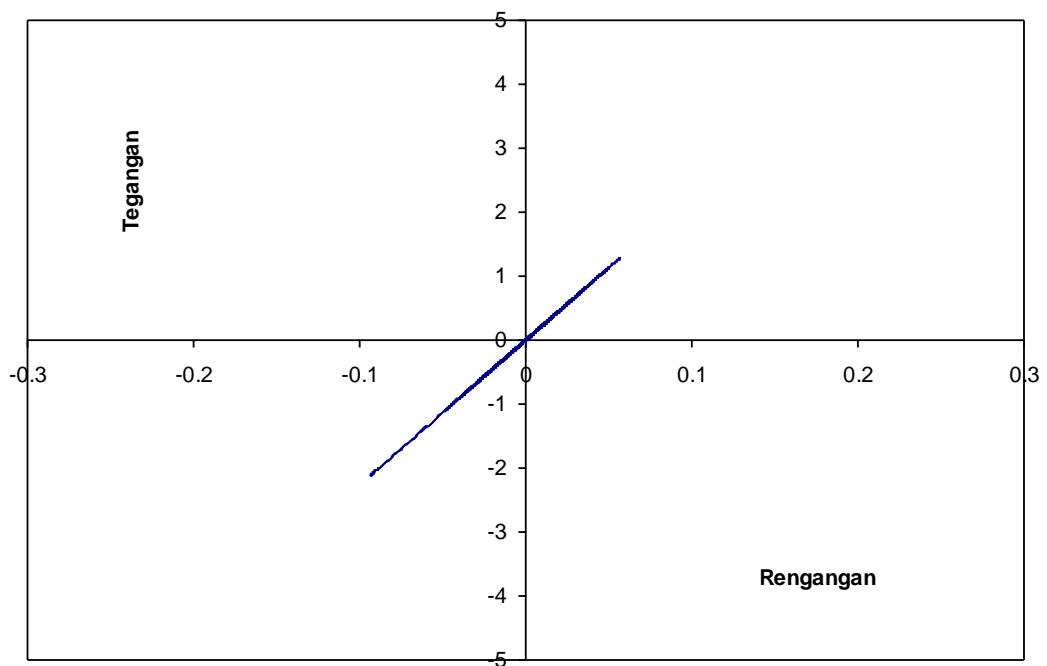
Gambar 5.129 Rasio G/G_0 - Regangan Isolasi Dasar *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



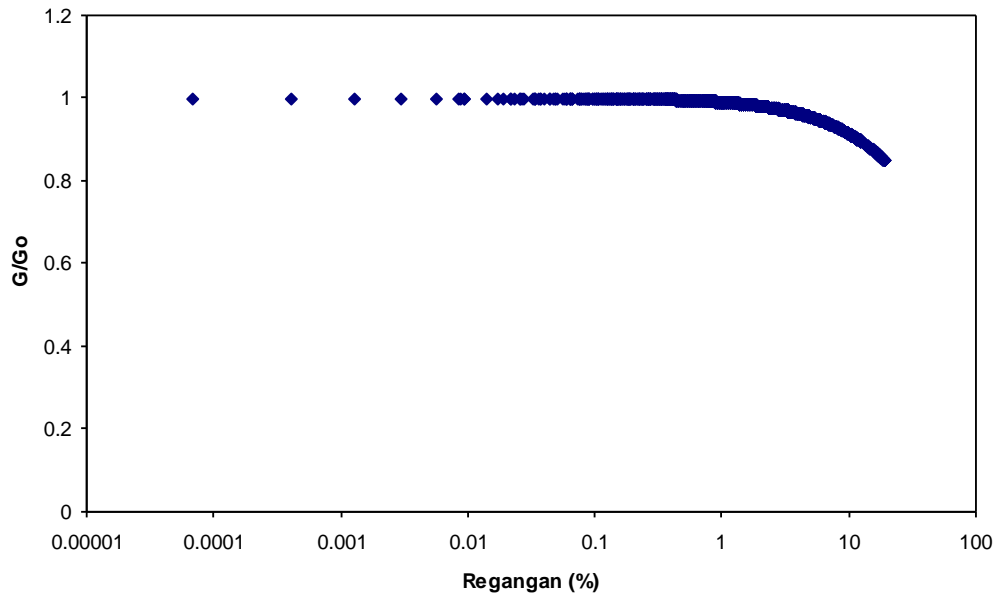
Gambar 5.130 *Hysteristic Loops* Isolasi Dasar *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



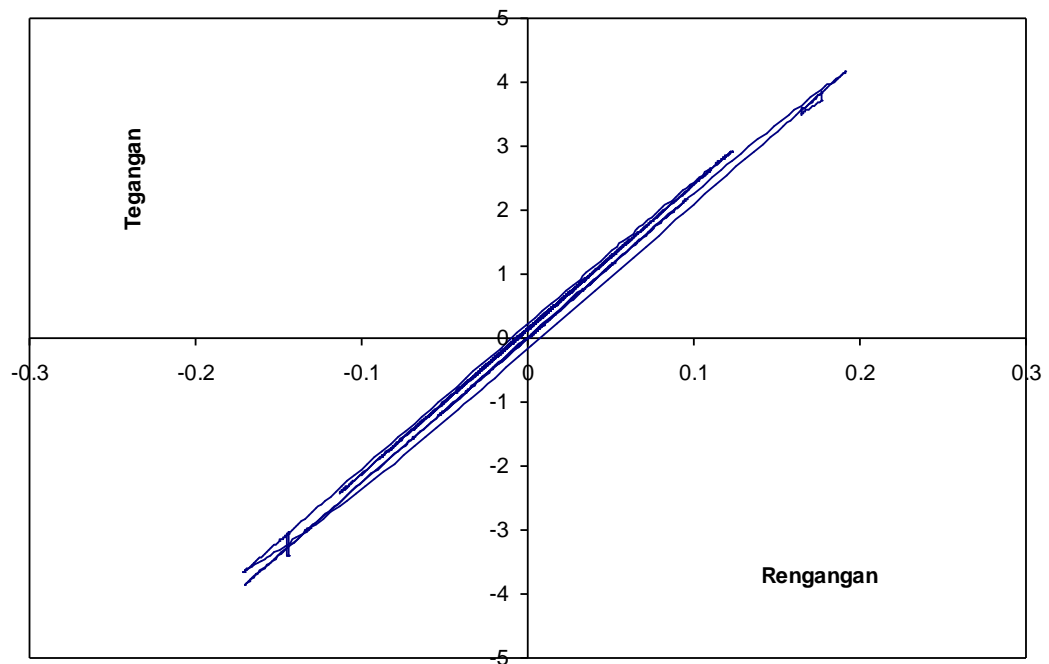
Gambar 5.131 Rasio G/G_0 - Regangan Isolasi Dasar *Lead Rubber Bearing* (LRBs) Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



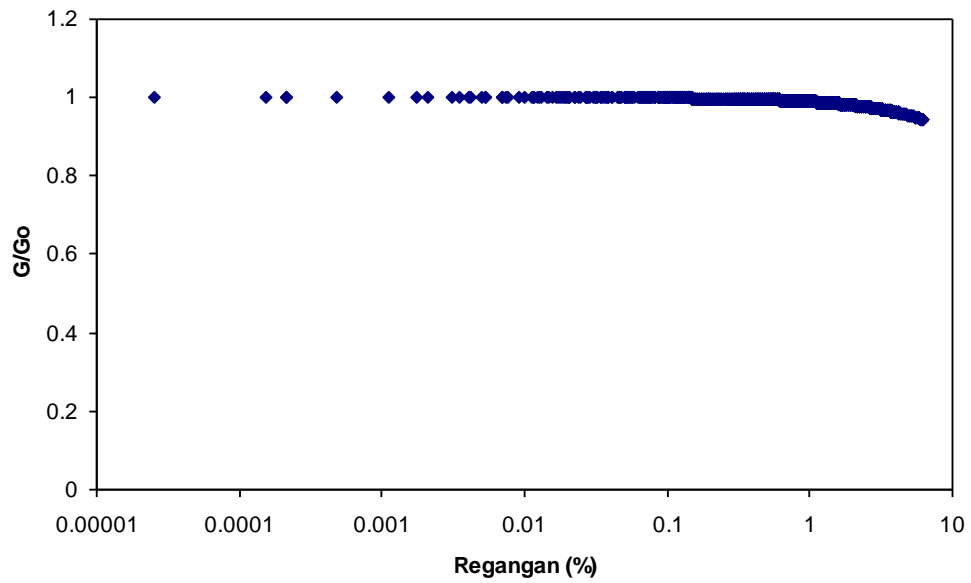
Gambar 5.132 *Hysteristic Loops* Isolasi Dasar *Lead Rubber Bearing* (LRBs) Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



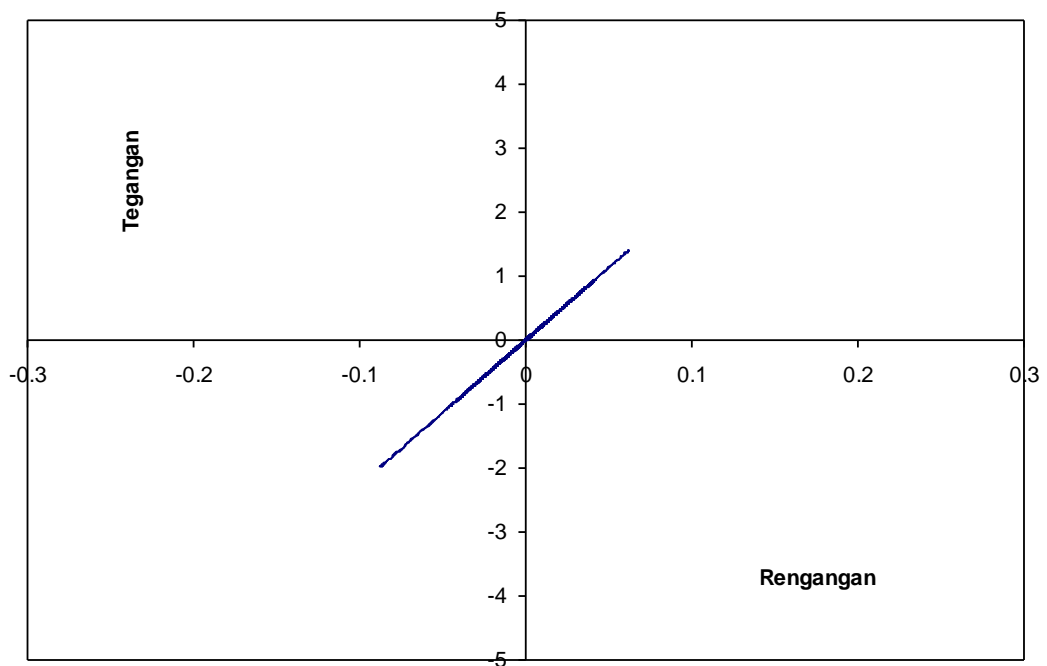
Gambar 5.133 Rasio G/G_0 - Regangan Isolasi Dasar *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



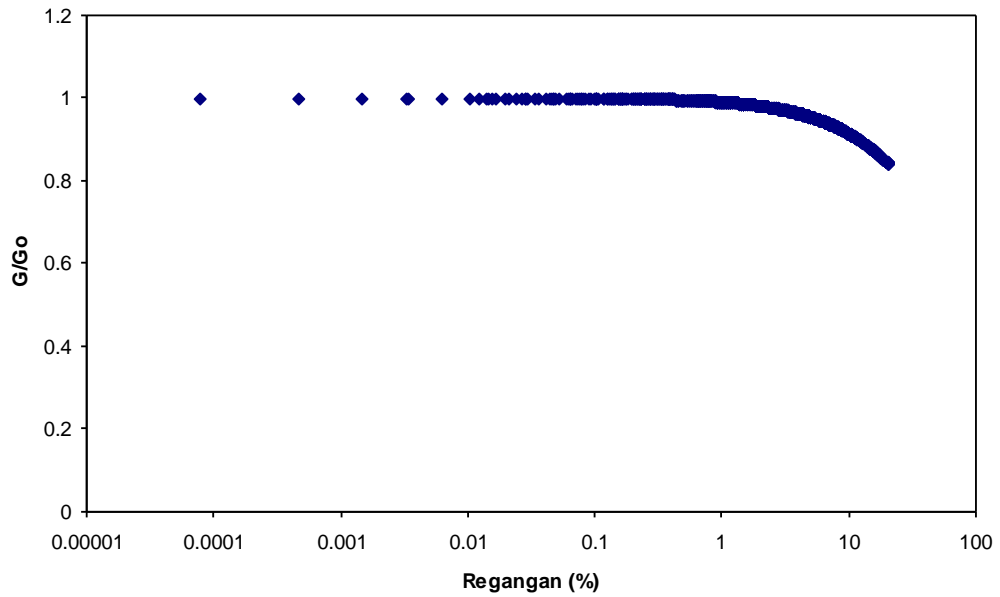
Gambar 5.134 *Hysteristic Loops* Isolasi Dasar *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



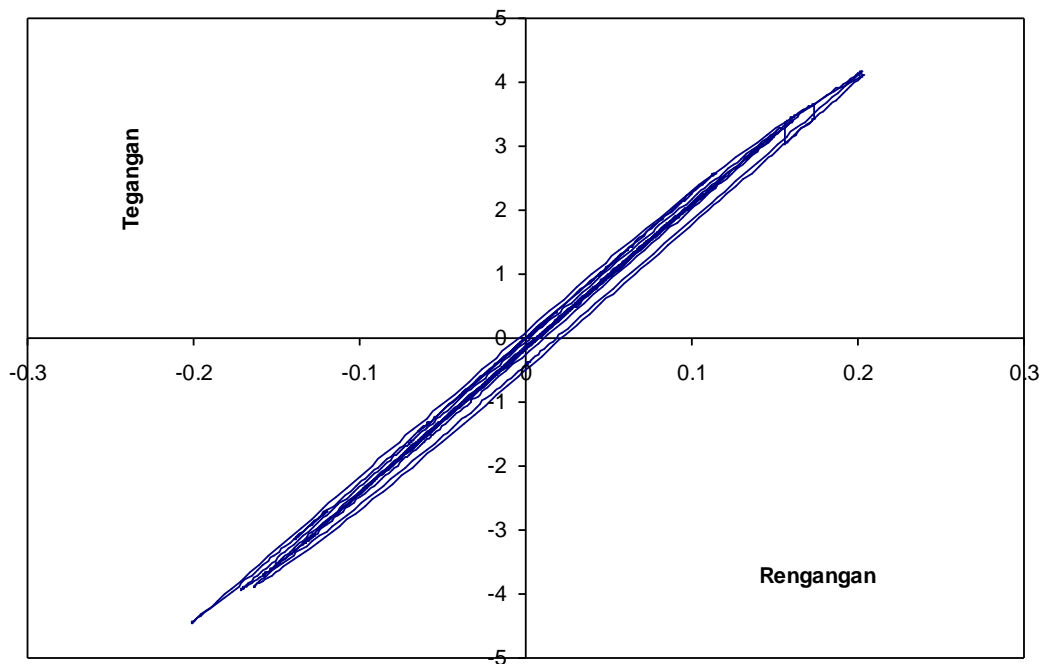
Gambar 5.135 Rasio G/G_0 - Regangan Isolasi Dasar *Lead Rubber Bearing* (LRBs) Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



Gambar 5.136 *Hysteristic Loops* Isolasi Dasar *Lead Rubber Bearing* (LRBs) Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



Gambar 5.137 Rasio G/G_0 - Regangan Isolasi Dasar *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940



Gambar 5.138 *Hysteristic Loops* Isolasi Dasar *High Damping Rubber Bearing* (HDRs) Struktur 15 Tingkat Akibat Gempa El Centro 1940