

BAB V

HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

Program ProgSIP 2006 merupakan program yang dibuat dengan bahasa *Microsoft Visual Basic 6.0*, dengan cara mengaplikasikan tahapan hitungan manual yang terdapat dalam landasan teori. Program ini merupakan modifikasi dari ProgSIP 2004 dari penelitian Tugas Akhir terdahulu. Program ini terdiri dari perhitungan massa, kekakuan, dan respon struktur terhadap beban dinamik. *Input* dari program ini terdiri dari tipe, dimensi struktur, dimensi elemen-elemen struktur, massa dan kekakuan. *Input* yang lain berupa parameter dari *base isolation* yang berupa kekakuan *base isolation* dan Alpha (α). Sedangkan data percepatan tanah berupa data gempa, skala gempa dan *damping ratio*.

Hasil analisa atau *output* dari program ini adalah *Mode Shape* (ragam goyangan), Simpangan Netto, Simpangan antar Tingkat (*Inetrstorey Drift*), gaya Horisontal Tingkat (F), Gaya Horisontal Tingkat Kumulatif (V), dan Momen Guling. Variasi-variasi hitungan dari tugas akhir ini terdiri dari variasi akibat kekakuan *base isolation*, Alpha (α), variasi dari beban gempa yaitu gempa El-Centro, gempa Santacruz, dan gempa Koyna. Variasi yang lain adalah dengan memvariasikan tinggi tingkat struktur dimana struktur tersebut dibedakan menjadi

struktur dengan menggunakan peredam gempa yang berupa *base isolation* dan struktur tanpa menggunakan *base isolation* (tipikal).

Dalam menganalisis peneliti membandingkan hasil perhitungan secara manual menggunakan *Microsoft Excel* dengan hasil perhitungan menggunakan program ProgSIP 2006. Dari hasil perbandingan kita dapat mencari tingkat ketelitian dari masing-masing perhitungan. Analisis ini juga membandingkan hasil perhitungan bangunan tanpa *base isolation* (Tipikal) dengan bangunan *base isolation*.

5.2 Perhitungan Massa dan Kekakuan

Anggapan perhitungan dalam analisa ini adalah *Lumped Mass* dan prinsip *Shear Building*, yaitu massa dihitung pada tiap tingkat dan menggumpal ditengah bentang. Kekakuan dihitung dimana besarnya kekakuan tiap lantai merupakan jumlah dari kekakuan tiap kolomnya.

Perbedaan hitungan massa dan kekakuan diantara struktur dengan menggunakan *base isolation* dan tanpa menggunakan *base isolation* terletak pada kekakuannya. Kekakuan *base isolation* merupakan data yang diambil dari referensi, sedangkan kekakuan struktur tanpa *base isolation* diperoleh berdasarkan perhitungan. Sedangkan massa struktur pada bangunan yang menggunakan *base isolation* dianggap sama dengan massa struktur pada bangunan tanpa menggunakan *base isolation*.

Perhitungan massa diambil dari Tugas Akhir terdahulu, hasil perhitungan massa dapat dilihat pada tabel 5.1 dan 5.2 sebagai berikut :

Tabel 5.1 Hasil perhitungan massa pada struktur dengan *base isolation*

a. Struktur 4 tingkat.

Untuk massa stuktur 4 tingkat diambil dari tugas akhir M Natsir S dan Ali Arwani (2003),

Tabel 5.1.1 Hasil Perhitungan Massa struktur 4 Tingkat

No	Tingkat	Massa (kg.dt2/cm)
1	<i>Base isolation</i>	119.86
2	2	129.3025
3	3	125.6725
4	4	80.185

b. Struktur 8 tingkat.

Untuk massa stuktur 8 tingkat diambil dari tugas akhir Markoco dan Hermanto (1988),

Tabel 5.1.2 Hasil Perhitungan Massa struktur 8 Tingkat

No	Tingkat	Massa (kg.dt2/cm)
1	<i>Base isolation</i>	166.06
2	2	150.60
3	3	141.45
4	4	63.36
5	5	43.56
6	6	52.51
7	7	32.42
8	8	23.66

c. Struktur 10 tingkat.

Untuk massa stuktur 10 tingkat diambil dari tugas akhir Sri Achyu Rahmanuwati (2000),

Tabel 5.1.3 Hasil Perhitungan Massa struktur 10 Tingkat

No	Lantai	Massa (kg.dt ² /cm)
1	<i>Base isolation</i>	117.28
2	2 s/d 10	62.82

Tabel 5.2 Hasil perhitungan massa pada struktur tanpa *base isolation*

a. Struktur 4 tingkat.

Untuk massa stuktur 4 tingkat diambil dari tugas akhir M Natsir S dan Ali Arwani (2003),

Tabel 5.2.1 Hasil Perhitungan Massa struktur 4 Tingkat

No	Tingkat	Massa (kg.dt ² /cm)
1	<i>Base isolation</i>	119.86
2	2	129.3025
3	3	125.6725
4	4	80.185

b. Struktur 8 tingkat.

Untuk massa stuktur 8 tingkat diambil dari tugas akhir Markoco dan Hermanto (1988),

Tabel 5.2.2 Hasil Perhitungan Massa struktur 8 Tingkat

No	Tingkat	Massa (kg.dt ² /cm)
1	<i>Base isolation</i>	166.06
2	2	150.60
3	3	141.45
4	4	63.36
5	5	43.36
6	6	52.51
7	7	32.42
8	8	23.66

c. Struktur 10 tingkat.

Untuk massa struktur 10 tingkat diambil dari tugas akhir Sri Achyu Rahmanuwati (2000),

Tabel 5.2.3 Hasil Perhitungan Massa struktur 10 Tingkat

No	Tingkat	Massa (kg.dt ² /cm)
1	Base isolation	117.28
2	2 s/d 10	62.82

Kekakuan dihitung menggunakan prinsip *shear building* dimana kekakuan kolom tidak dipengaruhi oleh balok yang menghubungkan kolom-kolom yang ada. Kekakuan kolom dapat dihitung dengan persamaan (3.24). Berdasarkan persamaan tersebut maka kekakuan kolom dihitung sebagai berikut :

a. Kolom Tepi (dimensi 40x70 cm)

$$E = 2.10^5 \text{ kg/cm}^2.$$

$$I = 1143333,33 \text{ cm}^4.$$

$$H_1 = 400 \text{ cm.}$$

$$\text{Kekakuan kolom tepi} = 2 * \frac{12 * 2.10^5 * 114,33.10^4}{(400)^3}$$

$$= 85747,5 \text{ kg/cm.}$$

b. Kolom Tengah (dimensi 40x70 cm)

$$E = 2.10^5 \text{ kg/cm.}$$

$$I = 1143333,33 \text{ cm}^4.$$

$$H_1 = 400 \text{ cm}.$$

$$\text{Kekakuan kolom tepi} = 3 * \frac{12 * 2.10^5 * 114,33.10^4}{(400)^3}$$

$$= 128621,25 \text{ kg/cm}.$$

$$\text{Kekakuan Total} = (85747,5 + 128621,25) * 0,75 = 16078,25 \text{ kg/cm}.$$

Adapun hasil perhitungan kekakuan dapat dilihat pada tabel 5.3 dan 5.4 sebagai berikut :

Tabel 5.3 Hasil perhitungan kekakuan pada struktur dengan *base isolation*

a. Struktur 4 tingkat.

Tabel 5.3.1 Hasil perhitungan kekakuan pada struktur 4 Tingkat

No	Tingkat	Kekakuan (kg/cm)
1	<i>Base isolation</i>	8932.29
2	2	160781.25
4	3	160781.25
4	4	160781.25

b. Struktur 8 tingkat.

Tabel 5.3.2 Hasil perhitungan kekakuan pada struktur 8 Tingkat

No	Tingkat	Kekakuan (kg/cm)
1	<i>Base isolation</i>	291666.66
2	2	157434.39
3	3	157434.39
4	4	157434.39
5	5	75923.22
6	6	75923.22
7	7	75923.22
8	8	49813.21

c. Struktur 10 tingkat

Tabel 5.3.3 Hasil perhitungan kekakuan pada struktur 10 Tingkat

No	Tingkat	Kekakuan (kg/cm)
1	<i>Base isolation</i>	24029.68
2	2 s/d 10	171640.625

Tabel 5.4 Hasil perhitungan kekakuan pada struktur tanpa *base isolation*

a. Struktur 4 tingkat.

Tabel 5.4.1 Hasil perhitungan kekakuan pada struktur 4 Tingkat

No	Tingkat	Kekakuan (kg/cm)
1	<i>Base isolation</i>	160781.25
2	2	160781.25
4	3	160781.25
4	4	160781.25

b. Struktur 8 tingkat.

Tabel 5.4.2 Hasil perhitungan kekakuan pada struktur 8 Tingkat

No	Tingkat	Kekakuan (kg/cm)
1	<i>Base isolation</i>	157434.39
2	2	157434.39
3	3	157434.39
4	4	157434.39
5	5	75923.22
6	6	75923.22
7	7	75923.22
8	8	49813.21

c. Struktur 10 tingkat.

Tabel 5.4.3 Hasil perhitungan kekakuan pada struktur 10 Tingkat

No	Tingkat	Kekakuan (kg/cm)
1	<i>Base isolation</i>	171640.625
2	2 s/d 10	171640.625

5.3 Analisis Respon Struktur Akibat Beban Gempa

Dalam analisis digunakan empat data gempa yaitu gempa El-centro mewakili gempa frekuensi menengah, gempa Santacruz, dan gempa Koyna yang mewakili gempa frekuensi tinggi.

Analisis-analisis yang dilakukan adalah dengan cara mencari kekakuan *base isolation* dengan cara *trial* dan coba-coba sehingga didapat kekakuan *base isolation* yang sesuai dengan jumlah tingkat bangunan. Dilanjutkan dengan memasukkan variasi empat gempa seperti tersebut diatas. Analisis diatas divariasikan pula dengan variasi struktur, yaitu 4, 8, dan 10 tingkat.

Variasi-variasi data diatas diolah pada program ProgSIP 2006 sehingga didapat *output* yang berupa *mode shape*, simpangan, kecepatan, percepatan, simpangan relatif, simpangan antar tingkat, gaya horisontal tingkat, gaya geser tingkat, dan momen guling.

5.3.1 Simpangan Relatif Struktur.

Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai simpangan relatif struktur 4, 8, dan 10 tingkat dengan 3 variasi gempa, dengan memperhatikan hasil grafik simpangan relatif maksimum yang terdapat pada **Gambar 5.1** sampai dengan **Gambar 5.4** maka,

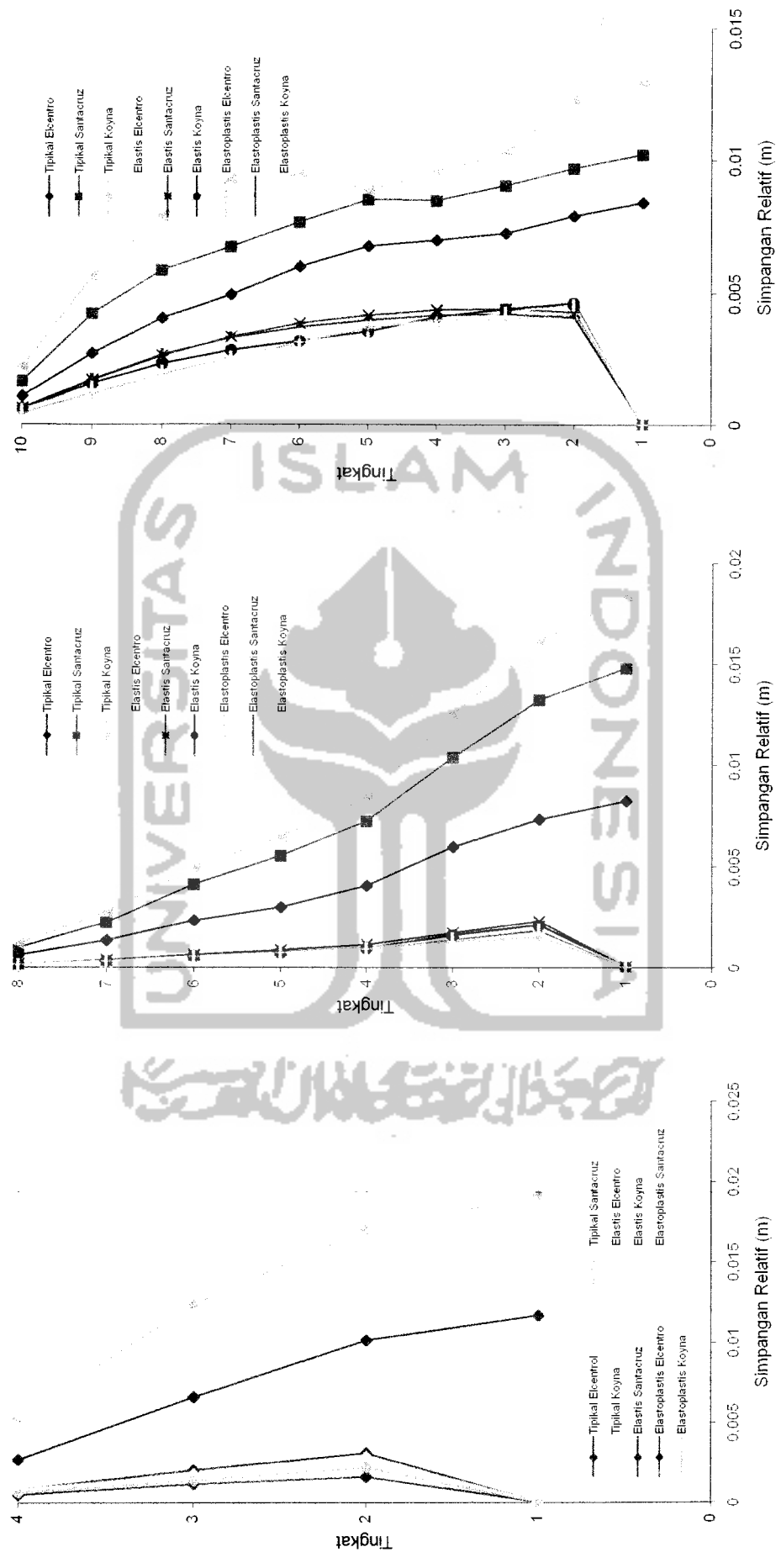
Simpangan relatif struktur dengan *base isolation* nilai terbesar terjadi pada lantai 2, hal ini dapat dilihat pada **Gambar 5.1** s/d **Gambar 5.4** karena nilai simpangan total lantai 1 sama dengan simpangan total *base isolation* maka nilai simpangan relatif pada *base isolation* yaitu pengurangan dari simpangan total lantai 1 dengan simpangan total *base isolation* (**pers. 3.54**) sehingga diperoleh simpangan relatif lantai 1 nol dan semakin keatas simpangan relatif semakin kecil. Tampak pada **Gambar 5.1** bahwa pada struktur 4 tingkat tanpa *base isolation* simpangan relatif maksimum terbesar terjadi pada struktur yang dikenai gempa Koyna hal ini dikarenakan gempa Koyna memiliki frekuensi yang tinggi. Jika suatu bangunan dikenai gempa yang berfrekuensi tinggi akan menghasilkan respon yang besar pula tetapi sebaliknya jika suatu bangunan dikenai gempa yang berfrekuensi rendah maka respon yang dihasilkan juga rendah. Untuk struktur dengan *base isolation* baik yang bersifat elastis maupun elastoplastis simpangan relatif maksimum terbesar terjadi akibat gempa Santacruz. Sedangkan simpangan relatif maksimum terkecil baik untuk bangunan dengan dan tanpa *base isolation* terjadi pada bangunan yang dikenai gempa Elcentro, hal ini disebabkan karena gempa Elcentro memiliki frekuensi menengah.

Untuk struktur 8 tingkat menghasilkan respon yang sama dengan struktur 4 tingkat baik dengan dan tanpa *base isolation*, hanya pada struktur 8 tingkat dengan *base isolation* (elastoplastik) simpangan relatif maksimum terbesar terjadi akibat gempa Koyna. Sedangkan untuk bangunan 10 tingkat simpangan relatif maksimum terbesar terjadi akibat gempa Koyna baik untuk struktur dengan dan

tanpa *base isolation*, dan simpangan relatif maksimum terkecil terjadi akibat gempa Elcentro.

Simpangan relatif struktur dengan *base isolation* lebih kecil dibandingkan simpangan relatif struktur tanpa *base isolation*, hal ini dikarenakan pada struktur dengan *base isolation* telah terjadi peredaman getaran tanah akibat gempa yang dilakukan oleh *base isolation* tersebut sehingga akan mengurangi simpangan tingkat di atas *base isolation*. Dengan adanya *base isolation* pada bangunan diharapkan dapat melindungi struktur bangunan dari efek getaran gempa serta meminimalisir kerusakan yang mungkin terjadi pada bangunan.

Selisih simpangan relatif antara struktur dengan *base isolation* yang bersifat elastis dengan struktur dengan *base isolation* yang bersifat elastoplastik sangat kecil, jadi anggapan bahwa *base isolation* tersebut bersifat elastoplastik bisa dikatakan hampir sama dengan *base isolation* yang bersifat elastis, meskipun nilai simpangan relatif struktur dengan *base isolation* yang (elastoplastik) lebih kecil dibandingkan simpangan relatif dengan *base isolation* (elastis). Hal ini dikarenakan pada *base isolation* (elastoplastik) tersebut telah mencapai plastis dimana pada tempat-tempat tertentu yang disyaratkan berperilaku daktail dan telah terjadi pemancaran energi selama pergerakan gempa.

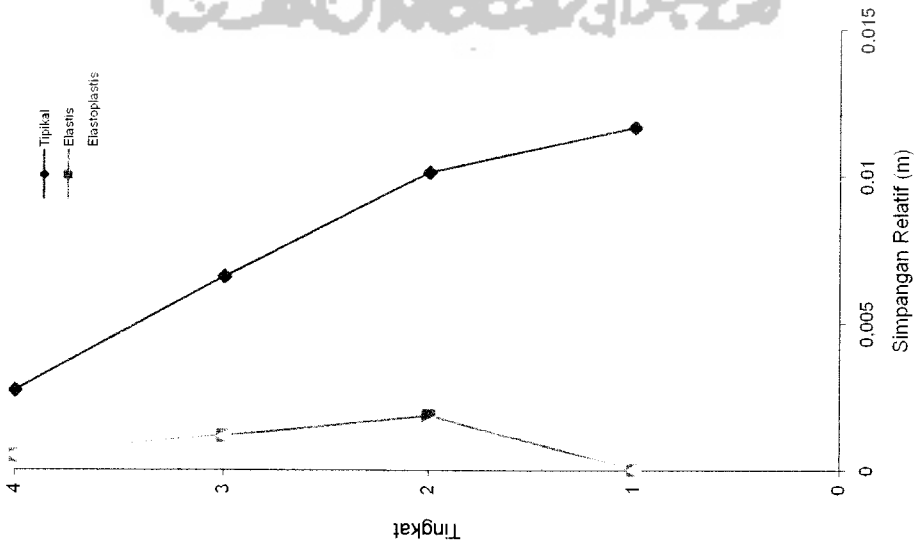


C. Struktur 10 Tingkat

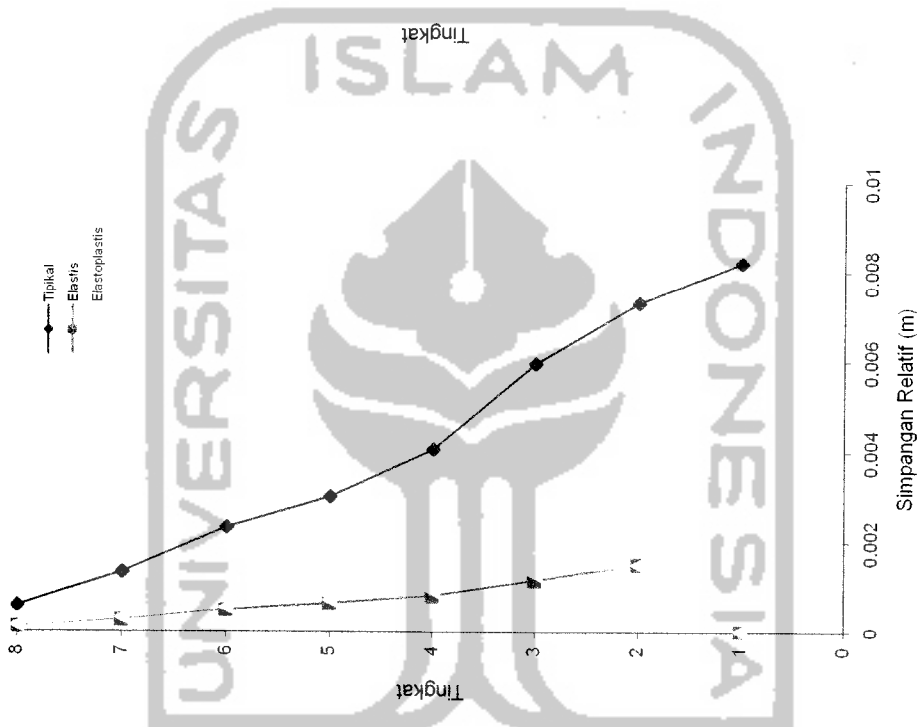
B. Struktur 8 Tingkat

A. Struktur 4 Tingkat

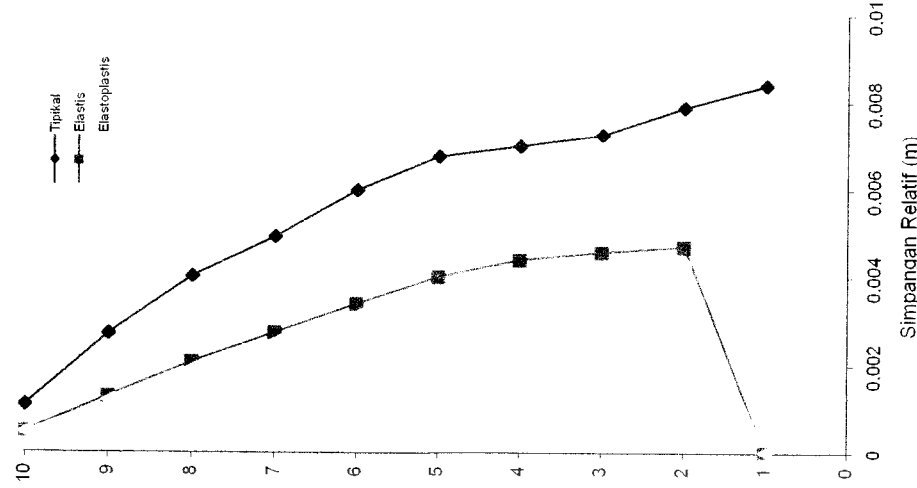
Gambar 5.1 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Antara Bangunan Dengan Dan Tanpa Base Isolation Akibat 3 Gempa



A. Struktur 4 Tingkat

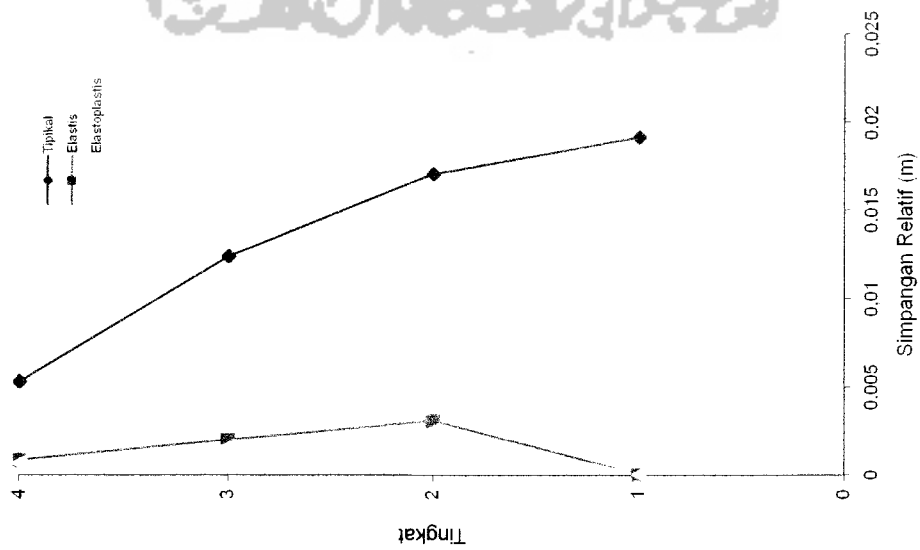


B. Struktur 8 Tingkat

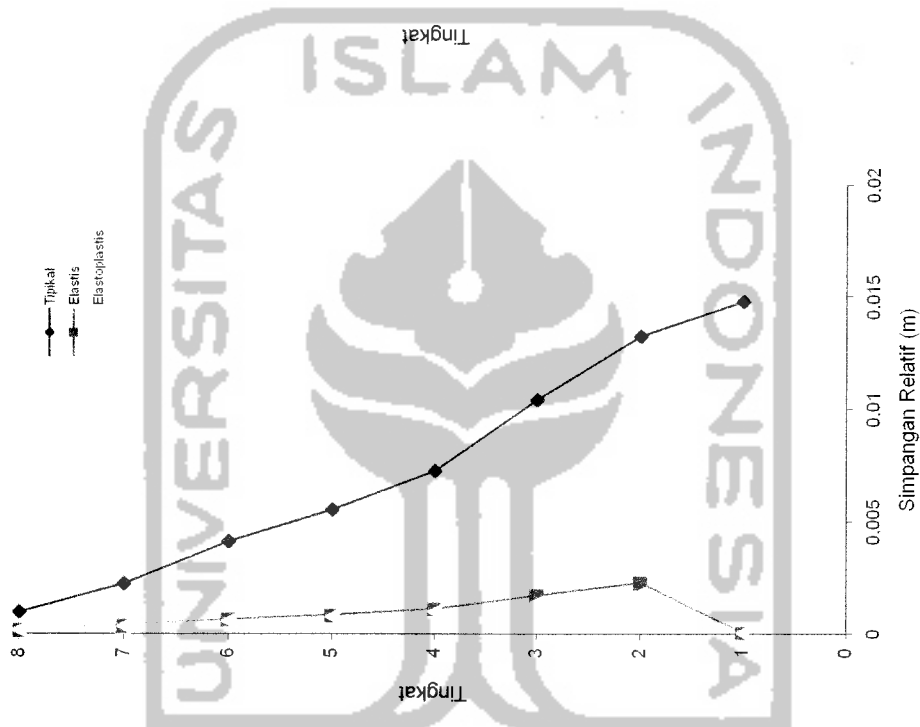


C. Struktur 10 Tingkat

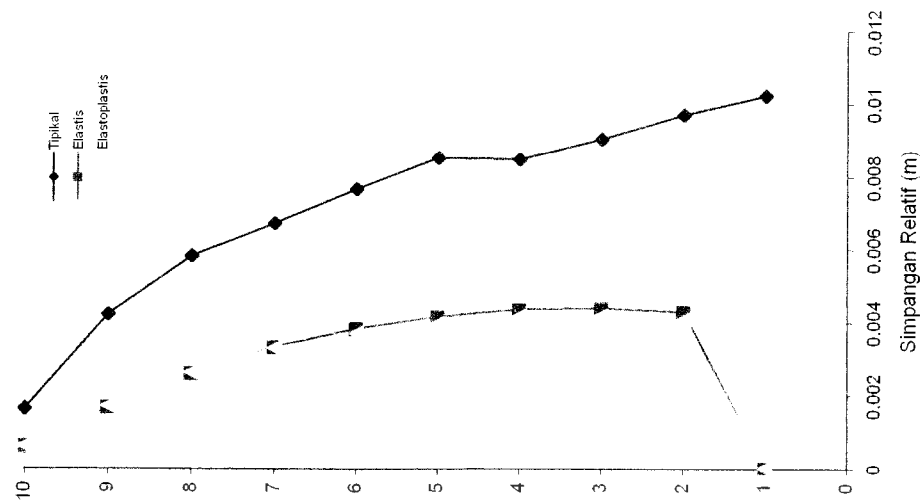
Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Antara Struktur Dengan dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Elcentro



A. Struktur 4 Tingkat

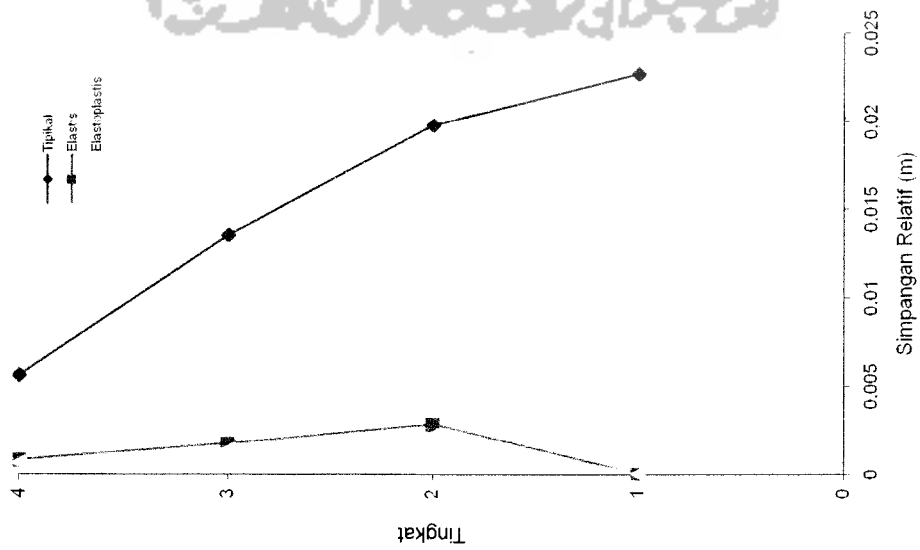


B. Struktur 8 Tingkat

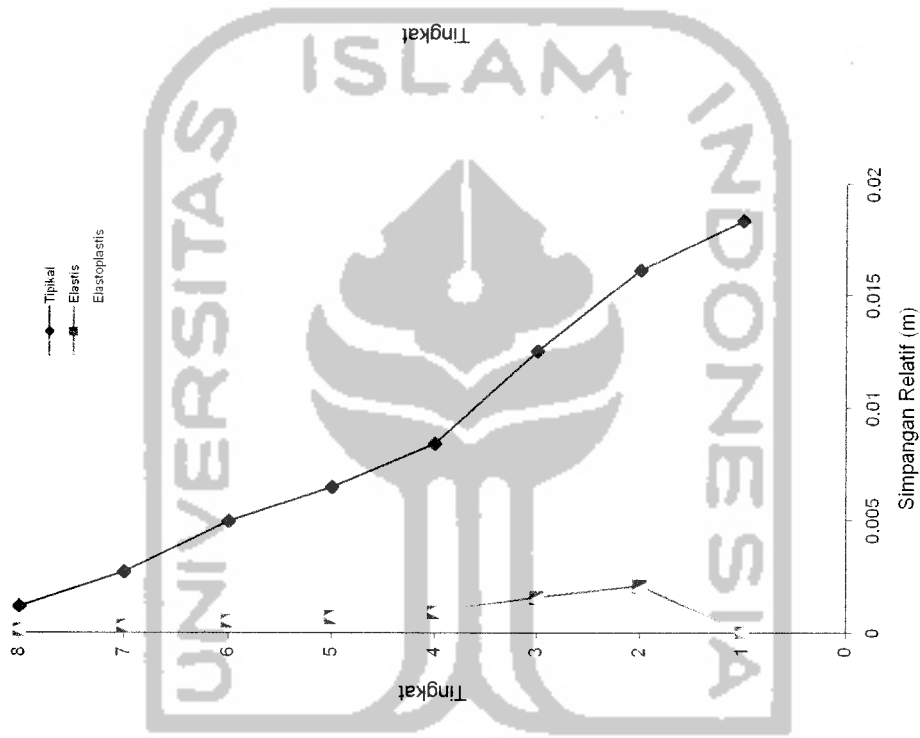


C. Struktur 10 Tingkat

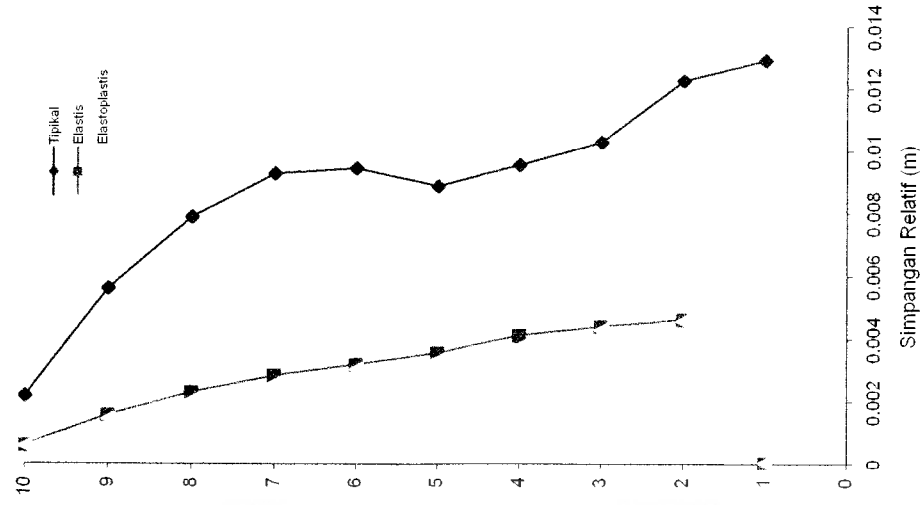
Gambar 5.3 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Antara Struktur Dengan dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Santacruz



A. Struktur 4 Tingkat

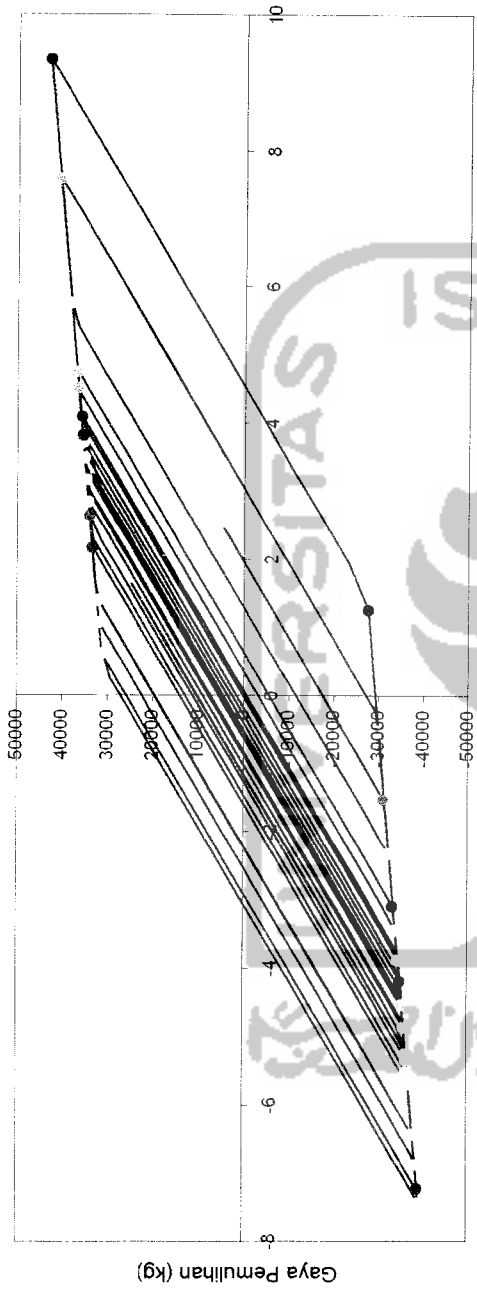


B. Struktur 8 Tingkat

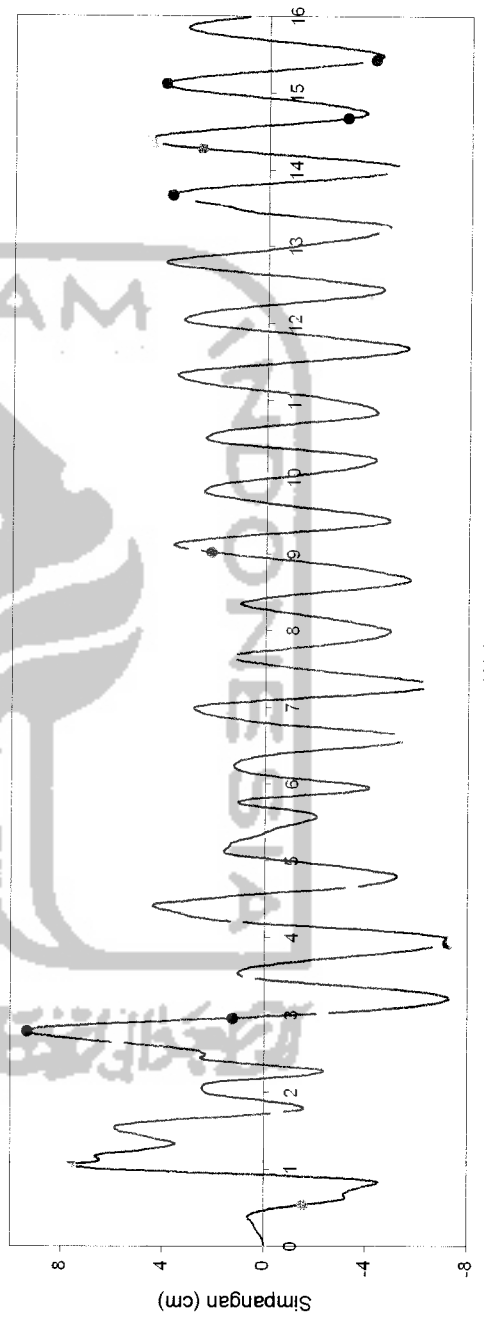


C. Struktur 10 Tingkat

Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Antara Struktur Dengan dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Koyna

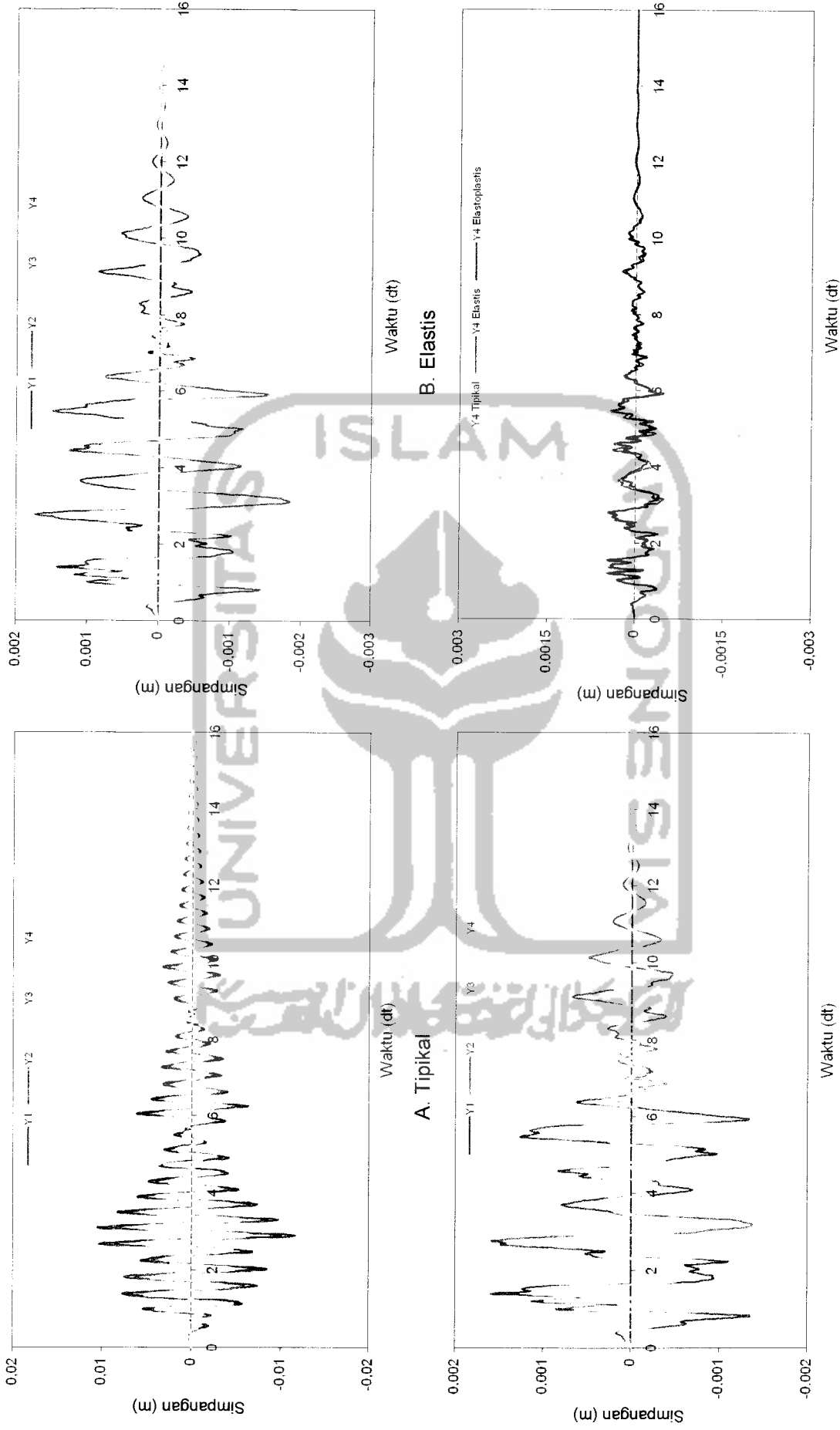


A. Hysterical Loop



B. Plot Simpangan Base Isolation Terhadap Waktu

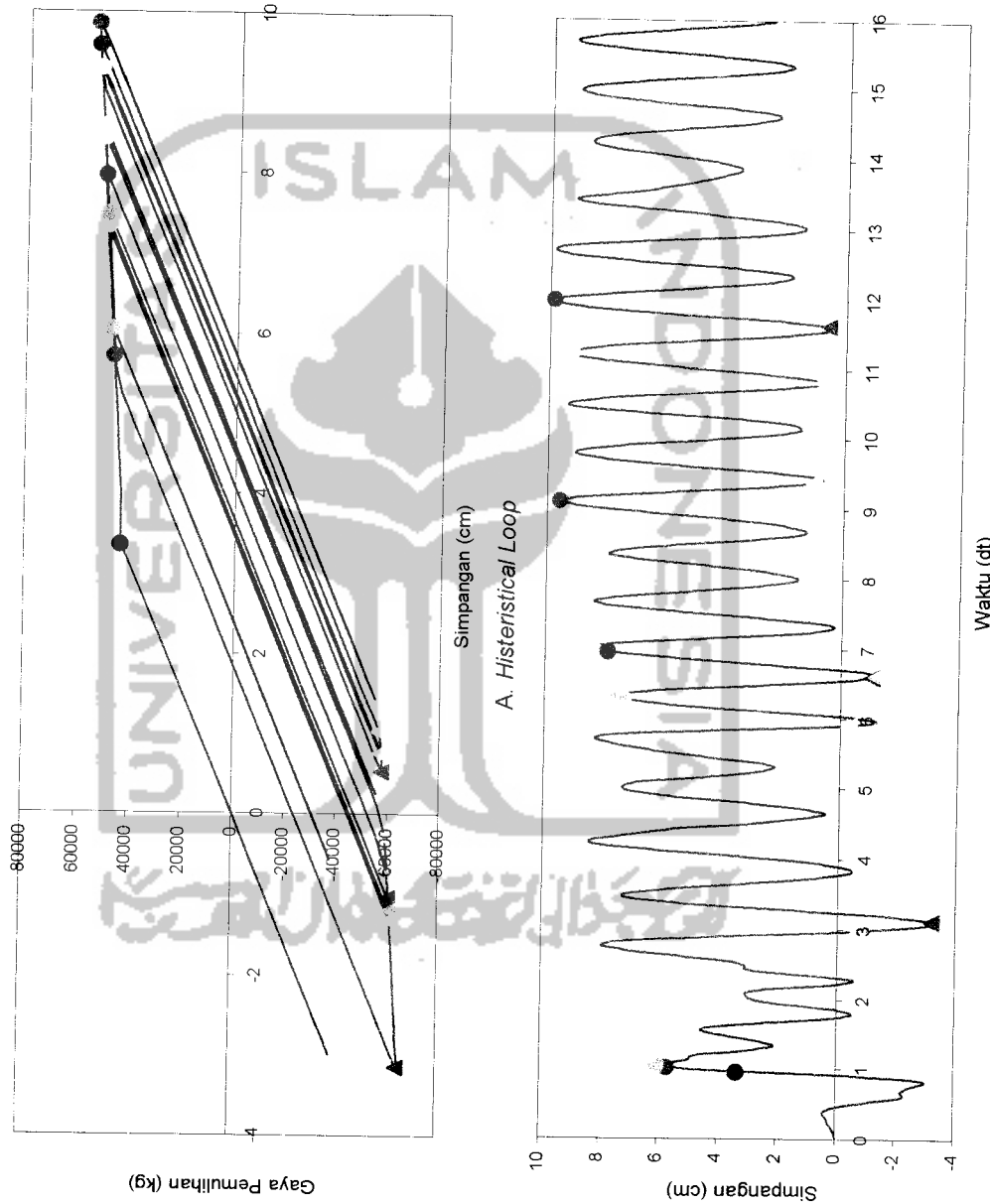
Gambar 5.5 Grafik Respon Base Isolation Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Elcentro



C. Elastoplastis

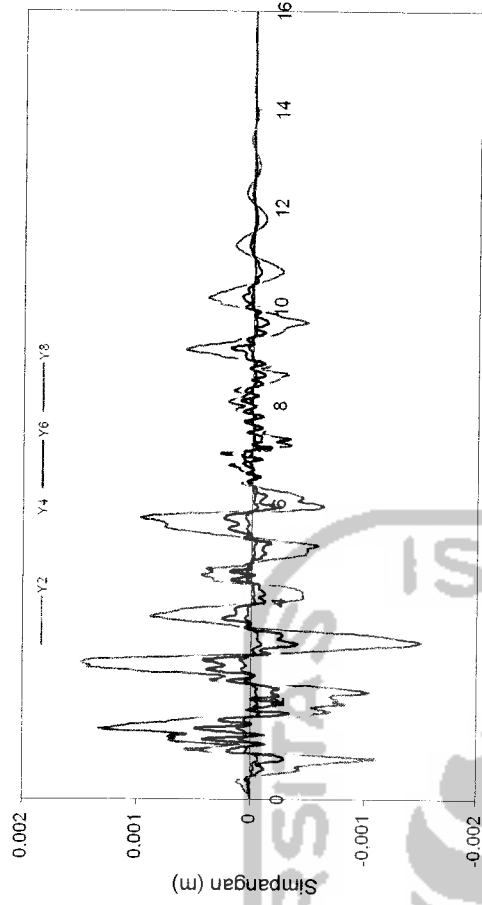
D. Perbandingan Tingkat 4

Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Elcentro



B. Plot Simpangan Base Isolation Terhadap Waktu

Gambar 5.7 Grafik Respon Base Isolation Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Elcentro



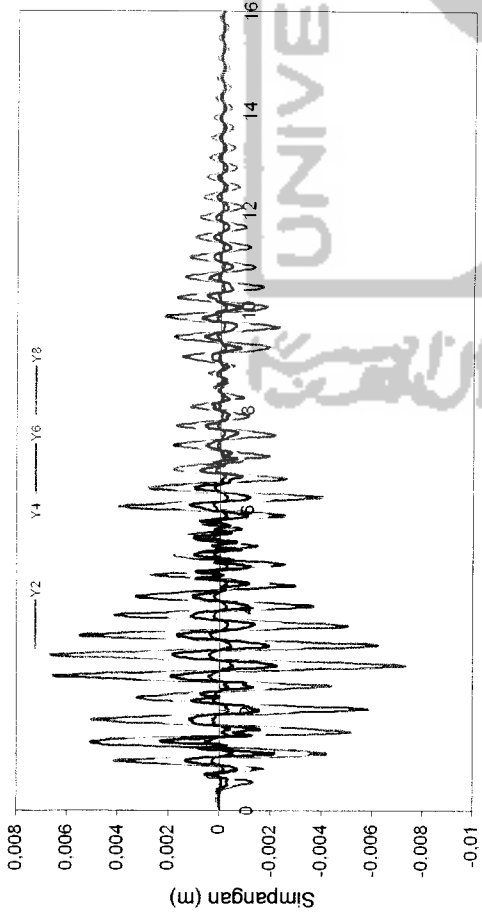
Waktu (dt)

A. Tipikal



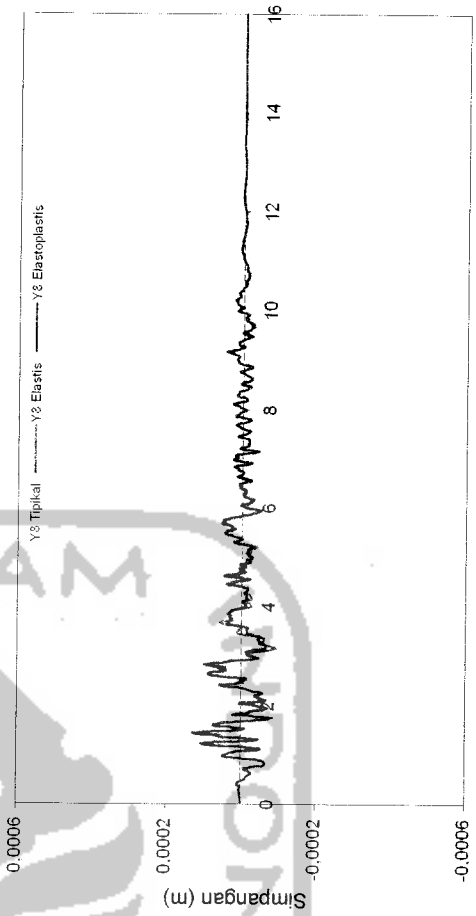
Waktu (dt)

C. Elastoplastis



Waktu (dt)

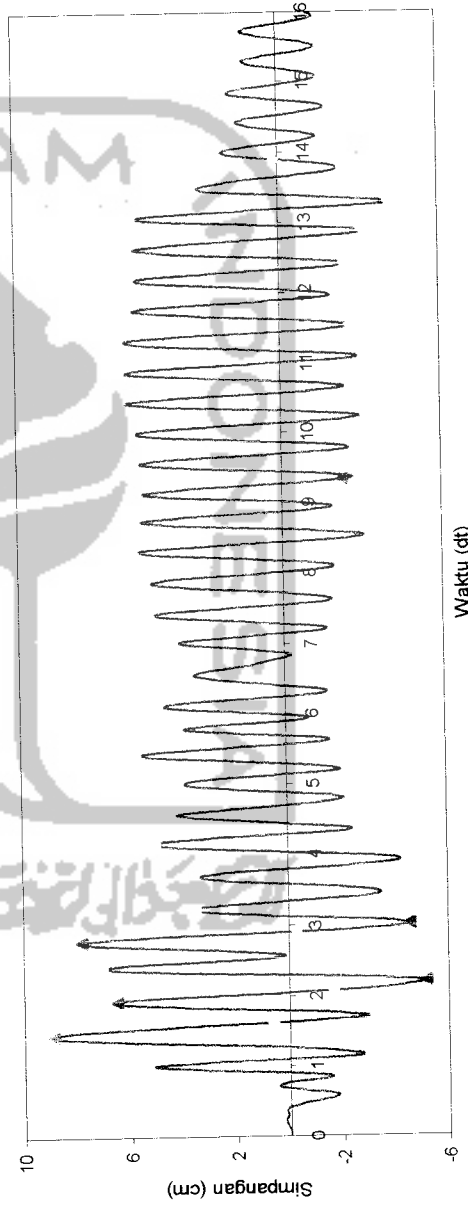
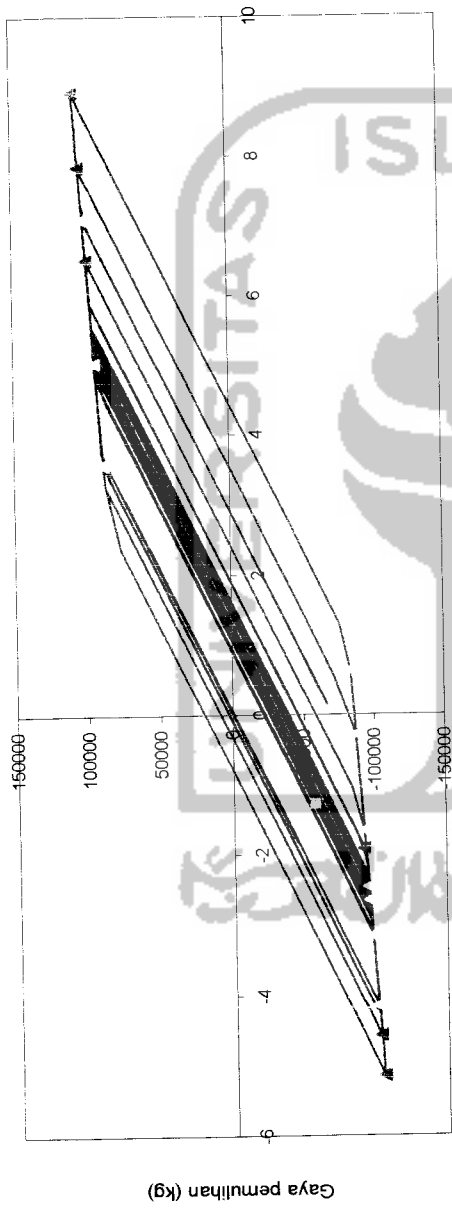
B. Elastis



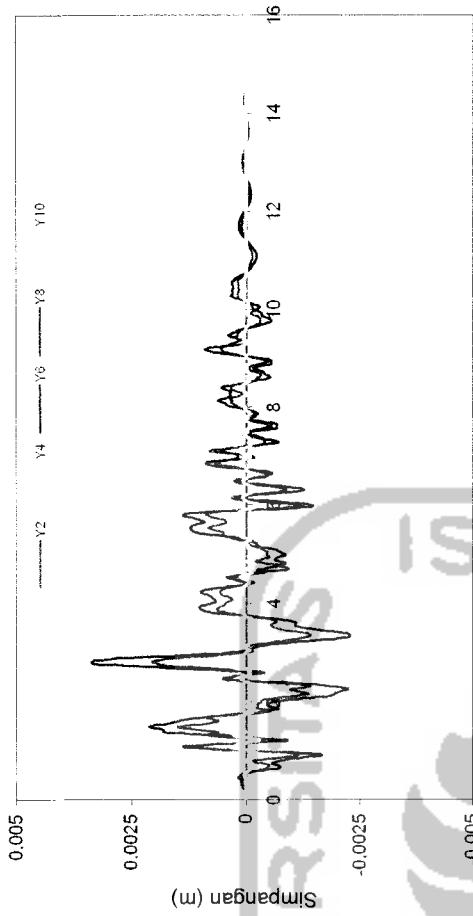
Waktu (dt)

D. Perbandingan Tingkat 8

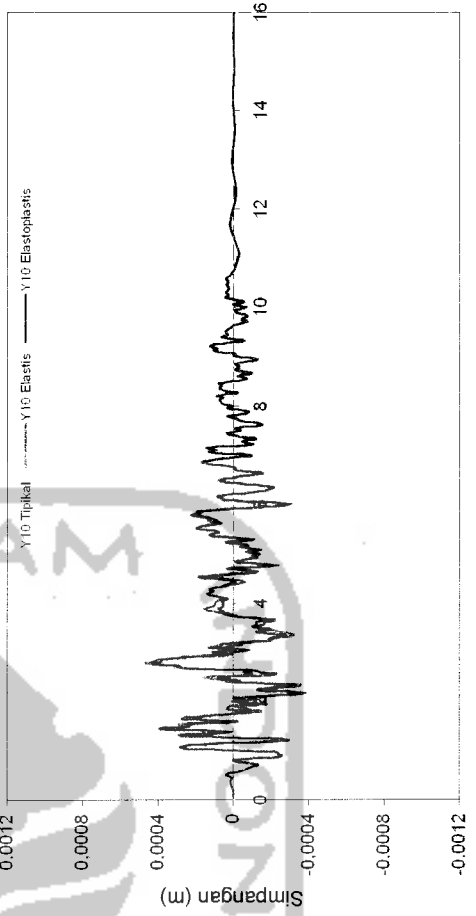
Gambar 5.8 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Eicentro



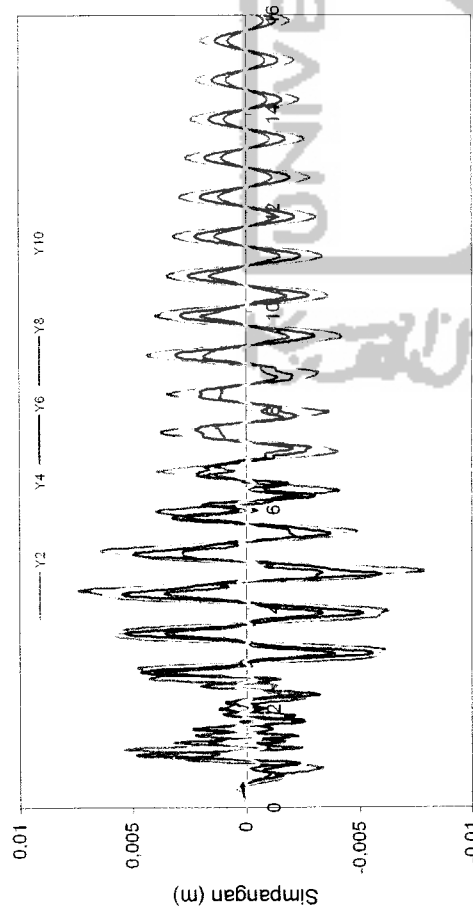
Gambar 5.9 Grafik Respon Base Isolation Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Elcentro



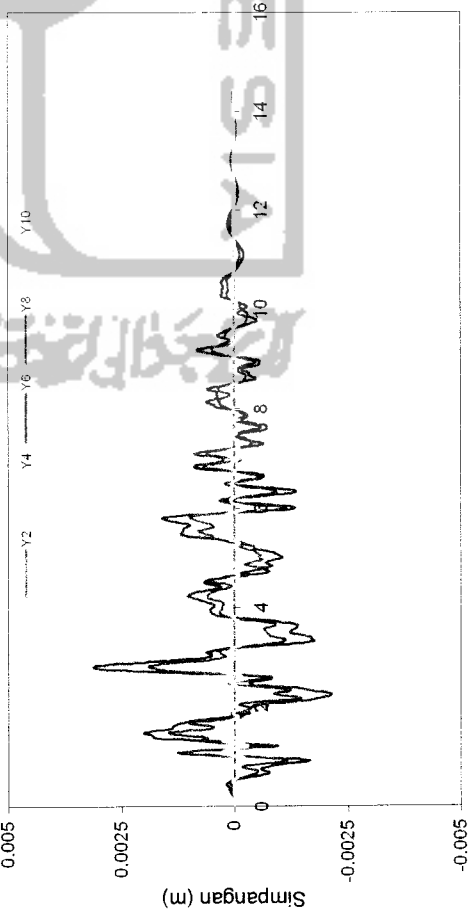
A. Tipikal



B. Elastis

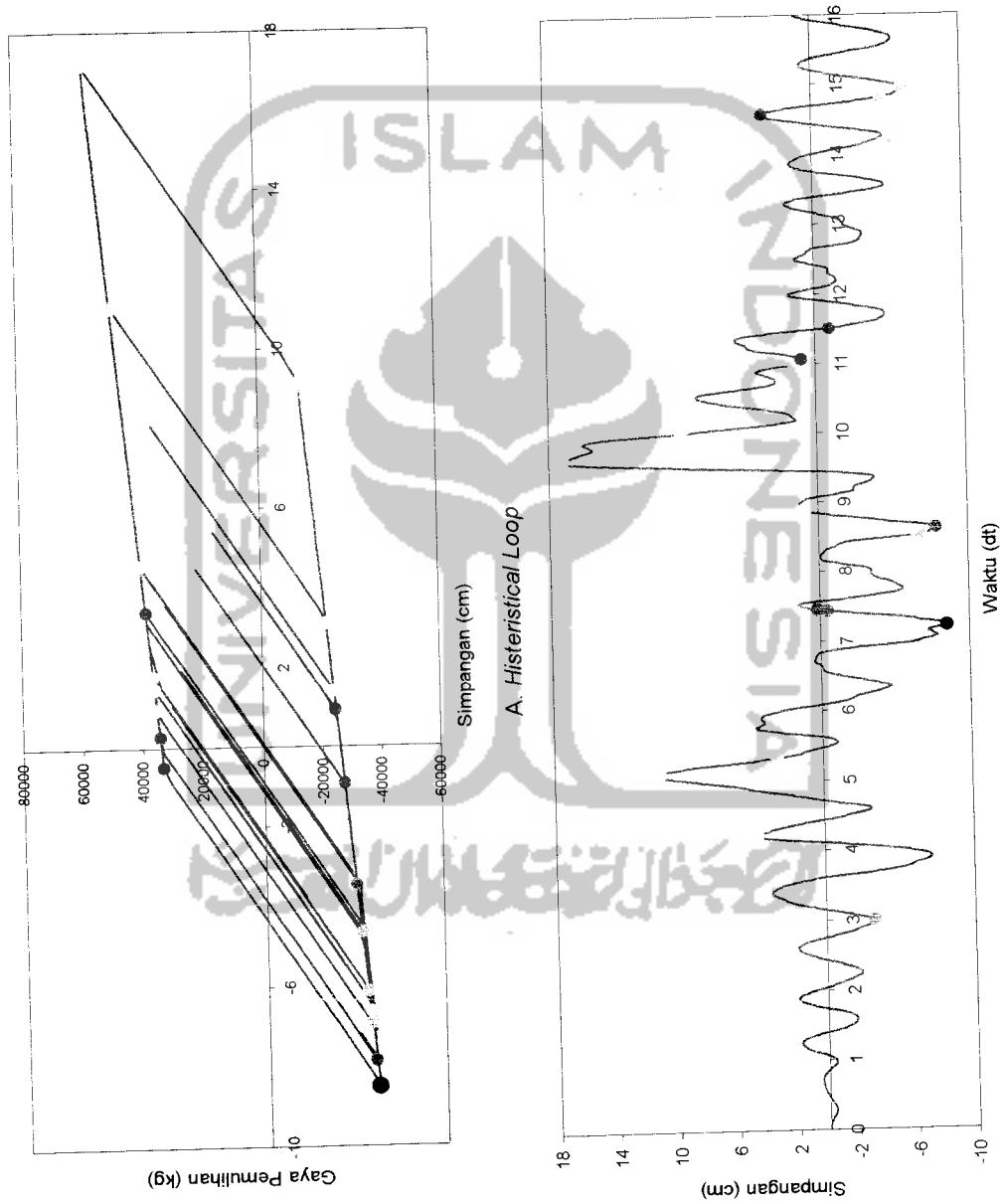


C. Elastoplastis



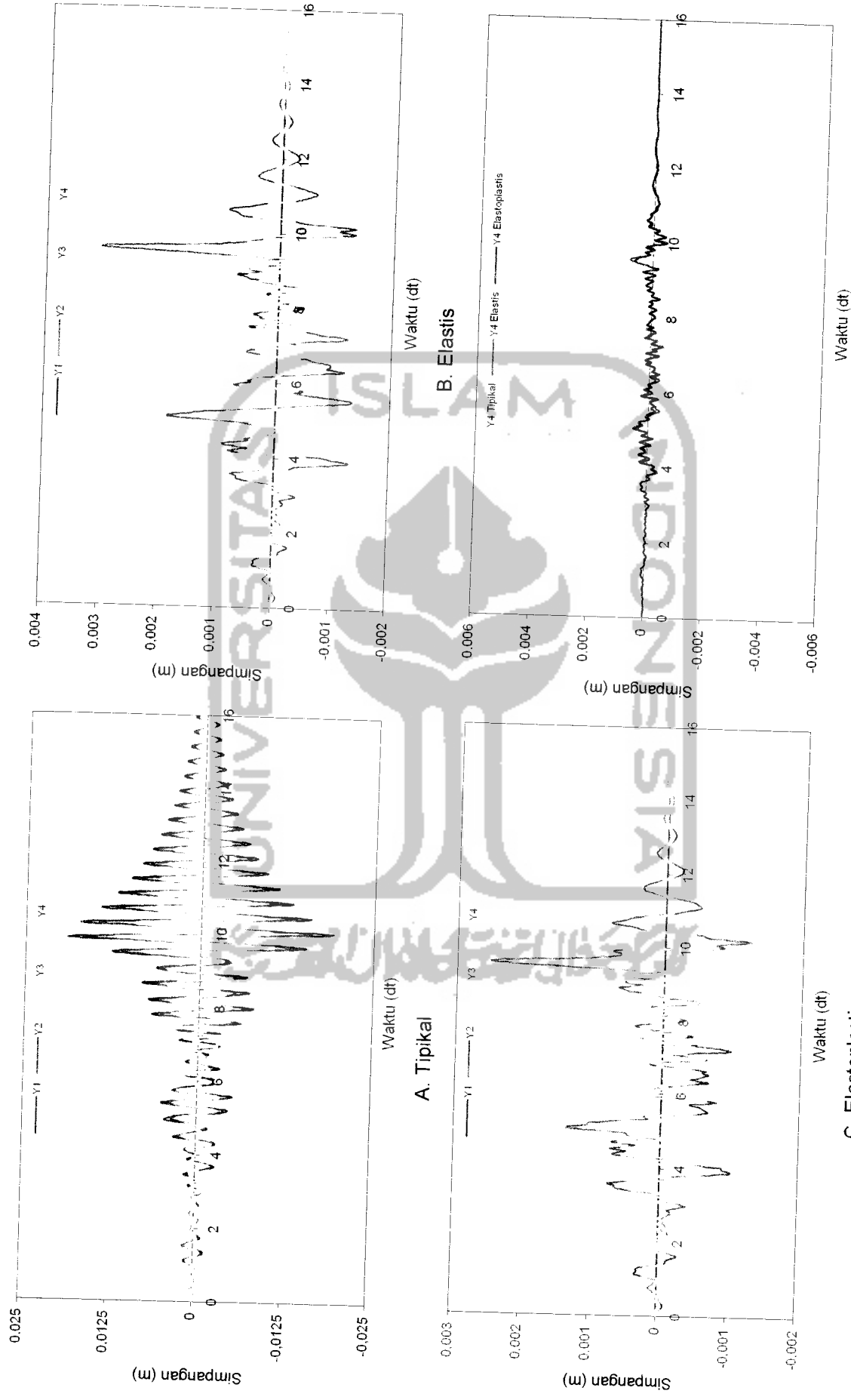
D. Perbandingan Tingkat 10

Gambar 5.10 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Elcentro

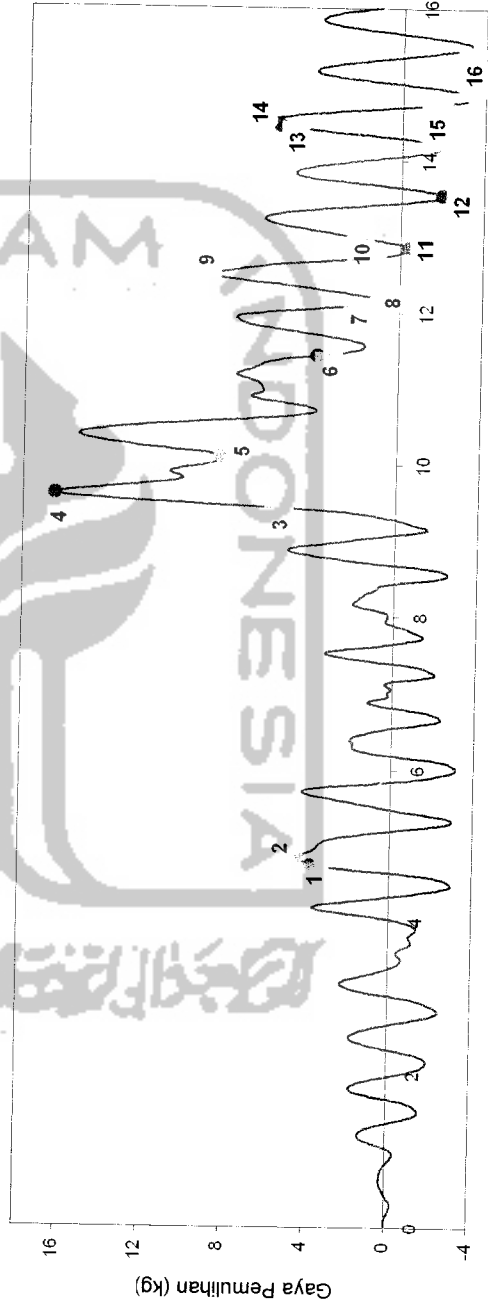
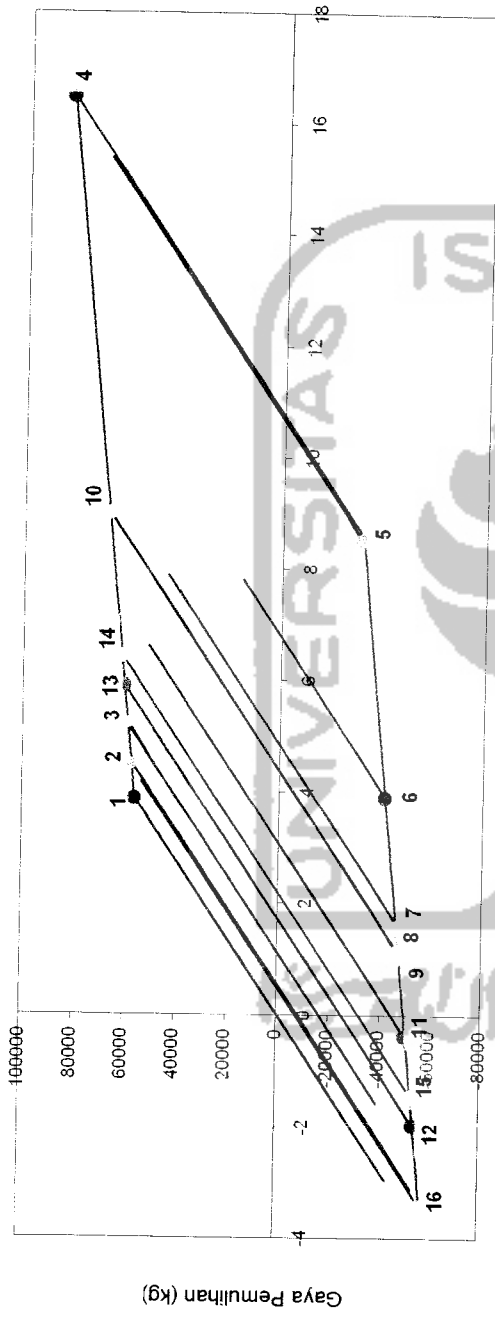


B. Plot Simpangan Base Isolation Terhadap Waktu

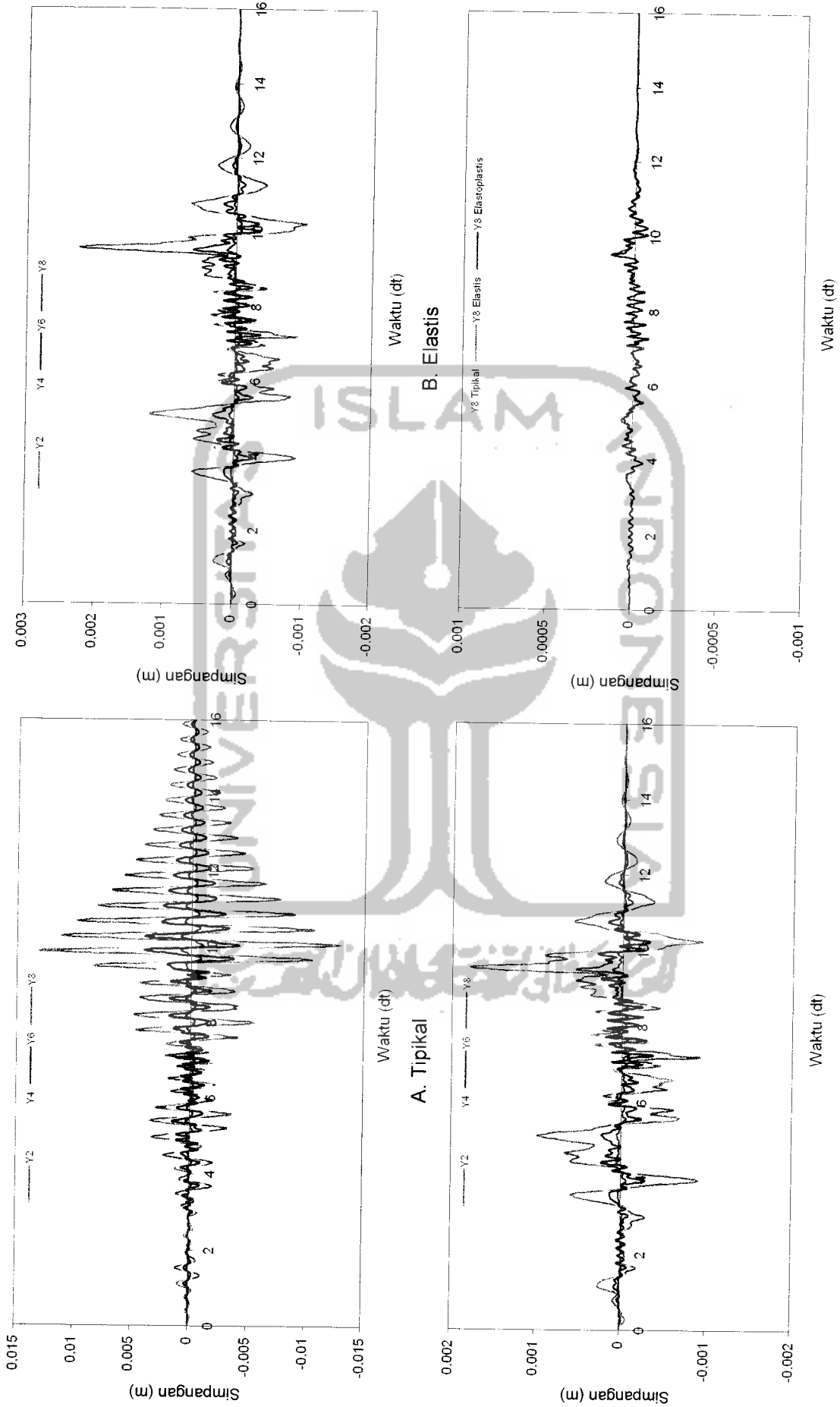
Gambar 5.11 Grafik Respon Base Isolation Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



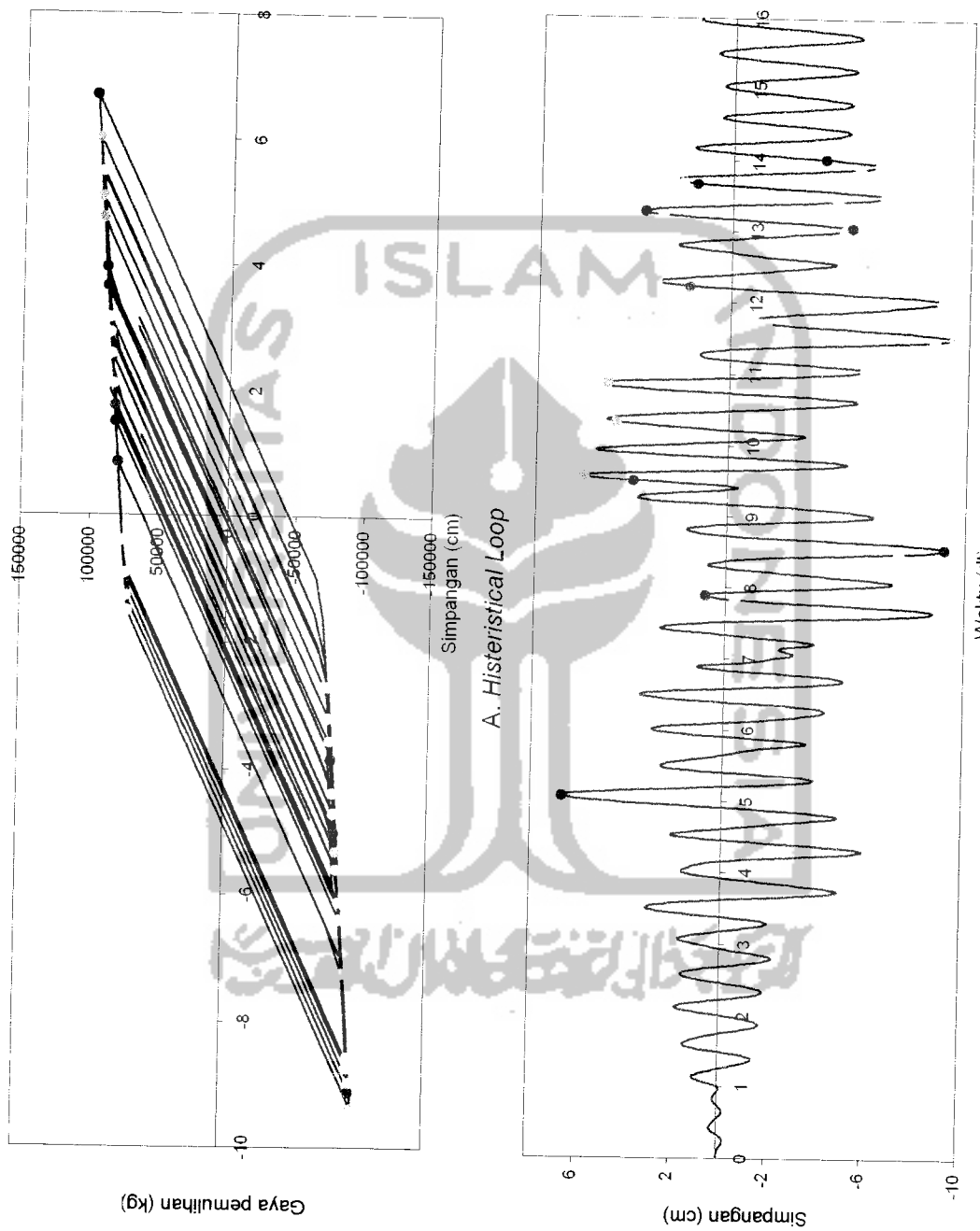
Gambar 5.13 Grafik Respon Base Isolation Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



C. Elastoplastis

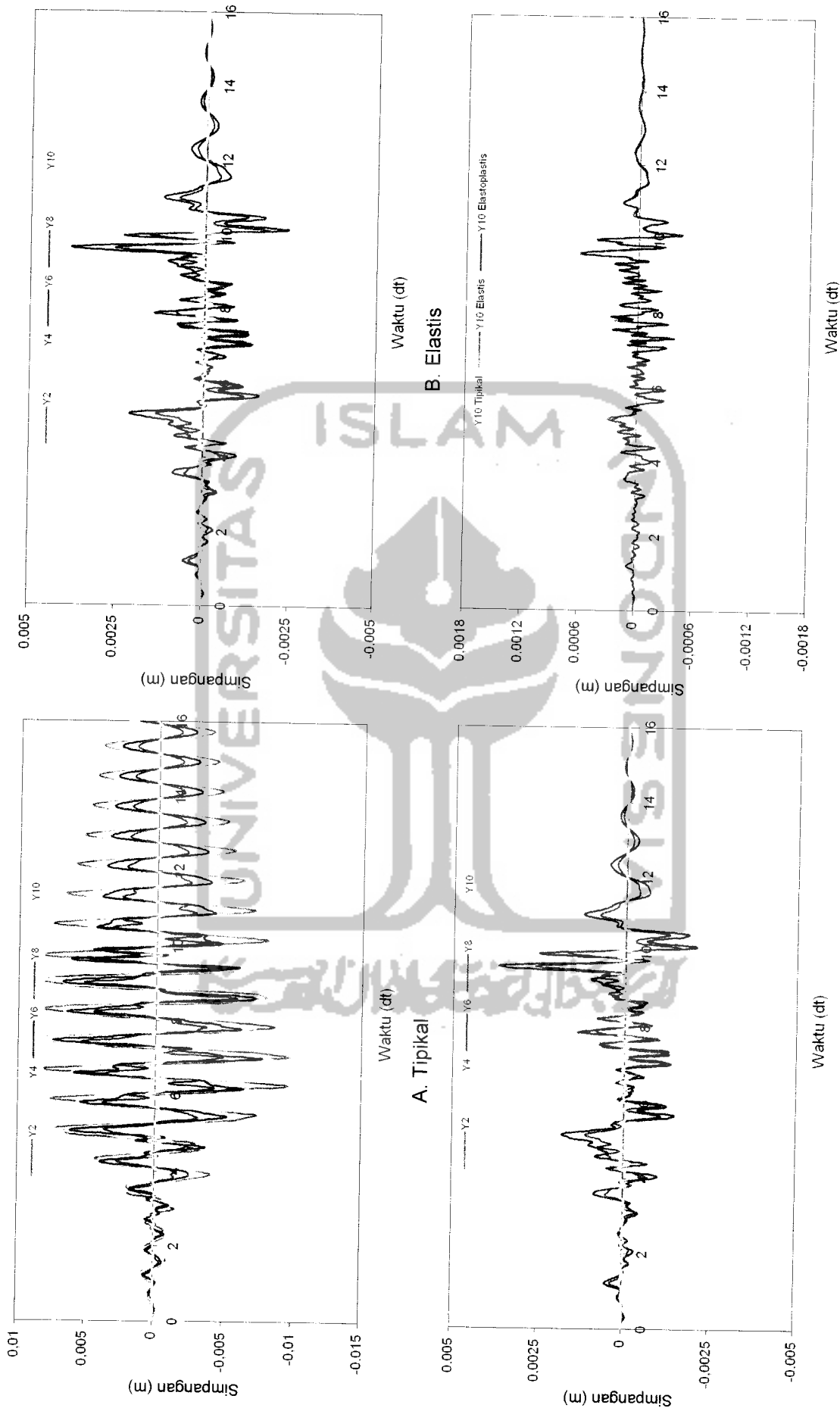
D. Perbandingan Tingkat 8

Gambar 5.14 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



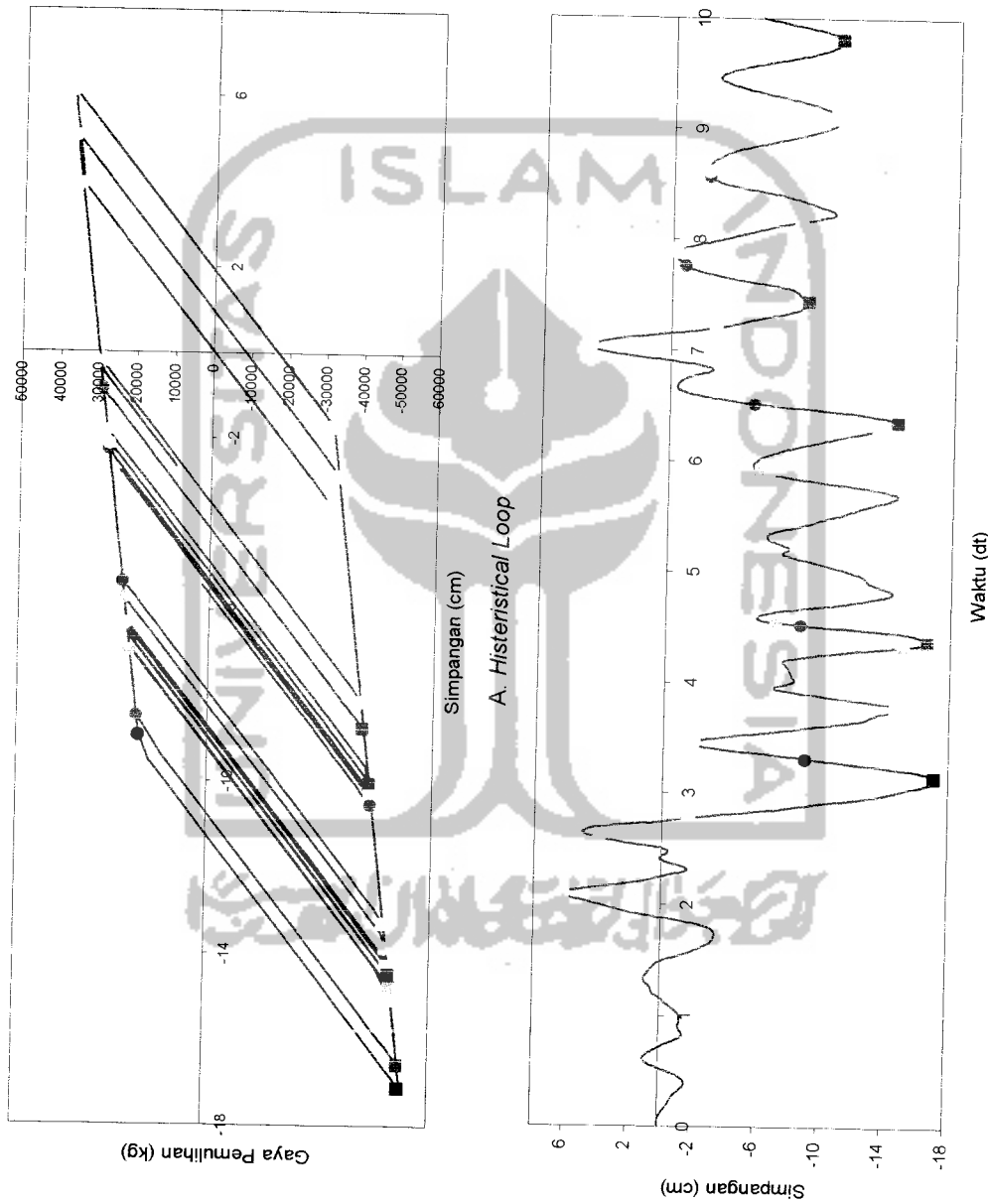
B. Plot Simpangan Base Isolation Terhadap Waktu

Gambar 5.15 Grafik Respon Base isolation Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



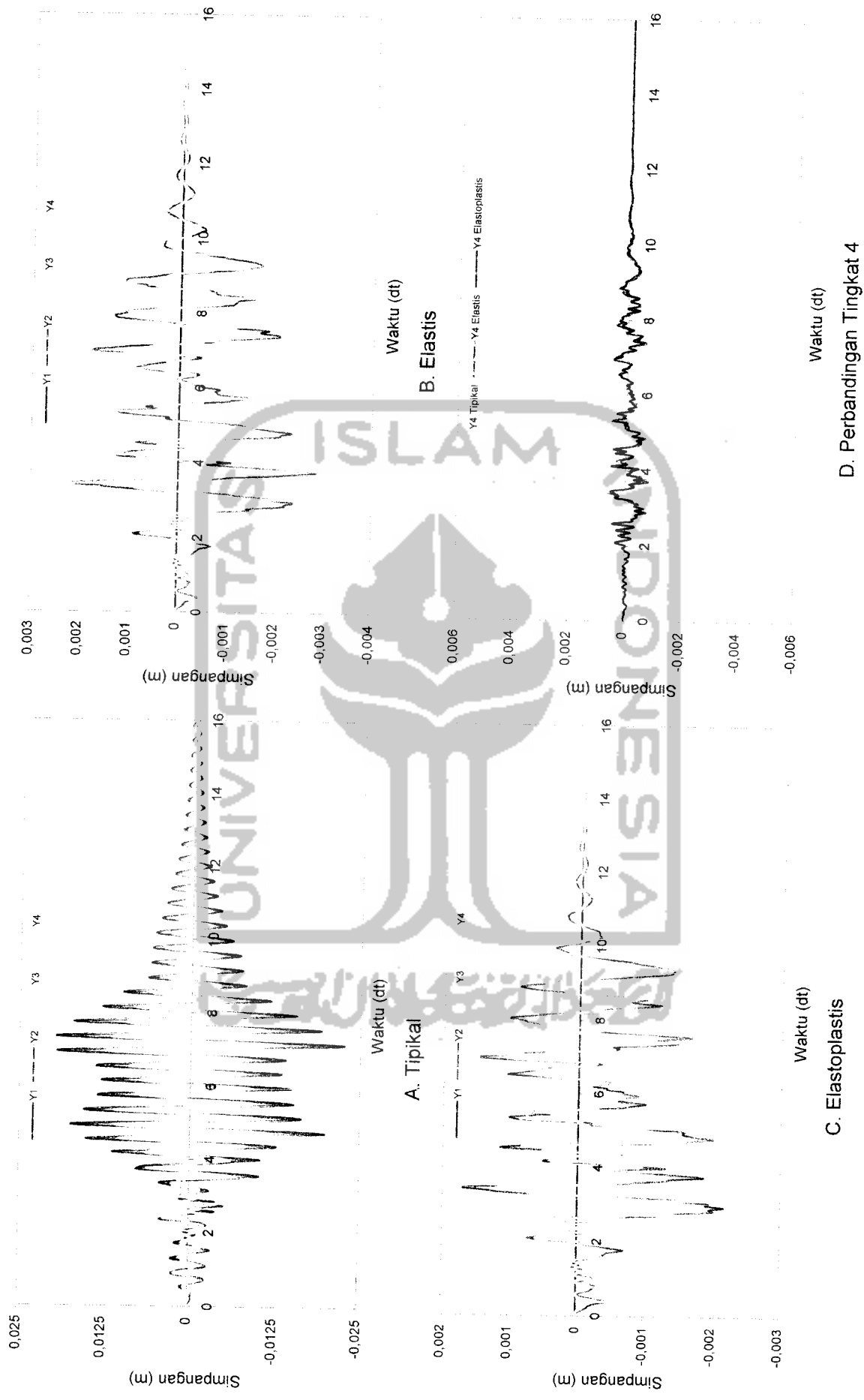
D. Perbandingan Tingkat 10

Gambar 5.16 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



B. Plot Simpangan Base Isolation Terhadap Waktu

Gambar 5.17 Grafik Respon Base Isolation Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Koyna



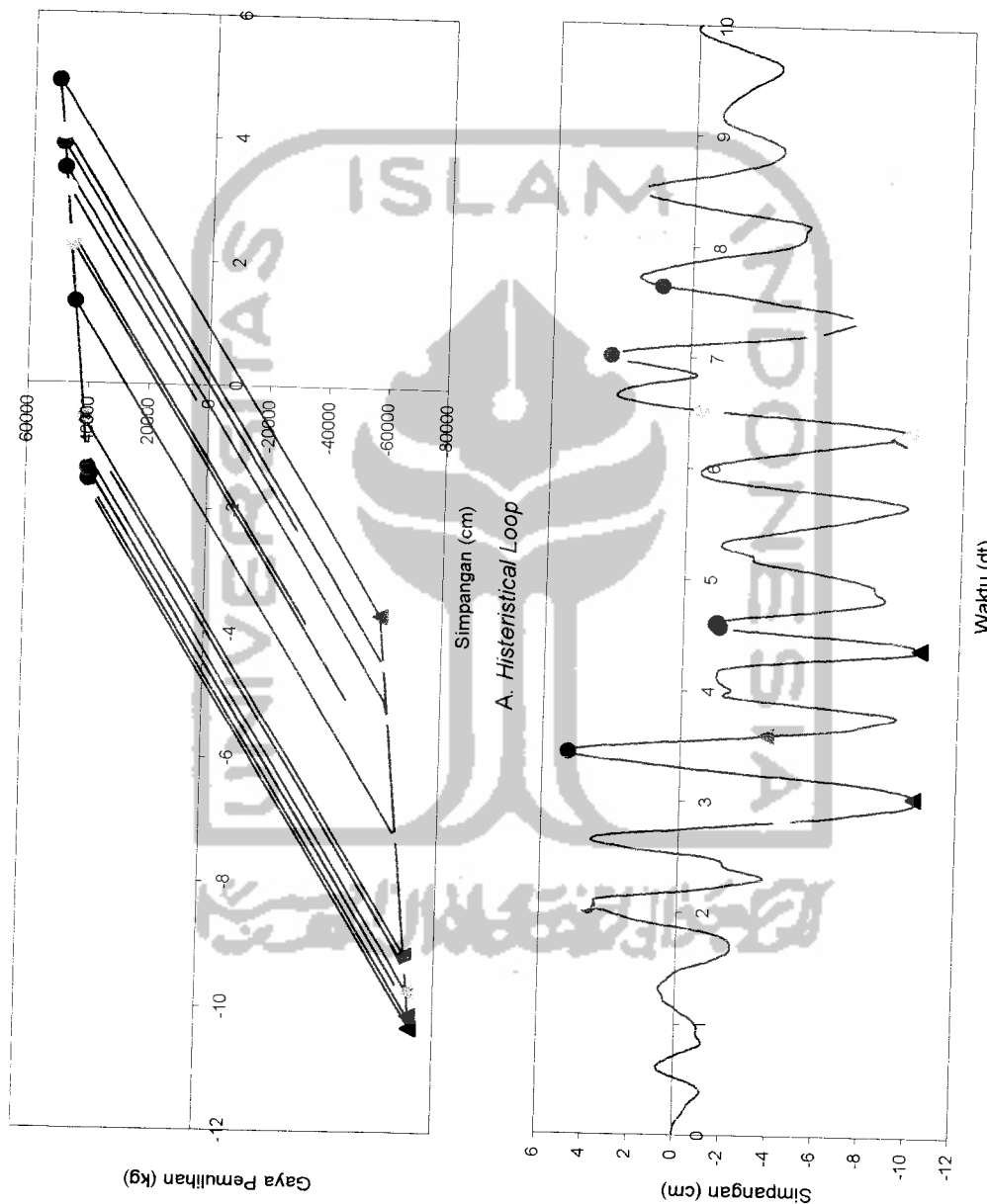
Gambar 5.18 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Koyna

D. Perbandingan Tingkat 4

C. Elastoplastis

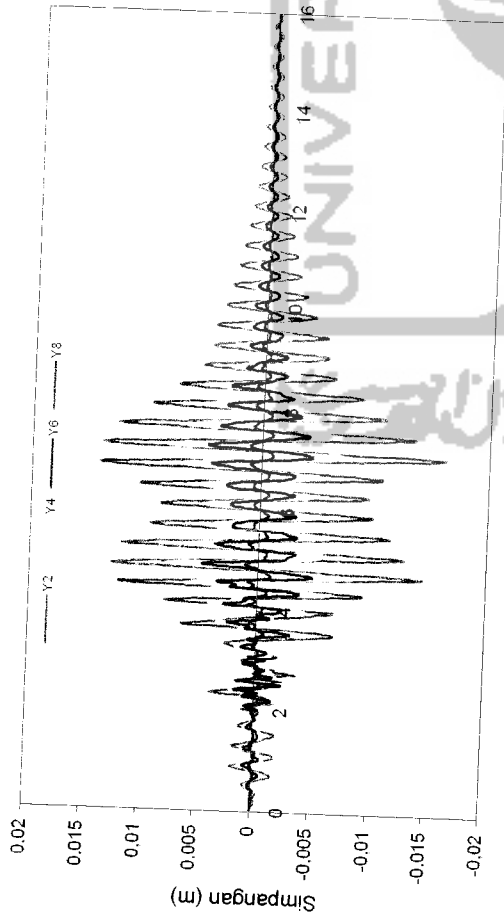
B. Elastis

A. Tipikal



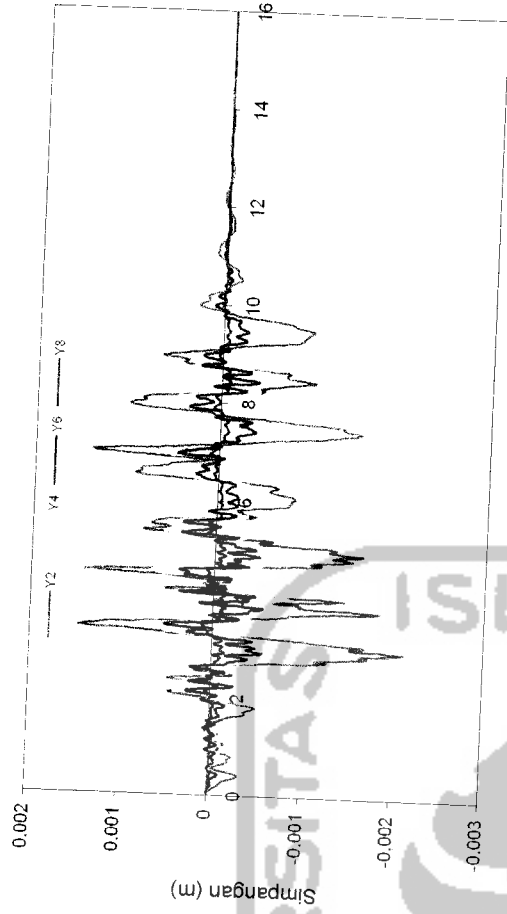
B. Plot Simpangan Base Isolation Terhadap Waktu

Gambar 5.19 Grafik Respon Base Isolation Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Koyna



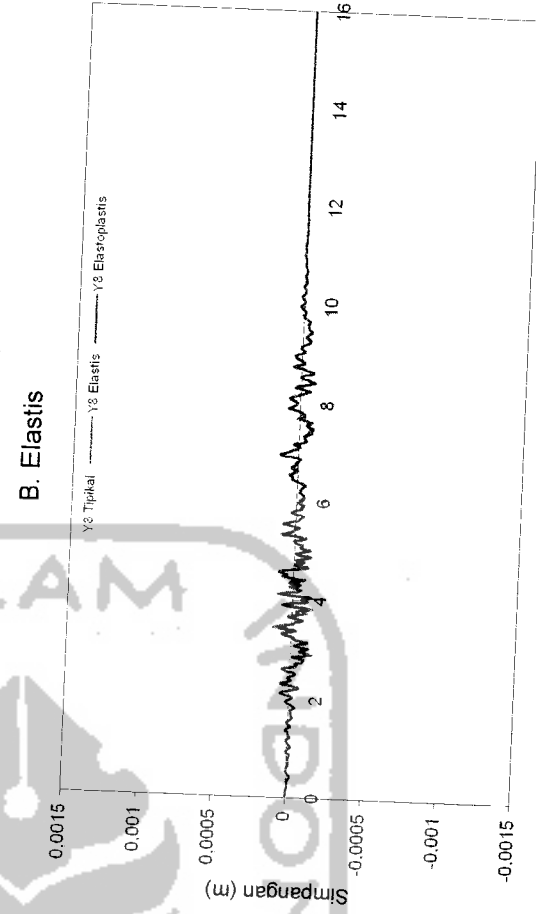
Waktu (dt)

A. Tipikal



Waktu (dt)

B. Elastis

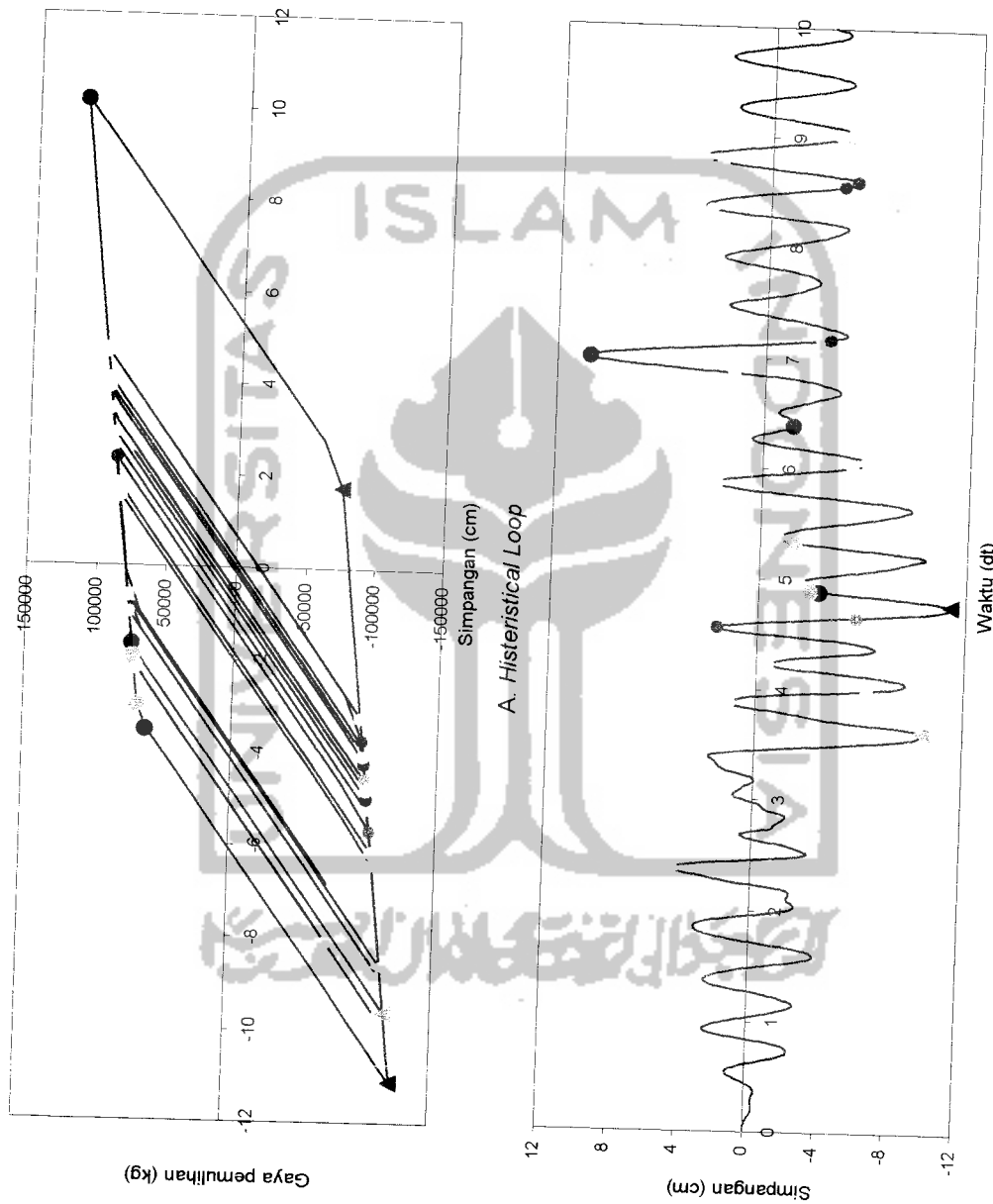


Waktu (dt)

C. Elastoplastis

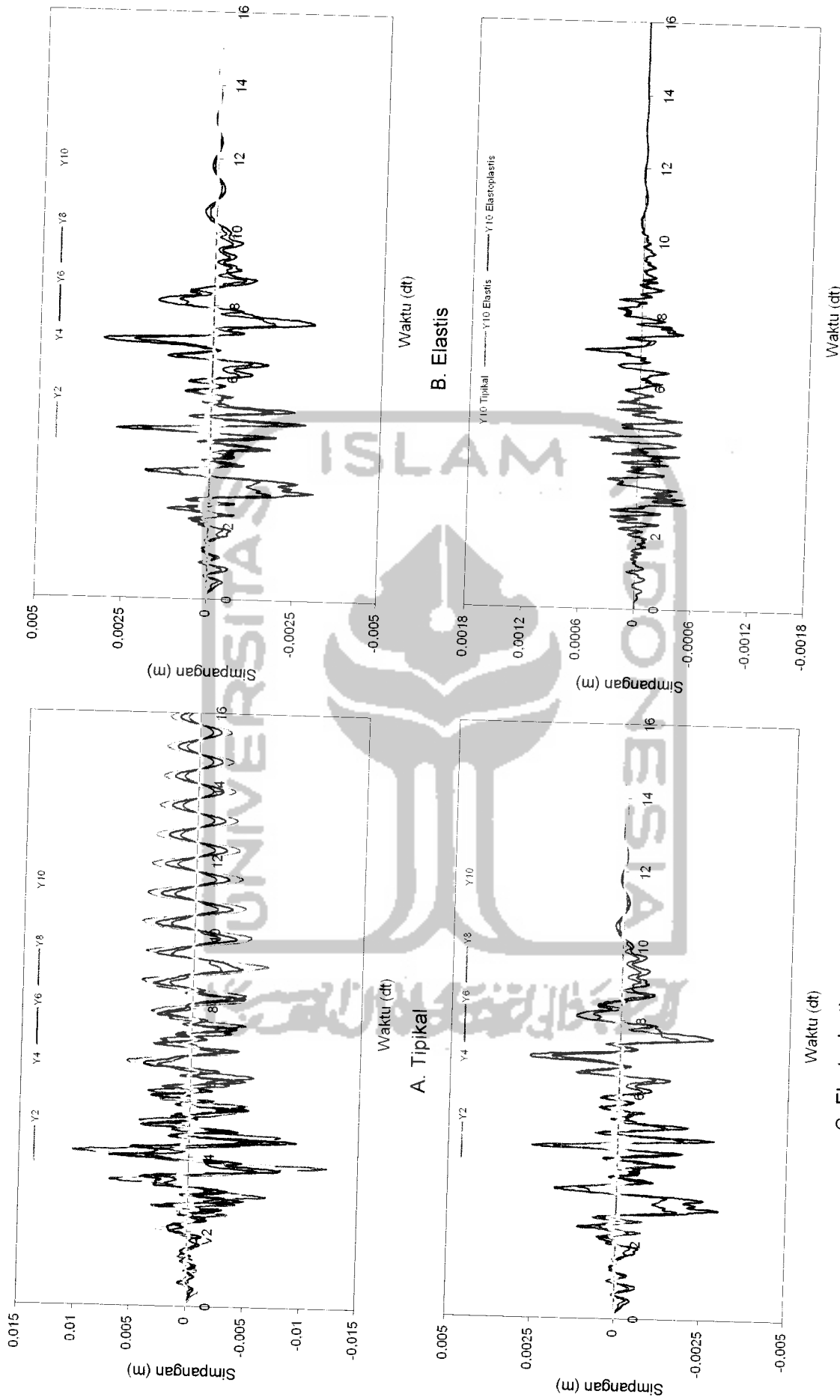
D. Perbandingan Tingkat 8

Gambar 5.20 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Koyna



B. Plot Simpangan Base Isolation Terhadap Waktu

Gambar 5.21 Grafik Respon Base isolation Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.22 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Koyna

D. Perbandingan Tingkat 10

Waktu (dt)

Waktu (dt)

C. Elastoplastis

B. Elastis

Waktu (dt)

A. Tipikal

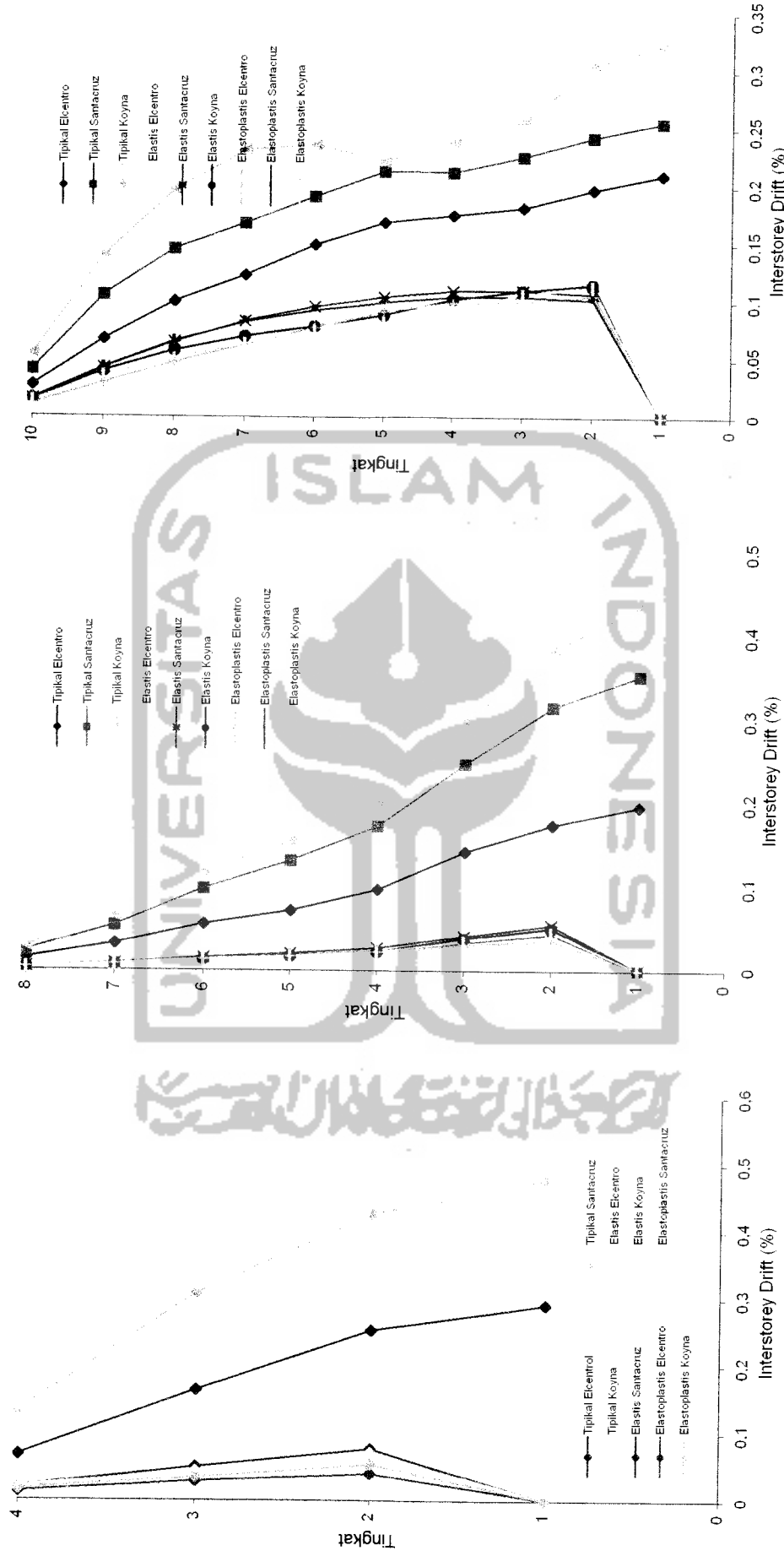
Waktu (dt)

5.3.2 Simpangan antar Tingkat (*Interstorey Drift*)

Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai *interstorey drift* struktur 4, 8, dan 10 tingkat dengan variasi 3 gempa, dengan memperhatikan hasil grafik *interstorey drift* maksimum yang terdapat pada **Gambar 5.23** sampai dengan **Gambar 5.26** maka,

Simpangan antar tingkat pada struktur dengan *base isolation* nilai terbesar terjadi pada lantai 2, hal ini dapat dilihat pada **Gambar 5.24** sampai dengan **Gambar 5.26** karena nilai simpangan total lantai 1 sama dengan simpangan total *base isolation* maka nilai simpangan relatif pada *base isolation* yaitu pengurangan dari simpangan total lantai 1 dengan simpangan total *base isolation* sehingga diperoleh simpangan relatif lantai 1 nol. Oleh karena itu selisih simpangan total dibagi tinggi tingkat (*interstorey drift*, pers 3.55) terbesar terjadi pada lantai 2, hal ini merupakan manfaat tersendiri untuk struktur karena struktur diatas *base isolation* terjadi simpangan antar tingkat yang relatif kecil dan sesuai dengan fungsi *base isolation* untuk mengurangi adanya simpangan antar tingkat untuk struktur di atasnya.

Pada struktur dengan *base isolation* (Elastis dan Elastoplastis) simpangan antar tingkat terkecil terjadi akibat gempa Elcentro lihat **Gambar 5.23** karena gempa Elcentro memiliki frekuensi yang lebih rendah dibanding kedua gempa yang lain. Sebaliknya untuk struktur tanpa *base isolation* (Tipikal) simpangan antar tingkat terbesar terjadi akibat gempa koyna lihat **Gambar 5.23** hal ini disebabkan gempa koyna memiliki frekuensi yang lebih tinggi dibanding kedua

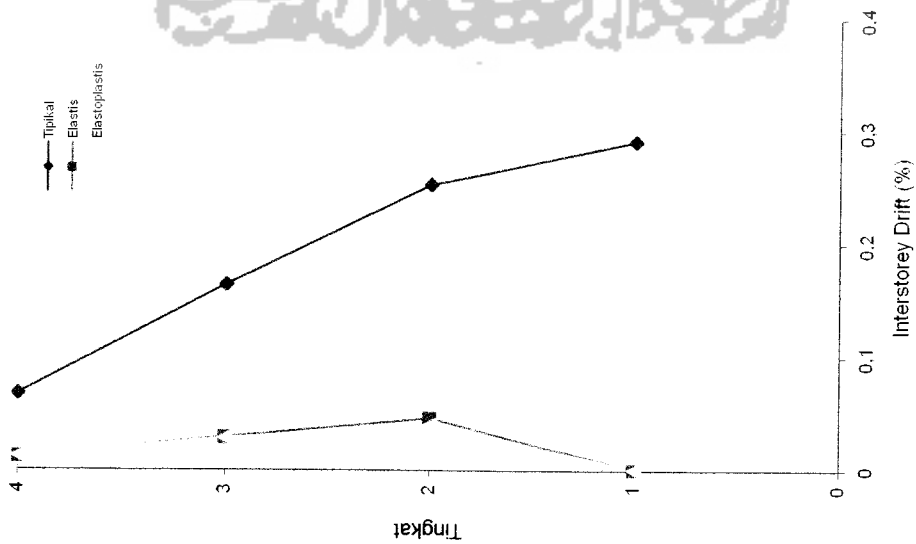


A. Struktur 4 Tingkat

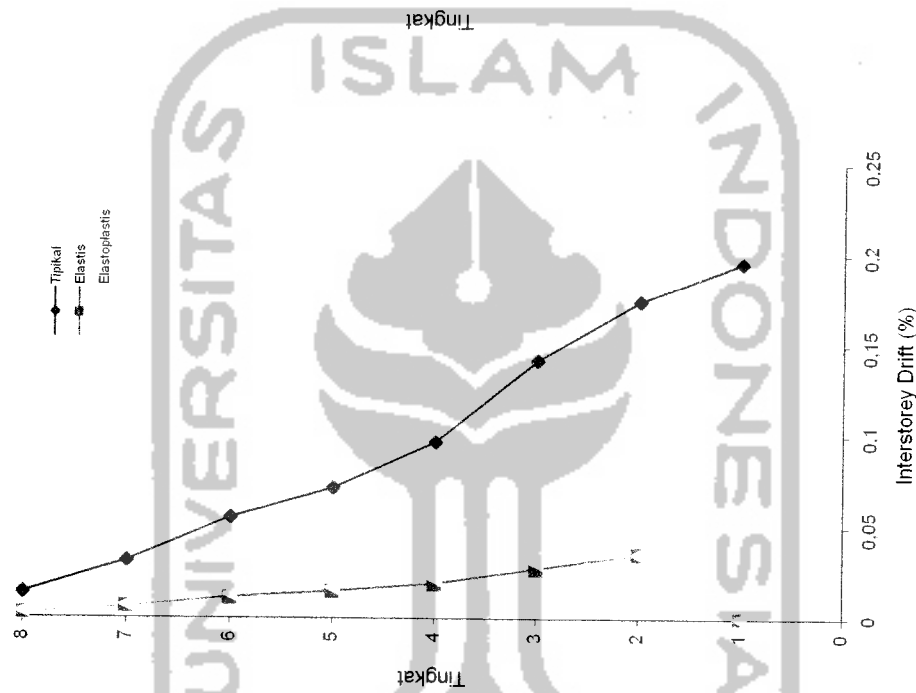
B. Struktur 8 Tingkat

C. Struktur 10 Tingkat

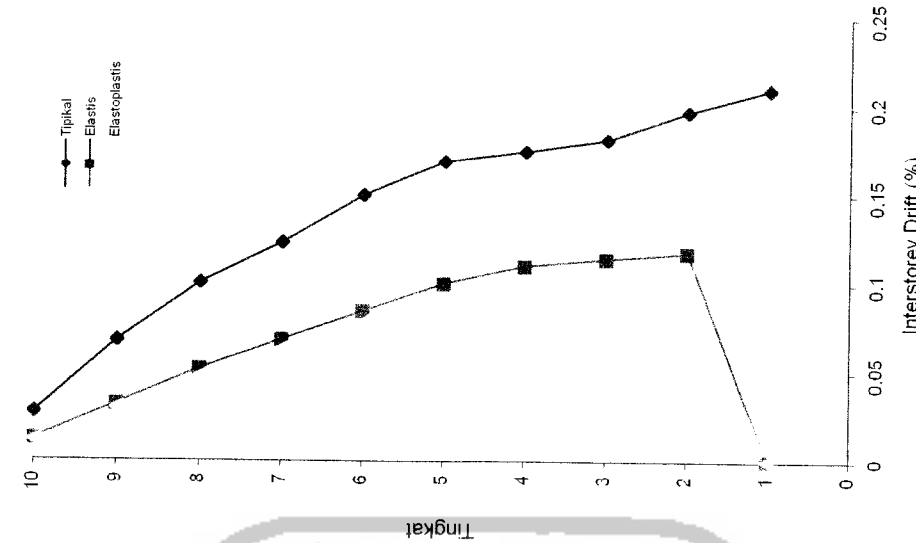
Gambar 5.23 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Maksimum Antara Bangunan Dengan Dan Tanpa Base Isolation Akibat 3 Gempa



A. Struktur 4 Tingkat



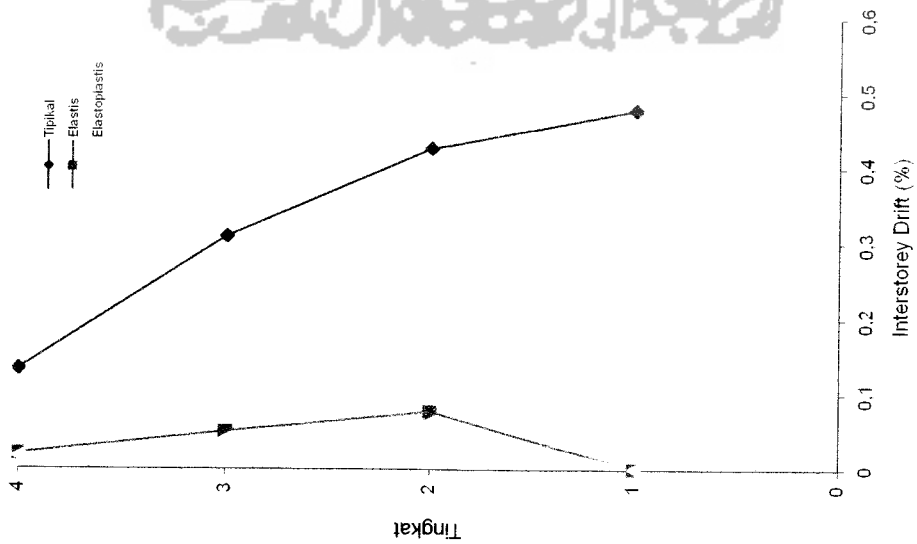
B. Struktur 8 Tingkat



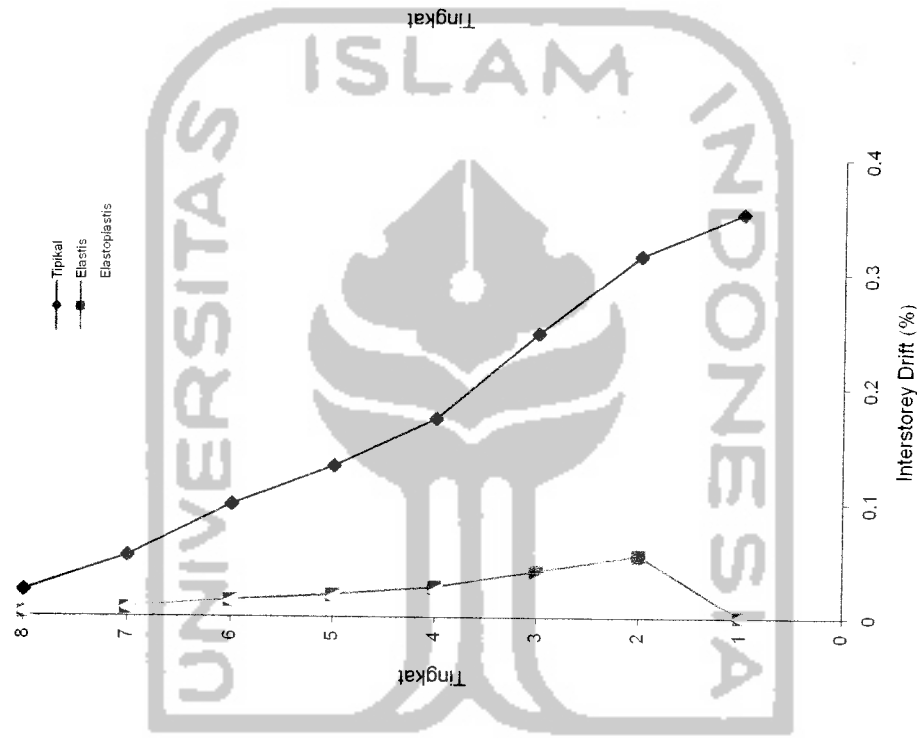
C. Struktur 10 Tingkat

Gambar 5.24 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Maksimum Antara Struktur Dengan dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Elcentro

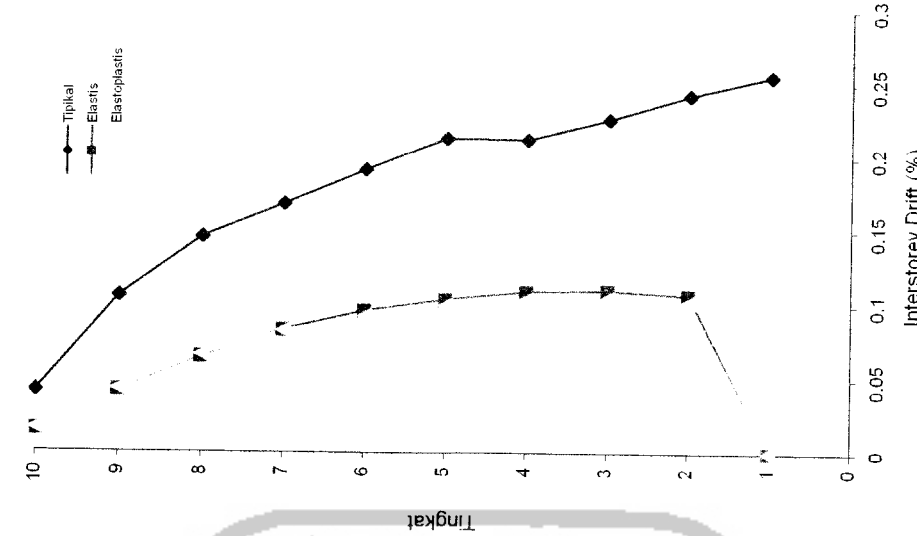




A. Struktur 4 Tingkat

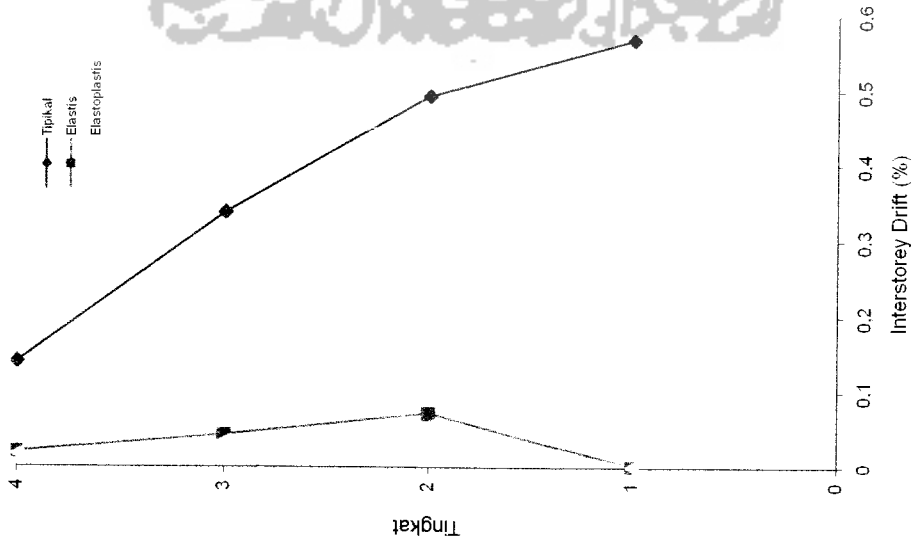


B. Struktur 8 Tingkat

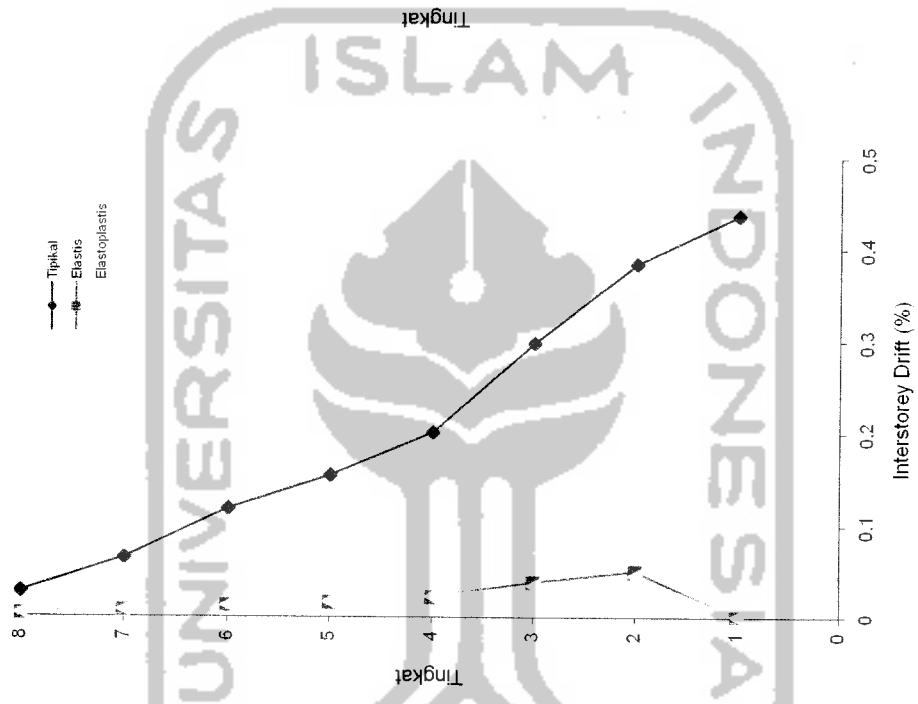


C. Struktur 10 Tingkat

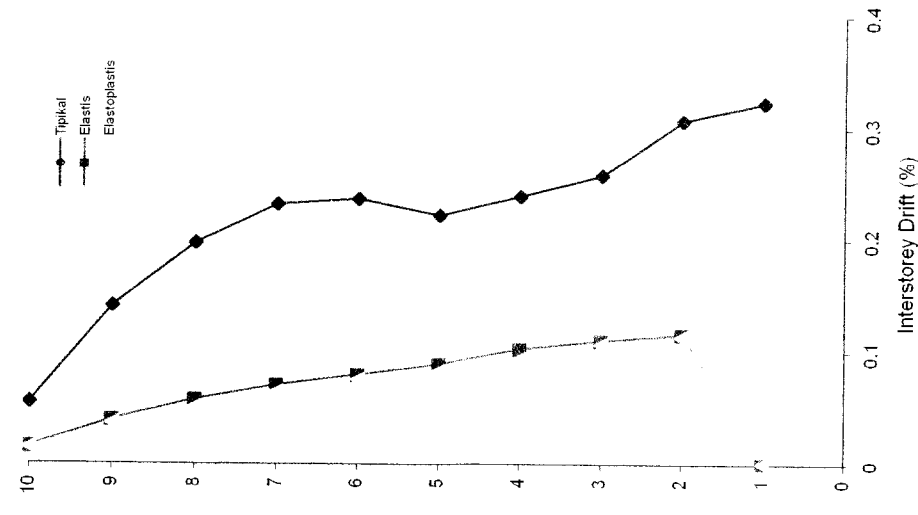
Gambar 5.25 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Maksimum Antara Struktur Dengan dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Santacruz



A. Struktur 4 Tingkat

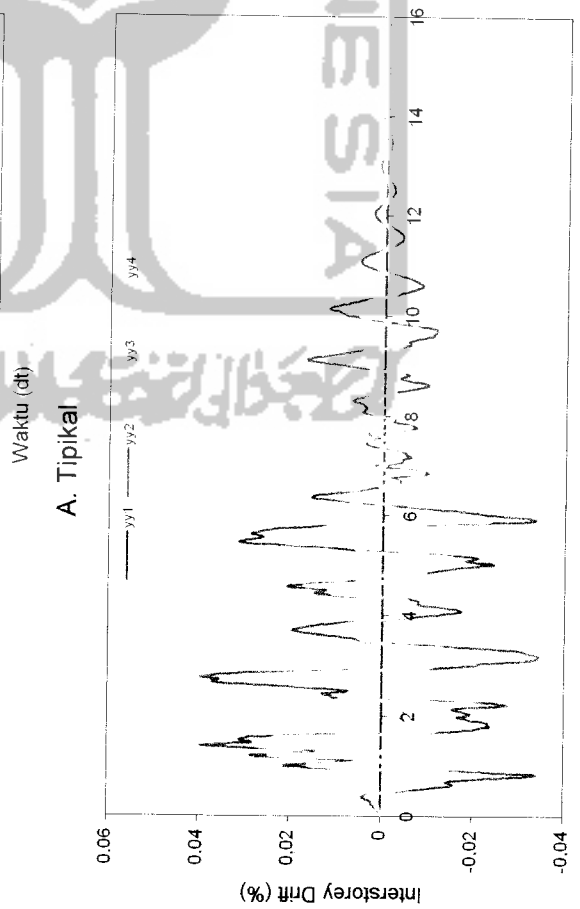
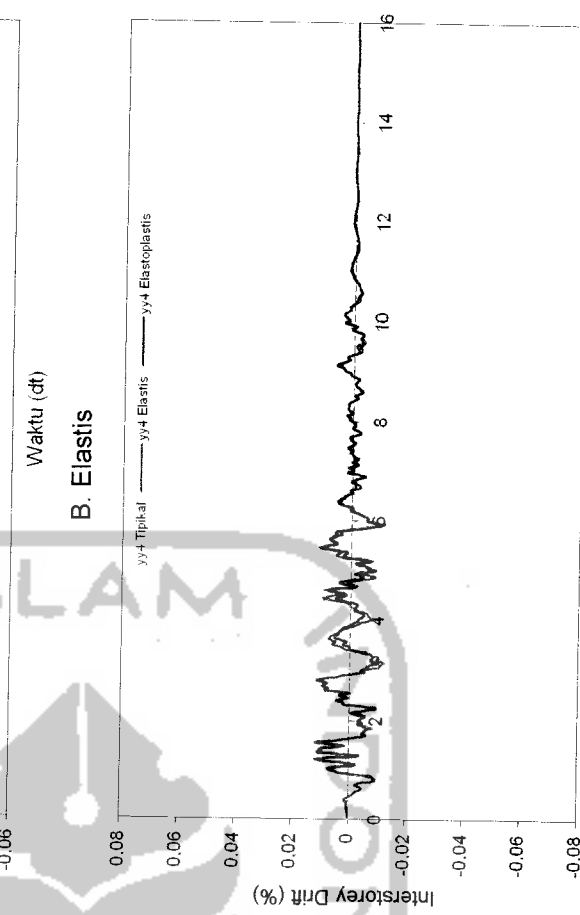
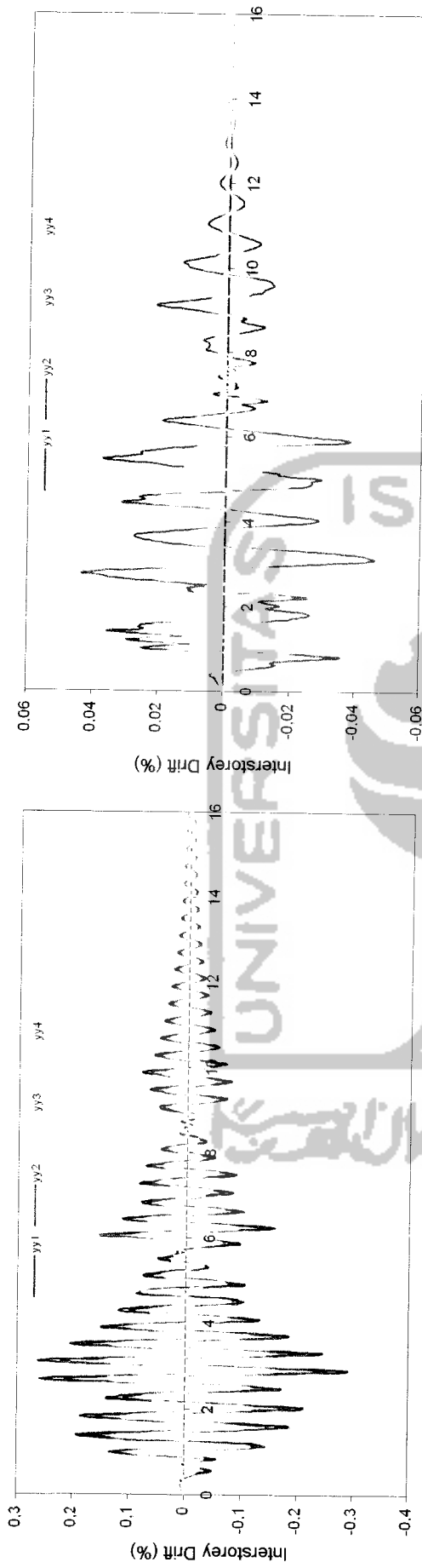


B. Struktur 8 Tingkat



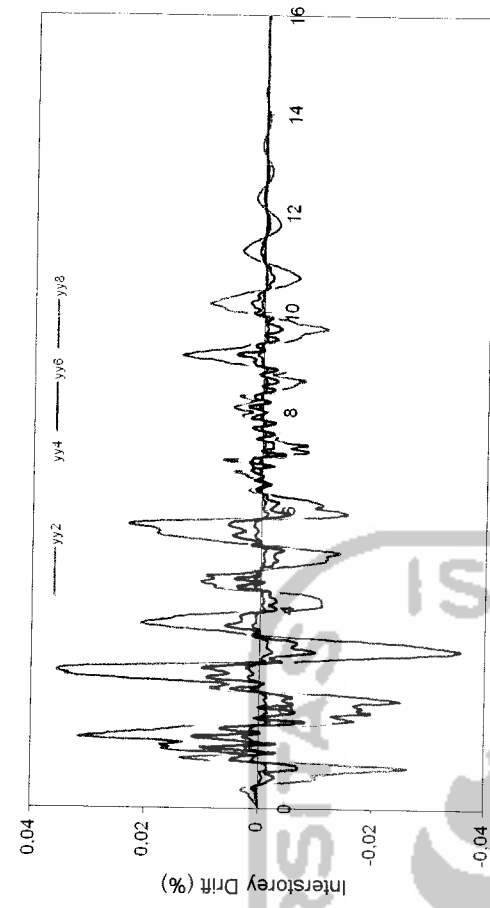
C. Struktur 10 Tingkat

Gambar 5.26 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Maksimum Antara Struktur Dengan dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Koyna



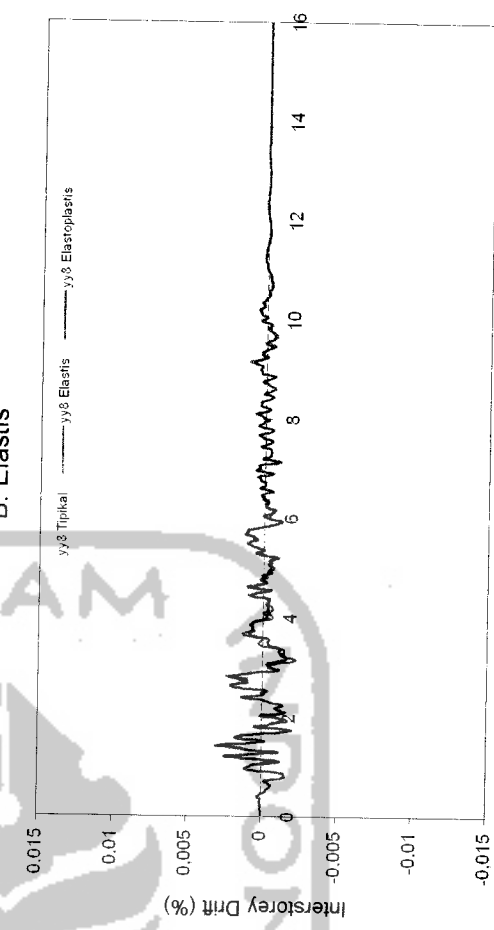
D. Perbandingan Tingkat 4

Gambar 5.27 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Elcentro



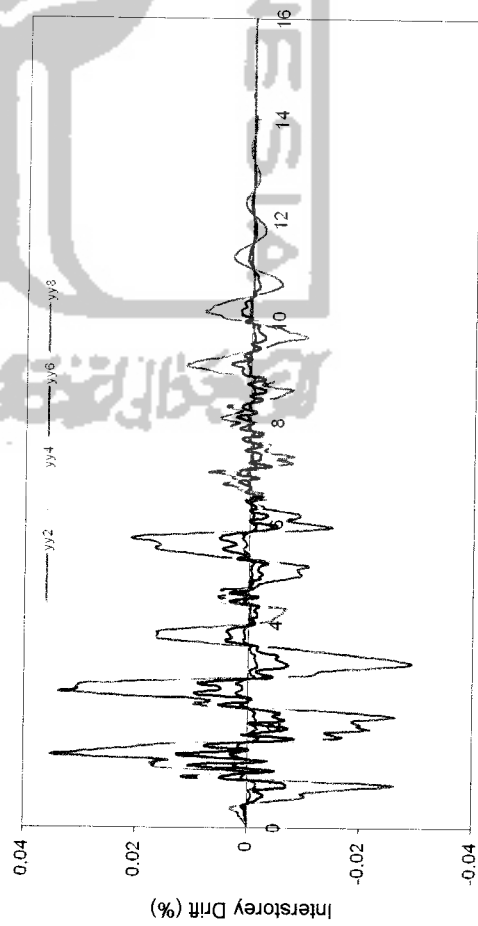
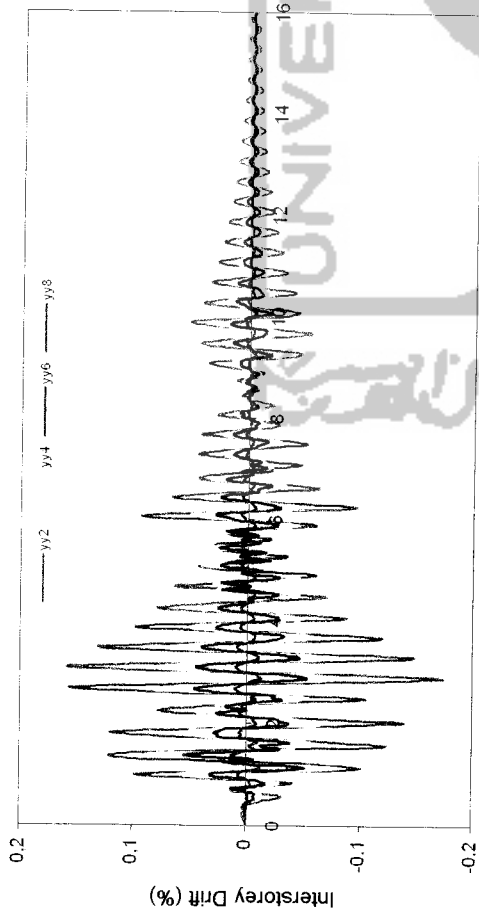
A. Tipikal

B. Elastis



C. Elastoplastis

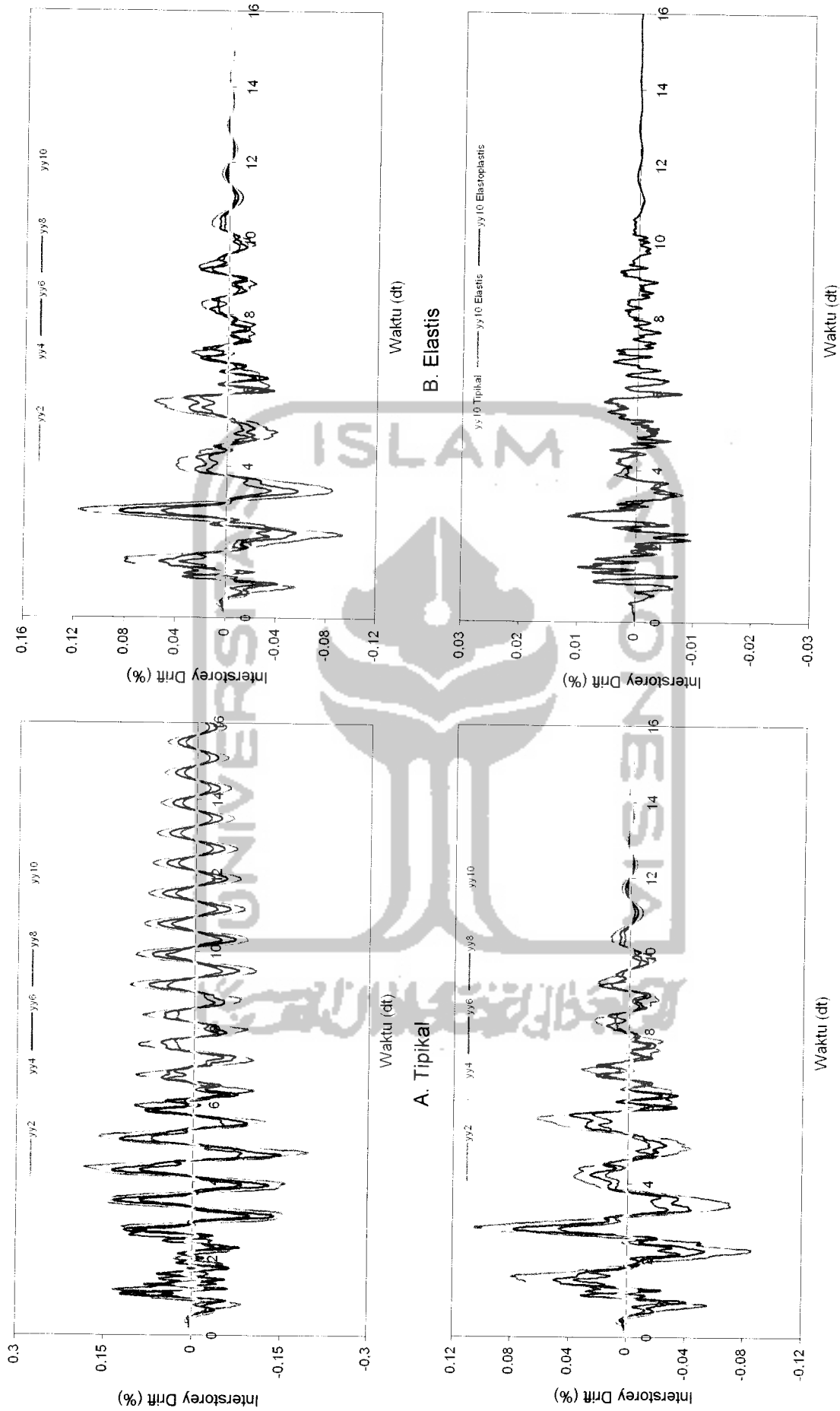
D. Perbandingan Tingkat 8



Gambar 5.28 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Elcentro

gempa yang lain. Semakin nilai kekakuan *base isolation* mendekati kekakuan struktur tanpa *base isolation* (Tipikal) dan semakin tinggi tingkat, struktur dengan *base isolation* (Elastis dan Elastoplastis) akan mengalami perlakuan yang sama dengan struktur tanpa *base isolation* (Tipikal). Hal ini akan menimbulkan kerugian pada struktur yang ditopang *base isolation* tersebut, karena akan mengalami simpangan antar tingkat yang besar yang sifatnya sama dengan struktur tanpa *base isolation* (Tipikal). Nilai keseluruhan dari *interstorey drift* memenuhi syarat dari batas ultimit gedung yaitu 0,002 kali tinggi tingkat.

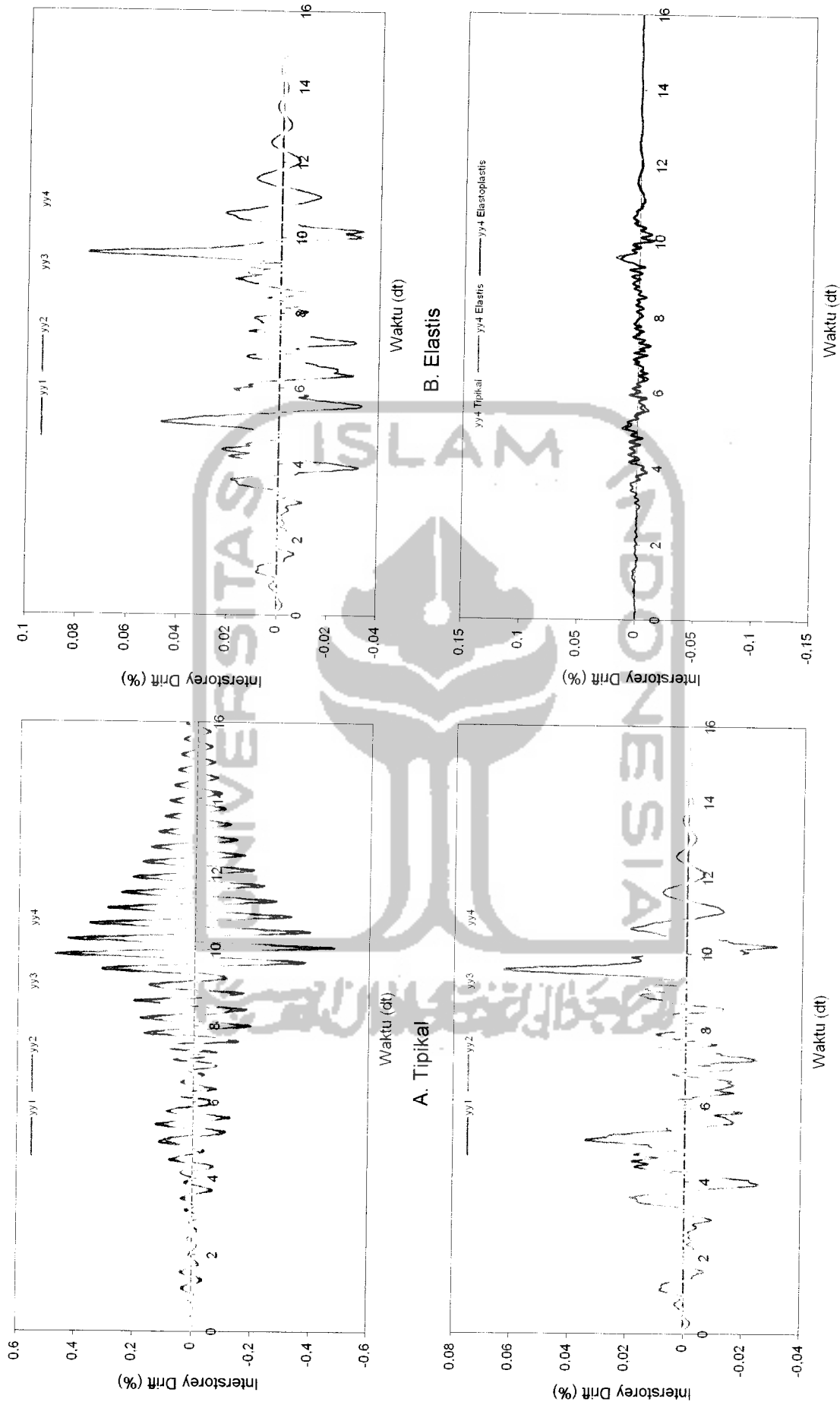




D. Perbandingan Tingkat 10

C. Elastoplastis

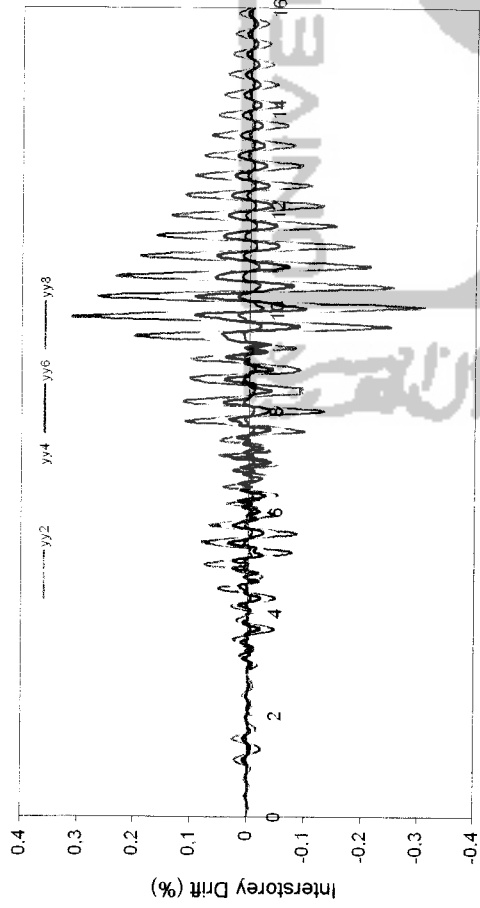
Gambar 5.29 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Elcentro



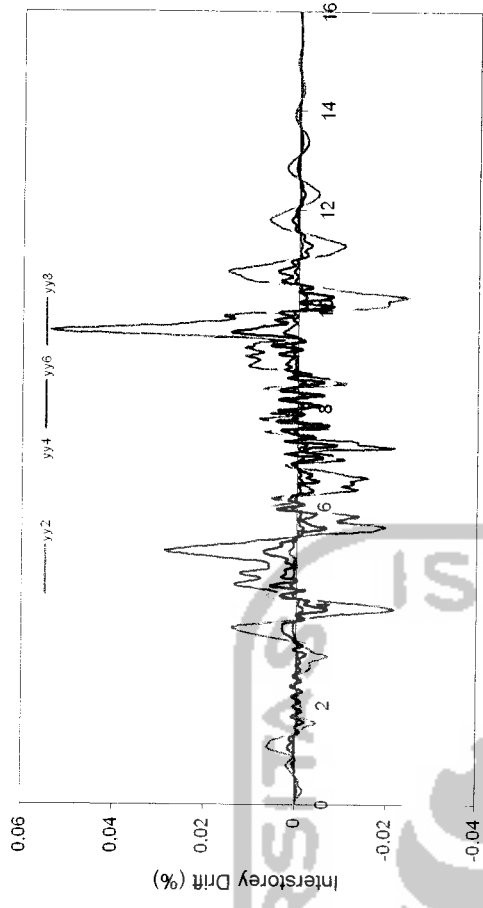
D. Perbandingan Tingkat 4

C. Elastoplastis

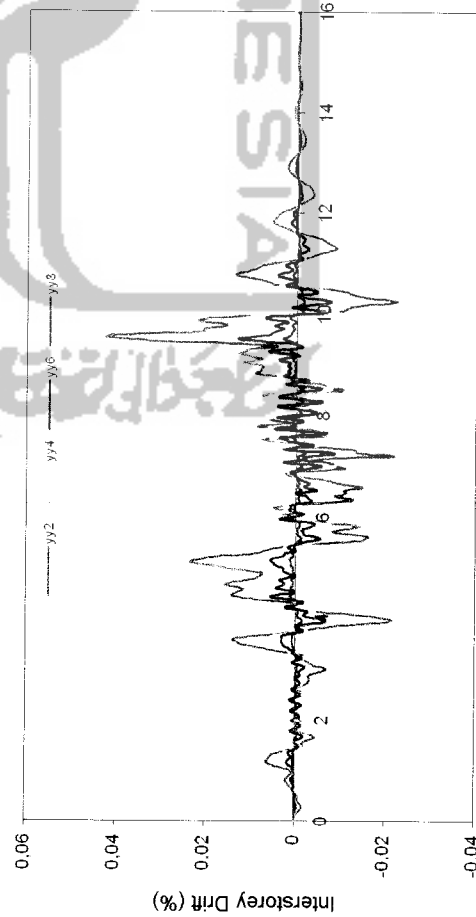
Gambar 5.30 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



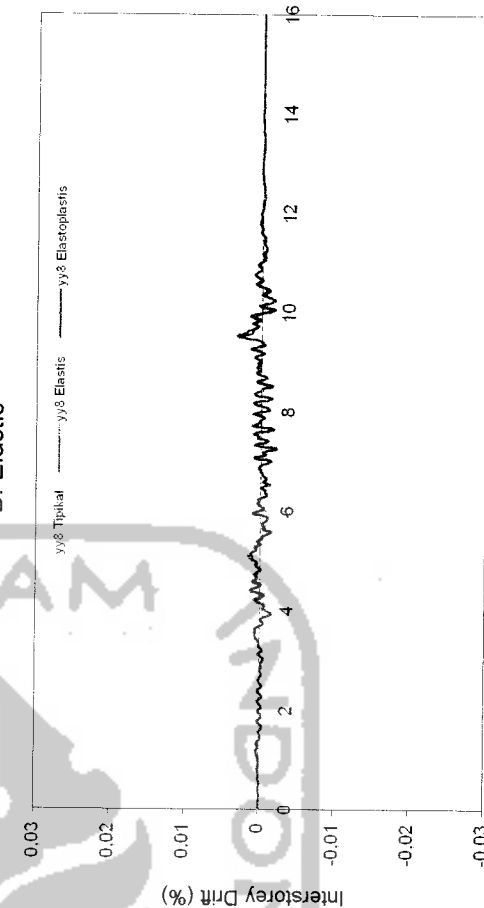
A. Tipikal



B. Elastis

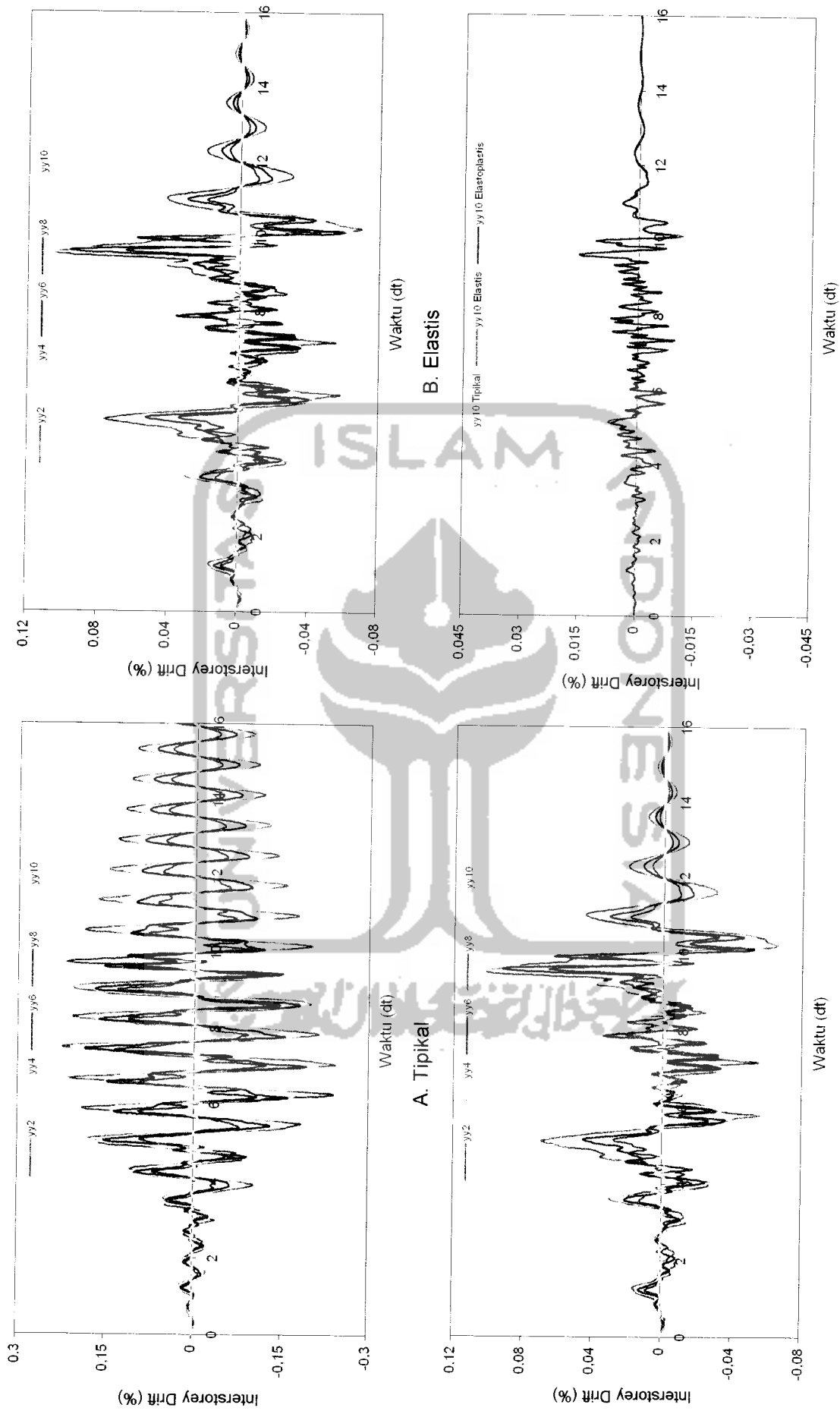


C. Elastoplastis



D. Perbandingan Tingkat 8

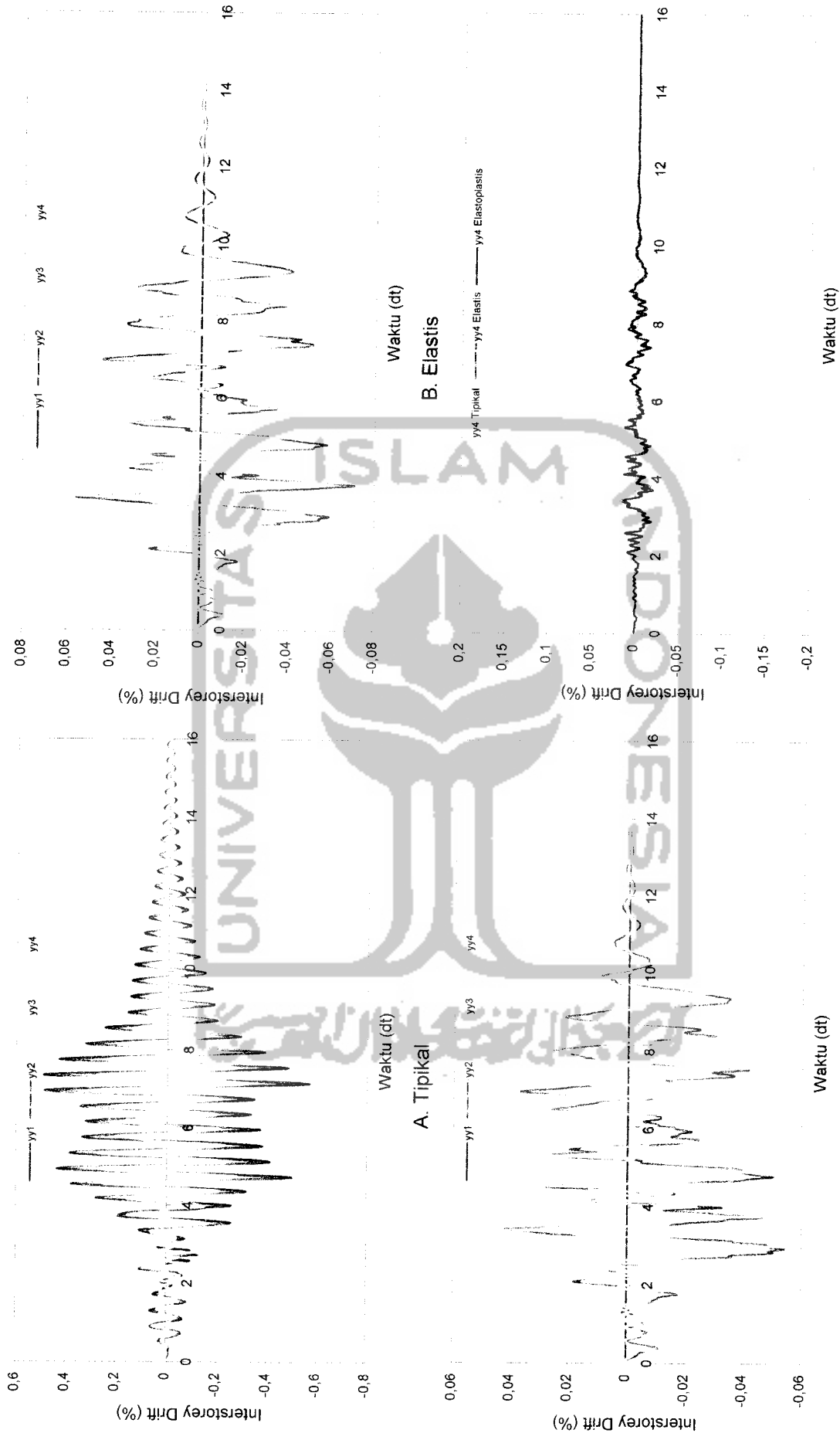
Gambar 5.31 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



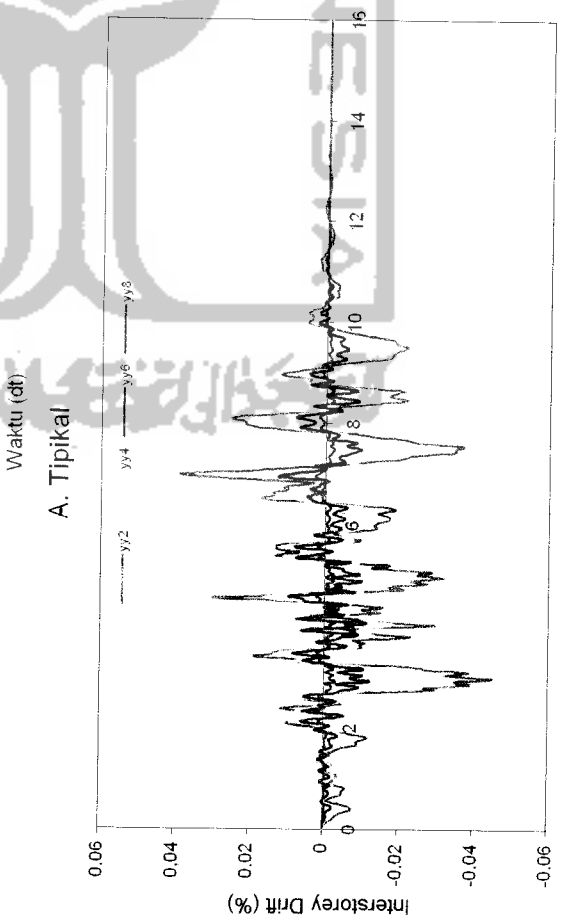
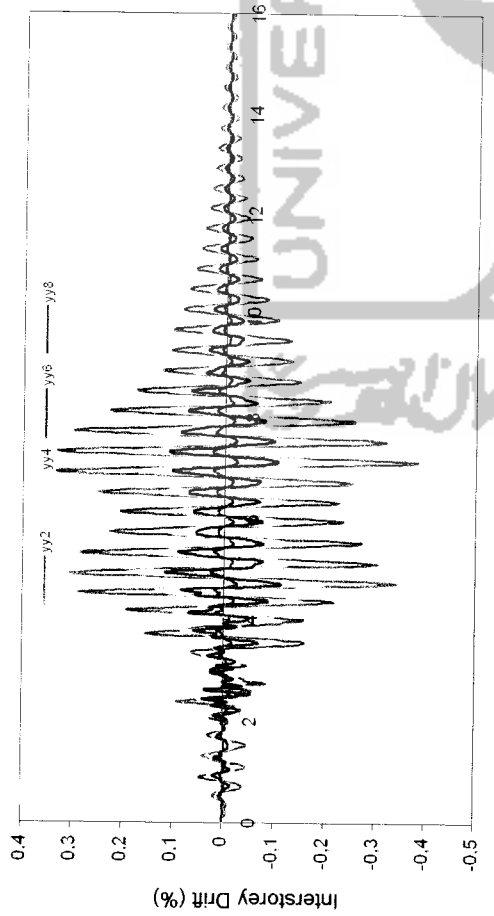
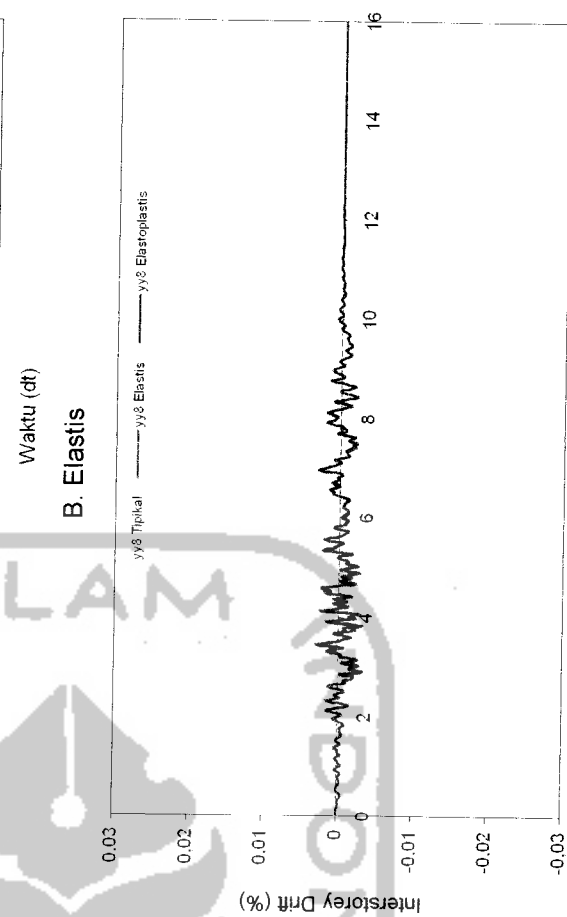
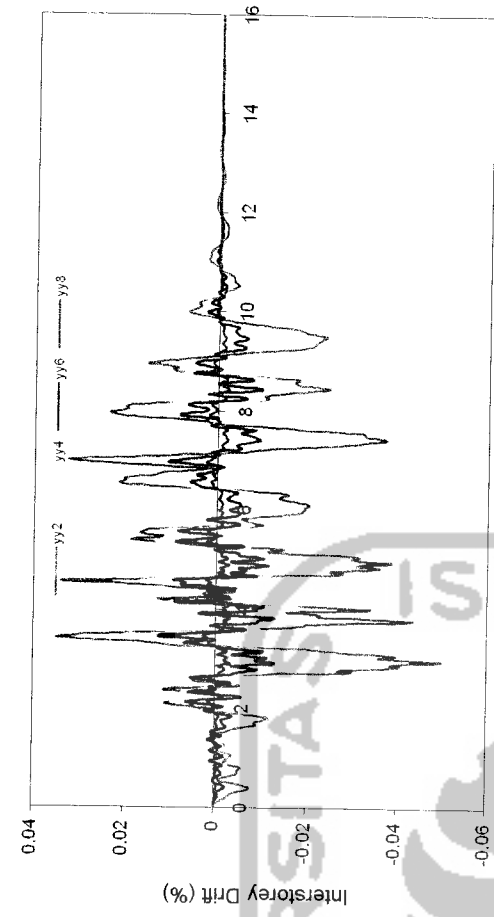
D. Perbandingan Tingkat 10

C. Elastoplastis

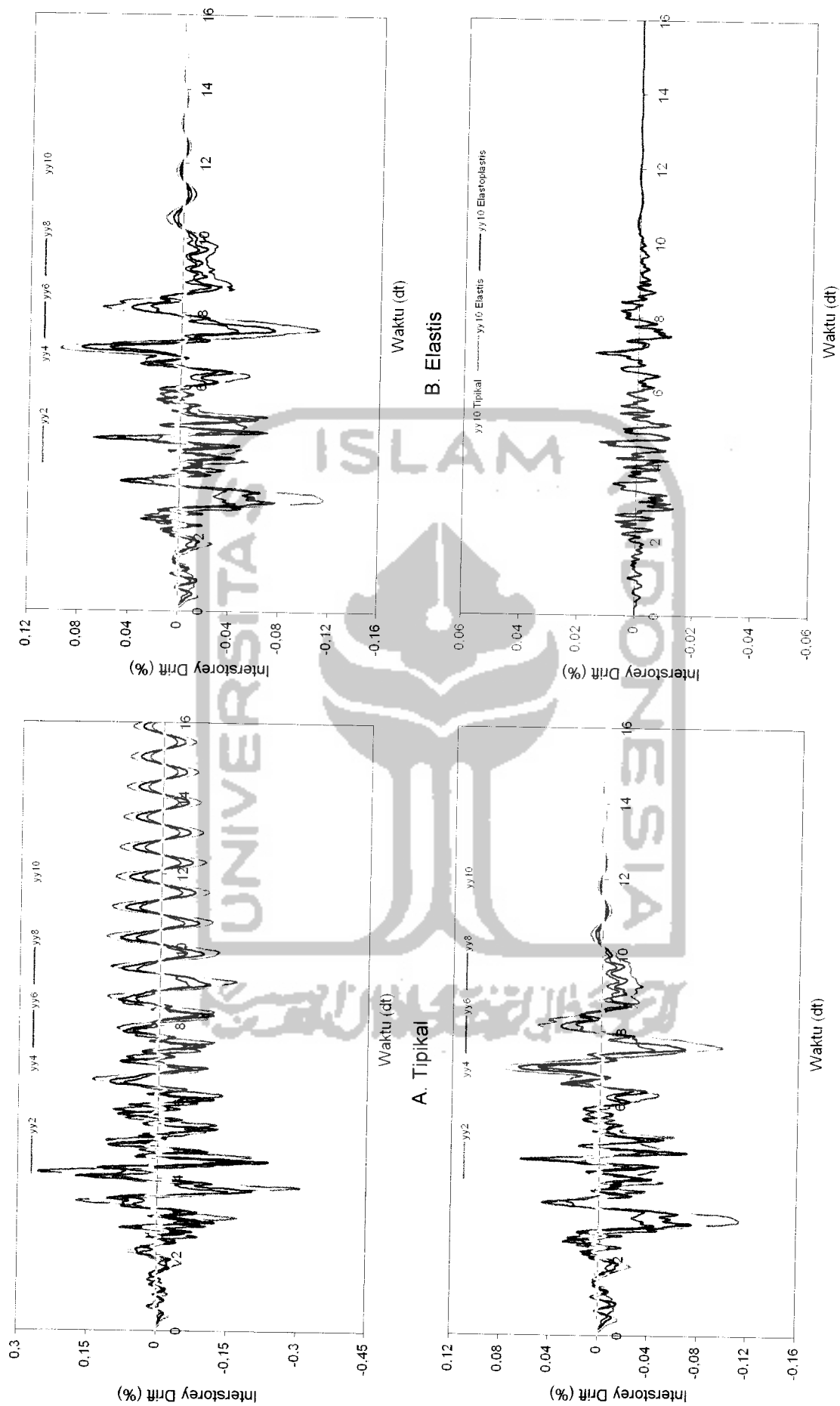
Gambar 5.32 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



Gambar 5.33 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.34 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Koyna



D. Perbandingan Tingkat 10

Gambar 5.35 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Koyna

5.3.3 Gaya Horisontal Tingkat.

Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai gaya horisontal tingkat struktur 4, 8, dan 10 tingkat dengan variasi 3 gempa, dengan memperhatikan hasil grafik Gaya Horisontal maksimum yang terdapat pada **Gambar 5.36** sampai dengan **Gambar 5.39** maka,

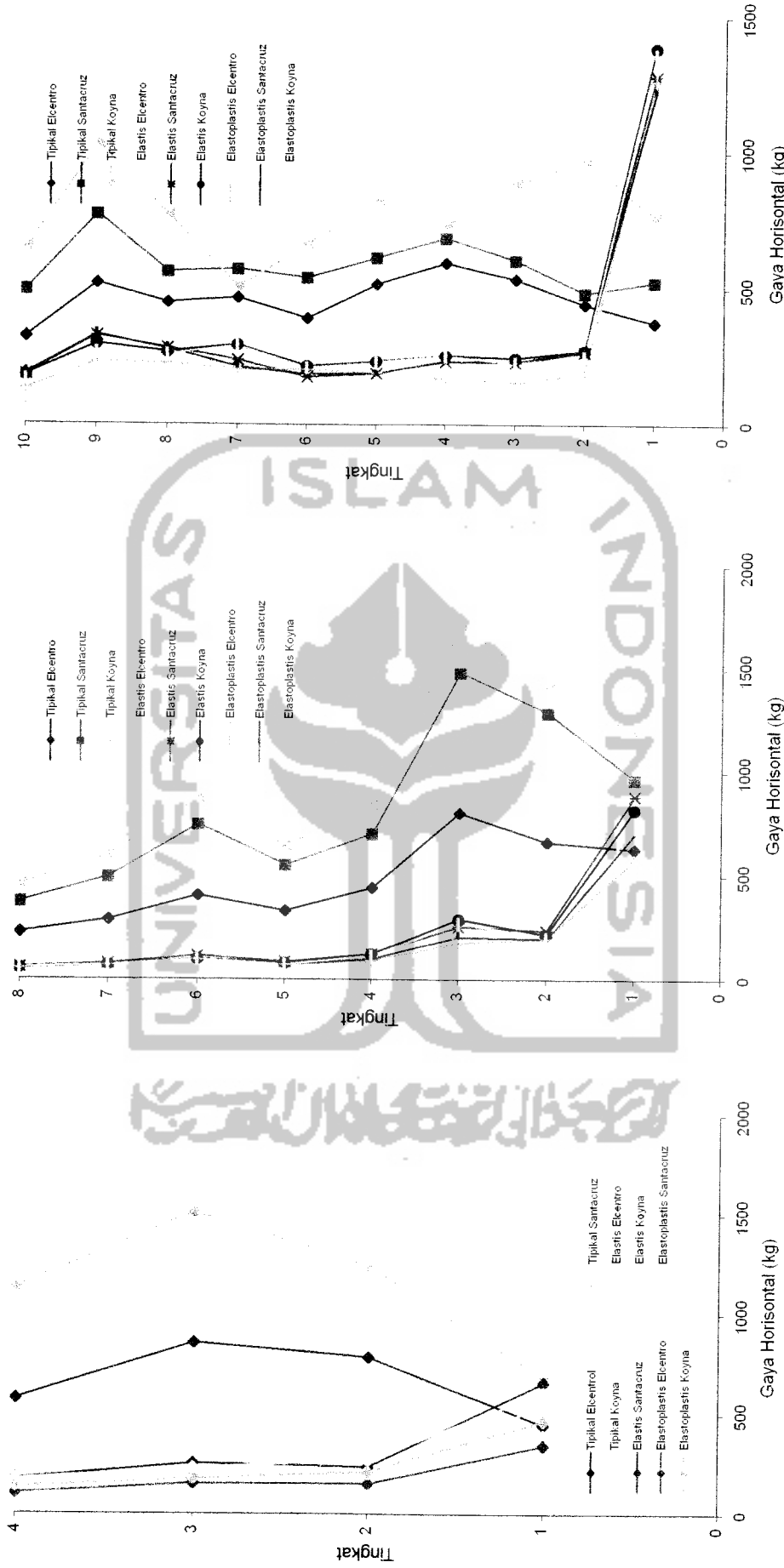
Titik belok gaya horisontal tingkat pada struktur dengan *base isolation* sangat ekstrim terutama pada tingkat 1 ketingkat 2. Hal ini disebabkan karena gaya horisontal yang terjadi akibat gempa telah diredam oleh *base isolation* sehingga gaya horisontal terbesar terjadi pada *base isolation* itu sendiri yang mana dapat dilihat pada **Gambar 5.39**.

Pada struktur tanpa *base isolation* terjadi titik belok yang sangat ekstrim karena pada titik belok inilah terjadi pengurangan nilai gaya horizontal tingkat. Hal ini disebabkan karena gaya horisontal tingkat merupakan perkalian dari simpangan dengan kekakuan (**pers. 3.56**). Sedangkan struktur yang digunakan dalam penelitian memiliki nilai kekakuan yang berbeda ditiap tingkatnya namun cenderung mengecil pada tingkat paling atas. Oleh karena itu semakin keatas gaya horisontal semakin luktatif dan akan akan terus mengecil pada tingkat paling atas.

Gaya horisontal tingkat struktur dengan *base isolation* semakin tinggi K_b maka gaya horisontal tingkat tersebut akan semakin besar tetapi nilai tersebut masih lebih kecil dari gaya horisontal tingkat struktur tanpa *base isolation* karena K_b dari *base isolation* lebih kecil dari kekakuan struktur tanpa *base isolation*.

Gaya horisontal tingkat terbesar pada struktur tanpa *base isolation* terjadi pada gempa Koyna (frekuensi tinggi) dan terkecil pada gempa Elcentro (frekuensi menengah). Gaya horisontal tingkat pada struktur 4, 8 dan 10 tingkat dengan *base isolation* sangat rapat antara gempa Santacruz dan gempa Koyna baik pada struktur dengan *base isolation* (elastis) atau dengan *base isolation* (elastoplastis), hal ini disebabkan karena keduanya memiliki frekuensi gempa tinggi sehingga kadang nilai gaya horisontal antara keduanya berhimpit, jadi bisa dikatakan anggapan *base isolation* (elastoplastis) sama dengan *base isolation* (elastis).



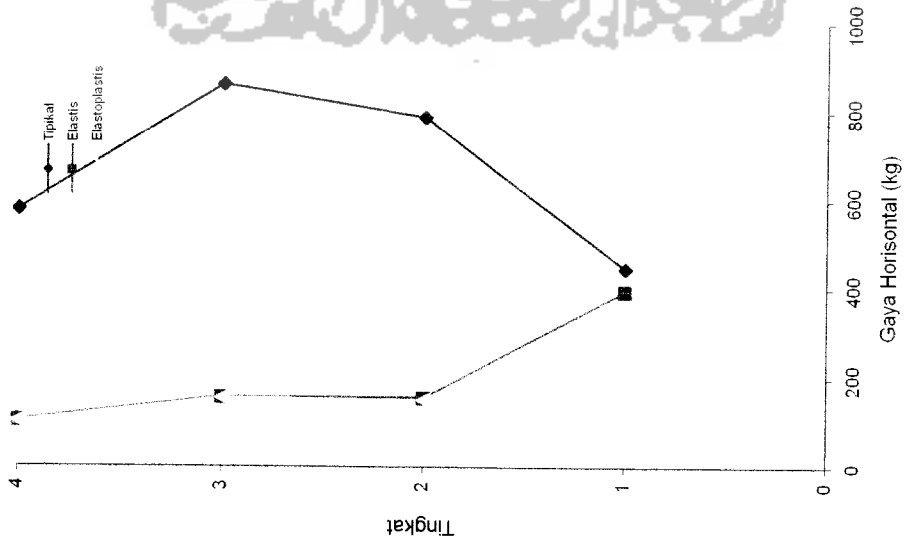


A. Struktur 4 Tingkat

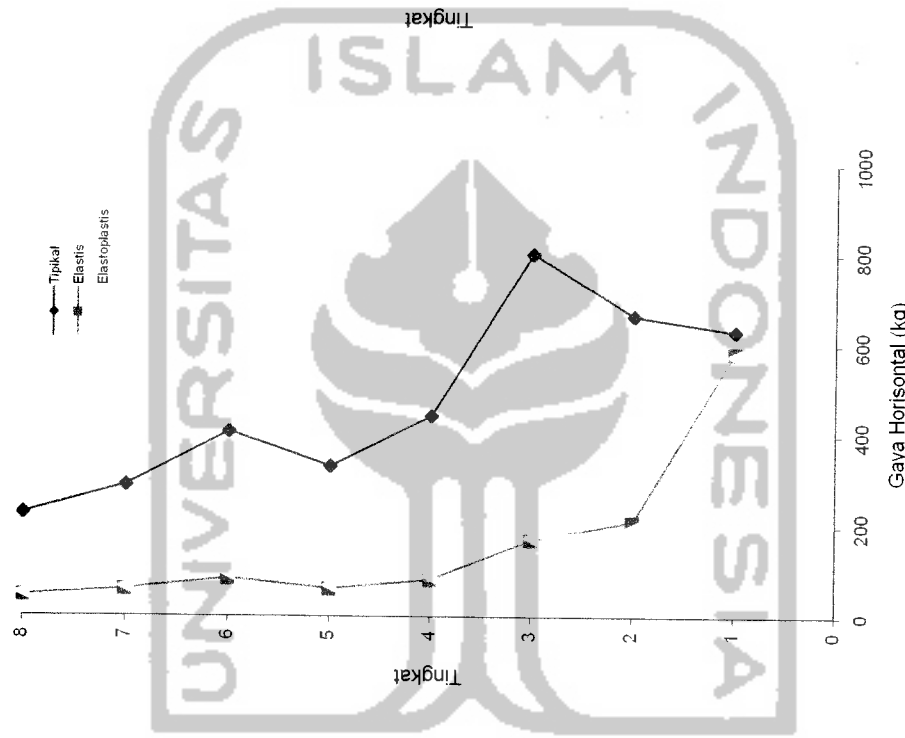
B. Struktur 8 Tingkat

C. Struktur 10 Tingkat

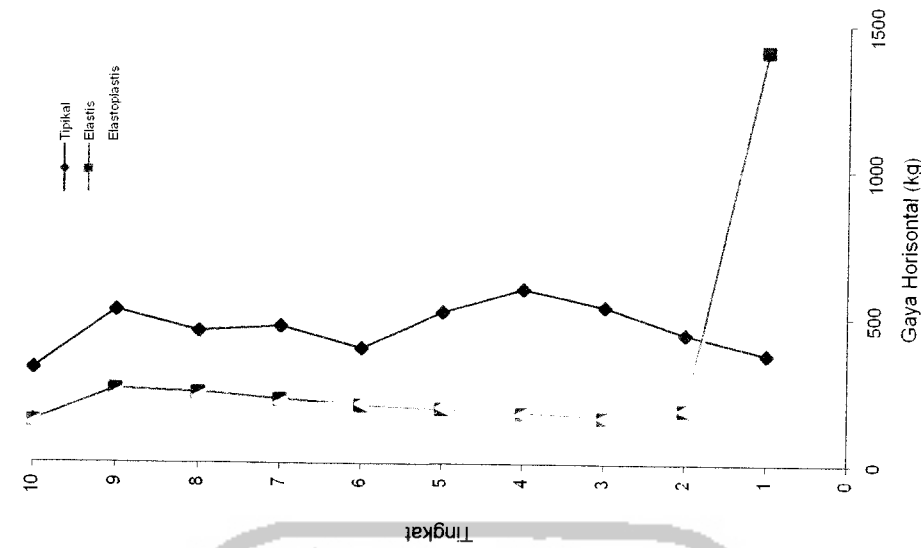
Gambar 5.36 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Maksimum Antara Bangunan Dengan Dan Tanpa Base Isolation Akibat 3 Gempa



A. Struktur 4 Tingkat

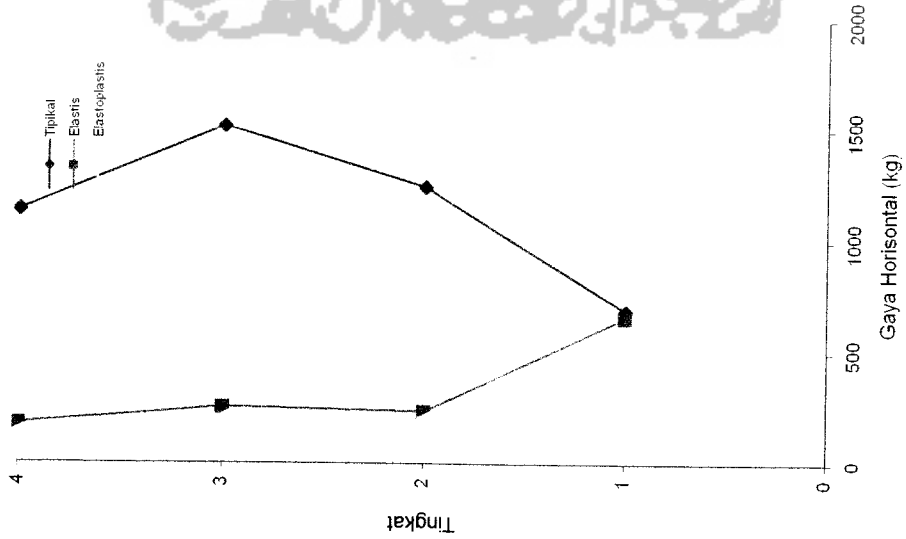


B. Struktur 8 Tingkat

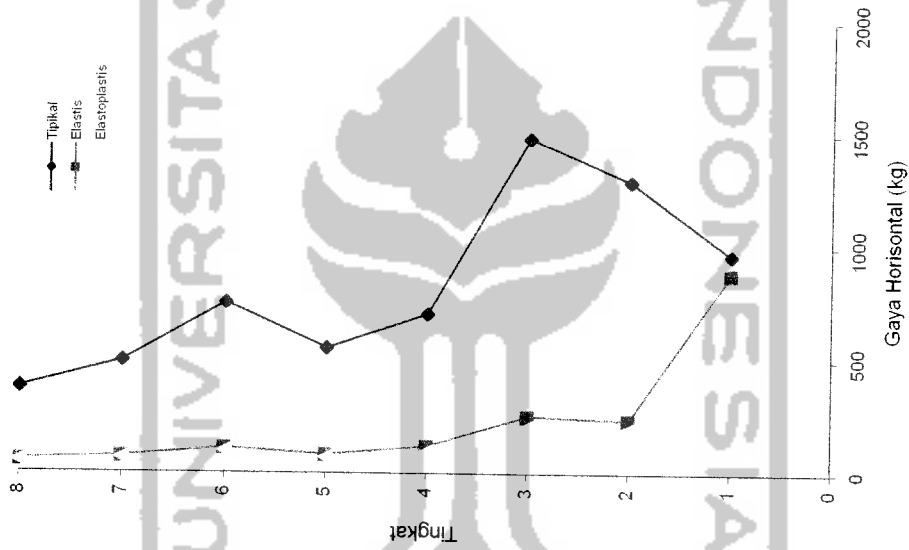


C. Struktur 10 Tingkat

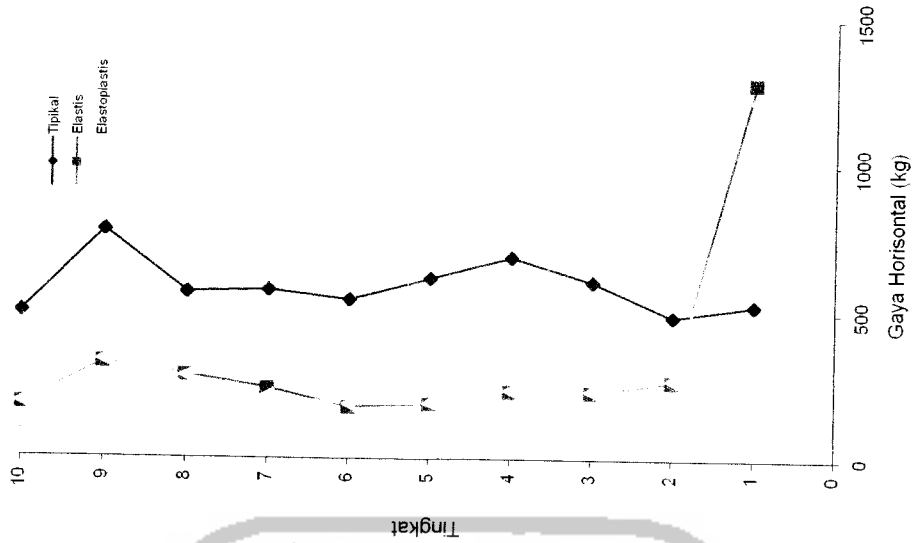
Gambar 5.37 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Maksimum Antara Struktur Dengan dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Elcentro



A. Struktur 4 Tingkat

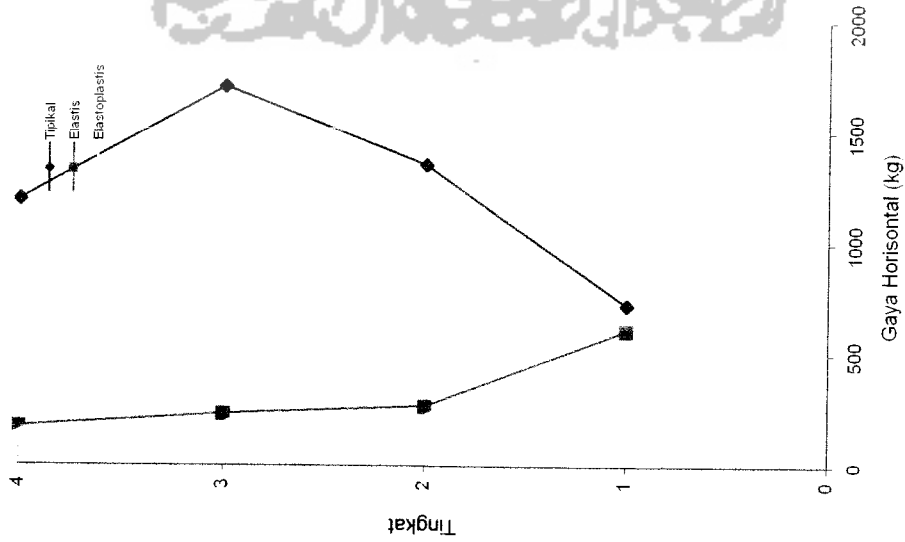


B. Struktur 8 Tingkat

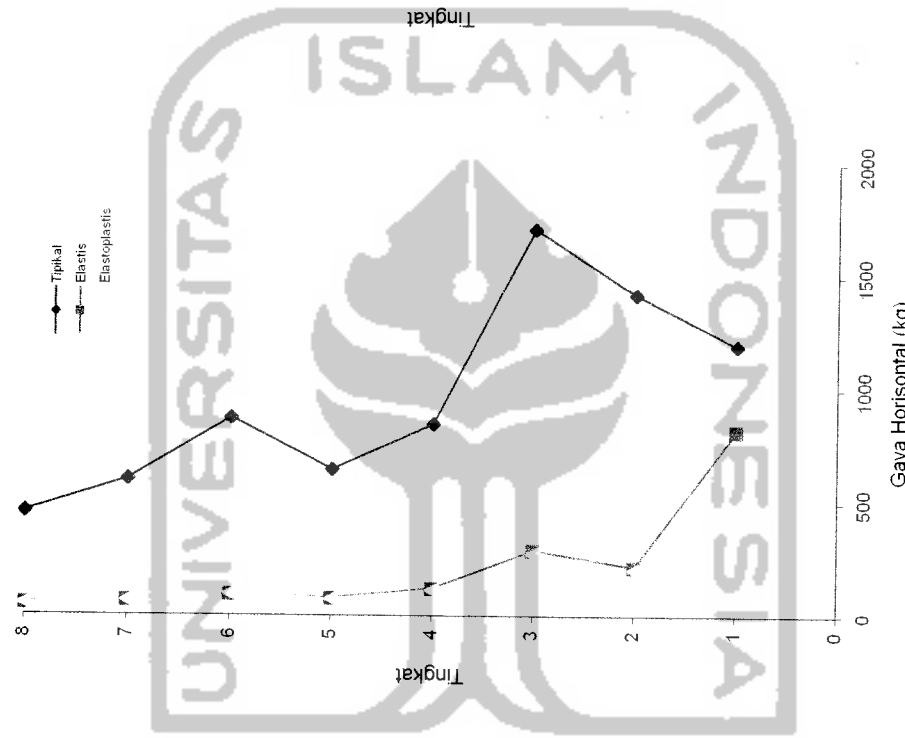


C. Struktur 10 Tingkat

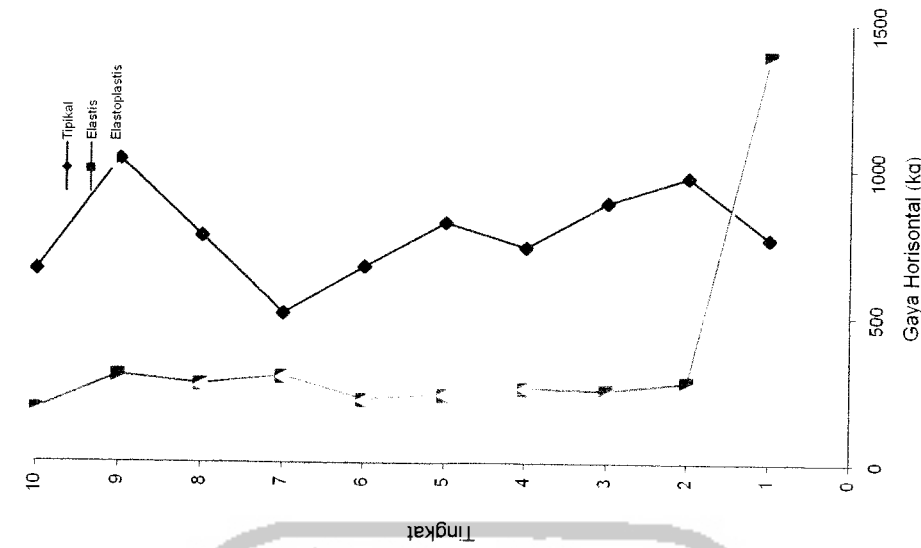
Gambar 5.38 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Maksimum Antara Struktur Dengan dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Santacruz



A. Struktur 4 Tingkat

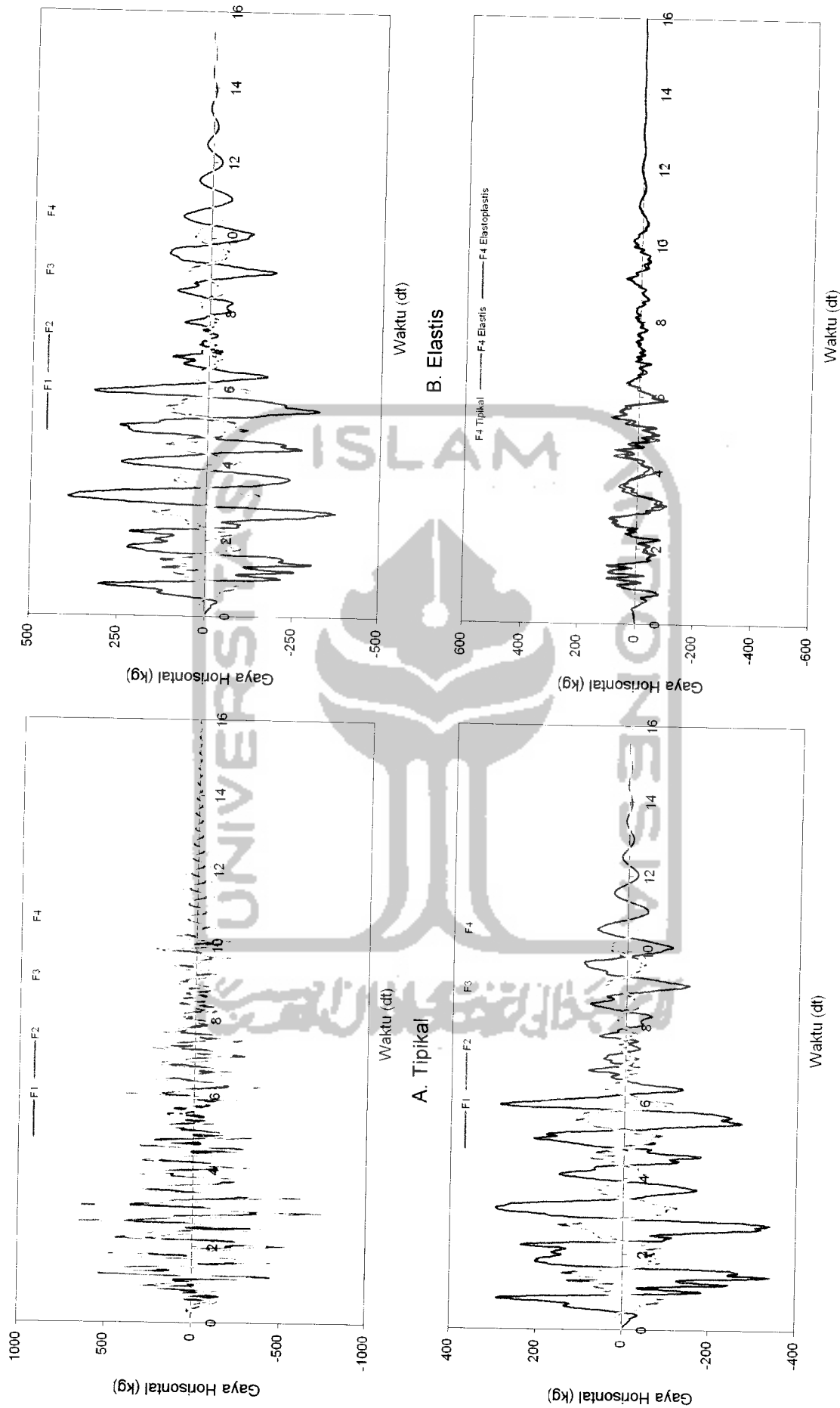


B. Struktur 8 Tingkat

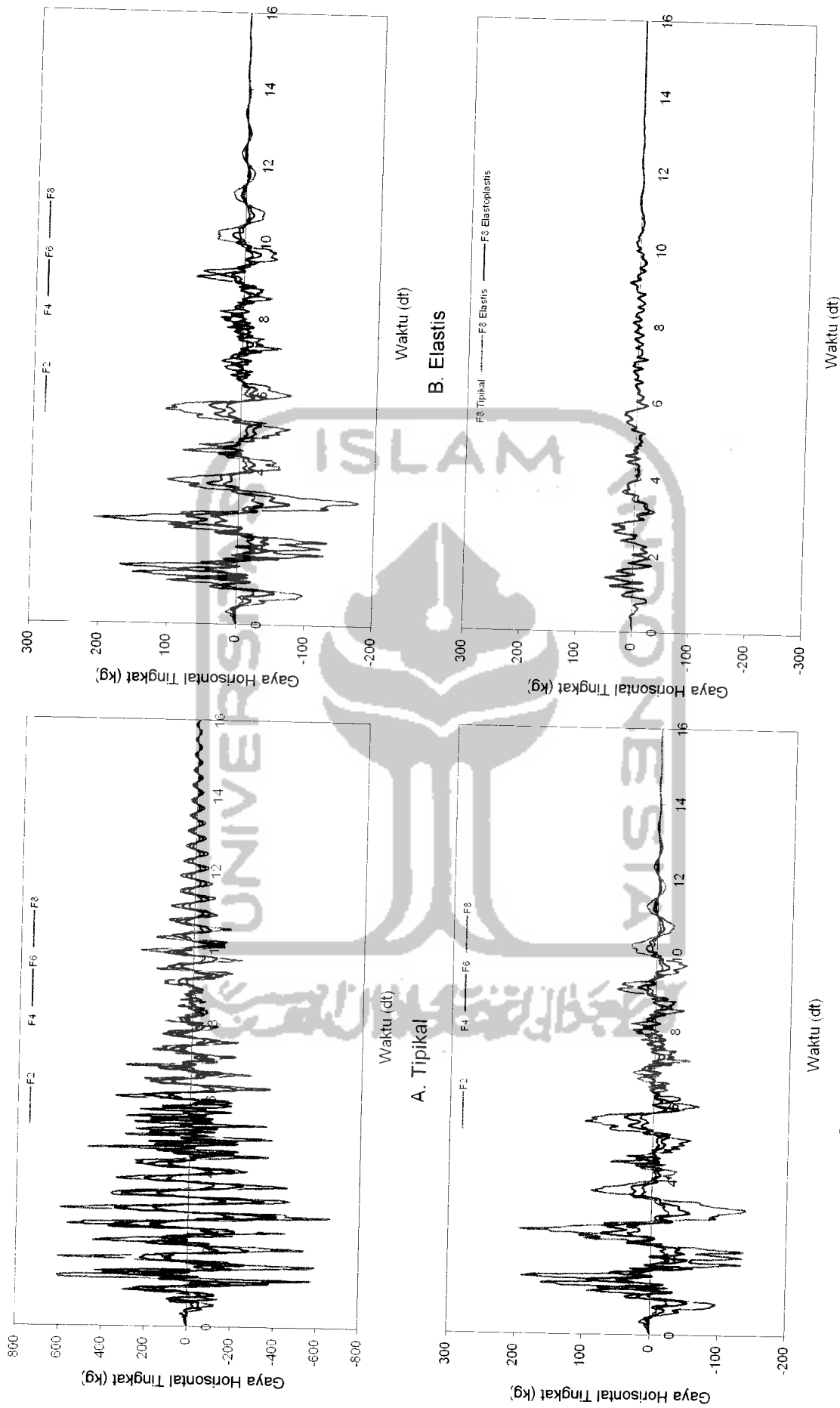


C. Struktur 10 Tingkat

Gambar 5.39 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Maksimum Antara Struktur Dengan dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Koyana

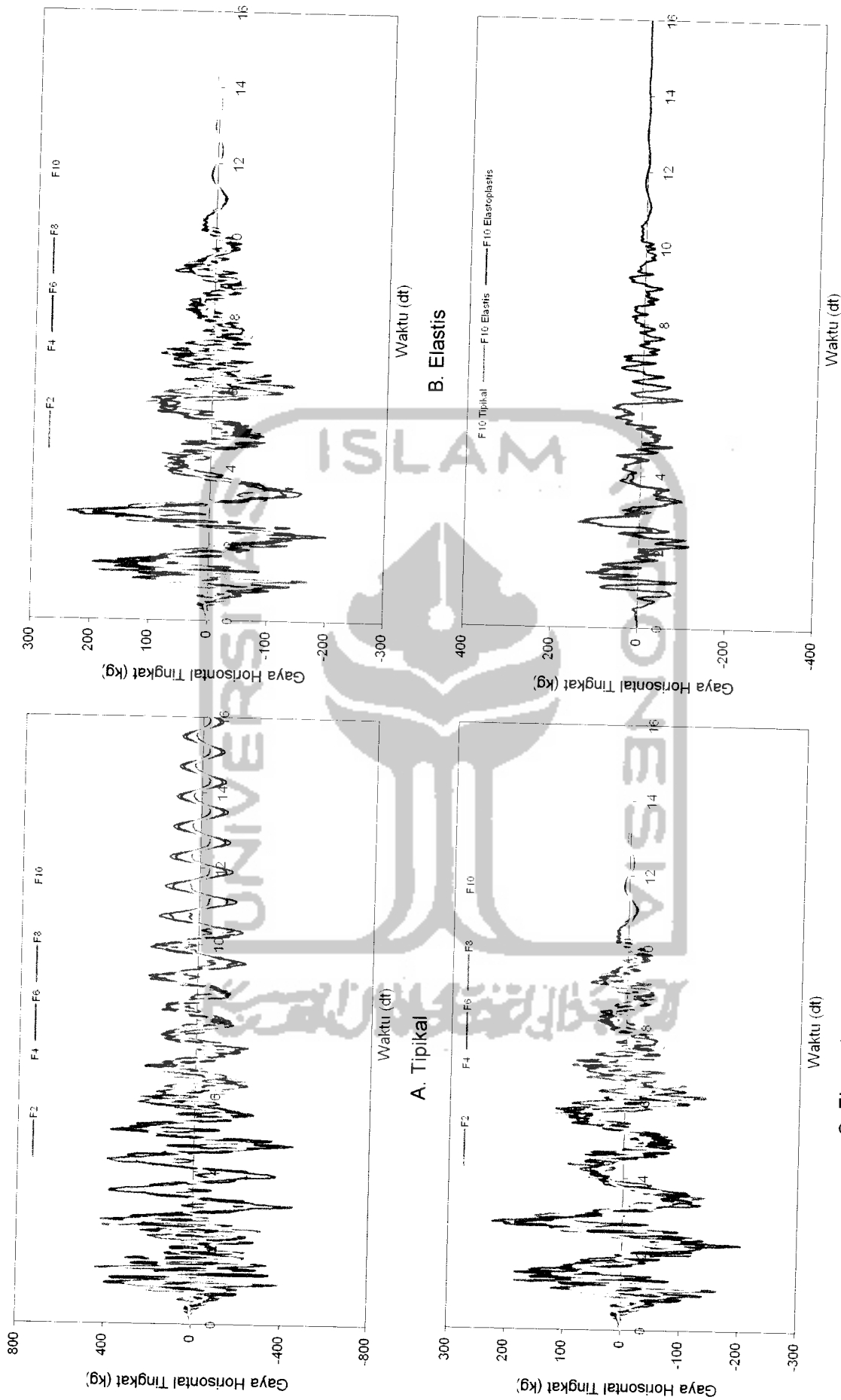


Gambar 5.40 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Elcentro



D. Perbandingan Tingkat 8

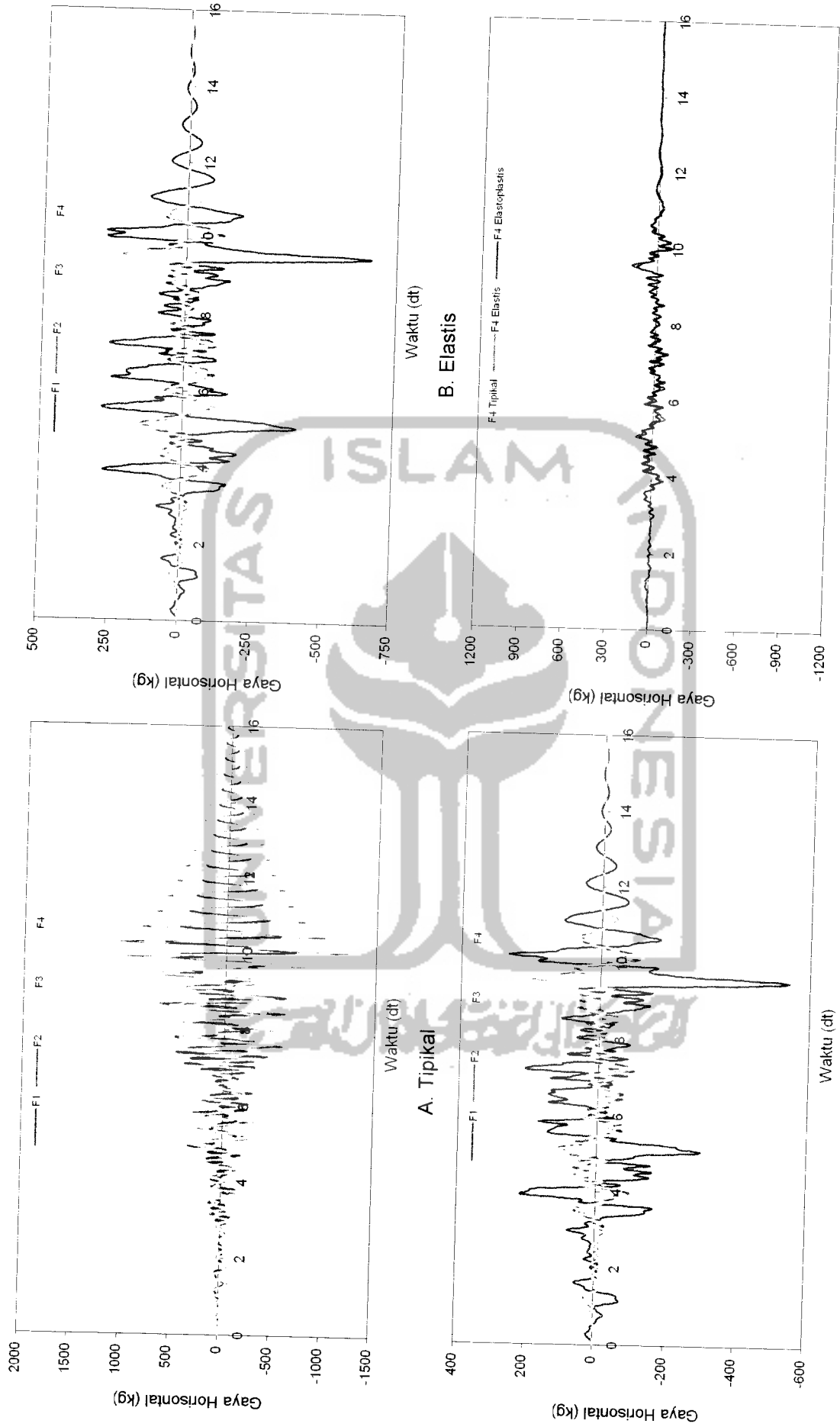
Gambar 5.41 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Eicentro



D. Perbandingan Tingkat 10

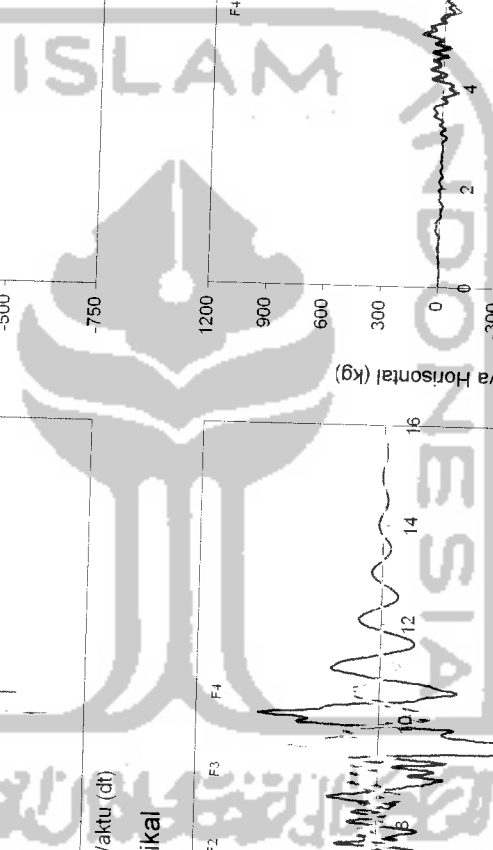
Gambar 5.42 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Elcentro

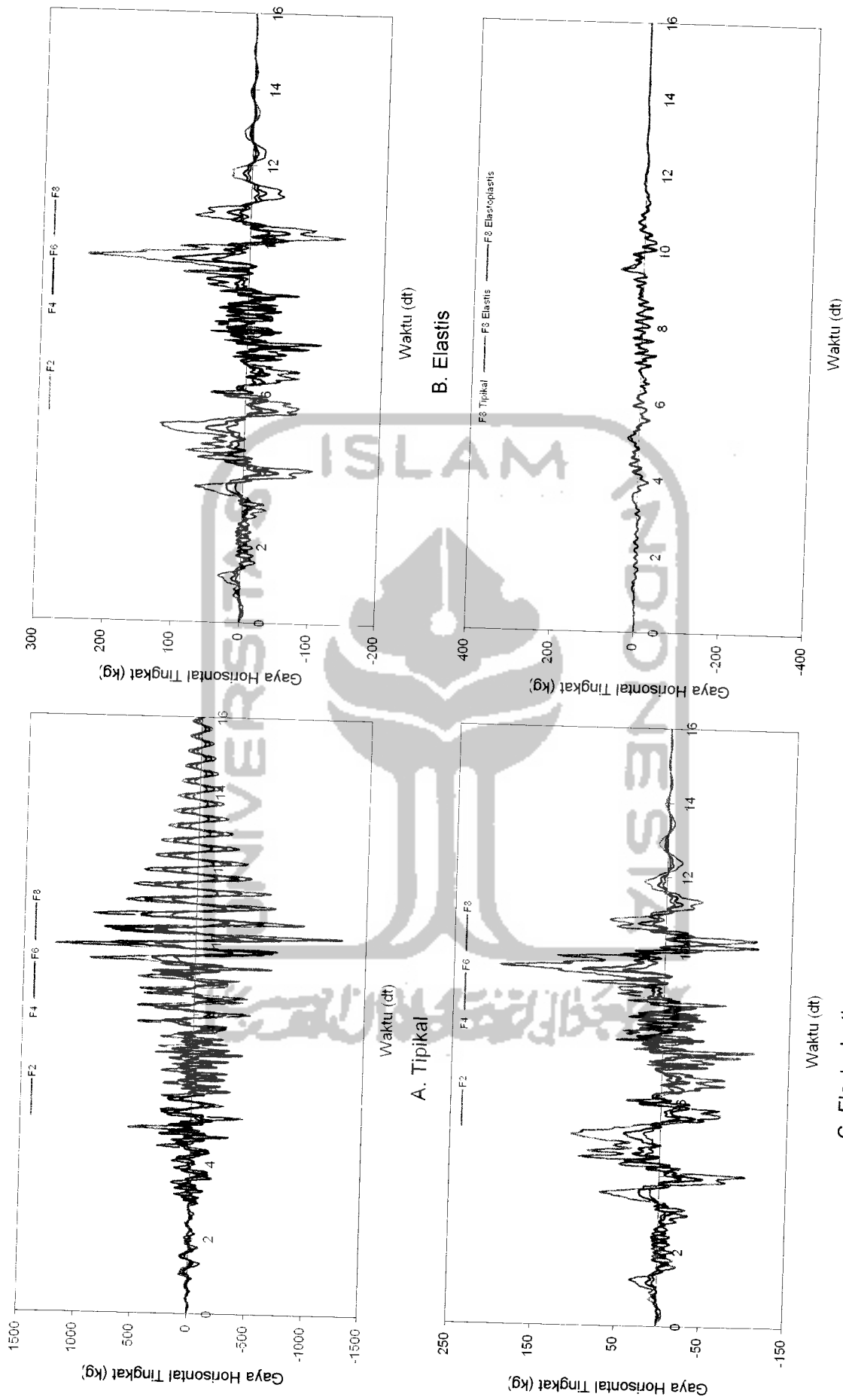
C. Elastoplastis



D. Perbandingan Tingkat 4

Gambar 5.43 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Santacruz





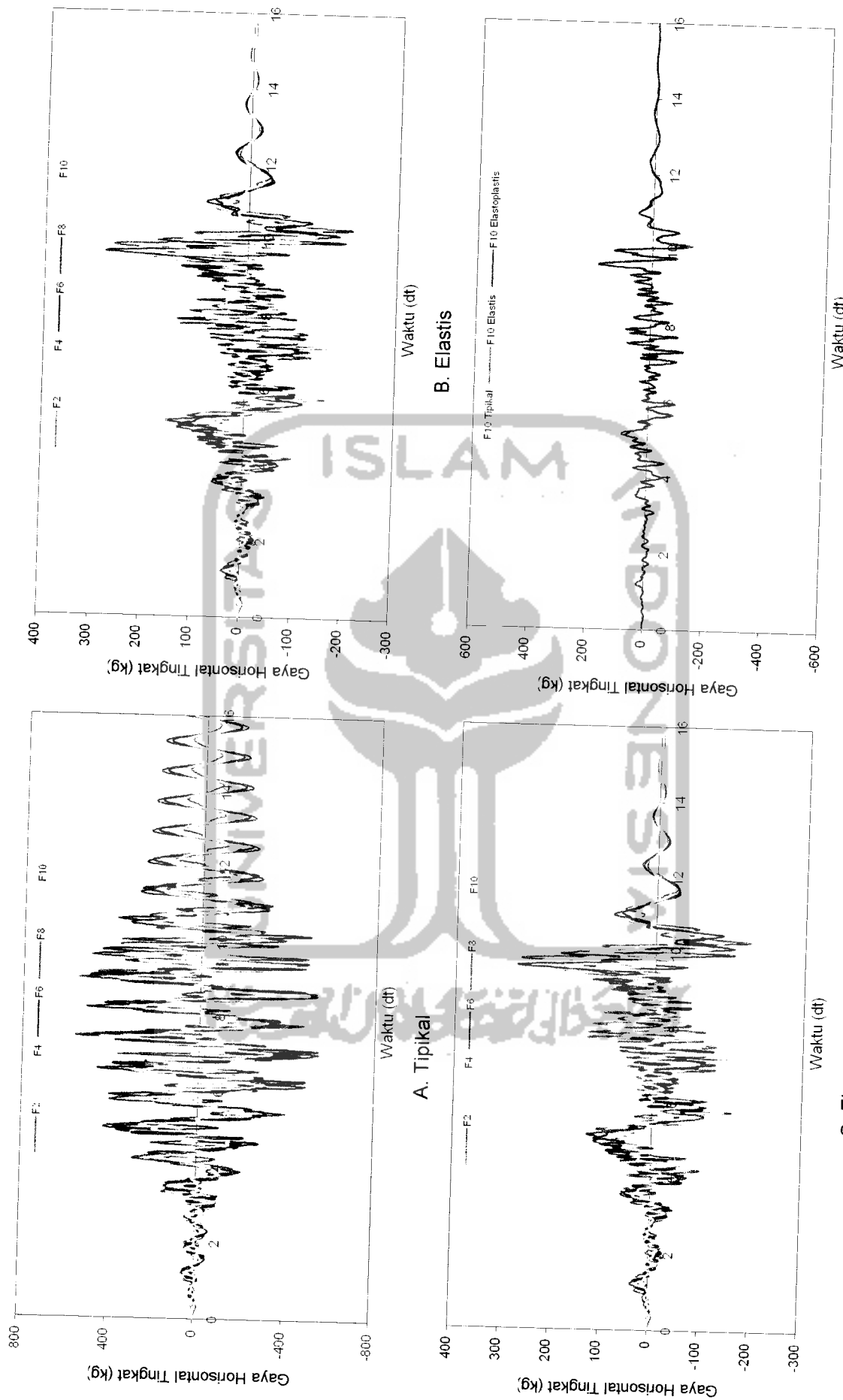
D. Perbandingan Tingkat 8

Gambar 5.44 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Santacruz

C. Elastoplastis

B. Elastis

A. Tipikal



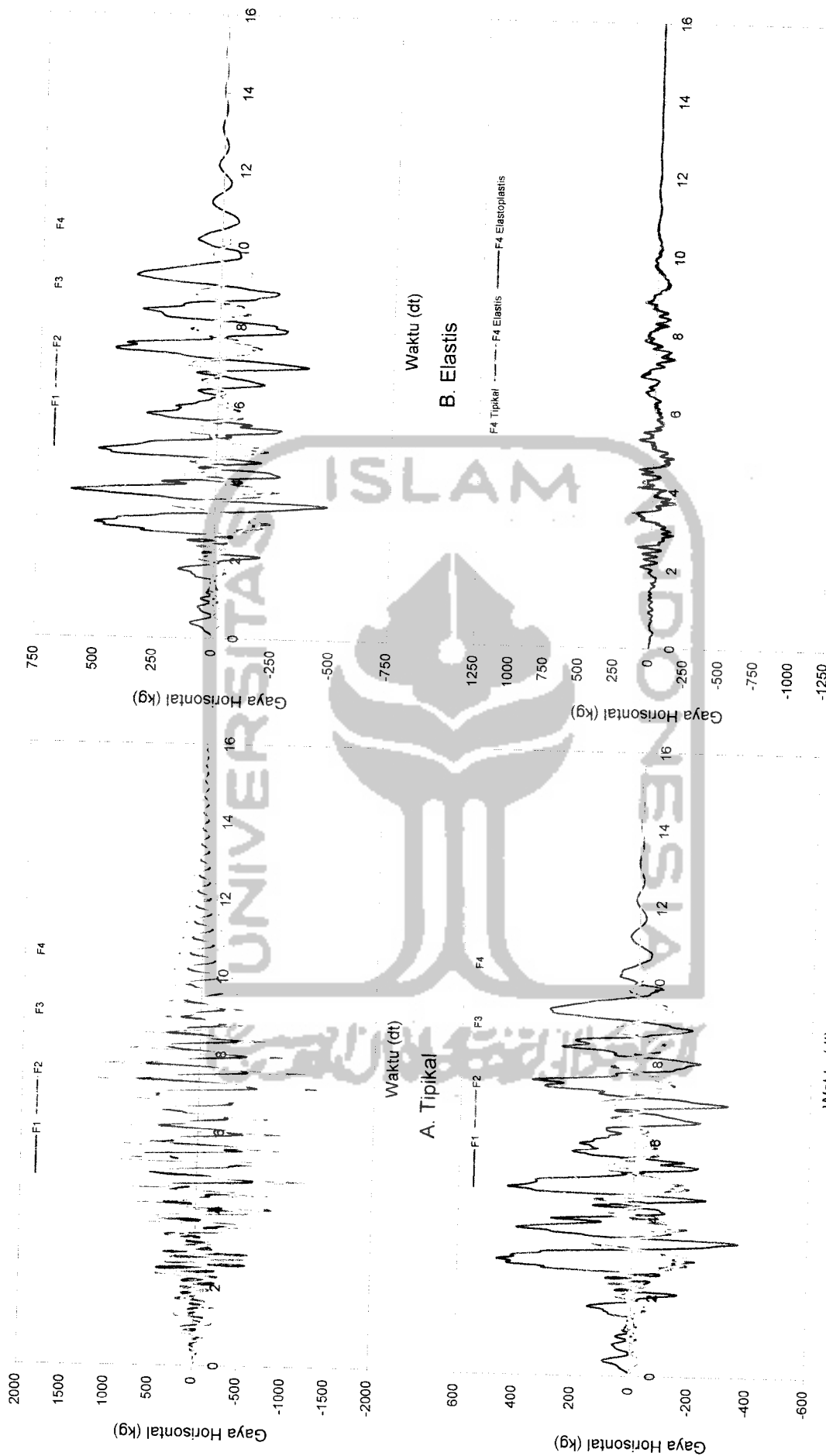
D. Perbandingan Tingkat 10

C. Elastoplastis

A. Tipikal

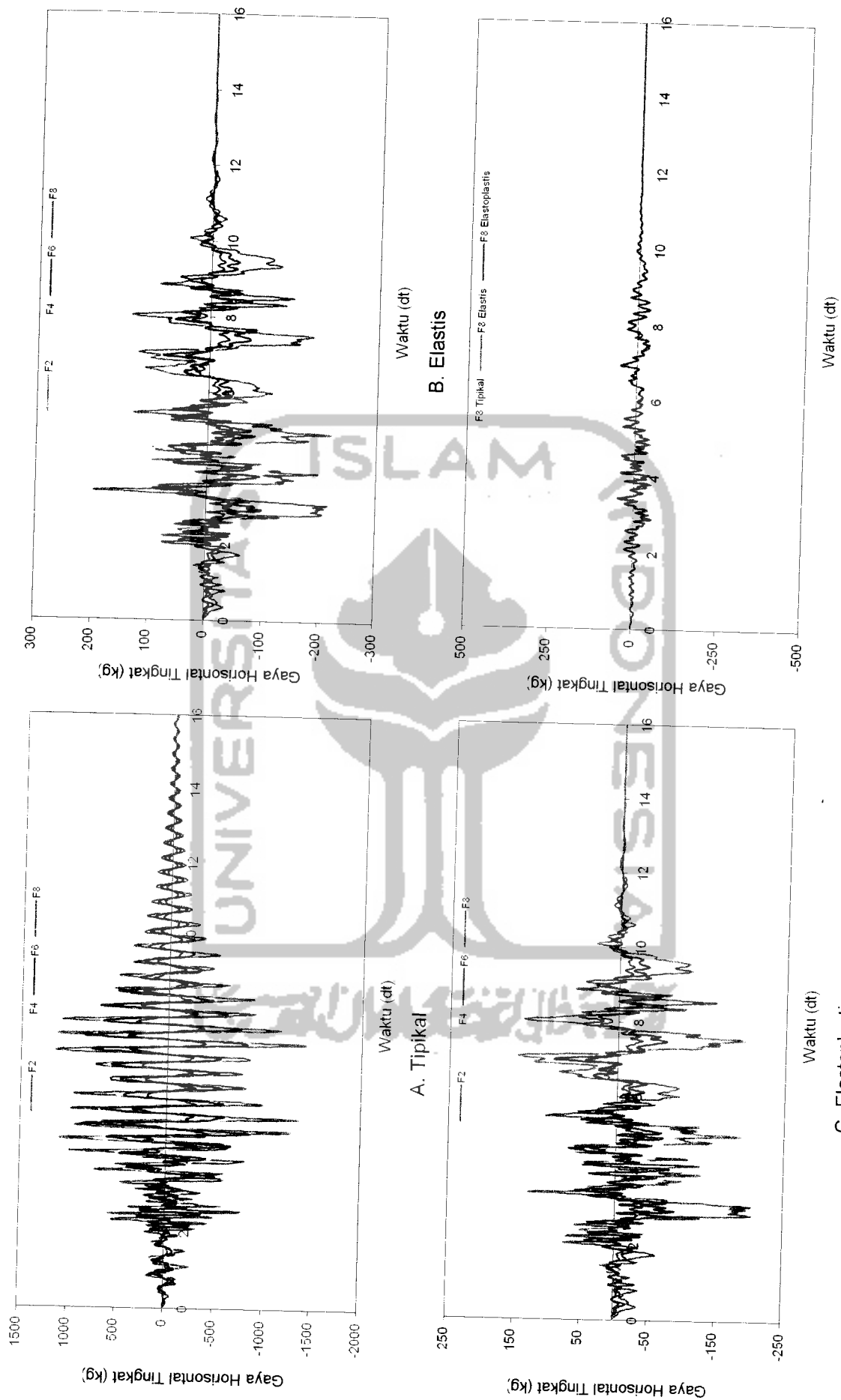
B. Elastis

Gambar 5.45 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



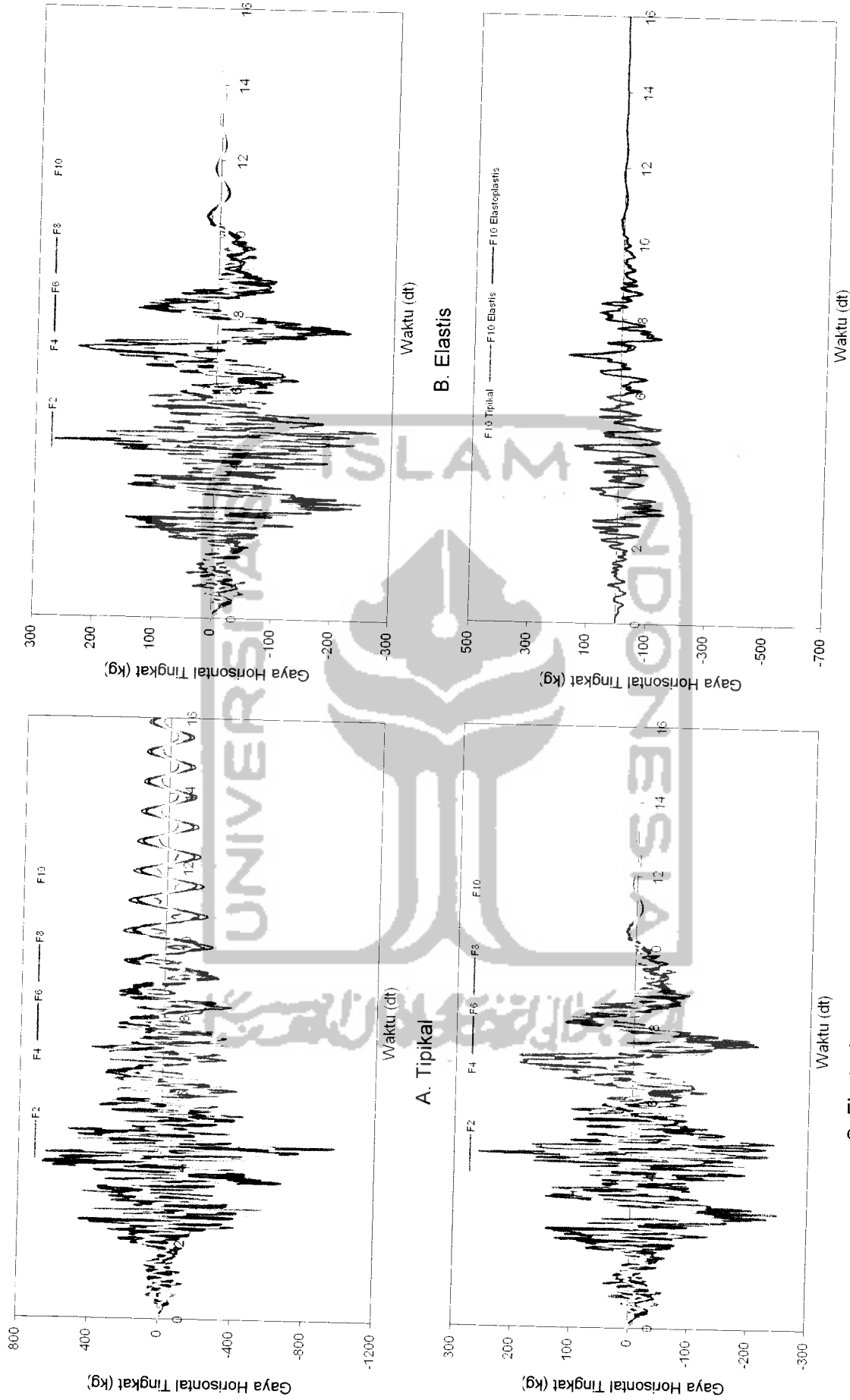
D. Perbandingan Tingkat 4

Gambar 5.46 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Koyna



D. Perbandingan Tingkat 8

Gambar 5.47 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.48 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Koyna

5.3.4 Gaya Geser Tingkat.

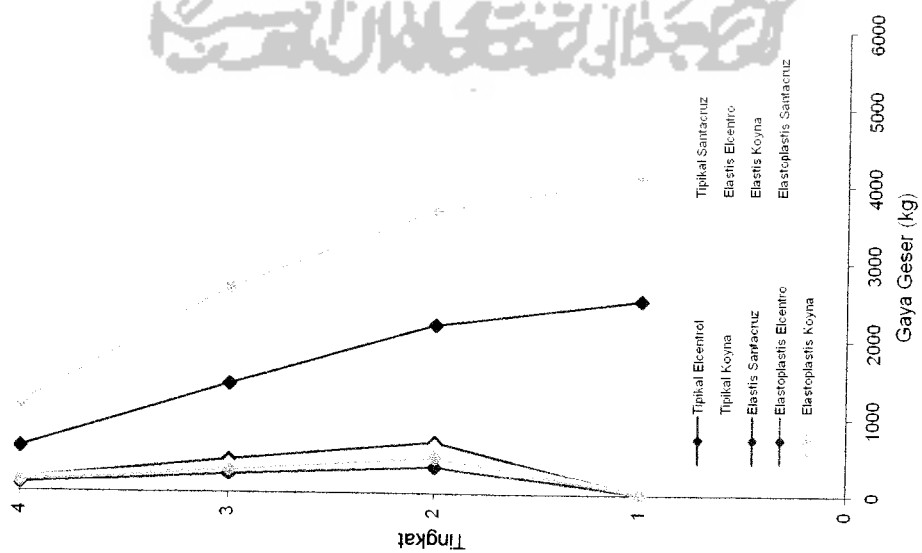
Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai gaya geser tingkat struktur 4, 8, dan 10 tingkat dengan variasi 3 gempa, dengan memperhatikan hasil grafik Gaya Geser maksimum yang terdapat pada **Gambar 5.49** sampai dengan **Gambar 5.52** maka,

Pada struktur dengan *base isolation* terdapat titik belok yang sangat ekstrim dari tingkat 1 ke tingkat 2 dimana pada tingkat 1 terdapat *base isolation*. Gaya geser tingkat pada struktur dengan *base isolation* mendekati nol kemudian cenderung meningkat pada awal tingkat dan terus mengecil pada tingkat dimana ada pengurangan kekakuan. Hal ini juga disebabkan karena gaya geser adalah penjumlahan dari gaya horisontal tingkat (**pers 3.57**). Jika gaya horisontal semakin mengecil maka nilai gaya geser juga ikut mengecil.

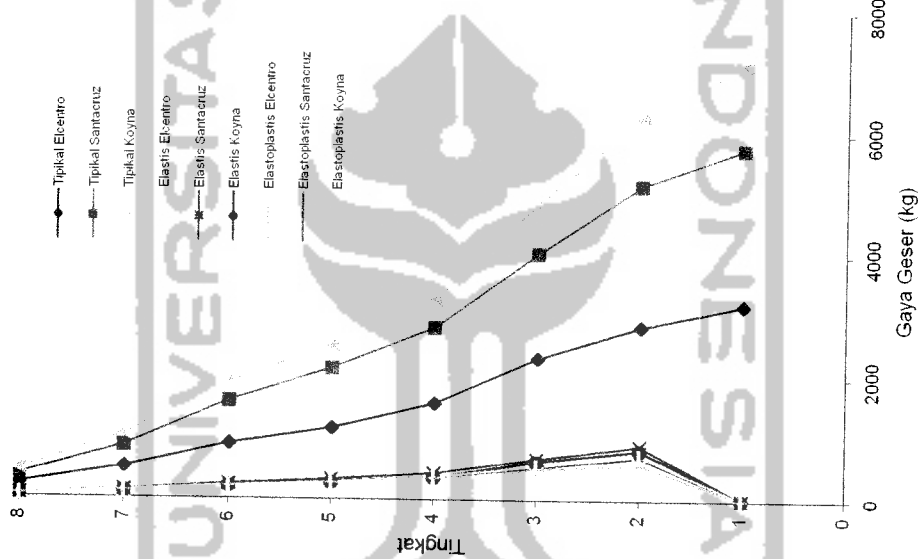
Pengaruh frekuensi gempa dan umlah tingkat bangunan mempengaruhi nilai gaya geser tingkat baik struktur dengan dan tanpa *base isolation*. Pada **Gambar 5.49** tampak bahwa struktur 4 tingkat baik dengan atau tanpa *base isolation* yang dikenai gempa Elcentro mempunyai gaya geser yang paling kecil dibanding nilai gaya geser struktur 8 dan 10 tingkat yang dikenai gempa Santacruz dan gempa Koyna, hal ini disebabkan gempa Elcentro memiliki frekuensi gempa yang lebih rendah dibanding kedua gempa tersebut. Sedangkan gaya geser maksimum terbesar terjadi pada struktur 10 tingkat yang dikenai gempa Koyna karena gempa Koyna memiliki frekuensi paling tinggi.

Gaya geser tingkat pada struktur 4, 8 dan 10 tingkat dengan *base isolation* sangat rapat antara gempa Santacruz dan Gempa Koyna baik dengan *base isolation* (elastis) maupun dengan *base isolation* (elastoplastis) hal ini disebabkan karena keduanya memiliki frekuensi gempa tinggi sehingga nilai gaya geser antara keduanya berhimpit, jadi bisa dikatakan bahwa anggapan *base isolation* (elastoplastis) sama dengan *base isolation* (elastis).

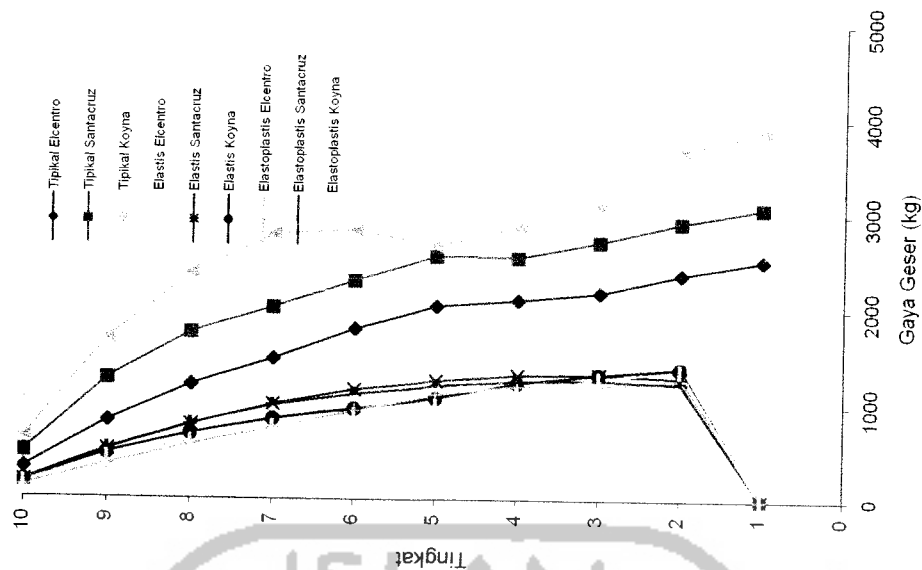




A. Struktur 4 Tingkat

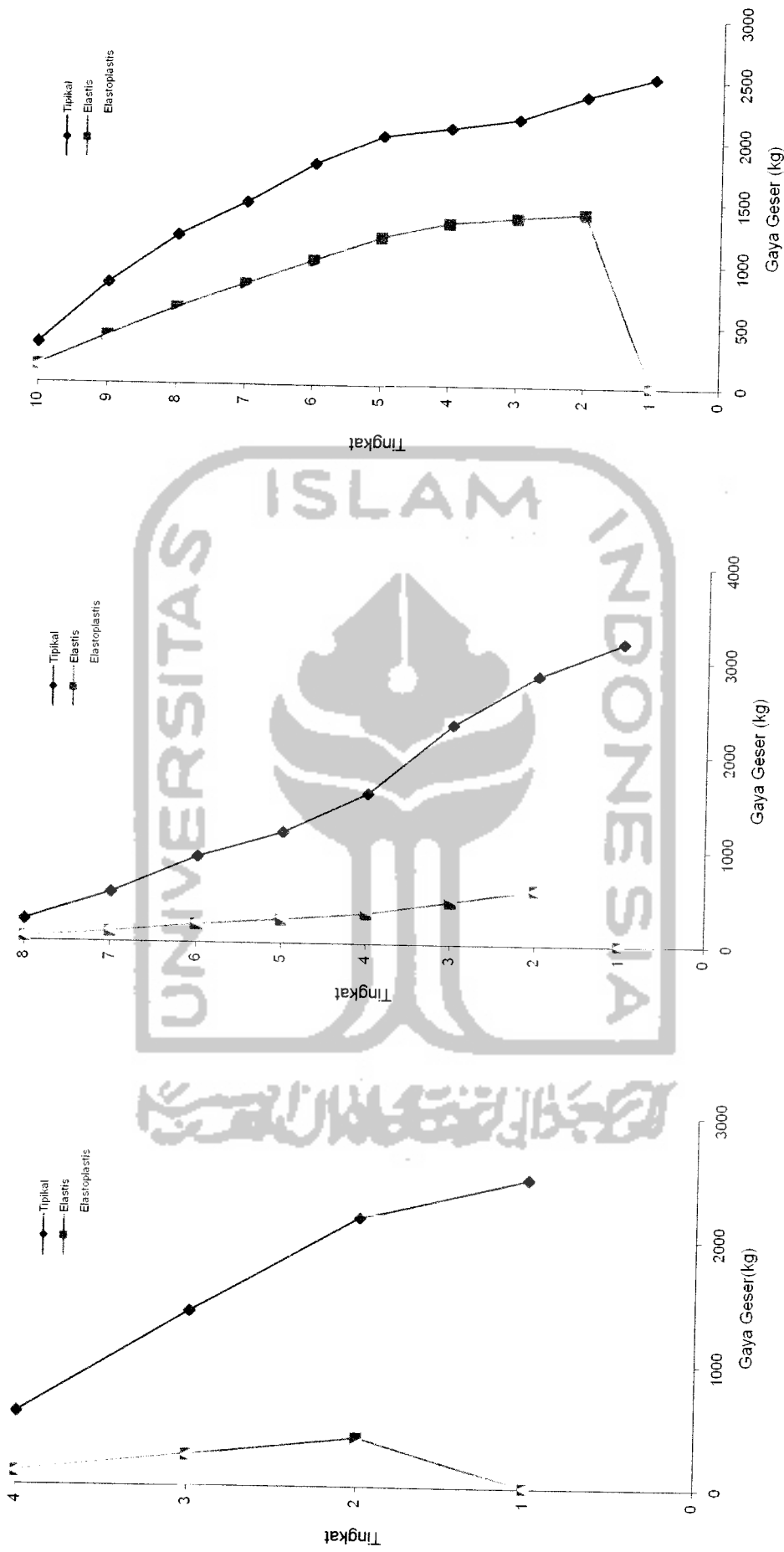


B. Struktur 8 Tingkat



C. Struktur 10 Tingkat

Gambar 5.49 Grafik Perbandingan Gaya Geser Maksimum Antara Bangunan Dengan Dan Tanpa Base Isolation Akibat 3 Gempa

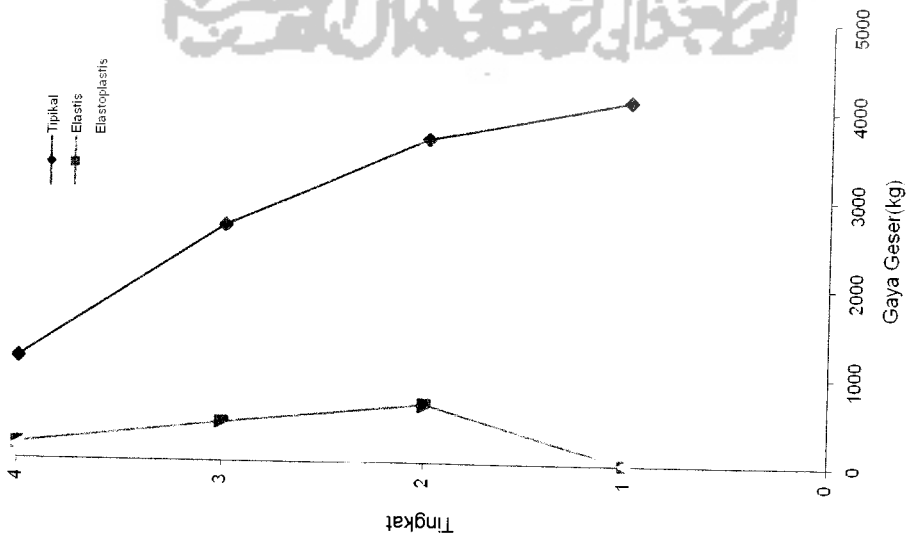


A. Struktur 4 Tingkat

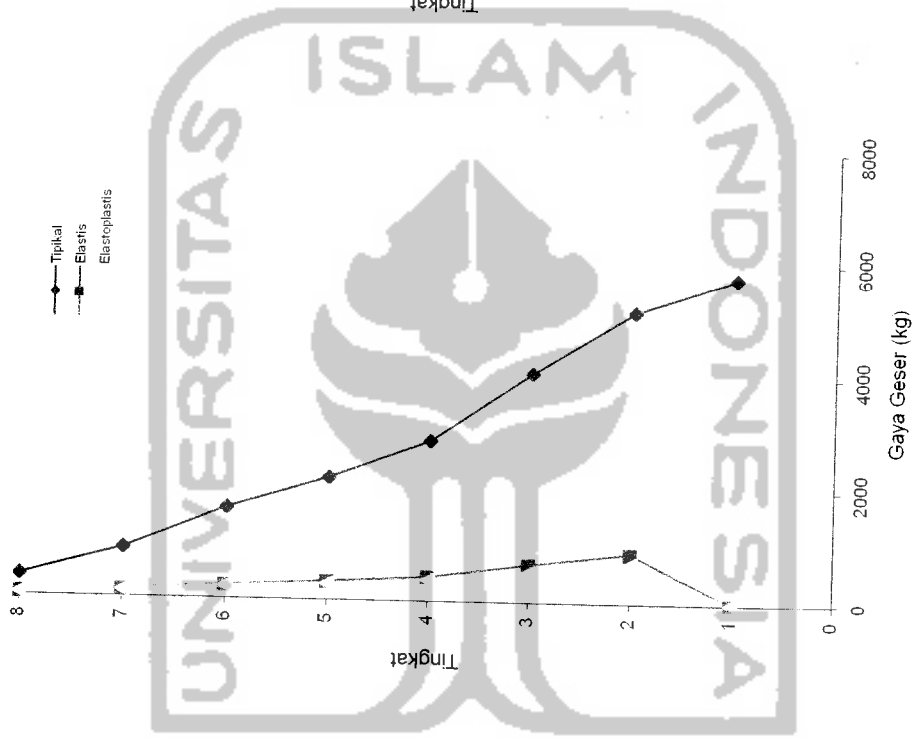
B. Struktur 8 Tingkat

C. Struktur 10 Tingkat

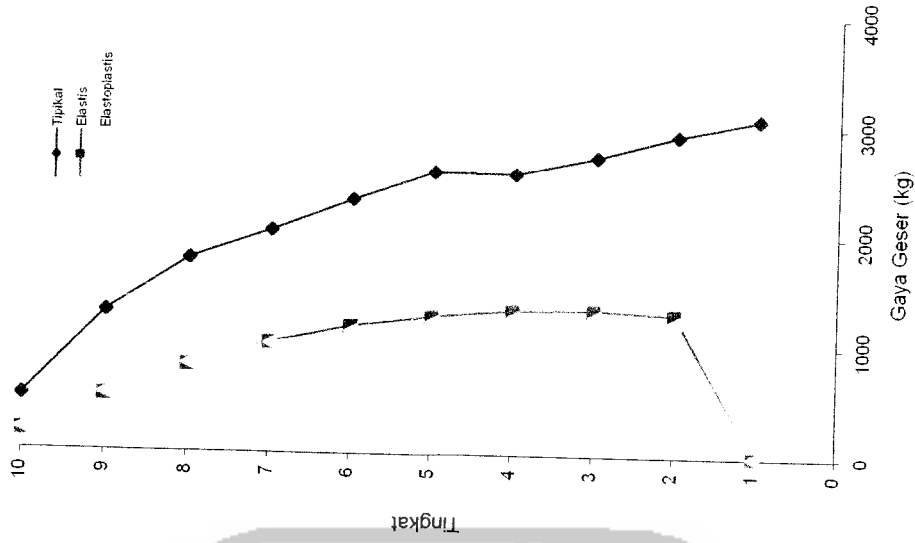
Gambar 5.50 Grafik Perbandingan Gaya Geser Maksimum Antara Bangunan Dengan Dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Eicentro



A. Struktur 4 Tingkat

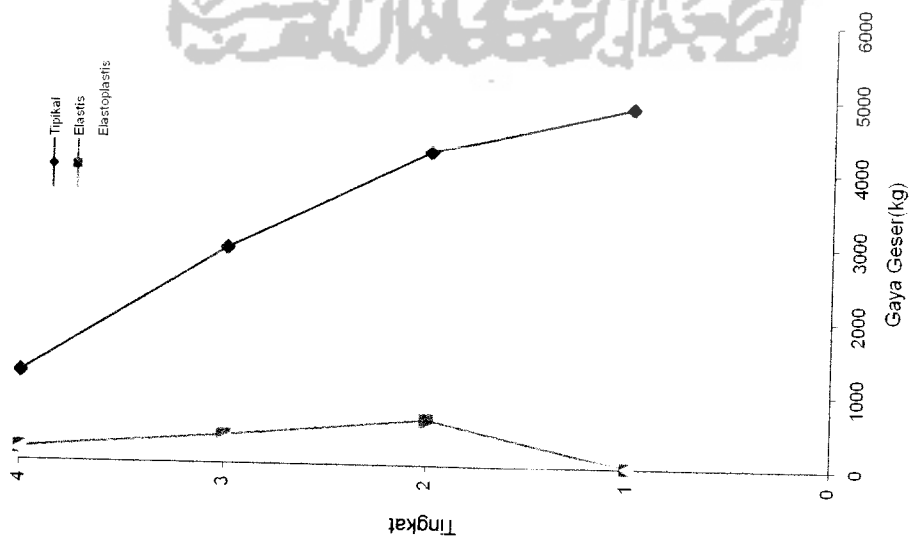


B. Struktur 8 Tingkat

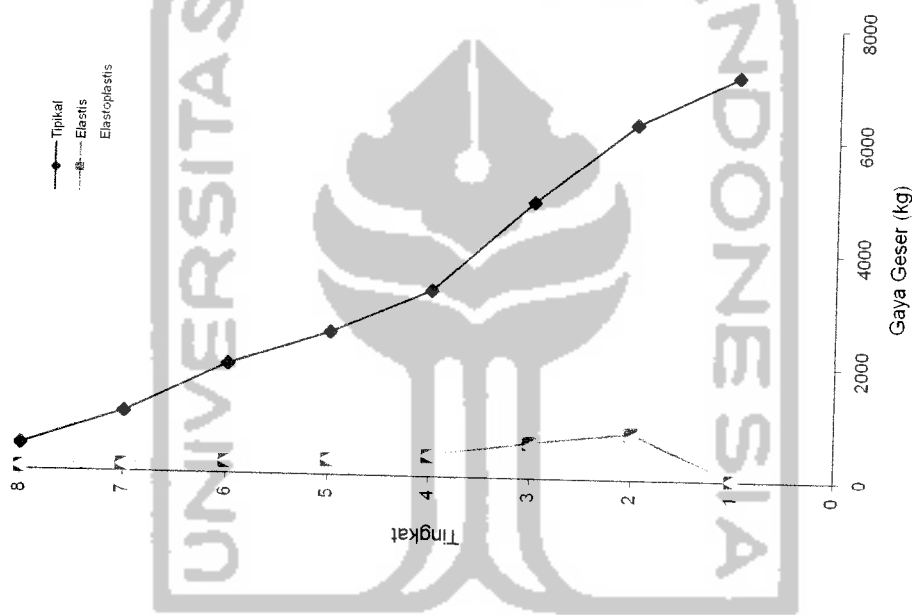


C. Struktur 10 Tingkat

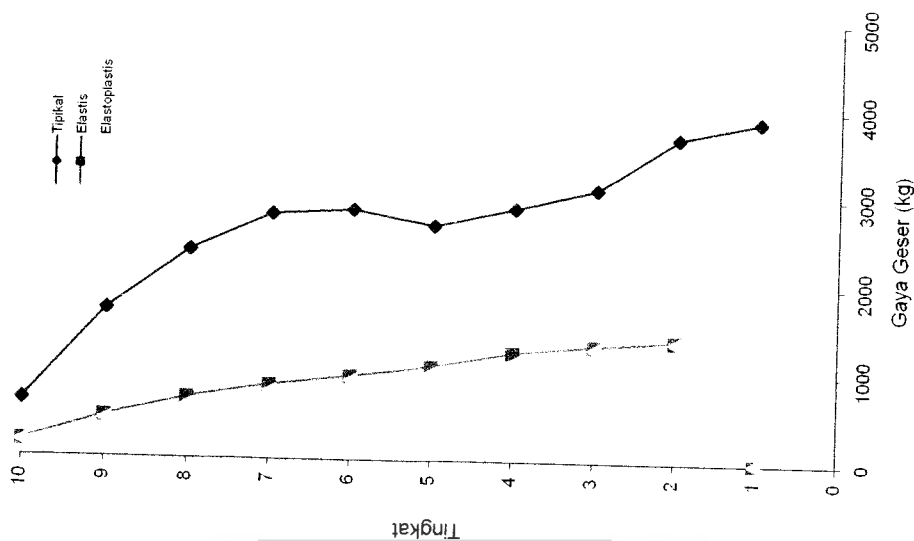
Gambar 5.51 Grafik Perbandingan Gaya Geser Maksimum Antara Bangunan Dengan Dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Santacruz



A. Struktur 4 Tingkat

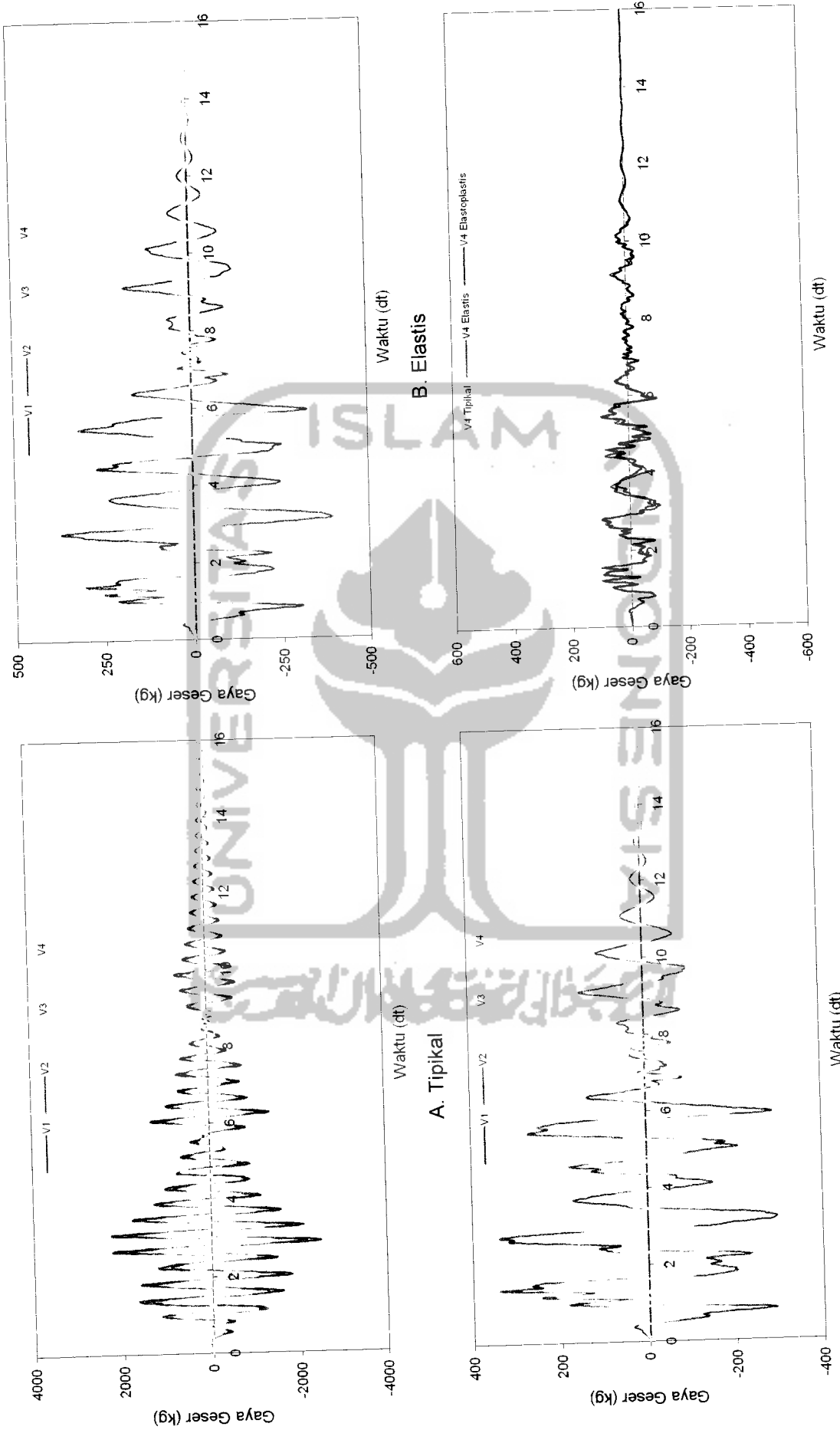


B. Struktur 8 Tingkat



C. Struktur 10 Tingkat

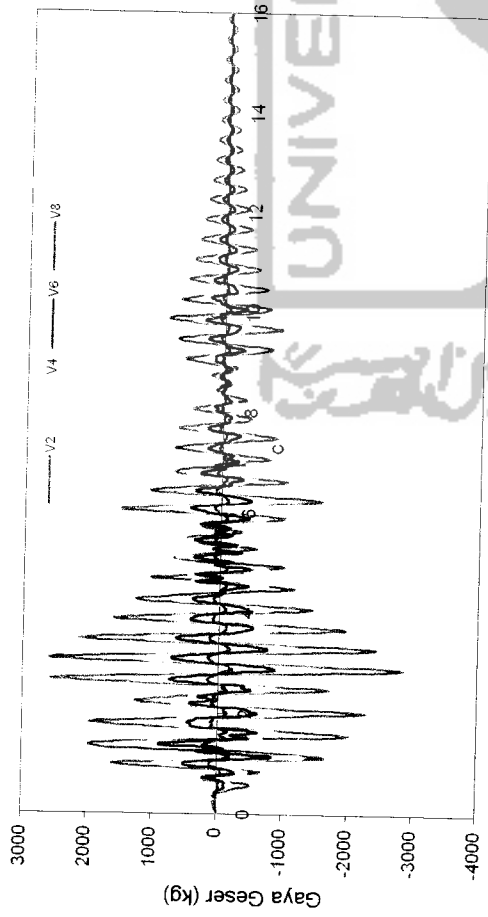
Gambar 5.52 Grafik Perbandingan Gaya Geser Maksimum Antara Bangunan Dengan Dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Koyna



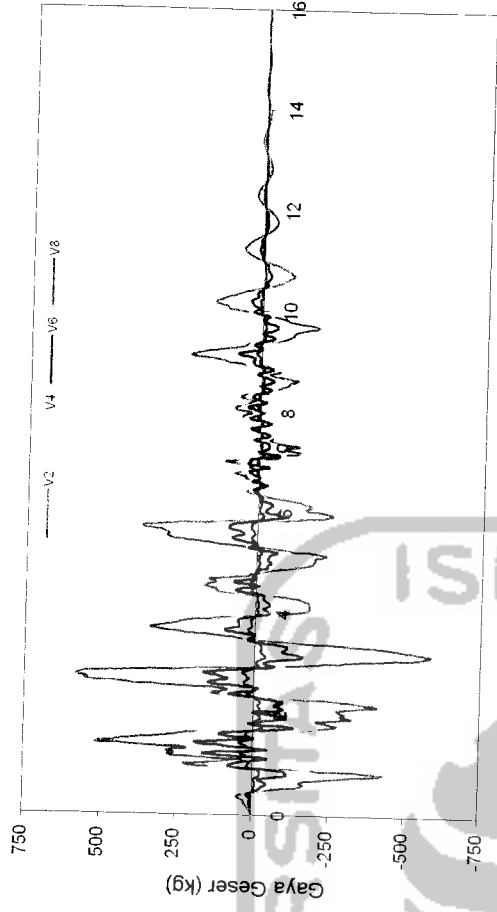
D. Perbandingan Tingkat 4

C. Elastoplastis

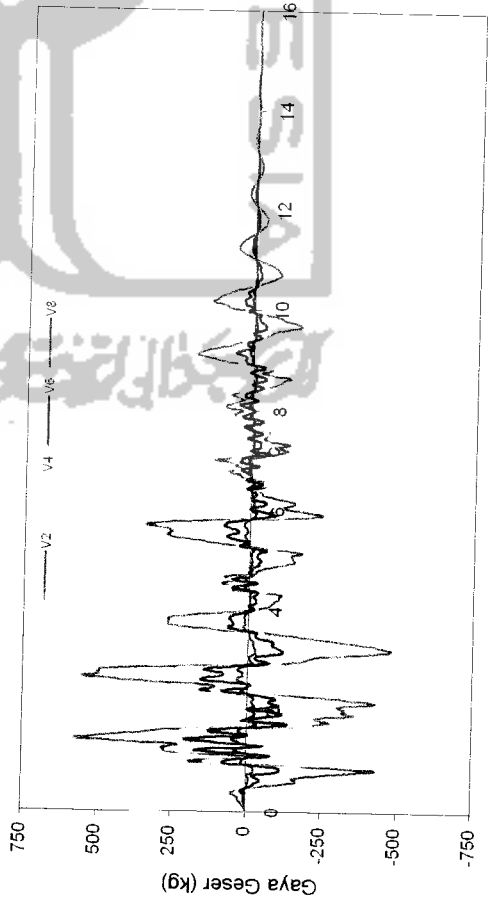
Gambar 5.53 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Elcentro



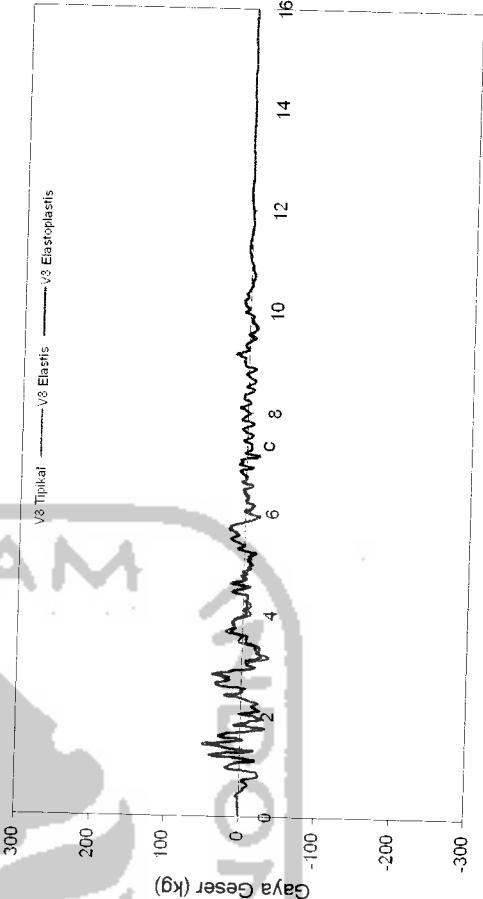
A. Tipikal



B. Elastis

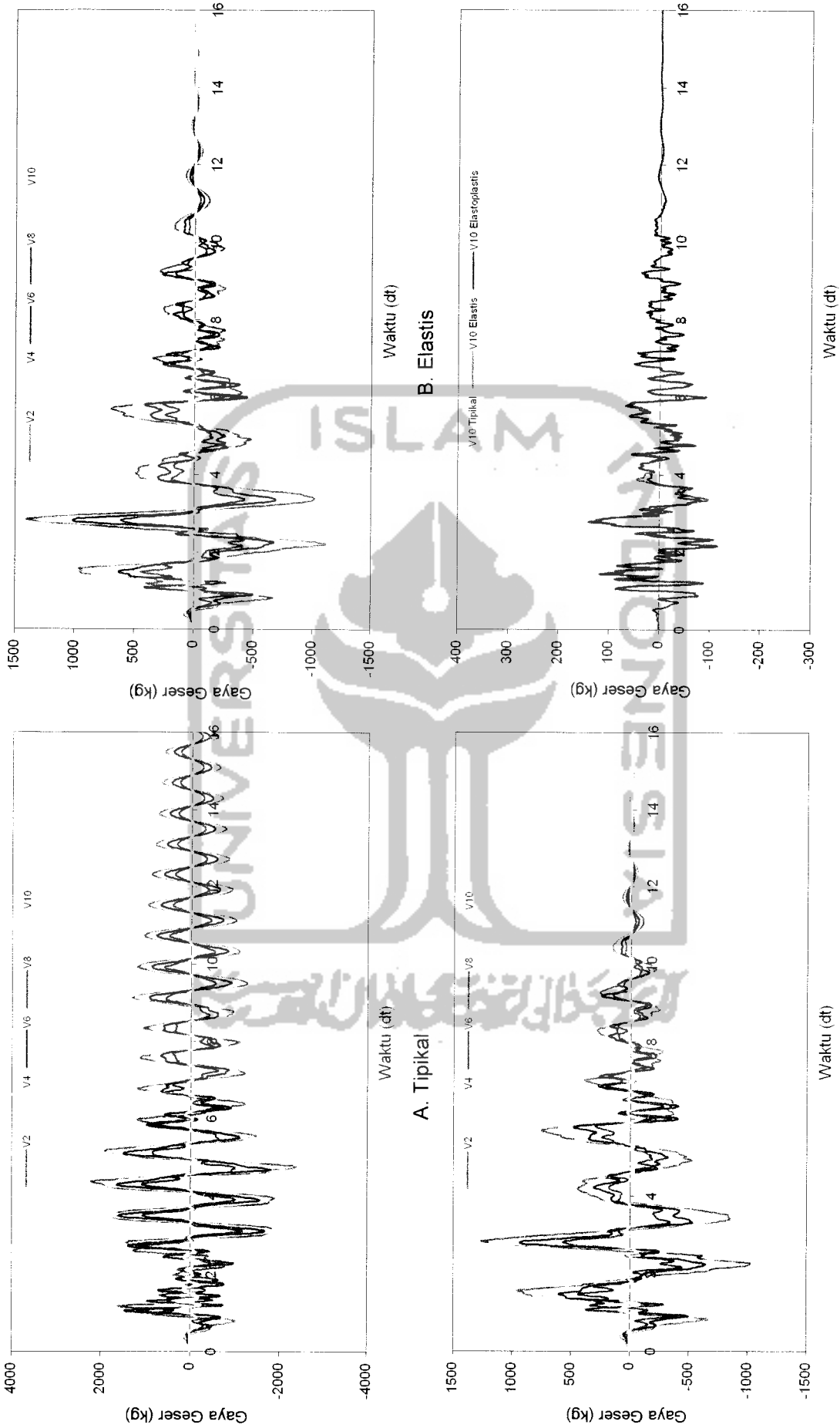


C. Elastoplastis



D. Perbandingan Tingkat 8

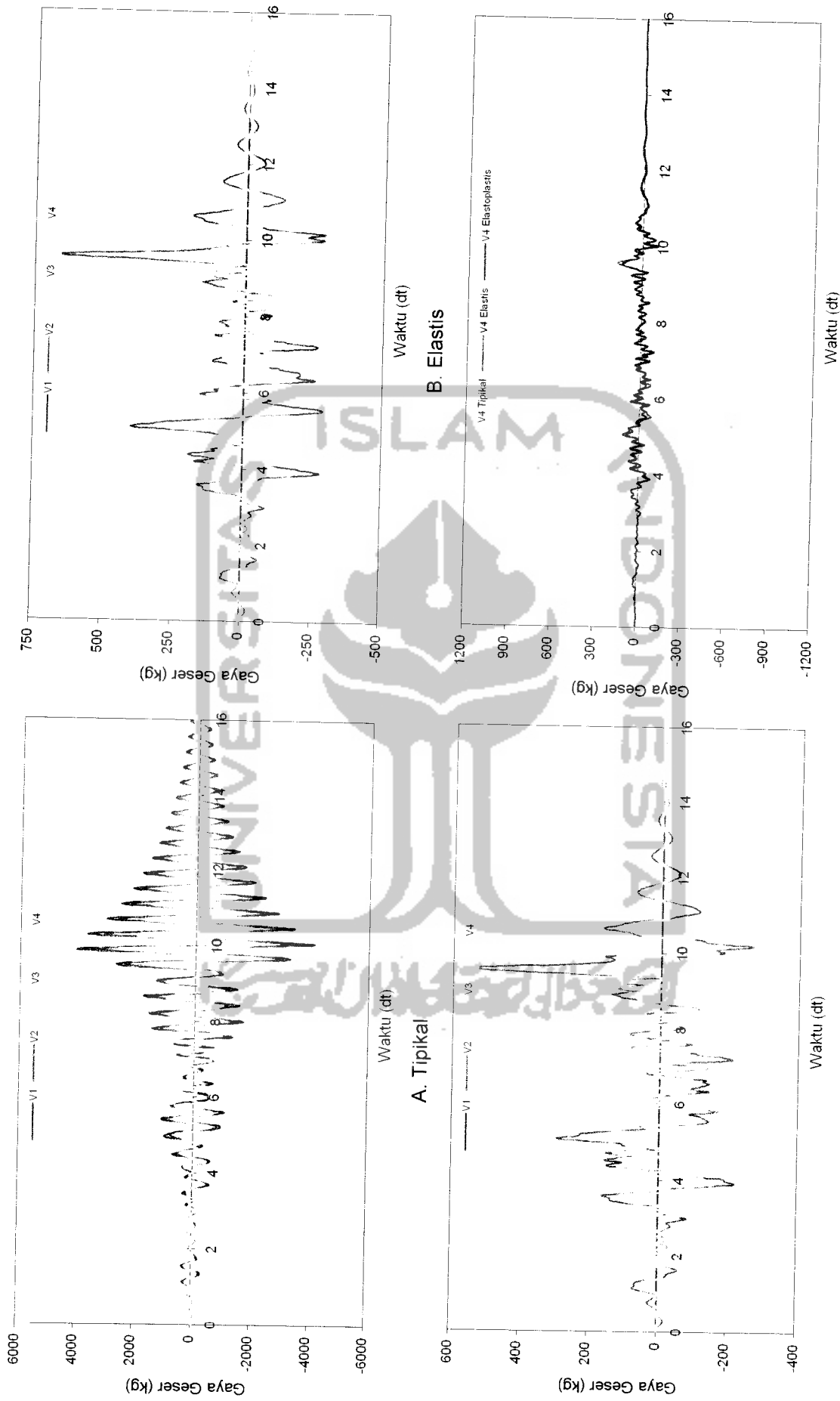
Gambar 5.54 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Elcentro



D. Perbandingan Tingkat 10

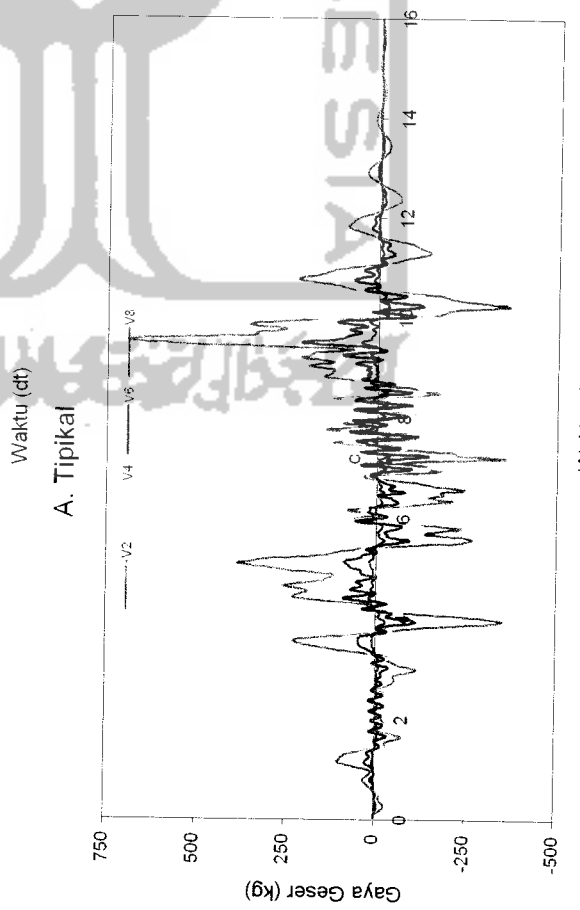
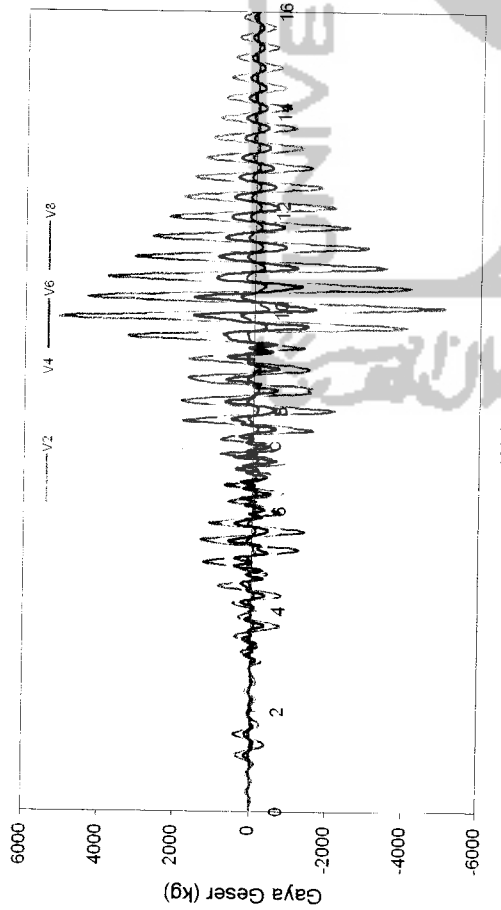
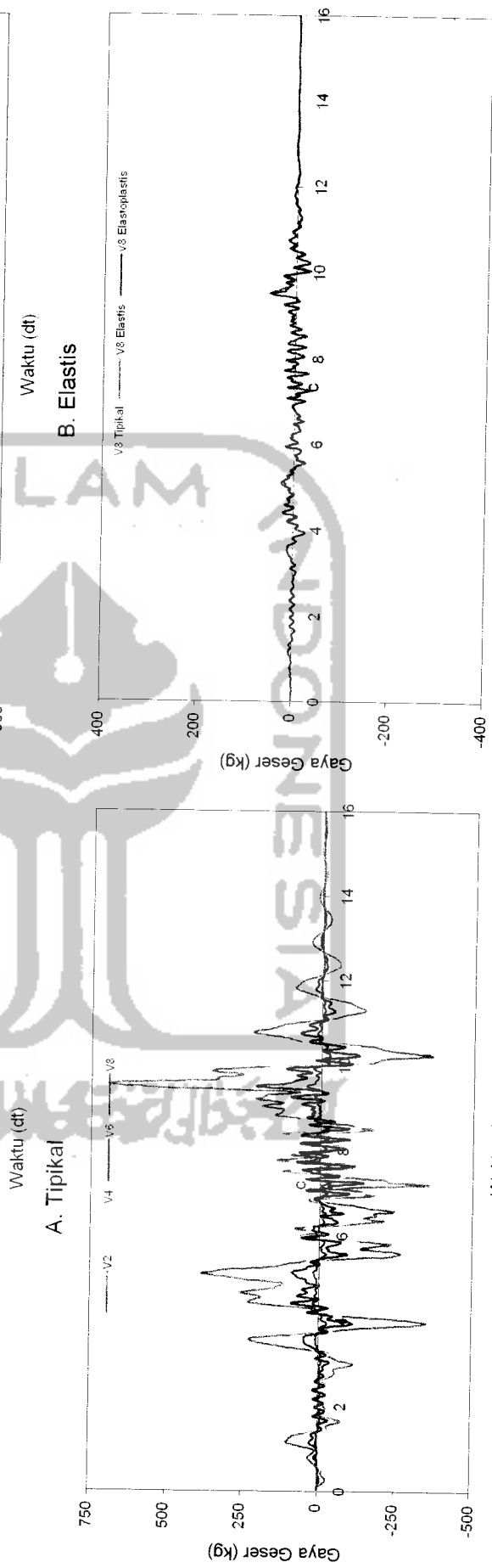
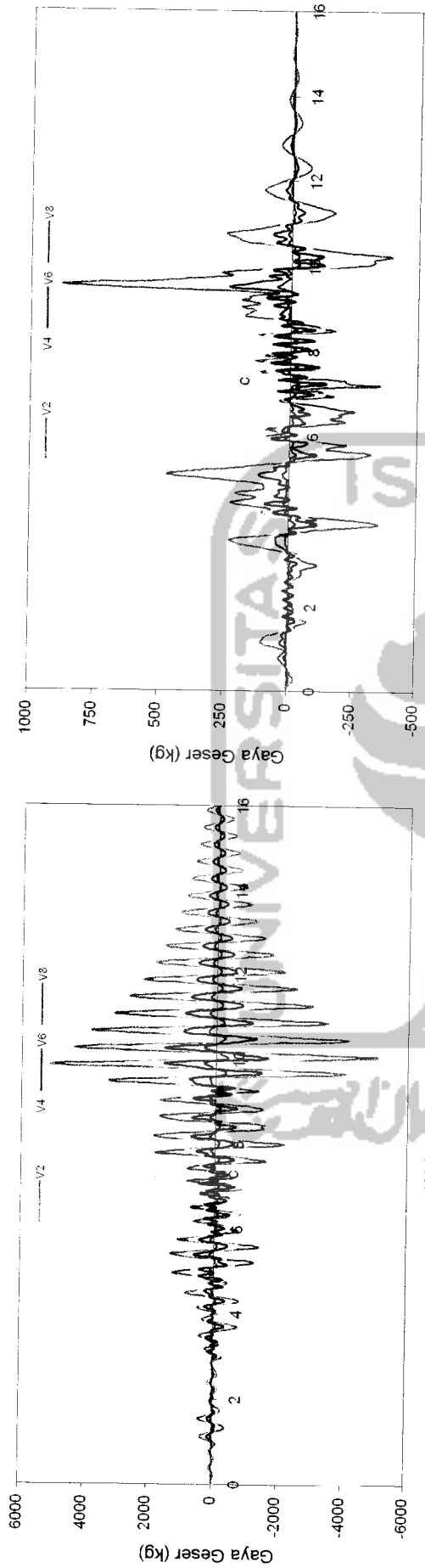
C. Elastoplastis

Gambar 5.55 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Elcentro

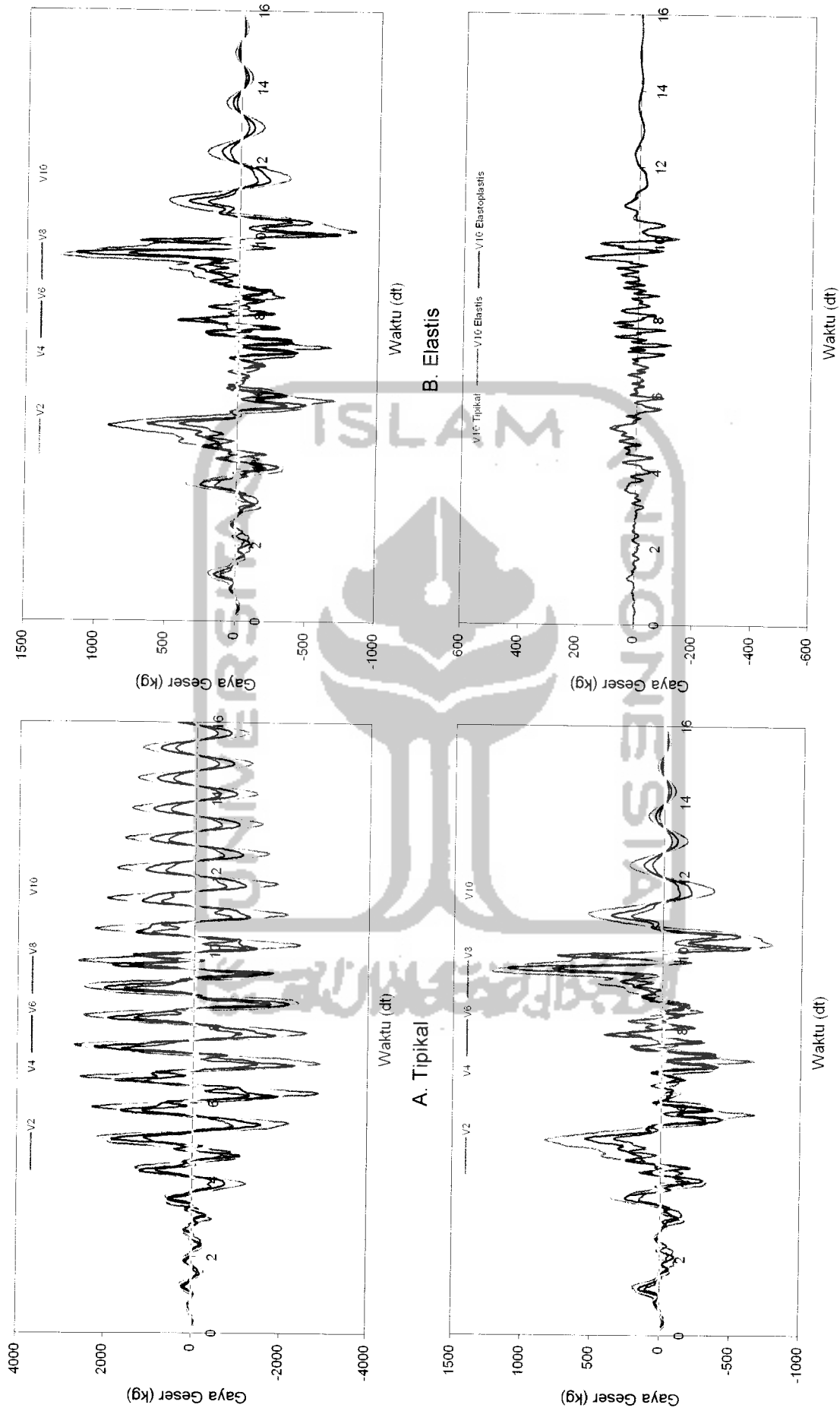


D. Perbandingan Tingkat 4

Gambar 5.56 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



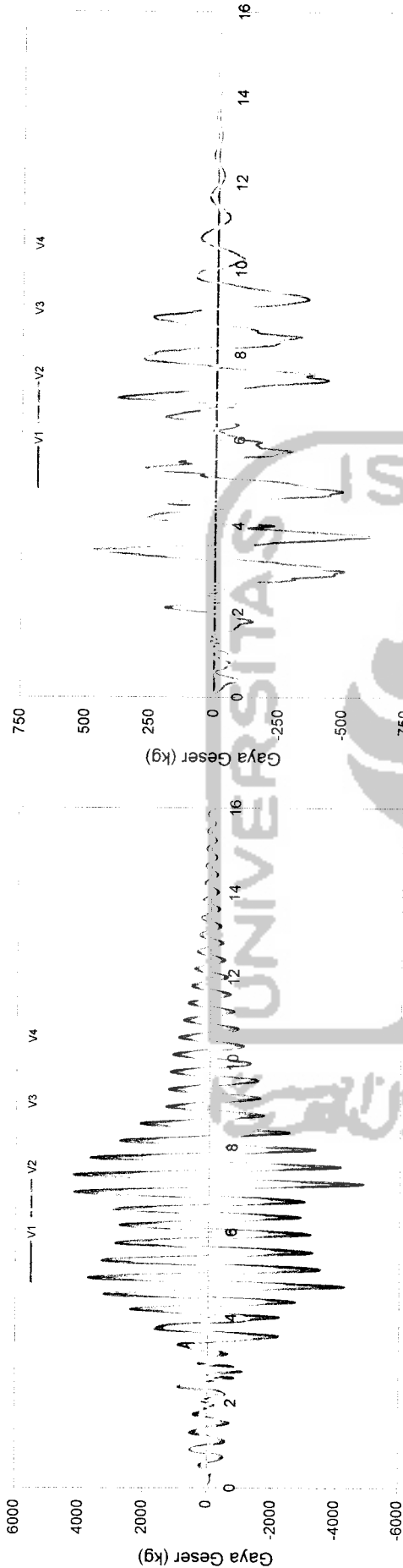
Gambar 5.57 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



C. Elastoplastis

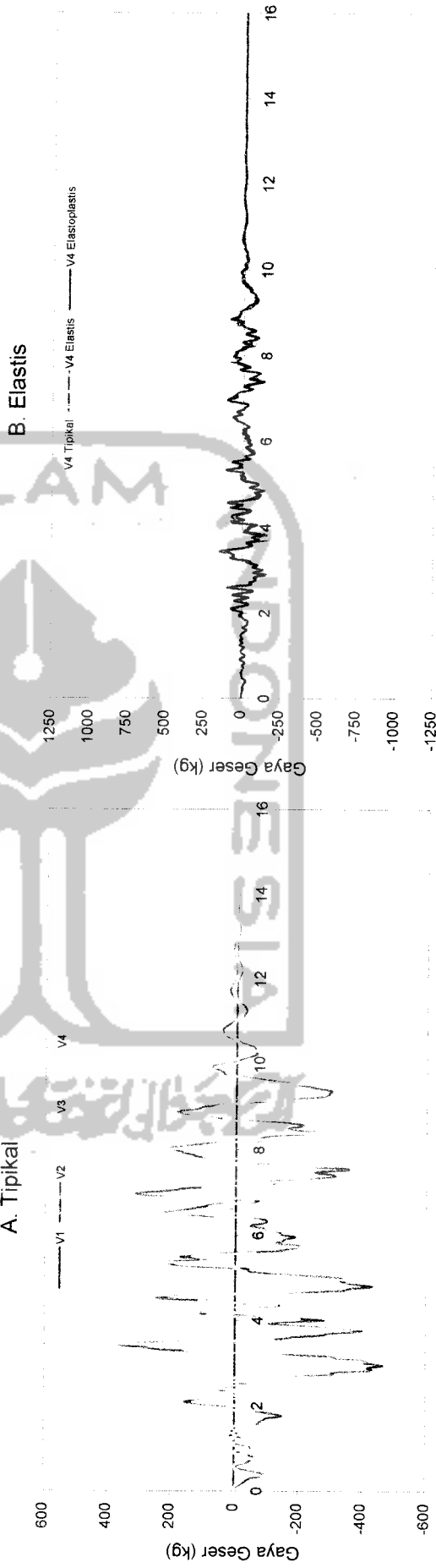
D. Perbandingan Tingkat 10

Gambar 5.58 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



A. Tipikal

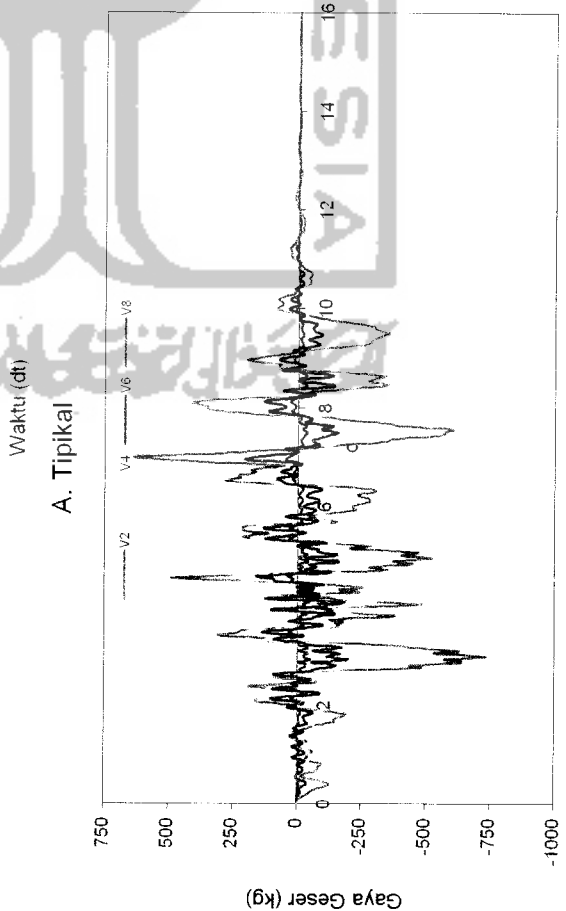
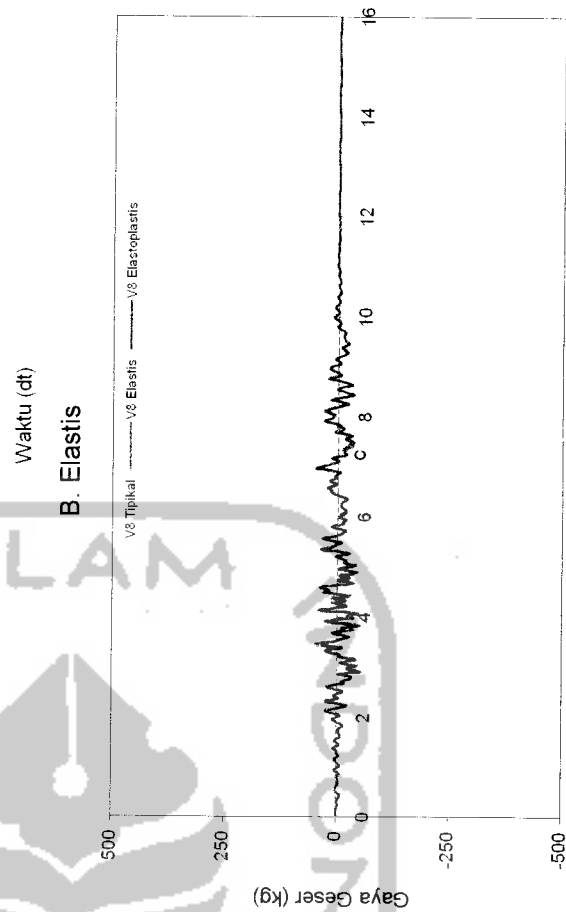
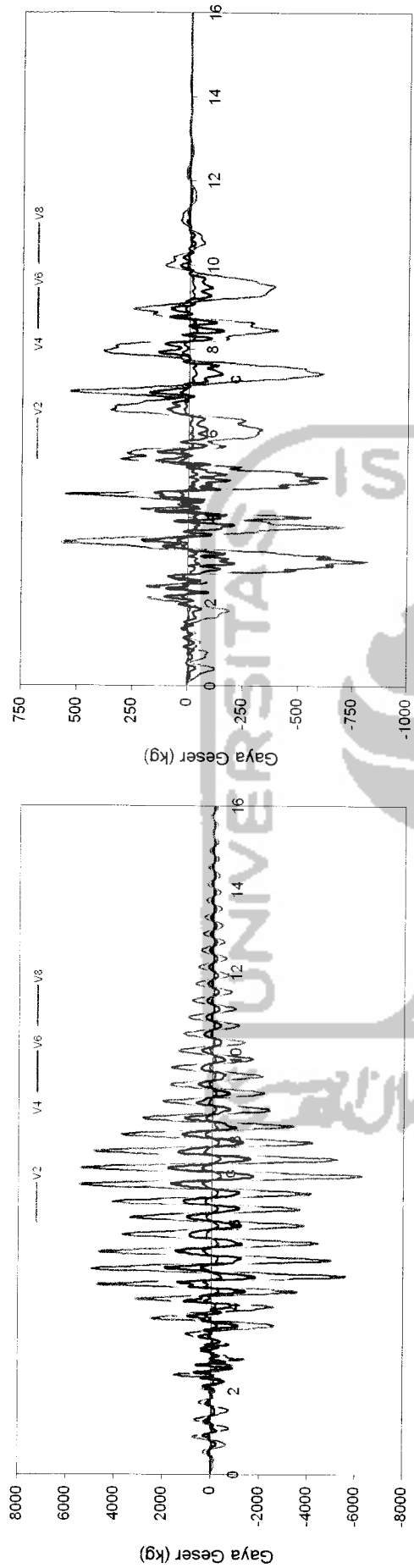
B. Elastis



C. Elastoplastis

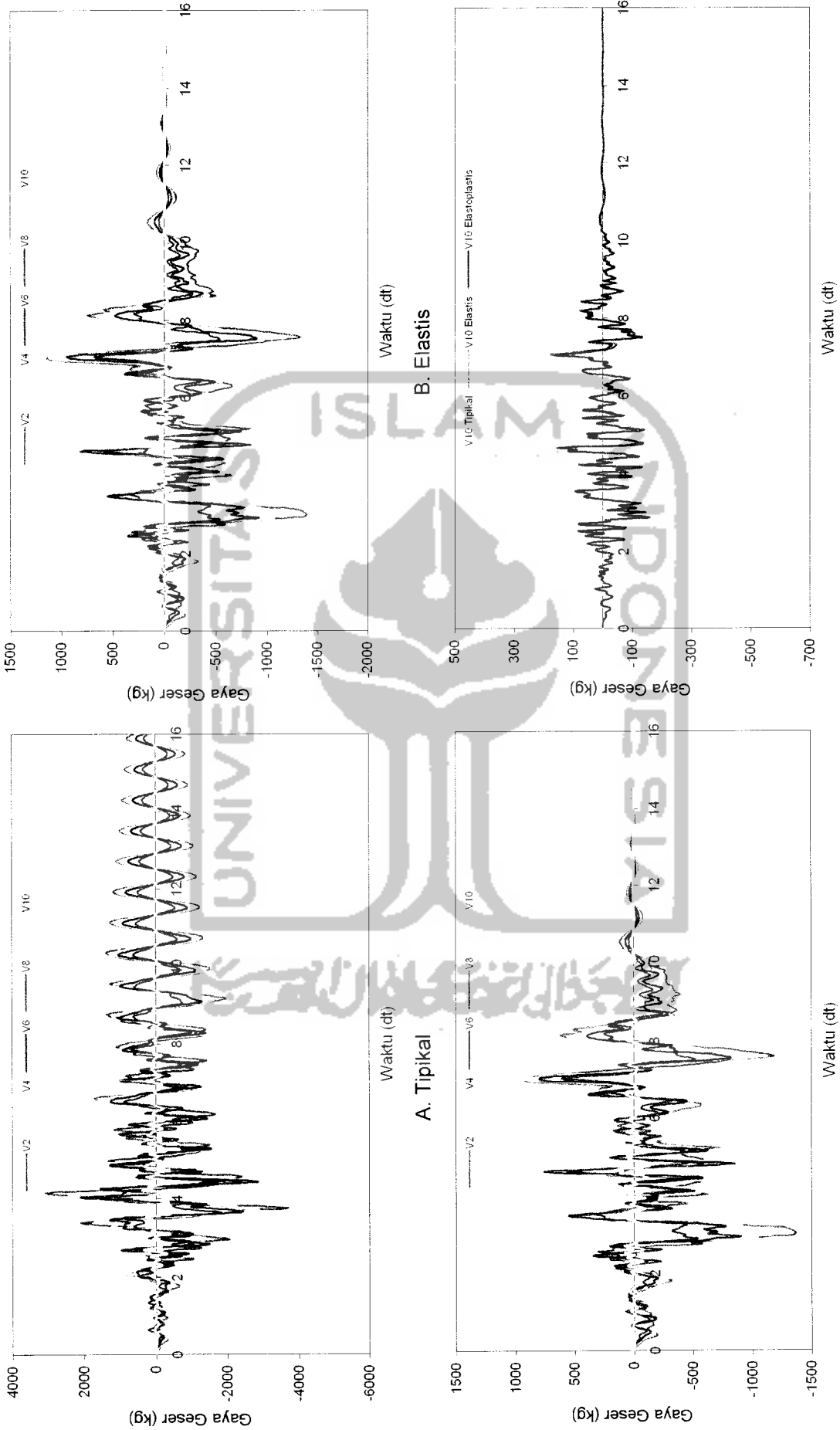
D. Perbandingan Tingkat 4

Gambar 5.59 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Koyna



D. Perbandingan Tingkat 8

Gambar 5.60 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Koyna



D. Perbandingan Tingkat 10

C. Elastoplastis

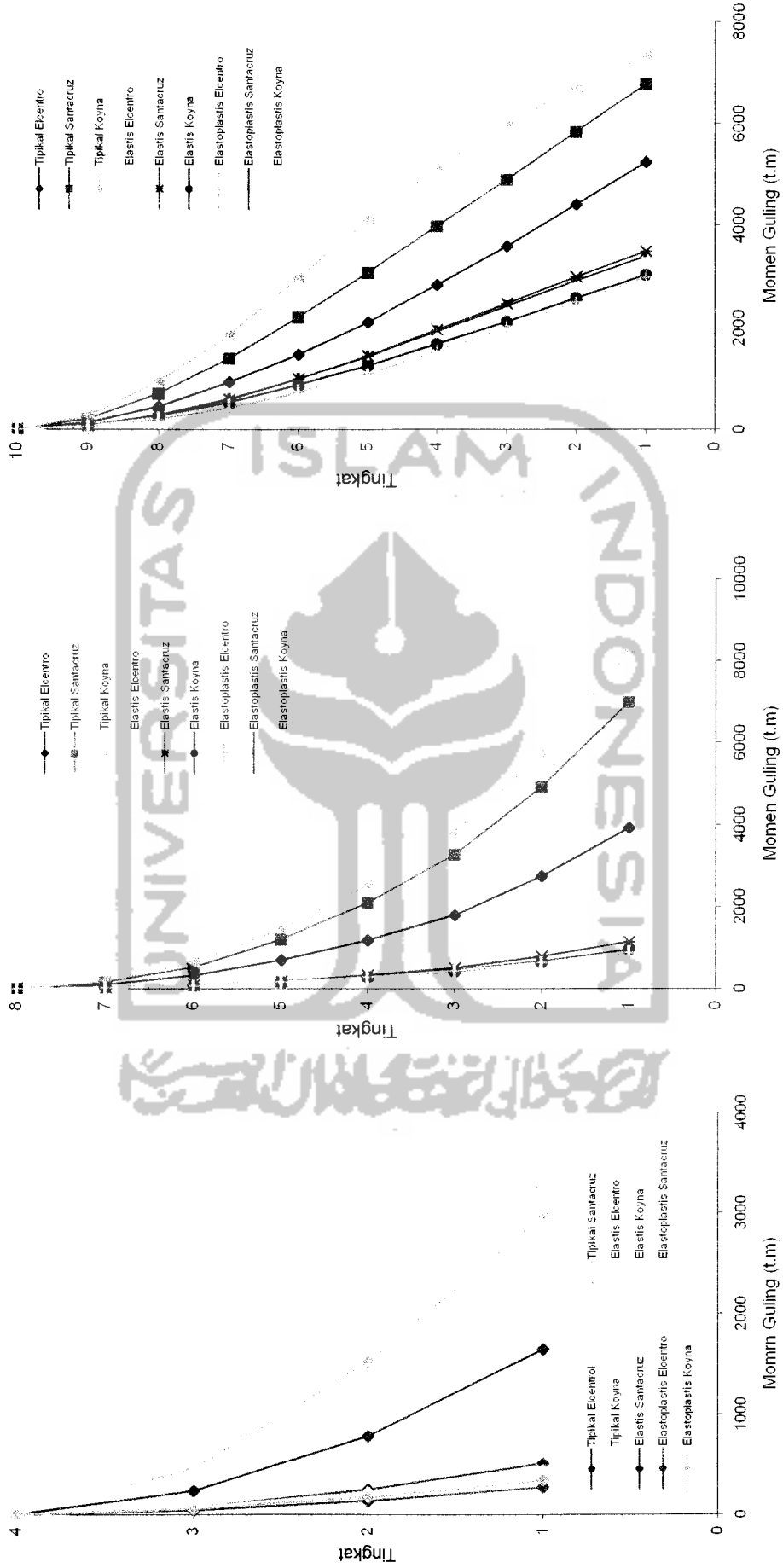
Gambar 5.61 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Koyna

5.3.5 Momen Guling Tingkat.

Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai momen guling tingkat truktur 4, 8, dan 10 tingkat dengan variasi 3 gempa, dengan memperhatikan hasil grafik Momen Guling maksimum yang terdapat pada **Gambar 5.62** sampai dengan **Gambar 5.65** maka,

Nilai momen guling akan semakin mengecil pada tingkat dimana ada pengurangan kekakuan. Hal ini disebabkan karena momen guling bergantung pada gaya horizontal dan tinggi tingkat (**pers 3.58**), pada pembahasan sebelumnya gaya horisontal terbesar terjadi pada tingkat 1 dimana terdapat *base isolation* dan akan terus mengecil karena kekakuan tingkat semakin keatas cenderung menurun maka hal ini menyebabkan nilai momen guling terbesar pada tingkat 1 dan semakin keatas akan semakin mengecil.

Pada **Gambar 5.62** tampak bahwa struktur tanpa dan dengan *base isolation* dengan Kb yang berbeda memiliki momen guling yang semakin mengecil pada tingkat atas. Tetapi struktur dengan *base isolation* memiliki nilai momen guling yang lebih kecil daripada nilai momen guling struktur tanpa *base isolation* karena kekakuan struktur tanpa *base isolation* lebih besar dari kekakuan *base isolation* tersebut.

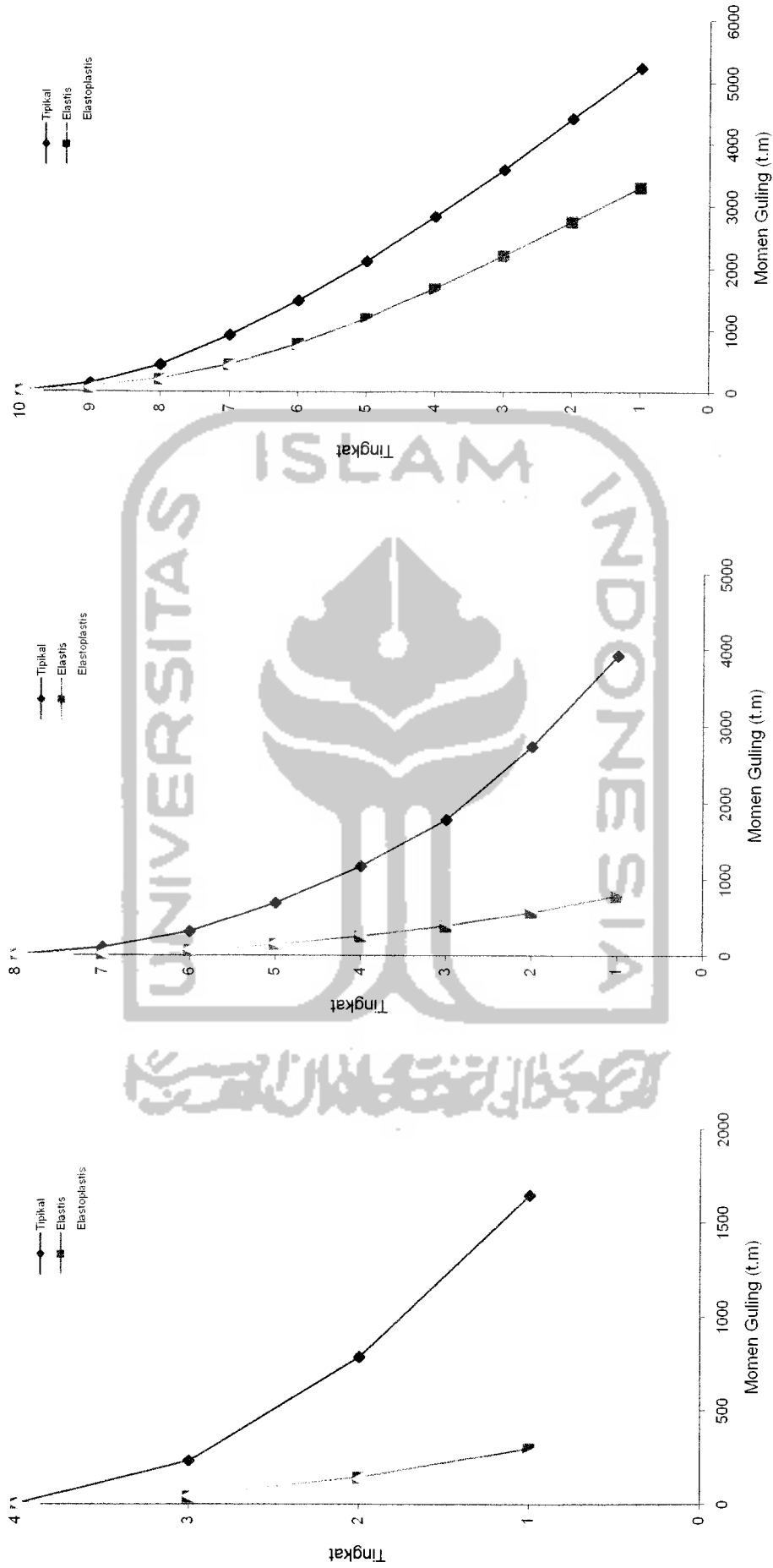


A. Struktur 4 Tingkat

B. Struktur 8 Tingkat

C. Struktur 10 Tingkat

Gambar 5.62 Grafik Perbandingan Momen Guling Maksimum Antara Bangunan Dengan Dan Tanpa Base Isolation Akibat 3 Gempa

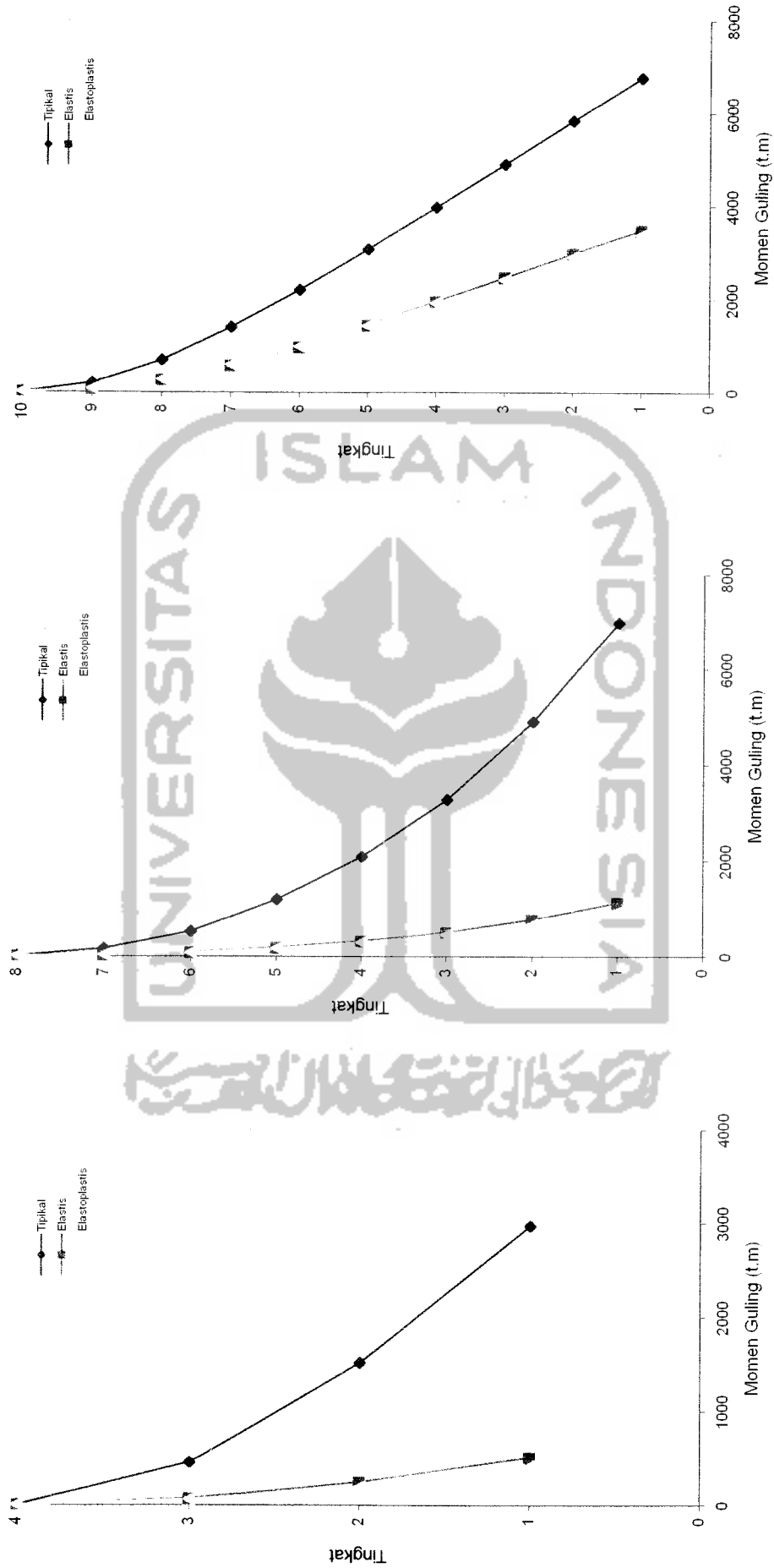


A. Struktur 4 Tingkat

B. Struktur 8 Tingkat

C. Struktur 10 Tingkat

Gambar 5.63 Grafik Perbandingan Momen Guling Maksimum Antara Struktur Dengan dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Elcentro



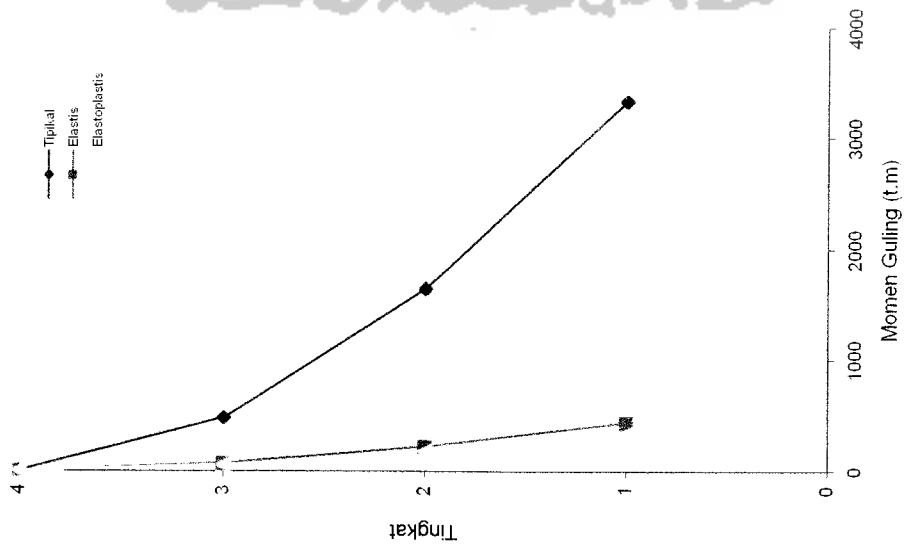
A. Struktur 4 Tingkat

B. Struktur 8 Tingkat

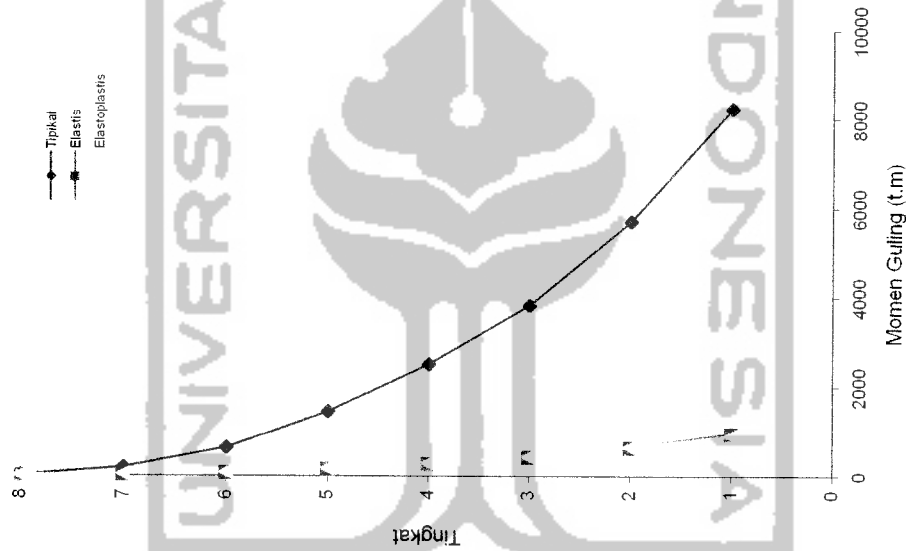
C. Struktur 10 Tingkat

Gambar 5.64 Grafik Perbandingan Momen Guling Maksimum Antara Struktur Dengan dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Santacruz

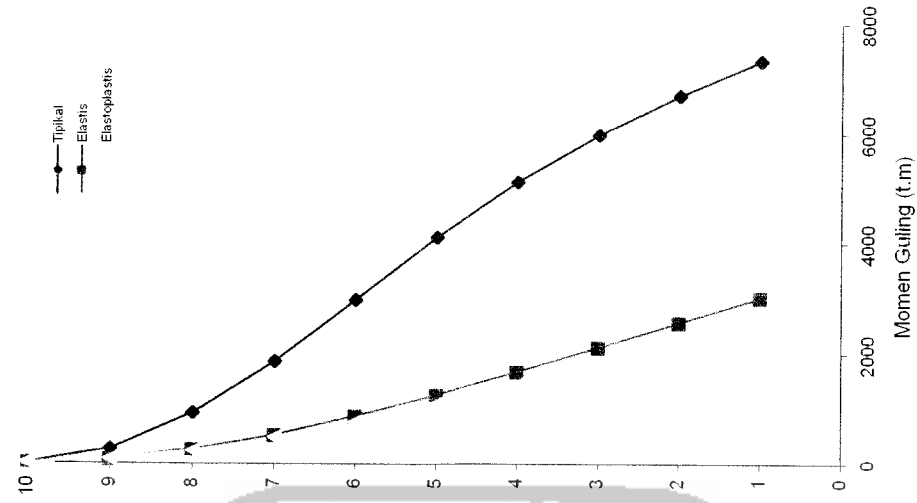




A. Struktur 4 Tingkat

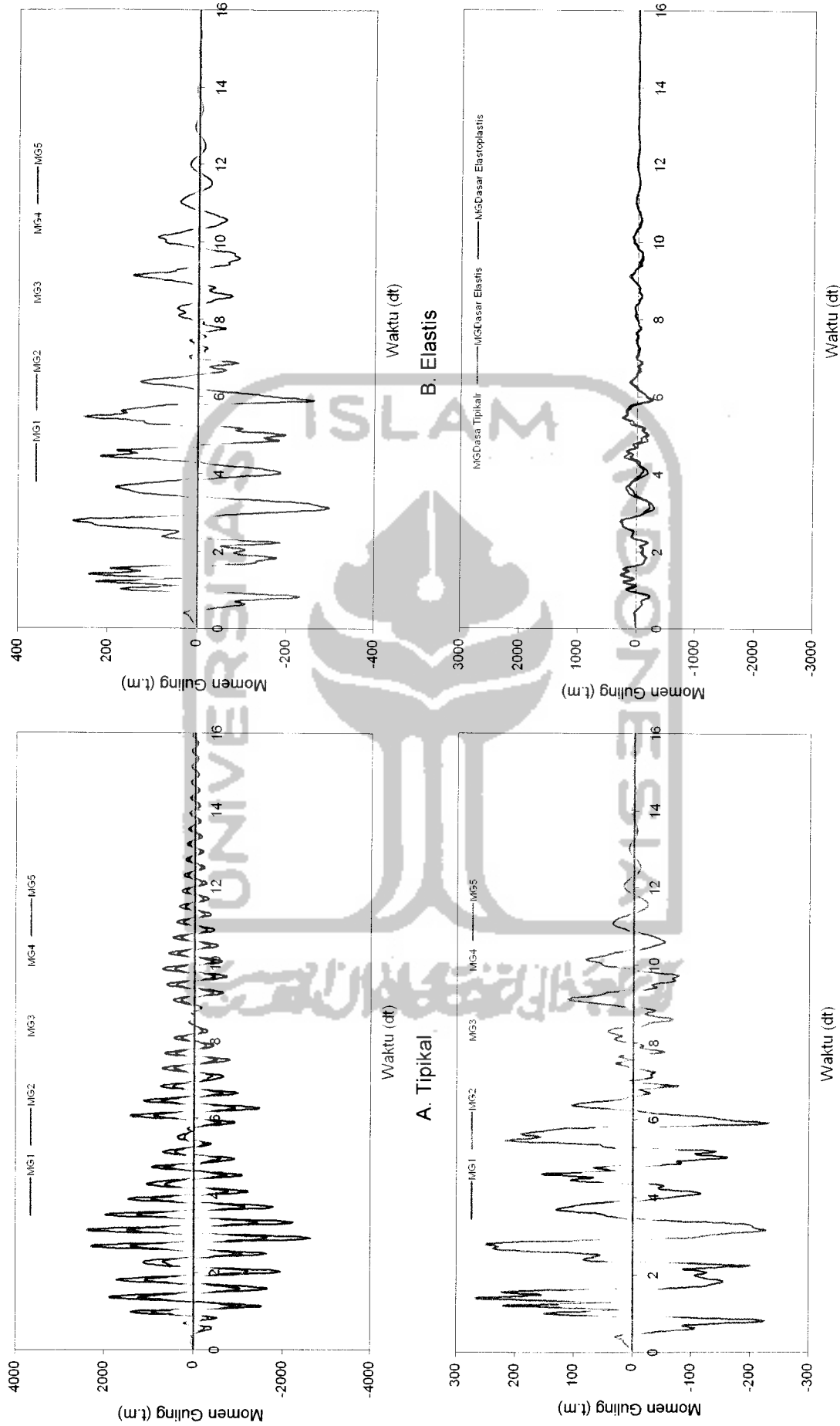


B. Struktur 8 Tingkat



C. Struktur 10 Tingkat

Gambar 5.65 Grafik Perbandingan Momen Guling Maksimum Antara Struktur Dengan dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Koyna



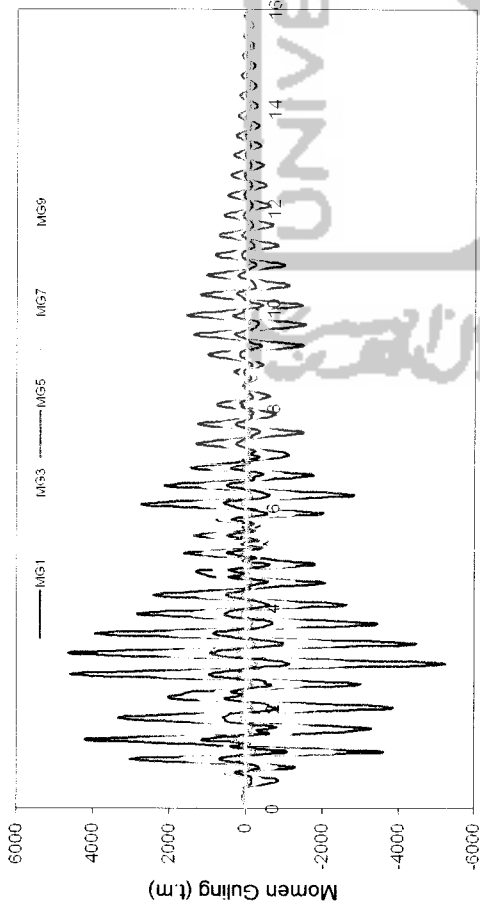
A. Tipikal

B. Elastis

C. Elastoplastis

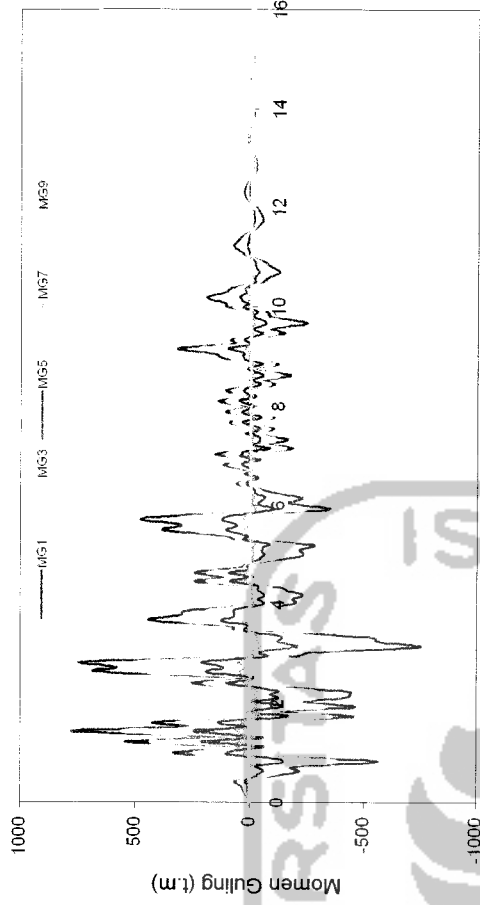
D. Perbandingan Tingkat Dasar

Gambar 5.66 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Eicentro



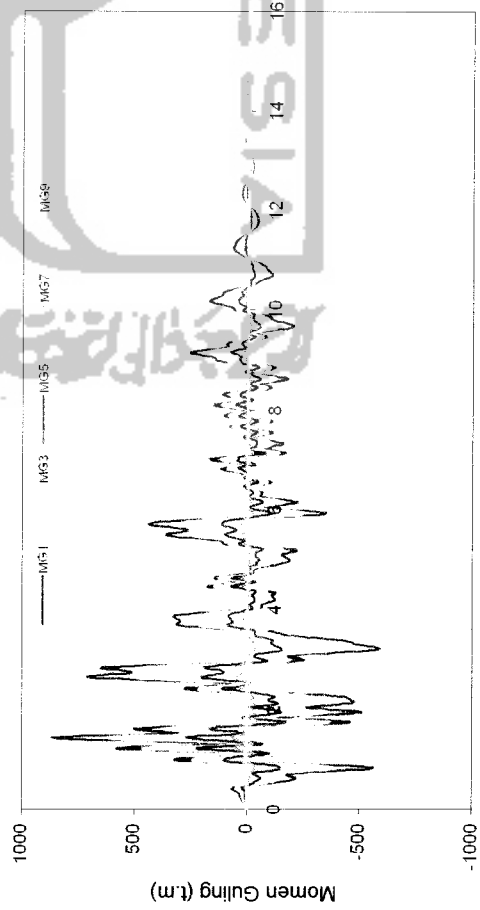
Waktu (dt)

A. Tipikal



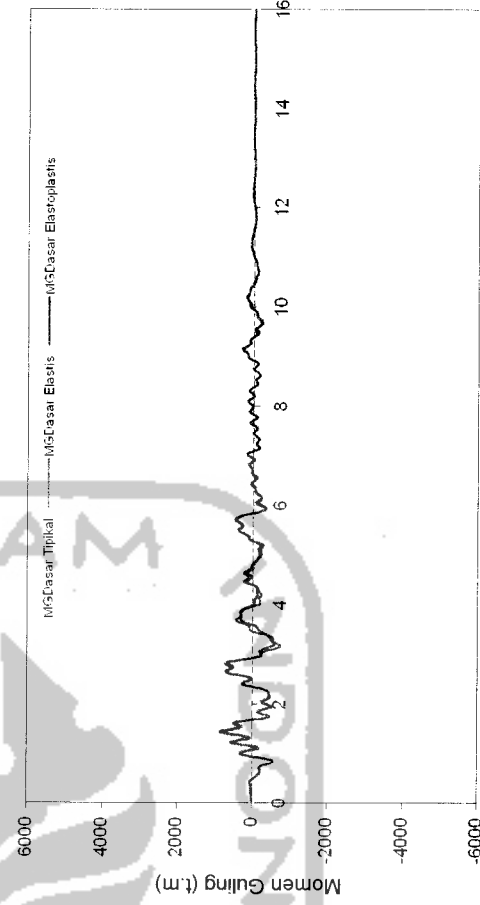
Waktu (dt)

B. Elastis



Waktu (dt)

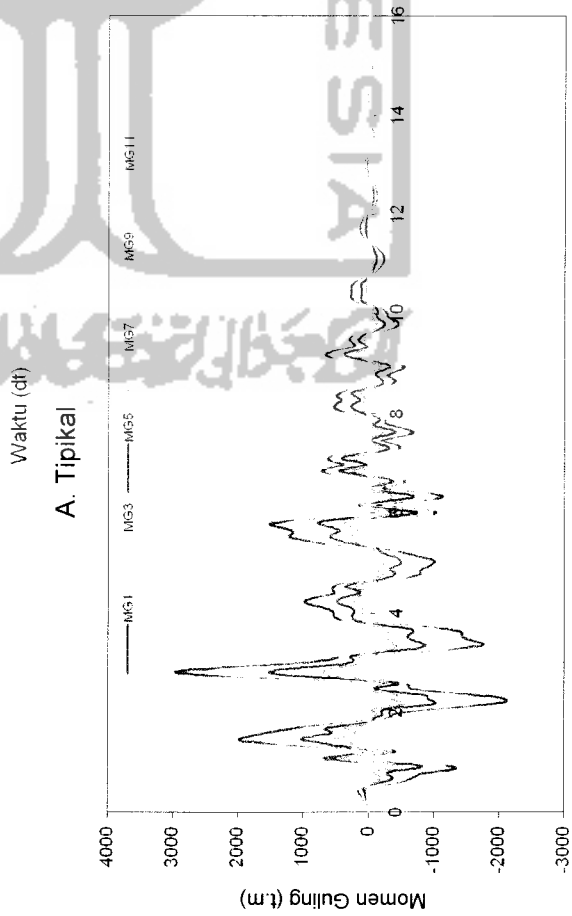
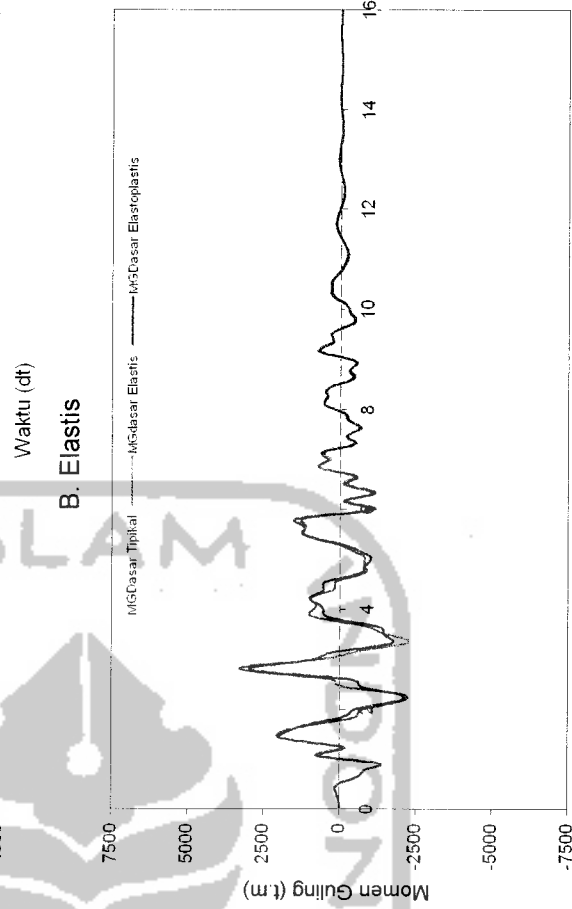
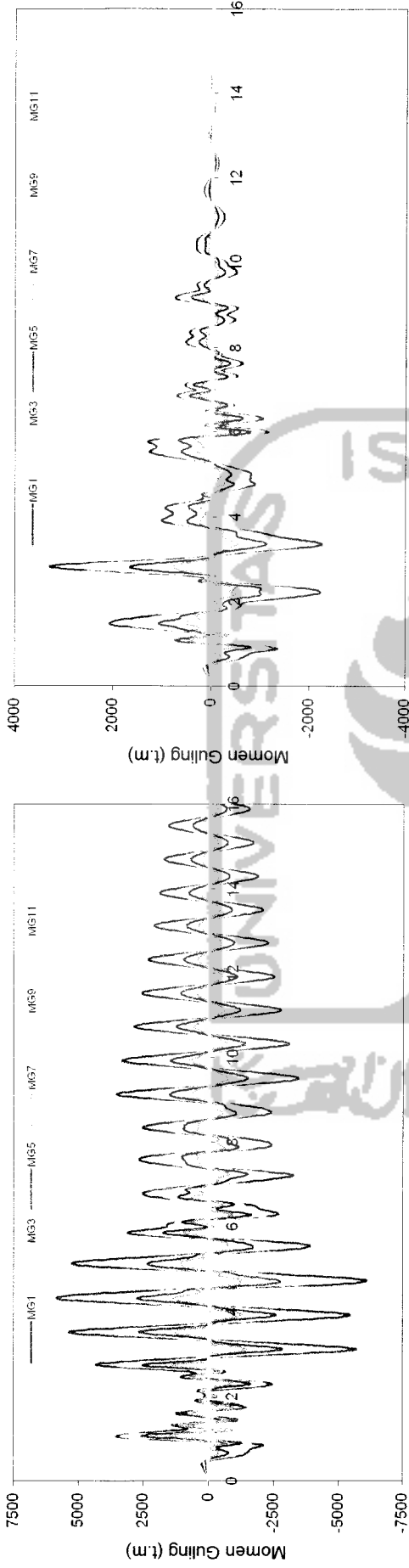
C. Elastoplastis



Waktu (dt)

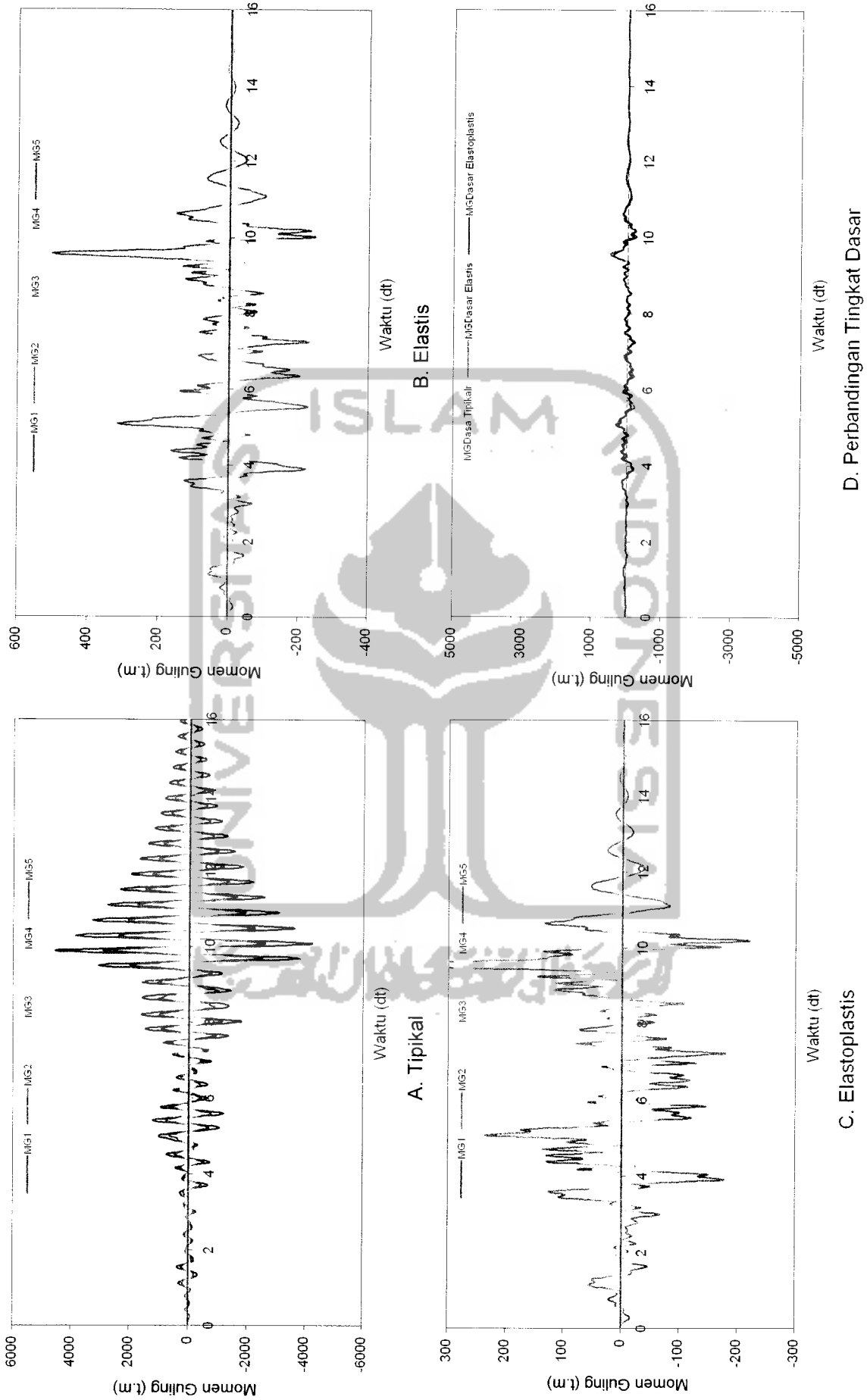
D. Perbandingan Tingkat dasar

Gambar 5.67 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Elcentro

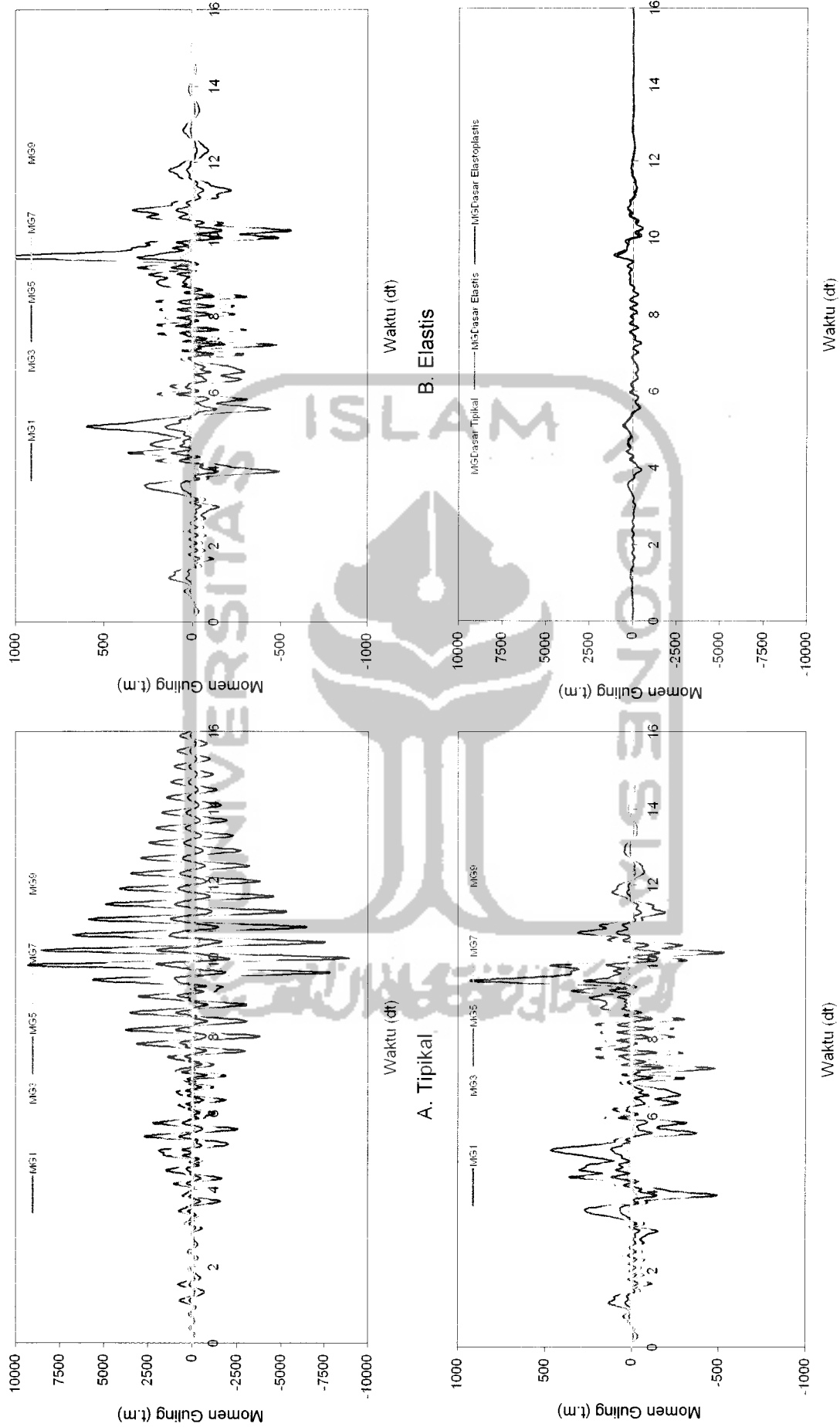


D. Perbandingan Tingkat Dasar

Gambar 5.68 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Elcentro

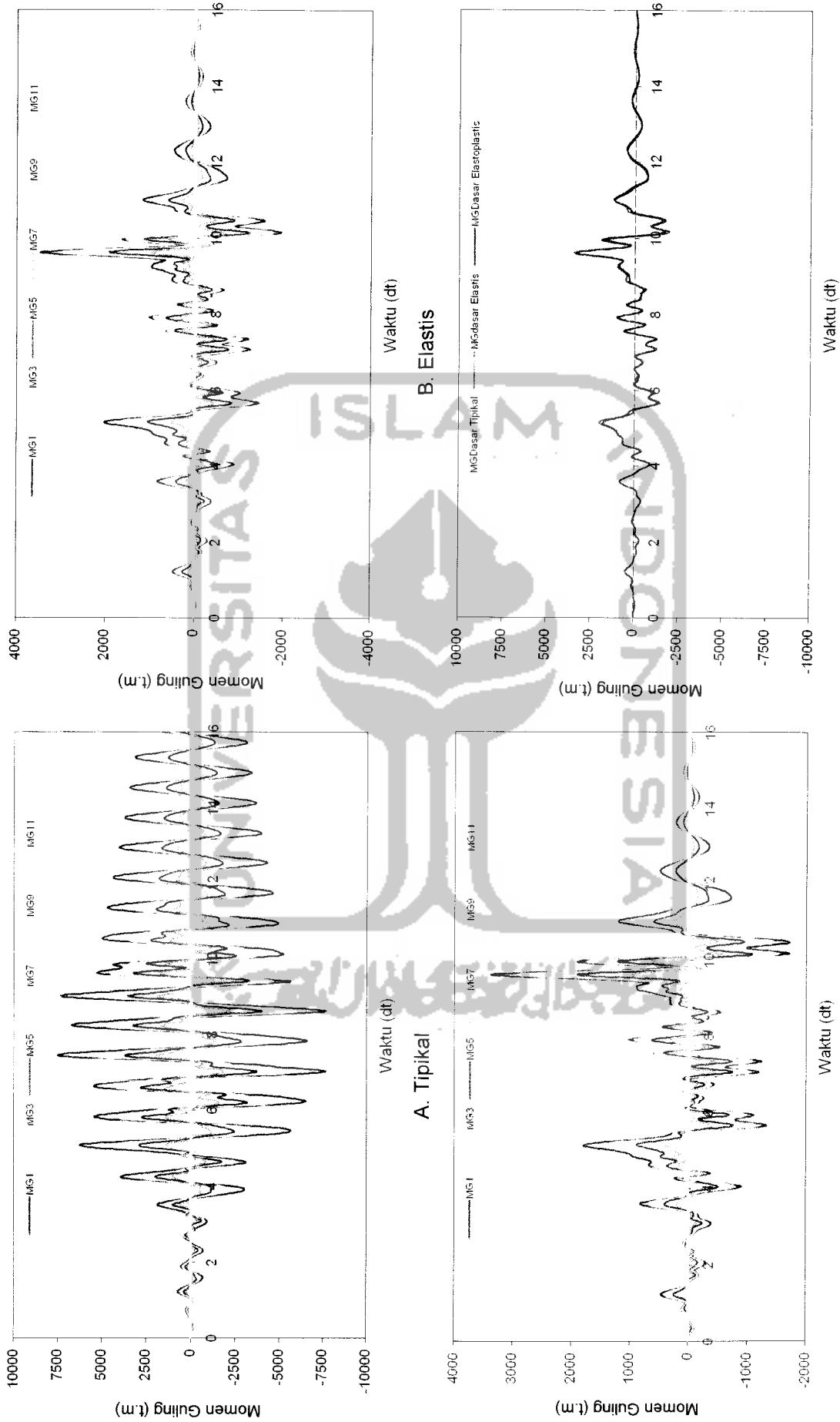


Gambar 5.69 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Santacruz

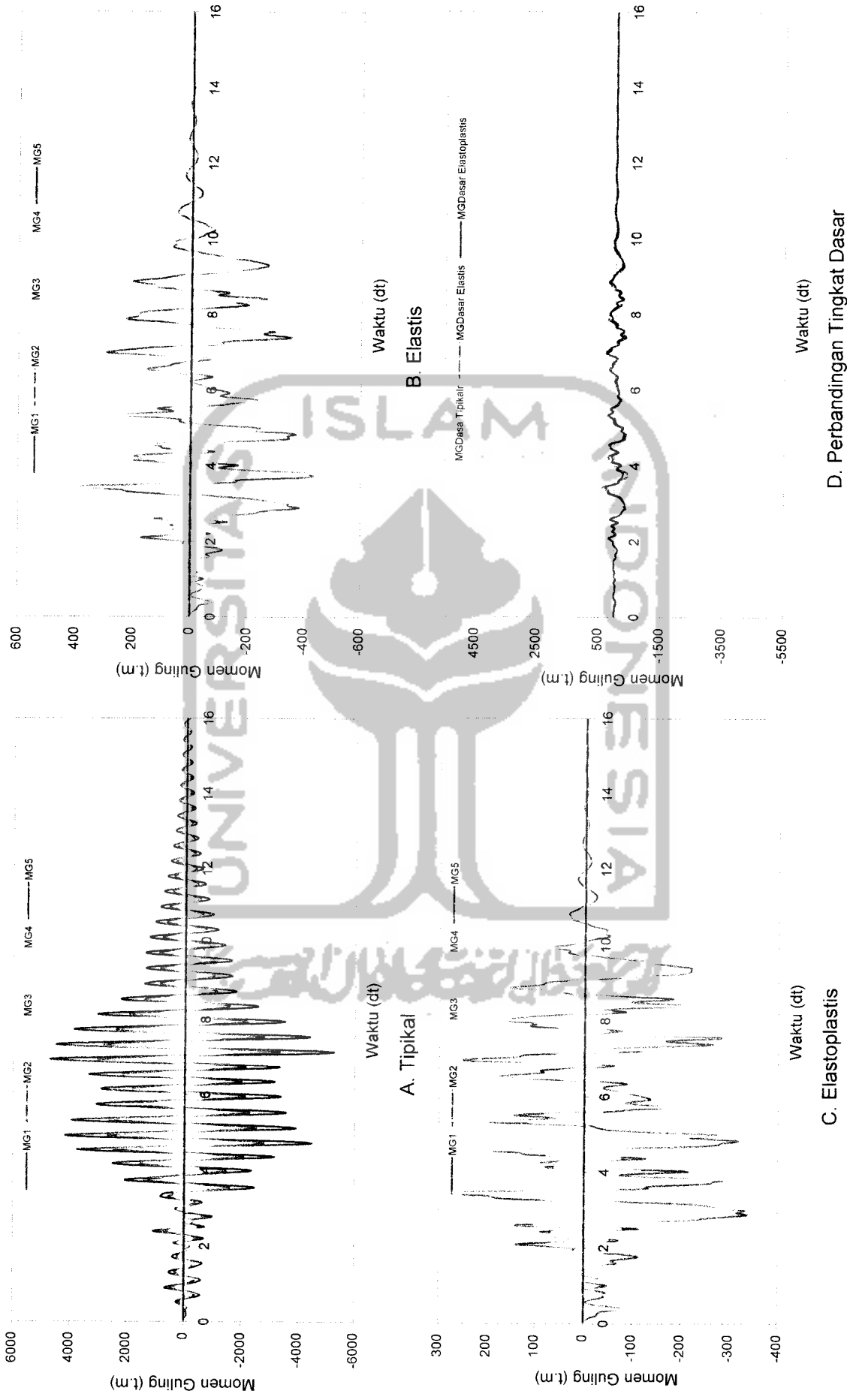


D. Perbandingan Tingkat dasar

Gambar 5.70 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Santacruz

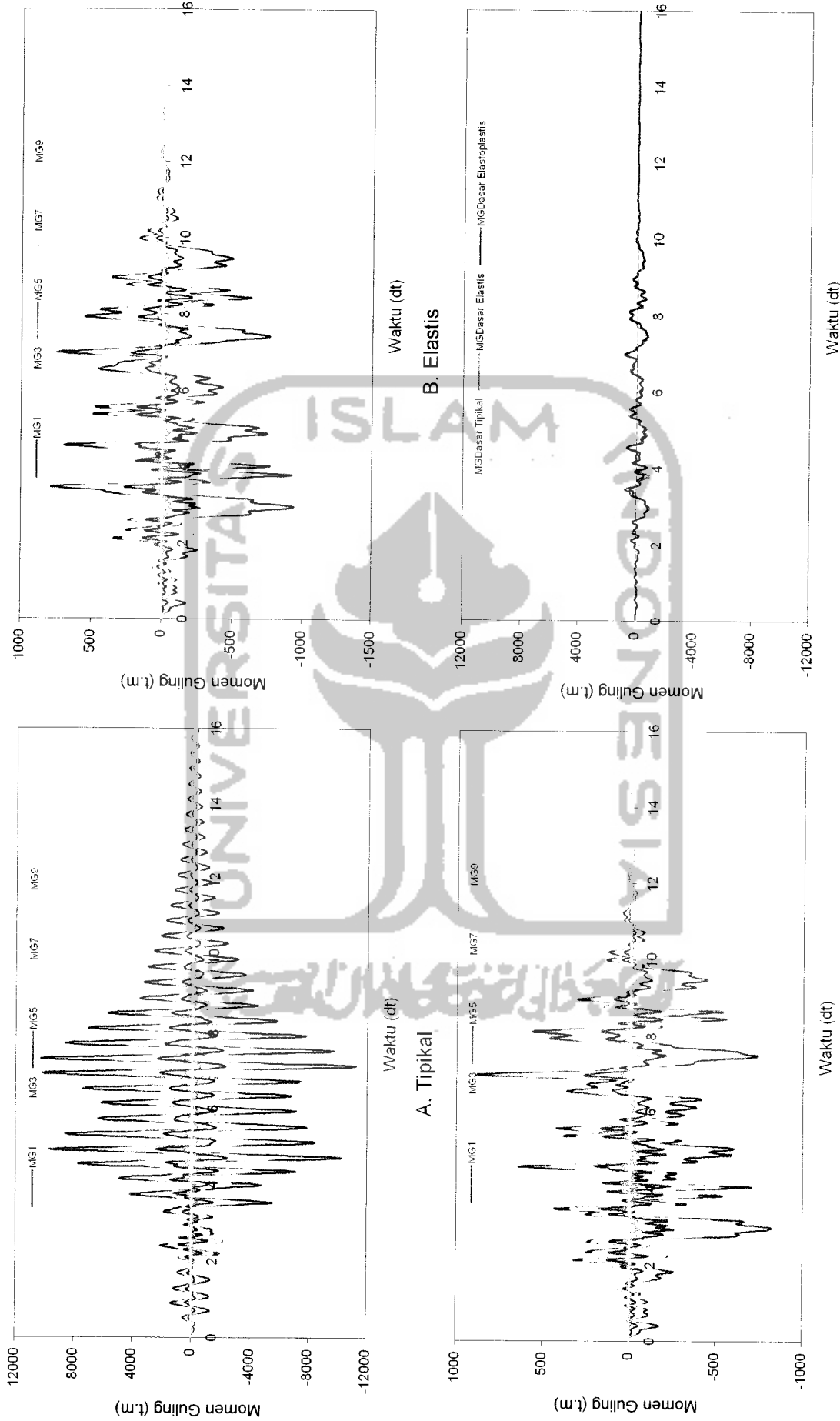


Gambar 5.71 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Santacruz



D. Perbandingan Tingkat Dasar

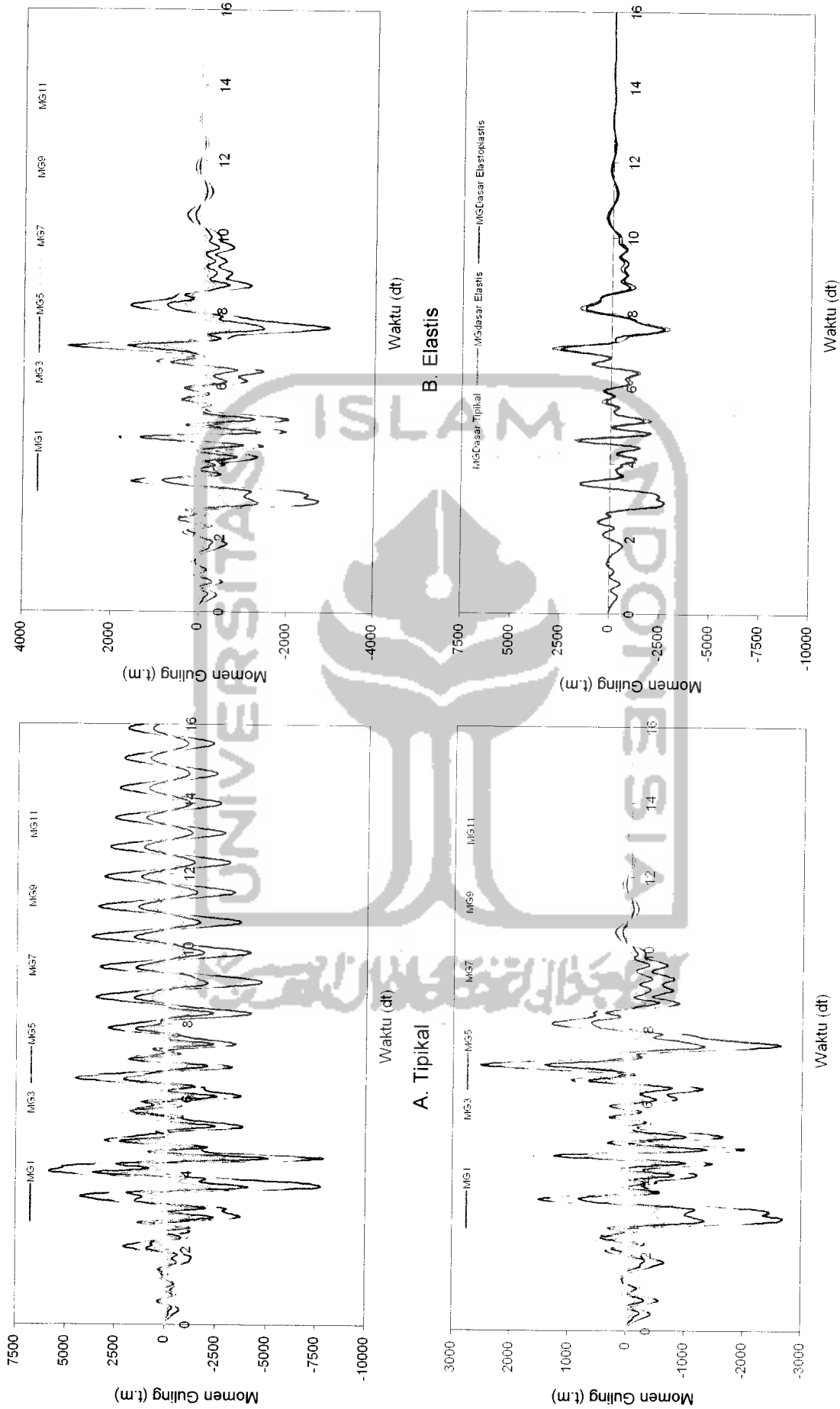
Gambar 5.72 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Koyna



D. Perbandingan Tingkat dasar

C. Elastoplastis

Gambar 5.73 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.74 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 10 Tingkat Akibat Gempa Koyna

D. Perbandingan Tingkat Dasar

C. Elastoplastis

A. Tipikal

B. Elastis

5.4 Analisis Respon Struktur Akibat Beban Gempa Dengan Tiga Jenis Redaman.

Dalam analisis ini digunakan satu jenis gempa yaitu Elcentro yang mewakili gempa frekuensi menengah dan hanya dipakai pada struktur bangunan 4 tingkat dan 8 tingkat dengan dan tanpa *base isolation*. Variasi lain dengan menggunakan tiga jenis redaman yaitu :

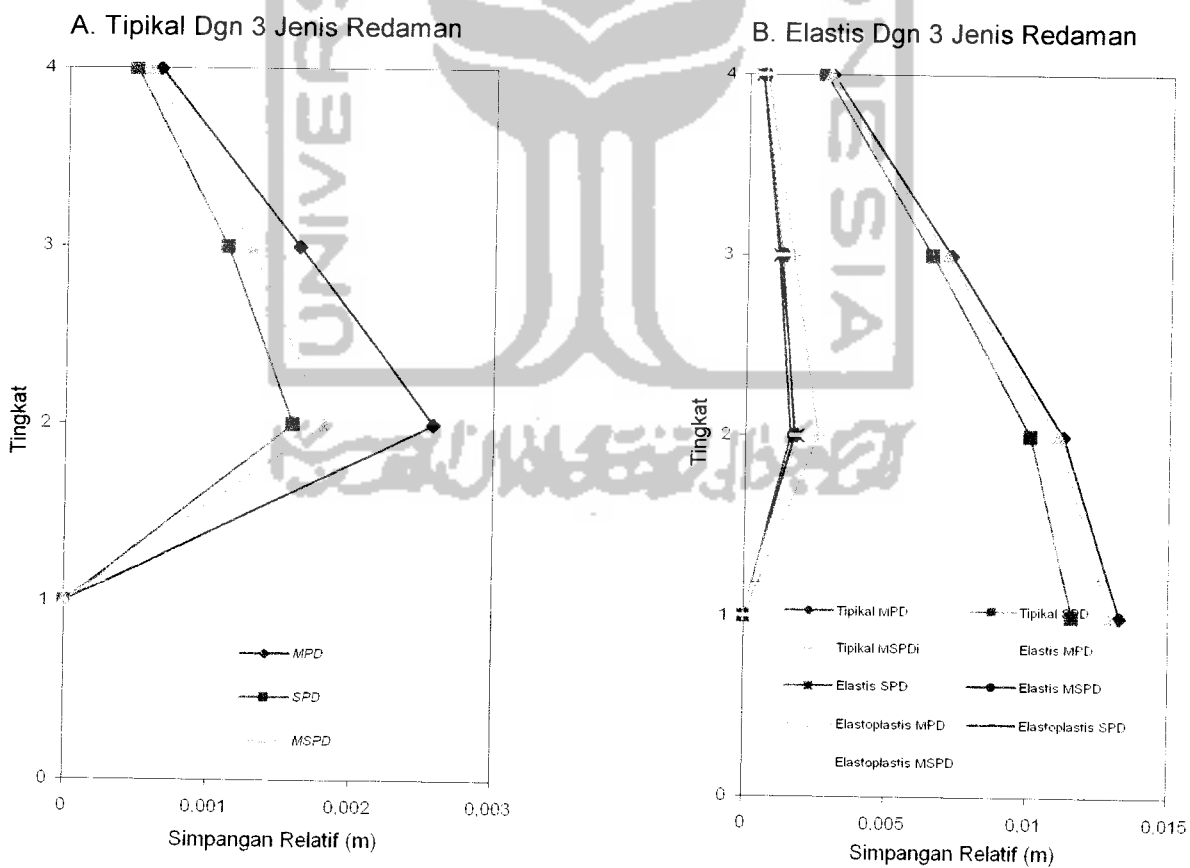
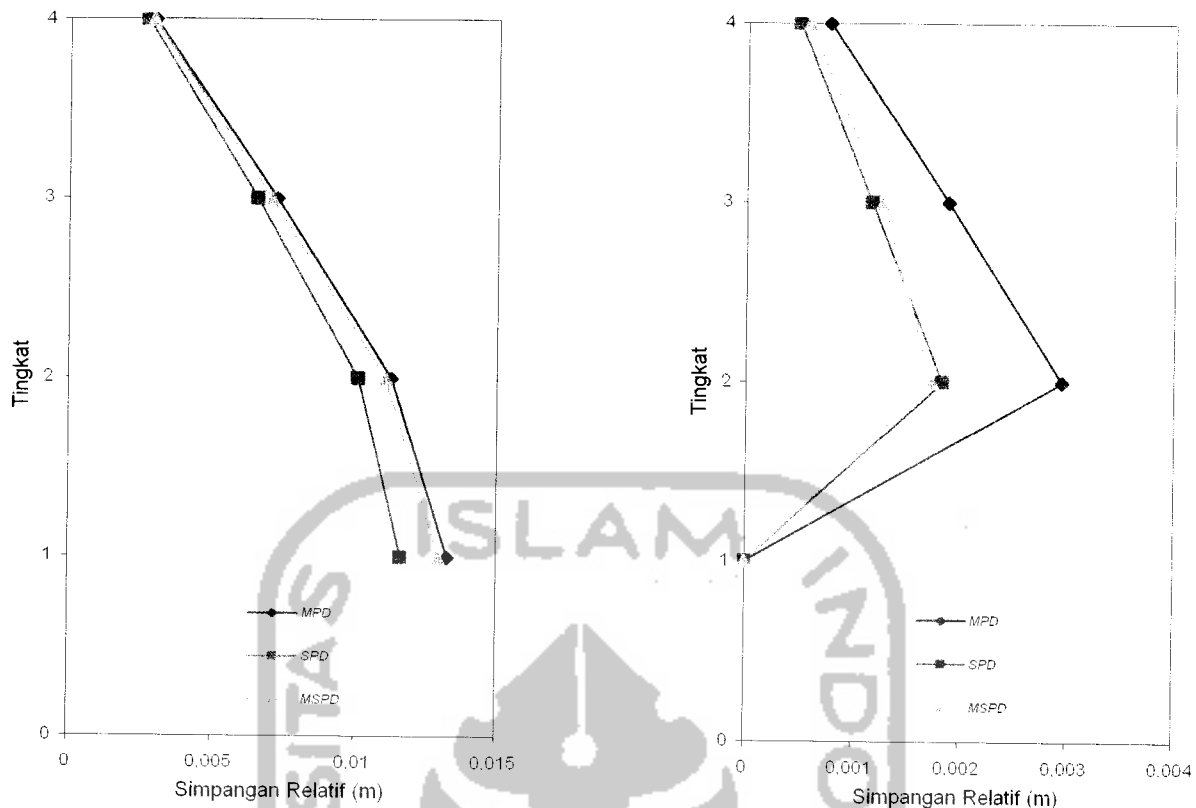
1. Redaman proporsioanal terhadap massa (*Mass Proporsional Damping*), *MPD*).
2. Redaman proporsioanal terhadap kekakuan (*Stiffnes Proporsional Damping*), *SPD*).
3. Redaman proporsional terhadap massa dan kekakuan/kombinasi (*Mass and Stiffnes Proporsional Damping*), *MSPD*).

Dalam analisis digunakan nilai redaman yang konstan. Variasi-variasi data diatas diolah pada program ProgSIP 2006 sehingga didapat *output* yang berupa *mode shape*, simpangan, kecepatan, percepatan, simpangan relatif, simpangan antar tingkat, gaya horisontal tingkat, gaya geser tingkat, dan momen guling.

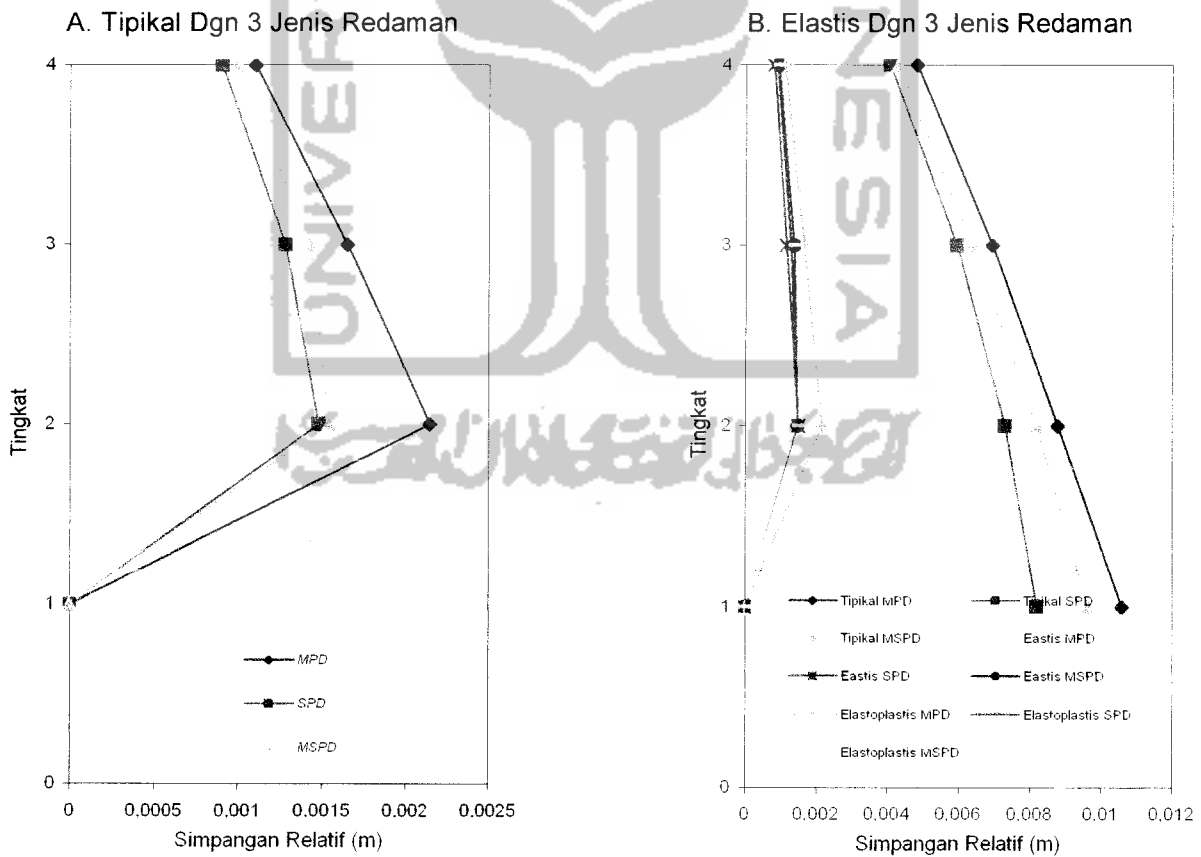
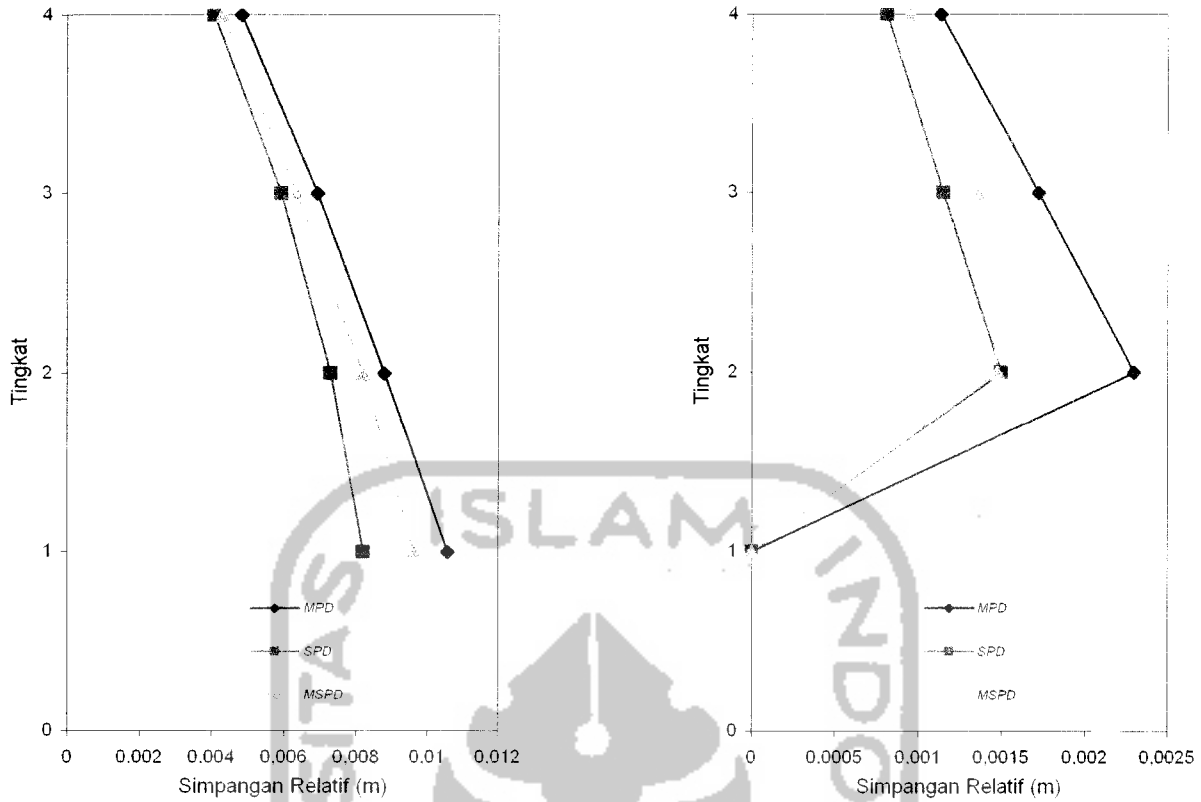
5.4.1 Simpangan Relatif Struktur.

Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai simpangan relatif struktur 4 tingkat baik dengan dan tanpa *base isolation*, dengan memperhatikan hasil grafik simpangan relatif maksimum pada **Gambar 5.75** dan **Gambar 5.76** maka,

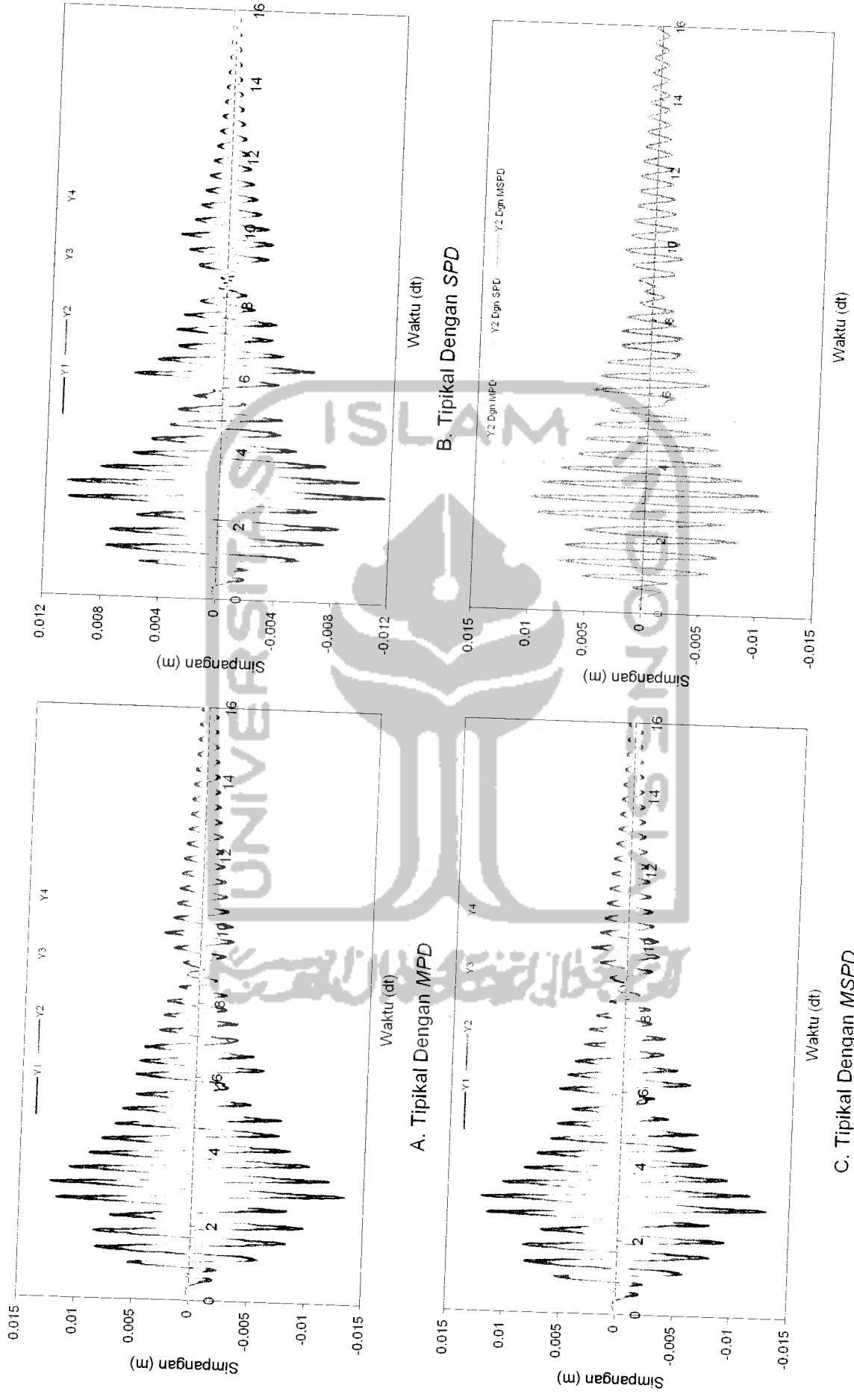
Gambar 5.75 menunjukkan persentase simpangan relatif struktur tanpa *base isolation* (Tipikal). Terlihat pada gambar simpangan relatif maksimum untuk jenis *Mass Proportional Damping (MPD)* adalah yang paling besar, kemudian baru disusul jenis *Mass and Stiffnes Proportional Damping (MSPD)* dan *Stiffnes Proportional Damping (SPD)*.. Dalam *Respon Dinamik Struktur* (Widodo, 2001, sumber : Chopra 1995) dijelaskan bahwa damping jenis ini secara fisik kurang rasional karena massa hanya bersinggungan dengan udara padahal redaman akibat ini relatif kecil dan bahkan kadang-kadang diabaikan, tentu saja hal ini membuktikan bahwa simpangan relatif yang dihasilkan dengan menggunakan redaman jenis ini paling besar dibanding kedua jenis redaman lain. Apabila bangunan menggunakan jenis redaman dengan kekakuan maka semakin tinggi respon simpangan, redaman struktur akan semakin besar pula. Dengan kata lain simpangan yang dihasilkan paling kecil karena redaman jenis ini merupakan fungsi dari kekakuan, banyak pernyataan telah disampaikan bahwa semakin besar simpangan struktur maka semakin besar pula potensi meredam energi. Begitu juga untuk struktur yang lebih tinggi (8 tingkat) respon simpangan yang dihasilkan mempunyai sifat yang sama dengan struktur yang lebih rendah. Penjelasan ini berlaku juga untuk struktur dengan *base isolation* (Elastis dan Elastoplastis).



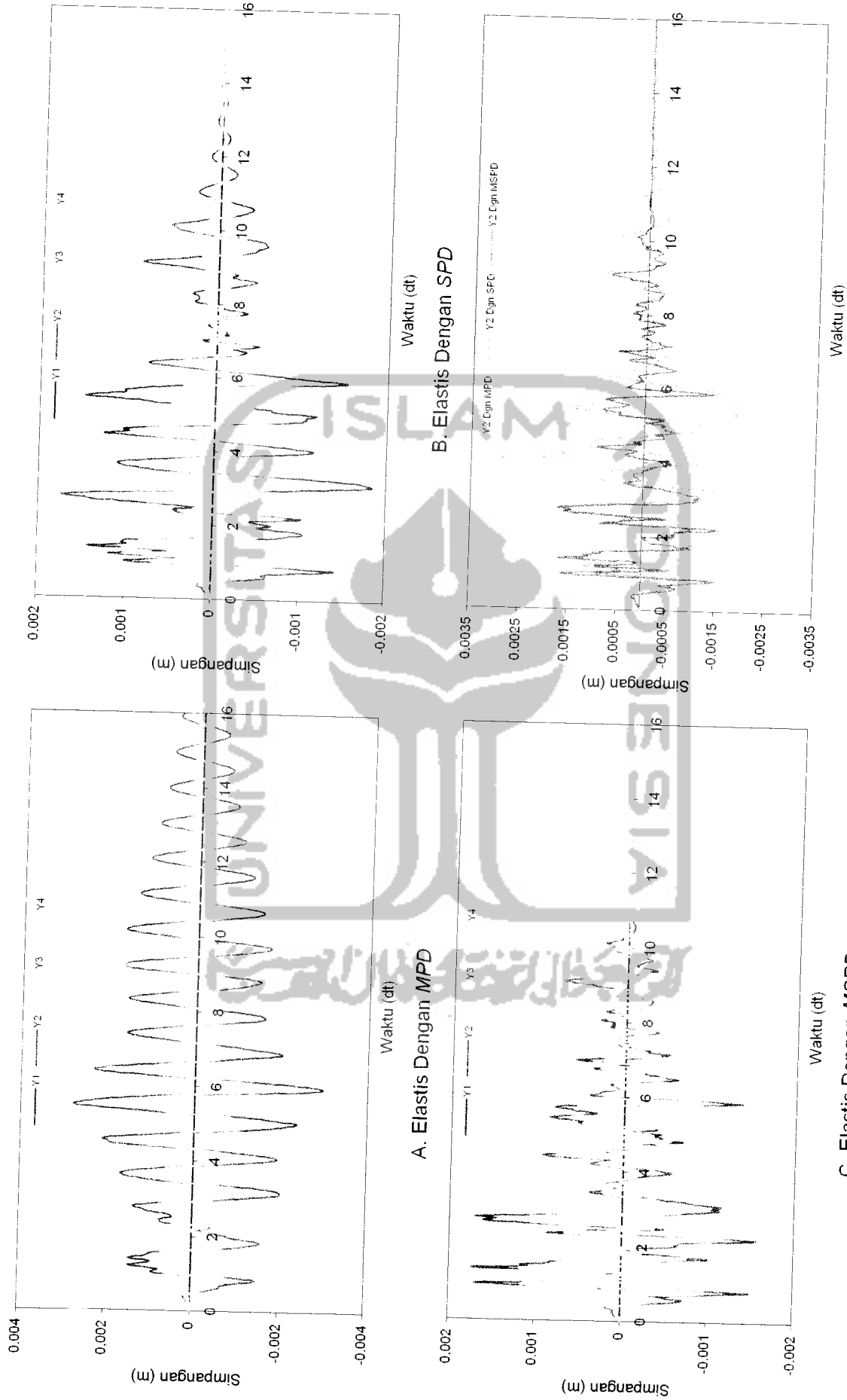
Gambar 5.75 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Struktur 4 Tingkat Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



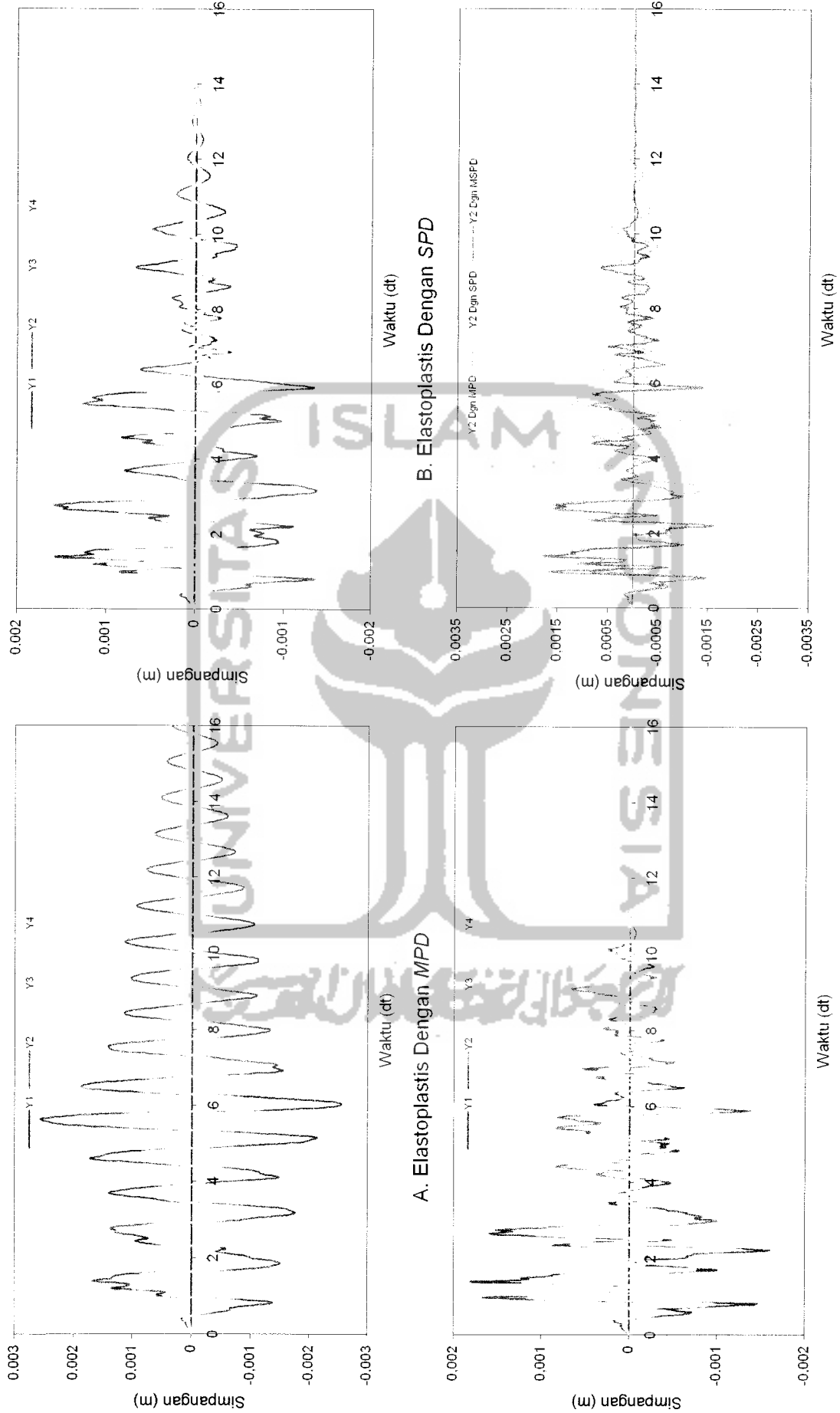
Gambar 5.76 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Struktur 8 Tingkat Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



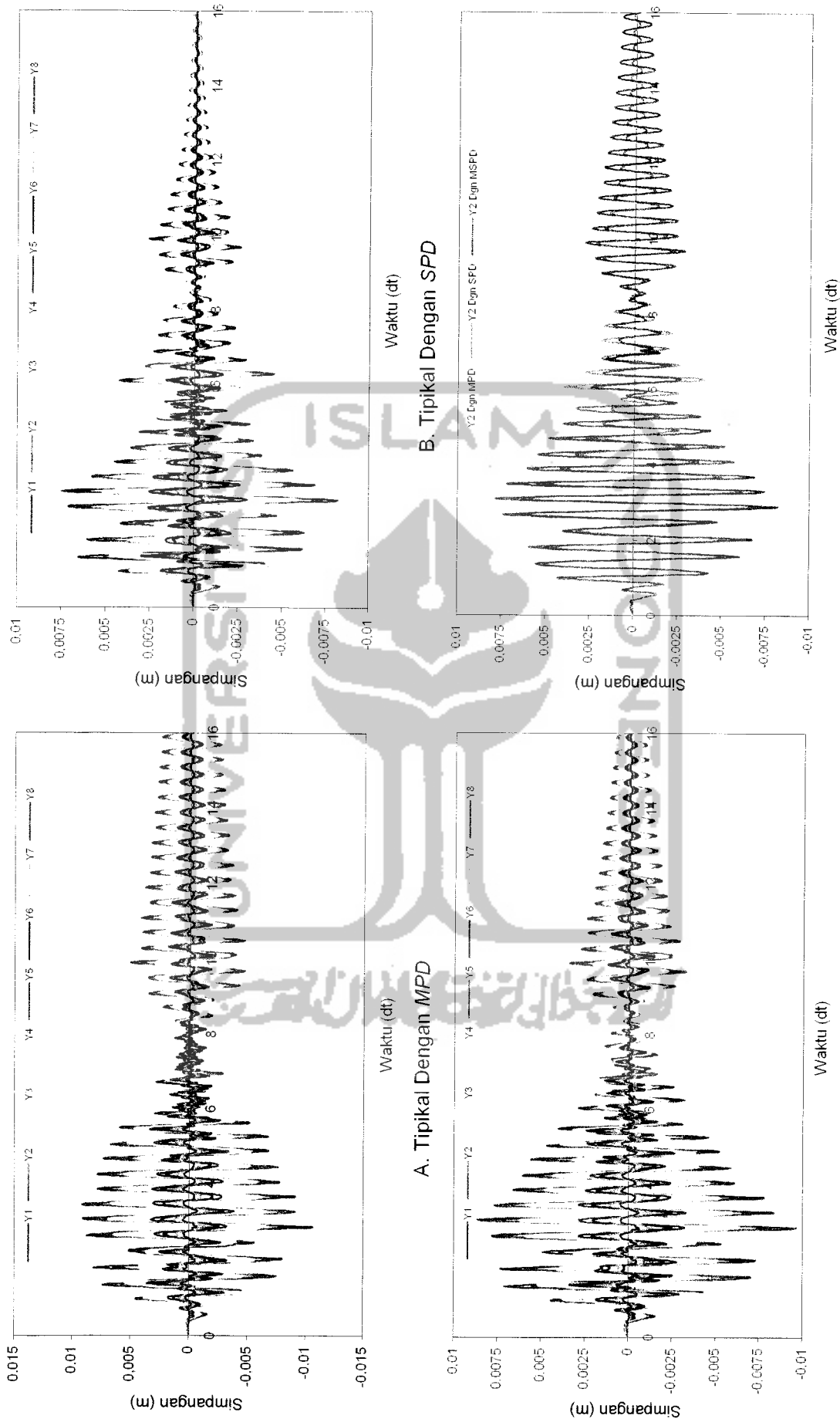
Gambar 5.77 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 4 Tingkat Tanpa Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



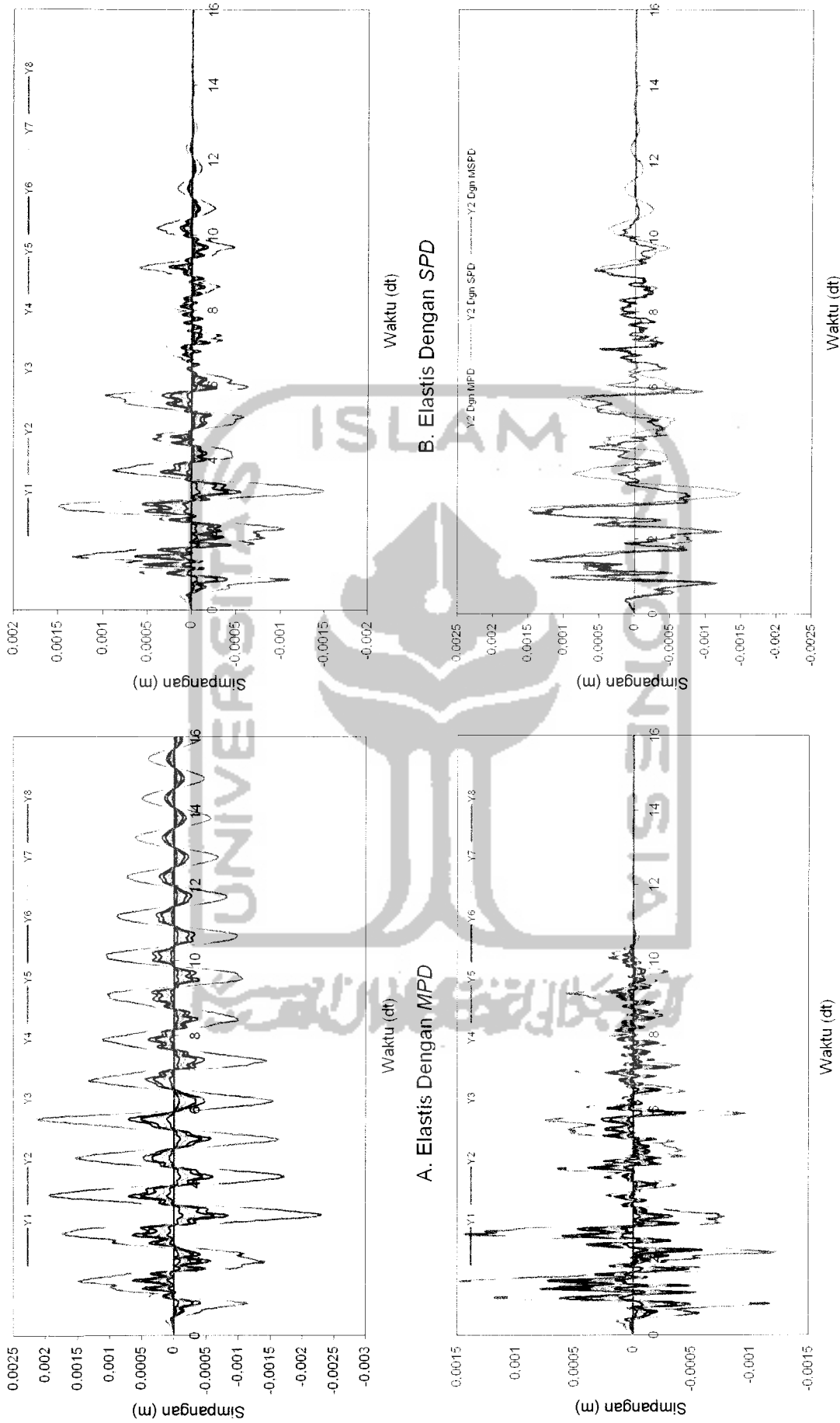
Gambar 5.78 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 4 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



Gambar 5.79 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 4 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



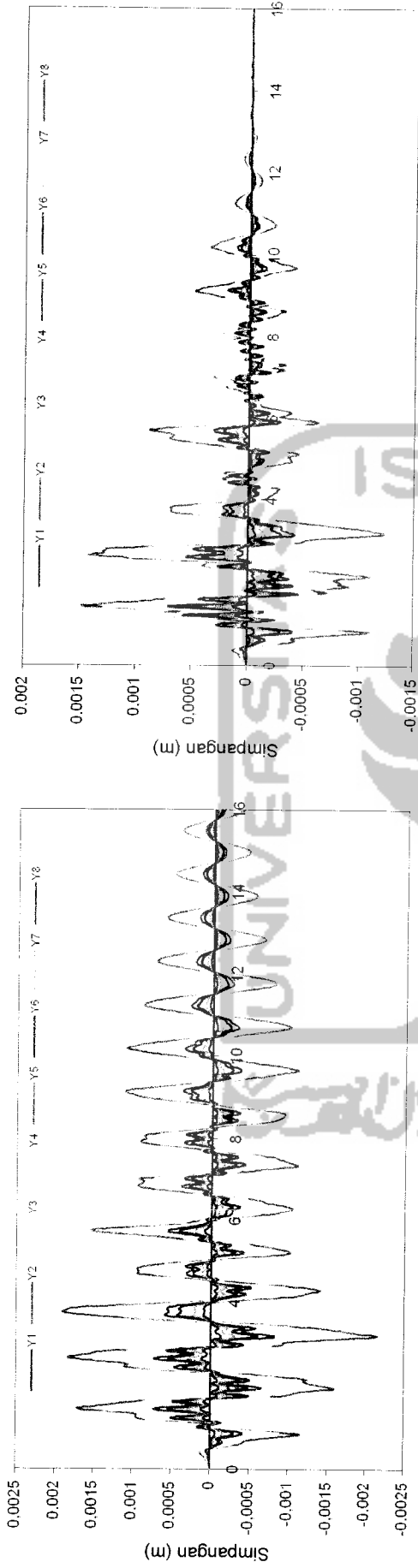
Gambar 5.80 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 8 Tingkat Tanpa Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



C. Elastis Dengan MSPD

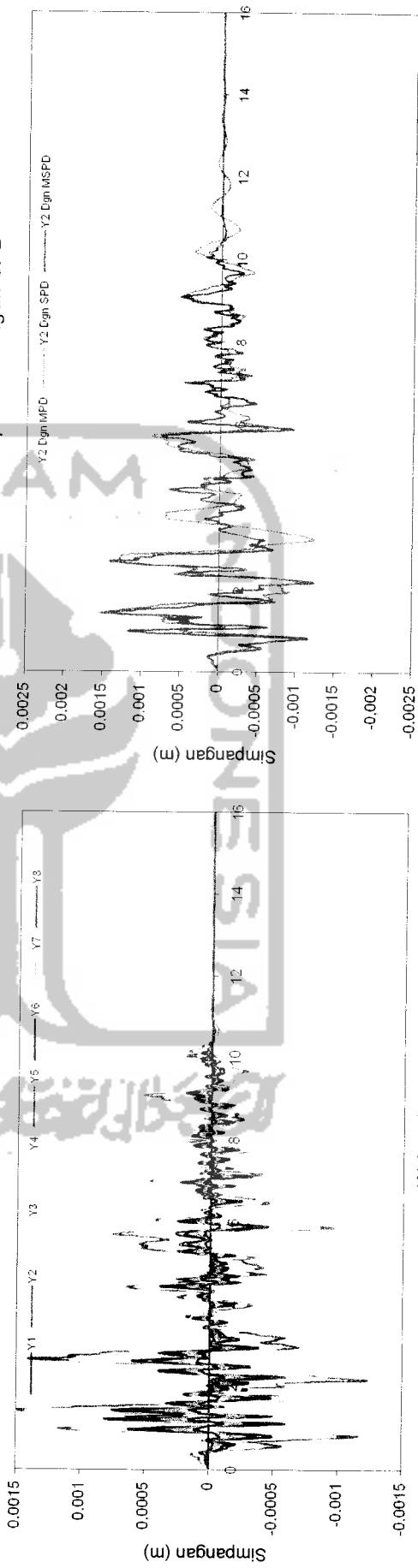
D. Perbandingan Tingkat 2 Dgn 3 Jenis Redaman

Gambar 5.81 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 8 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



A. Elastoplastis Dengan MPD

B. Elastoplastis Dengan SPD



C. Elastoplastis Dengan MSPD

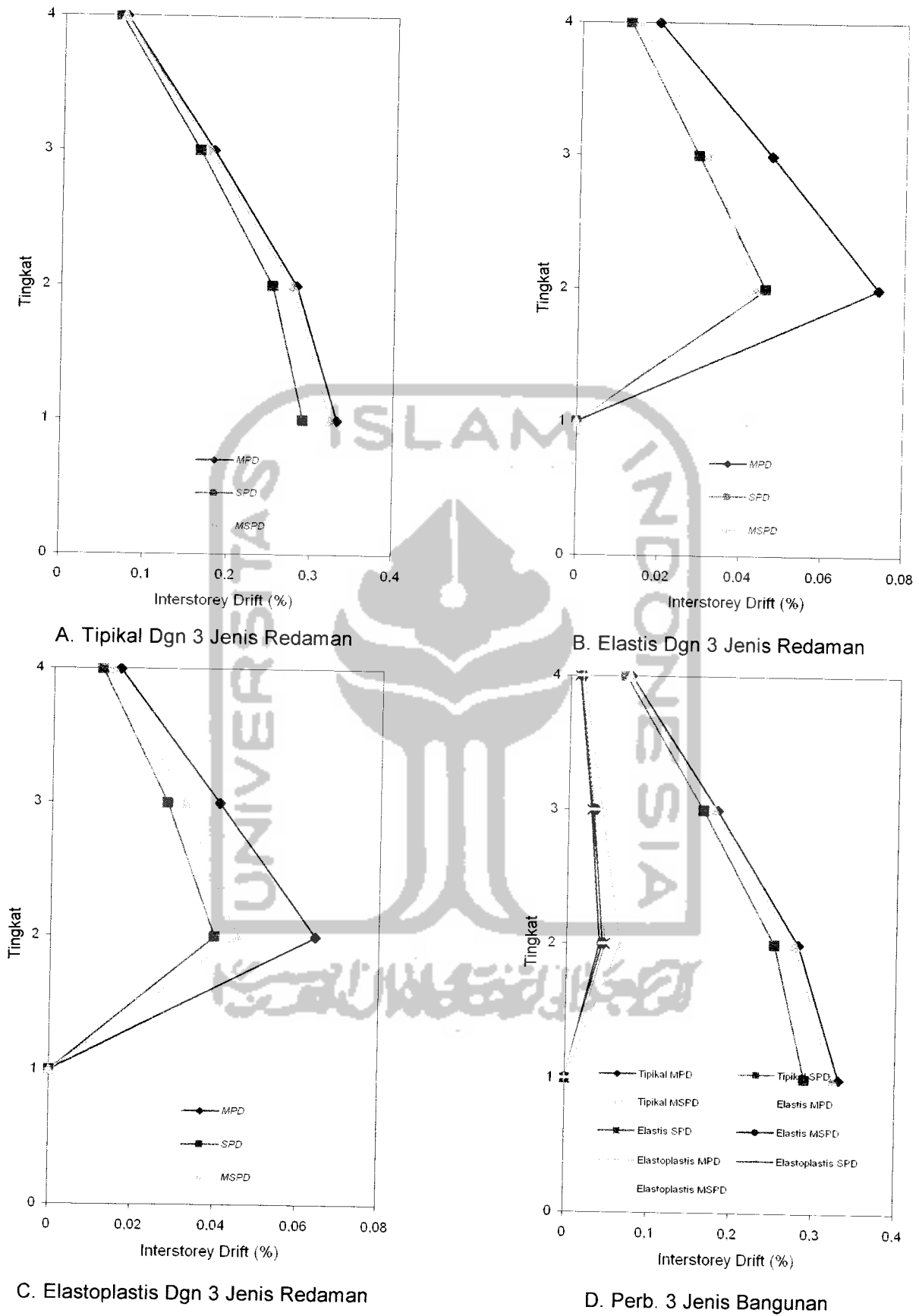
D. Perbandingan Tingkat 2 Dgn 3 Jenis Redaman

Gambar 5.82 Grafik Perbandingan Simpangan Relatif Struktur 8 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro

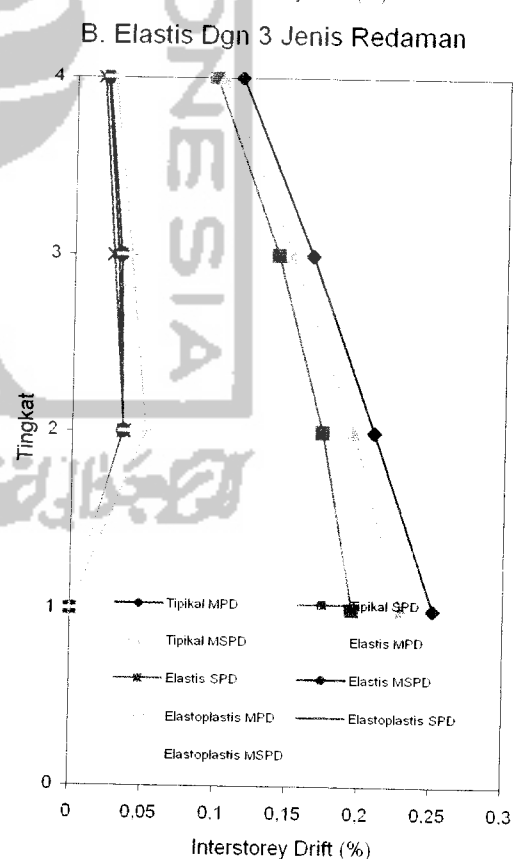
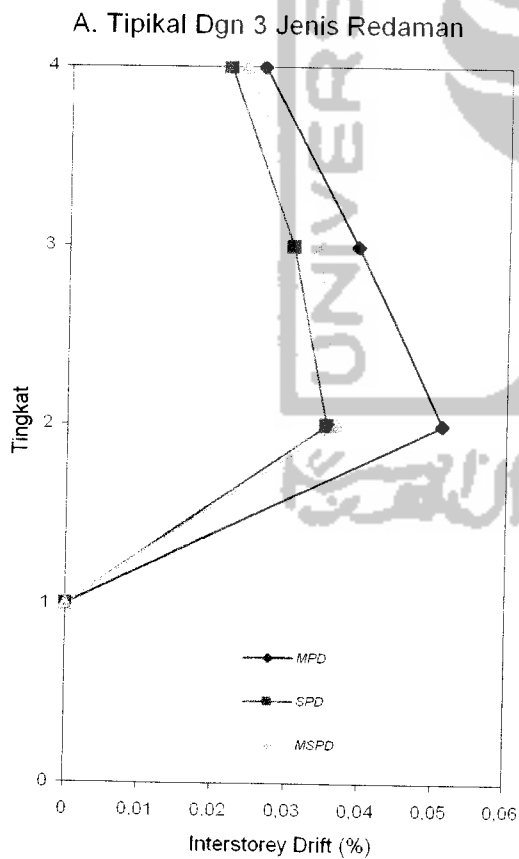
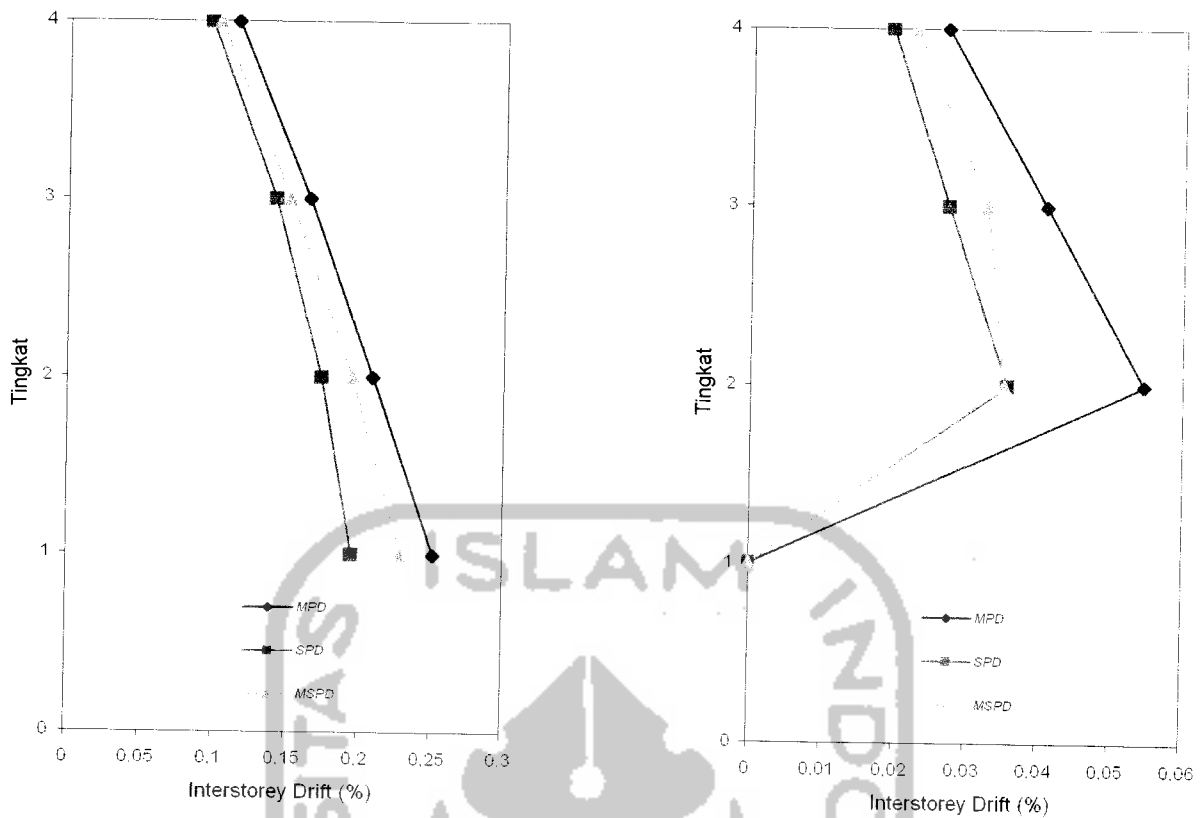
5.4.2 Simpangan Antar Tingkat (*Interstorey Drift*)

Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai *interstorey drift* struktur 4 tingkat baik dengan dan tanpa *base isolation*, dengan memperhatikan hasil grafik *interstorey drift* maksimum pada **Gambar 5.83** s/d **Gambar 5.84** maka,

Seperti halnya simpangan relatif, simpangan antar tingkat (*interstorey drift*) maksimum paling besar juga terjadi pada struktur dengan *Mass Proportional Damping (MPD)*, baik untuk bangunan dengan atau tanpa *base isolation*, lihat **Gambar 5.83** dan **Gambar 5.84**. Untuk redaman jenis *MPD* pada mode-mode awal yang mana $\omega_i < \omega_j$ maka nilai rasio redaman akan lebih besar. Sebaliknya untuk mode-mode yang lebih tinggi dimana $\omega_i > \omega_j$, maka rasio redaman yang diperoleh akan lebih kecil. Hasil plotan antara *interstorey drift*(%) lawan waktu(dt) senada dengan hasil plotan simpangan relatif karena *interstorey drift* adalah selisih simpangan dibagi dengan tinggi tingkat. Untuk struktur dengan redaman jenis *SPD* matriks redaman berasosiasi dengan kekakuan, artinya isian matriks pada redaman akan senada dengan matriks kekakuan, sehingga potensi redaman pada damping jenis ini paling besar dan *interstorey drift* yang dihasilkan menjadi lebih kecil dibanding menggunakan dua jenis damping yang lain. Begitu juga untuk struktur yang lebih tinggi (8 tingkat) *interstorey drift* yang dihasilkan mempunyai sifat yang sama dengan struktur yang lebih rendah. Penjelasan ini berlaku juga untuk struktur dengan *base isolation* (Elastis dan Elastoplastis).



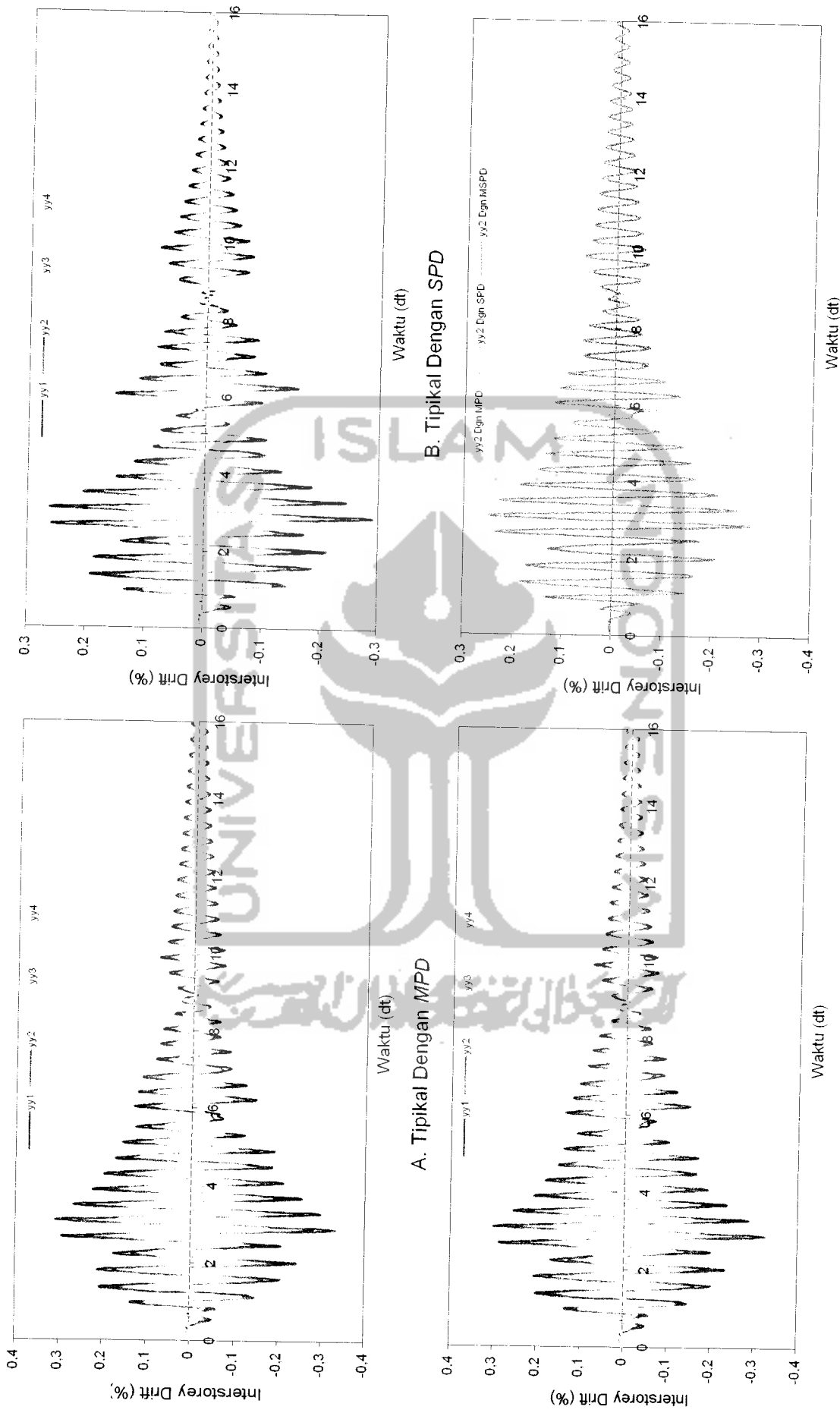
Gambar 5.83 Grafik Perbandingan *Interstorey Drift* Maksimum Struktur 4 Tingkat Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



C. Elastoplastis Dgn 3 Jenis Redaman

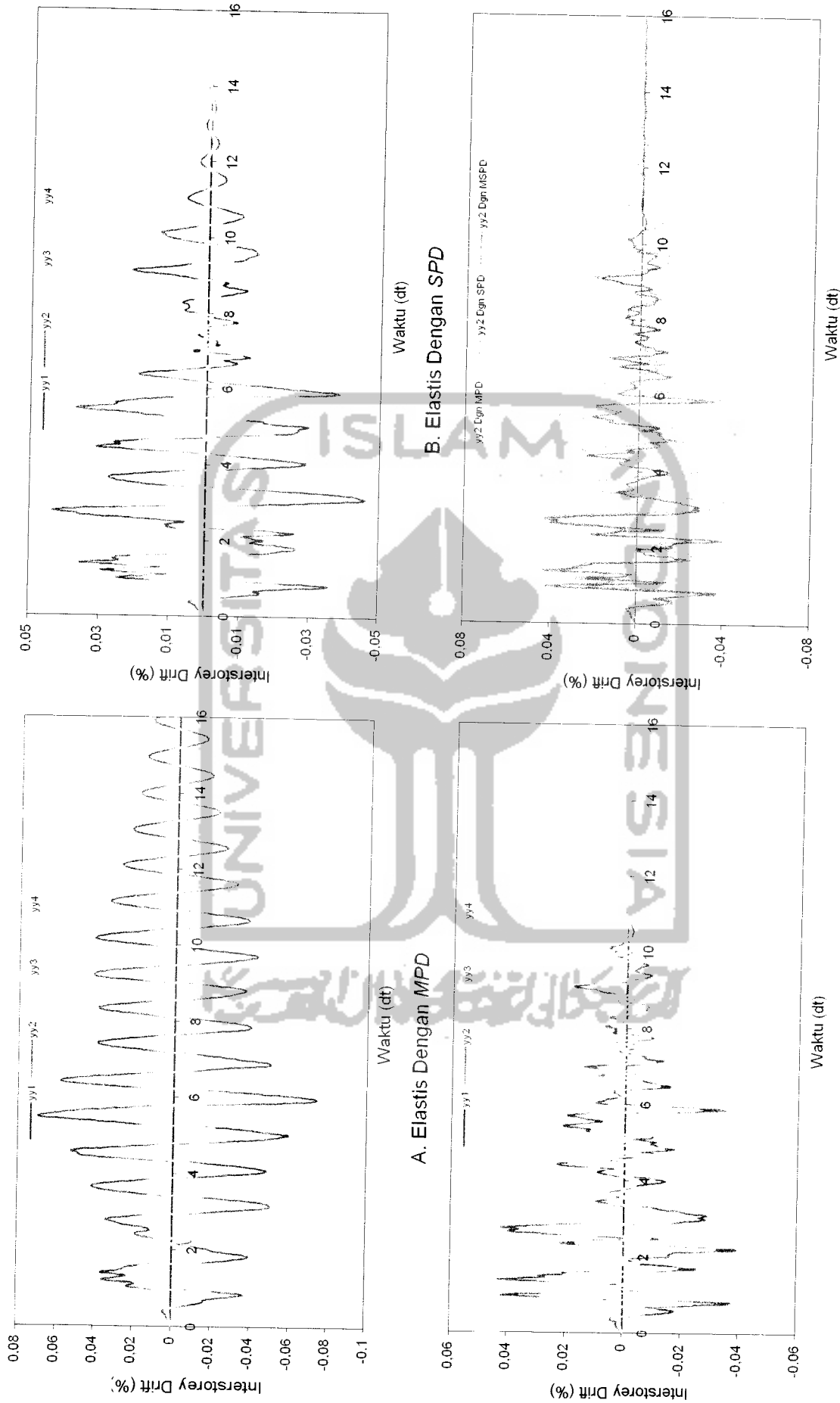
D. Perb. 3 Jenis Bangunan

Gambar 5.84 Grafik Perbandingan *Interstorey Drift* Maksimum Struktur 8 Tingkat Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



A. Tipikal Dengan MPD
B. Tipikal Dengan SPD
C. Tipikal Dengan MSPD
D. Perbandingan Tingkat 2 Dengan 3 Jenis Redaman

Gambar 5.85 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 4 Tingkat Tanpa Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



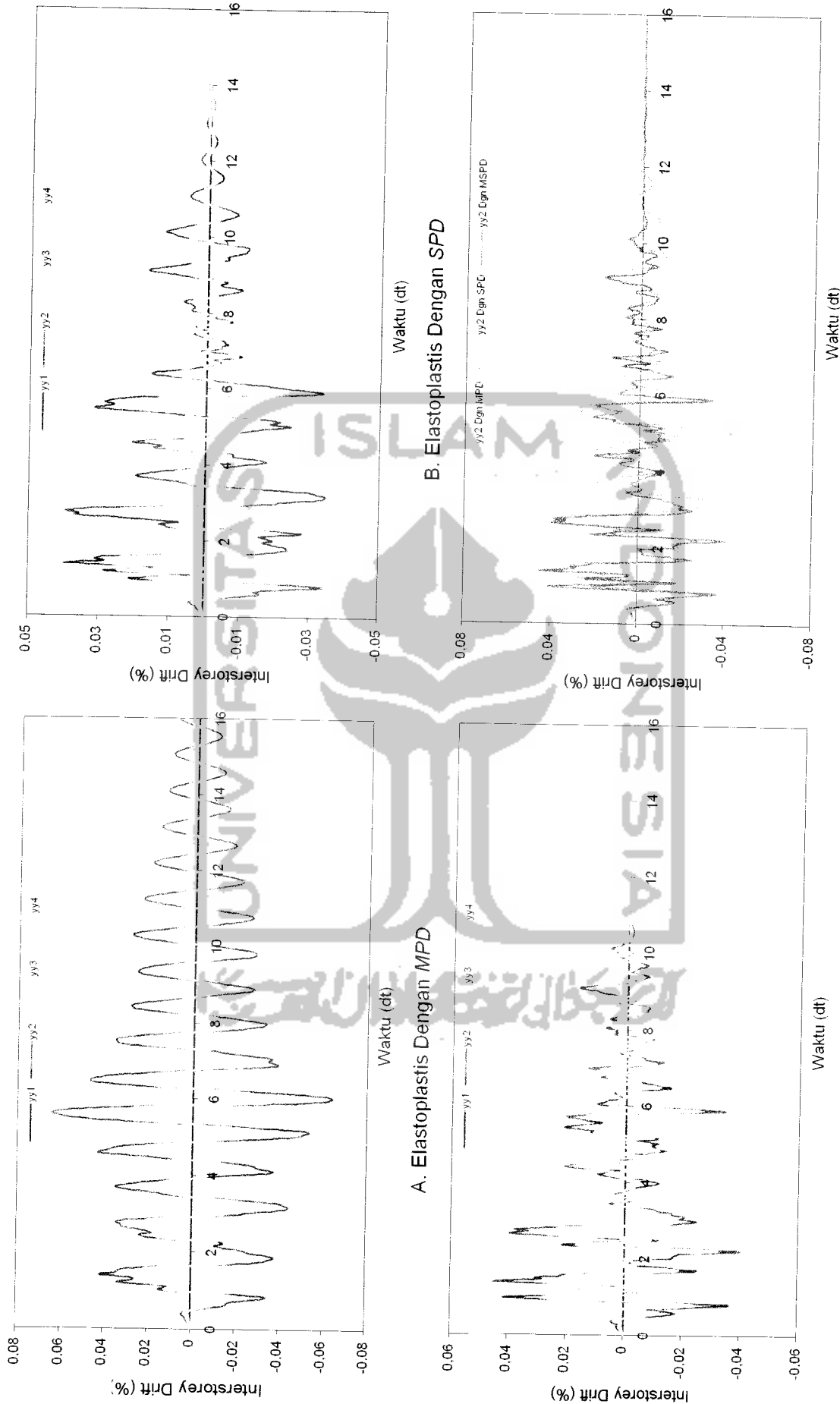
Gambar 5.86 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 4 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro

D. Perbandingan Tingkat 2 Dengan 3 jenis Redaman

B. Elastis Dengan SPD

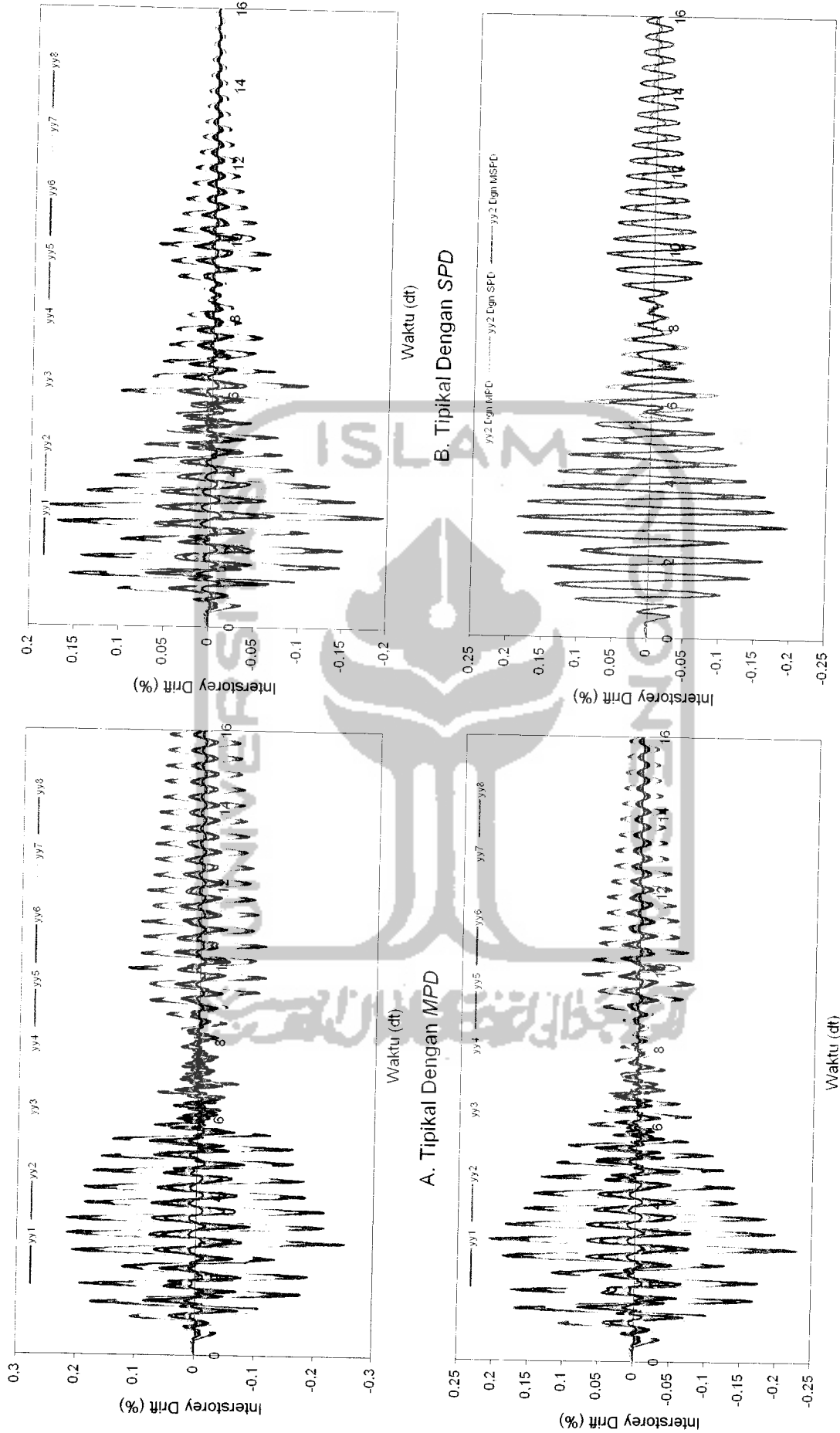
A. Elastis Dengan MPD

C. Elastis Dengan MSPD

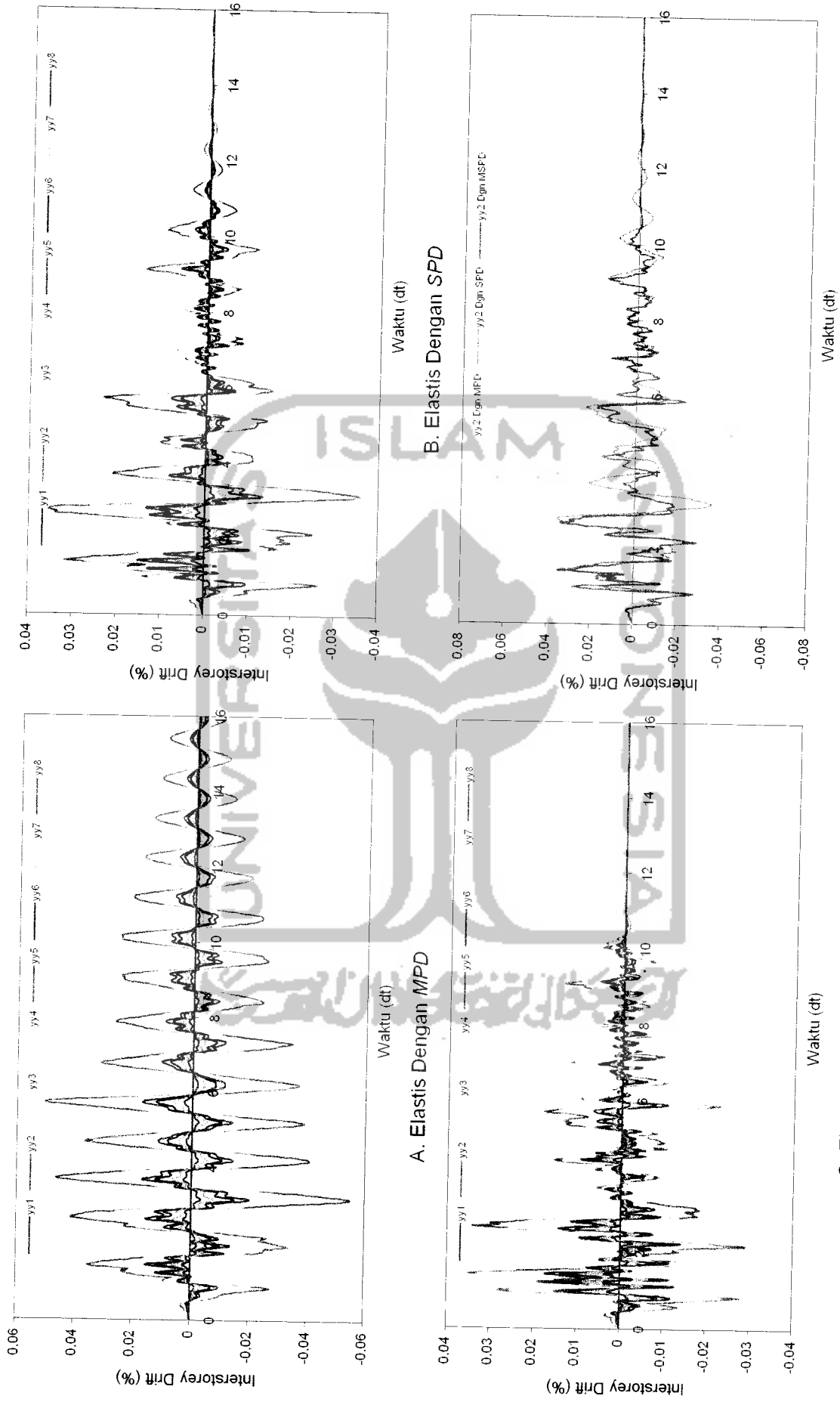


A. Elastoplastis Dengan MPD
B. Elastoplastis Dengan SPD
C. Elastoplastis Dengan MSPD
D. Perbandingan Tingkat 2 Dengan 3 Jenis Redaman

Gambar 5.87 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 4 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



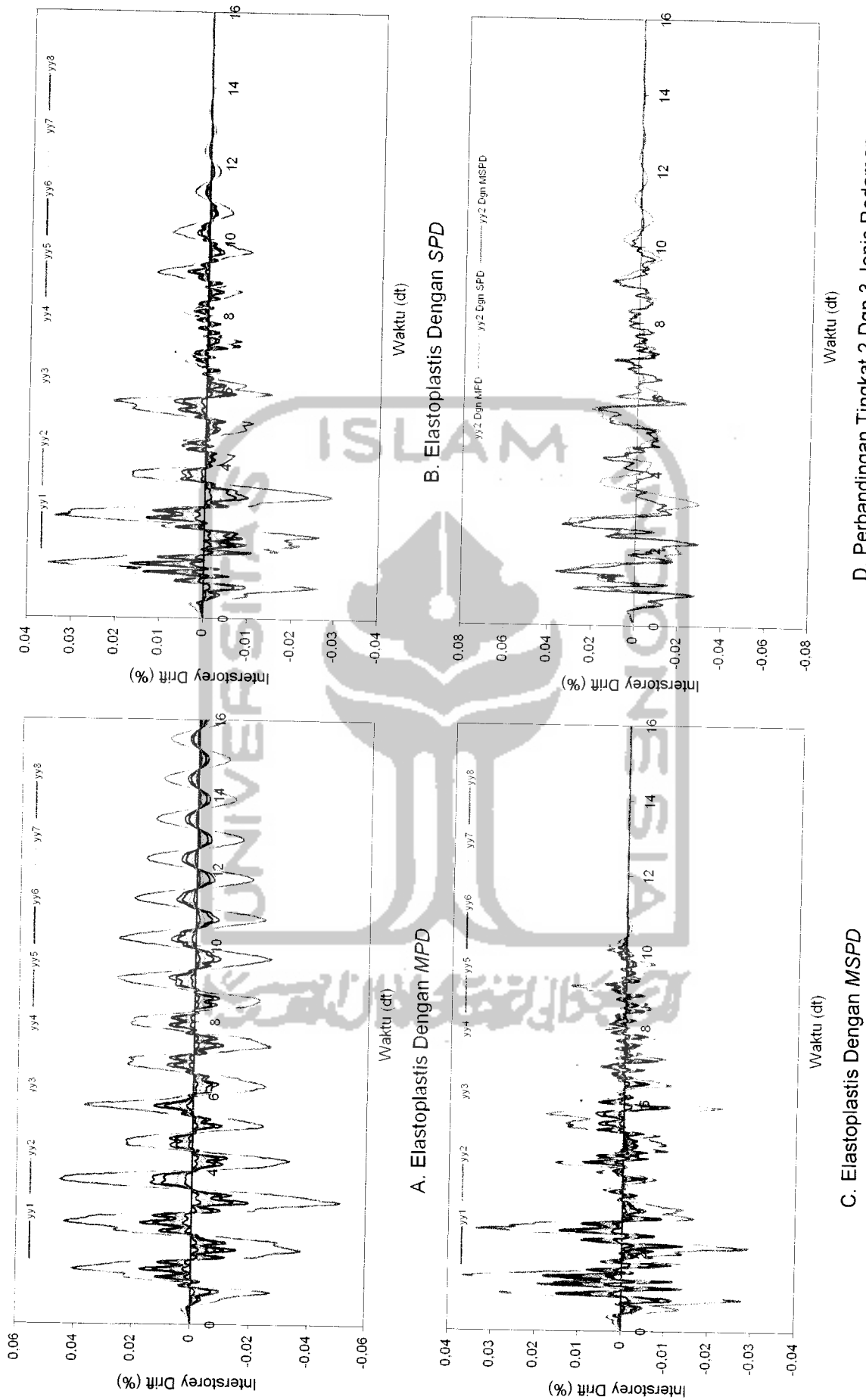
Gambar 5.88 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 8 Tingkat Tanpa Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Eicentro



D. Perbandingan Tingkat 2 Dgn 3 Jenis Redaman

C. Elastis Dengan MSPD

Gambar 5.89 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 8 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



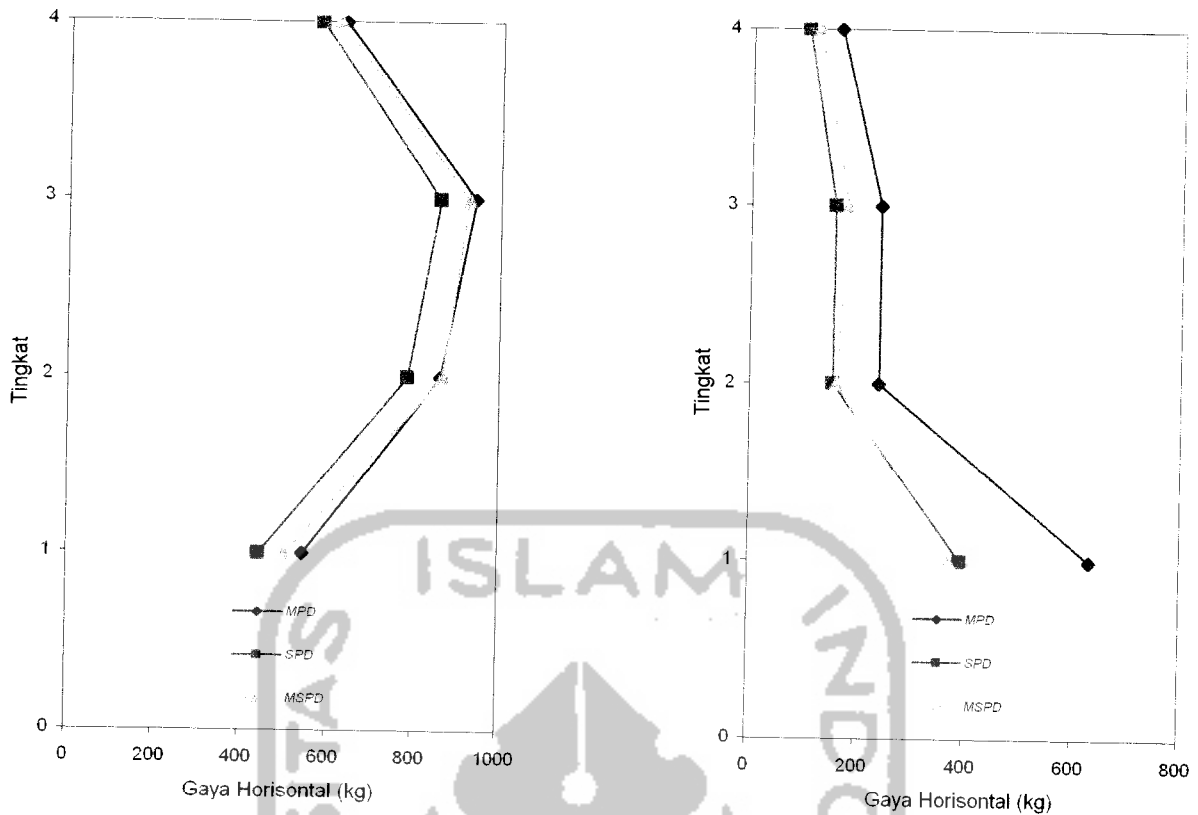
Gambar 5.90 Grafik Perbandingan Interstorey Drift Struktur 8 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro

5.4.3 Gaya Horisontal Tingkat.

Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai gaya horisontal struktur 4 tingkat baik dengan dan tanpa *base isolation*, dengan memperhatikan hasil grafik gaya horisontal maksimum pada **Gambar 5.91** dan **Gambar 5.92** maka,

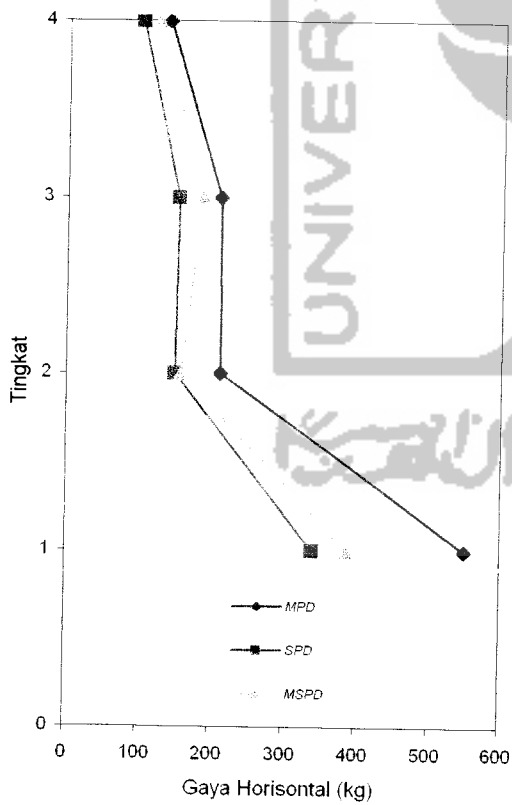
Gaya horisontal merupakan produk antara simpangan atau simpangan relatif dengan kekakuan, semakin besar simpangan struktur maka semakin besar pula potensi meredam energi. Seperti terlihat pada **Gambar 5.91** dan **Gambar 5.92** gaya horisontal terkecil terdapat pada struktur yang menggunakan jenis redaman *SPD (Stiffnes Propotional Damping)*, hal ini dikarenakan simpangan yang dihasilkan paling kecil baik untuk struktur dengan atau tanpa *base isolation*.

Untuk struktur dengan *base isolation* baik elastis maupun elastoplastis terjadi titik belok yang cukup signifikan dari tingkat satu ketingkat dua dimana nilai dari gaya horisontal maksimum menjadi lebih kecil. Hal ini dikarenakan pada tingkat satu terdapat *base isolation*, sehingga gaya horisontal terbesar terjadi pada *base isolation* tersebut dan gaya horisontal yang terjadi pada tingkat di atasnya menjadi lebih kecil dan terus berkurang sampai tingkat paling atas karena sebelumnya sudah diredam oleh *base isolation*. Gaya horisontal terbesar terjadi pada bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) yang menggunakan redaman jenis *MPD (Mass Proportional Damping)*. Begitu juga untuk struktur yang lebih tinggi (8 tingkat) gaya horisontal yang dihasilkan mempunyai sifat yang sama dengan struktur yang lebih rendah. Penjelasan ini berlaku juga untuk struktur dengan *base isolation* (Elastis dan Elastoplastis).

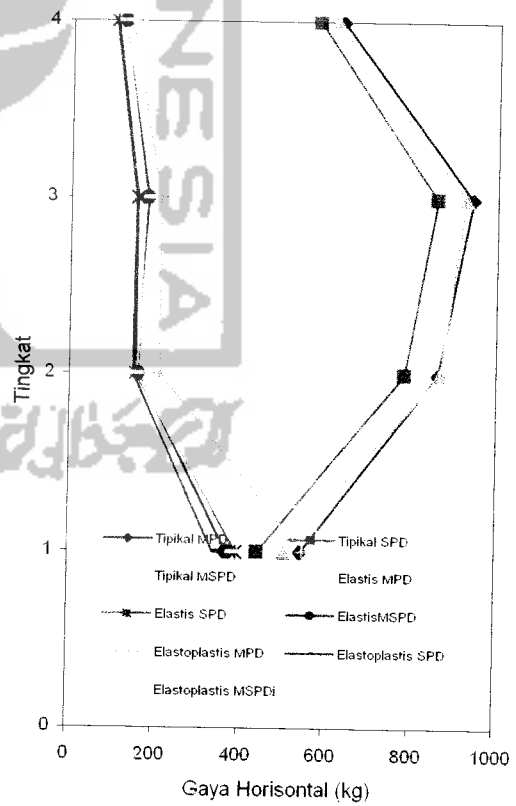


A. Tipikal Dgn 3 Jenis Redaman

B. Elastis Dgn 3 Jenis Redaman

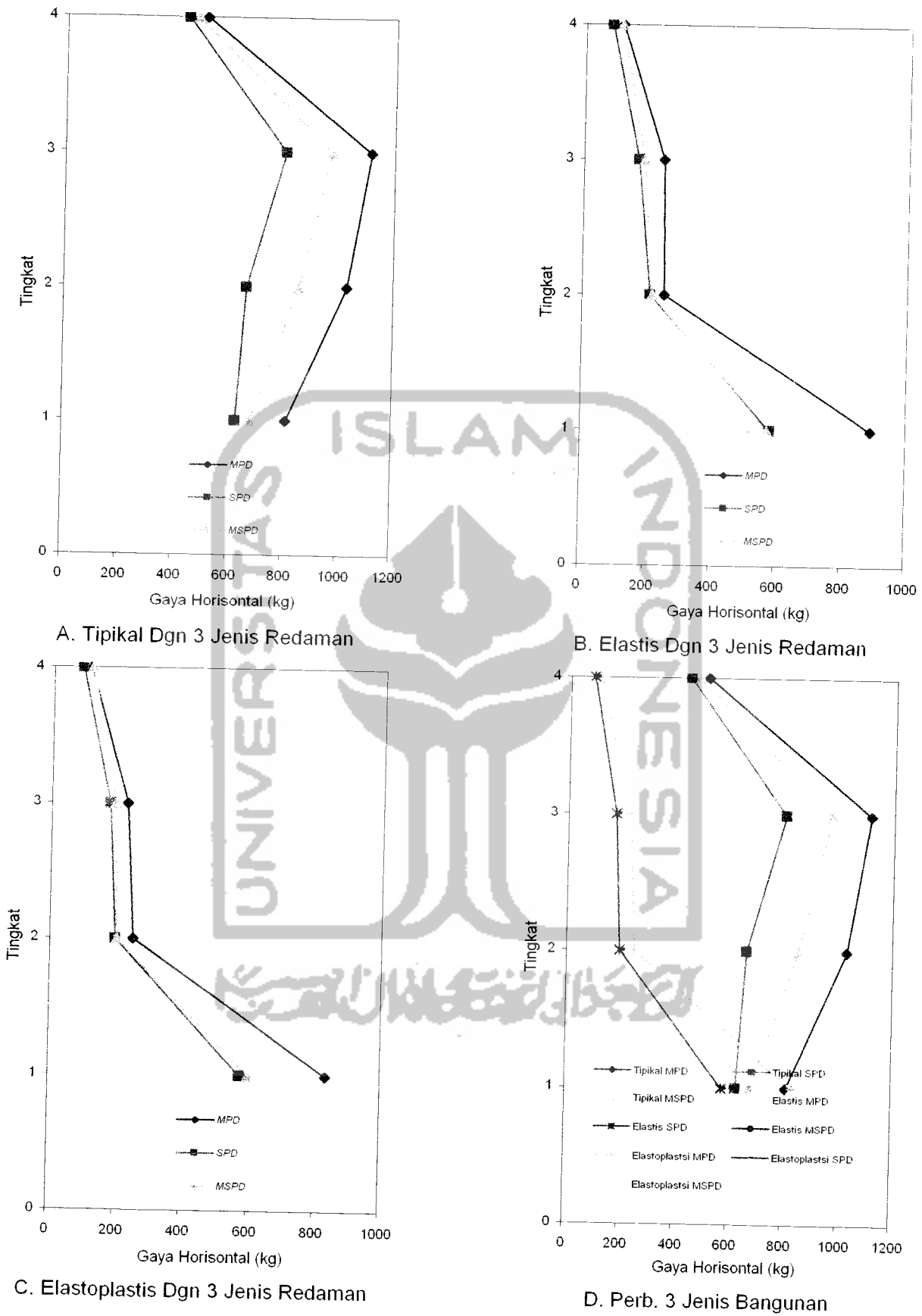


C. Elastoplastis Dgn 3 Jenis Redaman

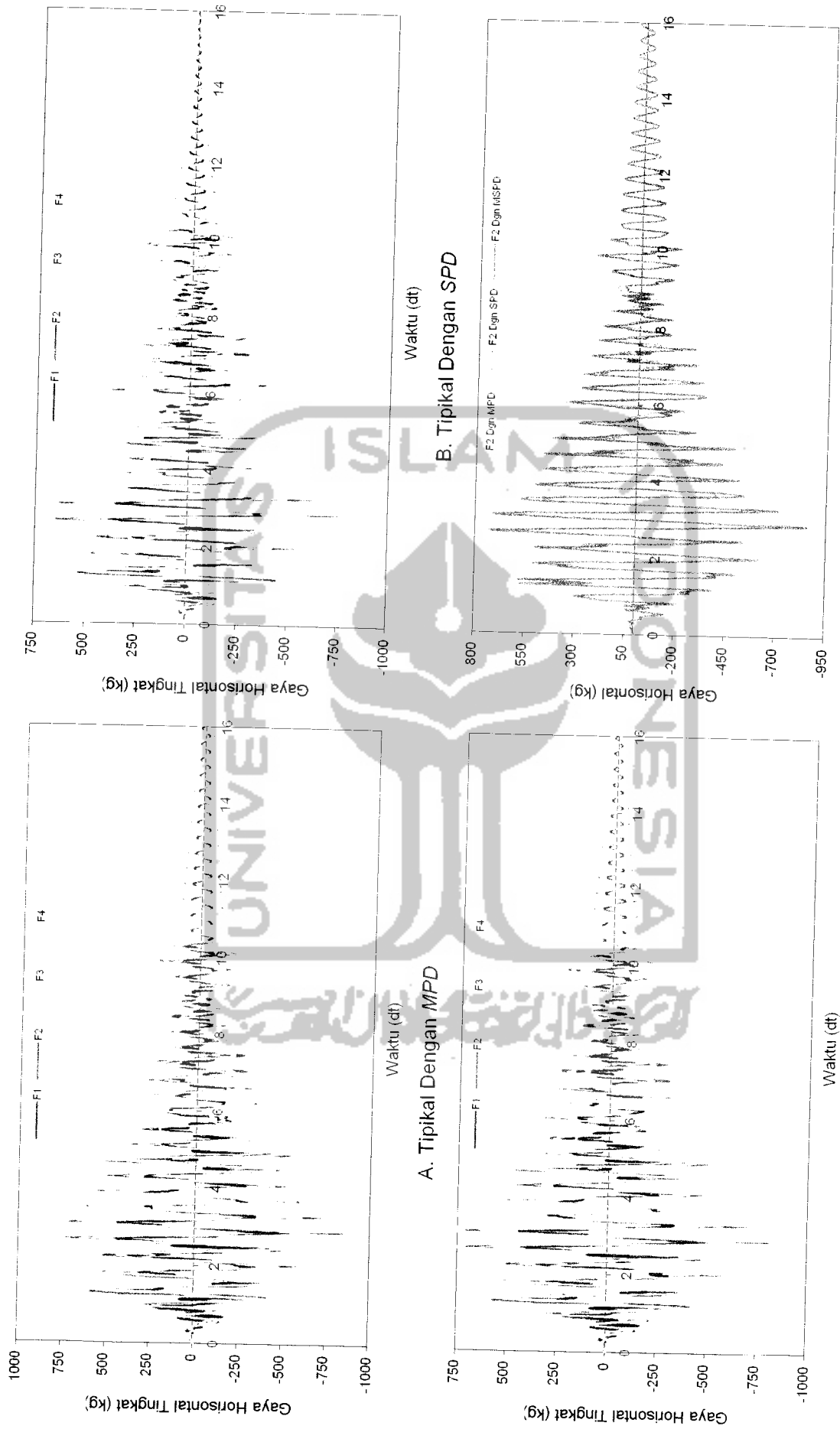


D. Perb. 3 Jenis Bangunan

Gambar 5.91 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Maksimum Struktur 4 Tingkat Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



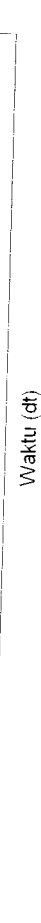
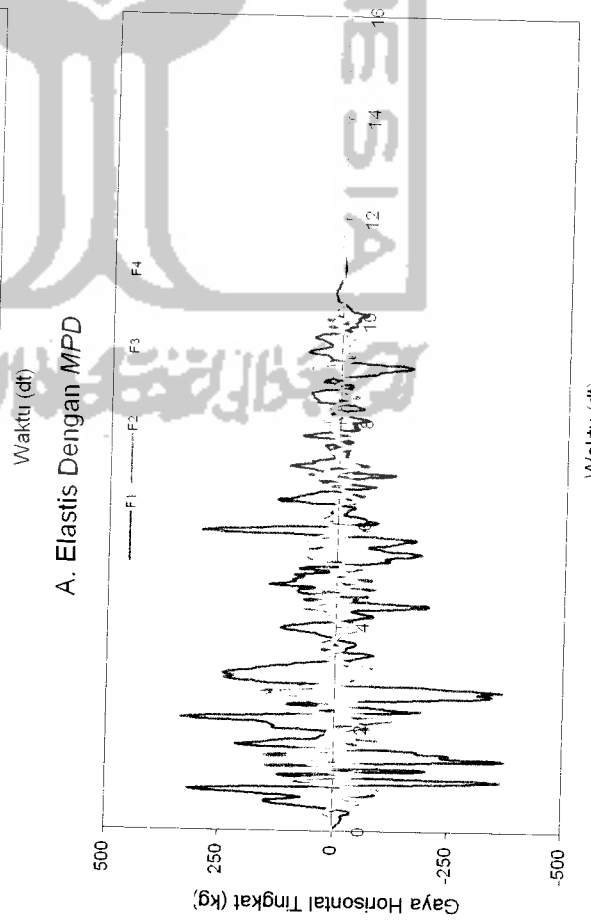
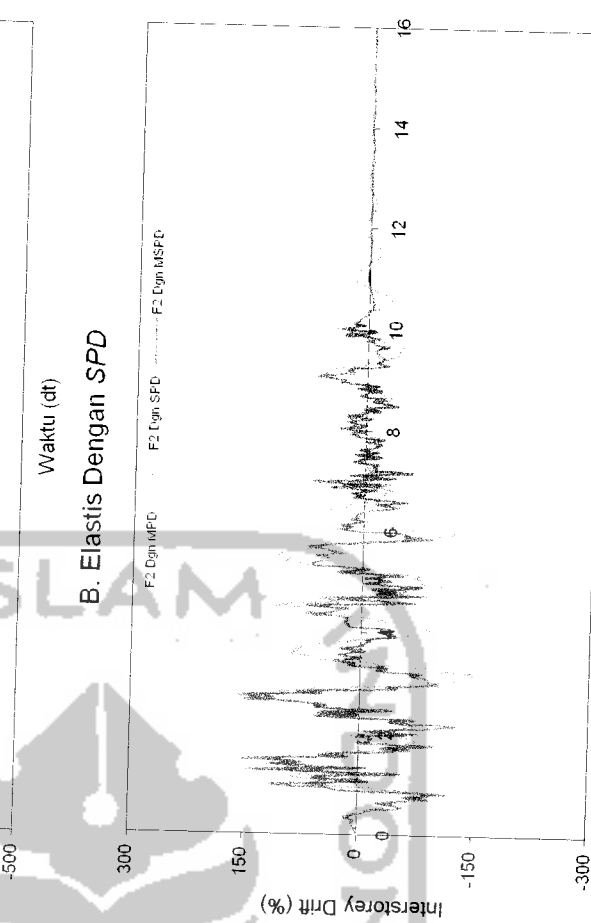
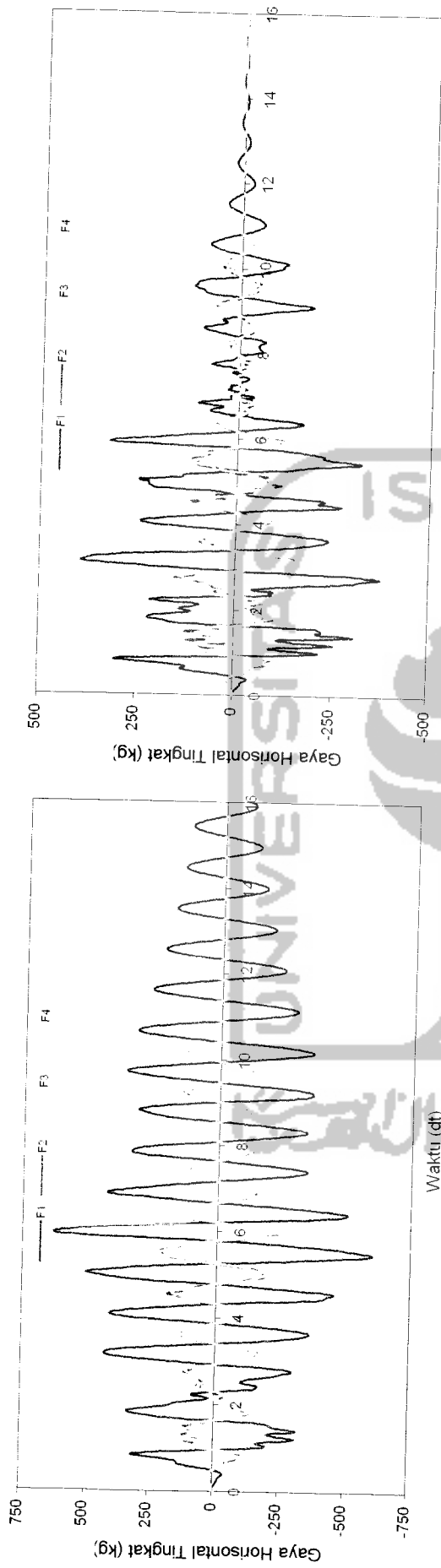
Gambar 5.92 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Maksimum Struktur 8 Tingkat Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



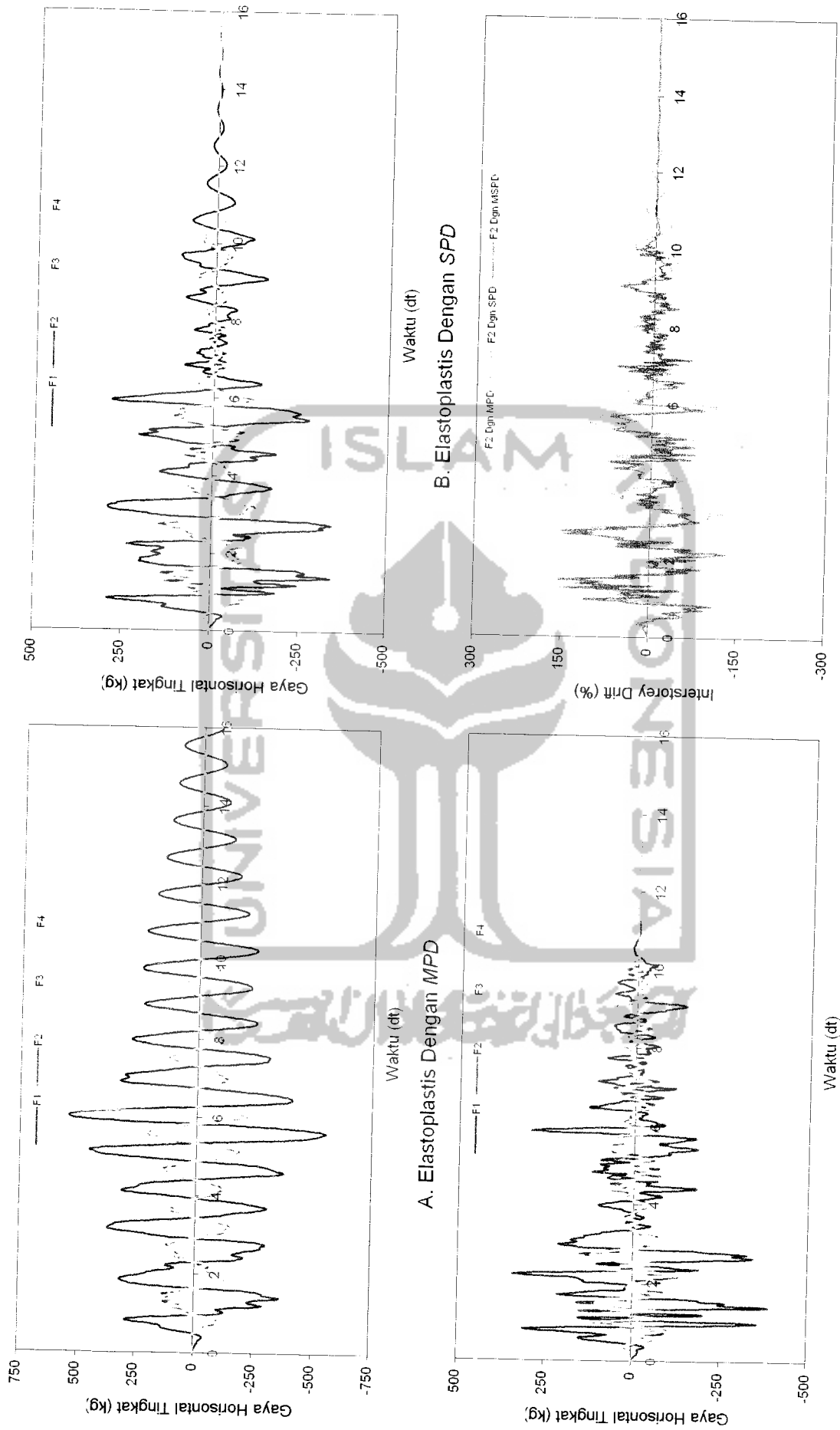
C. Tipikal Dengan MSPD

D. Perbandingan Tingkat 2 Dengan 3 Jenis Redaman

Gambar 5.93 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 4 Tingkat Tanpa Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



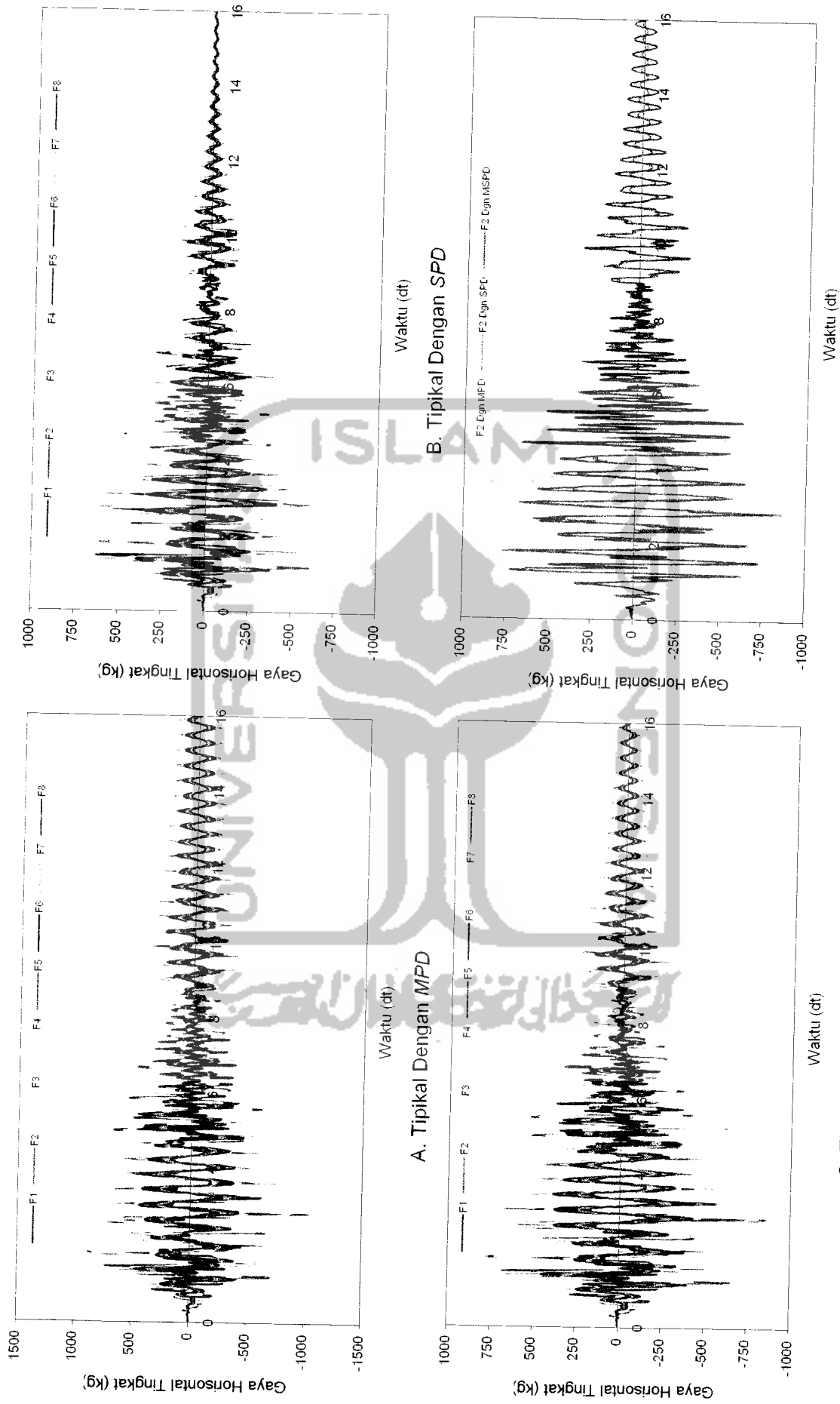
Gambar 5.94 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 4 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



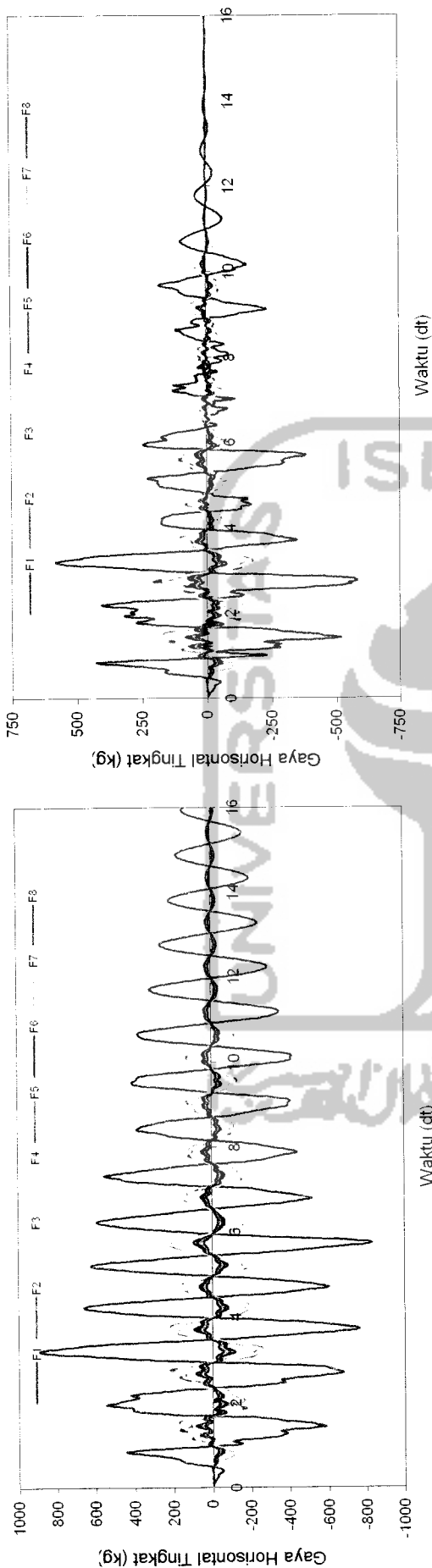
D. Perbandingan Tingkat 2 Dengan 3 Jenis Redaman

C. Elastoplastis Dengan MSPD

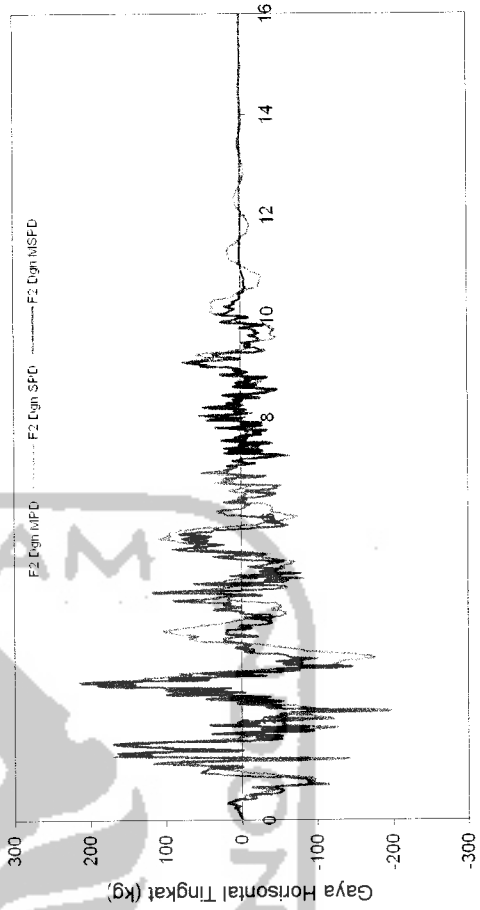
Gambar 5.95 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 4 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



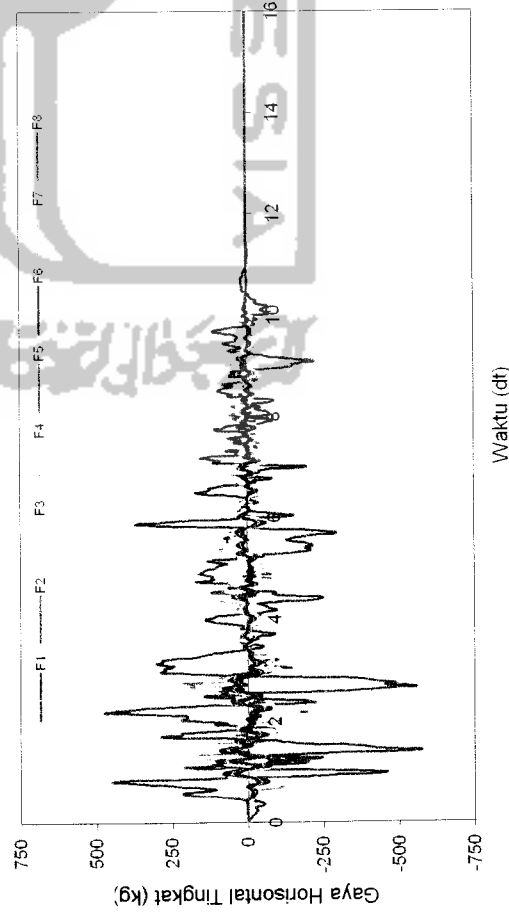
Gambar 5.96 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 8 Tingkat Tanpa Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



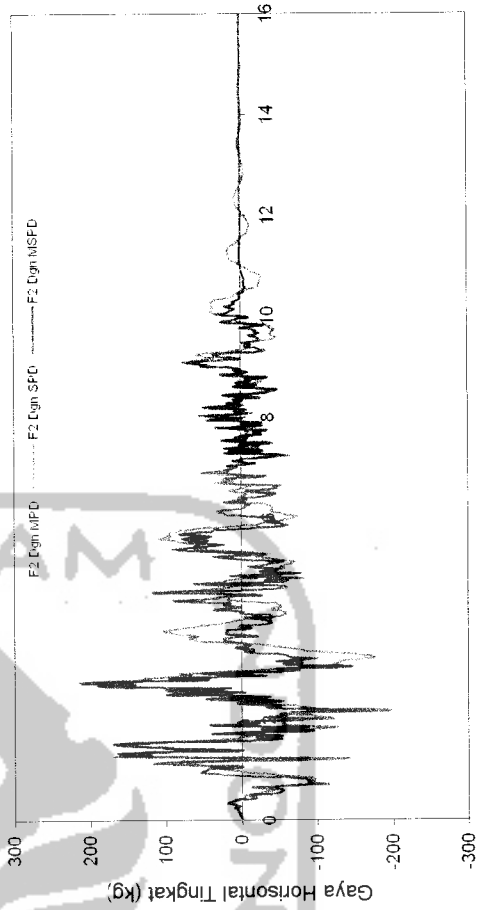
A. Elastis Dengan MPD



B. Elastis Dengan SPD

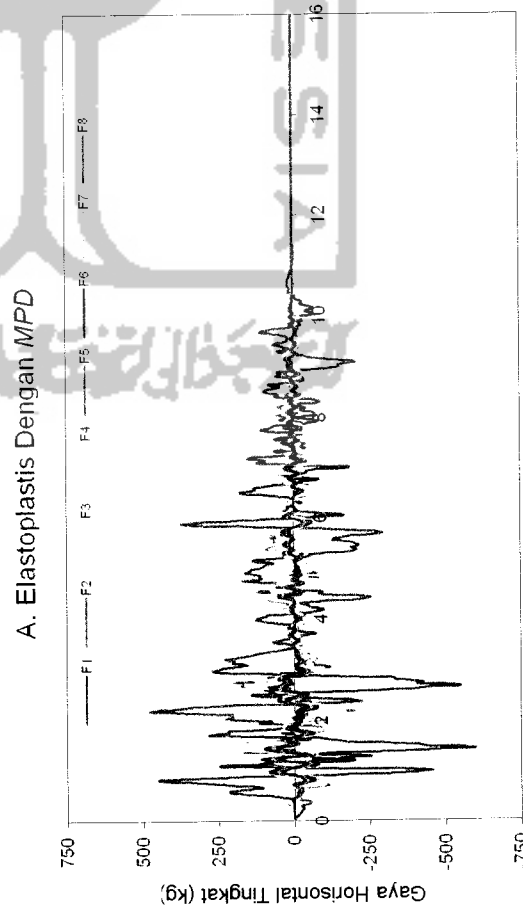
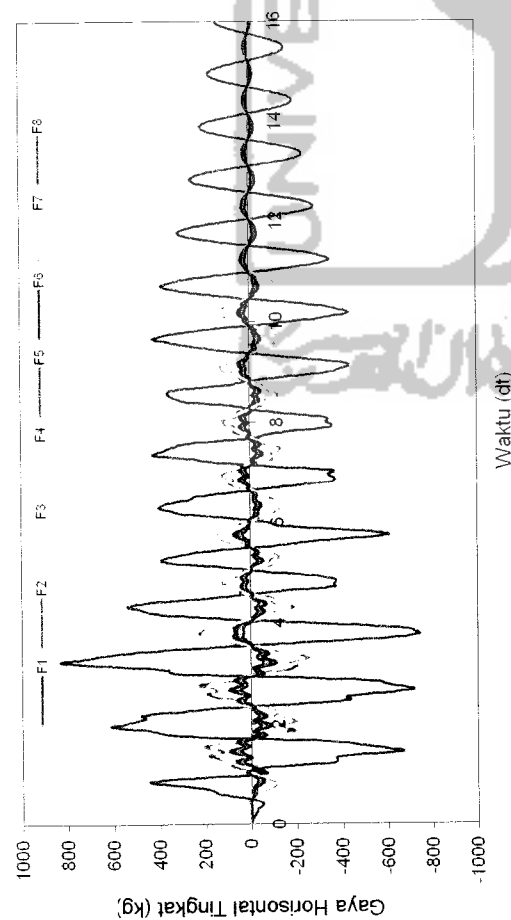
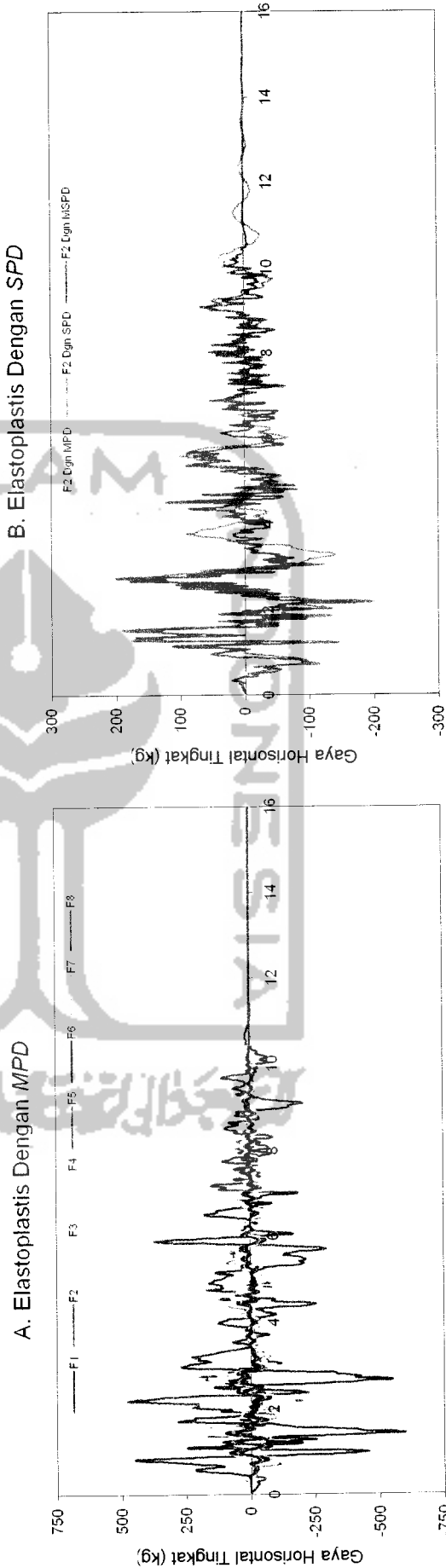
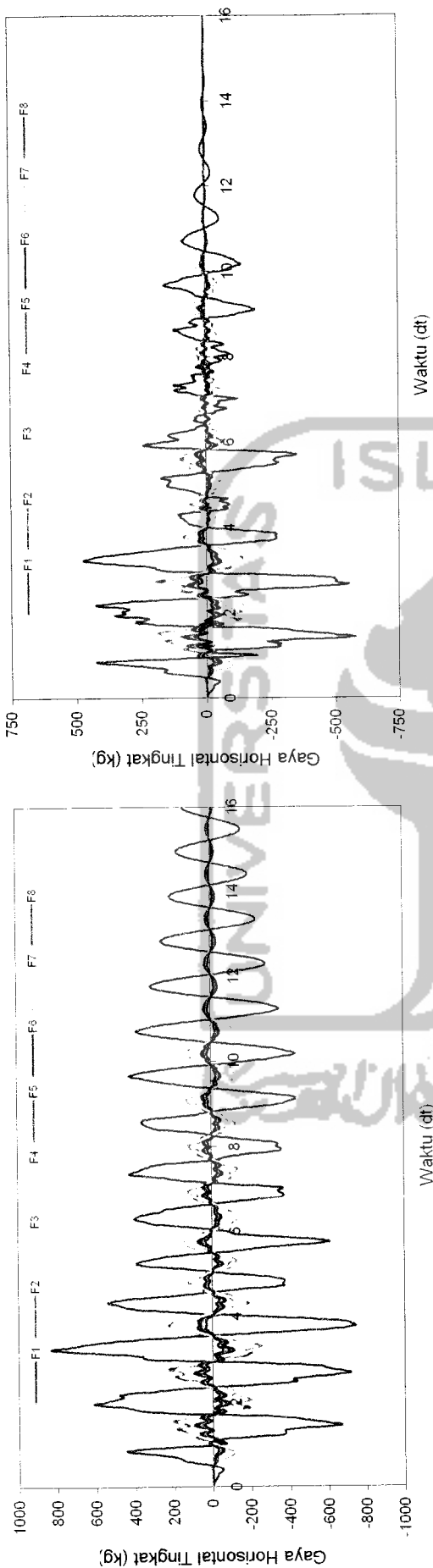


C. Elastis Dengan MSPD



D. Perbandingan Tingkat 2 Dgn 3 Jenis Redaman

Gambar 5.97 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 8 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



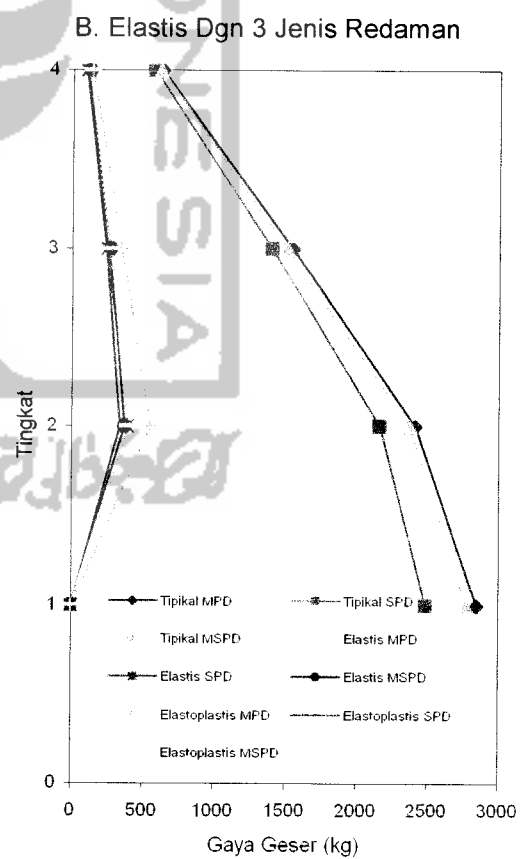
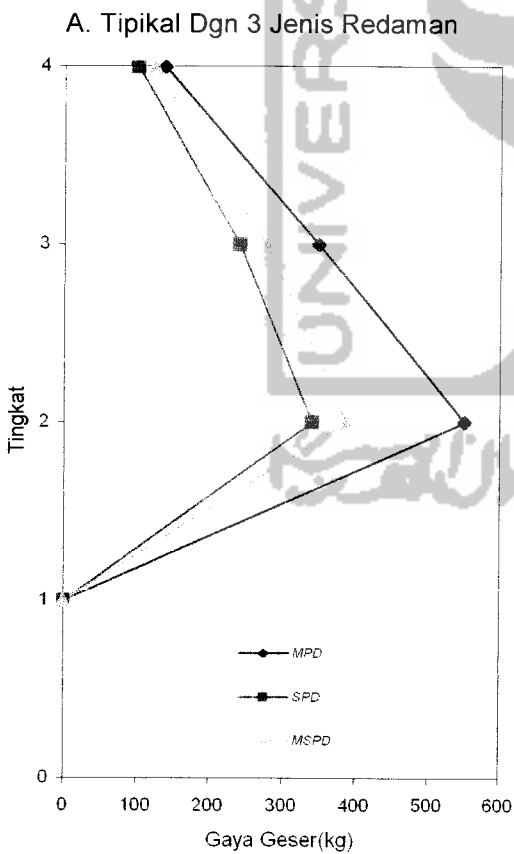
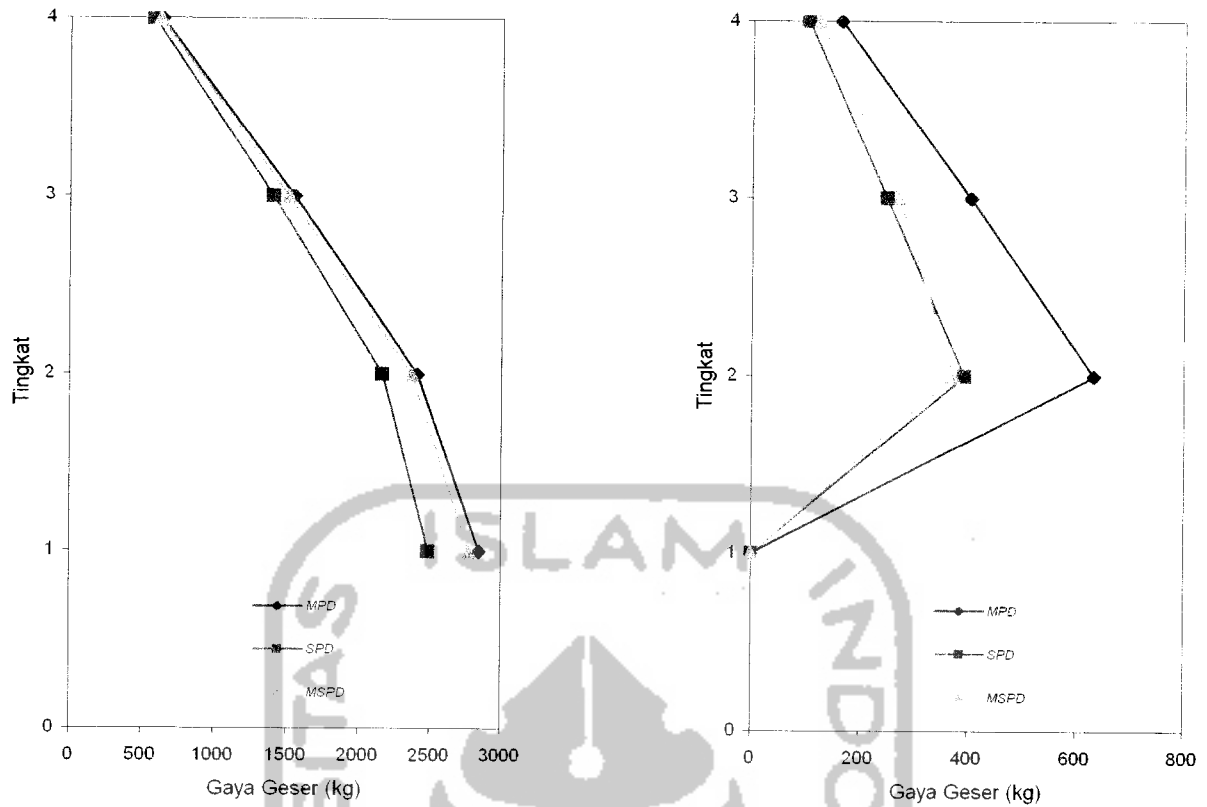
Gambar 5.98 Grafik Perbandingan Gaya Horizontal Struktur 8 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro

5.4.4 Gaya Geser Tingkat.

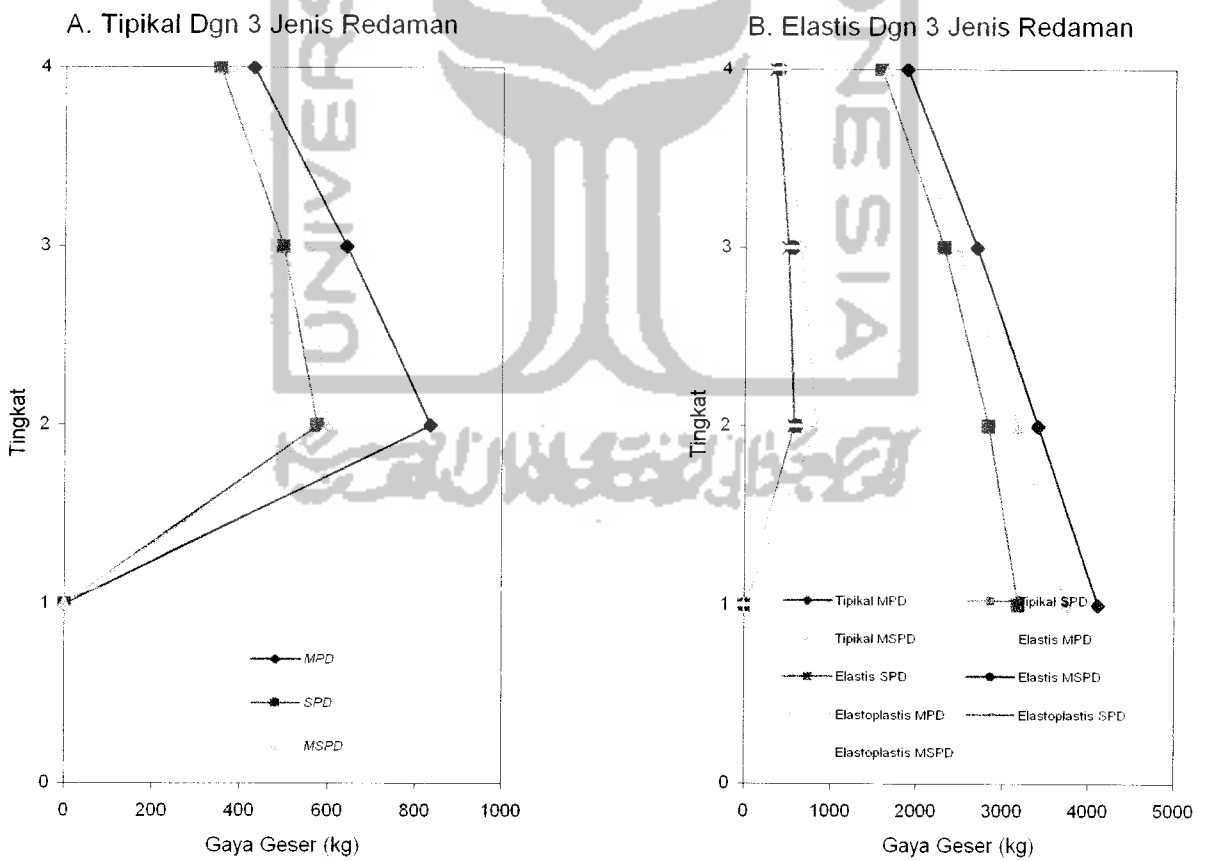
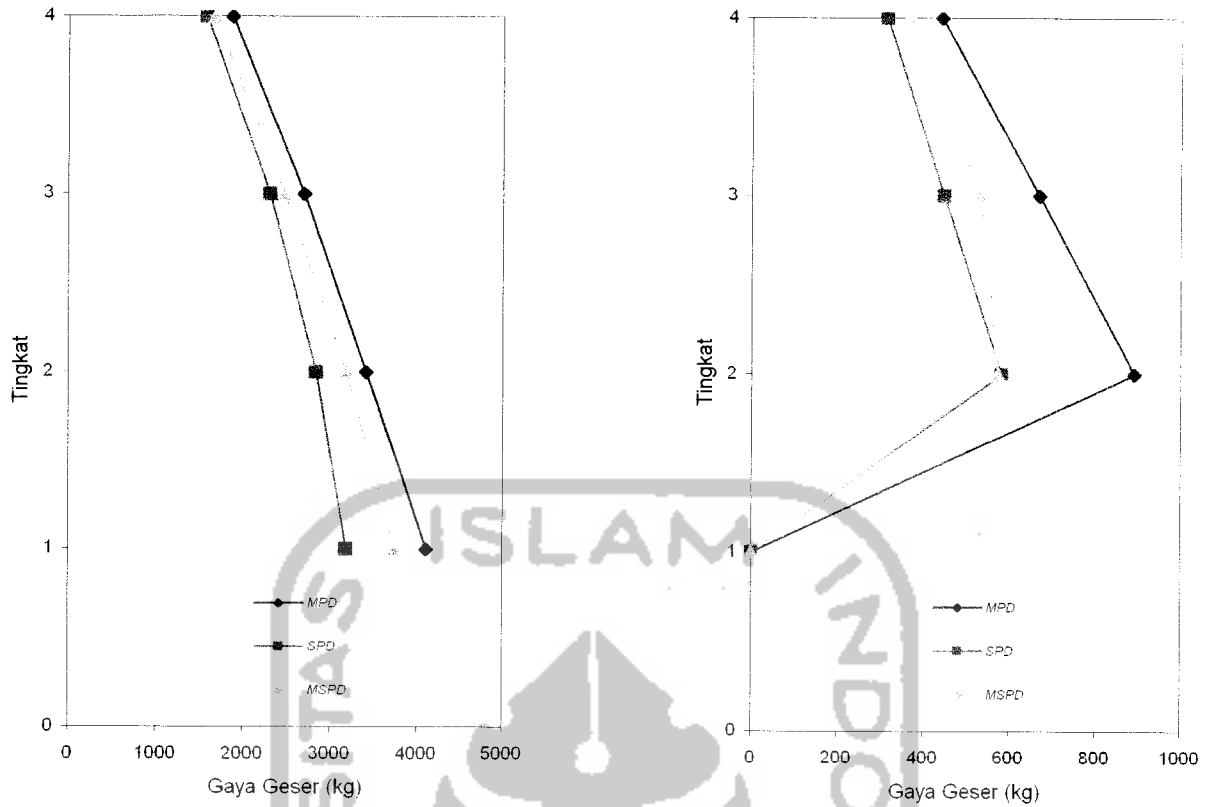
Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai gaya geser struktur 4 tingkat baik dengan dan tanpa *base isolation*, dengan memperhatikan hasil grafik gaya geser maksimum pada **Gambar 5.99** dan **Gambar 5.100** maka,

Jika gaya horisontal semakin keatas semaik kecil maka begitu pula untuk gaya geser tingkat karena pada dasarnya gaya geser merupakan jumlah gaya horisontal akibat gempa yang bekerja dimasing-masing massa/tingkat bangunan. Seperti terlihat pada **Gambar 5.99** dan **Gambar 5.100** gaya geser semakin keatas semakin kecil. Nilai gaya geser pada tingkat satu dimana terdapat *base isolation* sangat kecil, hampir mendekati nol. Gaya geser terbesar terjadi pada bangunan yang menggunakan redaman jenis *MPD (Mass Proportional Damping)*, baik untuk struktur dengan atau tanpa *base isolation*, kemudian baru disusul jenis redaman *Mass and Stiffnes Proportional Damping (MSPD)* dan redaman jenis *Stiffnes Propotional Damping (SPD)*.

Redaman jenis *Mass and Stiffnes Proportional Damping (MSPD)* dapat dipakai sebagai penyempurna atas jenis-jenis redaman diatas. Penjelasan ini berlaku juga untuk struktur dengan *base isolation* (Elastis dan Elastoplastis). Untuk struktur yang lebih tinggi (8 tingkat) secara umum dapat dilihat bahwa gaya geser yang dihasilkan mempunyai sifat yang sama dengan struktur yang lebih rendah. Penjelasan ini berlaku juga untuk struktur dengan *base isolation* (Elastis dan Elastoplastis).



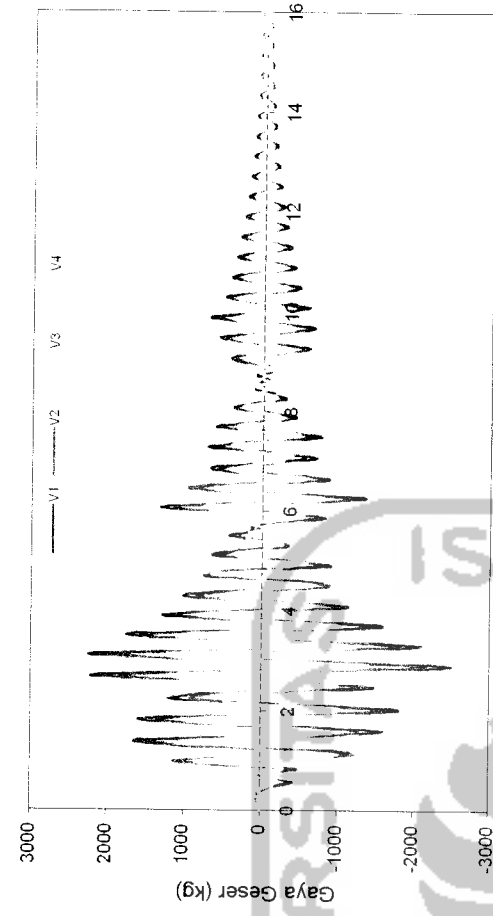
Gambar 5.99 Grafik Perbandingan Gaya Geser Maksimum Struktur 4 Tingkat Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



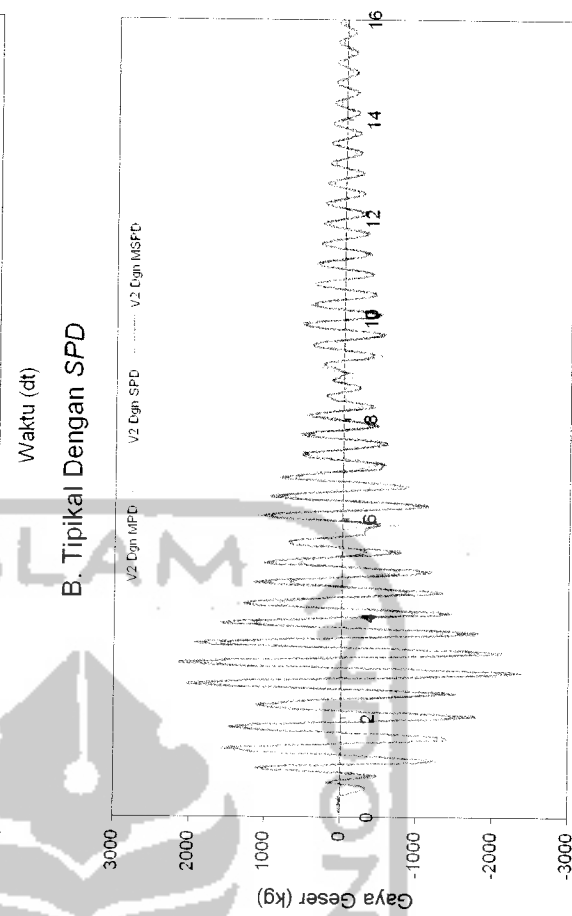
C. Elastoplastis Dgn 3 Jenis Redaman

D. Perb. 3 Jenis Bangunan

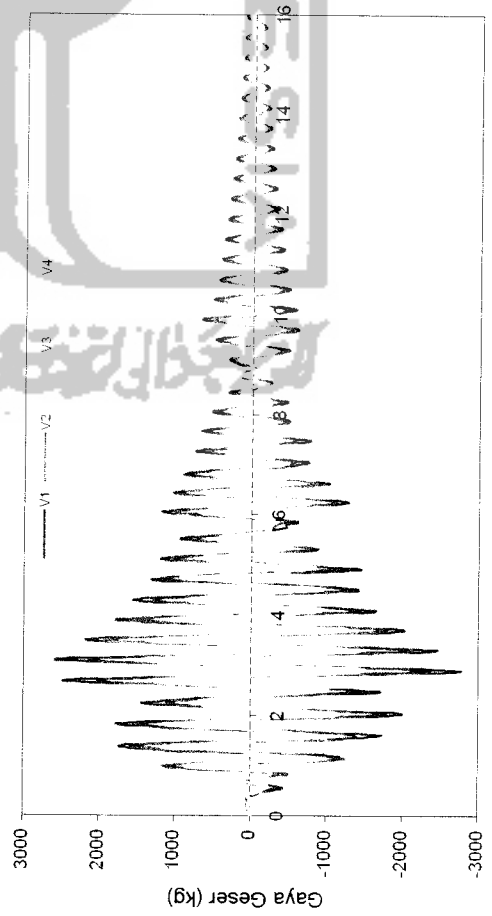
Gambar 5.100 Grafik Perbandingan Gaya Geser Maksimum Struktur 8 Tingkat Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



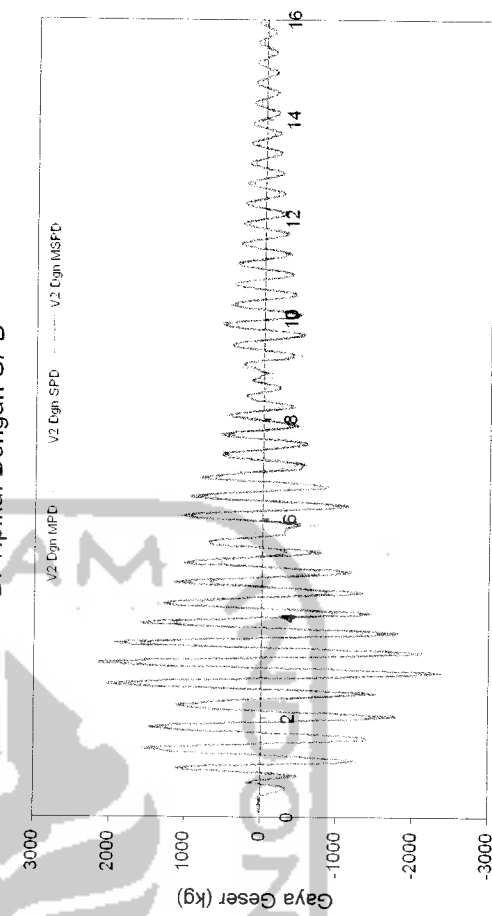
A. Tipikal Dengan MPD



B. Tipikal Dengan SPD

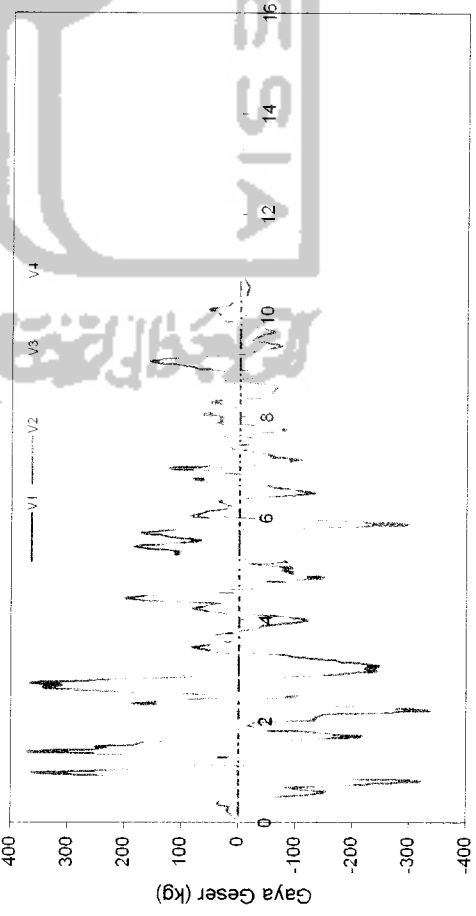
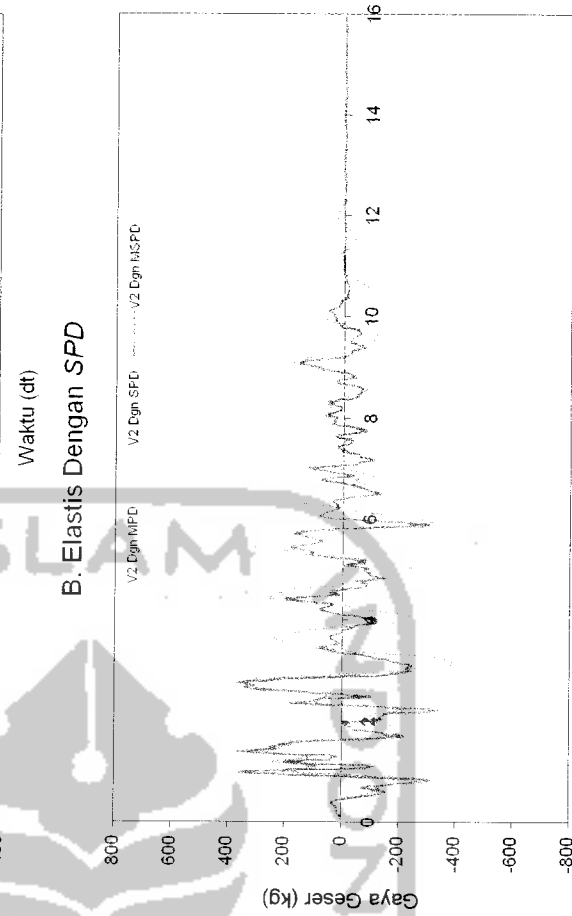
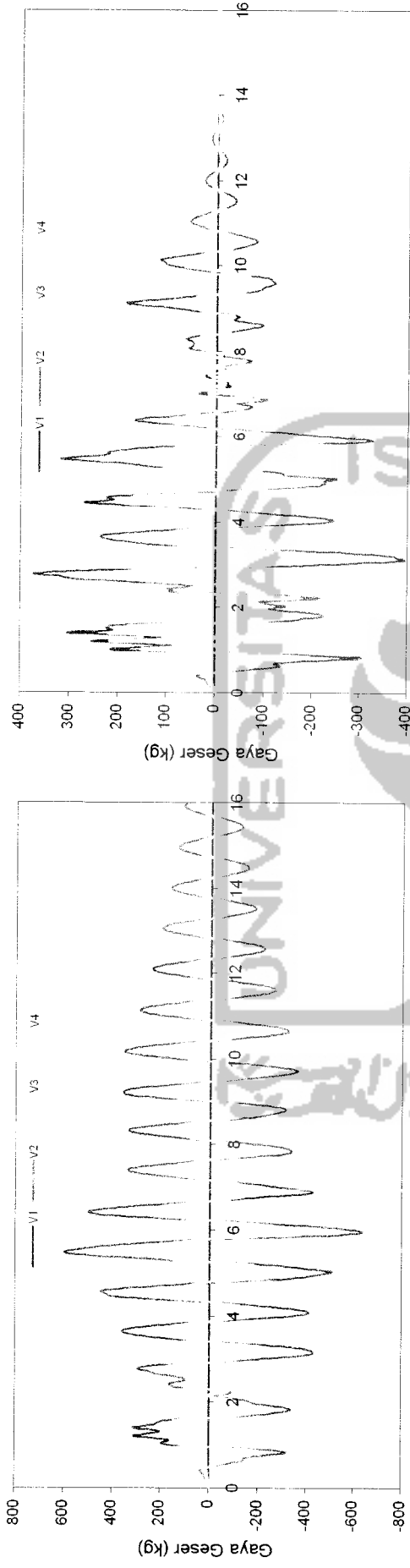


C. Tipikal Dengan MSPD



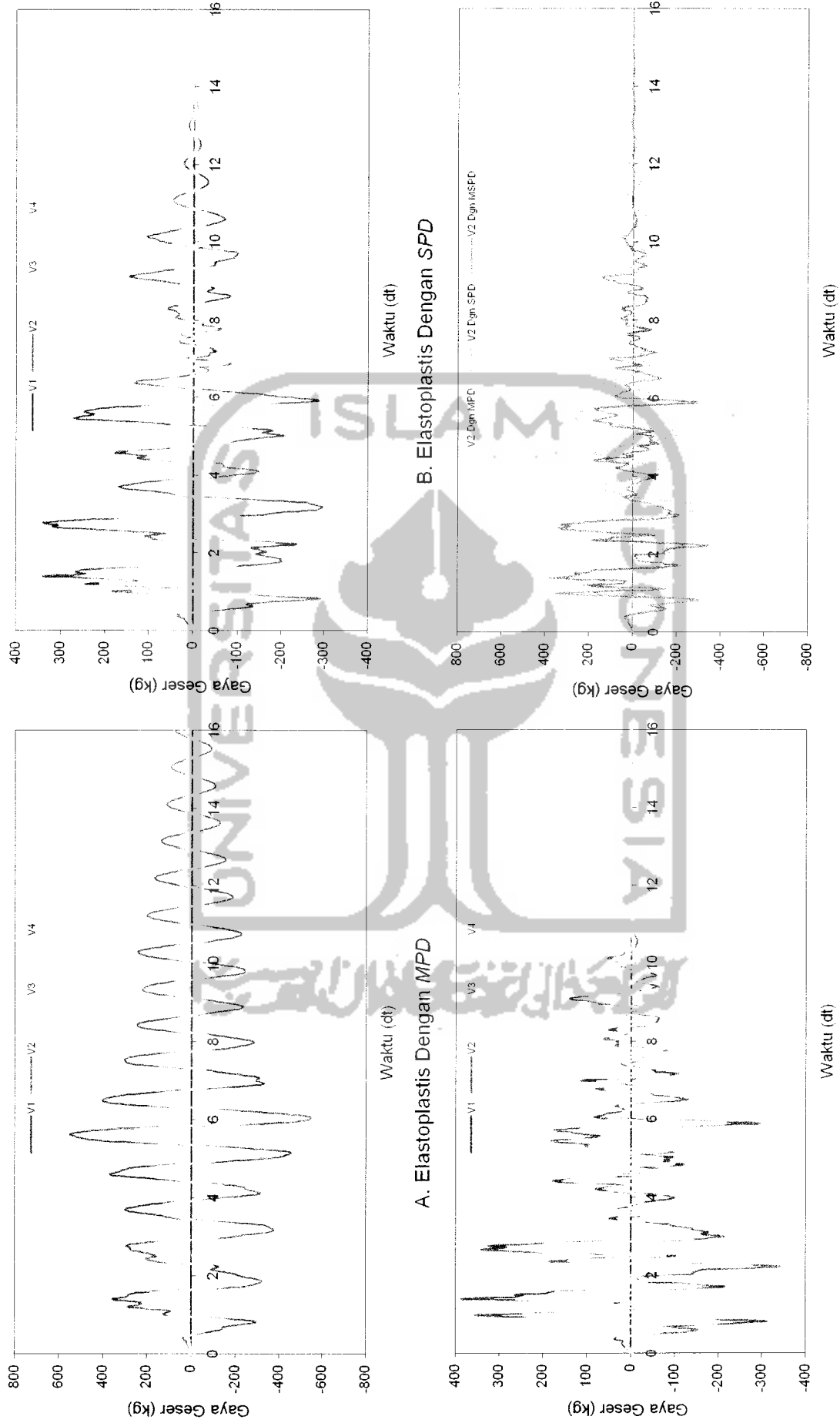
D. Perbandingan Tingkat 2 Dengan 3 Jenis Redaman

Gambar 5.101 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 4 Tingkat Tanpa Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



D. Perbandingan Tingkat 2 Dengan 3 jenis Redaman

Gambar 5.102 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 4 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



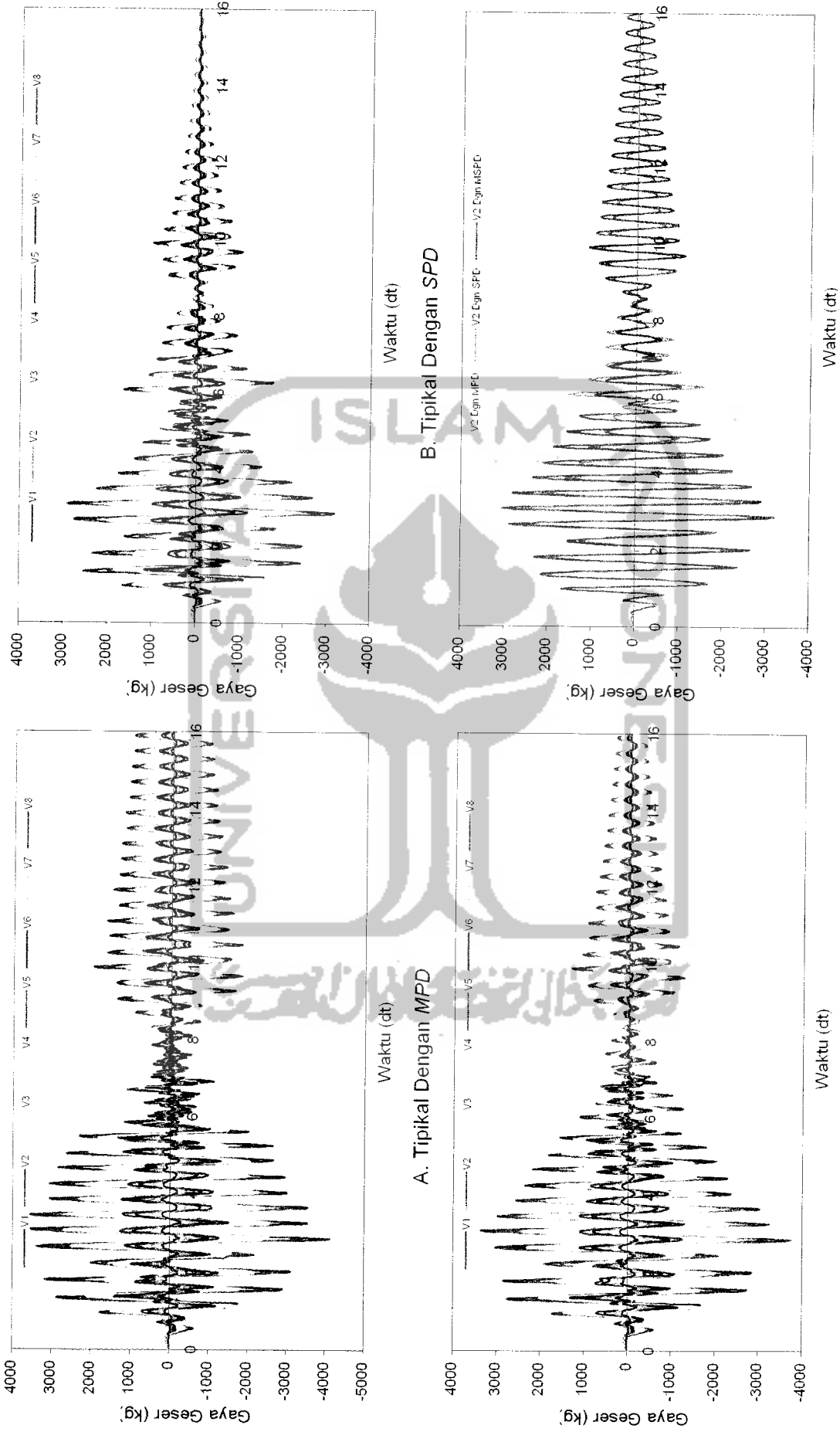
D. Perbandingan Tingkat 2 Dengan 3 Jenis Redaman

C. Elastoplastis Dengan MSPD

A. Elastoplastis Dengan MPD

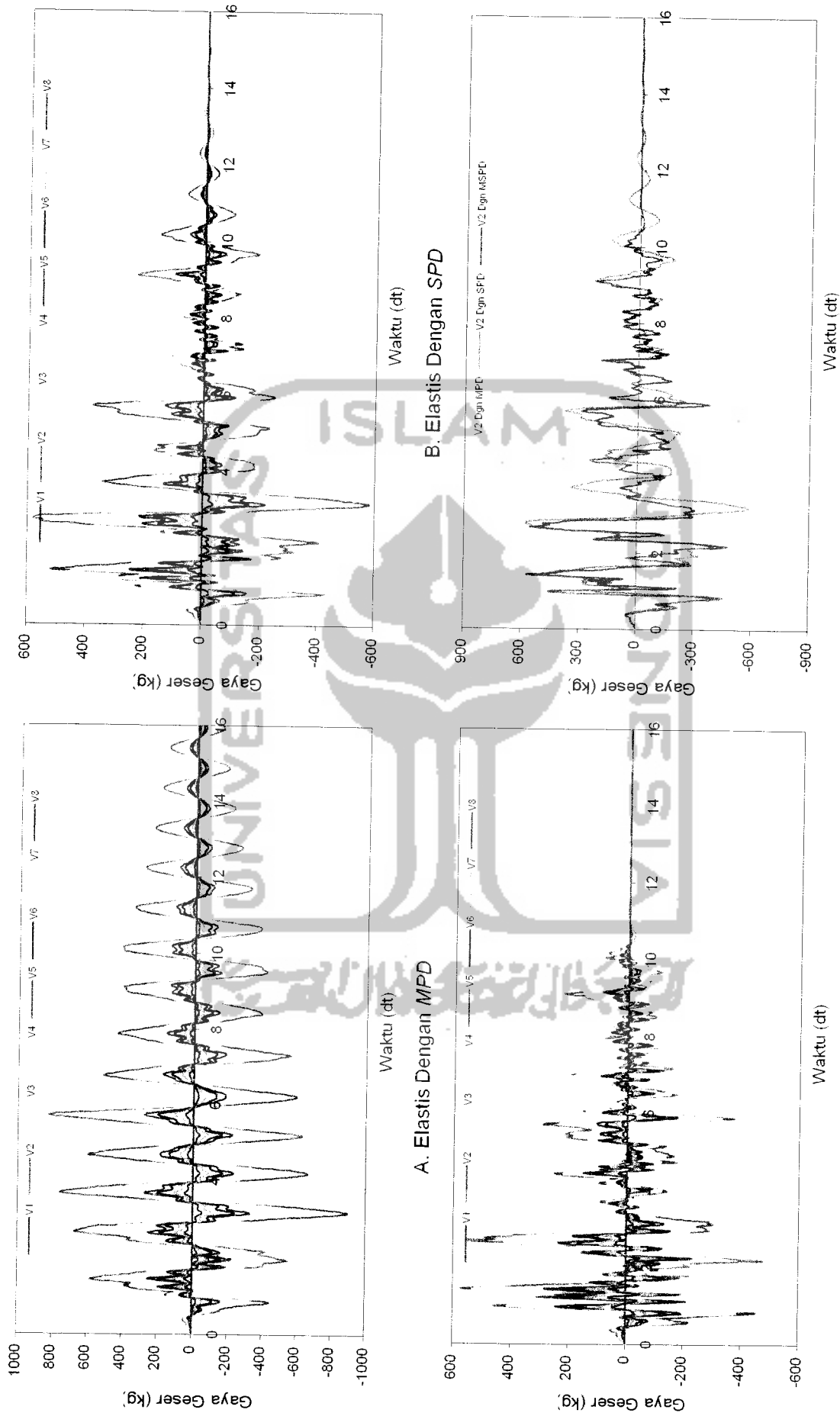
B. Elastoplastis Dengan SPD

Gambar 5.103 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 4 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro

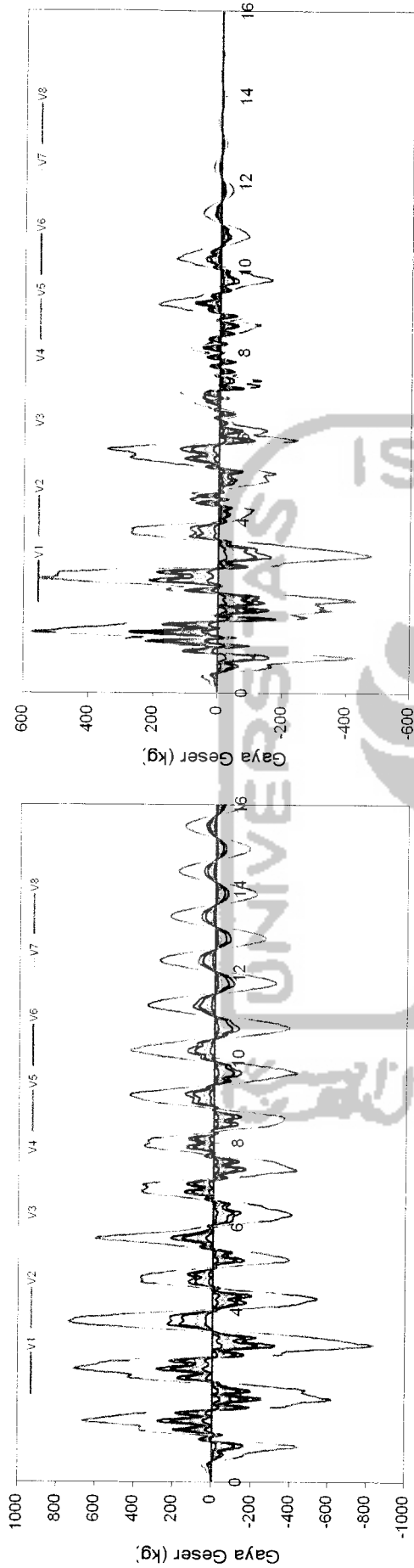


A. Tipikal Dengan MPD
B. Tipikal Dengan SPD
C. Tipikal Dengan MSPD
D. Perbandingan Tingkat 2 Dgn 3 Jenis Redaman

Gambar 5.104 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 8 Tingkat Tanpa Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro

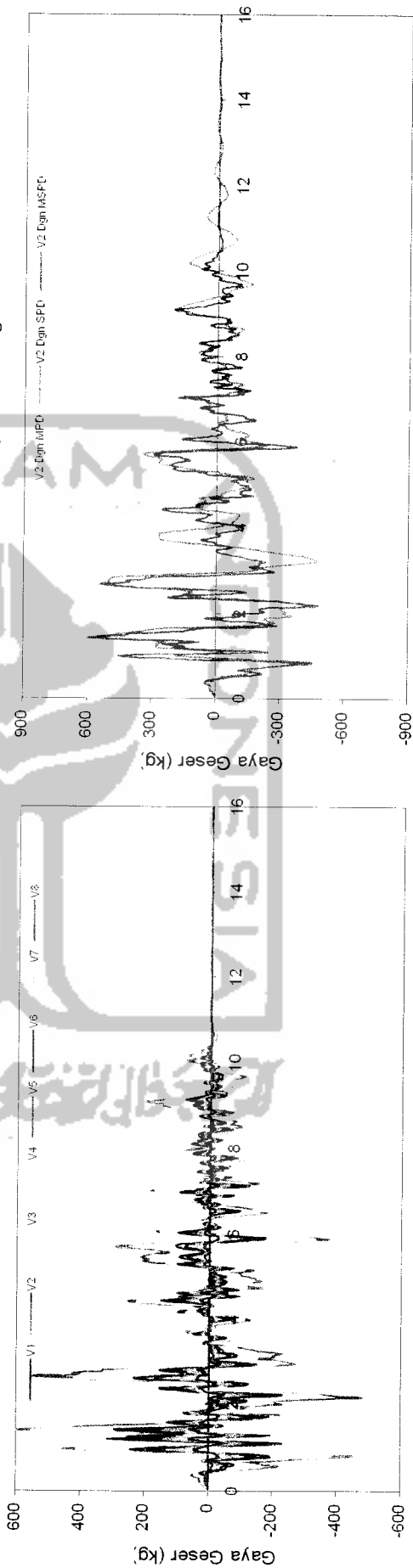


Gambar 5.105 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 8 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



A. Elastoplastis Dengan MPD

B. Elastoplastis Dengan SPD



C. Elastoplastis Dengan MSPD

D. Perbandingan Tingkat 2 Dgn 3 Jenis Redaman

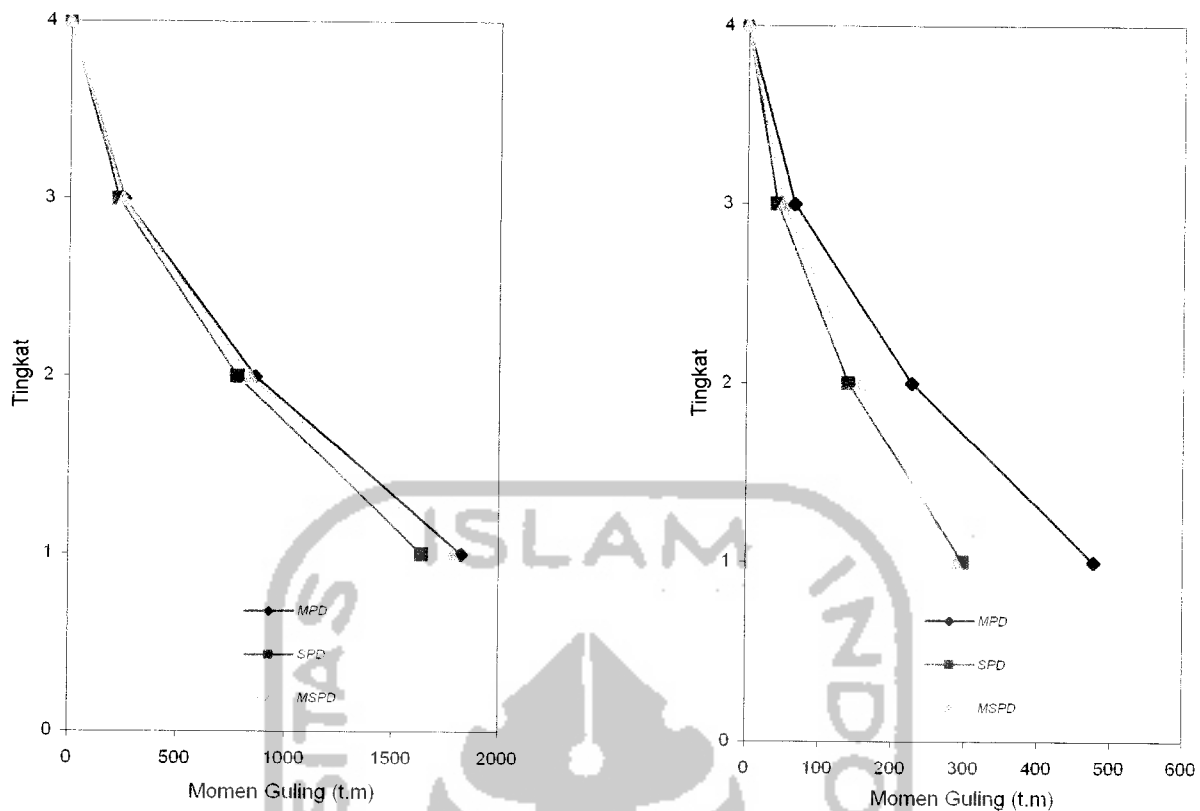
Gambar 5.106 Grafik Perbandingan Gaya Geser Struktur 8 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro

5.4.5 Momen Guling Tingkat.

Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai momen guling struktur 4 tingkat baik dengan dan tanpa *base isolation*, dengan memperhatikan hasil grafik momen guling maksimum pada **Gambar 5.107** dan **Gambar 5.108** maka,

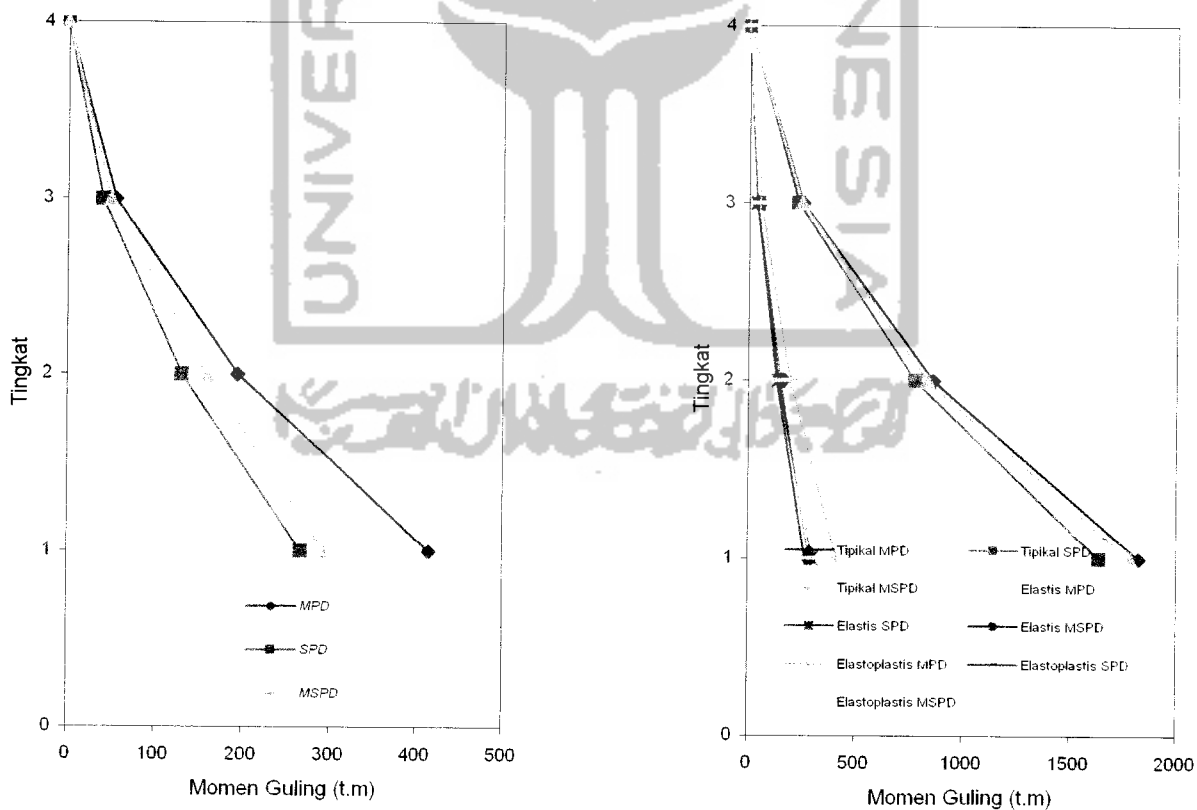
Momen guling merupakan perkalian antara gaya horisontal dengan tinggi tingkat yang bersangkutan. Dengan demikian semakin kecil gaya horisontal maka momen guling yang dihasilkan ikut mengecil. Pada bangunan tanpa *base isolation* selisih nilai yang dihasilkan antara redaman jenis *MPD* (*Mass Proportional Damping*) dan redaman jenis *Mass and Stiffnes Proportional Damping* (*MSPD*) relatif kecil dibanding bangunan dengan *base isolation* (elastis maupun elastoplastis), hal ini terlihat pada **Gambar 5.107 A**, **Gambar 5.107 B** dan **Gambar 5.107 C**.

Momen guling terbesar terjadi pada bangunan yang menggunakan redaman jenis *MPD* (*Mass Proportional Damping*), baik untuk struktur dengan atau tanpa *base isolation*, kemudian baru disusul jenis redaman *Mass and Stiffnes Proportional Damping* (*MSPD*) dan redaman jenis *Stiffnes Propotional Damping* (*SPD*). Redaman jenis *Mass and Stiffnes Proportional Damping* (*MSPD*) dapat dipakai sebagai penyempurna atas jenis-jenis redaman diatas. Untuk struktur yang lebih tinggi (8 tingkat), lihat **Gambar 5.108** secara umum dapat dilihat bahwa momen guling yang dihasilkan mempunyai sifat yang sama dengan struktur yang lebih rendah.



A. Tipikal Dgn 3 Jenis Redaman

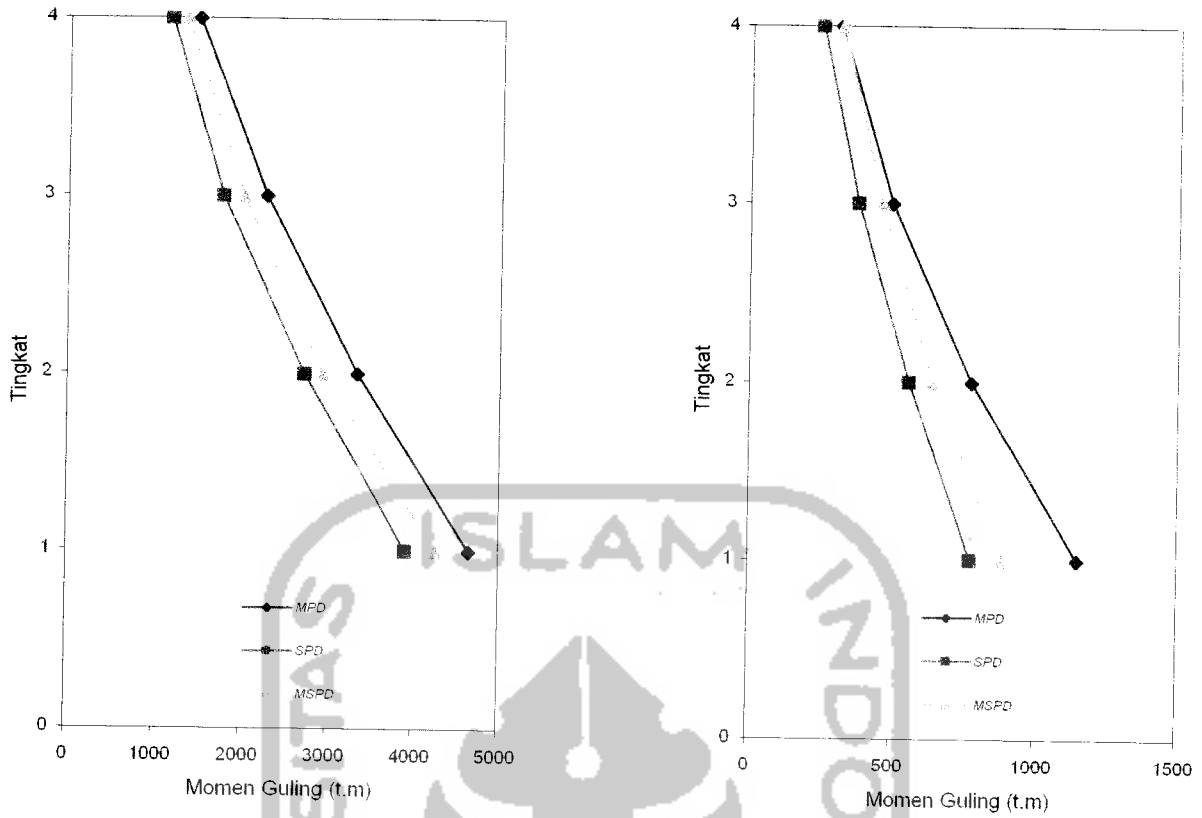
B. Elastis Dgn 3 Jenis Redaman



C. Elastoplastis Dgn 3 Jenis Redaman

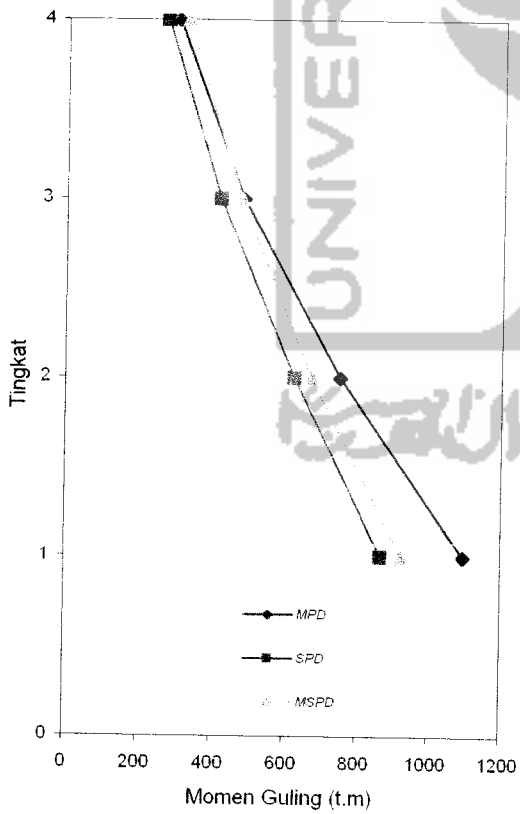
D. Perb. 3 Jenis Bangunan

Gambar 5.107 Grafik Perbandingan Momen Guling Maksimum Struktur 4 Tingkat Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro

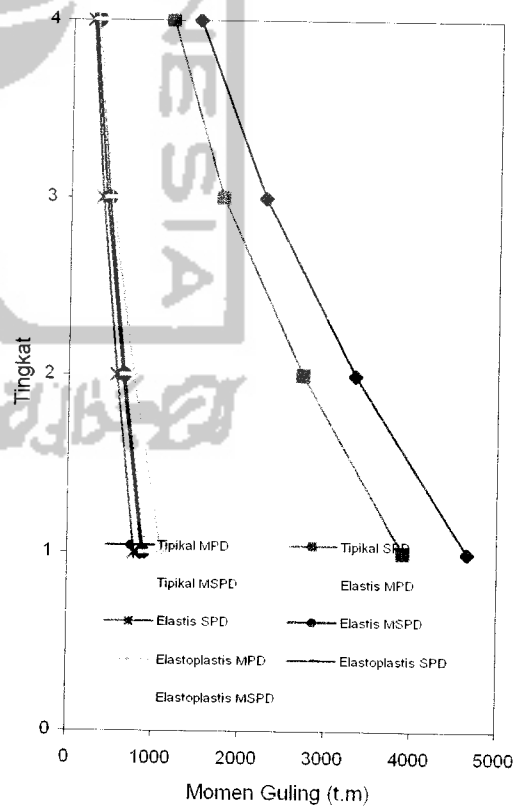


A. Tipikal Dgn 3 Jenis Redaman

B. Elastis Dgn 3 Jenis Redaman

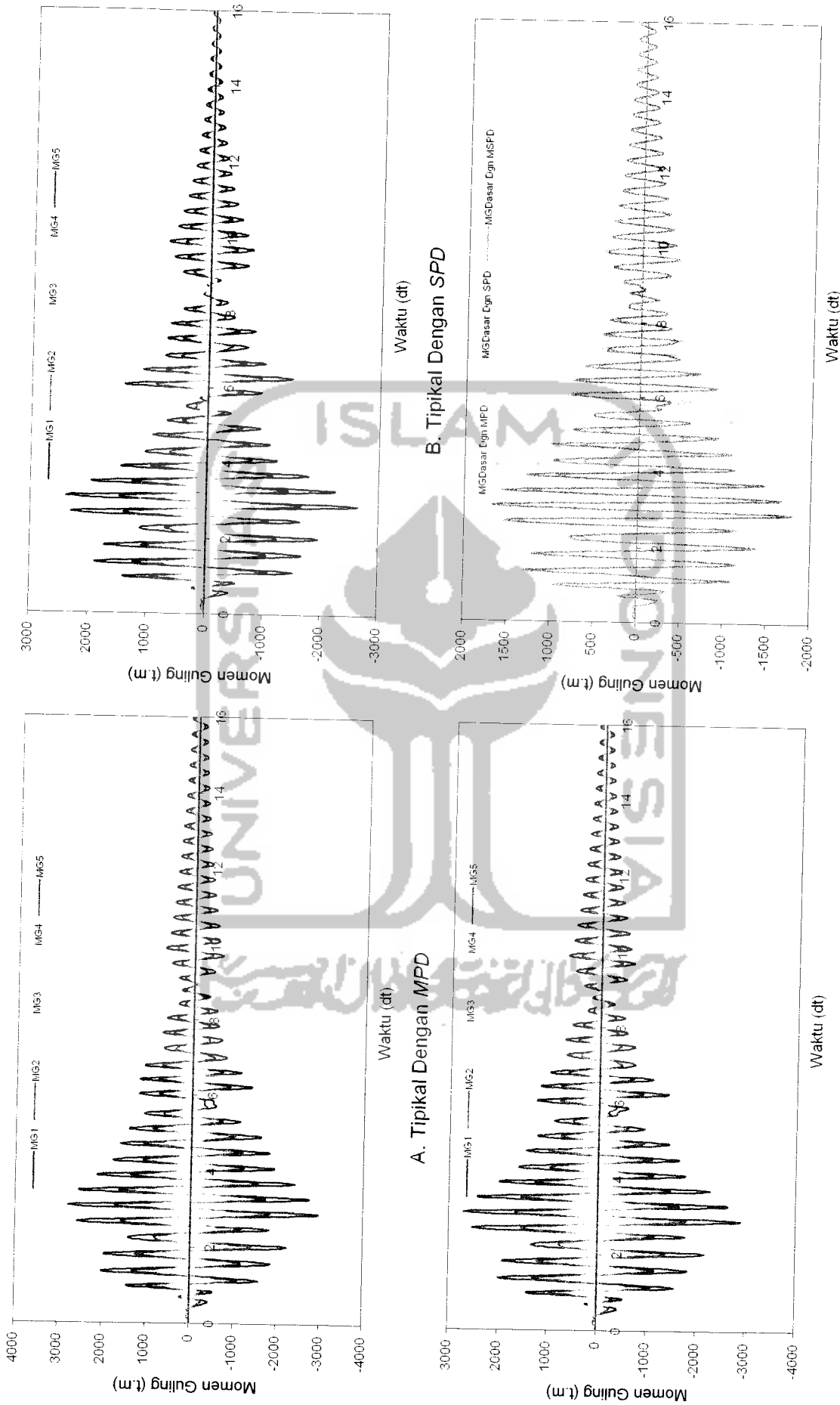


C. Elastoplastis Dgn 3 Jenis Redaman

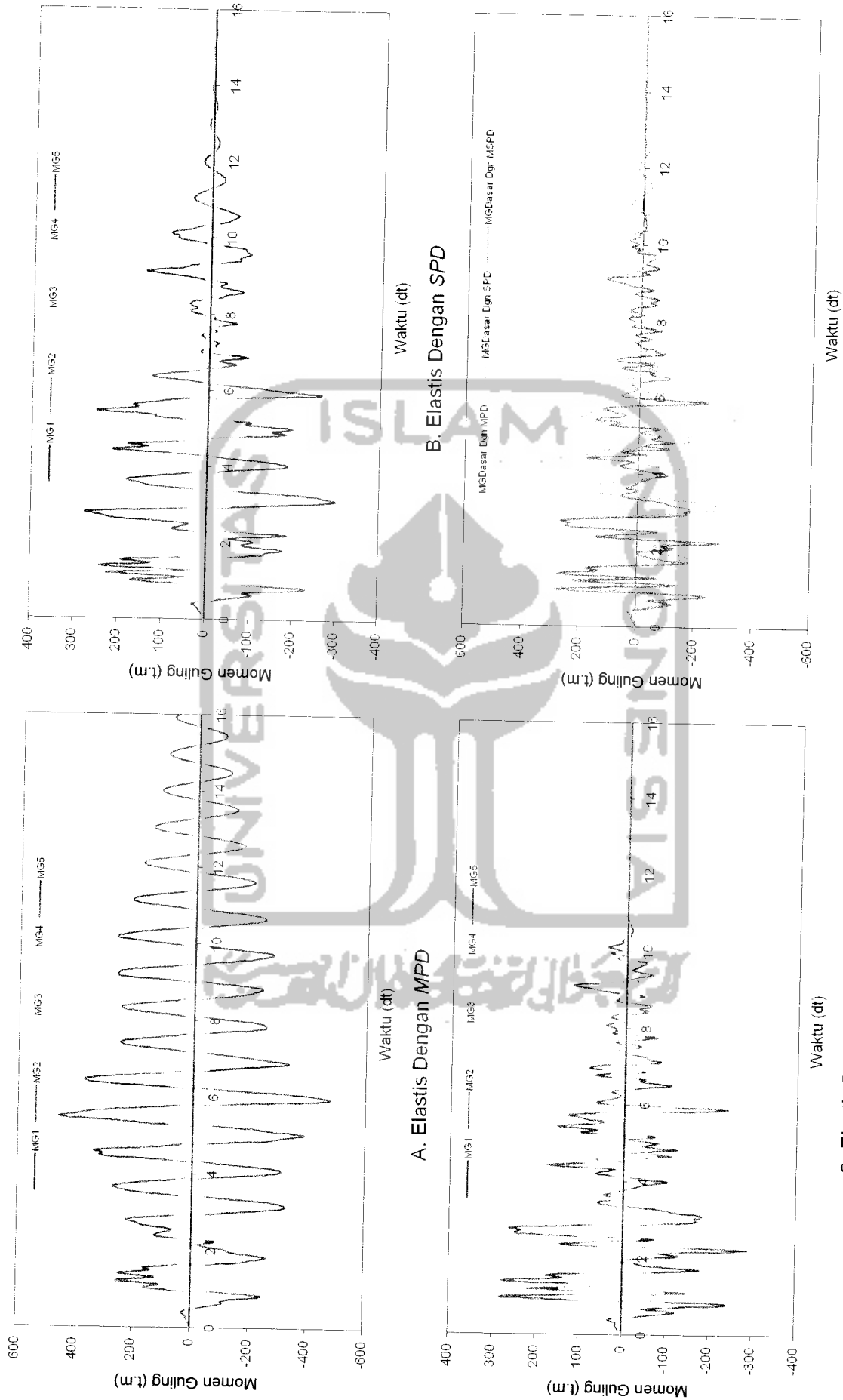


D. Perb. 3 Jenis Bangunan

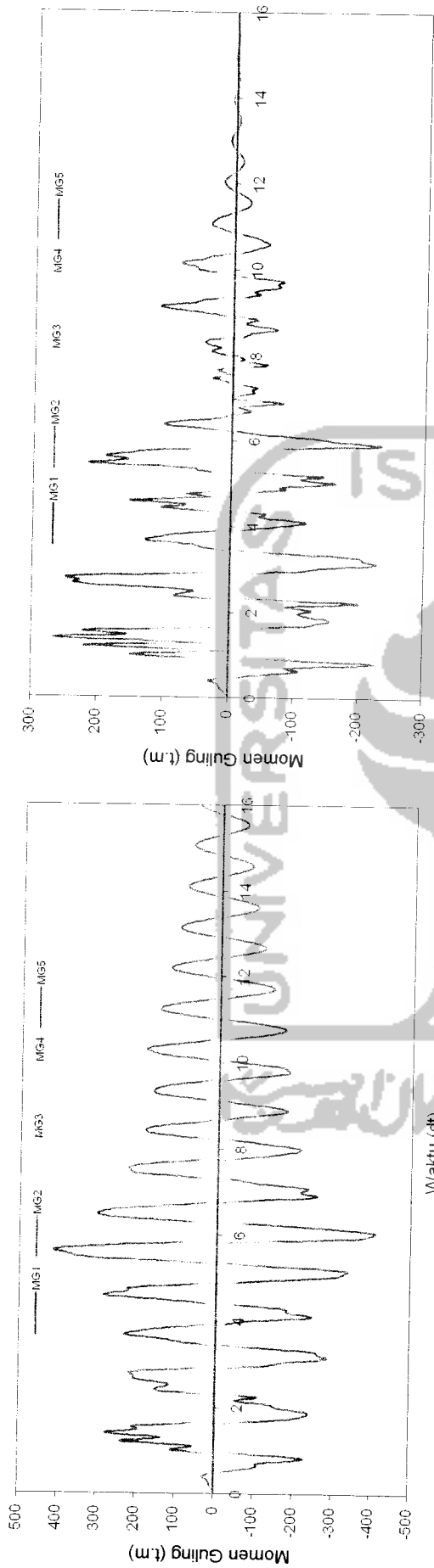
Gambar 5.108 Grafik Perbandingan Momen Guling Maksimum Struktur 8 Tingkat Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



Gambar 5.109 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 4 Tingkat Tanpa Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro

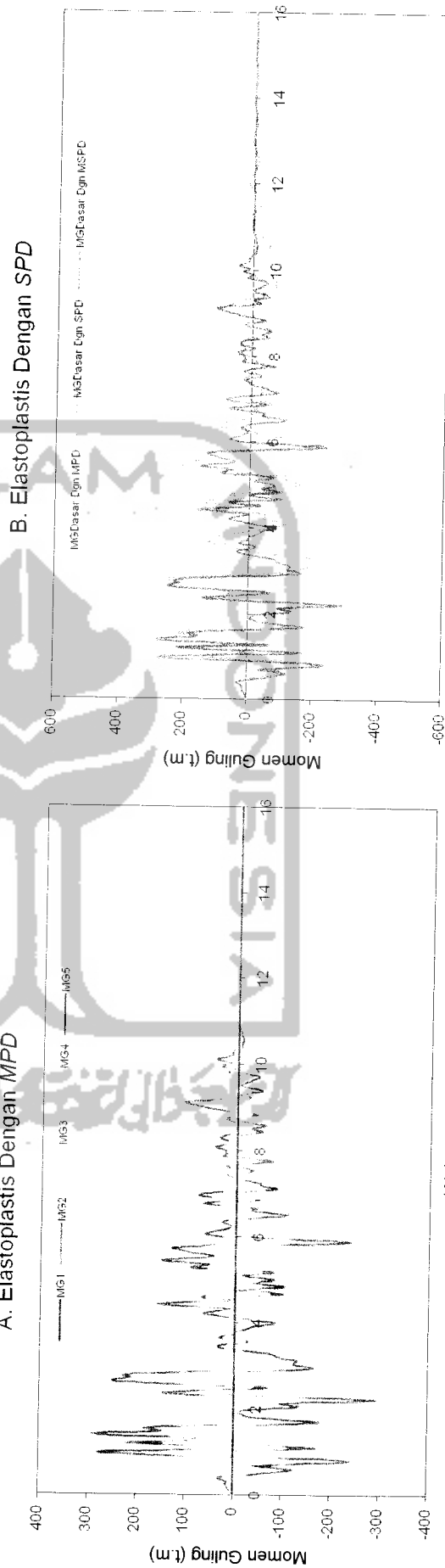


Gambar 5.110 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 4 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



A. Elastoplastis Dengan MPD

Waktu (dt)



B. Elastoplastis Dengan SPD

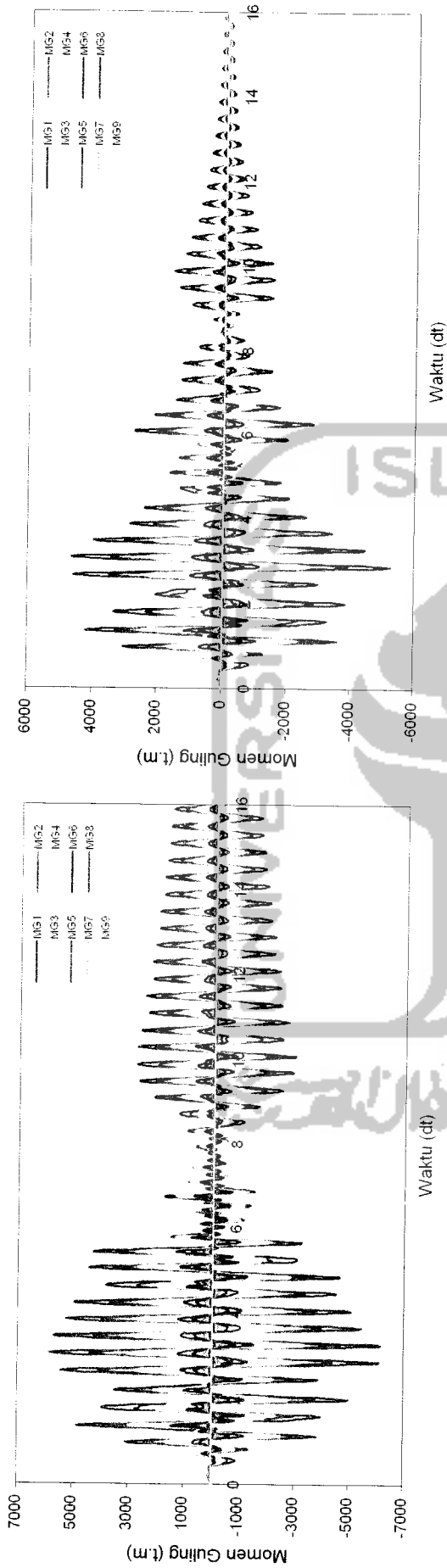
Waktu (dt)

Waktu (dt)

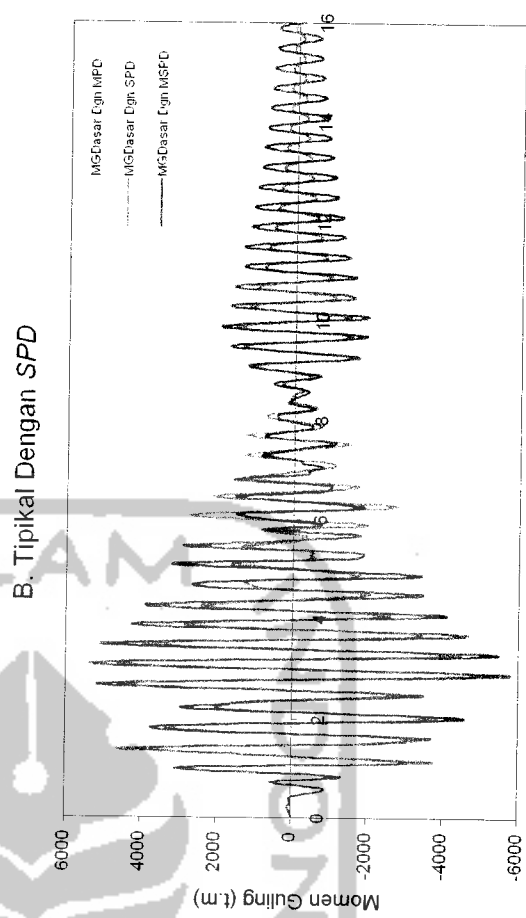
C. Elastoplastis Dengan MSPD

D. Perbandingan Tingkat Dasar Dengan 3 Jenis Redaman

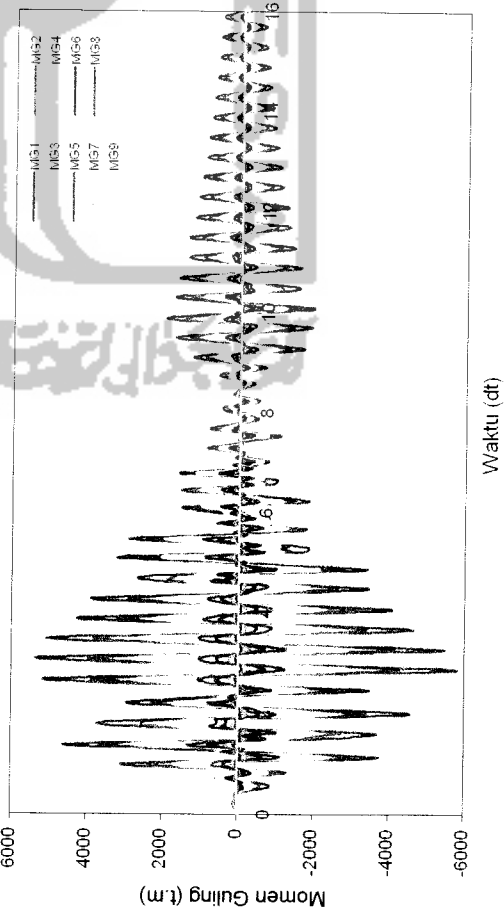
Gambar 5.111 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 4 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



A. Tipikal Dengan MPD



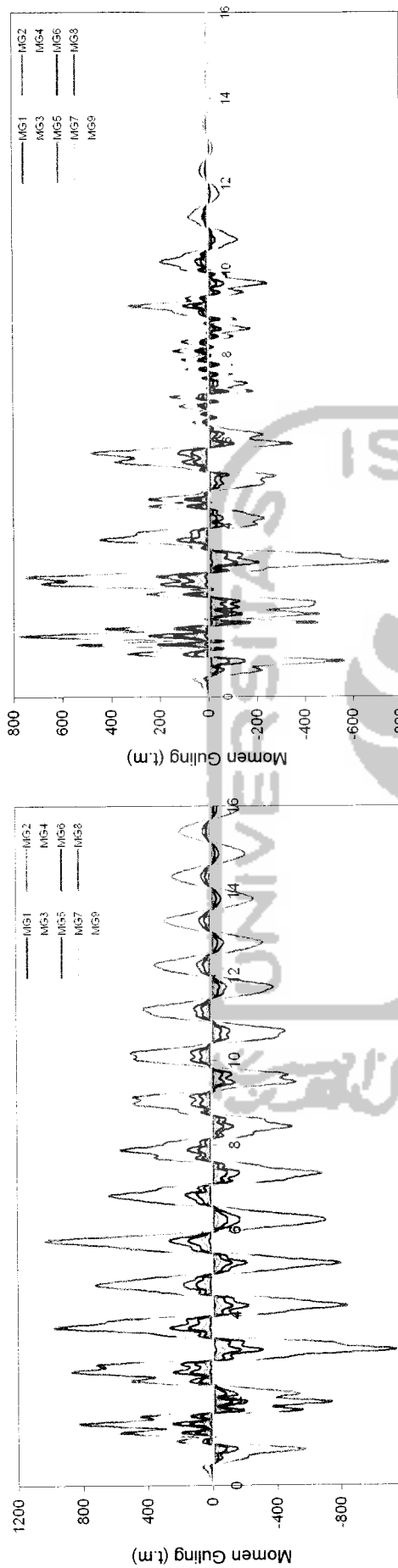
B. Tipikal Dengan SPD



C. Tipikal Dengan MSPD

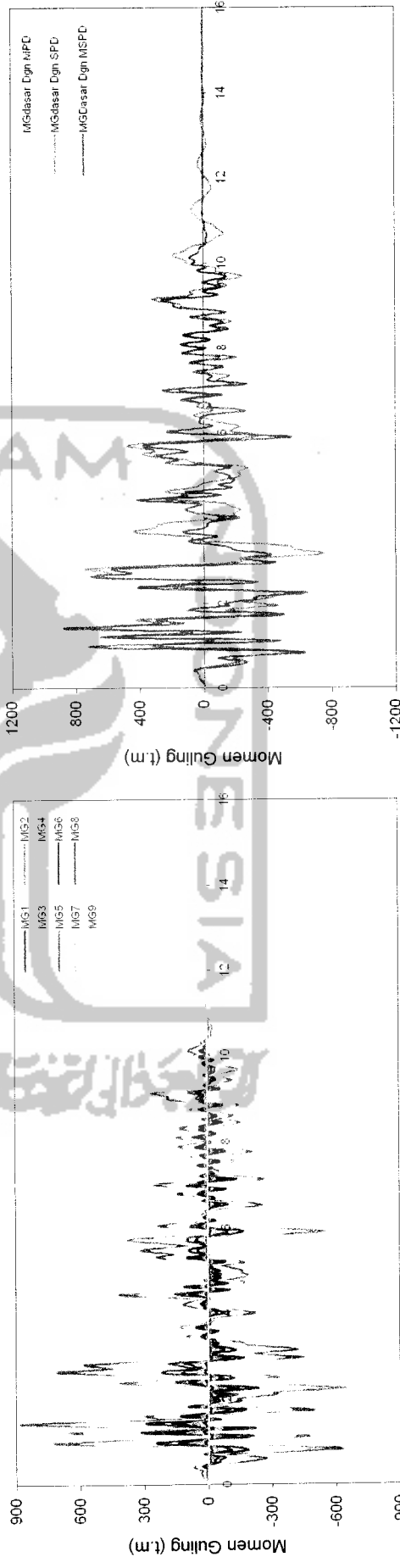
D. Perbandingan Tingkat Dasar Dgn 3 Jenis Redaman

Gambar 5.112 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 8 Tingkat Tanpa Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro



A. Elastis Dengan MPD

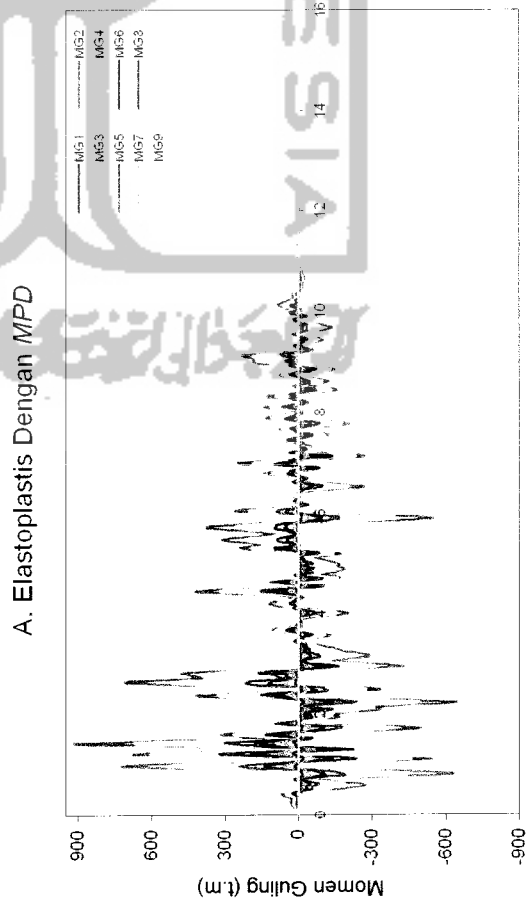
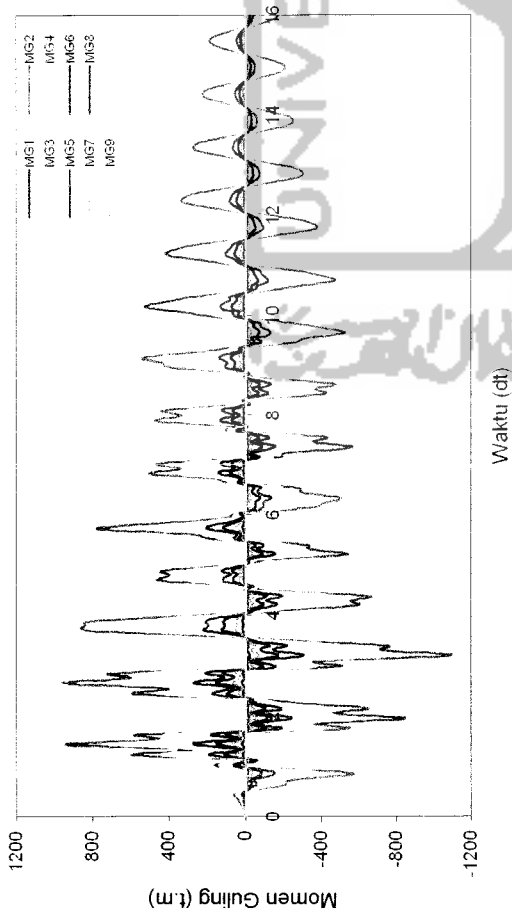
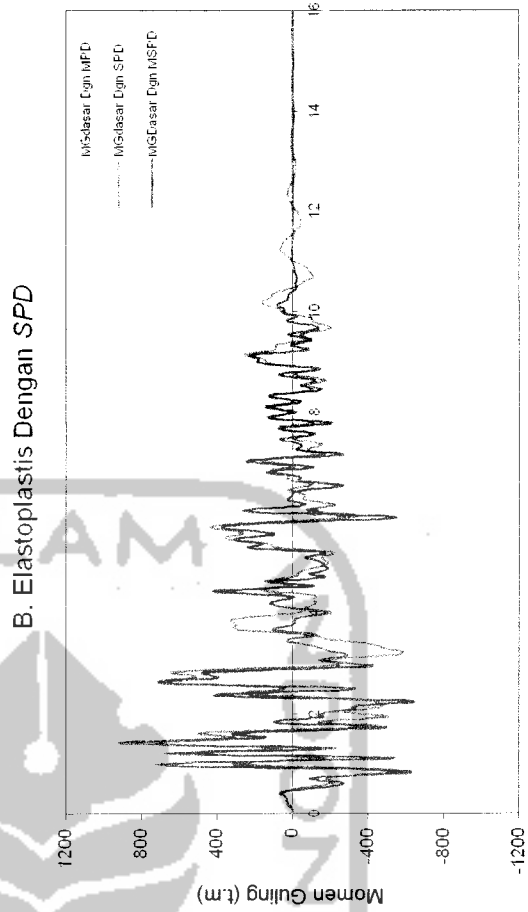
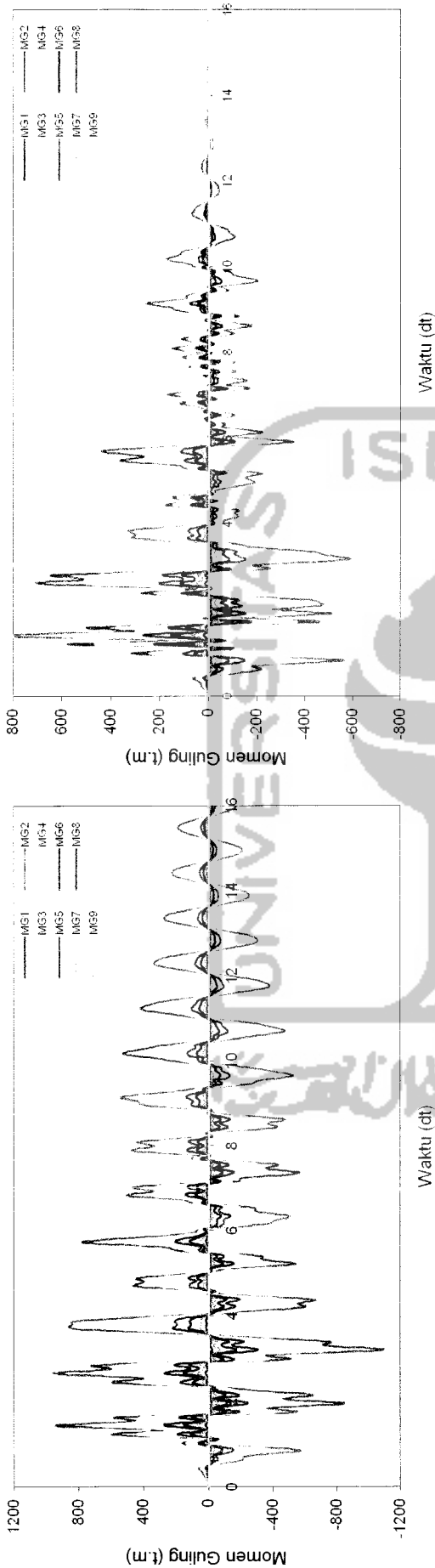
A. Elastis Dengan SPD



A. Elastis Dengan MSPD

D. Perbandingan Tingkat Dasar Dgn 3 Jenis Redaman

Gambar 5.113 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 8 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro

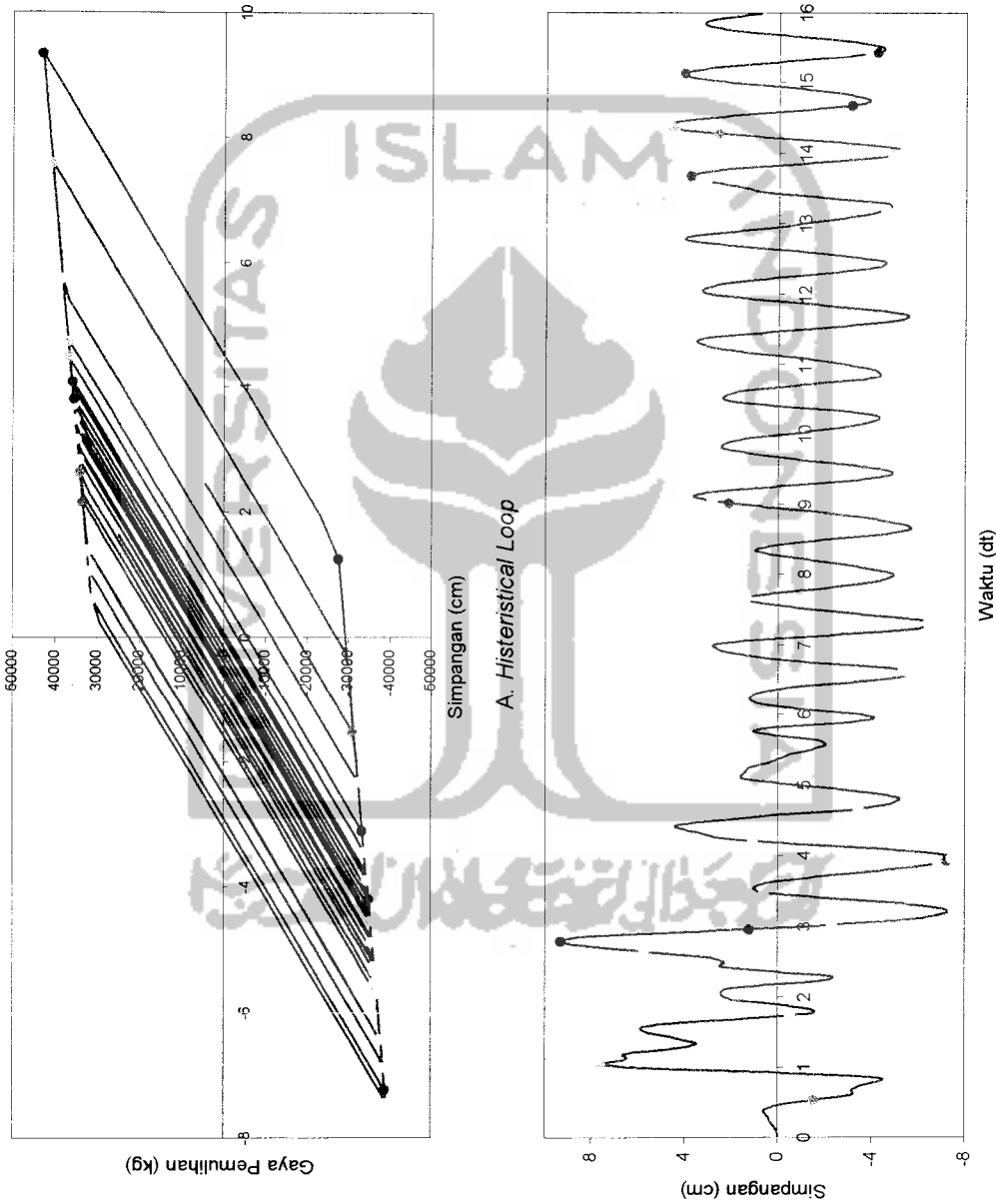


Gambar 5.114 Grafik Perbandingan Momen Guling Struktur 8 Tingkat Dengan Base Isolation Dengan 3 Jenis Redaman Akibat Gempa Elcentro

5.4.6 Respon *Base Isolation*.

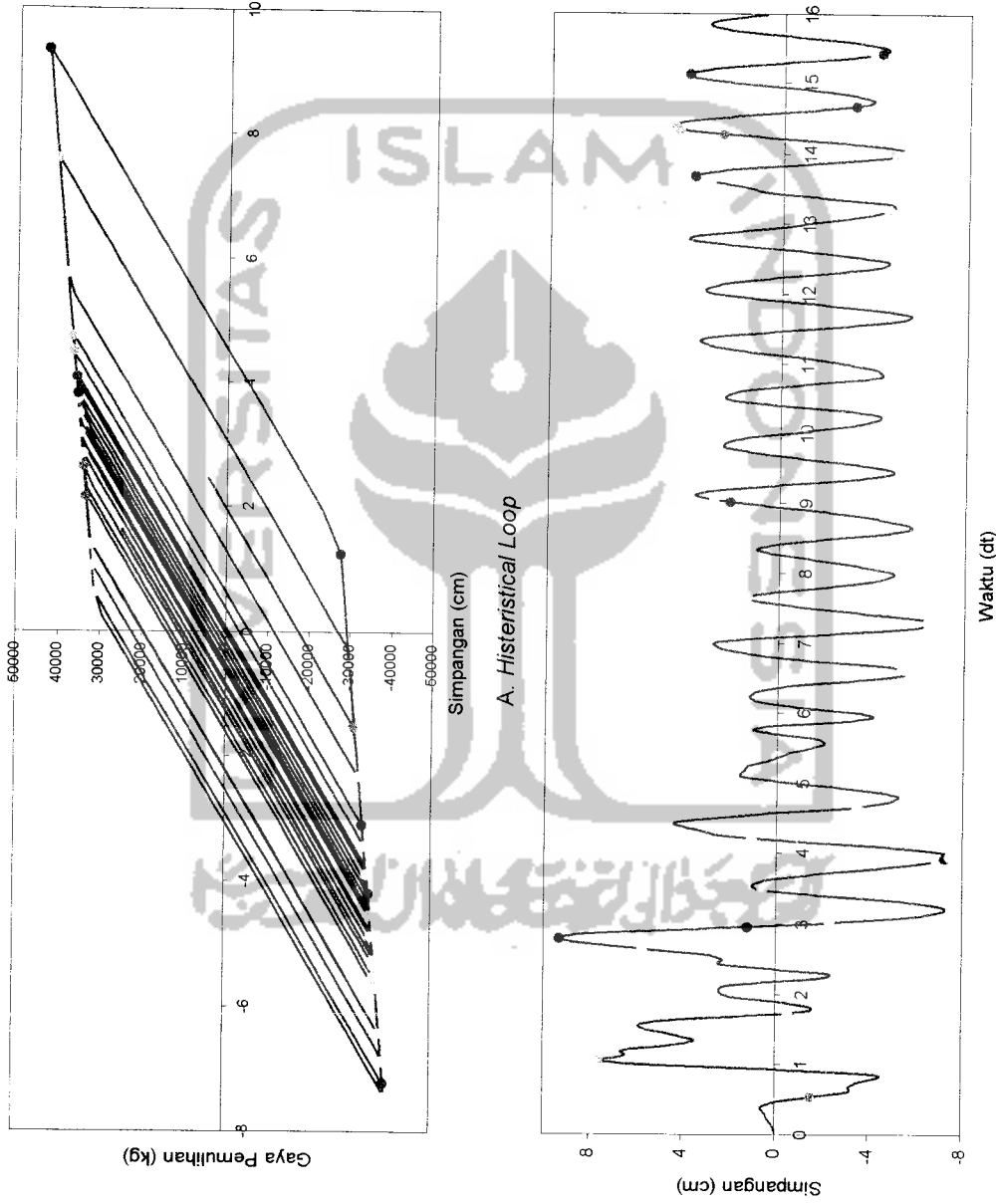
Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai respon *base isolation*, dengan memperhatikan hasil grafik respon *base isolation* pada **Gambar 5.115** sampai dengan **Gambar 5.120** maka,

Seperti terlihat pada **Gambar 5.115** sampai dengan **Gambar 5.120** untuk respon *base isolation* struktur 4 dan 8 tingkat dengan 3 jenis redaman sekilas memang terlihat sama karena selisihnya sangat kecil, tetapi sebenarnya berbeda. Perbedaan ini terletak pada komposisi masing-masing jenis redaman yang mempunyai karakteristik yang khas. Redaman dengan *Mass Proportional Damping (MPD)* akan berbanding langsung dengan massa struktur, sedangkan redaman dengan *Stiffnes Proportional Damping (SPD)* merupakan fungsi dari kekakuan, sehingga isian pada matriks redaman akan sama dengan matriks kekakuan. Untuk redaman jenis *Mass and Stiffnes Proportional Damping (MSPD)*, adalah kombinasi dari kedua redaman tersebut.

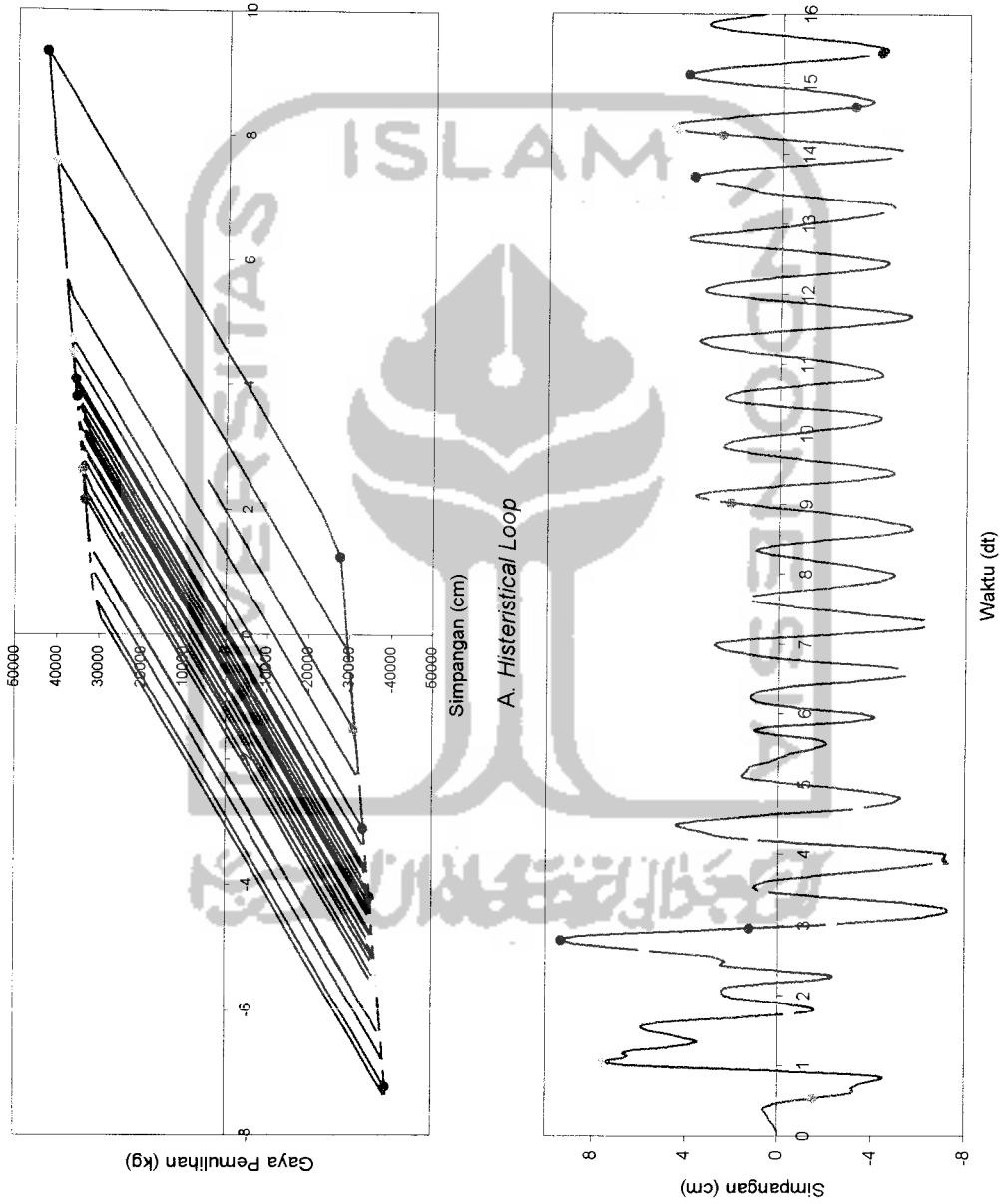


B. Plot Simpangan Base Isolation Terhadap Waktu

Gambar 5.115 Grafik Respon Base Isolation Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Elcentro Dengan MPD

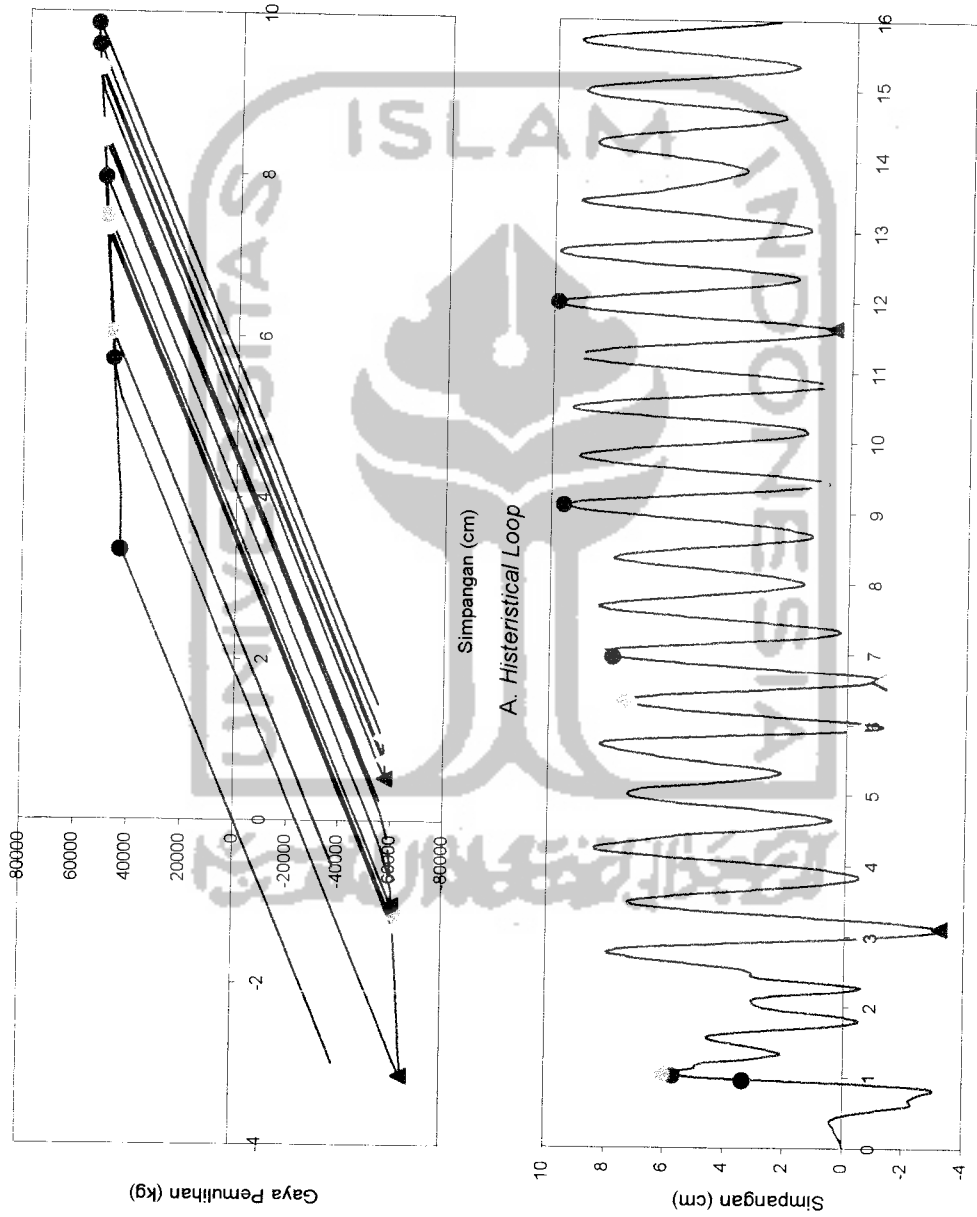


Gambar 5.116 Grafik Respon Base Isolation Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Elcentro Dengan SPD



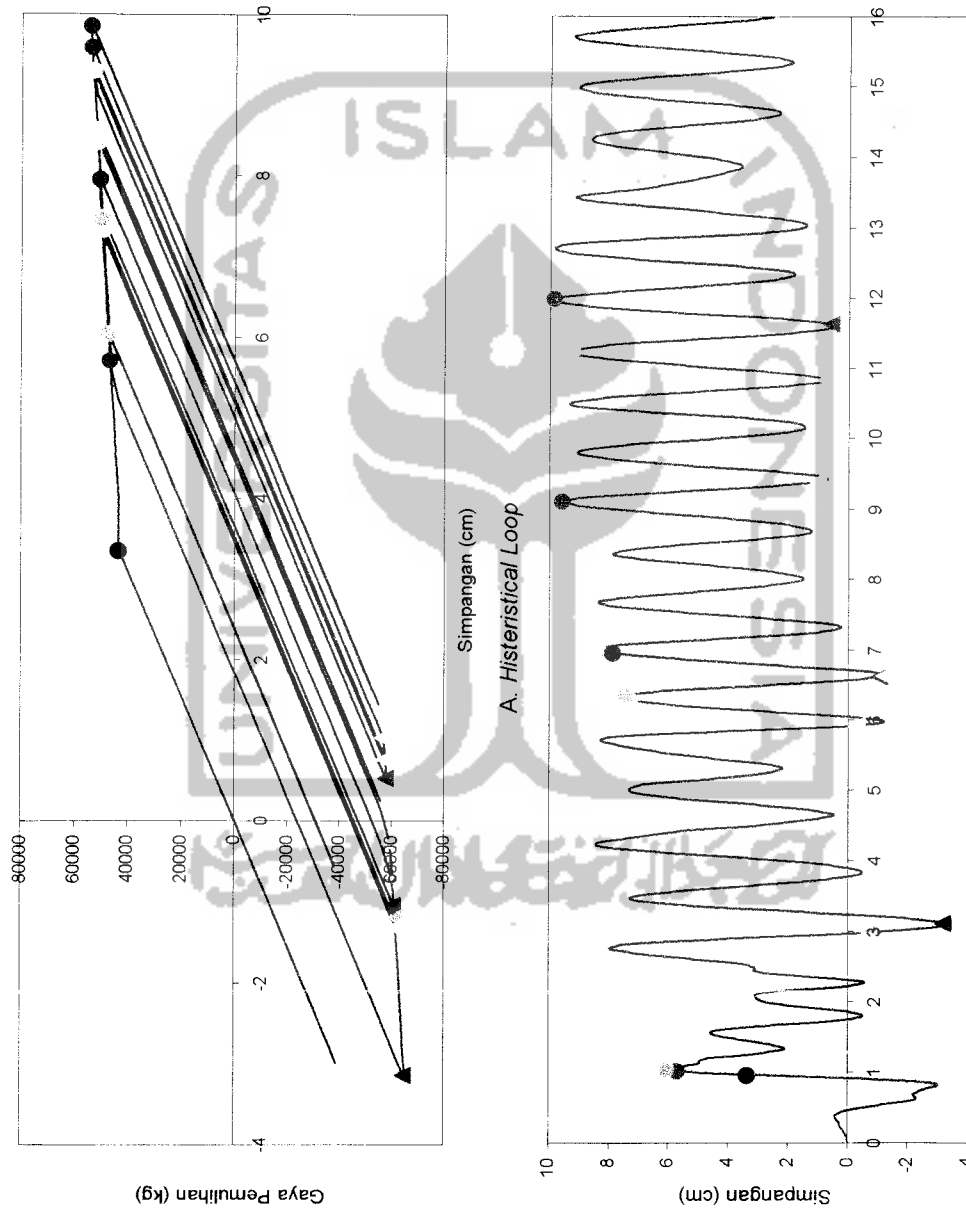
B. Plot Simpangan Base Isolation Terhadap Waktu

Gambar 5.117 Grafik Respon Base Isolation Struktur 4 Tingkat Akibat Gempa Eicentro Dengan MSPD



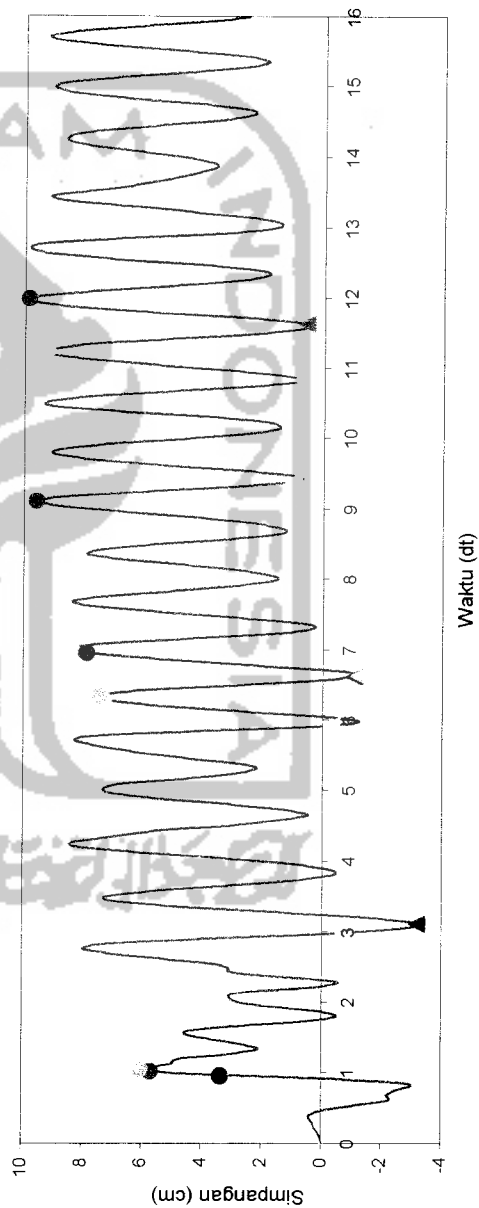
B. Plot Simpangan Base Isolation Terhadap Waktu

Gambar 5.18 Grafik Respon Base Isolation Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Elcentro Dengan MPD



B. Plot Simpangan Base Isolation Terhadap Waktu

Gambar 5.19 Grafik Respon Base Isolation Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Elcentro Dengan SPD



Gambar 5.20 Grafik Respon Base Isolation Struktur 8 Tingkat Akibat Gempa Elcentro Dengan MSPD

5.5 Rasio Respon Antara Bangunan Dengan *Base Isolation* dan Bangunan Tanpa *Base Isolation* akibat Beban Gempa.

Dalam penelitian peneliti membandingkan antara bangunan dengan dan tanpa *Base Isolation* yang dikenai 3 variasi beban gempa yaitu gempa Elcentro, gempa Santacruz dan gempa Koyna.

5.5.1 Simpangan Relatif Struktur.

Dengan memperhatikan grafik simpangan relatif maksimum pada **Gambar 5.121** sampai dengan **Gambar 5.123** maka,

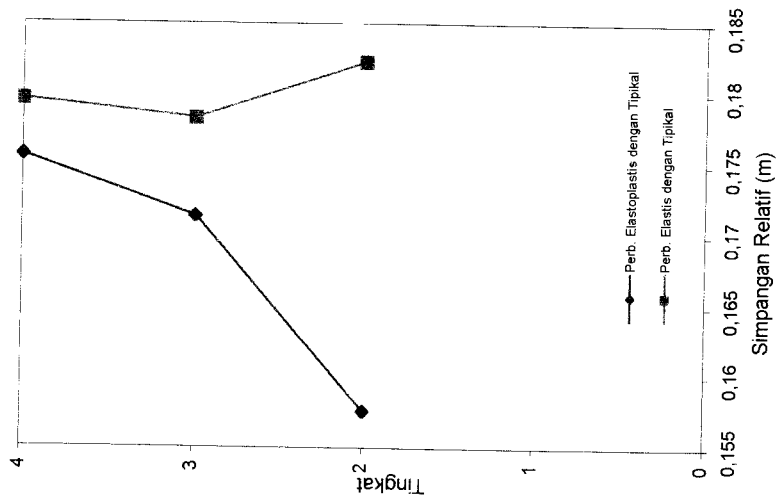
Pada struktur 4 tingkat rasio simpangan relatif yang dihasilkan antara bangunan dengan *base isolation* (elastoplastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) disemua variasi gempa baik gempa elcentro, santacruz maupun koyna umumnya lebih kecil daripada rasio antara bangunan dengan *base isolation* (elastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal).

Untuk struktur 8 tingkat yang dikenai gempa elcentro rasio simpangan relatif antara bangunan dengan *base isolation* (elastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) lebih besar dari rasio simpangan relatif antara bangunan dengan *base isolation* (elastoplastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) namun selisihnya sangat kecil. Sedangkan pada struktur 8 tingkat yang dikenai gempa koyna rasio simpangan relatif antara keduanya berhimpit pada tingkat 4 sampai tingkat 6. Sebaliknya pada struktur 8 tingkat yang dikenai gempa santacruz rasio simpangan relatif antara bangunan dengan *base isolation* (elastoplastis) dan

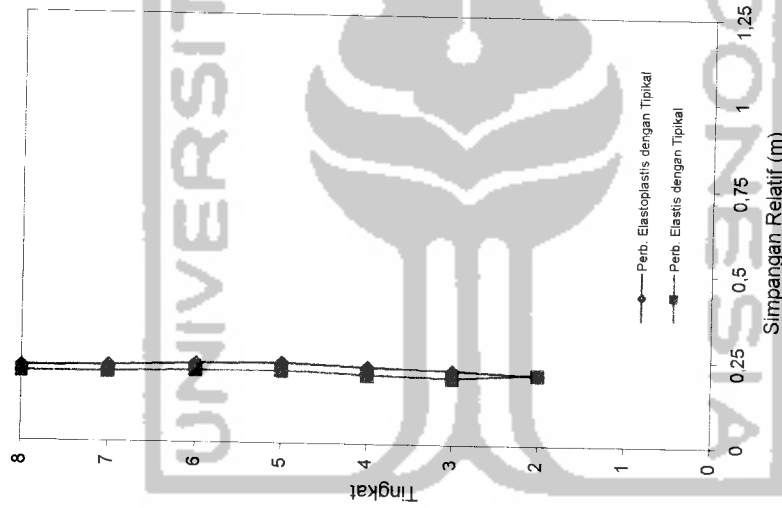
bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) lebih kecil dari rasio simpangan relatif bangunan dengan *base isolation* (elastis) dan bangunan tanpa *base isolation*.

Pada struktur 10 tingkat baik yang dikenai gempa elcentro, santacruz maupun konya rasio simpangan relatif antara bangunan dengan *base isolation* (elastoplastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) lebih kecil daripada rasio simpangan relatif bangunan dengan *base isolation* (elastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal).

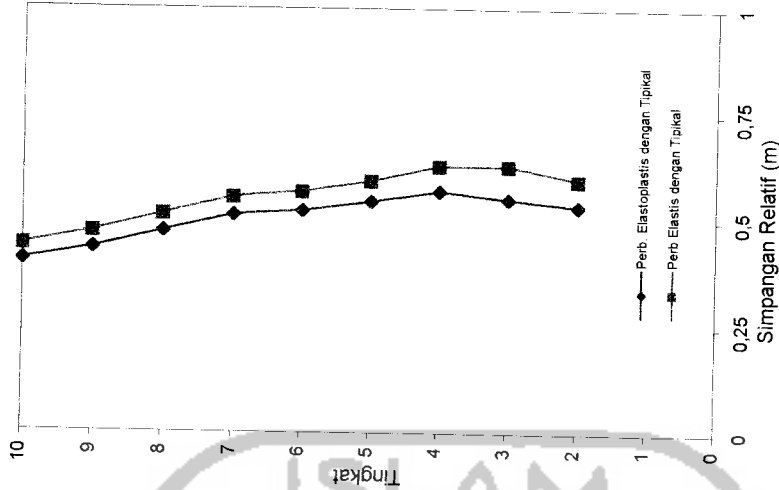




A. Tingkat 4

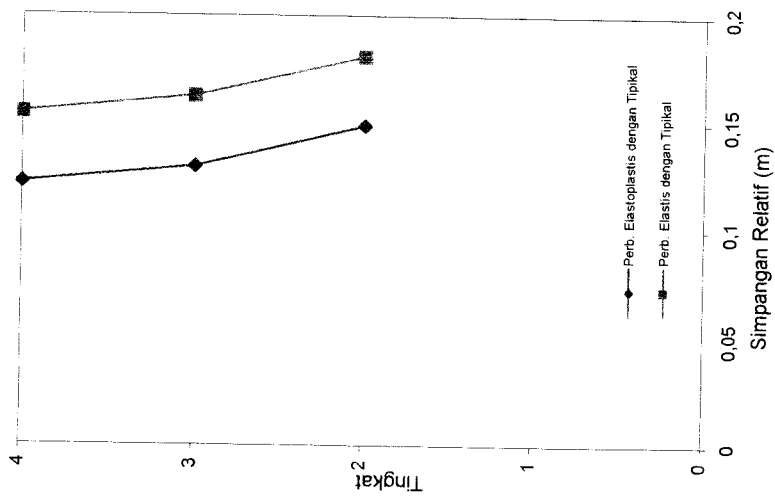


B. Tingkat 8

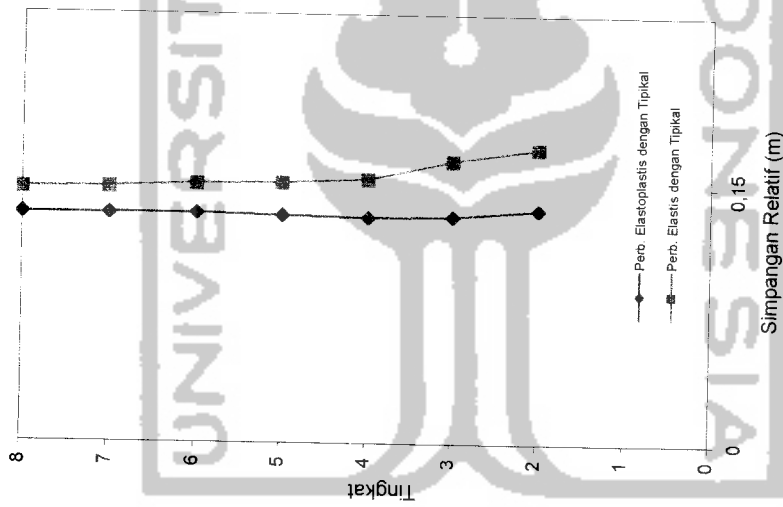


C. Tingkat 10

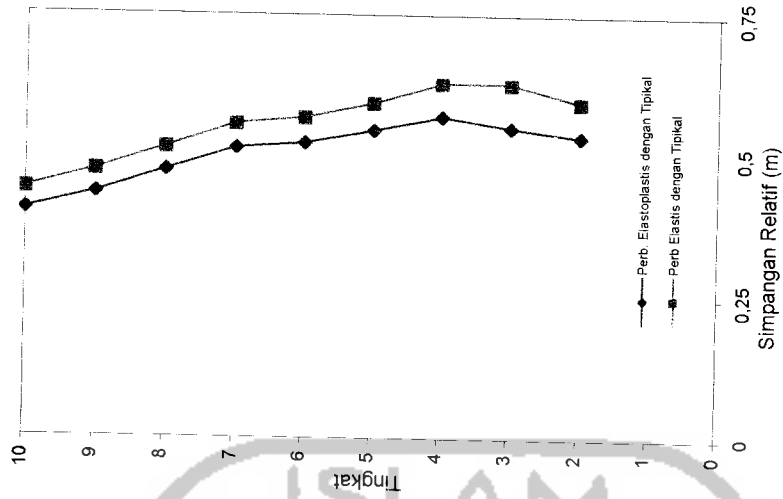
Gambar 5.121 Grafik Ratio Simpangan Relatif Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Elcentro



A. Tingkat 4

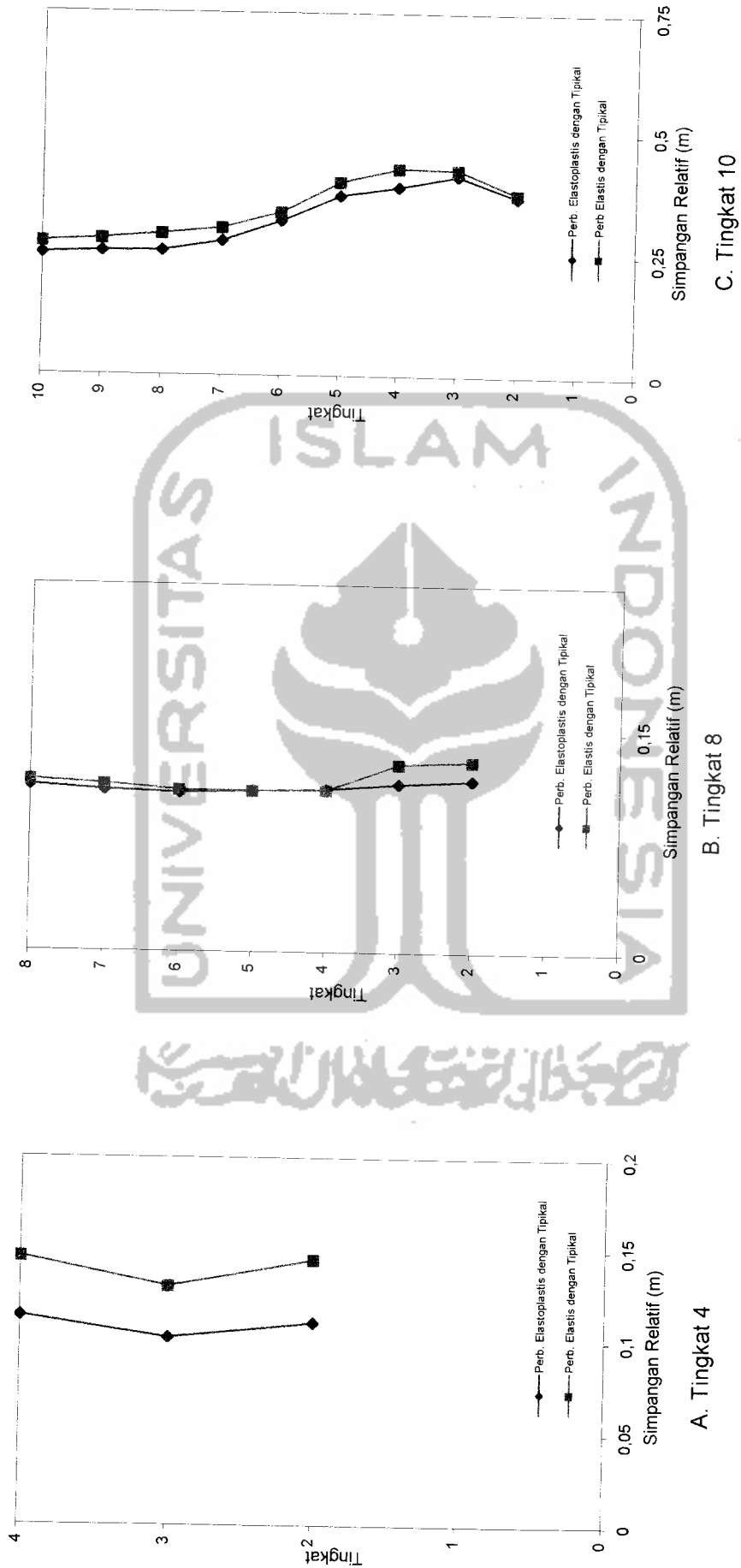


B. Tingkat 8



C. Tingkat 10

Gambar 5.122 Grafik Ratio Simpangan Relatif Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Santacruz

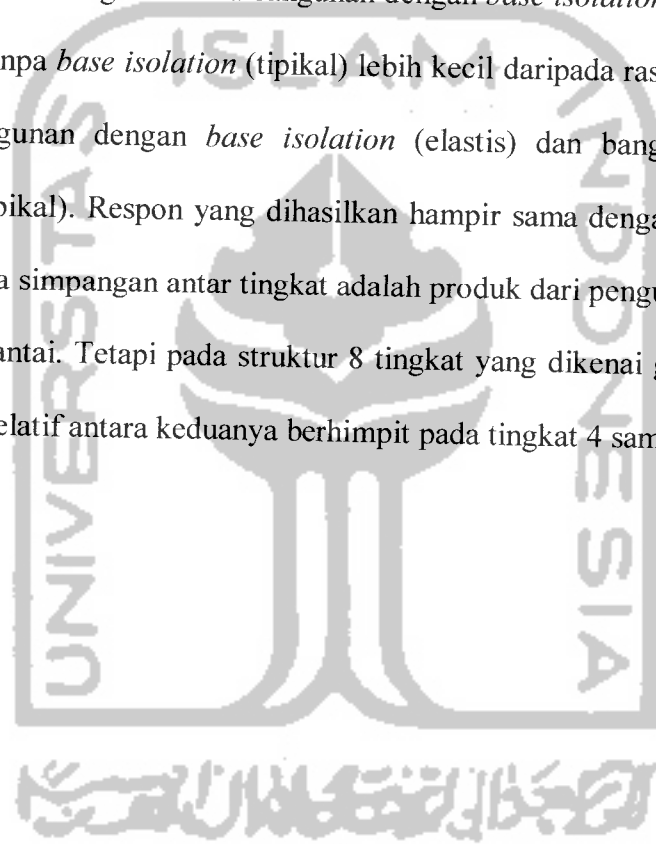


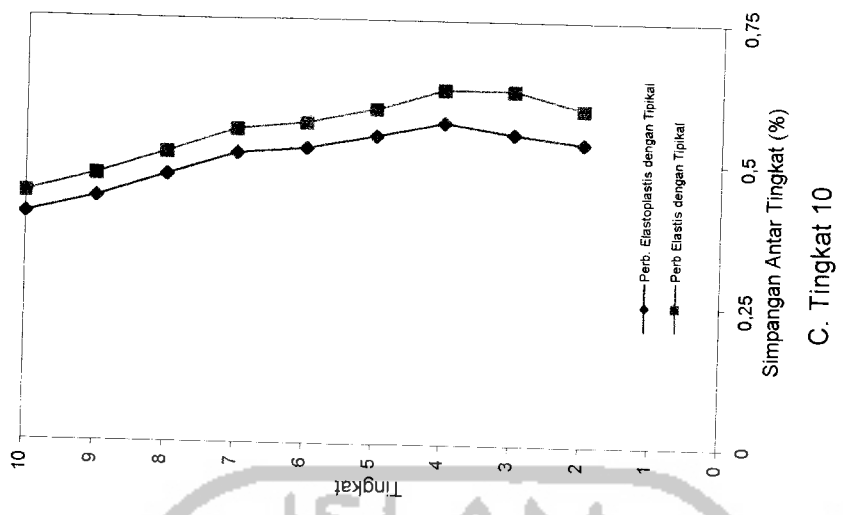
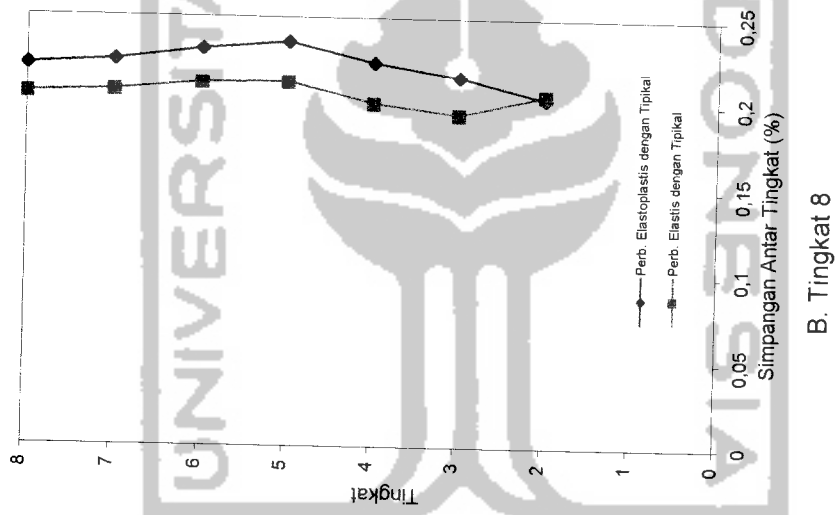
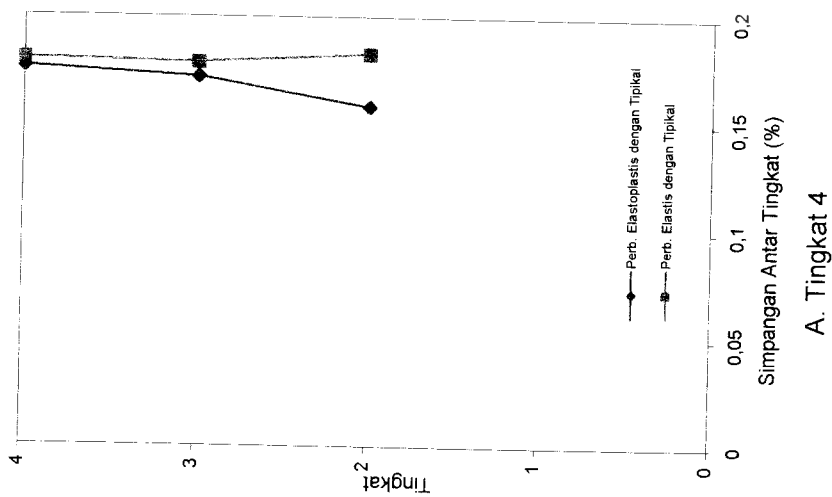
Gambar 5.123 Grafik Ratio Simpangan Relatif Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Koyna

5.5.2 Simpangan Antar Tingkat (*Interstorey Drift*)

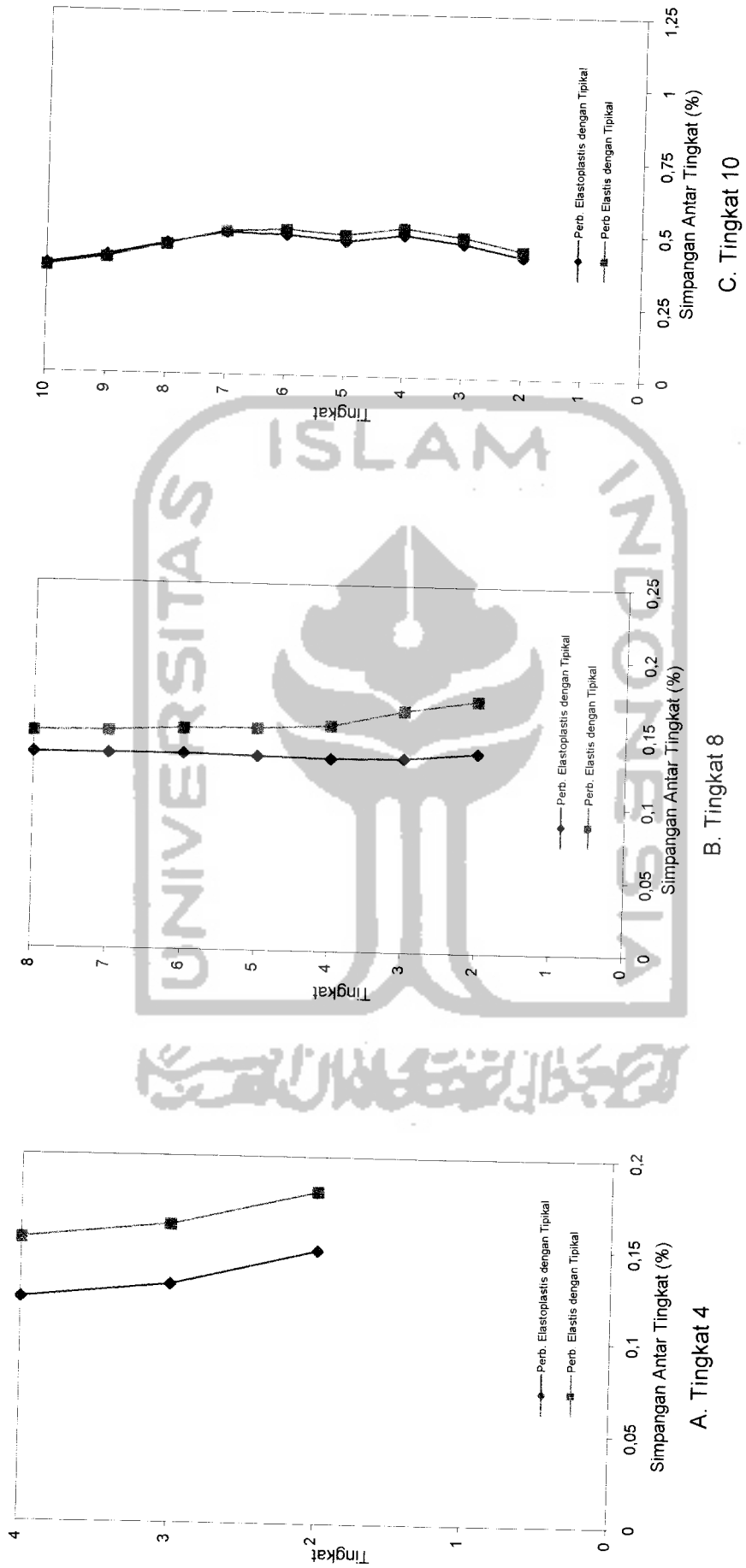
Dengan memperhatikan grafik simpangan antar tingkat maksimum pada **Gambar 5.124** sampai dengan **Gambar 5.126** maka,

Rasio simpangan antar tingkat (*interstorey drift*) struktur 4, 8, dan 10 tingkat yang dikenai gempa elcentro, santacruz dan koyna diperoleh bahwa rasio simpangan antar tingkat antara bangunan dengan *base isolation* (elastoplastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) lebih kecil daripada rasio simpangan antar tingkat bangunan dengan *base isolation* (elastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal). Respon yang dihasilkan hampir sama dengan rasio simpangan relatif karena simpangan antar tingkat adalah produk dari pengurangan simpangan relatif tiap lantai. Tetapi pada struktur 8 tingkat yang dikenai gempa koyna rasio simpangan relatif antara keduanya berhimpit pada tingkat 4 sampai tingkat 6.

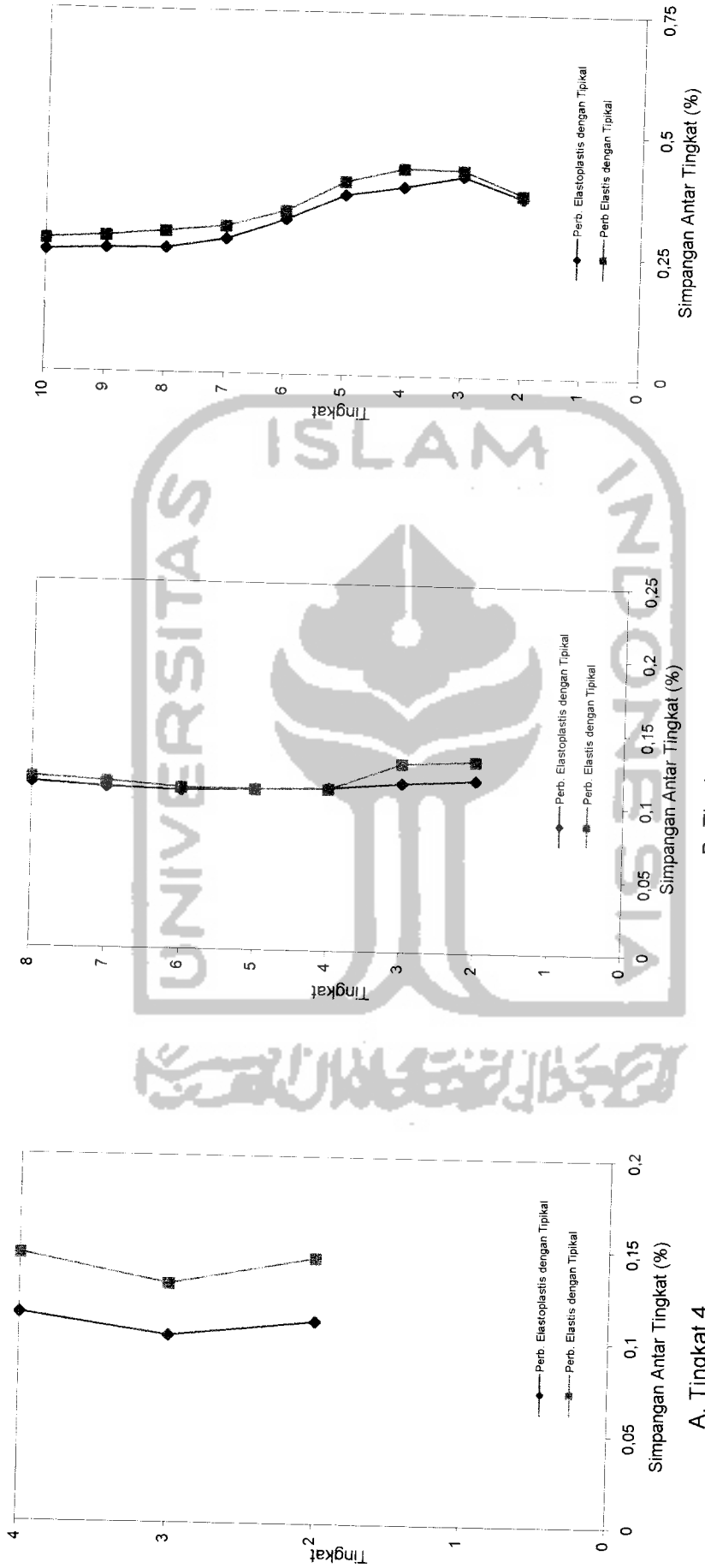




Gambar 5.124 Grafik Ratio Simpangan Antar Tingkat Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Elcentro



Gambar 5.125 Grafik Ratio Simpangan Antar Tingkat Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Santacruz



Gambar 5.126 Grafik Ratio Simpangan Antar Tingkat Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Koyna

5.5.3 Gaya Horisontal Tingkat.

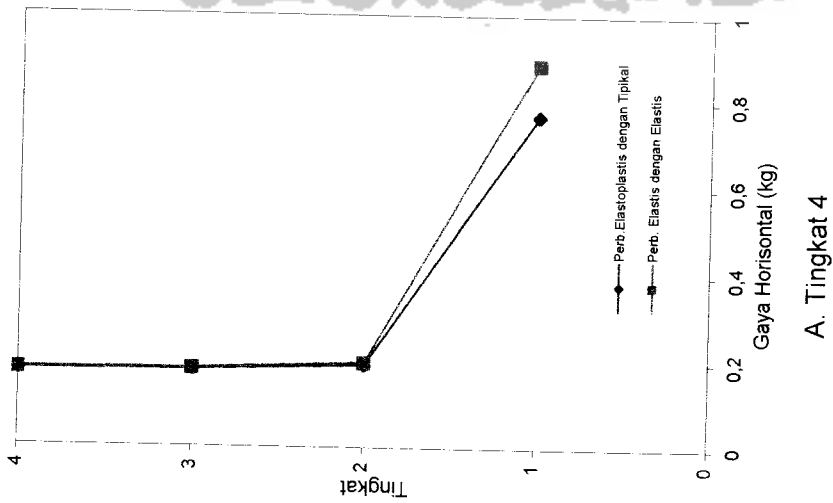
Dengan memperhatikan grafik gaya horisontal tingkat maksimum pada **Gambar 5.127** sampai dengan **Gambar 5.129** maka,

Rasio gaya horisontal tingkat pada struktur 4, 8 dan 10 tingkat terjadi loncatan yang cukup signifikan dari lantai 1 ke lantai 2 hal ini disebabkan karena pada lantai 1 terdapat *base isolation* sehingga gaya horisontal tingkat terbesar terjadi pada tingkat 1 dan semakin ketas semakin mengecil karena sudah diredam oleh *base isolation* tersebut.

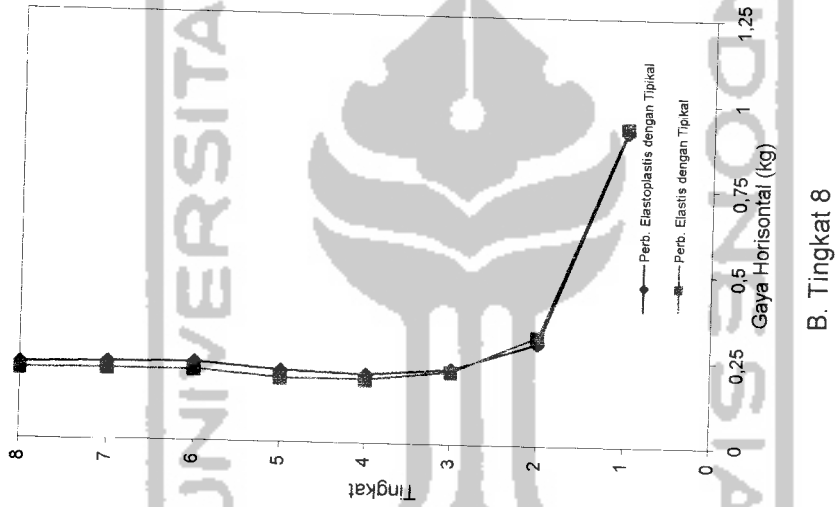
Pada struktur 4 tingkat yang dikenai gempa elcentro rasio gaya horisontal tingkat antara bangunan dengan *base isolation* (elastoplastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) berhimpit pada tingkat 2 sampai tingkat 4, sedangkan pada struktur 4 tingkat yang dikenai gempa santacruz dan gempa koyna rasio gaya horisontal tingkat antara bangunan dengan *base isolation* (elastoplastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) lebih kecil daripada rasio gaya horisontal antara bangunan dengan *base isolation* (elastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal).

Rasio gaya horisontal antara bangunan dengan *base isolation* (elastoplastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) pada struktur 8 dan 10 tingkat selisihnya sangat kecil bahkan pada struktur 10 tingkat disemua tingkat berhimpit atau nilainya hampir sama.

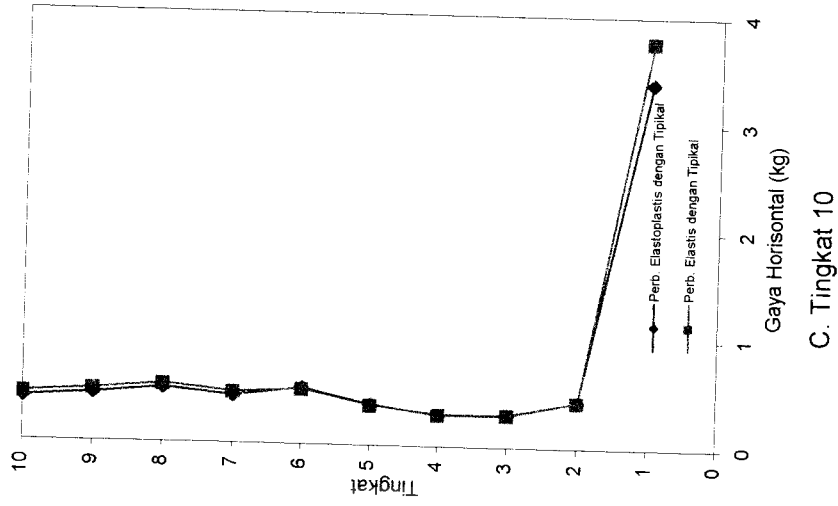




A. Tingkat 4

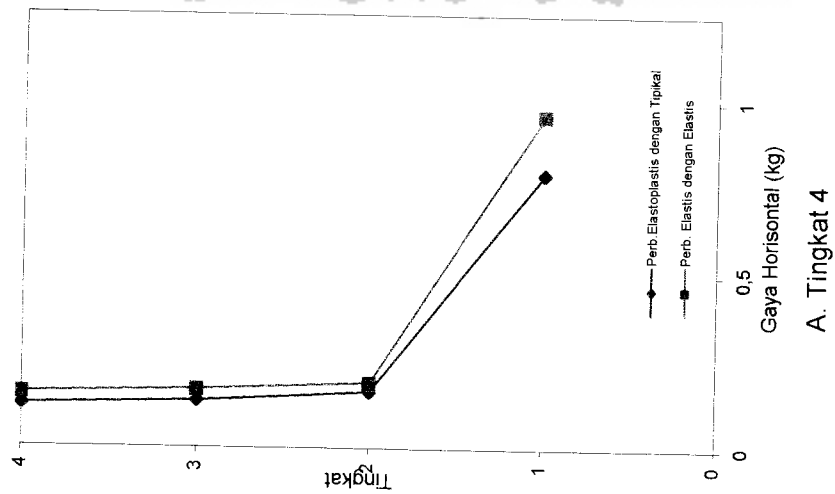


B. Tingkat 8

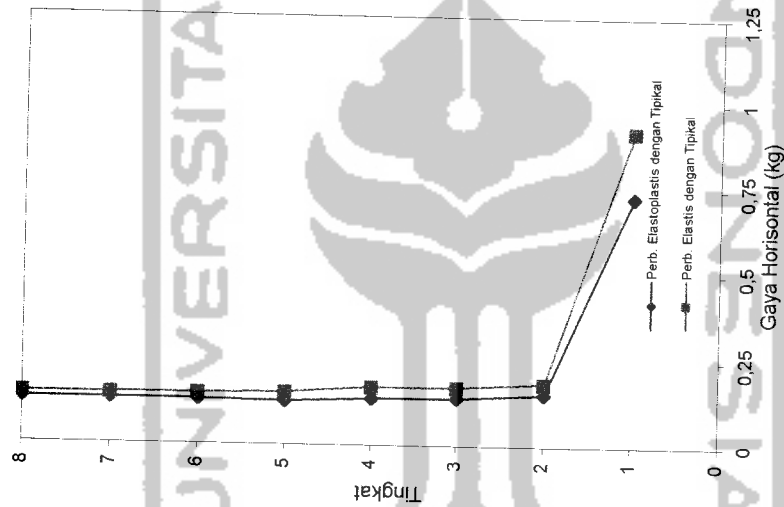


C. Tingkat 10

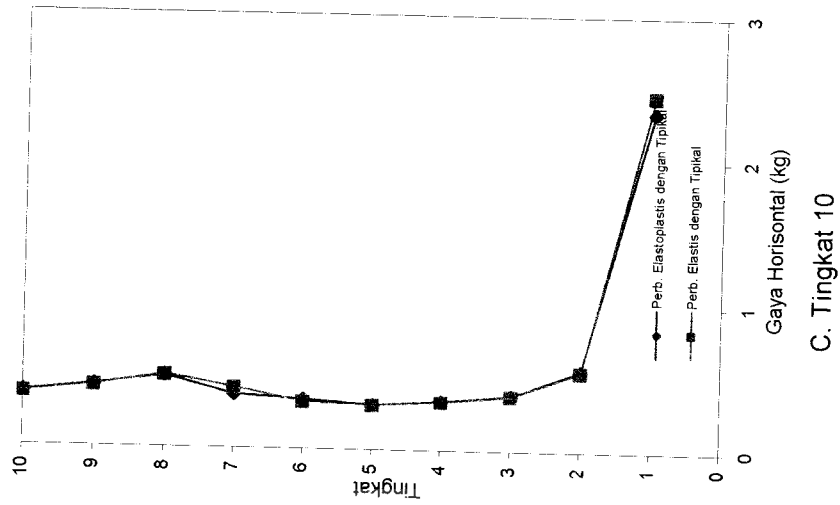
Gambar 5.127 Grafik Ratio Gaya Horizontal Tingkat Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Eicentro



A. Tingkat 4

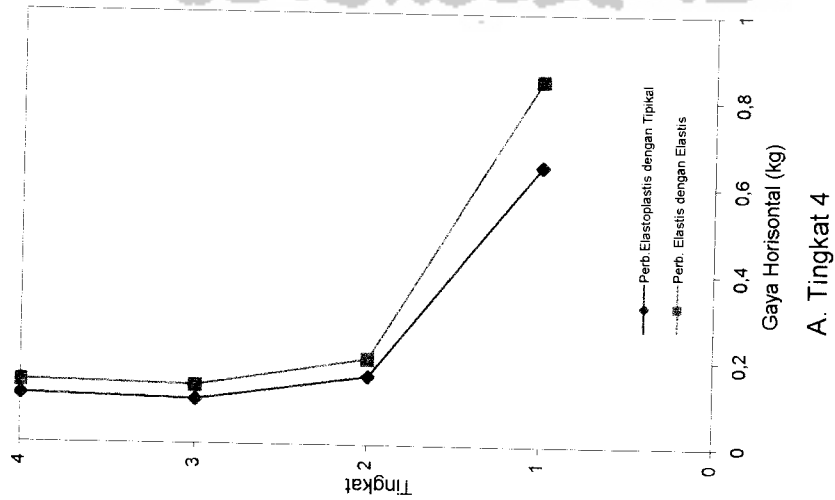


B. Tingkat 8

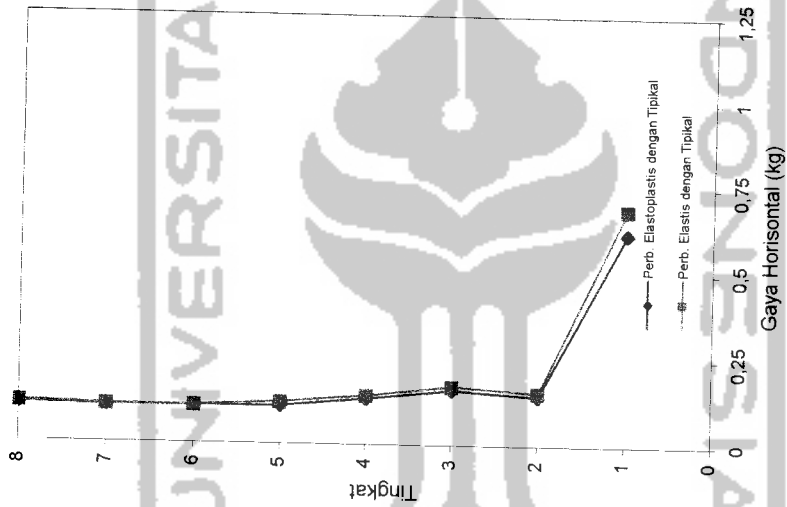


C. Tingkat 10

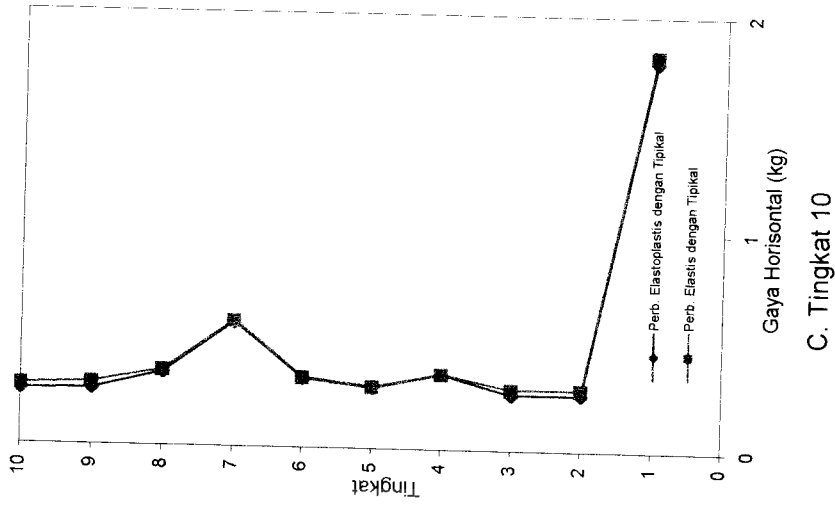
Gambar 5.128 Grafik Ratio Gaya Horizontal Tingkat Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Santacruz



A. Tingkat 4



B. Tingkat 8



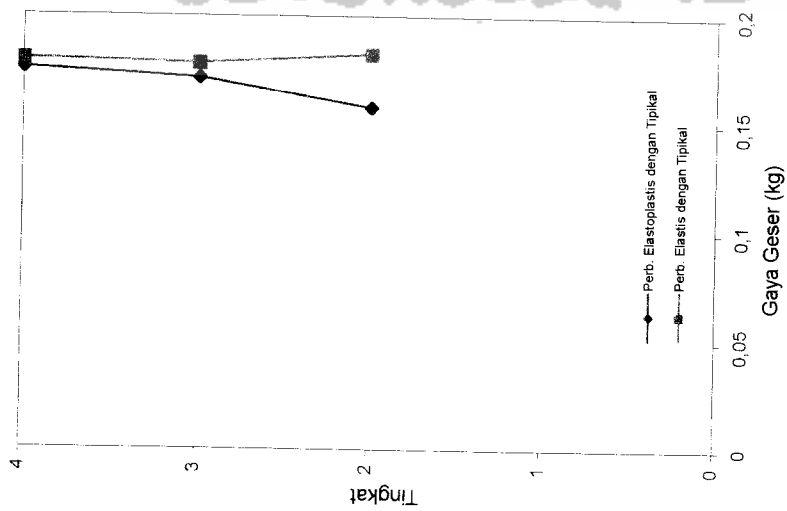
C. Tingkat 10

Gambar 5.129 Grafik Ratio Gaya Horizontal Tingkat Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Koyna

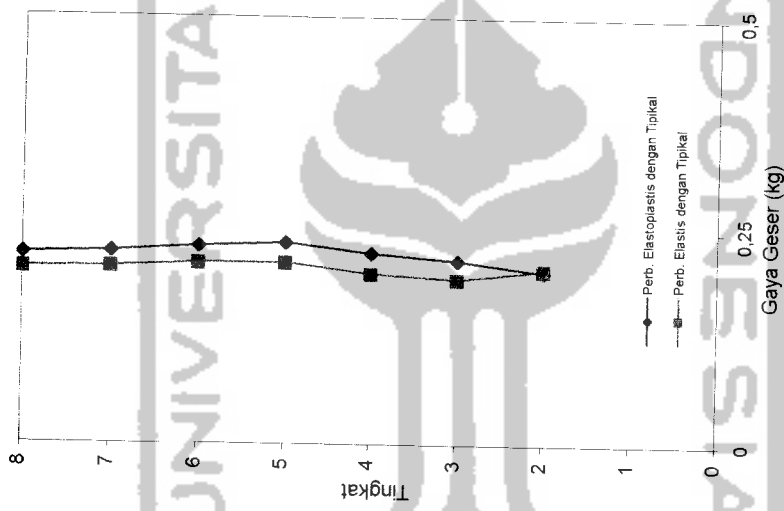
5.5.4 Gaya Geser Tingkat.

Dengan memperhatikan grafik gaya geser tingkat maksimum pada **Gambar 5.130** sampai dengan **Gambar 5.132** maka,

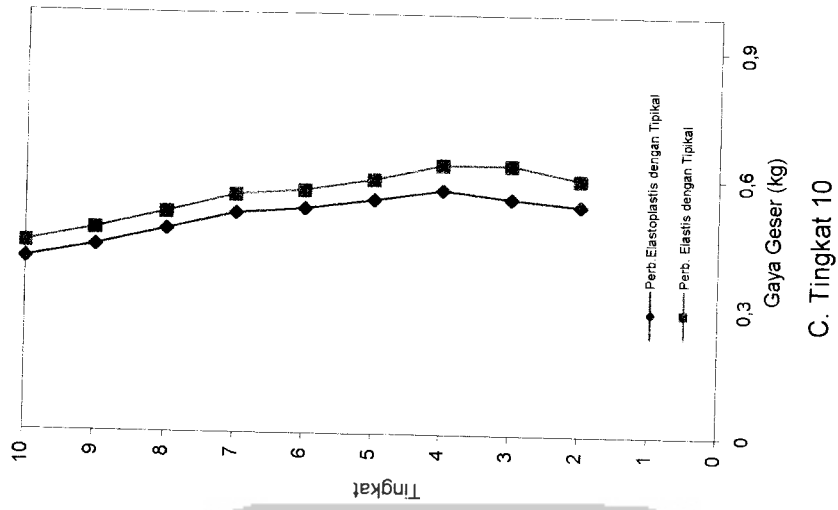
Rasio gaya geser tingkat (*interstorey drift*) struktur 4, 8, dan 10 tingkat yang dikenai gempa elcentro, santacruz dan koyna diperoleh bahwa rasio simpangan antar tingkat antara bangunan dengan *base isolation* (elastoplastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) lebih kecil daripada rasio simpangan antar tingkat bangunan dengan *base isolation* (elastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal). Tetapi pada struktur 8 tingkat yang dikenai gempa koyna rasio simpangan relatif antara keduanya berhimpit pada tingkat 4 sampai tingkat 6 dan pada struktur 8 tingkat yang dikenai gempa elcentro rasio gaya geser tingkat antara bangunan dengan *base isolation* (elastoplastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) lebih besar daripada rasio gaya geser tingkat antara bangunan dengan *base isolation* (elastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal).



A. Tingkat 4

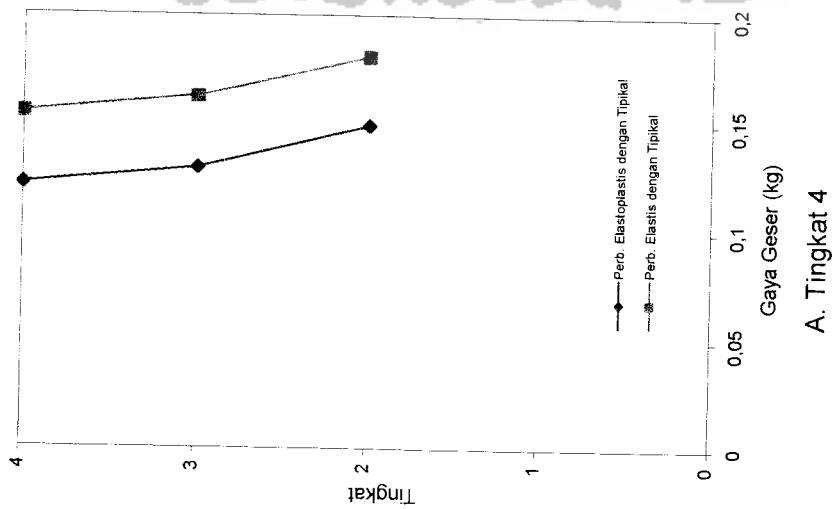


B. Tingkat 8

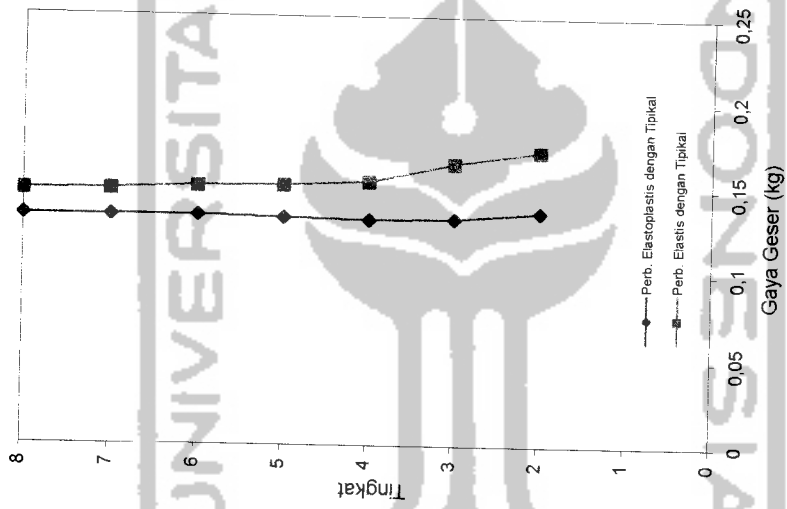


C. Tingkat 10

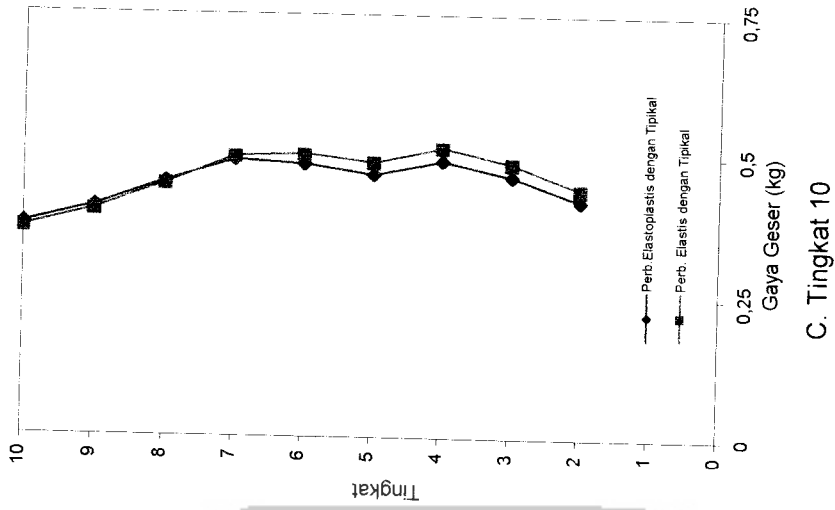
Gambar 5.130 Grafik Ratio Gaya Geser Tingkat Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Elcentro



A. Tingkat 4

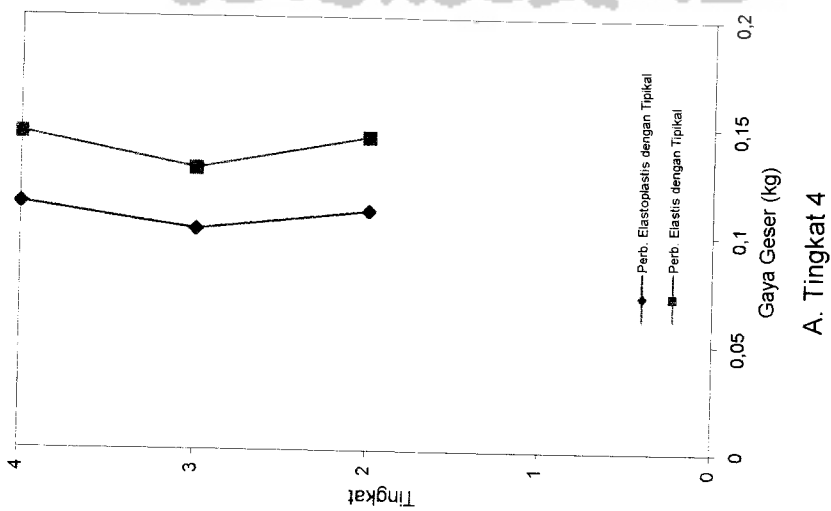


B. Tingkat 8

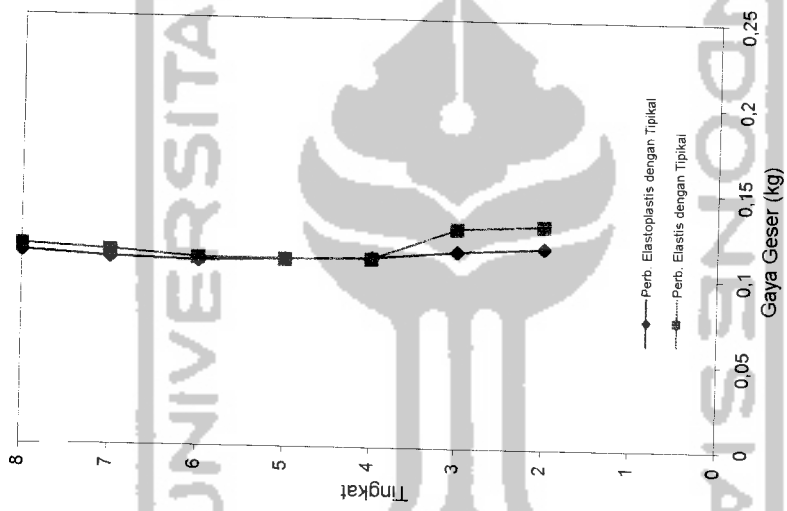


C. Tingkat 10

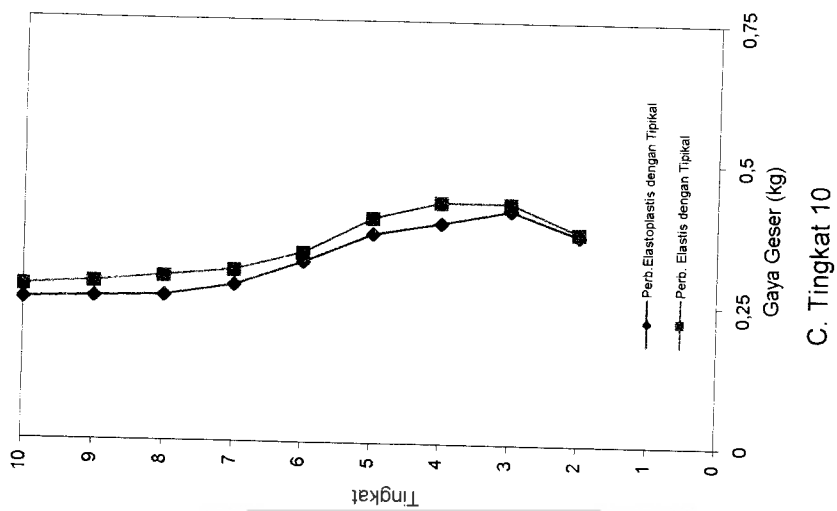
Gambar 5.131 Grafik Ratio Gaya Geser Tingkat Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Santacruz



A. Tingkat 4



B. Tingkat 8



C. Tingkat 10

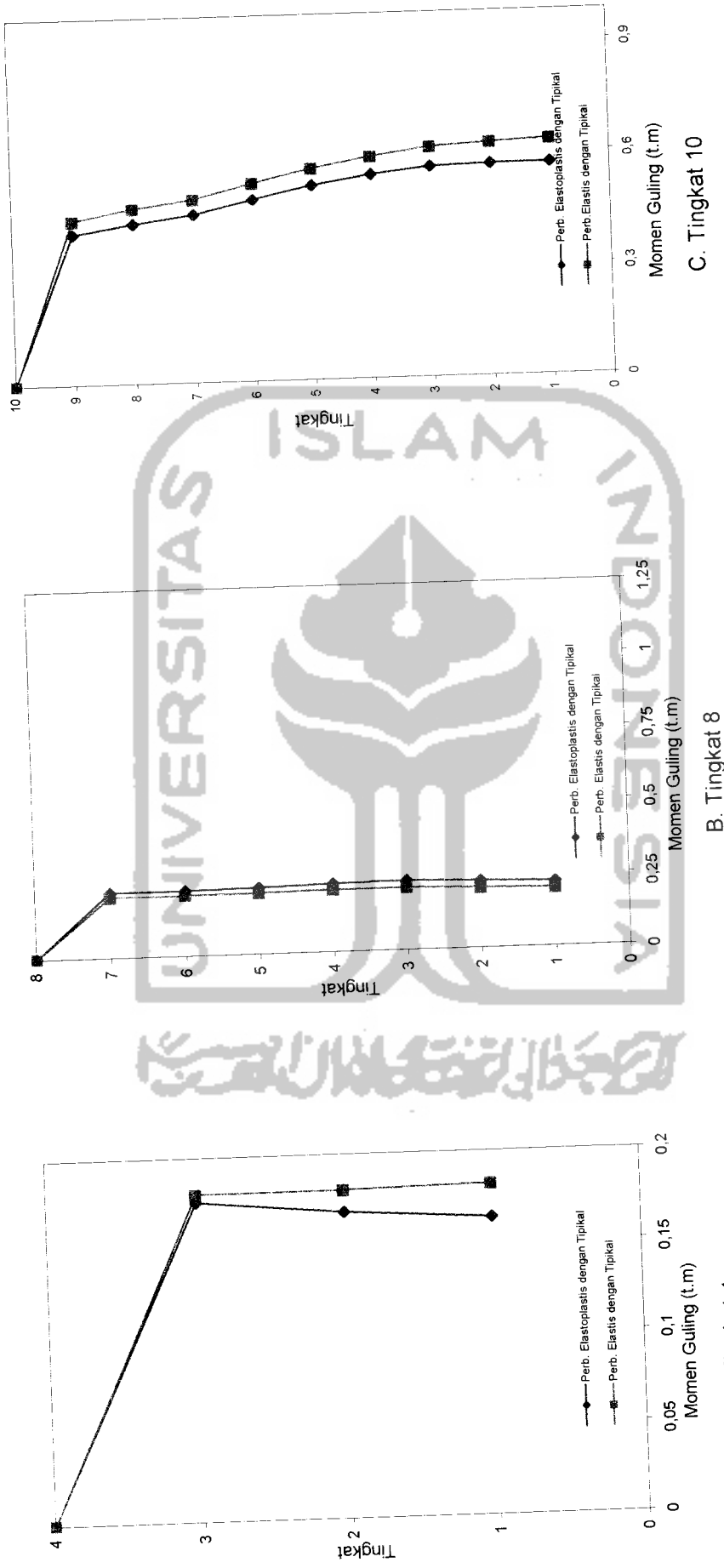
Gambar 5.132 Grafik Ratio Gaya Geser Tingkat Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Koyna

5.5.5 Momen Guling Tingkat.

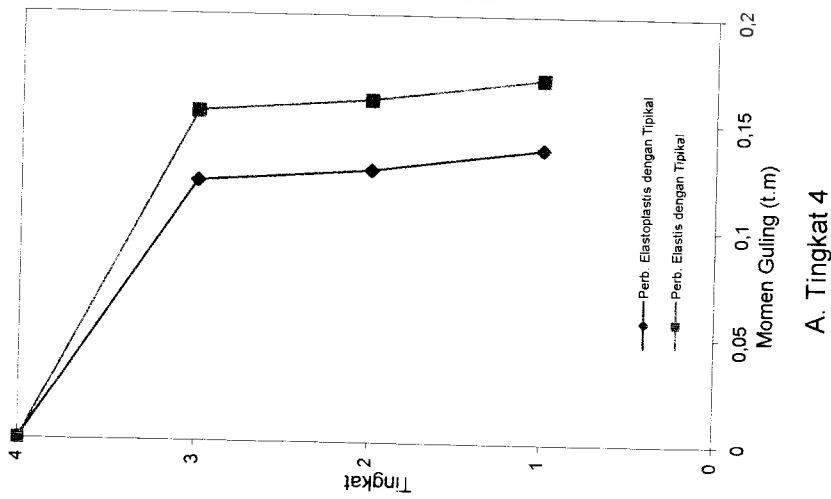
Dengan memperhatikan grafik momen guling tingkat maksimum pada **Gambar 5.133** sampai dengan **Gambar 5.135** maka,

Pada **Gambar 5.133** sampai **Gambar 5.135** dapat dilihat bahwa momen guling pada tingkat paling atas adalah nol hal ini dikarenakan momen guling merupakan perkalian antara gaya horisontal dengan tinggi tingkat yang bersangkutan. Dengan demikian semakin kecil gaya horisontal maka momen guling yang dihasilkan ikut mengecil.

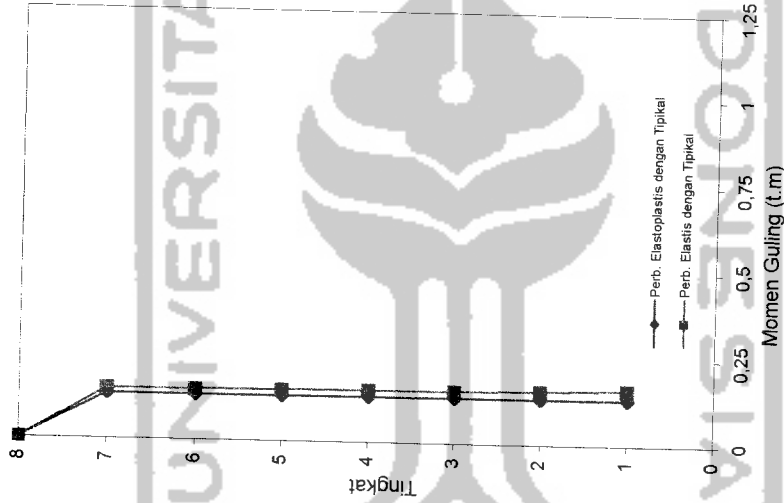
Untuk struktur 4, 8, dan 10 tingkat baik yang dikenai gempa elcentro, santacruz maupun koyna rasio momen guling antara bangunan dengan *base isolation* (elastoplastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) lebih kecil daripada rasio simpangan antar tingkat bangunan dengan *base isolation* (elastis), tetapi untuk struktur 8 tingkat yang dikenai gempa elcentro rasio momen guling antara bangunan dengan *base isolation* (elastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) lebih besar daripada rasio momen guling antara bangunan dengan *base isolation* (elastoplastis) dan bangunan tanpa *base isolation* (tipikal) walaupun selisihnya sangat kecil.



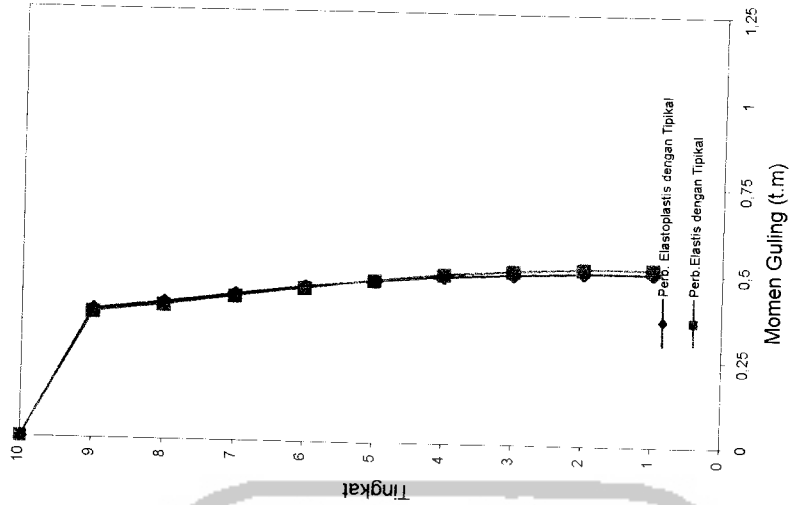
Gambar 5.133 Grafik Ratio Momen Guling Tingkat Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Elcentro



A. Tingkat 4

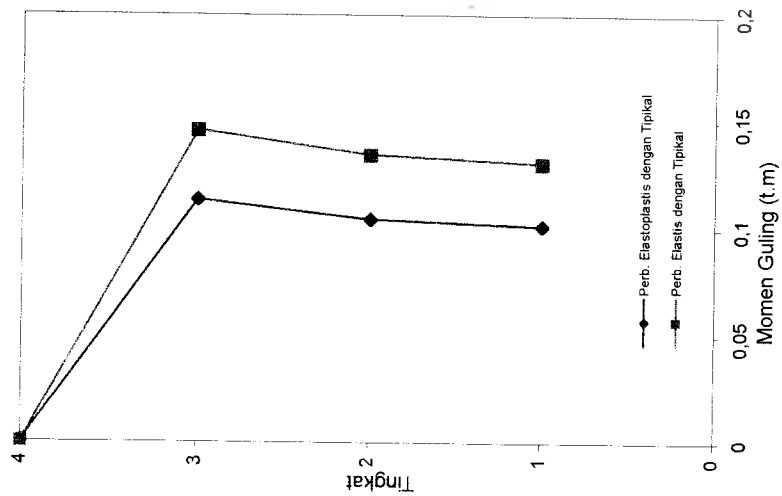


B. Tingkat 8

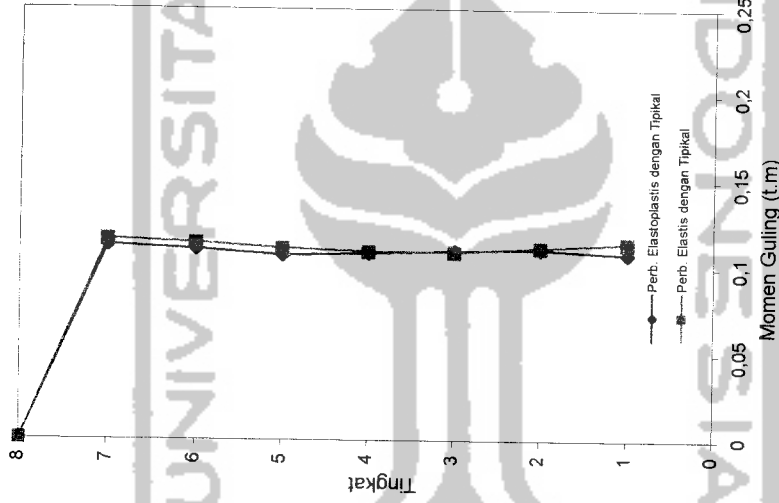


C. Tingkat 10

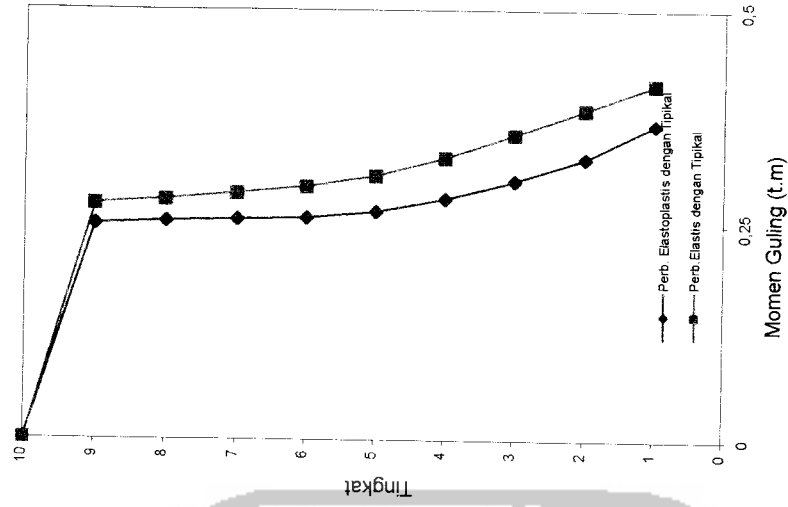
Gambar 5.134 Grafik Ratio Momen Guling Tingkat Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Santacruz



A. Tingkat 4



B. Tingkat 8



C. Tingkat 10

Gambar 5.135 Grafik Ratio Momen Guling Tingkat Antara Bangunan dengan Base Isolation dan Tanpa Base Isolation Akibat Gempa Koyna