

BAB V

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

Dalam menganalisis penelitian ini kami menggunakan program PROGSIP 2006 yang merupakan modifikasi dari PROGSIP 2004 dari penelitian Tugas Akhir Terdahulu. Program ini merupakan program yang dibuat dengan bahasa *Microsoft Visual Basic 6.0* merupakan salah satu alat bantu untuk mempermudah perhitungan. Program ini mengaplikasikan hitungan manual yang telah dijelaskan pada landasan teori. Input dalam ProgSip 2006 berupa massa, jumlah bentang, skala gempa, lebar bentang tepi dan bentang tengah, jarak antar tingkat, ukuran kolom tepi dan tengah, data percepatan gempa, dumping rasio, dan file tempat menyimpan hasil. Perhitungan analisa dinamik pertama adalah menghitung kekakuan dan *mode shape*, selanjutnya setelah *mode shape* didapatkan kemudian dilanjutkan dengan menghitung simpangan netto, simpangan antar tingkat (*Interstorey Drift*), Gaya horizontal tingkat (F), gaya horizontal tingkat kumulatif (V) dan momen guling yang semuanya itu merupakan respon struktur akibat beban dinamik berupa percepatan tanah (gempa). Setelah perhitungan selesai, lalu dibuat grafik.

Hal di atas dihitung dengan memvariasikan dari data yang sudah ada. Variasi-variasi perhitungan dalam tugas akhir ini terdiri dari variasi beban gempa, yaitu variasi beban gempa Bucharest, gempa Elcentro, gempa Gilroy dan gempa Koyna. Variasi yang lainnya adalah dengan memvariasikan tinggi tingkat struktur

yaitu dengan mengambil struktur 7 tingkat, struktur 10 tingkat, struktur 15 tingkat dan struktur 20 tingkat. Sedangkan struktur tersebut di atas dibedakan menjadi beberapa jenis struktur setback sesuai dengan banyaknya pengurangan muka lantainya.

Dalam menganalisis kami membandingkan hasil perhitungan secara manual dengan hasil perhitungan yang menggunakan program PROGSIP 2006. Dari hasil perbandingan kita dapat mencari tingkat ketelitian dari masing-masing cara perhitungan. Analisis ini juga membandingkan hasil perhitungan bangunan tipikal dengan bangunan setback.

5.2 Perhitungan Massa dan Kekakuan Struktur

Dalam perhitungan diperlukan penyederhanaan-penyederhanaan sehingga muncul asumsi/anggapan-anggapan. Anggapan yang dipakai dalam penelitian ini adalah *lumped mass* dan *shear building*. Dengan anggapan tersebut maka massa dihitung pada tiap tingkat dan menggumpal di tengah bentang. Sedangkan kekakuan dihitung dengan prinsip *Shear Building* (secara parallel) dimana kekakuan tiap tingkat merupakan penjumlahan dari kekakuan tiap kolom.

Data massa struktur diambil dari penelitian Tugas Akhir Joni Irawan (2001). Adapun hasil perhitungan massa dapat dilihat pada table 5.1 di bawah ini:

Tabel 5.1 Hasil perhitungan massa

- Struktur bangunan **tingkat 7**

No	Tingkat	Massa (kg.dt ² /cm)
1	1, 2, 3, 4, 5, 6	64,5351
2	7	31,3866

- Struktur bangunan **tingkat 10**

No	Tingkat	Massa (kg.dt ² /cm)
1	1	97,27216
2	2, 3, 4	100,38139
3	5, 6, 7, 8, 9	97,27216
4	10	60,59232

- Struktur bangunan **tingkat 15**

No	Tingkat	Massa (kg.dt ² /cm)
1	1	129,71625
2	2, 3, 4, 5	136,20506
3	6, 7, 8, 9	129,71625
4	10, 11, 12, 13, 14	122,14596
5	15	80,32943

- Struktur Bangunan **tingkat 20**

No	Tingkat	Massa (kg.dt ² /cm)
1	1	648,5813
2	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	681,0253
3	10, 11, 12, 13, 14	648,5813
4	15, 16, 17, 18, 19	610,7298
5	20	401,6472

Perhitungan kekakuan menggunakan prinsip *shear building* dimana kolom tidak dipengaruhi oleh balok yang menghubungkan kolom-kolom yang ada. Kekakuan kolom dapat dihitung dengan persamaan (3.7). Berdasarkan persamaan tersebut maka kekakuan dapat dihitung sebagai berikut,

$$K = \frac{12EI}{H^3} \quad \text{dan} \quad I = \frac{1}{12} * b * h^3$$

Dengan nilai $E = 2,0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ dan $H = 400 \text{ cm}$

$$K_{\text{tepi}} = \frac{12 * 2,0 \times 10^5 * 4,167 \times 10^5}{(400)^3} = 15625 \text{ kg/cm}$$

$$K_{\text{tengah}} = \frac{12 * 2.0 \times 10^5 * 4,167 \times 10^5}{(400)^3} = 15625 \text{ kg/cm}$$

$$K_{\text{total}} = \Sigma K_{\text{tepi}} + \Sigma K_{\text{tengah}} = 78125 \text{ kg/cm}$$

Hasil perhitungan tentang kekakuan disajikan pada tabel 5.2 berikut,

Tabel 5.2 Hasil perhitungan kekakuan struktur

- Struktur tingkat 7

Tipe Struktur	Tingkat	Kekakuan (kg/cm)
Tipikal	1 - 7	78125
Setback 1	1 - 7	78125
Setback 2	1 - 7	78125
Setback 3	1 - 7	78125

- Struktur tingkat 10

Tipe Struktur	Tingkat	Kekakuan (kg/cm)
Tipikal	1 - 10	135000
Setback 1	1 - 10	135000
Setback 2	1 - 10	135000
Setback 3	1 - 10	135000
Setback 4	1 - 10	135000

- Struktur tingkat 15

Tipe Struktur	Tingkat	Kekakuan (kg/cm)
Tipikal	1 - 15	375156.25
Setback 1	1 - 15	375156.25
Setback 2	1 - 15	375156.25
Setback 3	1 - 15	375156.25
Setback 4	1 - 15	375156.25
Setback 5	1 - 15	375156.25
Setback 6	1 - 15	375156.25

- Struktur tingkat 20

Tipe Struktur	Tingkat	Kekakuan (kg/cm)
Tipikal	1 - 20	321562.5
Setback 1	1 - 20	321562.5
Setback 2	1 - 20	321562.5
Setback 3	1 - 20	321562.5
Setback 4	1 - 20	321562.5
Setback 5	1 - 20	321562.5
Setback 6	1 - 20	321562.5
Setback 7	1 - 20	321562.5
Setback 8	1 - 20	321562.5
Setback 9	1 - 20	321562.5

5.3 Analisis Respon Struktur Akibat Beban Gempa

Analisis respon struktur akibat beban gempa merupakan plot nilai-nilai yang dihasilkan oleh program PROGSIP 2006 yang sudah dimasukkan data percepatan gempa. Data percepatan gempa yang digunakan dalam penelitian ini adalah gempa Bucharest mewakili gempa dengan frekuensi rendah, gempa El Centro dan gempa Gilroy mewakili gempa dengan frekuensi sedang, dan gempa Koyna mewakili gempa dengan frekuensi tinggi.

Analisa pada penelitian ini ditinjau dari kontribusi perhitungan *mode shape*, simpangan struktur, simpangan antar tingkat, gaya horizontal tingkat, gaya horizontal tingkat kumulatif dan momen guling.

5.4 Pembahasan

Pada pembahasan akan ditinjau lebih jauh mengenai hal-hal yang didapatkan pada analisa respon struktur akibat beban gempa yang merupakan plot dari nilai-nilai yang dihasilkan oleh program PROGSIP 2006. Sejauh mana tingkat toleransi bangunan setback dengan acuan bangunan tipikal terhadap percepatan gempa. Dengan menggunakan parameter respons struktur yaitu *mode*

shape, simpangan netto, simpangan antar tingkat(*interstorey drif*), gaya horizontal tingkat, gaya geser tingkat dan momen guling. Selain itu juga terhadap percepatan gempa yang berbeda. gempa yang dipakai dalam penelitian ini adalah gempa *Bucharest*, gempa *El Centro*, gempa *Gilroy* dan gempa *Koyna*. Gempa-gempa tersebut adalah perwakilan dari gempa rendah, sedang dan tinggi.

5.4.1 Kontribusi Mode Shape, Partisipasi Mode, Modal Effective(E_w dan E_m)

a. Mode Shape

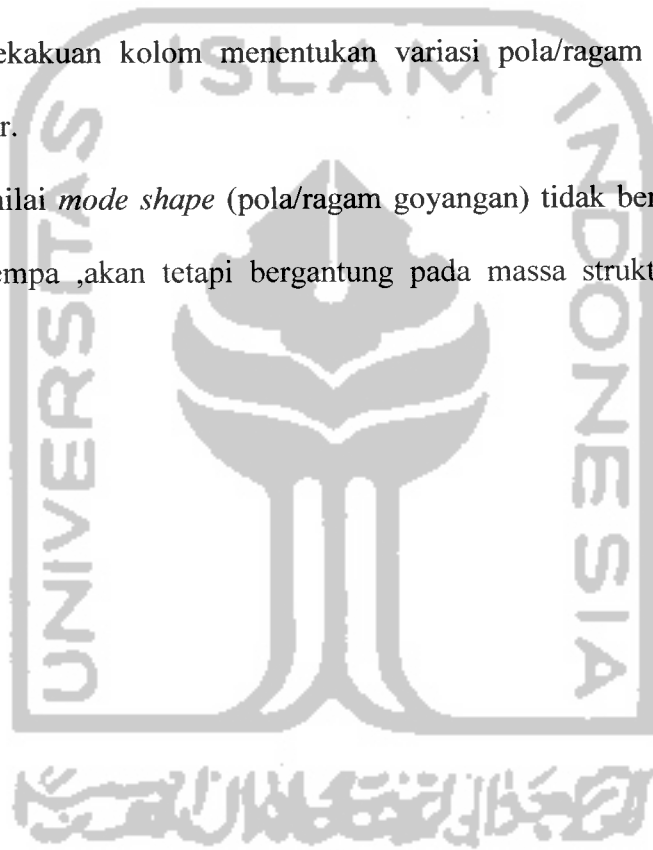
Mode shape merupakan ragam pola goyangan dari suatu struktur dan digunakan sebagai salah satu parameter dalam membandingkan bangunan tipikal dengan bangunan setback vertikal. Dihitung berdasarkan atas persamaan (3.20) sampai dengan persamaan (3.23).

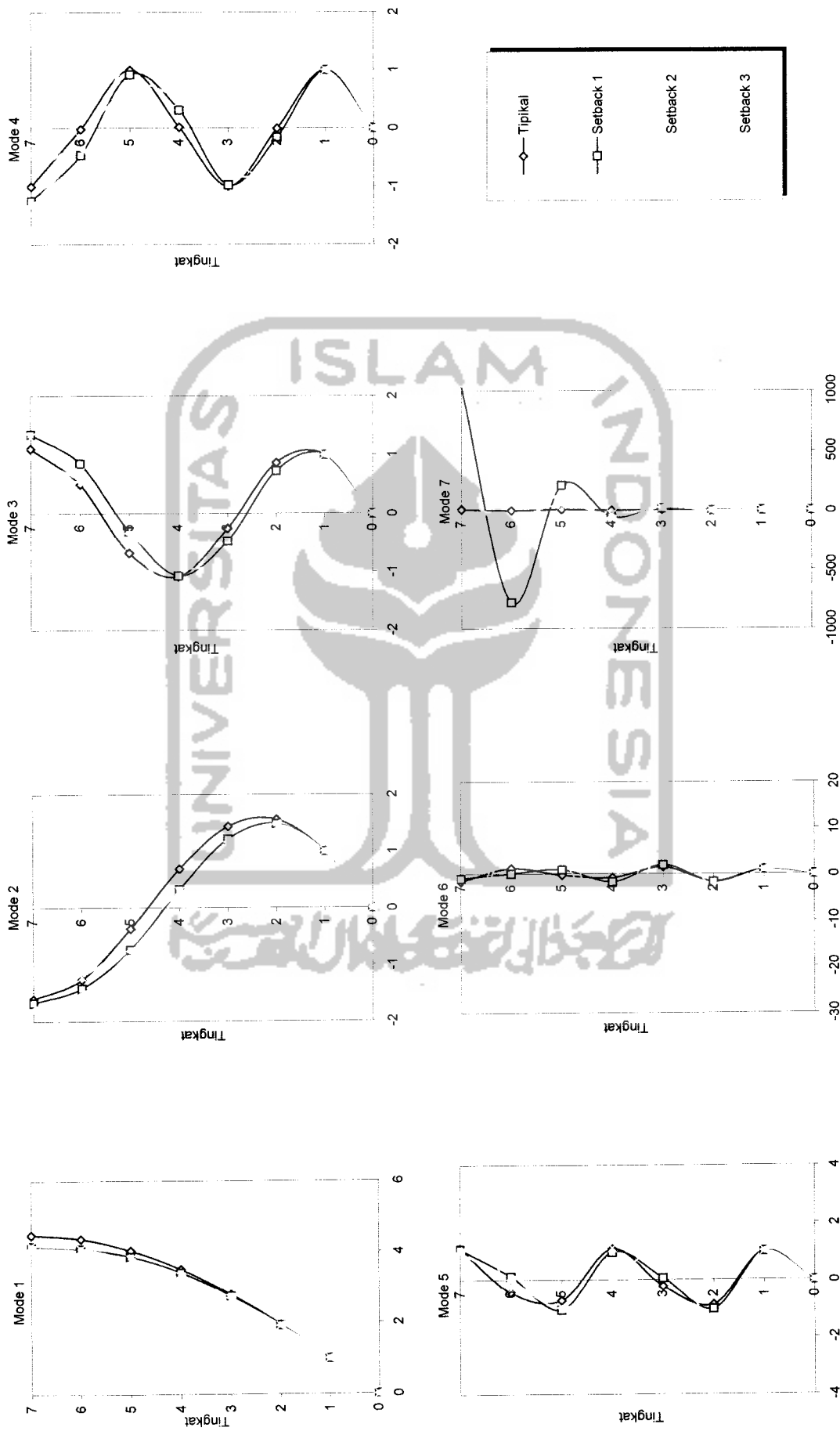
Dalam program PROGSIP 2006 ini, sebagai langkah awal adalah menghitung mode shape. Mode shape struktur tingkat 7, 10, 15 dan 20 disajikan pada Gambar 5.1 sampai dengan Gambar 5.4. Dari hasil grafik mode shape pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 10, tampak bahwa kecenderungan nilai mode-mode dari struktur bangunan tipikal sampai setback yang paling kritis semakin mengecil baik untuk bangunan tingkat 7, 10, 15 dan 20, hal ini dipengaruhi karena adanya pengurangan muka lantai secara vertikal (setback vertikal). Pada bangunan bertingkat 7, setback 1 mempunyai mode shape paling besar sehingga kemungkinan terjadinya kerusakan juga semakin besar.

Dengan tinjauan tersebut maka nilai mode shape sesudah adanya setback vertikal nilainya akan semakin mengecil. Pada mode kedua dan seterusnya hal serupa juga terjadi.

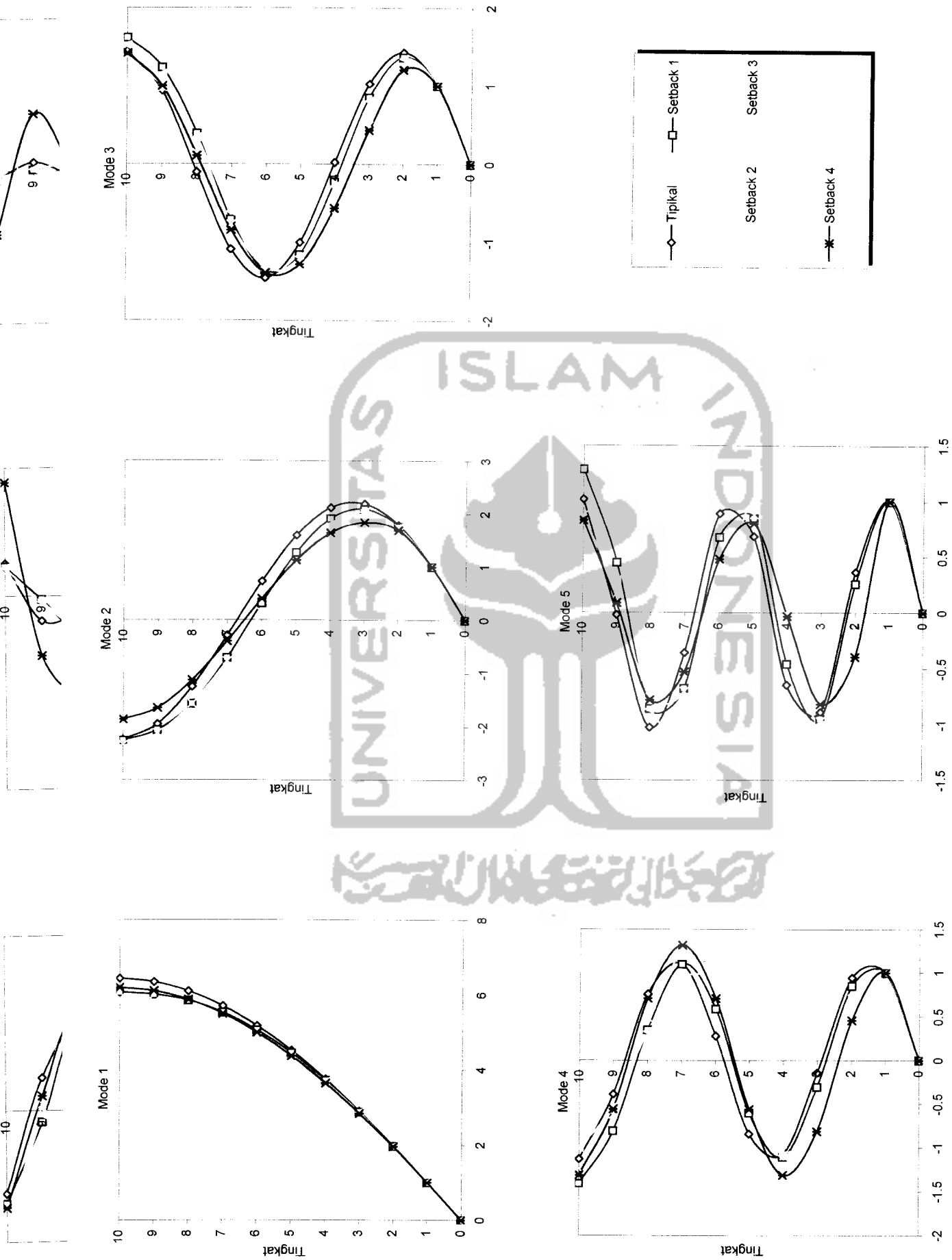
Pada tingkat dimana terjadi pengurangan muka lantai dan secara tidak langsung nilai massa dan kekakuan kolomnya juga akan berkurang (pada tingkat tersebut) maka nilai mode shape menjadi tidak teratur. Dengan kata lain, nilai massa dan kekakuan kolom menentukan variasi pola/ragam goyangan (*mode shape*) struktur.

Nilai-nilai *mode shape* (pola/ragam goyangan) tidak bergantung terhadap percepatan gempa, akan tetapi bergantung pada massa struktur dan kekakuan kolom

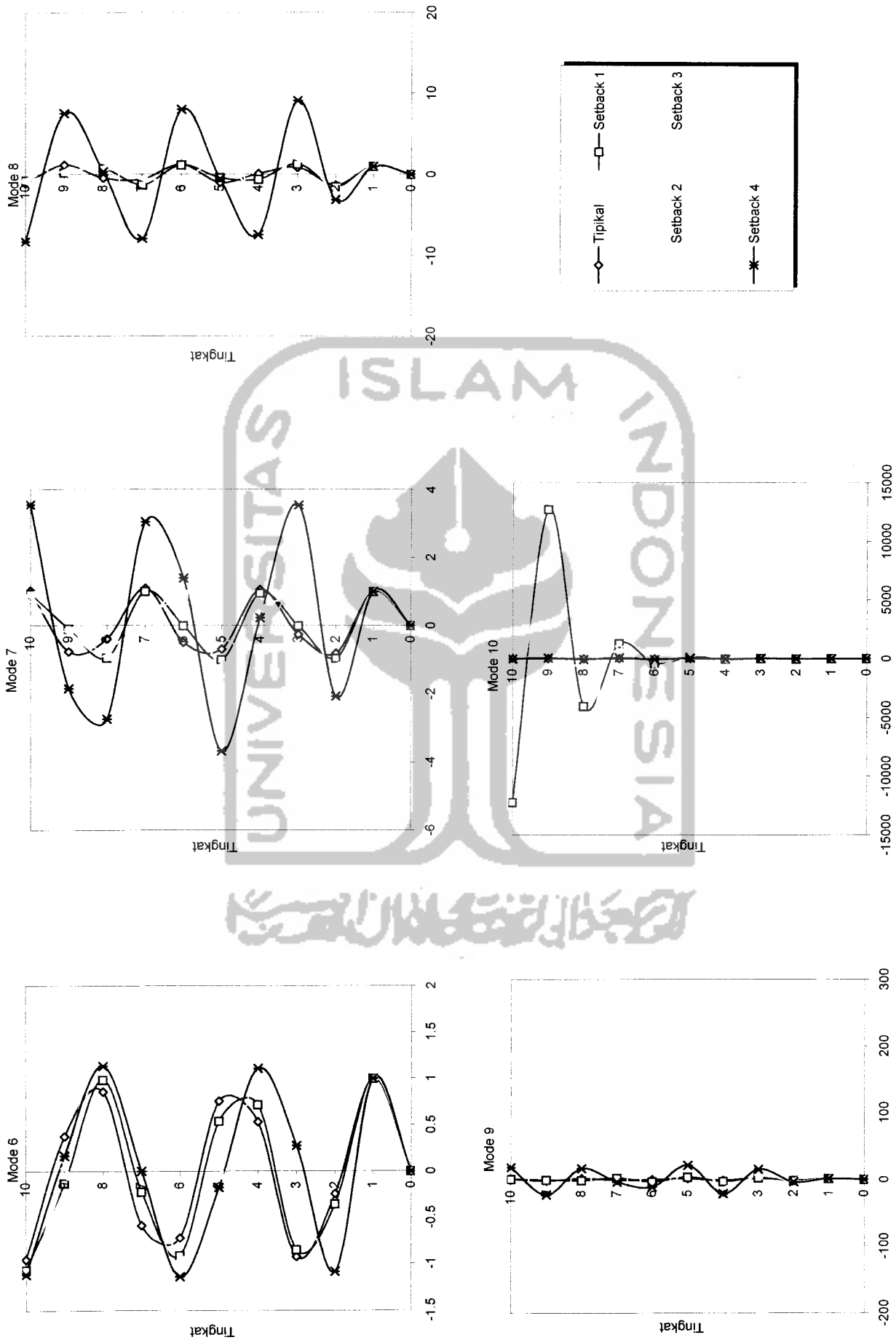




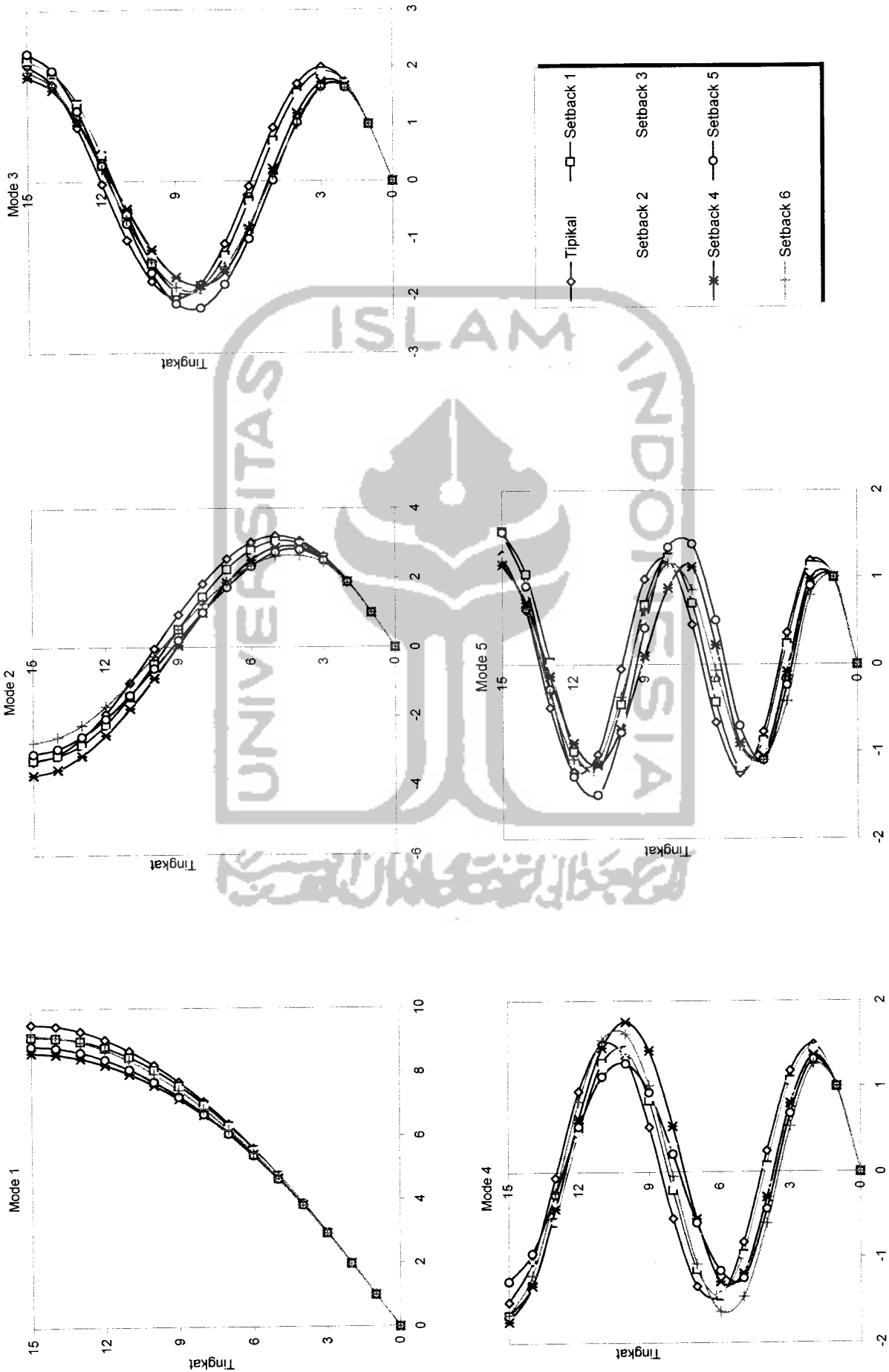
Gambar 5.1 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 7



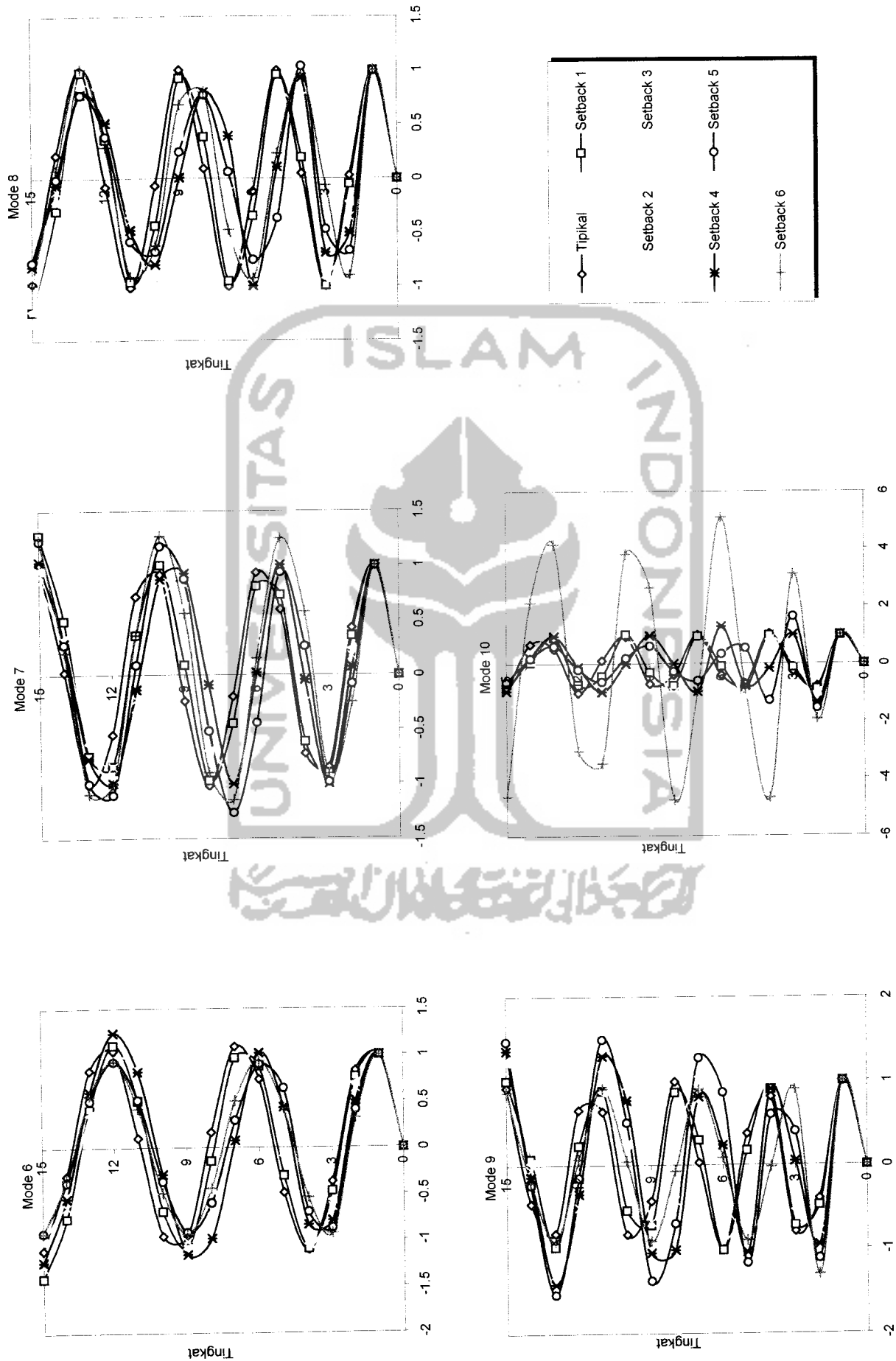
Gambar 5.2 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 10



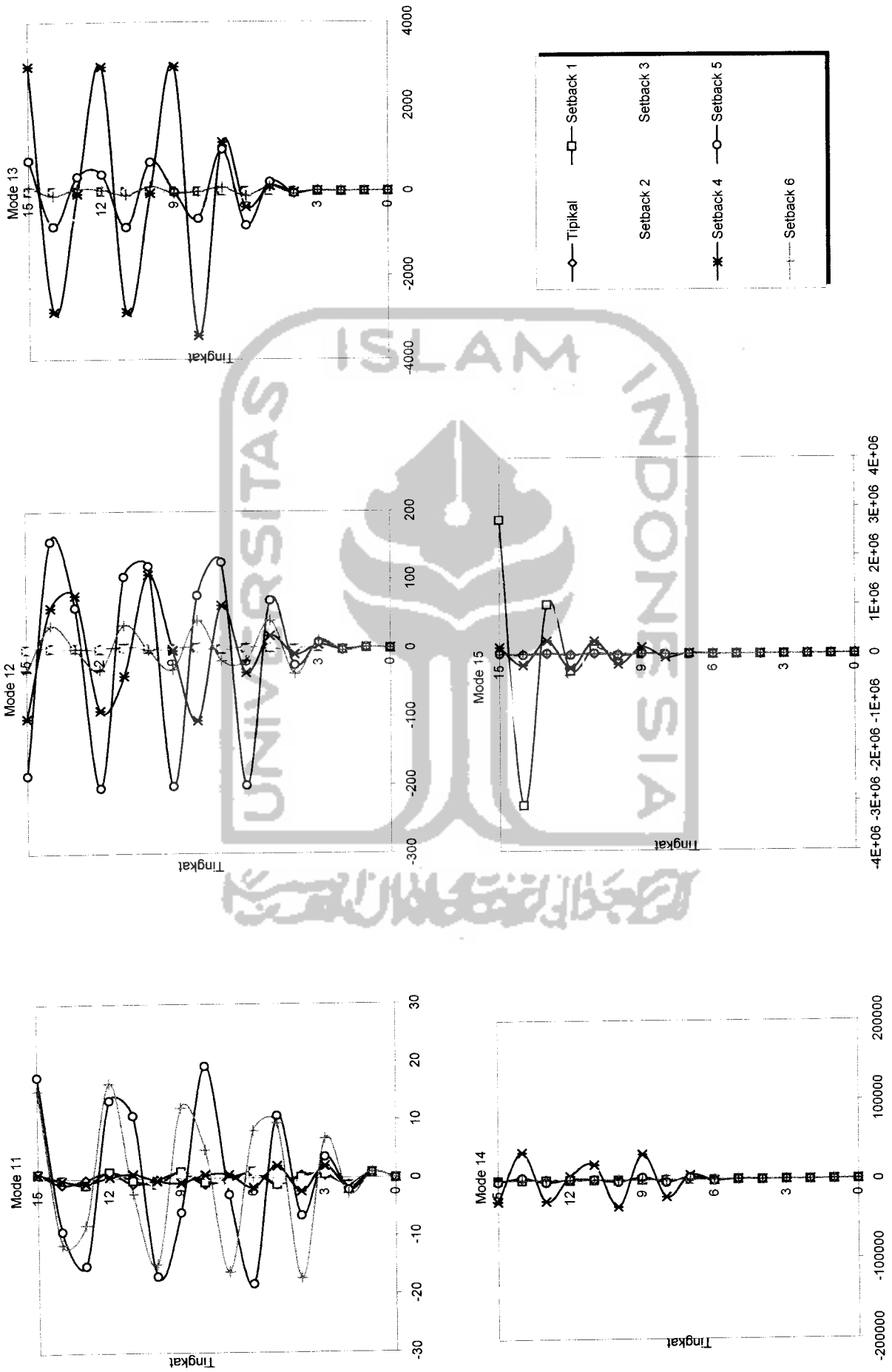
Gambar 5.2 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 10



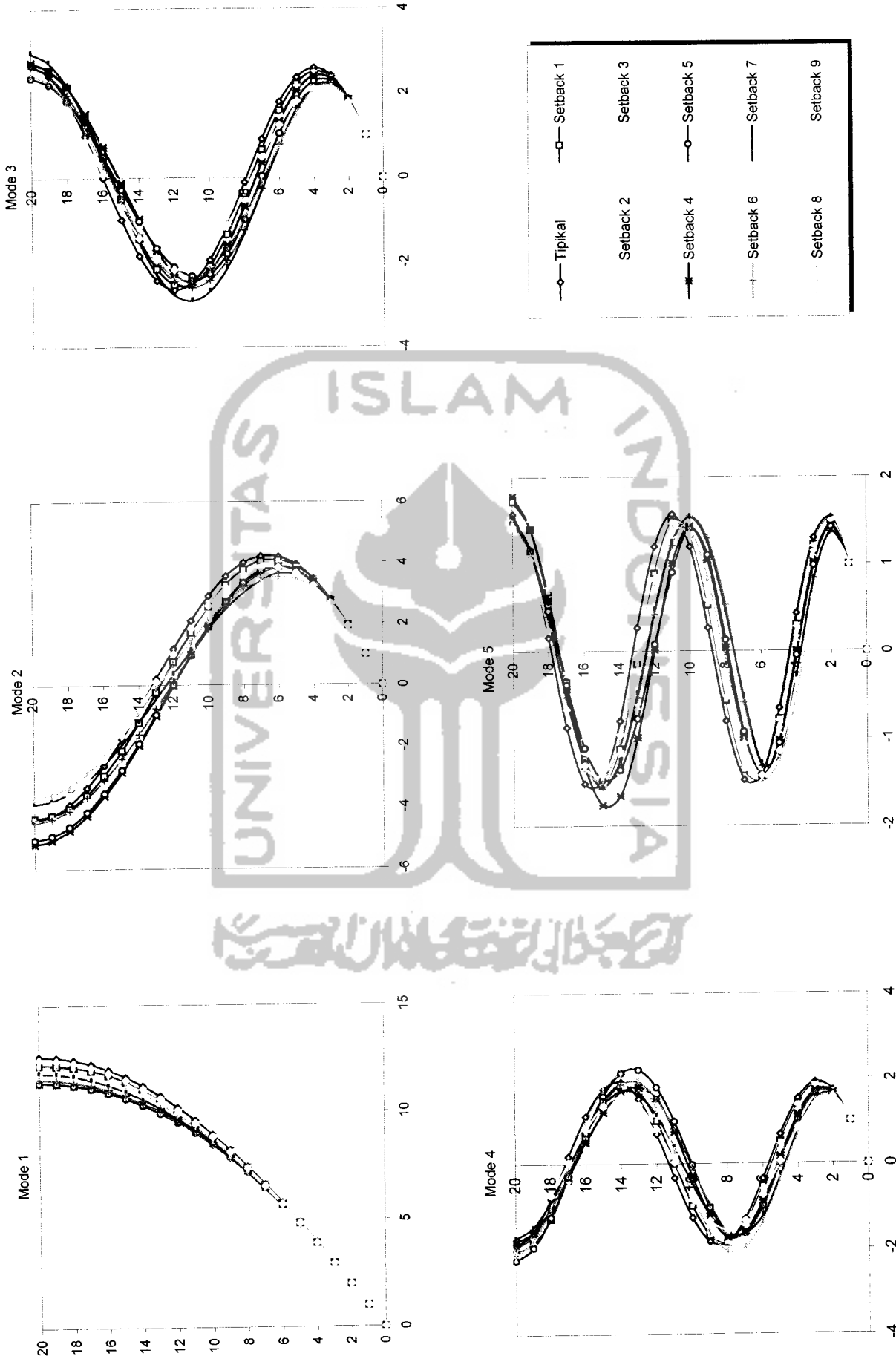
Gambar 5.3 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 15



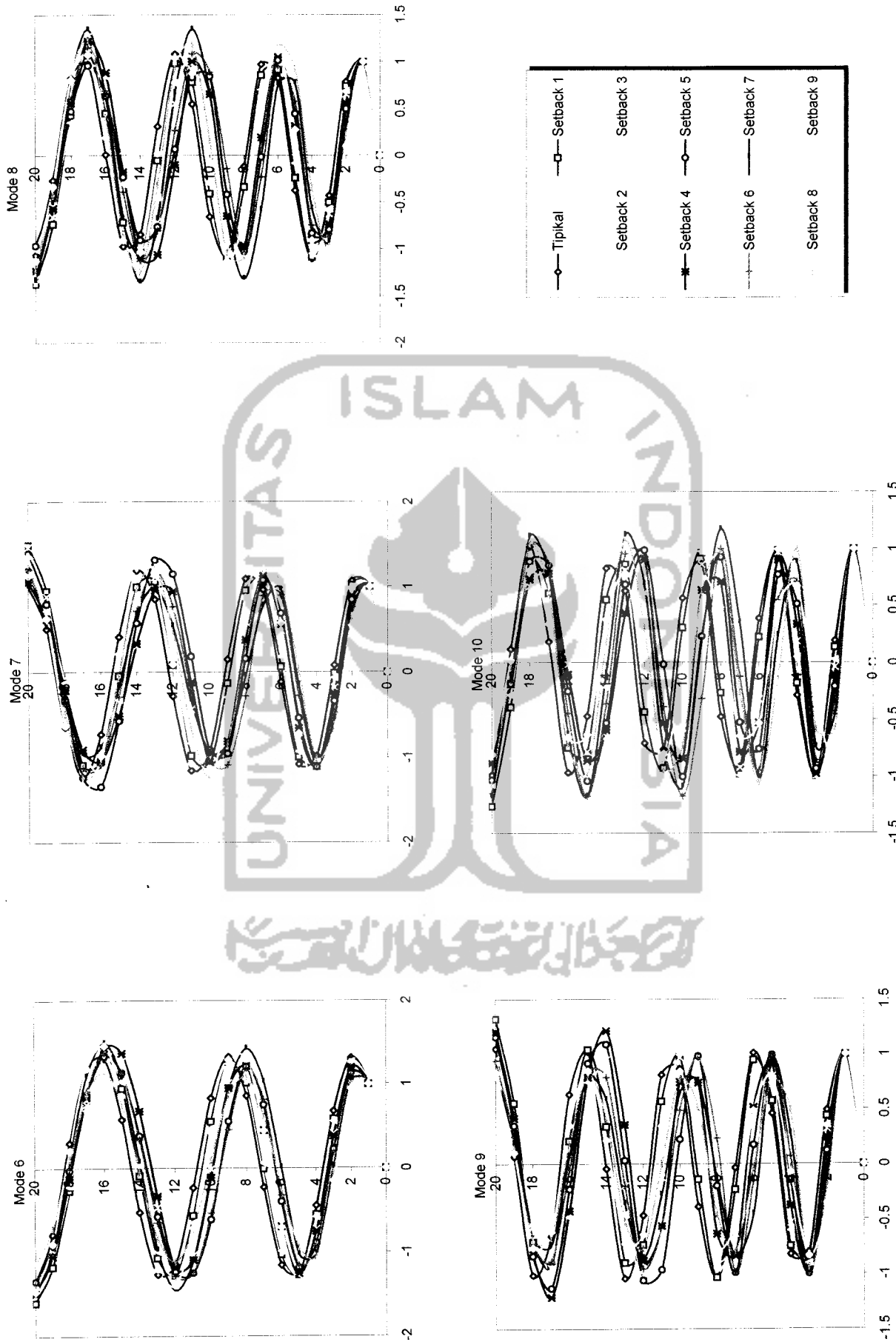
Gambar 5.3 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 15



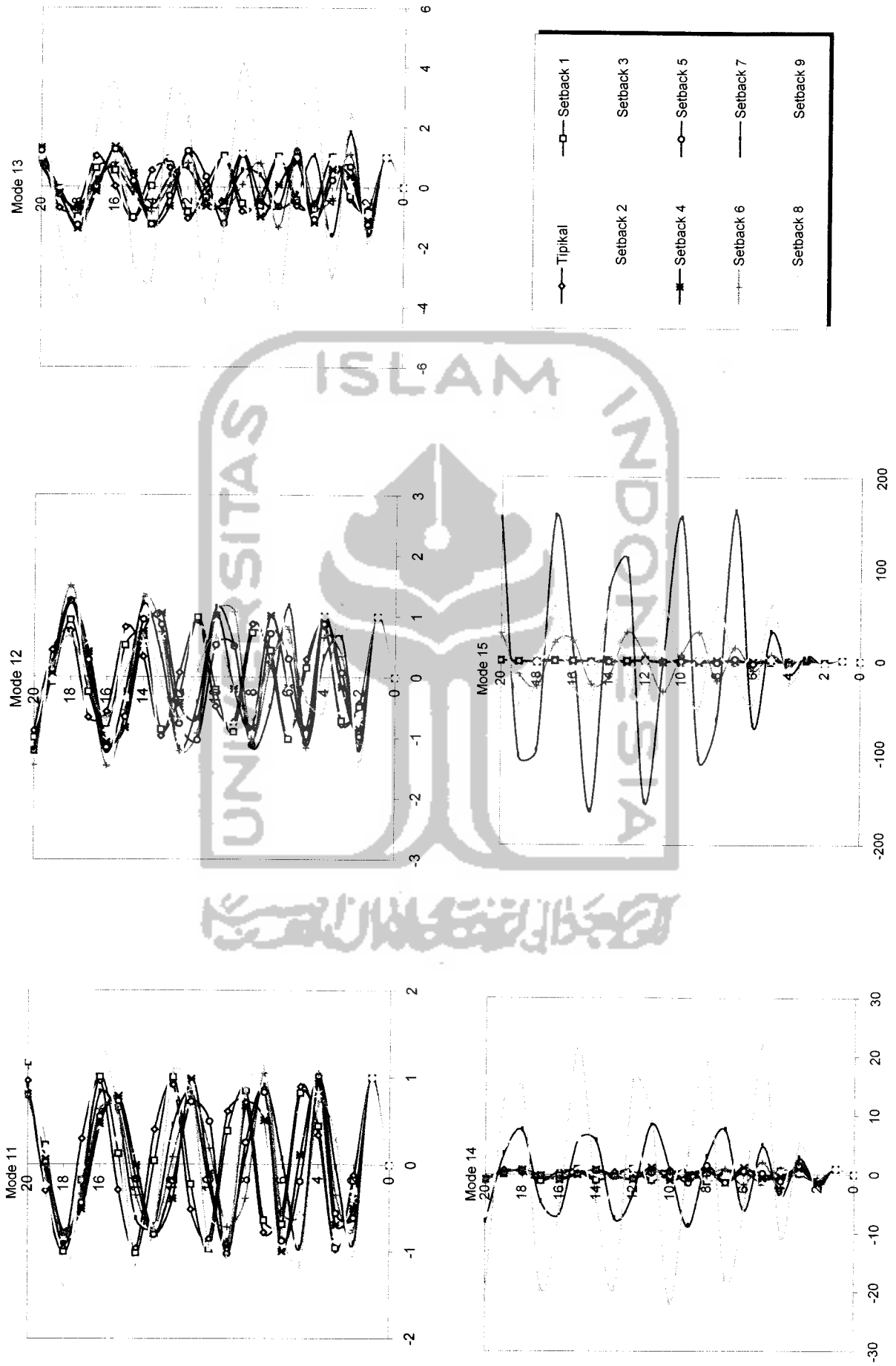
Gambar 5.3 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 15



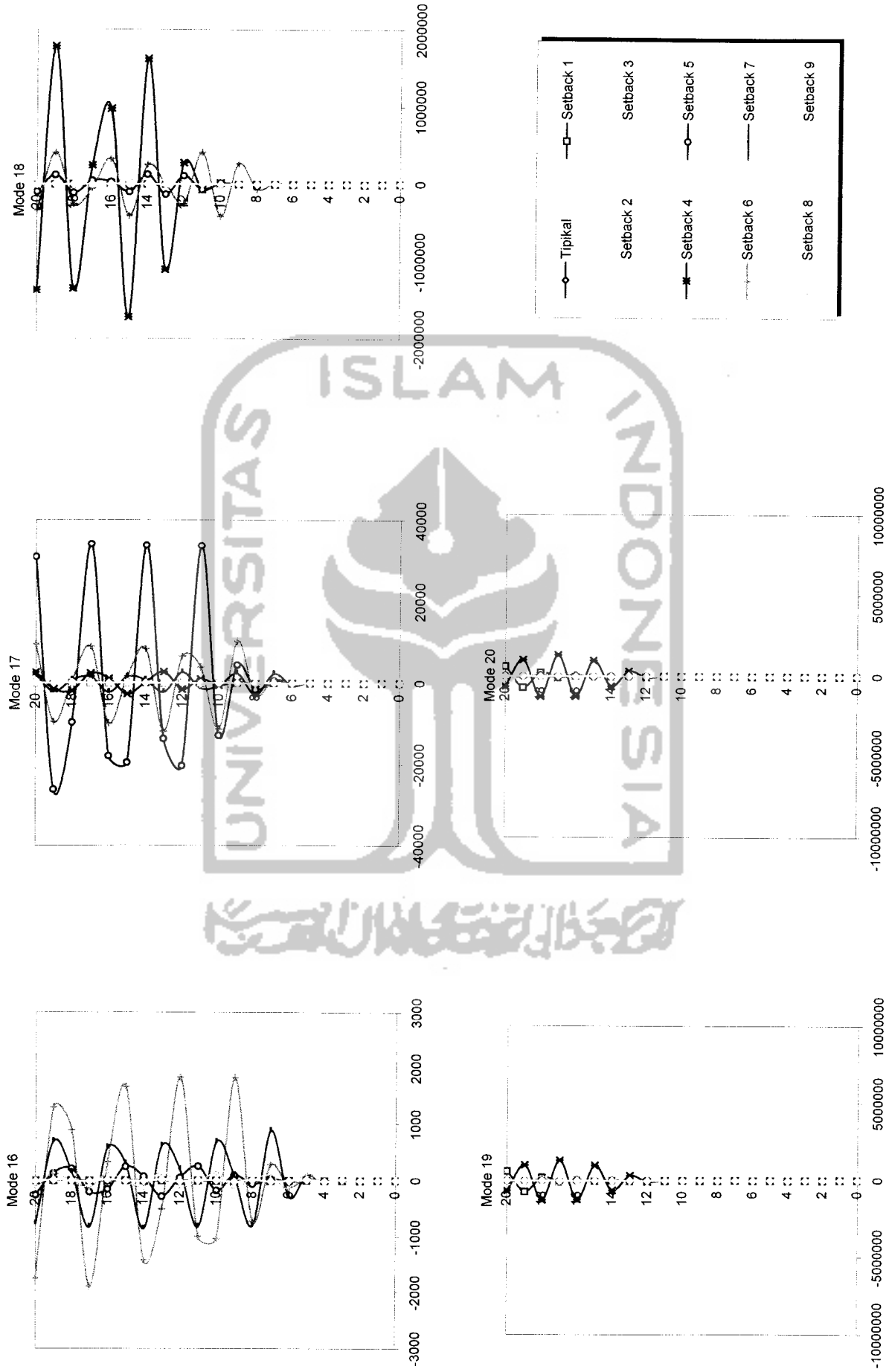
Gambar 5.4 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 20



Gambar 5.4 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 20



Gambar 5.4 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 20



Gambar 5.4 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 20

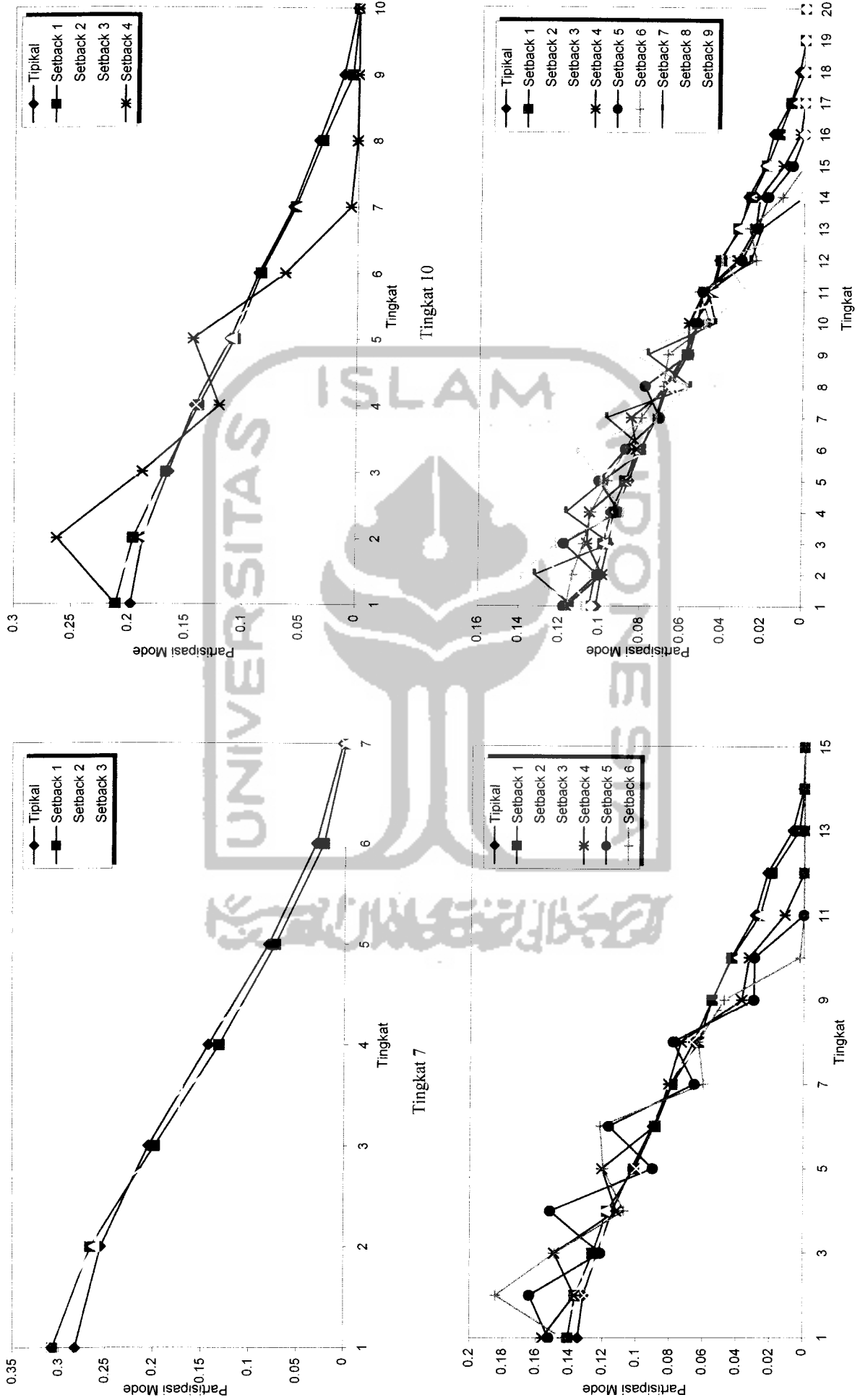
b. Partisipasi Mode

Partisipasi mode merupakan besarnya kontribusi mode dalam menentukan besar simpangan. Partisipasi mode untuk struktur bangunan tingkat 7, 10, 15 dan 20 disajikan pada Gambar 5.5. Dari hasil grafik Gambar 5.6 tampak bahwa semakin tinggi tingkat suatu struktur maka nilai partisipasi mode yang diberikan akan semakin kecil.

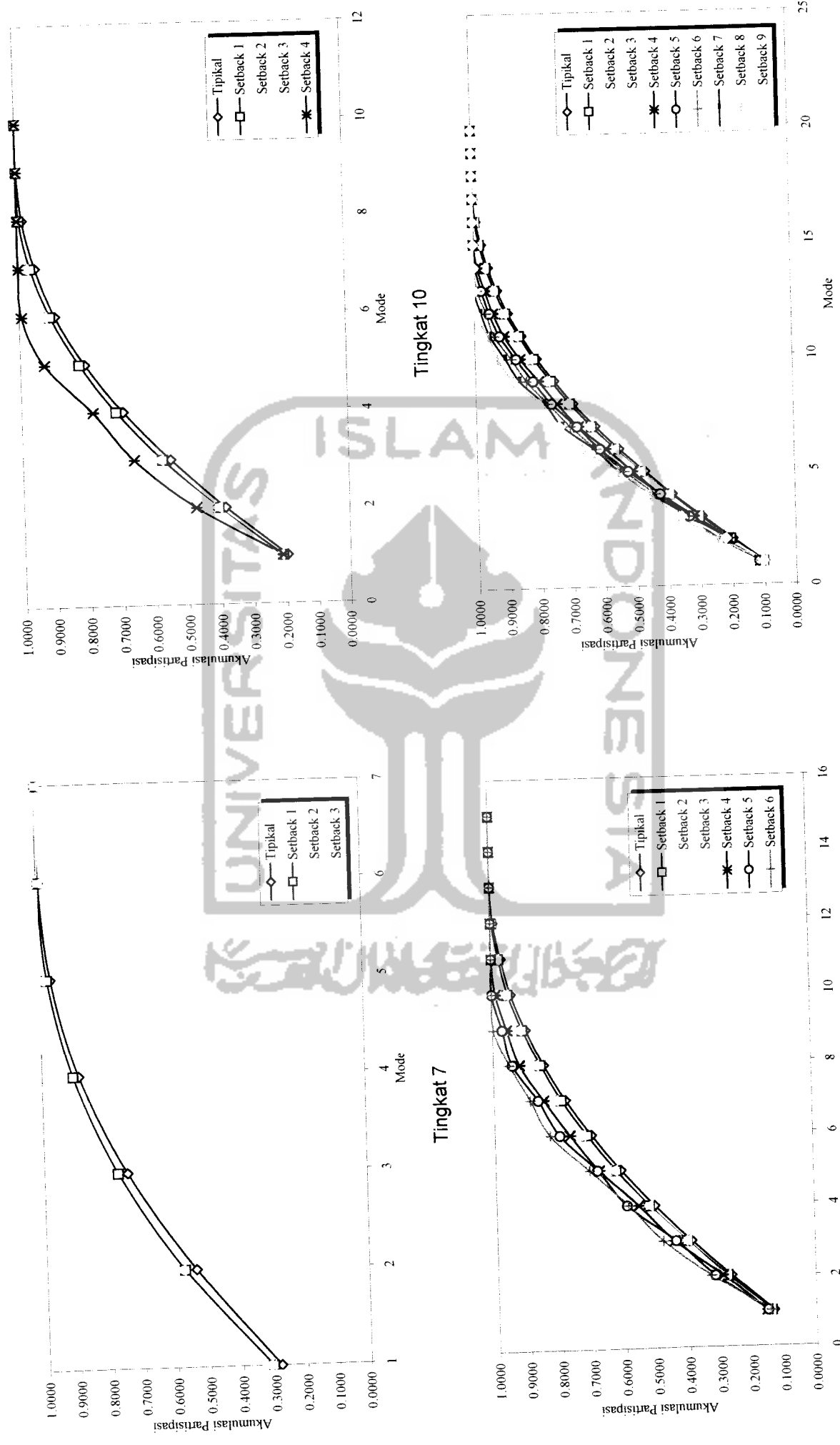
Walaupun dari gambar terlihat bahwa partisipasi mode tidak beraturan tetapi pada bangunan tipikal sampai setback yang paling kritis, nilai mode pertama (pada tingkat paling bawah) memberikan nilai partisipasi mode yang terbesar. Semakin ke atas semakin mengecil. Pada tingkat paling atas mempunyai nilai partisipasi mode mendekati nol. Hal ini disebabkan karena nilai P_j^* sebagai pembilang semakin ke atas semakin mengecil sebab pada tingkat pertama semua nilai mode shape bernilai positif sedangkan untuk tingkat di atasnya terdapat mode shape yang bernilai negatif sehingga jika dikalikan dengan matriks massa akan mengurangi nilai P_j^* itu sendiri.

Nilai partisipasi mode terbesar pada struktur tingkat 7, 10, 15 serta 20 terdapat pada bangunan setback vertikal yang paling kritis. Dari gambar 5.5 juga dapat kita lihat bahwa semakin tinggi suatu bangunan maka mempunyai nilai partisipasi mode yang semakin rapat dan tidak beraturan (fluktuatif).

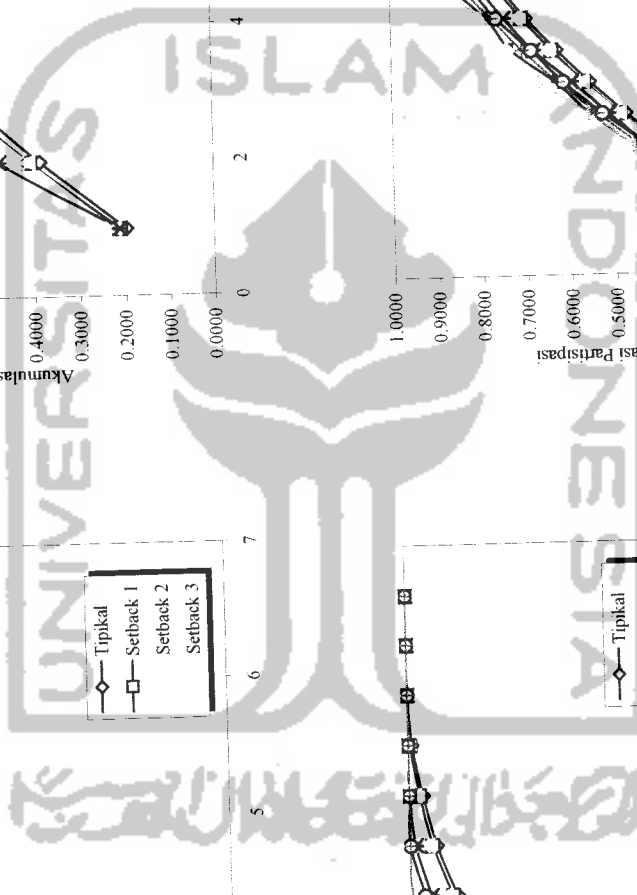
Sebagai bahan koreksinya yaitu akumulasi dari partisipasi setiap mode adalah satu atau nilai partisipasi mode dari suatu bangunan jika dijumlahkan hasilnya adalah satu. Ini berarti nilai partisipasi mode hasil dari perhitungan tersebut benar.



Gambar 5.5 Perbandingan Partisipasi Mode Struktur Bertingkat



Gambar 5.6 Perbandingan Akumulasi Partisipasi Mode Struktur Bertingkat



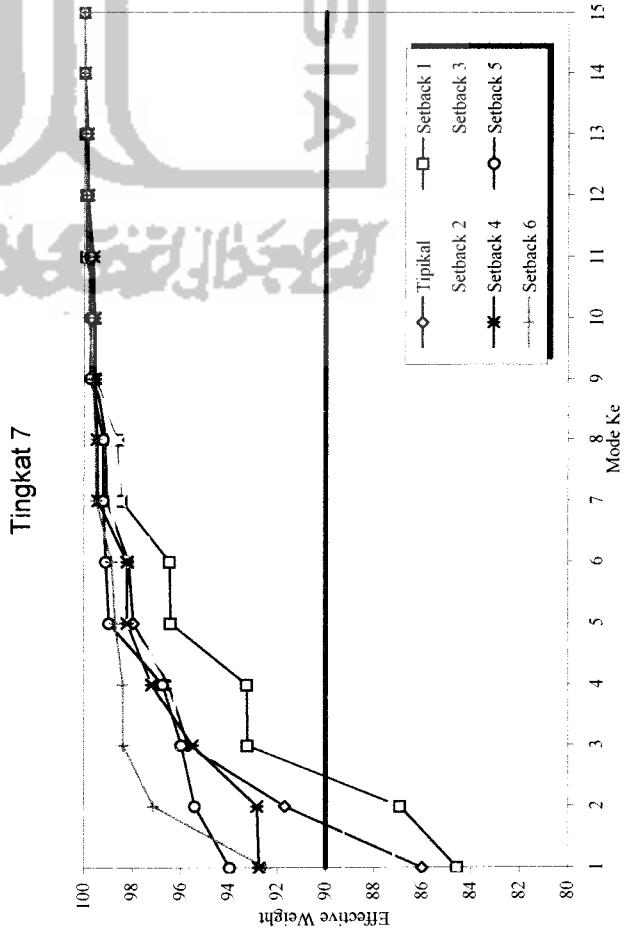
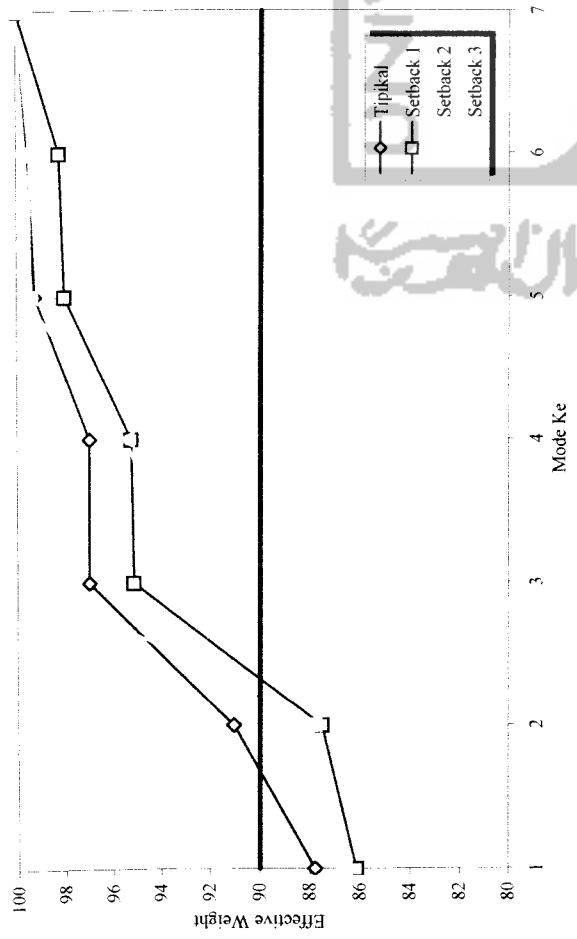
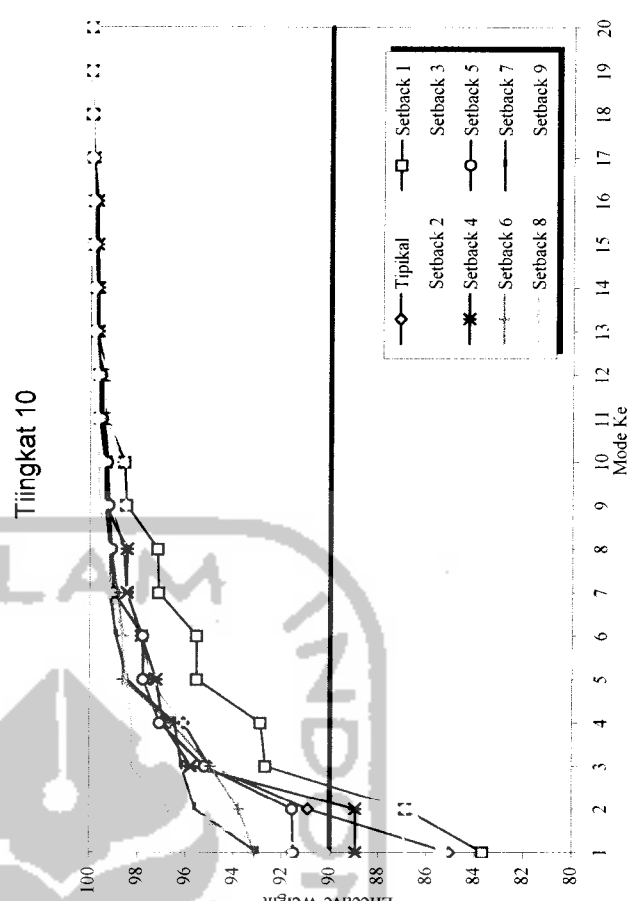
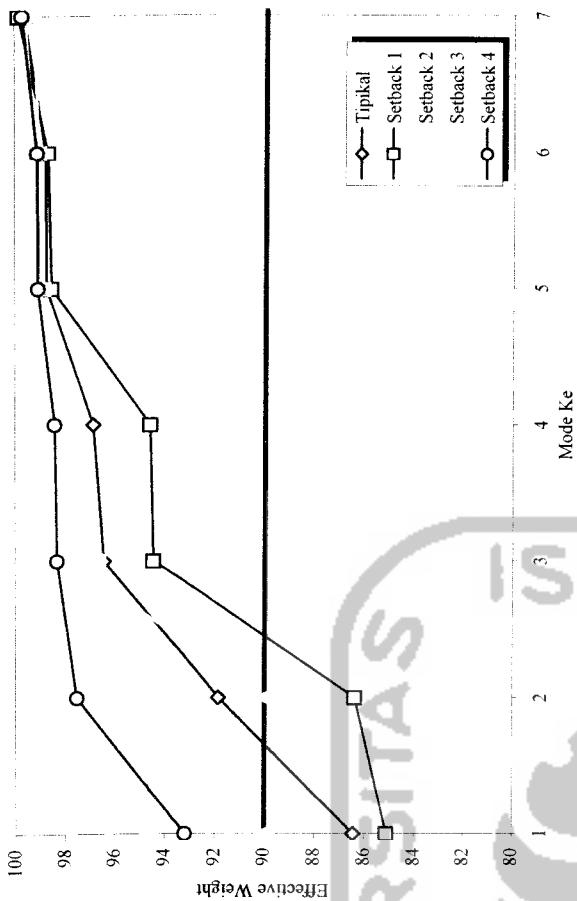
c. Modal Effective

Dari hasil Program PROGSIP 2006 ini dapat disajikan *Modal Effective Weight* dan *Modal Effective Mass* untuk struktur bangunan tingkat 7, 10, 15 dan 20 pada Gambar 5.7 sampai dengan Gambar 5.10.. Dari Gambar 5.7 sampai dengan Gambar 5.10 dapat dilihat bahwa nilai *Modal Effective Weight (Ew)* dan *Modal Effective Mass (Em)* semakin ke atas semakin kecil.

Nilai % jumlah Ew pada mode/tingkat paling atas mempunyai nilai mendekati nol. Untuk struktur bangunan tingkat 7, pada bangunan tipikal mempunyai nilai % jumlah Ew paling besar ditinjau dari mode pertama tetapi pada setback 2 mempunyai nilai % jumlah Ew paling kecil. Dalam *modal effective mass* dan *modal effective weight* sangat dipengaruhi oleh berat dan massa struktur.

Pada struktur bangunan tingkat 7 untuk mencapai 90% pada bangunan Tipikal cukup memperhitungkan mode kedua, sedangkan untuk mencapai 90% pada setback1, setback2 dan setback3 harus memperhitungkan sampai mode ketiga. Pada struktur tingkat 10 untuk mencapai 90% untuk bangunan tipikal memperhitungkan mode kedua, untuk setback1, setback2, setback3 memperhitungkan mode ketiga, sedangkan untuk setback4, setback5 dan setback6 cukup memperhitungkan mode pertama untuk mencapai 90% energi gempa.

Ketidak teraturan tersebut sangat dipengaruhi oleh spektrum respon yang sangat fluktuatif, dimana pada periode getar (T) yang semakin besar belum tentu mempunyai nilai spektrum respon yang semakin besar secara regular maupun mengecil secara regular.



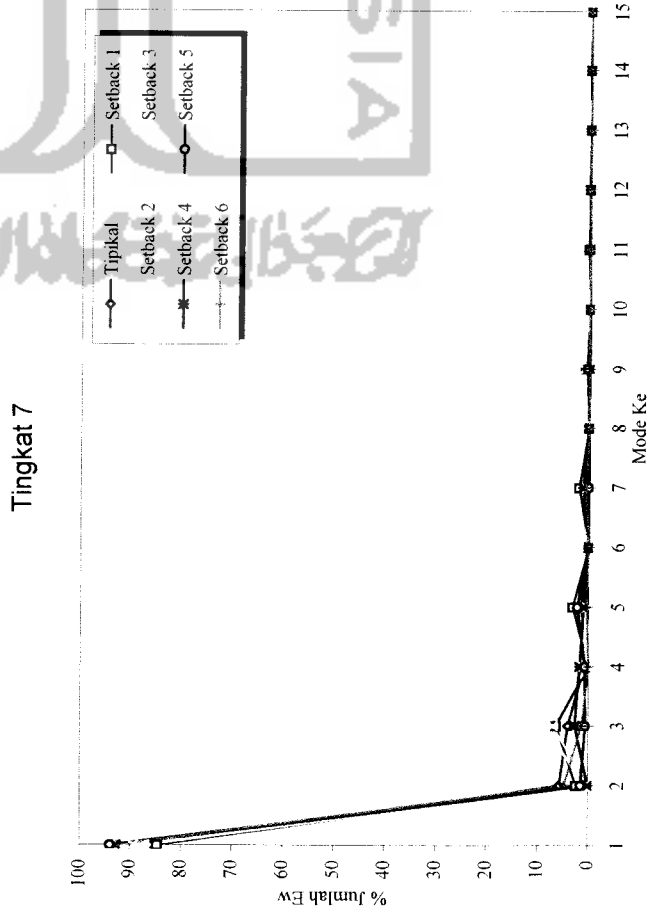
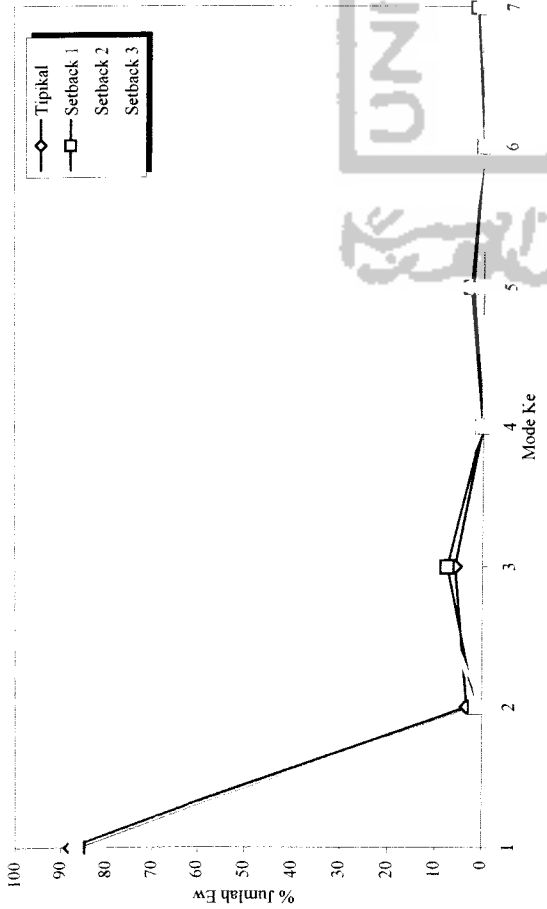
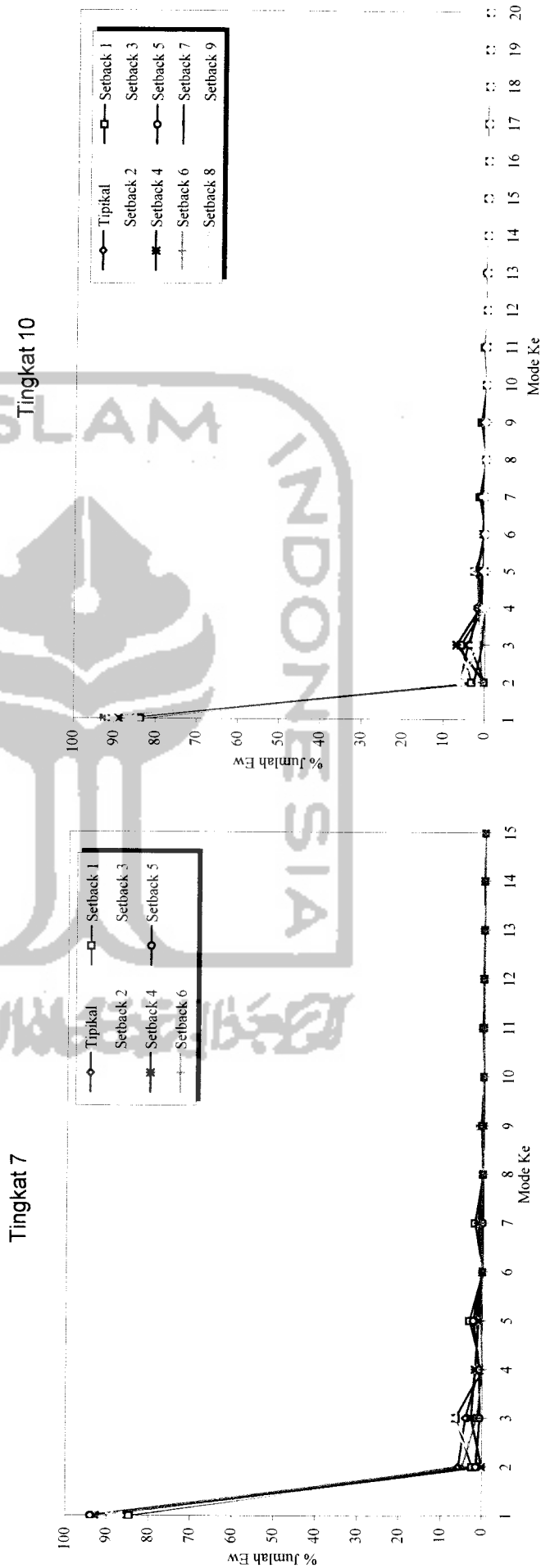
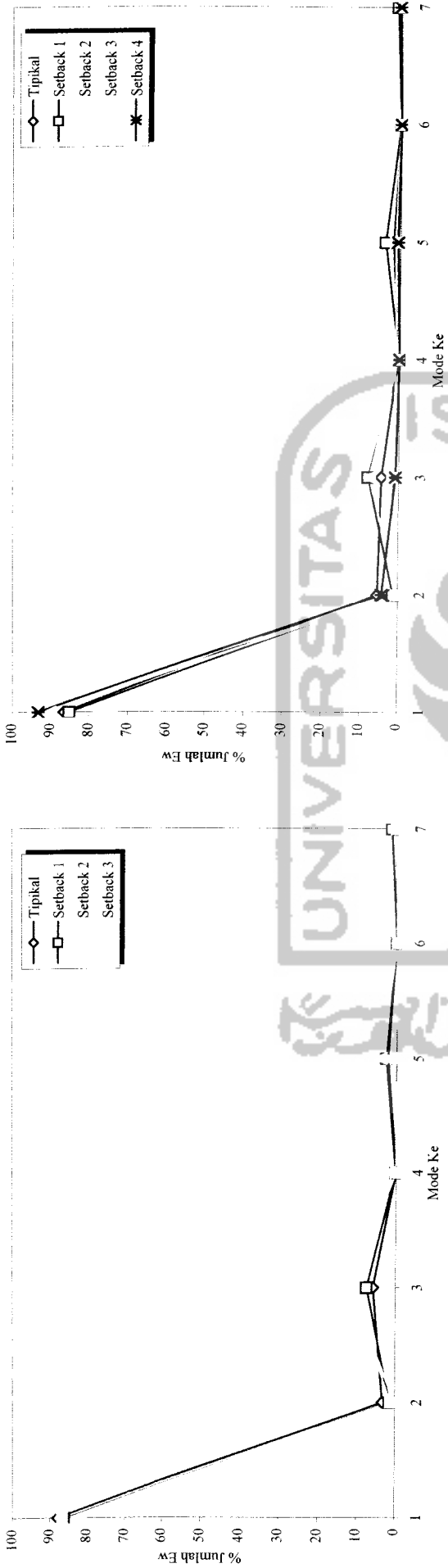
Tingkat 10

Tingkat 20

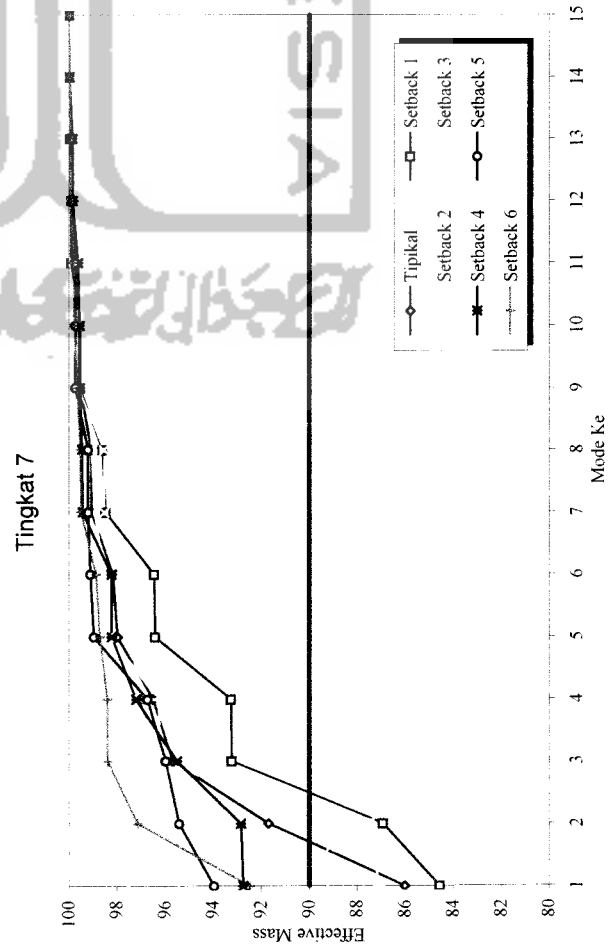
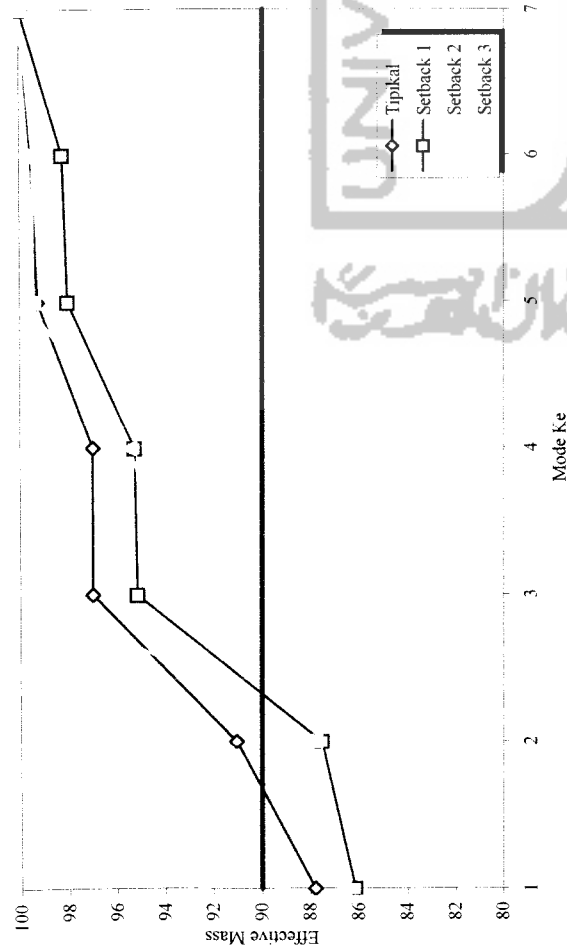
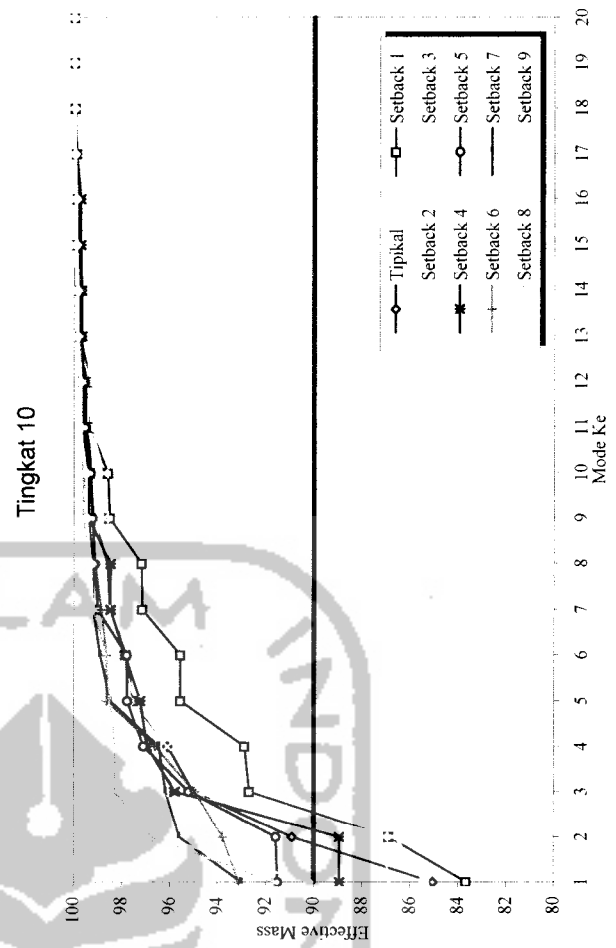
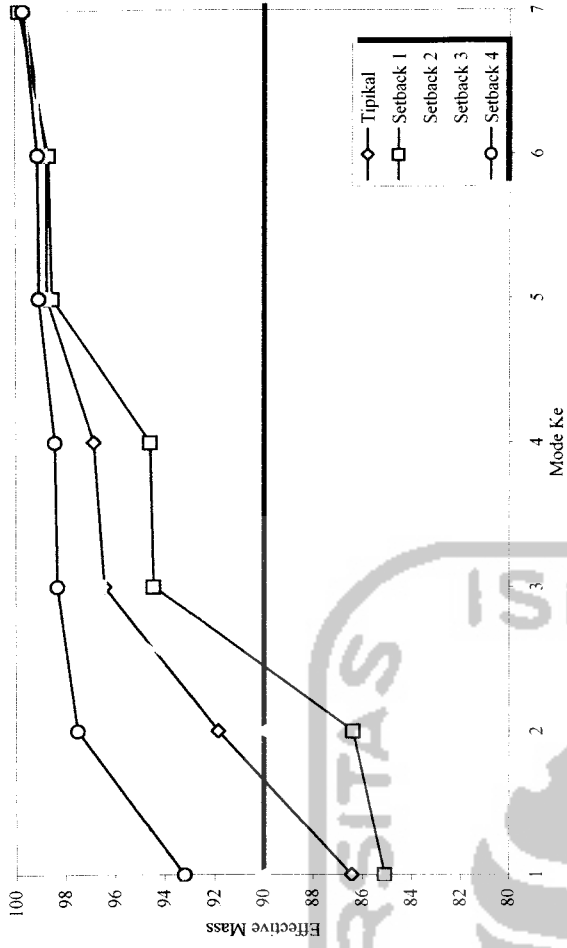
Tingkat 7

Tingkat 15

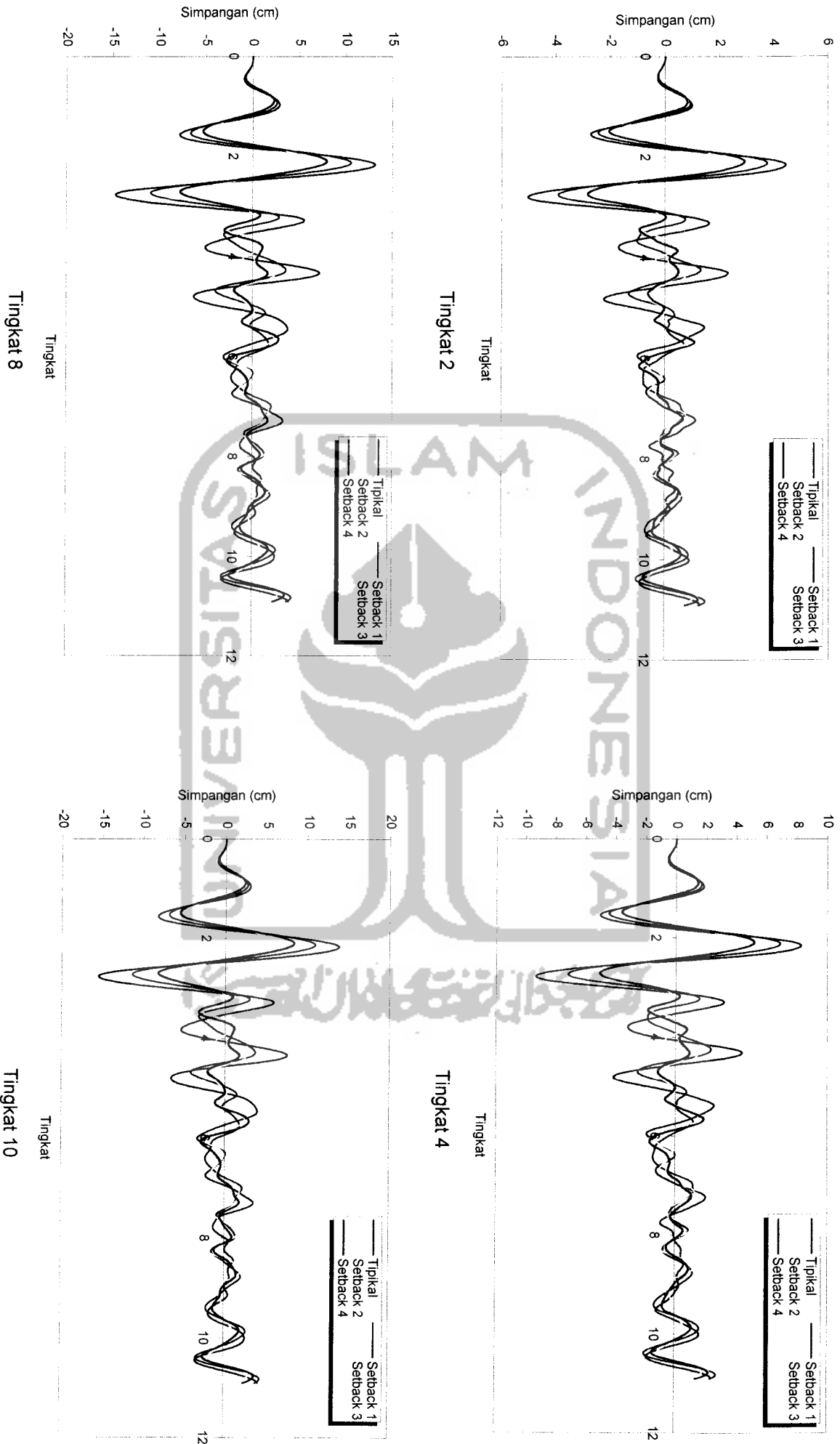
Gambar 5.7 Perbandingan Akumulasi Effective Weight Struktur Bertingkat



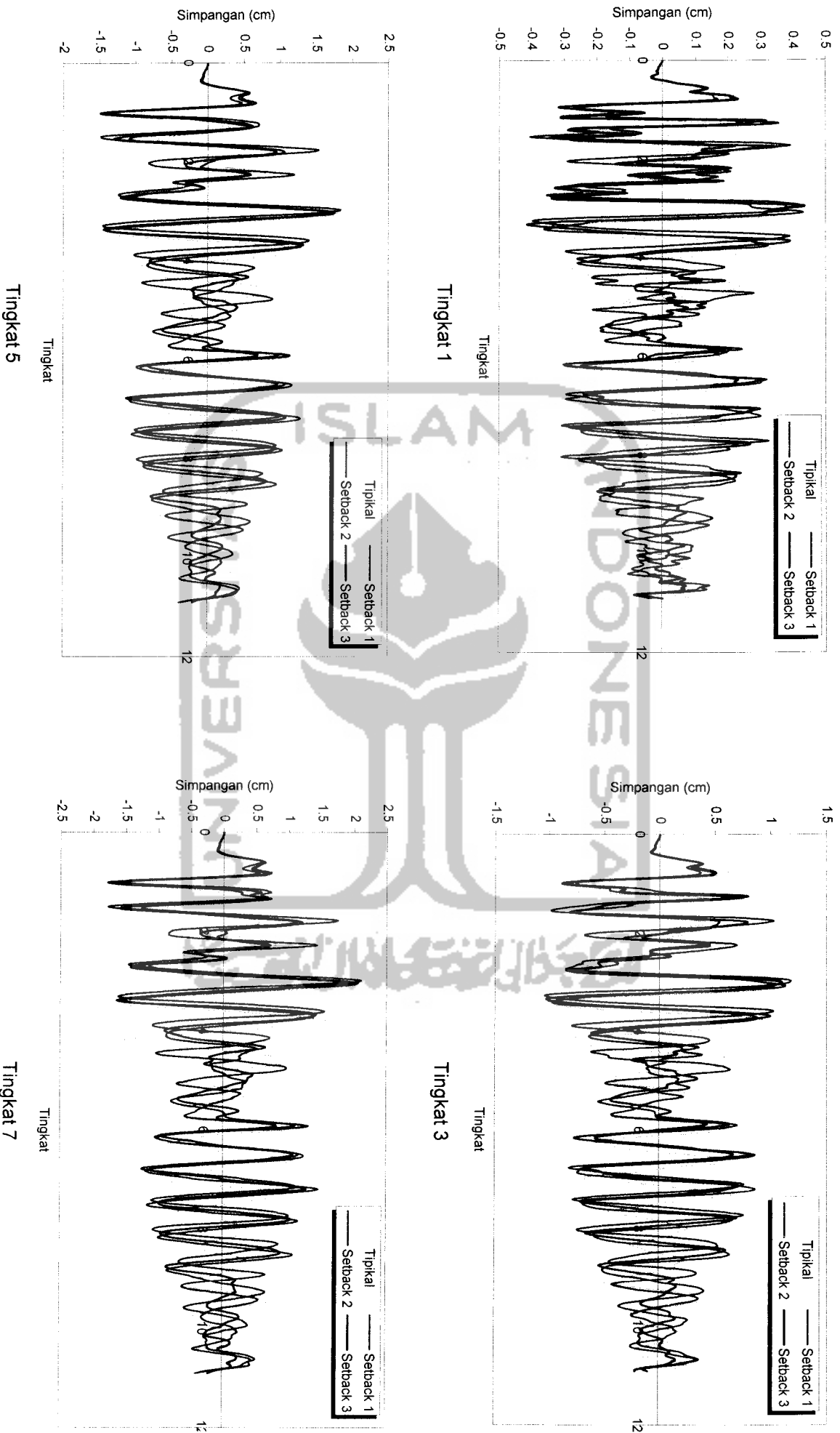
Gambar 5.8 Perbandingan % Jumlah Modal Effective Weight Struktur Bertingkat



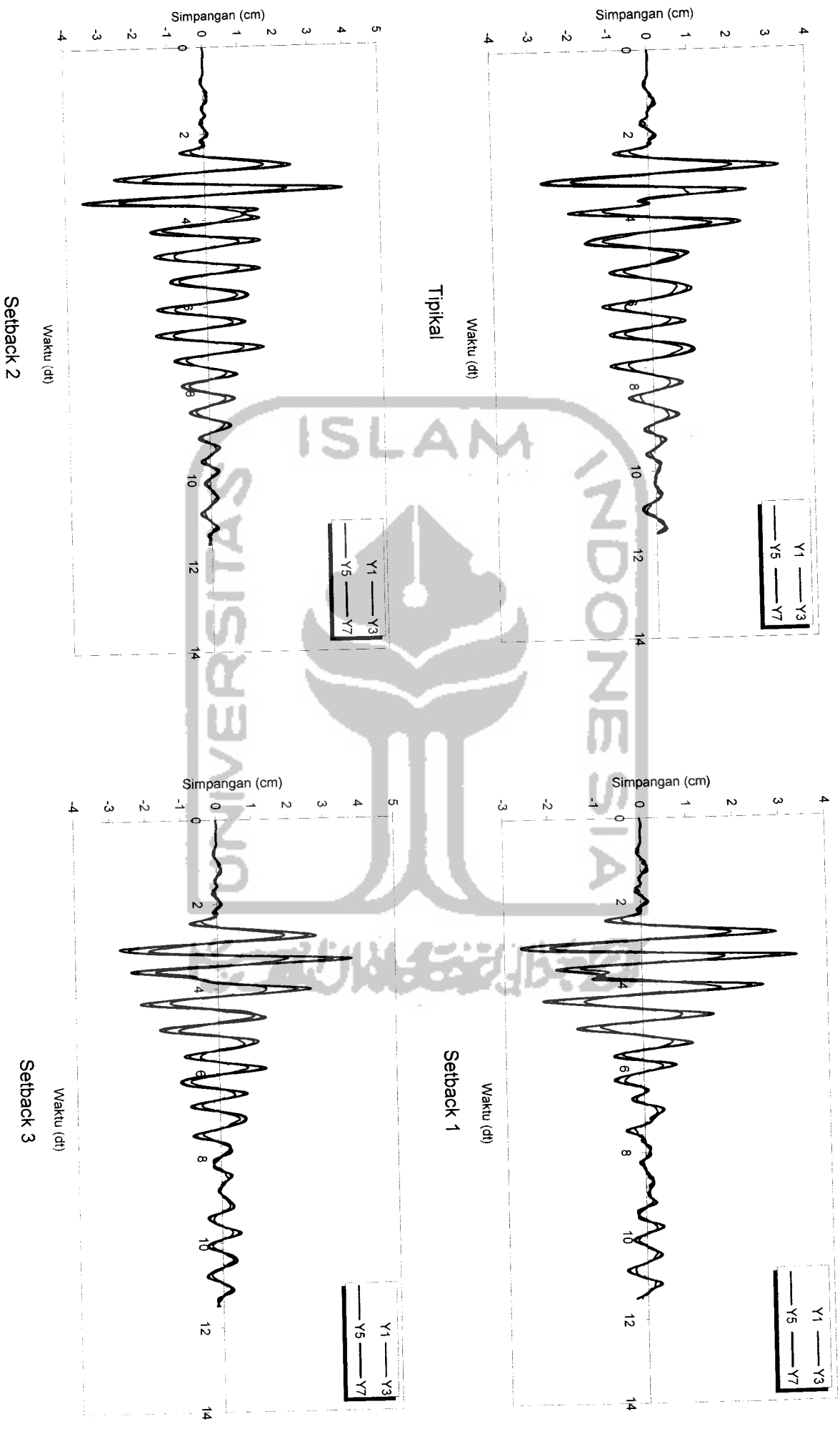
Gambar 5.9 Perbandingan Akumulasi Effective Mass Struktur Bertingkat



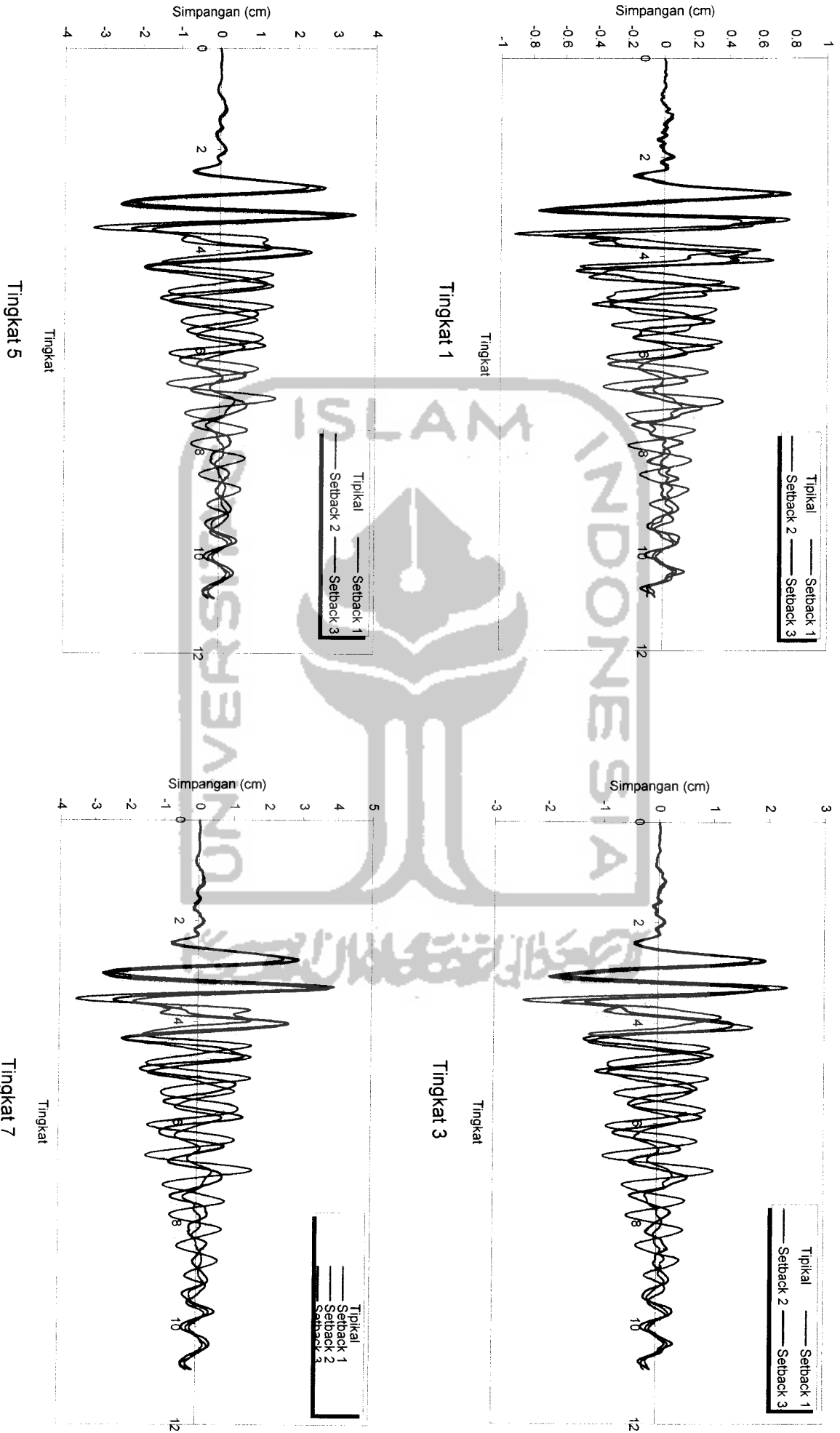
Gambar 5.21 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



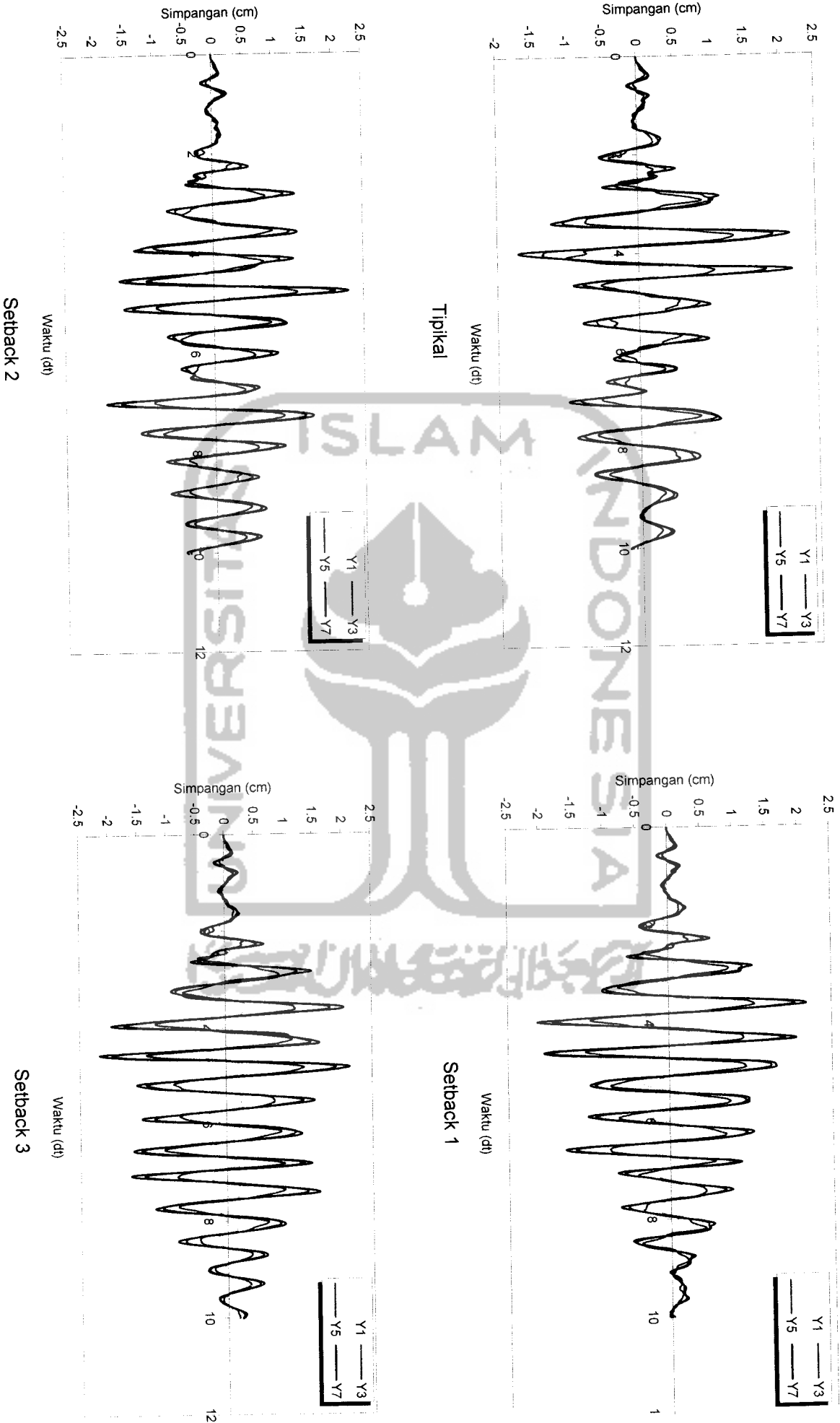
Gambar 5.14 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa El Centro



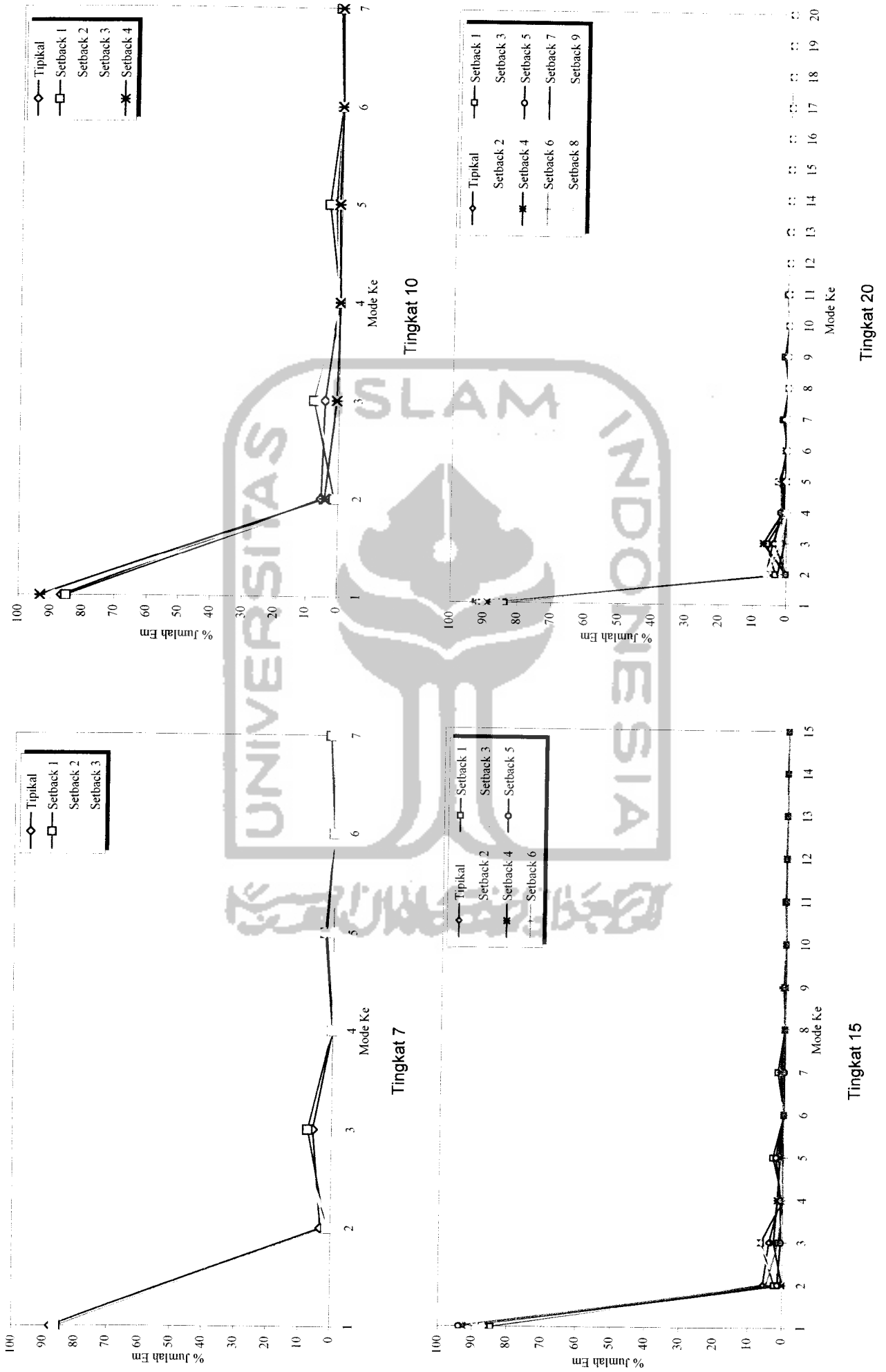
Gambar 5.15 Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



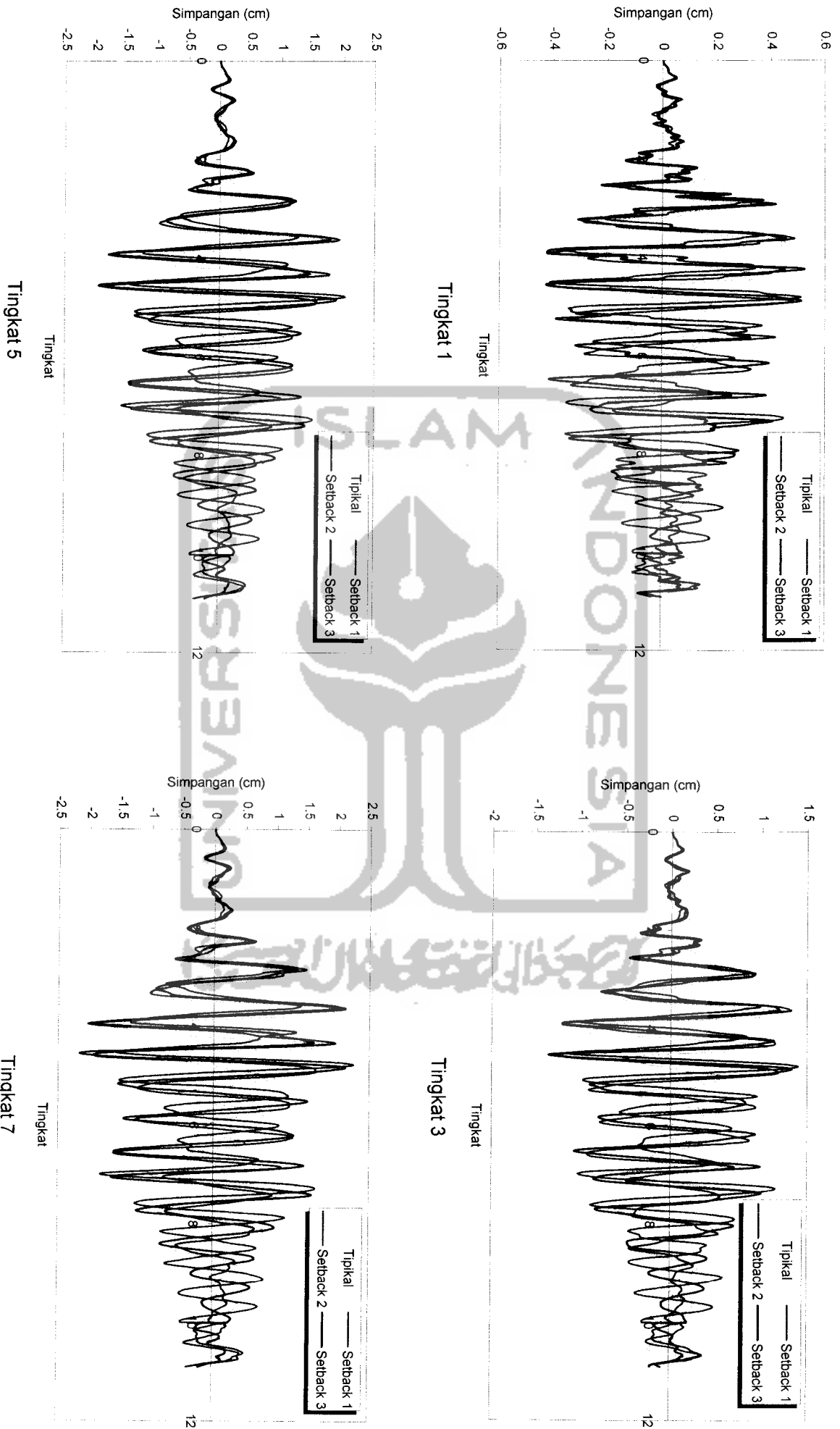
Gambar 5.16 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



Gambar 5.17 Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna

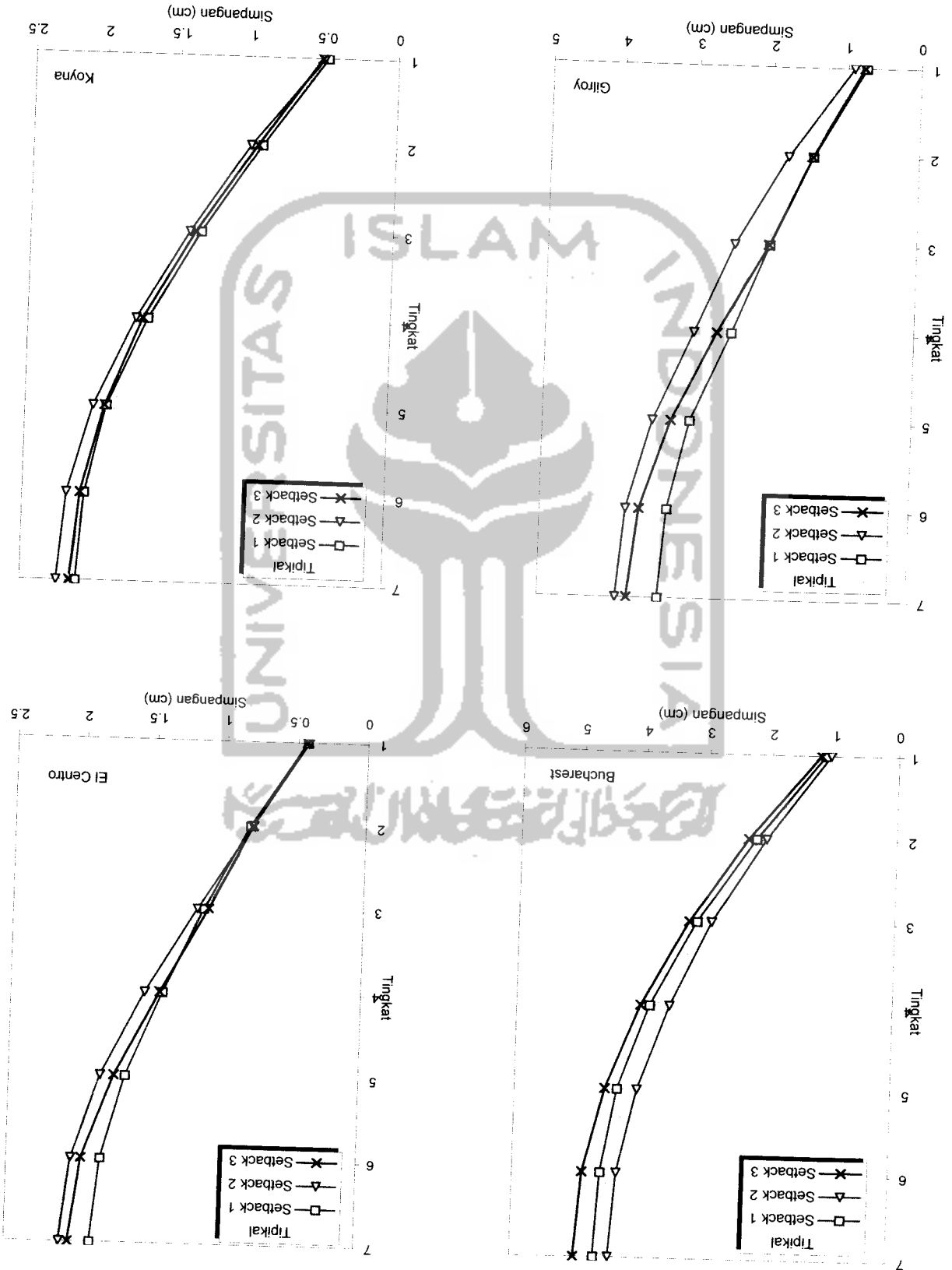


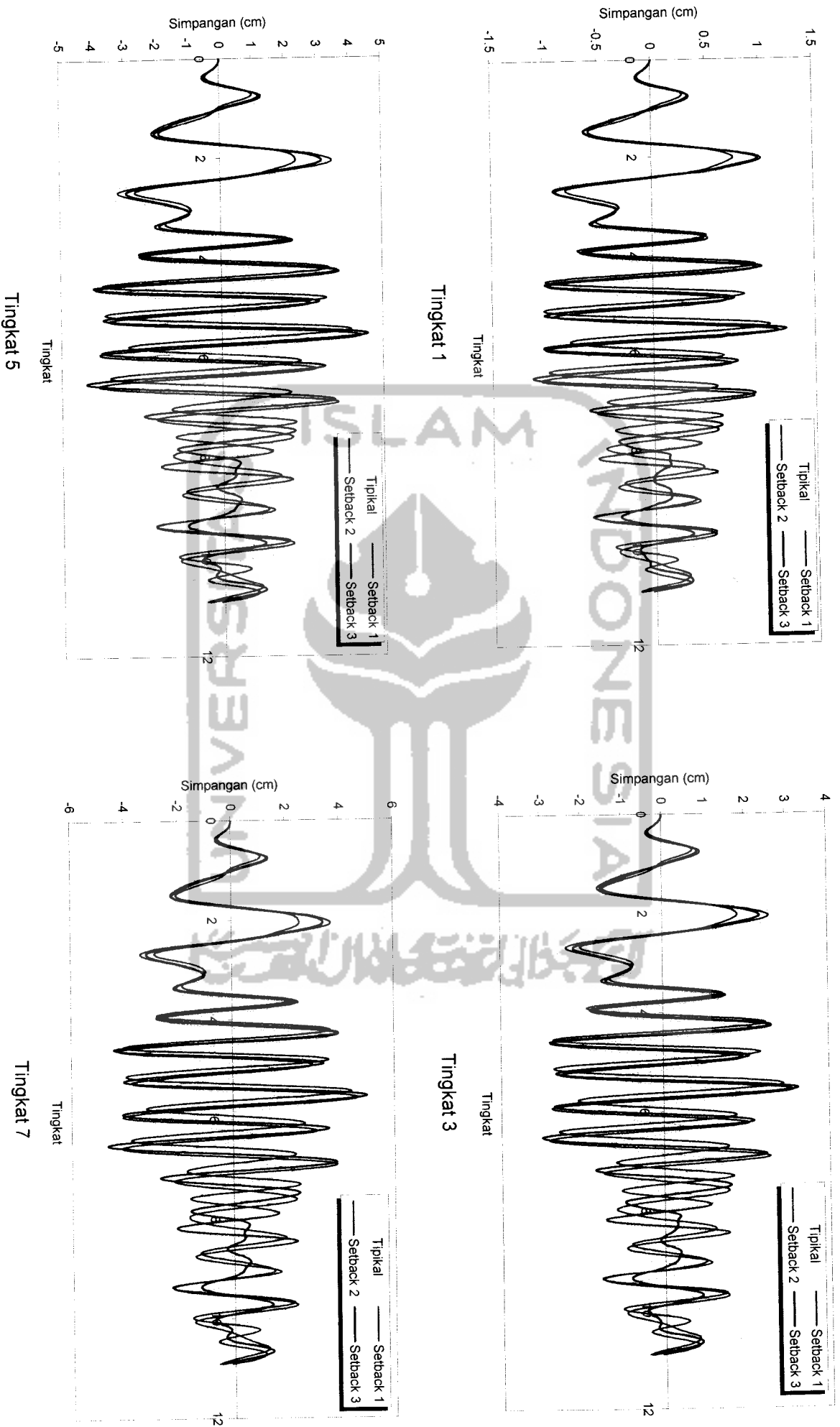
Gambar 5.10 Perbandingan % Jumlah Modal Effective Weight Struktur Bertingkat



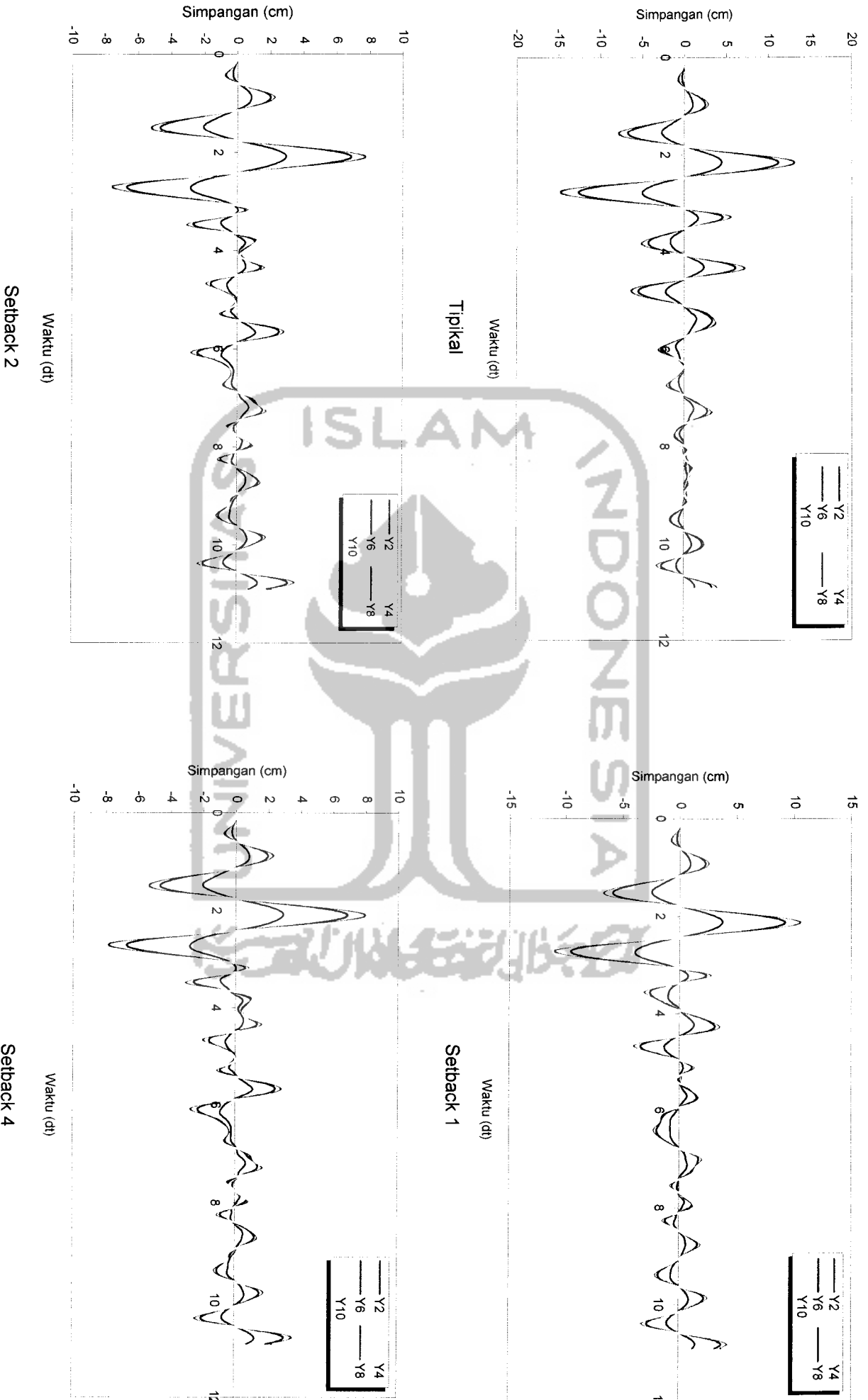
Gambar 5.18 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna

Gambar 5.19 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat 4 Gempa

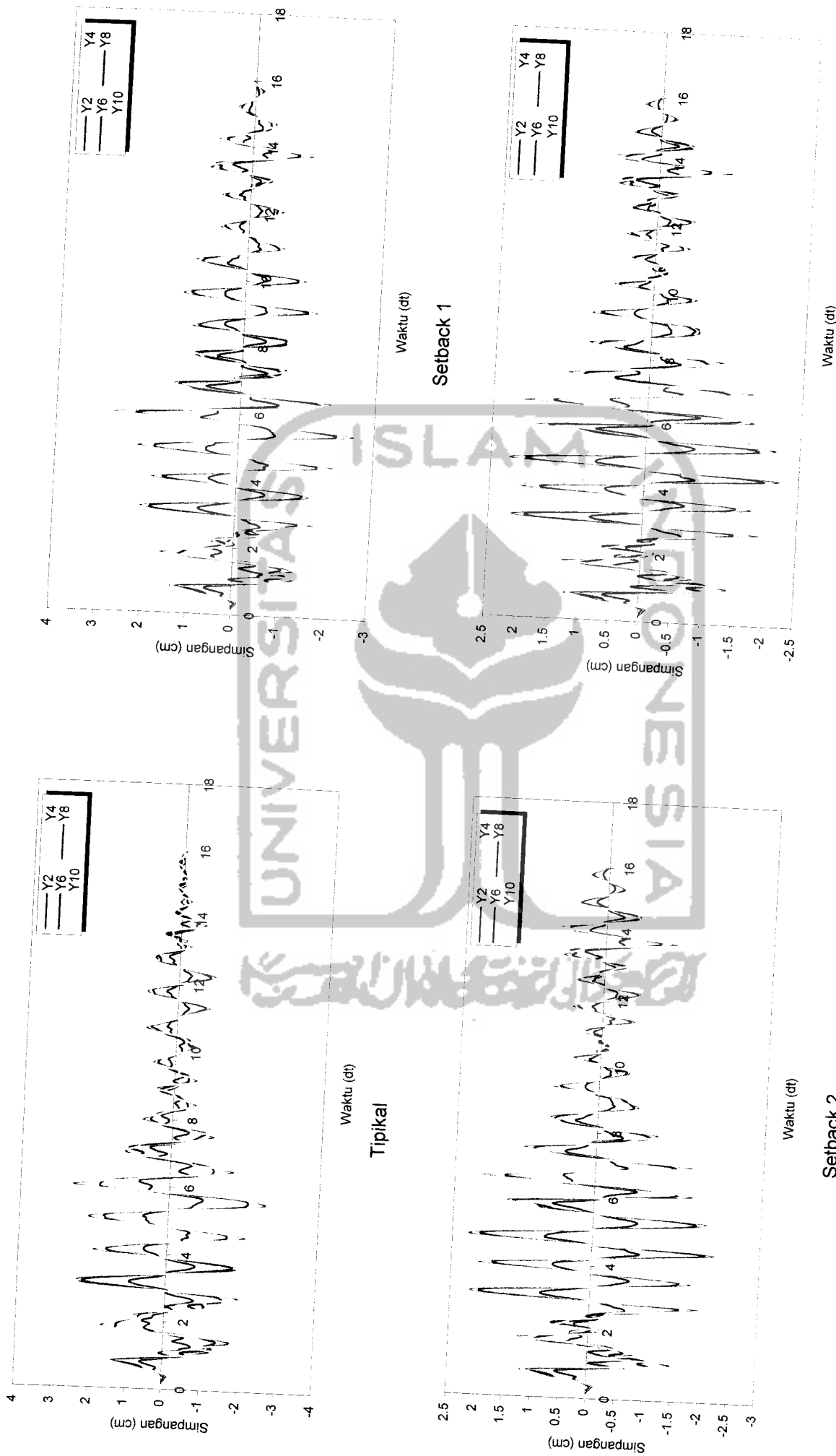




Gambar 5.12 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



Gambar 5.20 Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



Setback 4

Waktu (dt)

Setback 2

Waktu (dt)

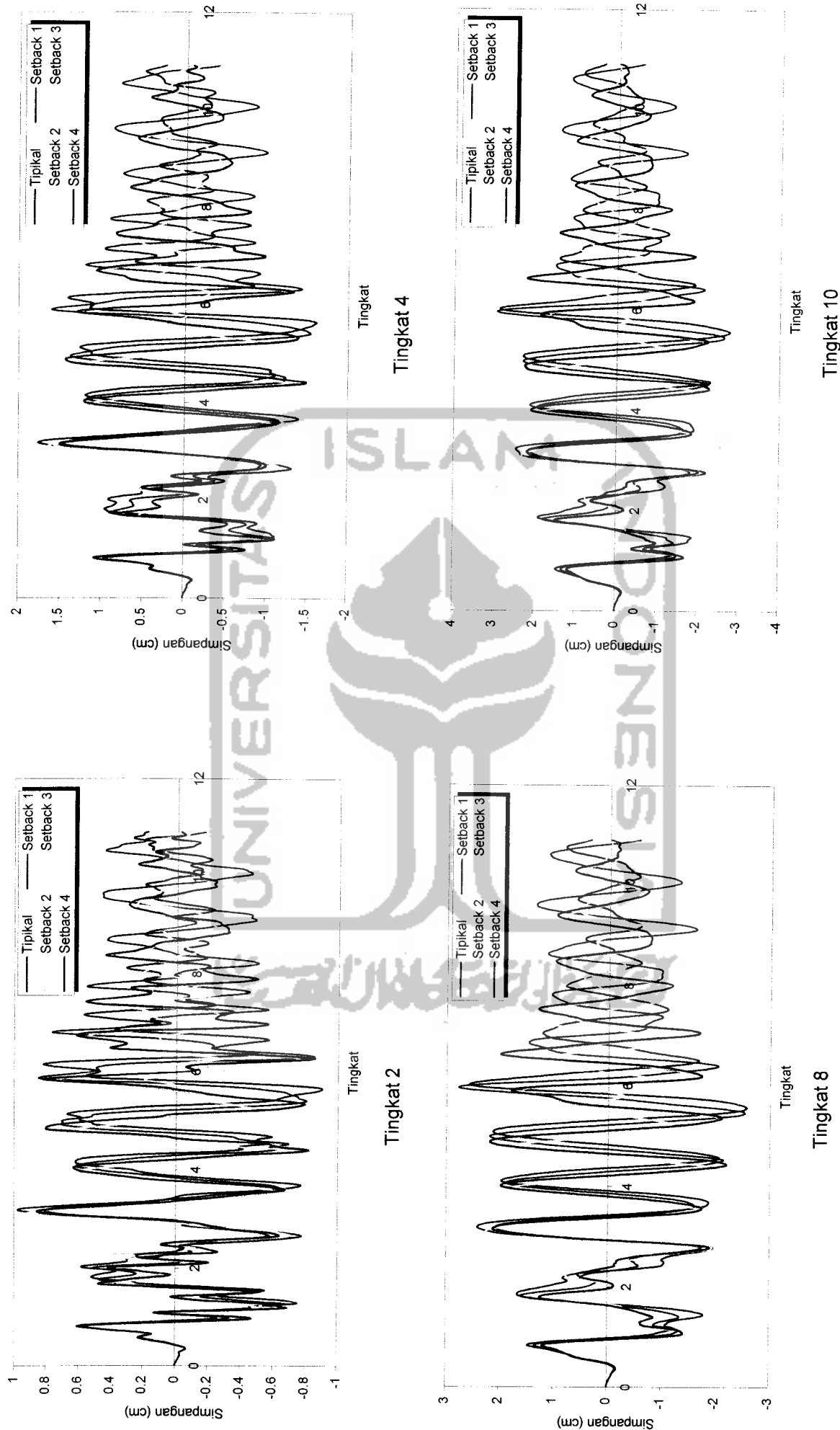
Setback 1

Waktu (dt)

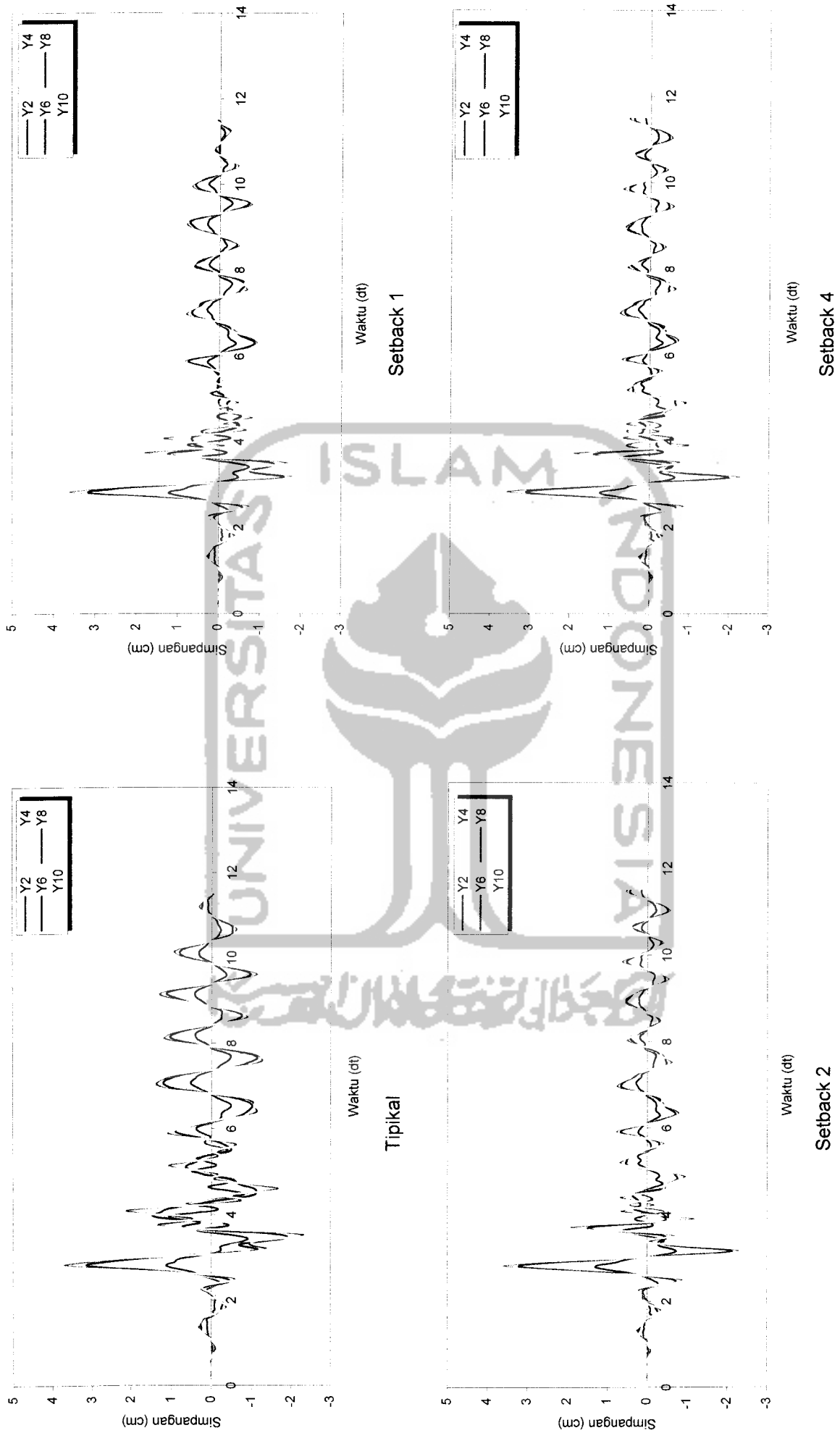
Tipikal

Waktu (dt)

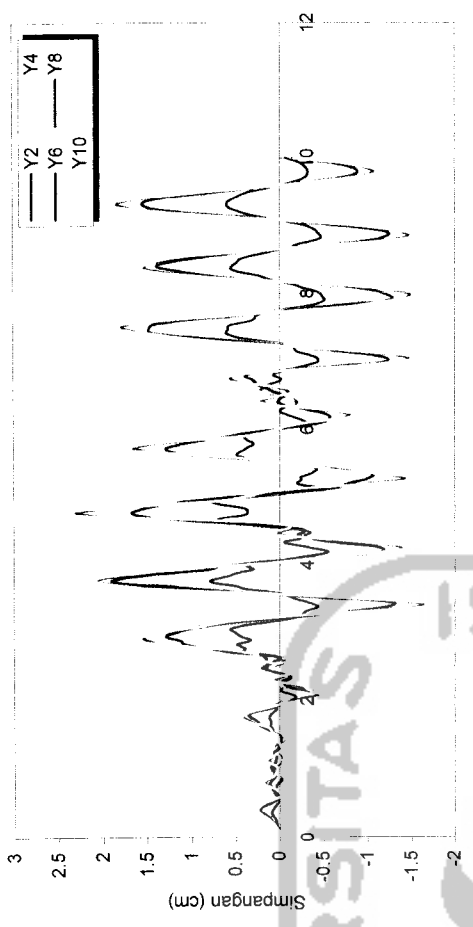
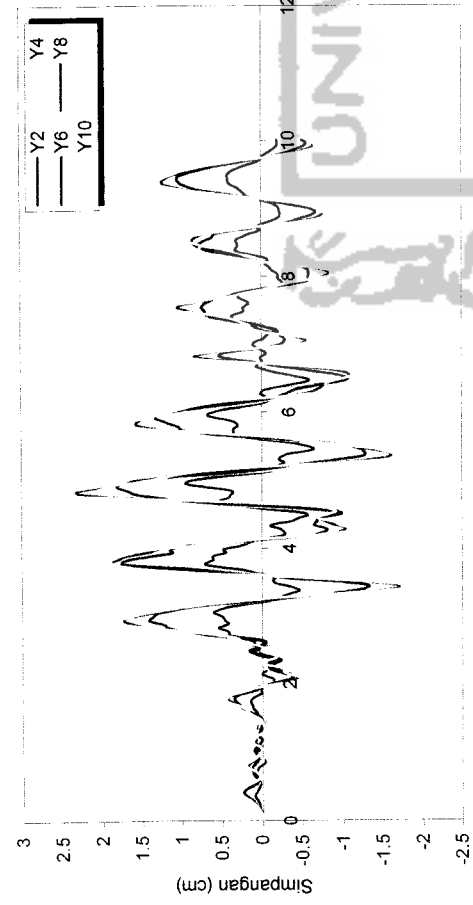
Gambar 5.22 Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro



Gambar 5.23 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibar Gempa El Centro



Gambar 5.24 Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy

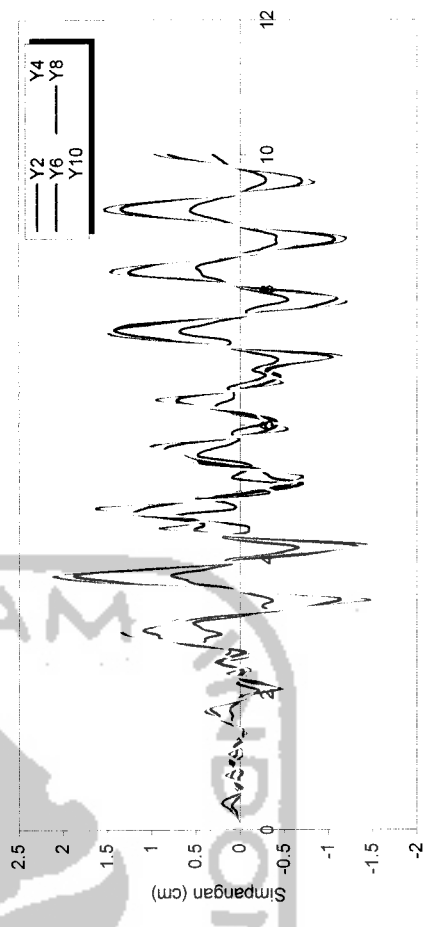
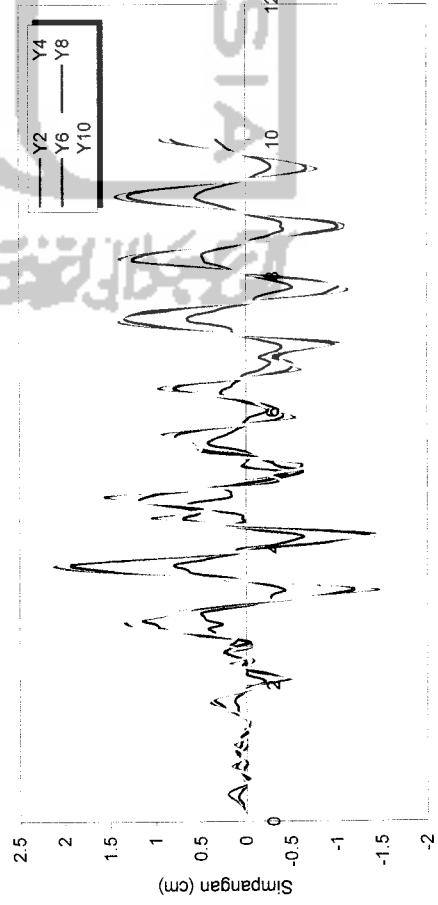


Waktu (dt)

Waktu (dt)

Tipikal

Setback 1



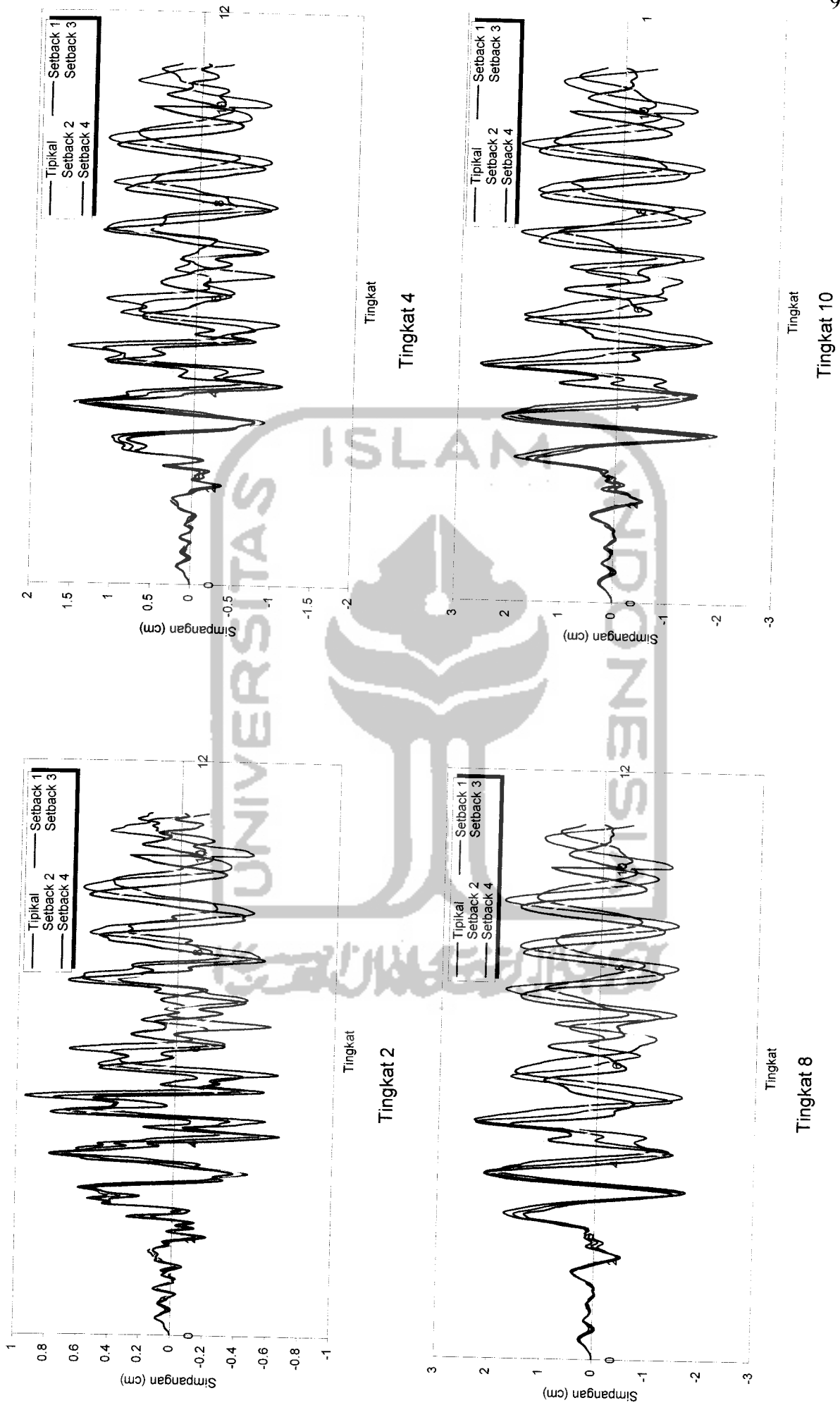
Waktu (dt)

Waktu (dt)

Setback 2

Setback 4

Gambar 5.26 Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.27 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna

5.4.2 Simpangan Struktur

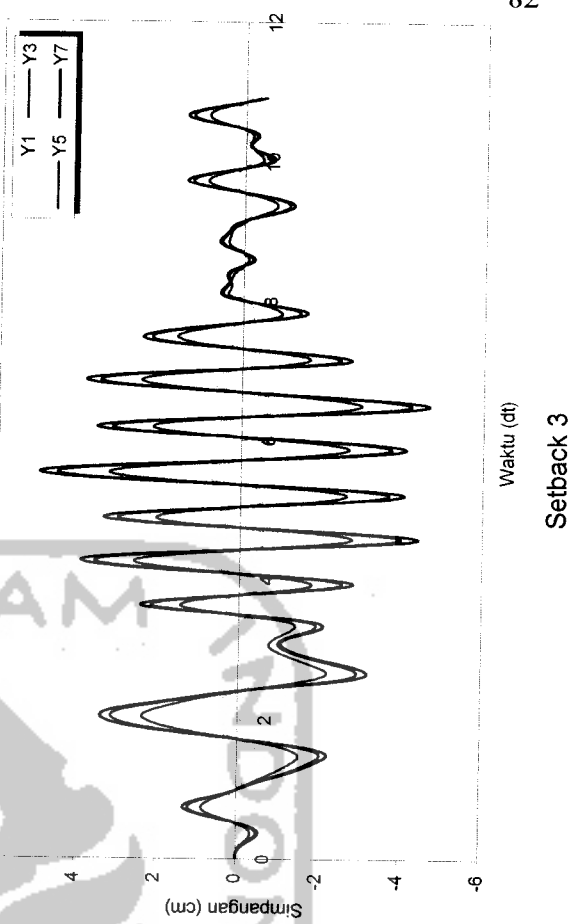
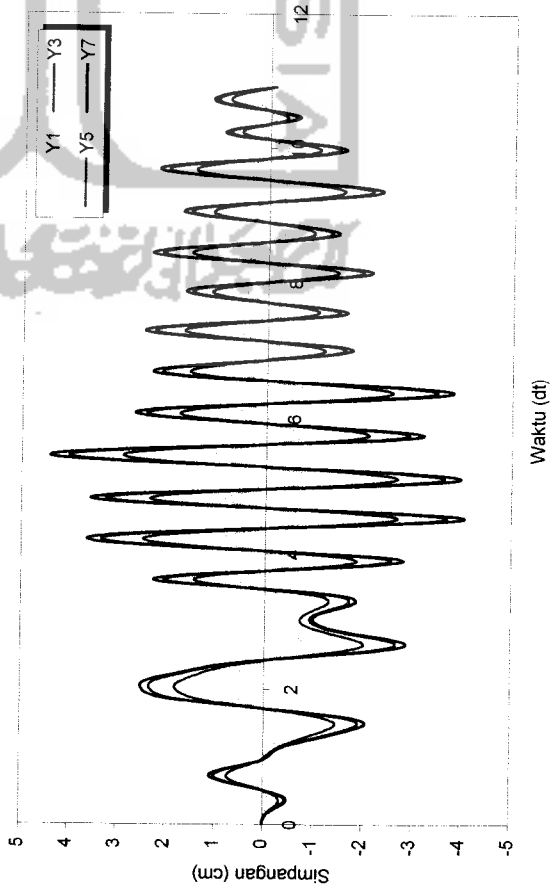
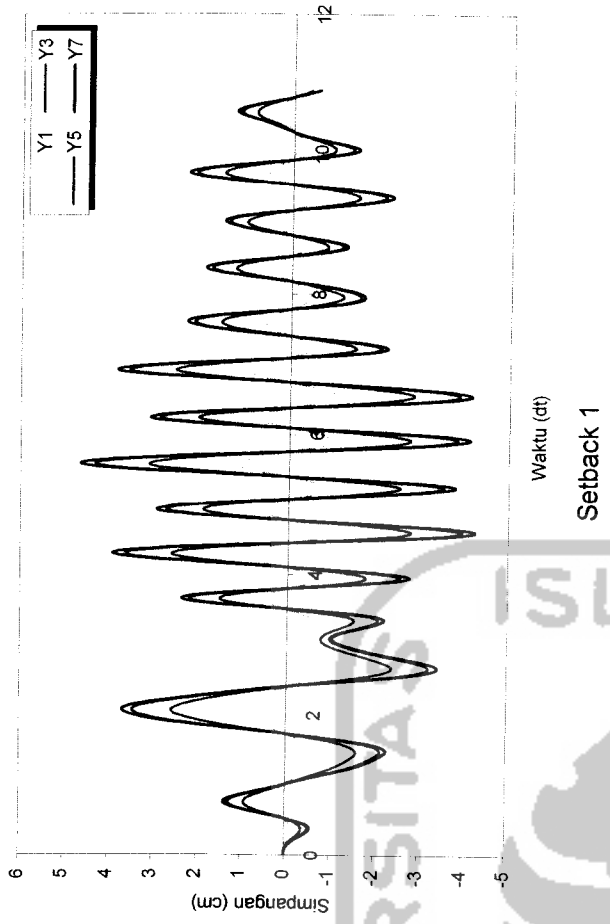
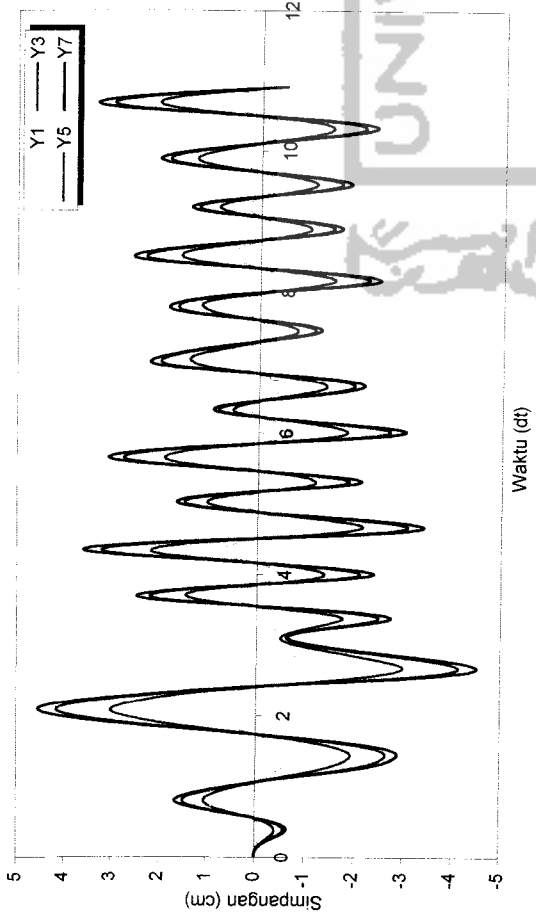
Simpangan struktur dihitung berdasarkan atas persamaan (3.51). Hasil analisis dengan variasi gempa ditampilkan dalam bentuk grafik antara simpangan dengan waktu (dengan interval 0,01).

Dari program ini nilai-nilai simpangan untuk struktur bangunan tingkat 7, 10, 15 dan 20 dengan 4 variasi gempa disajikan pada Gambar 5.11 sampai dengan Gambar 5.38. Dengan memperhatikan Gambar 5.11 sampai dengan Gambar 5.38 tersebut dapat dilihat bahwa simpangan yang dinormalisasi akibat beban gempa Bucharest mempunyai simpangan paling besar. Hal tersebut disebabkan karena percepatan maksimum (A_{maks}) gempa Bucharest mendekati 0,2g sehingga skala gempa mendekati satu. Simpangan semakin ke atas nilainya semakin besar

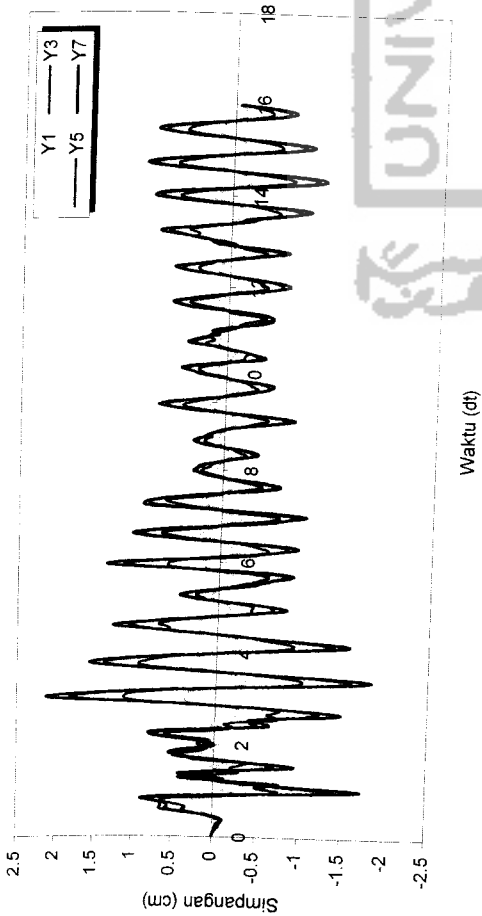
Nilai simpangan akan semakin mengecil pada tingkat dimana terdapat pengurangan massa dan kekakuan secara vertikal (setback vertikal). Hal itu disebabkan karena pada bangunan tersebut terjadi perbedaan periode getar sehingga massa yang lebih kecil diatas dapat berfungsi sebagai redaman simpangan dari massa yang berada di bawahnya.

Akan tetapi, pada gempa Elcentro dan Gilroy nilai simpangan cenderung fluktuatif itu dikarenakan perbedaan periode (T). Untuk nilai simpangan akibat gempa koyna nilainya semakin rapat karena berfrekuensi tinggi.

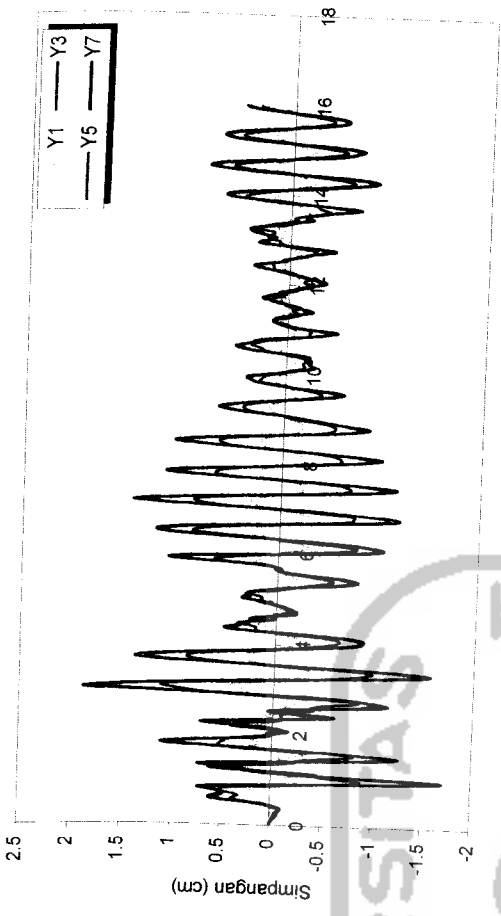
Nilai simpangan akan semakin besar pada bangunan bertingkat yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suatu bangunan maka akan semakin fleksibel. Sehingga semakin rendah (kaku) suatu bangunan maka akan semakin kecil nilai simpangannya.



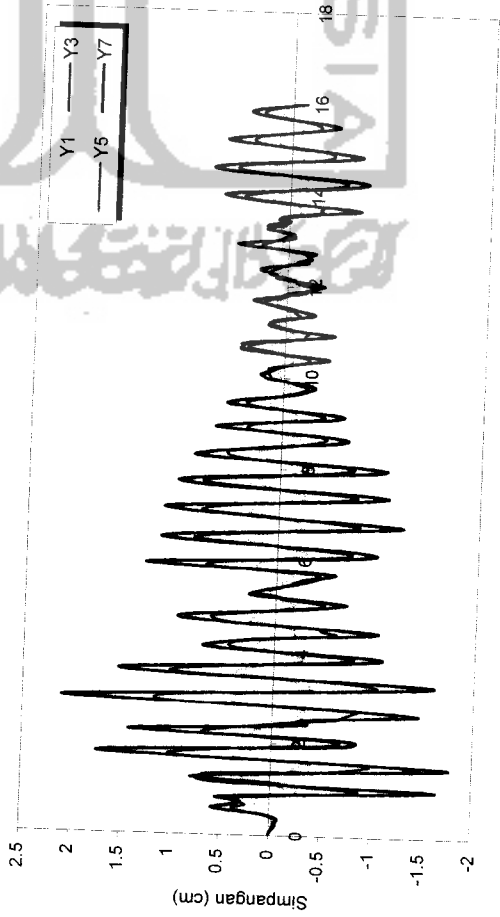
Gambar 5.11 Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



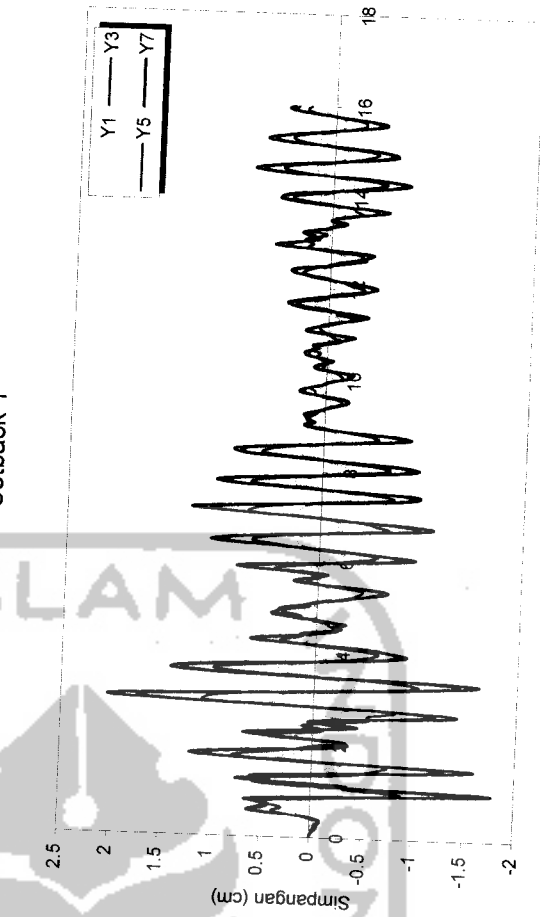
Tipikal



Setback 1

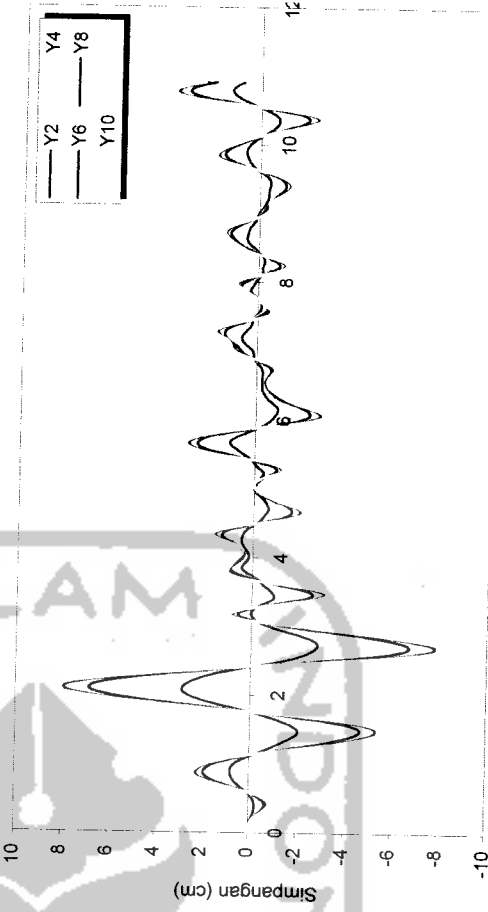
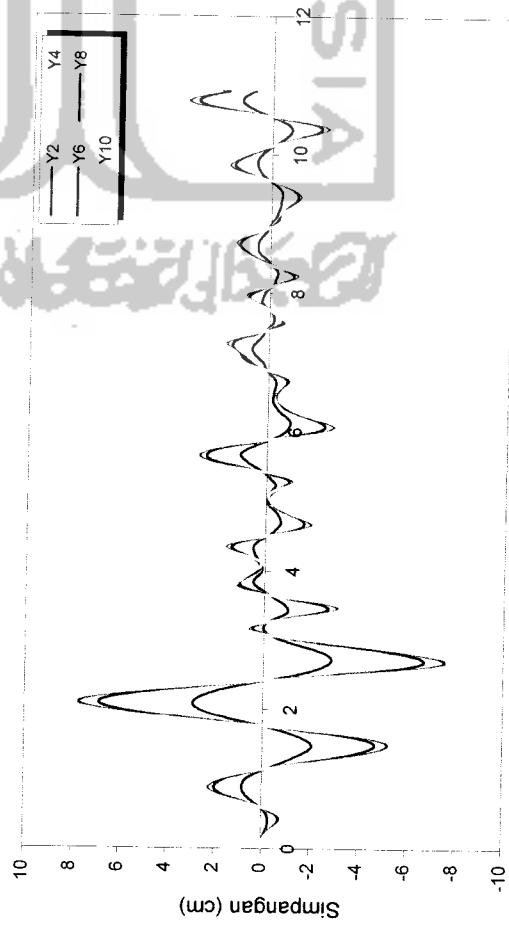
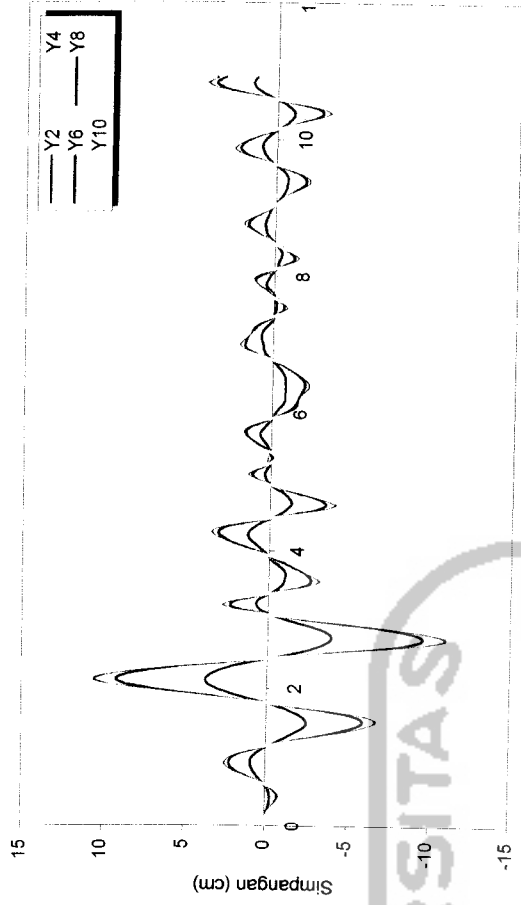
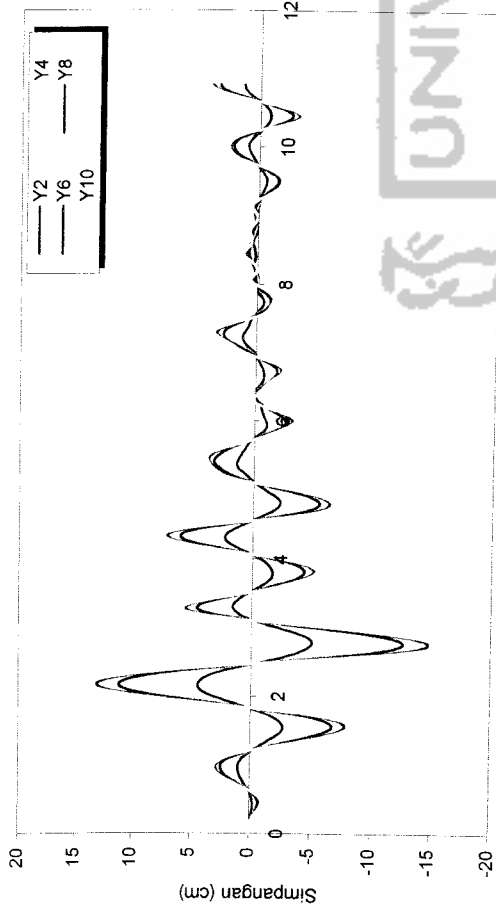


Setback 2

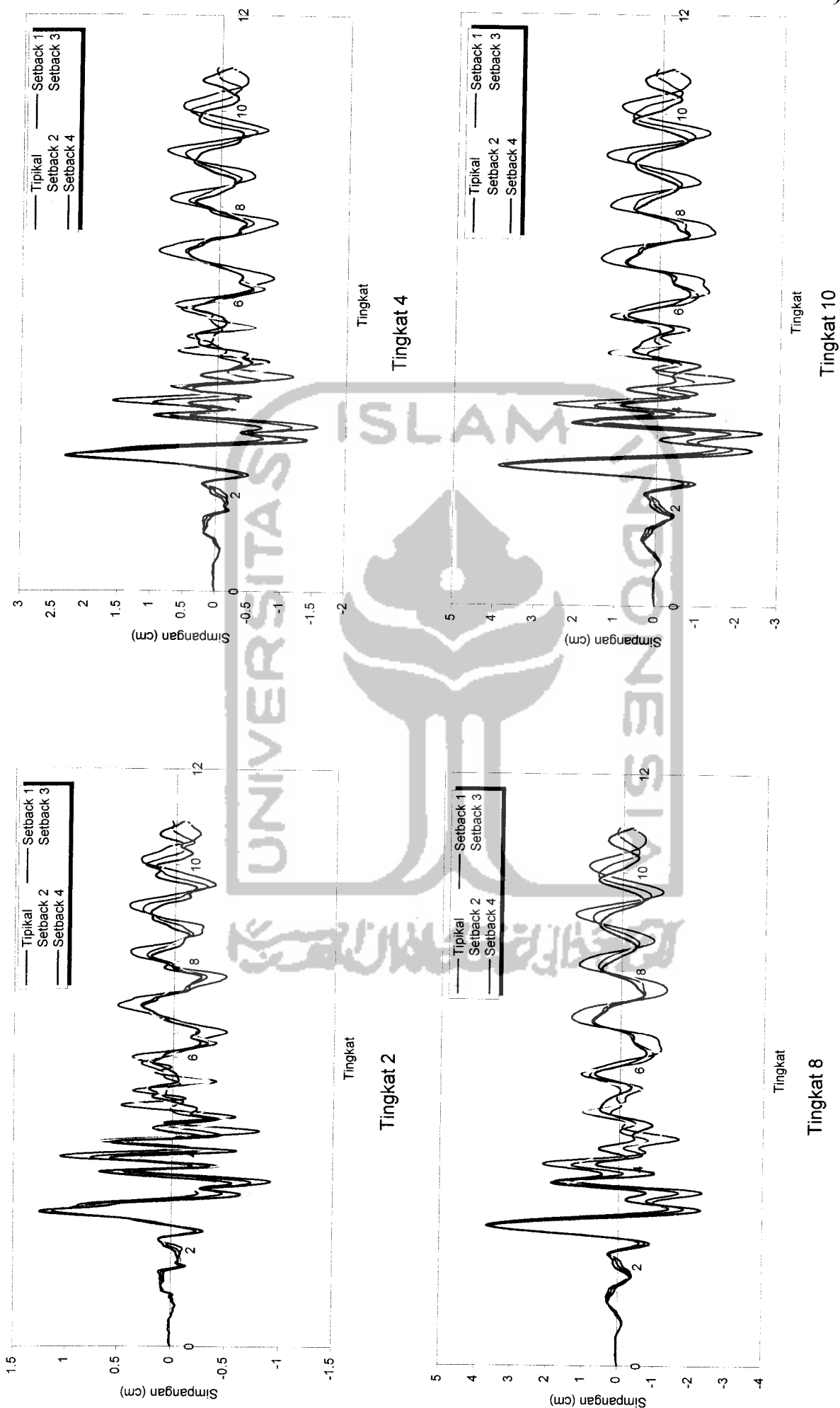


Setback 3

Gambar 5.13 Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa El Centro



Gambar 5.20 Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



Gambar 5.25 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy

5.4.2 Simpangan Struktur

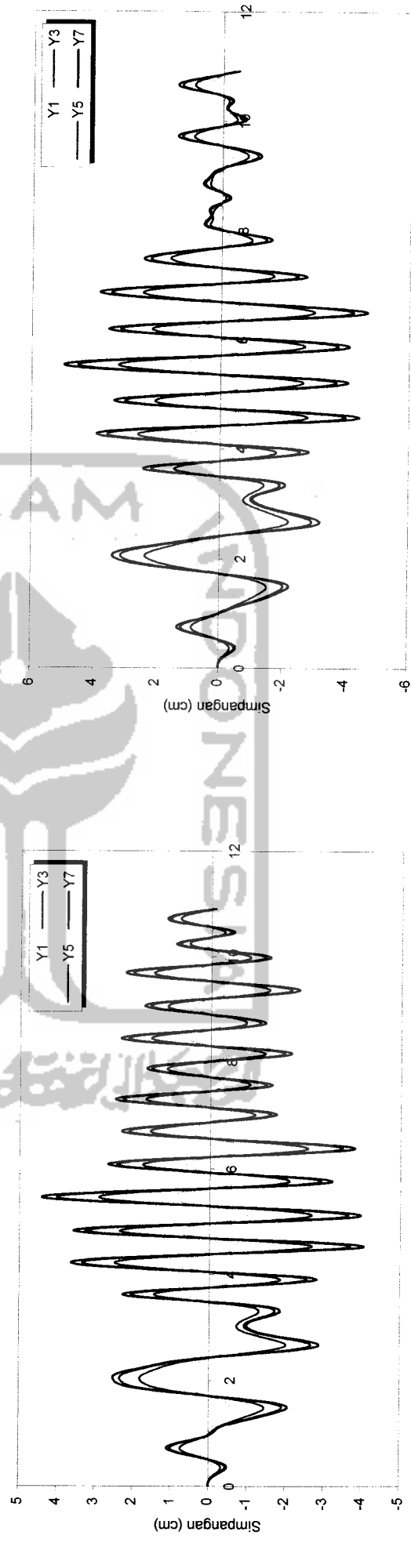
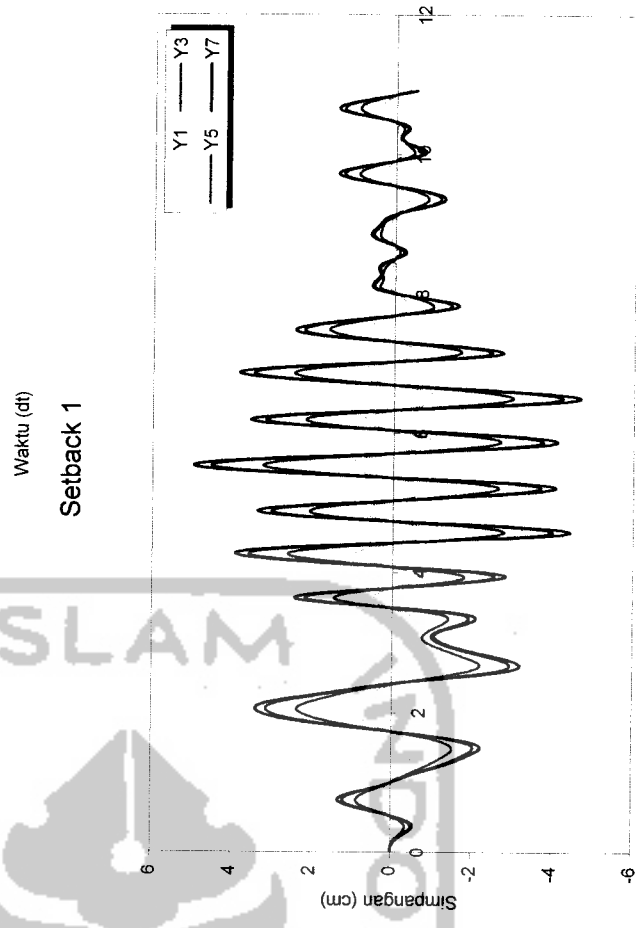
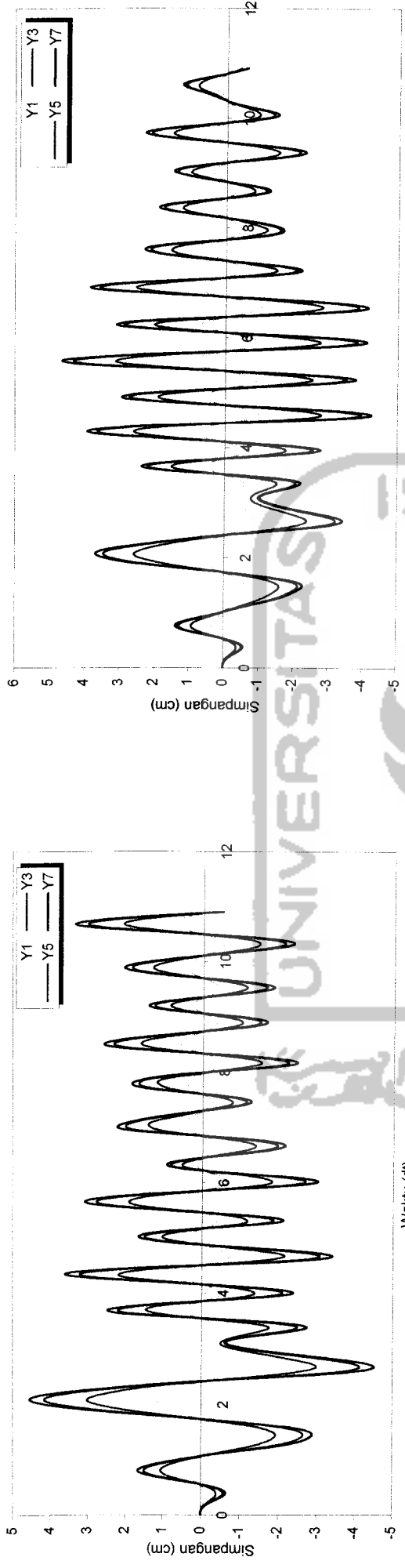
Simpangan struktur dihitung berdasarkan atas persamaan (3.51). Hasil analisis dengan variasi gempa ditampilkan dalam bentuk grafik antara simpangan dengan waktu (dengan interval 0,01).

Dari program ini nilai-nilai simpangan untuk struktur bangunan tingkat 7, 10, 15 dan 20 dengan 4 variasi gempa disajikan pada Gambar 5.11 sampai dengan Gambar 5.38. Dengan memperhatikan Gambar 5.11 sampai dengan Gambar 5.38 tersebut dapat dilihat bahwa simpangan yang dinormalisasi akibat beban gempa Bucharest mempunyai simpangan paling besar. Hal tersebut disebabkan karena percepatan maksimum (A_{maks}) gempa Bucharest mendekati 0,2g sehingga skala gempa mendekati satu. Simpangan semakin ke atas nilainya semakin besar

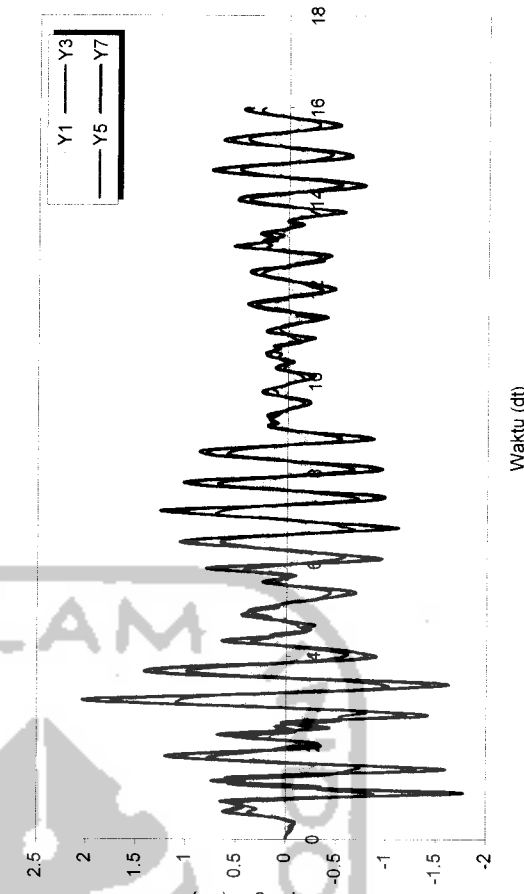
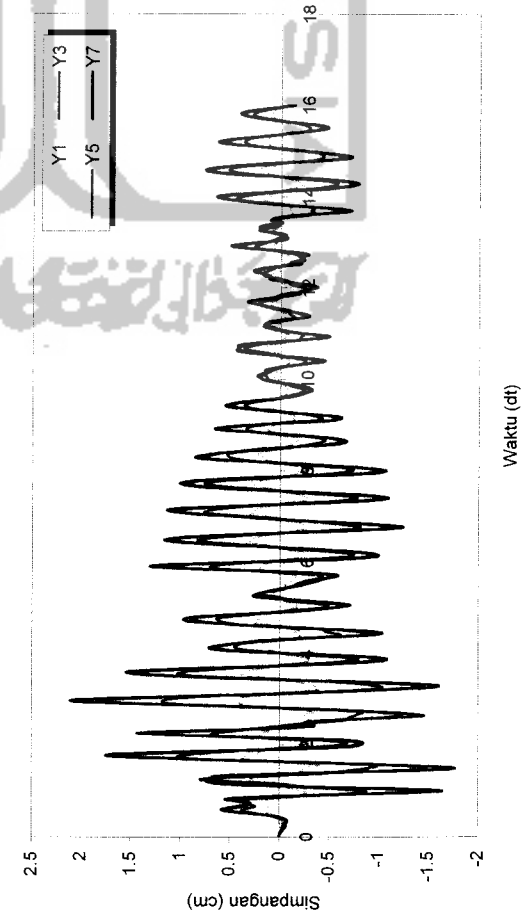
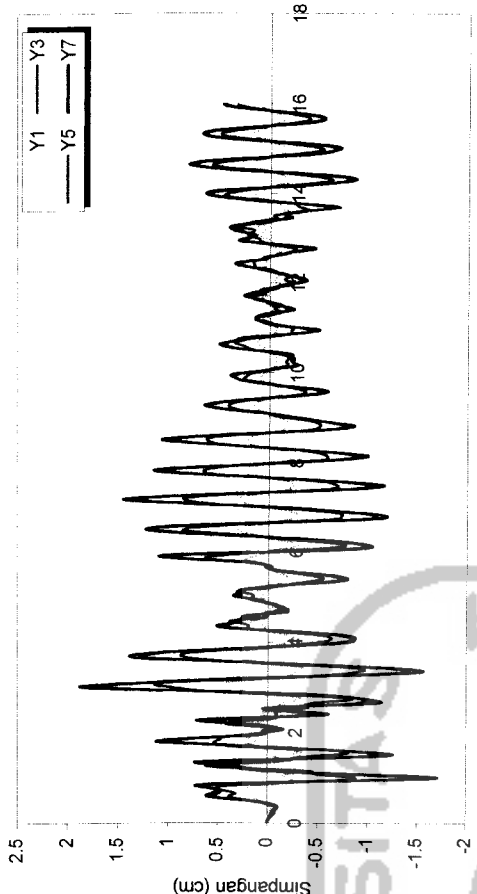
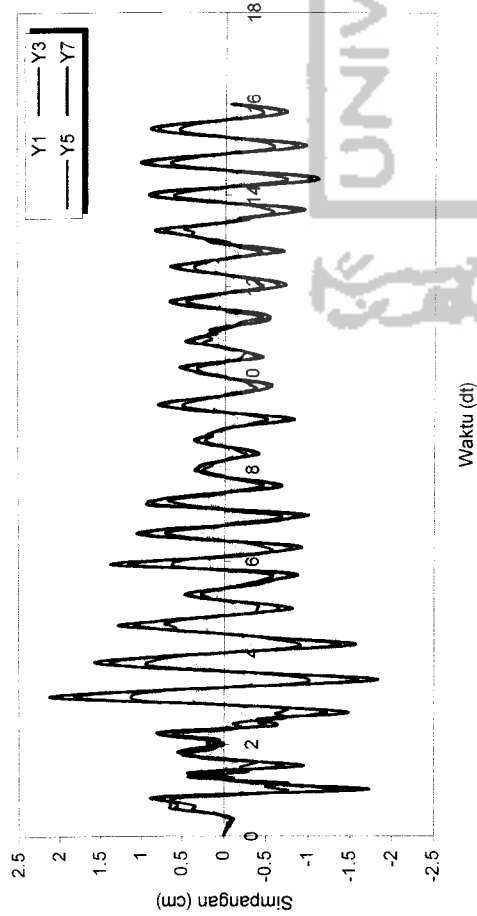
Nilai simpangan akan semakin mengecil pada tingkat dimana terdapat pengurangan massa dan kekakuan secara vertikal (setback vertikal). Hal itu disebabkan karena pada bangunan tersebut terjadi perbedaan periode getar sehingga massa yang lebih kecil diatas dapat berfungsi sebagai redaman simpangan dari massa yang berada di bawahnya.

Akan tetapi, pada gempa Elcentro dan Gilroy nilai simpangan cenderung fluktuatif itu dikarenakan perbedaan periode (T). Untuk nilai simpangan akibat gempa koyna nilainya semakin rapat karena berfrekuensi tinggi.

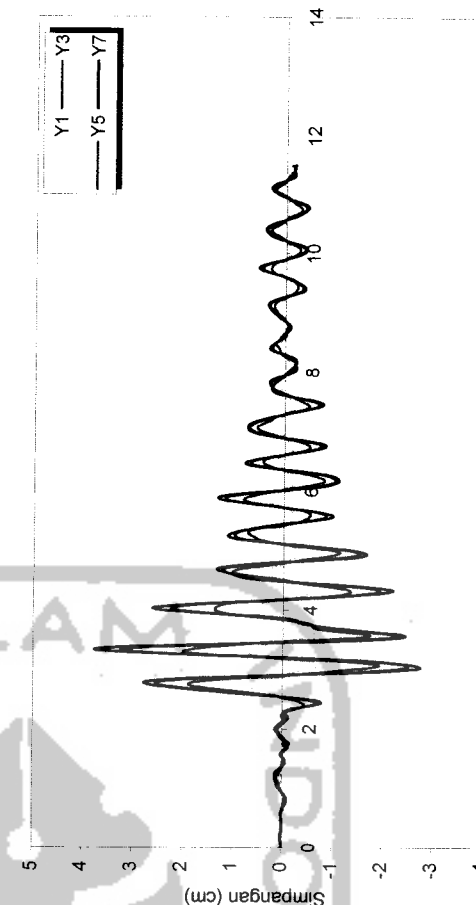
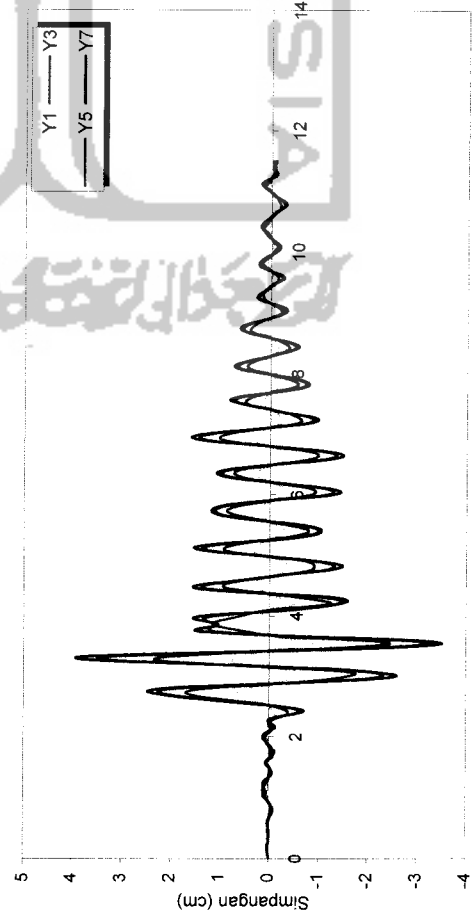
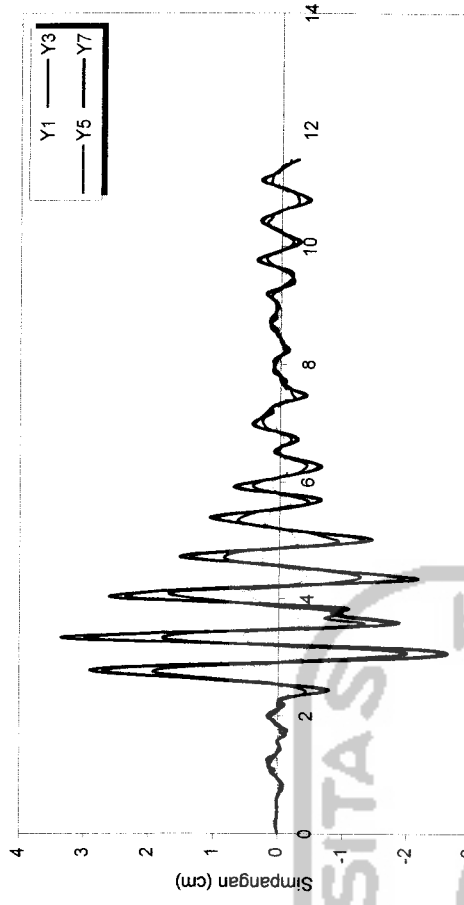
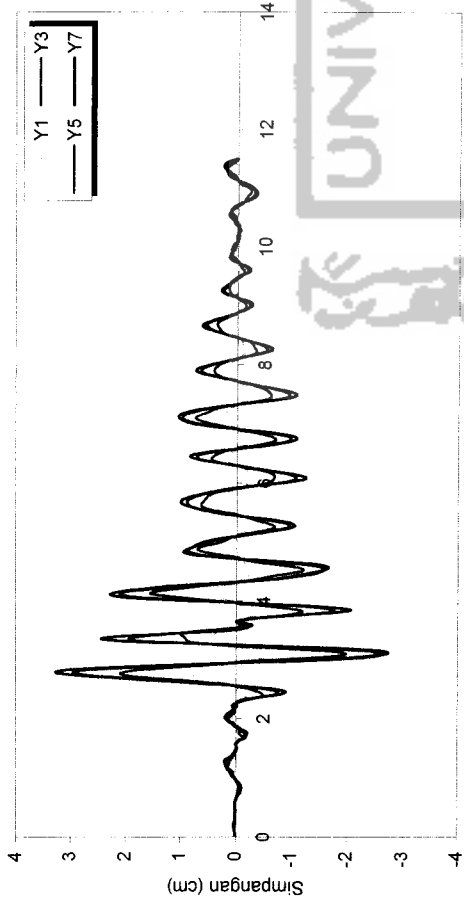
Nilai simpangan akan semakin besar pada bangunan bertingkat yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suatu bangunan maka akan semakin fleksibel. Sehingga semakin rendah (kaku) suatu bangunan maka akan semakin kecil nilai simpangannya.



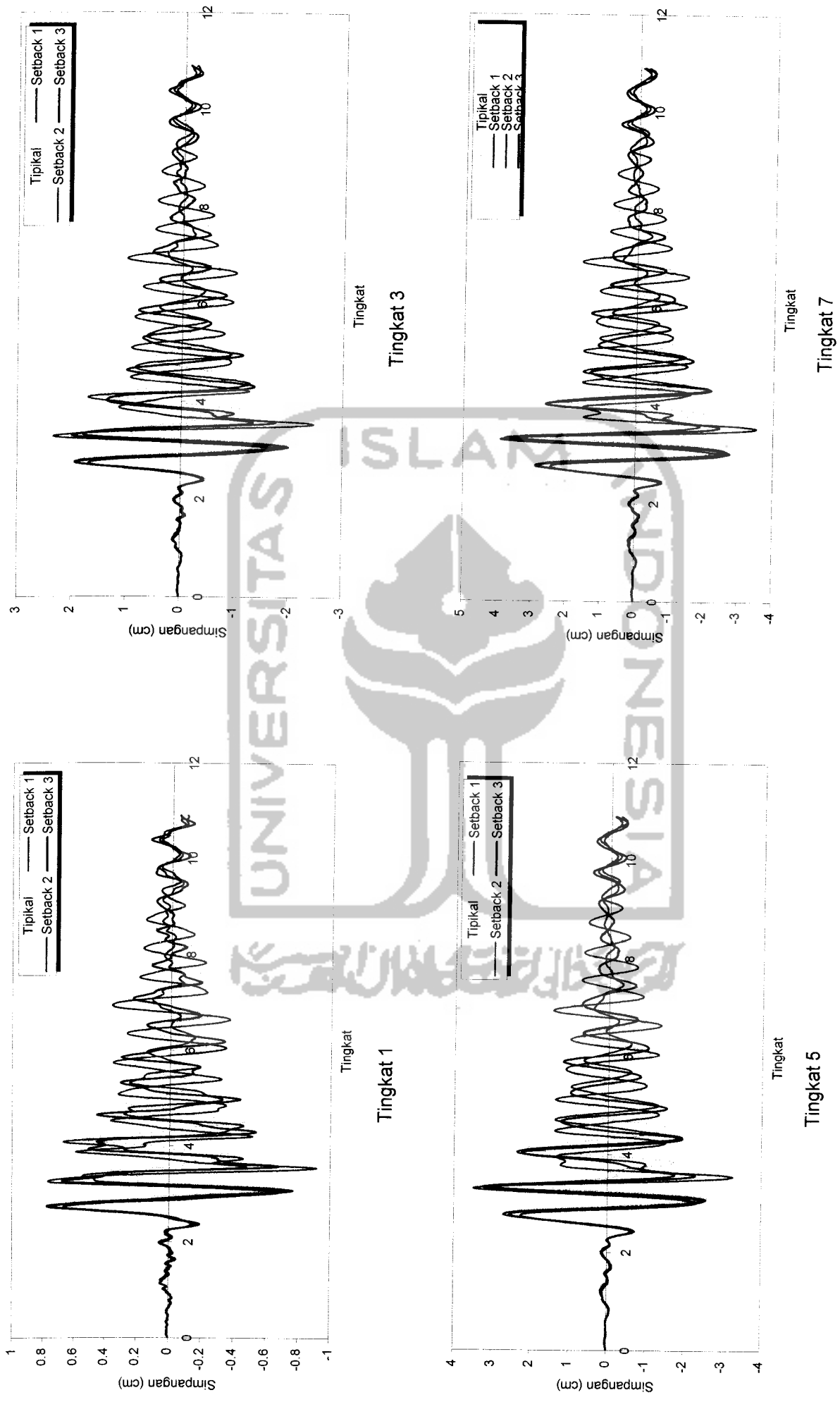
Gambar 5.11 Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



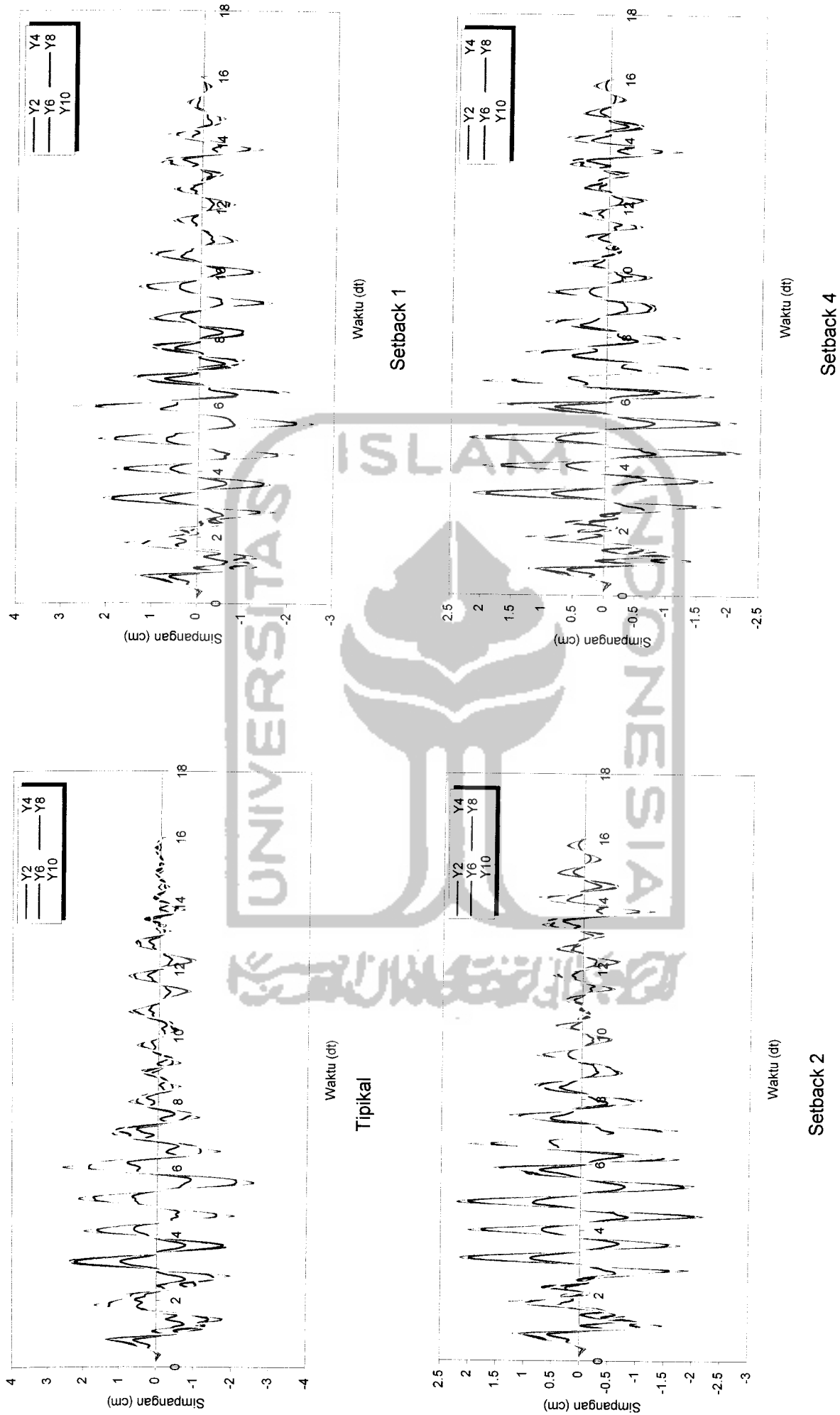
Gambar 5.13 Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa El Centro



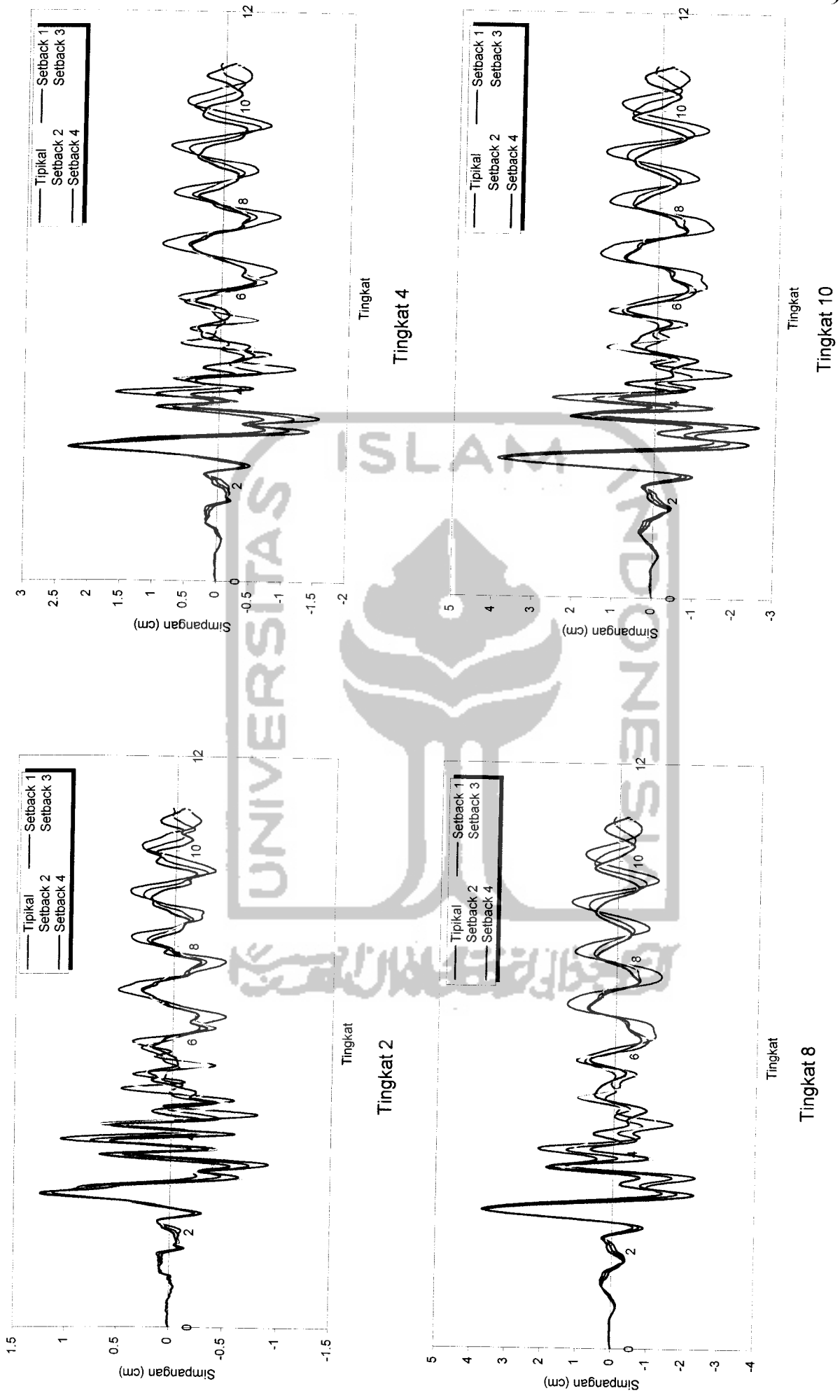
Gambar 5.15 Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



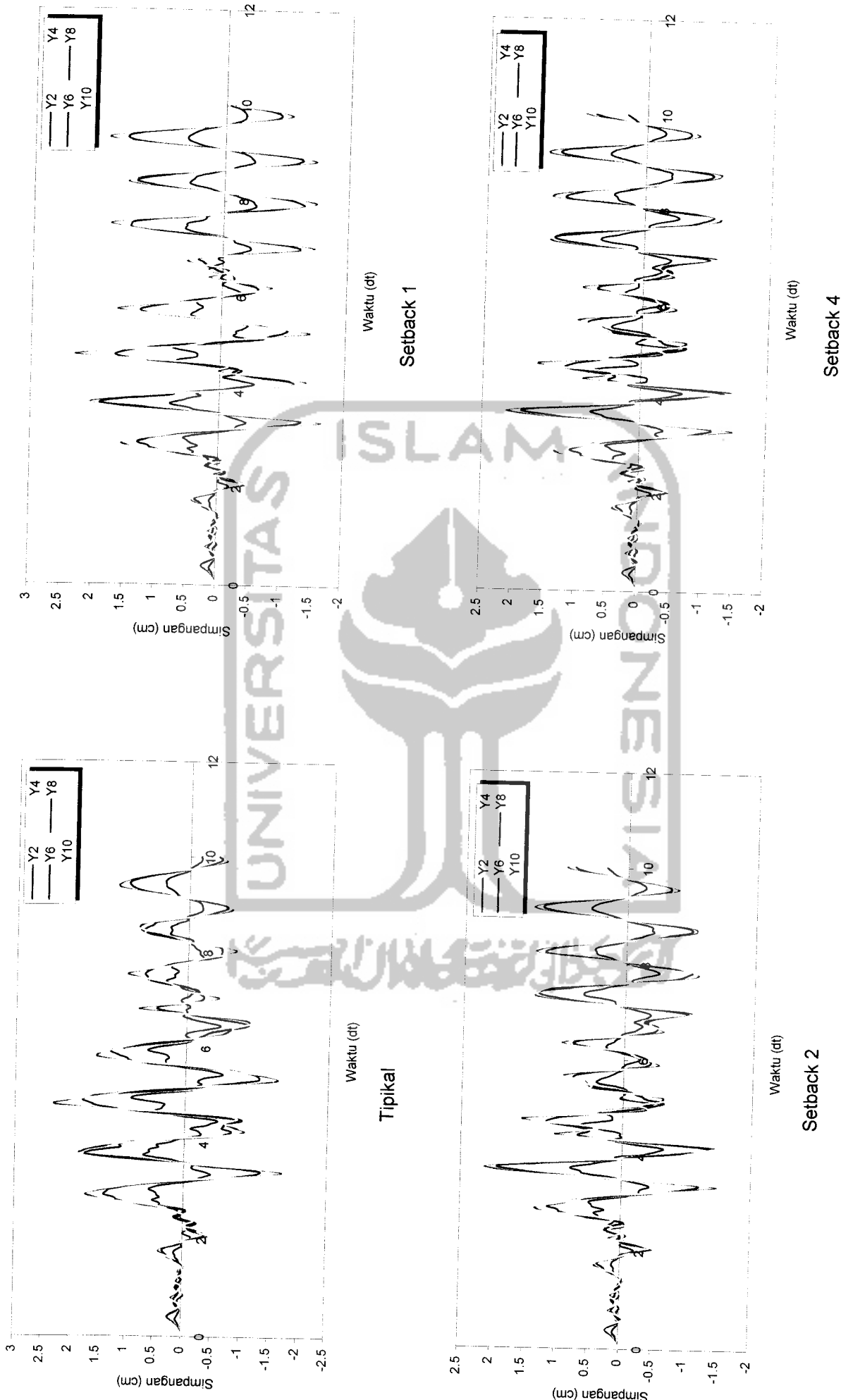
Gambar 5.16 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



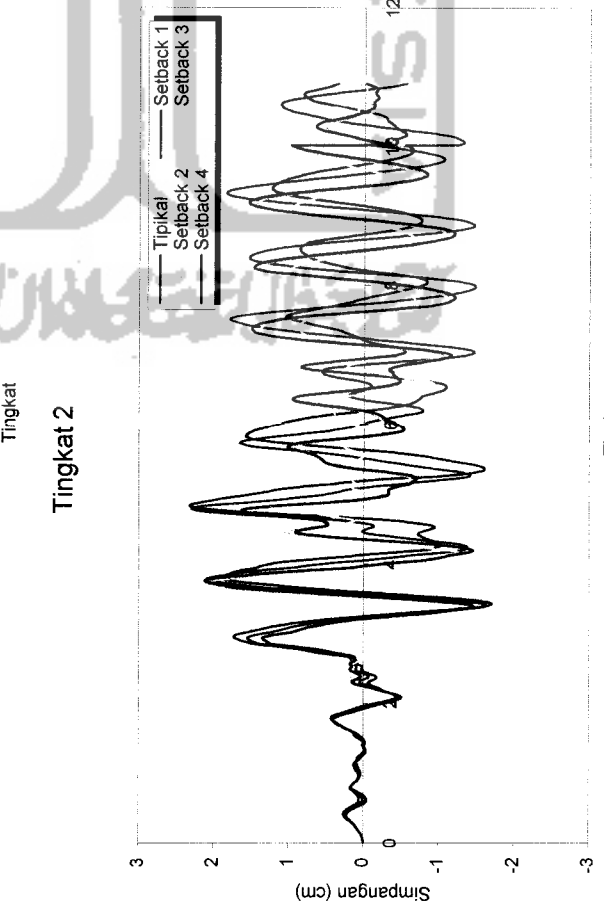
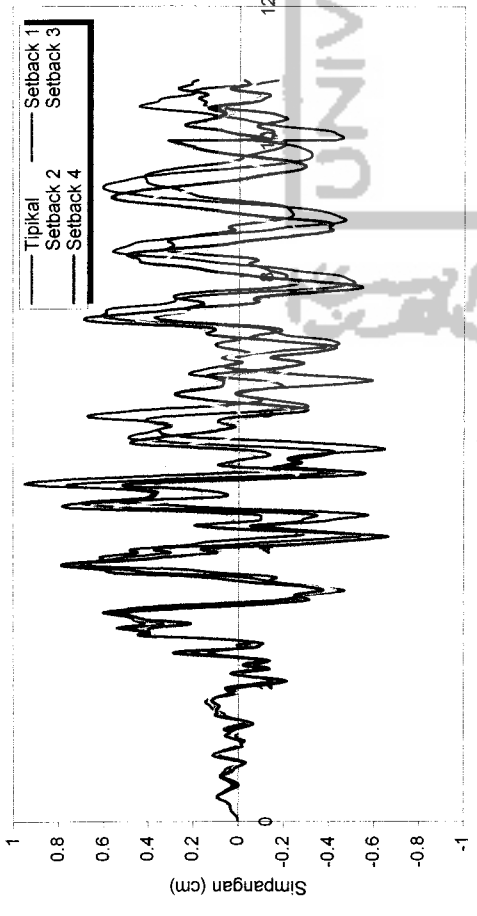
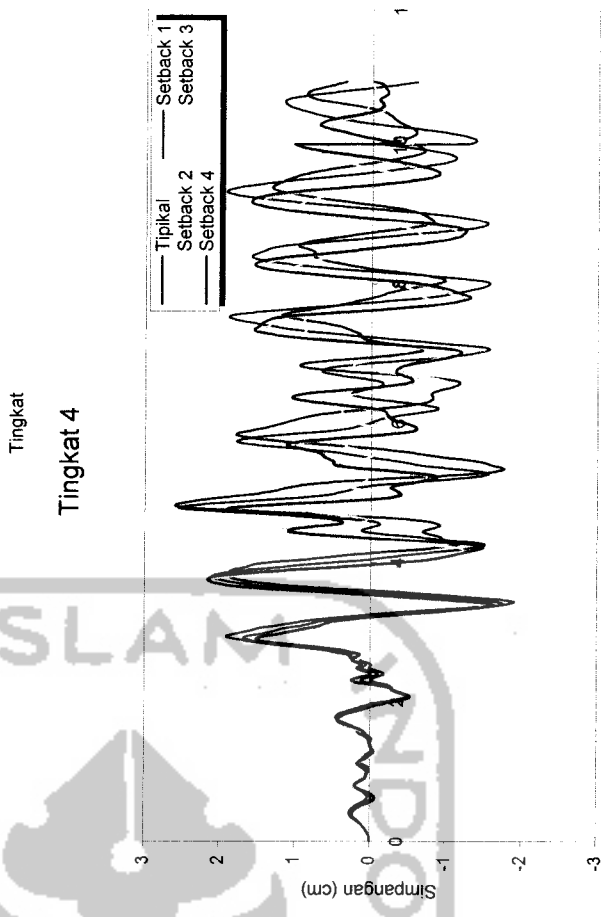
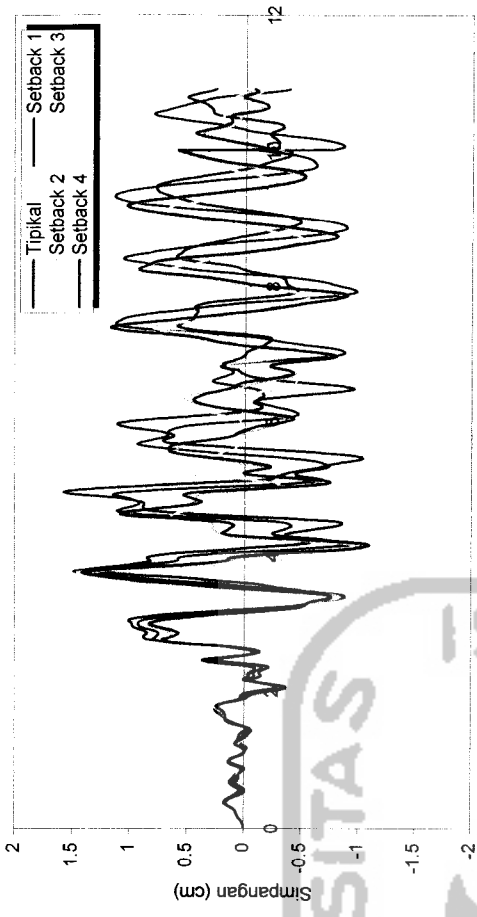
Gambar 5.22 Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro



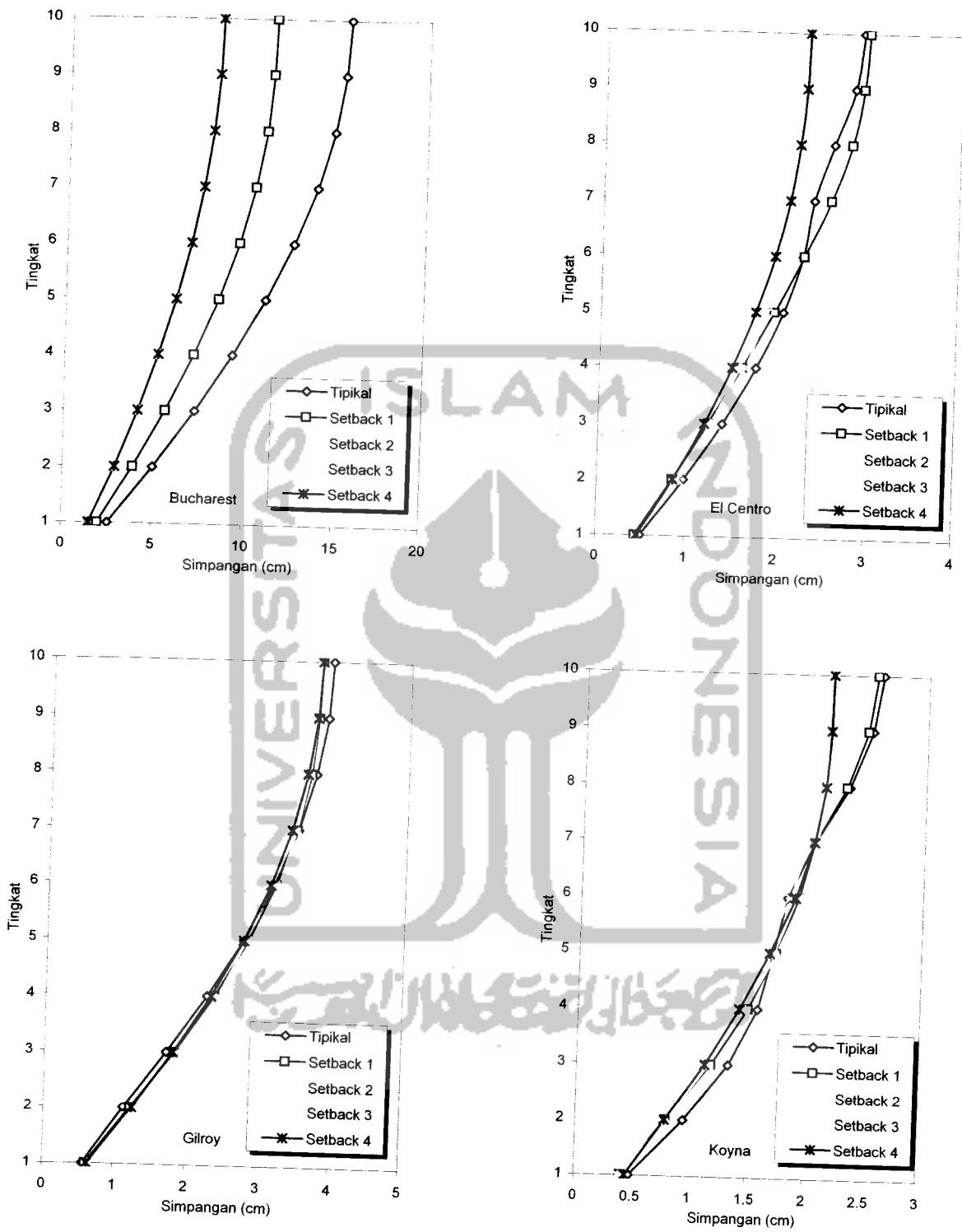
Gambar 5.25 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy



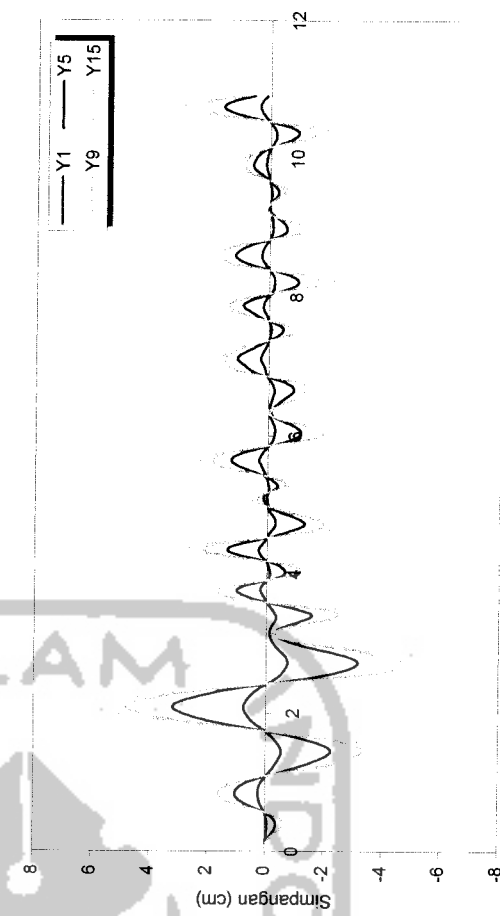
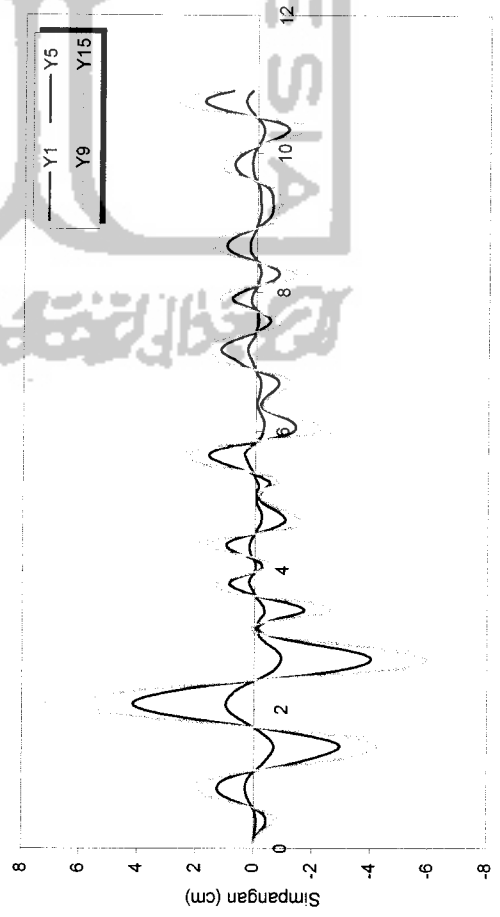
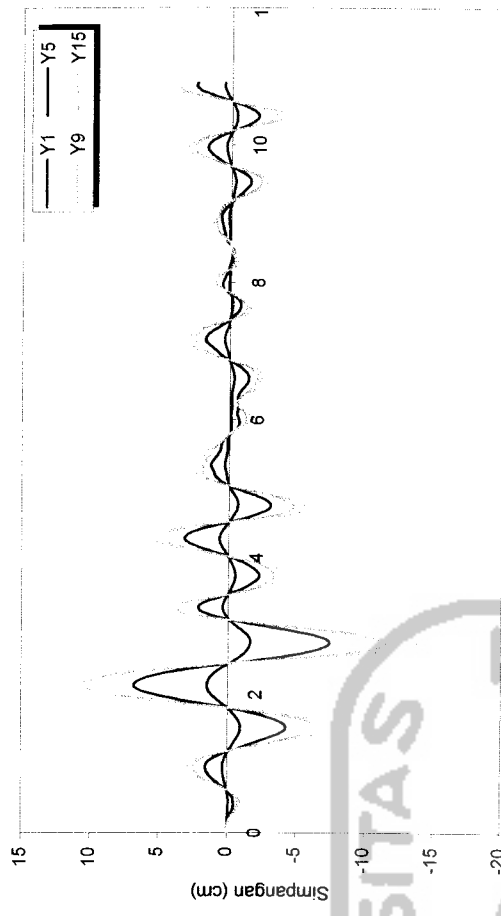
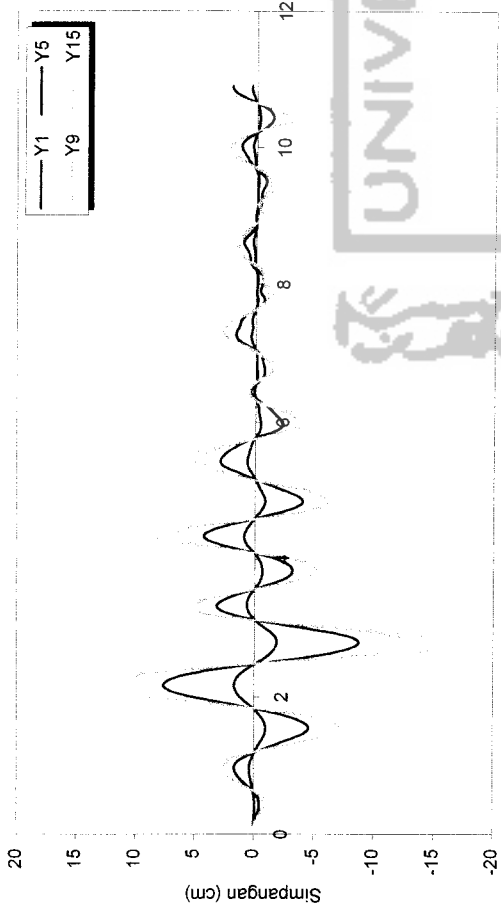
Gambar 5.26 Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



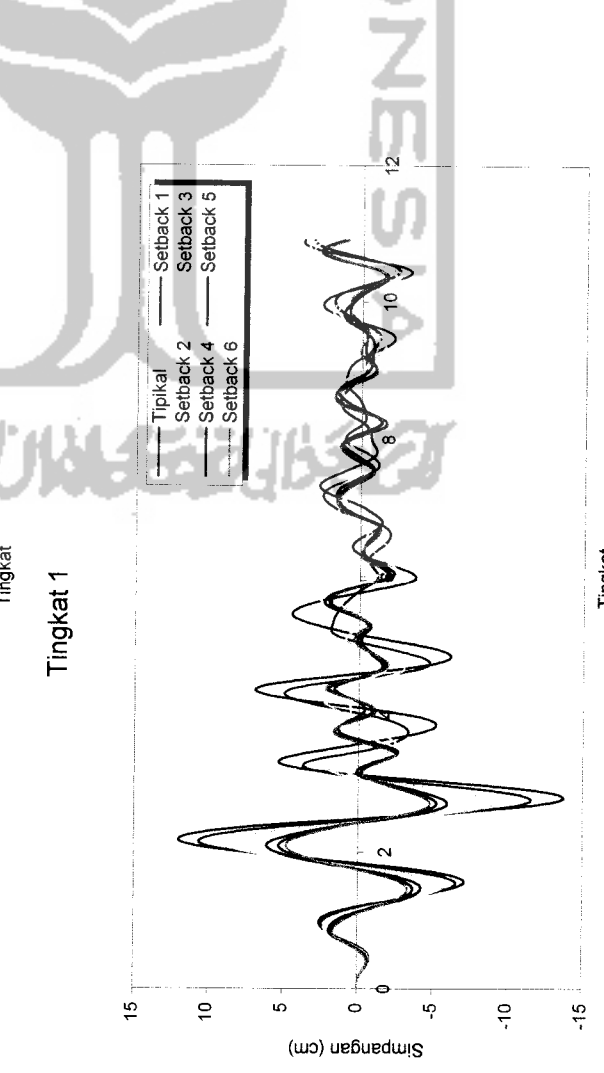
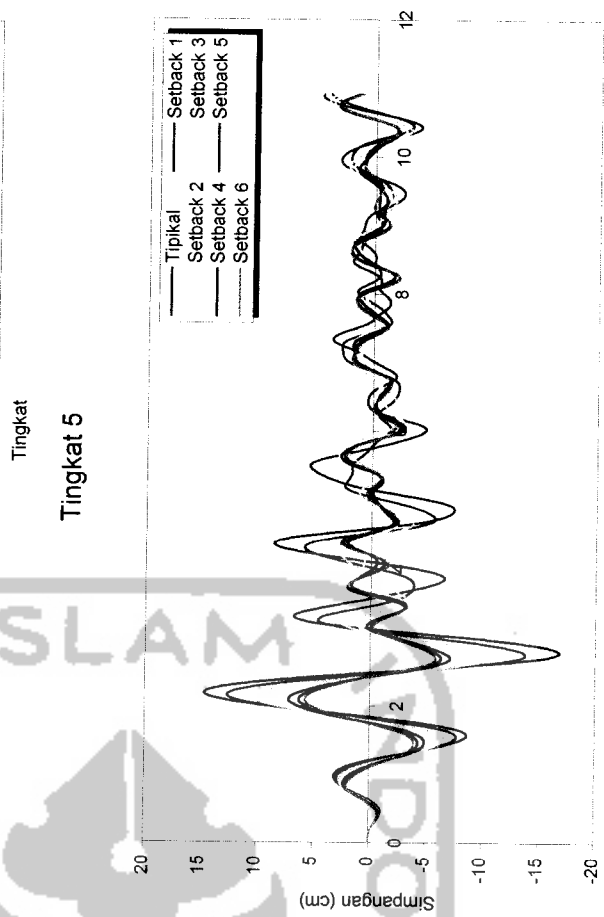
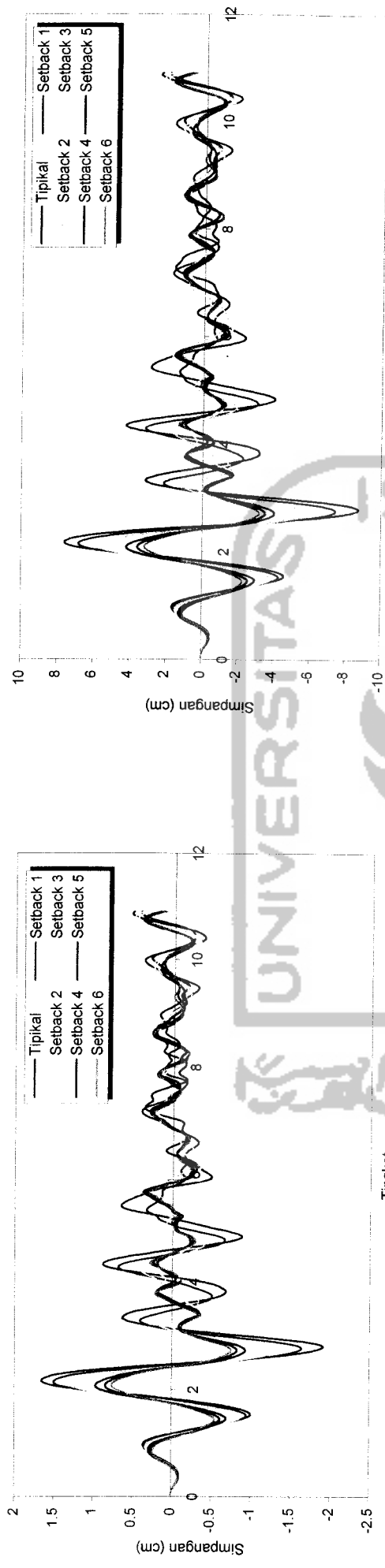
Gambar 5.27 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



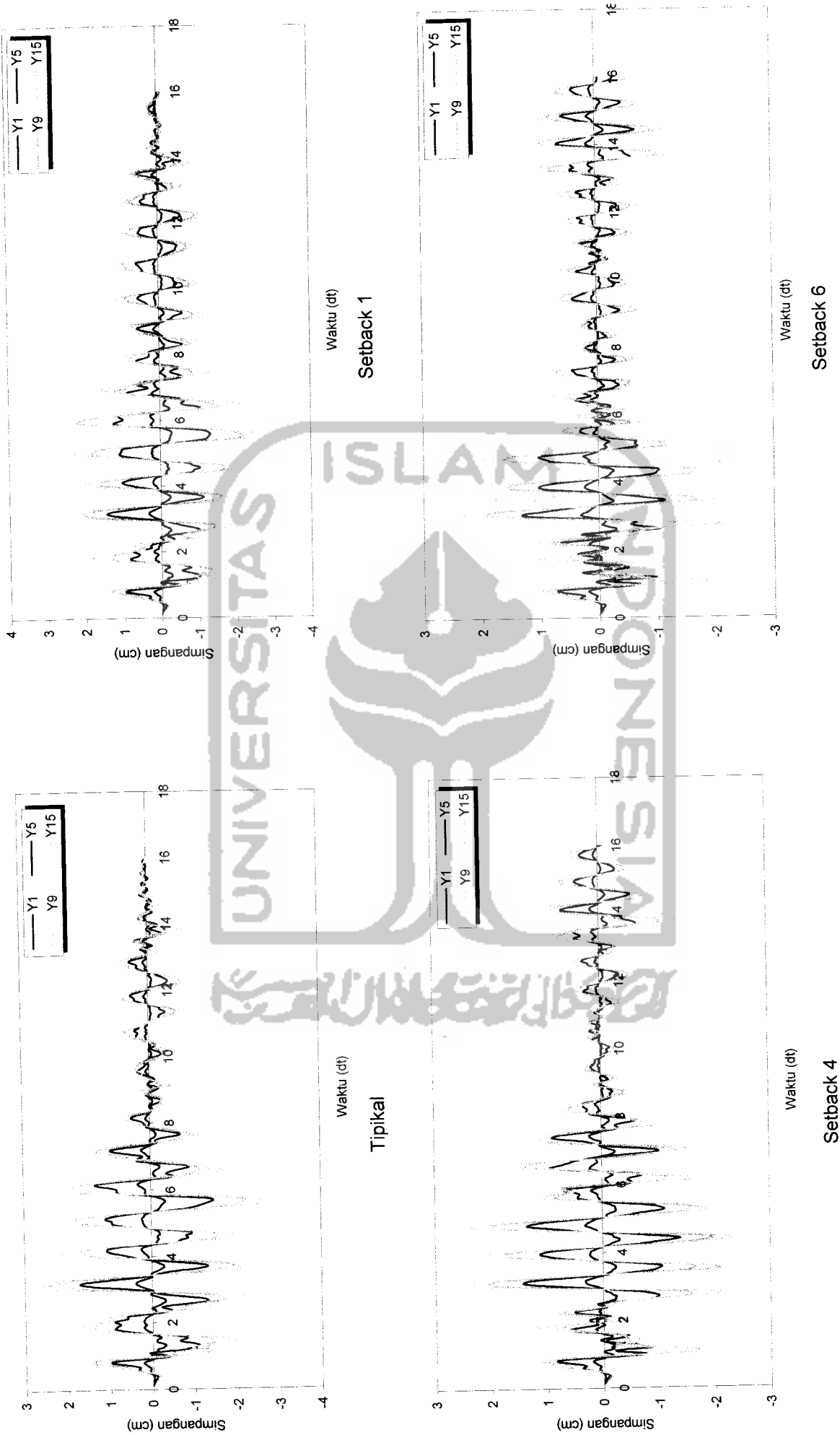
Gambar 5.28 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat 4 Gempa



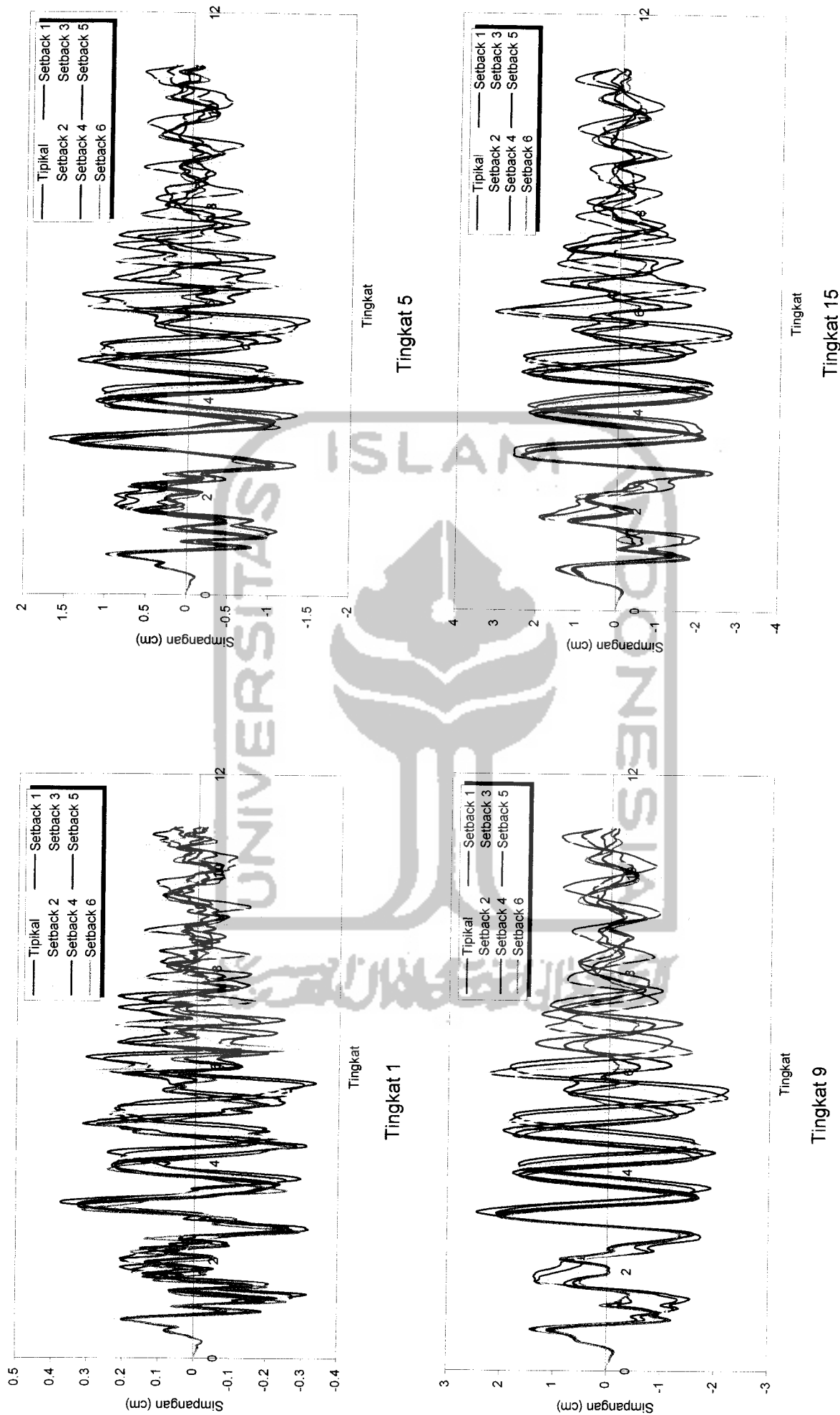
Gambar 5.29 Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



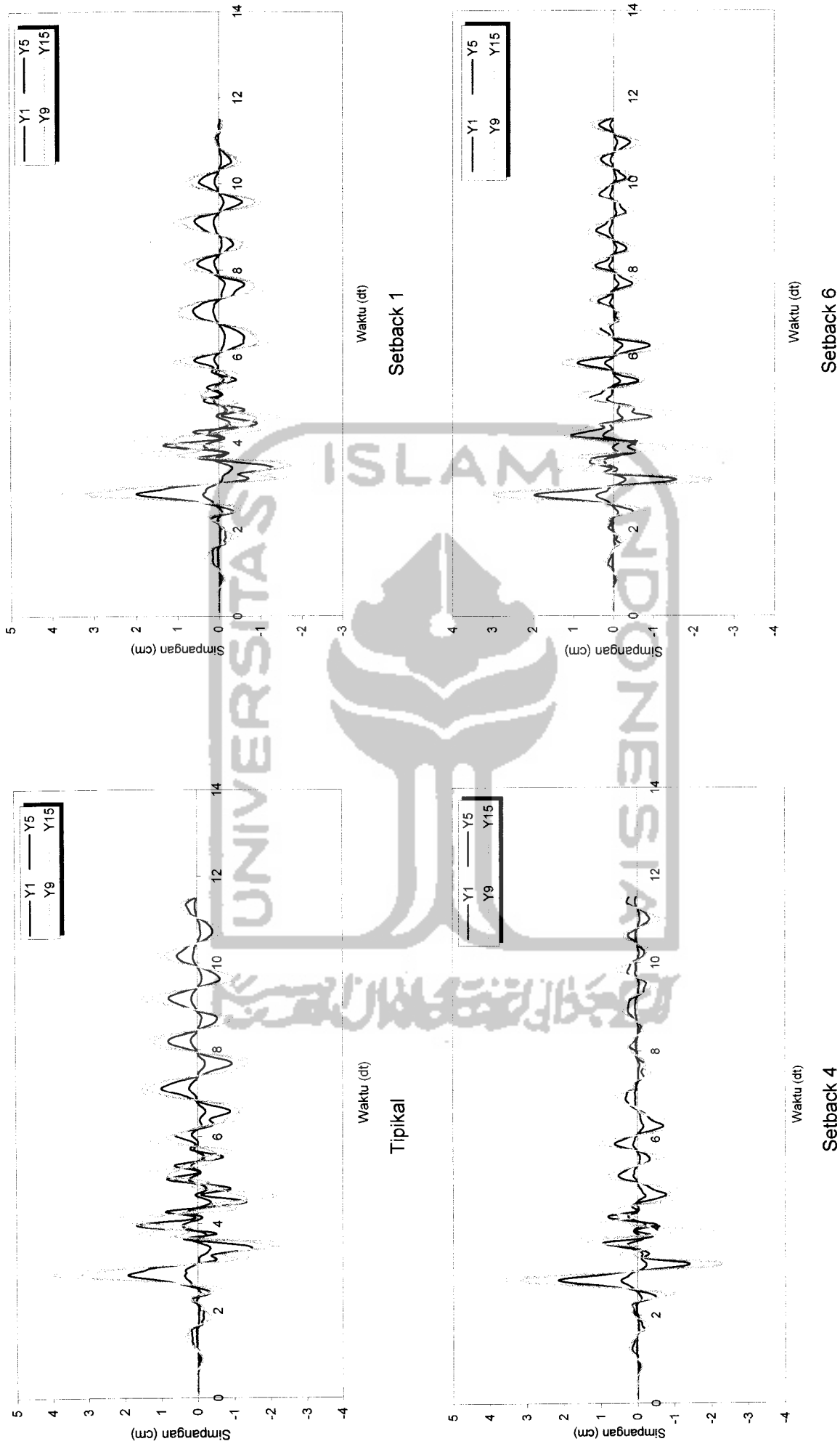
Gambar 5.30 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



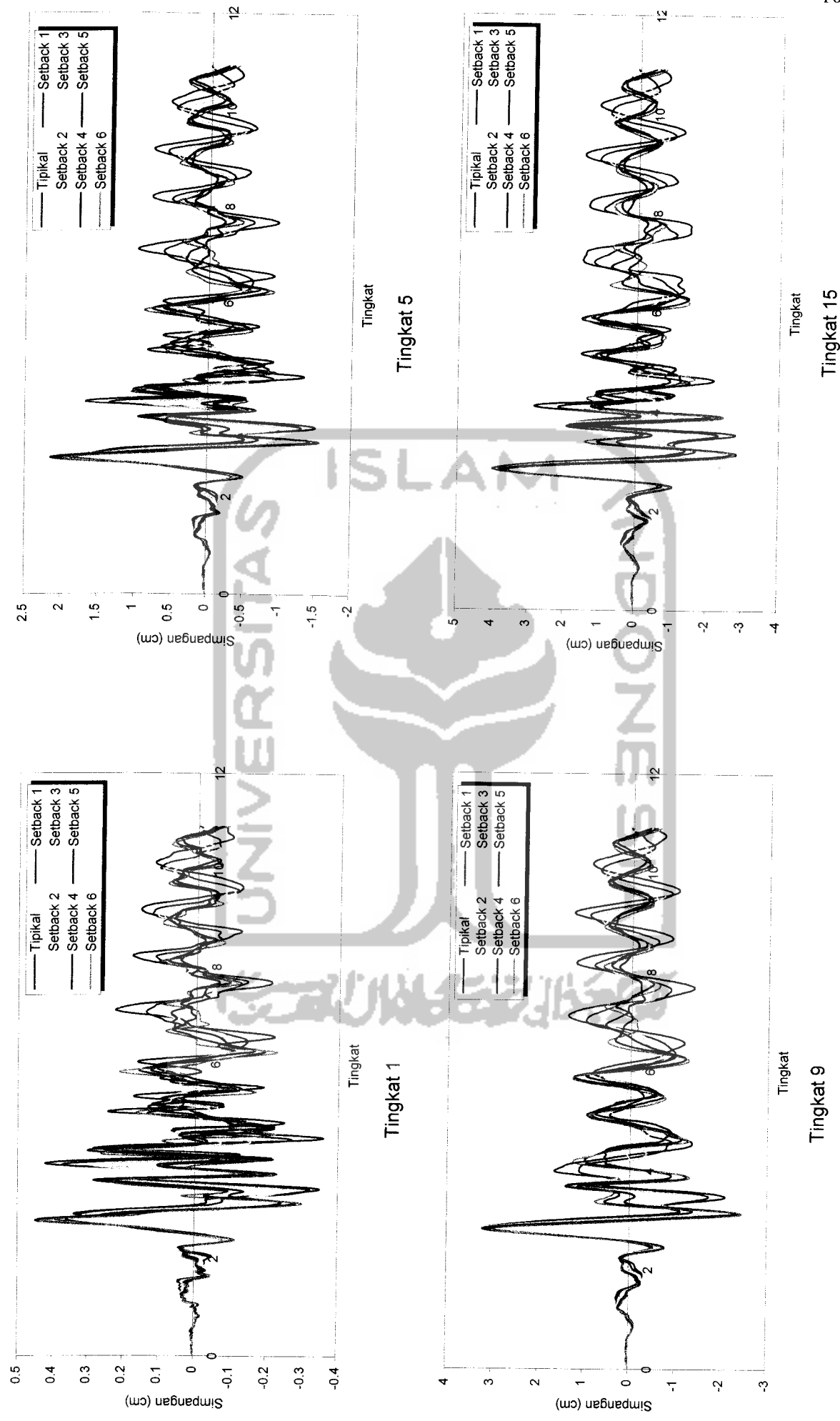
Gambar 5.31 Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro



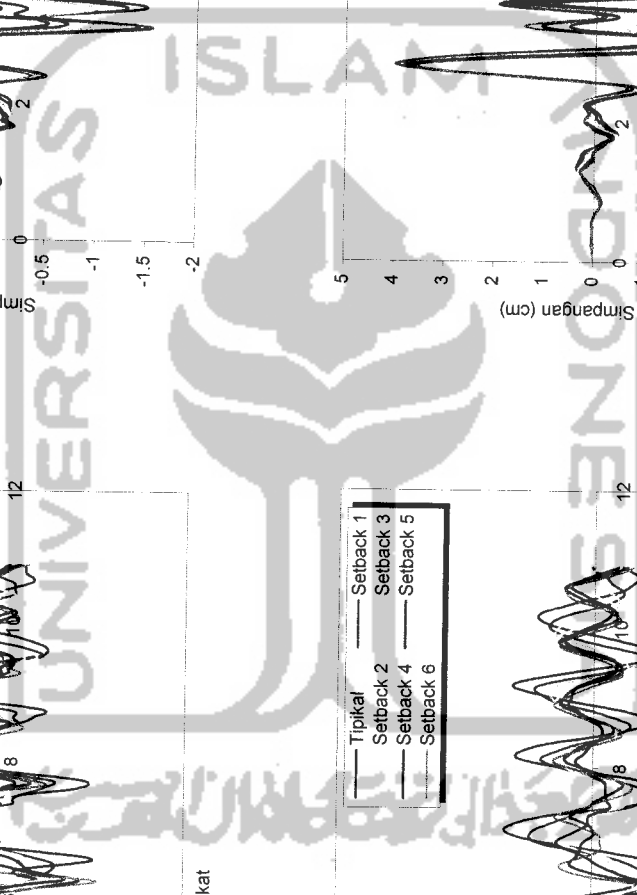
Gambar 5.32 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro

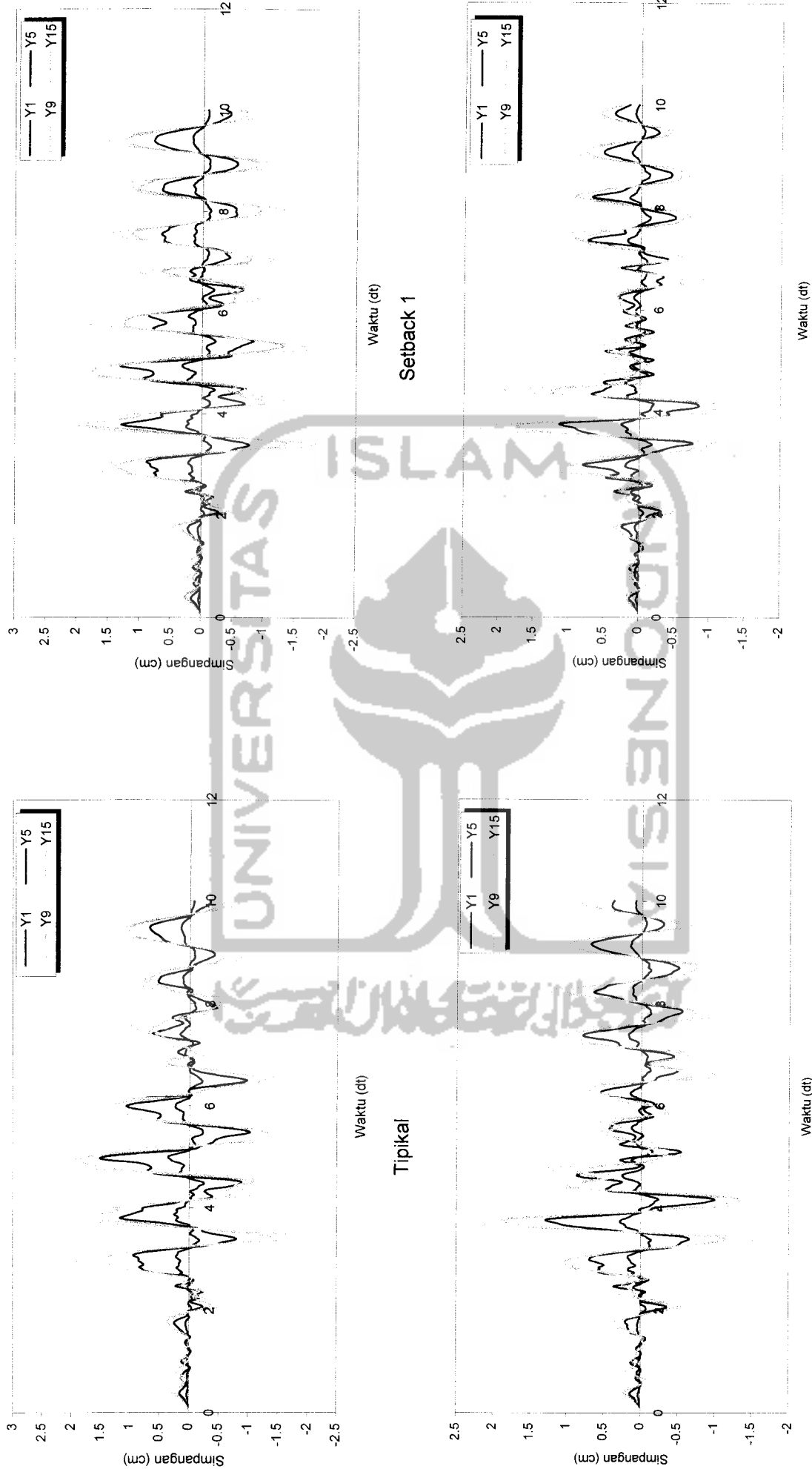


Gambar 5.33 Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy

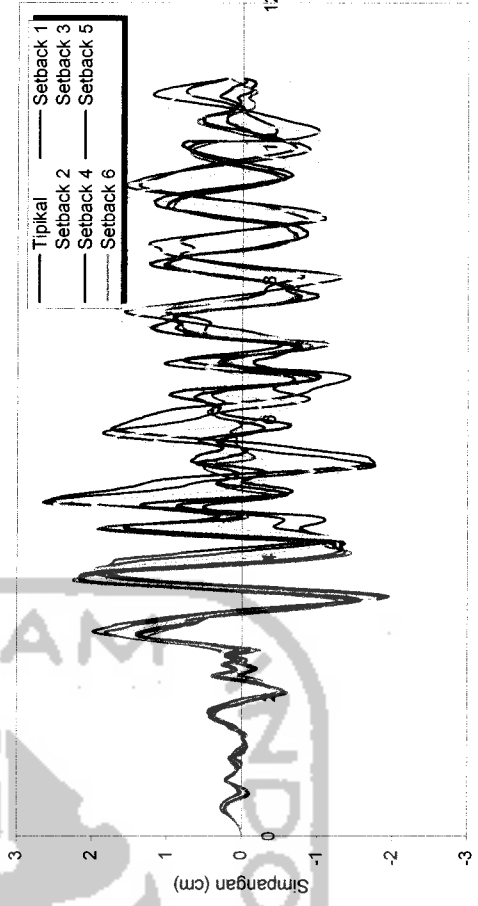
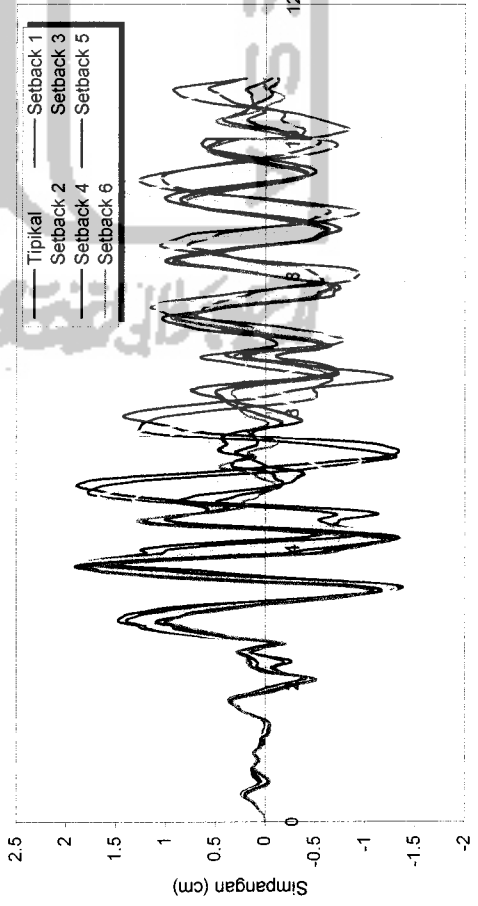
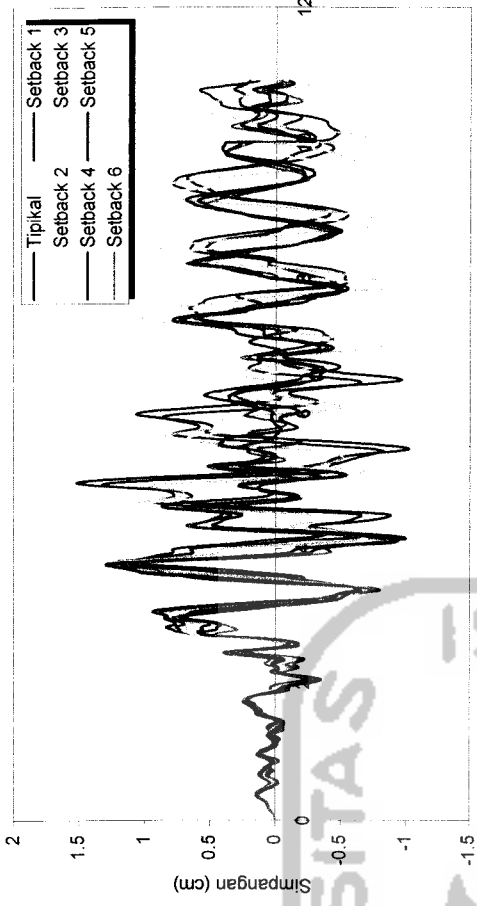
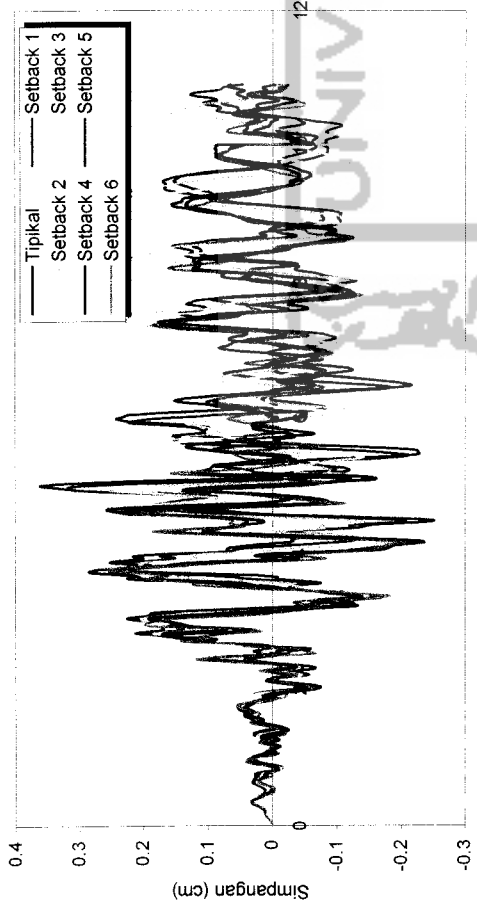


Gambar 5.34 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy

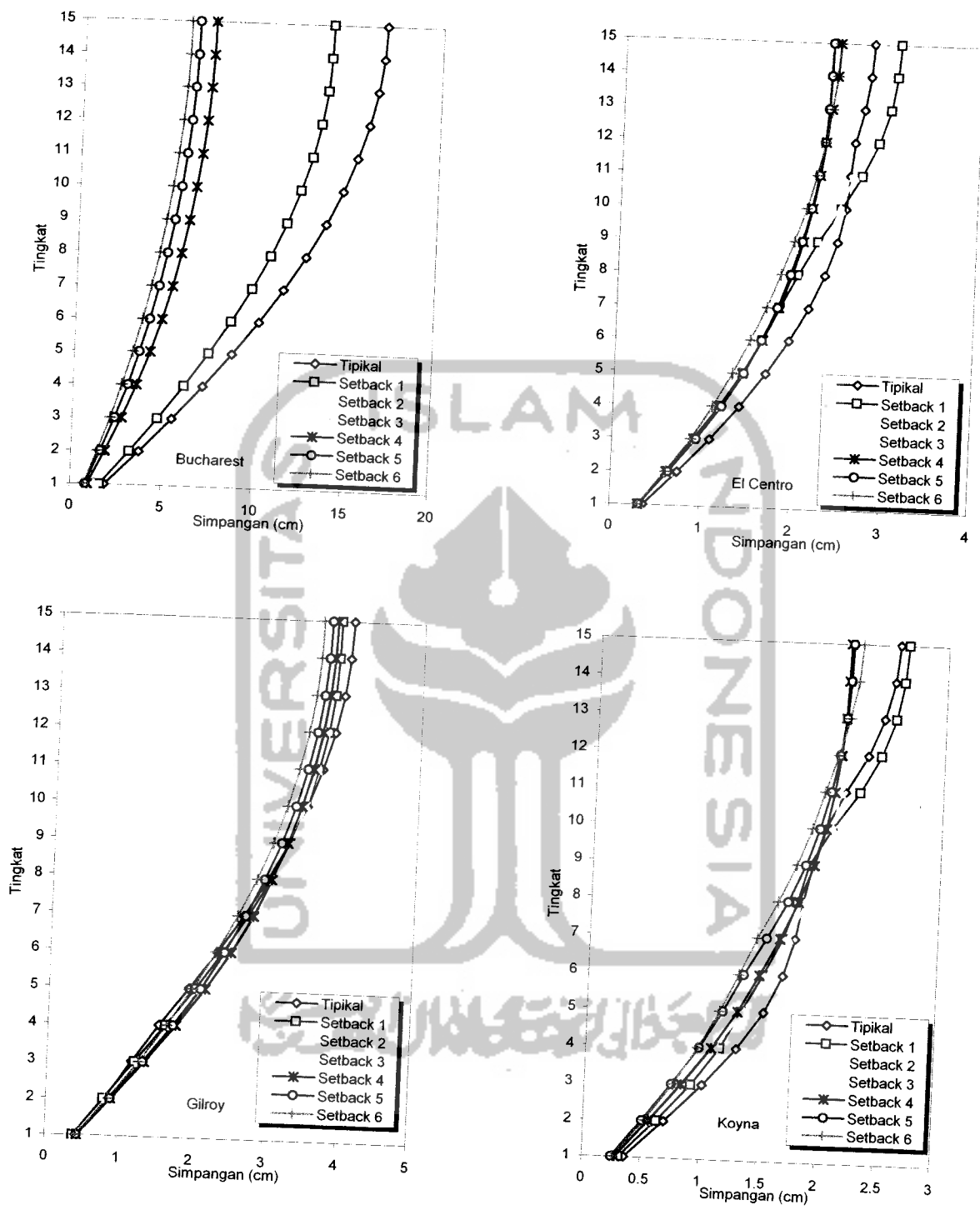




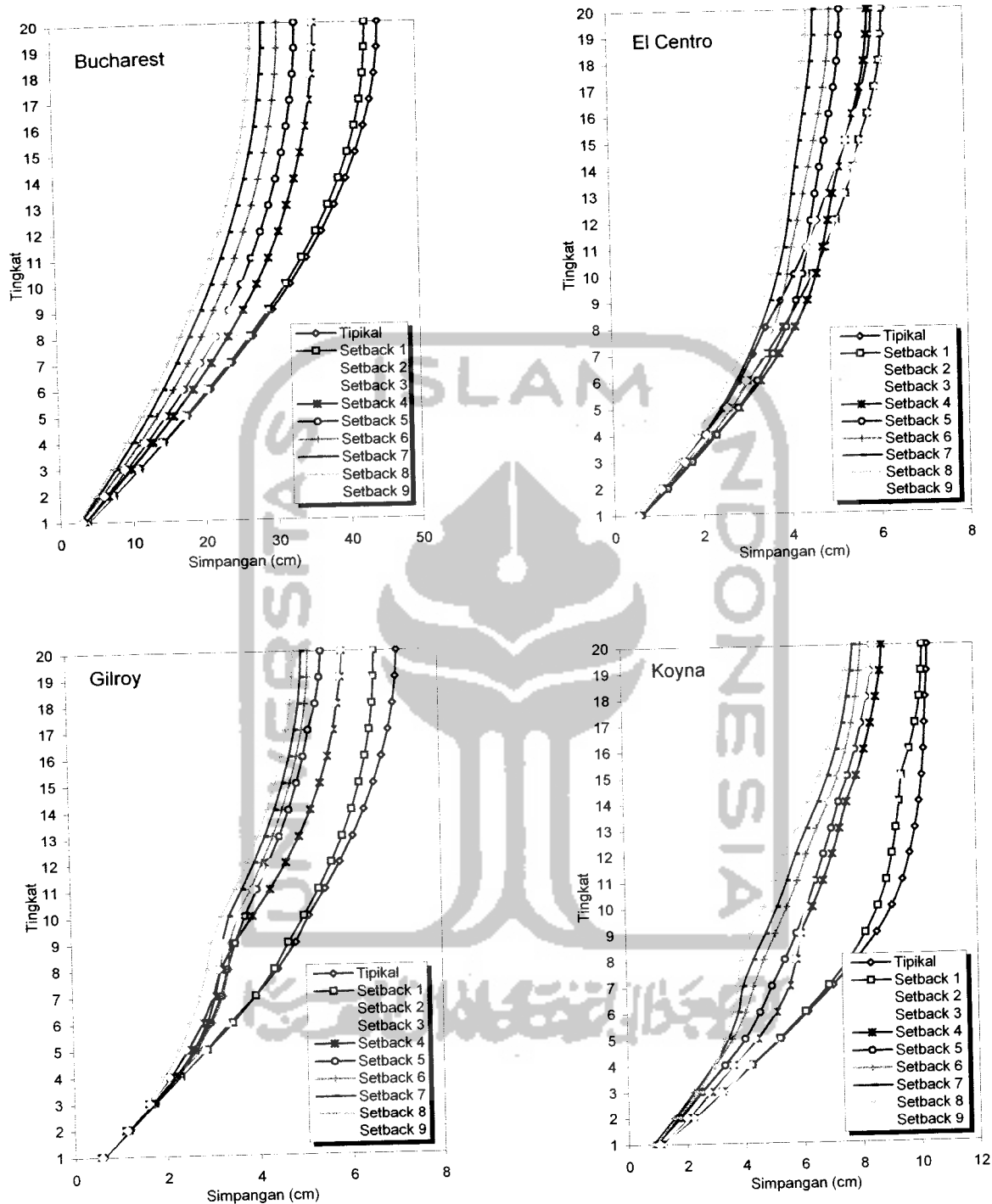
Gambar 5.35 Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.36 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.37 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat 4 Gempa



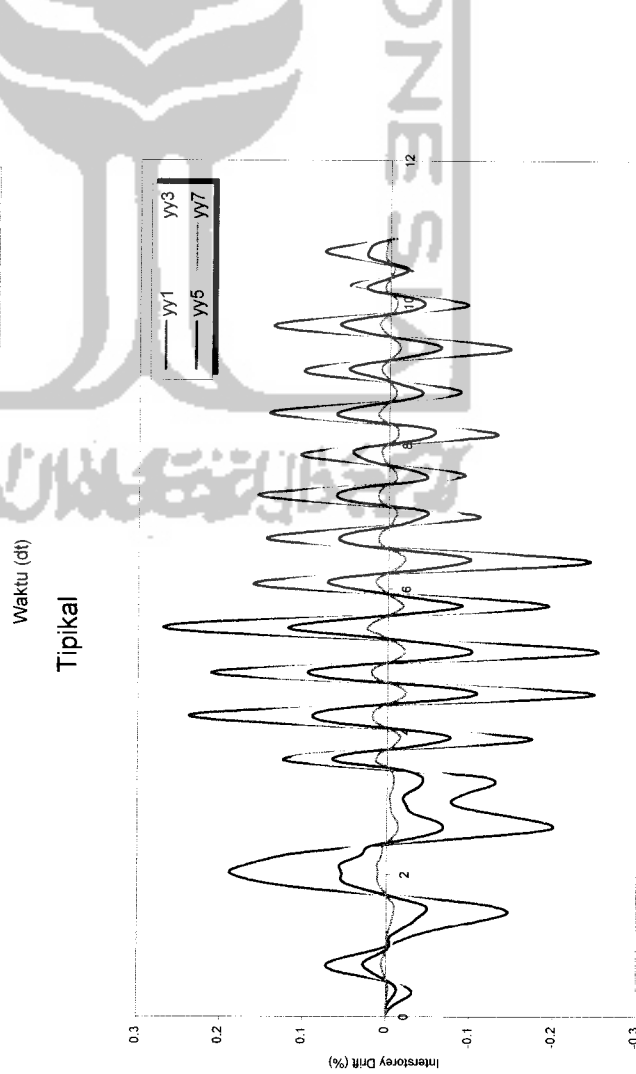
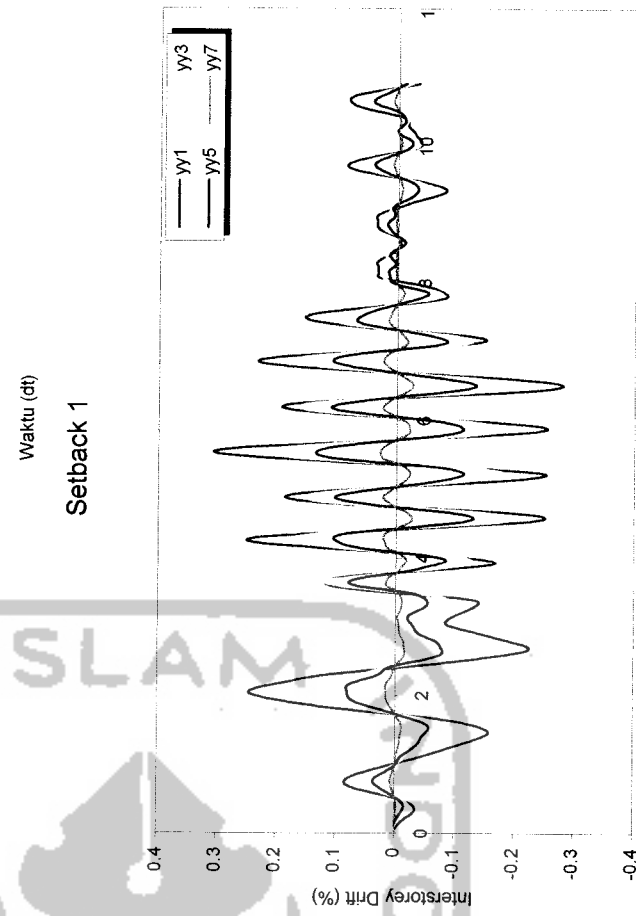
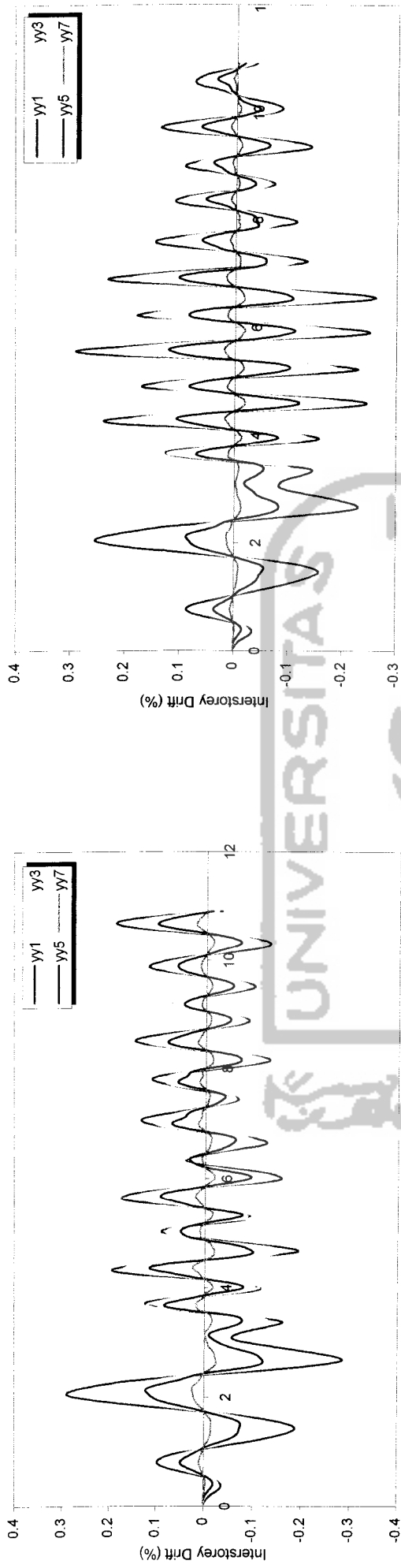
Gambar 5.38 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat 4 Gempa

5.4.3 Simpangan Antar Tingkat (*Interstorey Drift*)

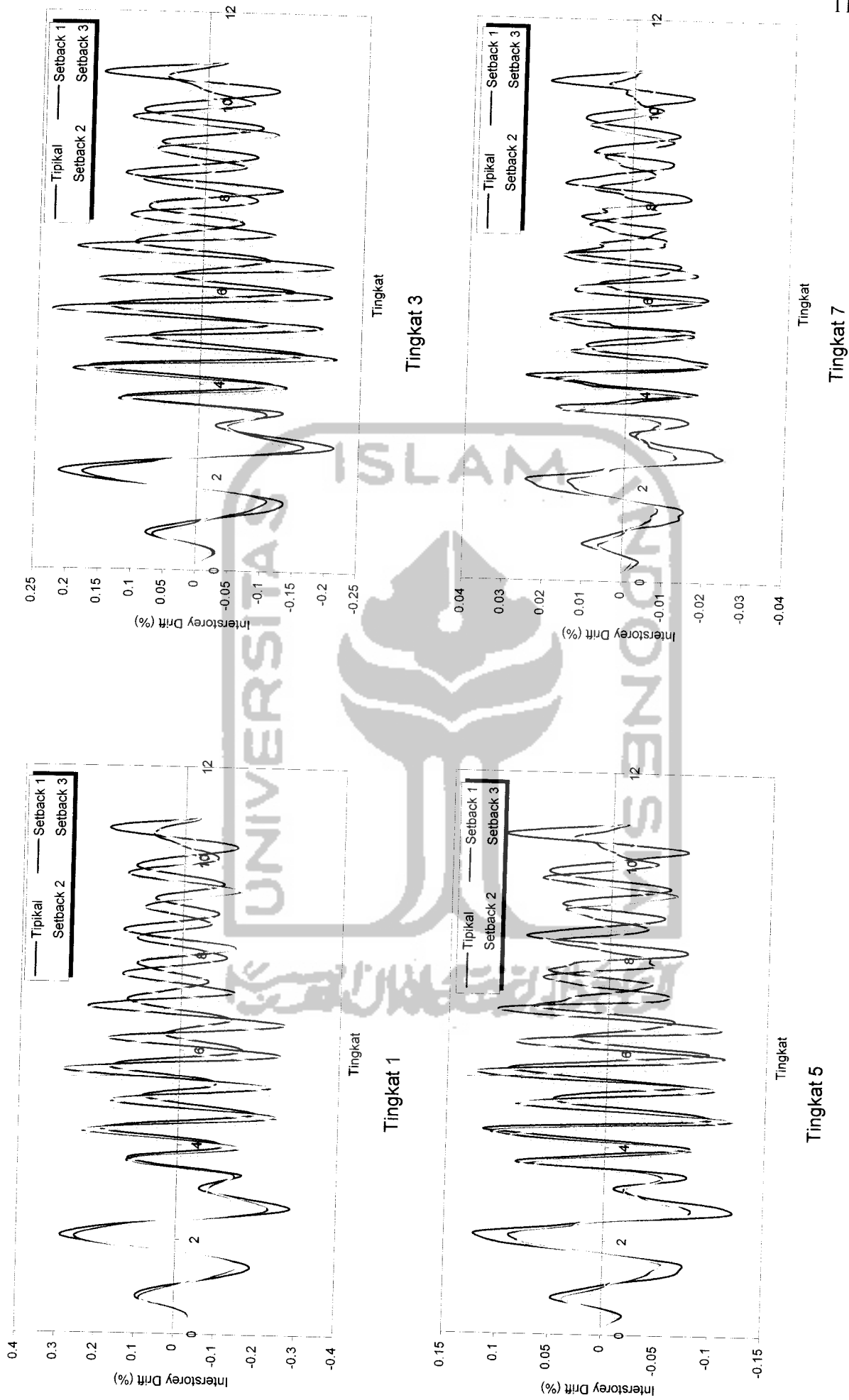
Simpangan antar tingkat (*Interstorey Drift*) dihitung berdasarkan atas persamaan (3.52). Dari program ini disajikan nilai-nilai simpangan antar tingkat (*Interstorey Drift*) untuk struktur bangunan tingkat 7, 10, 15 dan 20 dengan 4 variasi gempa pada Gambar 5.39 sampai dengan Gambar 5.66. Dengan memperhatikan Gambar 5.39 sampai dengan Gambar 5.66 tersebut, dapat kita lihat bahwa simpangan antar tingkat (*Interstorey Drift*) yang dinormalisasi menunjukkan *Interstorey Drift* akibat gempa Bucharest mempunyai nilai terbesar. Hal ini dikarenakan percepatan maksimum (A_{maks}) gempa Bucharest mendekati nilai 0,2g sehingga skala gempa mendekati 1. Simpangan antar tingkat (*Interstorey Drift*) semakin ke atas nilainya semakin kecil karena rasio simpangan antar tingkat semakin ke atas semakin mengecil.

Nilai simpangan antar tingkat (*Interstorey Drift*) akan mengecil pada tingkat dimana terdapat pengurangan massa dan kekakuan secara vertikal (setback vertikal). Ini sama halnya seperti simpangan, karena memang simpangan antar tingkat (*Interstorey Drift*) merupakan selisih antara simpangan suatu tingkat dengan simpangan tingkat di bawahnya dibagi tinggi tiap tingkat.

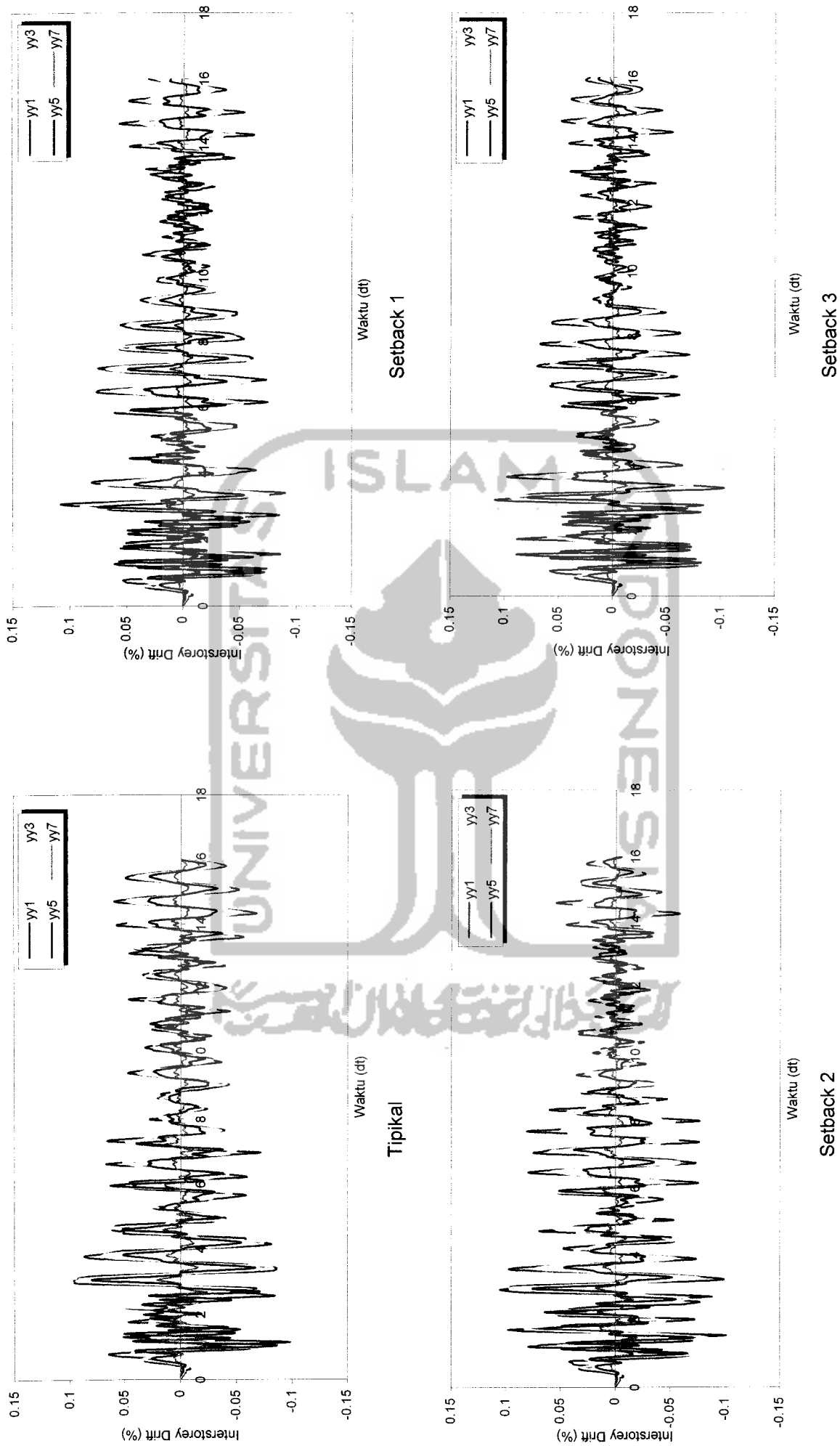
Nilai simpangan antar tingkat (*Interstorey Drift*) akan semakin besar pada bangunan bertingkat yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suatu bangunan maka akan semakin fleksibel. Sehingga semakin rendah (kaku) suatu bangunan maka akan semakin kecil nilai simpangan antar tingkatnya (*Interstorey Drift*). Nilai simpangan antar tingkat (*Interstorey Drift*) memenuhi syarat dari batas ultimit gedung, yaitu 0,005 dari tinggi tingkat (2 cm).



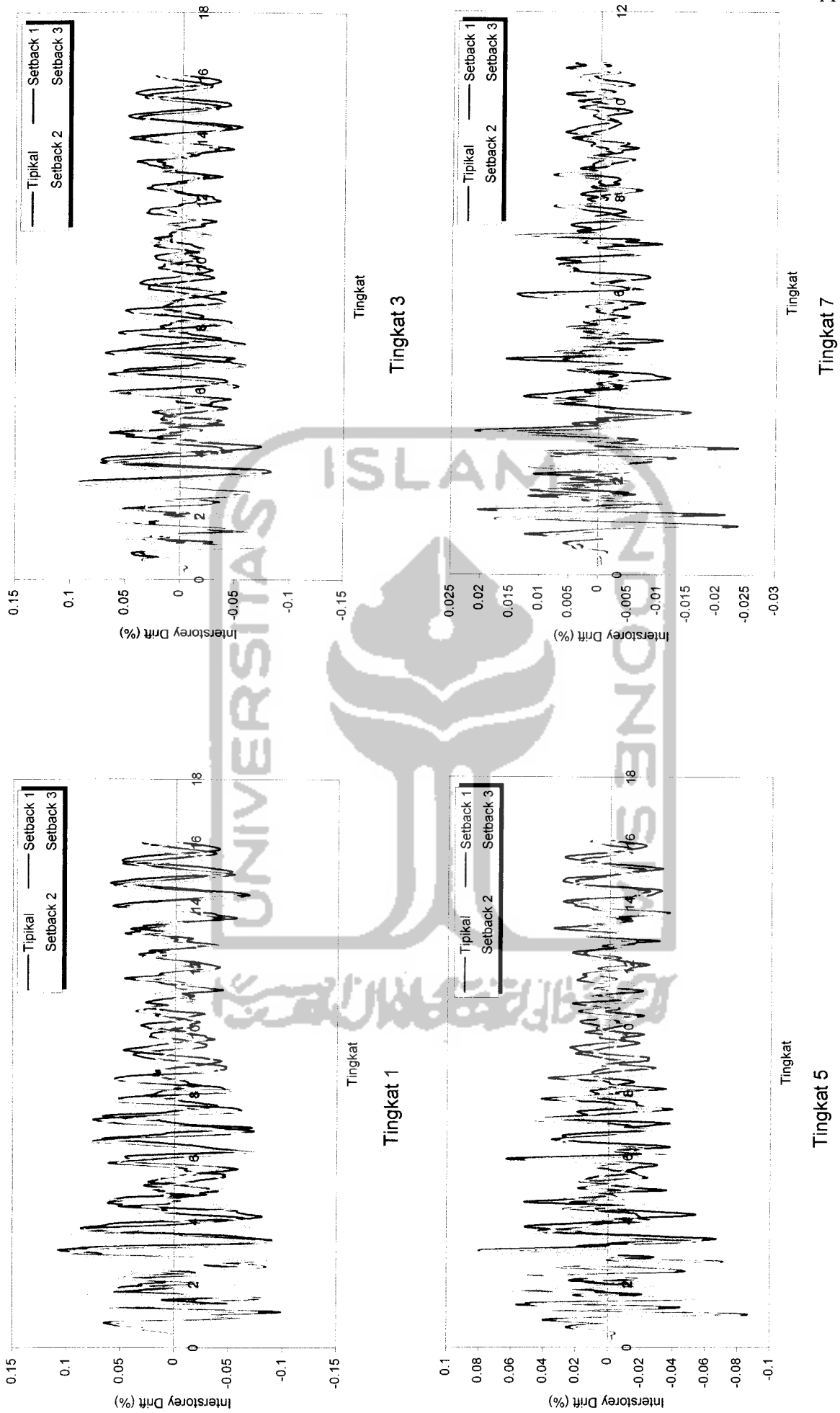
Gambar 5.39 Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



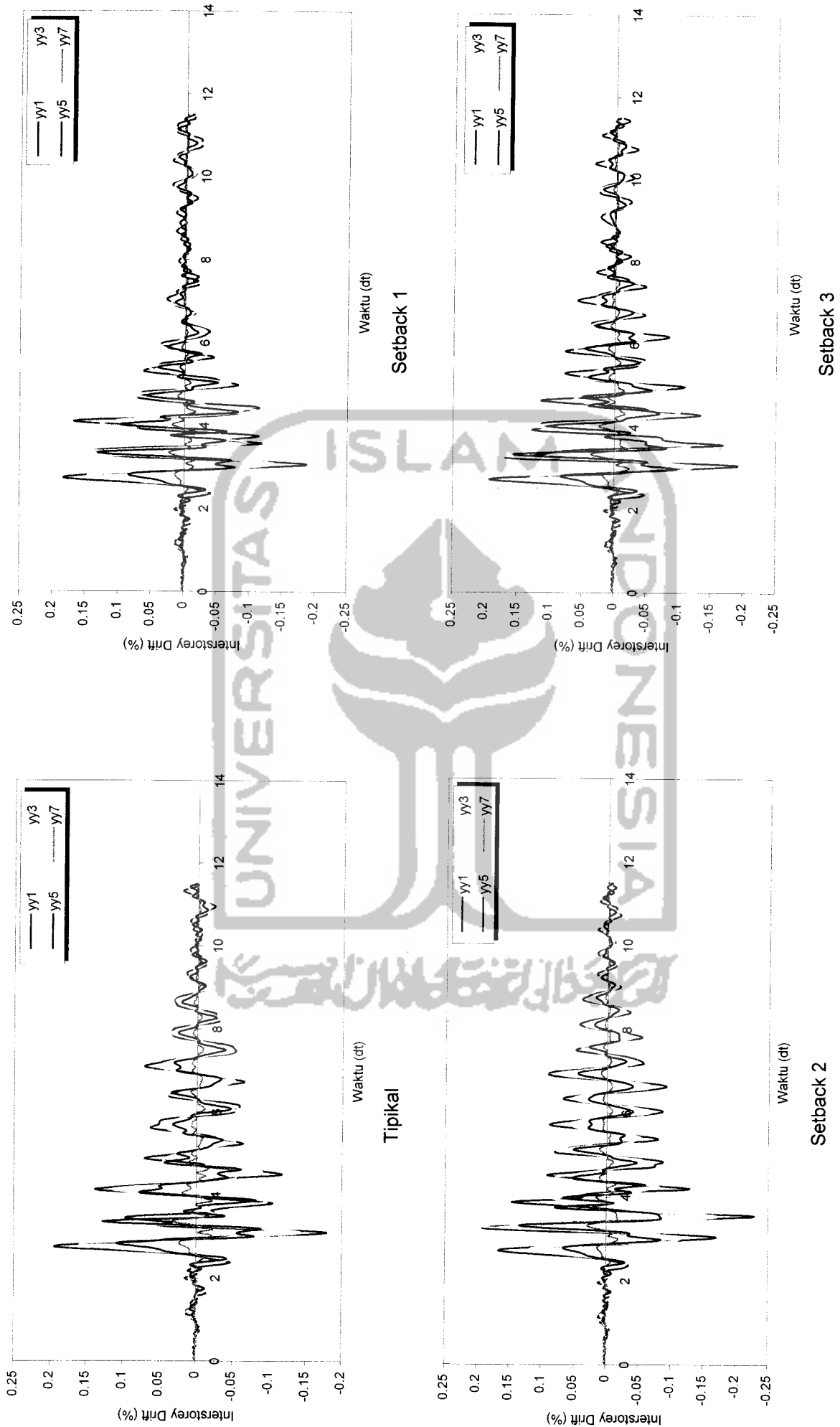
Gambar 5.40 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



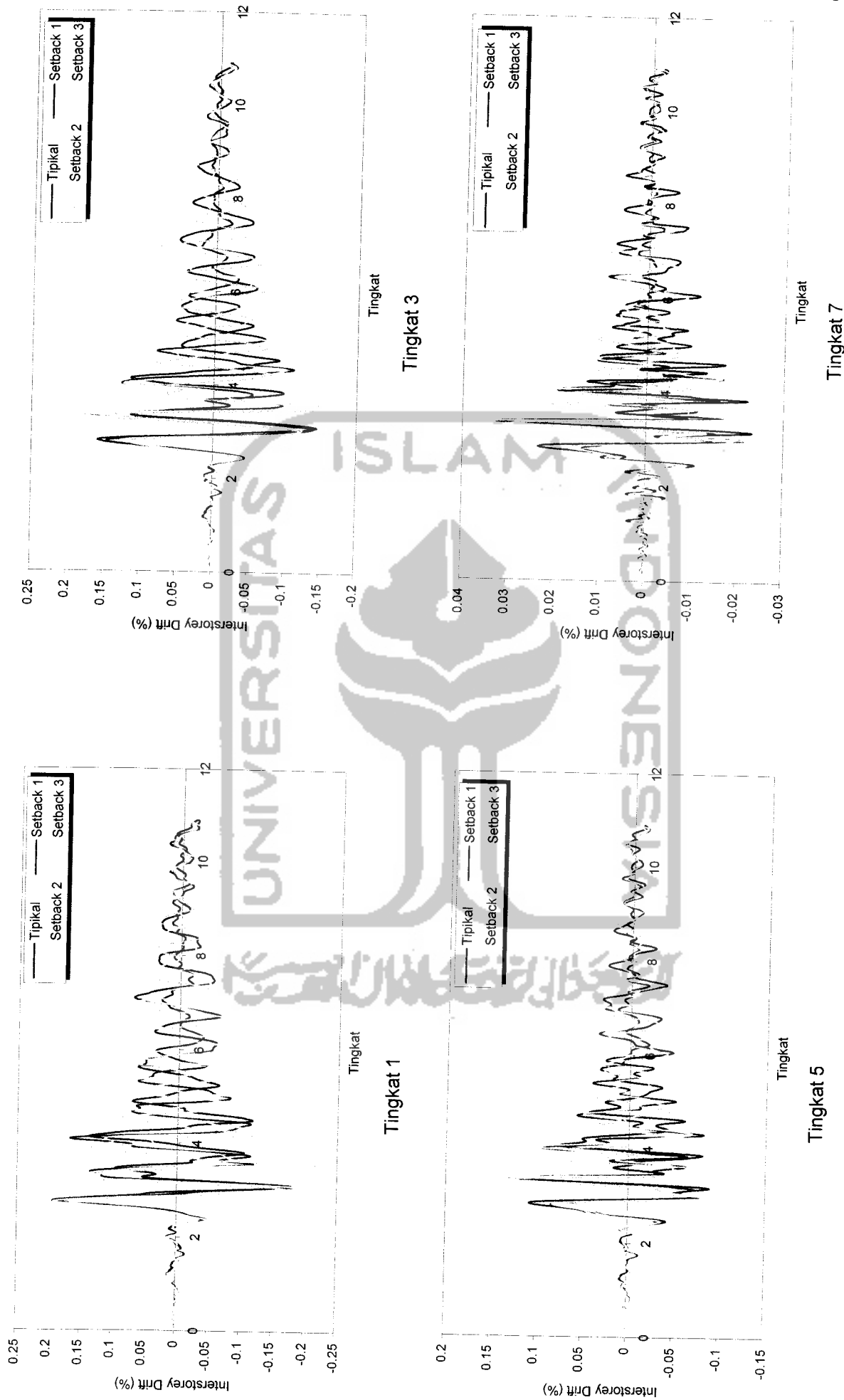
Gambar 5.41 Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa El Centro



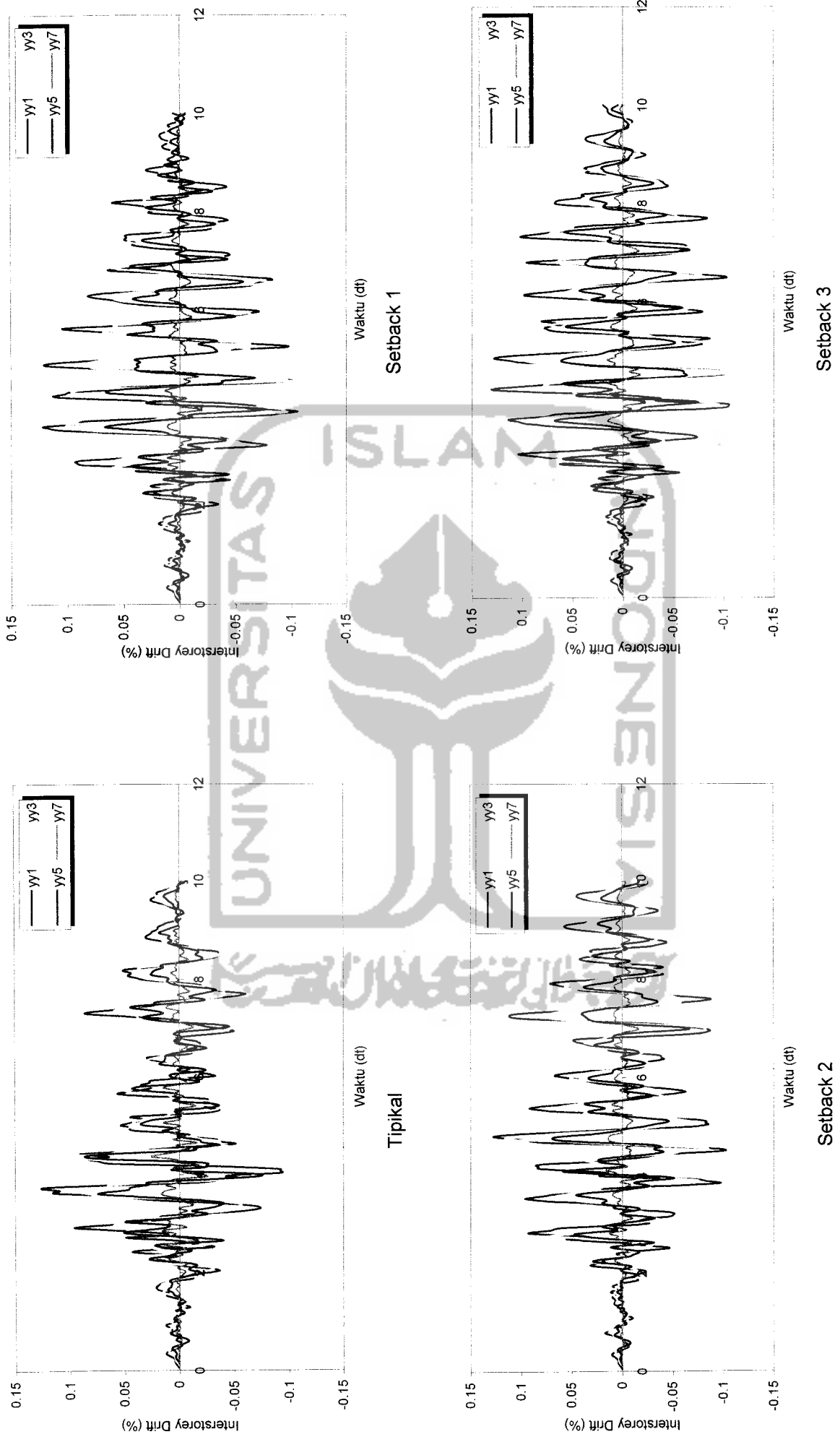
Gambar 5.42 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa El Centro



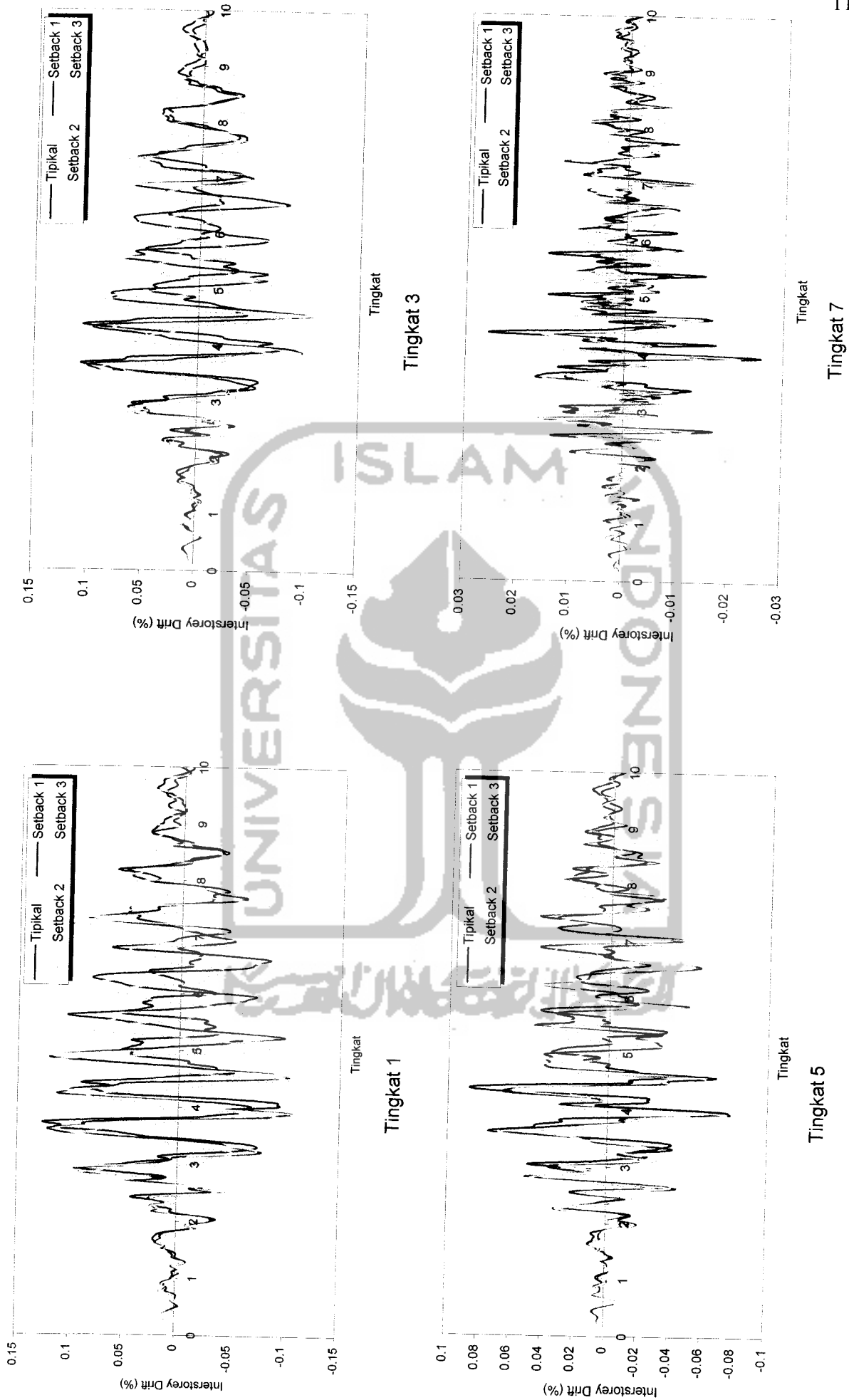
Gambar 5.43 Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



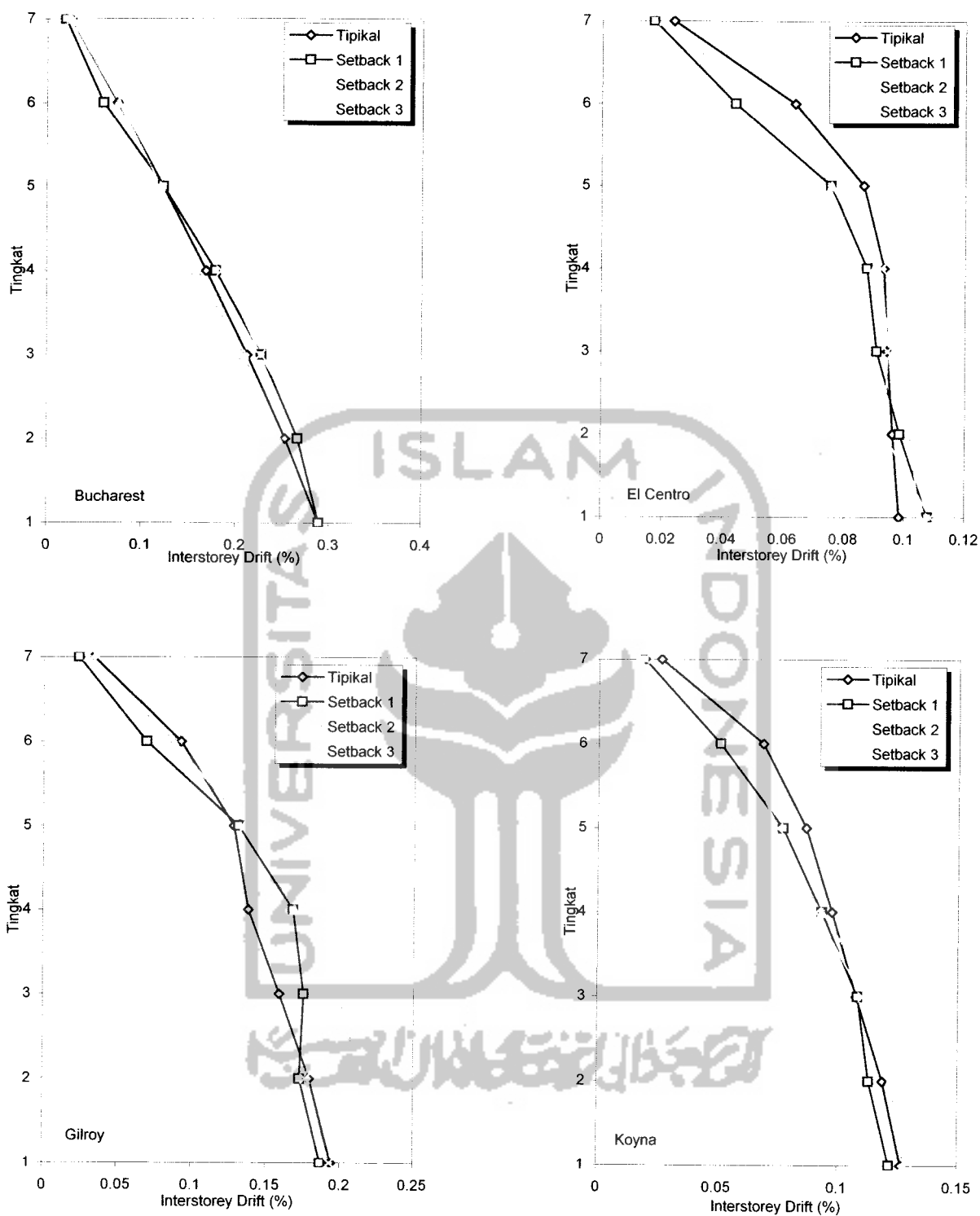
Gambar 5.44 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



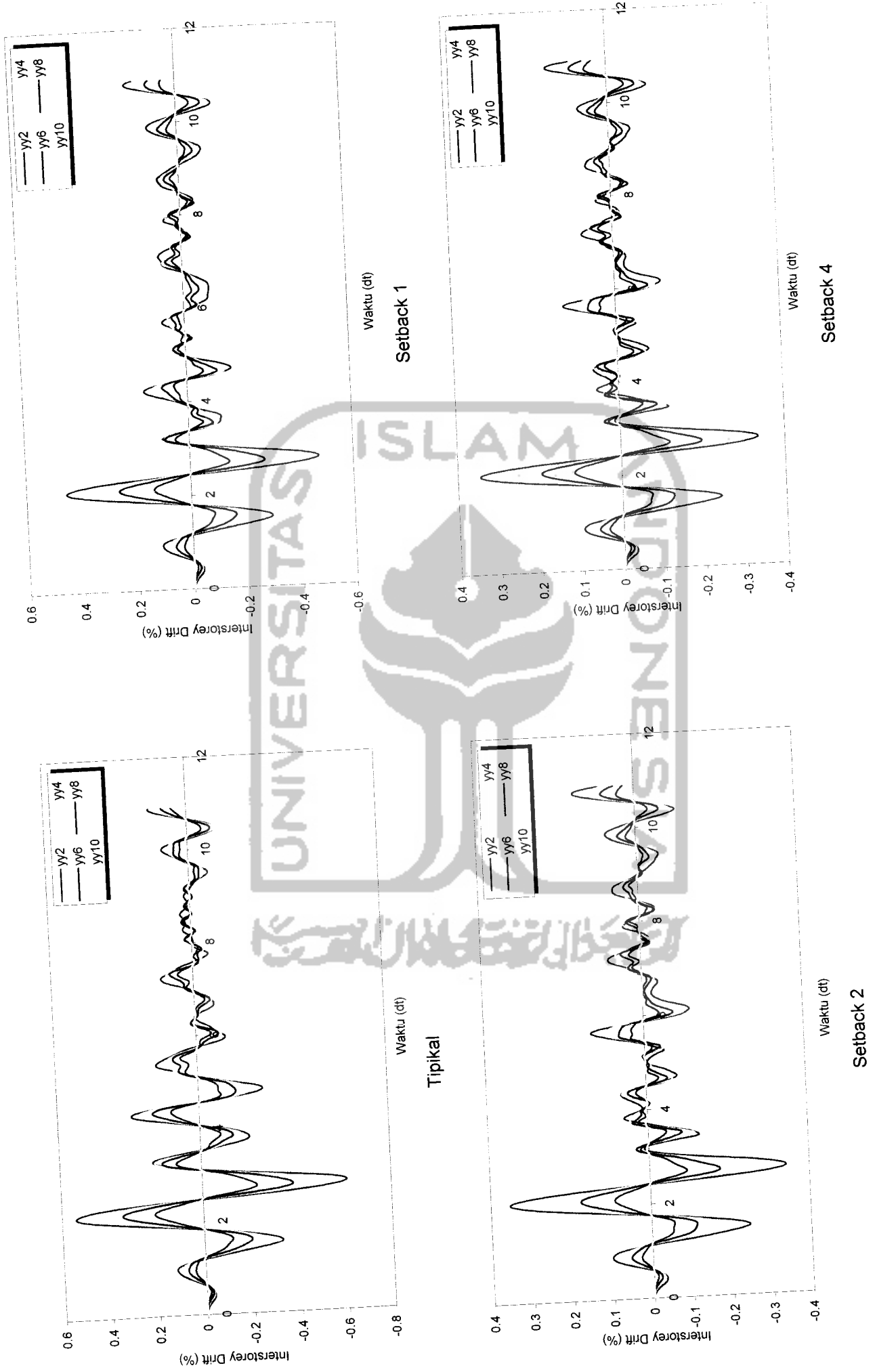
Gambar 5.45 Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



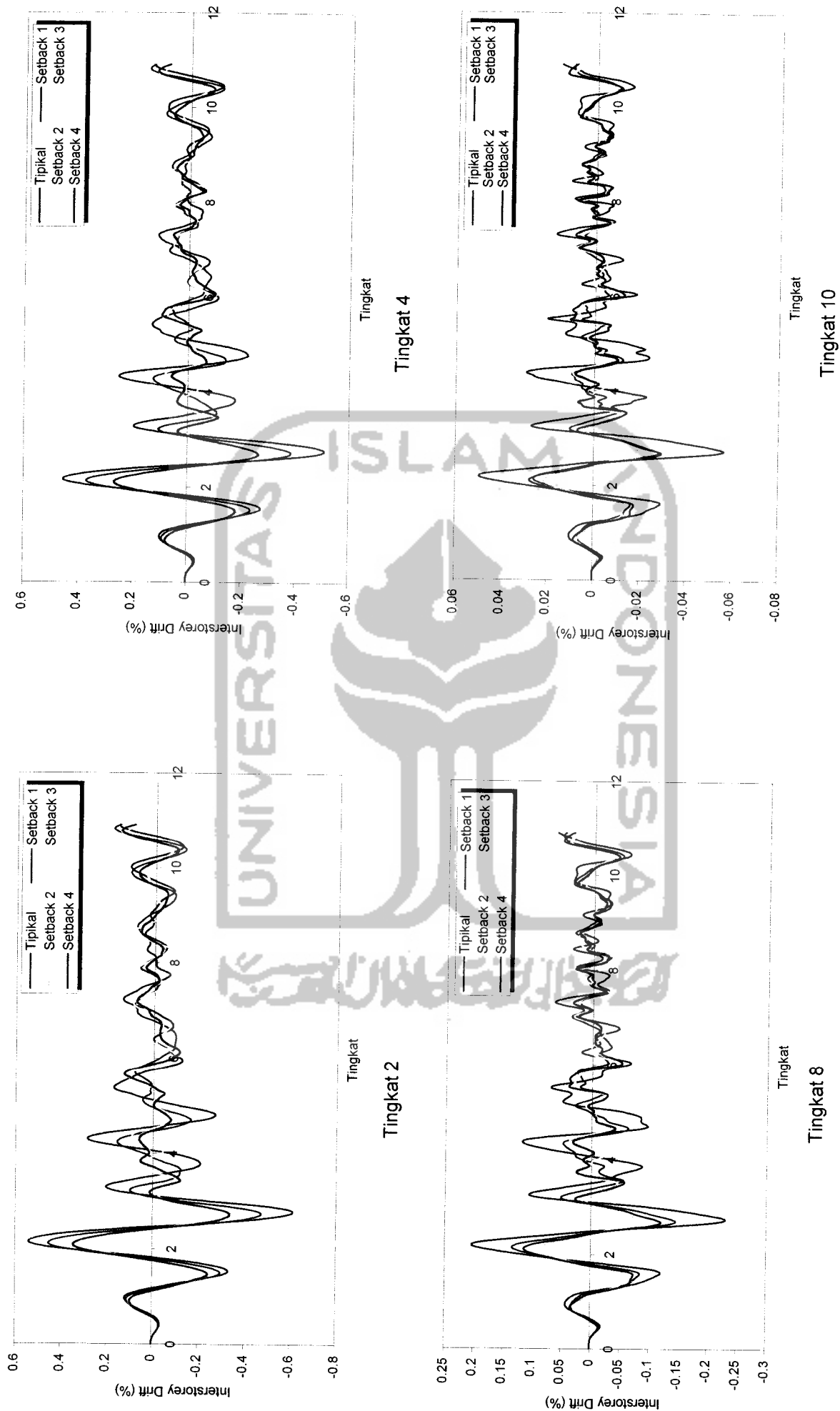
Gambar 5.46 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



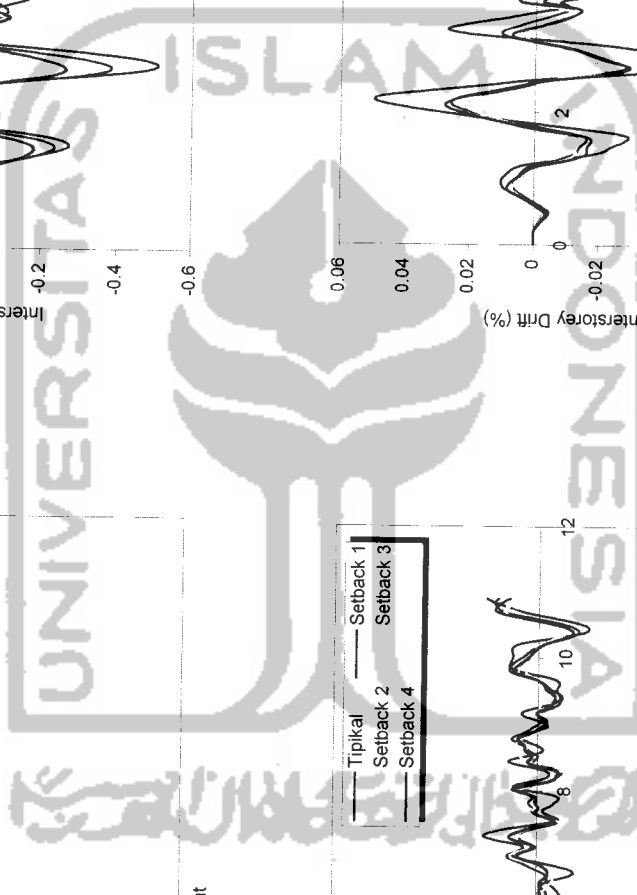
Gambar 5.47 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat 4 Gempa

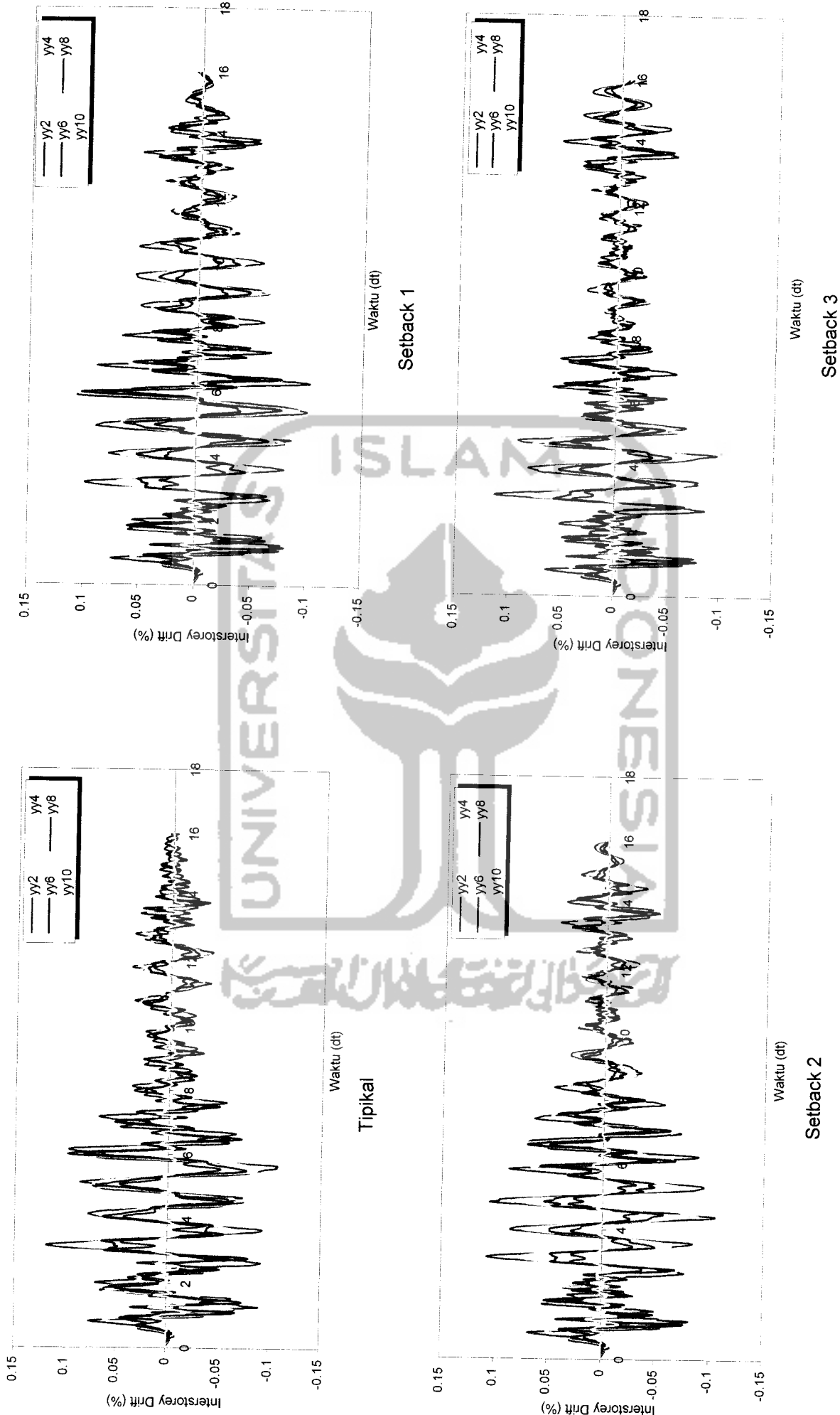


Gambar 5.48 Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest

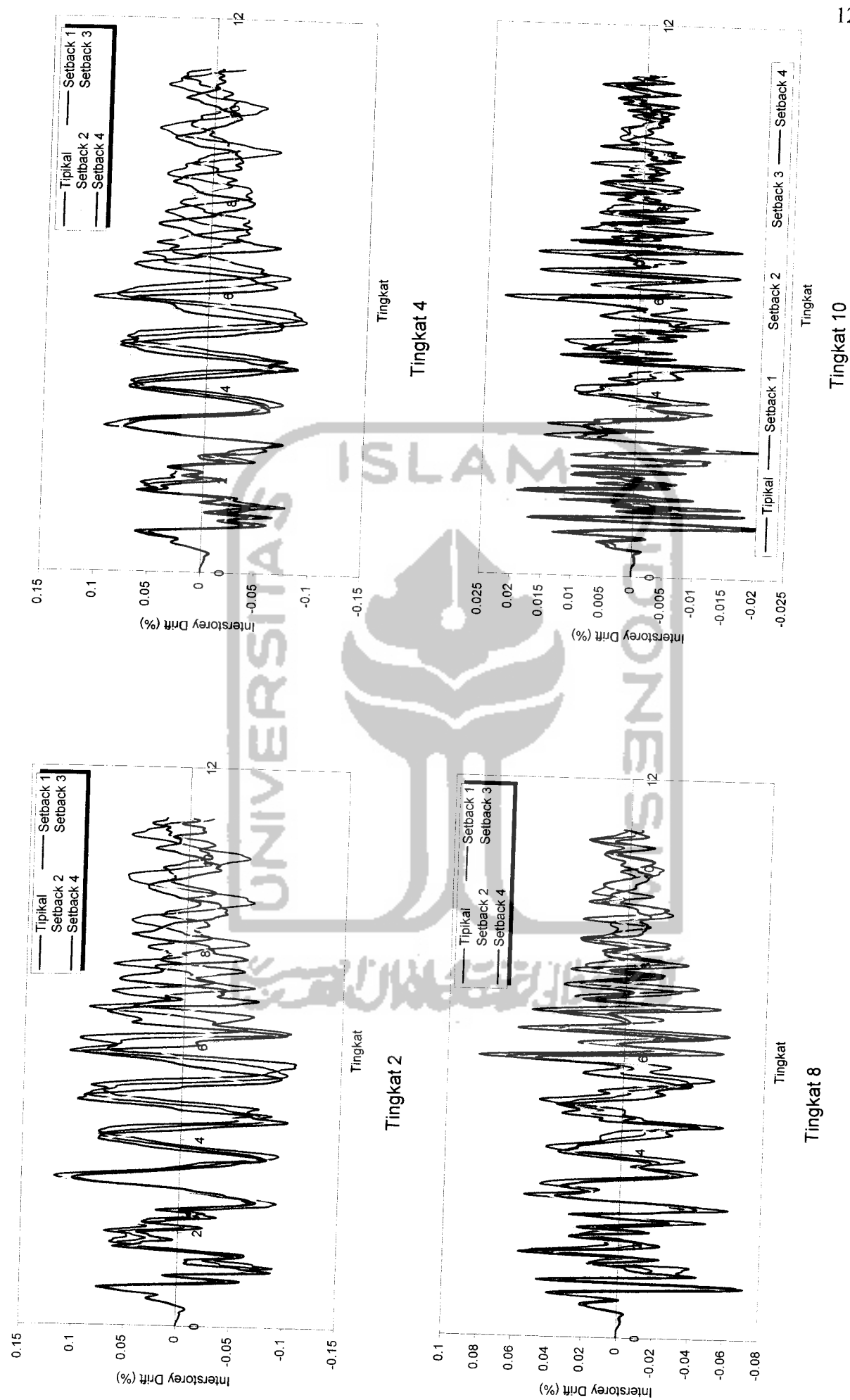


Gambar 5.49 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest

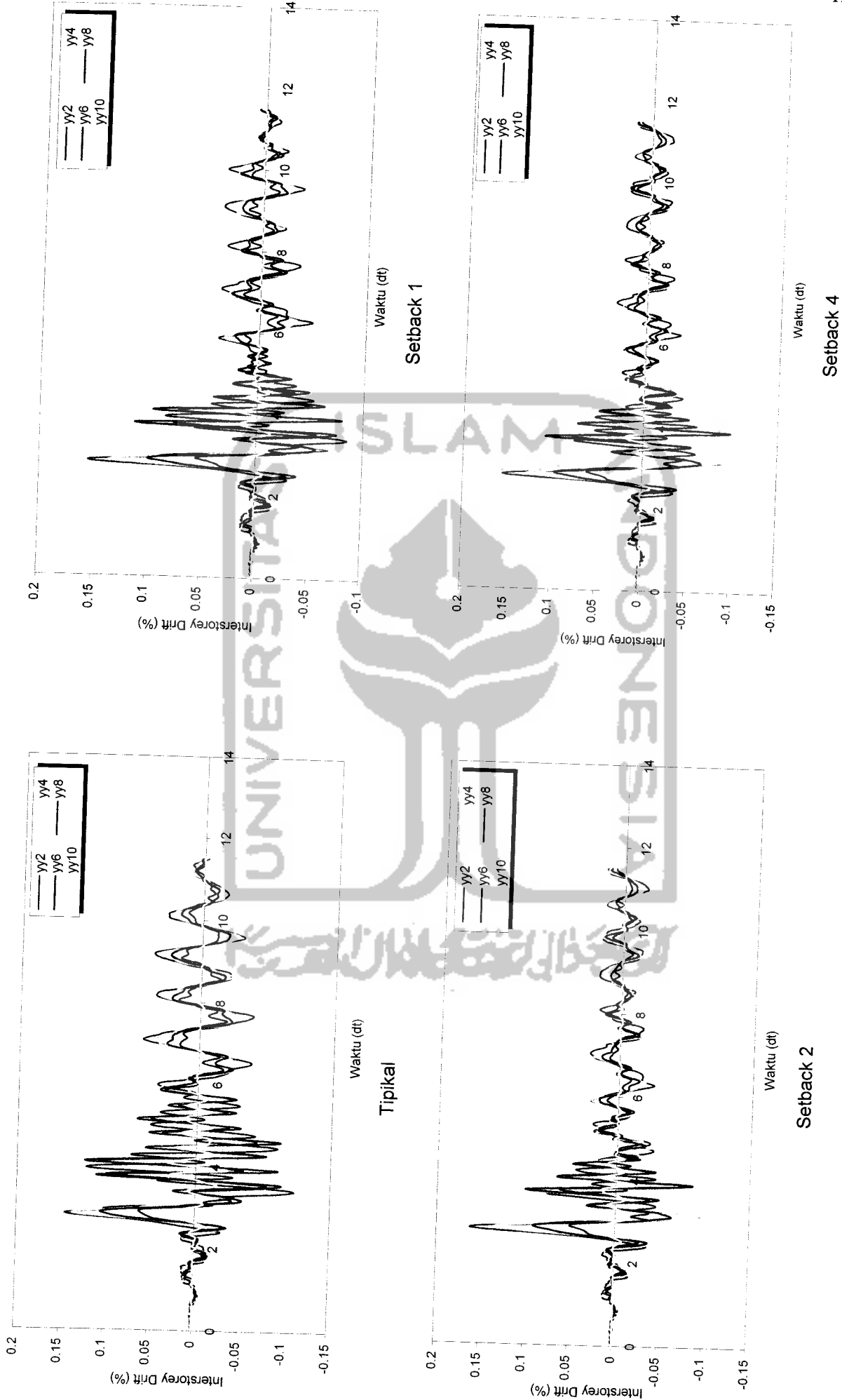




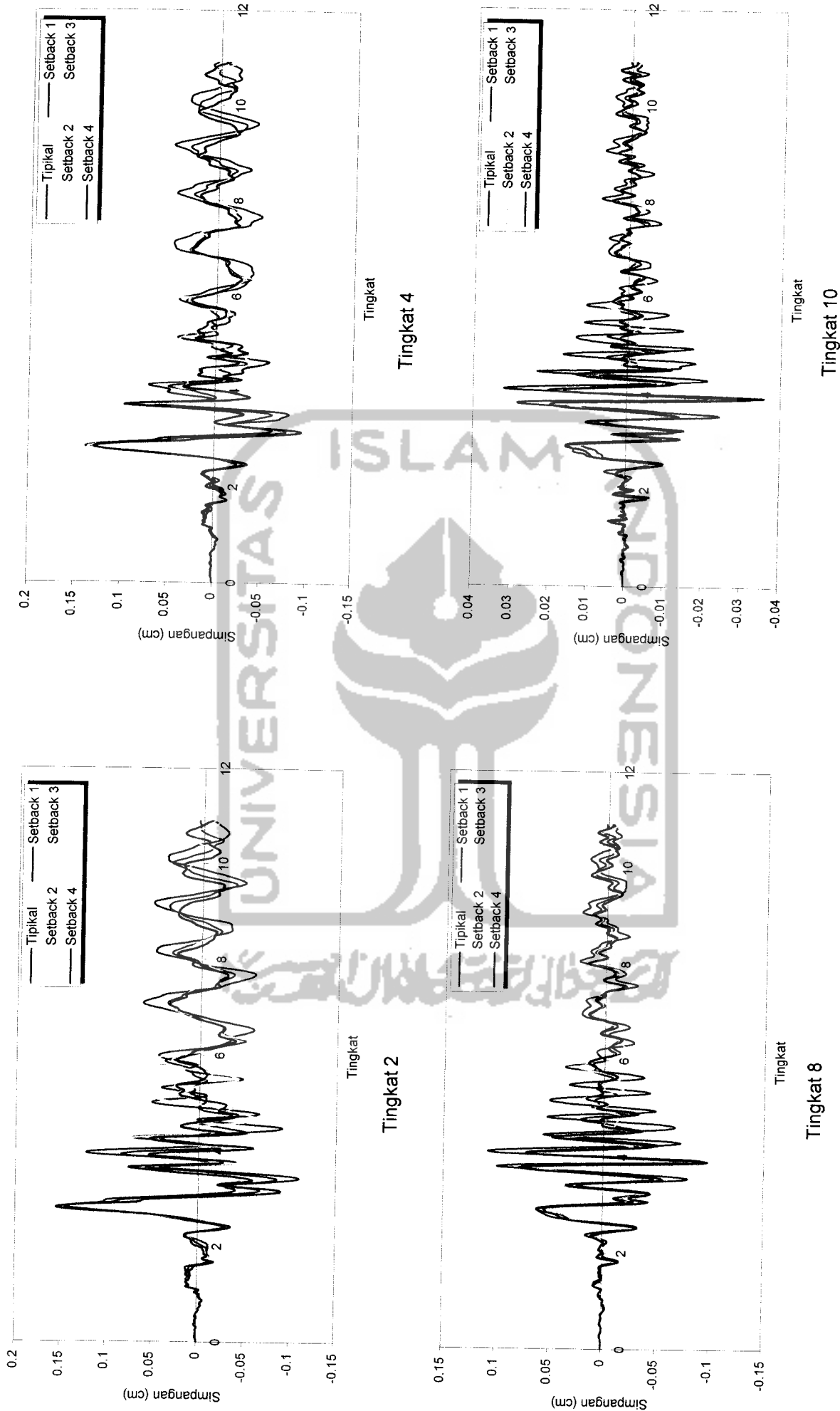
Gambar 5.50 Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro



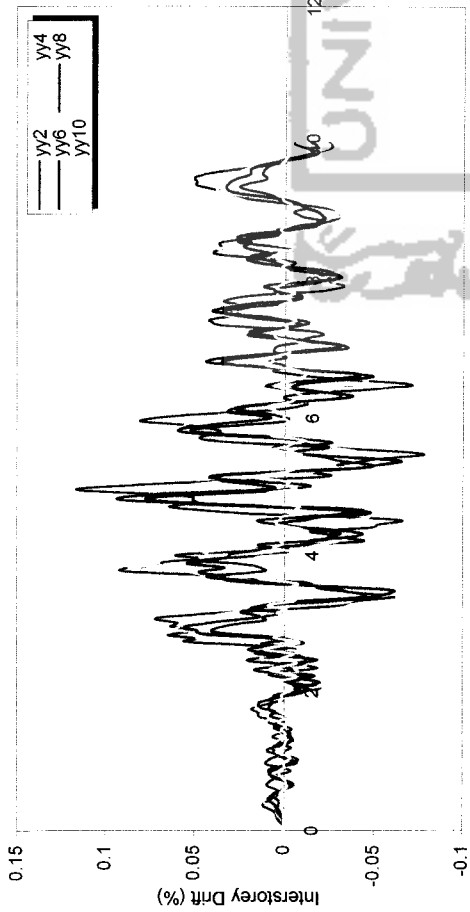
Gambar 5.51 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro



Gambar 5.52 Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy

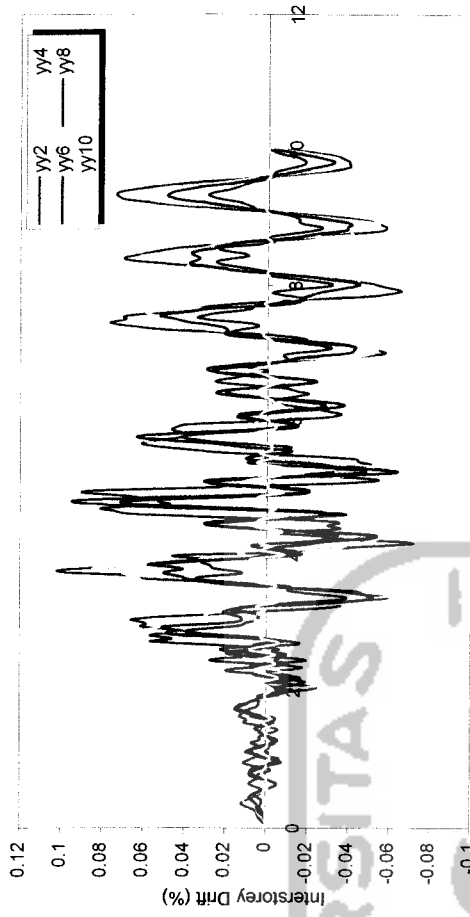


Gambar 5.53 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy



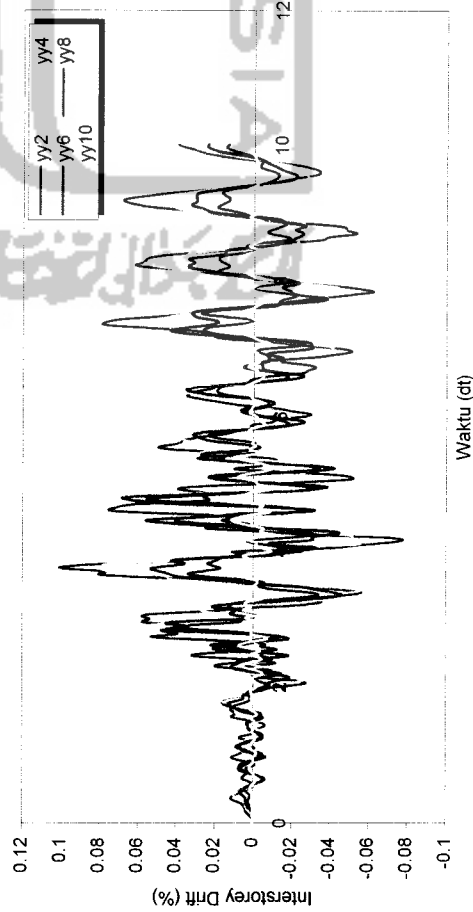
Waktu (dt)

Tipikal



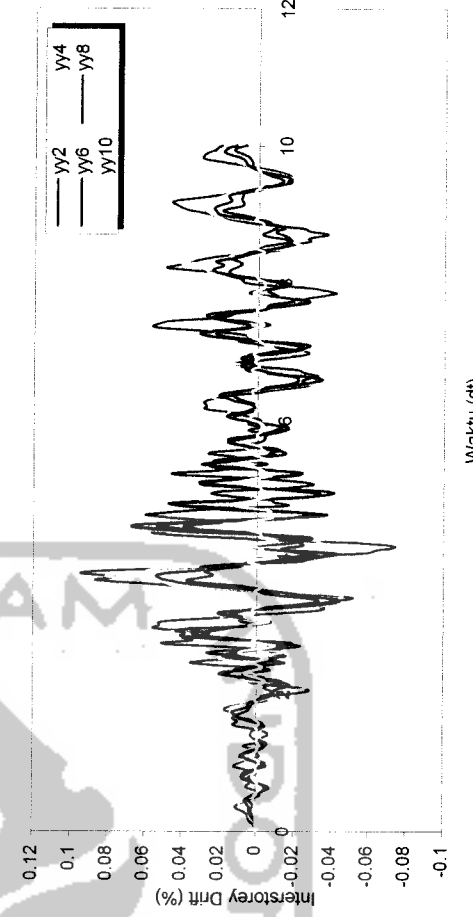
Waktu (dt)

Setback 1



Waktu (dt)

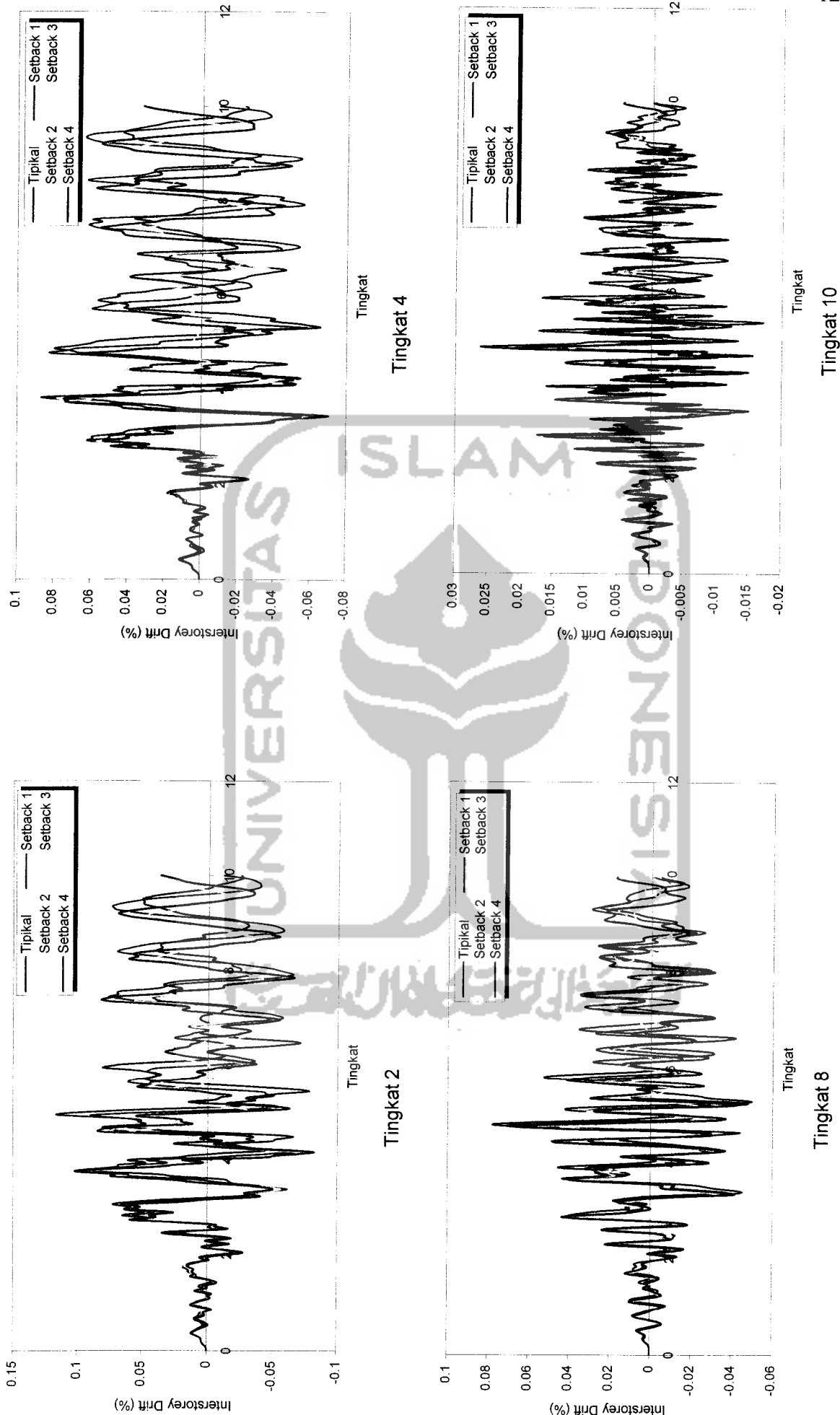
Setback 2



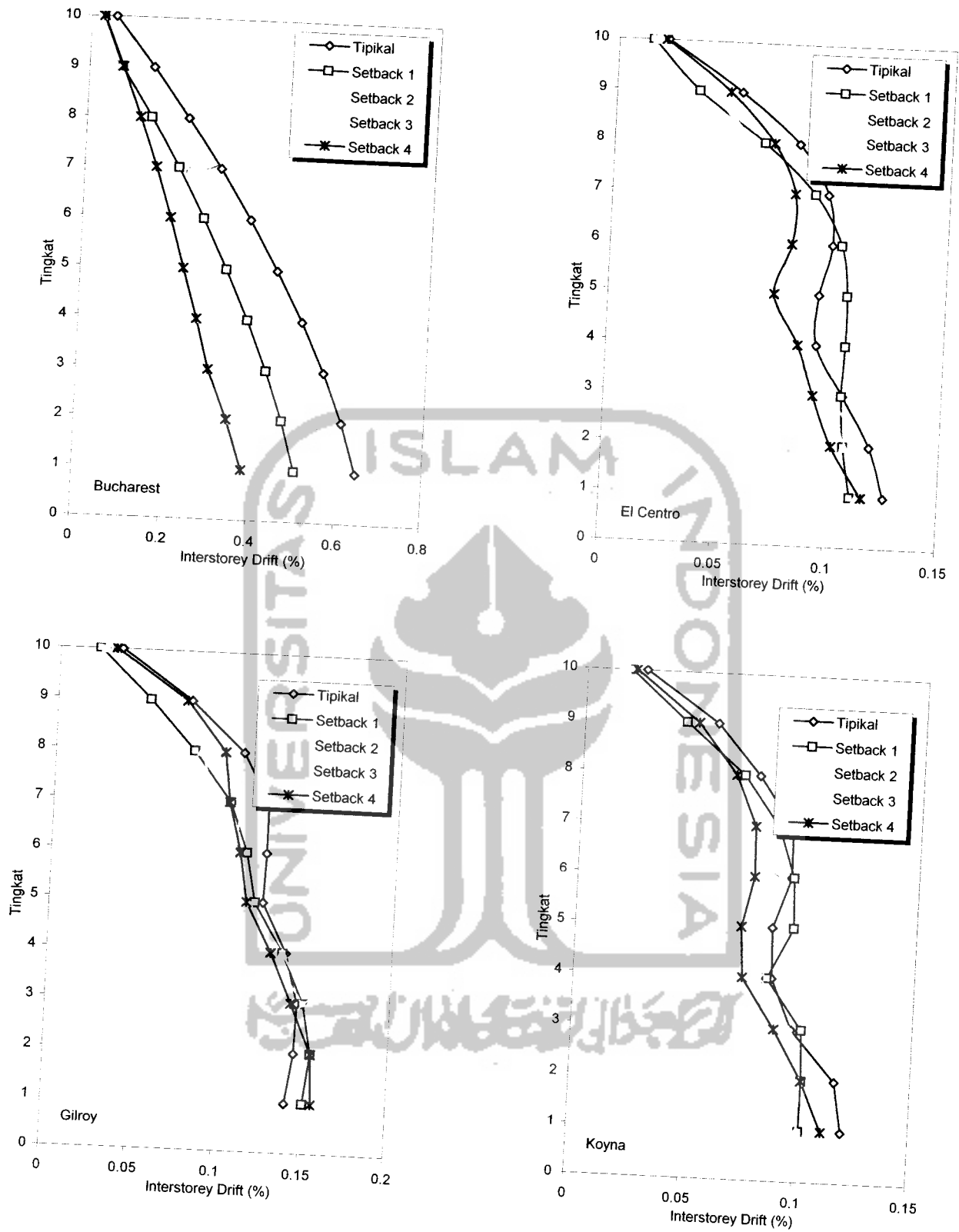
Waktu (dt)

Setback 3

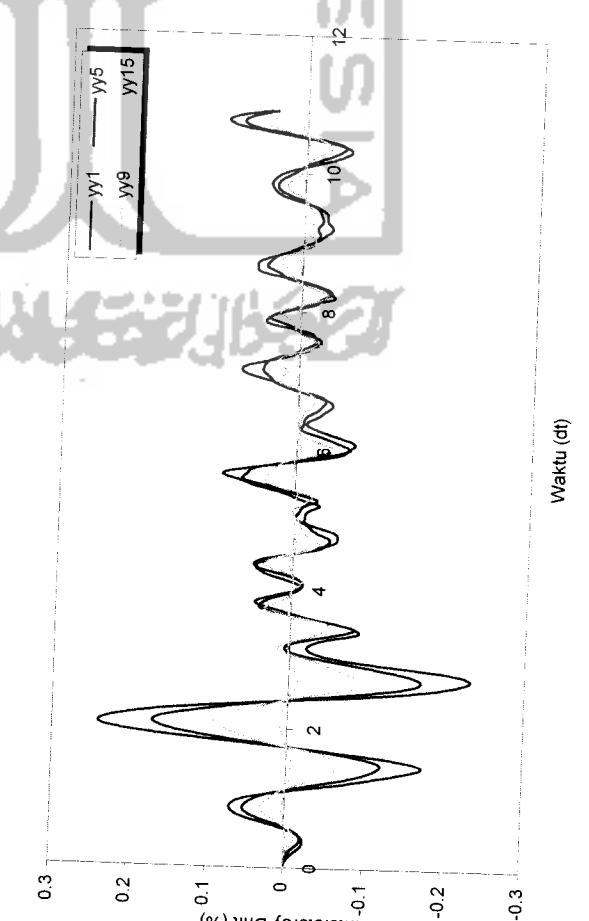
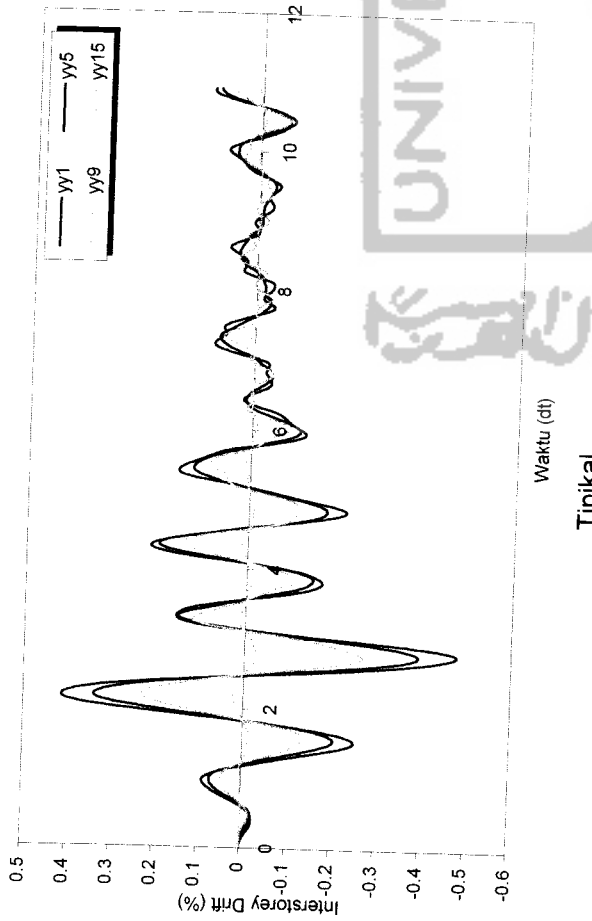
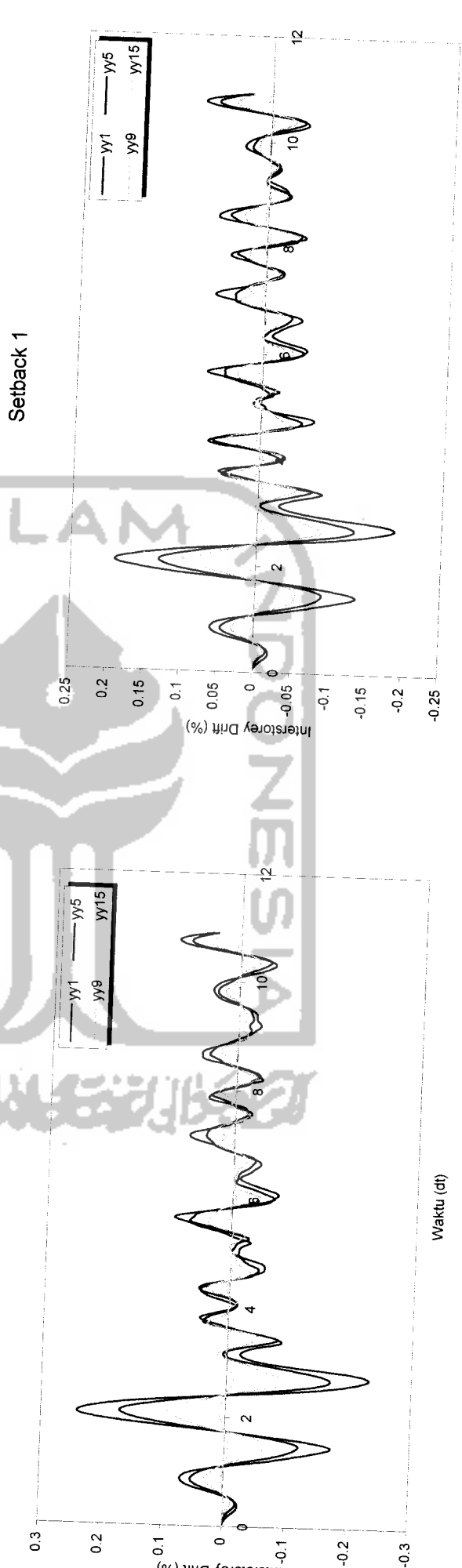
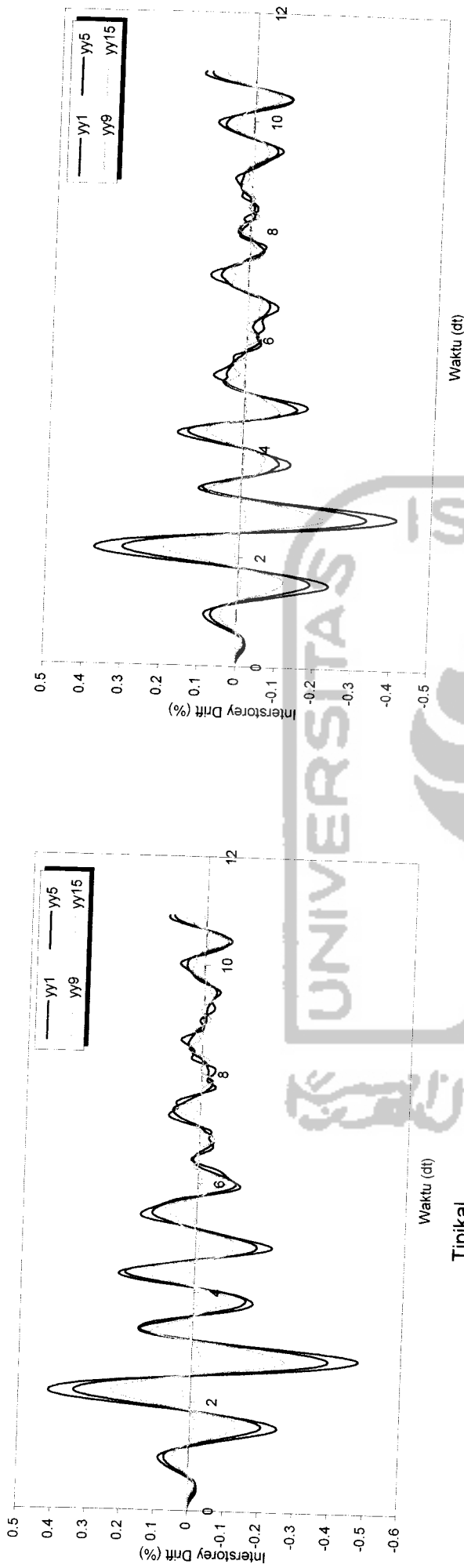
Gambar 5.54 Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



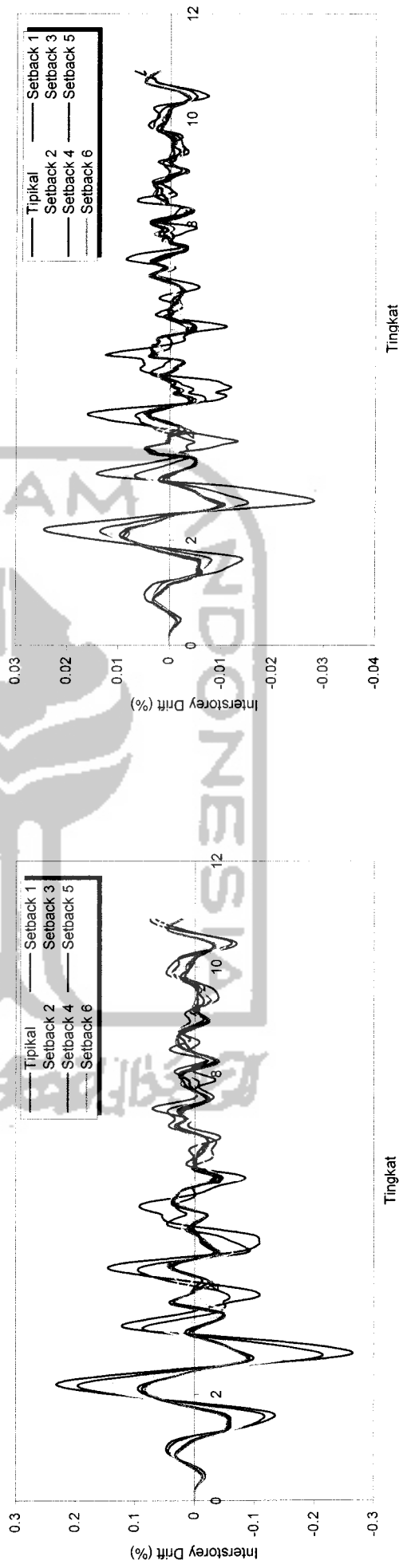
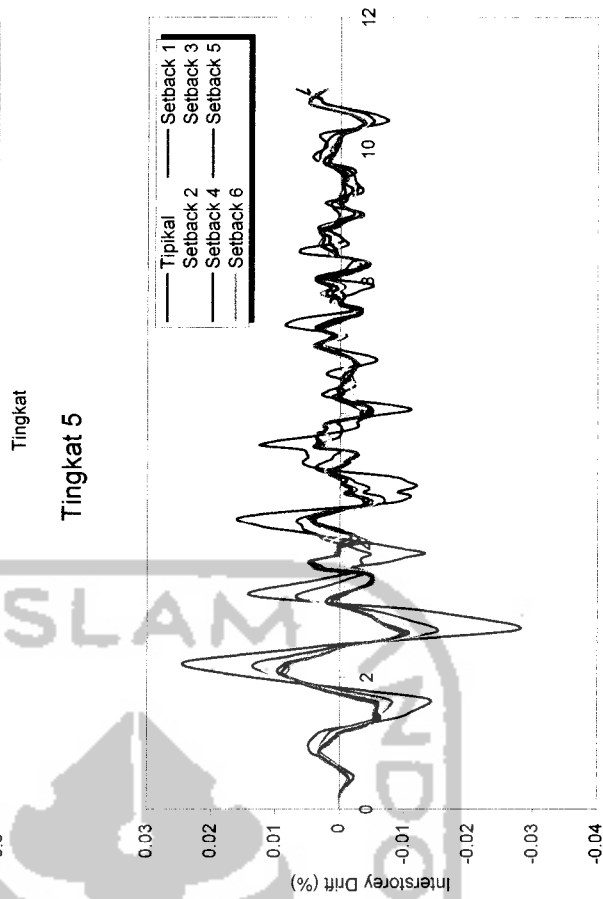
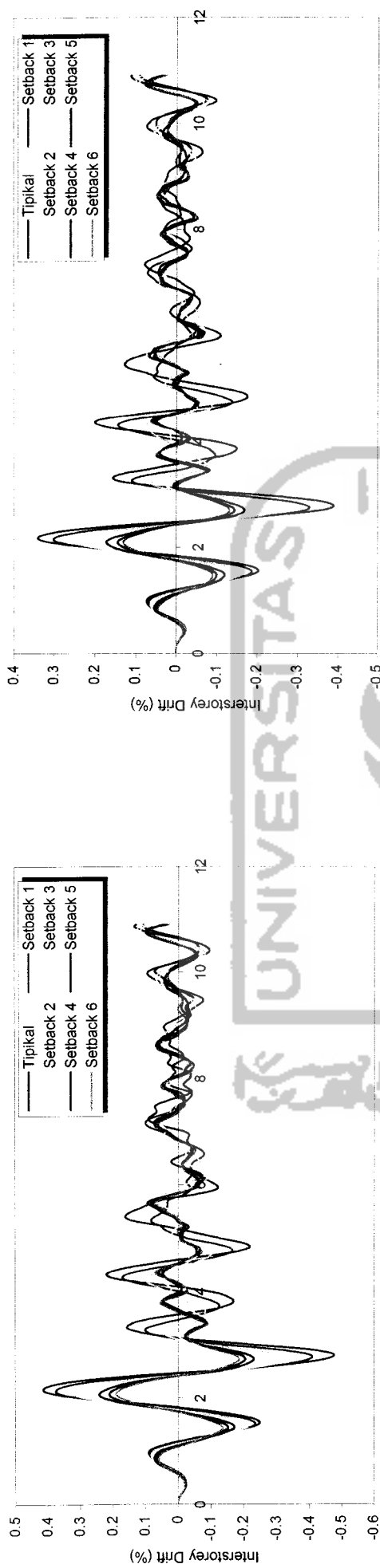
Gambar 5.55 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



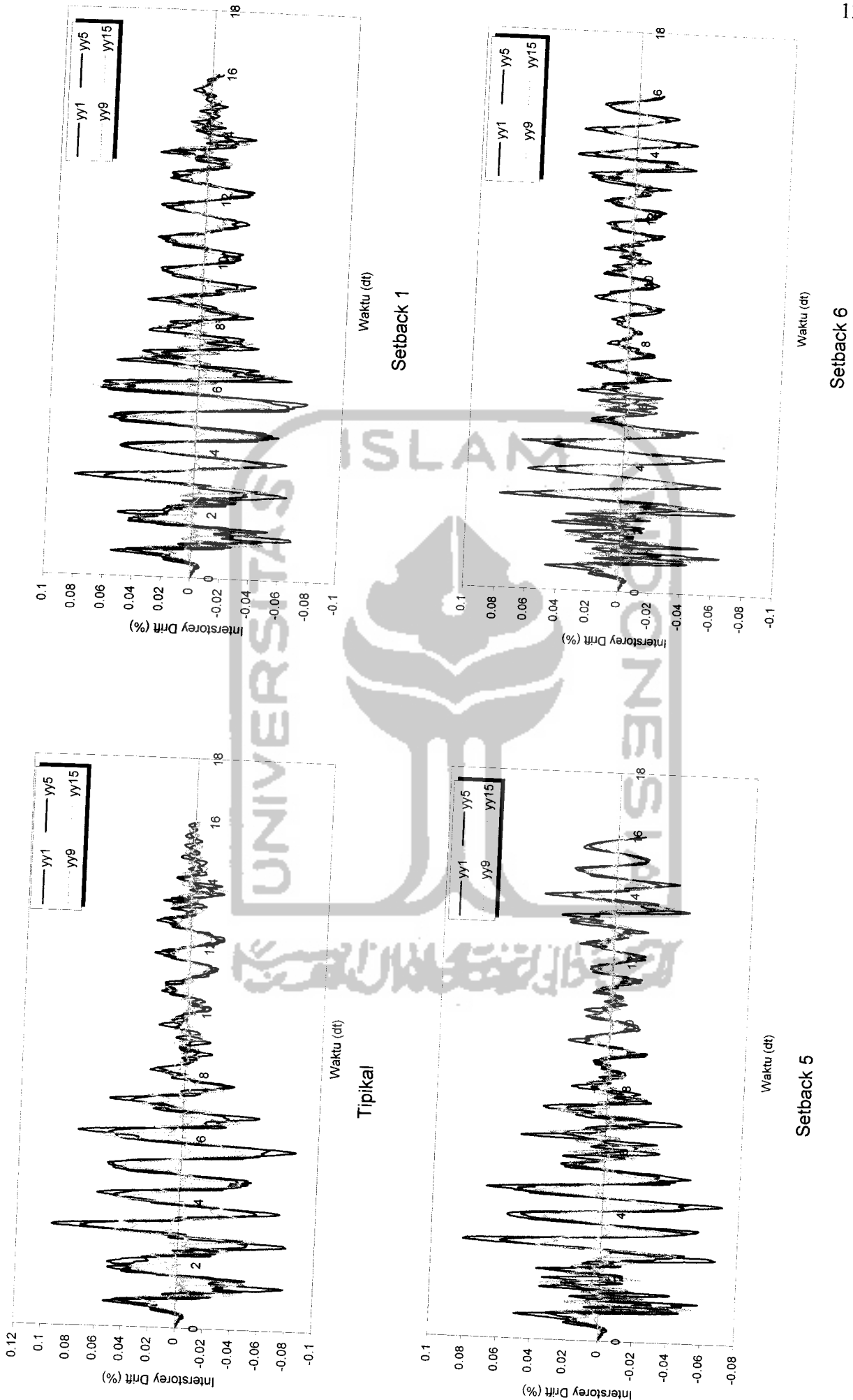
Gambar 5.56 Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyana



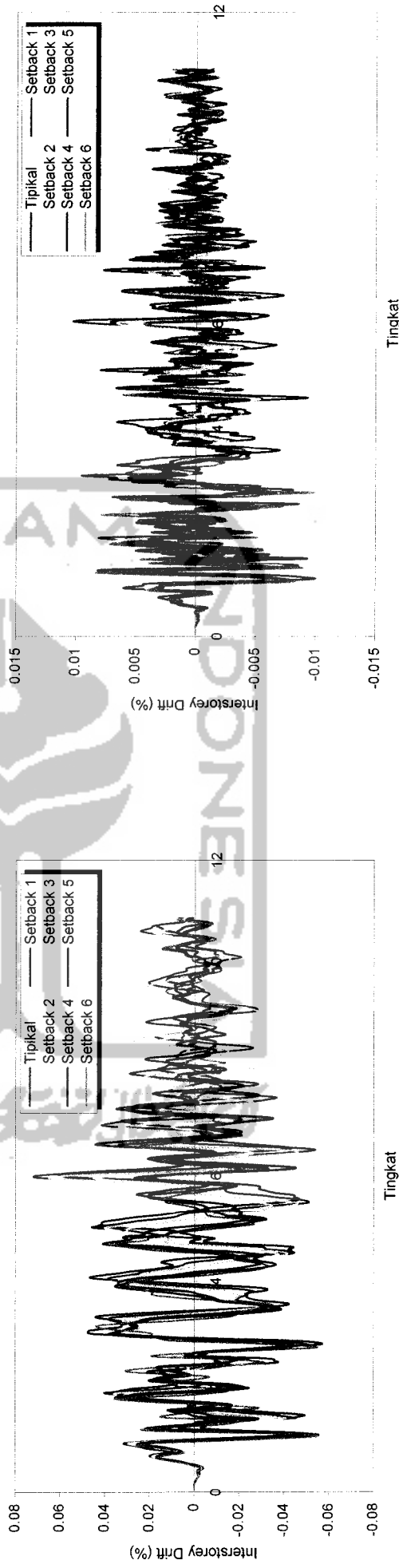
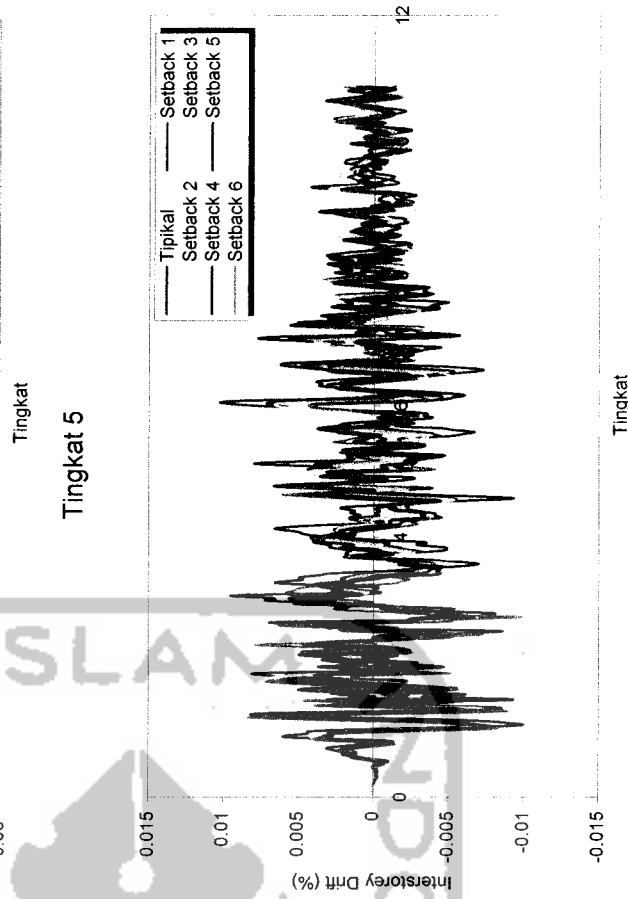
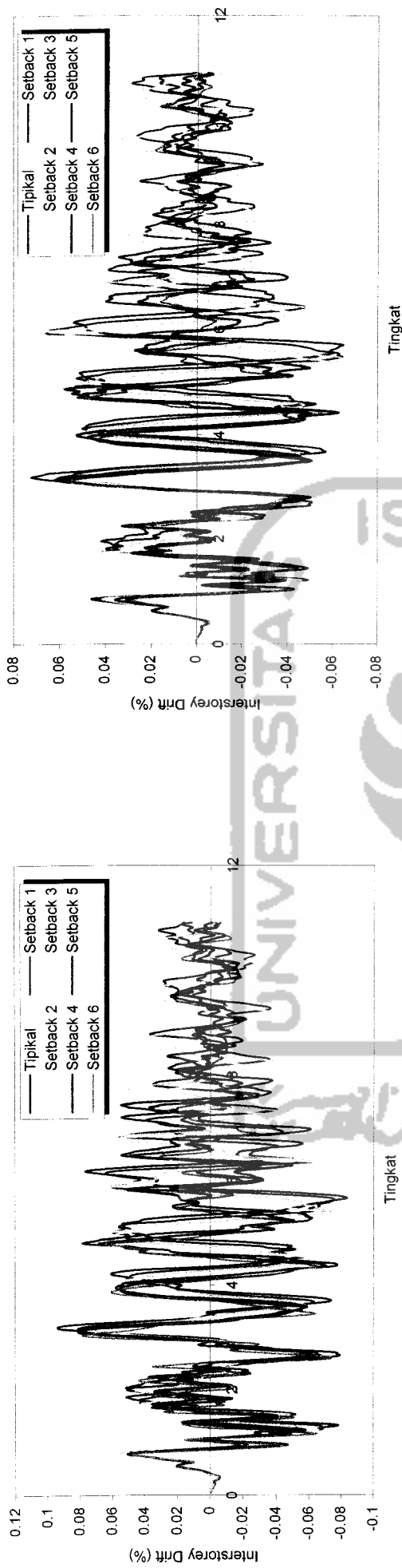
Gambar 5.57 Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



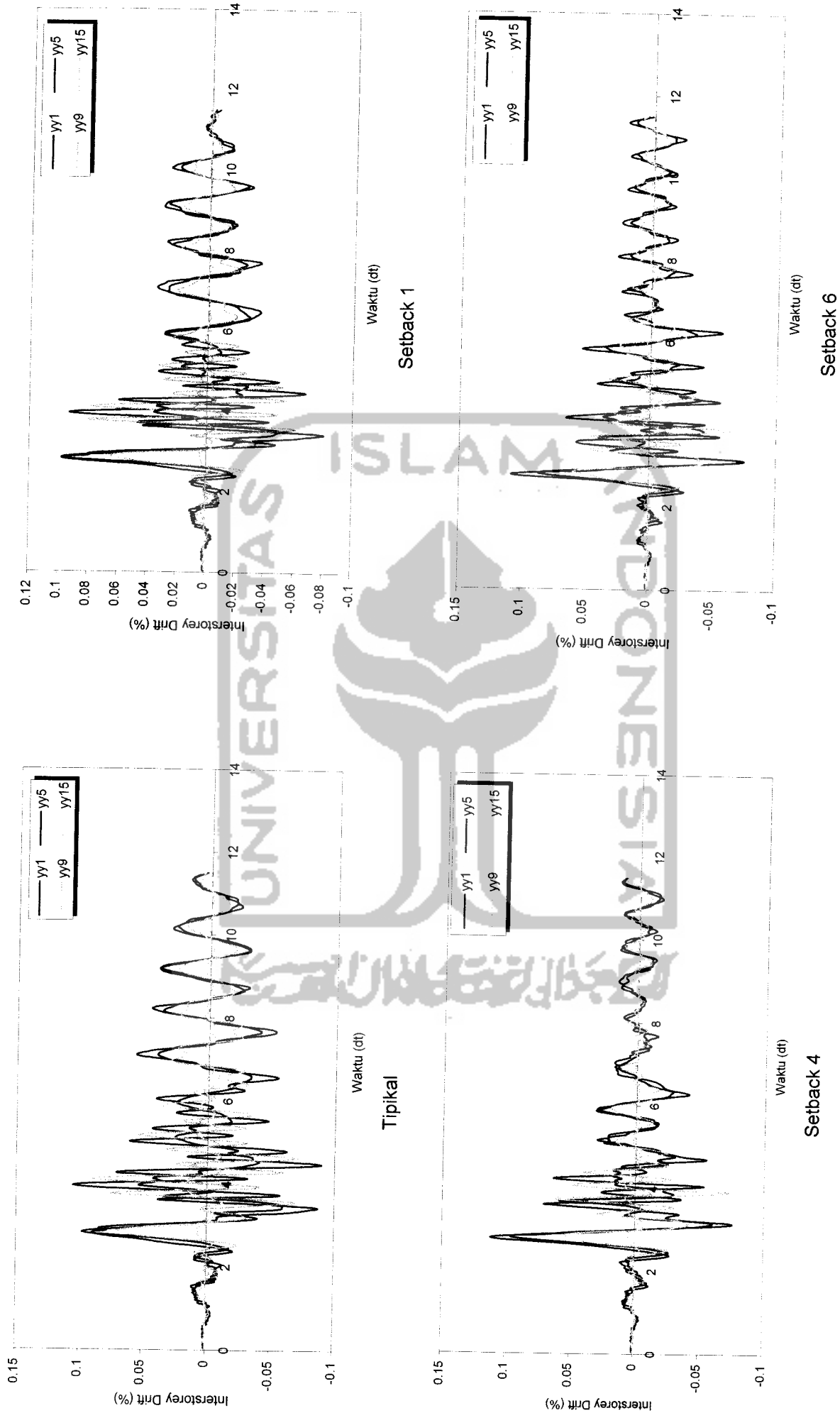
Gambar 5.58 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



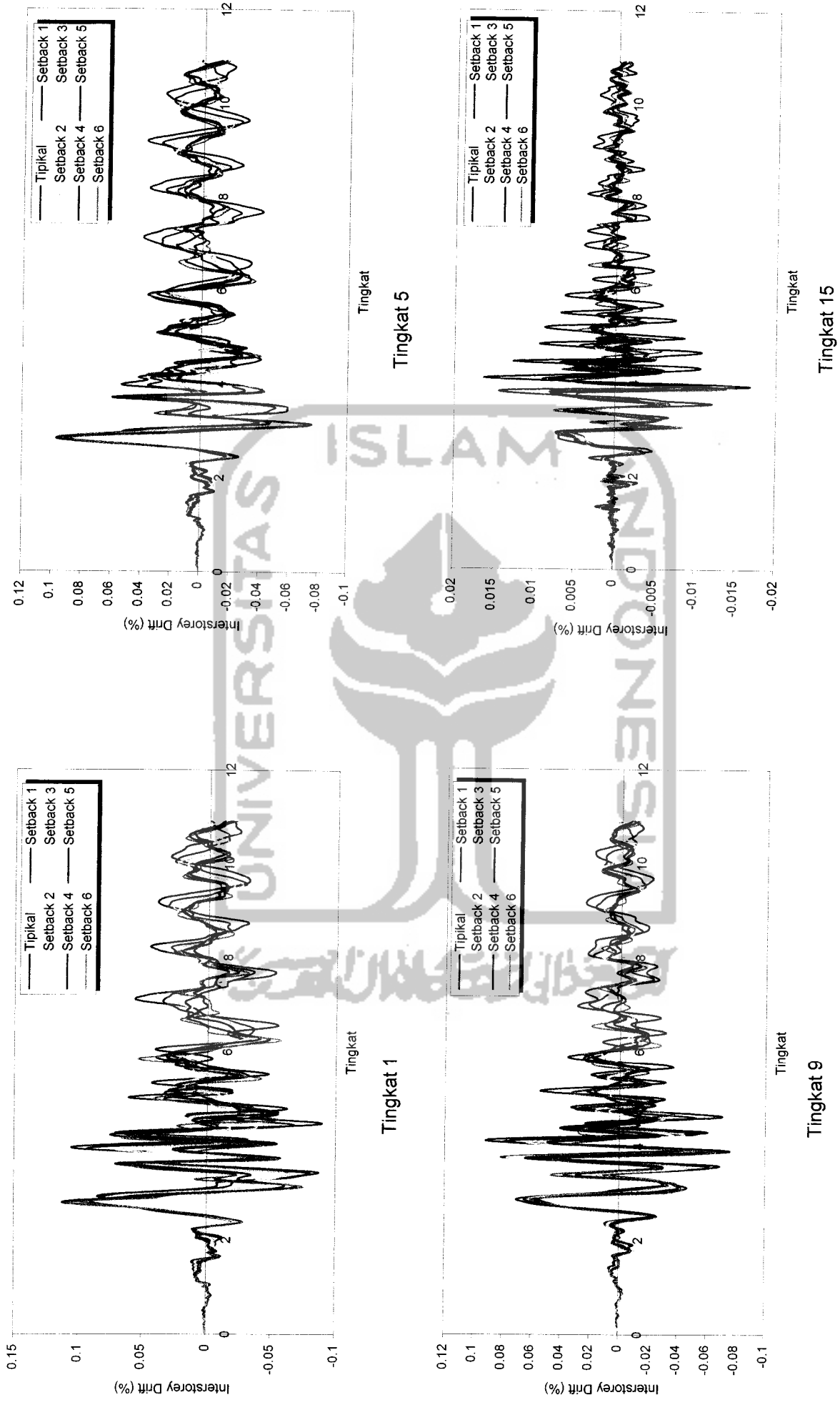
Gambar 5.59 Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro



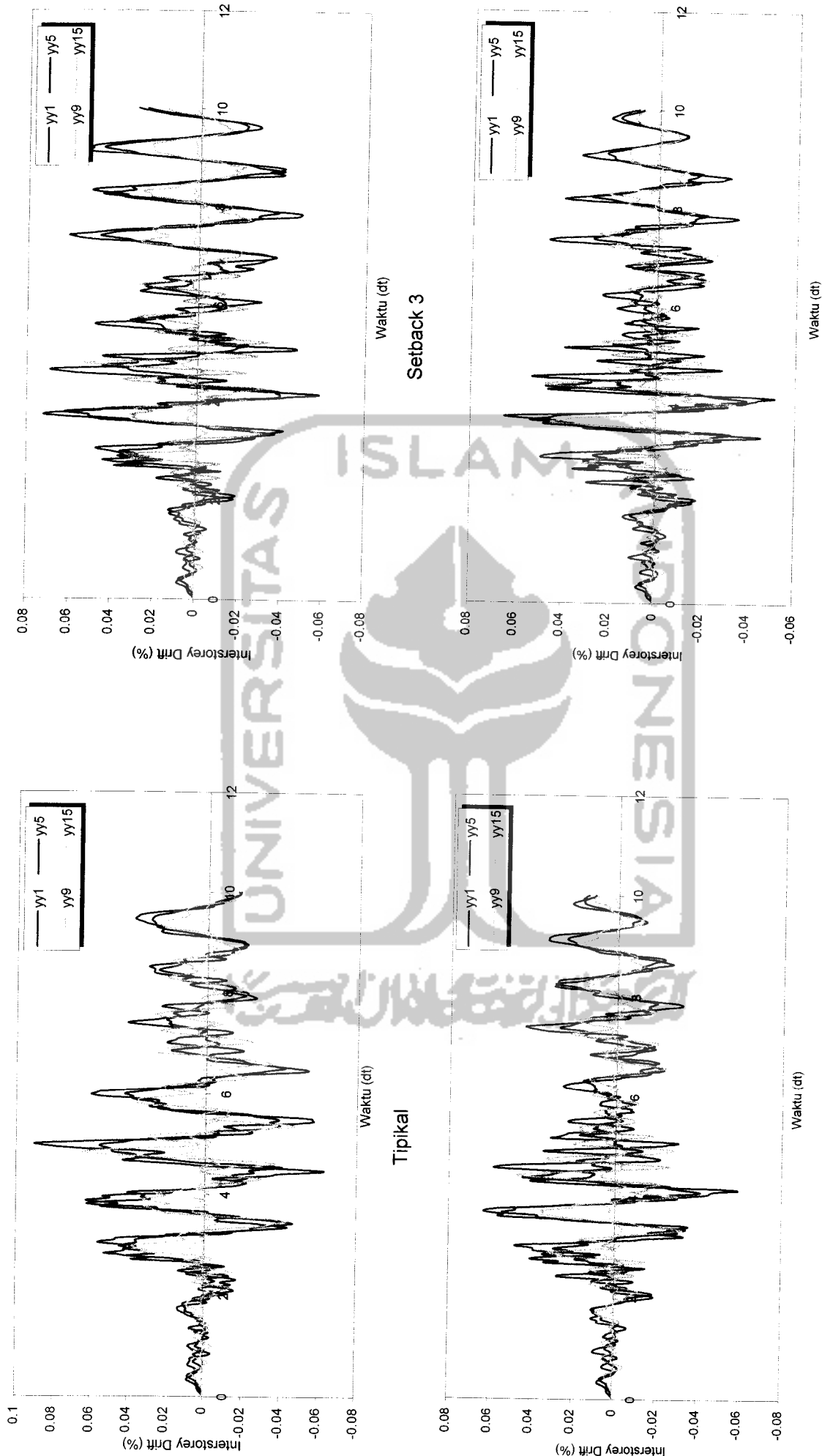
Gambar 5.60 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro



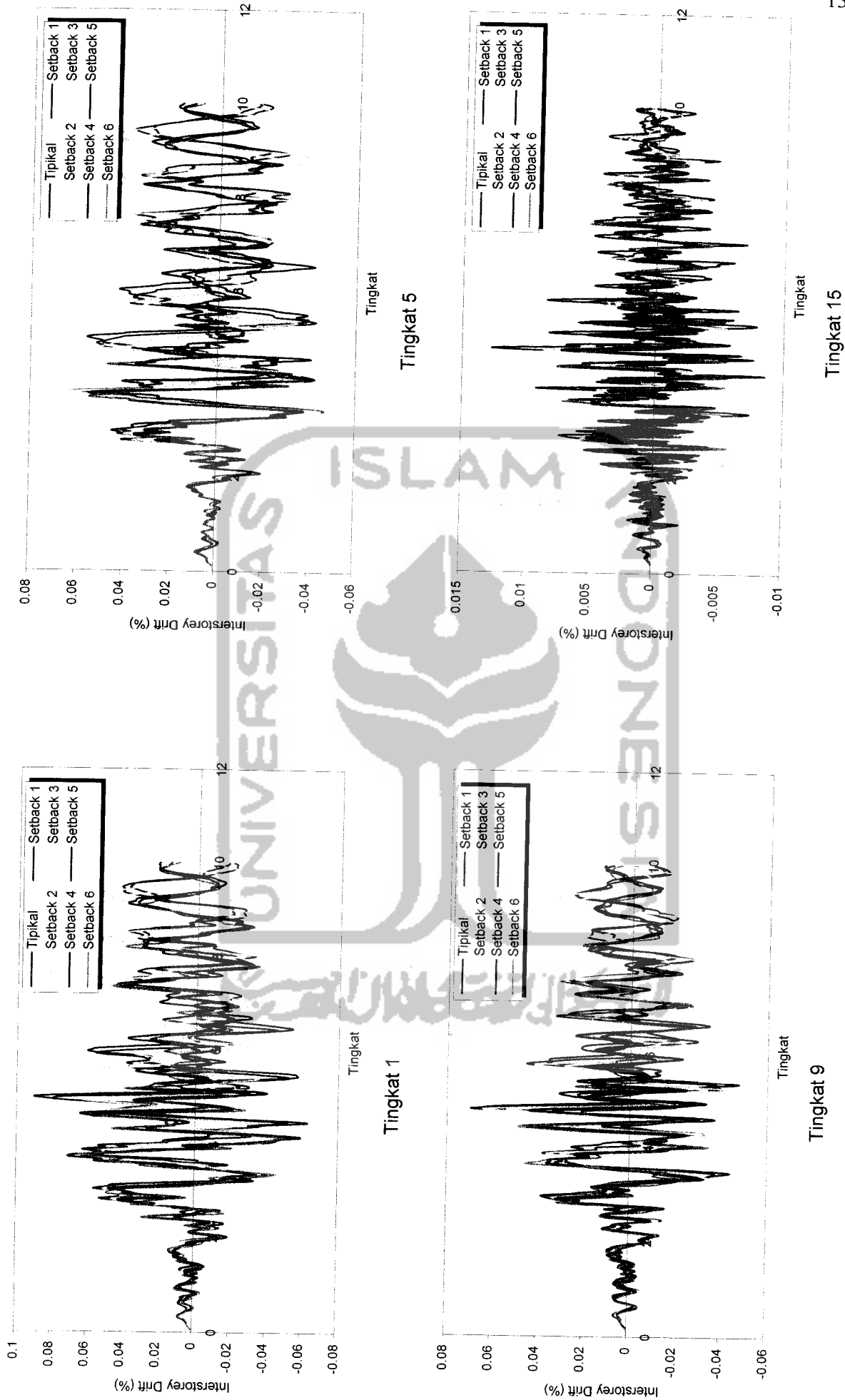
Gambar 5.61 Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy



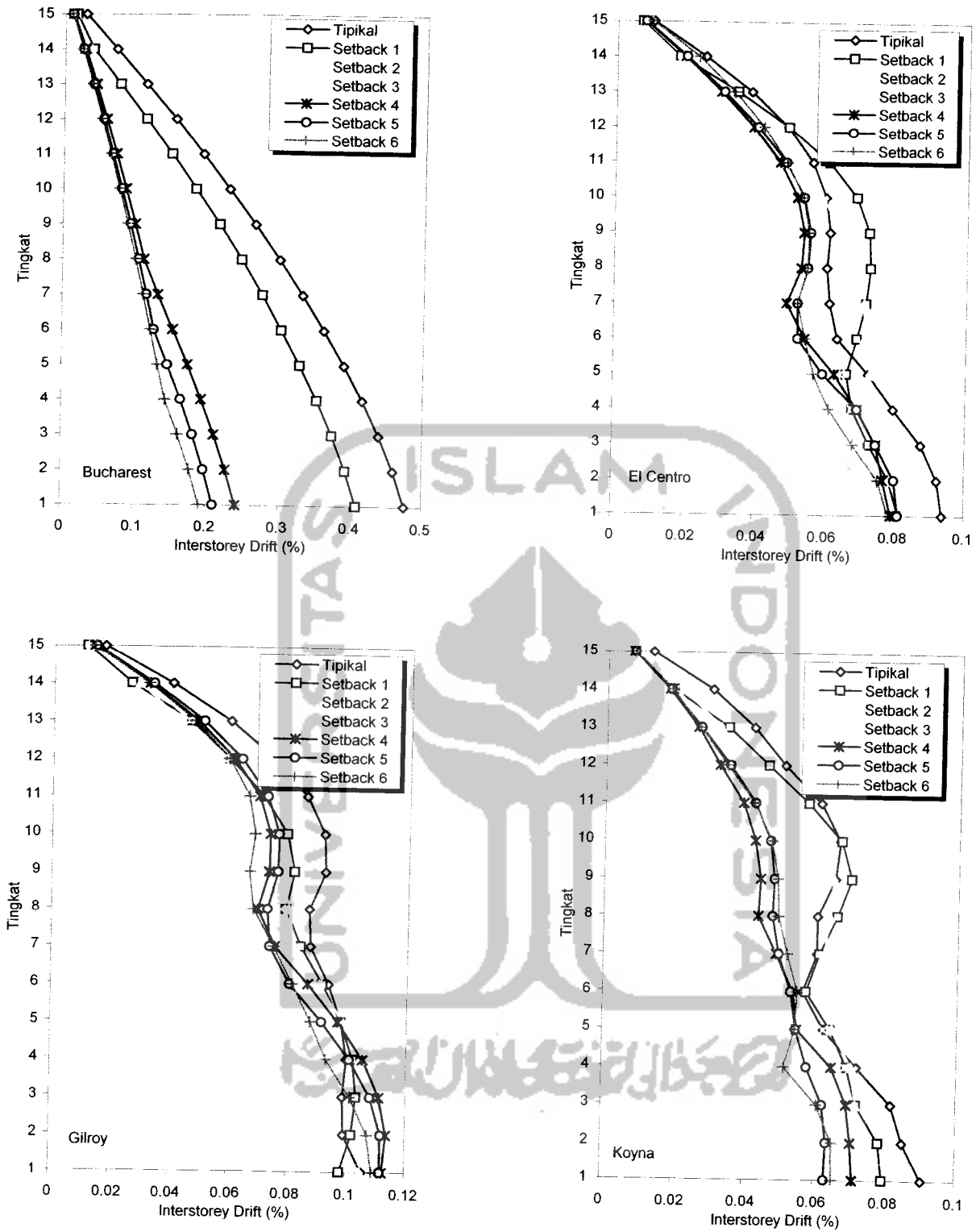
Gambar 5.62 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy



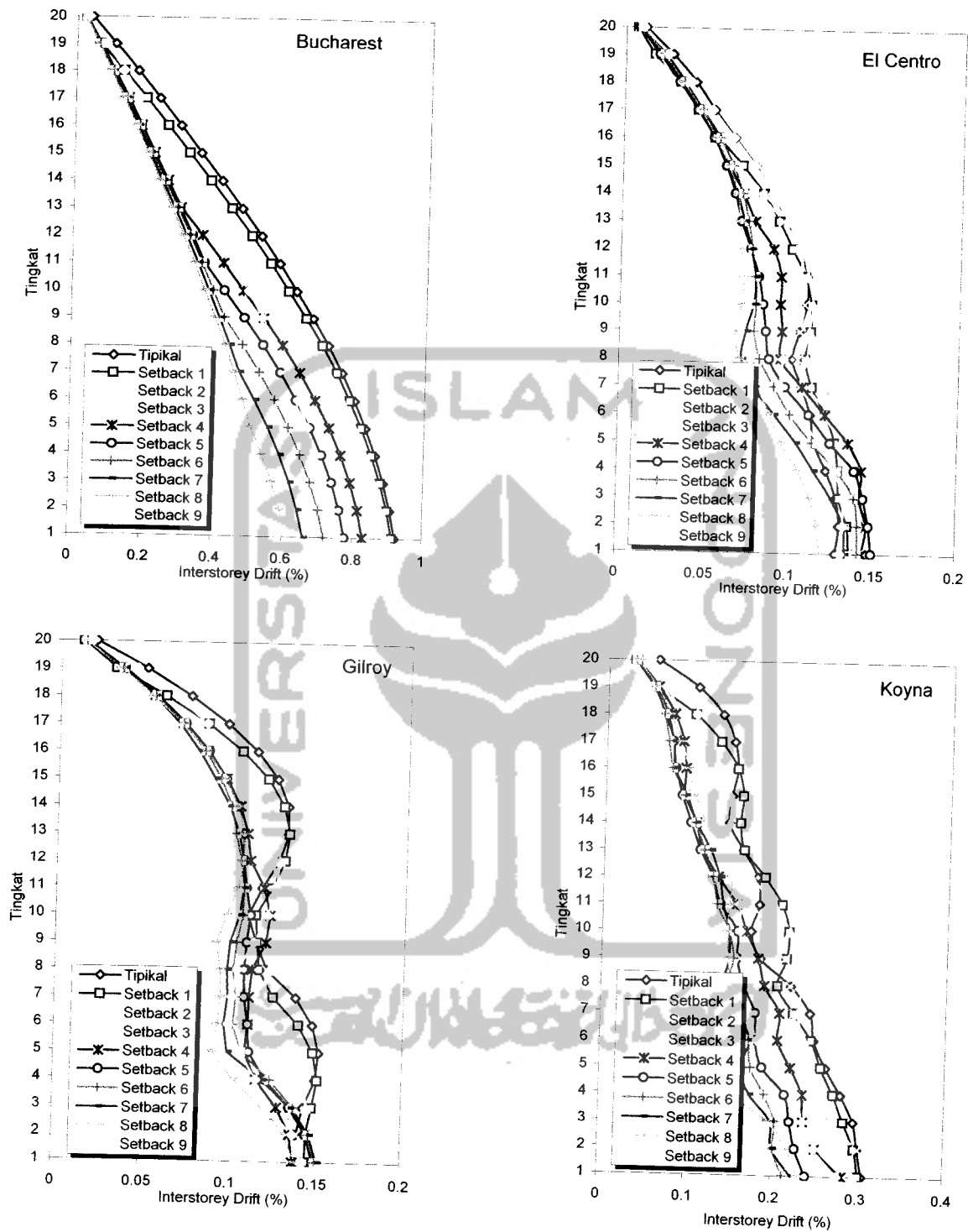
Gambar 5.63 Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.64 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.65 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat 4 Gempa



Gambar 5.66 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat 4 Gempa

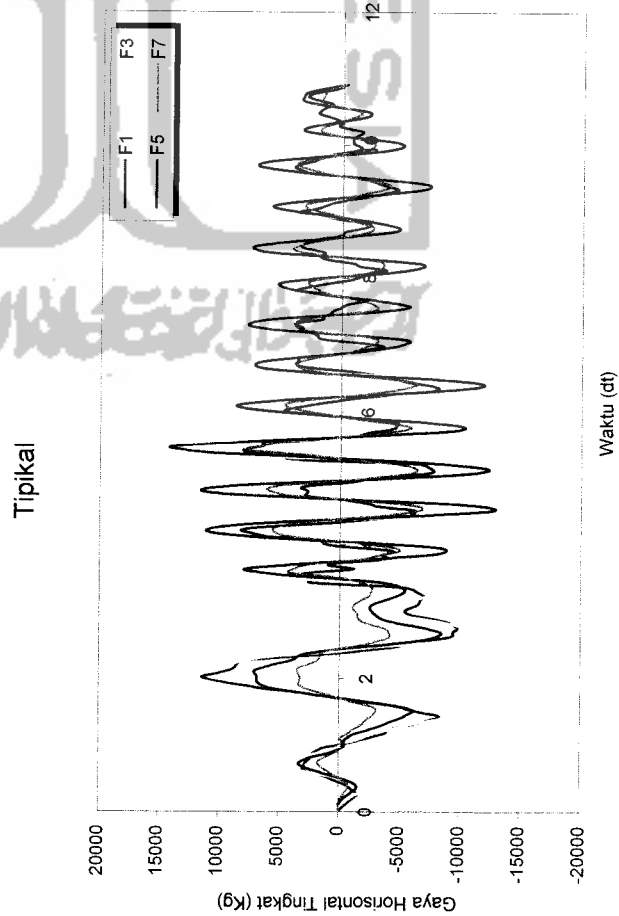
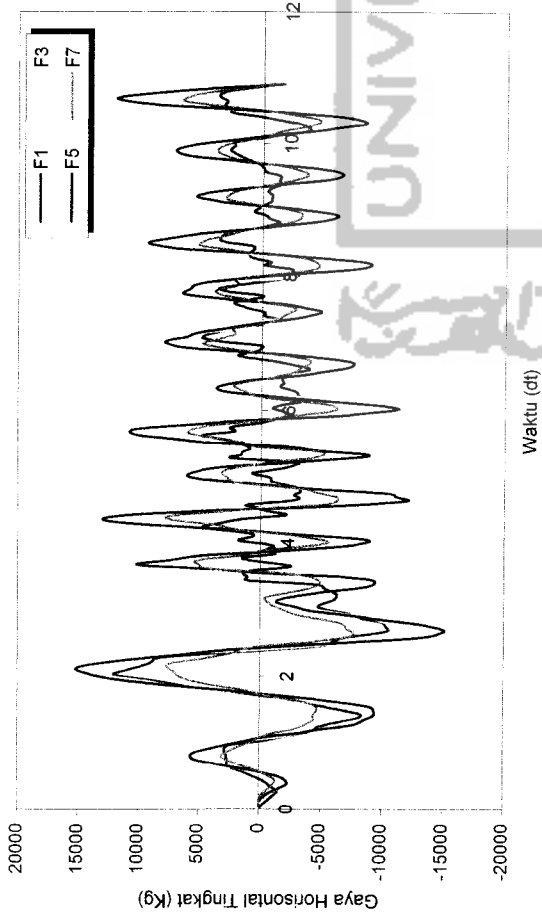
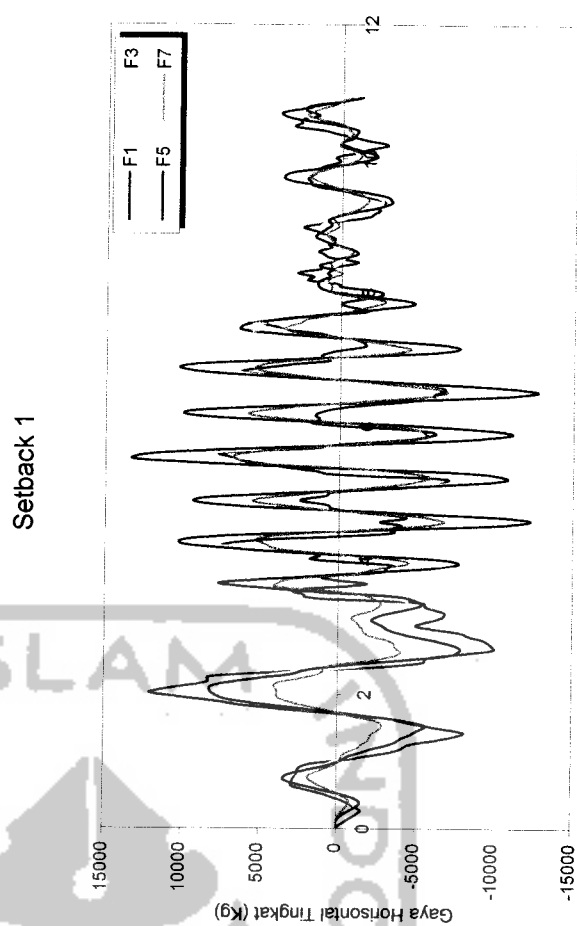
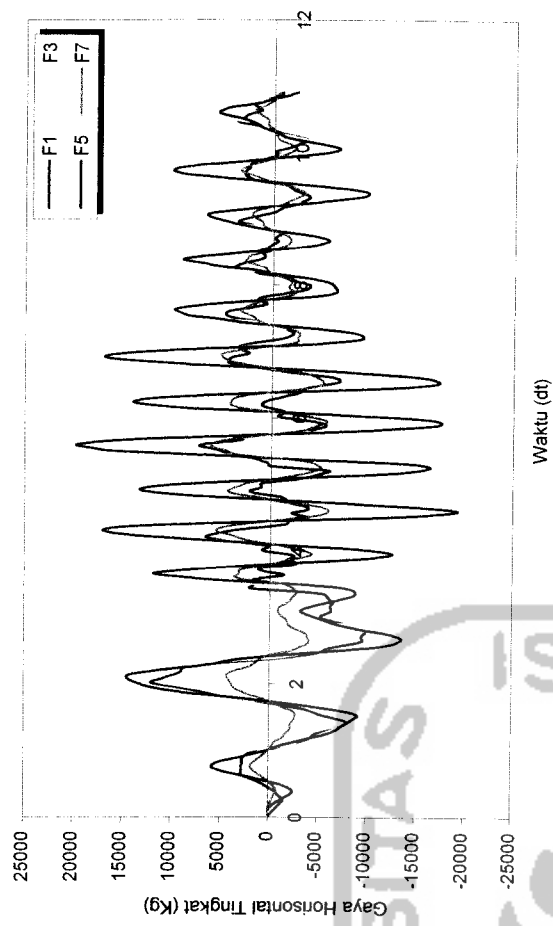
5.4.4 Gaya Horisontal Tingkat

Gaya horisontal tingkat adalah perkalian dari simpangan dengan kekakuan struktur tersebut. Dihitung berdasarkan atas persamaan (3.53).

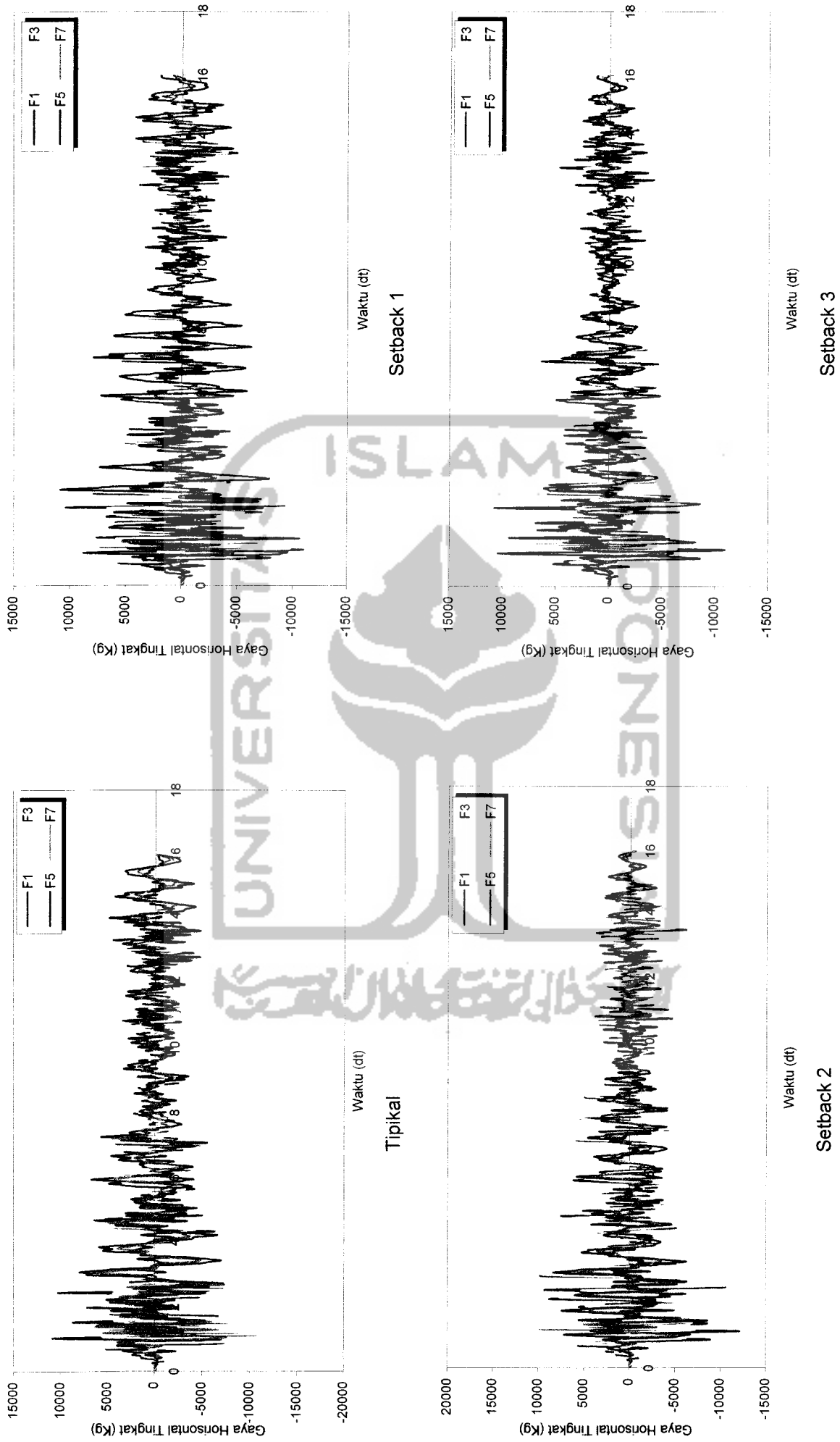
Dari program ini dapat disajikan nilai-nilai *Gaya Horisontal Tingkat* untuk struktur bangunan tingkat 7, 10, 15 dan 20 dengan 4 variasi gempa pada Gambar 5.67 sampai dengan Gambar 5.94. Dengan memperhatikan Gambar 5.67 sampai dengan Gambar 5.94 tersebut, maka dapat dilihat bahwa nilai *Gaya Horisontal Tingkat* terbesar terdapat pada pembebanan gempa Bucharest yang telah dinormalisasi. Ini disebabkan A_{maks} gempa Bucharest mendekati nilai 0,2g sehingga skala gempa mendekati 1.

Titik belok pada grafik nilai *Gaya Horisontal Tingkat* terjadi karena adanya pengurangan nilai *Gaya Horisontal Tingkat*. Hal tersebut disebabkan karena *Gaya Horisontal Tingkat* merupakan fungsi perkalian simpangan dengan kekakuan. Pada struktur tipikal sampai setback vertikal yang paling kritis nilai gaya horisontal tingkat semakin mengecil karena terdapat pengurangan massa dan kekakuan. Titik belok terdapat pada tingkat yang terdapat pengurangan muka lantainya. Dapat dilihat bahwa terdapat peristiwa tertariknya struktur atas oleh Gaya Horisontal yang berada pada struktur yang terletak dibawahnya.

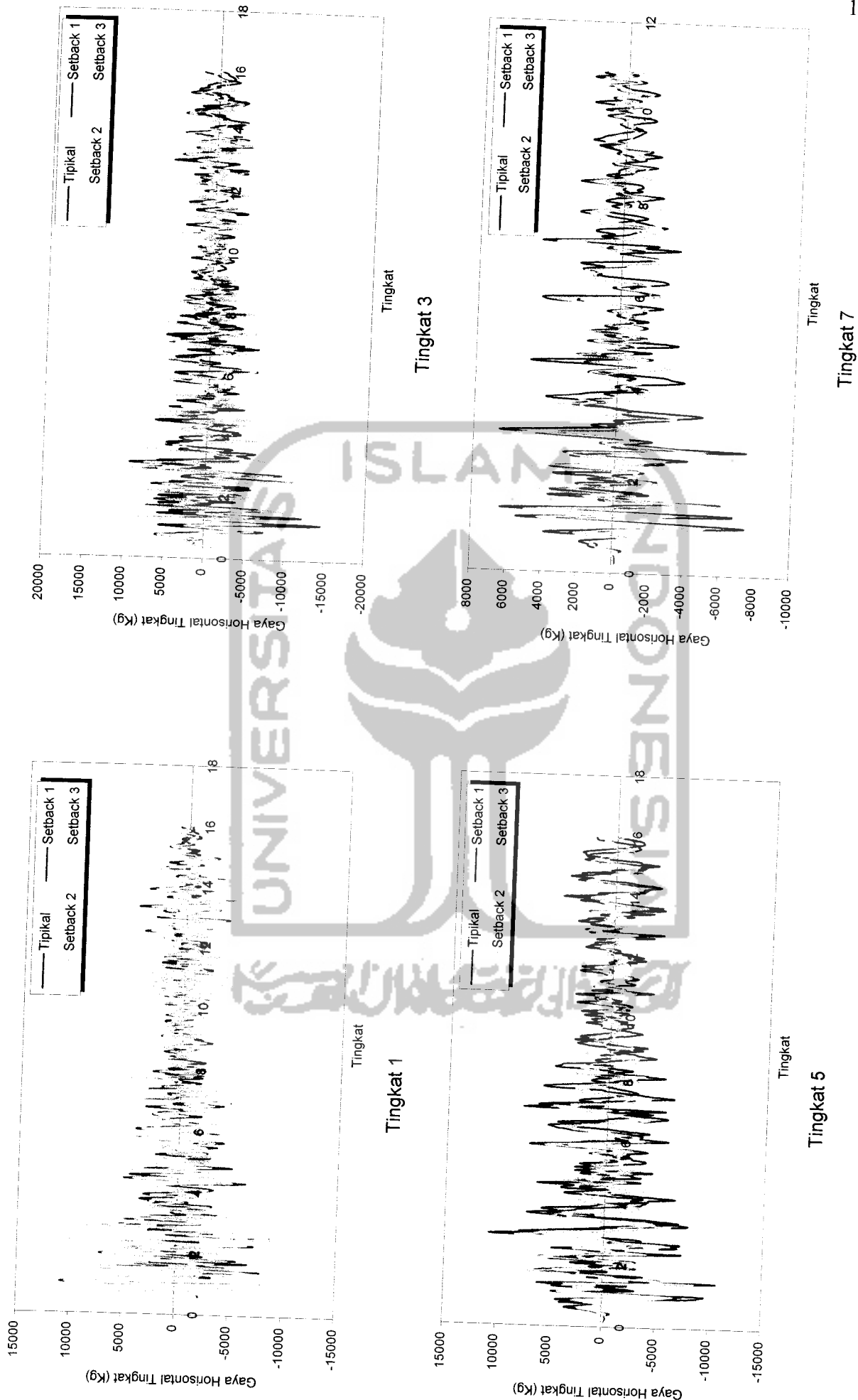
Pada gempa Bucharest selisih *Gaya Horisontal Tingkat* maksimum cukup besar, sedangkan *Gaya Horisontal Tingkat* gempa Elcentro dan Gilroy sangatlah fluktuatif, karena perbedaan periode (T) bangunan. Sedangkan pada Koyna selisih nilai *Gaya Horisontal Tingkat* sangat kecil karena gempanya termasuk gempa berfrekuensi tinggi.



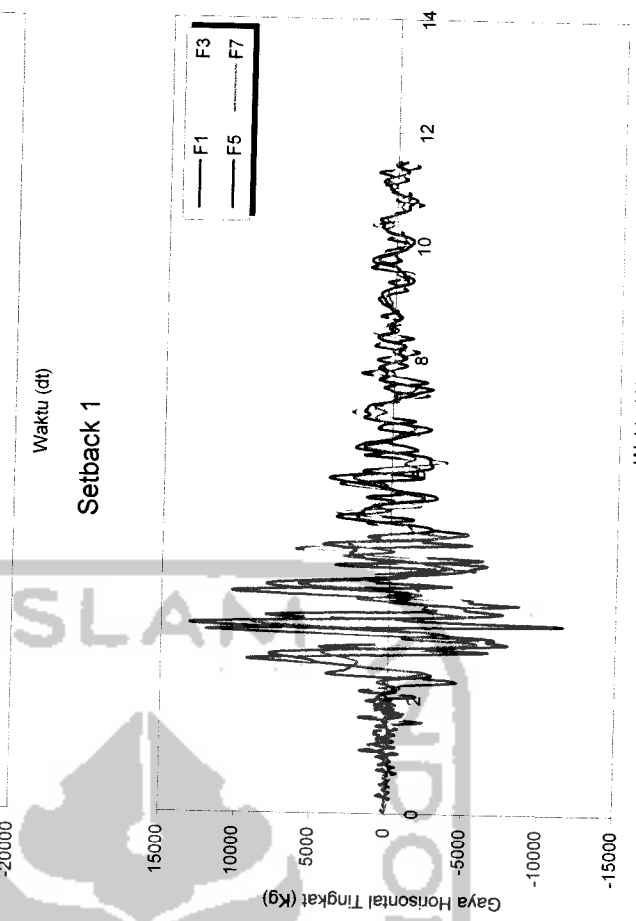
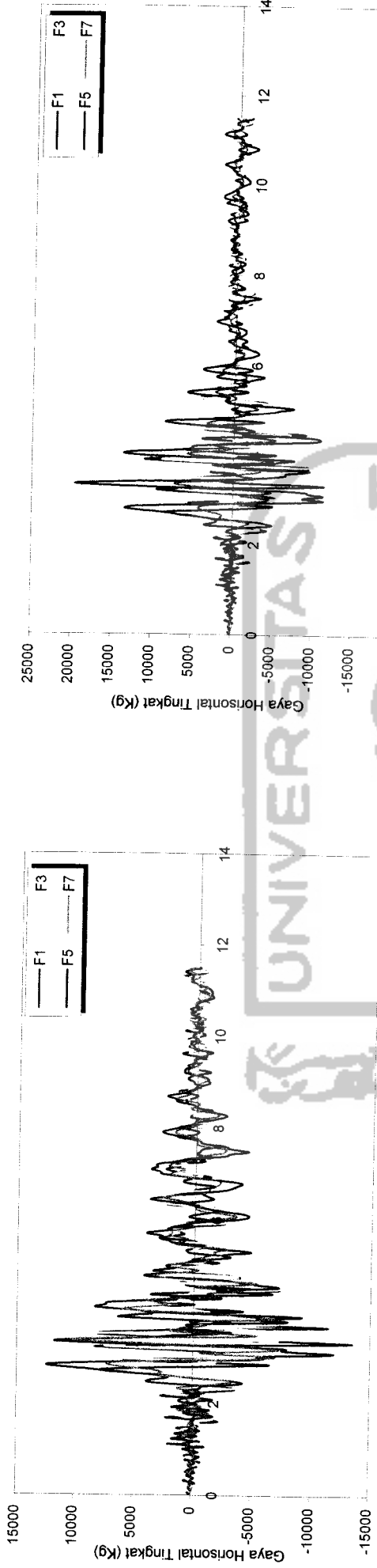
Gambar 5.67 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 7 Gempa Bucharest



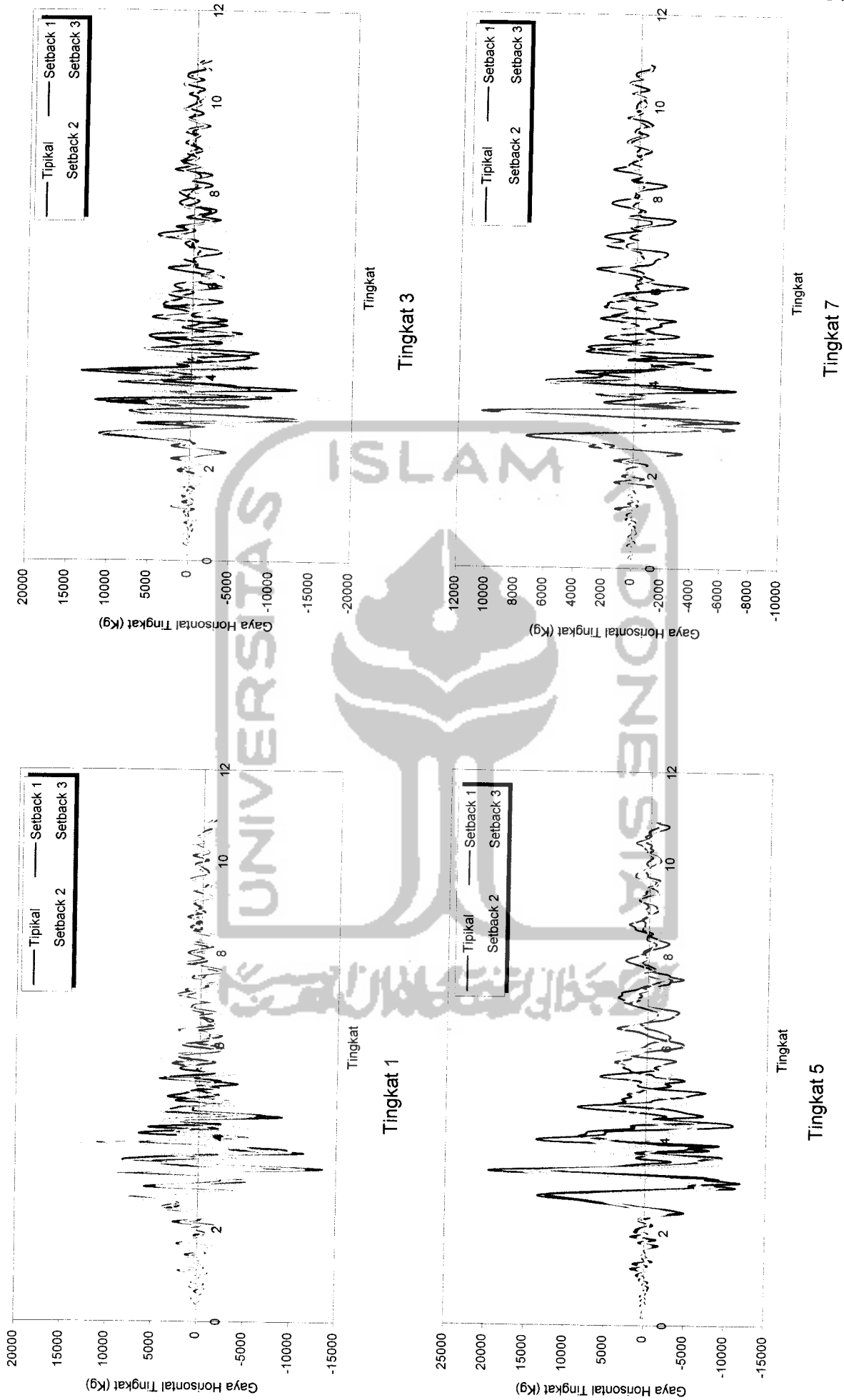
Gambar 5.69 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa El Centro



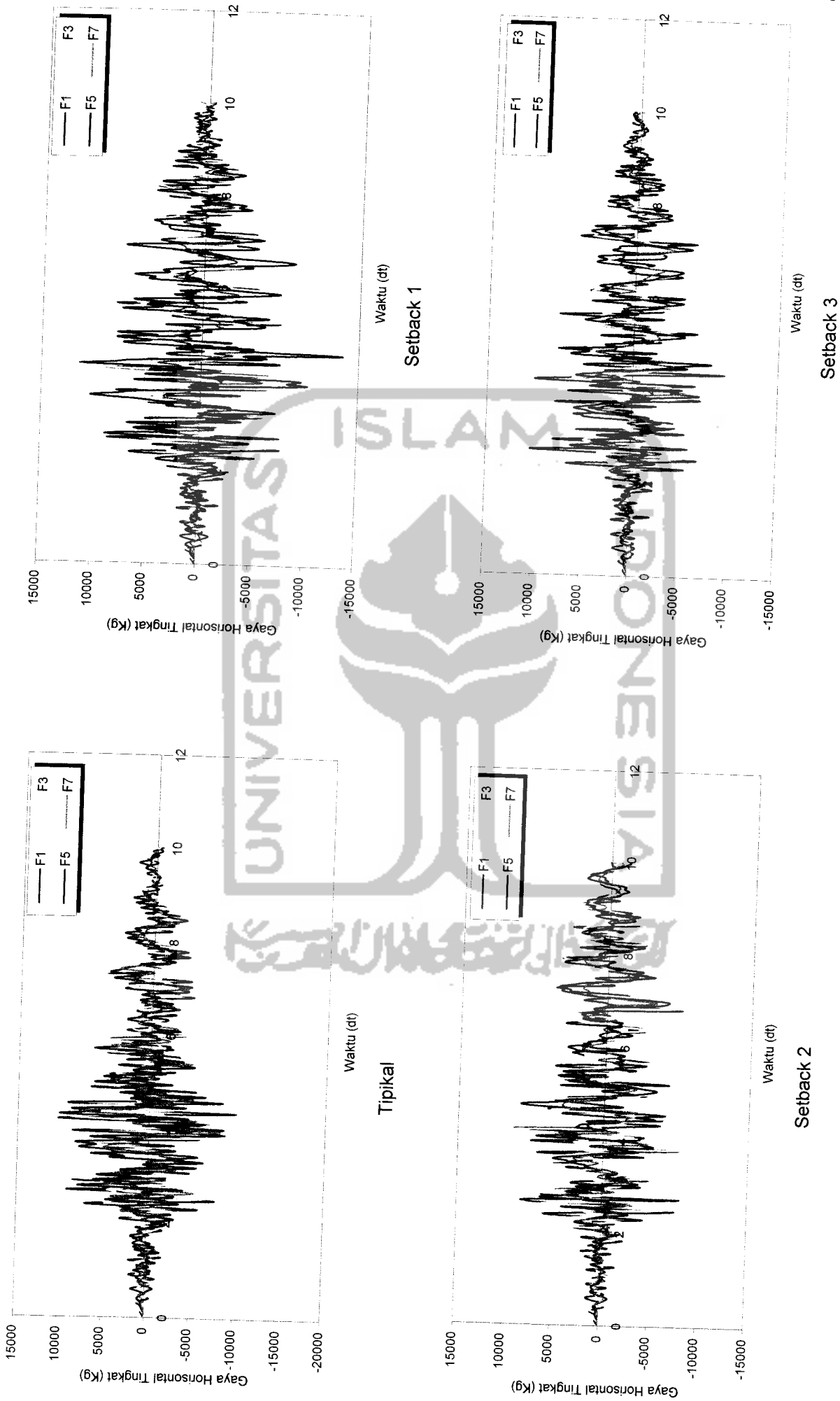
Gambar 5.70 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa El Centro



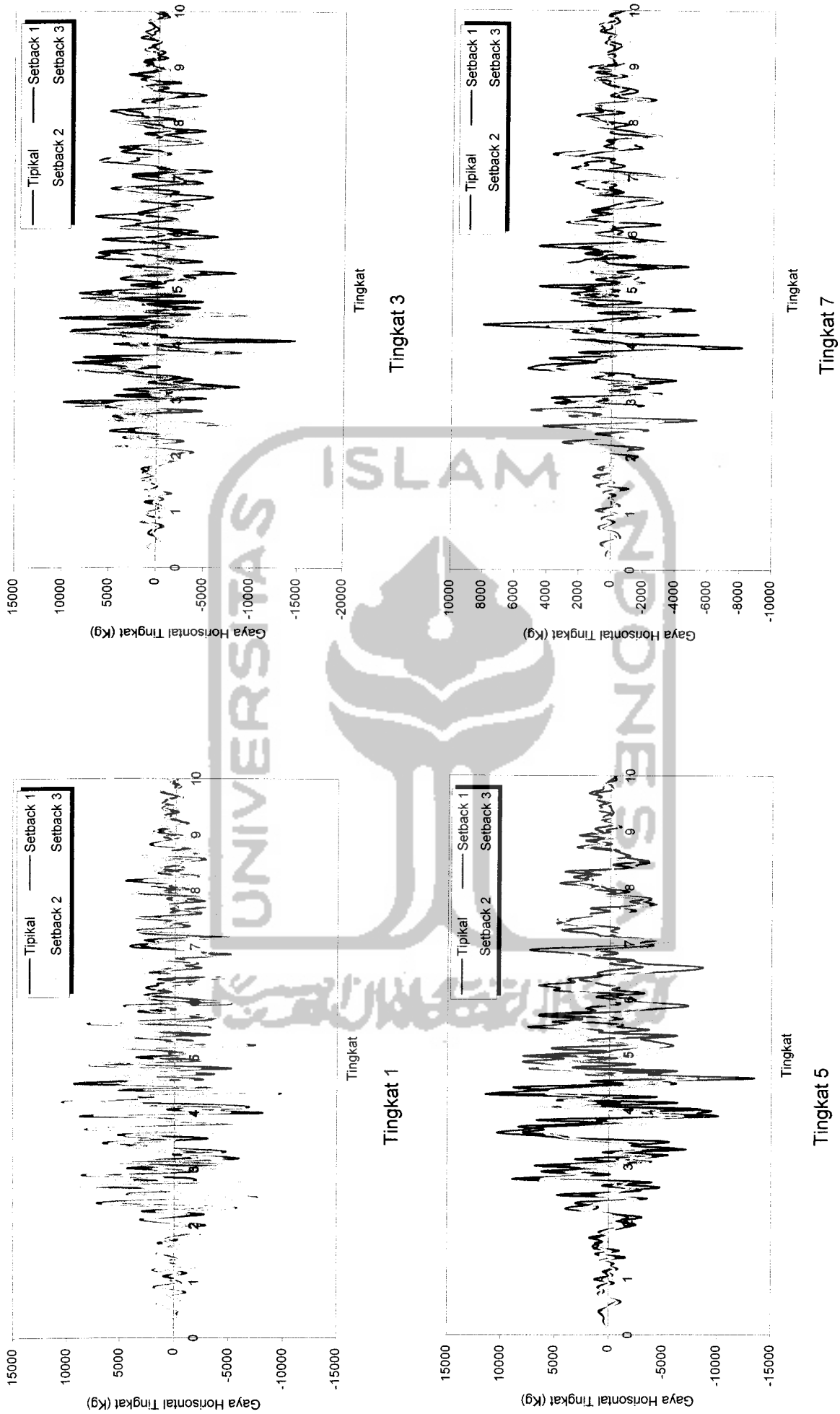
Gambar 5.71 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



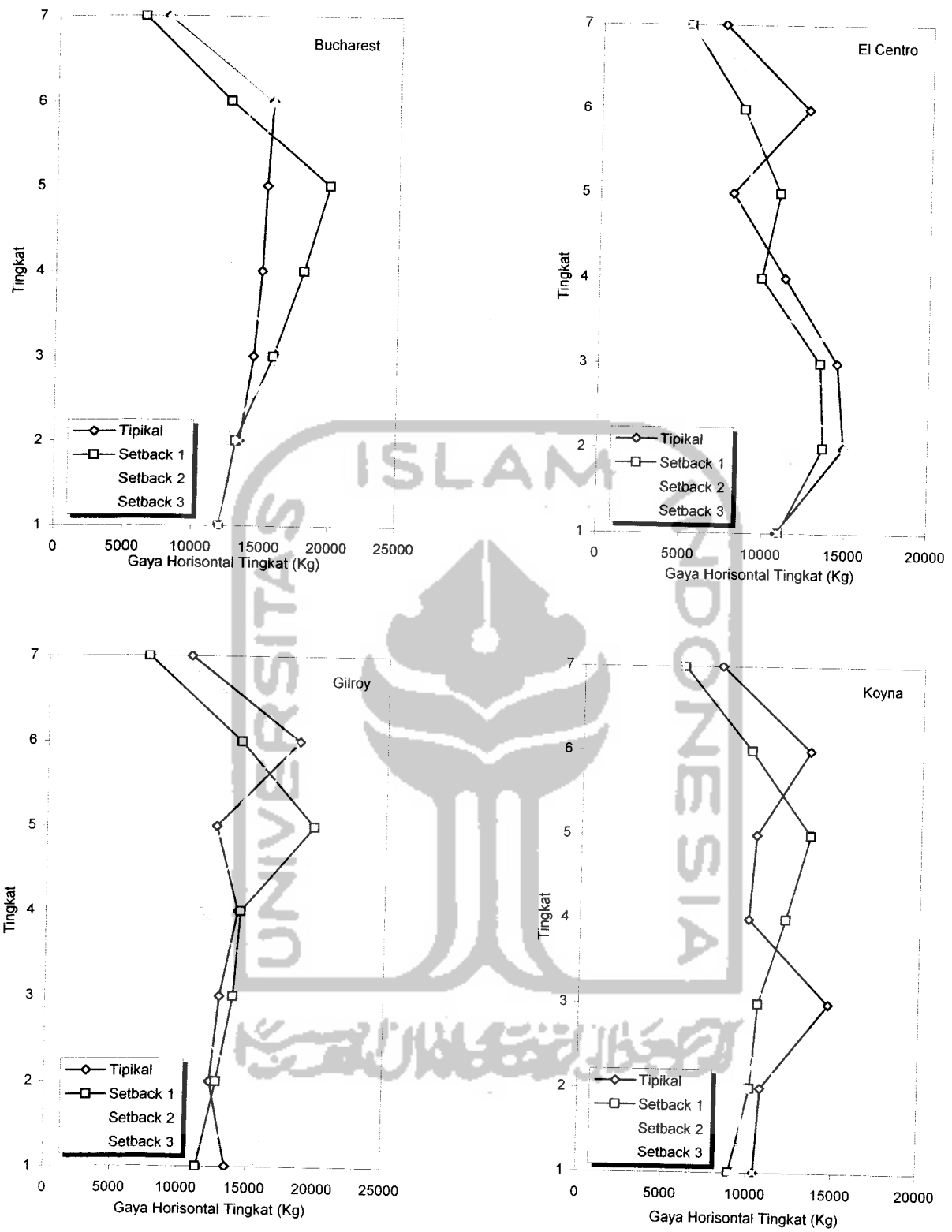
Gambar 5.72 Perbandingan Gaya Horizontal Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



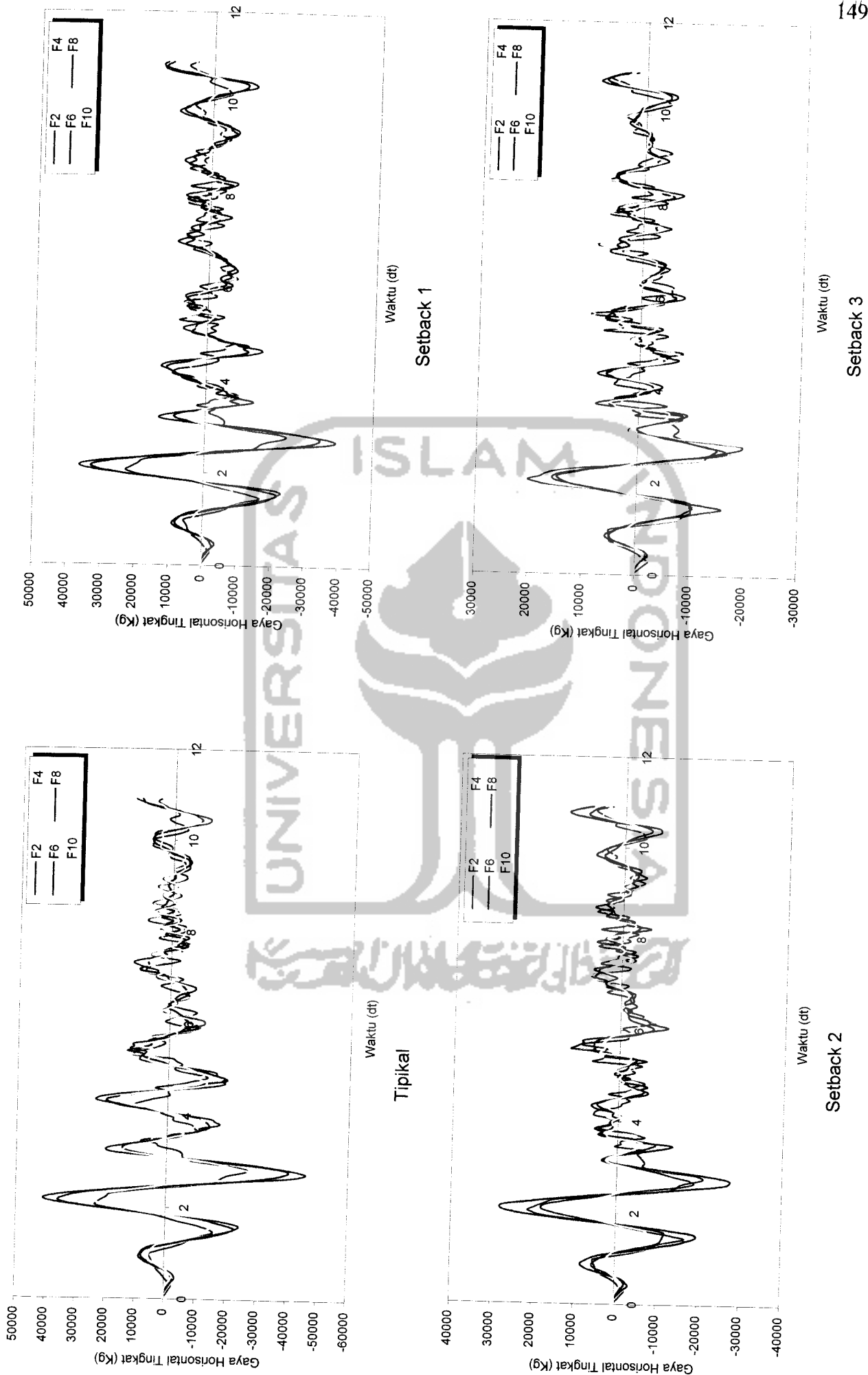
Gambar 5.73 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



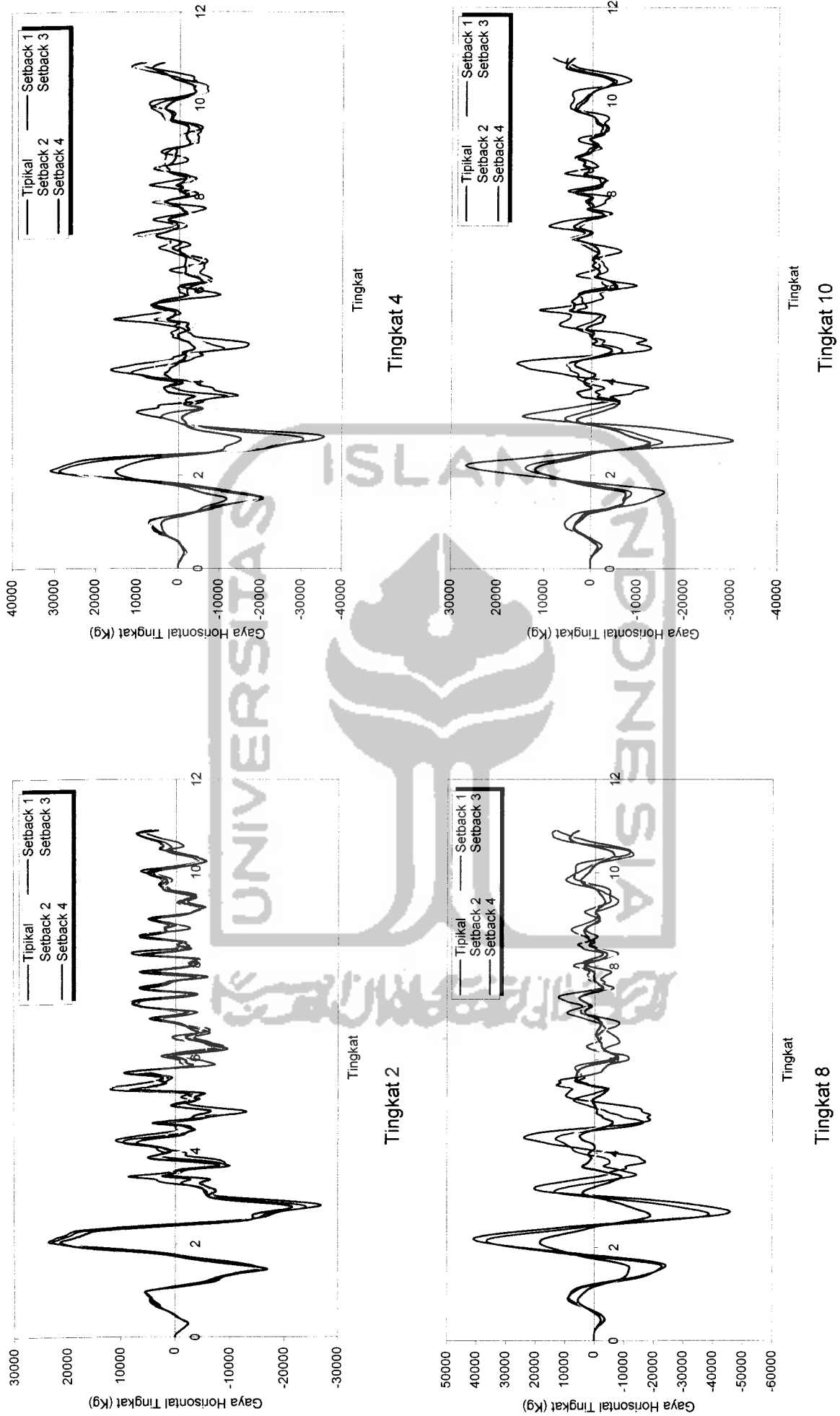
Gambar 5.74 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



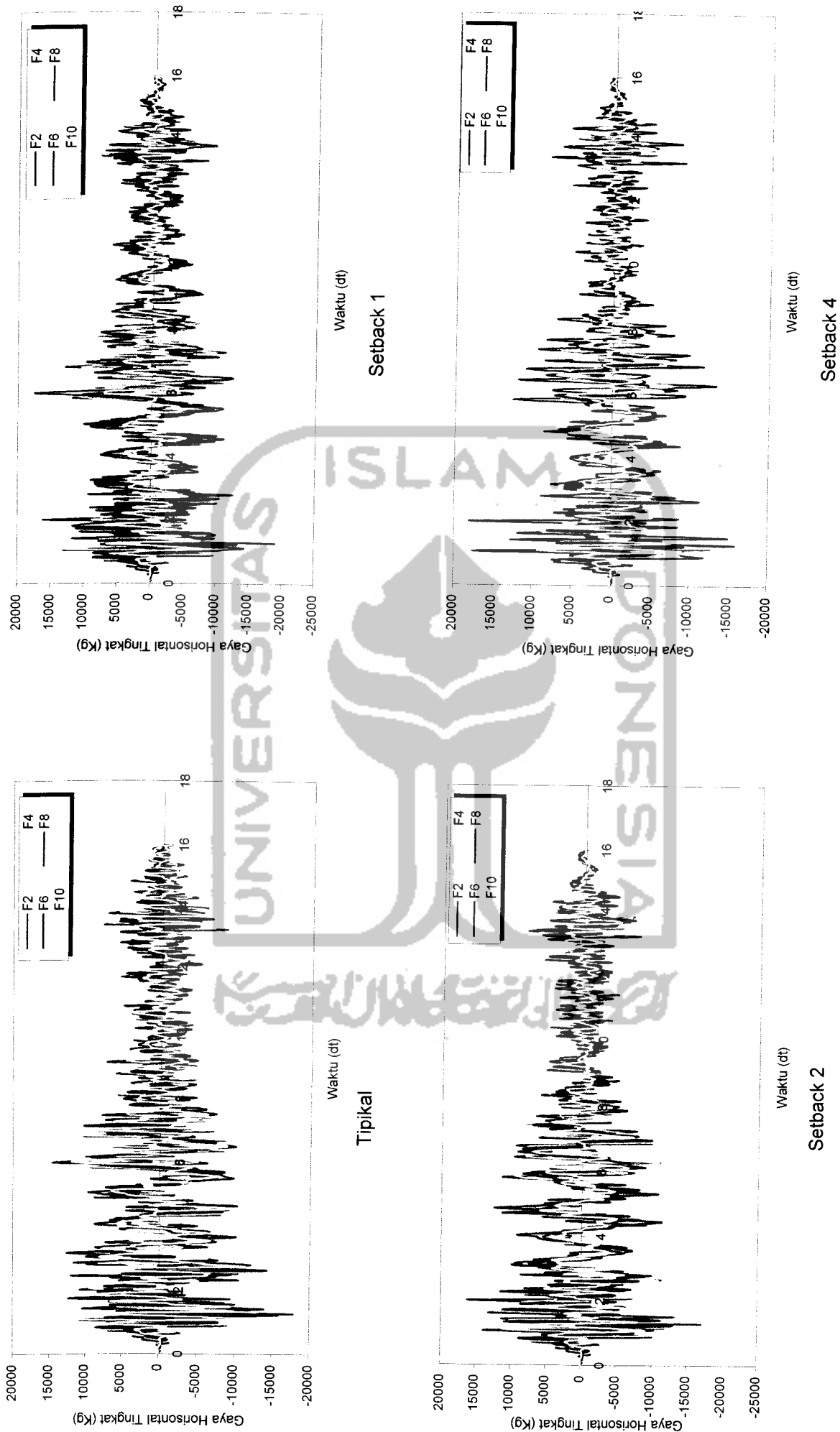
Gambar 5.75 Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat 4 Gempa



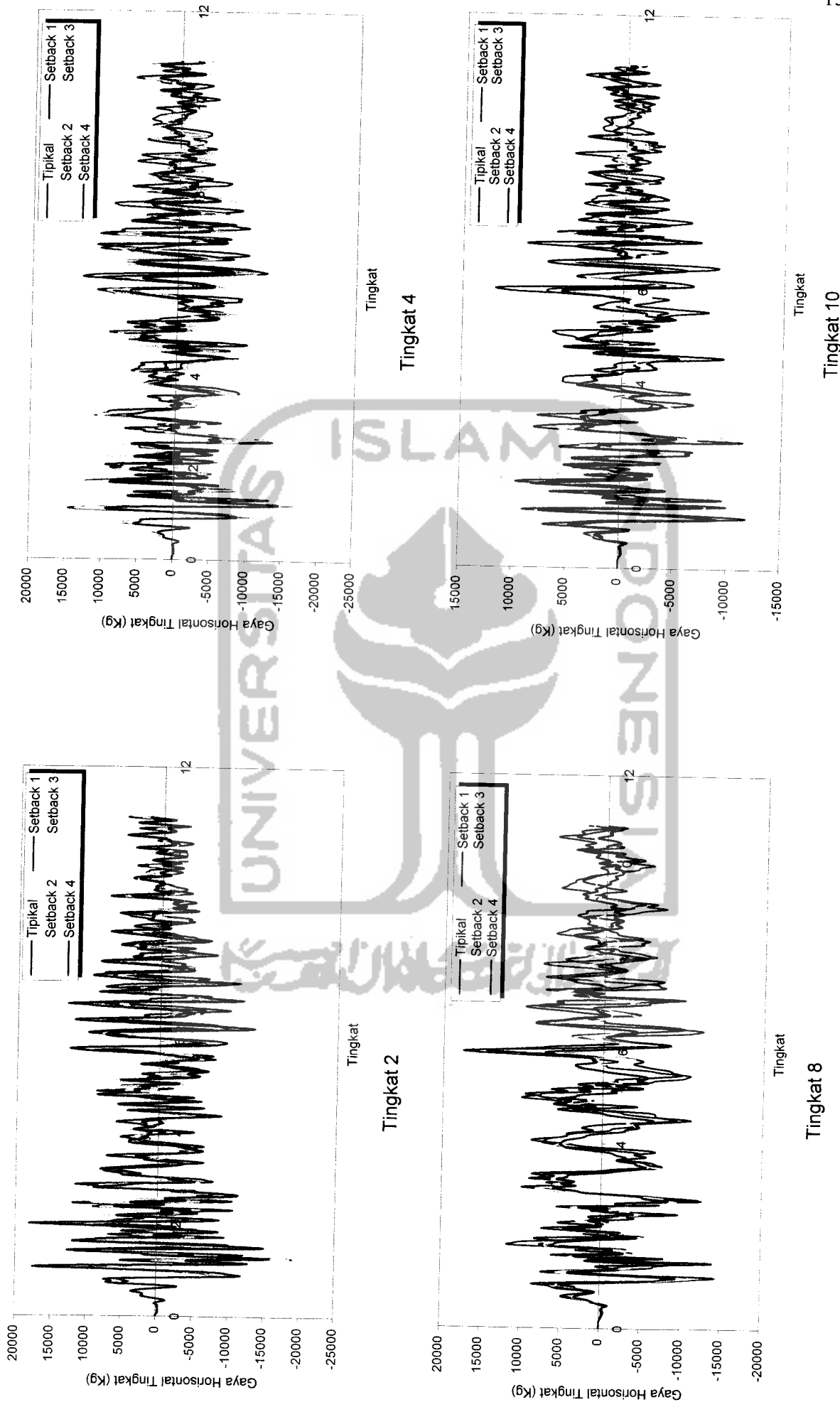
Gambar 5.76 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



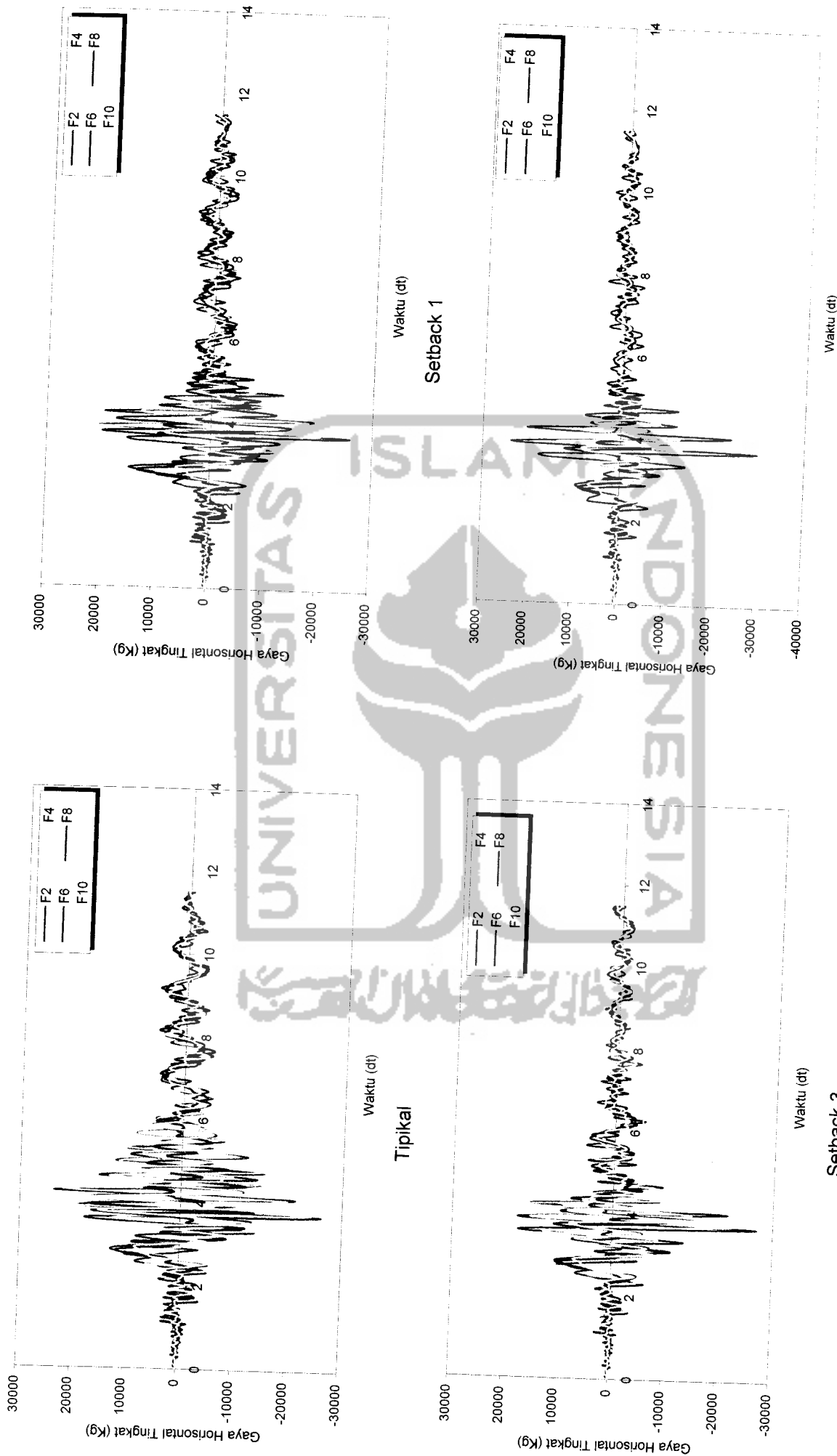
Gambar 5.77 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



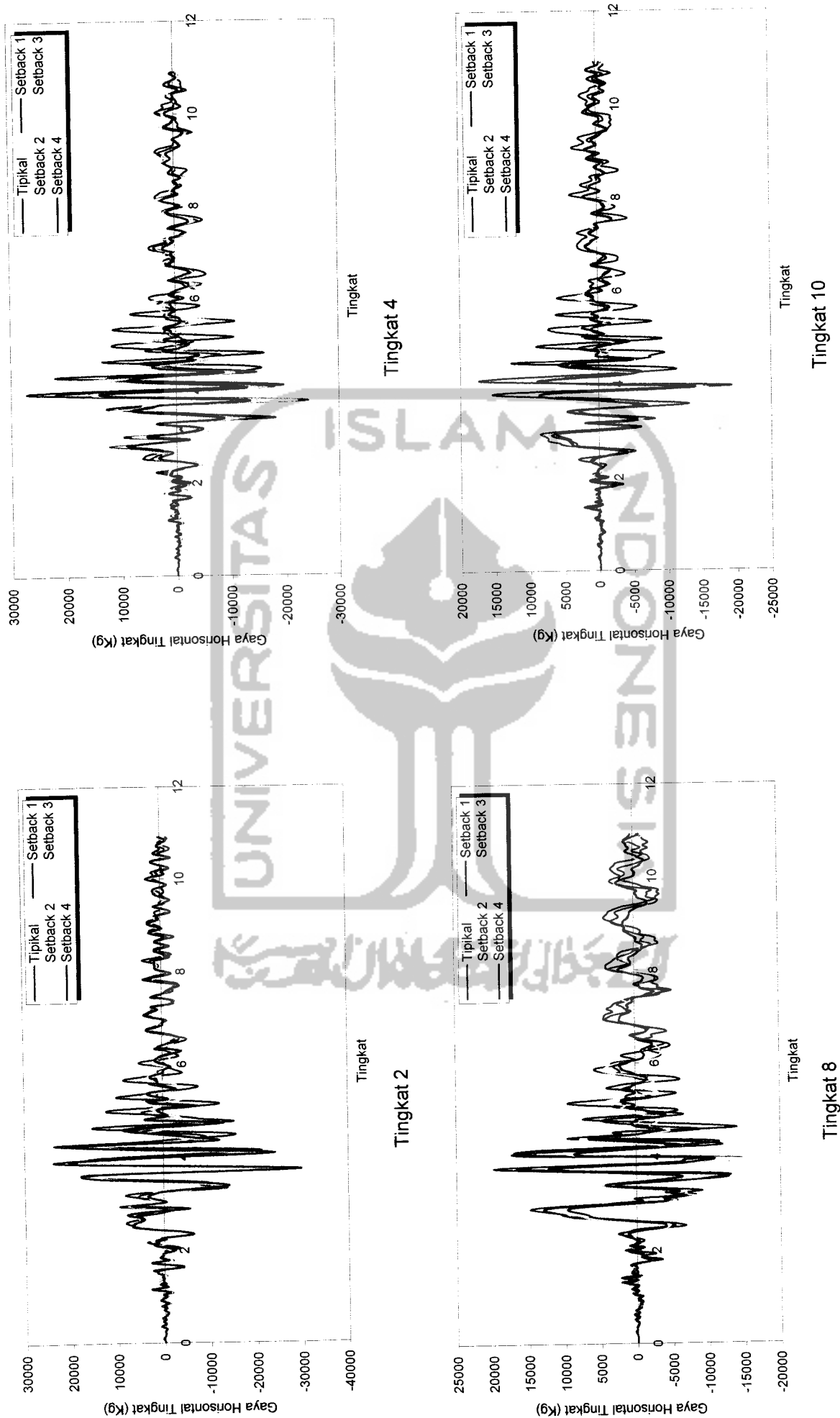
Gambar 5.78 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro



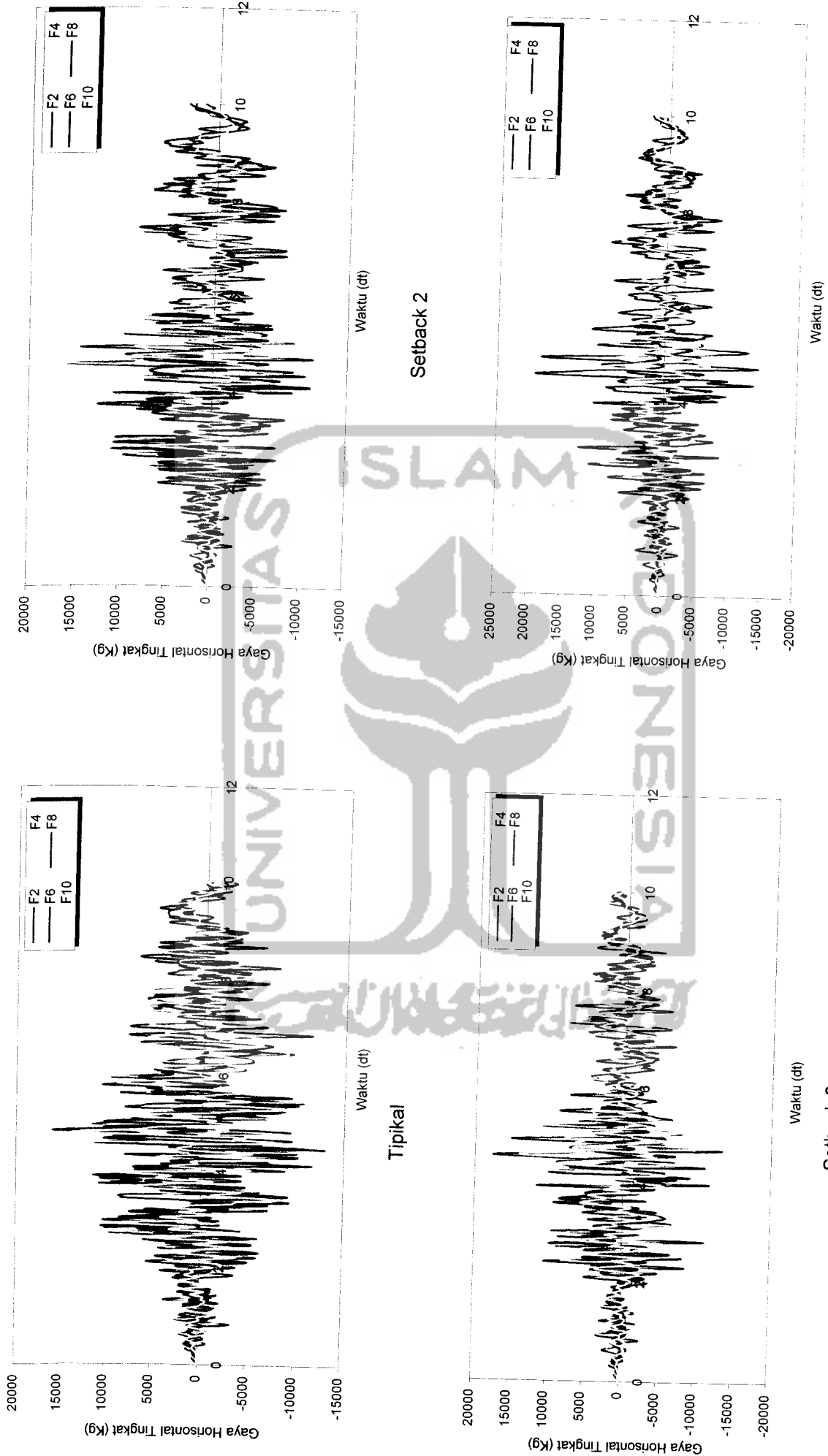
Gambar 5.79 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro



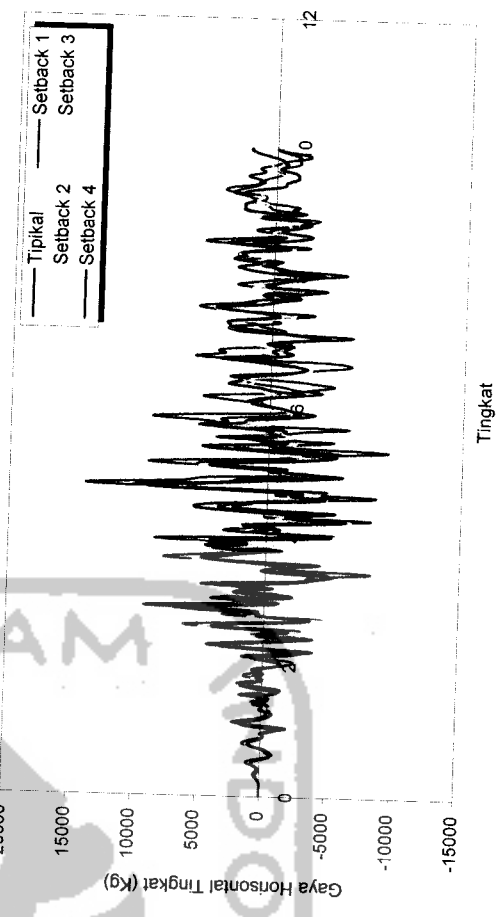
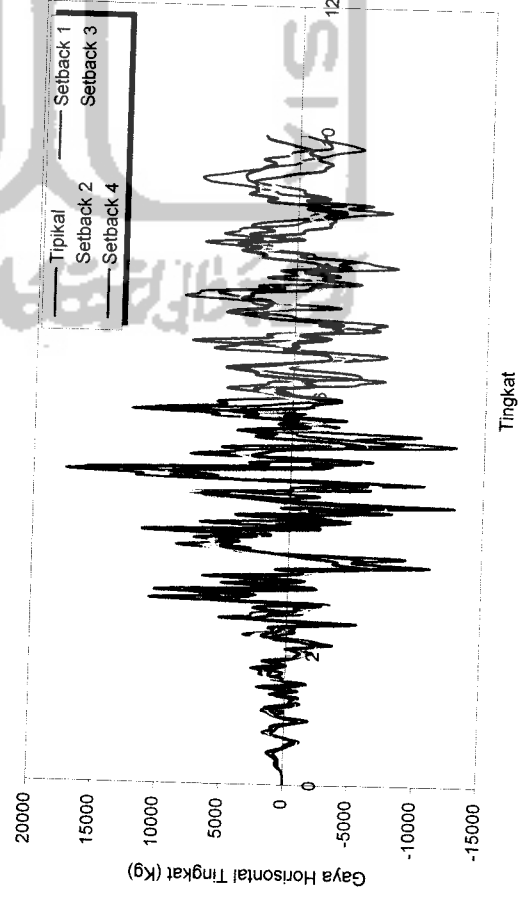
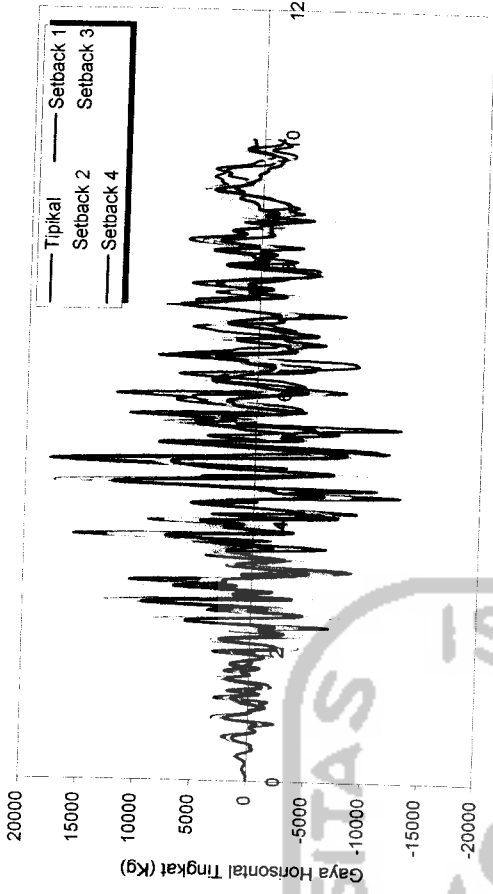
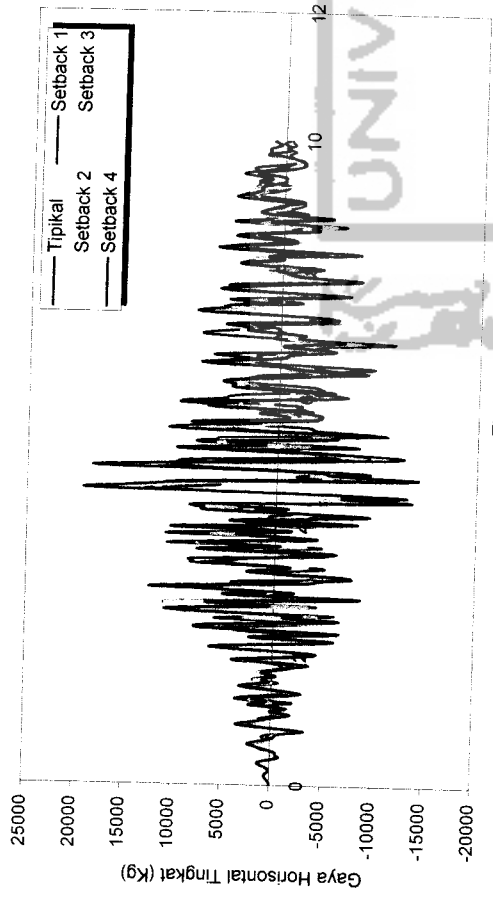
Gambar 5.80 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Giiroy



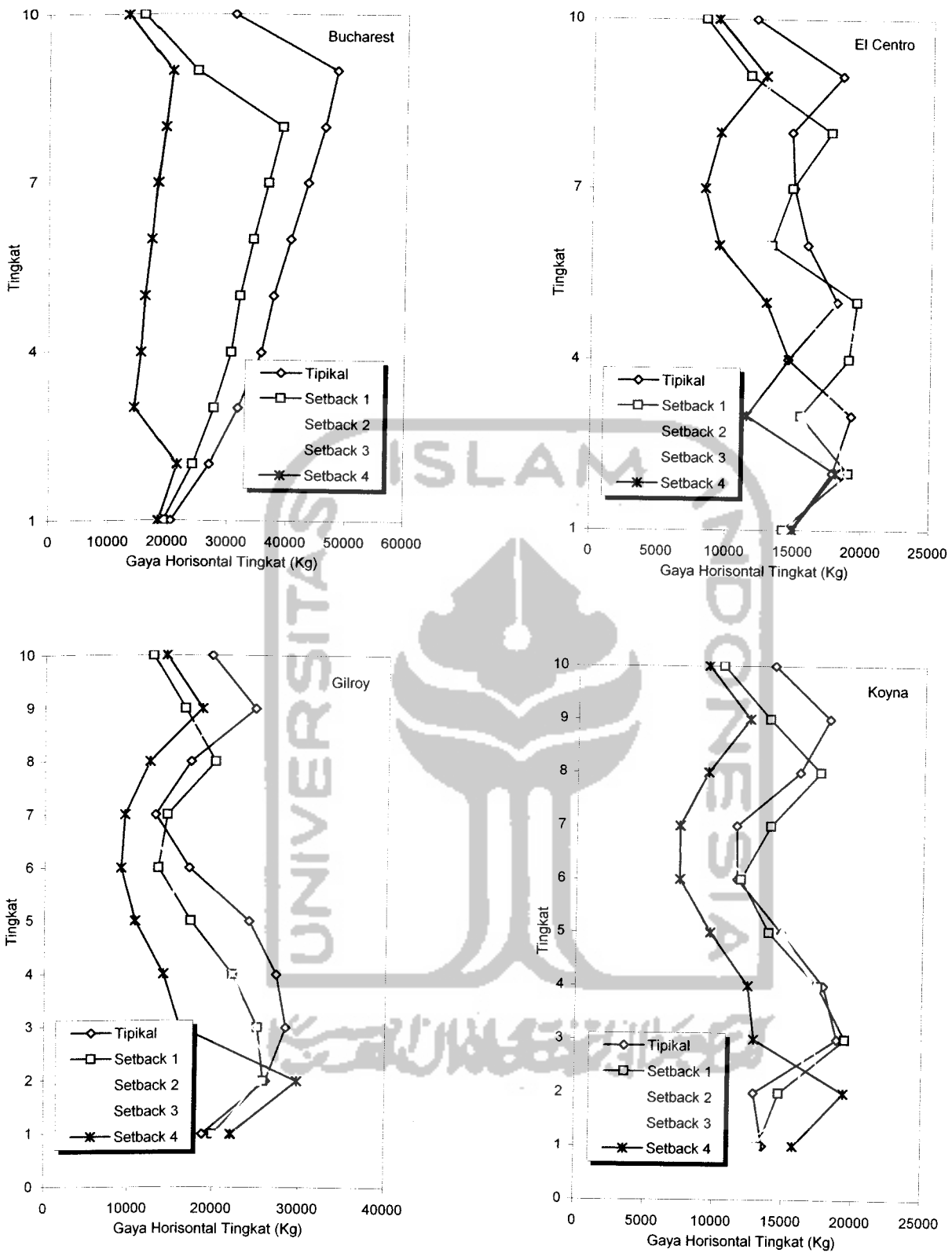
Gambar 5.81 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy



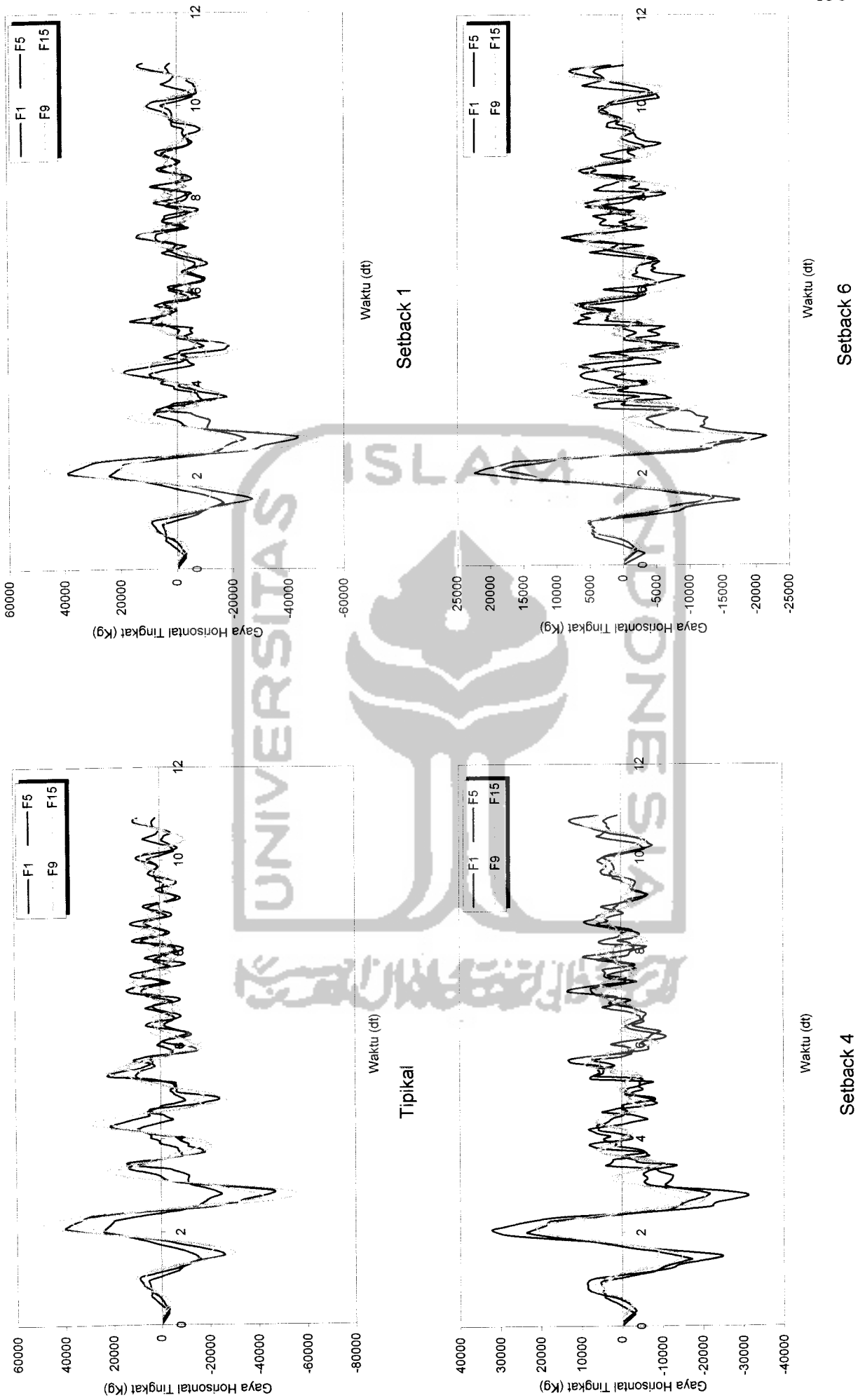
Gambar 5.82 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



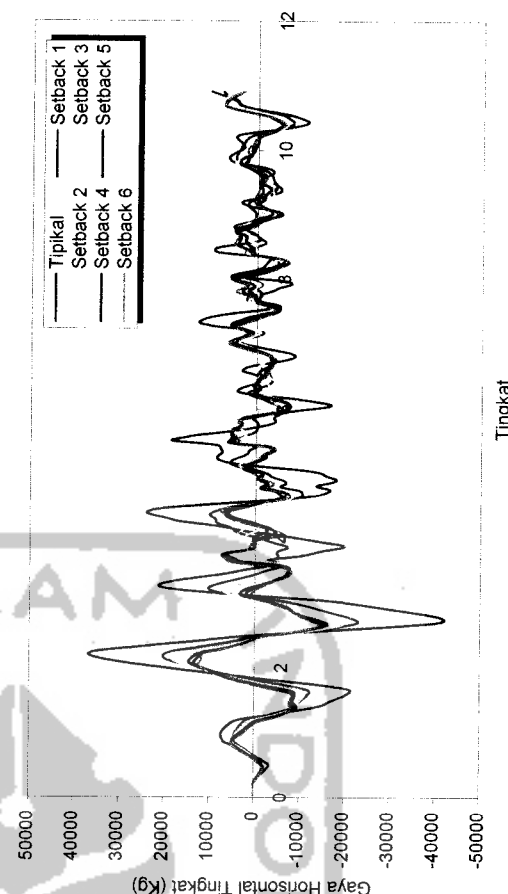
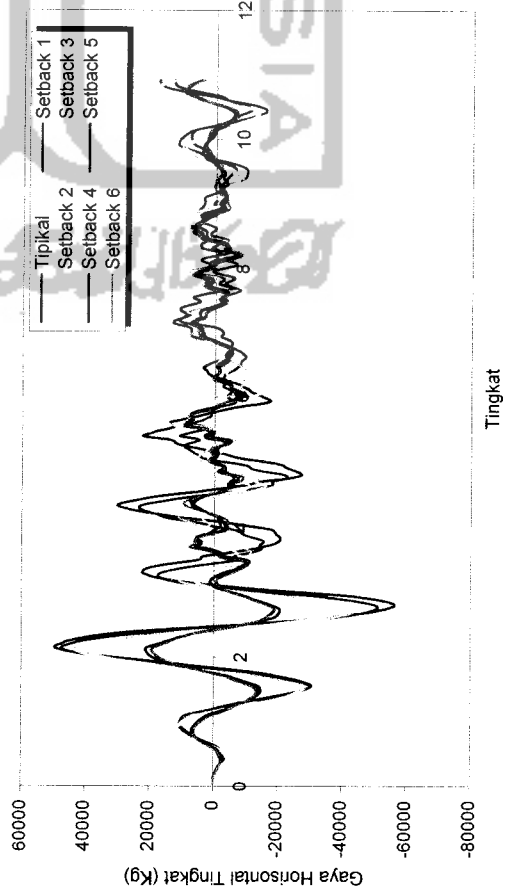
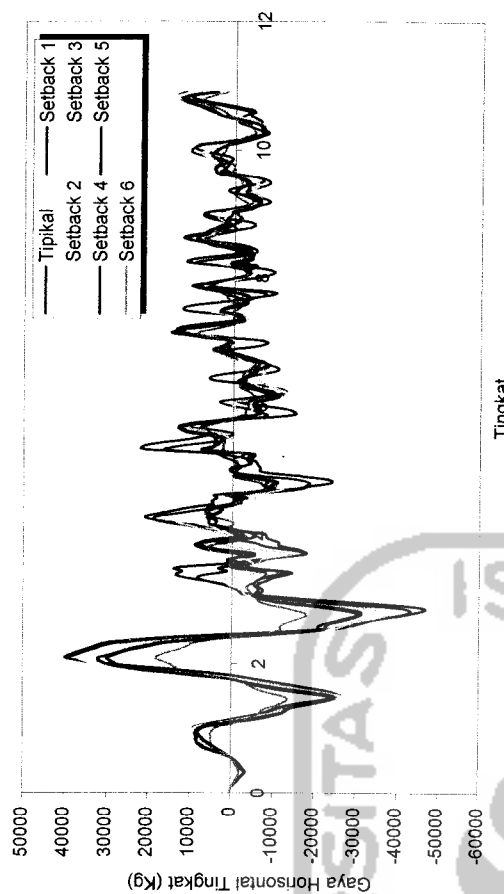
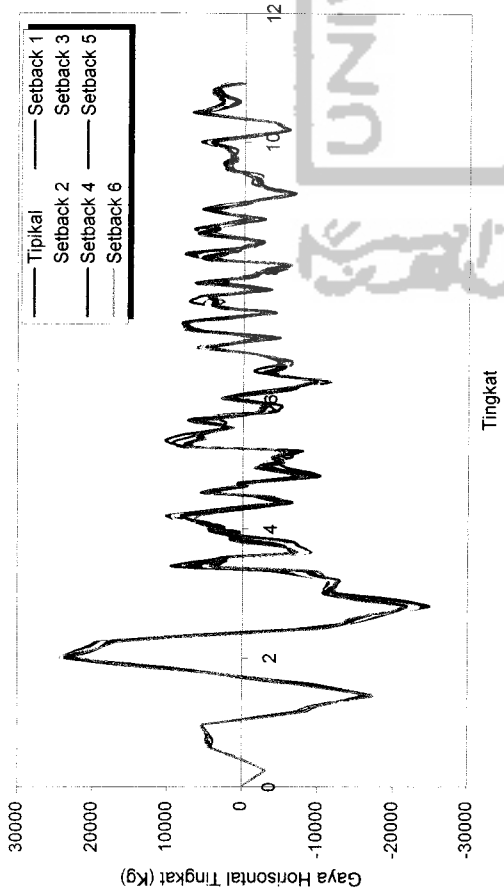
Gambar 5.83 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



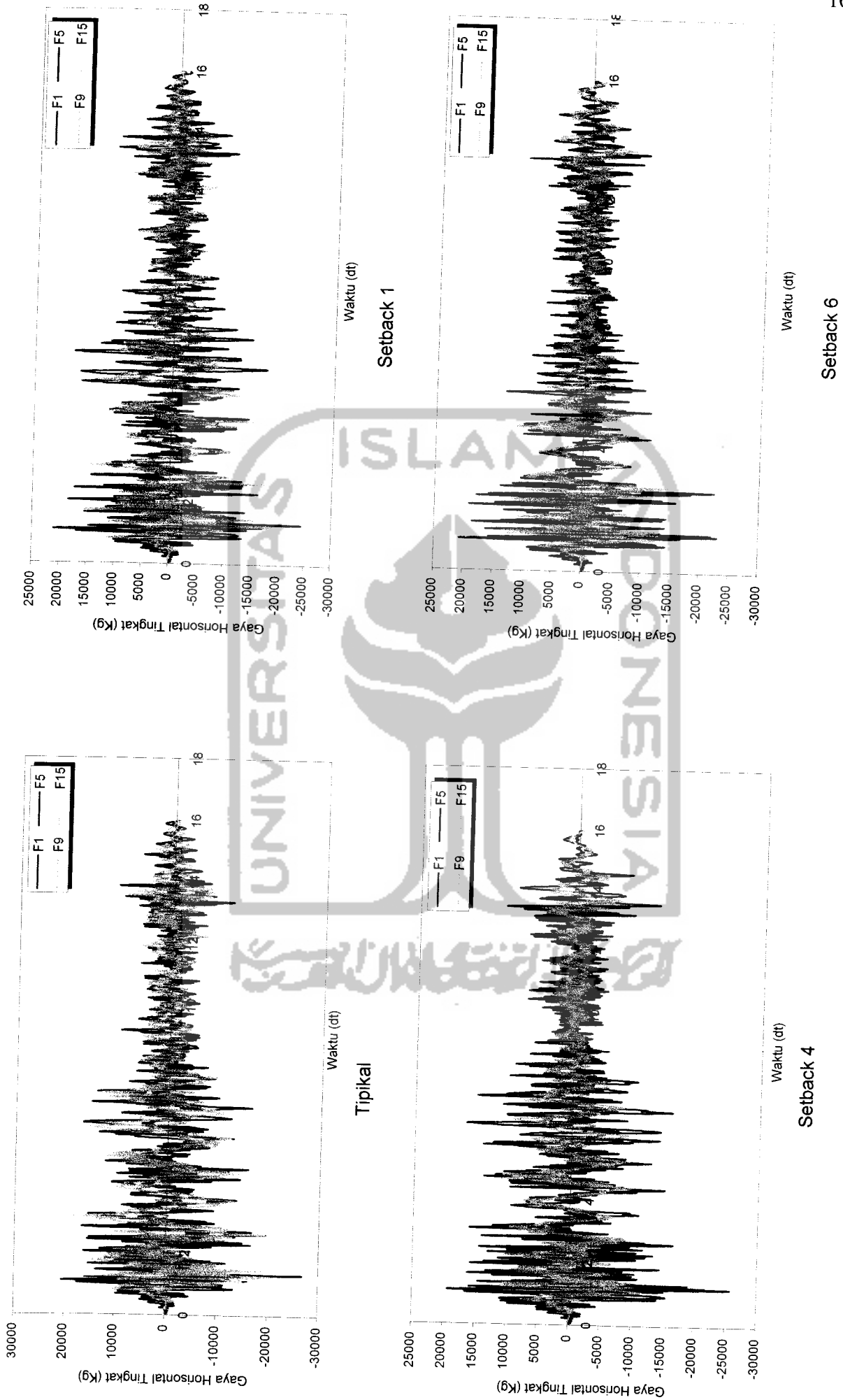
Gambar 5.84 Gaya Horisontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat 4 Gempa



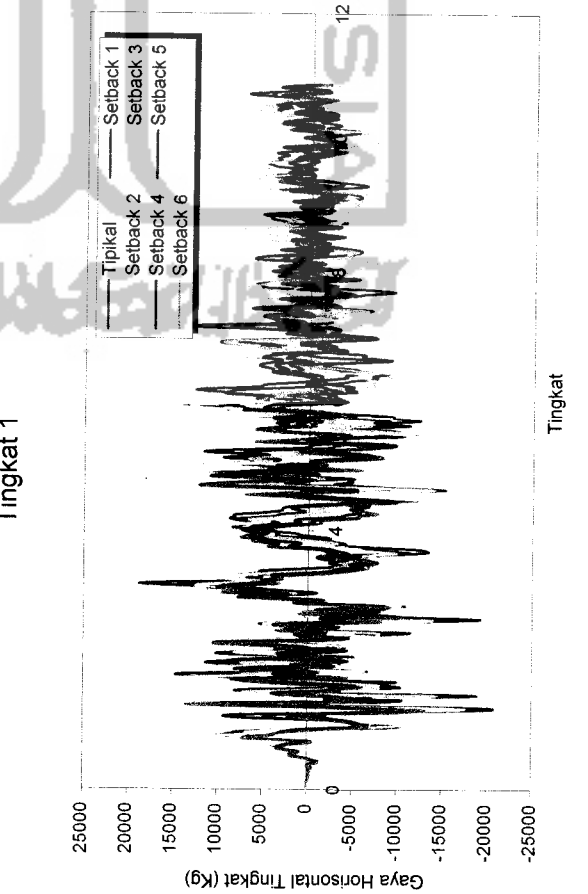
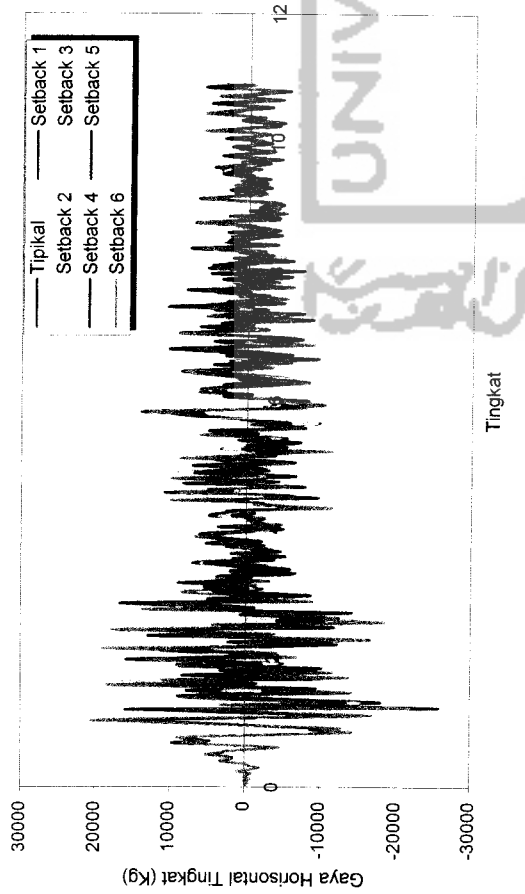
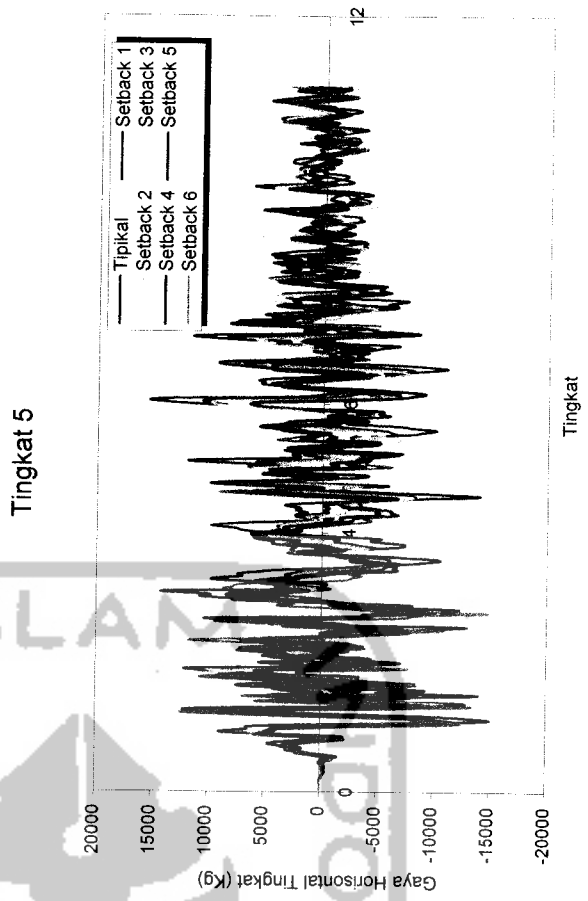
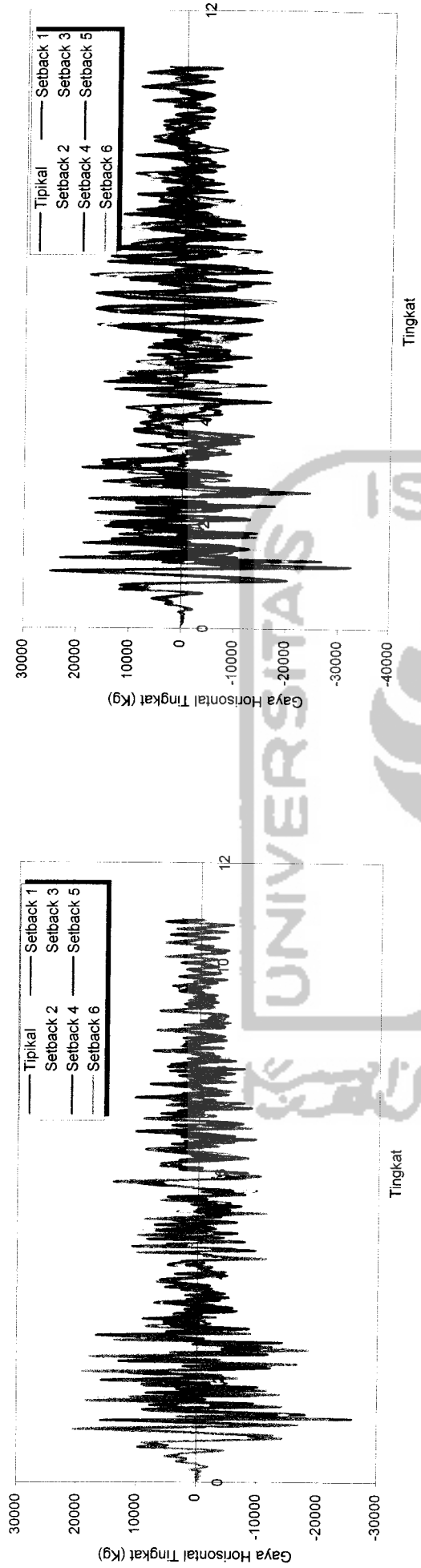
Gambar 5.85 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



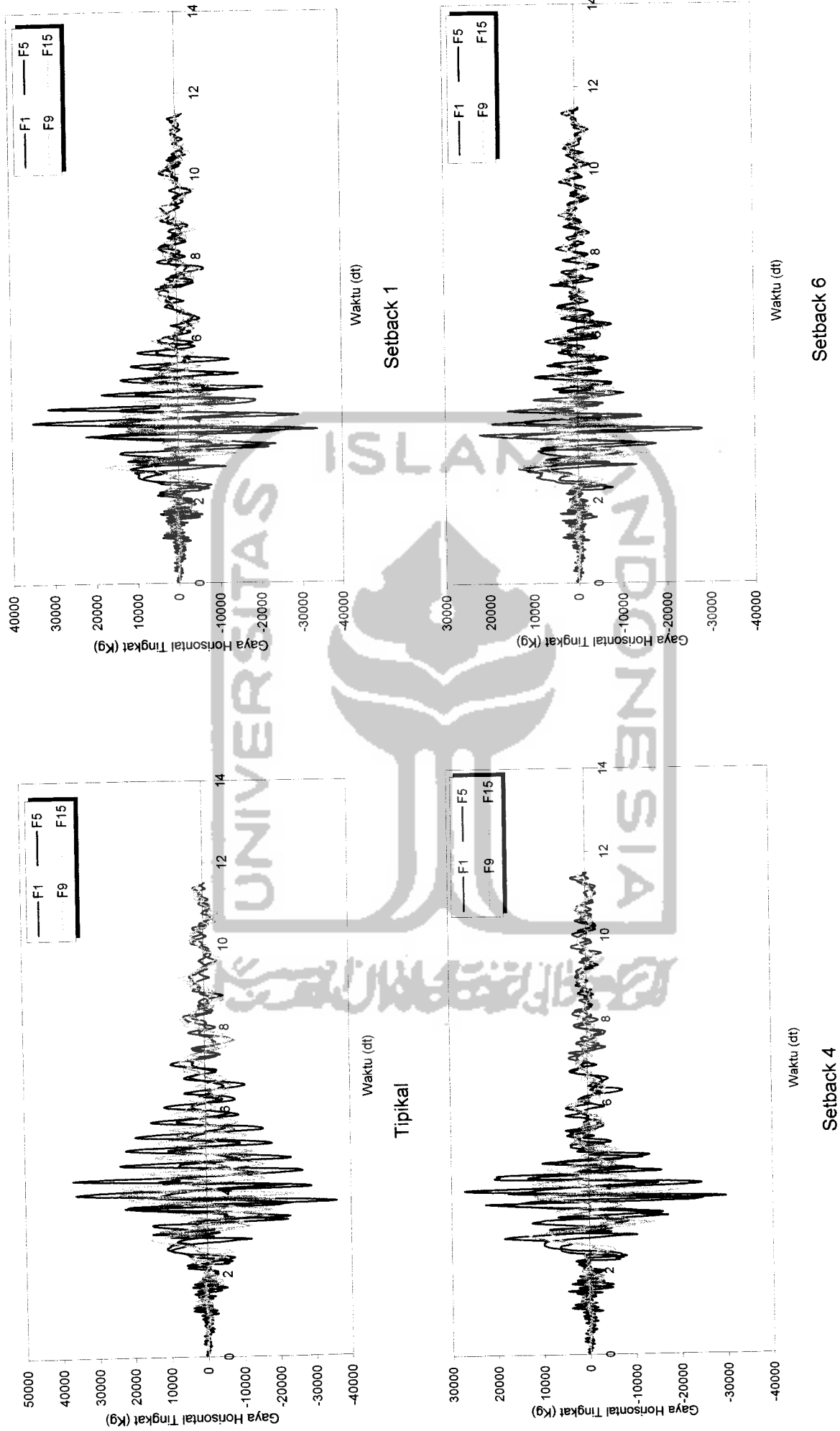
Gambar 5.86 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



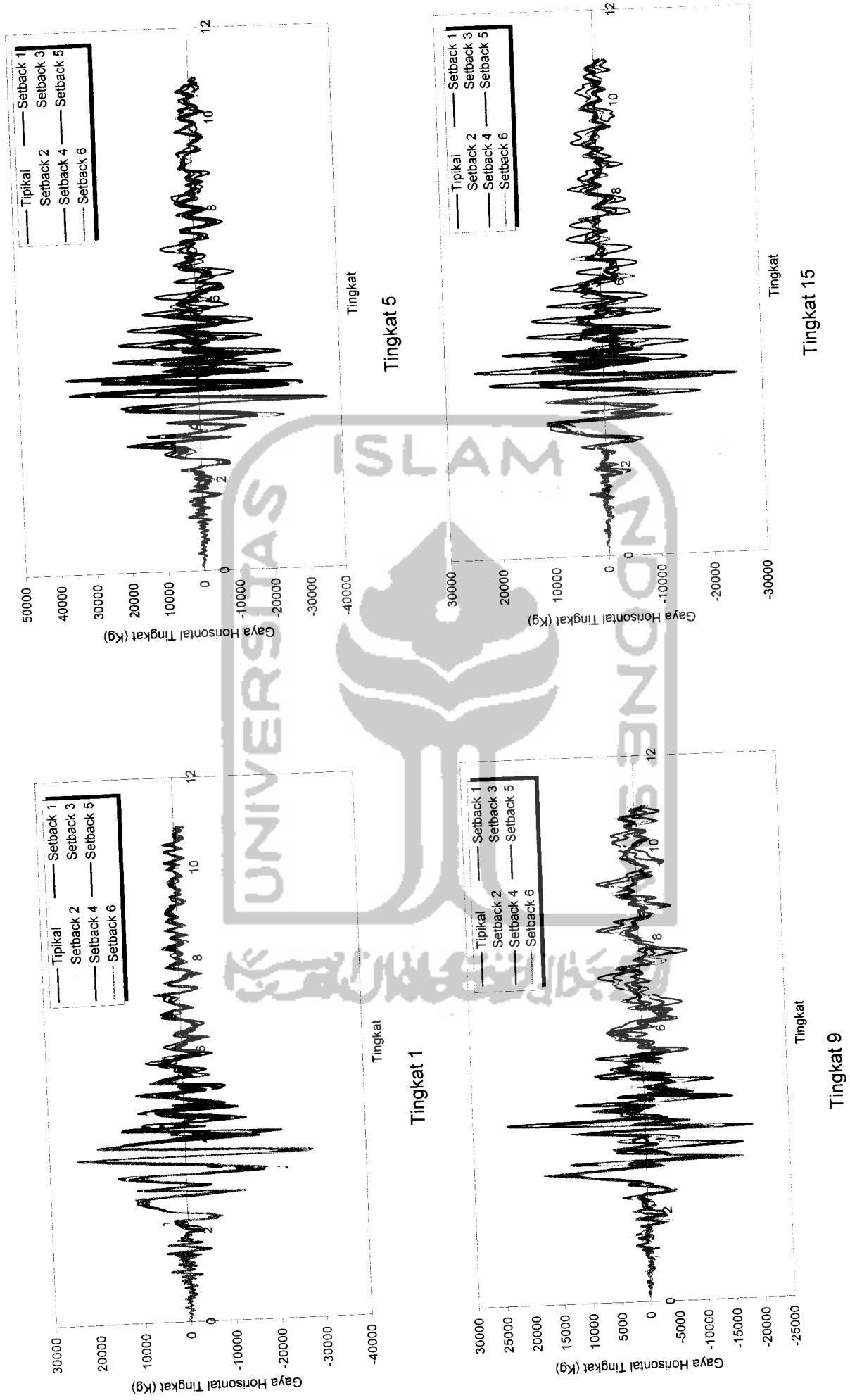
Gambar 5.87 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro



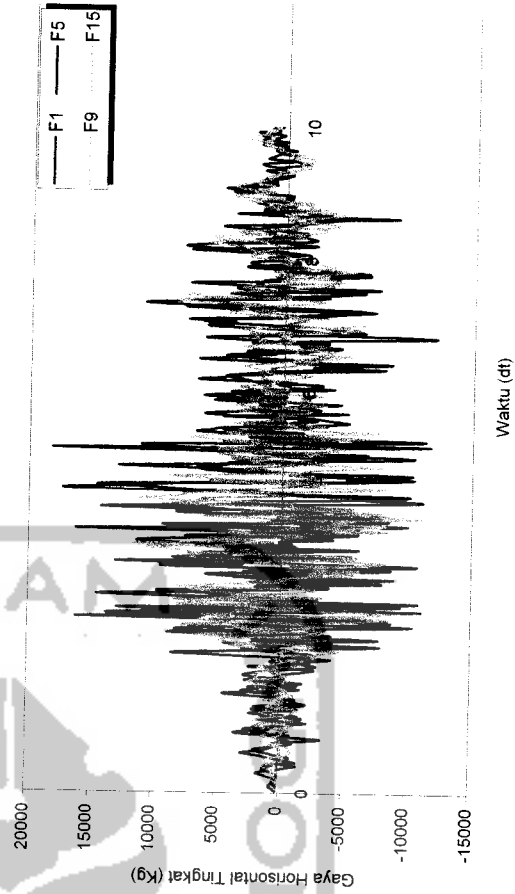
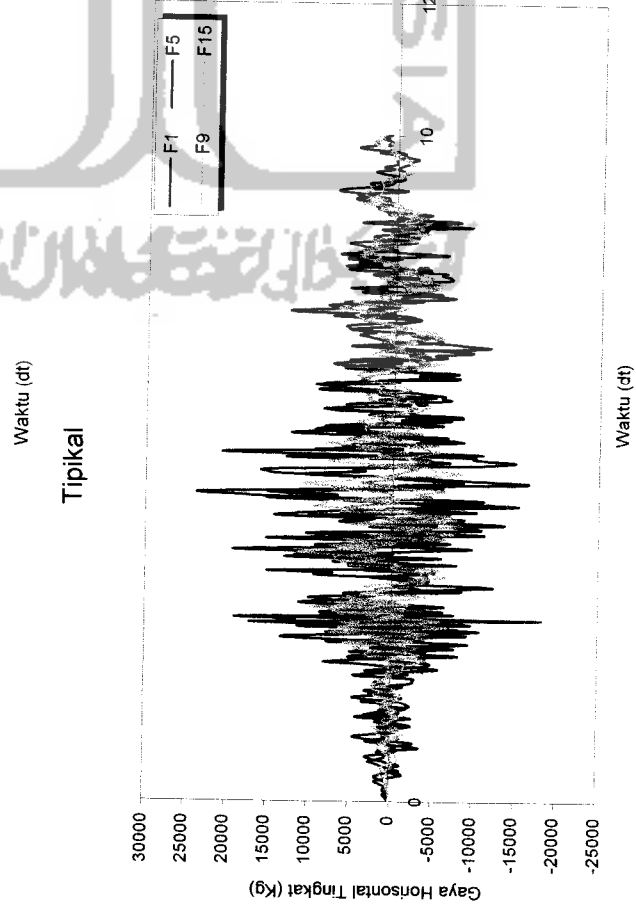
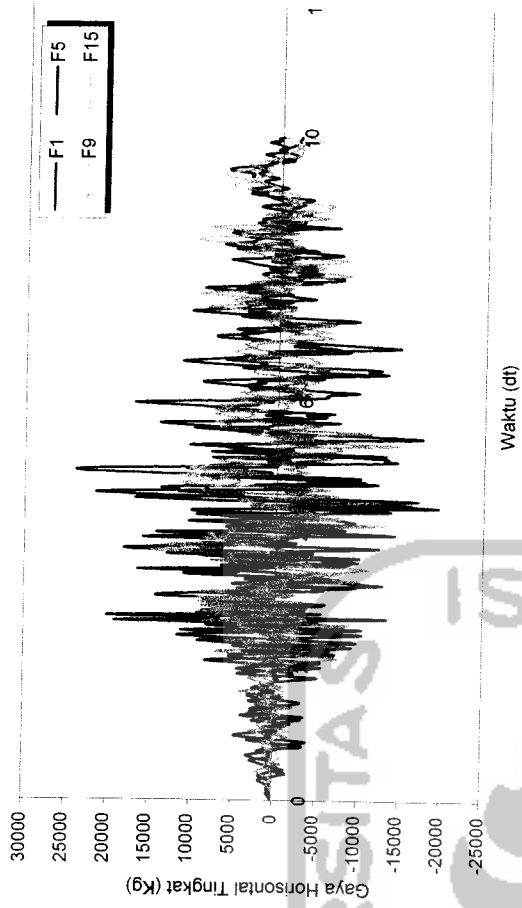
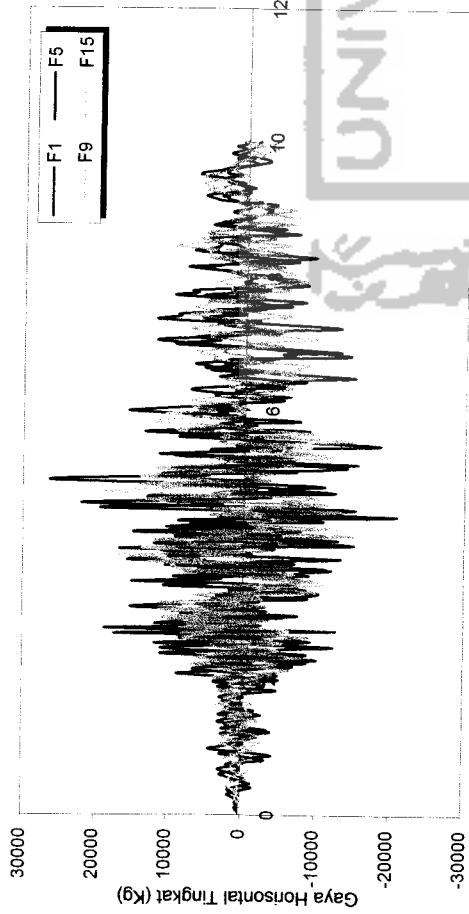
Gambar 5.88 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro



Gambar 5.89 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy

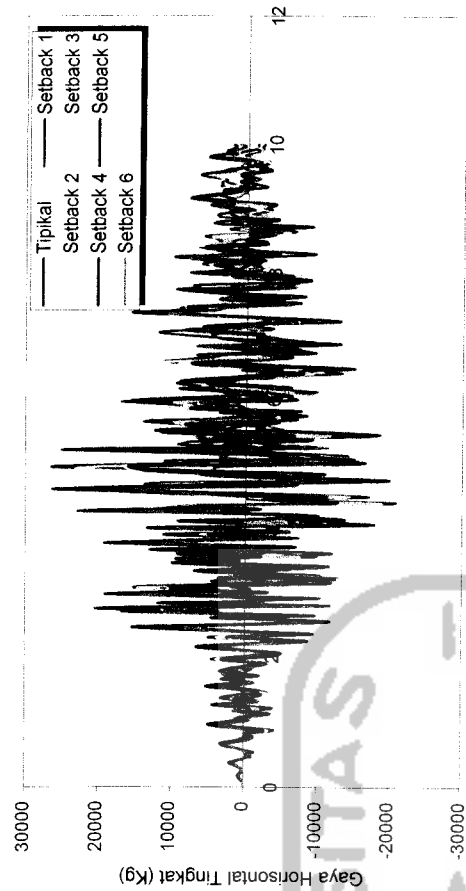


Gambar 5.90 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy



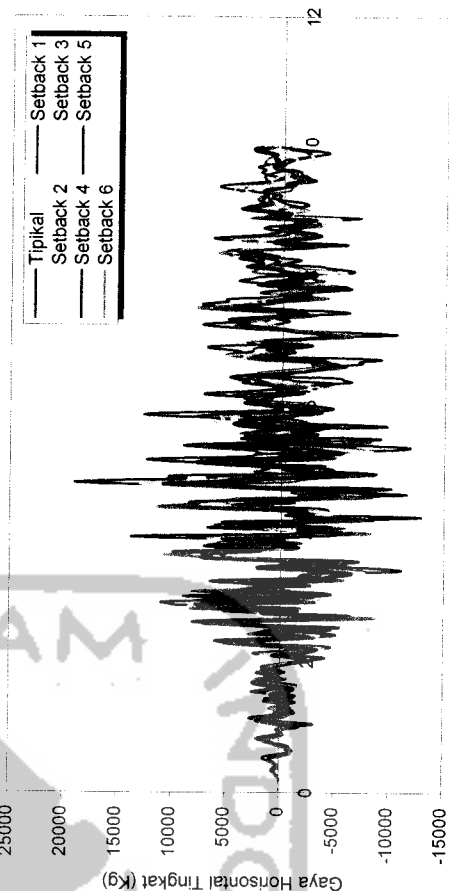
Gambar 5.91 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna

Tingkat



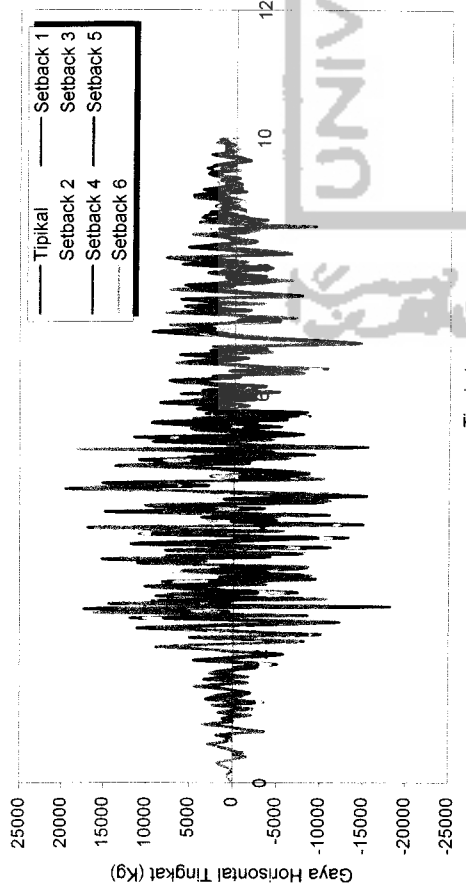
Tingkat

Tingkat 5



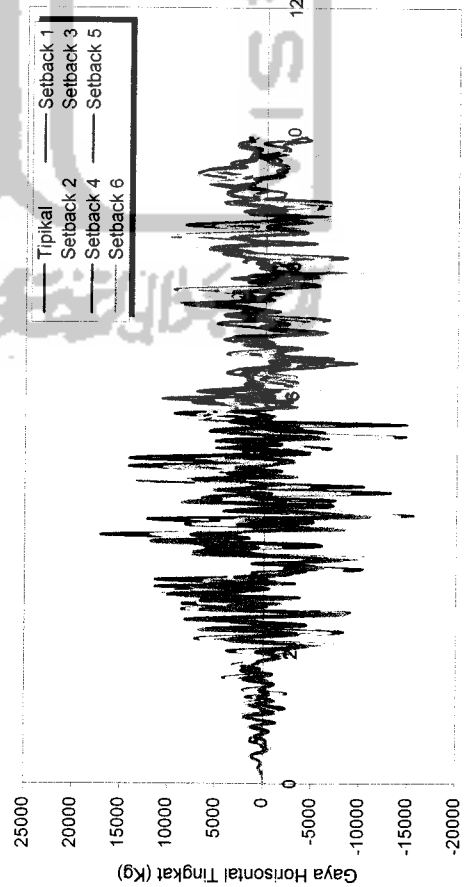
Tingkat

Tingkat 15



Tingkat

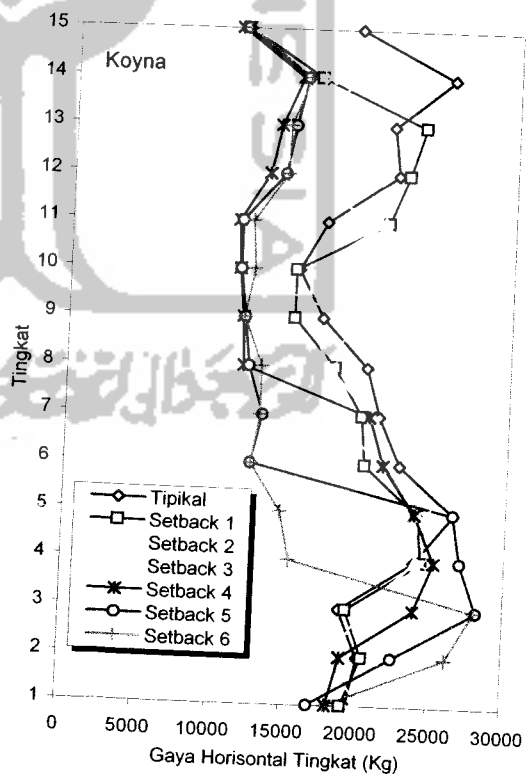
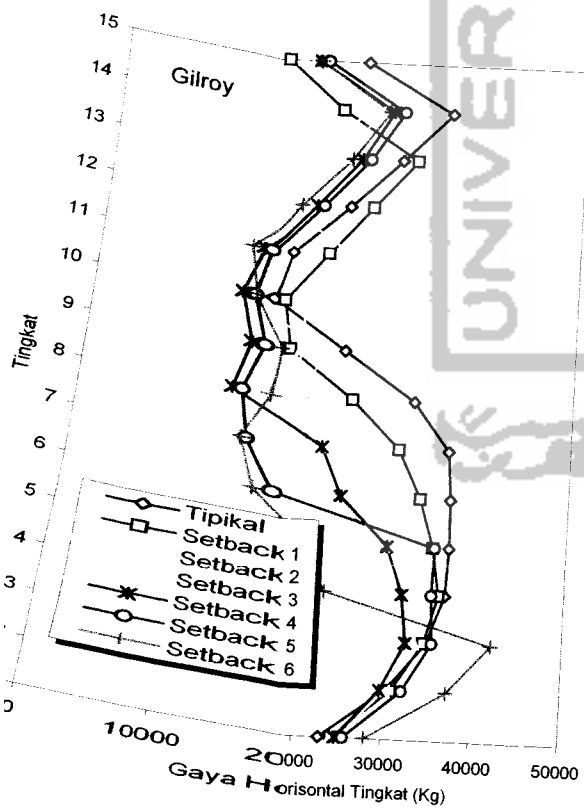
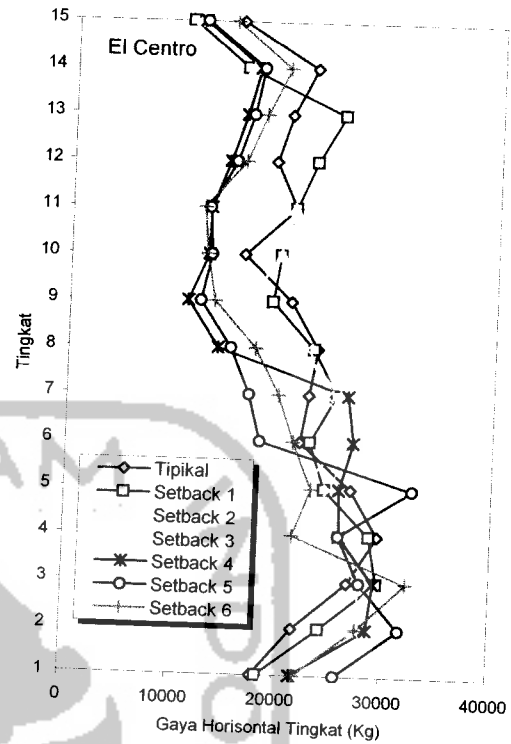
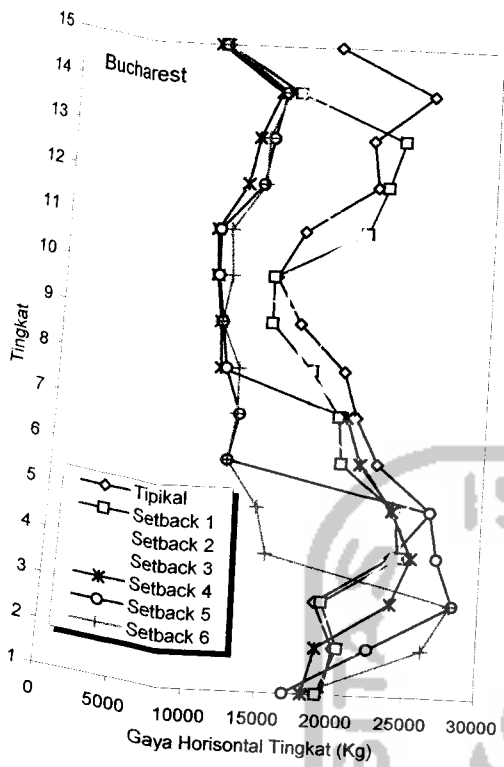
Tingkat 1



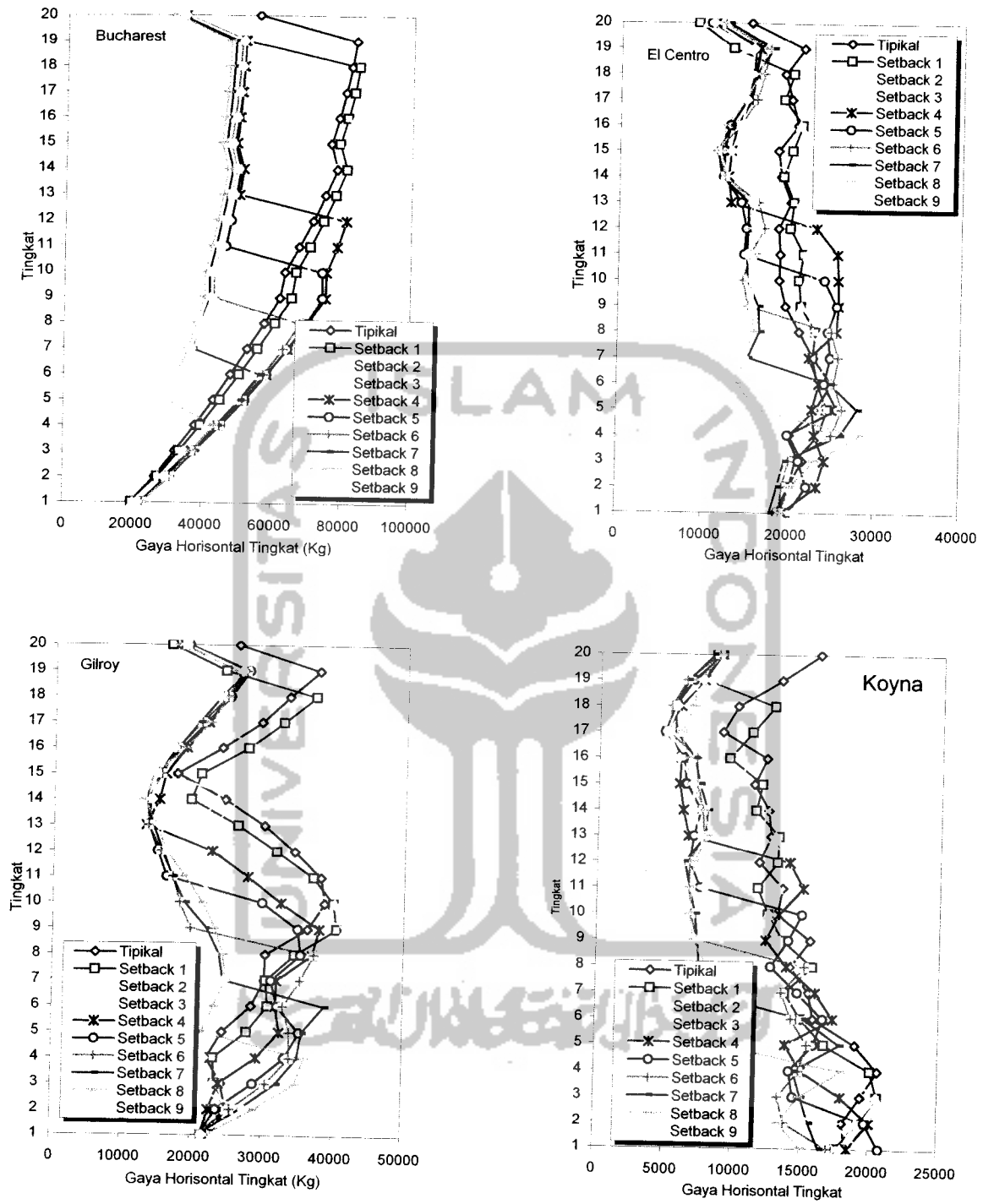
Tingkat

Tingkat 9

Gambar 5.92 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.93 Gaya Horisontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat 4 Gempa



Gambar 5.94 Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat 4 Gempa

5.4.5 Gaya Horizontal Tingkat Kumulatif / Gaya Geser

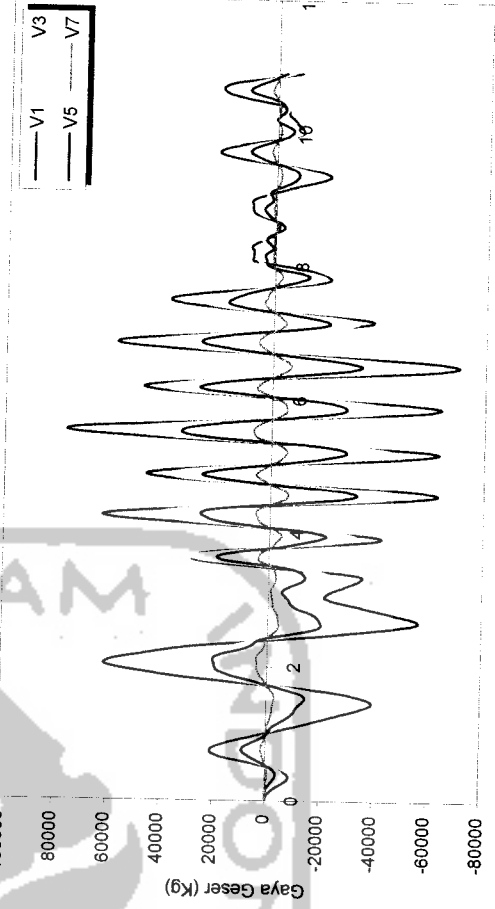
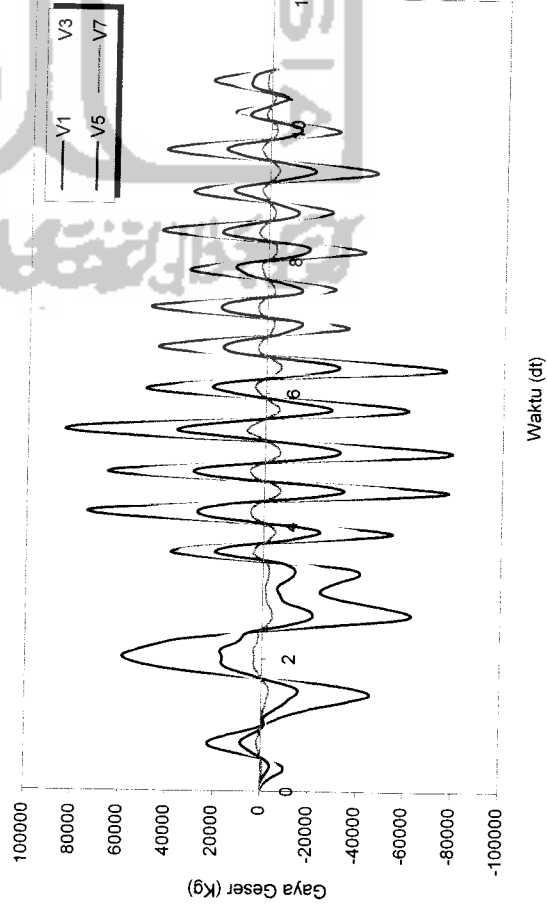
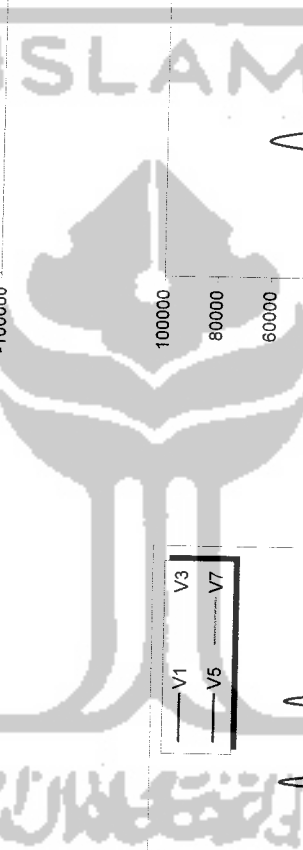
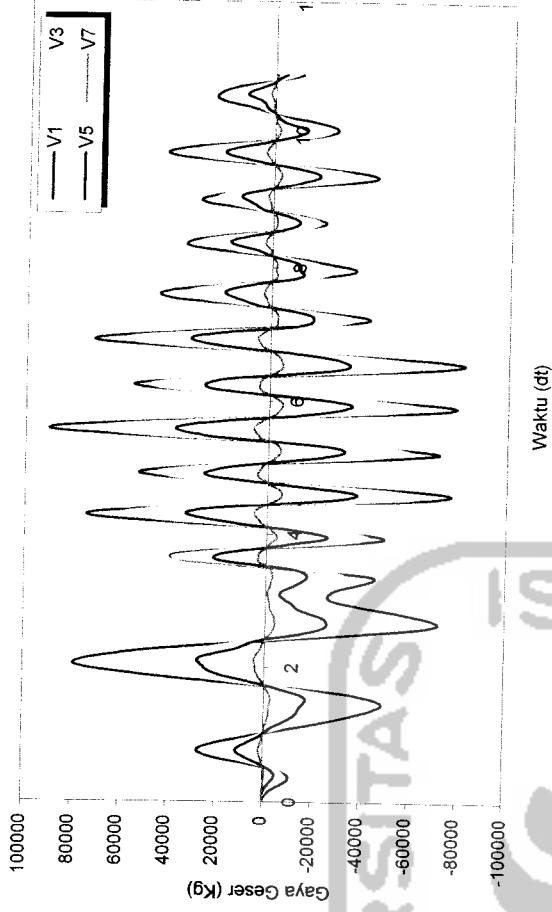
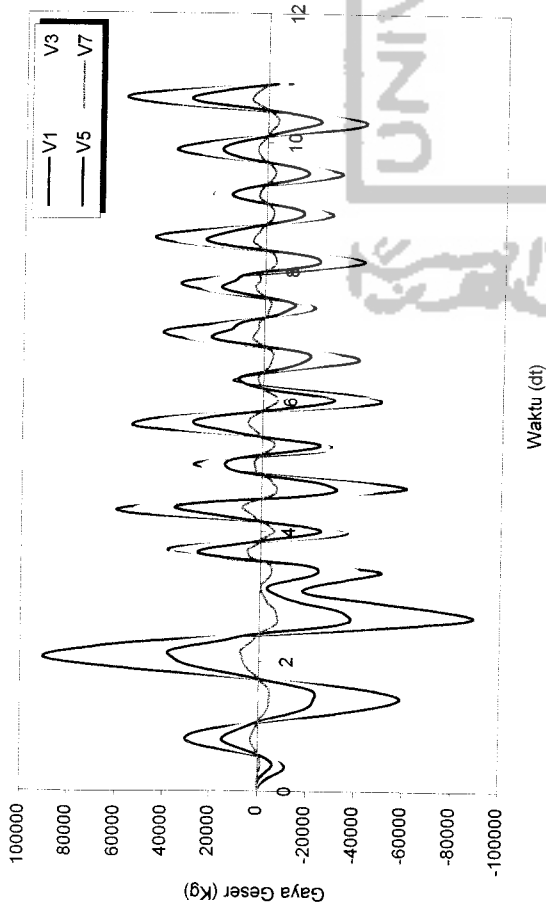
Gaya Horizontal tingkat kumulatif (Gaya Geser) merupakan penjumlahan dari gaya horisontal tiap tingkat. Dihitung berdasarkan atas persamaan (3.54).

Dari program ini dapat disajikan nilai-nilai *Gaya Geser* untuk struktur bangunan tingkat 7, 10, 15 dan 20 dengan 4 variasi gempa pada Gambar 5.95 sampai dengan Gambar 5.122. Dengan memperhatikan Gambar 5.95 sampai dengan Gambar 5.122 tersebut, dapat kita lihat bahwa nilai *Gaya Geser* terbesar terdapat pada pembebanan gempa Bucharest yang telah dinormalisasi. Hal ini disebabkan karena percepatan maksimum (A_{maks}) gempa Bucharest mendekati nilai 0,2g sehingga skala gempa mendekati 1.

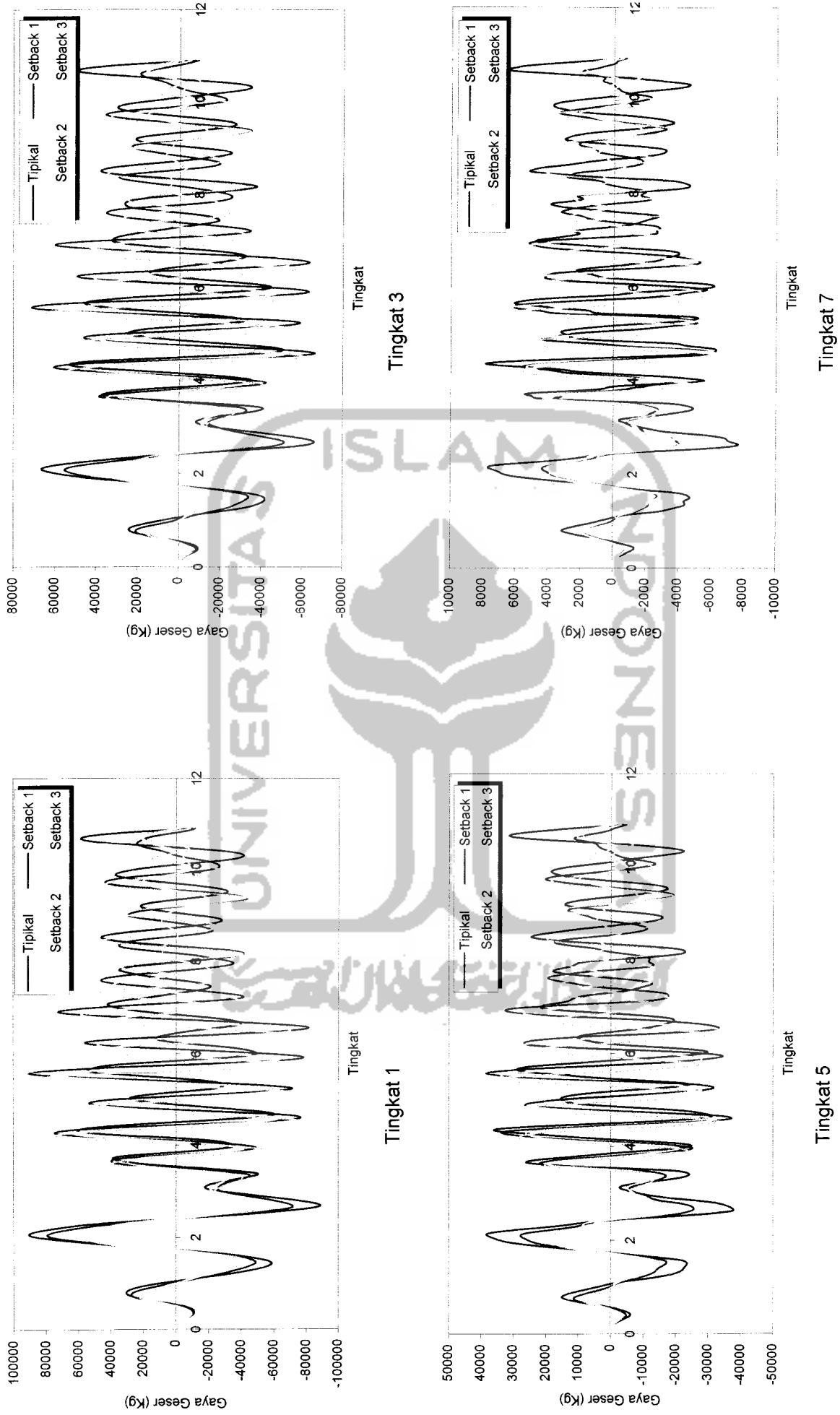
Nilai *Gaya Geser* dari struktur tipikal sampai setback vertikal yang paling kritis semakin ke atas akan semakin mengecil. Ini disebabkan karena semakin ke atas (pada tingkat yang lebih tinggi) terdapat pengurangan massa dan kekakuan secara vertikal (setback vertikal). Ini sama halnya dengan gaya horizontal tingkat karena memang *Gaya Geser* merupakan penjumlahan dari gaya horizontal tingkat.

Pada struktur setback vertikal terdapat titik belok dimana nilai dari *Gaya Geser* maksimum menjadi lebih kecil karena massa dan kekakuan berkurang. Pengurangan nilai gaya geser yang paling besar terdapat pada struktur bangunan setback vertikal yang paling kritis.

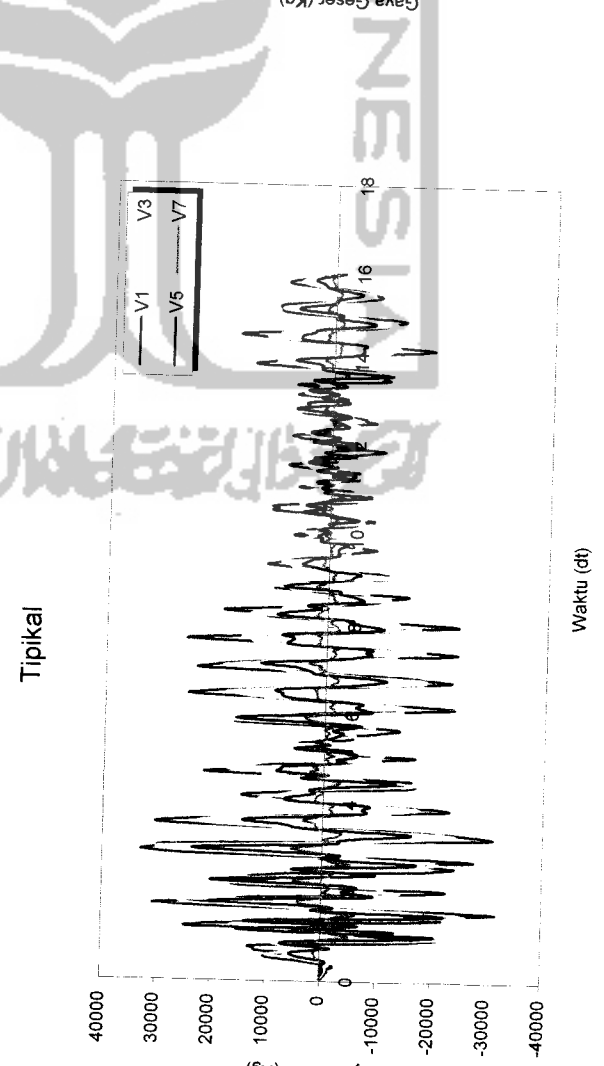
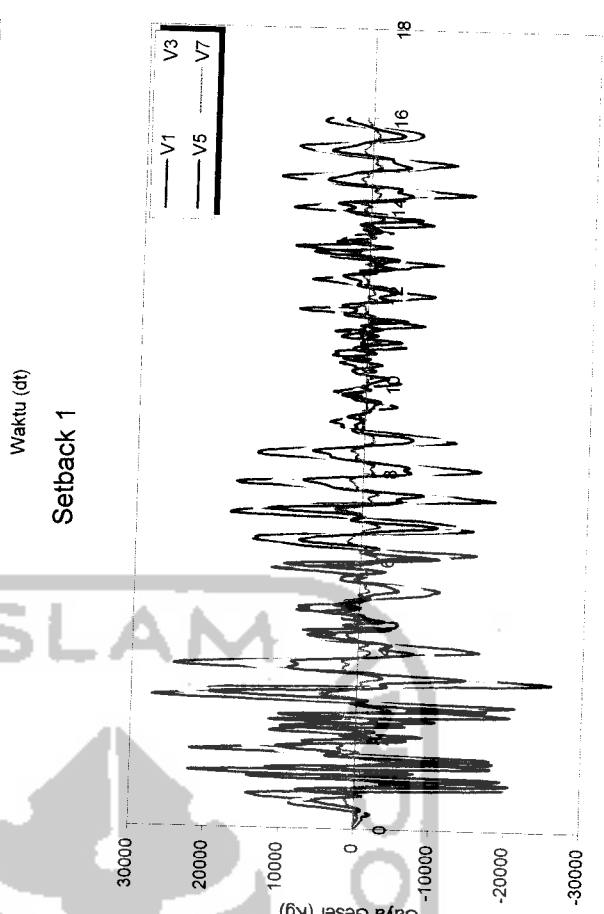
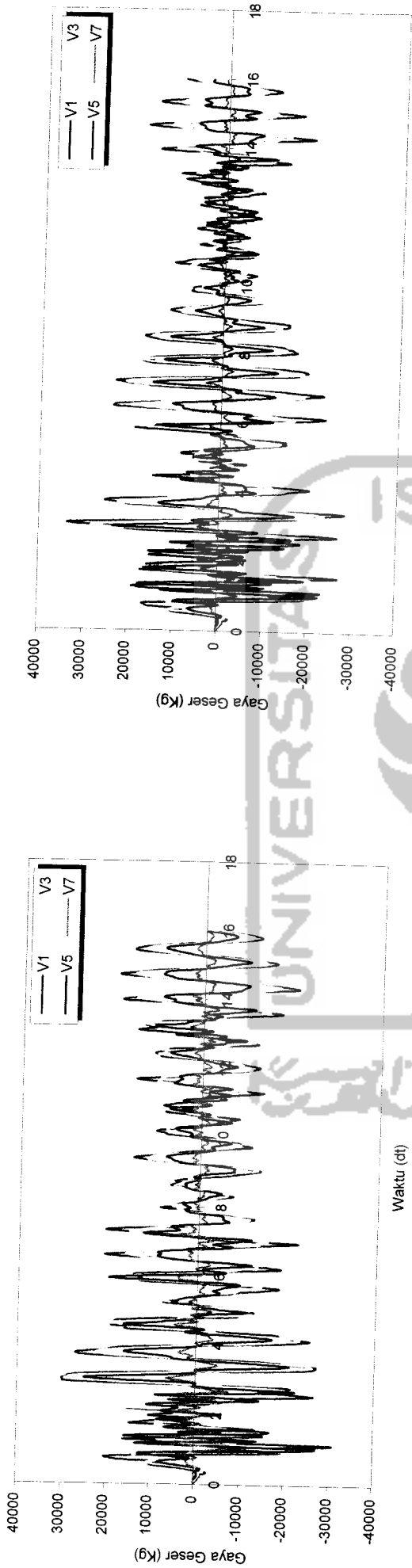
Nilai *Gaya Geser* pada pembebanan gempa Elcentro dan Gilroy nilai *Gaya Gesernya* sangat fluktuatif itu karena perbedaan periode (T). Nilai *Gaya Geser* akibat gempa Koyna nilainya semakin rapat ini dikarenakan gempa koyna merupakan gempa dengan frekuensi tinggi.



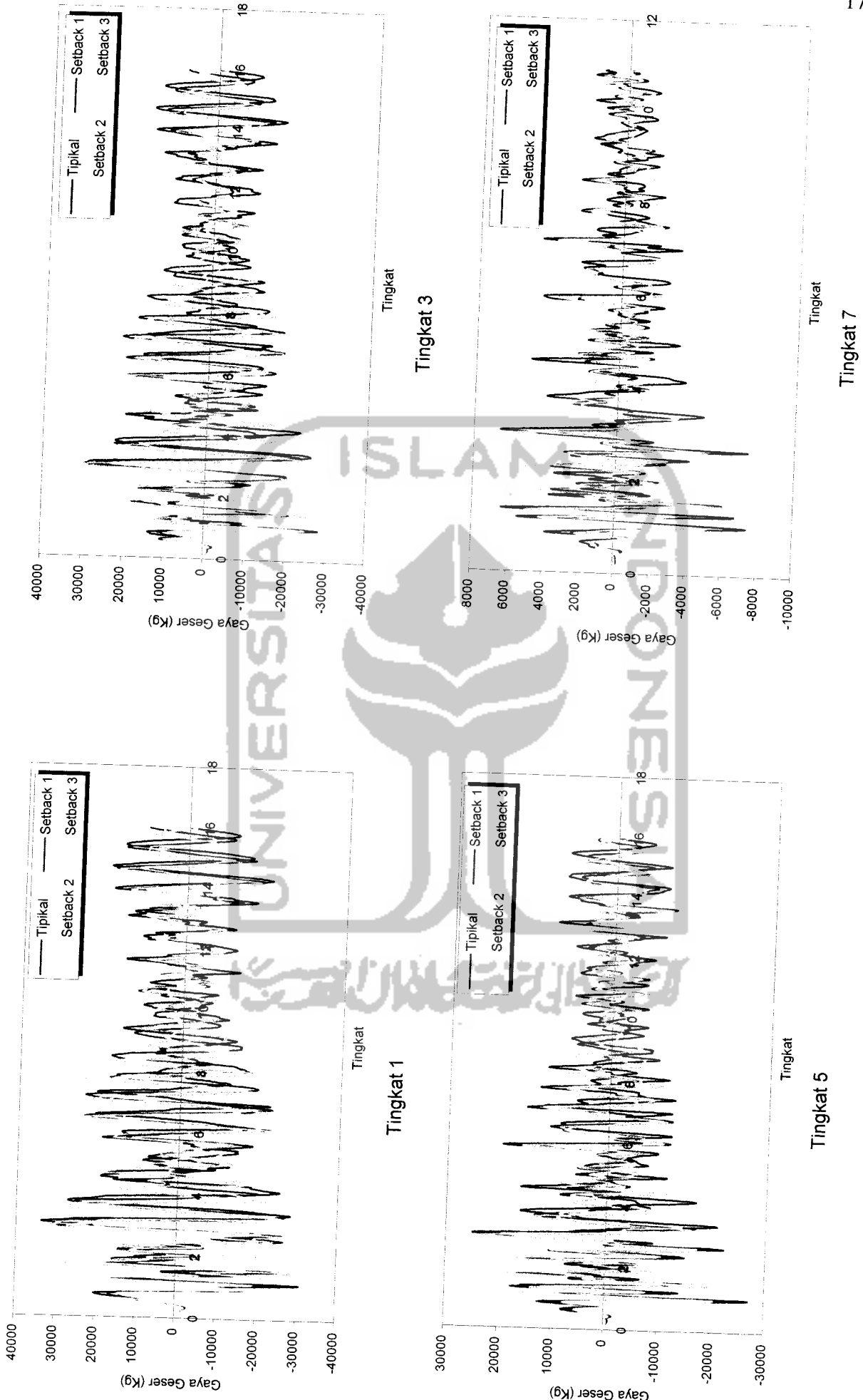
Gambar 5.95 Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Gempa Bucharest



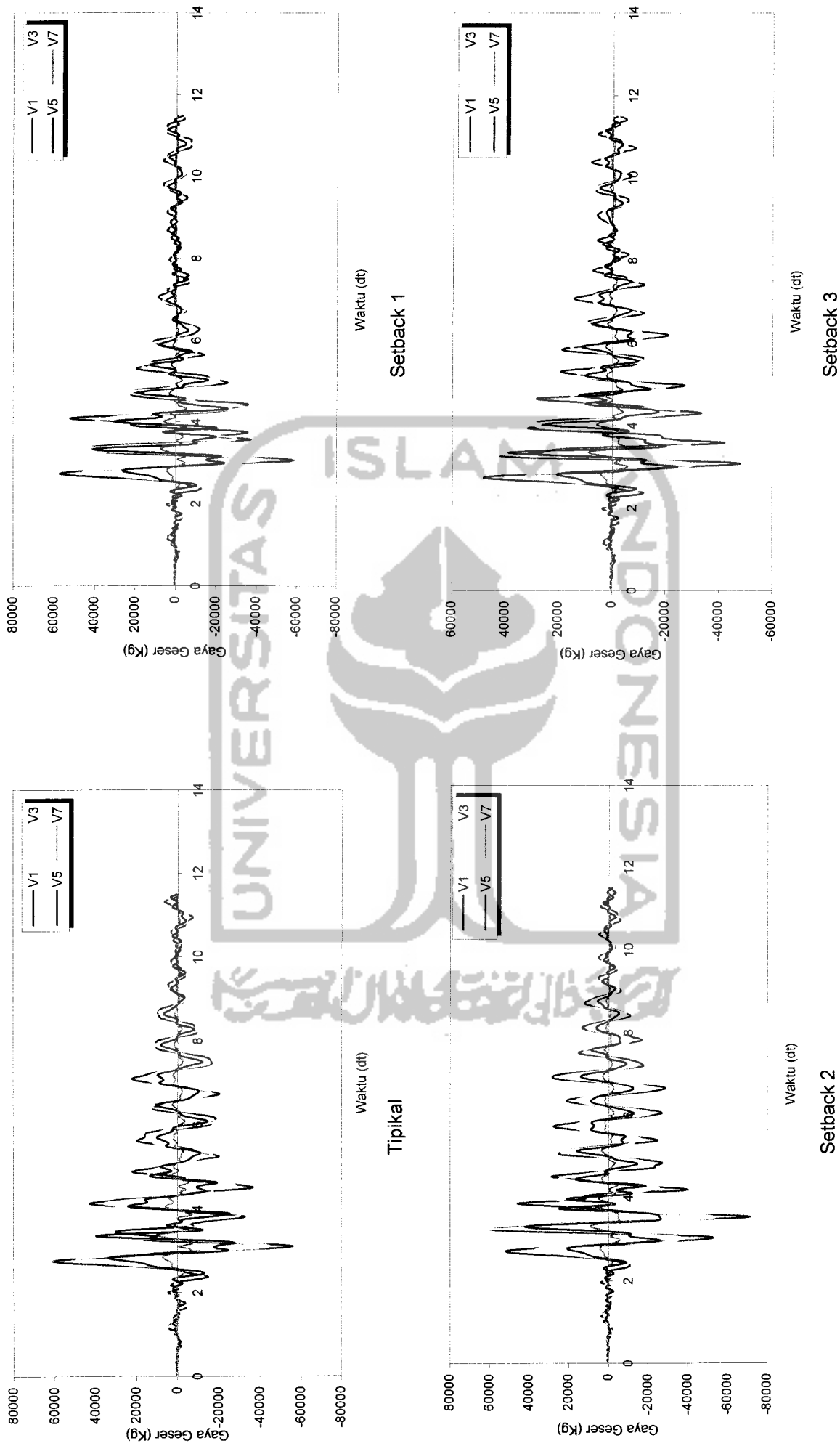
Gambar 5.96 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



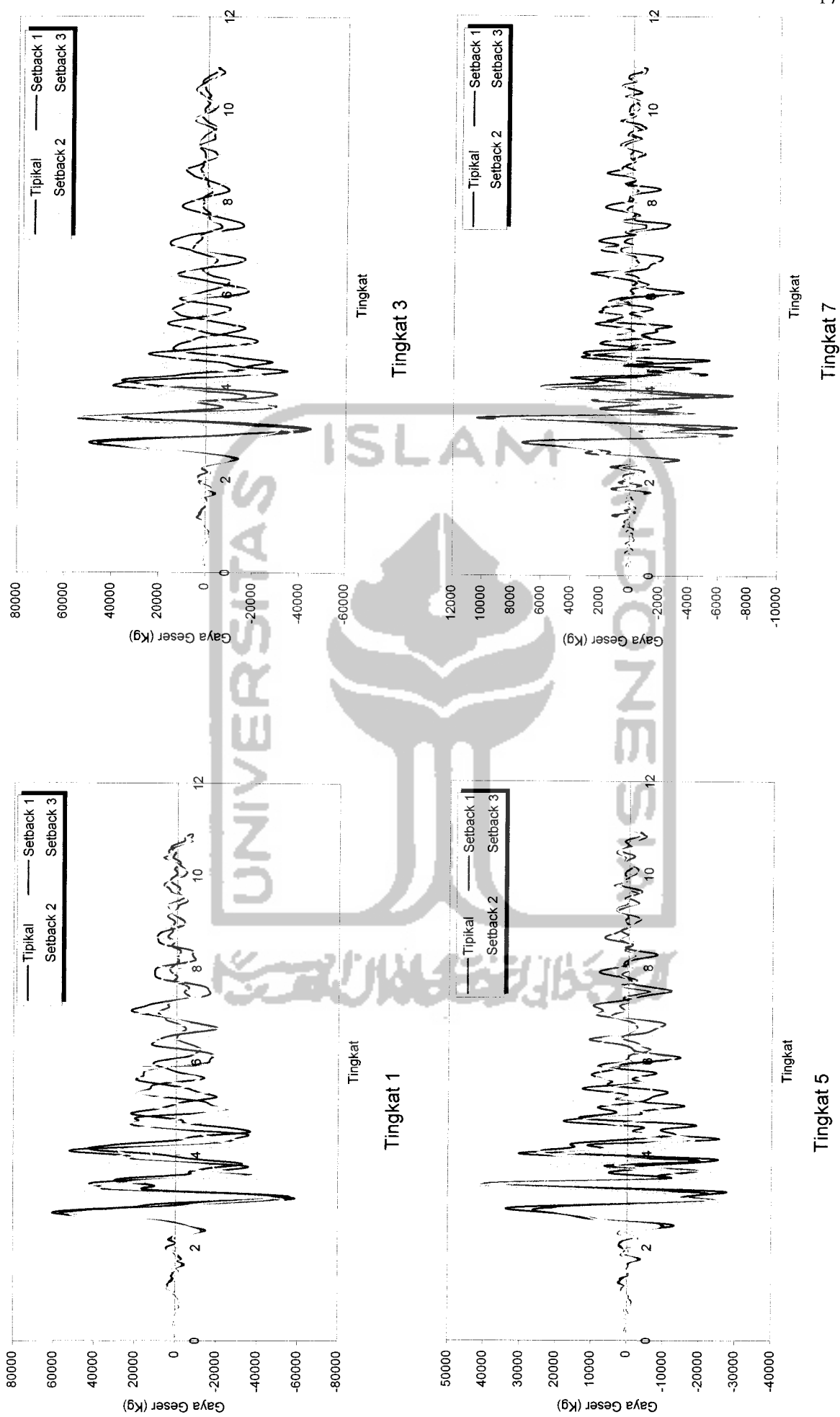
Gambar 5.97 Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Gempa El Centro



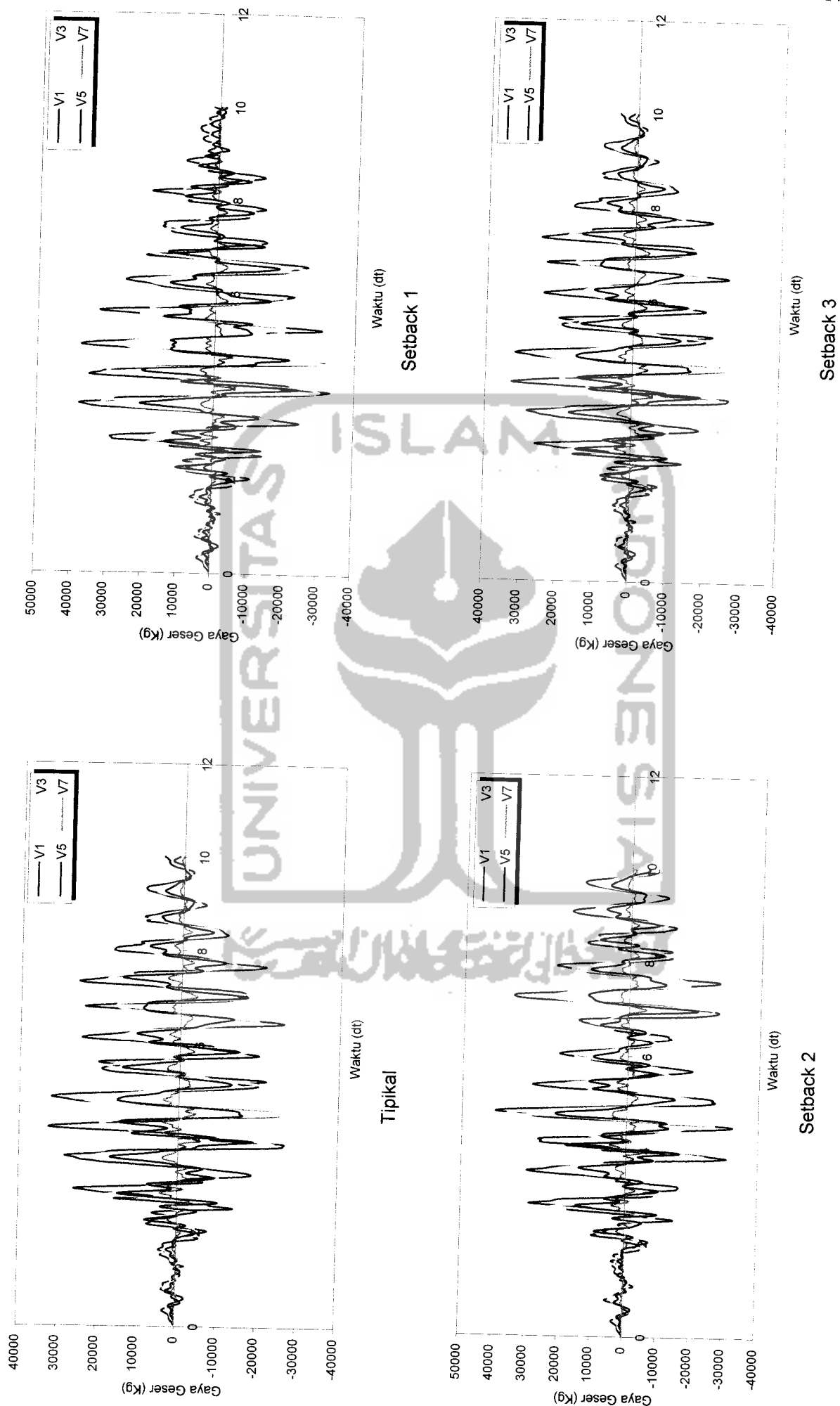
Gambar 5.98 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa El Centro



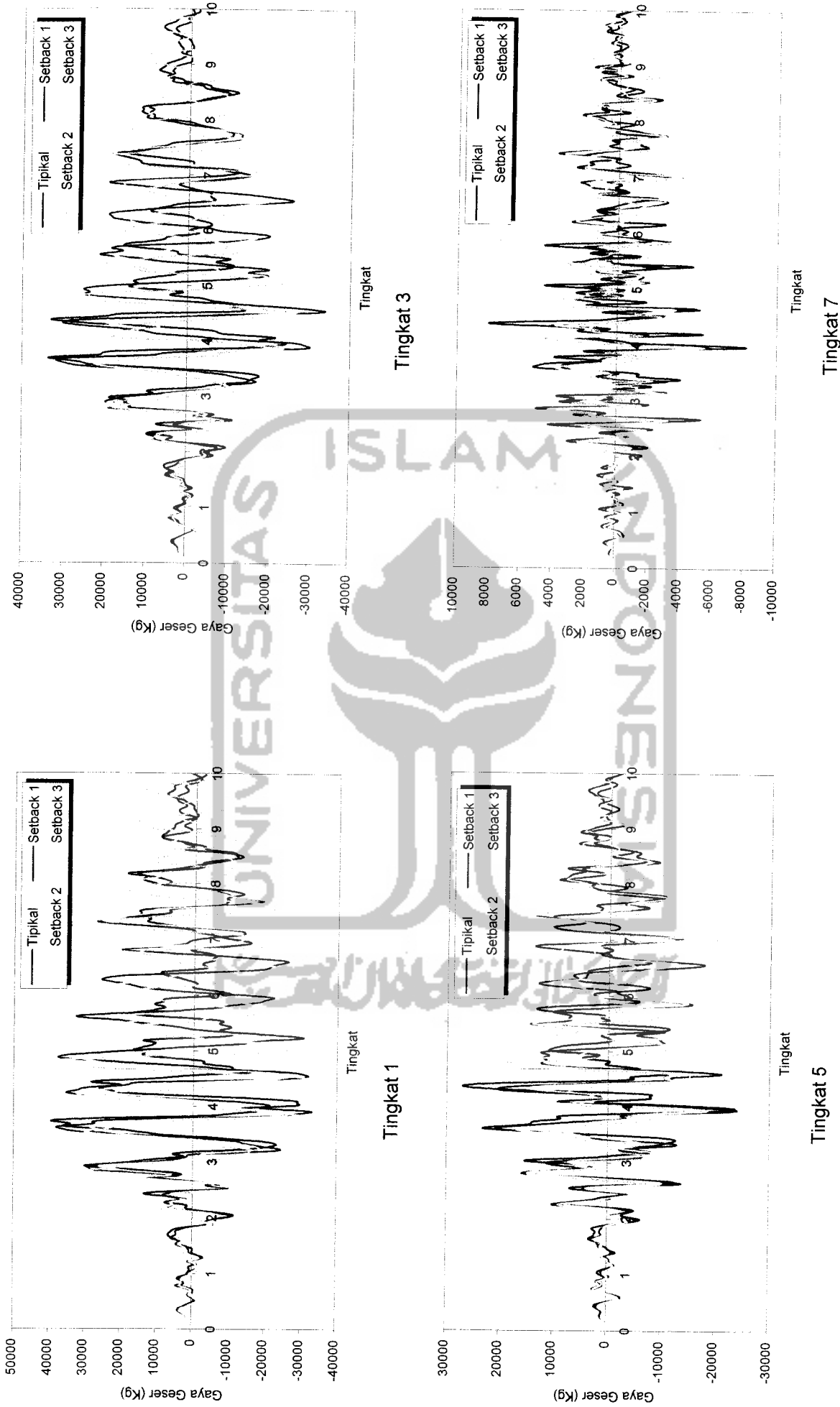
Gambar 5.99 Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



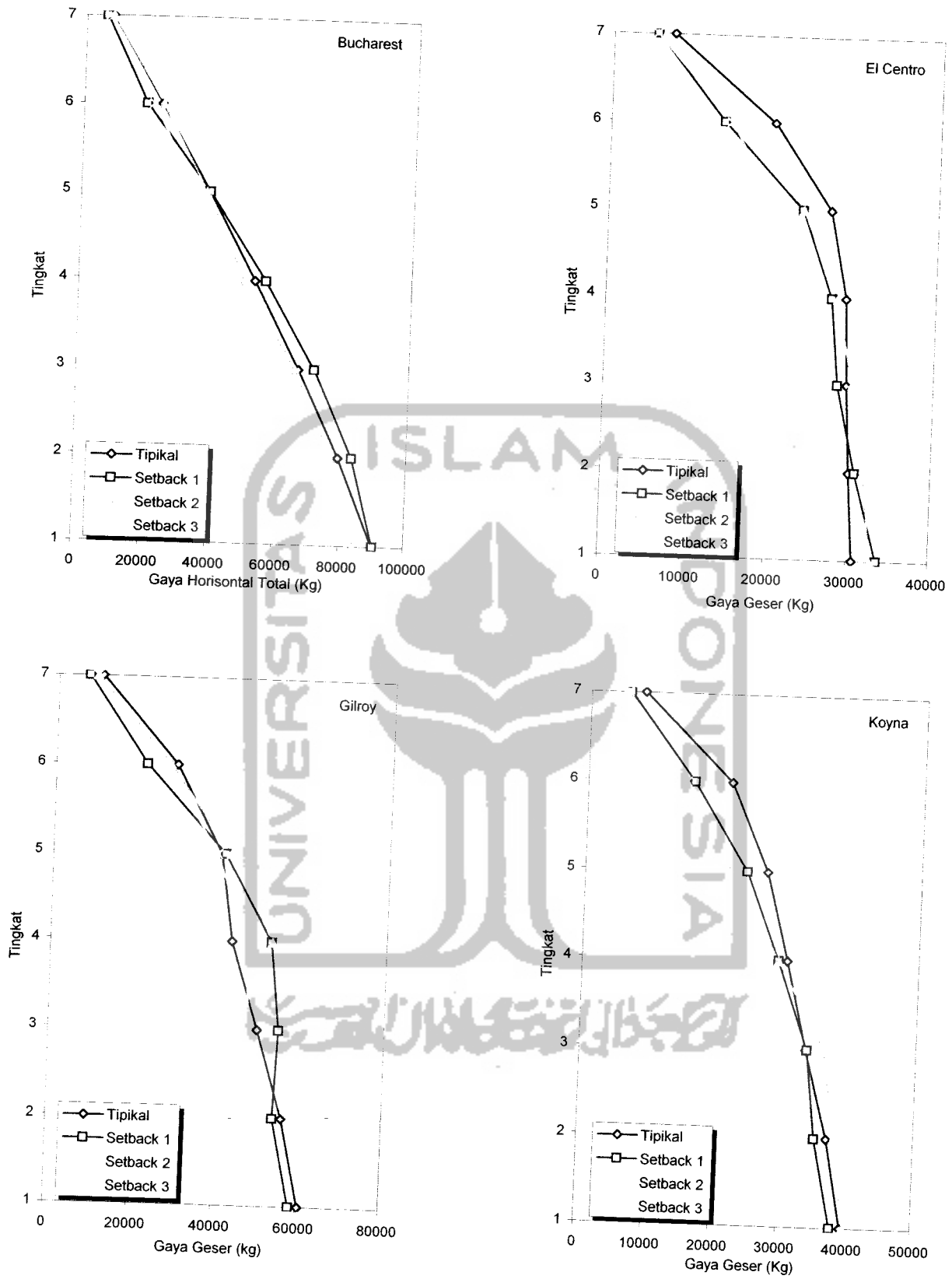
Gambar 5.100 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



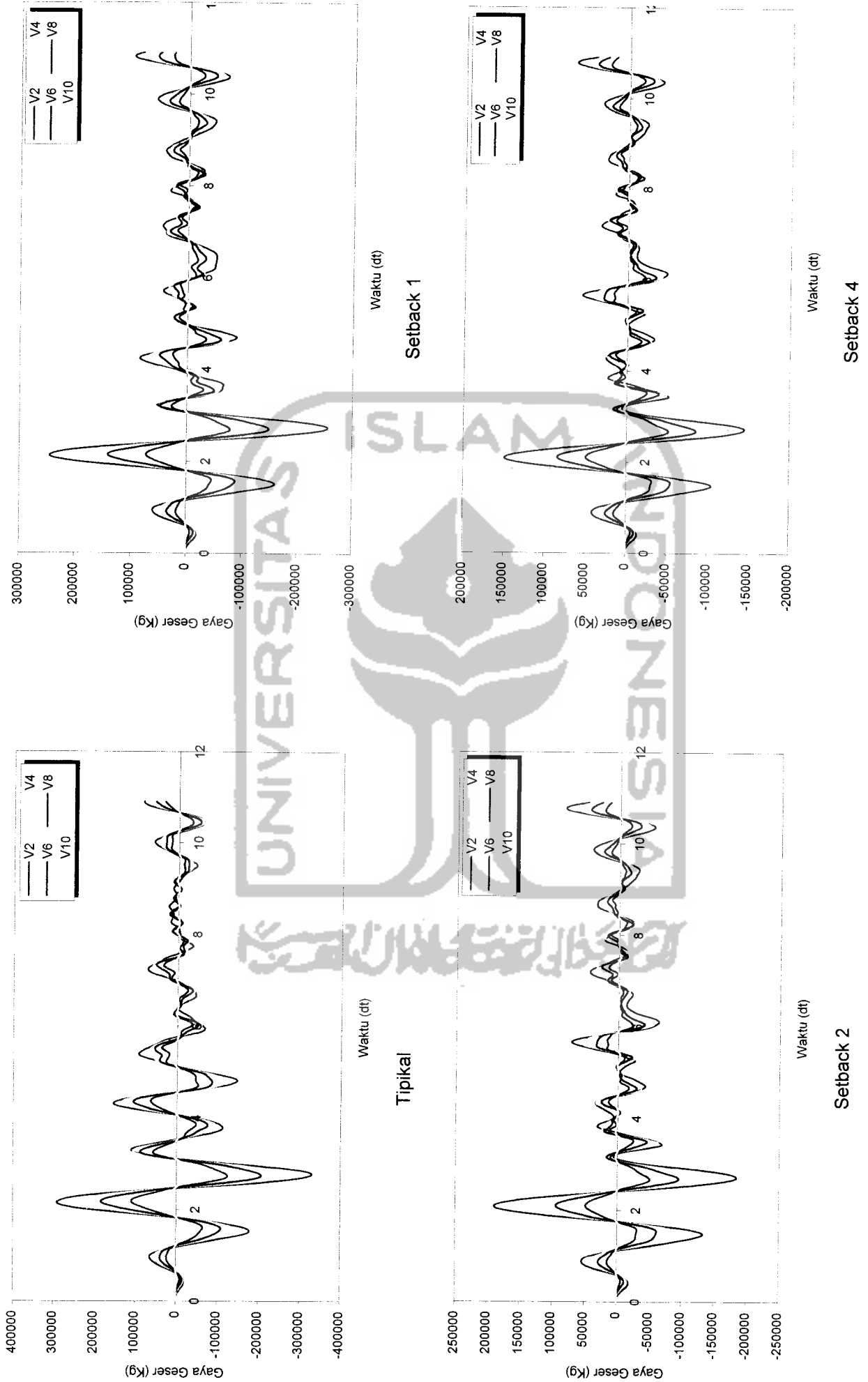
Gambar 5.101 Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



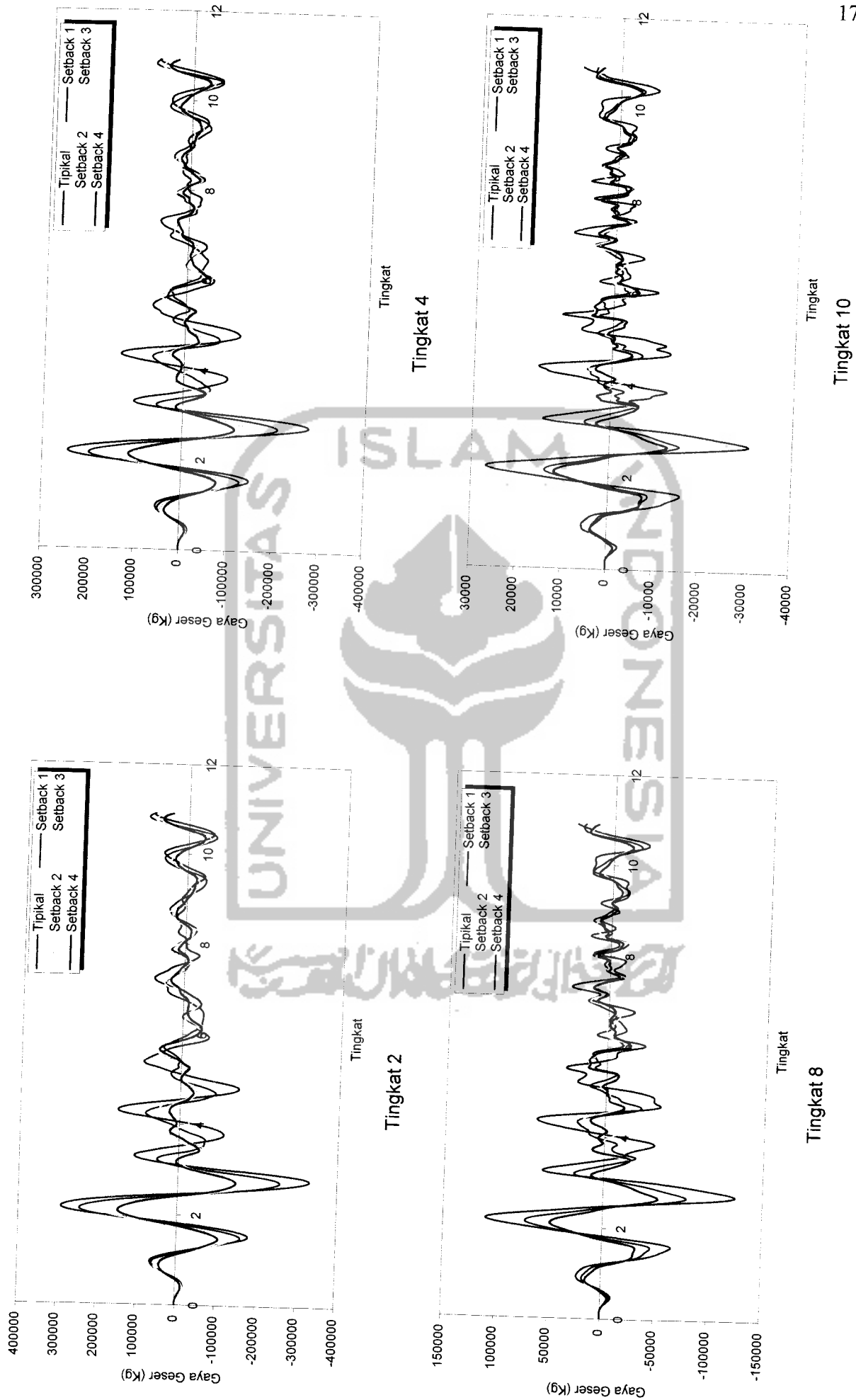
Gambar 5.102 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



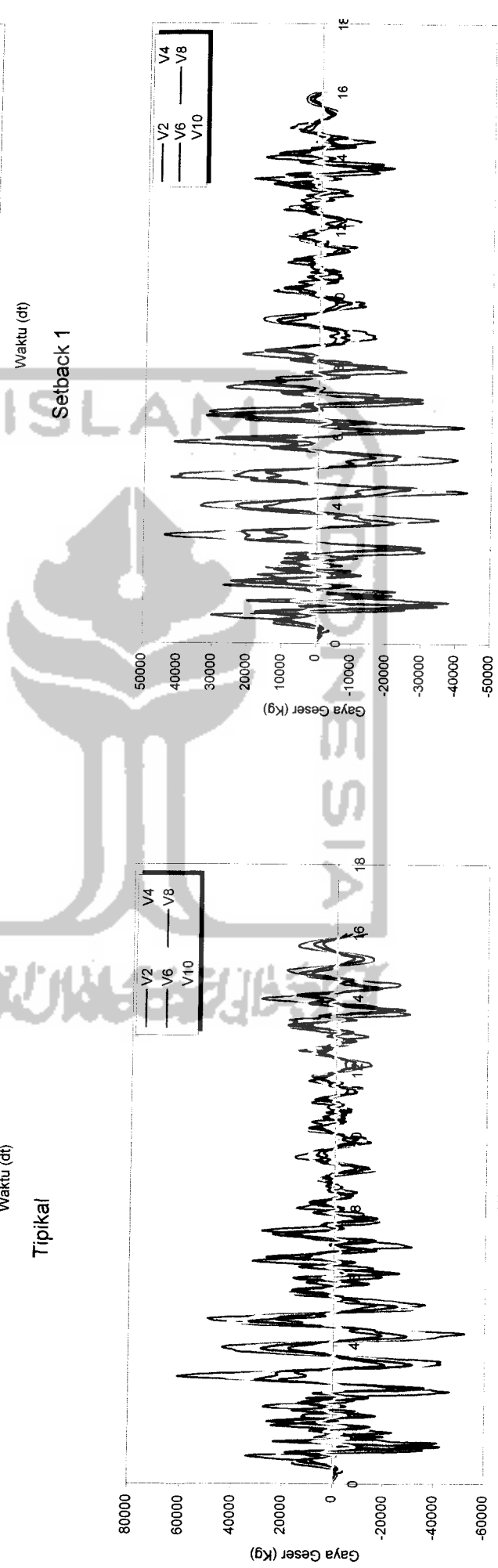
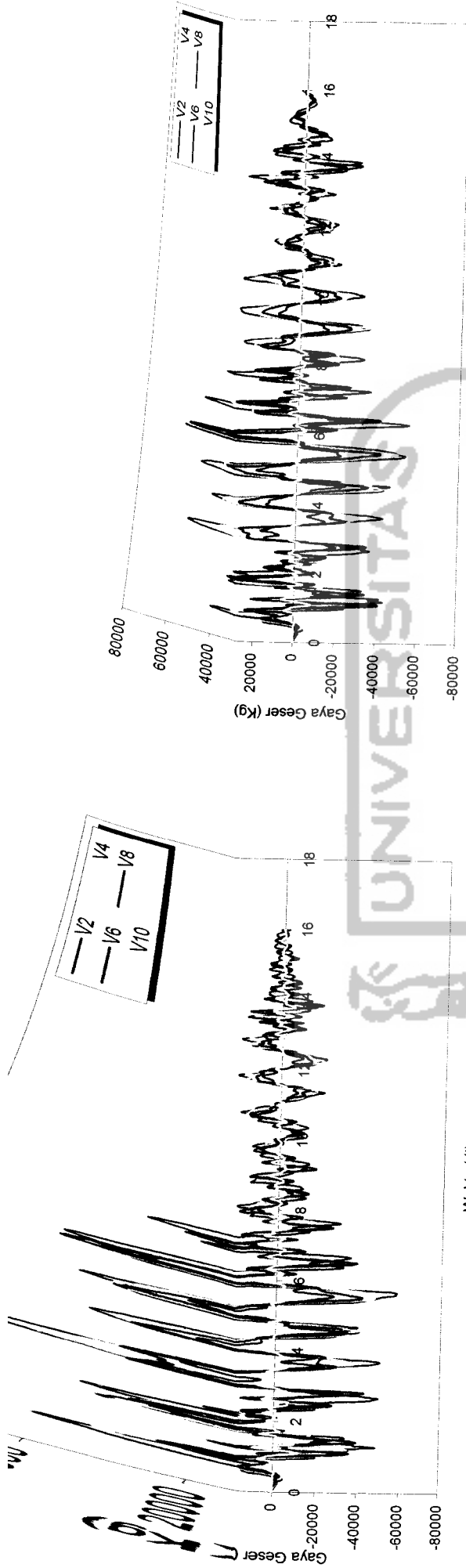
Gambar 5.103 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat 4 Gempa



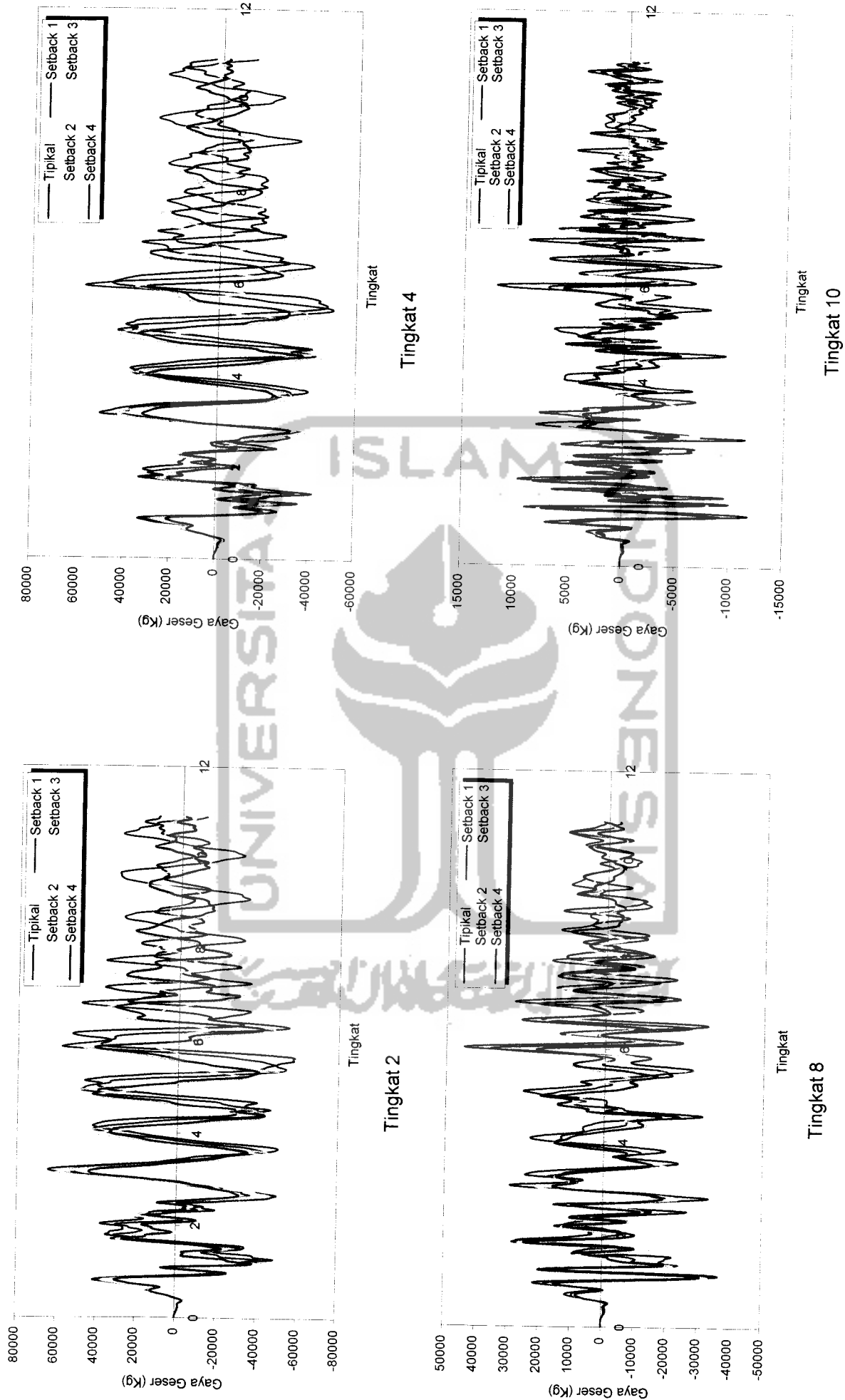
Gambar 5.104 Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



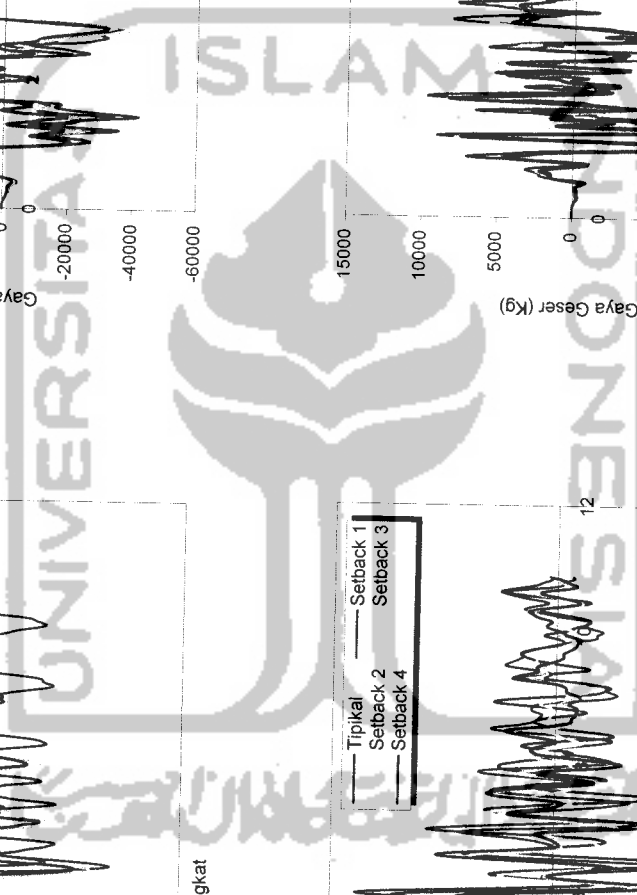
Gambar 5.105 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest

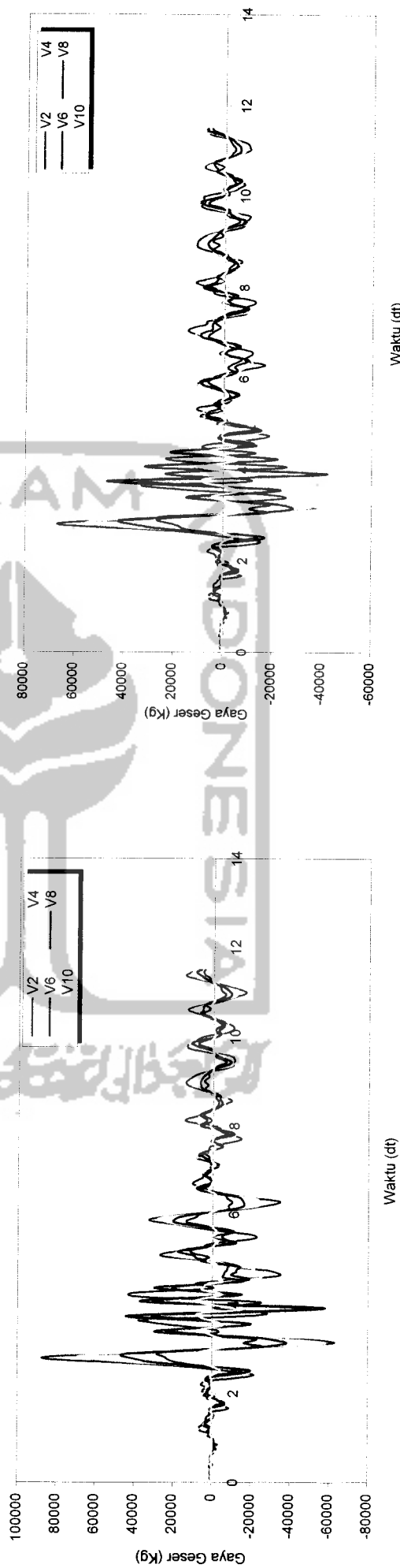
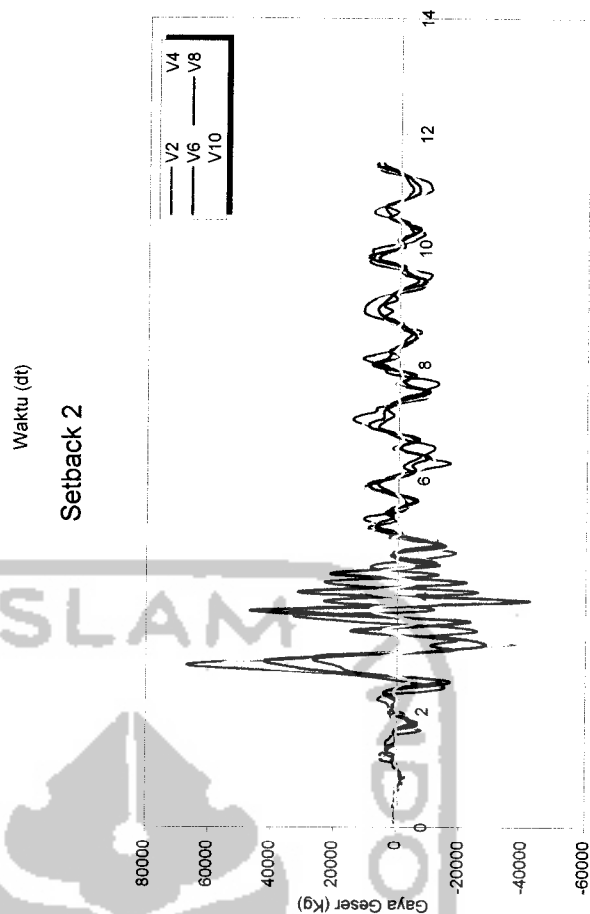
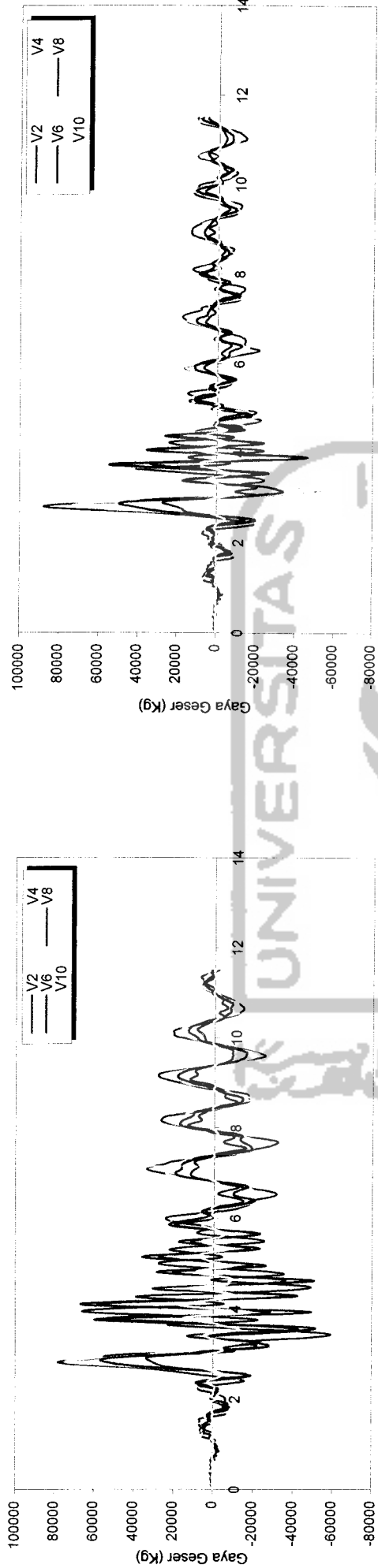


Gambar 5.106 Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro

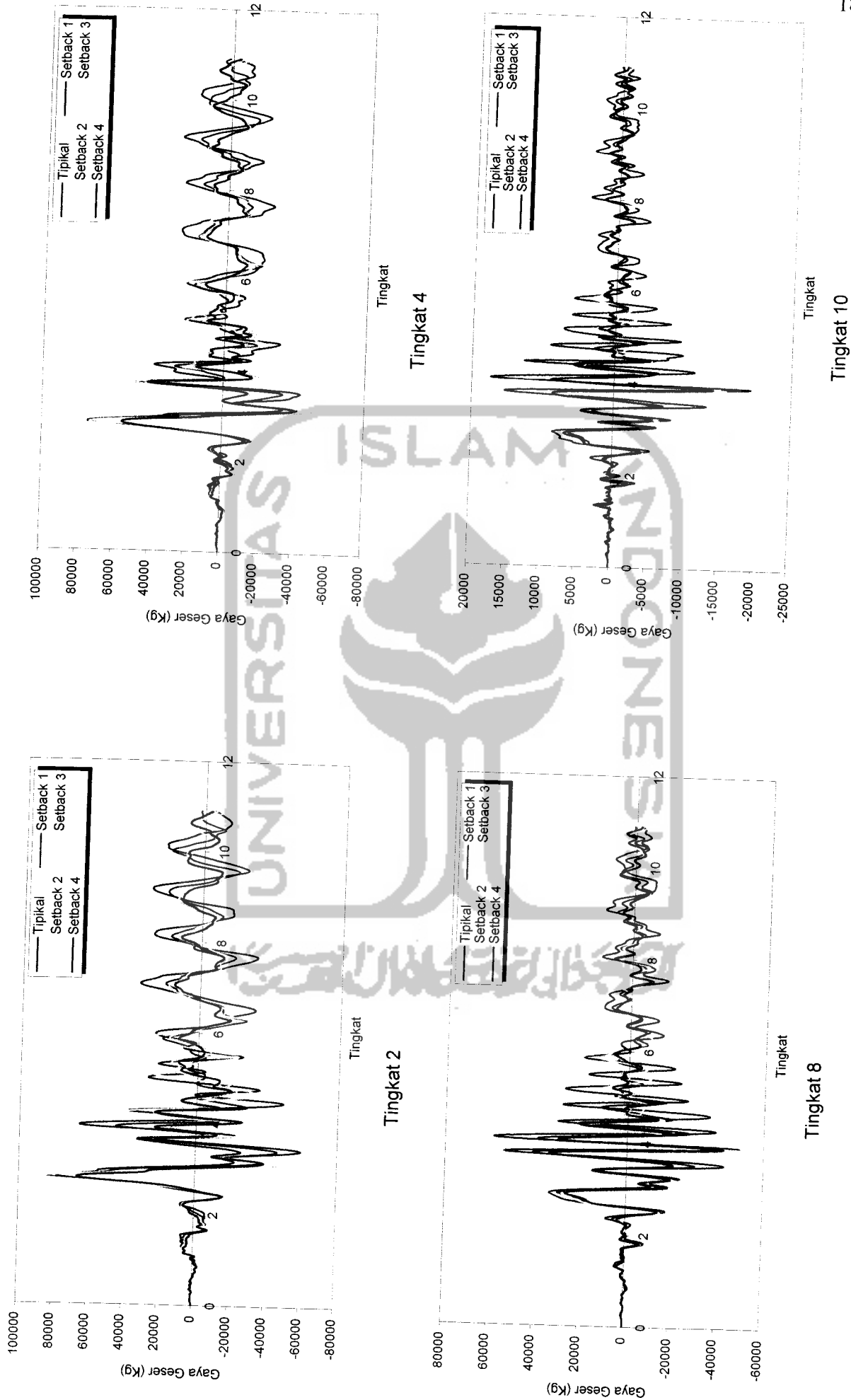


Gambar 5.107 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro

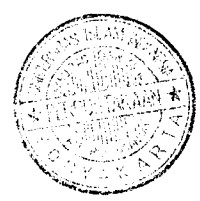
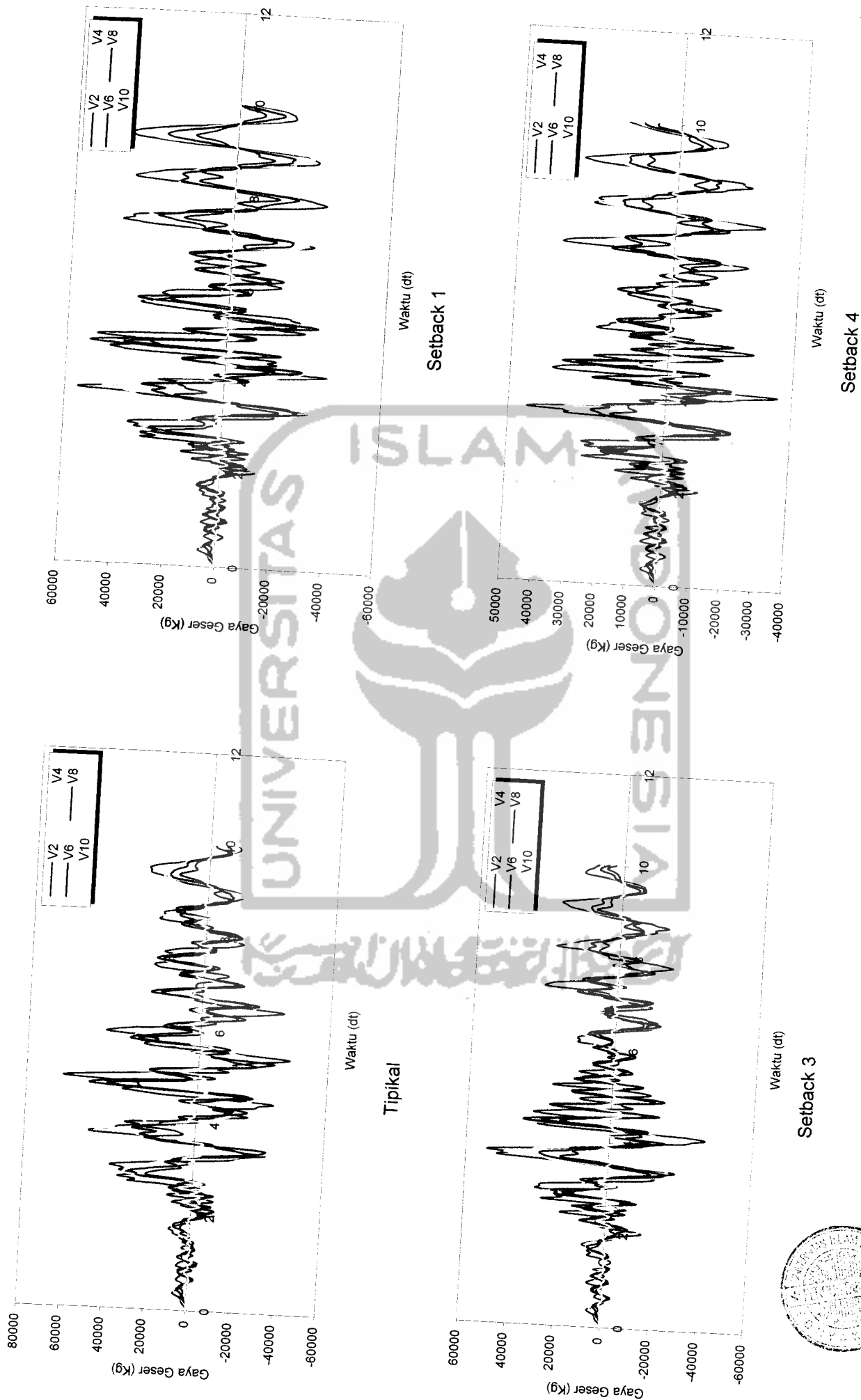




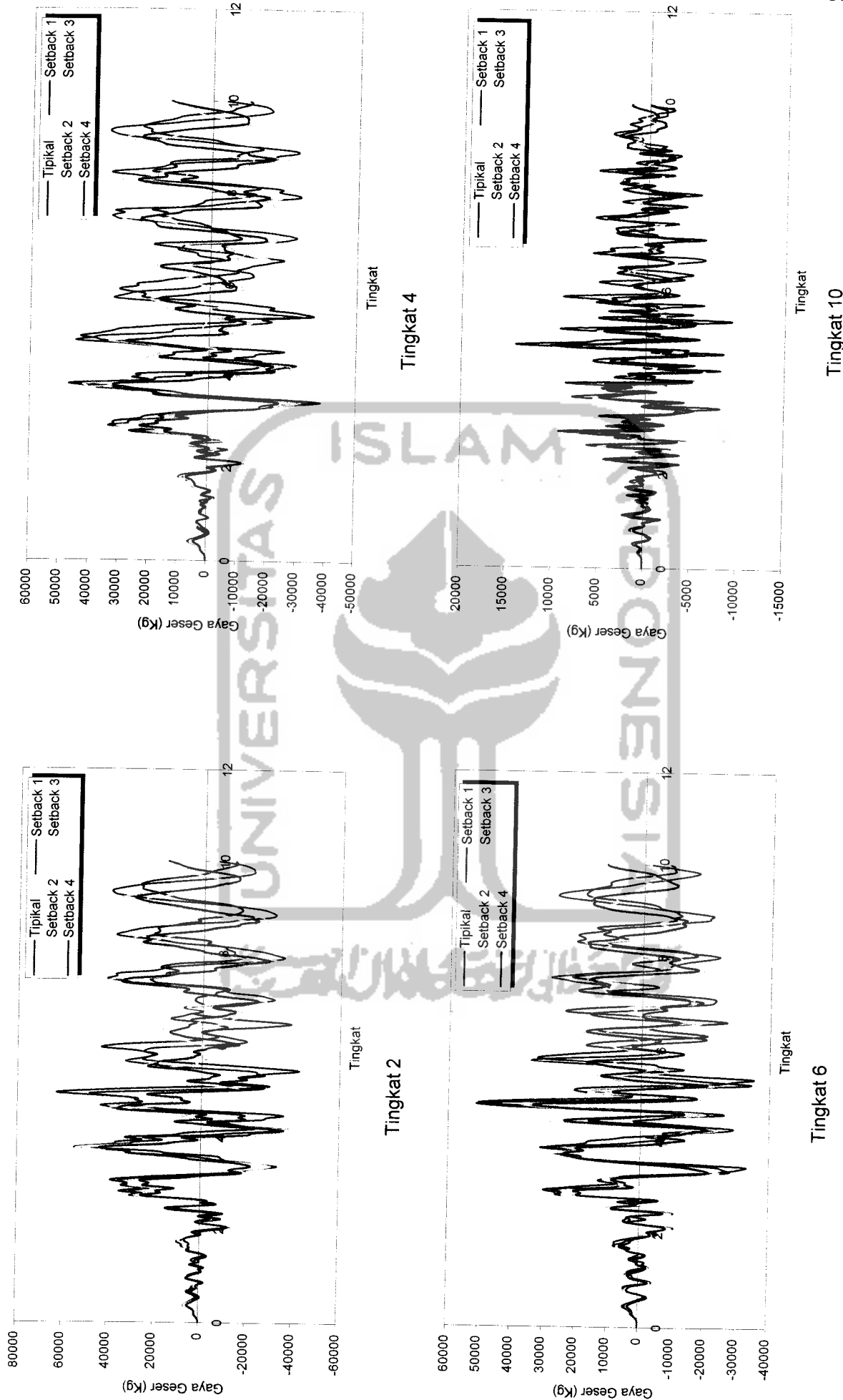
Gambar 5.108 Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy



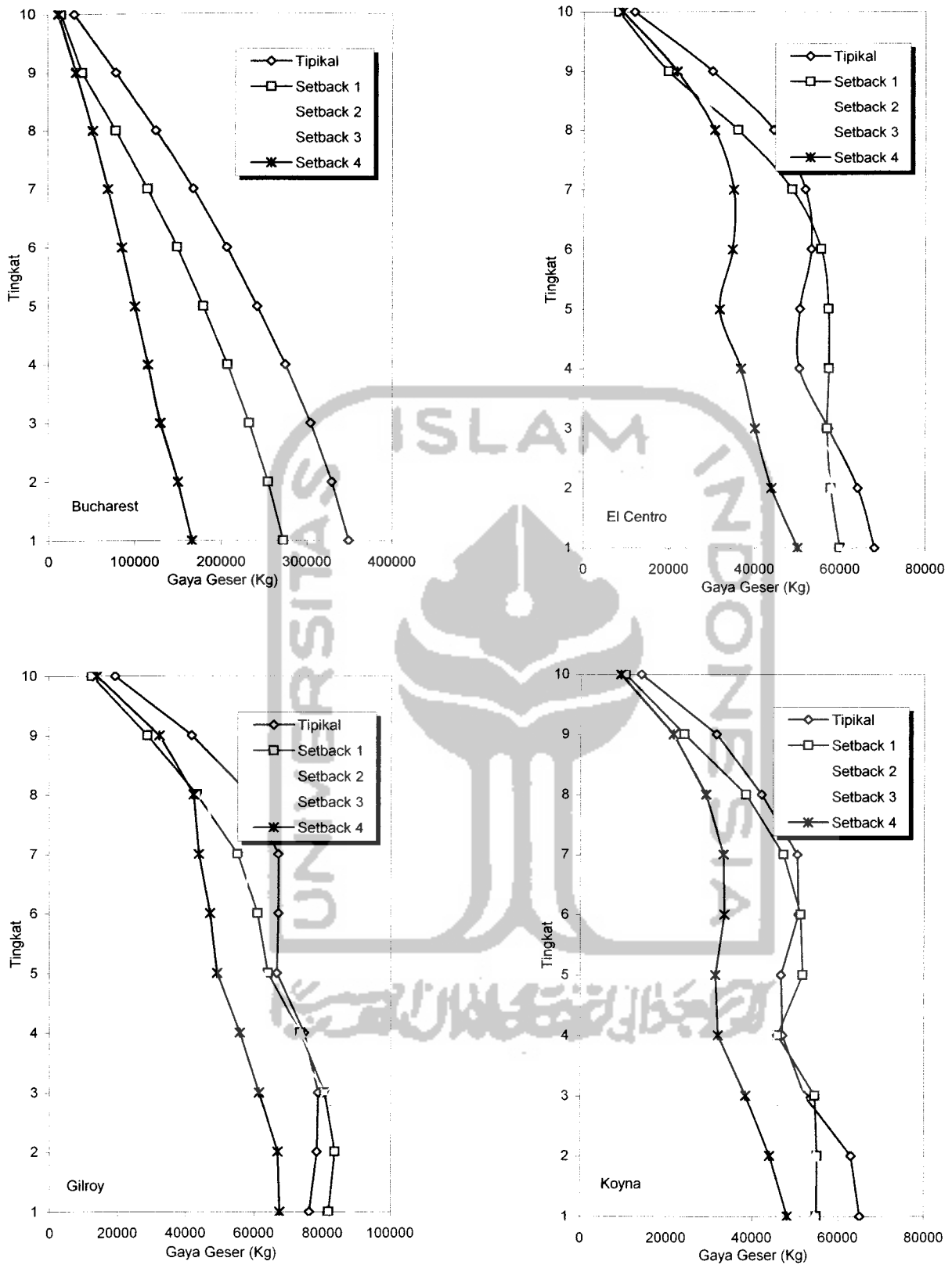
Gambar 5.109 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gllroy



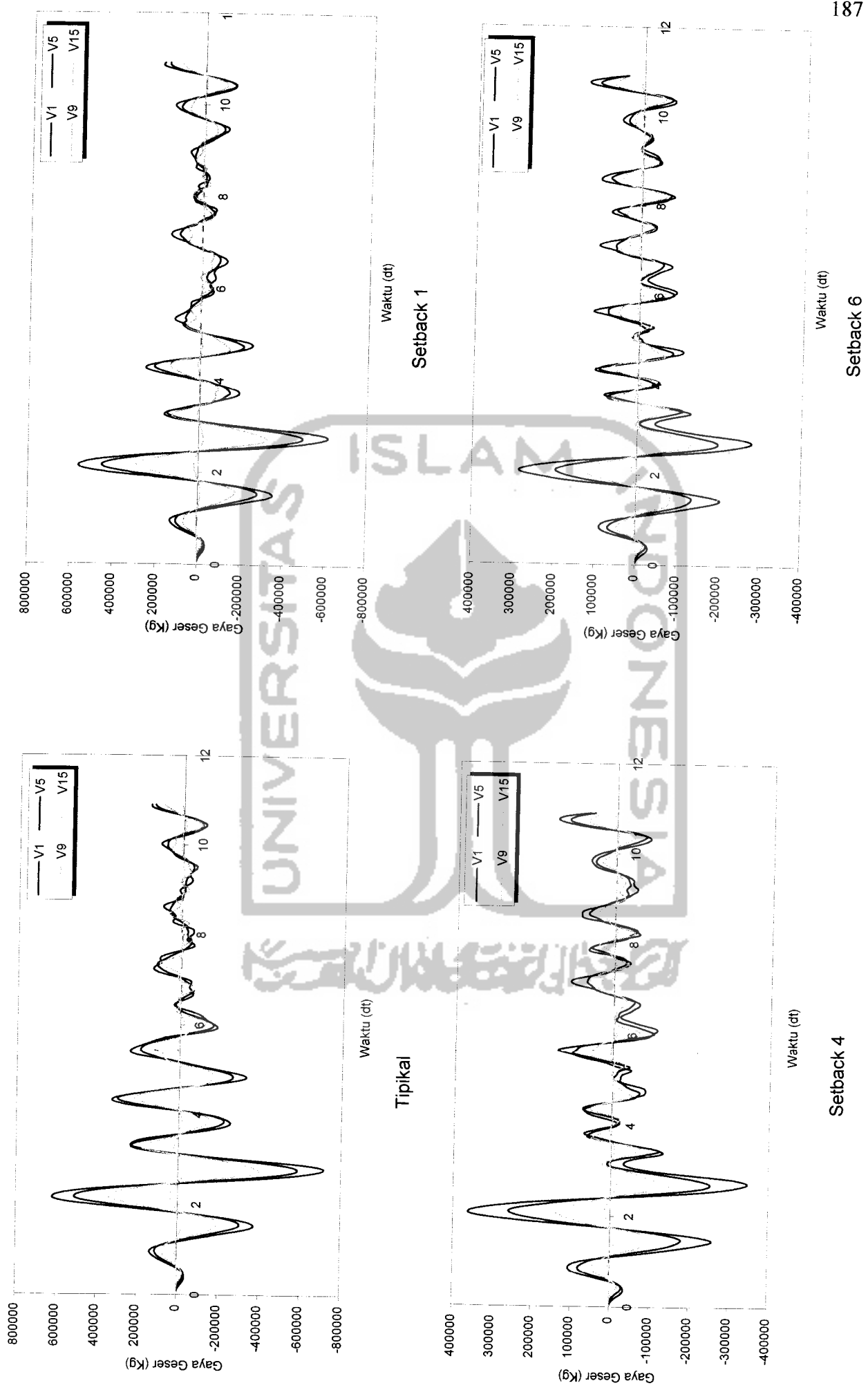
Gambar 5.110 Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



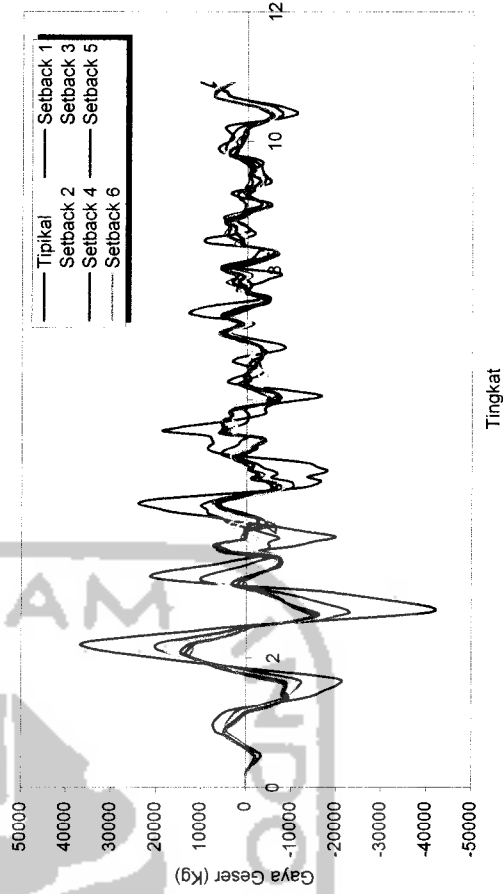
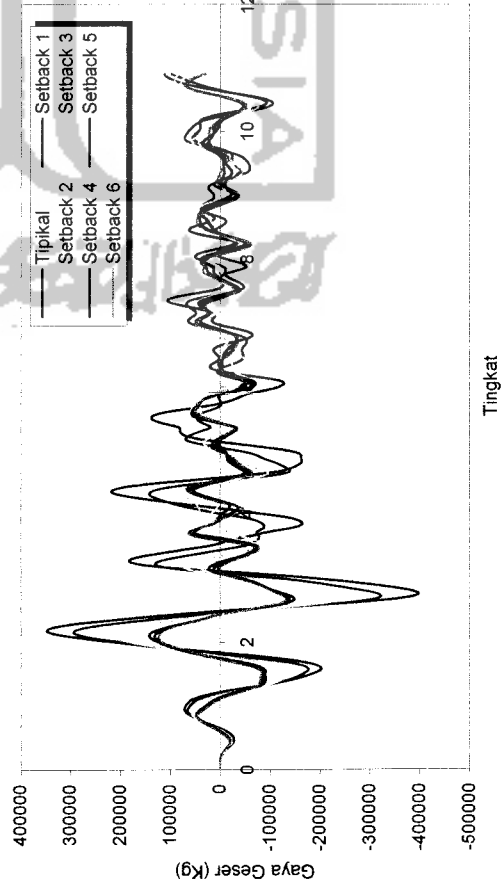
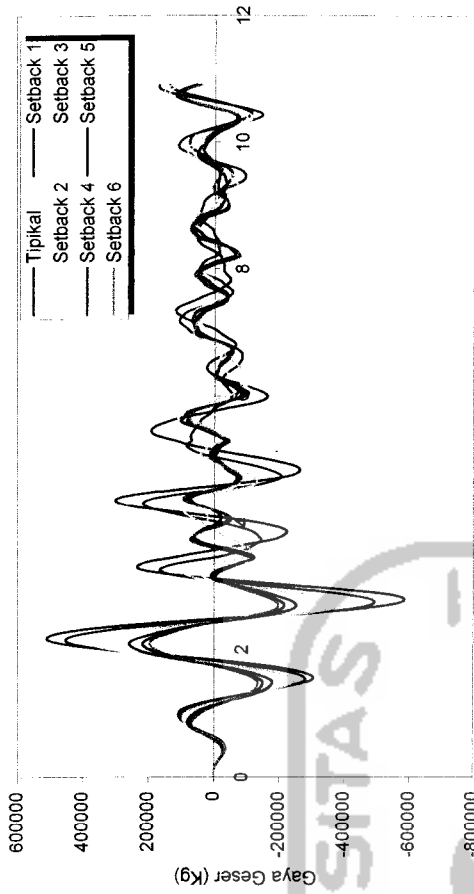
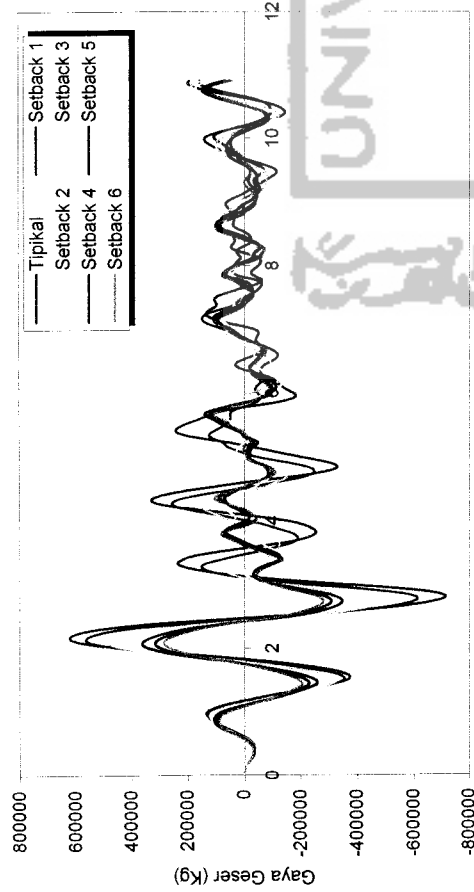
Gambar 5.111 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



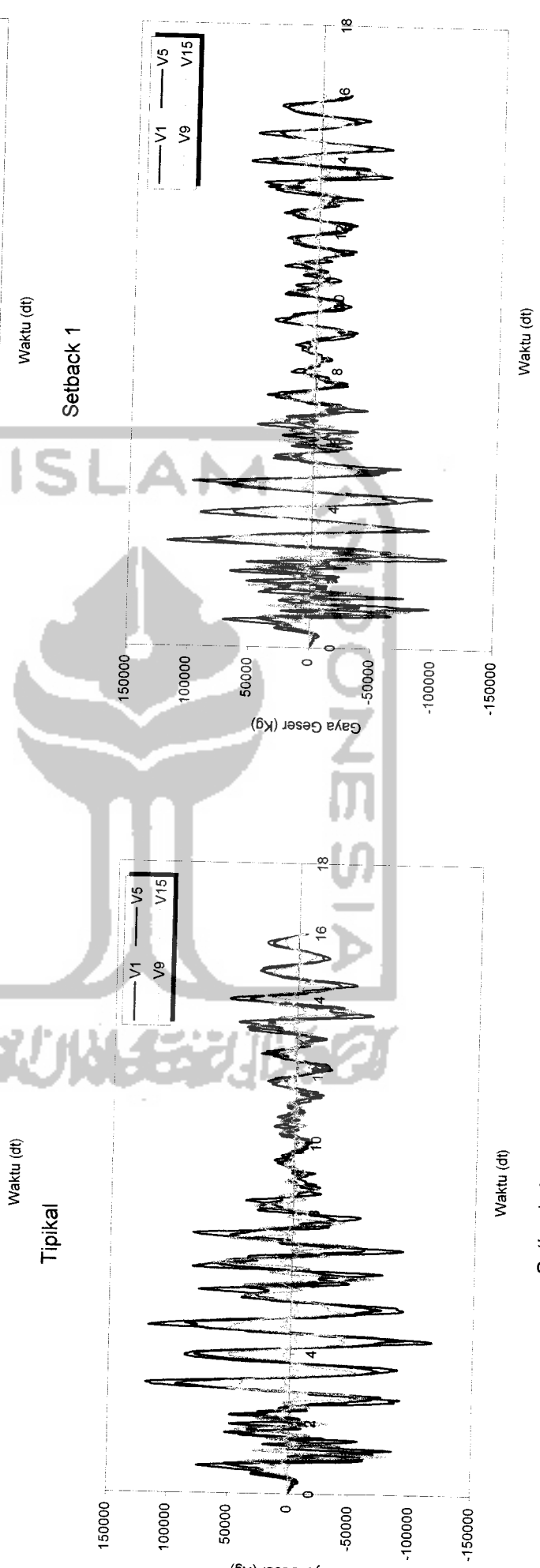
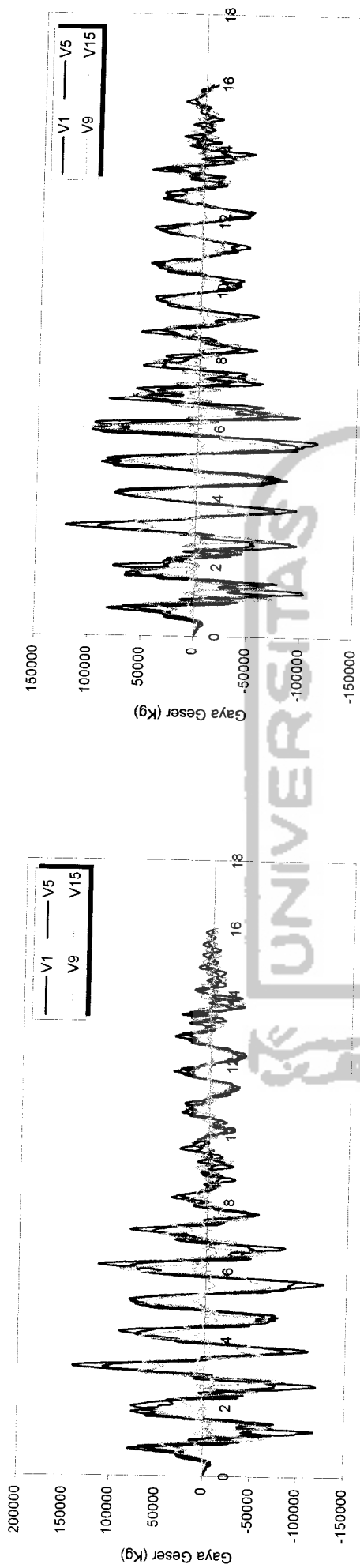
Gambar 5.112 Gaya Geser Struktur Maksimum Tingkat 10 Akibat 4 Gempa



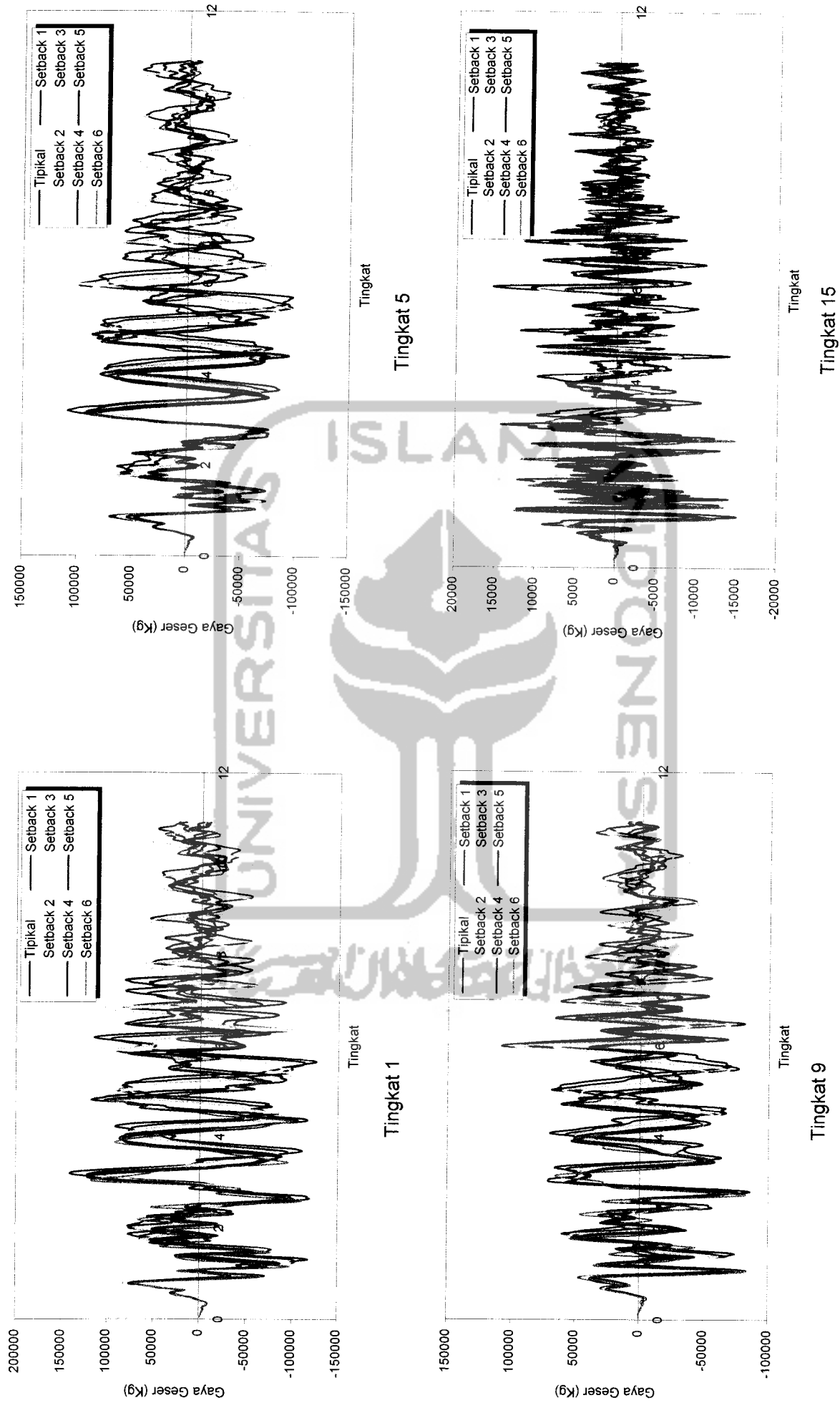
Gambar 5.113 Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



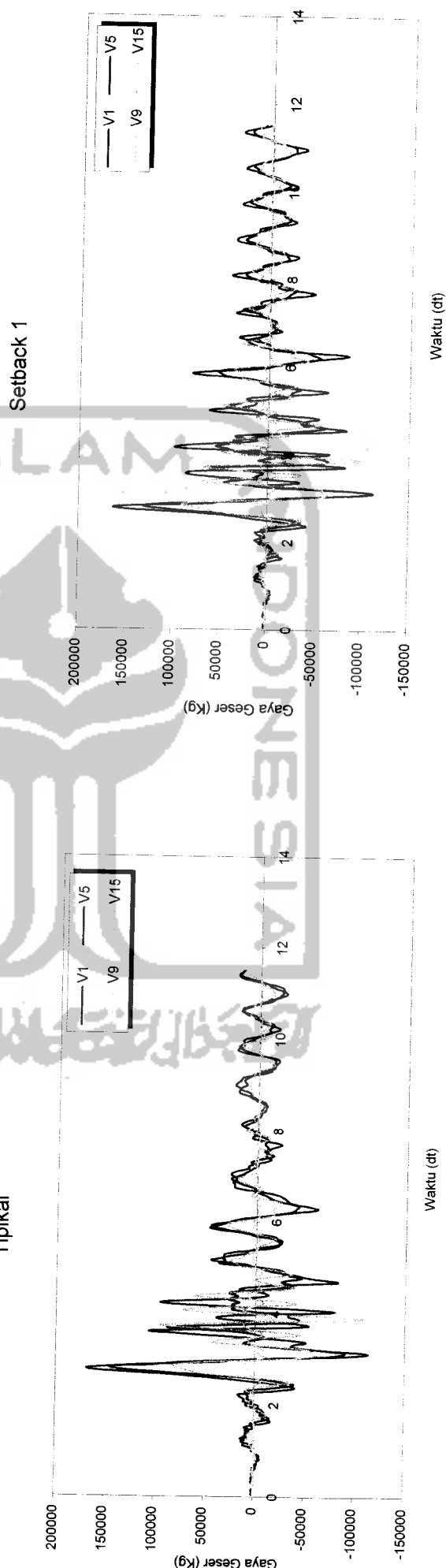
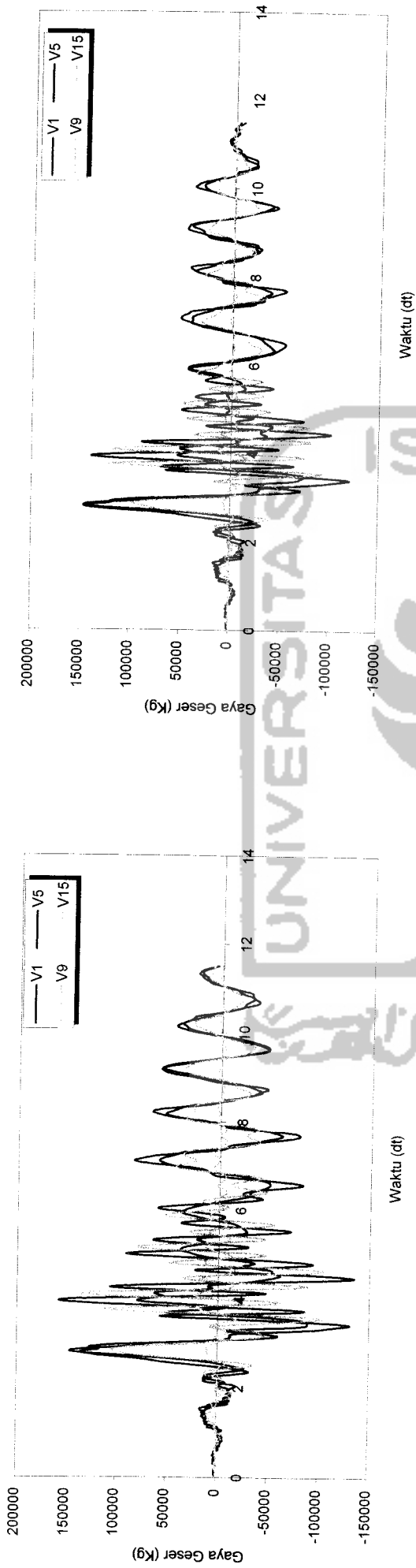
Gambar 5.114 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



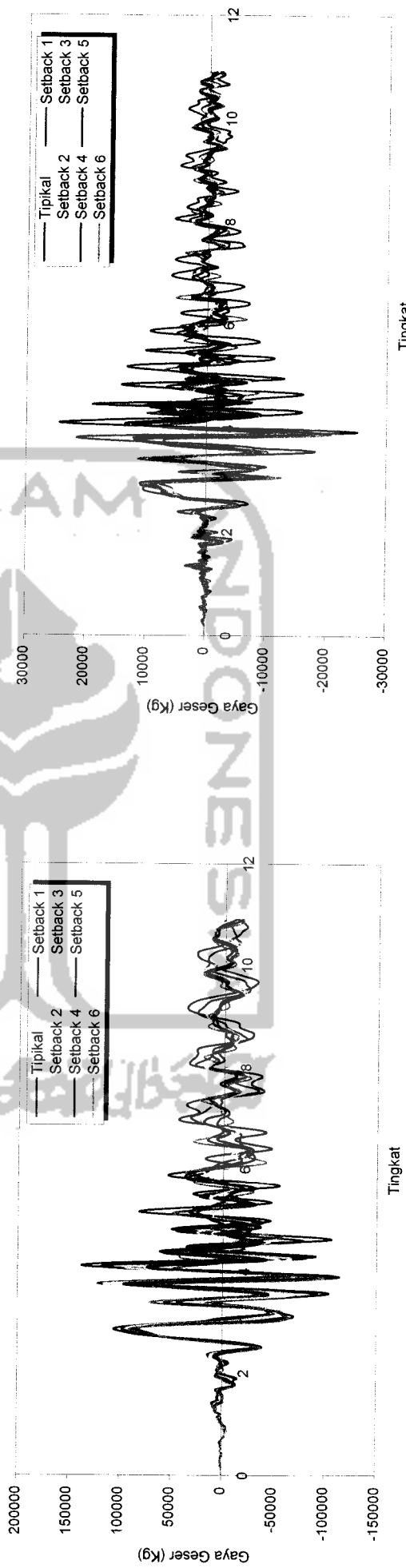
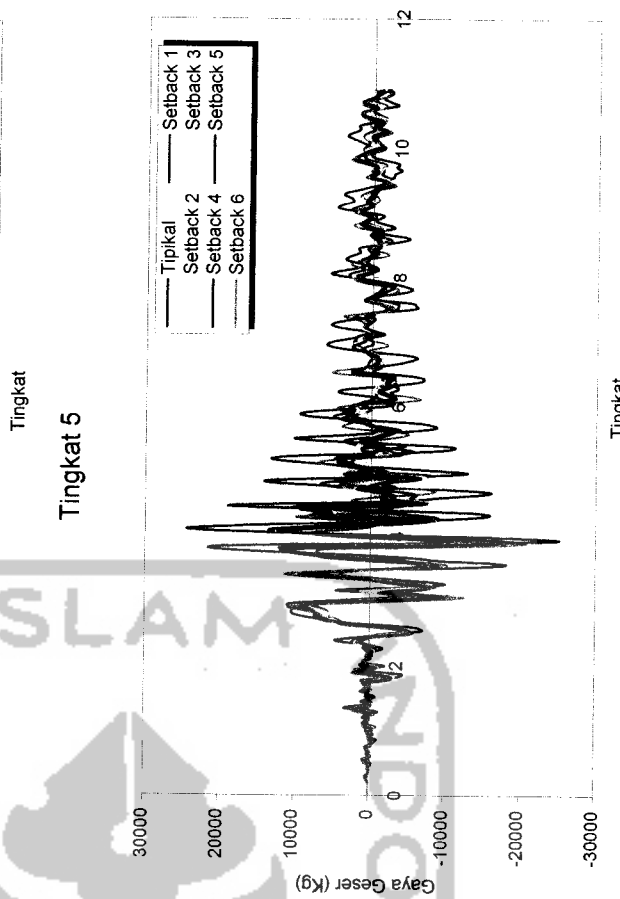
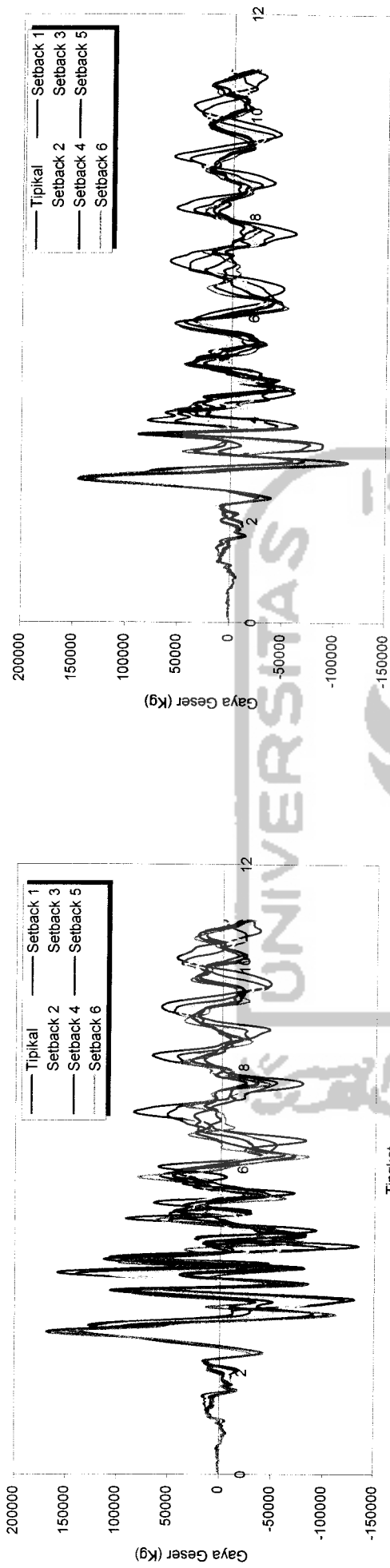
Gambar 5.115 Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro



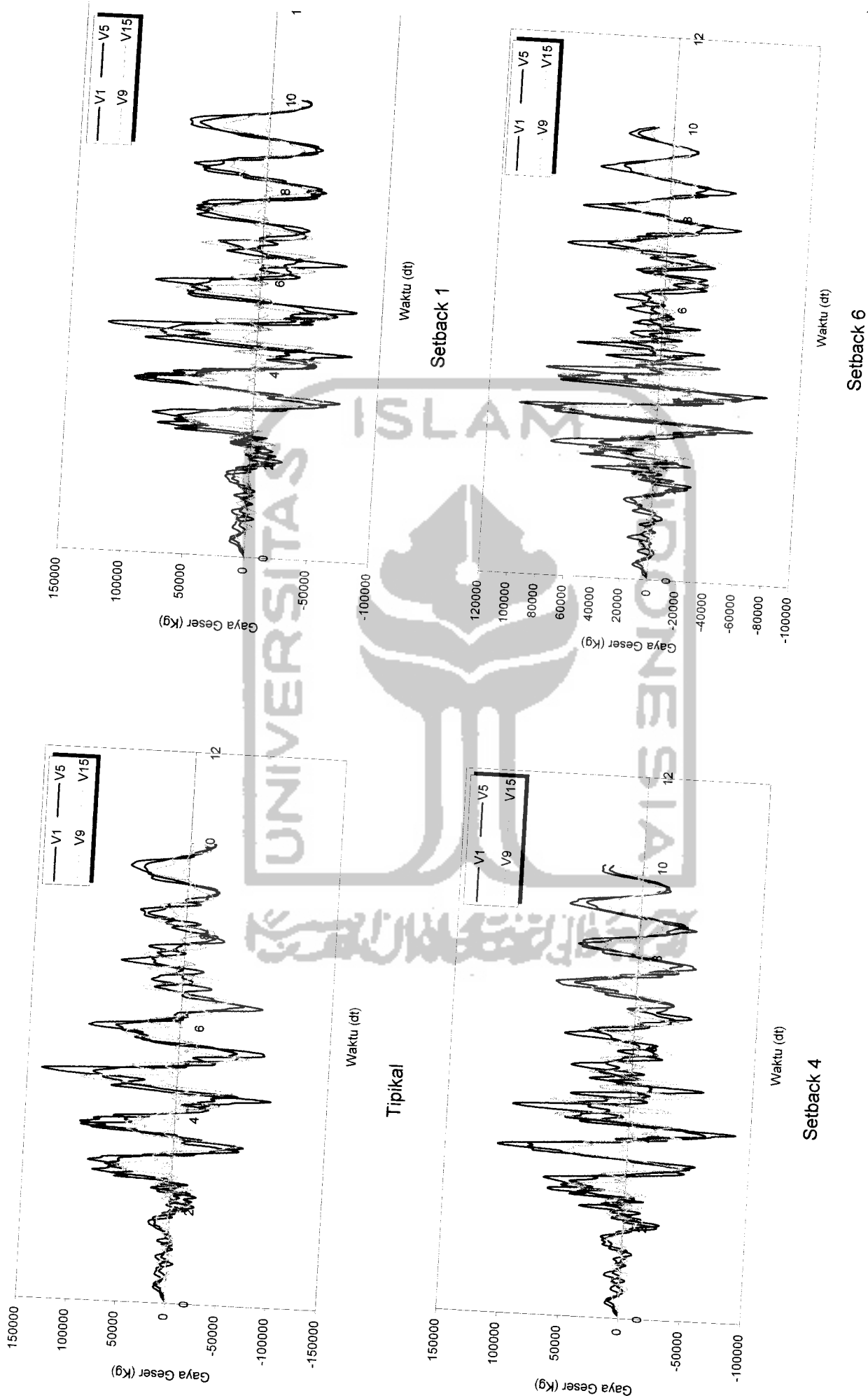
Gambar 5.116 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro



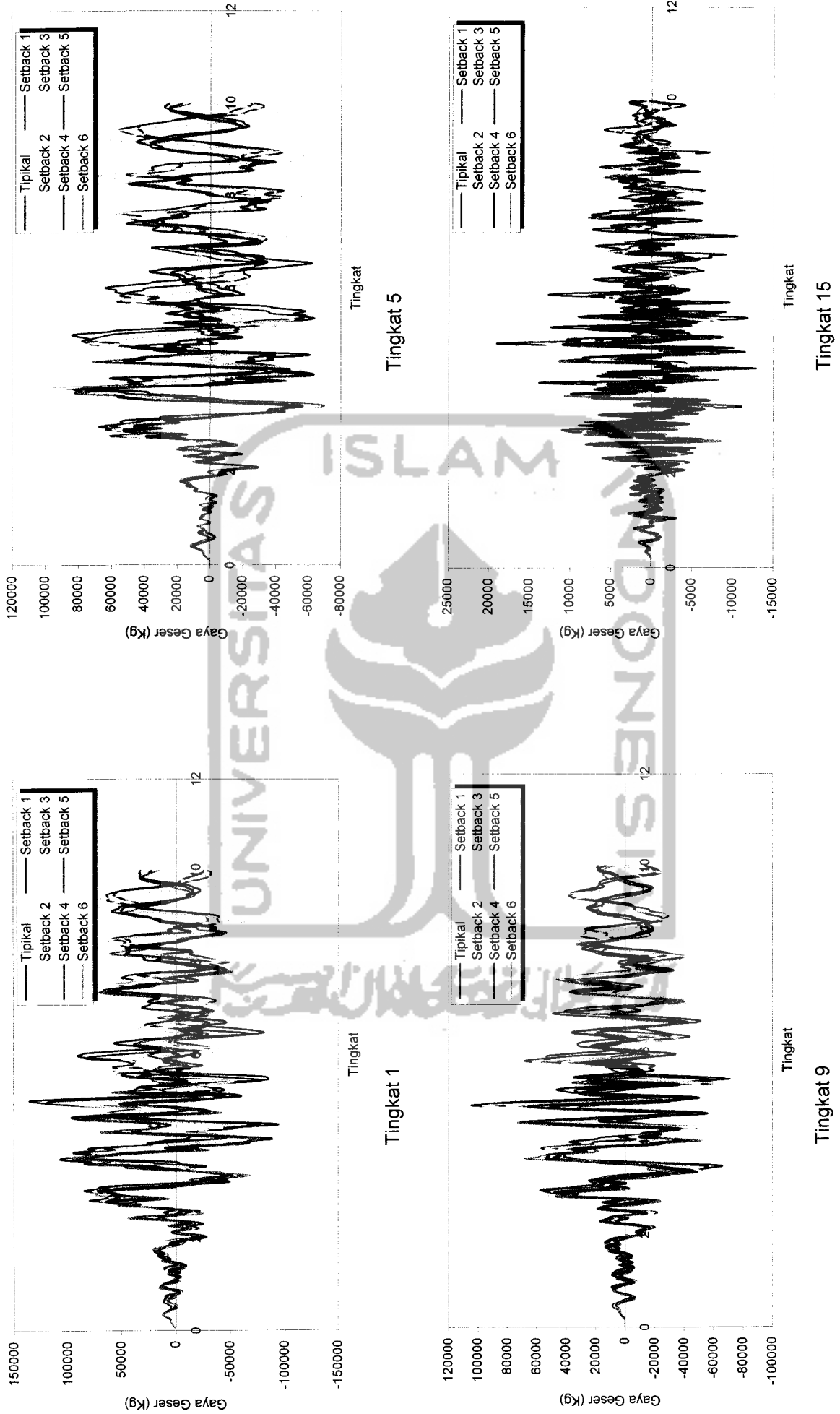
Gambar 5.117 Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy



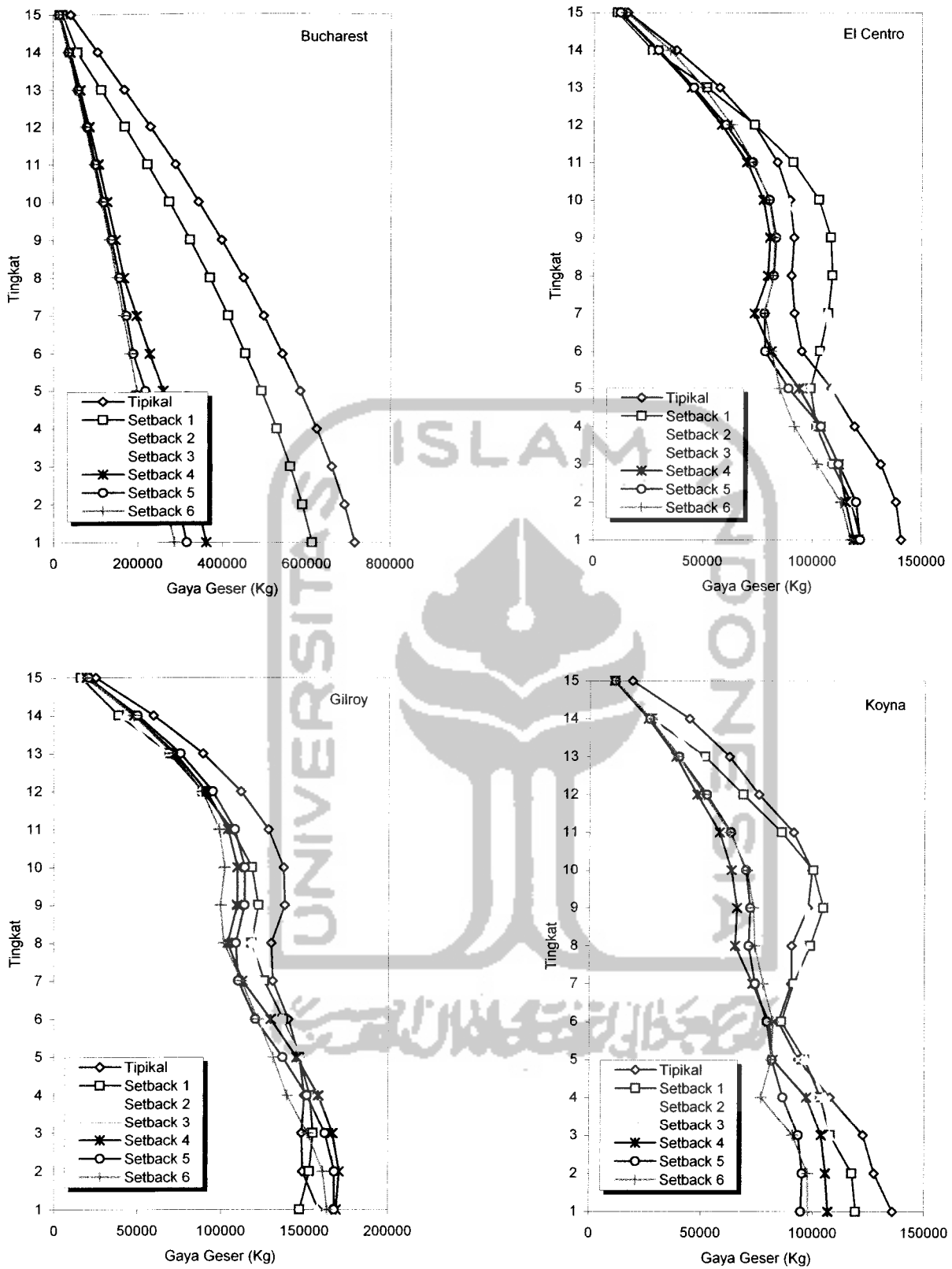
Gambar 5.118 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy



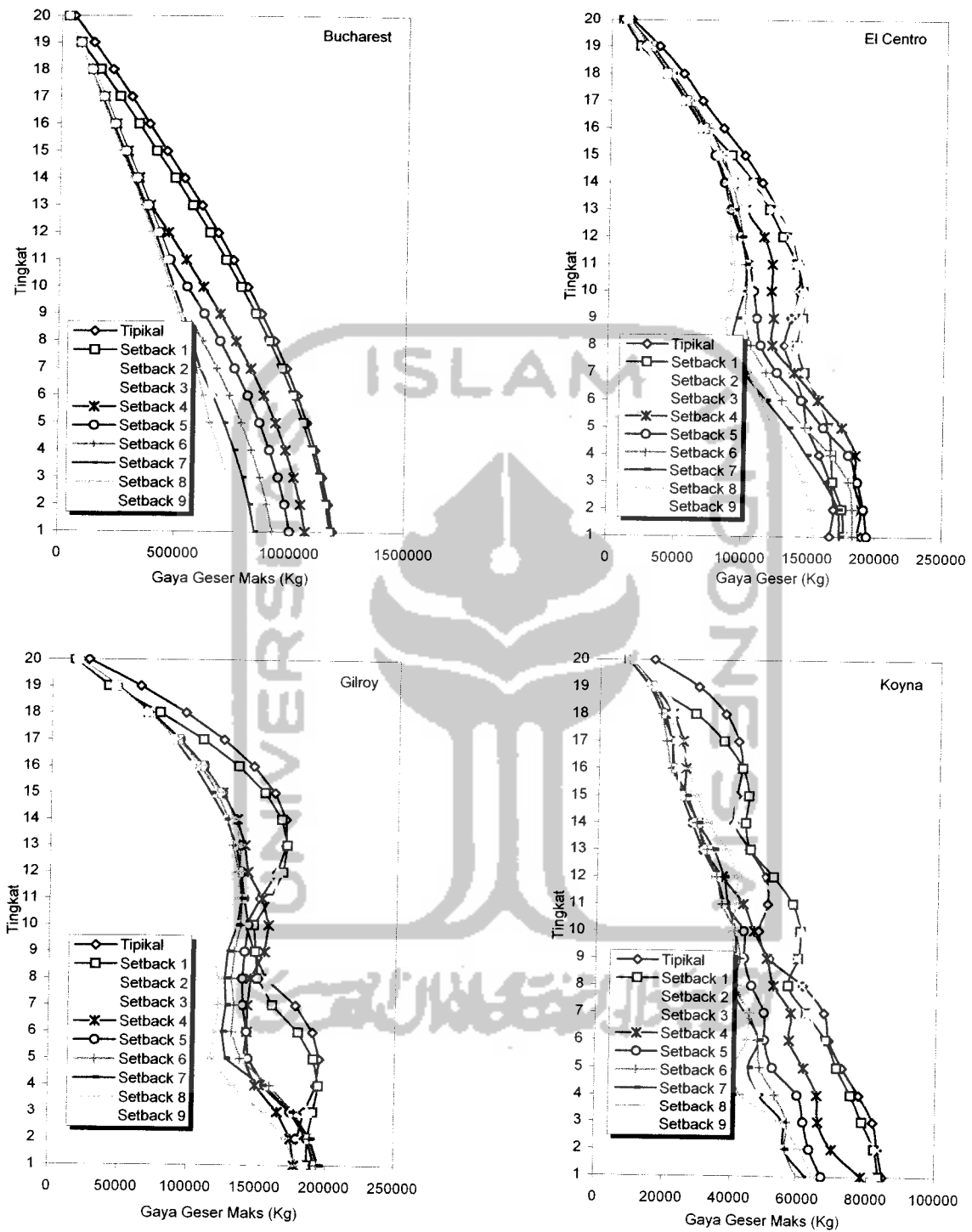
Gambar 5.119 Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.120 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.121 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat 4 Gempa



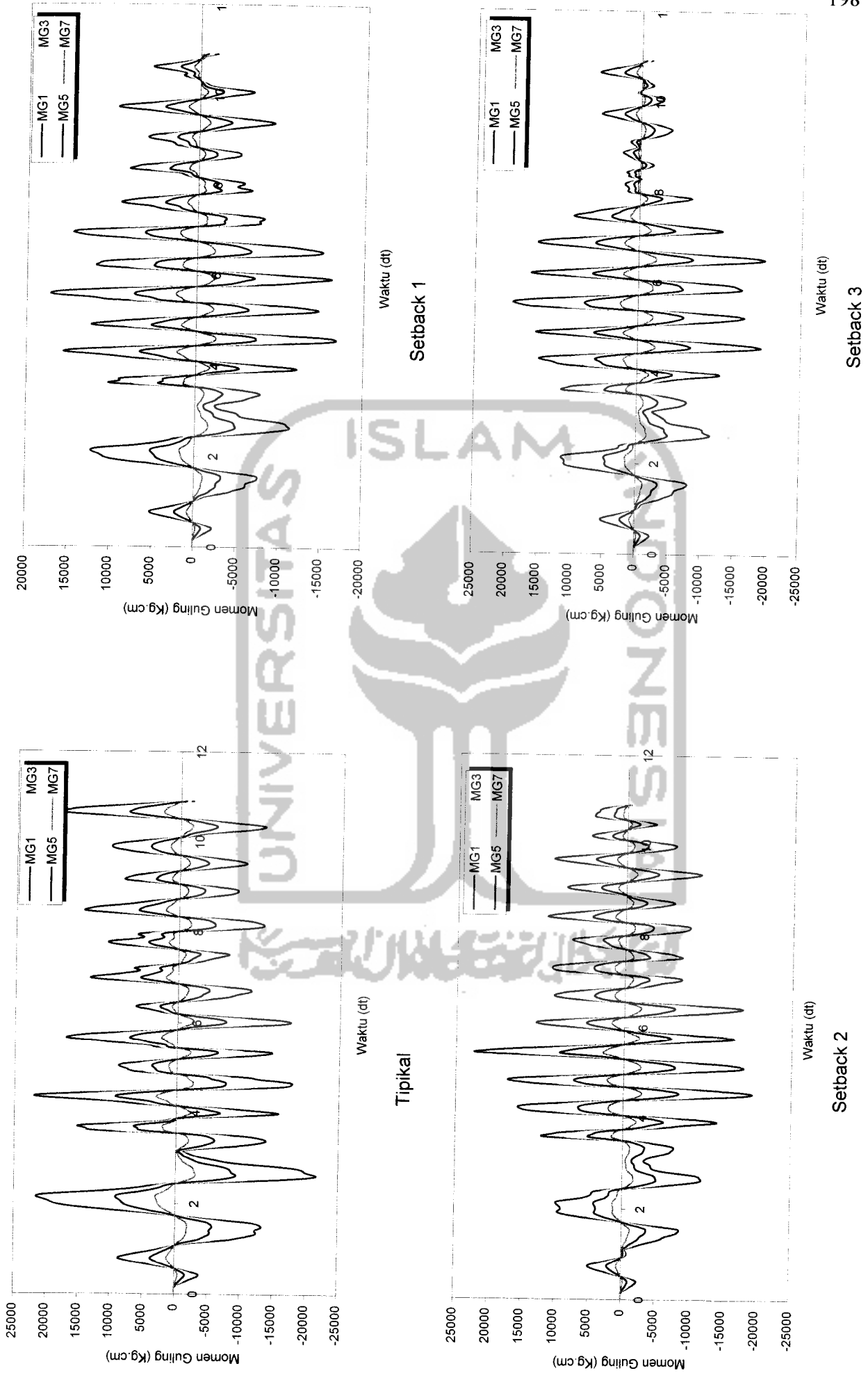
Gambar 5.122 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat 4 Gempa

5.4.6 Momen Guling

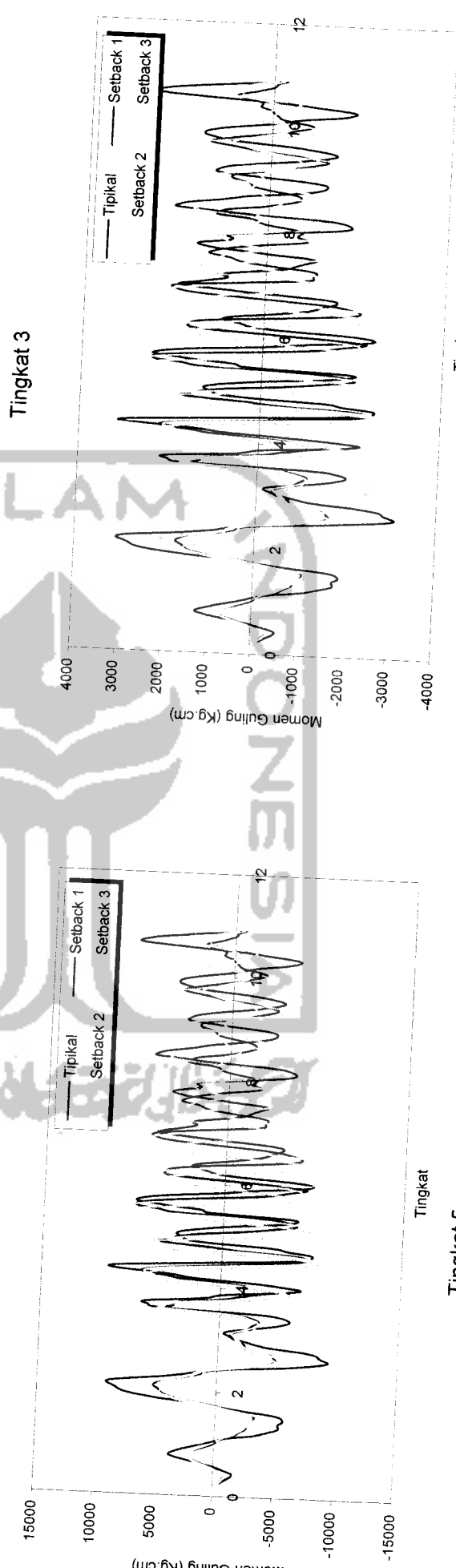
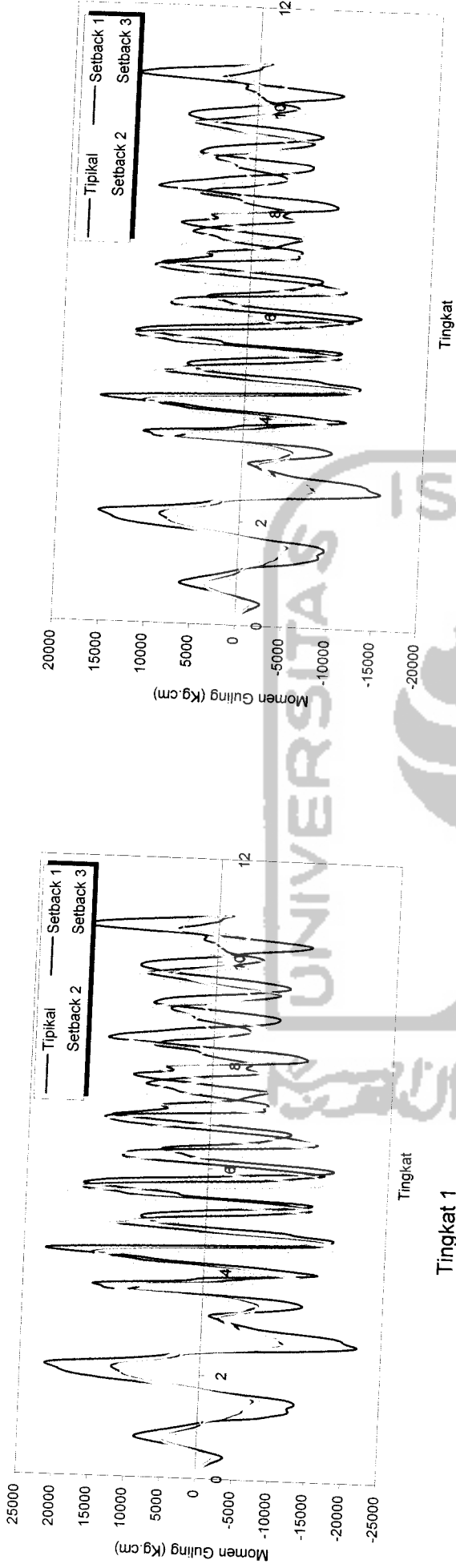
Momen guling merupakan perkalian antara gaya horizontal antar tingkat dengan tinggi tiap tingkat. Dihitung berdasarkan atas persamaan (3.59).

Dari program ini dapat disajikan nilai-nilai *Momen Guling* untuk struktur bangunan tingkat 7, 10, 15, 20 dengan 4 variasi gempa pada Gambar 5.123 sampai dengan Gambar 5.150. Dengan memperhatikan Gambar 5.123 sampai dengan Gambar 5.150 tersebut, maka dapat dilihat bahwa Nilai *Momen Guling* semakin ke atas nilainya akan semakin kecil. Hal tersebut disebabkan karena *Momen Guling* merupakan perkalian dari gaya horisontal dengan tinggi tingkat. Sedangkan semakin ke atas jarak tingkat tersebut ke tingkat yang paling atas semakin berkurang jika dibandingkan dengan jarak tingkat pertama ke tingkat paling atas.

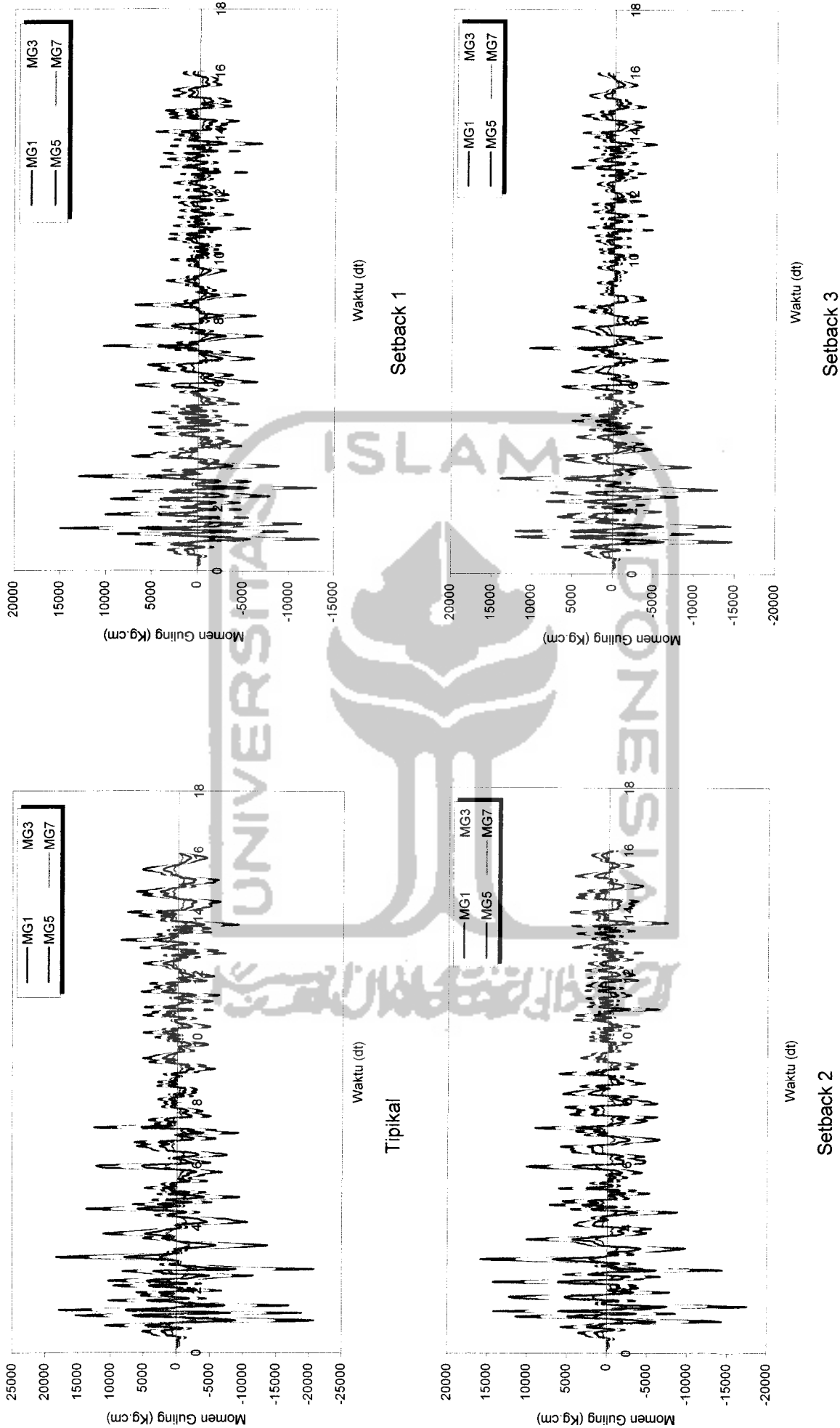
Nilai *Momen Guling* akan semakin mengecil pada struktur tipikal ke setback vertikal yang paling kritis dimana terdapat pengurangan massa dan kekakuan secara vertikal. Hal ini disebabkan karena *Momen Guling* tergantung pada gaya horizontal tingkat dan tinggi tingkat. Pada pembahasan diatas nilai gaya horisontal tingkat dari struktur tipikal sampai setback vertikal yang paling kritis semakin mengecil karena adanya pengurangan muka lantai secara vertikal (setback vertikal) maka hal tersebut menyebabkan *Momen Guling* juga ikut mengecil. Pada pembebanan gempa Elcentro dan Gilroy nilai *Momen Guling* sangat fluktuatif itu karena perbedaan periode (T). Nilai *Momen Guling* akibat gempa Koyna nilainya semakin rapat ini dikarenakan gempa Koyna berfrekuensi tinggi.



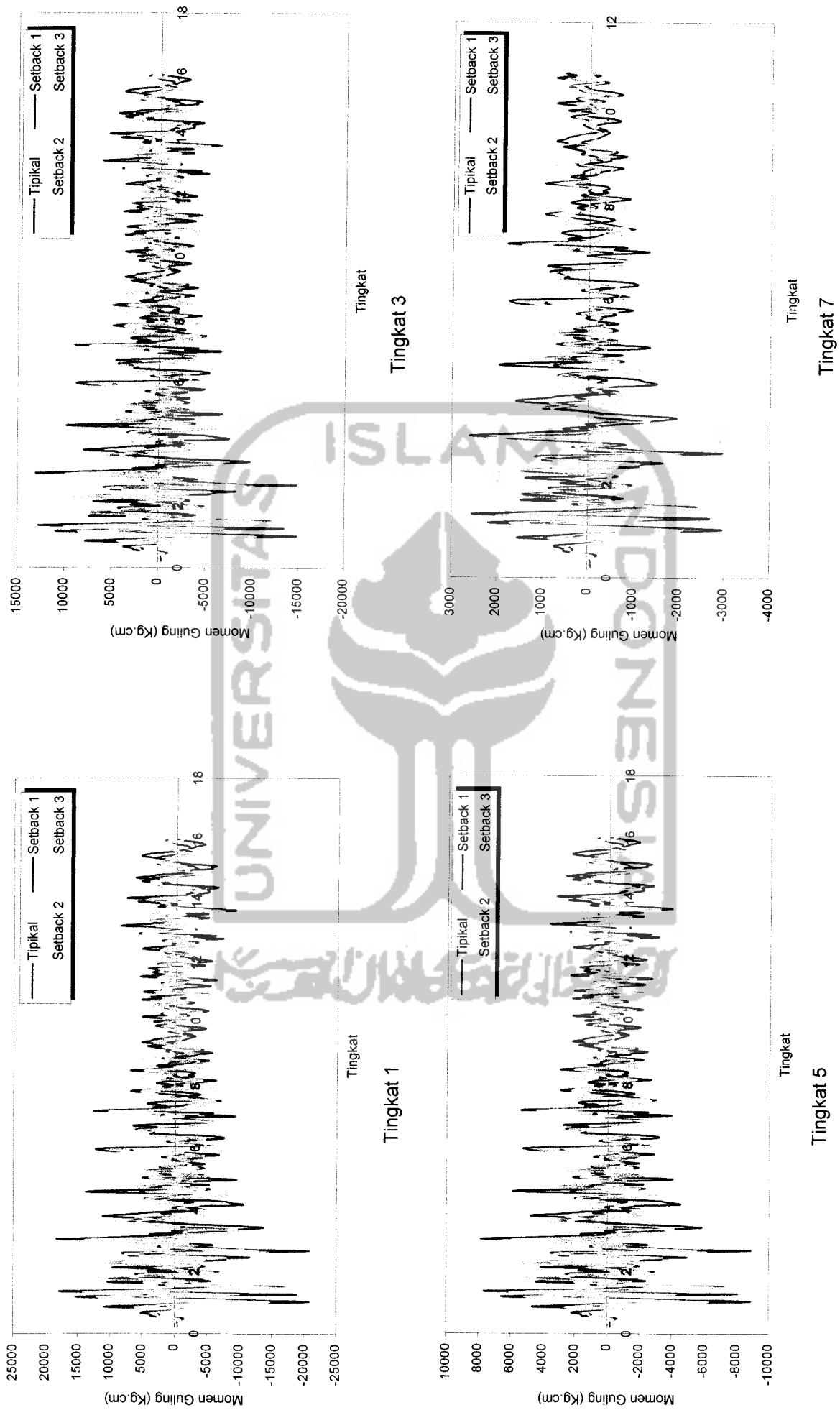
Gambar 5.123 Momen Guling Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



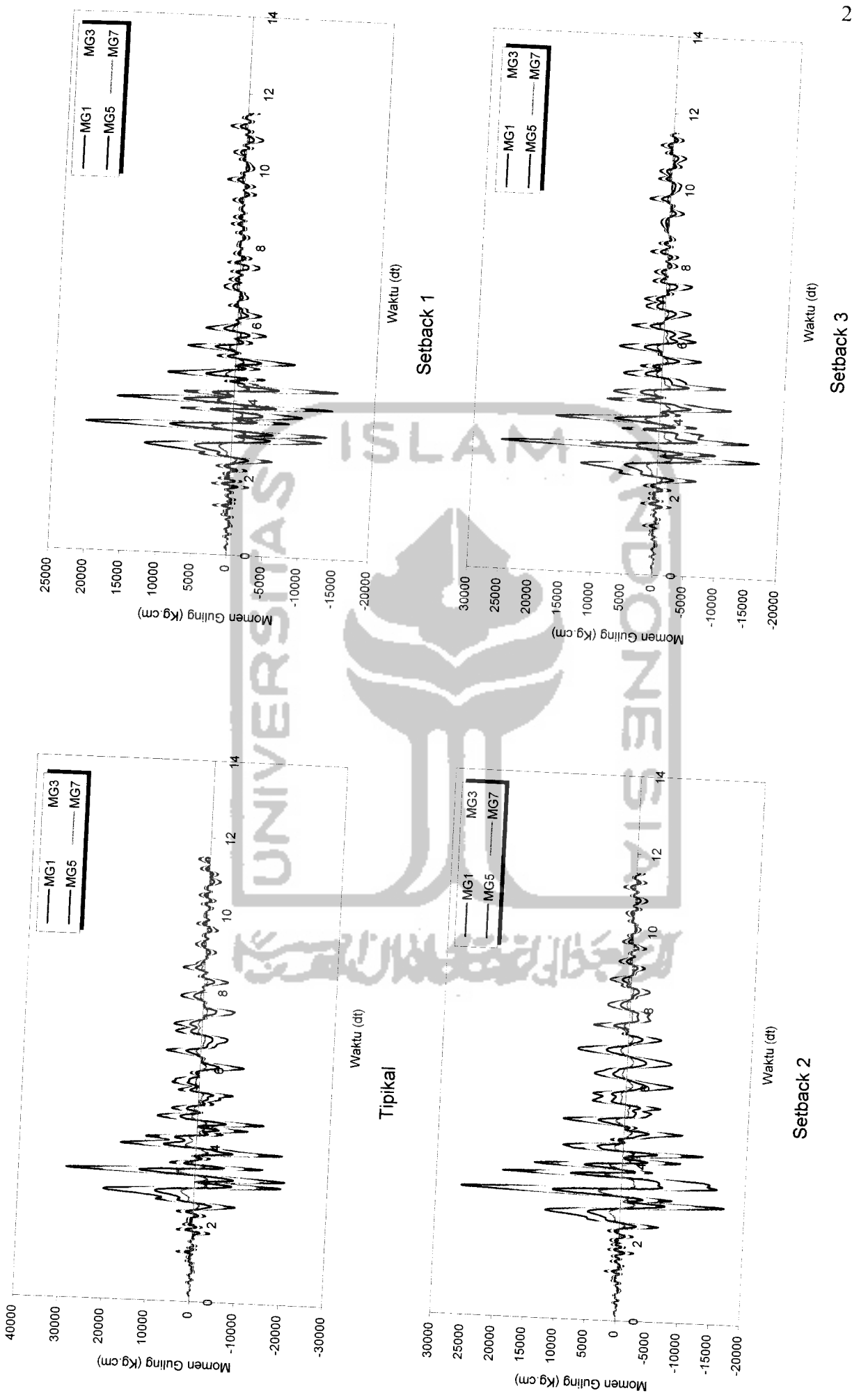
Gambar 5.124 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



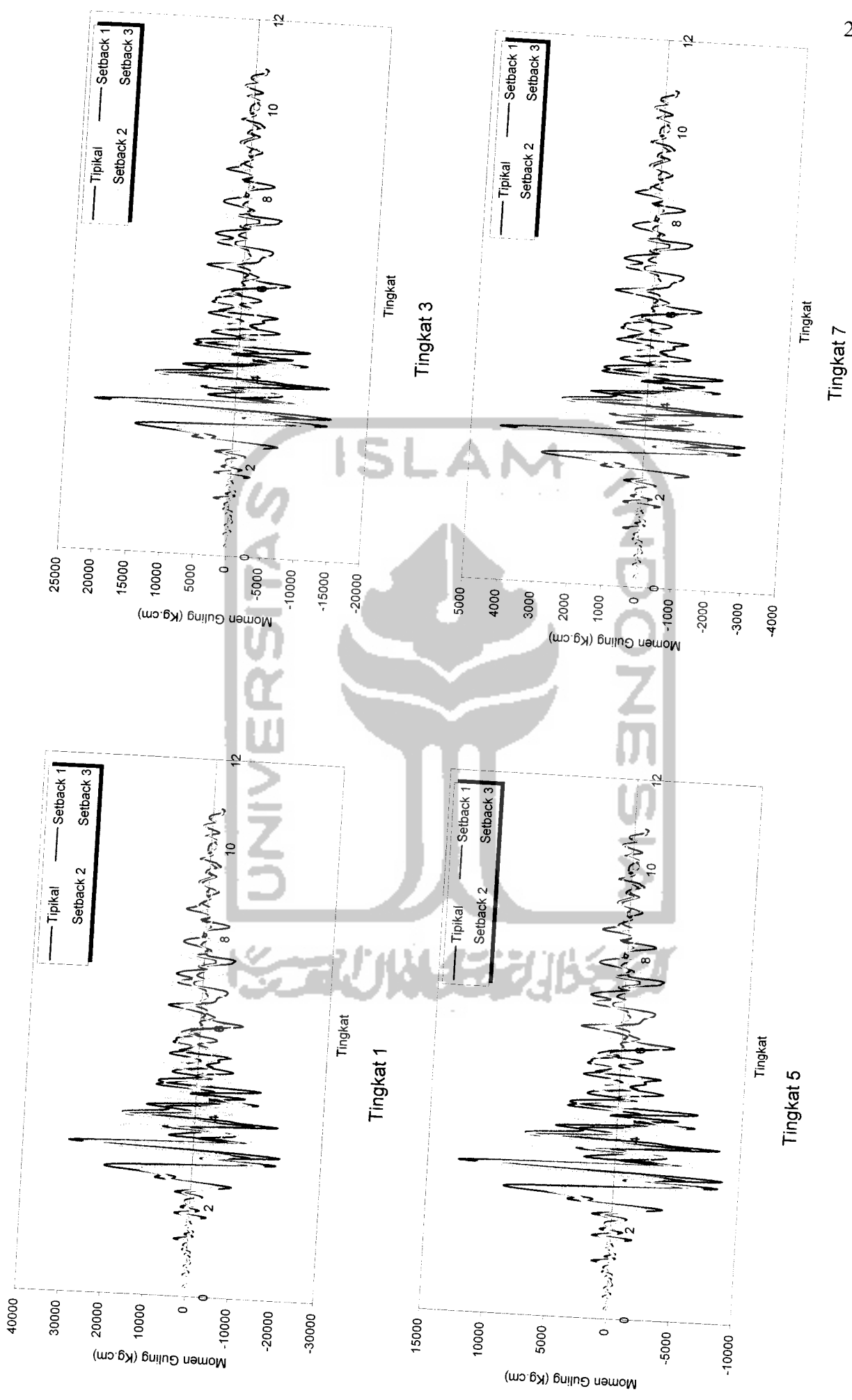
Gambar 5.125 Momen Guling Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa El Centro



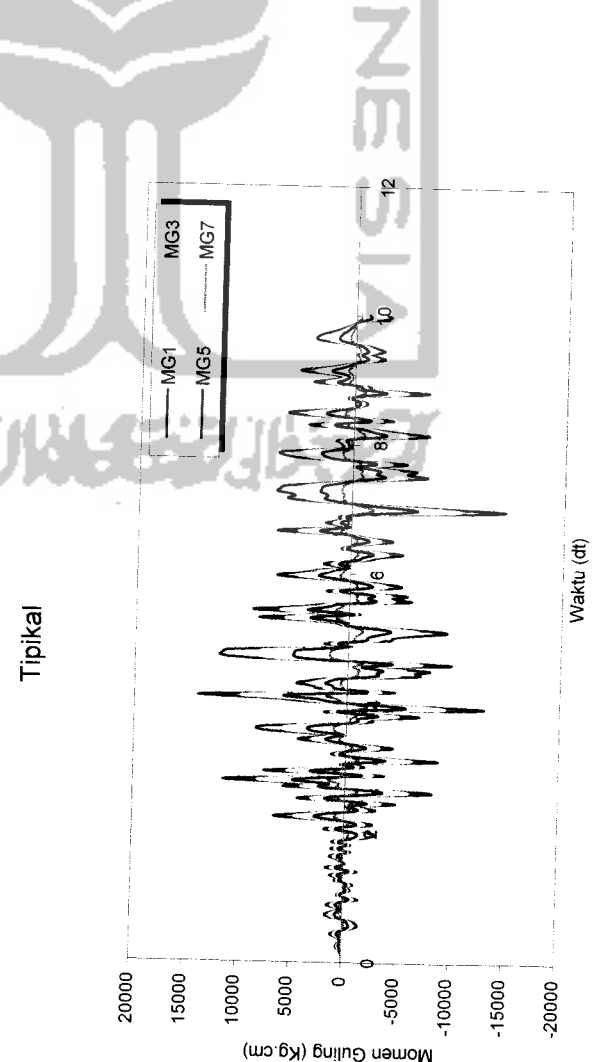
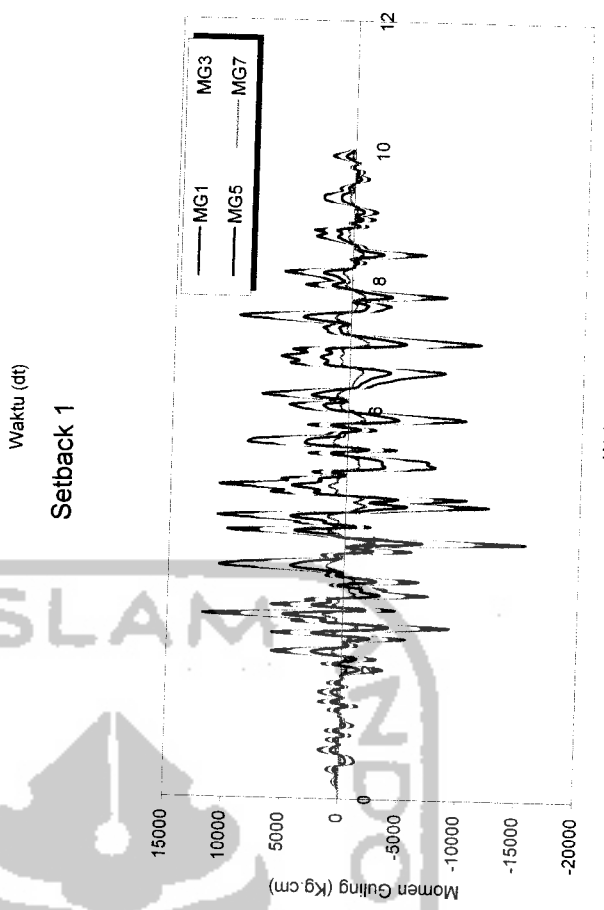
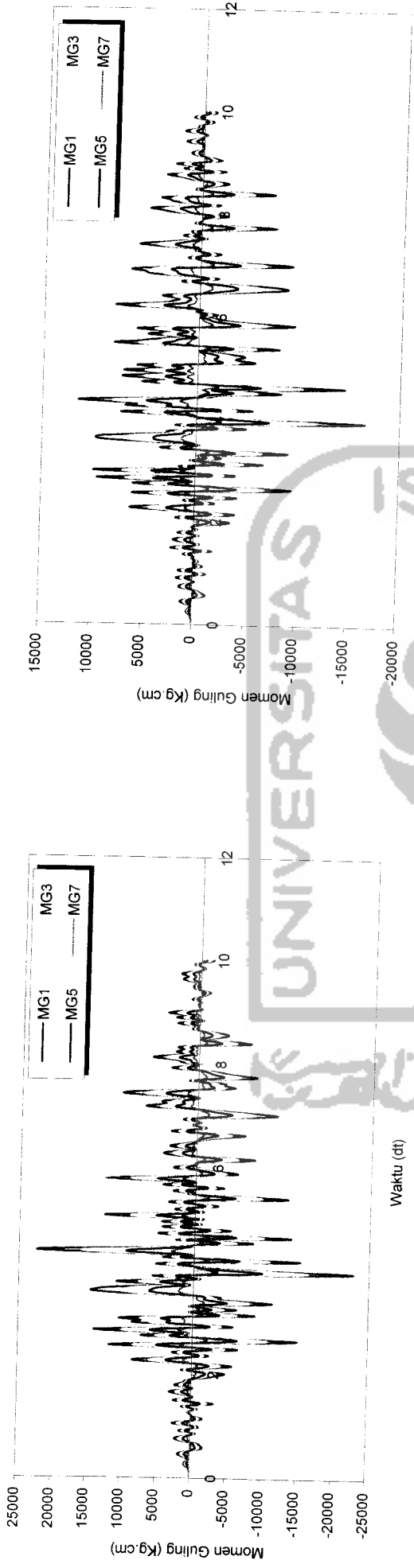
Gambar 5.126 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa El Centro



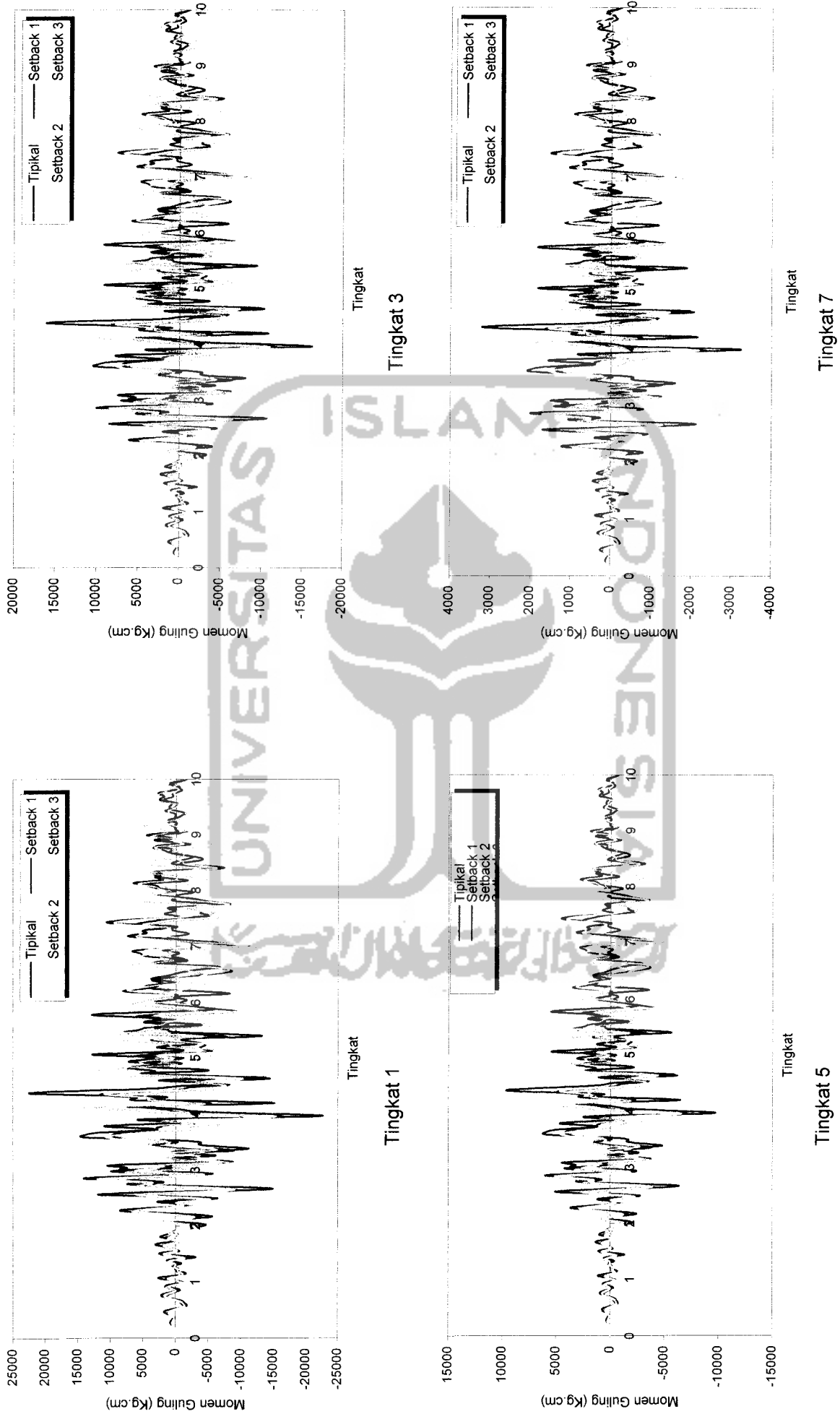
Gambar 5.127 Momen Guling Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



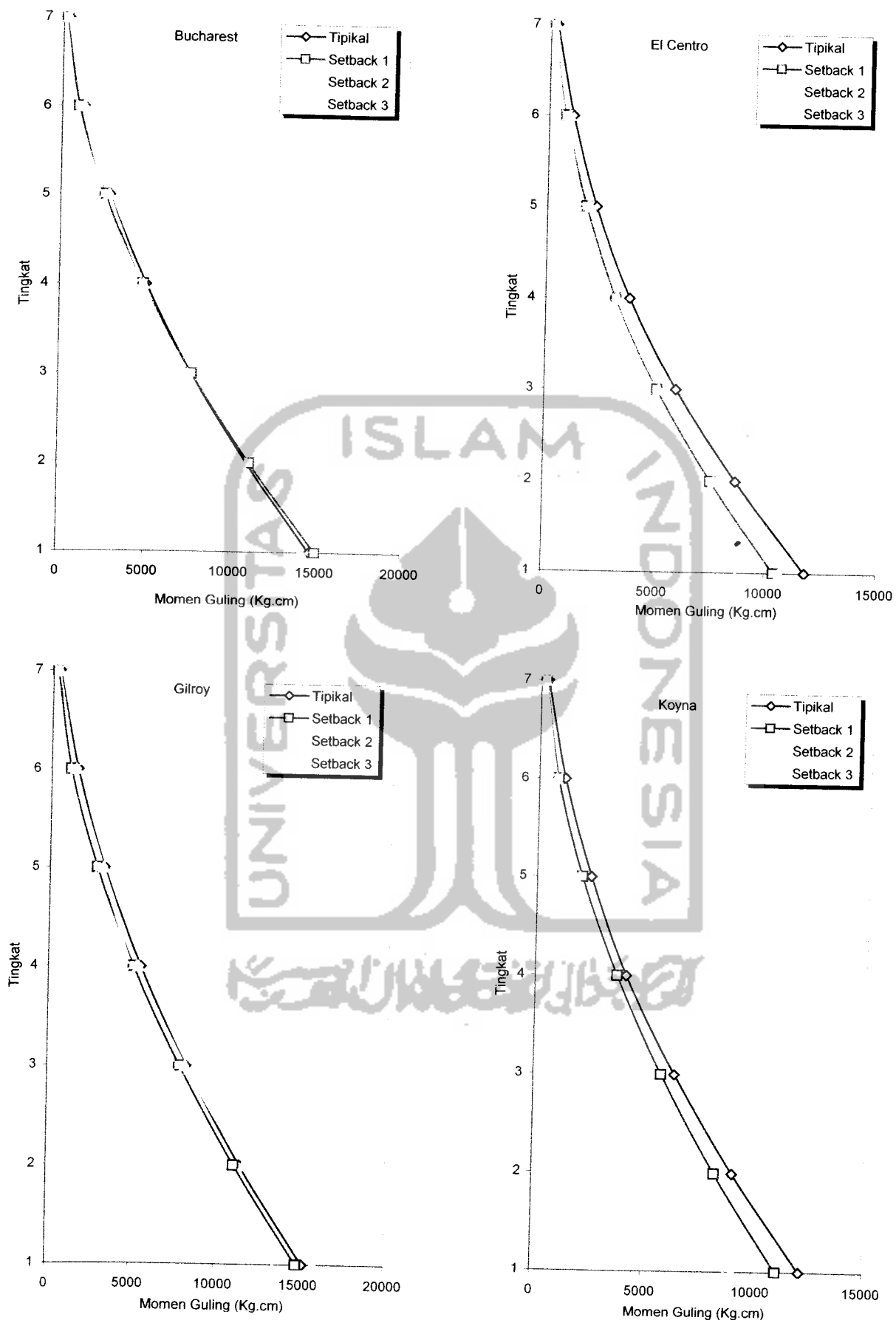
Gambar 5.128 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



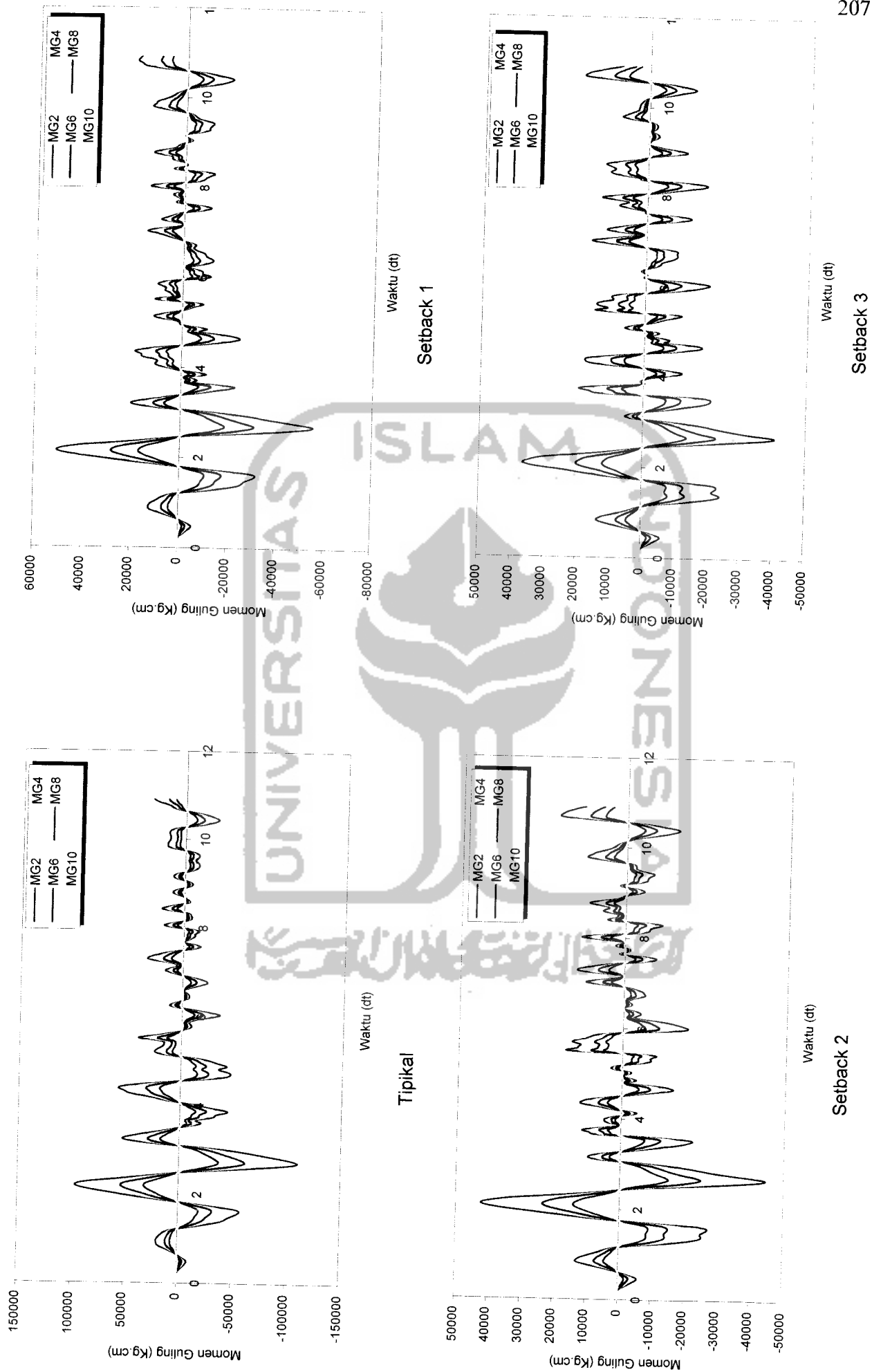
Gambar 5.129 Momen Guling Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



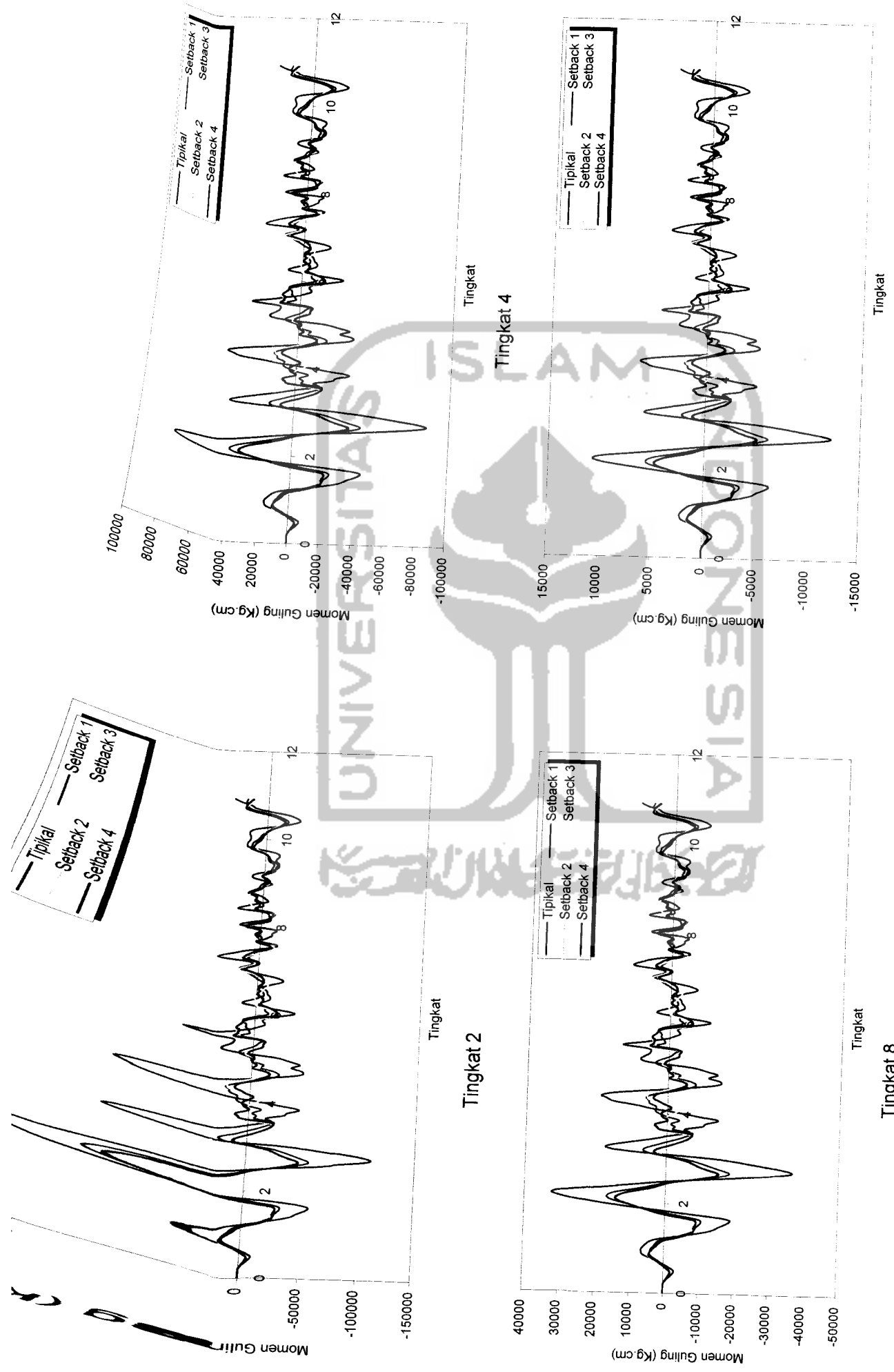
Gambar 5.130 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



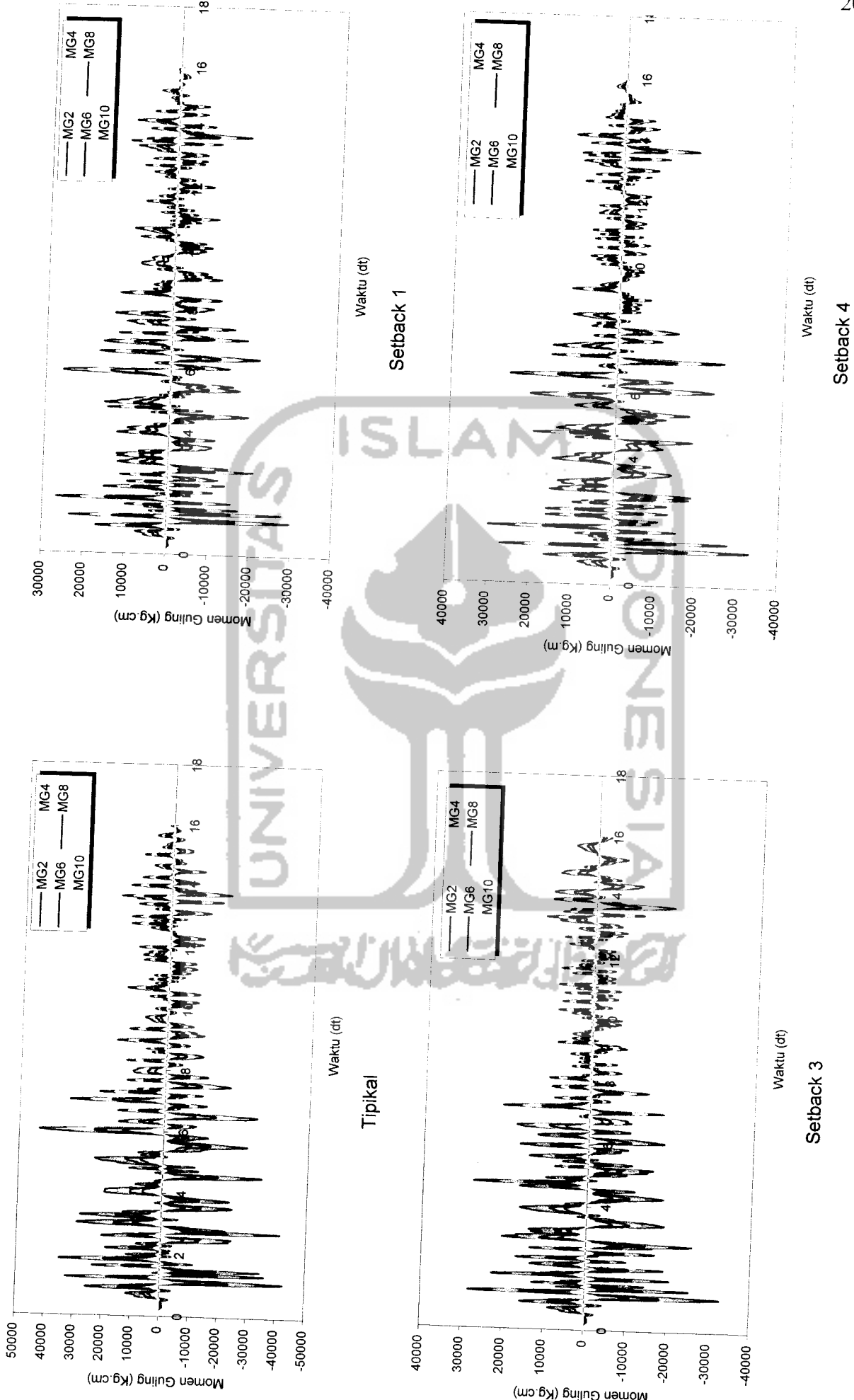
Gambar 5.131 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat 4 Gempa



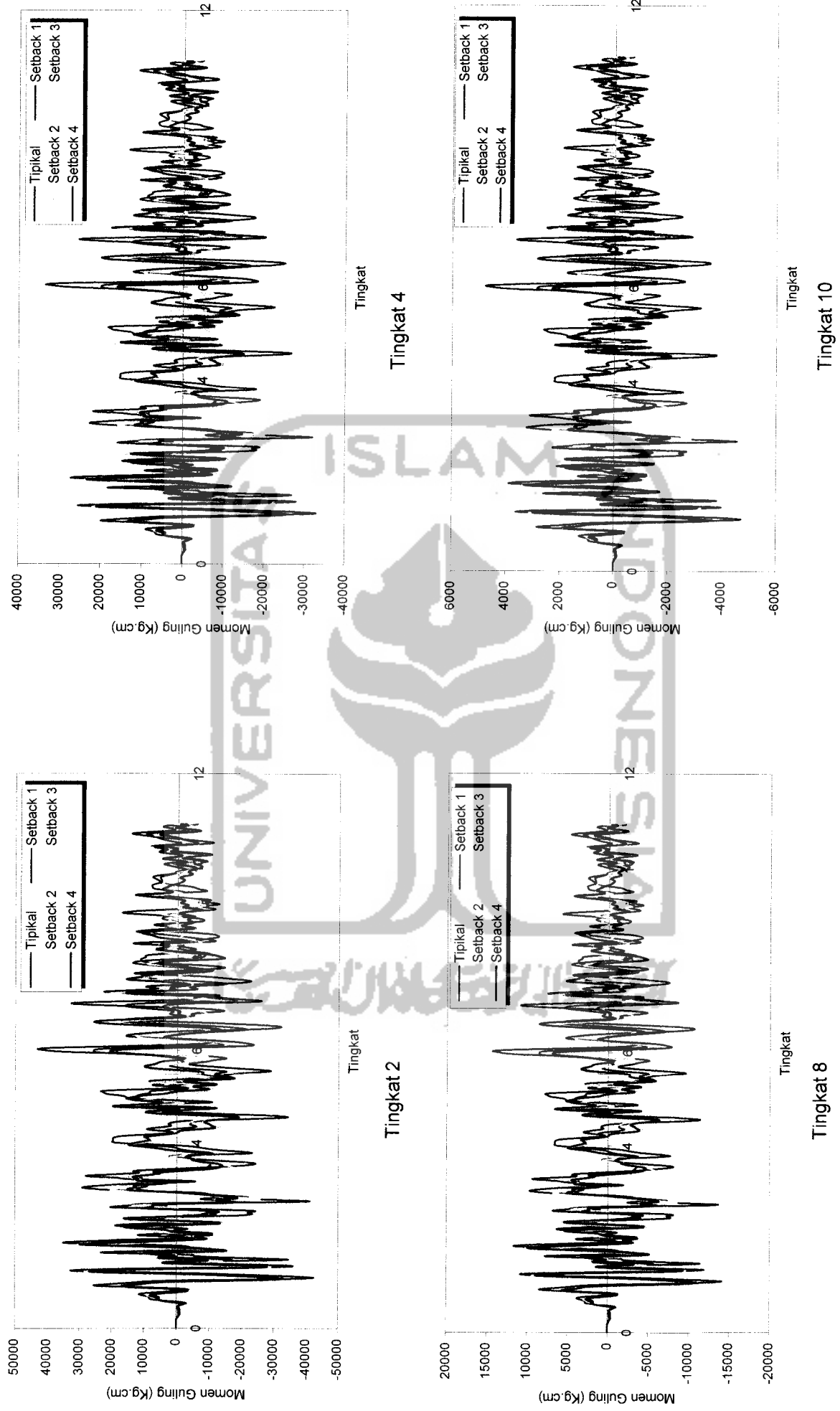
Gambar 5.132 Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



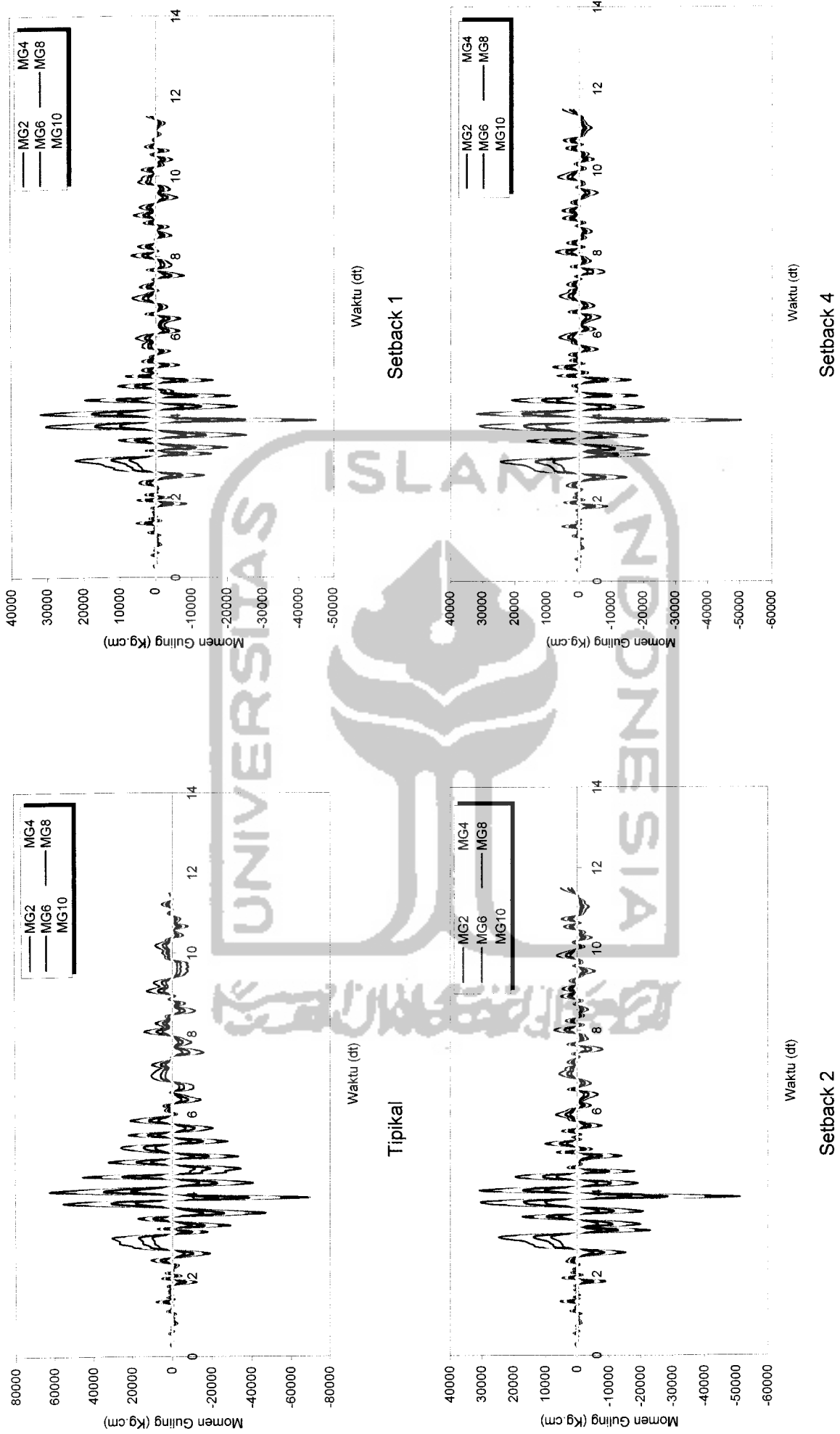
Gambar 5.133 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



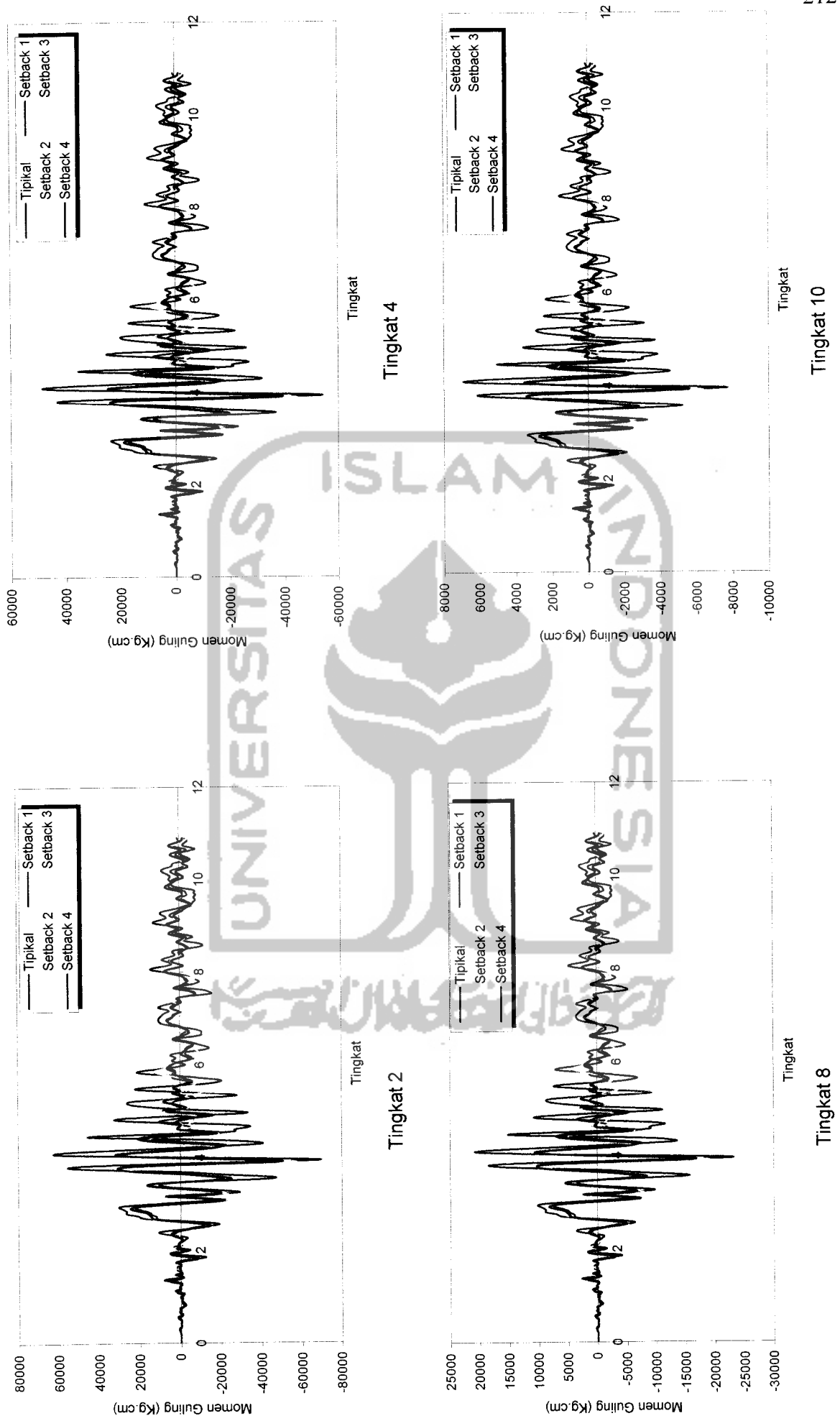
Gambar 5.134 Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro



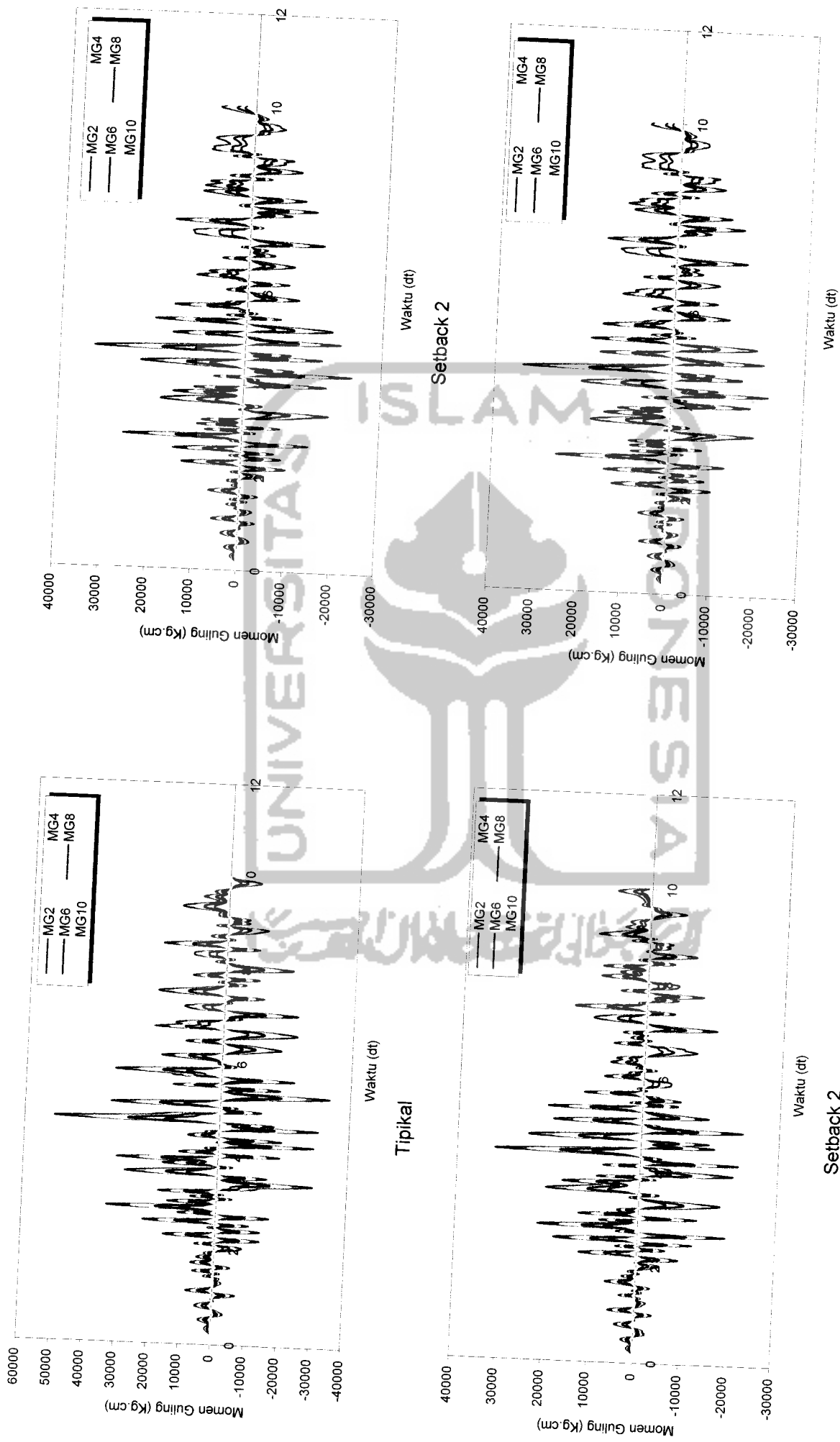
Gambar 5.135 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro



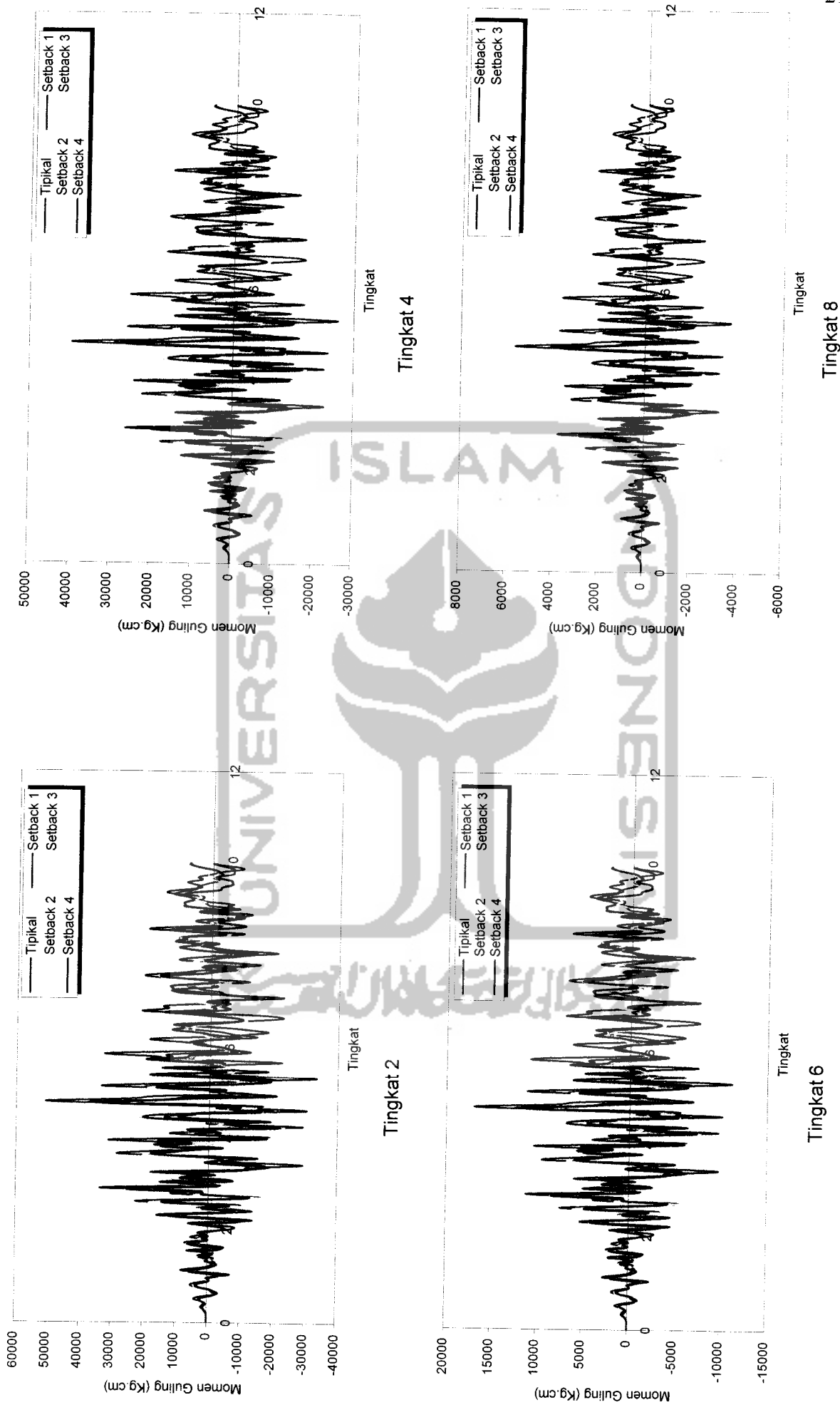
Gambar 5.136 Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy



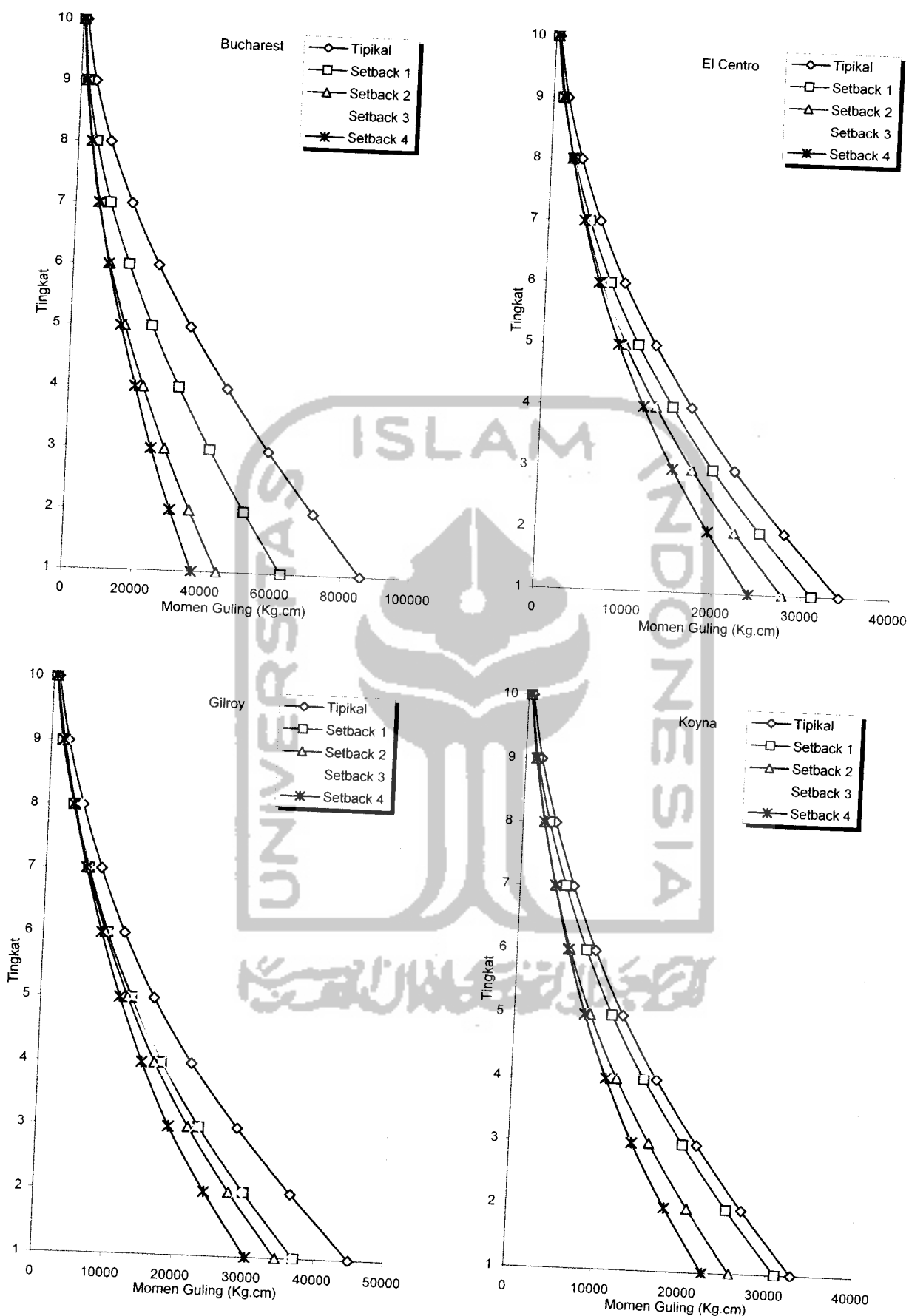
Gambar 5.137 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy



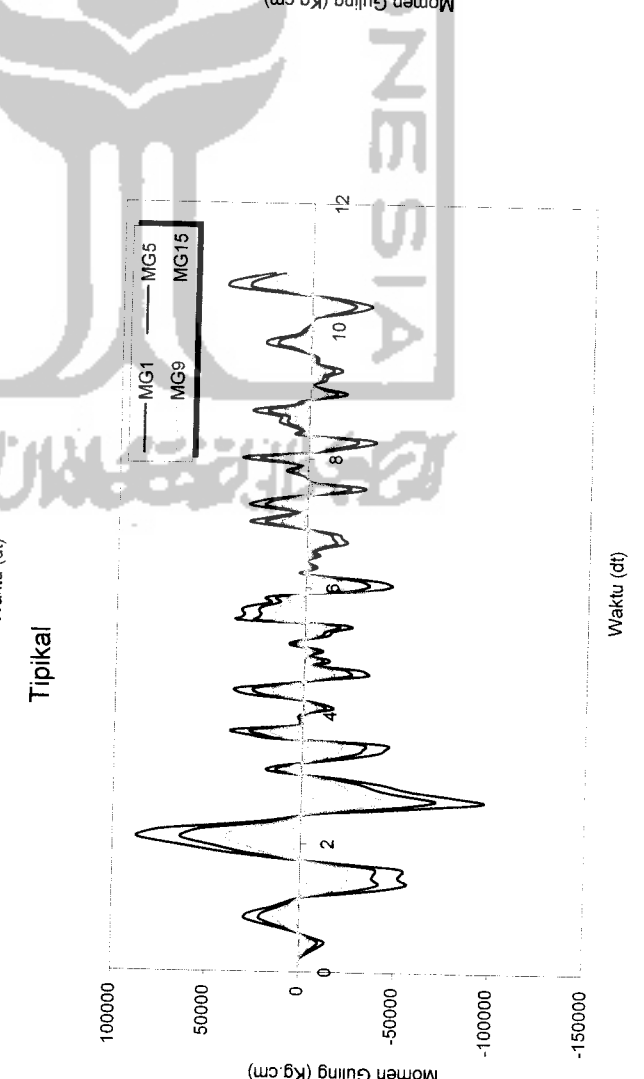
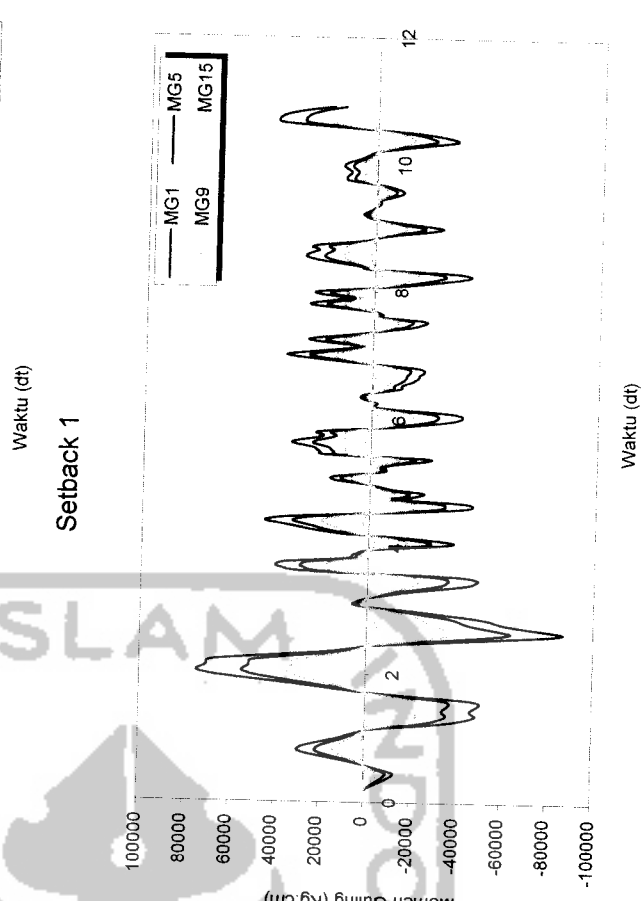
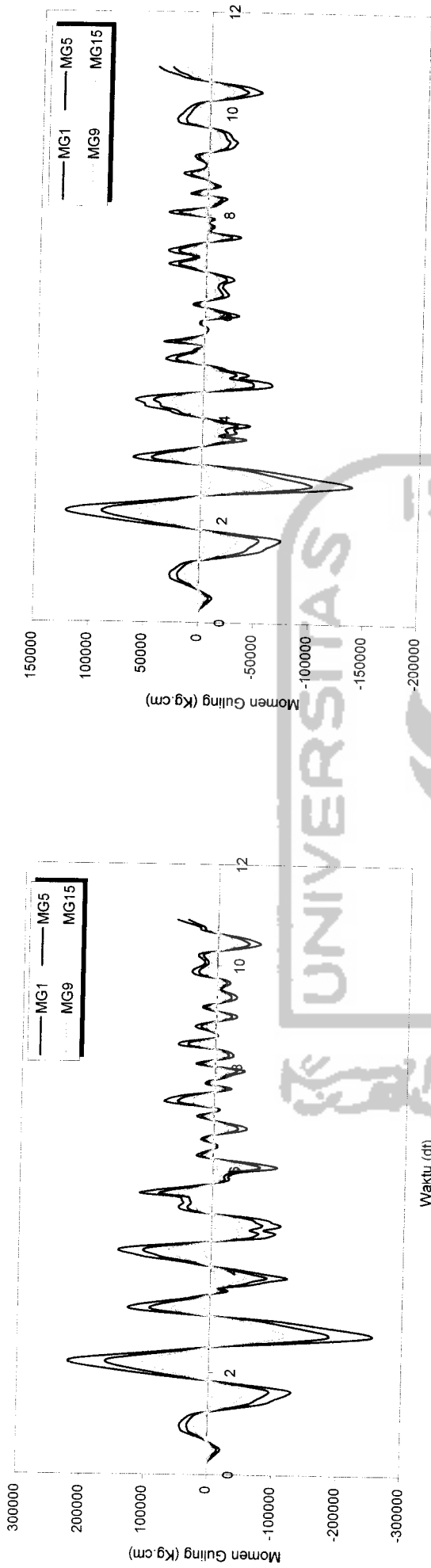
Gambar 5.138 Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.139 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna

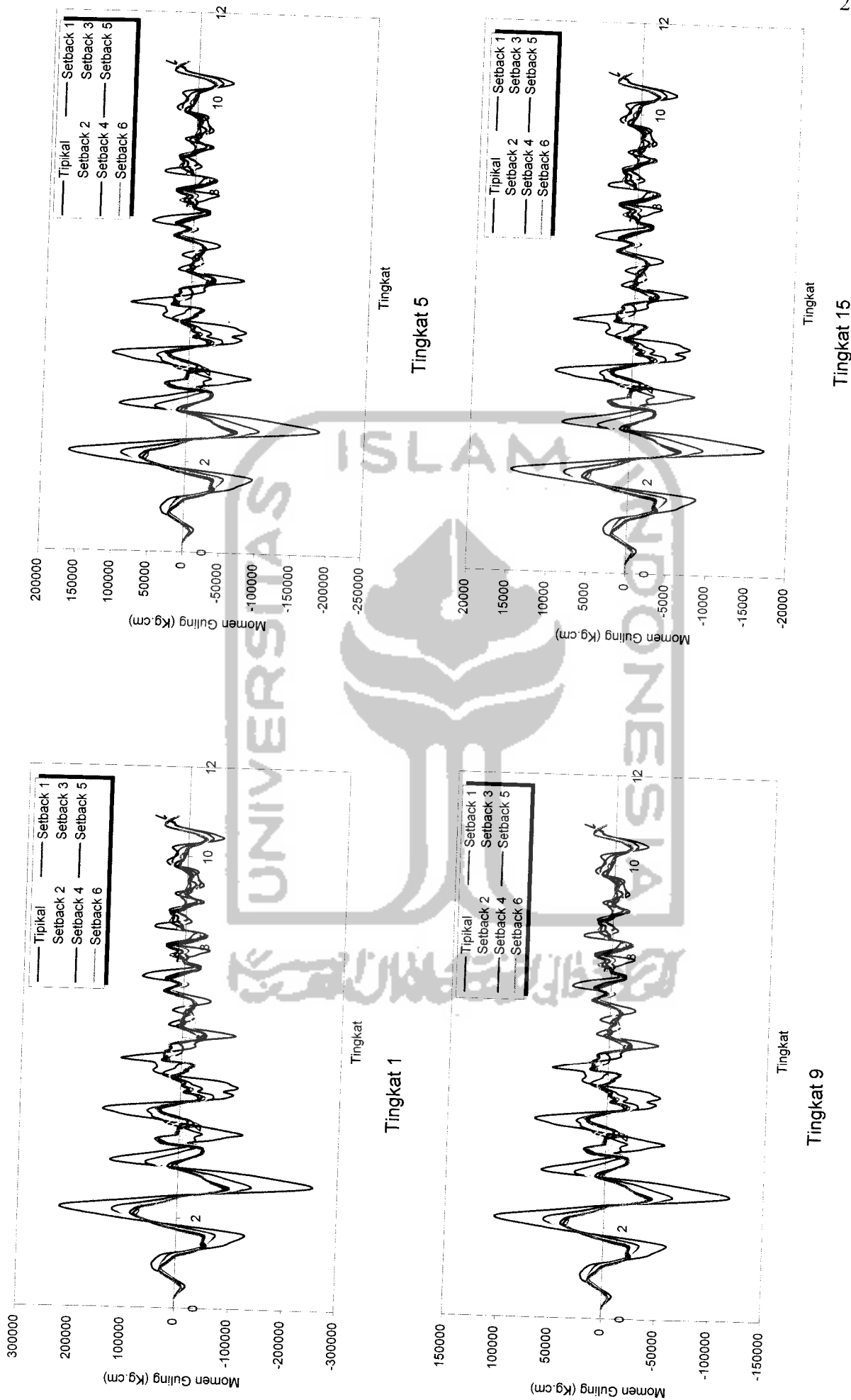


Gambar 5.140 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat 4 Gempa

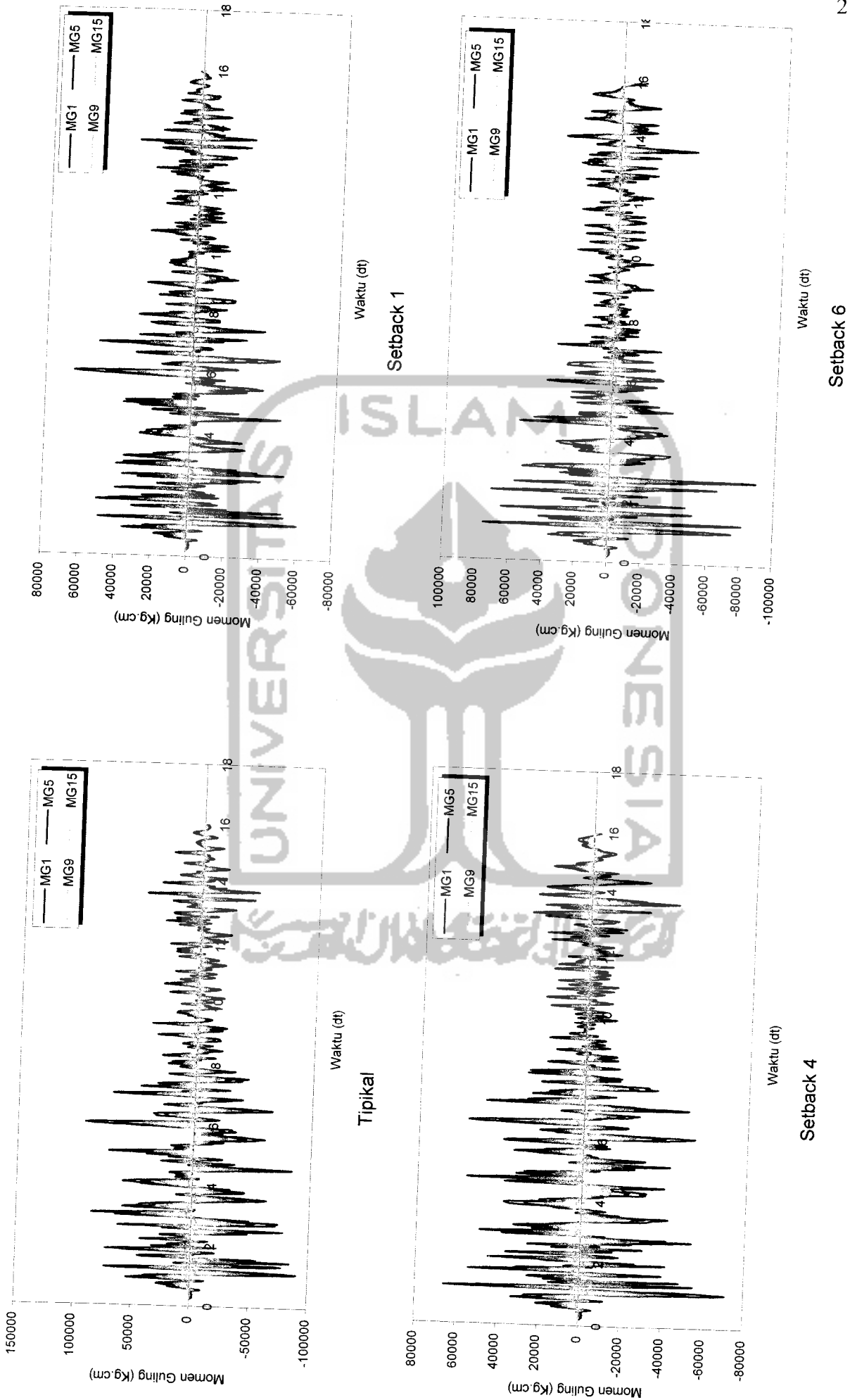


Setback 6

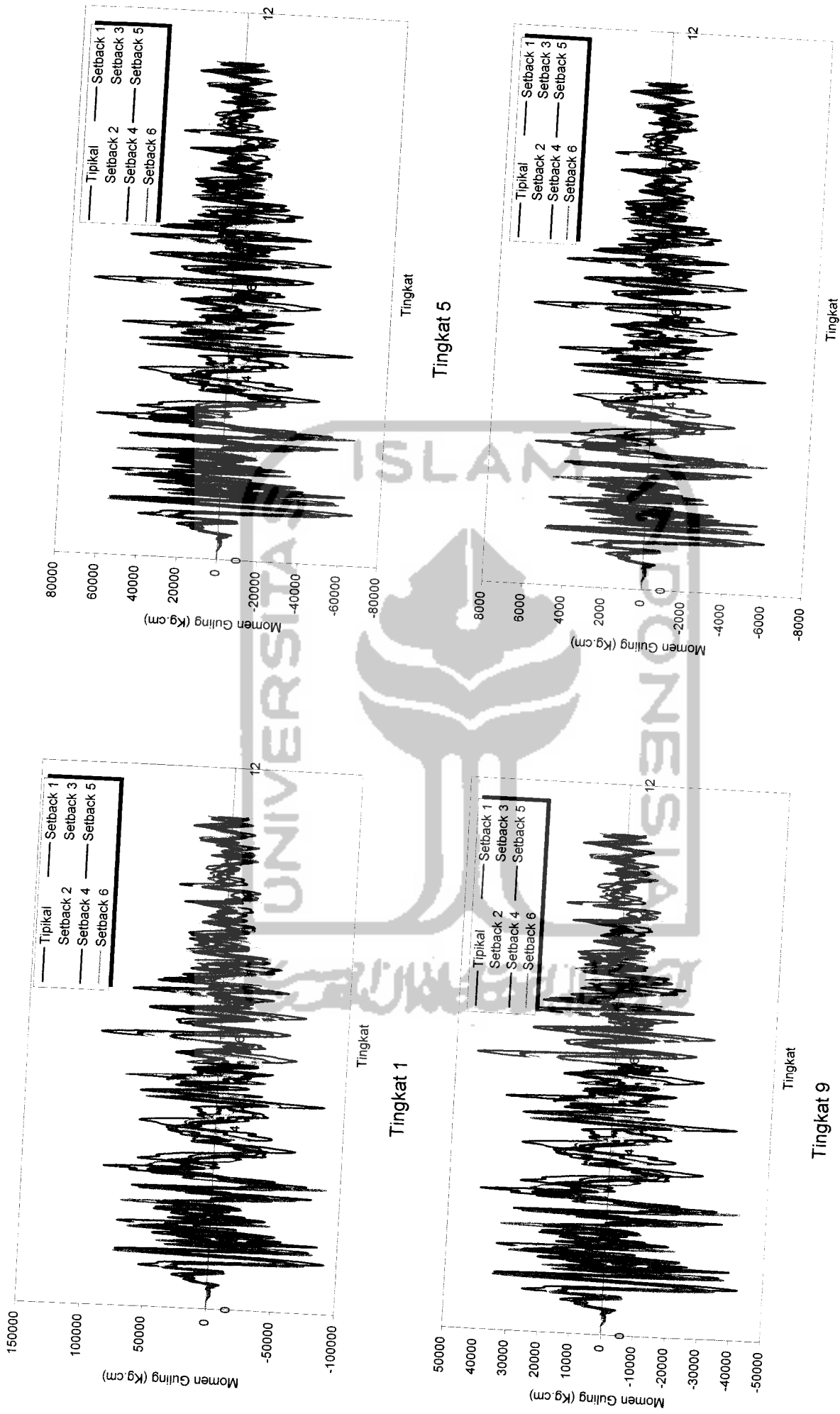
Gambar 5.141 Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



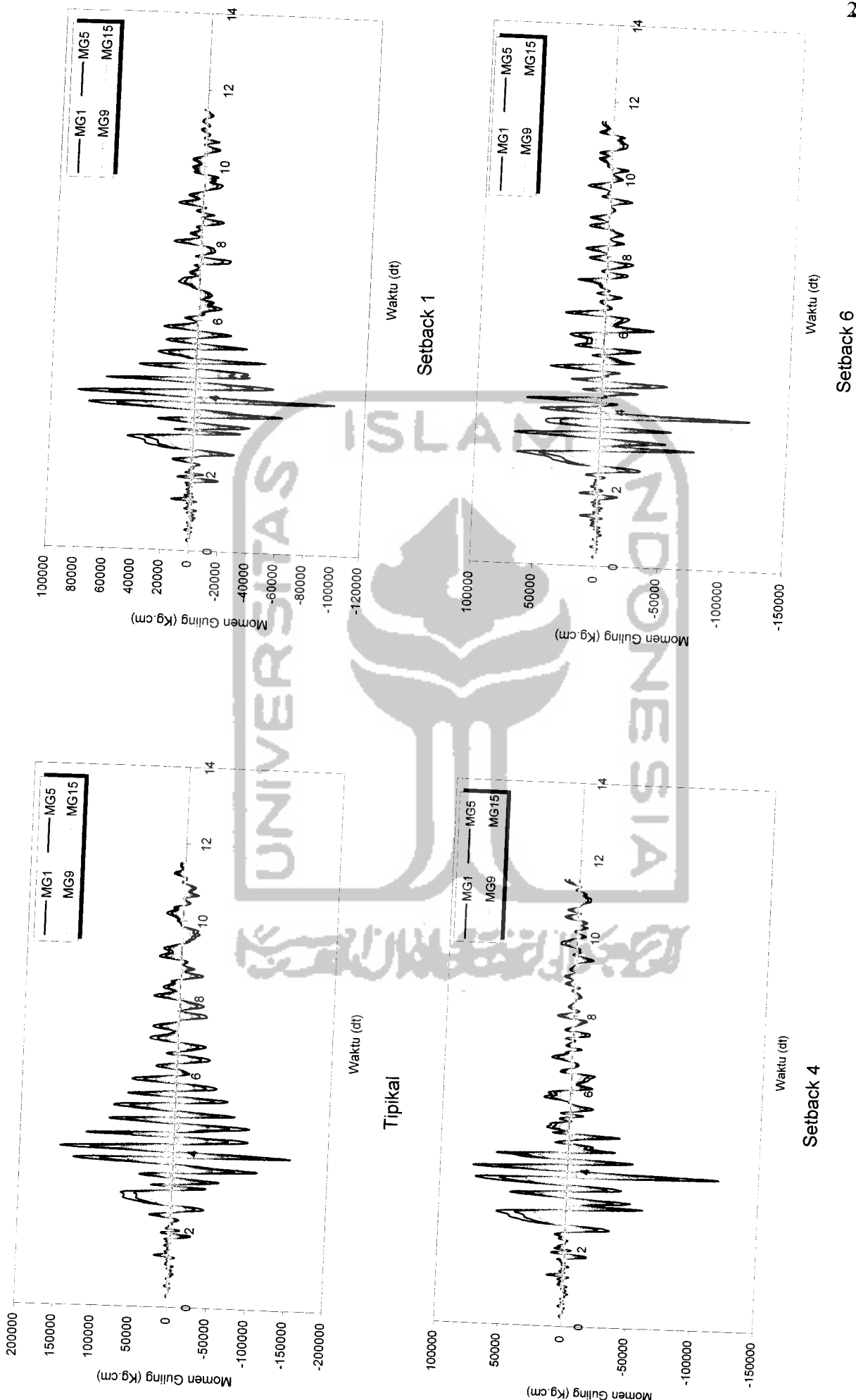
Gambar 5.142 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



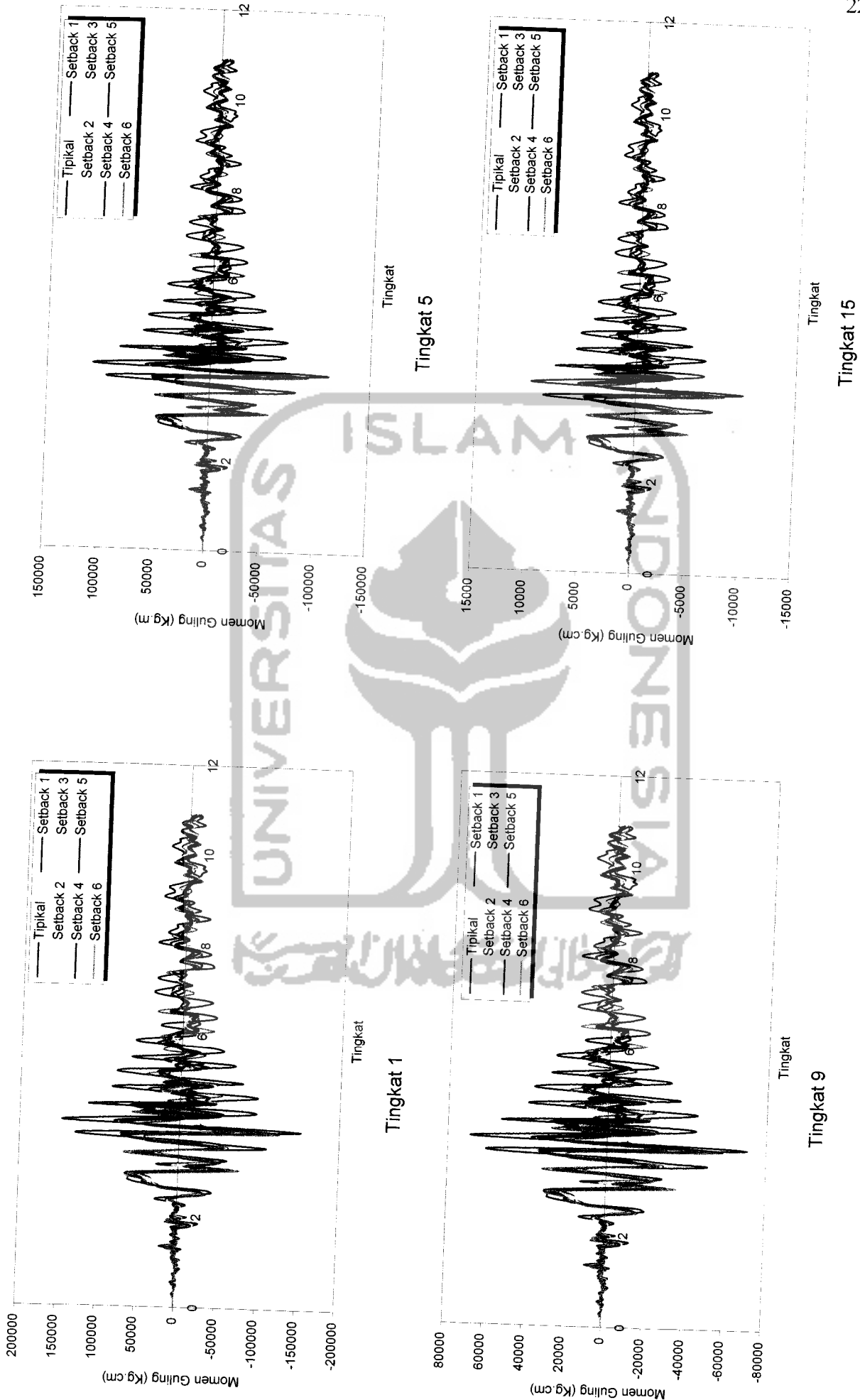
Gambar 5.143 Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro



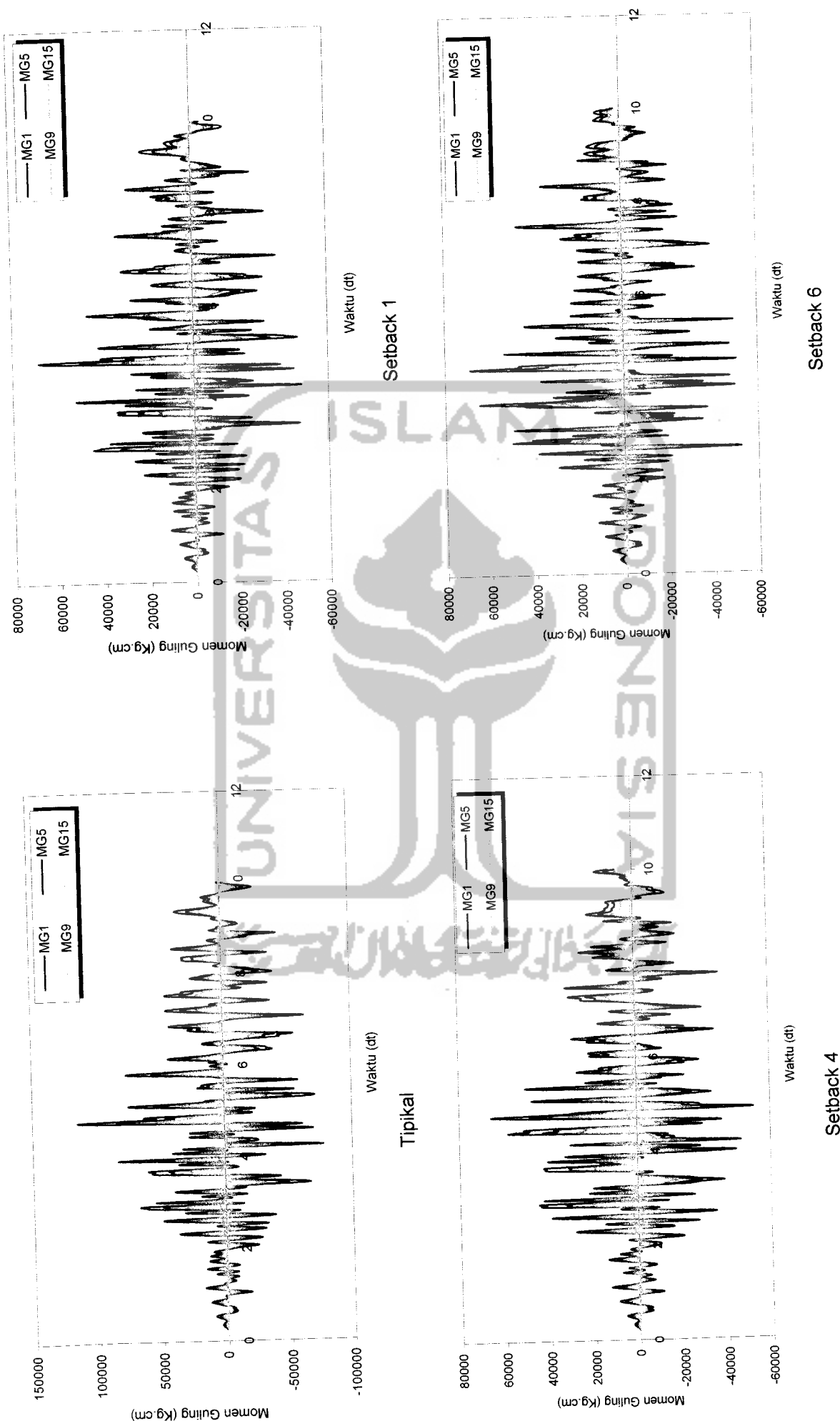
Gambar 5.144 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro



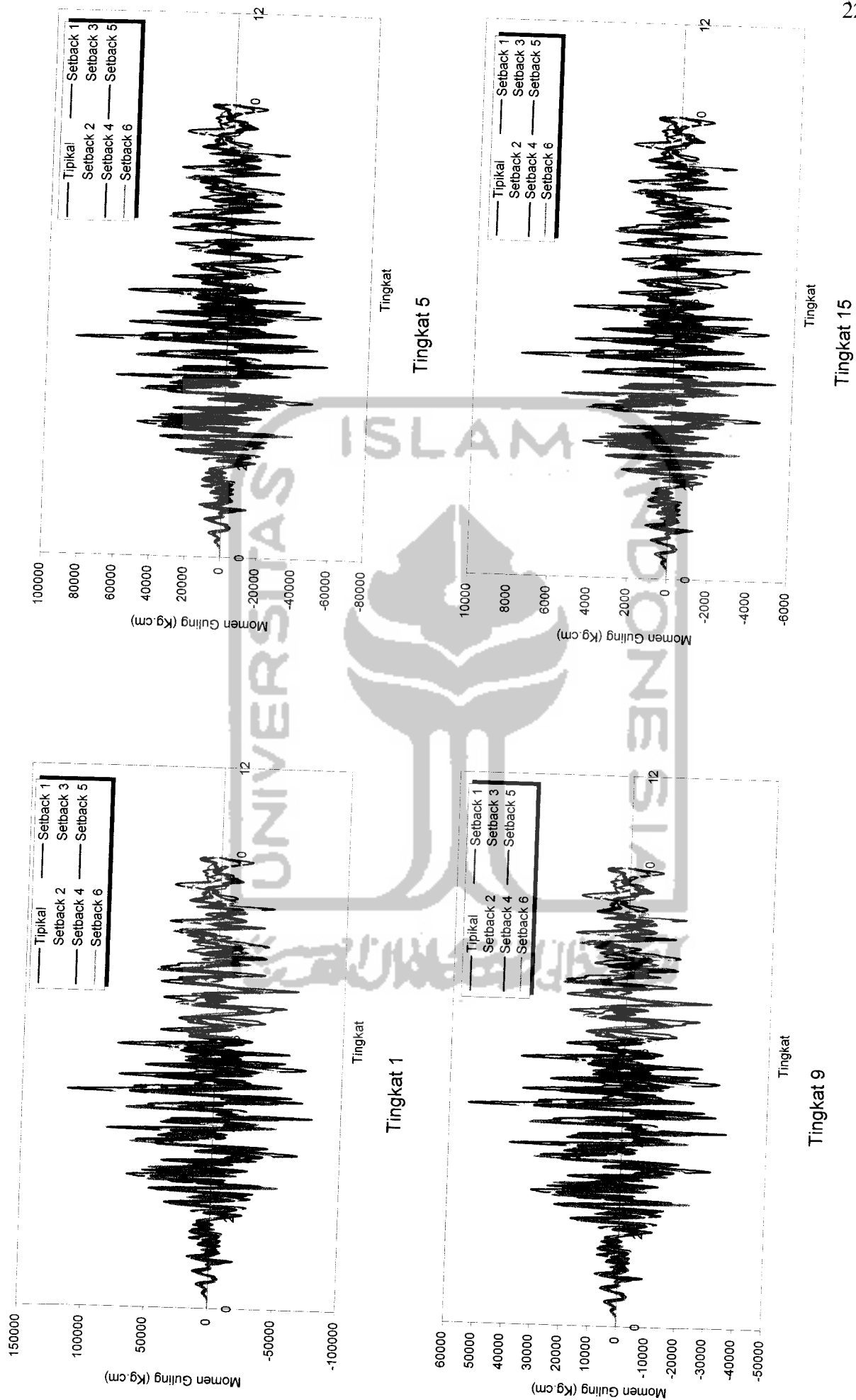
Gambar 5.145 Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy



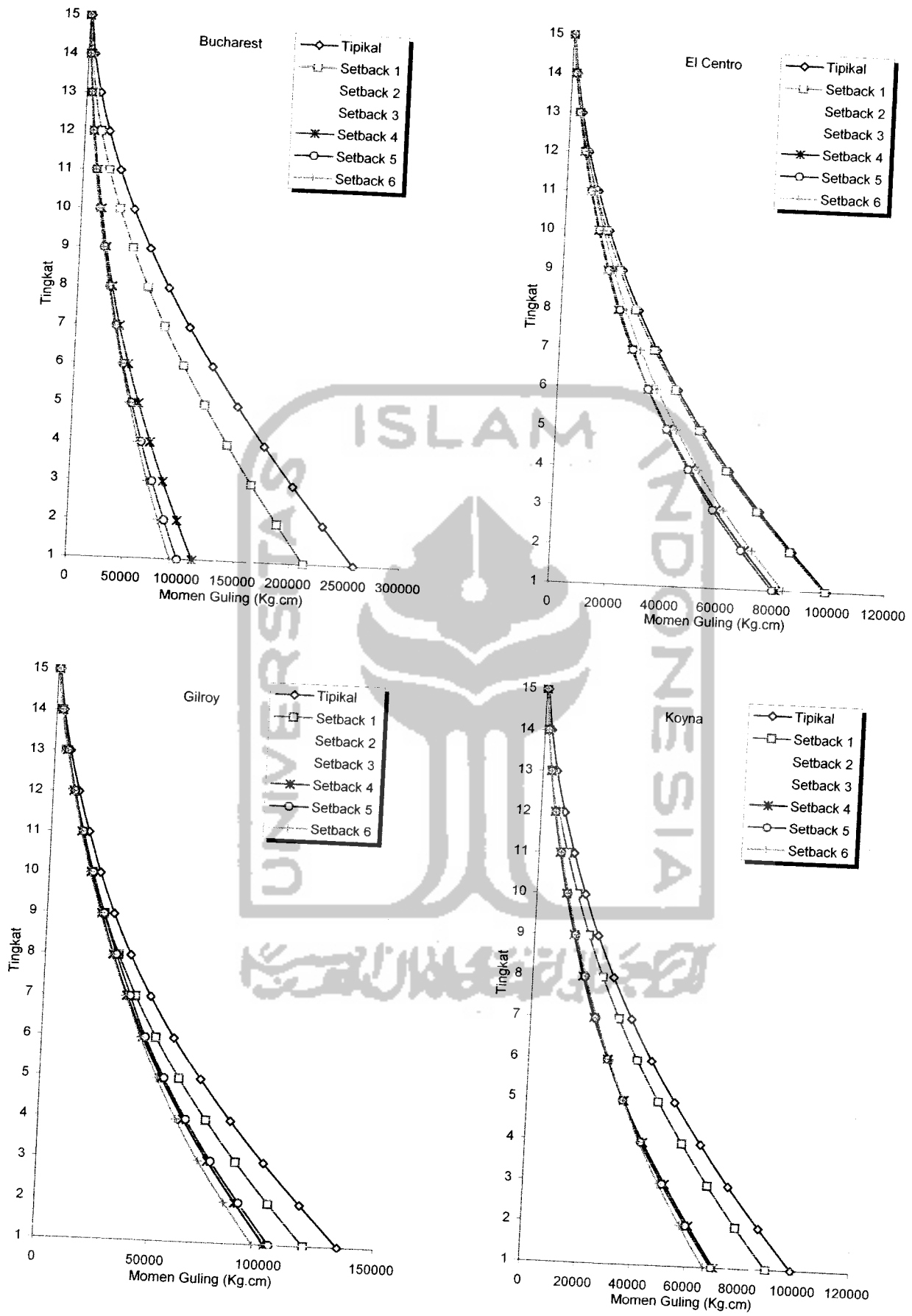
Gambar 5.146 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy



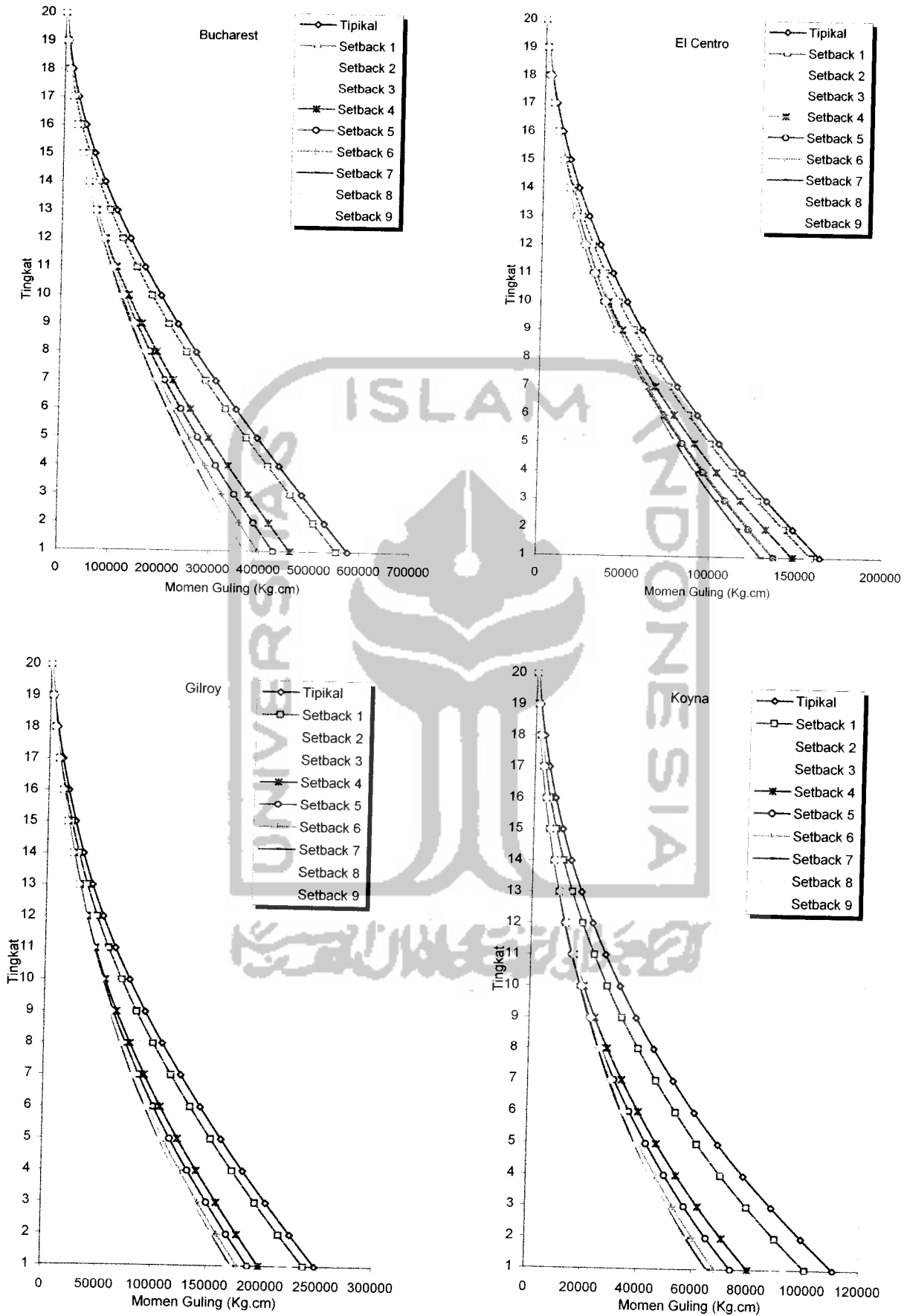
Gambar 5.147 Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.148 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.149 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat 4 Gempa



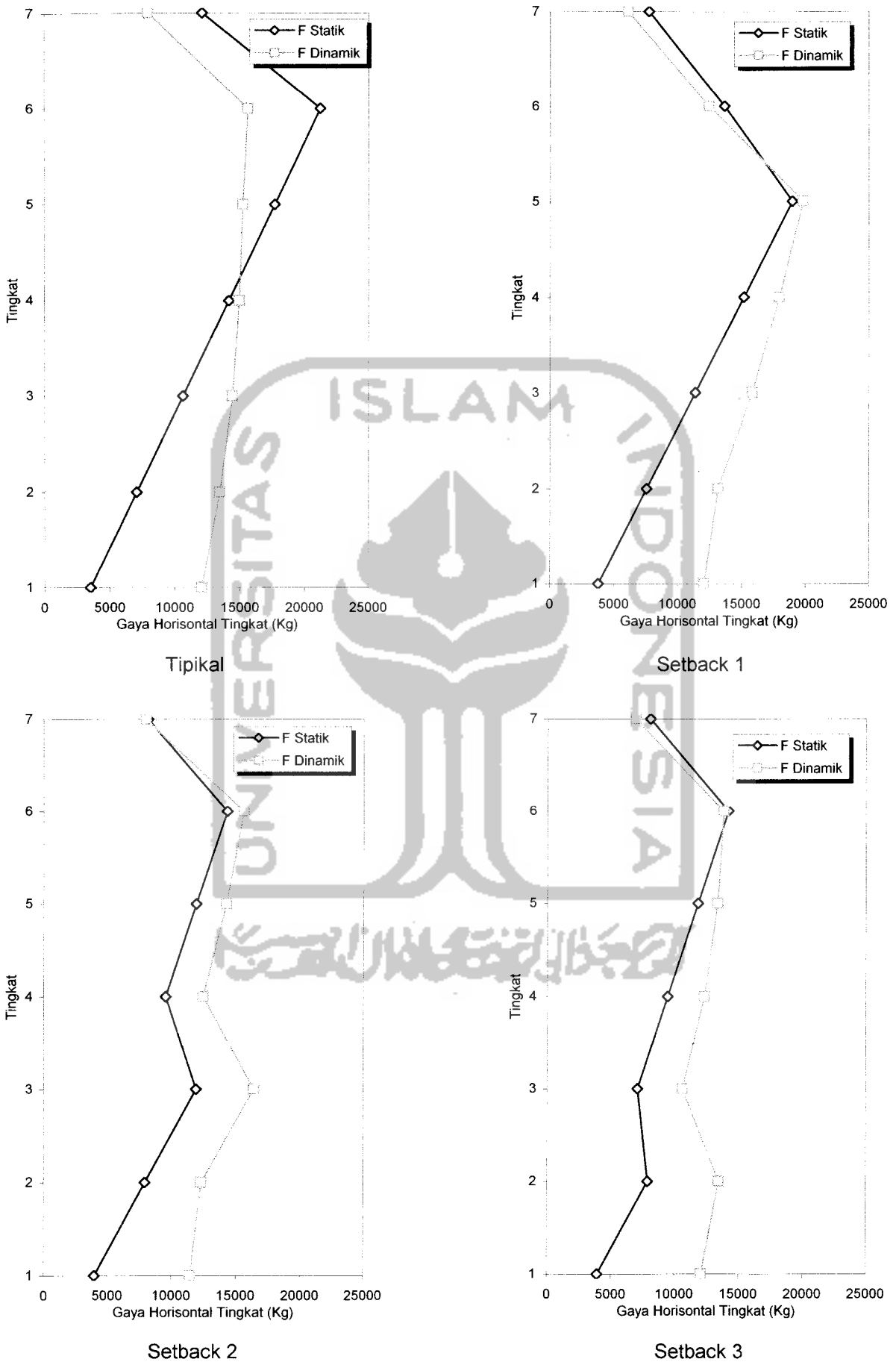
Gambar 5.150 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat 4 Gempa

5.4.7 Hasil Perbandingan Dinamik dengan Statik Ekuivalen

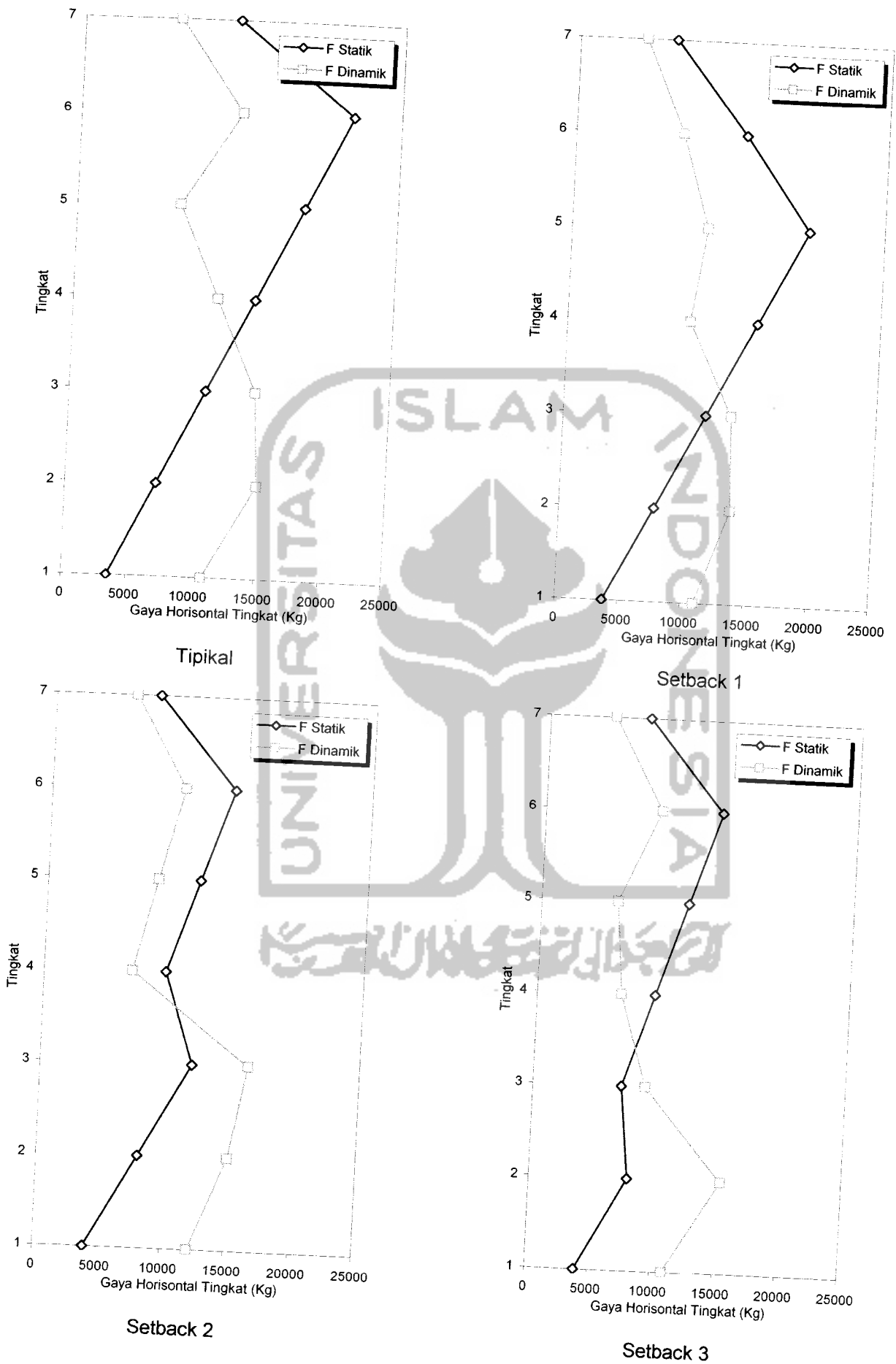
Dari program ini dapat disajikan nilai-nilai *respon dinamik* untuk struktur bangunan tingkat 7, 10, 15 dan 20. Untuk memperkuat hasil dinamik maka dibandingkan dengan statik ekuivalen yang disajikan pada Gambar 5.151 sampai dengan Gambar 5.198.

Dengan memperhatikan Gambar 5.151 sampai dengan Gambar 5.198 tersebut, maka dapat dilihat nilai perbandingan respon dinamik dan statik pada bangunan tingkat 7 akibat gempa Bucharest menunjukkan gaya horisontal tingkat respon dinamik lebih besar dari statik pada tingkat paling bawah tetapi jika ditinjau dari momen guling respon dinamik jauh lebih kecil dari statik. Hal ini disebabkan karena struktur bangunan tingkat 7 merupakan bangunan yang relatif kaku (frekuensi tinggi) jika dibebani gempa berfrekuensi rendah (Bucharest) maka responnya kecil. Berbeda dengan gempa Koyna yang mempunyai frekuensi tinggi sehingga pada struktur bangunan kaku akan mempunyai nilai respon dinamik yang cukup besar.

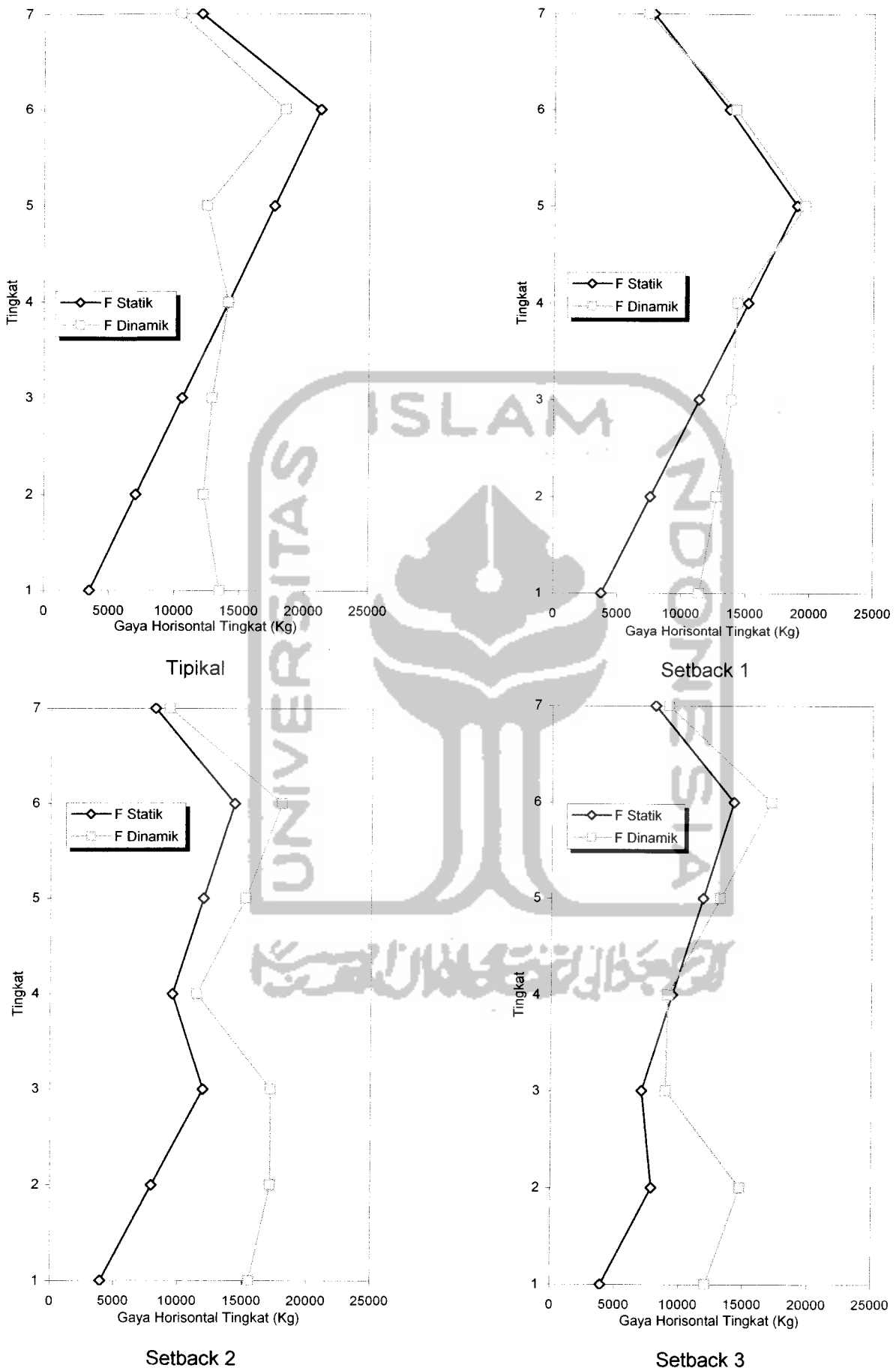
Bangunan tingkat 10, 15 dan 20 merupakan bangunan yang fleksibel (frekuensi rendah) jika ditinjau dari momen guling perhitungan secara statik ekuivalen cenderung tidak aman karena jauh lebih besar dari perhitungan secara dinamik. Sehingga pengaruh dinamik lebih dominan pada bangunan tinggi. Sebaliknya, pada bangunan tingkat rendah perhitungan secara statik akan lebih besar dari dinamik.



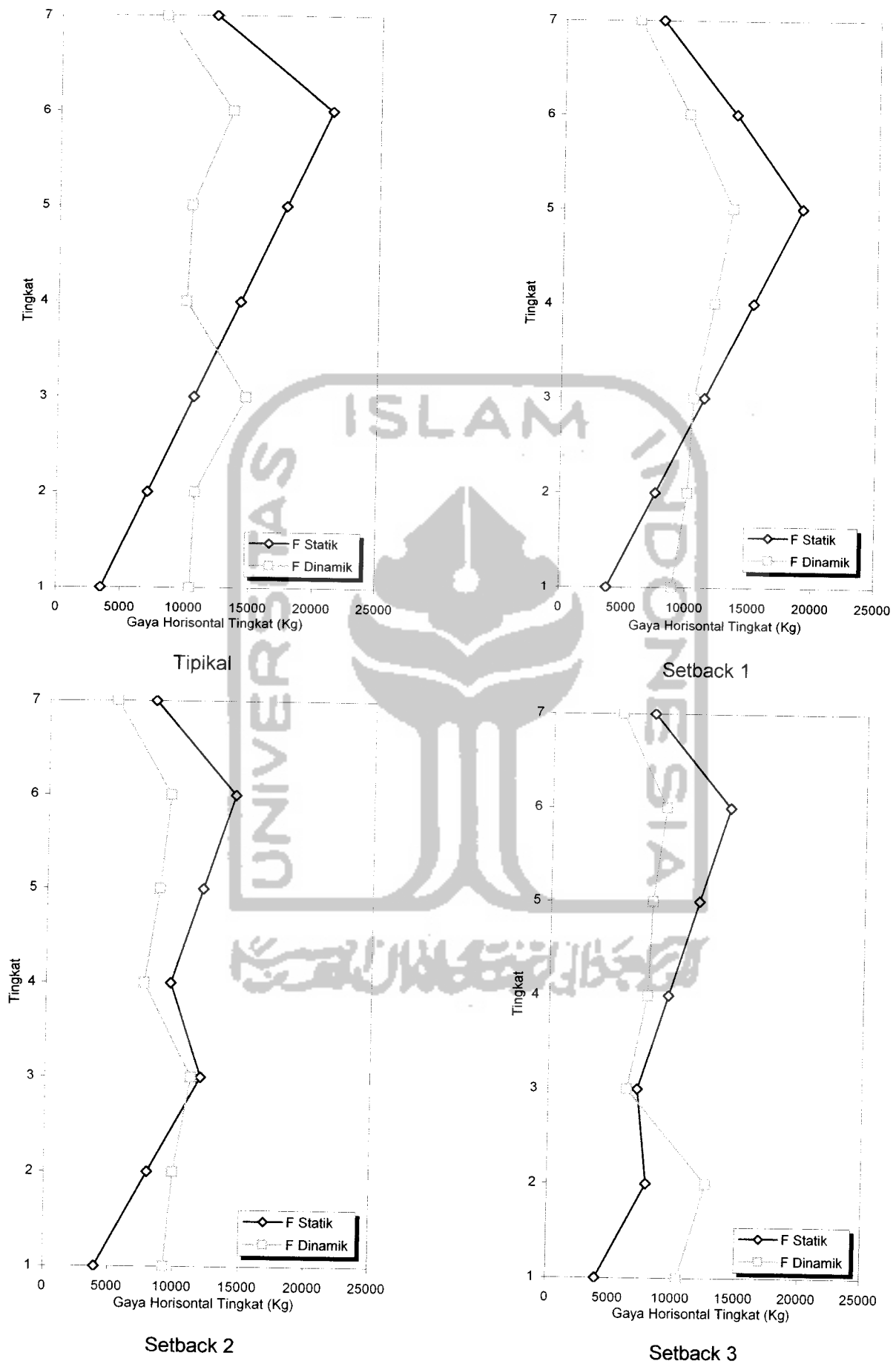
Gambar 5.151 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



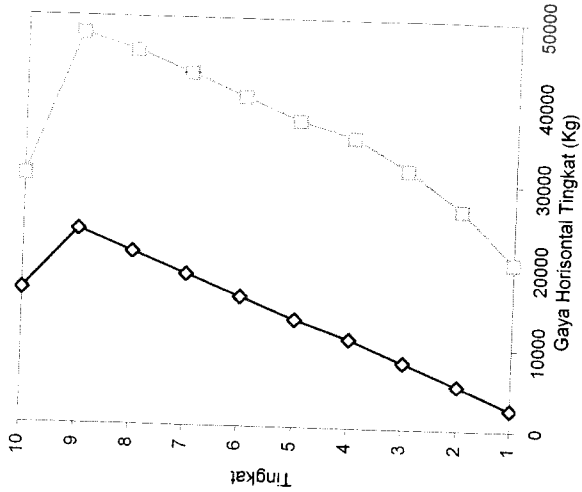
Gambar 5.152 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa El Centro



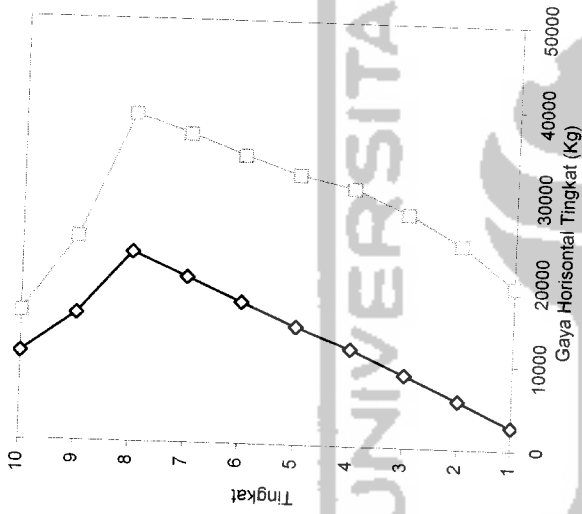
Gambar 5.153 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



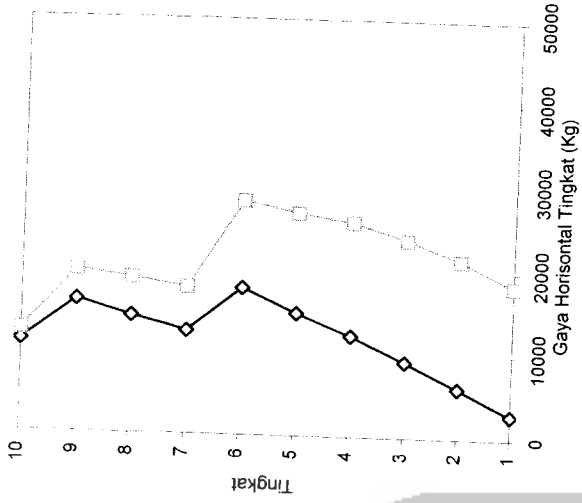
Gambar 5.154 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



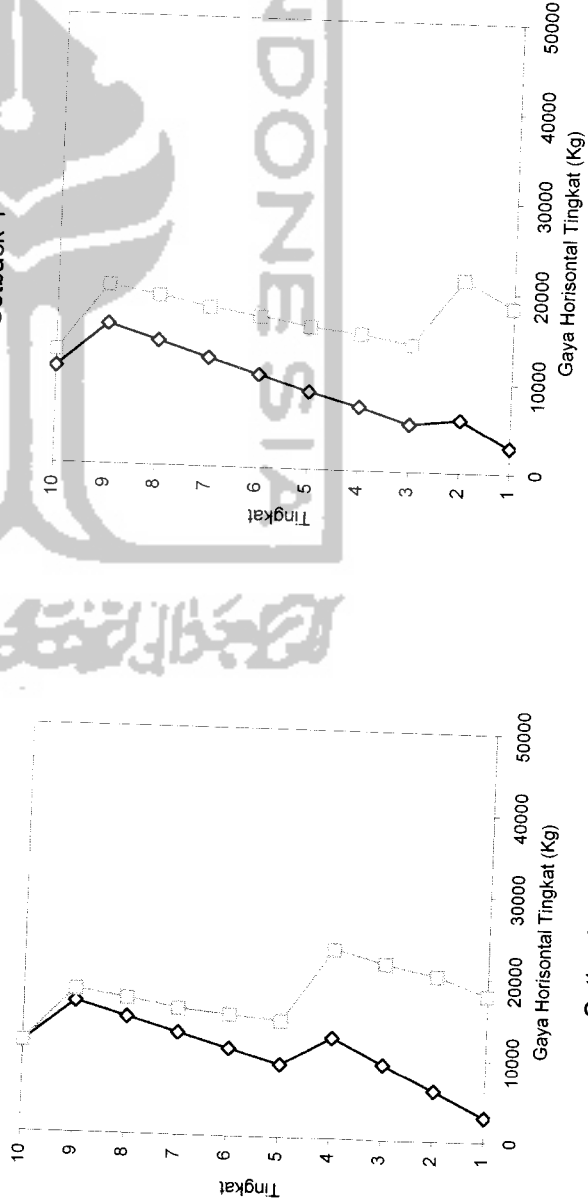
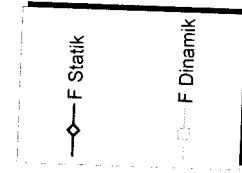
Tipikal



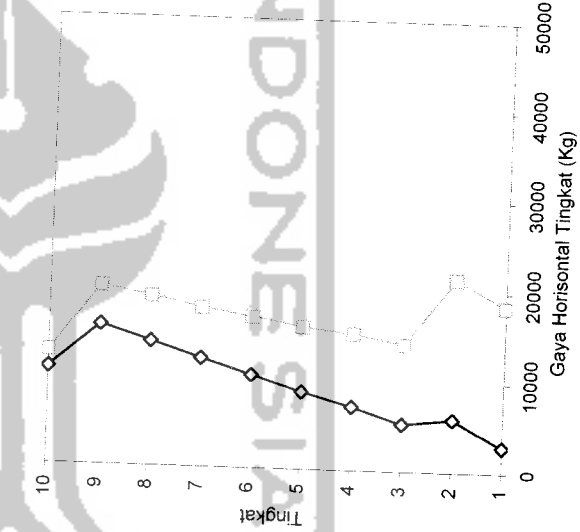
Setback 1



Setback 2

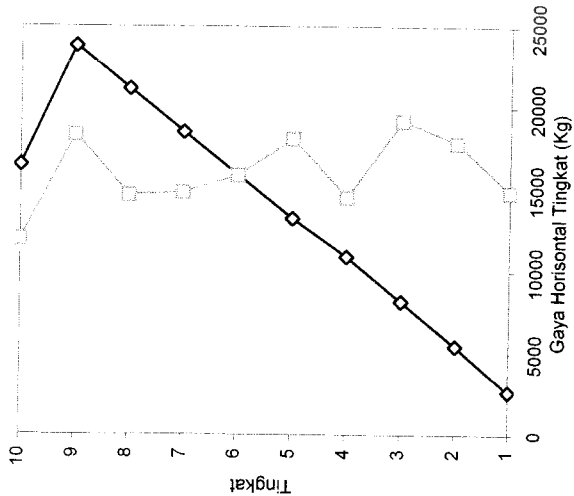


Setback 3

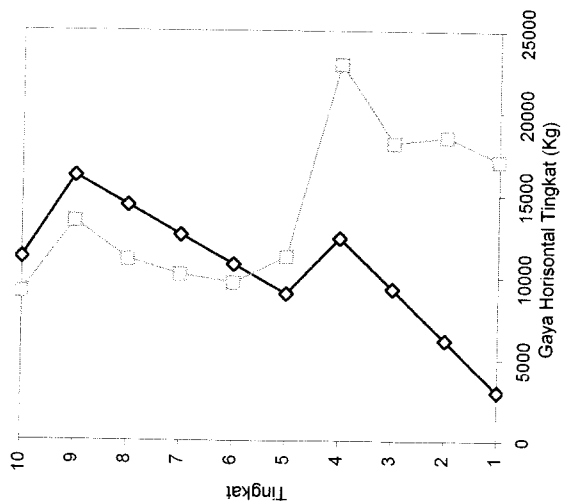


Setback 4

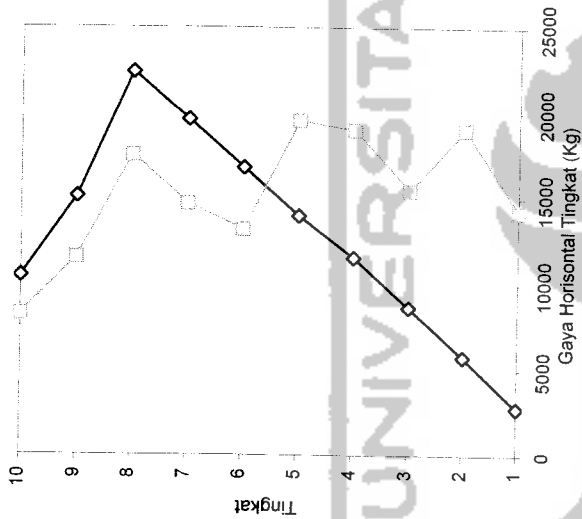
Gambar 5.155 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



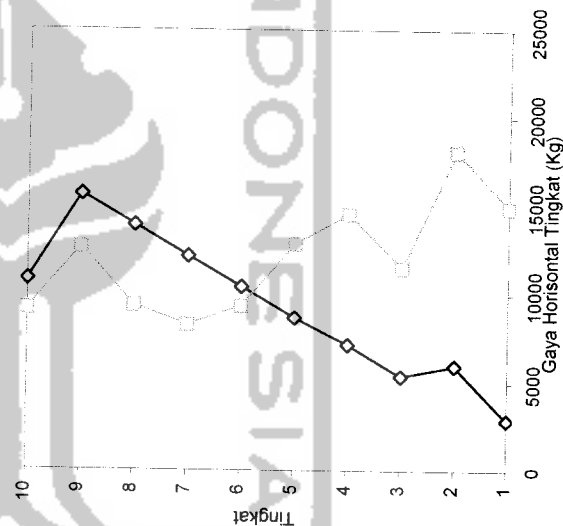
Tipikal



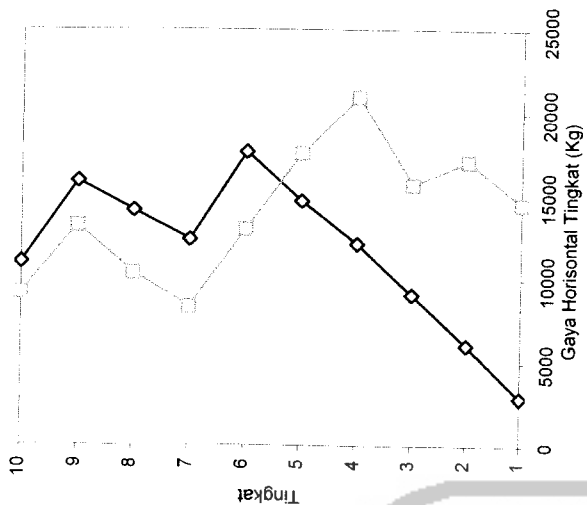
Setback 3



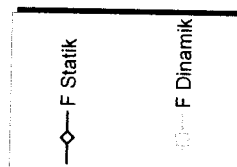
Setback 1



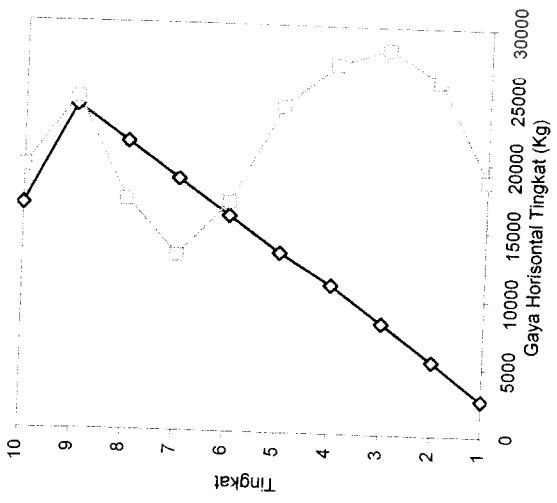
Setback 4



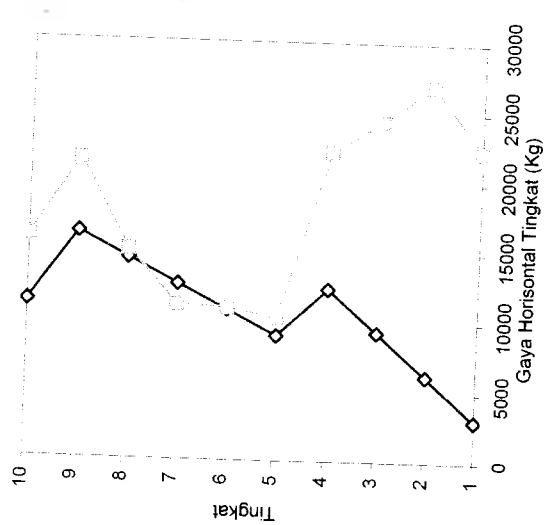
Setback 2



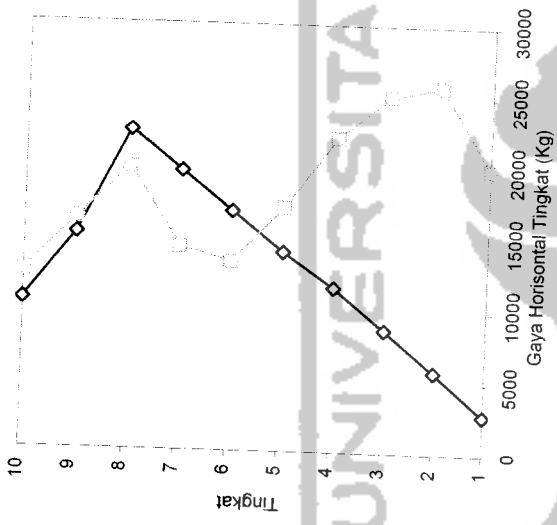
Gambar 5.156 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro



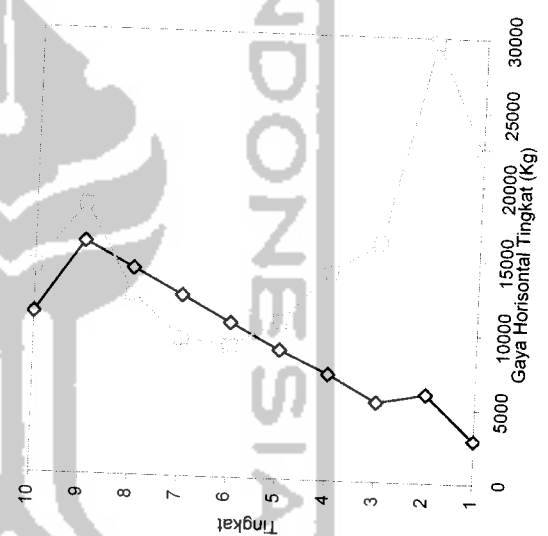
Tipikal



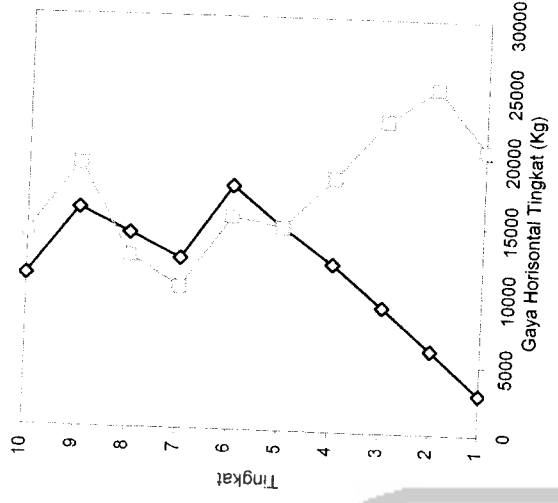
Setback 3



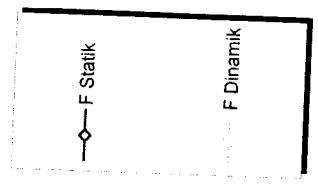
Setback 1



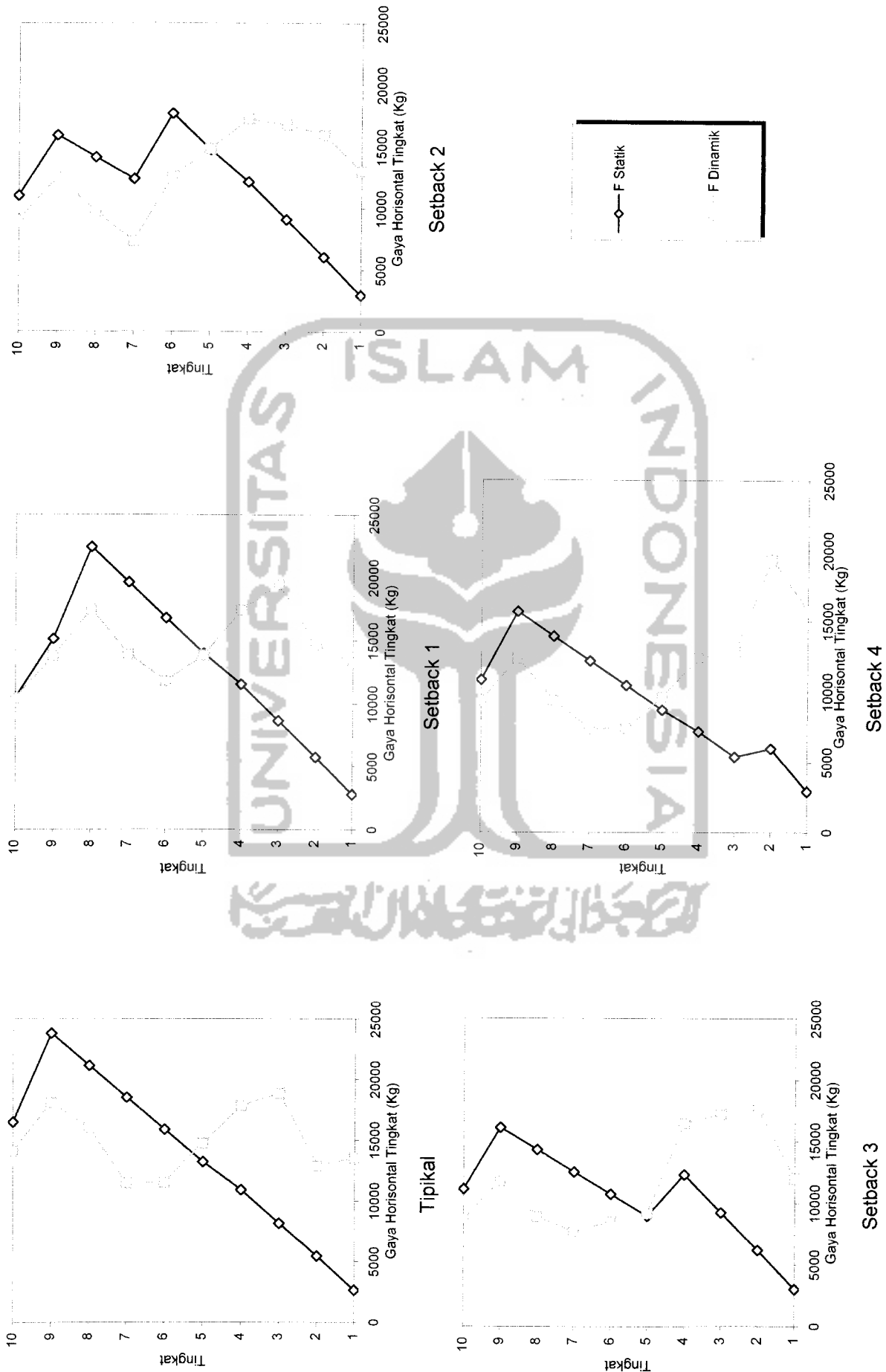
Setback 4



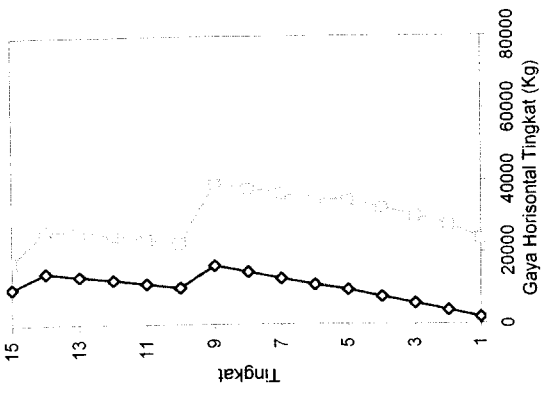
Setback 2



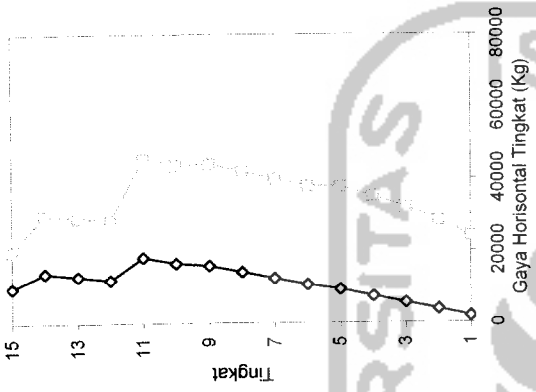
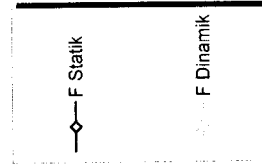
Gambar 5.157 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy



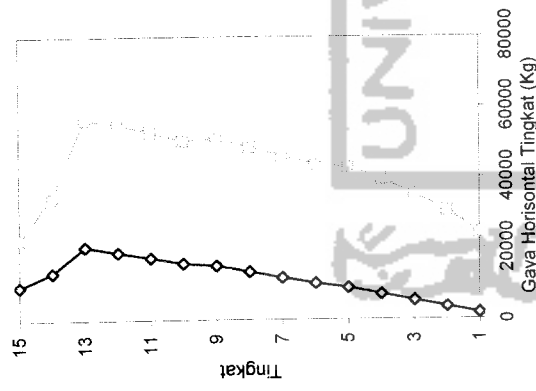
Gambar 5.158 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



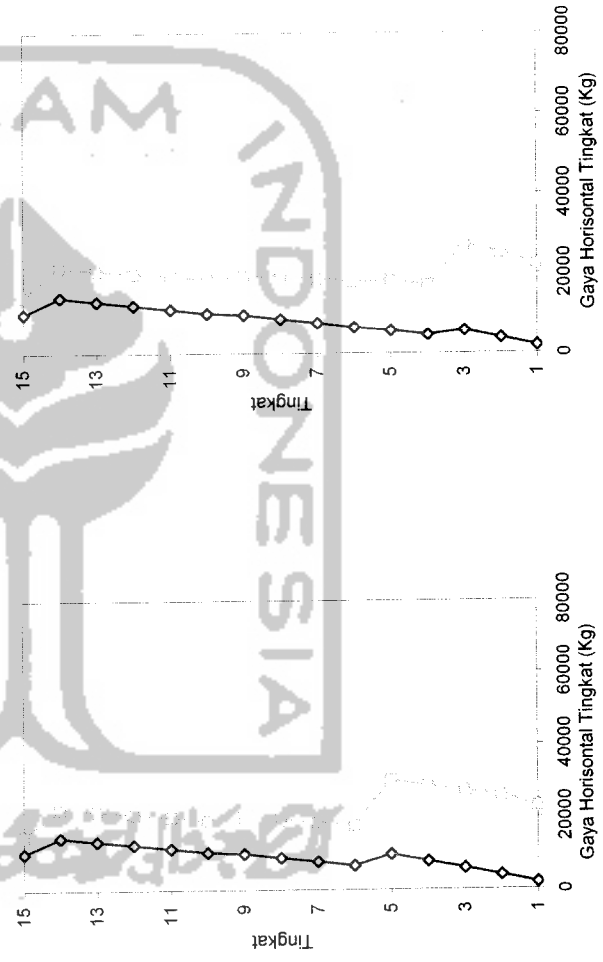
Setback 3



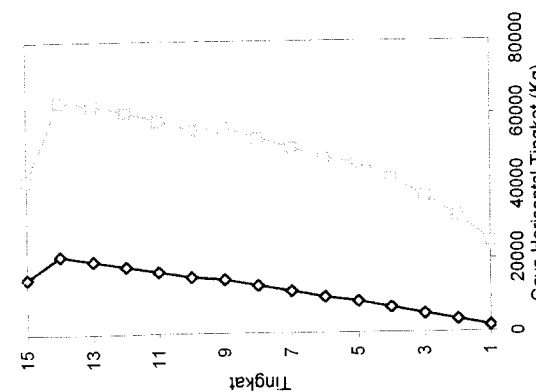
Setback 2



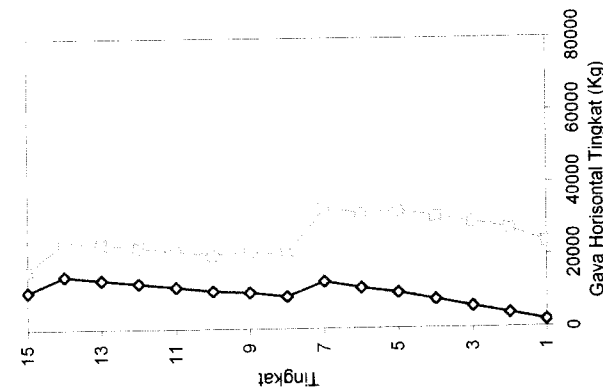
Setback 1



Setback 6



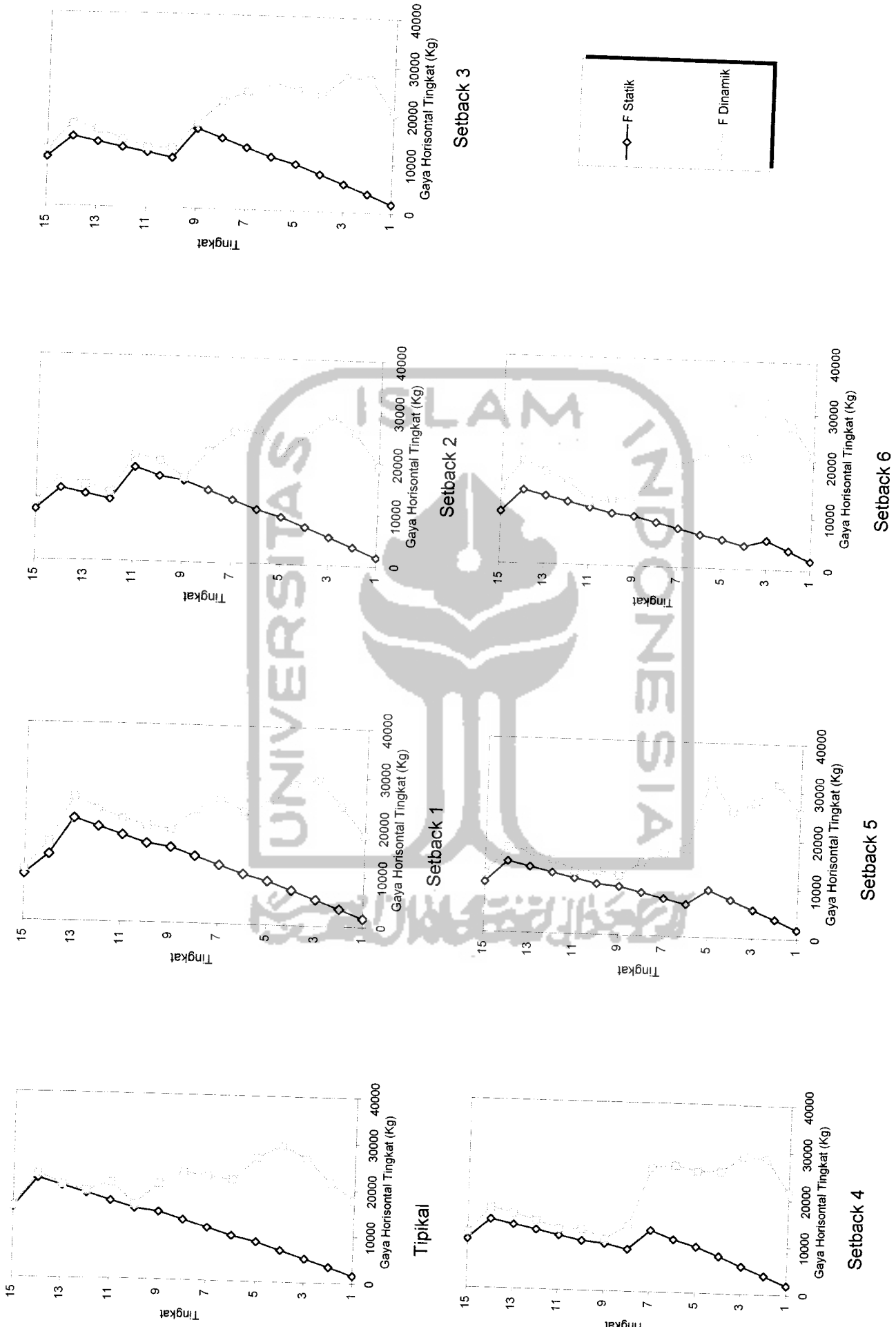
Tipikal



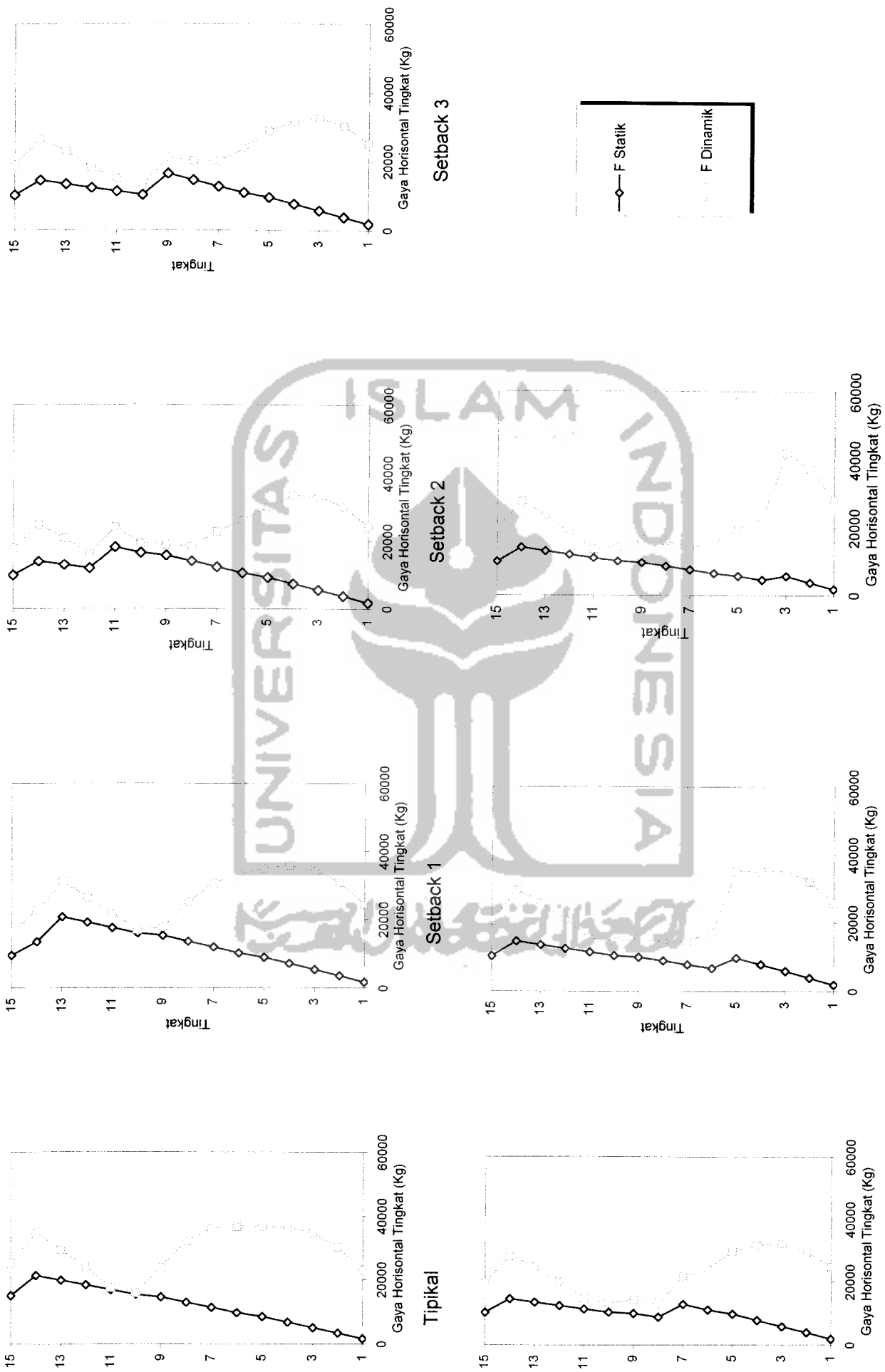
Setback 4

Setback 5

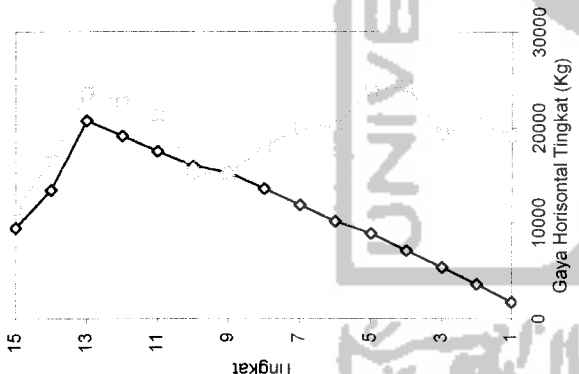
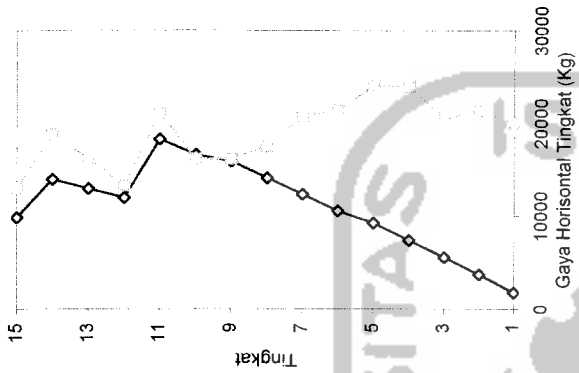
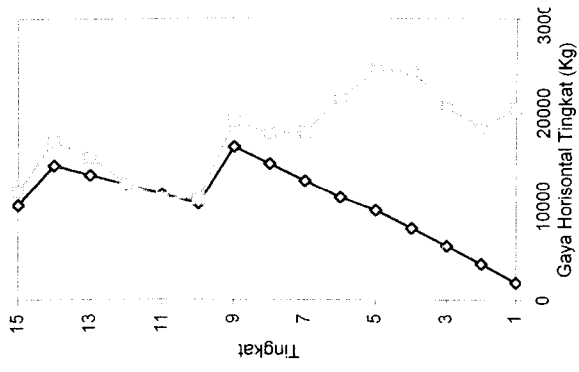
Gambar 5.159 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



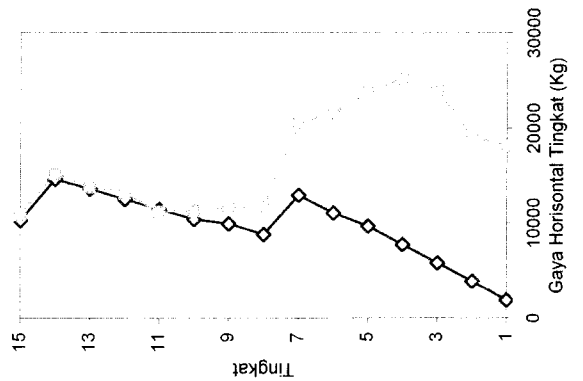
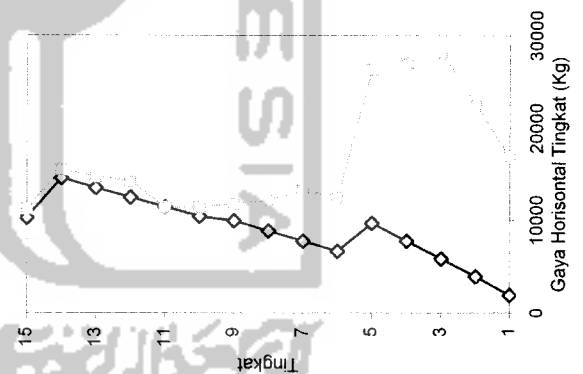
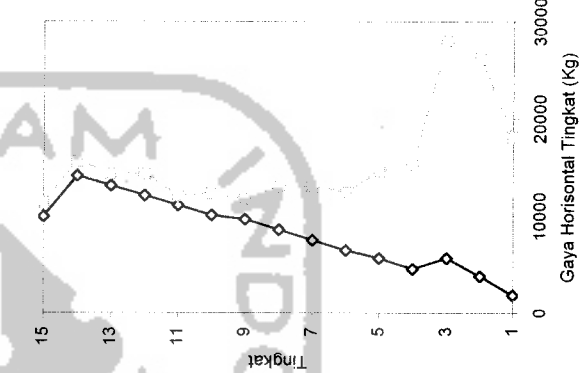
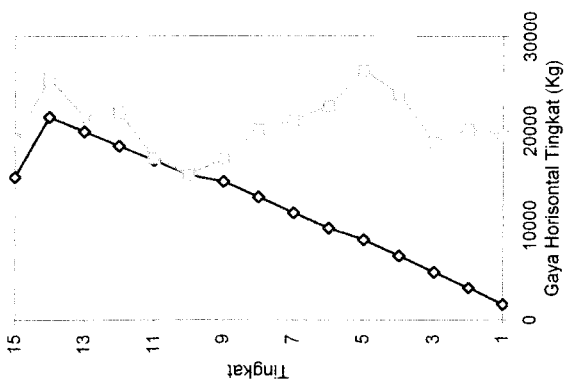
Gambar 5.160 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro



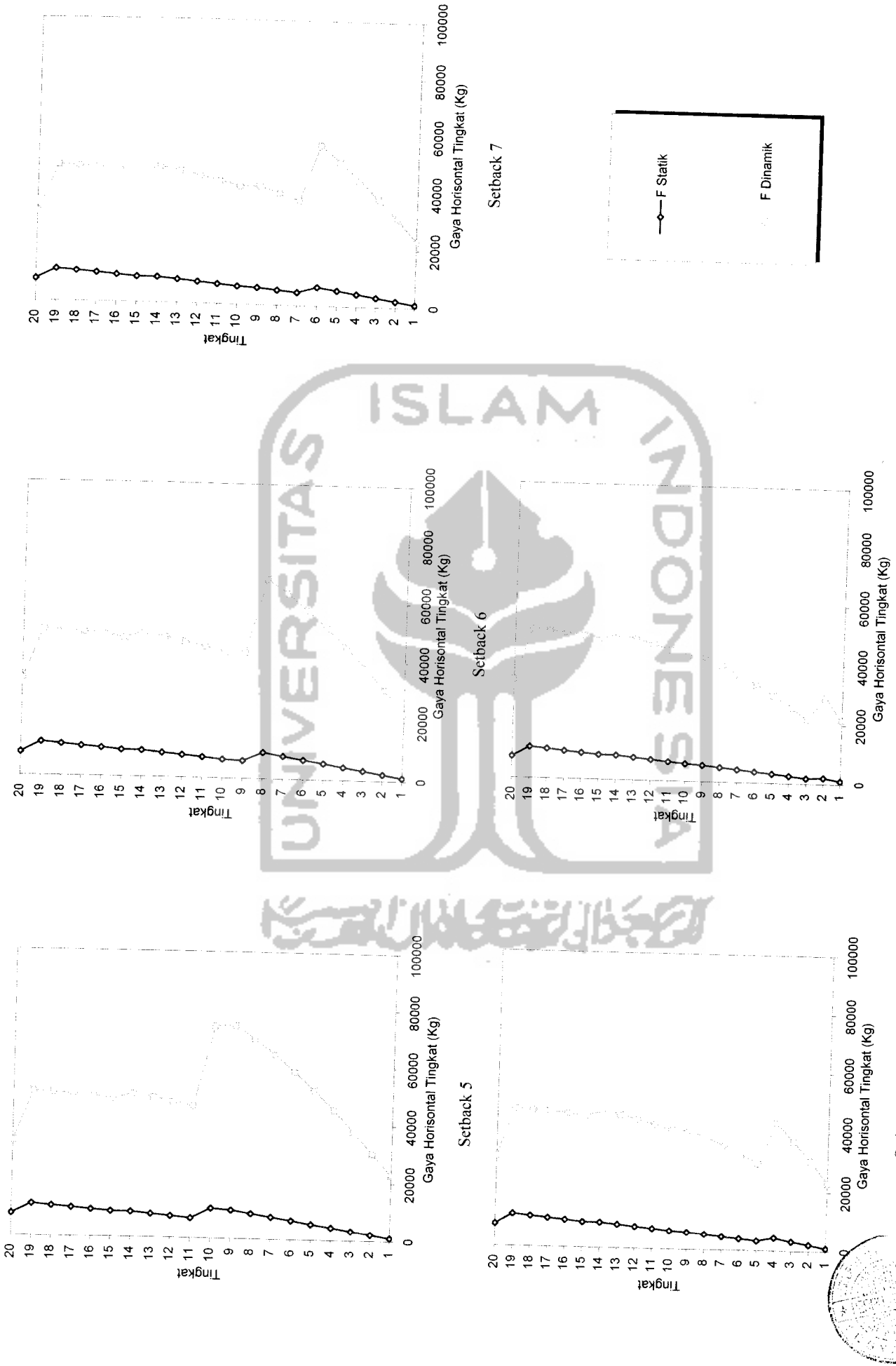
Gambar 5.161 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy



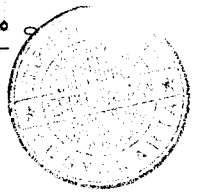
Tipikal

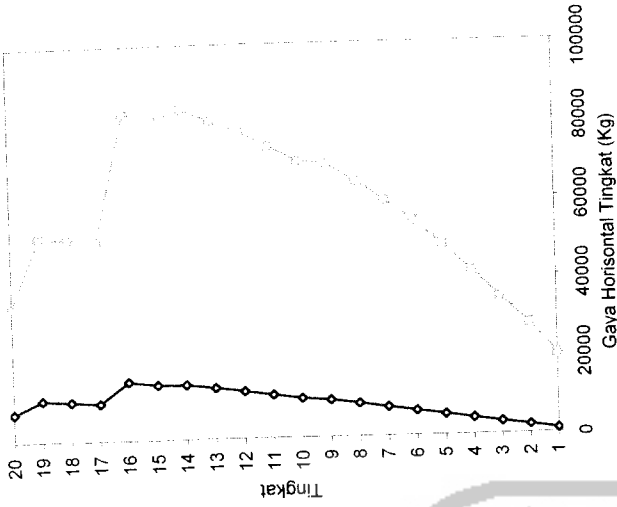


Gambar 5.162 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna

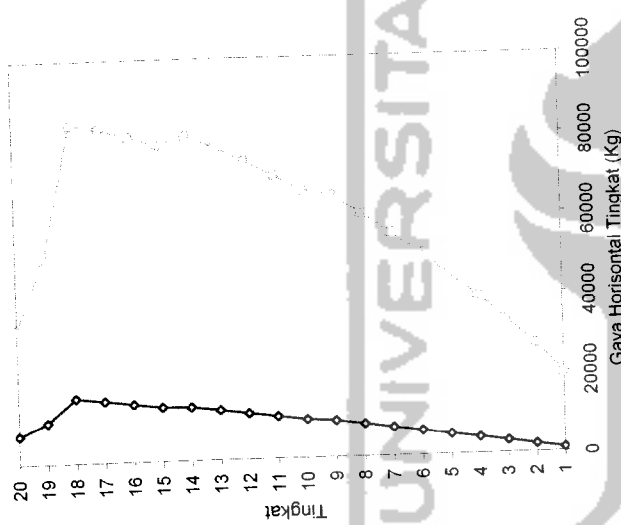
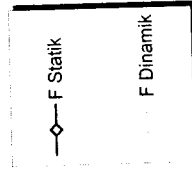


Gambar 5.163 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Bucharest

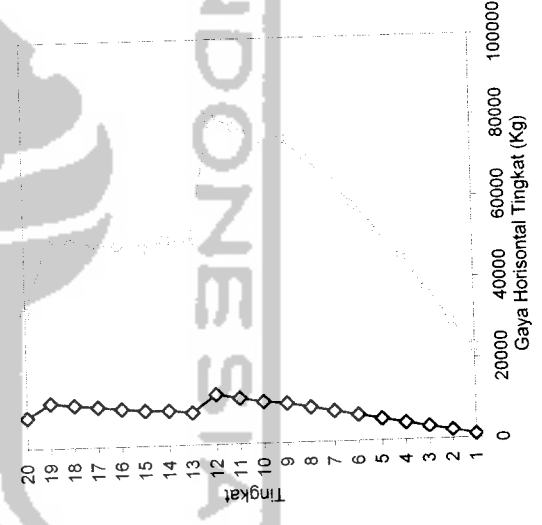




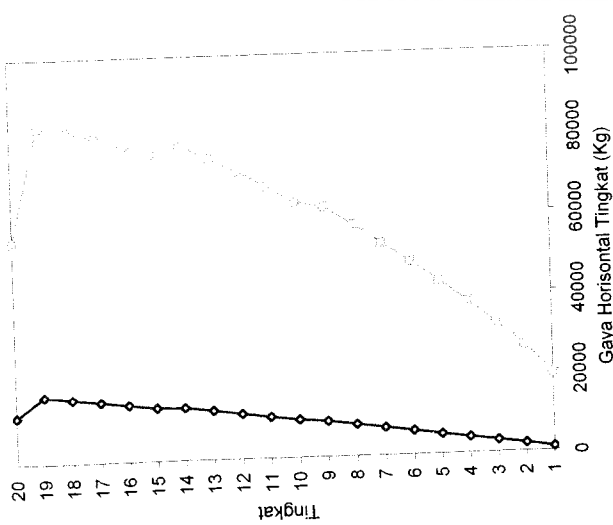
Setback 2



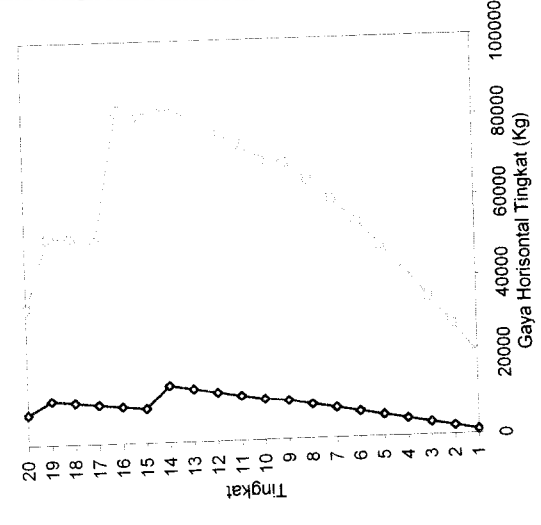
Setback 1



Setback 4

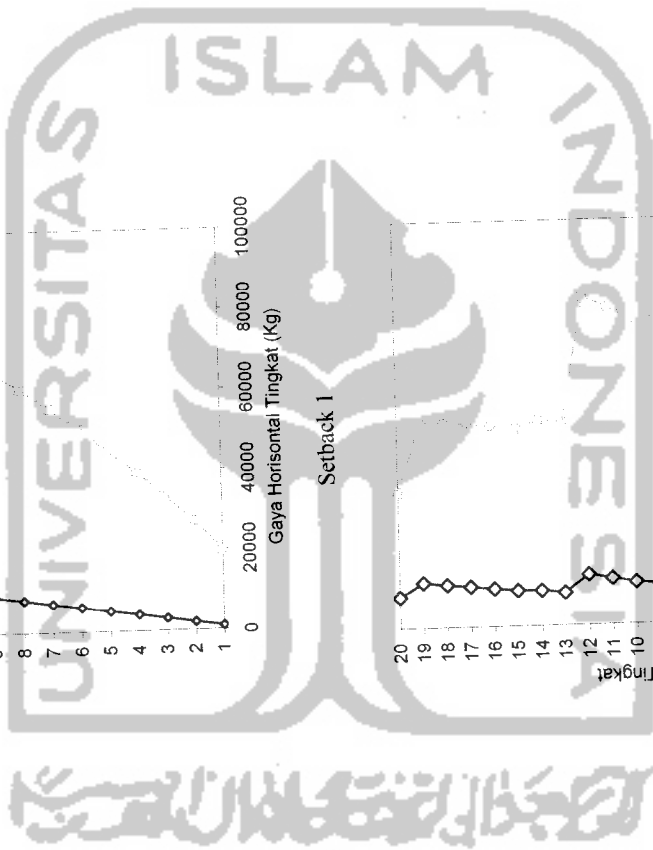


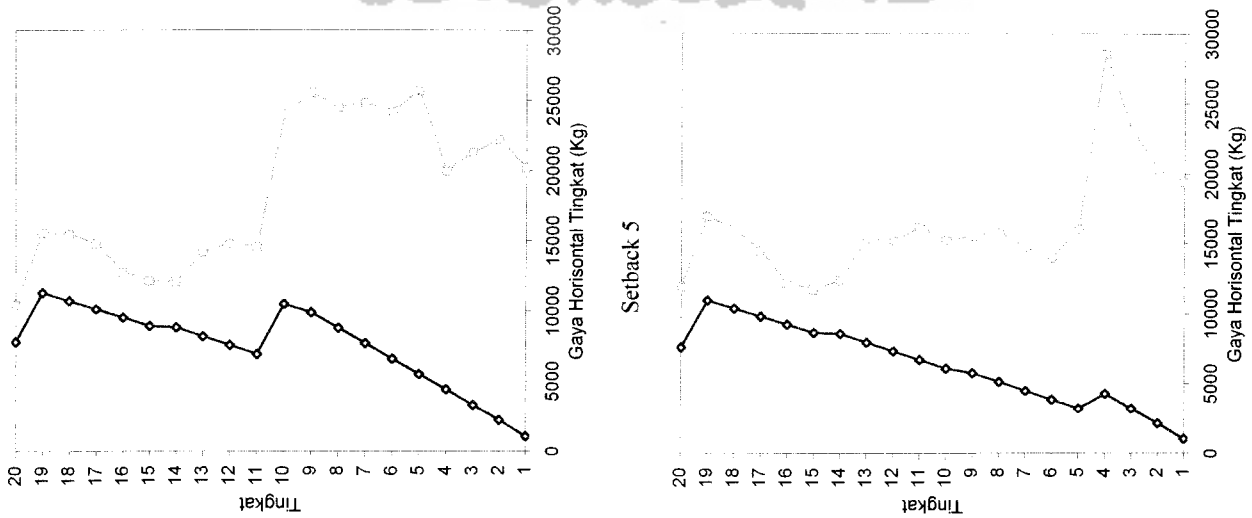
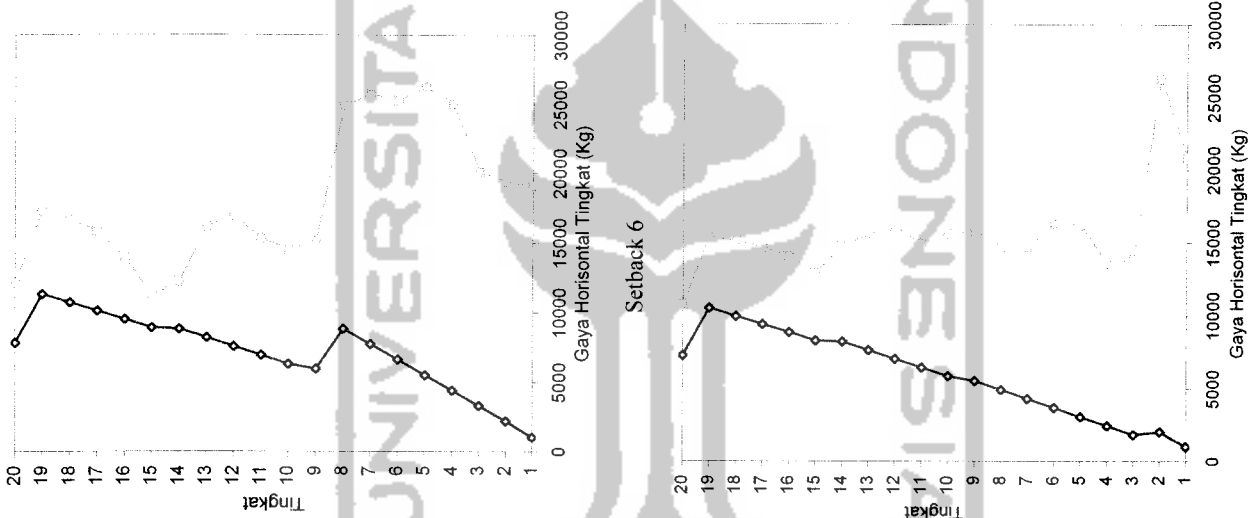
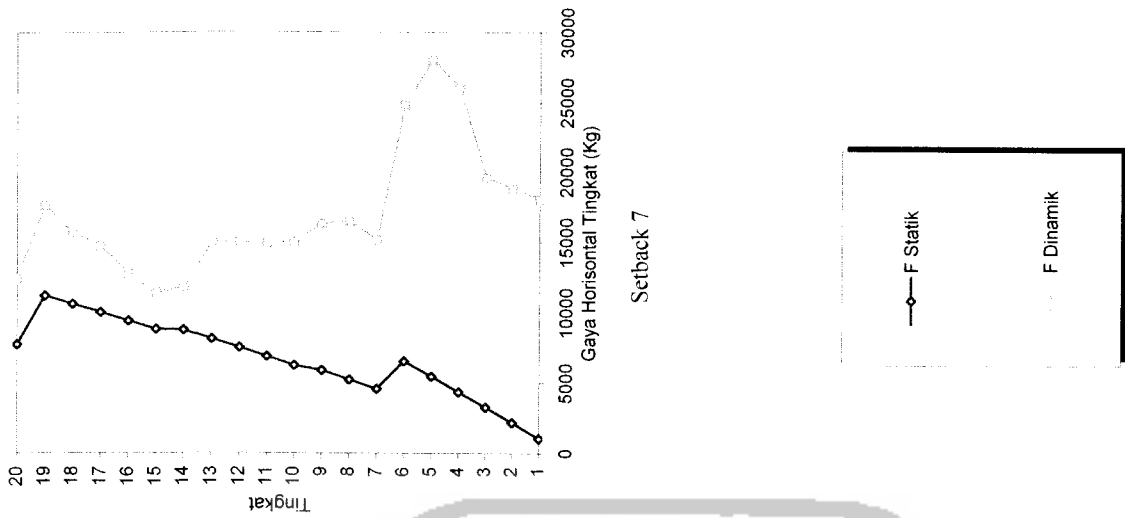
Tipikal



Setback 3

Gambar 5.163 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Bucharest

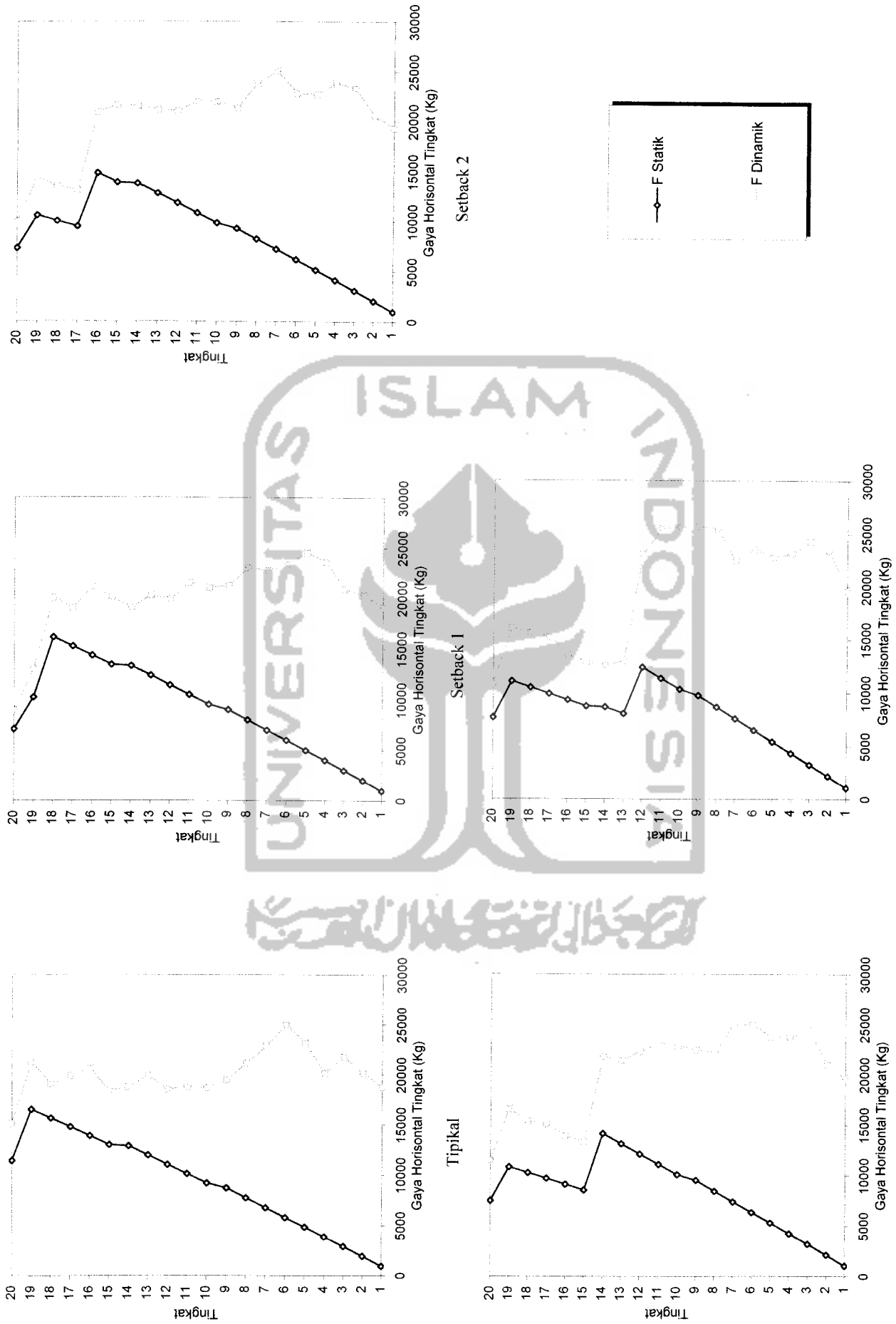




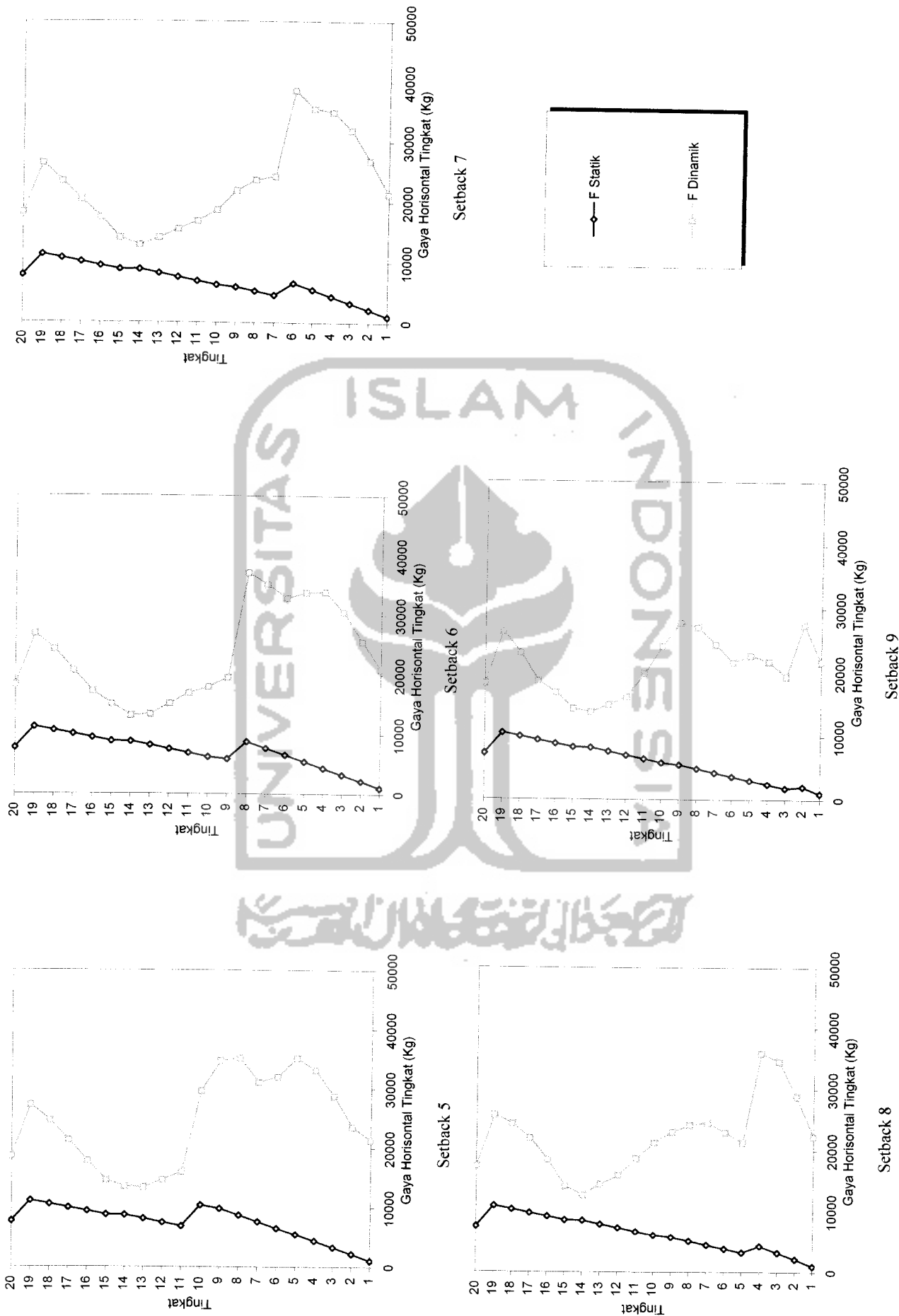
Setback 8

Setback 9

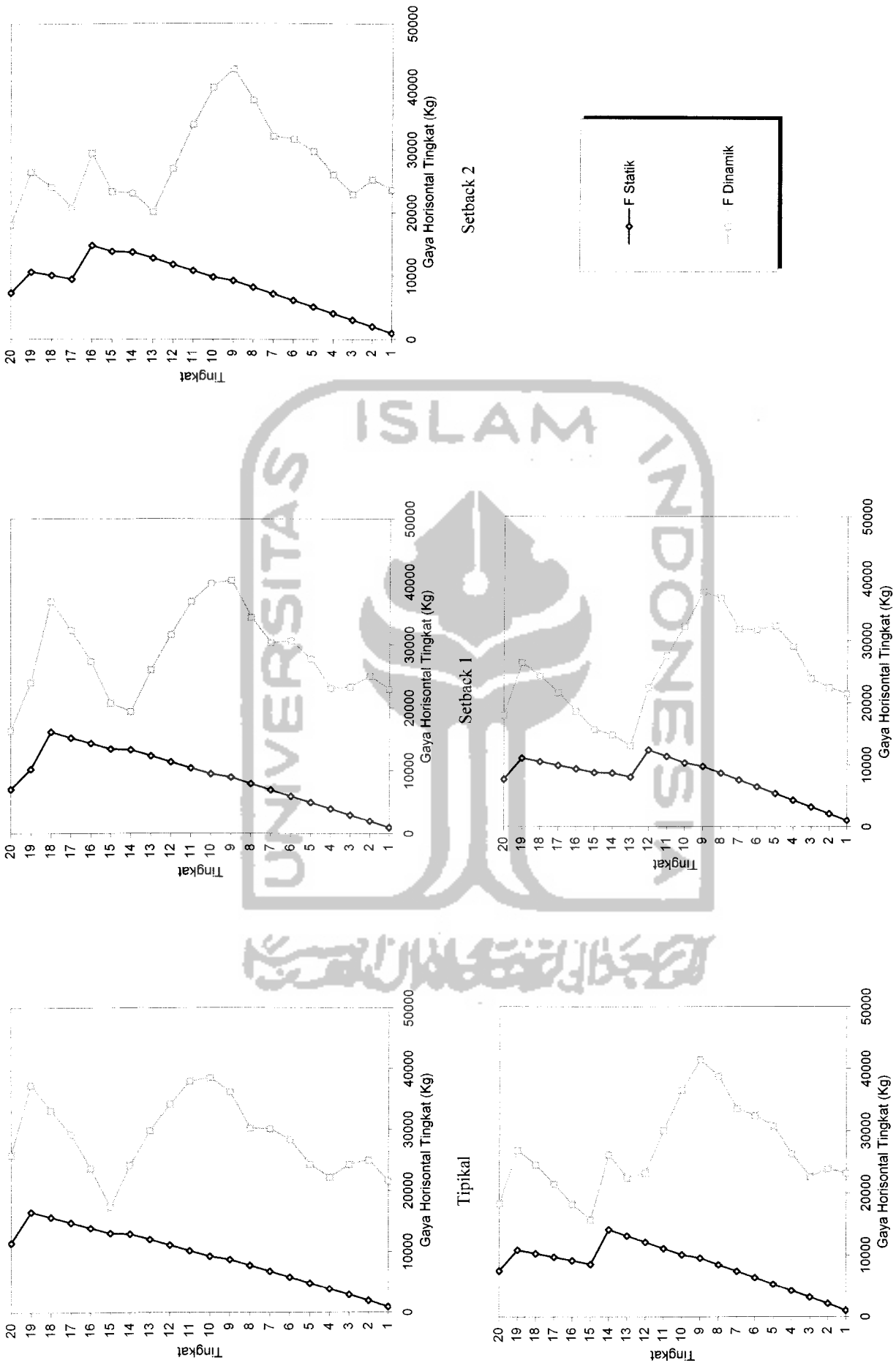
Gambar 5.164 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa El Centro



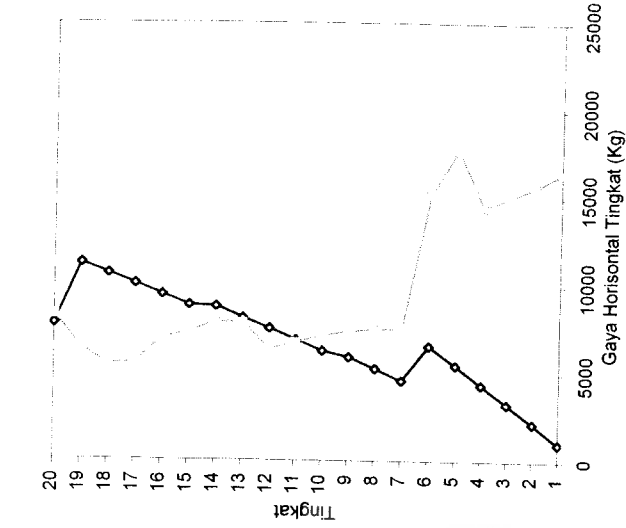
Gambar 5.164 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa El Centro



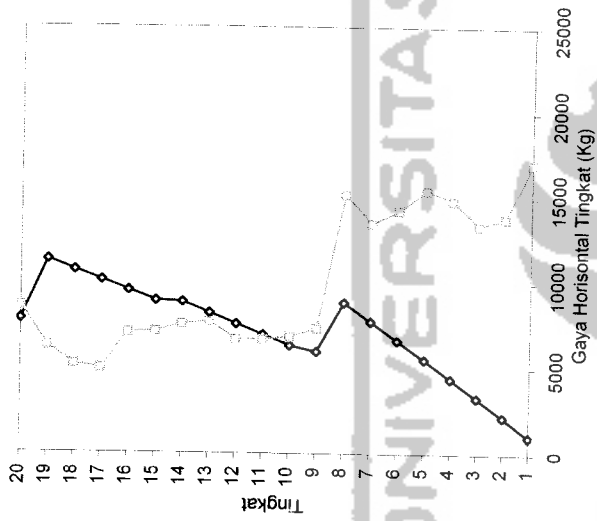
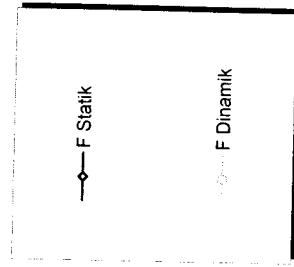
Gambar 5.165 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Gilroy



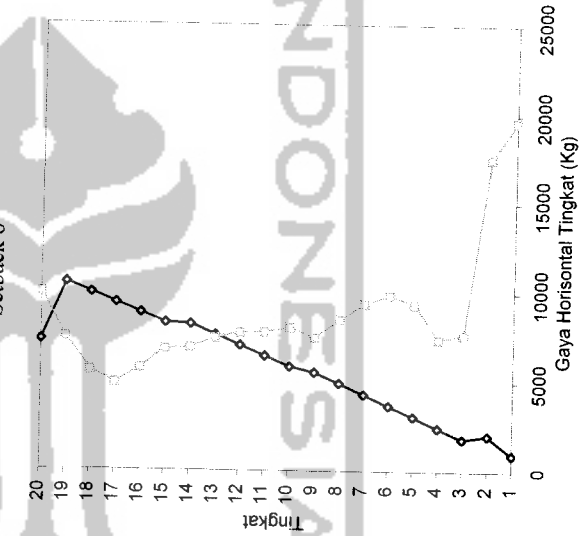
Gambar 5.165 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Gilroy



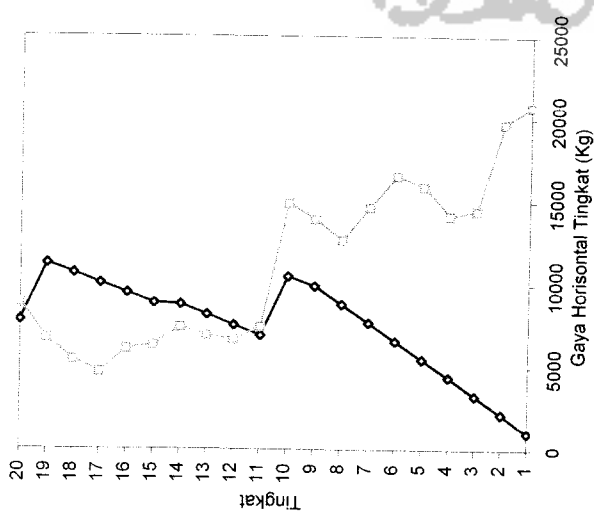
Setback 7



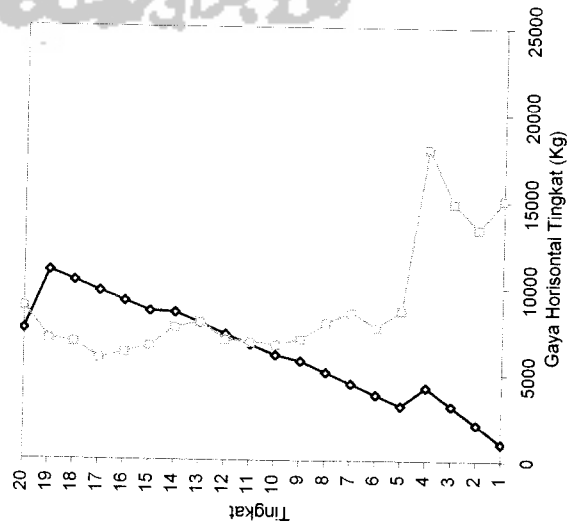
Setback 6



Setback 9

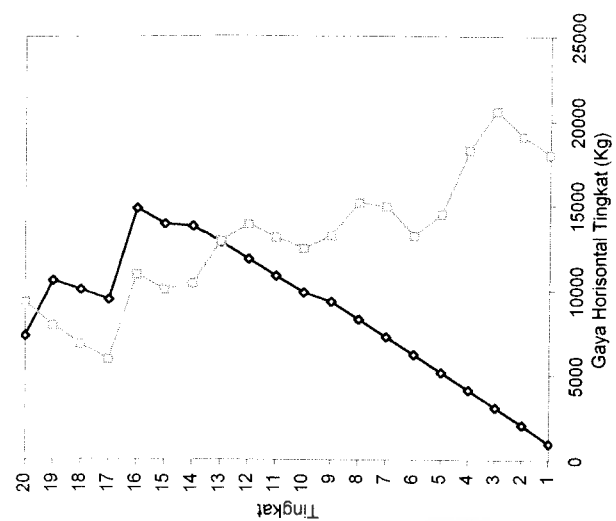


Setback 5

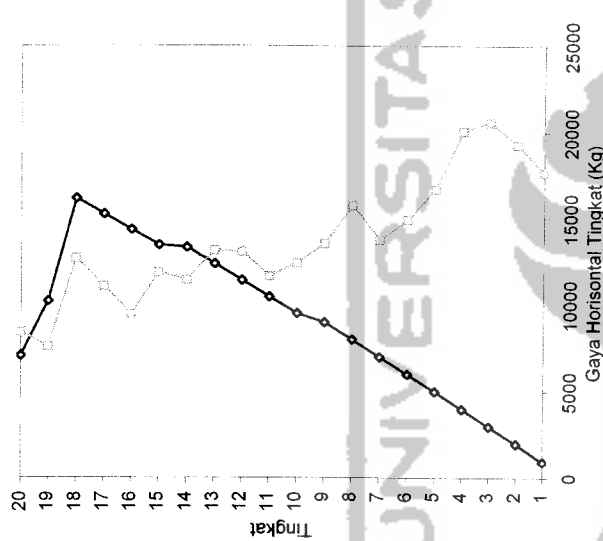
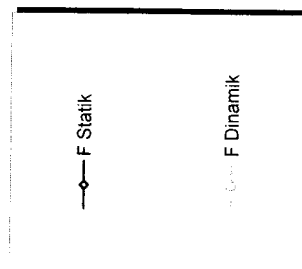


Setback 8

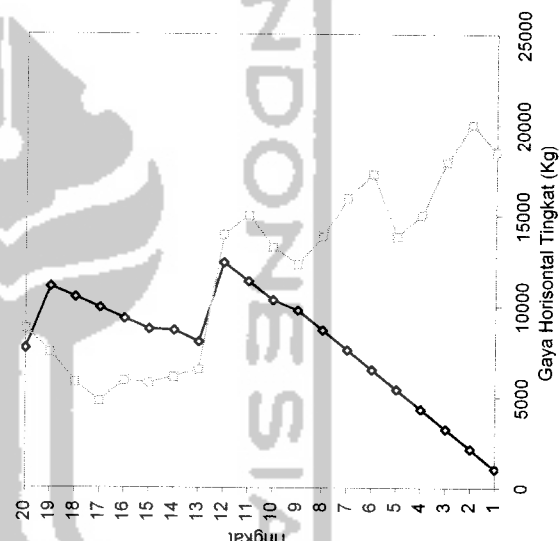
Gambar 5.166 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Koyna



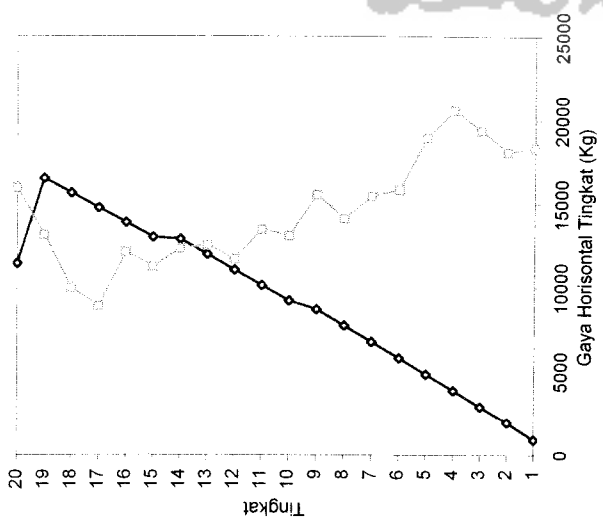
Setback 2



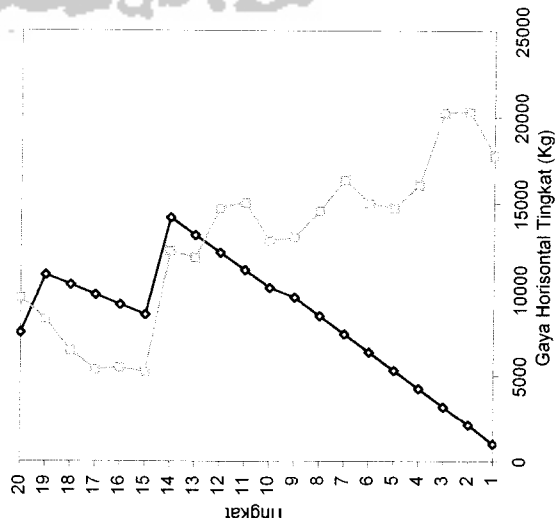
Setback 1



Setback 4

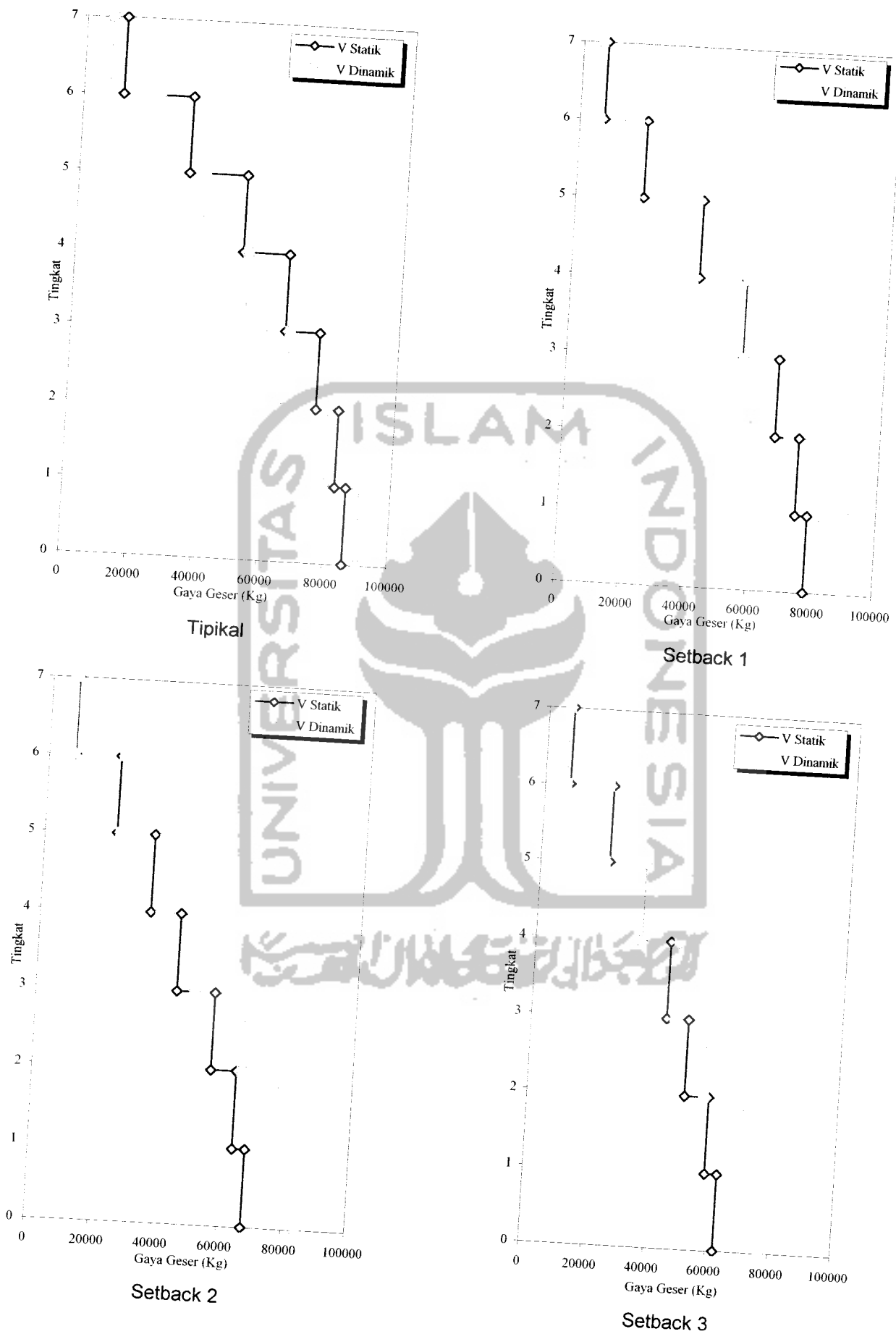


Tipikal

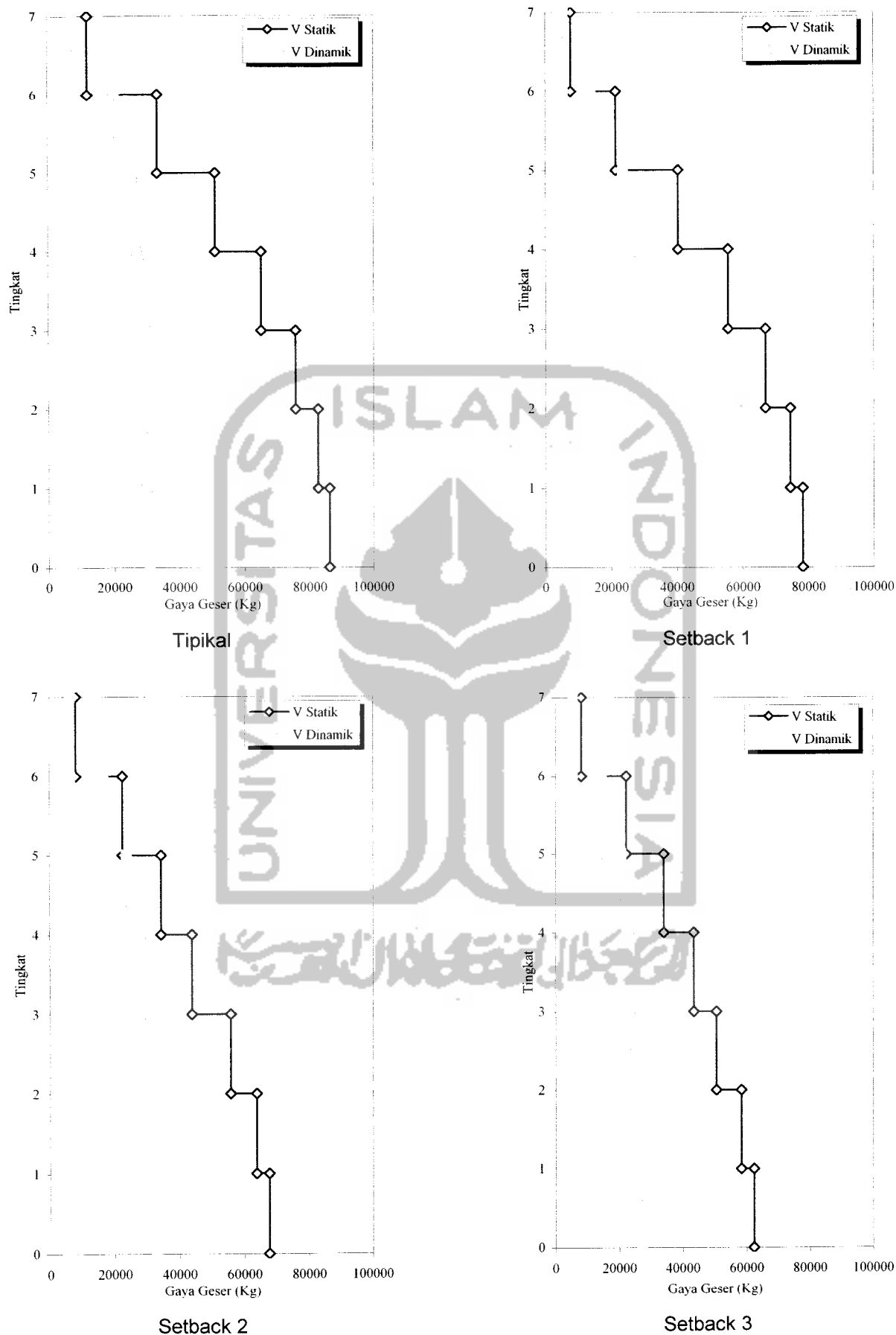


Setback 3

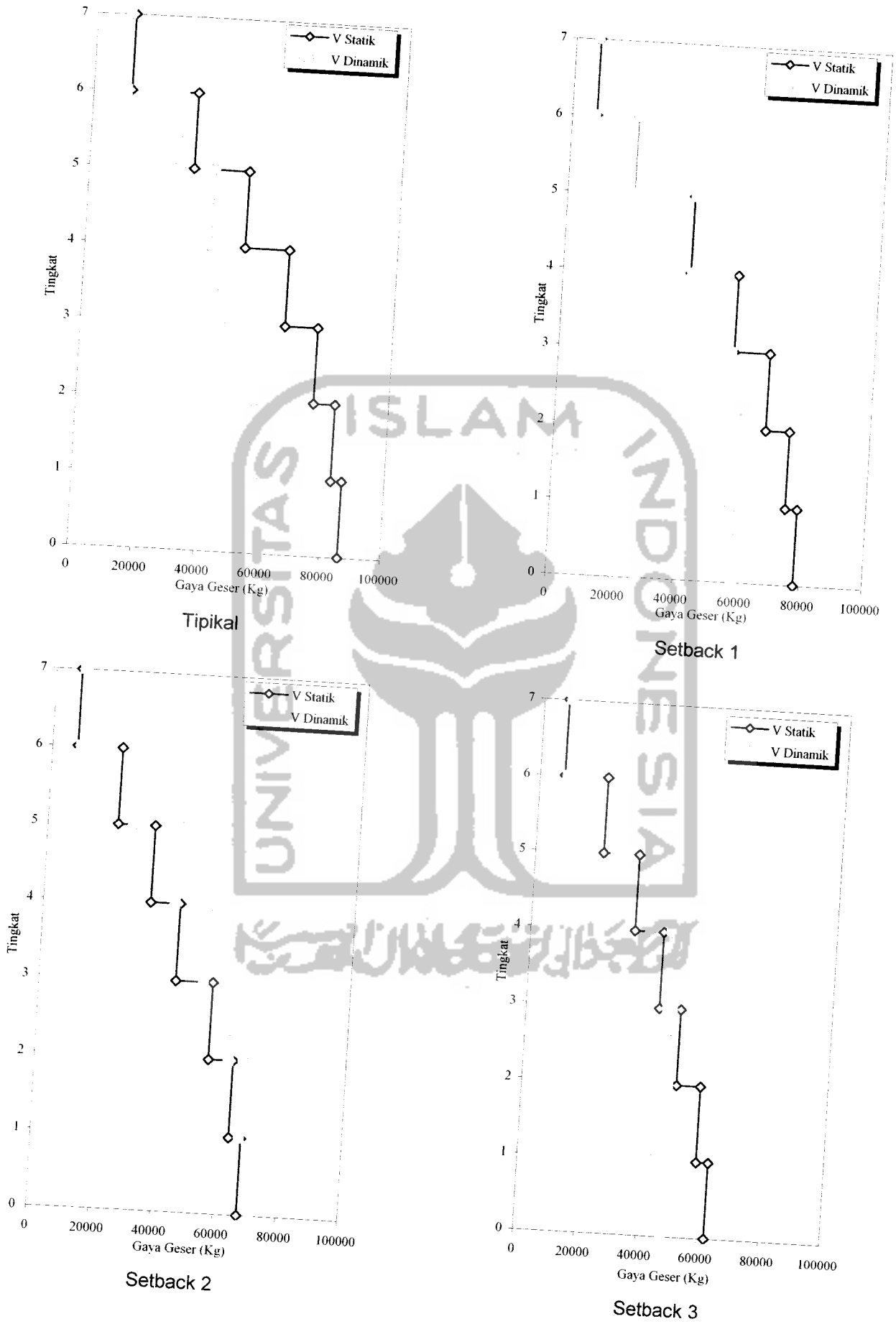
Gambar 5.166 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Koyna



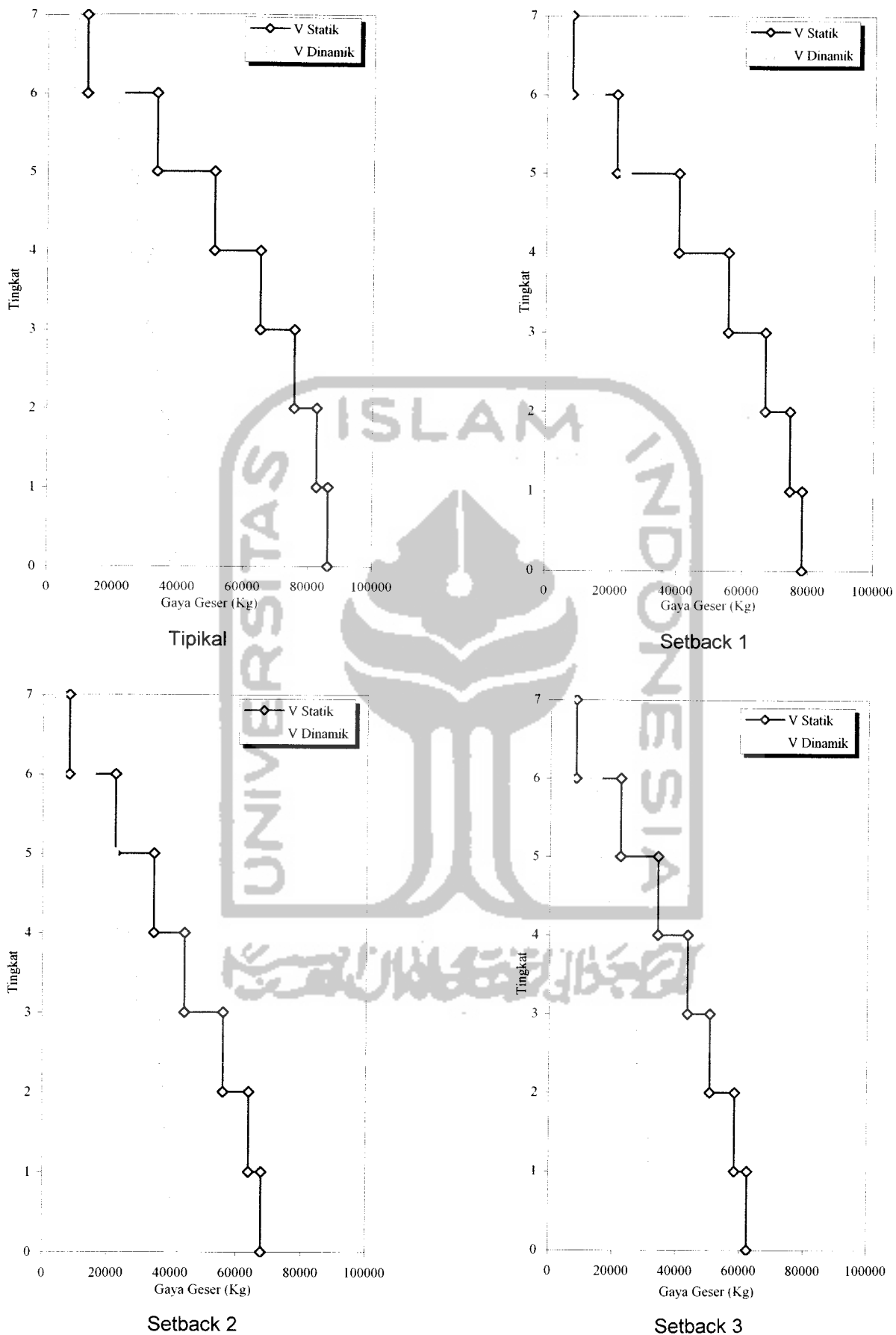
Gambar 5.167 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



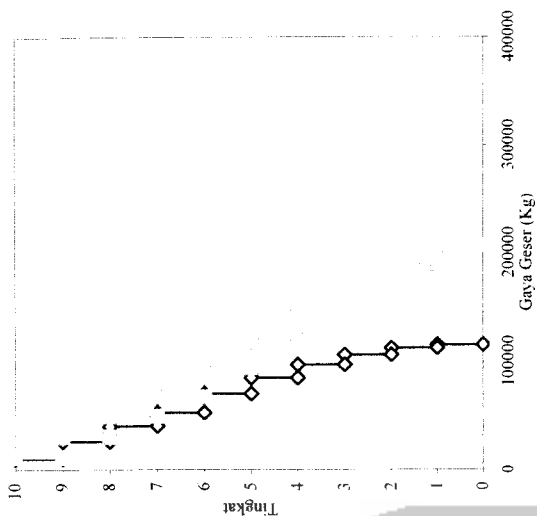
Gambar 5.168 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa El Centro



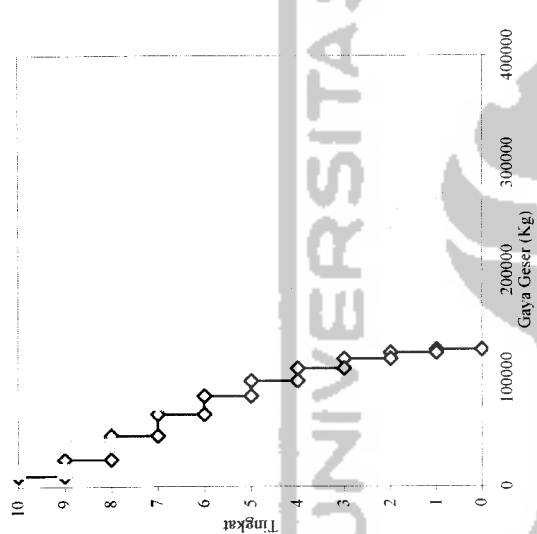
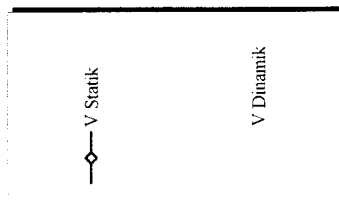
Gambar 5.169 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



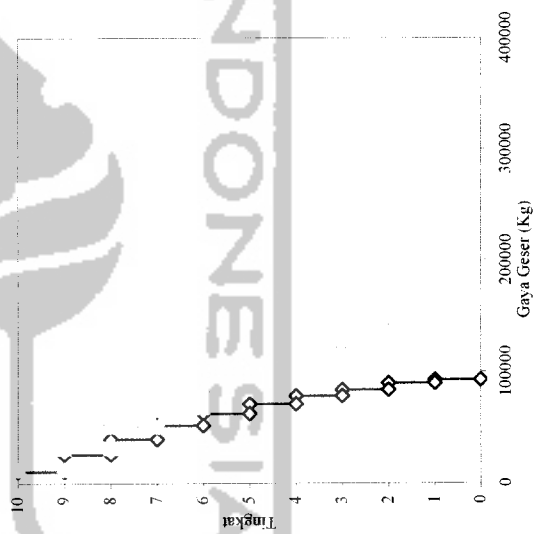
Gambar 5.170 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



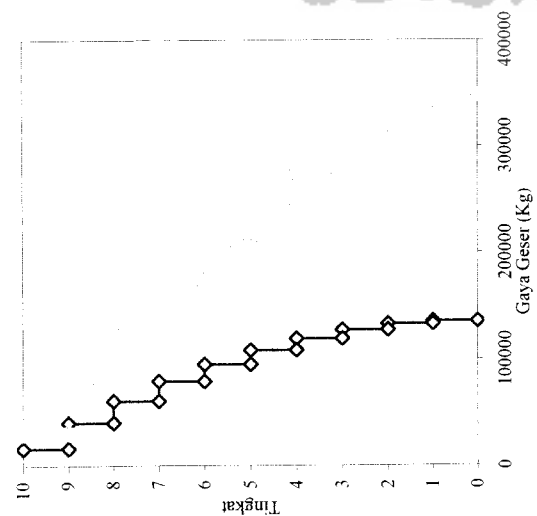
Setback 2



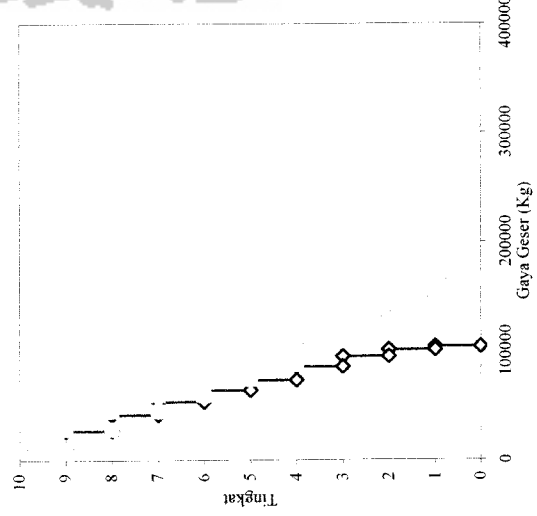
Setback 1



Setback 4

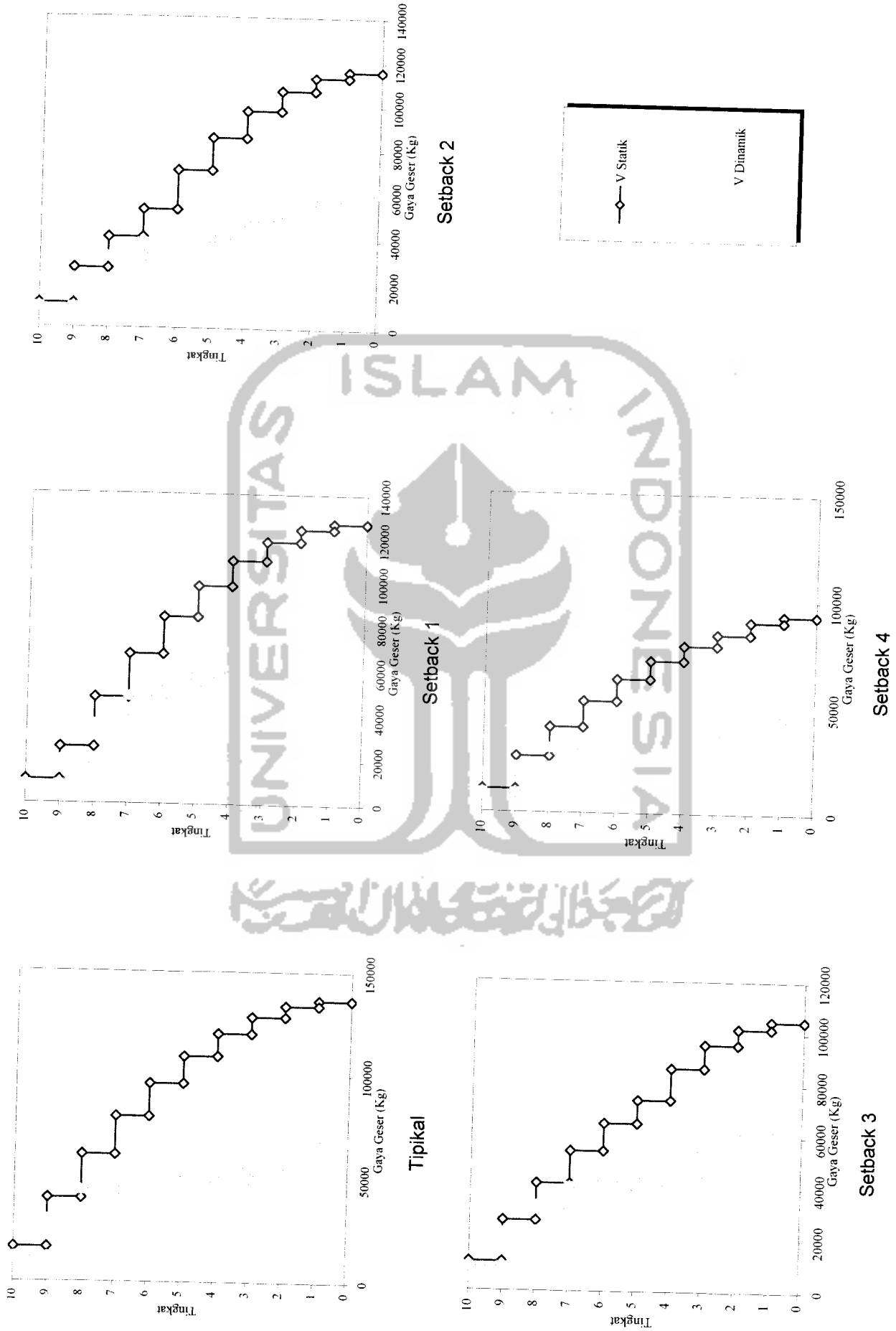


Tipikal

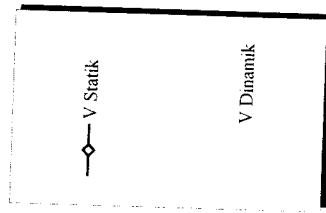
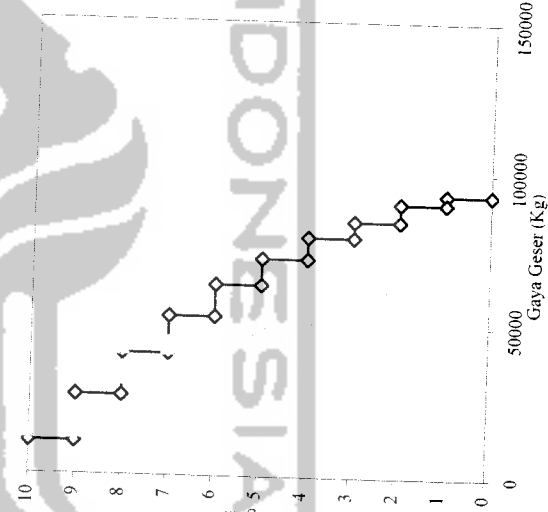
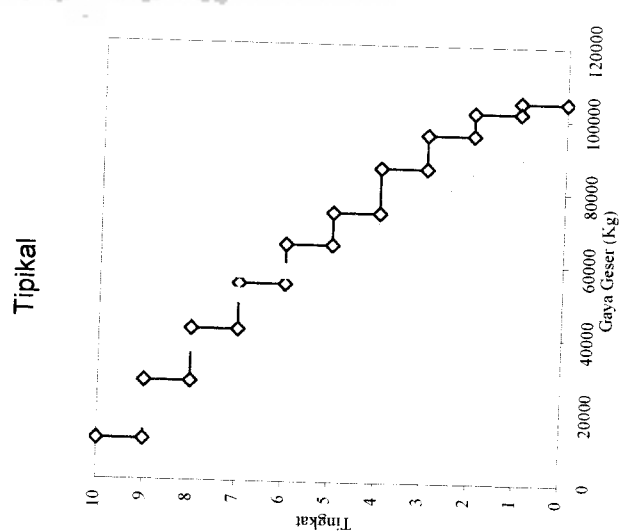
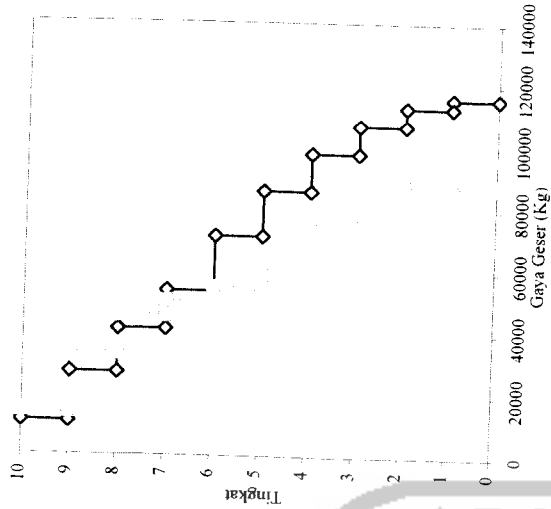
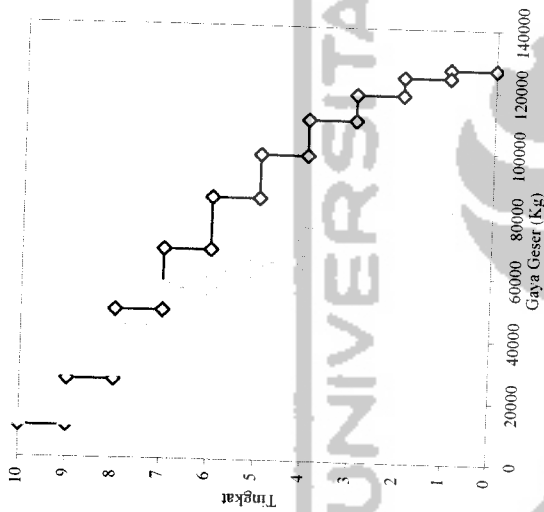
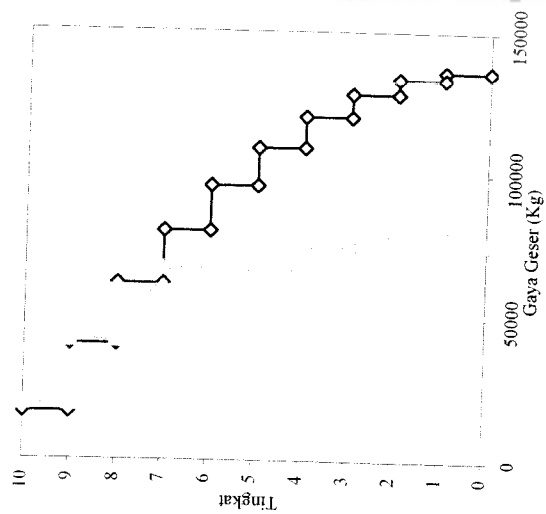


Setback 3

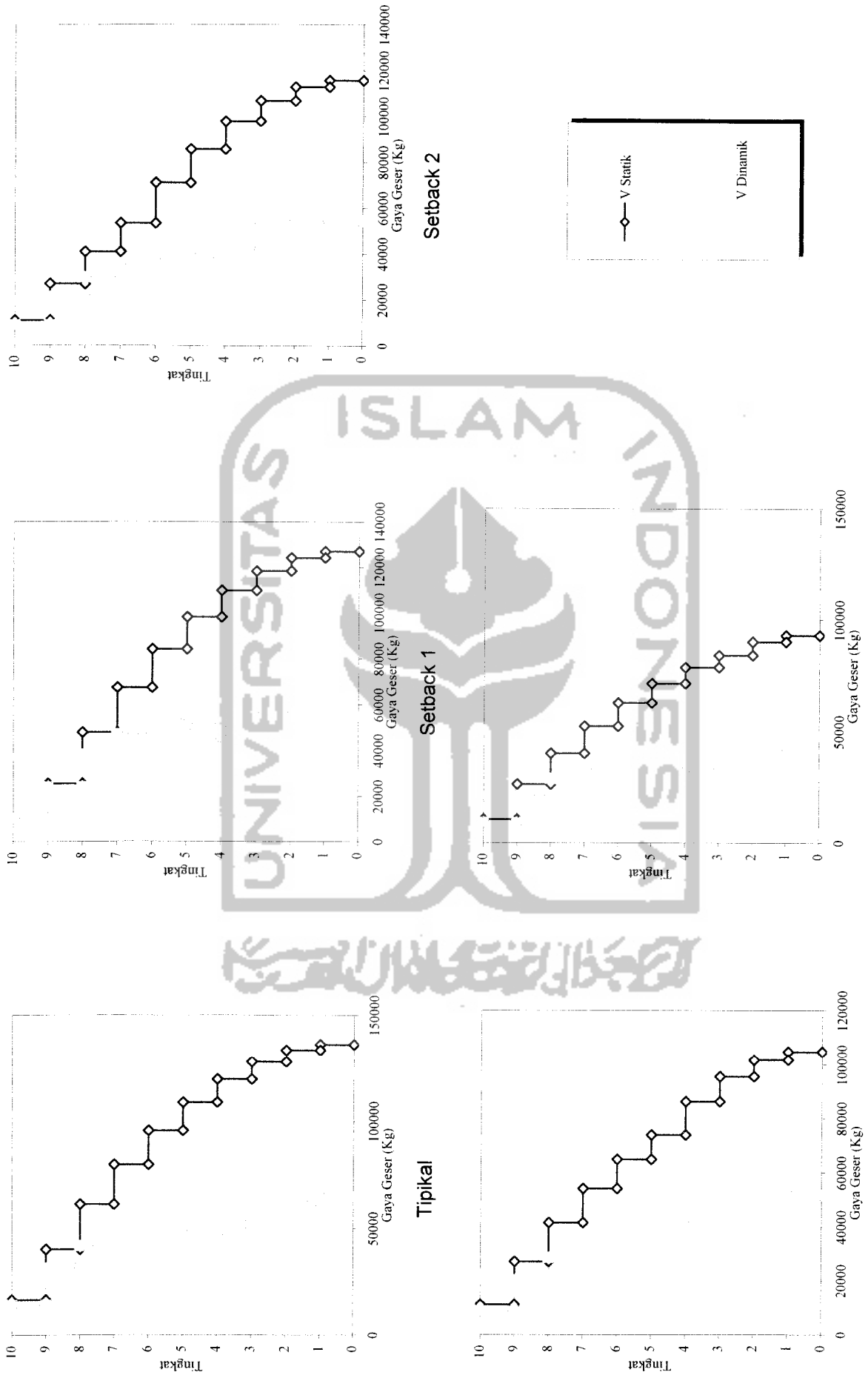
Gambar 5.171 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



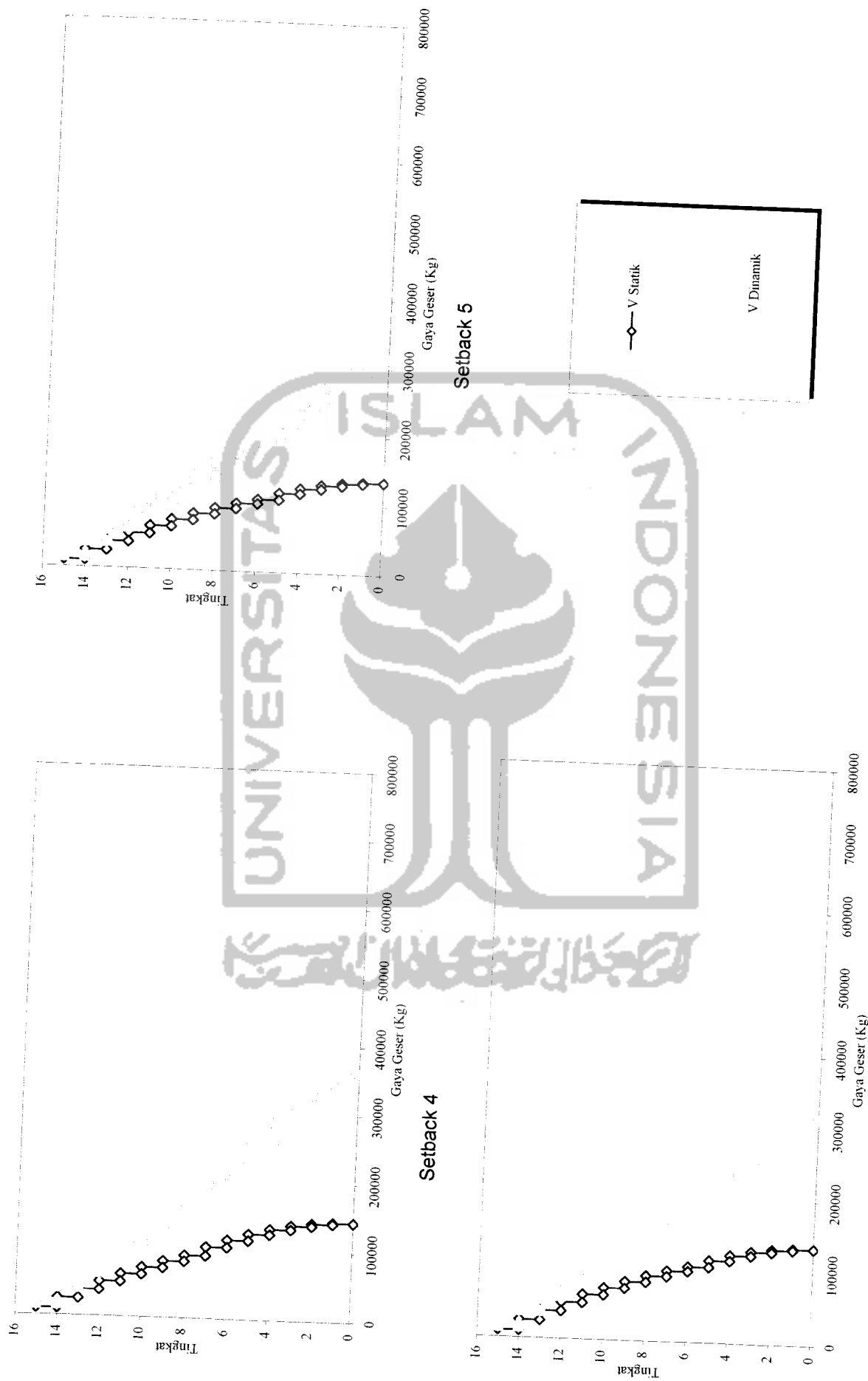
Gambar 5.172 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro



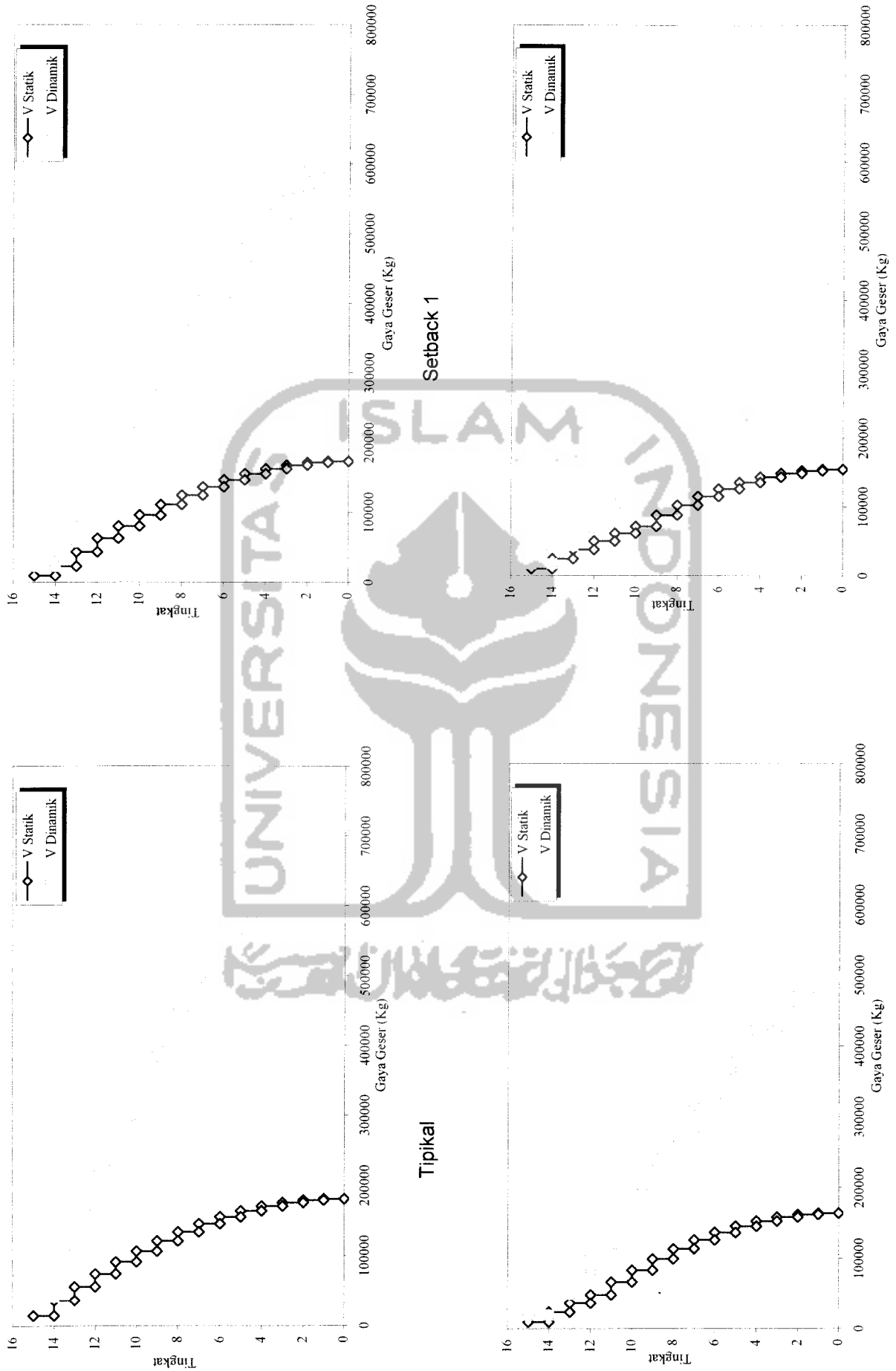
Gambar 5.173 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy



Gambar 5.174 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.175 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



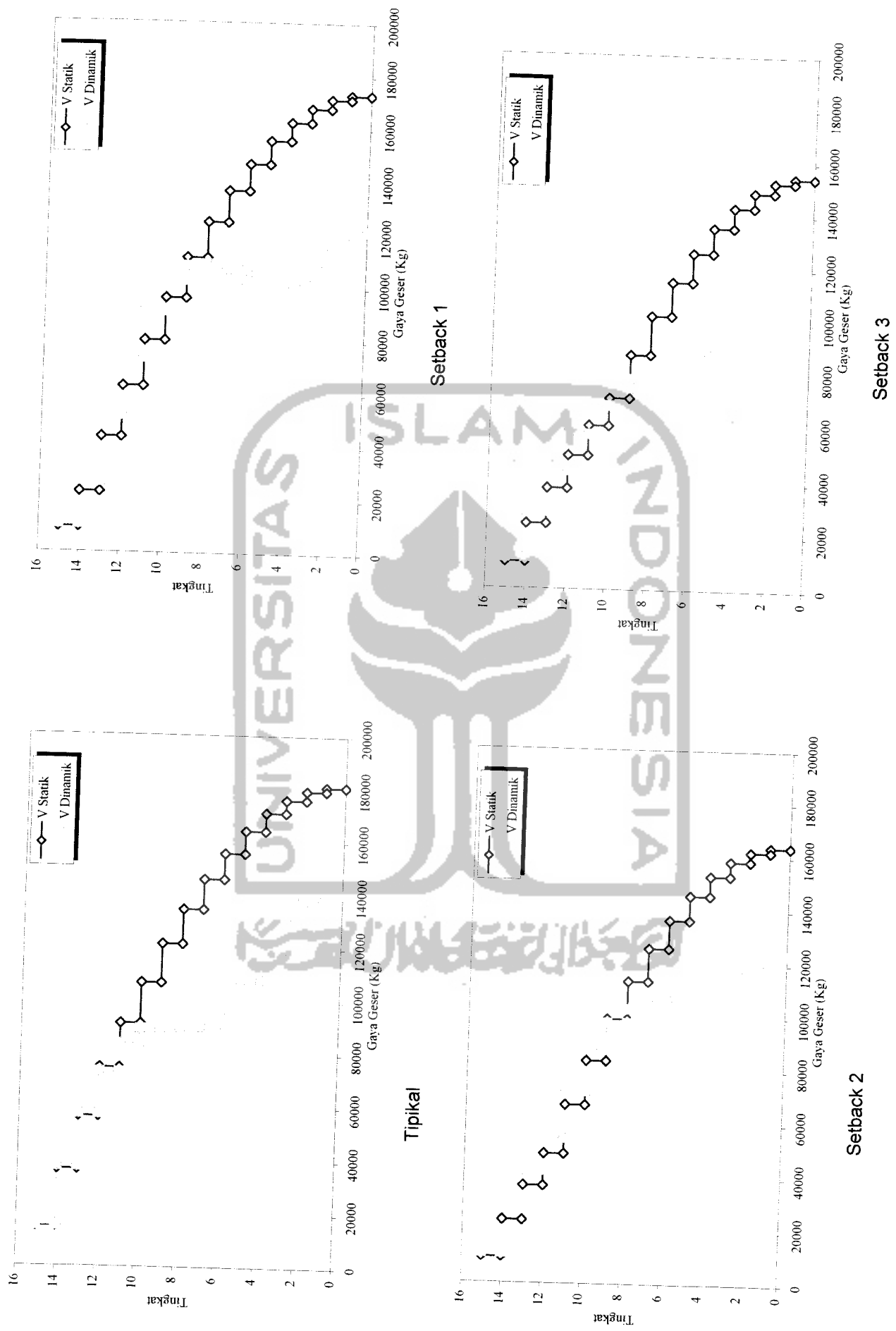
Setback 2

Setback 3

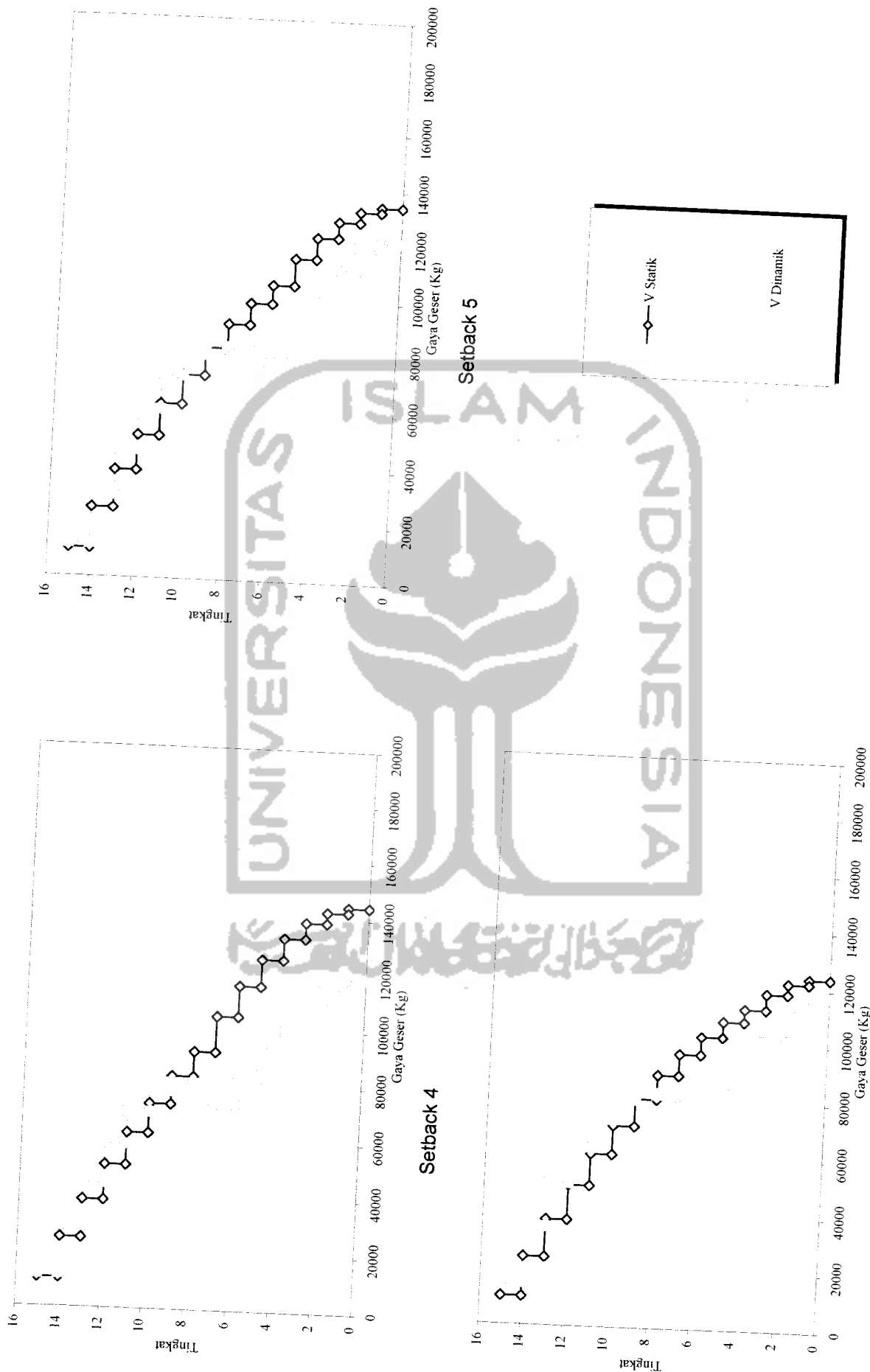
Setback 1

Tipikal

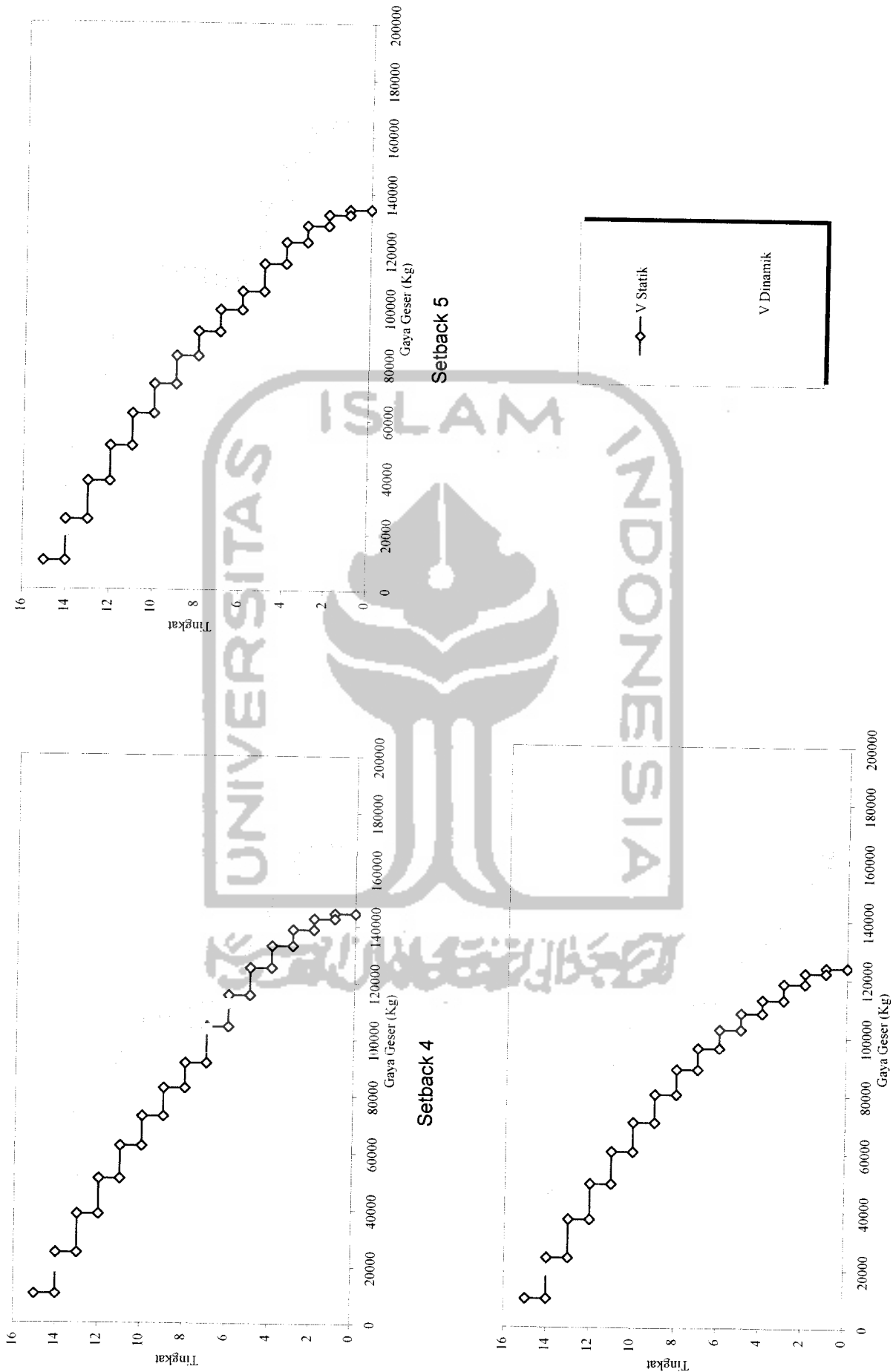
Gambar 5.175 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



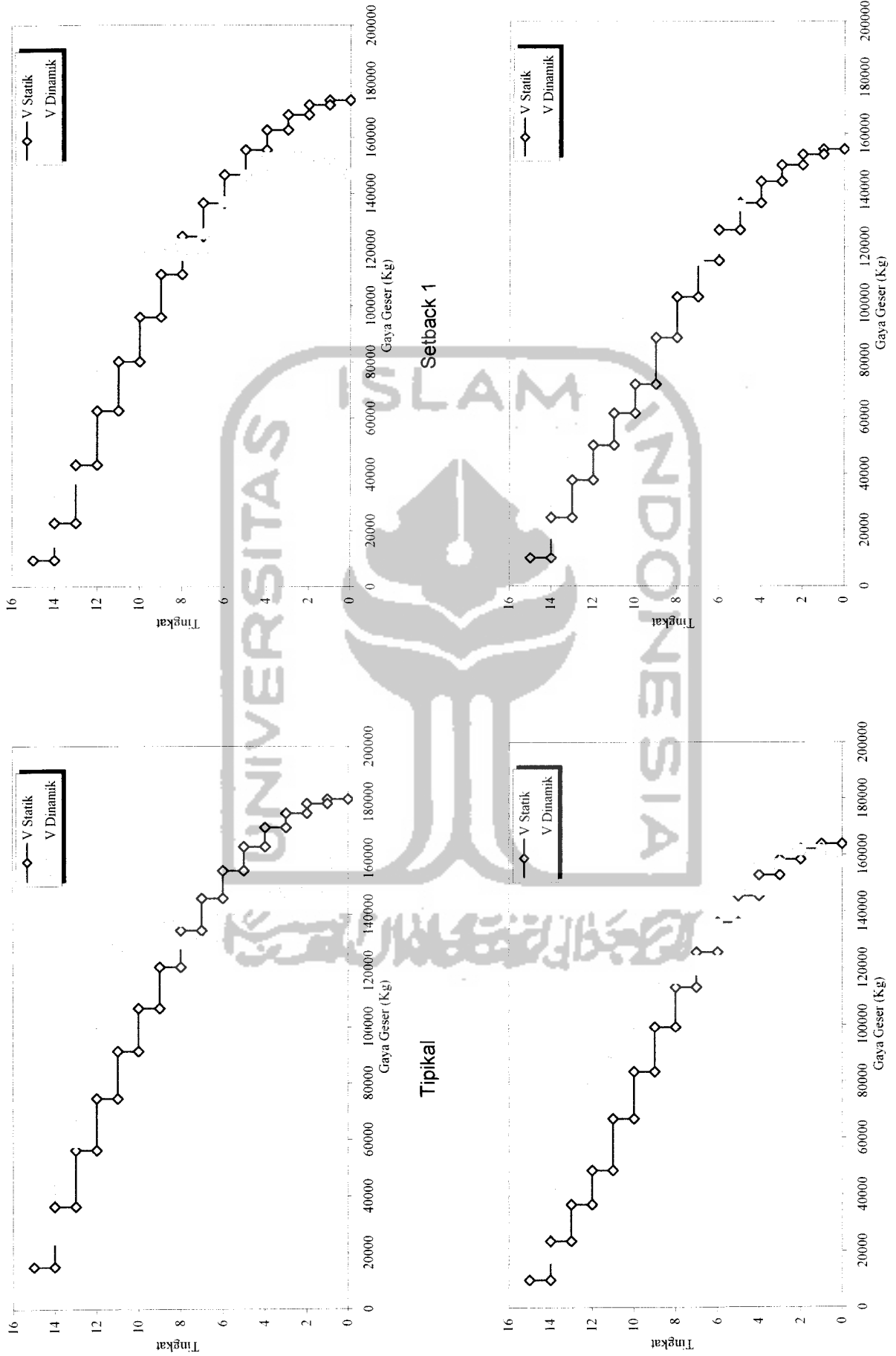
Gambar 5.176 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro



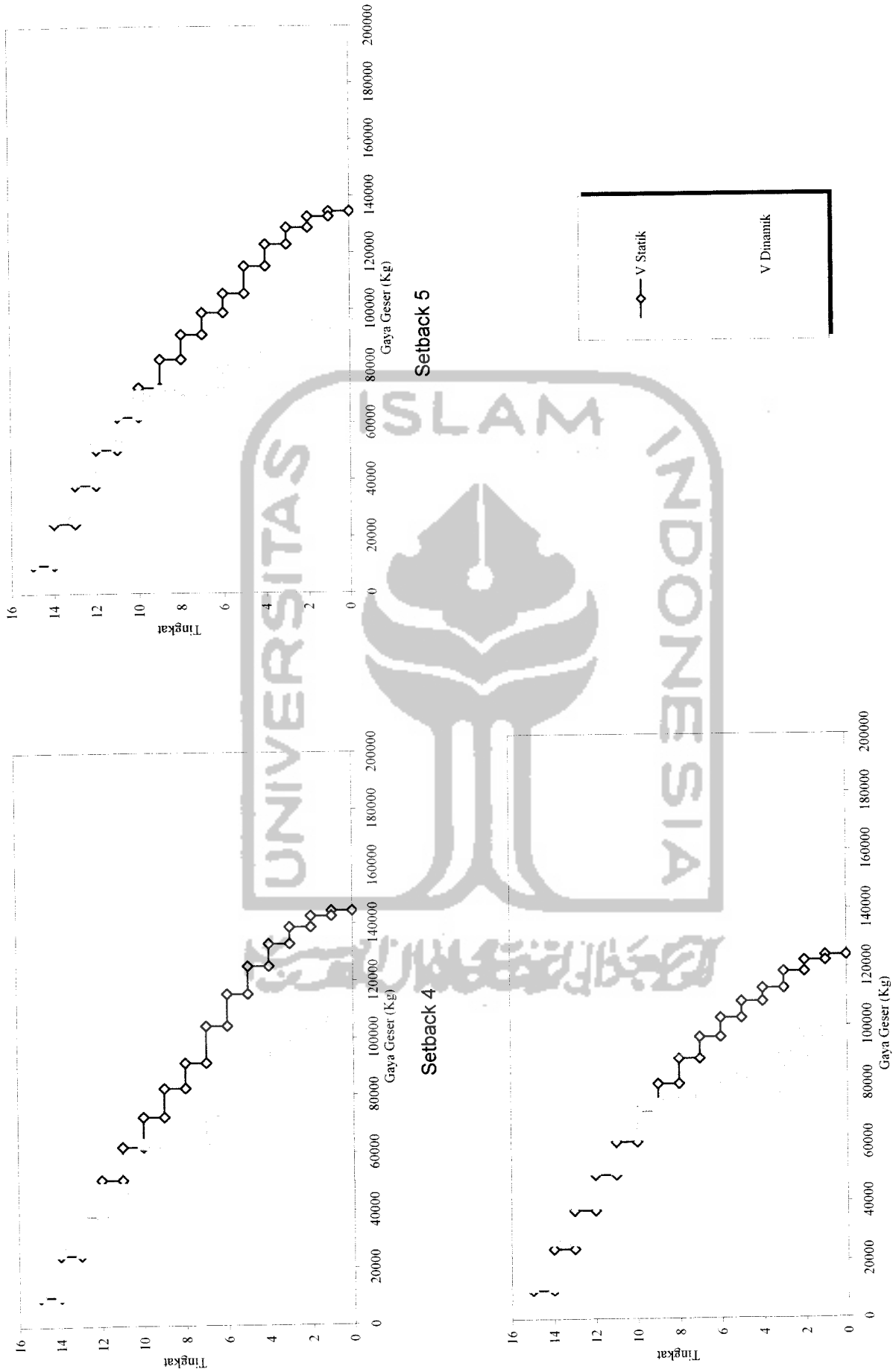
Gambar 5.176 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro



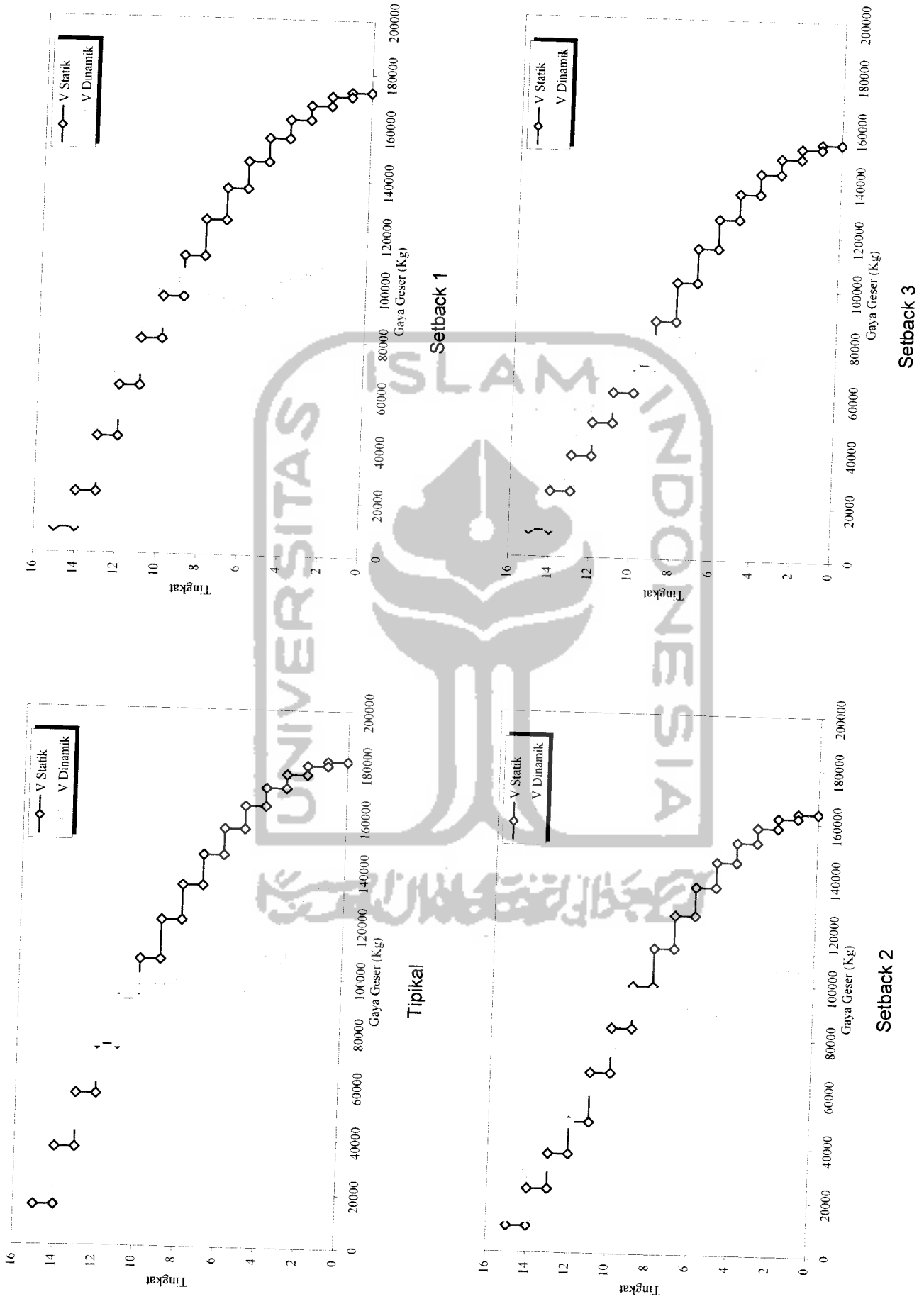
Gambar 5.177 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy



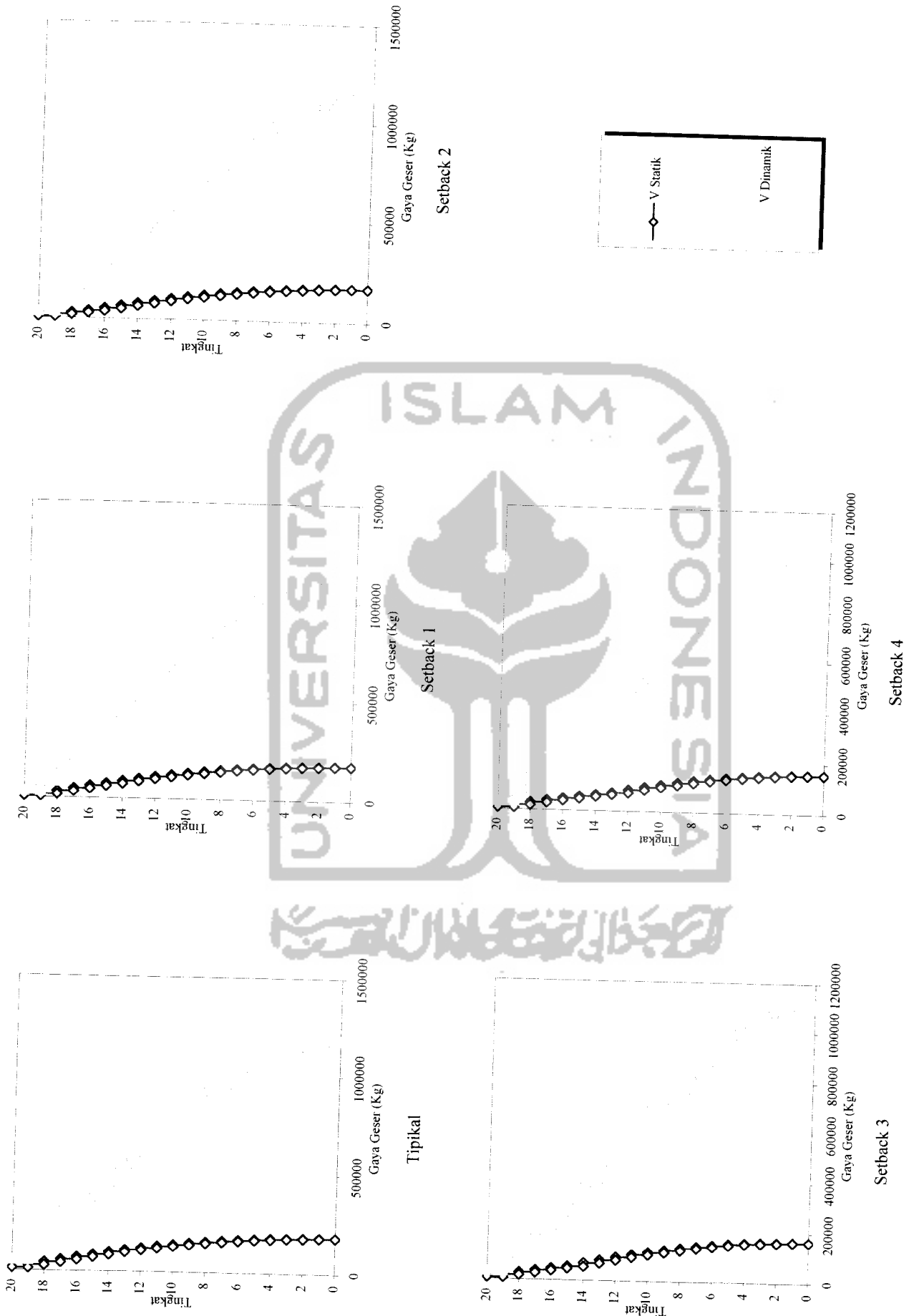
Gambar 5.177 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy



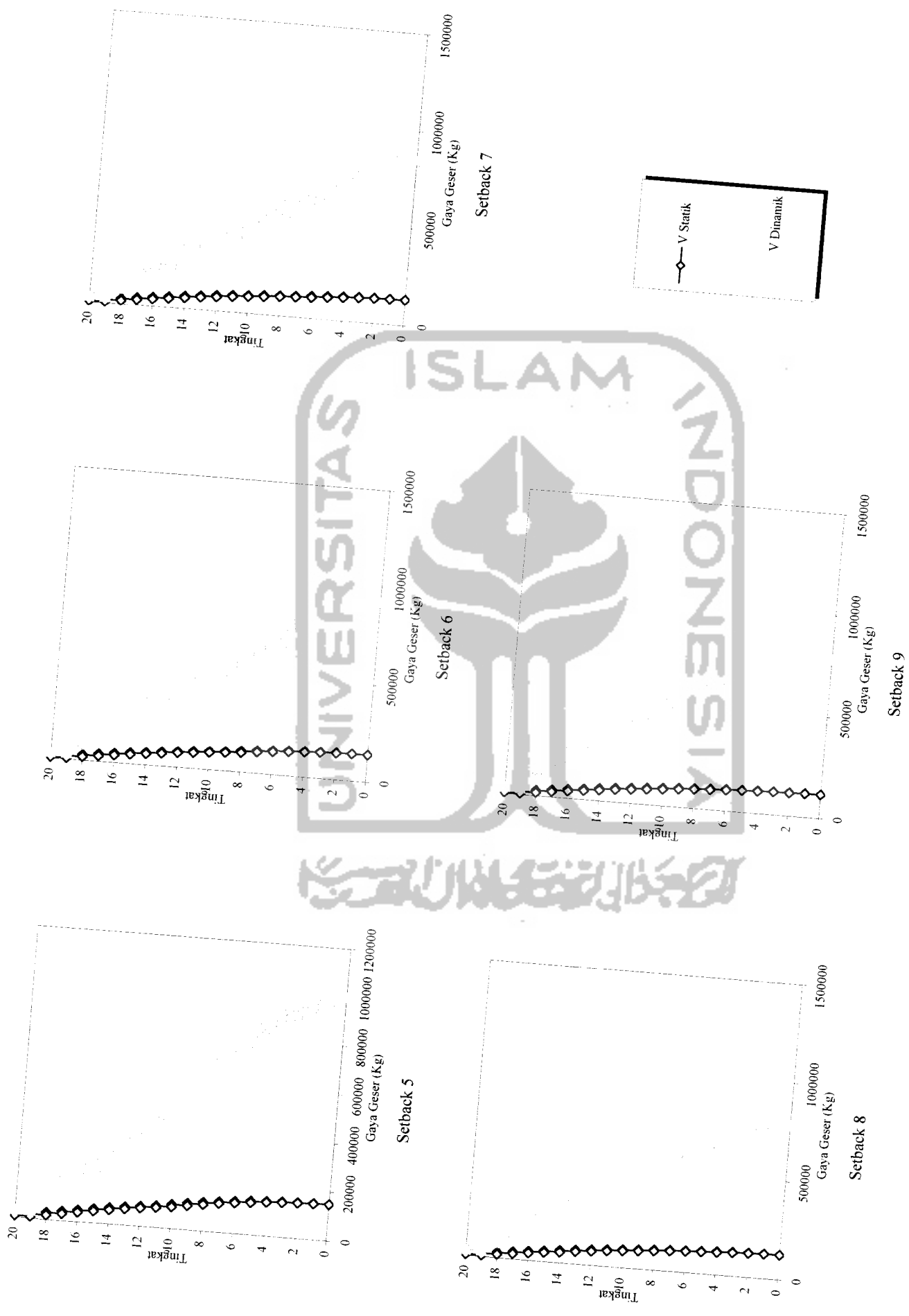
Gambar 5.178 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



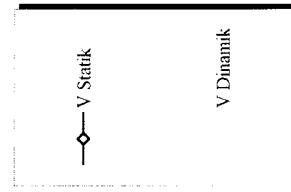
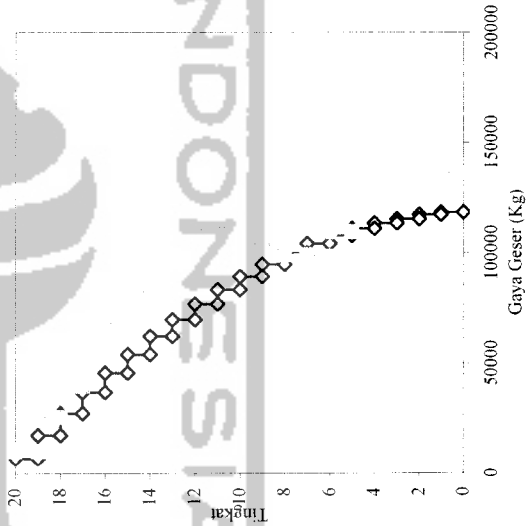
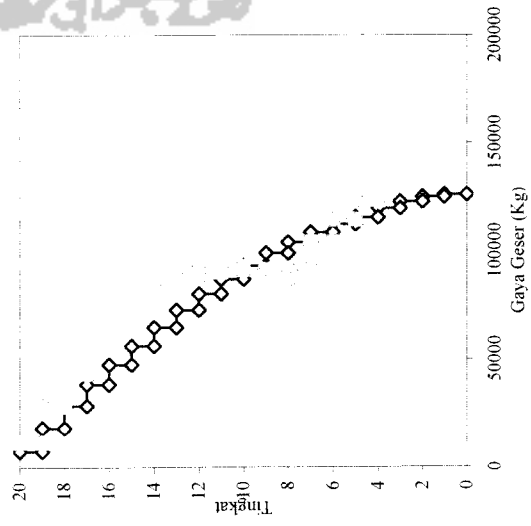
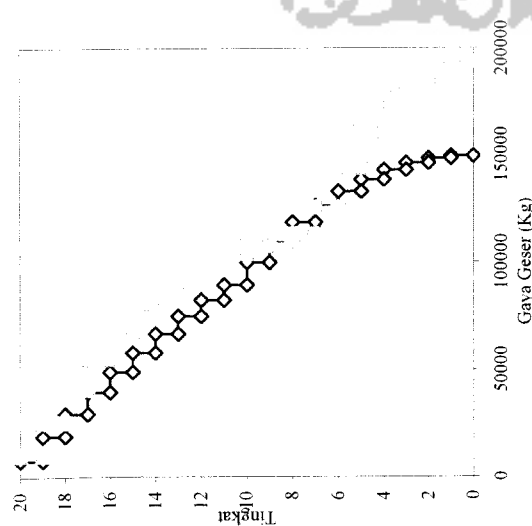
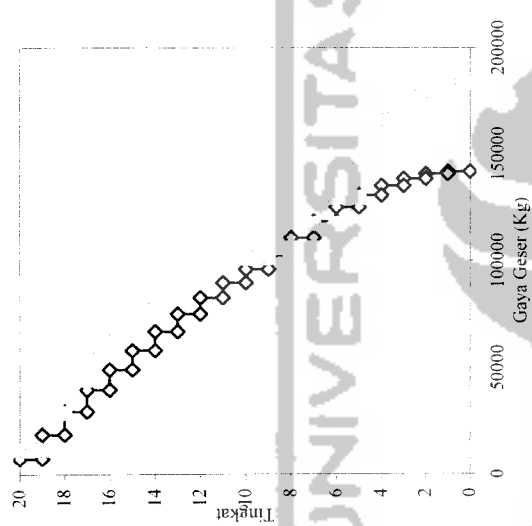
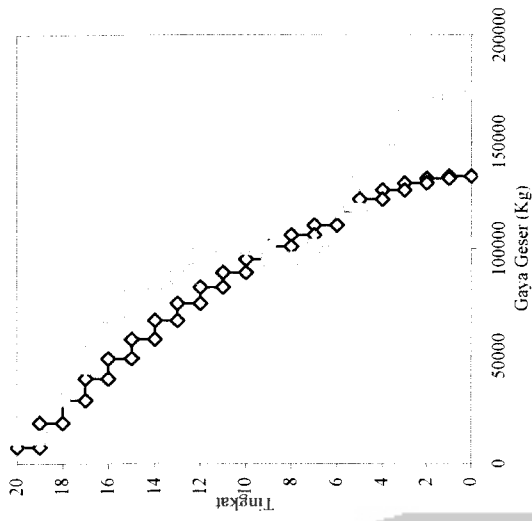
Gambar 5.178 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



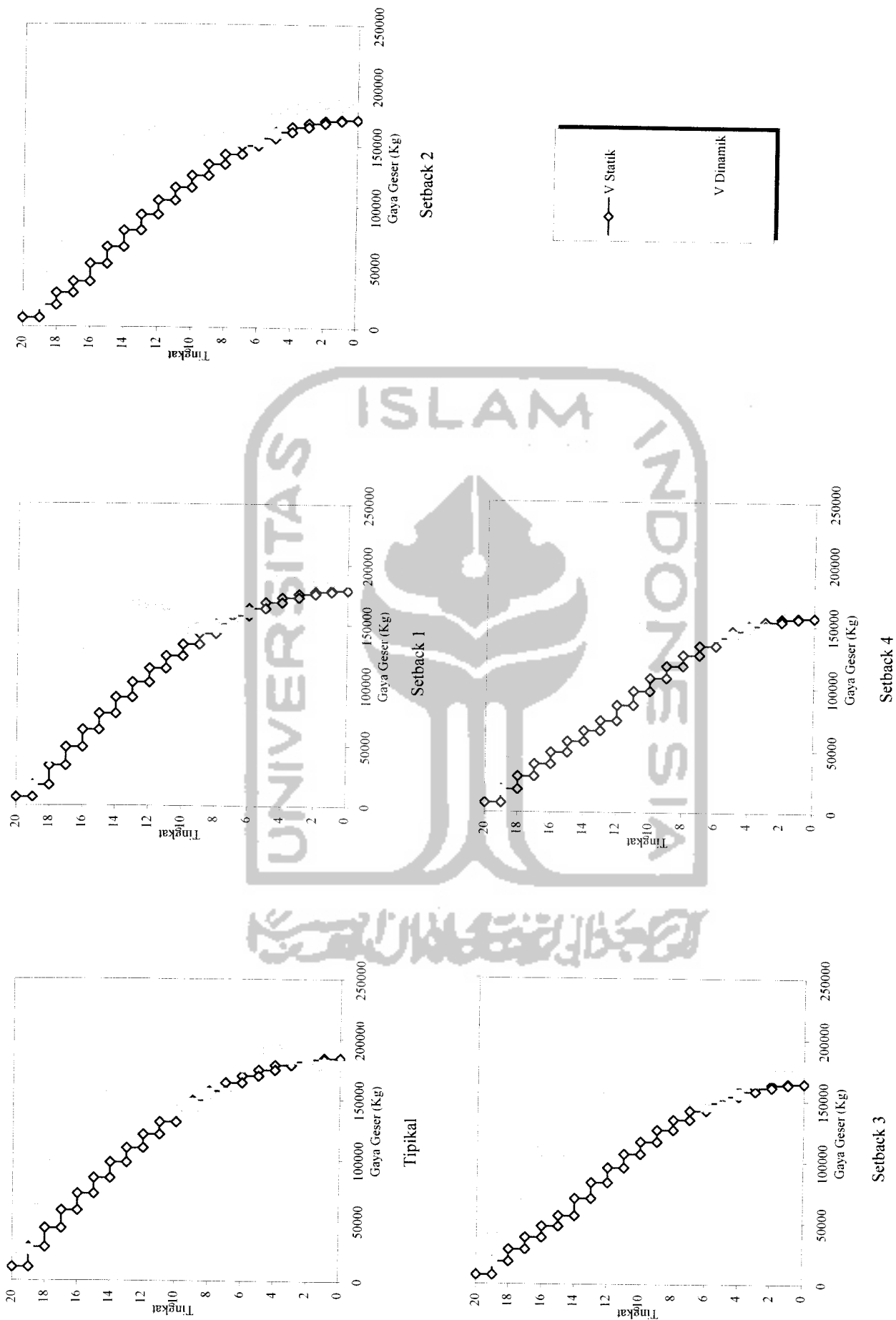
Gambar 5.179 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Bucharest



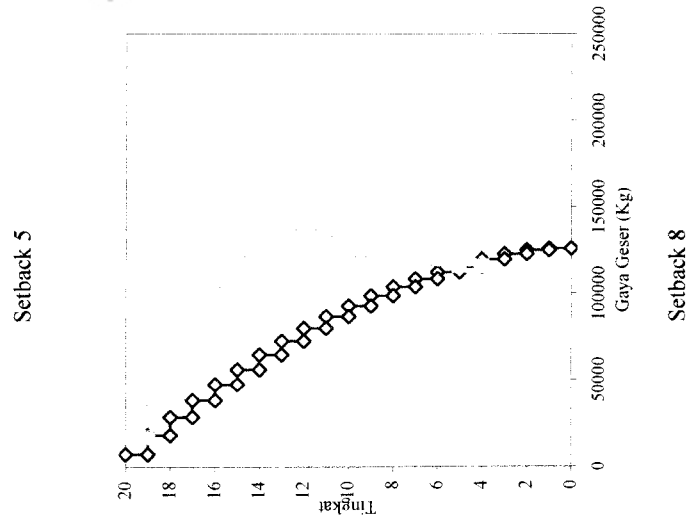
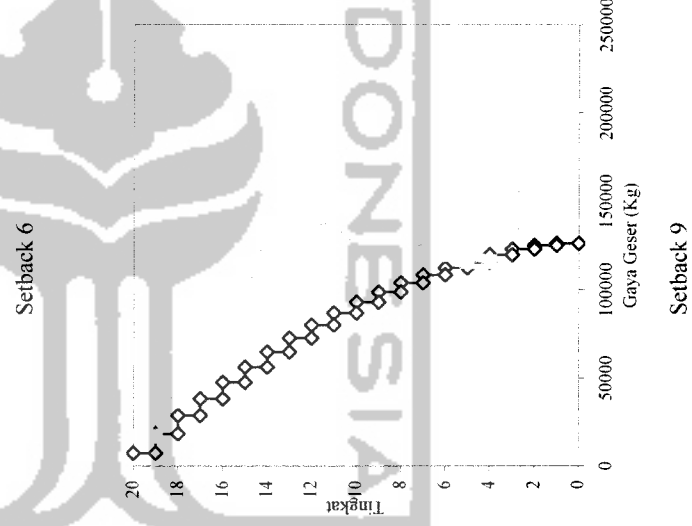
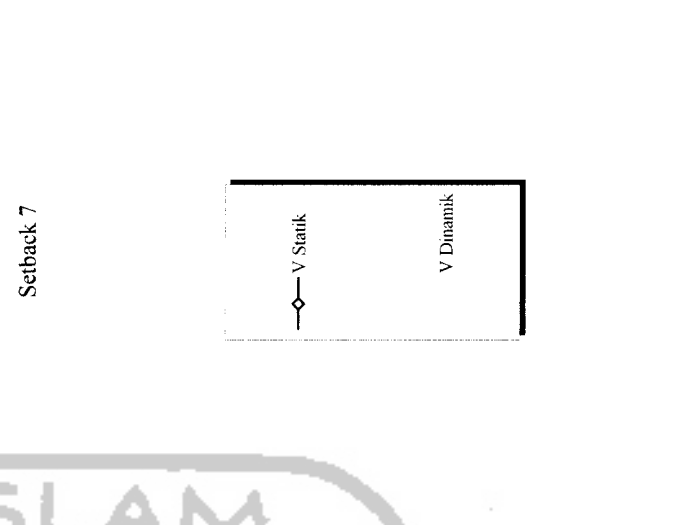
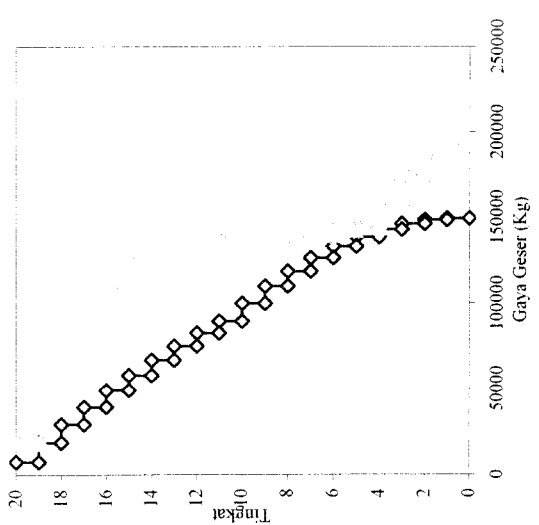
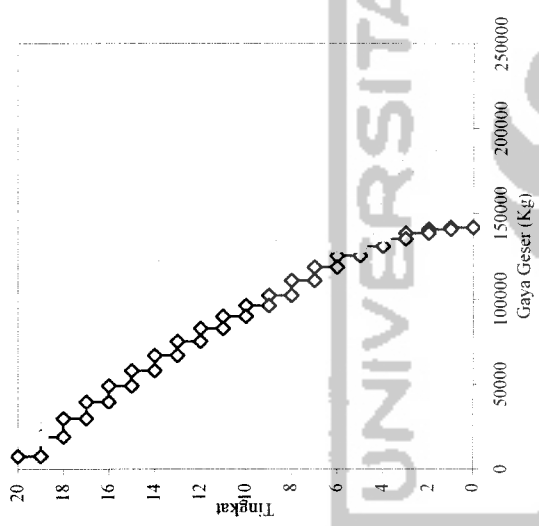
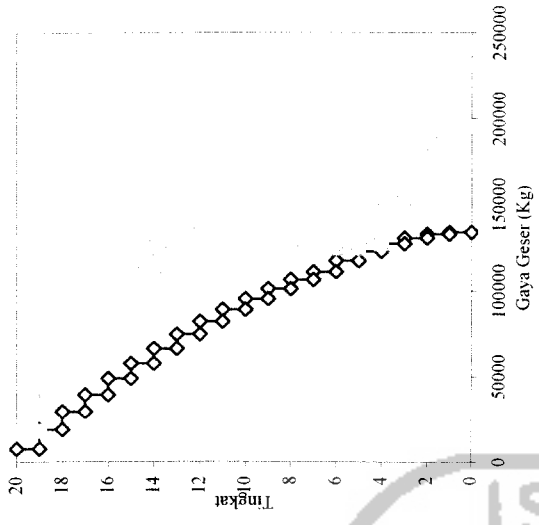
Gambar 5.179 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Bucharest



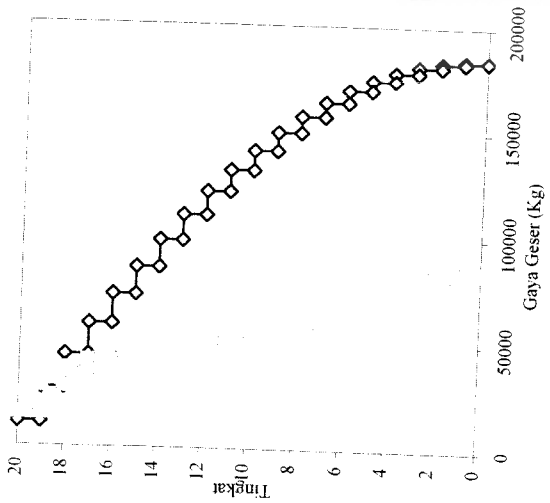
Gambar 5.180 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa El Centro



Gambar 5.181 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Gilroy

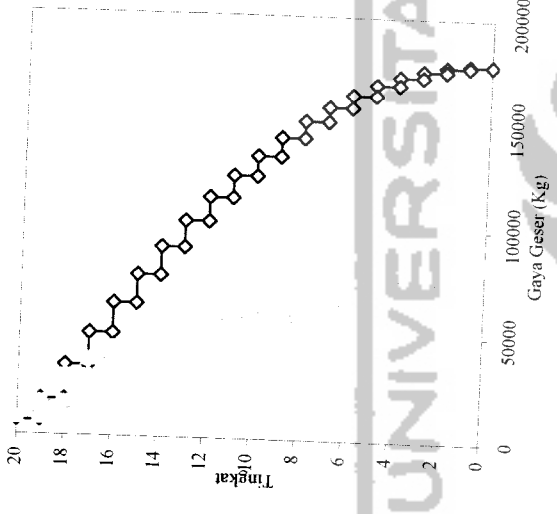


Gambar 5.181 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Gilroy



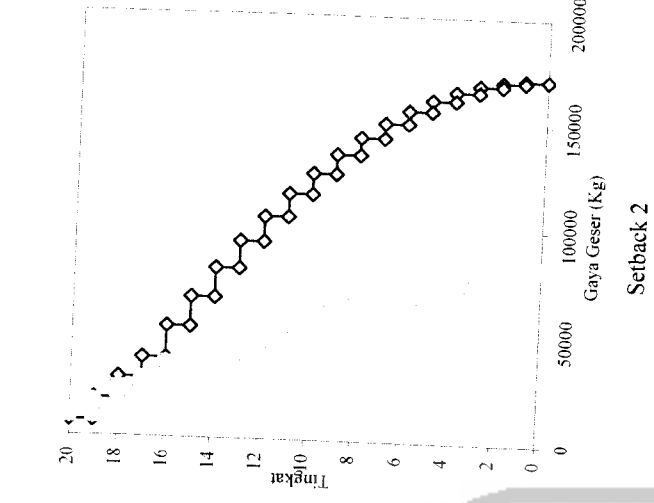
Tingkat

Gaya Geser (Kg)



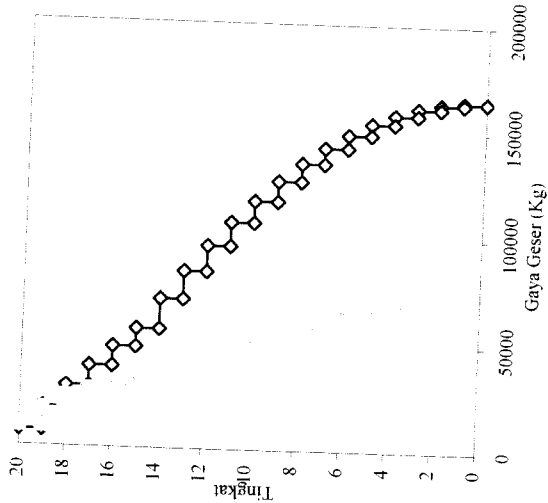
Tingkat

Gaya Geser (Kg)



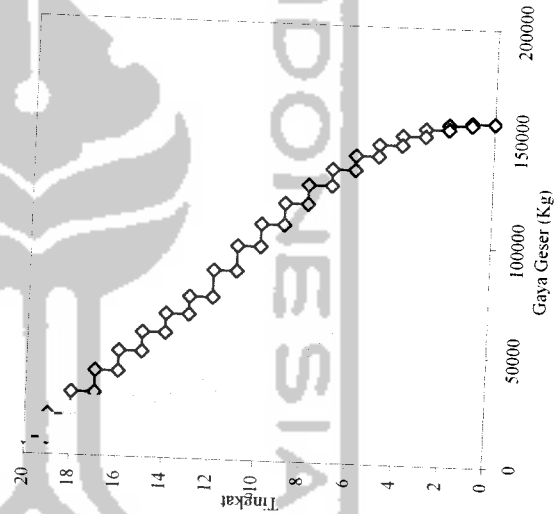
Tingkat

Gaya Geser (Kg)



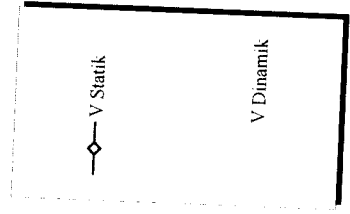
Tingkat

Gaya Geser (Kg)

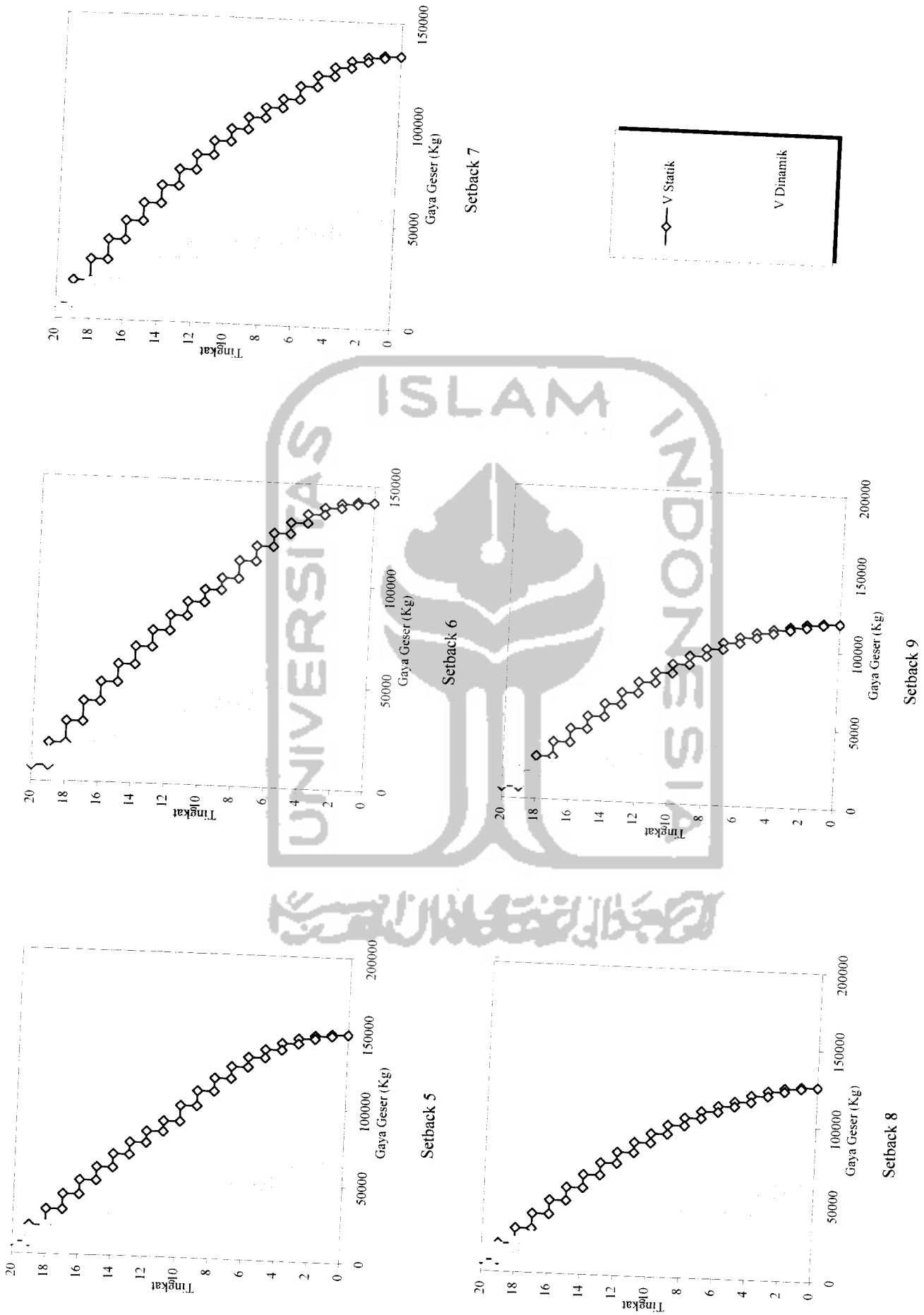


Tingkat

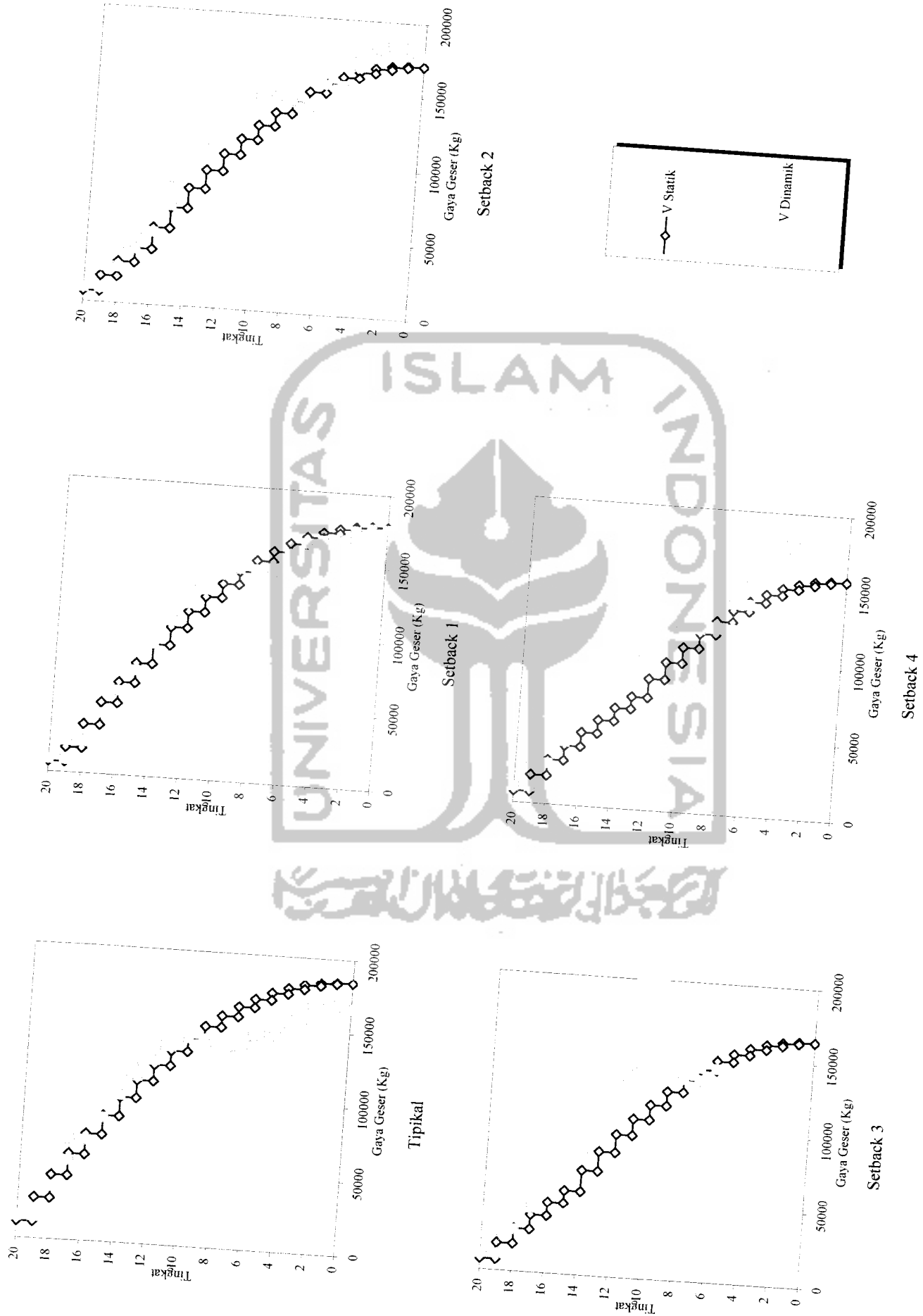
Gaya Geser (Kg)



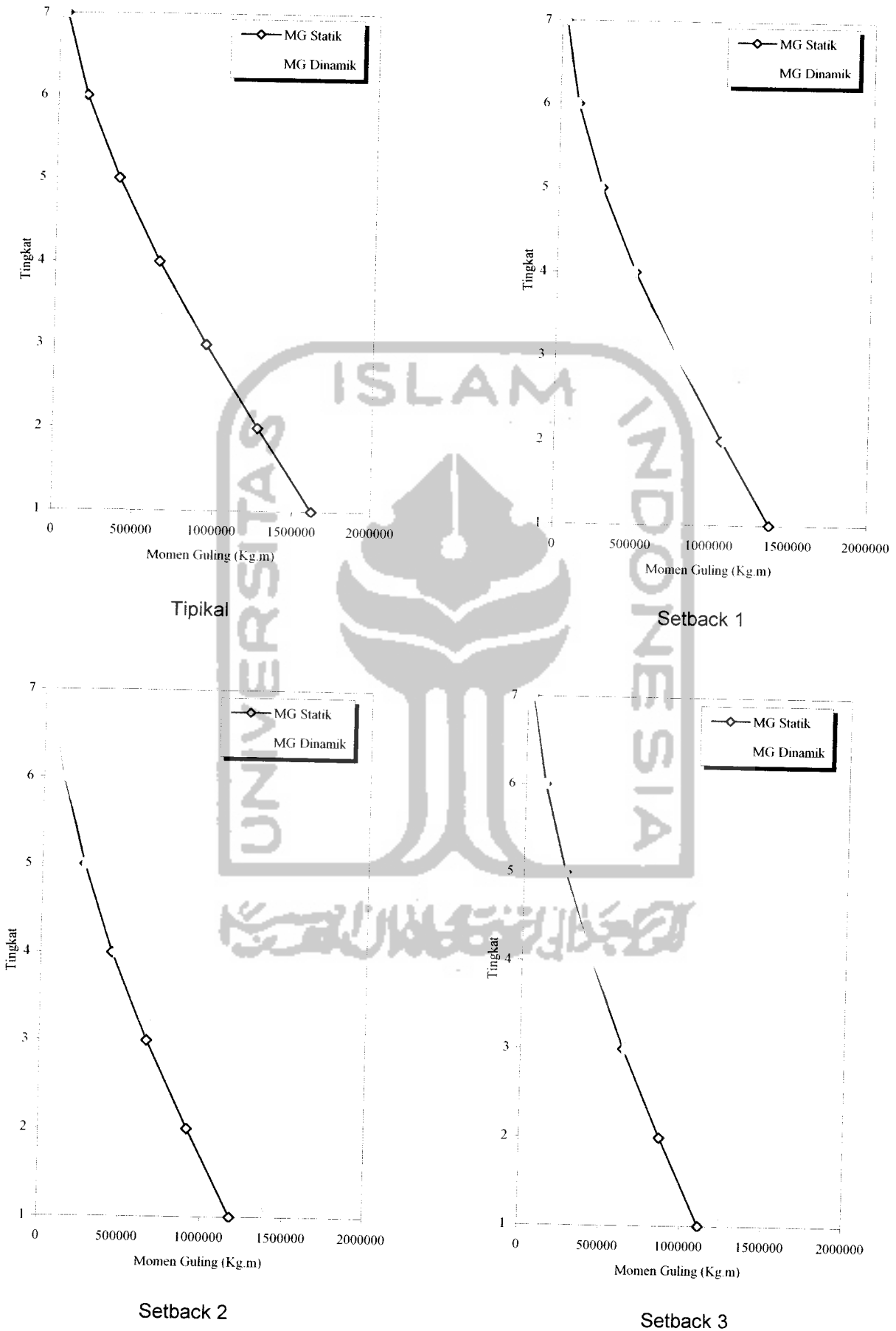
Gambar 5.182 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Koyna



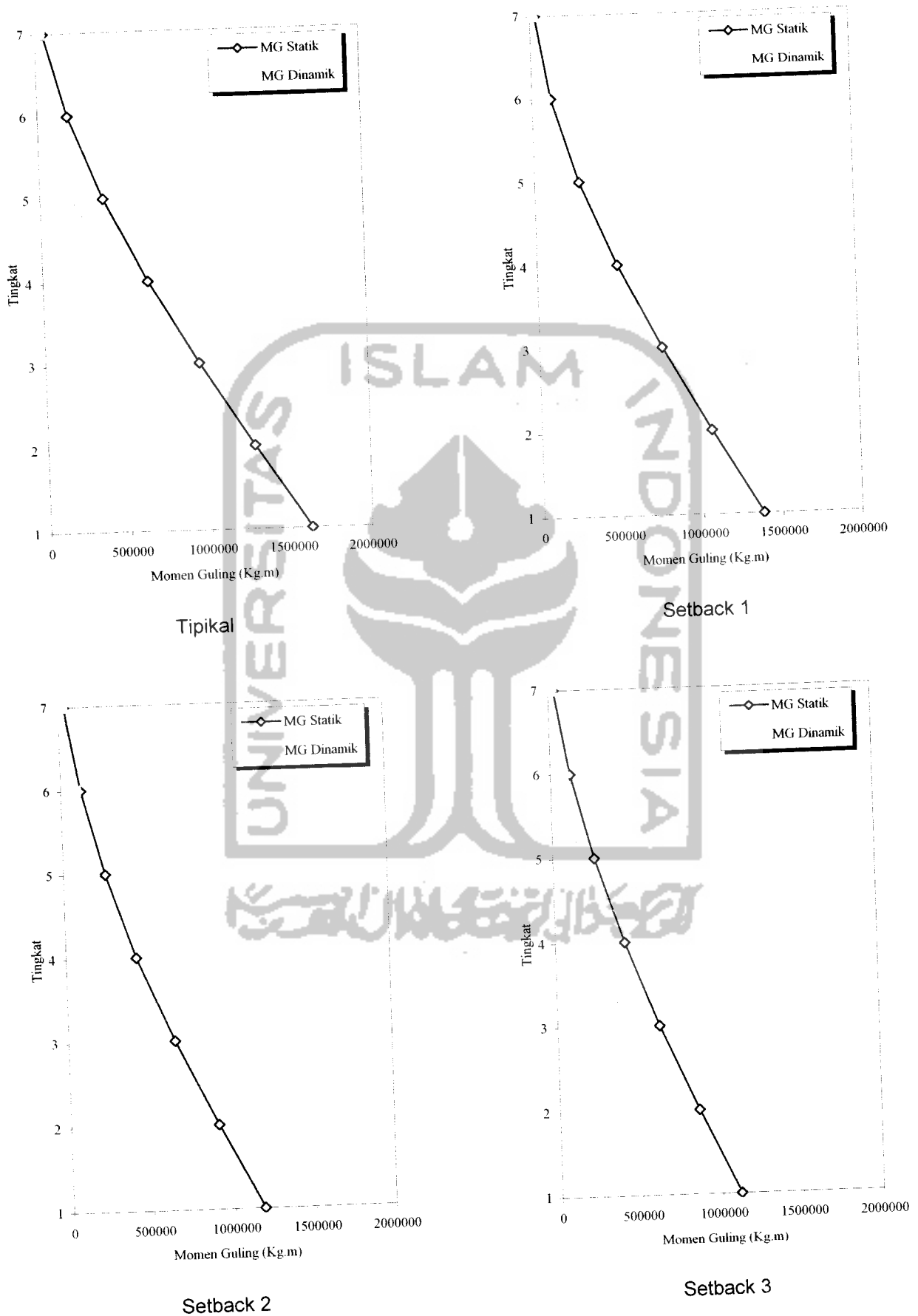
Gambar 5.182 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Koyna



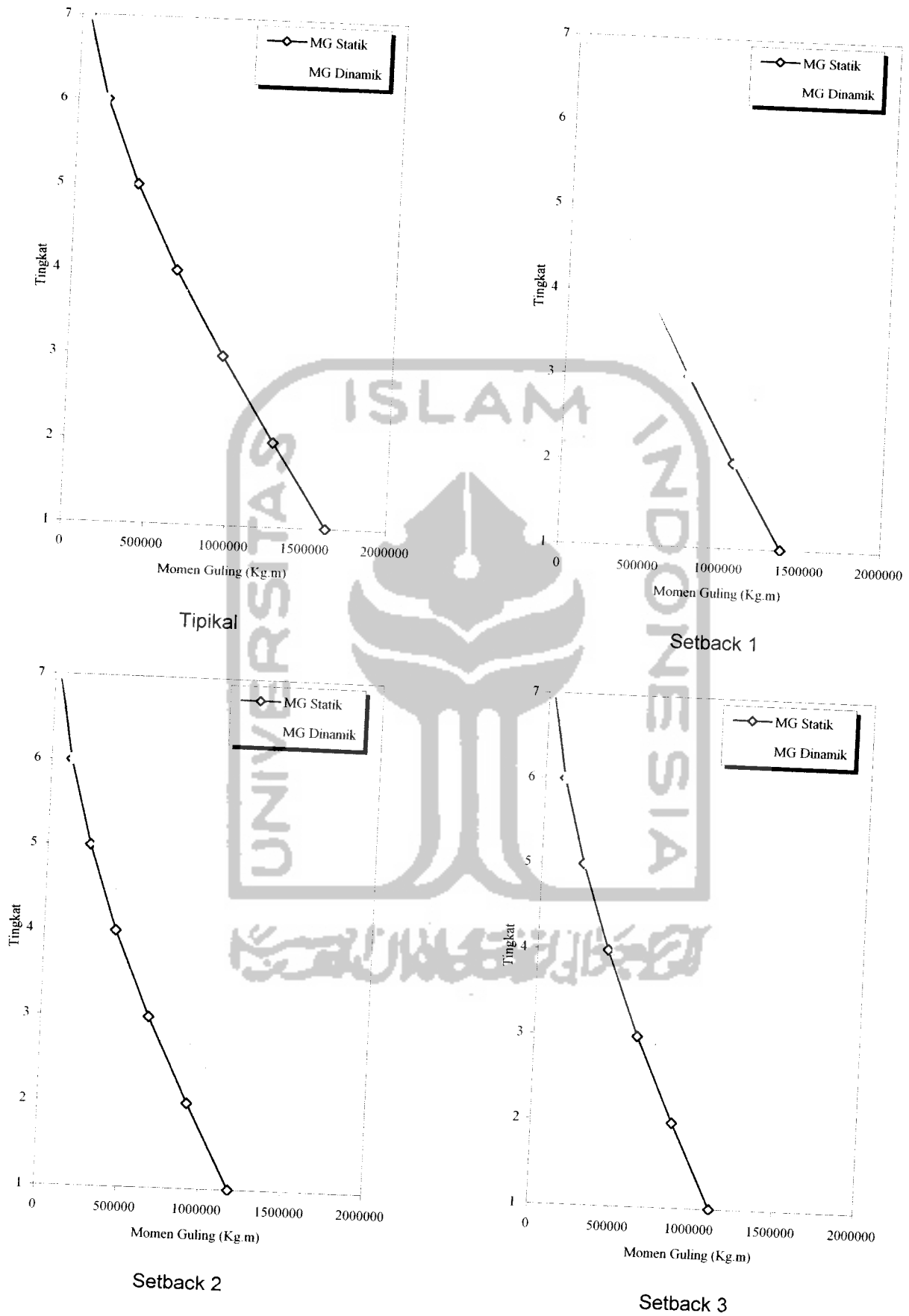
Gambar 5.180 Perbandingan Gaya Geser Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa El Centro



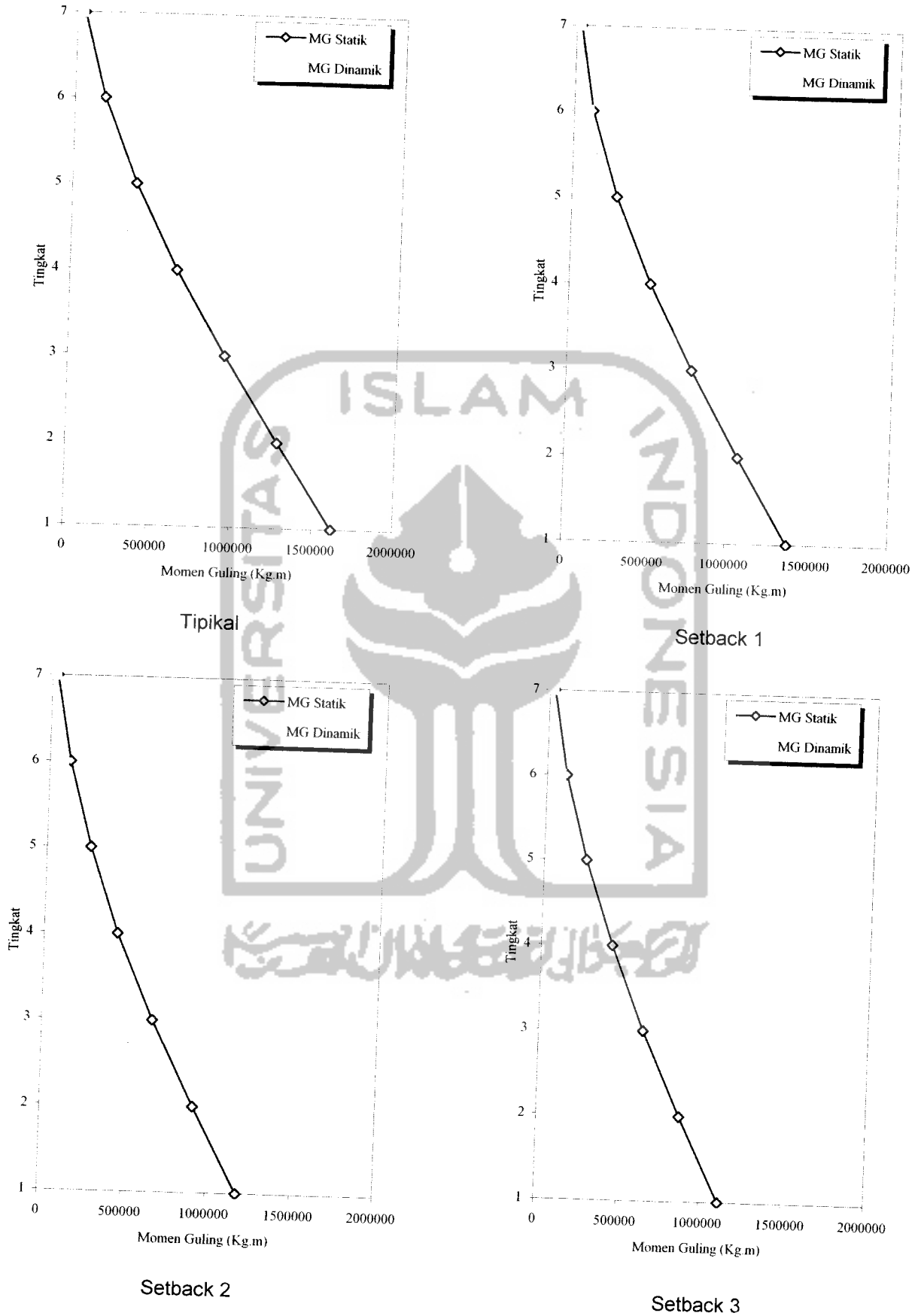
Gambar 5.183 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



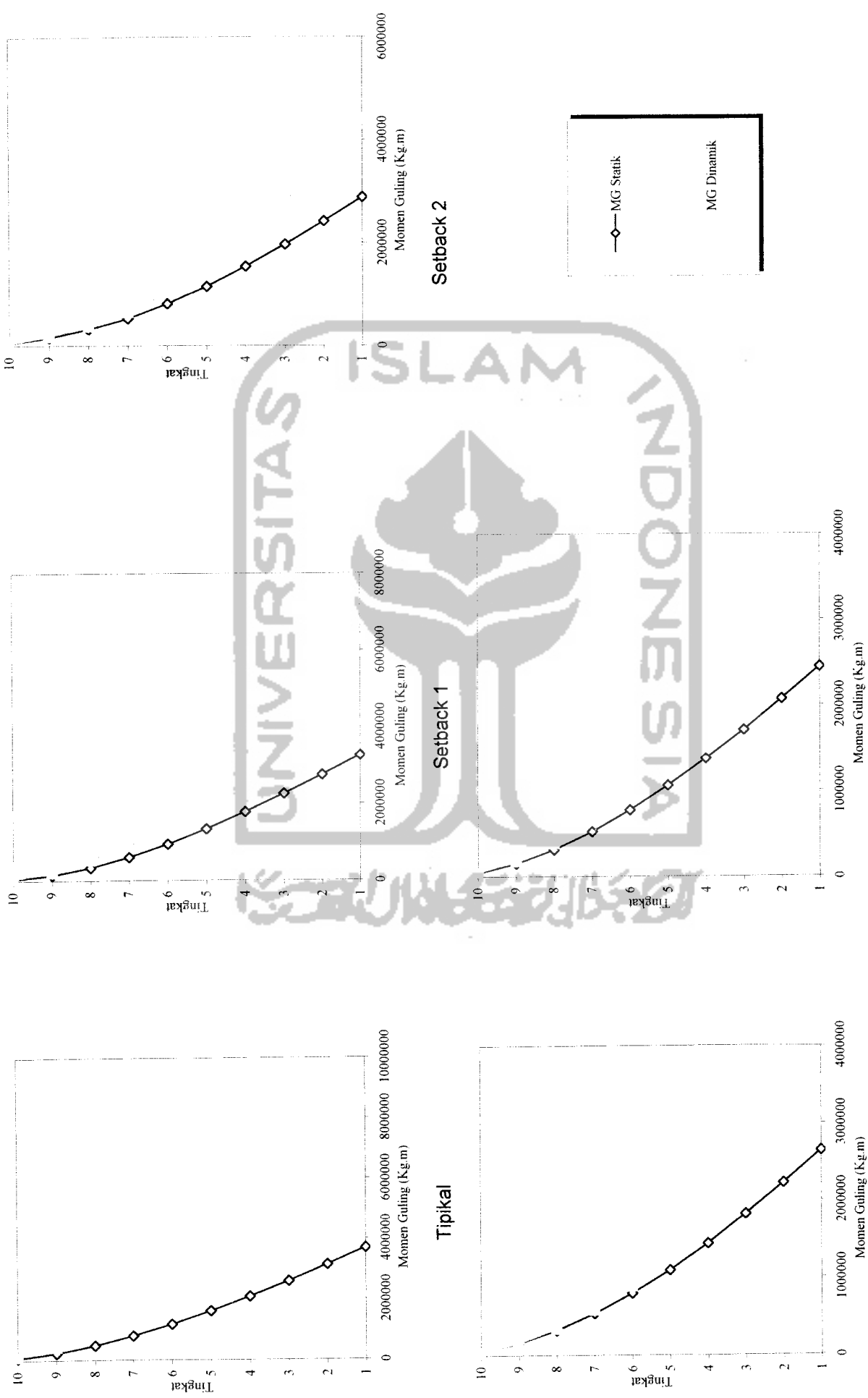
Gambar 5.184 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa El Centro



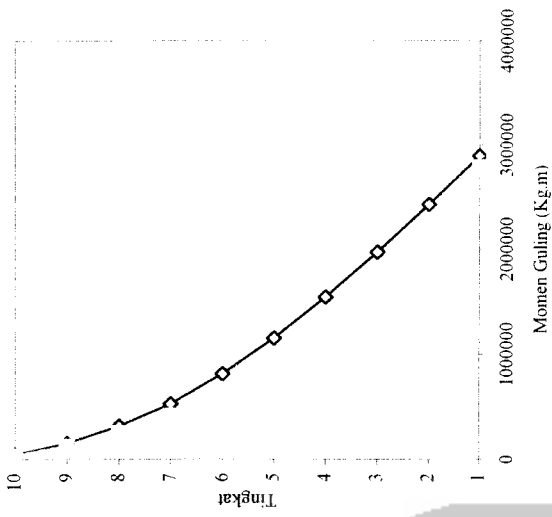
Gambar 5.185 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



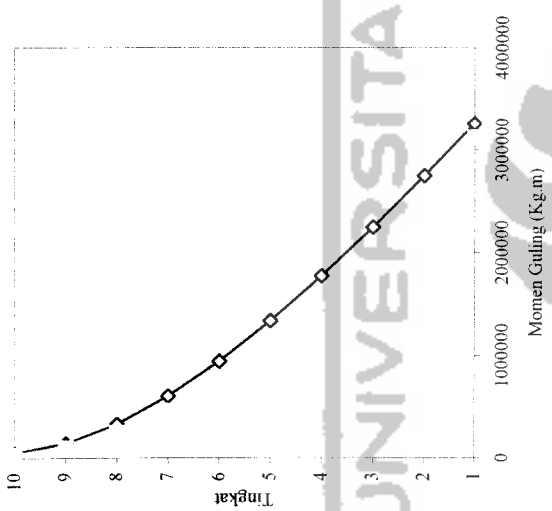
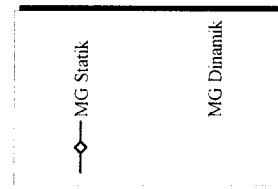
Gambar 5.186 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



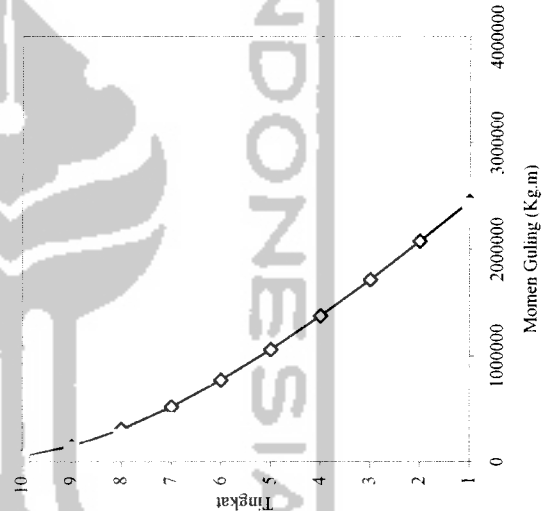
Gambar 5.187 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



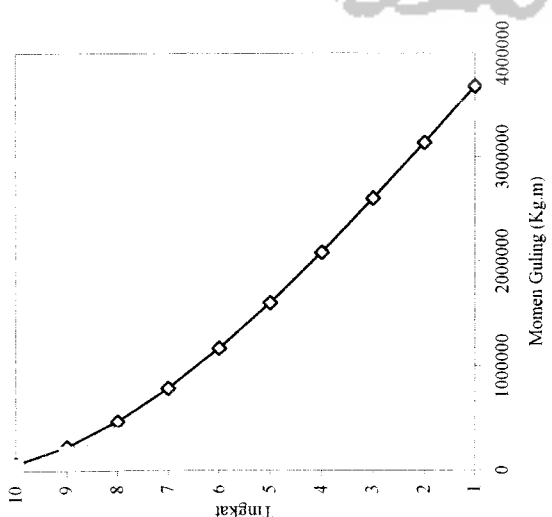
Setback 2



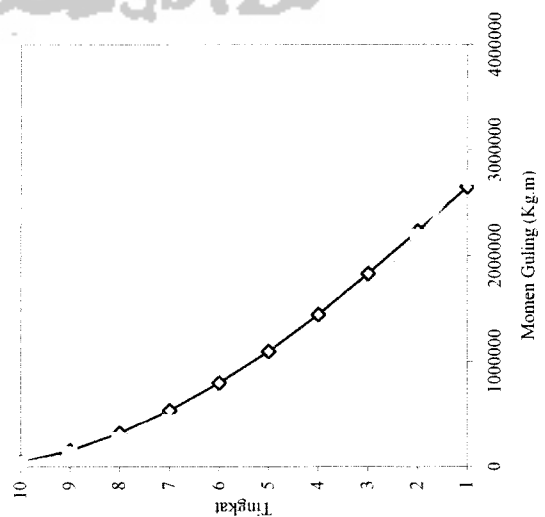
Setback 1



Setback 4

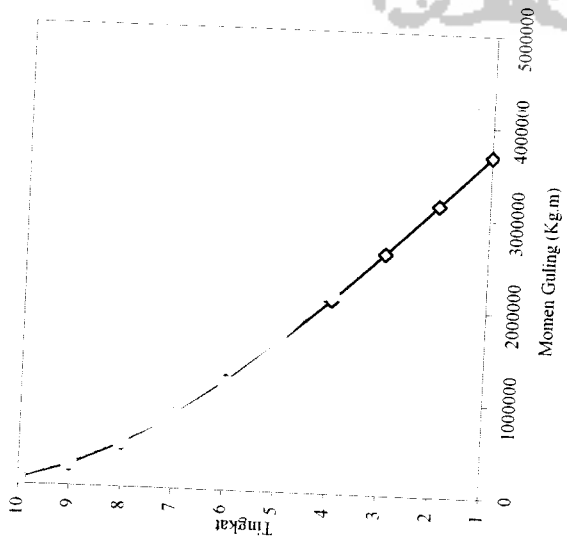


Tipikal

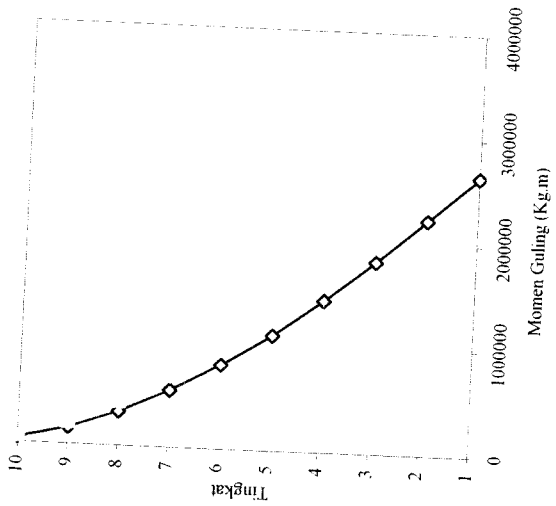


Setback 3

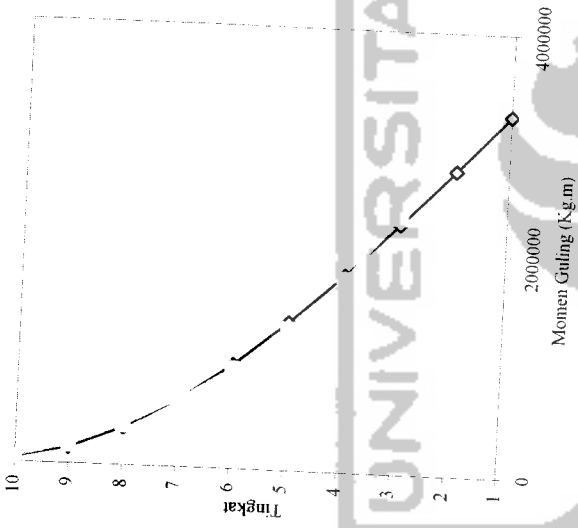
Gambar 5.188 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa El Centro



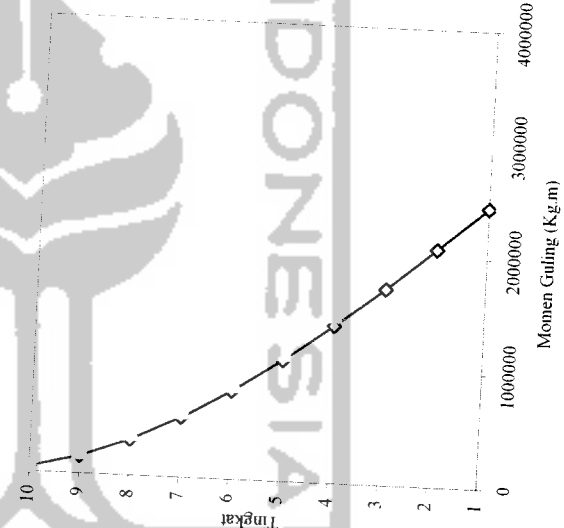
Tipikal



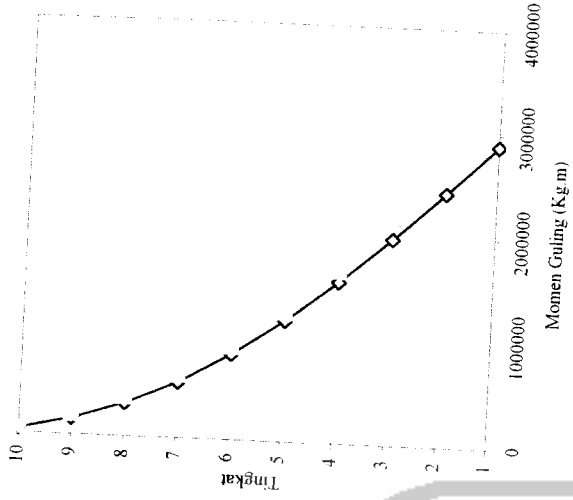
Setback 3



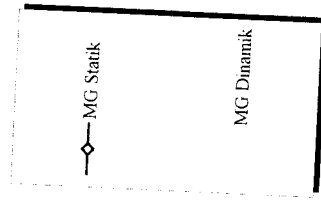
Setback 1



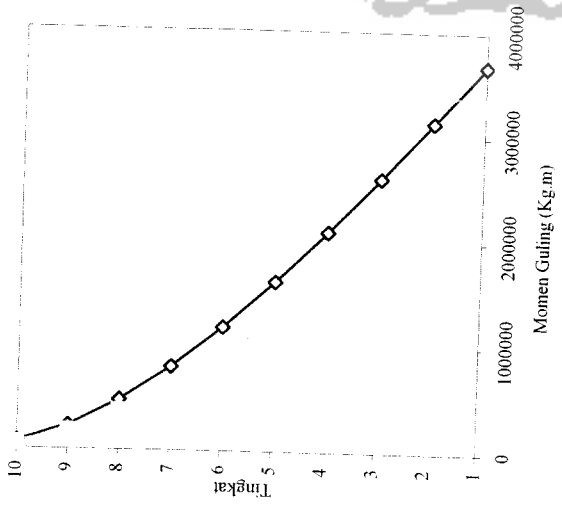
Setback 4



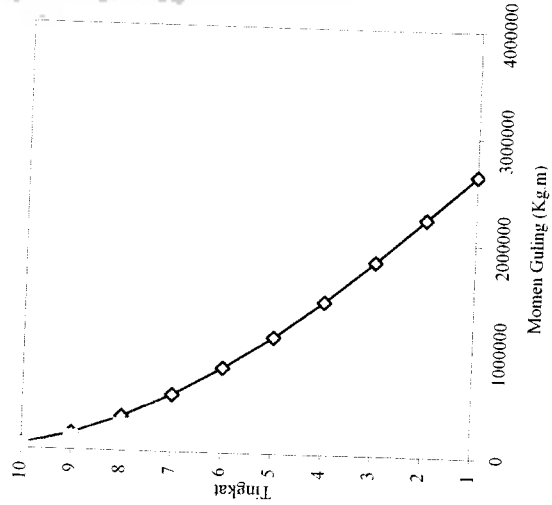
Setback 2



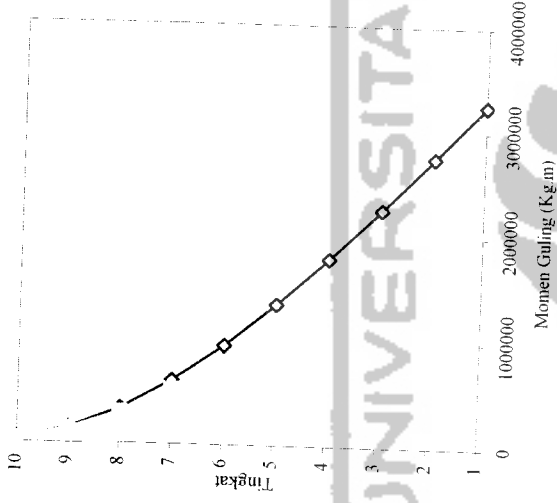
Gambar 5.189 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy



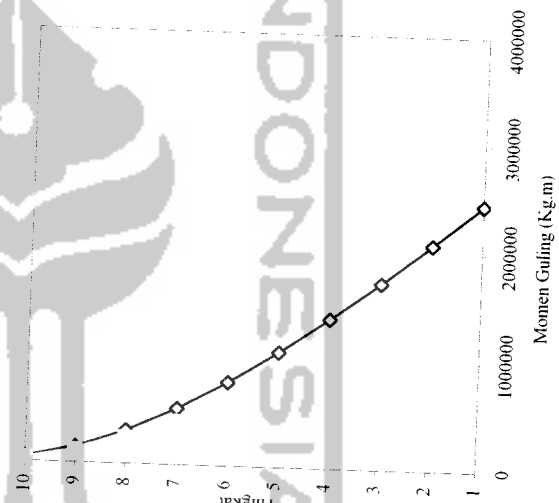
Tipikal



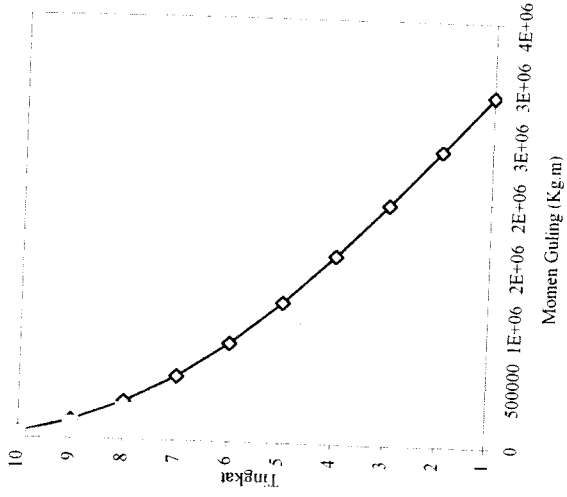
Setback 3



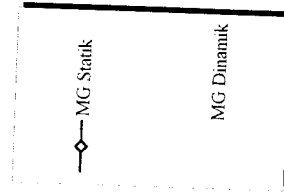
Setback 1



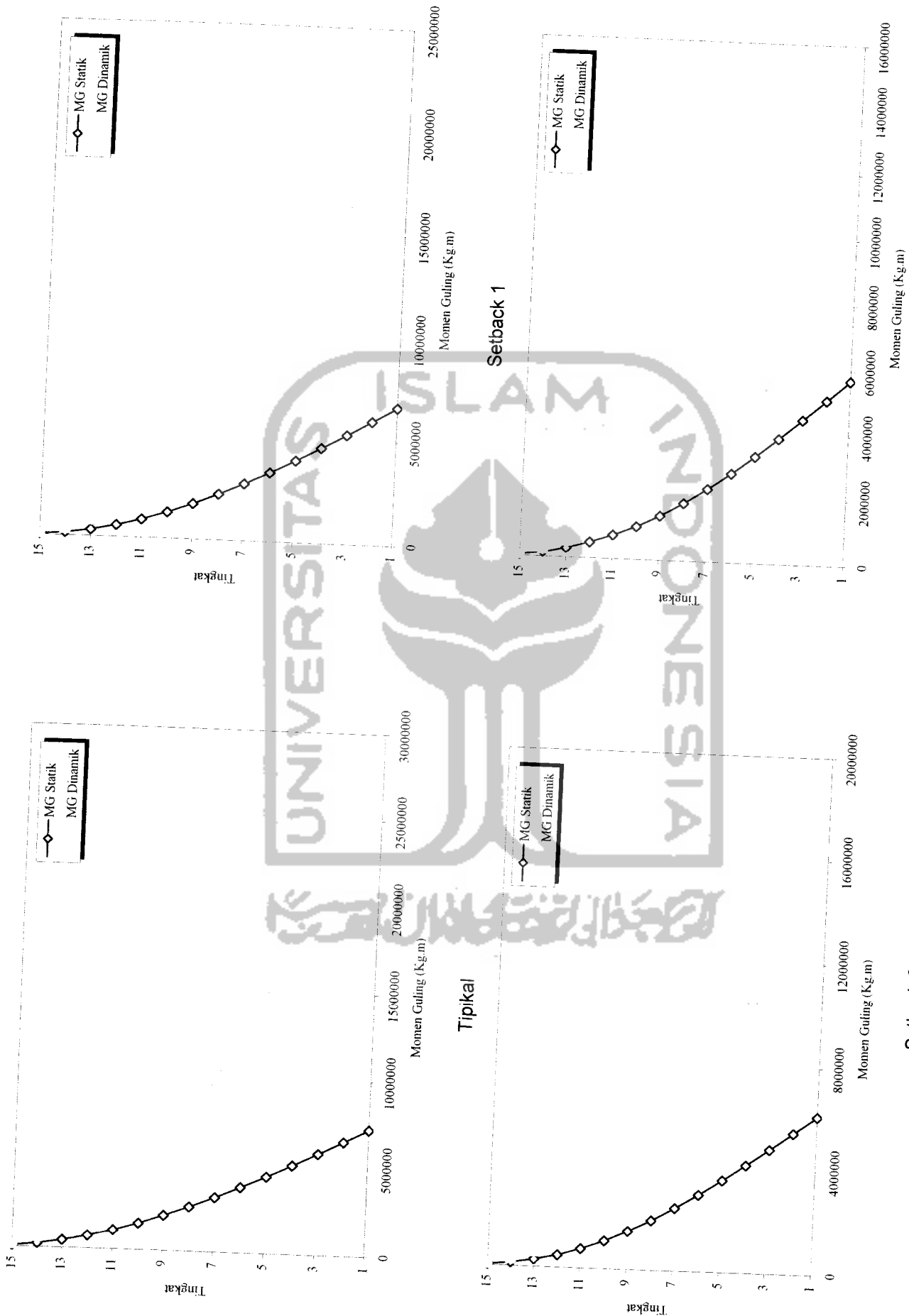
Setback 4



Setback 2



Gambar 5.190 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



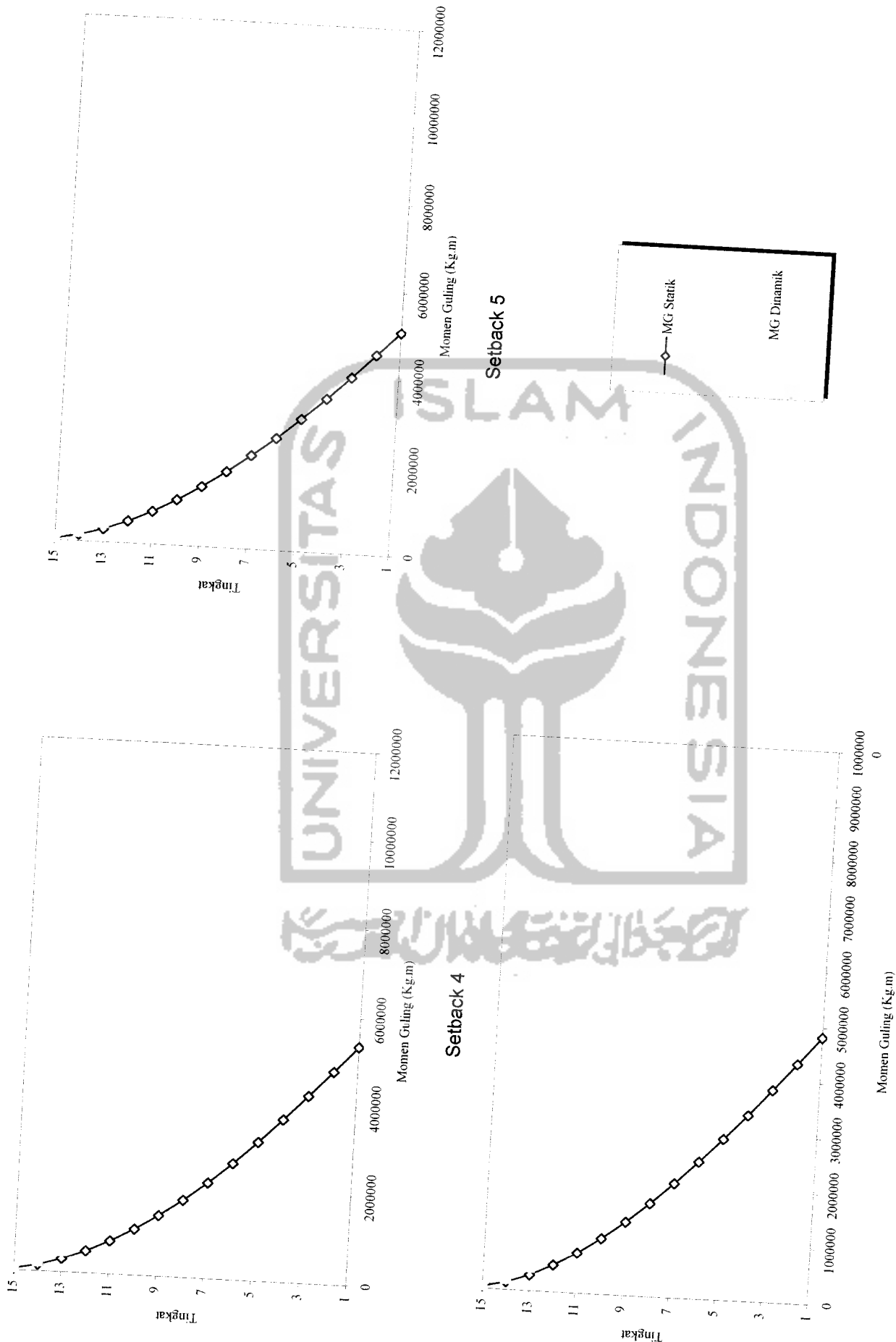
Gambar 5.191 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest

Setback 2

Setback 3

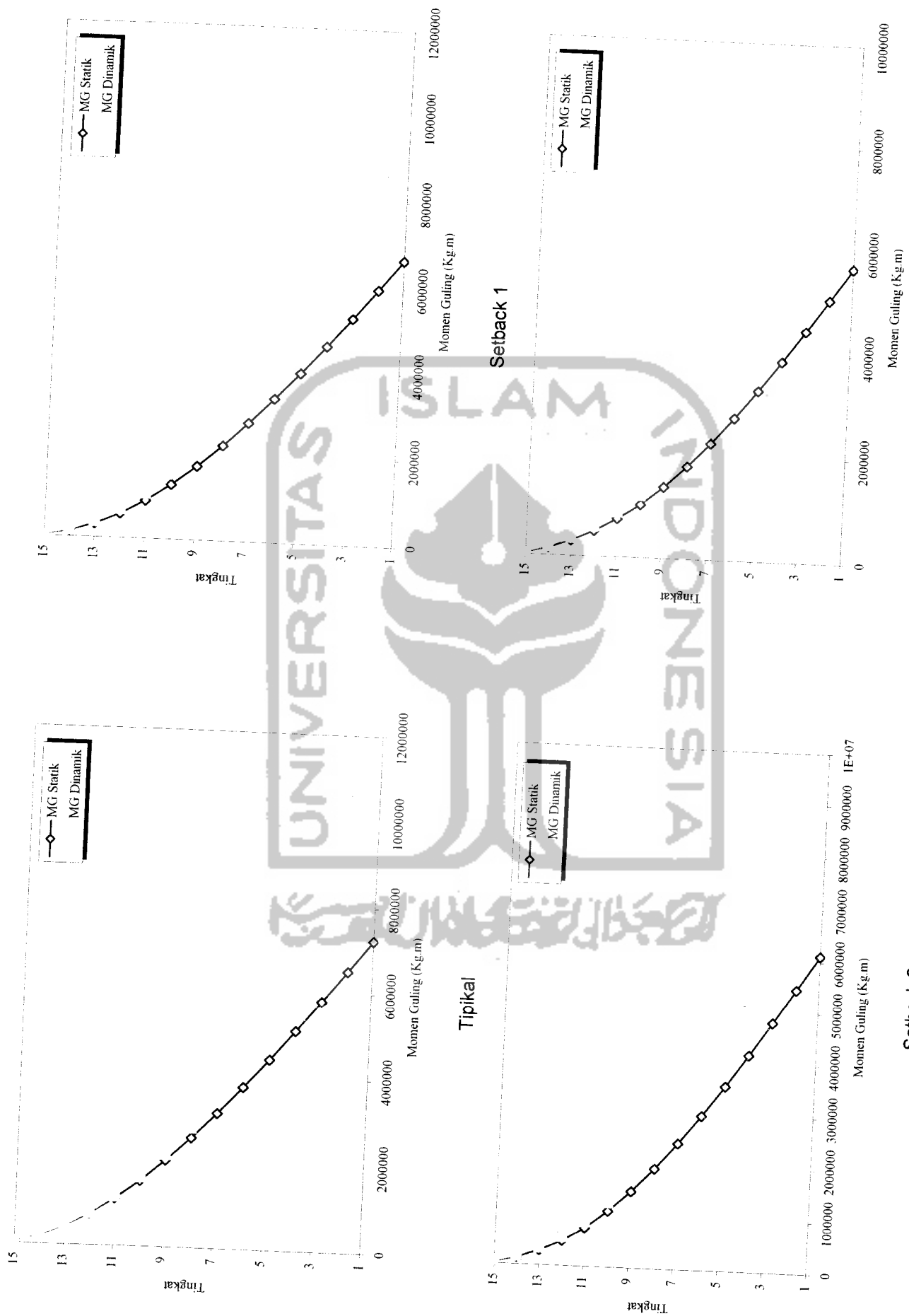
Setback 1

Tipikal



Setback 6

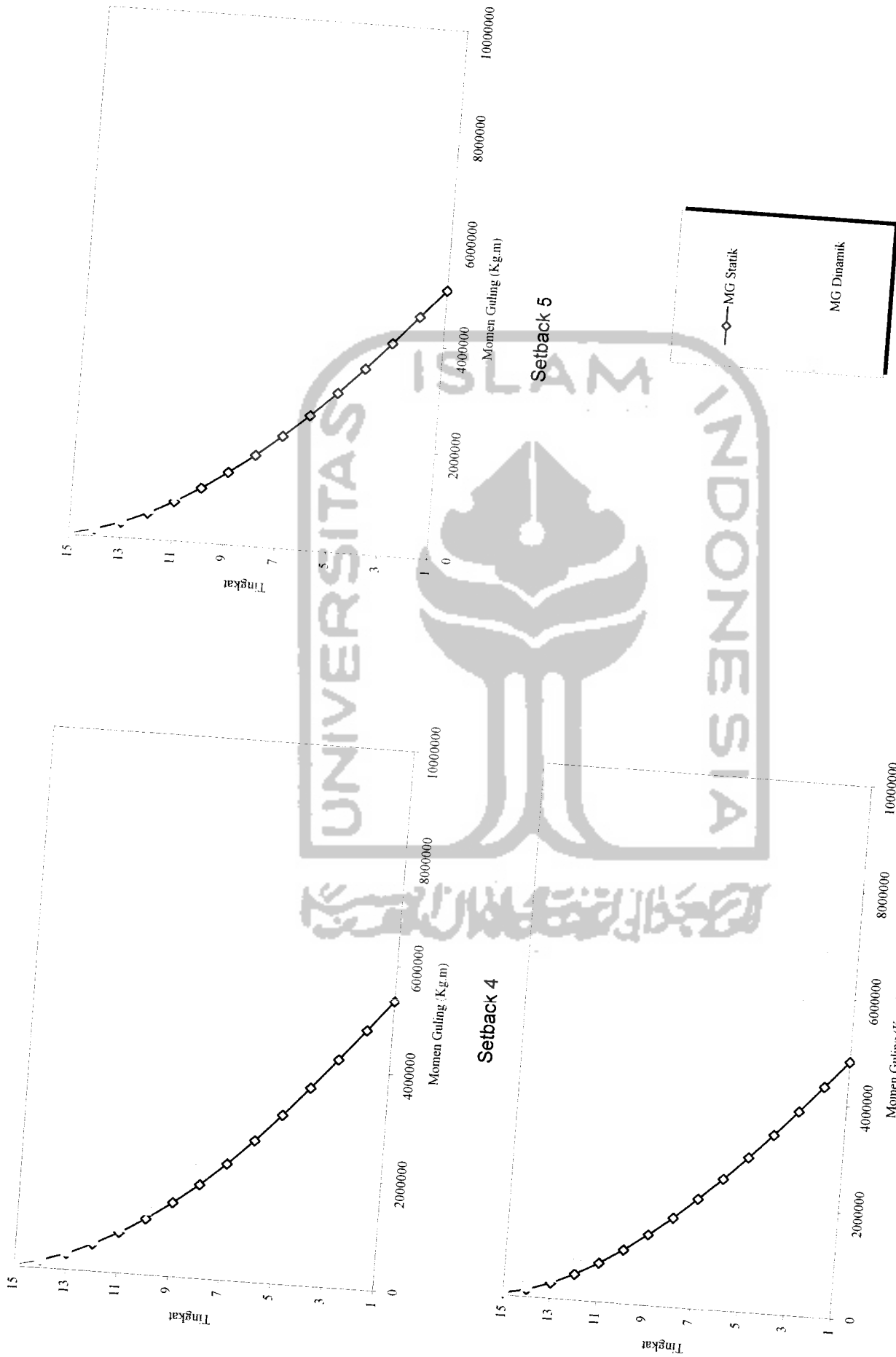
Gambar 5.191 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



Gambar 5.192 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro

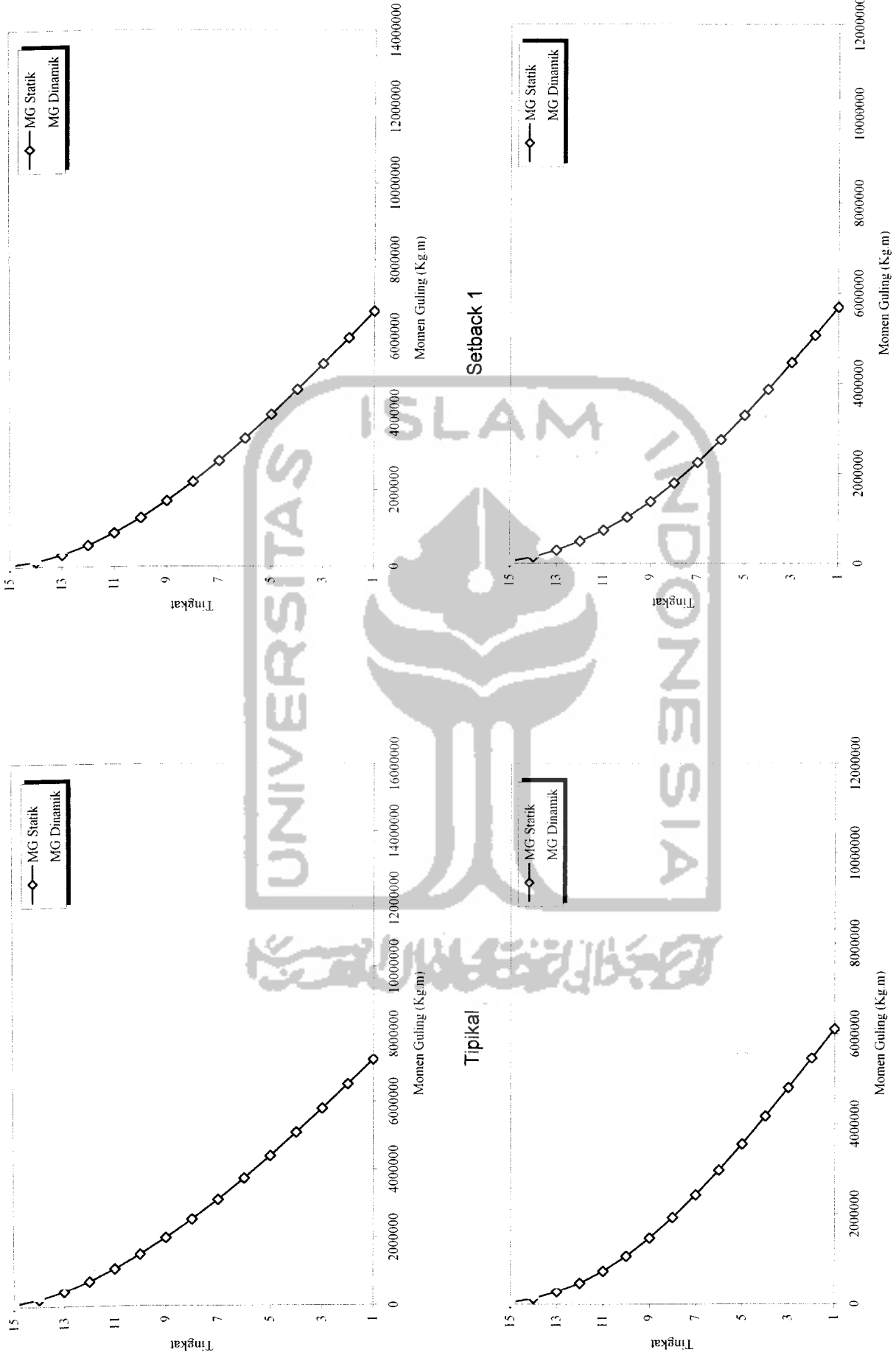
Setback 2

Setback 3



Setback 6

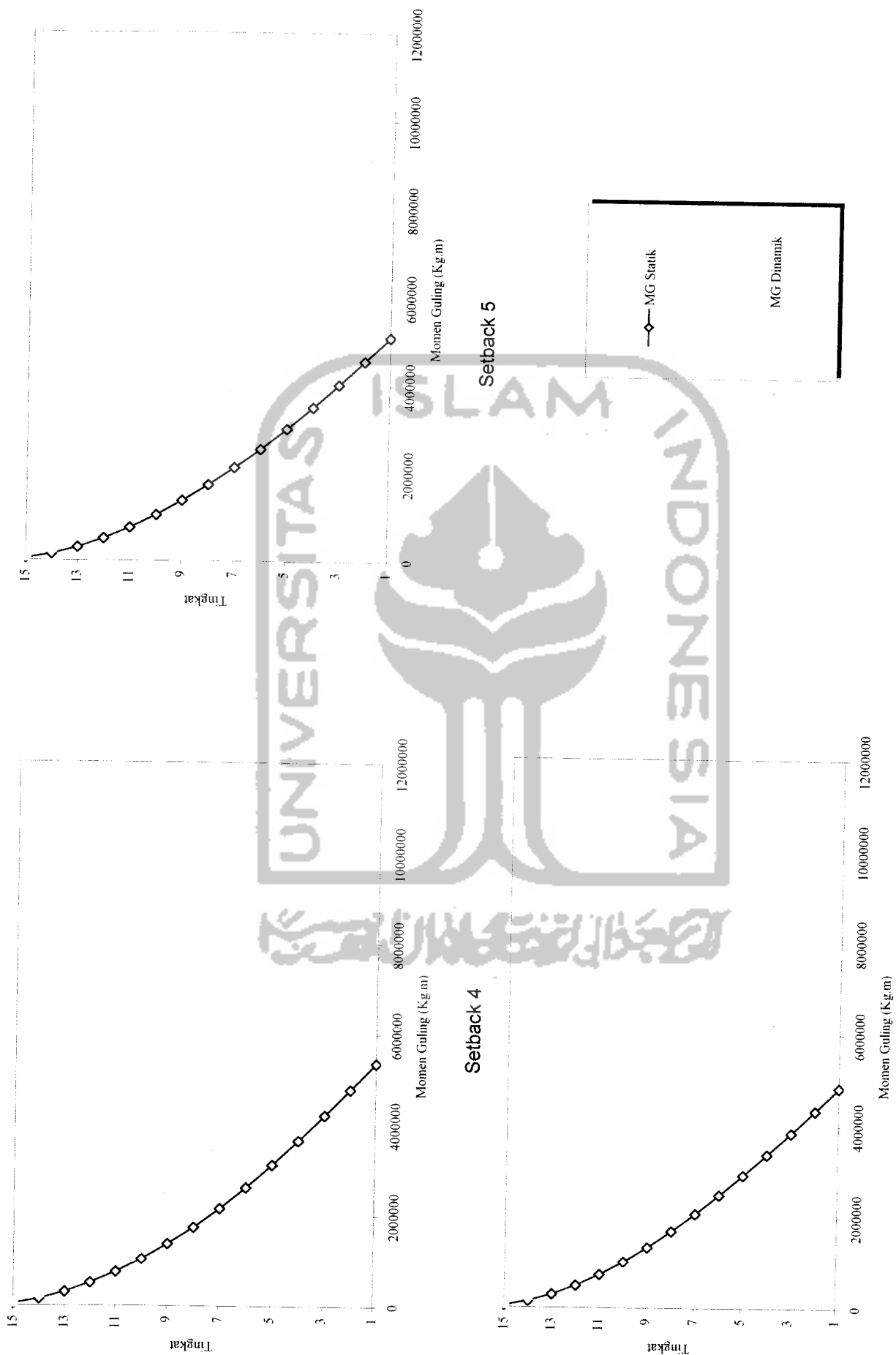
Gambar 5.192 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa El Centro



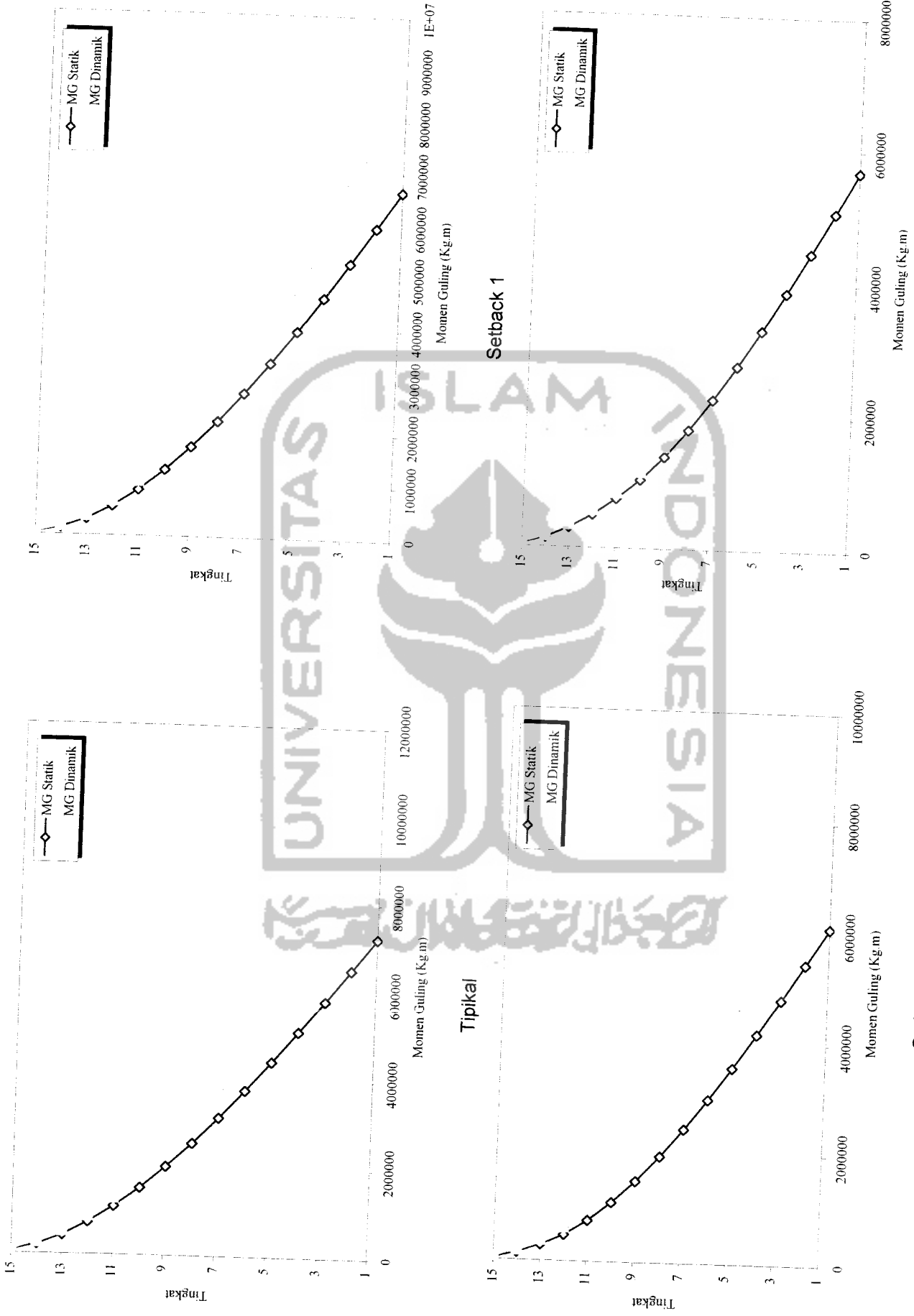
Setback 3

Setback 2

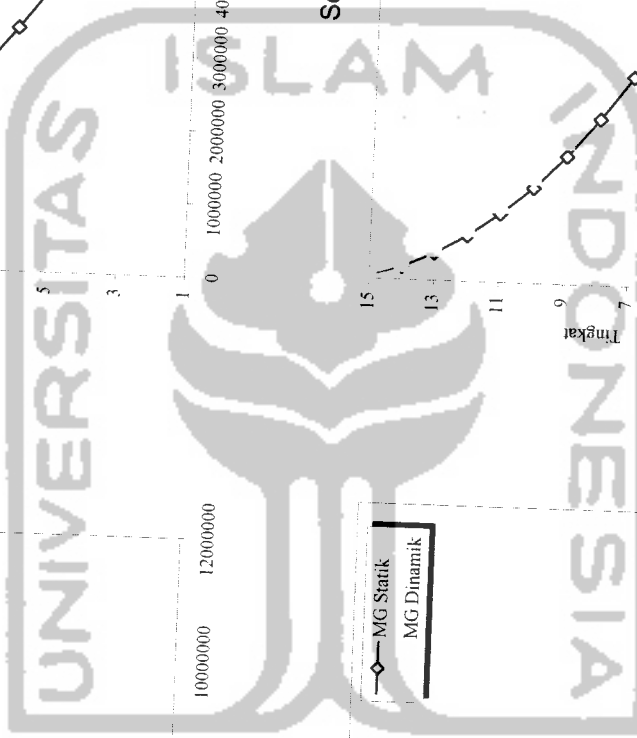
Gambar 5.193 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy

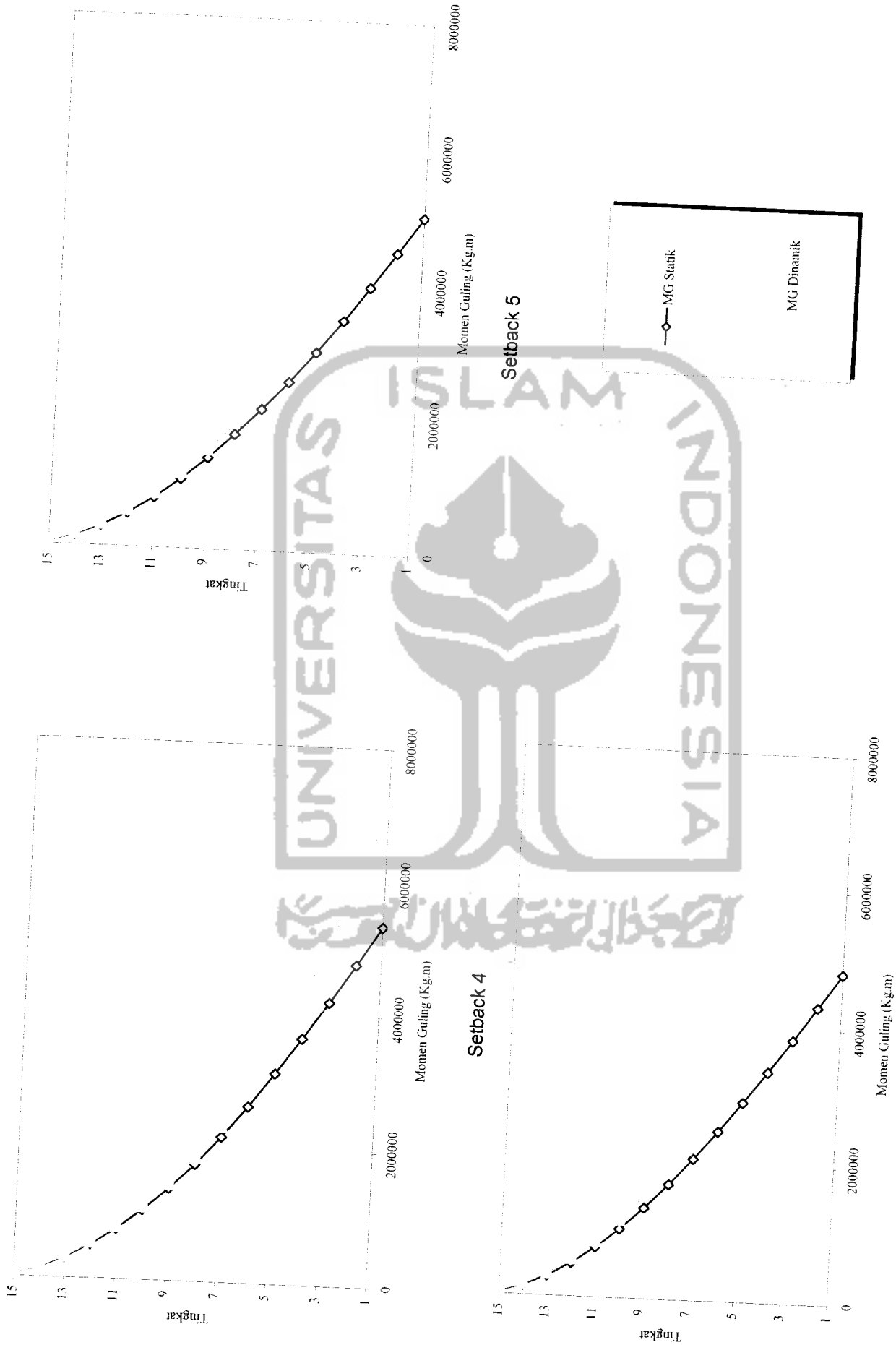


Gambar 5.193 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy

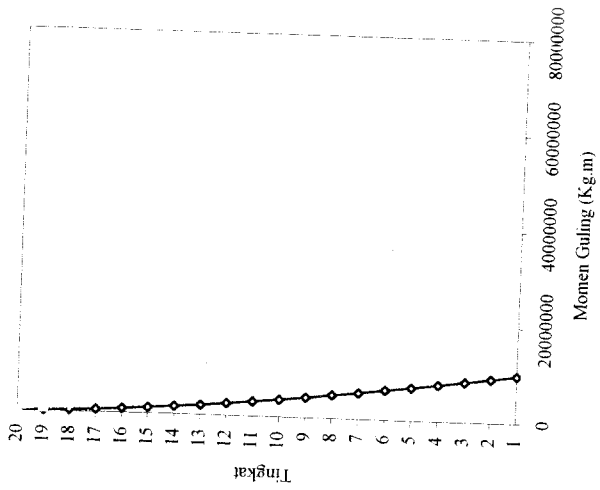


Gambar 5.194 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna

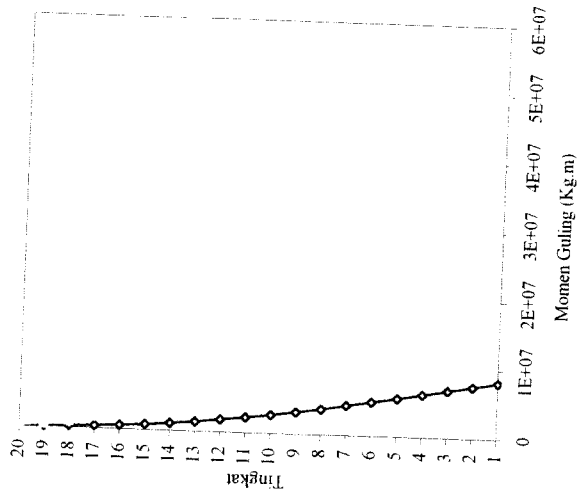




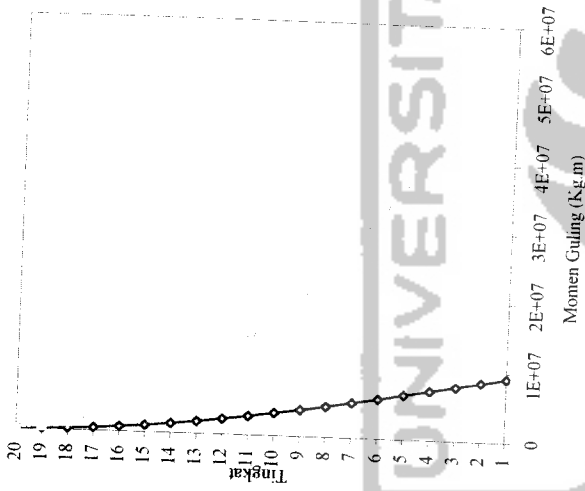
Gambar 5.194 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



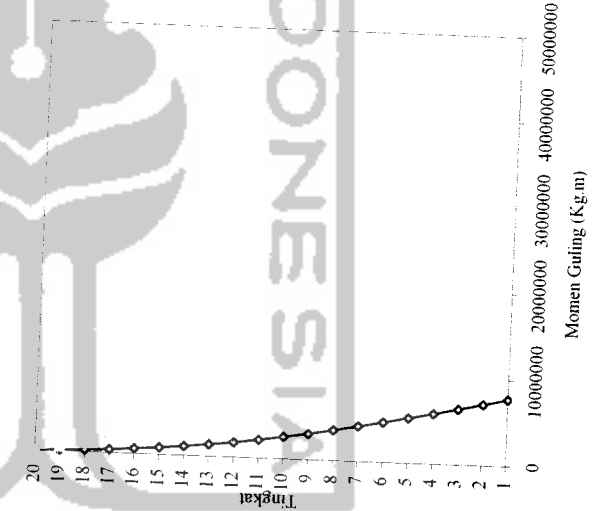
Tipikal



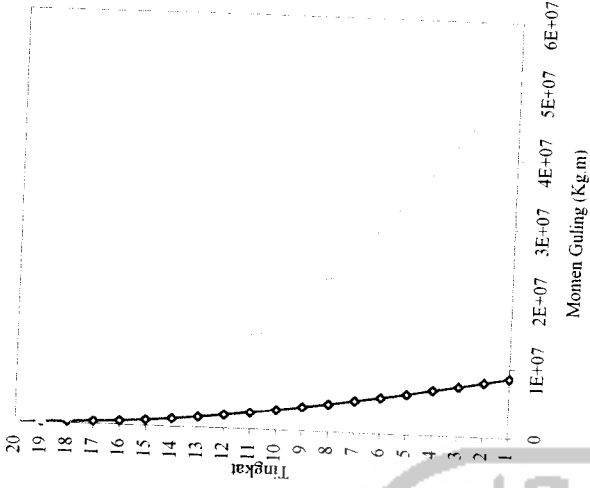
Setback 3



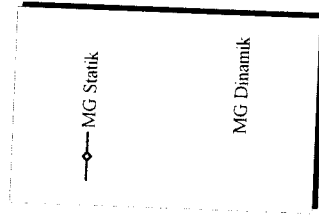
Setback 1



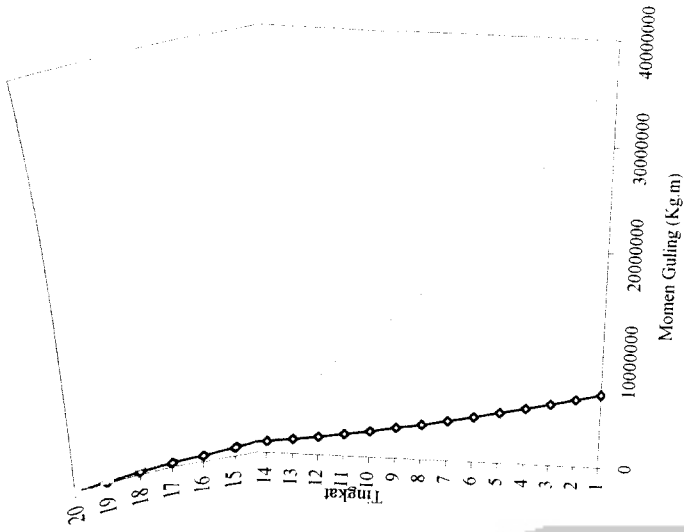
Setback 4



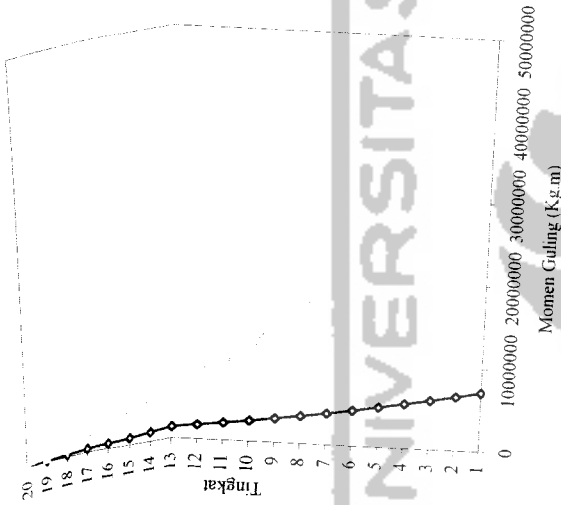
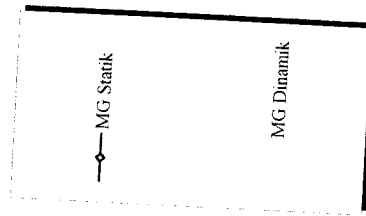
Setback 2



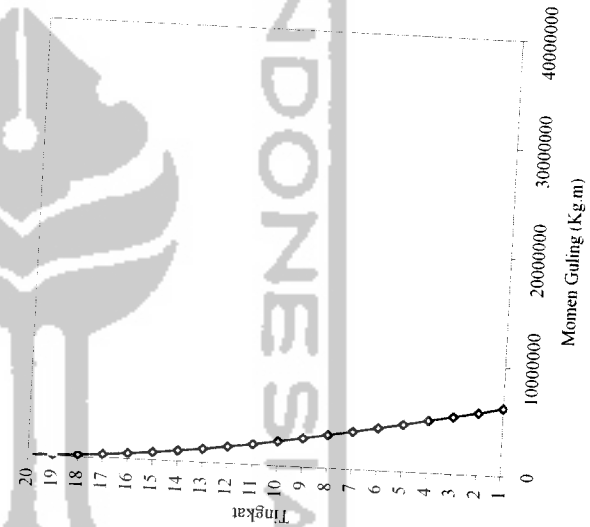
Gambar 5.195 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Bucharest



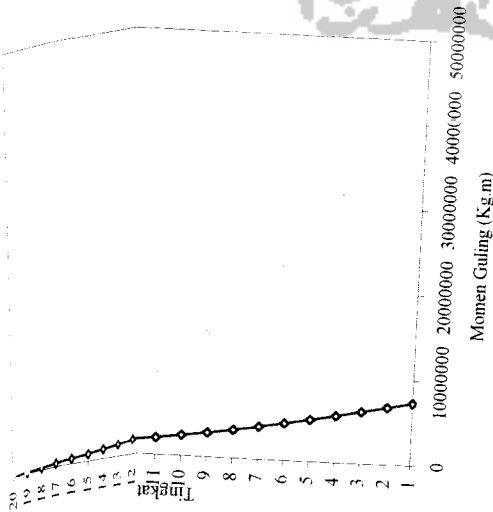
Setback 7



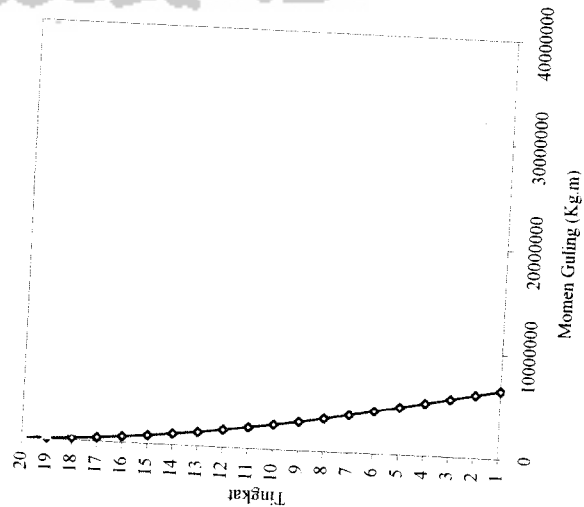
Setback 6



Setback 9

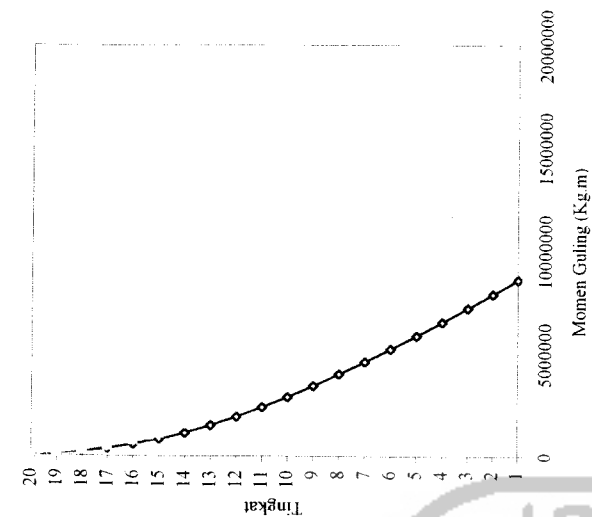


Setback 5

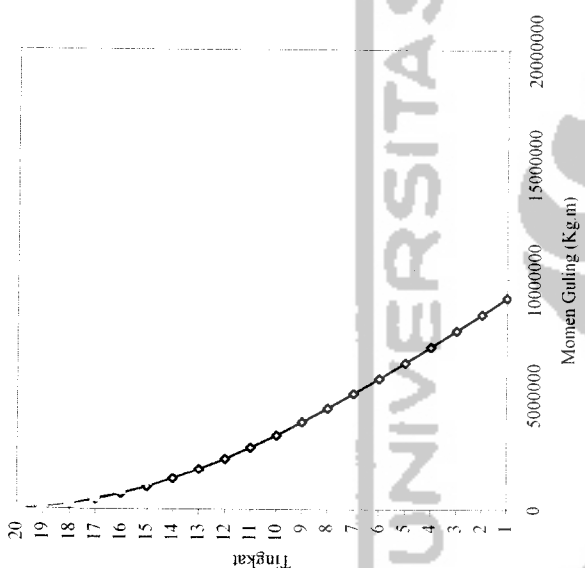
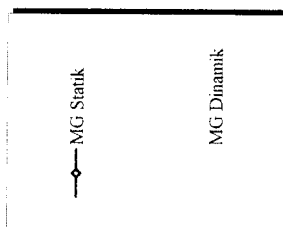


Setback 8

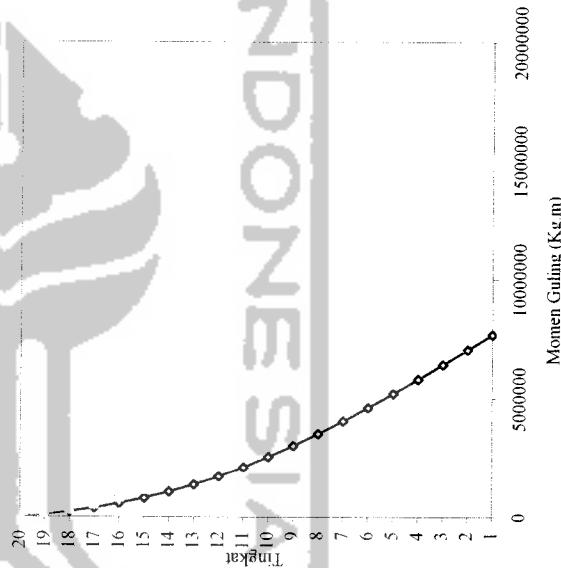
Gambar 5.195 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Bucharest



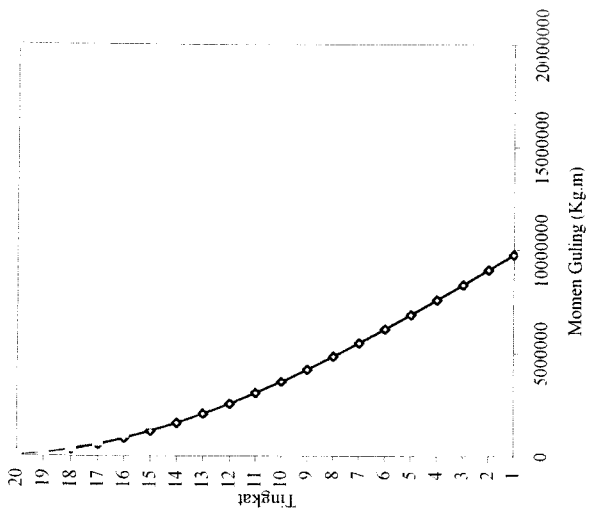
Setback 2



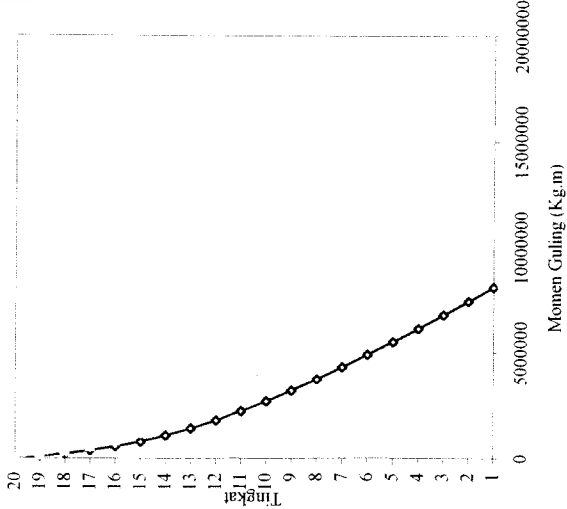
Setback 1



Setback 4

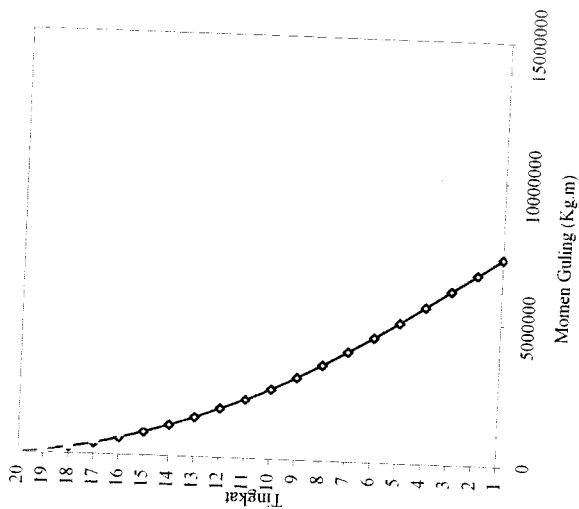


Tipikal

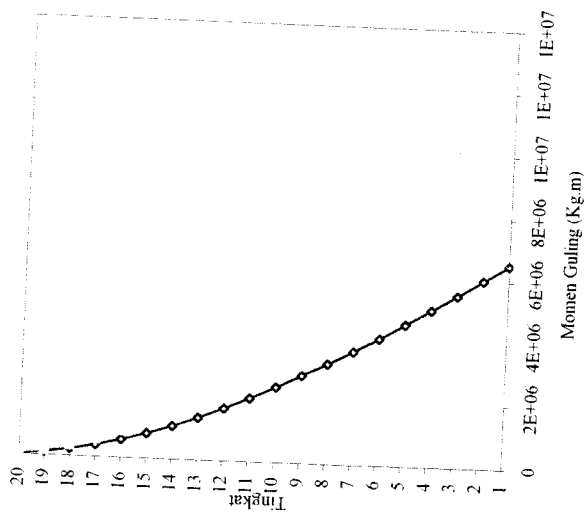


Setback 3

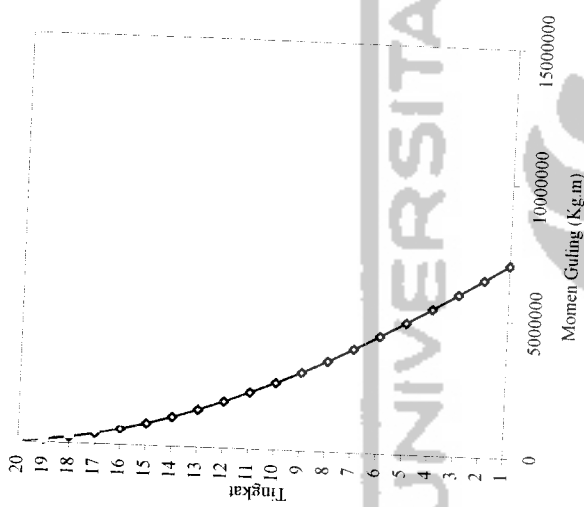
Gambar 5.196 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa El Centro



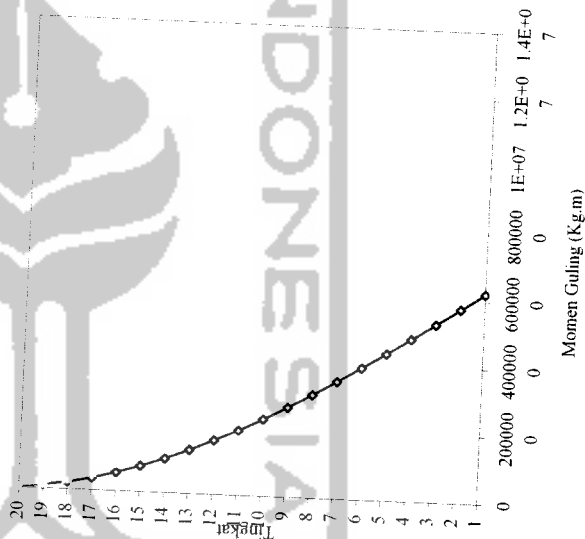
Setback 5



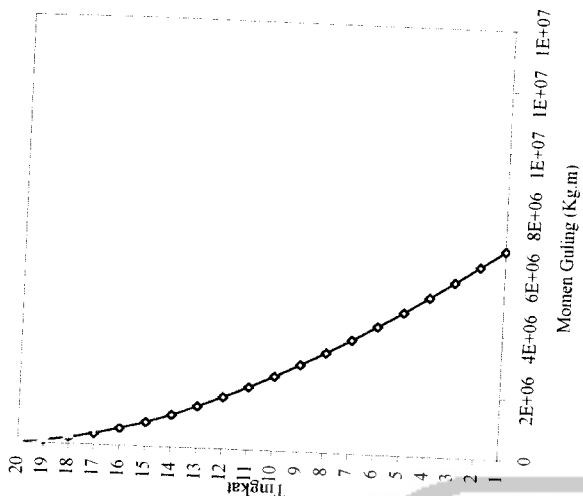
Setback 8



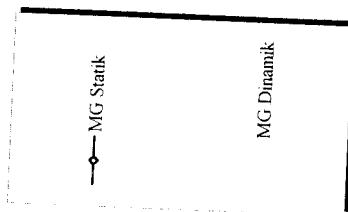
Setback 6



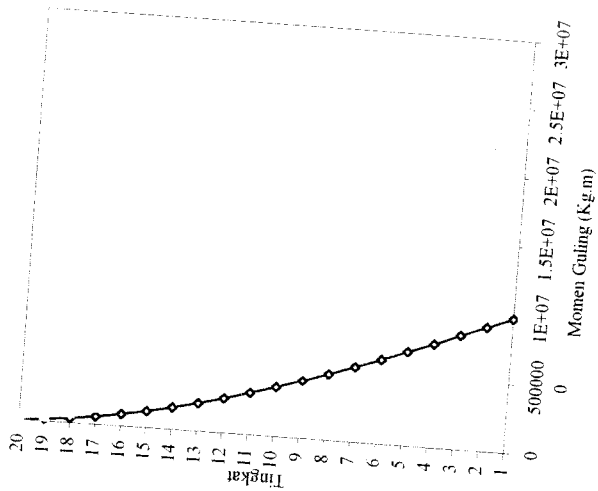
Setback 9



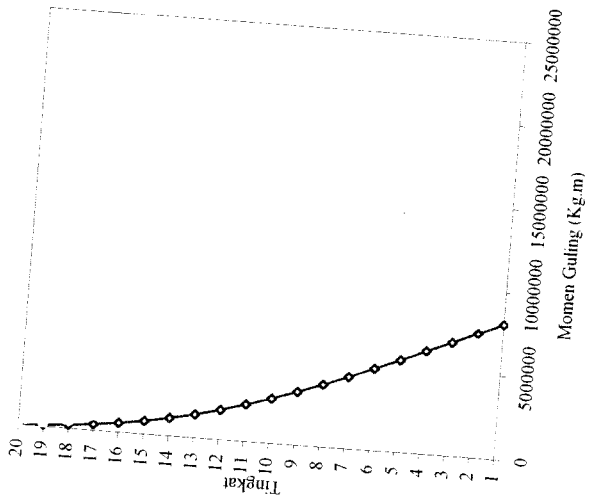
Setback 7



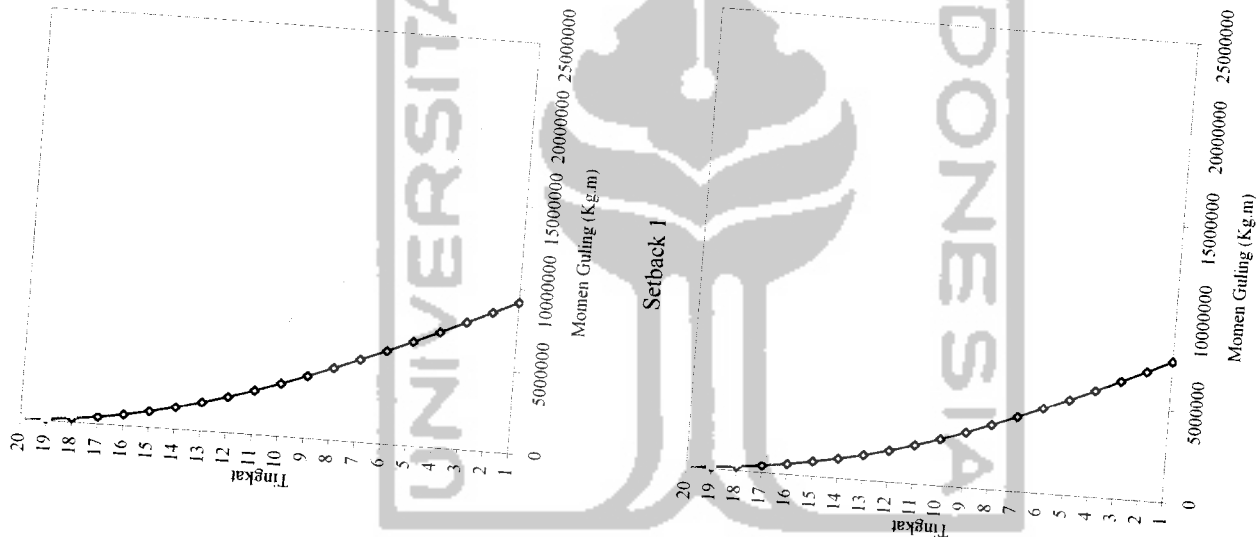
Gambar 5.196 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa El Centro



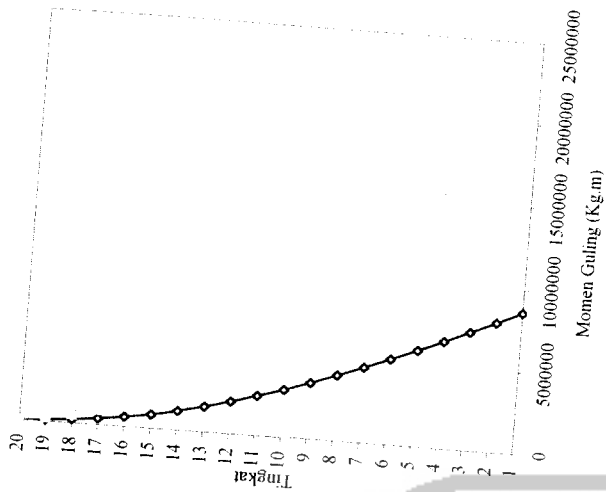
Tipikal



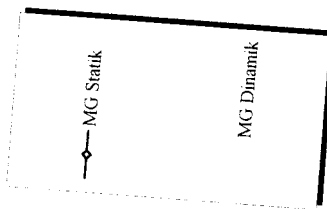
Setback 3



Setback 1

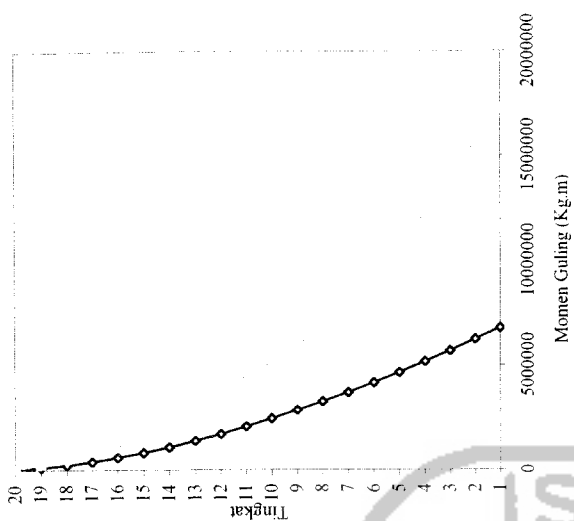


Setback 2

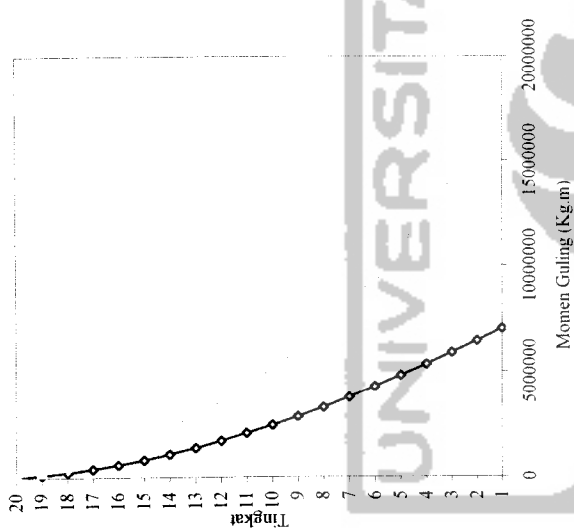
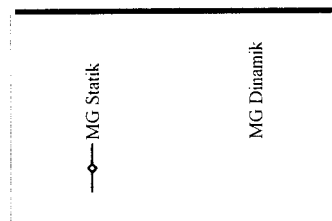


Setback 4

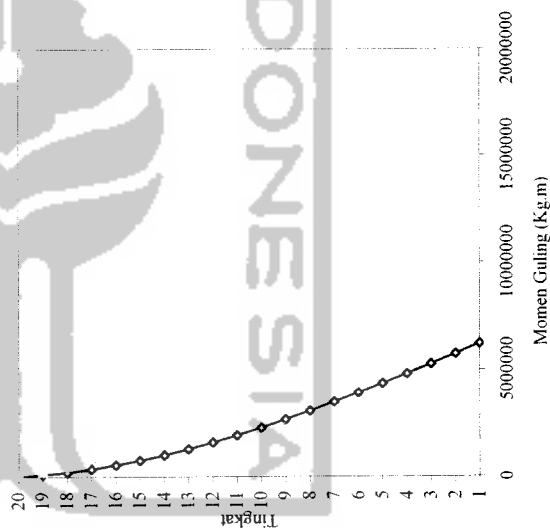
Gambar 5.197 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Gilroy



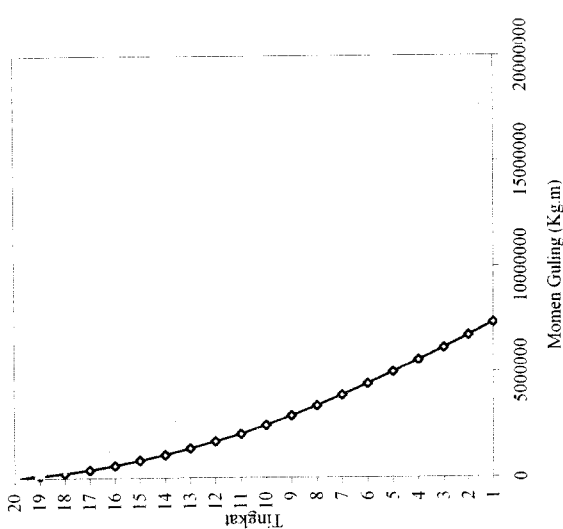
Setback 7



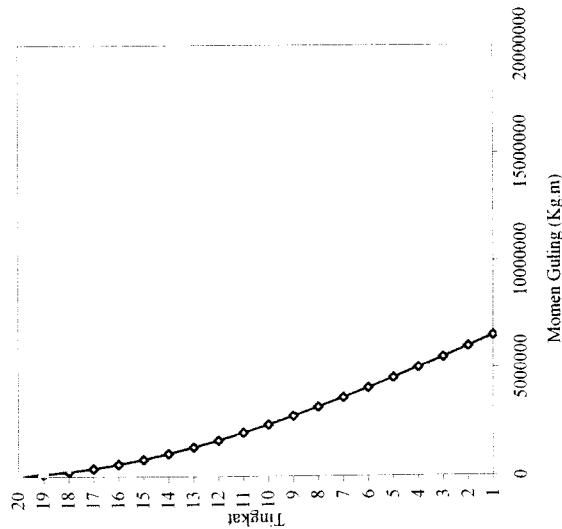
Setback 6



Setback 9

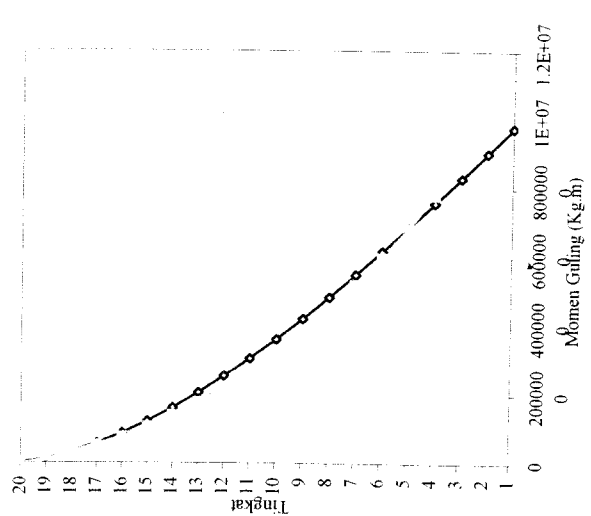


Setback 5

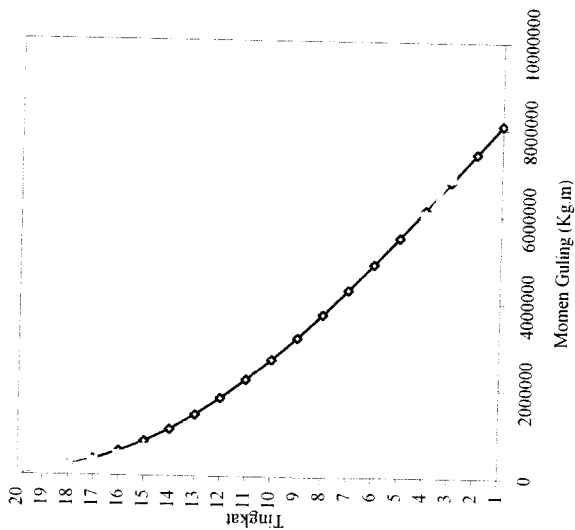


Setback 8

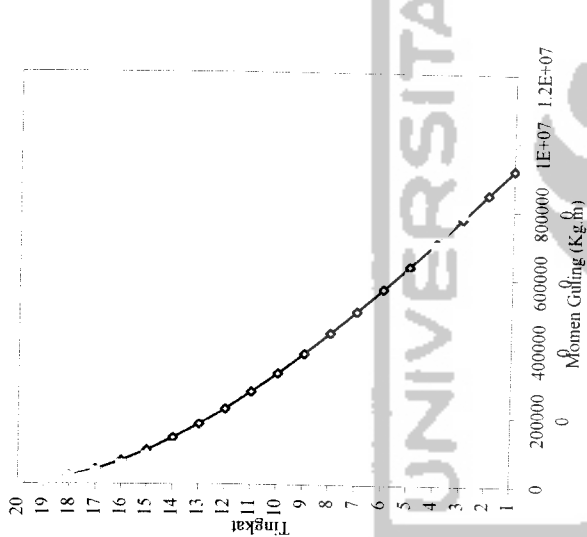
Gambar 5.197 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Gilroy



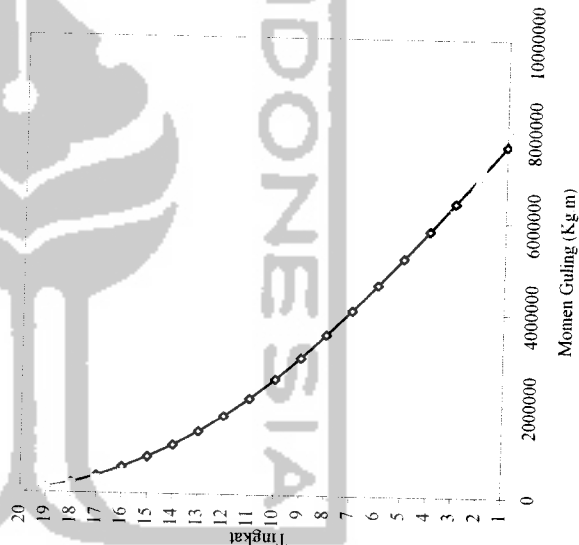
Tipikal



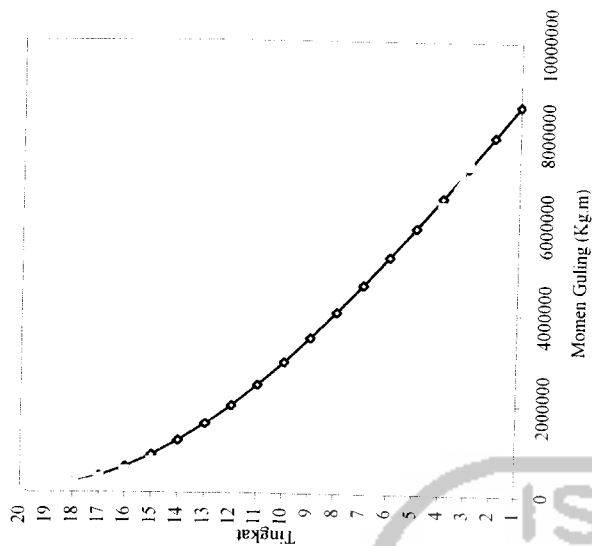
Setback 3



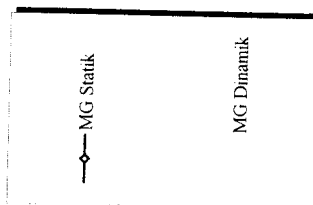
Setback 1



Setback 4



Setback 2



Gambar 5.198 Perbandingan Momen Guling Statik Dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Koyna

5.4.8 Fundamental Periode

Periode masing-masing struktur dapat dilihat sebagai berikut:

Periode Struktur Tingkat 7

	Tipikal	Setback 1	Setback 2	Setback 3
λ_1	0.30204	0.35988	0.44706	0.48048
ω_1	8.551538	9.334496	10.40387	9.647053
T_1	0.734743	0.673114	0.603927	0.651306

Periode Struktur Tingkat 10

	Tipikal	Setback 1	Setback 2	Setback 3	Setback 4
λ_1	0.14358	0.16362	0.192	0.21882	0.2355
ω_1	6.312982	6.73916	7.300258	7.793474	7.231494
T_1	0.995279	0.932339	0.860679	0.80621	0.868863

Periode Struktur Tingkat 15

	Tipikal	Setback 1	Setback 2	Setback 3	Setback 4	Setback 5	Setback 6
λ_1	0.06672	0.07272	0.08082	0.08946	0.09822	0.10524	0.10962
ω_1	6.212293	6.48561	6.837279	7.193468	7.53744	7.80215	7.962855
T_1	1.011411	0.968788	0.918959	0.873456	0.833596	0.805314	0.789061

Periode Struktur Tingkat 20

	Tipikal	Setback 1	Setback 2	Setback 3	Setback 4	Setback 5	Setback 6	Setback 7	Setback 8	Setback 9
λ_1	0.03726	0.03972	0.04296	0.04638	0.05022	0.05388	0.05718	0.05976	0.06132	0.06198
ω_1	4.298055	4.437671	4.615116	4.795301	4.989866	5.168497	5.324423	5.443219	5.513807	4.958169
T_1	1.461866	1.415873	1.361435	1.310279	1.259188	1.215669	1.180068	1.154313	1.139536	1.267238

Dari hasil grafik fundamental periode pada Gambar 5.199 dan tabel di atas tampak bahwa kecepatan sudut (ω) pada bangunan Tipikal, setback 1, setback 2, setback 3, dan seterusnya semakin membesar, kecuali untuk struktur tingkat 7, 10 dan 20 pada setback yang paling kritis kecepatan sudutnya lebih kecil daripada tipe setback sebelumnya. Sebaliknya, periode (T) pada bangunan Tipikal, setback 1, setback 2, setback 3, dan seterusnya semakin mengecil karena T berbanding terbalik dengan ω .