

PERPUSTAKAAN FTSP UII  
HADIAN/BELE  
TGL. TERIMA : 23 Juni 2006  
NO. JUDUL : 00 19 66  
NO. INV. : 52000046600  
NO. INDUK :

**TUGAS AKHIR**

**RESPON DINAMIK STRUKTUR SETBACK BERUBAH SECARA  
HORIZONTAL PADA STRUKTUR BETON BERTINGKAT BANYAK**



Disusun oleh :

TRAYANTI DEFI SUSANTI

01 511 195

**DIBACA DI TEMPAT  
TIDAK DIBAWA PULANG**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA**

**2006**

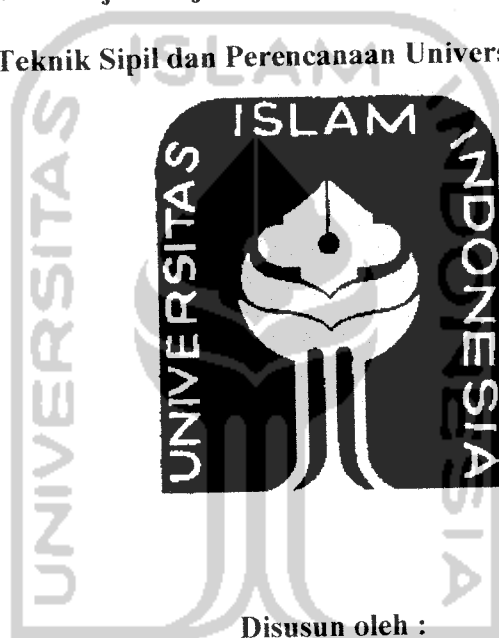
**TUGAS AKHIR**

**RESPON DINAMIK STRUKTUR SETBACK BERUBAH SECARA  
HORIZONTAL PADA STRUKTUR BETON BERTINGKAT BANYAK**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan**

**Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil Pada Jurusan Teknik Sipil**

**Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia**



**Disusun oleh :**

**TRIJAYANTI DEFI SUSANTI**

**01 511 195**

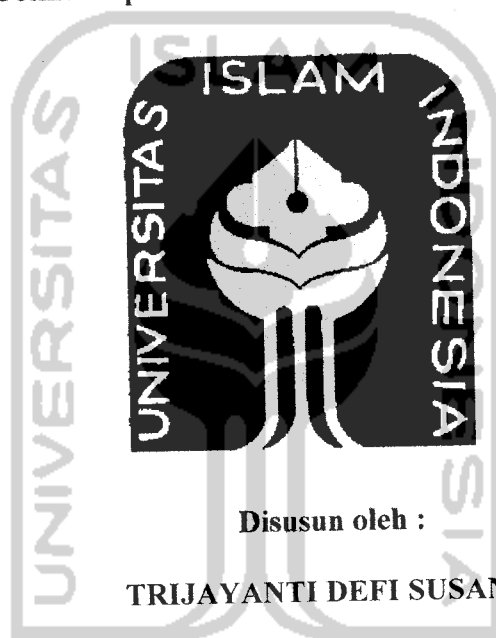
**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA**

**2006**

## LEMBAR PENGESAHAN

RESPON DINAMIK STRUKTUR SETBACK BERUBAH SECARA  
HORIZONTAL PADA STRUKTUR BETON BERTINGKAT BANYAK

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil Pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia



Disusun oleh :

TRIJAYANTI DEFI SUSANTI

01 511 195

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Tanggal :



Prof. H. Widodo, MSCE, Ph.D

Dosen Pembimbing

20/3/06

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh*

Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, khususnya kepada kami sehingga dapat menyelesaikan Penelitian Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini yang kami beri judul **RESPON DINAMIK STRUKTUR SETBACK BERUBAH SECARA HORIZONTAL PADA STRUKTUR BETON BERTINGKAT BANYAK** diajukan sebagai syarat guna memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari sumbangan pemikiran dari berbagai pihak yang sangat membantu, sehingga penulis dapat menyelesaikan semua hambatan dalam proses penyusunan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini. Maka pada kesempatan ini kami dengan rendah hati dan penuh hormat mengucapkan pihak-pihak yang telah membantu, yaitu :

1. Bapak Prof. Ir.H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir.H. Sarwidi, MSCE, Ph.D, selaku Dosen Penguji.
3. Bapak Ir.H. Suharyatma, MT, selaku Dosen Penguji.

4. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
5. Kedua orangtua dan saudara-saudara kami yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan, baik moral maupun material dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penyusunan menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna karena kesempurnaan adalah milik Allah SWT dan mengingat keterbatasan ilmu, kemampuan, dan pengalaman kami dalam penelitian dan penulisan. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat kami harapkan guna perbaikan dan pengembangan selanjutnya.

Tidak ada yang dapat kami berikan selain ucapan terimakasih atas bantuan serta dukungan yang telah diberikan semoga amal baik semua dapat diterima disisi Allah SWT.

Akhir kata, penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat dan memberikan tambahan ilmu bagi kita semua dan menaikkan derajat kita di mata Allah sebagai manusia yang berilmu dan beriman. Amien.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.*

Yogyakarta, 2006

Penyusun

## Motto

“Jika Allah menolongmu, tiadalah orang yang dapat mengalahkanmu”  
(Ali Imran 160).

“Sesungguhnya disamping kesukaran terdapat kemudahan”  
(Al Insyirah 5).

Orang berilmu lebih utama daripada orang yang selalu berpuasa, bersholat, dan berjihad. Apabila mati orang yang berilmu, maka terdapat suatu kekosongan selain oleh penggantinya (yang berilmu juga)  
(Khalifah Ali bin Abi Thalib).

“GÖNGING MAHÂ PÂTAKA MÛDDHA HETU”  
Kebodohan adalah sumber bencana.  
(Kakawin Sutasoma).

Jika anda berpikir tentang hari kemarin tanpa penyesalan dan hari esok tanpa rasa takut, berarti anda sudah berada di jalan yang benar menuju sukses.

*Assalamu'alaikum Wr. Wb,*

ijinkan insyinyur ini mengucapkan rasa syukurnya yang tiada hentinya kepada pencipta alam semesta ini **Allah SWT**, atas rahmatMulah aku bisa menyelesaikan ini.

**Kedua orang tuaku,mbah putri dan mbah kakungku** tercinta, kasih sayang dan dukungan kalian tiada berhenti menuntunku untuk selalu terus maju, menggapai cita2ku, dan membimbingku selama ini.

**Saudara-saudaraku (Ani, Teguh, Widi, Mas Alimin, Indri, Indra, Arif, Sigit)** terimakasih udah nemenin aku dalam ngerjain TA ini.

"Masku", **AGUS AWALUDDIN**, sorry udah ngrepotin kamu dan bikin kamu jengkel setiap aku minta ditemenin dan terimakasih udah menjadi temen ngobrolku walaupun kamu selalu ngajak aku bertengkar. Kamu ada di saat mereka tidak peduli padaku, *thanx for everything*, makasih banget jadi temen suka dukaku, n cepet lulus ya terus jadi sarjana deh, aku selalu dukung kamu, *CAYO Mas and jangan marahan terus ok*

*My Best Friend Datik*. makasih tuk semua. Kamu selalu mau dengerin keluhanku.Moga cepet lulus jangan pacaran terus OK

Bapak dekan (**Prof. Ir. H. Widodo, MSCE., Ph.D**), terimakasih bimbingan, dorongan, dan kesabarannya hingga aku jadi insyinyur, pak.

Bapak **Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D** n Bapak **Ir. H. Suharyatma, MT** makasih pak atas pertanyaan dan bimbingannya, ya!!Pendaran dan sidangnya asyik banget pak.

Temen-temenku di *Lodadi City* (Arif, Yoga, Mul, Sely,Mba Dian, Yono, Fery, Ahong, Nug, Pras, eko,Joko,Topan, Idris, Dede dan yang laen) aku seneng banget udah kenal kalian and temennan ama kalian

Temen-temen kosku (*Eka, Ida, Ayu, Yanti, Yuni, Listy, Nina*).....Oy aku dah wisuda bo!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Temen2ku **Civil Dept**, terimakasih atas bantuan serta semangatnya sehingga aku bisa nerusin Taku ini waluapun udah ditinggal ama partnerku.

**HerDin** ama **fEry**, makasih atas bantuan dan kerjasamanya maafin aku ya kalo aku selalu nyusahin kalian.

*Mas Habib*, makasih udah minjemnin laptopnya kamu baik deh he..he..he..

Makasih wat mantan partnerku dengan "ini" aku bisa lebih mandiri dan semoga kamu lebih sukses dengan partner barumu

Mungkin banyak yang gak bisa aku sebut satu persatu devi hanya bisa mendoakan semoga kebaikan kalian mendapatkan balasan yang baik pula dari Allah SWT.AMIEN

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
MOTTO .....	v
PERSEMBAHAN .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
ABSTRAKSI .....	xiv
<b>BAB I        PENDAHULUAN</b>	
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Tujuan Penelitian .....	4
1.4    Manfaat Penelitian .....	5
1.5    Lingkup Penelitian .....	5
<b>BAB II        TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1    Tinjauan Penelitian Terdahulu .....	7
2.2    Keaslian Penelitian .....	11
2.3    Pengertian <i>Bangunan Setback</i> .....	12



<b>BAB IV</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	
4.1	Pengumpulan Data .....	39
4.1.1	Data Struktur dengan Menggunakan Setback .....	40
4.1.2	Data Gempa.....	49
4.2	Tahapan Analisa Dinamik.....	52
4.3	Perbandingan Respon Dinamik Struktur Setback dengan Statik Ekivalen .....	53
5.	Alat yang Dipakai .....	53
6.	Bagan Alir ( <i>FLOW CHART</i> ).....	54
<b>BAB V</b>	<b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
5.1	Pendahuluan .....	55
5.2	Perhitungan Massa dan Kekakuan .....	55
5.3	Pembahasan.....	56
5.3.1	Kontribusi Mode Shape, Partisipasi Mode, Modal Effective .....	57
	a. Mode Shape .....	57
	b. Partisipasi Mode .....	65
	c. Modal Effective .....	68
5.3.2	Simpangan Struktur .....	72
5.3.3	Simpangan Antar Tingkat ( <i>Interstorey Drift</i> ) .....	95
5.3.4	Gaya Horisontal Tingkat.....	118
5.3.5	Gaya Geser Tingkat.....	141
5.3.6	Momen Guling .....	164

5.3.7 Hasil Perbandingan Dinamik dengan Statik Ekuivalen 187  
5.3.8 Fundamental Periode ..... 241

**BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1 Kesimpulan ..... 243  
6.2 Saran..... 244

**LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b>	Pemodelan Struktur SDOF.....	13
<b>Gambar 3.2</b>	Bangunan Tipikal.....	20
<b>Gambar 3.3</b>	Model Matematik dan <i>Freebody</i> Diagram.....	20
<b>Gambar 3.4</b>	Prinsip Metode Superposisi.....	30
<b>Gambar 4.1</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 15 Tipikal.....	40
<b>Gambar 4.2</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 15 Tipe 1.....	41
<b>Gambar 4.3</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 15 Tipe 2.....	41
<b>Gambar 4.4</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 15 Tipe 3.....	42
<b>Gambar 4.5</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 15 Tipe 4.....	42
<b>Gambar 4.6</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 10 Tipikal.....	43
<b>Gambar 4.7</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 10 Tipe 1.....	43
<b>Gambar 4.8</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 10 Tipe 2.....	44
<b>Gambar 4.9</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 10 Tipe 3.....	44
<b>Gambar 4.10</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 10 Tipe 4.....	45
<b>Gambar 4.11</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 7 Tipikal.....	45
<b>Gambar 4.12</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 7 Tipe 1.....	46
<b>Gambar 4.13</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 7 Tipe 2.....	46
<b>Gambar 4.14</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 7 Tipe 3.....	47
<b>Gambar 4.15</b>	Pemodelan Struktur Beton Bertingkat 7 Tipe 4.....	47
<b>Gambar 4.16</b>	Plot Percepatan Gempa Bucharest Normalisasi.....	51

<b>Gambar 4.17</b> Plot Percepatan Gempa El Centro Normalisasi.....	51
<b>Gambar 4.18</b> Plot Percepatan Gempa Gilroy Normalisasi.....	51
<b>Gambar 4.18</b> Plot Percepatan Gempa Koyna Normalisasi .....	51
<b>Gambar 5.1-7</b> Mode Shape .....	58
<b>Gambar 5.8a</b> Partisipasi Struktur .....	66
<b>Gambar 5.8b</b> Akumulasi Partisipasi Mode Struktur .....	67
<b>Gambar 5.9-11</b> Modal Effective Struktur Tingkat 7 .....	69
<b>Gambar 5.12-34</b> Simpangan Struktur .....	73
<b>Gambar 5.35-56</b> Interstorey Drift.....	96
<b>Gambar 5.57-78</b> Gaya Horisontal Tingkat .....	119
<b>Gambar 5.79-100</b> Gaya Geser .....	142
<b>Gambar 5.101-122</b> Momen Guling.....	165
<b>Gambar 5.123-175</b> Perbandingan Dinamik dan Statik.....	188
<b>Gambar 5.176</b> Fundamental Periode .....	242



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b>	Hasil Perhitungan Massa Tingkat 7 .....	48
<b>Tabel 4.2</b>	Hasil Perhitungan Massa Tingkat 10 .....	48
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil Perhitungan Massa Tingkat 15 .....	48
<b>Tabel 4.4</b>	Hasil Perhitungan Massa Tingkat 20 .....	49
<b>Tabel 4.5</b>	Dimensi Kolom .....	49
<b>Tabel 4.6</b>	Data gempap.....	50



## **ABSTRAKSI**

*Dalam banyak buku dan literatur yang dibahas hanya bangunan-bangunan Tipikal. Namun, pada kenyataannya yang sering dijumpai di lapangan bangunan-bangunan yang menggunakan prinsip setback horisontal. Setback jarang sekali dibahas secara mendalam tetapi penggunaannya justru sangat banyak. Karena tidak ada peraturan yang baku yang mengatur bangunan-bangunan setback maka dalam penelitian akan diteliti kecenderungan bangunan setback khususnya setback secara horisontal akan dibandingkan dengan bangunan Tipikal.*

*Penelitian setback horisontal ini digunakan struktur yang terbuat dari beton dan dengan variasi tingkat, yaitu :7,10,15,dan20. Struktur tersebut dikenai pengurangan secara horisontal (setback horisontal). Gempa yang dipakai adalah gempa Bucharest yang mewakili gempa berfrekuensi rendah, gempa Elcentro yang mewakili gempa berfrekuensi menengah, sedangkan Gilroy dan Koyna mewakili gempa berfrekuensi tinggi. Para meter yang dipakai untuk mendeteksi perbedaan respon dari bangunan Tipikal dan bangunan setback horisontal adalah : Simpangan, Simpangan Antar Tingkat (Interstorey Drift), Gaya Horisontal Tingkat, Gaya Geser, Momen Guling, Modal Effective Weight dan Modal Effective Mass.*

*Dari penelitian ini dapat diketahui tidak semua bangunan hanya memperhitungkan mode pertama saja. Semakin tinggi bangunan mode yang diperhitungkan juga bukan hanya mode pertama saja. Tipe bangunan juga mempengaruhi, pada penelitian ini pada Tipikal tingkat tinggi, Tipe 3 dan Tipe 4 tidak cukup memperhitungkan mode pertama saja. Untuk parameter Simpangan, Simpangan Antar Tingkat (Interstorey Drift), Gaya Horisontal Tingkat, Gaya Geser, Momen Guling nilainya semakin mengecil pada bangunan setback horisontal. Dari perbandingan respon dinamik dan static ekivalen tampak nilai respon dinamik nilainya besar pada bangunan dan gempa yang mempunyai frekuensi hampir sama. Nilai dinamik yang mendekati sama dengan nilai static ekivalen yaitu pada bangunan Tipe 4 (setback horisontal paling kritis).*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penelitian geologi membuktikan bahwa kerak bumi tidaklah diam, melainkan bergerak ke arah horisontal maupun vertikal. Kerak bumi terdiri dari beberapa lempengan, dimana lempengan ini dapat bergeser, bertumbukan, ataupun saling menjauhi satu sama lain. Karena adanya gesekan lempeng atau aktivitas vulkanik, secara perlahan-lahan batuan tanah dasar akan mengalami perubahan bentuk. Pada waktu bersamaan terjadi proses pengumpulan energi regangan dalam batuan. Bila batuan tersebut mempunyai kekuatan kecil, maka dalam waktu relatif singkat akan hancur/patah dan energi regangan yang terjadi terlepas dalam bentuk gelombang gempa bumi.

Adanya banyak ketidakpastian yang menyangkut kejadian gempa membuat persoalan ini menjadi persoalan utama yang sampai sekarang masih menjadi bahan kajian yang menarik. Saat kejadian, tempat kejadian, energi yang dilepaskan, kondisi geologi baik lokal maupun global dan kondisi tanah dibawah bangunan menjadi variabel ketidakpastian tersebut. Efek beban dinamik yang diakibatkan gempa kemudian disederhanakan menjadi beban ekuivalen statik yang bekerja pada massa bangunan yang bersangkutan. Pada beban statik ekuivalen ini hanya memperhitungkan kontribusi pada mode pertama saja sehingga metode ini sangat cocok pada bangunan yang kaku dan reguler atau dengan kata lain bangunan yang jumlah tingkatnya sedikit. Jadi beban statik ekuivalen adalah beban yang *equivalent* dengan beban gempa

yang membebani bangunan dalam batas-batas tertentu sehingga tidak terjadi overstress pada bangunan tersebut. Sedangkan untuk bangunan yang tidak regular maka tidak cukup hanya memperhitungkan kontribusi mode kesatu saja. Namun, kita harus memperhitungkan mode-mode yang lain. Menurut peraturan pembebanan maka akumulasi kontribusi mode-mode harus lebih besar daripada 90%.

Di sini pokok pembahasan yang diambil adalah penelitian pada bangunan beton setback bertingkat banyak. Apabila bangunan mempunyai banyak massa maka terdapat banyak gaya horisontal yang masing-masing bekerja pada massa-massa tersebut. Setback itu sendiri adalah bentuk ketidak teraturan pada bangunan biasanya orang menggunakan bangunan setback agar bangunan itu mempunyai bentuk yang tidak pada umumnya. Setback sering dipakai pada bidang arsitektur untuk mendesain gedung. Namun jika dipandang dari segi teknik sipil akan sangat berbeda. Jika pada arsitektur itu dipandang untuk memperindah bangunan agar lebih berseni sedangkan dalam segi teknik sipil setback akan mengurangi kekuatan struktur itu sendiri dan merubah kekakuan struktur karena kekakuan menjadi tidak regular. Pada bangunan setback kekakuan menjadi tidak regular sehingga mode-mode yang dihasilkan juga berbeda dengan mode pada bangunan regular. Oleh karena adanya perbedaan mode yang dihasilkan diduga menyebabkan perubahan terhadap simpangan, gaya geser, gaya horizontal tingkat dan momen guling yang dialami oleh struktur tersebut. Sehingga rumus yang ada diduga tidak bisa dipakai lagi karena rumus tersebut mencari gaya horisontal pada massa ke-i dengan hanya memperhitungkan mode pertama saja sedangkan itu diduga tidak berlaku pada bangunan setback.



Dalam banyak buku dan literatur lain hanya membahas bangunan-bangunan Tipikal dan kurang /jarang membahas lebih dalam tentang setback horisontal dan pada kenyataannya yang sering dijumpai di lapangan adalah bentuk bangunan yang memakai prinsip setback horisontal. Dalam tinjauan pustaka yang diambil dari penelitian-penelitian Tugas Akhir terdahulu juga hanya membahas bangunan-bangunan yang bentuknya tipikal.

Karena belum ada peraturan yang mengatur tentang bangunan setback horisontal ini maka akan diteliti sejauh mana perubahan kekakuan dan massa struktur yang disebabkan oleh adanya loncatan bidang muka (*setback*) mempengaruhi ragam pola goyangan, simpangan, gaya horisontal tingkat, gaya geser dan momen guling akan diteliti lebih lanjut dalam penelitian Tugas Akhir ini.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas , maka tugas akhir ini merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar pengaruh setback terhadap *mode shape* pada suatu bangunan pada struktur beton bertingkat banyak.
2. Seberapa besar pengaruh setback terhadap *modal effective weight* atau *modal effective mass*.
3. Untuk mengetahui sampai mode keberapa pada bangunan setback diperhitungkan dengan acuan peraturan bangunan tahan gempa yaitu akumulasi *modal effective weight* dan *modal effective mass* harus lebih besar dari 90% dari energi gempa.

4. Seberapa besar pengaruh penggunaan parameter gerakan tanah, yaitu frekuensi dan percepatan akibat gempa terhadap waktu periode getar  $T$ .
5. Bagaimana hubungan antara respon dinamik dibandingkan dengan statik ekuivalen.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan dari penelitian yang kami lakukan adalah :

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh setback terhadap *mode shape* pada suatu bangunan pada struktur beton bertingkat banyak.
2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh setback terhadap *modal effective weight* atau *modal effective mass*.
3. Untuk mengetahui sampai mode keberapa pada bangunan setback diperhitungkan dengan acuan peraturan bangunan tahan gempa yaitu akumulasi *modal effective weight* dan *modal effective mass* harus lebih besar dari 90% dari energi gempa.
4. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan parameter gerakan tanah, yaitu frekuensi dan percepatan akibat gempa terhadap waktu periode getar  $T$ .
5. Untuk mengetahui hubungan antara respon dinamik dibandingkan dengan statik ekuivalen.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah dapat mengetahui seberapa besar perubahan mode-mode pada bangunan setback jika dibandingkan dengan bangunan regular sehingga dapat mengetahui besar perubahan *simpangan*, *interstorey drift*, *gaya horisontal tingkat*, *gaya geser dan momen guling* yang terjadi akibat loncatan bidang muka atau setback. Kita juga dapat mengetahui sampai mode seberapa yang diperhitungkan dalam menghitung simpangan bangunan tersebut sehingga kontribusi mode 90% dapat dipenuhi.

#### 1.5 Lingkup Penelitian

Untuk memberikan hasil penelitian yang optimal dan kemudahan dalam perencanaan penelitian ini, maka diambil batasan-batasan sebagai berikut :

1. Analisa diambil dari struktur rangka beton bertingkat banyak yaitu :7,10,15, dan 20 tingkat.
2. Massa struktur dan dimensi kolom diambil dari penelitian yang terdahulu.
3. Percepatan gempa yang dipakai adalah Bucharest, Elcentro, Gilroy, dan Koyna.
4. Analisa massa struktur menggunakan system massa dianggap menggumpal pada satu titik (*lumped mass*).
5. Perhitungan kekakuan kolom struktur berdasarkan prinsip *Shear Building*.
6. Besarnya redaman menggunakan redaman konstan.
7. Analisa dan perhitungan struktur menggunakan model bangunan dua dimensi dengan meninjau momen inersia berdasarkan sumbu terkuat.

8. Perhitungan struktur menggunakan metode *Modal Analisis* yaitu *Central Difference*.
9. Pembuatan program dengan *Microsoft Visual Basic 6.0*



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian yang baik merupakan kelanjutan atau penyempurnaan dari penelitian-penelitian sebelumnya. Agar hubungan tersebut dapat dilakukan dengan baik maka diperlukan kajian pustaka yang mendahuluinya.

##### 1 Joni Irawan (2001) : “Investigasi Derajat Kontribusi Mode Pada Bangunan bertingkat Banyak “

Meneliti tentang besar jumlah mode yang diperlukan agar skala *modal effective mass* mencapai 90% terhadap bangunan regular ataupun bervariasi. Model struktur yang digunakan adalah gedung bertingkat yang mempunyai derajat kebebasan banyak, minimal tingkat 6 dan seterusnya. Dari penelitian tampak bahwa pada bangunan bertingkat dengan kekakuan yang berbeda-beda, akan menghasilkan prosentase *Modal Effective Mass* yang lebih besar dibandingkan dengan bangunan yang mempunyai kekakuan yang seluruh tingkatnya sama. Prosentase kekakuan berbeda-beda antara 37% - 50%, grafiknya mulai dari bangunan 6 tingkat sampai 100 tingkat menurun. Prosentase *Modal Effective Mass* tergantung besarnya kekakuan dan variasi kekakuan untuk masing-masing tingkat. Namun, masih terdapat nilai koefisien C yang menyimpang dan pada struktur 20 sampai 50 grafiknya tidak beraturan naik turun di bawah nilai 0,06.

**2 Dian Fizaily dan Widyastuti (2002) : “ Perletakan Sendi Plastis pada Struktur Beton dengan Analisis Beban Statik Ekuivalen pada Bangunan Bertingkat Sembilan dengan Dua Bentang yang Menggunakan Base Isolation ( *Rubber Bearing* ) (Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil FTSP UII)**

Penelitian ini mengkaji tentang perilaku dan perletakan sendi plastis pada suatu struktur beton bertulang diperlukan suatu analisis sebagai sistem control untuk mereduksi efek gempa. Dengan analisis struktur menggunakan program *SAP 2000* bertujuan mengidentifikasi letak sendi plastis pada struktur bangunan bertingkat banyak tahan gempa yang menggunakan *base isolation* berupa *rubber bearing*. Struktur yang digunakan sebagai model adalah beton bertulang bertingkat sembilan, dua dimensi ( portal bidang ) terdiri dari dua bentang dengan panjang bentang sembilan meter dan berada pada daerah gempa III, dengan kondisi tanah lunak. Perencanaan beban gempa yang digunakan adalah analisis beban statik ekuivalen, bangunan berdaktilitas penuh ,direncanakan tanpa menggunakan dinding geser, dianggap tidak terjadi efek torsi dan efek *P-delta* pada bangunan, *seismic control* dengan *base isolation* menggunakan kontrol redaman pasif berupa *rubber bearing* yang ditempatkan pada dasar kolom lantai pertama (*first story columns*) .Kesimpulan dari analisis mereka adalah lokasi sendi pada setiap balok dari lantai satu sampai dengan lantai sembilan berada di luar jarak  $2h$  dari muka tumpuan. Hal yang belum dilakukan pada penelitian ini : bangunan pada wilayah gempa III, pada kondisi tanah lunak sehingga hasil yang tidak berlaku untuk semua jenis

tanah ; tidak memperhitungkan beban angin, padahal pada prakteknya di lapangan tidak dapat menghindari adanya angin dan mempengaruhi  $q_{ultimit}$

**3 Imam dan Hafizh (2003) : “ Pengaruh Penggunaan Pengaku (Bracing ) Terhadap Respon Elastik Struktur Baja Bertingkat dengan Memperhitungkan Rotasi Pondasi “ (Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil FTSP UII)**

Penelitian ini mengkaji tentang pondasi bangunan dianggap didukung oleh sistem sendi . Namun demikian kedua dianggap tersebut tidaklah tepat, karena secara umum tanah bukanlah suatu material yang dapat menjepit secara kaku kolom dari suatu bangunan. Pada *Lumped Parameter Model* kekakuan dan redaman interaksi antara tanah dengan pondasi dimodel sebagai pegas dan *dashpot* (model redaman). Yang menjadi masalah adalah bahwa pemakaian *bracing* akan membuat struktur lebih kaku, sedangkan pada struktur yang kaku, penyaluran gaya horisontal akibat gempa oleh struktur ke pondasi menjadi lebih sempurna. Akibatnya potensi pondasi untuk berotasi menjadi lebih besar. Analisis dan perhitungan struktur, diambil dari struktur yang sudah ada (*open frame* dengan penambahan pengaku tipe X dan tipe V), analisis massa struktur menggunakan system massa dinggap menggumpal pada satu titik (*lumped mass*), kekakuan kolom struktur berdasarkan prinsip *Shear Building*, nilai redaman horisontal tanah ( $ch$ ) dan redaman putar tanah ( $cr$ ) ditetapkan sebesar  $ch=7264400$  kg.dt/m,  $cr=17878000$  kg.dt/rad, dan kekakuan horisontal tanah ( $kh$ )= $2,0420E+25$  kg/m dan  $2,0420E+08$  kg/m : kekakuan putar tanah

( $k_r$ )=1,1932E+25 kg/rad dan 1,19325E+09 kg/rad, sedangkan kekakuan vertikal tanah diabaikan. Besarnya redaman menggunakan analisis redaman proporsional terhadap massa dan kekakuan (*mass and stiffness proportional damping*), percepatan tanah diambil dari data gempa Bucharest, El centro, Koyna pada kondisi *Code Level Limit State* dengan percepatan maksimum 70,4 cm/det<sup>2</sup>. Analisa dan perhitungan struktur menggunakan model bangunan dua dimensi dengan meninjau momen inersia berdasarkan sumbu terkuat, perhitungan struktur menggunakan integrasi secara langsung menurut  $\beta$ -Newmark dengan formulasi untuk analisis linear elastik, dan program digunakan *Microsoft Visual Basic 6.0*. Hasil penelitian menjelaskan bahwa gempa dengan frekuensi rendah dalam hali ini gempa Bucharest dengan A/V rasio 0,30595 g/m/dt cenderung menyebabkan respon struktur lebih besar dibandingkan gempa El Centro (gempa sedang) A/V rasio 1,04385 g/m/dt, dan gempa Koyna (gempa kuat) A/V rasio 3,46774 g/n/dt. Hal yang belum dilakukan dalam penelitian ini bangunan hanya menggunakan bracing (struktur lebih kaku) tanpa *base isolation* yang sebenarnya membuat penyaluran gaya horizontal semakin sempurna, sehingga terjadi rotasi pondasi.

#### 4 Ardy Nugroho dan Didik Wahyu Asmara (2004) :” Pengaruh Penggunaan Isolasi Dasar (Base Isolation) Terhadap Respon Seismik Struktur Rangka Baja Bertingkat Banyak “

Penelitian ini mengkaji tentang bangunan dengan base isolation dengan bangunan tanpa base isolation dengan meninjau respon keefektifan



bangunan. Penelitian ini mengambil data struktur yang sudah ada kemudian dihitung keefektifan bangunan dengan membandingkan bangunan dengan base isolation dan tanpa base isolation. Struktur dengan menggunakan base isolation mempunyai dominasi pada mode pertama lebih kecil dikarenakan jika menggunakan base isolation relatif lebih fleksibel. Simpangan antar tingkat (*interstorey drift*) struktur dengan menggunakan base isolation pada lantai satu lebih besar daripada struktur yang ada di atasnya. Base isolation sangat cocok dipakai pada gempa dengan frekuensi tinggi dan pada kondisi tanah yang keras. Hal yang belum dilakukan pada penelitian ini bangunan dengan tingkat di atas 20 program tidak dapat terdefinisi. Oleh karena itu program hanya dipakai untuk jumlah tingkat 20 kebawah.

Hal-hal belum diteliti pada penelitian sebelumnya dikumpulkan dan dipakai untuk mengambil langkah-langkah pada penelitian yang dilakukan.

## 2.2 Keaslian Penelitian

Berdasarkan penelitian-penelitian diatas maka pada penelitian selanjutnya akan mengkombinasikan data-data dari penelitian sebelumnya dengan setback ,diantaranya :

1. Dalam analisis dipakai beberapa riwayat gempa (*time history*), seperti gempa Bucharest, gempa El Centro, gempa Gilroy, gempa Koyna hal tersebut dilakukan karena masing-masing gempa memiliki variasi kandungan frekuensi yang berbeda.

2. Pemilihan struktur bangunan menggunakan struktur beton bertingkat banyak 7, 10, 15, 20 tingkat.
3. Bangunan menggunakan setback secara horisontal.
4. Membandingkan bangunan dengan setback dan tanpa setback.
5. Membandingkan respon dinamik dengan statik ekuivalen
6. Untuk mendukung perhitungan dalam penelitian ini menggunakan program *Microsoft Visual Basic 6.0*.

### 2.3 Pengertian Bangunan Setback

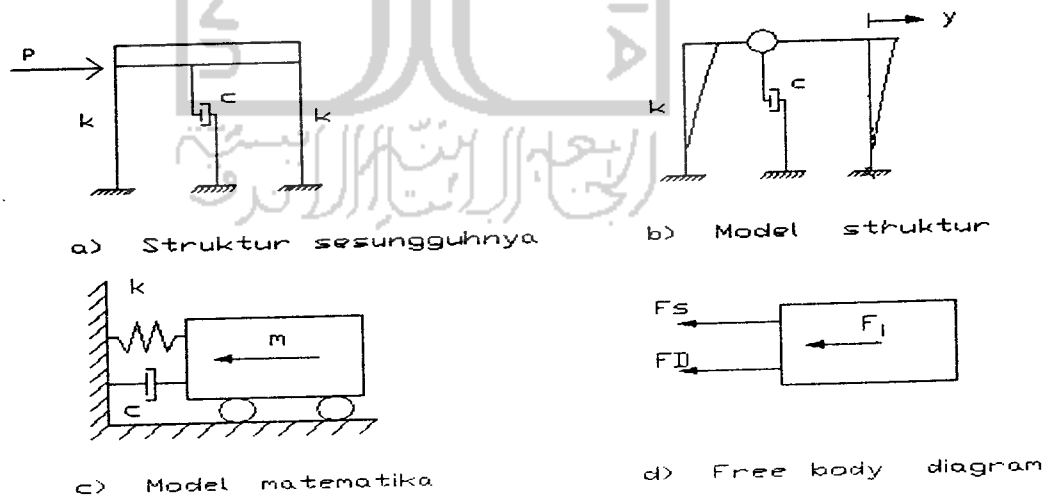
Bangunan dengan setback adalah bangunan dengan bentuk tingkat atas dan tingkat di bawahnya tidak sama atau disebut juga loncatan bidang muka, misalnya bentuk tingkat bawah lebih besar daripada di atasnya. Setback berpengaruh pada kekakuan. Kekakuan pada setback tidak sama dengan kekakuan pada bangunan regular. Sejauh perubahan itu masih aman maka tidak menjadi masalah. Akan tetapi jika berpengaruh besar pada simpangan akibat beban gempa maka diperlukan hal yang mengatur seberapa loncatan bidang muka diperbolehkan.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Persamaan Differensial Struktur (SDOF) Akibat Gerakan Tanah

Indonesia merupakan daerah yang kerap terjadi gempa sehingga kita sebagai sipil engineer harus memperhitungkan pengaruh gempa dalam mendesain suatu bangunan. Gempa bumi menyebabkan permukaan tanah ikut bergetar dan getaran tersebut akan diteruskan ke semua benda yang dilaluinya termasuk struktur bangunan. Untuk menyatakan persamaan gerakan massa akibat gerakan tanah khususnya pada struktur derajat kebebasan tunggal maka diambil notasi  $m$ ,  $c$ ,  $k$  dan  $y$  berturut-turut adalah massa, koefisien redaman, kekakuan kolom, dan simpangan. Sedangkan notasi  $F_I$ ,  $F_D$ ,  $F_S$  berturut-turut adalah gaya momen inersia, gaya redaman dan gaya pegas, maka struktur SDOF akibat gerakan tanah dapat dimodelkan sebagai berikut :



**Gambar 3.1** Pemodelan Struktur SDOF

Berdasarkan *free body diagram* seperti gambar diatas maka persamaan differensial gerakan tanah adalah :

$$m. \ddot{y}_1 + c. \dot{y}_1 + k.y_1 = 0 \quad (3.1)$$

Yang mana  $\ddot{y}$ ,  $\dot{y}$  dan  $y$  adalah percepatan, kecepatan dan, simpangan absolut.

Untuk mengkombinasikan persamaan differensial gerakan massa akibat gerakan tanah ada dua alternatif, salah satunya dengan hubungan antara kecepatan dan simpangan absolut dengan kecepatan dan simpangan relatif :

$$\ddot{y}_l = \ddot{y}_b + \ddot{y} \quad \dot{y}_l = \dot{y}_b + \dot{y} \quad y_l = y_b + y \quad (3.2)$$

dimana  $y_b$ ,  $\dot{y}_b$ ,  $\ddot{y}_b$  adalah simpangan, kecepatan, percepatan tanah.

Dengan mendistribusikan persamaan di atas maka akan diperoleh :

$$m.(\ddot{y}_b + \ddot{y}) + c.(\dot{y}_b + \dot{y}) + k.(y_b + y) = 0 \quad (3.3)$$

$$m. \ddot{y}_1 + c. \dot{y} + k.y = -c. \dot{y}_b - k.y_b \quad (3.4)$$

Pada kondisi antara tanah dan lantai belum terjadi perbedaan simpangan maka peristiwa tersebut dinamakan *rigid body motion* dan persamaannya dapat ditulis sebagai berikut

$$m. \ddot{y} + c. \dot{y} + k.y = -m. \ddot{y}_b \quad (3.5)$$

Menurut teori dinamik struktur, terdapat hubungan-hubungan :

$$\frac{k}{m} = \omega^2 \quad \frac{c}{m} = 2 \xi \omega \quad (3.6)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ (rad/dt)} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ (dt)} \quad (3.7)$$

dimana : k = Kekakuan kolom

$\omega$  = Angular frekuensi ( kecepatan sudut )

T = Periode getar struktur

Dengan demikian persamaan (3.4) menjadi

$$\ddot{y} + 2\xi\omega\dot{y} + \omega^2 y = -\ddot{y}(t) \quad (3.8)$$

### 3.2 Massa Struktur

Struktur bangunan yang tinggi dapat saja terdiri atas struktur bangunan gedung bertingkat banyak. Masing-masing struktur tersebut mempunyai distribusi massa yang berbeda-beda. Pada struktur bangunan gedung, beban struktur lebih banyak terkonsentrasi pada masing-masing tingkat dan hanya relatif sedikit/kecil beban yang secara langsung membebani kolom pada antar tingkat. Apabila terdapat beberapa derajat kebebasan pada setiap massa, maka secara teoritis struktur seperti itu akan mempunyai derajat kebebasan yang tak terhingga banyaknya atau disebut massa yang kontinyu sehingga pada struktur dengan derajat kebebasan banyak memerlukan penyederhanaan.

Terdapat dua pendekatan pokok yang umumnya dilakukan untuk mendeskripsikan massa struktur. Pendekatan pertama adalah system diskretisasi massa yaitu massa dianggap menggumpal pada tempat-tempat tertentu. Apabila prinsip bangunan geser (*shear building*) dipakai maka setiap massa hanya akan

bergerak secara horisontal. Karena percepatan hanya terjadi pada struktur yang mempunyai massa maka matriks massa merupakan matriks diagonal.

Pendekatan yang kedua adalah menurut prinsip *consistent mass matrix* yang mana elemen struktur akan berdeformasi menurut bentuk fungsi (*shape function*) tertentu. Apabila tiga derajat kebebasan (horisontal, vertikal, dan rotasi) diperhitungkan pada setiap node maka standar *consistent mass matrix* dapat diperoleh dengan *off-diagonal* matriks tidak sama dengan nol sebagaimana terjadi pada prinsip *lumped mass*.

Untuk menghitung massa baik yang *single lumped mass* maupun *multiple lumped mass* maka dapat dipakai formulasi sederhana yaitu :

$$m = \frac{W}{g} \quad (3.9)$$

yang mana W adalah berat dan g adalah percepatan gravitasi.

### 3.3 Kekakuan Struktur

Kekakuan adalah salah satu dinamik karakteristik struktur bangunan yang sangat penting disamping massa bangunan. Antara massa dan kekakuan struktur akan mempunyai hubungan yang unik yang umumnya disebut karakteristik diri atau *Eigenproblem*. Hubungan tersebut akan menentukan nilai frekuensi sudut  $\omega_i$  dan periode getar struktur  $T_i$ . Kedua nilai ini merupakan parameter yang sangat penting dan sangat mempengaruhi respon dinamik struktur. Oleh karena itu pemodelan struktur dalam menghitung kekakuan tingkat sangat diperlukan.

Pada prinsip bangunan geser (*shear building*) balok lantai tingkat dianggap tetap horisontal baik sebelum maupun setelah terjadi penggoyangan. Adanya plat lantai yang menyatu secara kaku dengan balok diharapkan dapat membantu kekakuan balok sehingga anggapan tersebut tidak terlalu kasar. Plat dan balok lantai yang kaku dan tetap horisontal sebelum dan sesudah penggoyangan juga berarti bahwa balok mempunyai kekakuan tak terhingga maka kolom dianggap jepit-jepit. Pada prinsip ini, kekakuan setiap kolom dapat dihitung dengan rumus standar sebagai berikut :

$$K = \frac{12EI}{H^3} \quad (3.10)$$

Dimana :K= kekakuan (kg/cm), E= Modulus Elastisitas ( $2 \cdot 10^5$  kg/cm<sup>2</sup>), I= Momen Inersia (cm<sup>4</sup>), H= tinggi tingkat (cm)

Dengan melihat data struktur maka kekakuan dihitung secara paralel yaitu kekakuan tiap tingkat ( $K_i$ ) merupakan jumlah total dari kekakuan kolom tiap tingkat (K), secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$K_i = \sum K \quad (3.11)$$

Pada prinsipnya semakin kaku balok maka semakin besar kemampuannya dalam mengekang rotasi ujung kolom, sehingga akan menambah kekakuan kolom. Pada prinsip Muto (1975), kekakuan joint juga dapat diperhitungkan sehingga hitungan kekakuan baik kekakuan balok maupun kekakuan kolom akan menjadi lebih teliti.

### 3.4 Redaman Struktur

Redaman adalah peristiwa pelepasan energi (*energy dissipation*) oleh struktur akibat adanya berbagai macam sebab. Beberapa penyebab itu diantaranya adalah pelepasan energi oleh adanya gerakan antara molekul di dalam material, pelepasan energi oleh gesekan alat penyambung maupun sistem dukungan, pelepasan energi akibat gesekan dengan udara dan pada respon inelastik pelepasan energi juga terjadi karena adanya rotasi sendi plastis. Karena redaman berfungsi melepaskan energi, maka hal tersebut akan mengurangi respon struktur.

Untuk memodel kemampuan struktur menyerap energi maka besaran yang dipakai umumnya adalah rasio redaman (*damping ratio*)  $\xi$ . Nilai rasio redaman untuk berbagai macam material dan tingkat respon struktur seperti pada *Respon Dinamik Struktur* (Widodo, 2001, sumber : Newmark N.M, Hall W. J 1982). Untuk memperoleh redaman ada tiga cara yang dapat digunakan, yaitu :

1. Redaman proporsional dengan massa (*mass proportional damping*)
2. Redaman proporsional dengan kekakuan (*stiffness proportional damping*)
3. Redaman proporsional dengan massa dan kekakuan (*mass and stiffness proportional damping*)

Dalam penelitian ini akan digunakan redaman yang konstan.

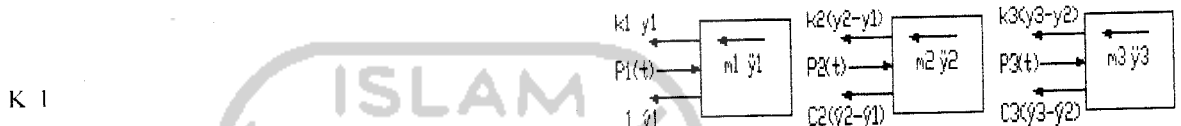
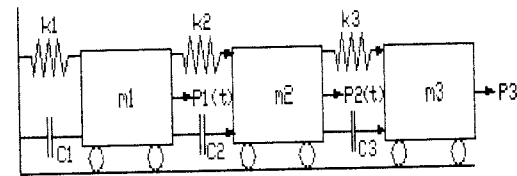
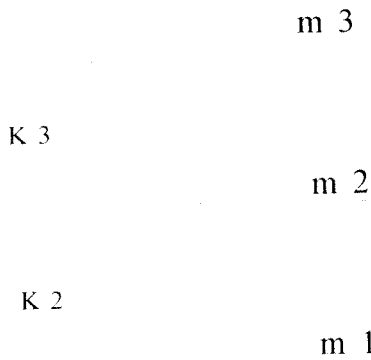


### 3.5 Persamaan Diffrensial Struktur dengan Derajat Kebebasan Banyak (MDOF)

Pada kenyataan di lapangan tidak semua struktur dapat dinyatakan dalam system derajat kebebasan tunggal atau *Single Degree of Freedom* ( SDOF ). Banyak bangunan justru mempunyai derajat kebebasan banyak ( MDOF ).

Dengan peningkatan jumlah derajat kebebasan dan peningkatan jumlah variabel yang diakibatkan oleh koefisien dan suku-suku yang bersangkutan, sehingga hubungan persamaan-persamaan menjadi semakin tidak praktis. Untuk menyatakan persamaan differensial gerakan pada struktur dengan derajat kebebasan banyak maka dipakai anggapan dan pendekatan seperti pada struktur dengan derajat kebebasan tunggal ( SDOF ). Anggapan seperti prinsip *shear building* masih berlaku pada struktur dengan derajat kebebasan banyak ( MDOF ). Untuk memperoleh persamaan defferensial tersebut maka tetap dipakai prinsip keseimbangan dinamik (*dynamic equilibrium*) pada suatu massa yang ditinjau serta menggunakan pendekatan massa struktur dapat digumpalkan pada setiap lantai (*lumped mass*).

Untuk mendapatkan persamaan yang diinginkan maka struktur dengan derajat kebebasan banyak ( MDOF ) yang dimaksud adalah seperti yang disajikan pada Gambar 3.2. Model struktur yang dipakai adalah struktur 3 tingkat dengan model matematik seperti tampak pada Gambar 5.3.



Gbr.3.2 Bangunan Tipikal

Gbr.3.3 Model Matematik dan *Freebody* Diagram

Contoh struktur bangunan yang kami ambil adalah bangunan bertingkat 3. Bangunan di atas mempunyai derajat kebebasan 3 karena sering kali derajat kebebasan dihubungkan dengan jumlah tingkat. Persamaan differensial gerakan tersebut umumnya disusun berdasarkan atas goyangan struktur menurut first mode. Berdasarkan pada keseimbangan dinamik pada *free body diagram* maka diperoleh :

$$\begin{aligned}
 m_1 \ddot{y}_1 + k_1 y_1 + c_1 \dot{y}_1 - k_2 (y_2 - y_1) - c_2 (\dot{y}_2 - \dot{y}_1) - F_1(t) &= 0 \\
 m_2 \ddot{y}_2 + k_2 (y_2 - y_1) + c_2 (\dot{y}_2 - \dot{y}_1) - k_3 (y_3 - y_2) - c_3 (\dot{y}_3 - \dot{y}_2) - F_2(t) &= 0 \\
 m_3 \ddot{y}_3 + k_3 (y_3 - y_2) + c_3 (\dot{y}_3 - \dot{y}_2) - F_3(t) &= 0
 \end{aligned}
 \tag{3.12}$$

Pada persamaan-persamaan diatas tampak bahwa keseimbangan dinamik suatu massa yang ditinjau ternyata dipengaruhi oleh kekakuan, redaman, dan simpangan massa sebelum dan sesudahnya. Persamaan dengan sifat seperti itu disebut *coupled equation* Karena persamaan-persamaan tersebut akan bergantung

satu sama lain. Penyelesaian dari persamaan *coupled* harus dilakukan secara simultan yaitu dengan melibatkan semua persamaan yang ada. Pada struktur dengan derajat kebebasan banyak, persamaan differensial gerakannya merupakan persamaan *dependent* atau *coupled* antara satu dengan yang lain.

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{y}_1 + (c_1 + c_2) \dot{y}_1 - c_2 \dot{y}_2 + (k_1 + k_2) y_1 - k_2 y_2 &= F_1(t) \\ m_2 \ddot{y}_2 - c_2 \dot{y}_1 + (c_2 + c_3) \dot{y}_2 - c_3 \dot{y}_3 - k_2 y_1 + (k_2 + k_3) y_2 - k_3 y_3 &= F_2(t) \\ m_3 \ddot{y}_3 - c_3 \dot{y}_2 + c_3 \dot{y}_3 - k_3 y_2 + k_3 y_3 &= F_3(t) \end{aligned} \quad (3.13)$$

Persamaan tersebut padat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{y}_1 \\ \ddot{y}_2 \\ \ddot{y}_3 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} c_1 + c_2 & -c_2 & 0 \\ -c_2 & c_2 + c_3 & -c_3 \\ 0 & -c_3 & c_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{y}_1 \\ \dot{y}_2 \\ \dot{y}_3 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} F_1(t) \\ F_2(t) \\ F_3(t) \end{Bmatrix} \quad (3.14)$$

Persamaan (3.14) dapat ditulis dalam bentuk

$$[M]\{\ddot{Y}\} + [C]\{\dot{Y}\} + [K]\{Y\} = \{F(t)\} \quad (3.15)$$

### 3.6 Getaran Bebas pada Struktur Derajat Kebebasan Banyak

Secara umum gerakan massa suatu struktur dapat disebabkan baik oleh adanya gangguan luar maupun adanya suatu nilai awal (*initial conditions*). Peristiwa gerakan massa akibat adanya simpangan awal  $y_0$  (dapat juga kecepatan awal) seperti itu biasa disebut dengan getaran bebas (*free vibration system*).

Membahas getaran bebas pada struktur derajat kebebasan banyak akan diperoleh beberapa karakter struktur yang penting dan sangat bermanfaat. Karakter-karakter itu adalah frekuensi sudut  $\omega$ , periode getar  $T$  dan frekuensi alam. Pembahasan getaran bebas ini masih diikuti dengan penyederhanaan permasalahan

yaitu menganggap struktur tidak mempunyai redaman (*undamped system*). Dengan anggapan tersebut penyelesaian masalah menjadi lebih sederhana.

### 3.7 Nilai Karakteristik ( *Eigen problem* )

Getaran bebas (*free vibration system*) pada kenyataannya jarang terjadi pada struktur MDOF, tetapi membahas jenis getaran ini akan diperoleh suatu besaran/karakteristik dari struktur yang bersangkutan yang selanjutnya akan sangat berguna untuk pembahasan-pembahasan respon struktur berikutnya. Besaran-besaran tersebut terutama adalah frekuensi sudut  $\omega$ , periode getar  $T$ , frekuensi alam  $f$  dan normal modes.

Pada getaran bebas di struktur yang mempunyai derajat kebebasan banyak (MDOF), maka persamaan diferensial (3.15) akan menjadi

$$[M]\{\ddot{y}\} + [C]\{\dot{y}\} + [K]\{y\} = \{0\} \quad (3.16)$$

Frekuensi sudut pada struktur dengan redaman (*damped ferkuency*)  $\omega_d$  nilanya hampir sama dengan frekuensi sudut pada sturktur yang dinggap redaman  $\omega$ . Hal ini akan diperoleh apabila nilai damping ratio  $\xi$  relatif kecil. Untuk memperoleh karakteristik diri, maka sangat biasa struktur dianggap tanpa redaman. Dengan demikian persamaan (3.16) akan menjadi

$$[M]\{\ddot{y}\} + [K]\{y\} = \{0\} \quad (3.17)$$

Karena persamaan di atas adalah persamaan diferensial pada struktur MDOF yang dianggap tidak mempunyai redaman, maka sebagaimana penyelesaian persamaan diferensial yang sejenis persamaan tersebut diharapkan dalam fungsi harmonik menurut bentuk:

$$\begin{aligned}
 y &= \{\phi\}_i \sin(\omega t) \\
 \dot{y} &= \omega \{\phi\}_i \cos(\omega t) \\
 \ddot{y} &= -\omega^2 \{\phi\}_i \sin(\omega t)
 \end{aligned}
 \tag{3.18}$$

Yang mana  $\{\phi\}_i$  adalah suatu ordinat massa pada mode yang ke-i. Dengan mensubstitusi persamaan di atas maka diperoleh.

$$\begin{aligned}
 -\omega^2 [M] \{\phi\}_i \sin(\omega t) + [K] \{\phi\}_i \sin(\omega t) &= 0 \\
 \{[K] - \omega^2 [M]\} \{\phi\}_i &= 0
 \end{aligned}
 \tag{3.19}$$

Hasil di atas disebut *Eigenproblem* atau karakteristik problem atau ada juga yang menyebut eigenproblem / persamaan simultan dan harus dicari penyelesaiannya. Salah satu cara yang dapat dipakai untuk menyelesaikan persamaan simultan tersebut adalah dengan memakai dalil *Cramer*. Dalil tersebut menyatakan bahwa penyelesaian persamaan simultan yang homogen akan ada nilainya apabila determinan dari matriks yang merupakan koefisien dari vektor  $\{\phi\}_i$  adalah nol sehingga:

$$|[K] - \omega^2 [M]| = 0 \tag{3.20}$$

Jumlah mode pada struktur dengan derajat kebebasan banyak biasanya dapat dihubungkan dengan jumlah massa. Mode itu sendiri adalah jenis/pola/ragam getaran/goyangan suatu struktur bangunan. Mode ini hanya merupakan fungsi dari property dinamik dari struktur yang bersangkutan (dalam hal ini adalah hanya massa dan kekakuan tingkat) dan bebas dari pengaruh waktu dan frekuensi getaran.

### 3.8 Normal Modes

Setiap struktur yang dibebani dengan beban dinamik akan mengalami goyangan. Untuk struktur bangunan gedung yang hanya mempunyai 2 tingkat atau struktur yang memiliki 2 derajat kebebasan maka persamaan eigenproblem (3.19) menjadi

$$\begin{bmatrix} (k_1 + k_2) - \omega^2 m_1 & -k_2 \\ -k_2 & k_2 - \omega^2 m_2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (3.21)$$

Berdasarkan persamaan (3.20) maka persamaan menjadi

$$\begin{vmatrix} (k_1 + k_2) - \frac{\omega^2}{k/m_1} & -k_2 \\ -k_2 & k_2 - \frac{\omega^2}{k/m_2} \end{vmatrix} = 0 \quad (3.22)$$

Untuk dapat menyelesaikan persamaan eigen tersebut dilakukan substitusi.

Namun, cara tersebut hanya bisa digunakan pada struktur tingkat 2. Struktur yang memiliki tingkat lebih dari dua bisa memakai metode polinomial.

#### 3.8.1 Metode Polinomial

Metode ini adalah salah satu cara yang dapat dipakai untuk menghitung mode shape. Cara ini dipakai apabila cara determinan sudah tidak efisien. Metode ini pada dasarnya masih menggunakan persamaan eigenproblem. Untuk mencari /menghitung eigenvalues (nilai-nilai frekuensi sudut) tidak lagi dipakai cara determinan. Cara yang dipakai adalah dengan mentransfer persamaan simultan Eigenproblem menjadi suatu persamaan polinomial berpangkat banyak. Akar-akar persamaan polinomial tersebut

yang akan dicari yang seterusnya akan menghasilkan nilai-nilai Eigenvector.

Seperti sebelumnya maka persamaan diferensial gerakan dapat diperoleh dengan memperhatikan freebody diagram.

Berdasarkan keseimbangan gaya-gaya pada freebody diagram maka dapat disusun persamaan diferensial simultan gerakan massa yaitu :

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{y}_1 + k_1 y_1 - k_2 (y_2 - y_1) &= 0 \\ m_2 \ddot{y}_2 + k_2 (y_2 - y_1) - k_3 (y_3 - y_2) &= 0 \\ m_3 \ddot{y}_3 + k_3 (y_3 - y_2) &= 0 \end{aligned} \quad (3.23)$$

Persamaan diatas dapat ditulis menjadi:

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{y}_1 + (k_1 + k_2) y_1 - k_2 y_2 &= 0 \\ m_2 \ddot{y}_2 - k_2 y_1 + (k_2 + k_3) y_2 - k_3 y_3 &= 0 \\ m_3 \ddot{y}_3 - k_3 y_2 + k_3 y_3 &= 0 \end{aligned} \quad (3.24)$$

Dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{y}_1 \\ \ddot{y}_2 \\ \ddot{y}_3 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (3.25)$$

$$\begin{bmatrix} (k_1 + k_2) - \omega^2 m_1 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & (k_2 + k_3) - \omega^2 m_2 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 - \omega^2 m_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (3.26)$$

$$\begin{bmatrix} (k_1 + k_2) - \frac{\omega^2}{k/m_1} & -k_2 & 0 \\ -k_2 & (k_2 + k_3) - \frac{\omega^2}{k/m_2} & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 - \frac{\omega^2}{k/m_3} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (3.27)$$

Kemudian diambil suatu notasi bahwa,

$$\lambda = \frac{\omega^2}{k/m}$$

maka persamaan menjadi,

$$\begin{bmatrix} (k_1 + k_2) - \lambda & -k_2 & 0 \\ -k_2 & (k_2 + k_3) - \lambda & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 - \lambda \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (3.28)$$

Apabila persamaan (3.29) disederhanakan, maka diperoleh,

$$\begin{aligned} ((k_1 + k_2) - m_1\lambda)\phi_1 - k_2\phi_2 &= 0 \\ -k_2\phi_2 + ((k_2 + k_3) - m_2\lambda)\phi_2 - k_3\phi_3 &= 0 \\ -k_3\phi_2 + (k_3 - m_3\lambda)\phi_3 &= 0 \end{aligned} \quad (3.29)$$

Dengan mengambil nilai  $\phi_1=0$  maka disubstitusikan kedalam persamaan (3.29), maka akan mendapatkan persamaan polinomial pangkat 3 atau pangkat n (n =jumlah tingkat). Dari Akar-akar persamaan tersebut bisa didapat  $\omega$ , T,  $\Phi$  dengan rumus yang telah dicantumkan sebelumnya.



### 3.9 Hubungan Orthogonal

*Mode shape* seperti yang telah dibahas diperoleh dengan suatu anggapan bahwa struktur tidak mempunyai redaman atau *undamped free vibration system*. Padahal struktur yang sesungguhnya selalu mempunyai redaman walaupun nilainya relative kecil. Dengan demikian *mode shape* yang diperoleh merupakan suatu pendekatan. Namun demikian *mode shape* hasil pendekatan ini akan sangat bermanfaat terhadap penyelesaian problem analisis dinamik struktur selanjutnya.

Sebagaimana salah satu contoh, manfaat yang diperoleh nilai orthogonal yaitu sebagai kontrol nilai *mode shape*.

Dalam penelitian ini dipakai orthogonalitas massa. Persamaan orthogonalitas massa,

$$\{\phi\}_i^T [M] \{\phi\}_j = 0 \quad (3.30)$$

### 3.10 Metode Central Difference

Modal analisis merupakan salah satu metode yang dapat dipakai untuk menyelesaikan persamaan diferensial gerakan pada struktur bangunan derajat kebebasan ( MDOF ). Metode ini digunakan khusus untuk menyelesaikan problem dinamik dengan beberapa syarat tertentu. Syarat-syarat tersebut diantaranya adalah bahwa respon struktur masih elastik dan struktur mempunyai standar *mode shape*. Respon elastik berarti tegangan bahan belum mencapai tegangan leleh dan implikasinya kekakuan struktur tidak mengalami perubahan selama pembebanan. Selain itu juga tidak mengalami perubahan massa dan koefisien redaman.

Persamaan differensial (3.17) harus diselesaikan. Banyak metode yang bisa dipakai untuk menyelesaikannya salah satunya metode *Central Difference*. Metode ini berdasarkan pada pendekatan nilai derivatif atas fungsi waktu, baik untuk parameter kecepatan maupun percepatan. Karena analisis dilakukan setiap time step maka riwayat respon struktur dapat diidentifikasi.

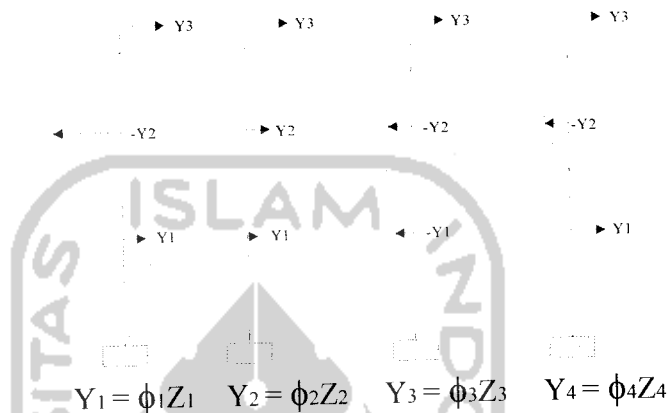
Pada bangunan banyak (MDOF) penggunaan analisis riwayat waktu menjadi cukup mahal karena nilai-nilai yang dihitung setiap time step, dihitung untuk setiap massa dan memerlukan waktu banyak, padahal yang dicari adalah hanya nilai maksimum absolute pada setiap massa dan setiap mode yang ditinjau. Apabila nilai simpangan maks untuk setiap massa telah diperoleh maka nilai simpangan horisontal tingkat dapat dihitung dengan mudah.

Penyelesaian persamaan diferensial gerakan struktur MDOF dengan cara ini, pertama-tama mencari nilai-nilai koordinat mode shape  $\phi_{ij}$ . Dengan memakai prinsip-prinsip hubungan orthogonal maka persamaan diferensial *coupling (dependent)* dapat ditransfer menjadi persamaan diferensial yang *uncoupling (independent)*. Maka penyelesaian persamaan akan lebih mudah karena setiap persamaan untuk massa dan mode tertentu akan saling independent terhadap persamaan yang lainnya.

Simpangan struktur total merupakan kontribusi dari respon setiap mode (*modal displacement*) yang dapat dihitung dengan integrasi numerik atas persamaan independen seperti yang telah disampaikan di atas. Apabila simpangan untuk setiap mode pada massa tertentu sudah diperoleh maka simpangan total massa yang



$$[Y] = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} & \phi_{13} & \dots & \phi_{1n} \\ \phi_{21} & \phi_{22} & \phi_{23} & \dots & \phi_{2n} \\ \phi_{31} & \phi_{32} & \phi_{33} & \dots & \phi_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \phi_{n1} & \phi_{n2} & \phi_{n3} & \dots & \phi_{nm} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \\ \dots \\ Z_n \end{Bmatrix} \quad (3.32)$$



**Gambar 3.4** Prinsip Metode Superposisi

Suku pertama, kedua, ketiga dan seterusnya sampai suku ke- $n$  pada ruas kanan pers. (3.31) di atas adalah kontribusi mode pertama, kedua, ketiga dan seterusnya sampai kontribusi mode ke- $n$ . Sebagai perjanjian, massa struktur MDOF diberi indeks  $m_i$  dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, m$ , sedangkan *mode* diberi indeks  $\phi_j$  dengan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ . Dengan demikian notasi umum mode shape  $\phi_{ij}$  adalah ordinat mode ke- $j$  untuk massa ke- $i$ .

Pers. (3.23) tersebut dapat ditulis dalam bentuk yang lebih sederhana,

$$\{Y\} = [\phi] \{Z\} \quad (3.33)$$

Derivatif pertama dan kedua pers. (3.33) tersebut adalah,

$$\{\dot{Y}\} = [\phi] \{\dot{Z}\} \quad (3.34)$$

$$\{\ddot{Y}\} = [\phi] \{\ddot{Z}\}$$

Substitusi pers. (3.33) dan (3.34) kedalam pers. (3.31), maka akan diperoleh,

$$[M][\phi]\{\ddot{Z}\} + [C][\phi]\{\dot{Z}\} + [K][\phi]\{Z\} = -[M]\{1\}\ddot{y}_t \quad (3.35)$$

Pers (3.35) sebetulnya adalah 1 set persamaan simultan dependen non-homogen. Untuk dapat mentransfer persamaan dependen menjadi persamaan independent, maka pers. (3.35) di-premultiply dengan transpose suatu mode  $\{\phi\}^T$  sehingga diperoleh,

$$\{\phi\}^T [M][\phi] \{\ddot{Z}\} + \{\phi\}^T [C][\phi] \{\dot{Z}\} + \{\phi\}^T [K][\phi] \{Z\} = -\{\phi\}^T [M]\{1\} \ddot{y}_t \quad (3.36)$$

Untuk pembahasan awal akan ditinjau pengaruh mode ke-1 saja. Misalnya diambil struktur yang mempunyai 3 derajat kebebasan, maka perkalian suku pertama pers. (3.36) sebenarnya adalah berbentuk,

$$\{\phi_{11} \phi_{21} \phi_{31}\} \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} & \phi_{13} \\ \phi_{21} & \phi_{22} & \phi_{23} \\ \phi_{31} & \phi_{32} & \phi_{33} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{Z}_1 \\ \ddot{Z}_2 \\ \ddot{Z}_3 \end{Bmatrix} \quad (3.37)$$

Menurut contoh sebelumnya telah terbukti bahwa hubungan orthogonal akan terbukti apabila  $i$  tidak sama dengan  $j$ . Dengan demikian untuk mode ke-1 pers. (3.37) akan menjadi,

$$\{\phi_{11} \phi_{21} \phi_{31}\} \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \phi_{11} \\ \phi_{21} \\ \phi_{31} \end{Bmatrix} \ddot{Z}_1 \quad (3.38)$$

Untuk mode ke- $j$  maka secara umum persamaan (3.38) juga dapat ditulis sebagai berikut,

$$\{\phi\}_j^T [M] \{\phi\}_j \ddot{Z}_j \quad (3.39)$$

Cara seperti di atas juga berlaku untuk suku ke-2 dan ke-3 pada persamaan (3.34). Dengan demikian setelah diperhatikan hubungan orthogonal pers. (3.36) akan menjadi,

$$\{\phi\}_j^T [M] \{\phi\}_j \ddot{Z}_j + \{\phi\}_j^T [C] \{\phi\}_j \dot{Z}_j + \{\phi\}_j^T [K] \{\phi\}_j Z_j = - \{\phi\}_j^T [M] \{1\} \ddot{y}_j \quad (3.40)$$

Persamaan (3.40) adalah persamaan diferensial yang bebas / *independent* antara satu dengan yang lainnya. Persamaan tersebut diperoleh setelah diterapkannya hubungan *orthogonal*, baik orthogonal untuk matriks massa, matriks redaman dan matriks kekakuan. Sekali lagi bahwa apabila  $i$  tidak sama dengan  $j$  maka perkalian suku-suku pada pers. (3.36) akan sama dengan nol, kecuali untuk  $i = j$ . Dengan demikian untuk  $n$ -derajat kebebasan dengan  $n$ -persamaan diferensial yang dahulunya bersifat *coupling* sekarang menjadi *independent/uncoupling*. Dengan sifat-sifat seperti itu maka penyelesaian persamaan diferensial dapat diselesaikan untuk setiap pengaruh mode.

Berdasarkan pers. (3.40) maka dapat didefinisikan suatu generalisasi massa (*generalized mass*), redaman dan kekakuan sebagai berikut,

$$M_j^* = \{\phi\}_j^T [M] \{\phi\}_j$$

$$C_j^* = \{\phi\}_j^T [C] \{\phi\}_j \quad (3.41)$$

Dari pers. (3.41) maka pers. (3.40) akan menjadi,

$$M_j^* \ddot{Z}_j + C_j^* \dot{Z}_j + K_j^* Z_j = -P_j^* \ddot{y}_t \quad (3.42)$$

dengan,

$$P_j^* = \{\phi\}_j^T [M] \{1\} \quad (3.43)$$

Pada pembahasan sebelumnya diperoleh suatu hubungan bahwa,

$$\xi_j = \frac{C_j^*}{C_{cr}} = \frac{C_j^*}{2M_j^* \omega_j}, \text{ maka } \frac{C_j^*}{M_j^*} = 2 \xi_j \omega_j$$

$$\omega_j^2 = \frac{K_j^*}{M_j^*} \text{ dan } \Gamma_j = \frac{P_j^*}{M_j^*} \quad (3.44)$$

Dengan hubungan-hubungan seperti pada pers. (3.44) tersebut, maka pers. (3.42) akan menjadi,

$$\ddot{Z}_j + 2 \xi_j \omega_j \dot{Z}_j + \omega_j^2 Z_j = -\Gamma_j \ddot{y}_t \quad (3.45)$$

$$\Gamma_j = \frac{P_j^*}{M_j^*} = \frac{\{\phi\}_j^T [M] \{1\}}{\{\phi\}_j^T [M] \{\phi\}_j} = \frac{\sum_{i=1}^m \phi_j m_i}{\sum_{i=1}^m \phi_j^2 m_i} \quad (3.46)$$

Pers. (3.46) sering disebut dengan partisipasi setiap mode atau *mode participation factor*. Selanjutnya pers. (3.45) juga dapat ditulis menjadi,

$$\frac{\ddot{Z}_j}{\Gamma_j} + 2 \xi_j \omega_j \frac{\dot{Z}_j}{\Gamma_j} + \omega_j^2 \frac{Z_j}{\Gamma_j} = -\ddot{y}_t \quad (3.47)$$

Apabila diambil suatu notasi bahwa,

$$\ddot{g}_j = \frac{\ddot{Z}_j}{\Gamma_j}, \quad \dot{g}_j = \frac{\dot{Z}_j}{\Gamma_j}, \text{ dan } g_j = \frac{Z_j}{\Gamma_j} \quad (3.48)$$

Maka pers. (3.48) akan menjadi,

$$\ddot{g}_j + 2 \xi_j \omega_j \dot{g}_j + \omega_j^2 g_j = -\ddot{y}_t \quad (3.49)$$

Pers. (3.49) adalah persamaan diferensial yang *independent* karena persamaan tersebut hanya berhubungan dengan tiap-tiap mode. Pers. (3.49) adalah mirip dengan persamaan diferensial SDOF seperti yang telah dibahas sebelumnya.

Nilai partisipasi setiap mode akan dapat dihitung dengan mudah setelah koordinat setiap mode  $\phi_{ij}$  telah diperoleh. Nilai  $g_1$ ,  $g_2$  dan  $g_3$  dapat dihitung dengan integrasi secara numerik. Apabila nilai tersebut telah diperoleh maka nilai  $Z_j$  dapat dihitung. Dengan demikian simpangan horisontal setiap tingkat akan dapat dihitung.

### 3.11 Simpangan Struktur

Simpangan struktur yang terjadi ada 3 macam yaitu simpangan absolute, simpangan relatif dan simpangan antar tingkat (*interstorey drift*). Simpangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah simpangan relatif dan simpangan antar tingkat (*interstorey Drift*) adalah sebagai berikut :

#### 3.11.1 Simpangan , Kecepatan, Percepatan

Simpangan relatif setiap lantai menurut persamaan differensial independen (*uncoupling*) adalah simpangan suatu massa yang diperoleh dengan menjumlahkan pengaruh kontribusi tiap-tiap mode (persamaan (3.31)) :

$$Y_j = \sum_{j=1}^n [\Phi_n Z_1] \quad (3.50)$$

Kecepatan adalah turunan pertama dari simpangan

$$\dot{y} = \frac{(y_{i+1} - y_{i-1})}{2\Delta t} \quad (3.51)$$



Percepatan adalah turunan kedua dari simpangan

$$\ddot{y}_i = \frac{(y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}))}{(\Delta t)^2} \quad (3.52)$$

### 3.11.2 Simpangan Antar Tingkat (*Interstorey Drift*)

Untuk menghitung simpangan antar tingkat (*Interstorey Drift*) pada struktur dengan cara mengurangi simpangan relatif lantai atas terhadap lantai dibawahnya .

$$\Delta y = \sum_{j=1}^n [\Phi_j Z_j] - \sum_{j=1}^n [\Phi_{(i+1)j} Z_j] \quad (3.53)$$

### 3.12 Gaya Geser Tingkat

Gaya geser tingkat sering dipakai dalam analisis struktur, karena gaya geser tingkat akan menyebabkan rotasi pada penampang horisontal lantai yang nantinya akan berpengaruh pada besarnya gaya geser dasar dan momen guling struktur (*overturning moment*). Gaya horisontal tingkat mode ke-j adalah (Respon Dinamik Struktur Elastik, Widodo(2001)) :

$$F_j = k_j y_j \quad (3.54)$$

Sehingga rumus gaya geser adalah :

$$V = -\left(\sum_{j=1}^n F_j\right) \quad (3.55)$$

### 3.13 Momen Guling (*Overturning Moment*)

Momen guling didapat dengan mengalikan gaya lantai yang terjadi pada setiap tingkat ( $F_j$ ) dengan jarak ( $h_j$ ) (Respon Dinamik Struktur Elastik, Widodo(2001)), maka :

$$M = \sum_{j=1}^n F_j H_j \quad (3.56)$$

### 3.17 Struktur dengan Menggunakan Setback

Bangunan menggunakan setback adalah bangunan dengan loncatan bidang muka. Bentuk bangunan setback sangat bervariasi karena setback terdapat dua macam yaitu setback secara horisontal dan setback vertikal. Namun pada penelitian ini kami mengkhususkan pembahasan pada bangunan setback horisontal.

Oleh karena pada bangunan setback terdapat loncatan muka lantai sehingga bagian lantai yang mengalami loncatan muka akan terjadi perubahan nilai kekakuan ( $k$ ) serta massa struktur ( $m$ ). Perubahan nilai kekakuan dan massa struktur tersebut akan sangat berpengaruh terhadap nilai *mode shape*, *simpangan netto*, *interstoreydrift*, *gaya horisontal tingkat*, *gaya geser tingkat* serta *momen guling*. Selain itu berpengaruh pula terhadap besarnya Modal Effective Weight ( $E_w$ ) serta Modal Effective Mass ( $E_m$ ). Modal Effective Weight untuk mode ke- $j$  ( $E_{w_j}$ ) (Respon Dinamik Struktur Elastik, Widodo(2001)) dapat dinyatakan dalam,

$$E_{w_j} = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^m W_i \phi_{ij} \right\}^2}{\sum_{i=1}^m W_i \phi_{ij}^2} \quad (3.57)$$

Modal Effective Mass mode ke- $j$  ( $E_{m_j}$ ) (Respon Dinamik Struktur Elastik, Widodo(2001)) dapat ditulis dengan persamaan,

$$Em_j = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^m m_i \phi_{ij} \right\}^2}{\sum_{i=1}^m m_i \phi_{ij}^2} = \frac{(P_j^*)^2}{MP_j^*} \quad (3.58)$$

Modal Effective Weight ( $Ew_j$ ) serta Modal Effective Mass ( $Em_j$ ) merupakan suatu parameter untuk menentukan hanya berapa mode yang boleh dipakai pada analisis respon struktur akibat adanya beban gempa. Menurut buku "Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung" (PPTGIUG) 1983, menyatakan bahwa jumlah mode minimum yang harus dipakai untuk menghitung respon struktur adalah paling tidak telah memberikan 90% dari energi gempa. Sebagaimana diketahui bahwa mode-mode yang lebih tinggi relatif sulit dicari tapi kontribusinya terhadap respon struktur relatif rendah. Oleh karena itu kontribusi mode-mode yang lebih tinggi dapat diabaikan asalkan secara keseluruhan paling sedikit 90% energi gempa telah diakomodasi.

Masalah yang muncul adalah, seberapa besar pengaruhnya? Hal tersebutlah yang akan kami ambil sebagai pokok bahasan pada tugas akhir kami ini.

### 3.18 Statik Ekuivalen

Dalam menganalisis respon gempa ada dua cara yaitu, dinamik dan cara statik ekuivalen. Diatas sudah dibahas dengan jelas tentang analisis dinamik. Sedangkan analisis secara statik adalah analisis yang hanya memperhitungkan mode pertama saja dan mode pertama tersebut diasumsikan berbentuk linear. Analisis statik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$F = \frac{W_i \cdot H_i}{\sum W_i \cdot H_i} V \quad (3.59)$$

## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah langkah-langkah atau urutan dalam kita melakukan penelitian dalam rangka mencari jawaban atau pemecahan dari pokok permasalahan yang kita ambil. Permasalahan yang kami bahas diuraikan secara terstruktur dan sistematis. Dalam menyelesaikan masalah-masalah yang ada dalam penelitian kami mendasarkan pada teori yang ada, begitu juga dalam menarik kesimpulan berdasarkan pada hasil yang kami dapat dalam penelitian ini.

Dalam tugas akhir ini ada beberapa tahapan :

1. Pengumpulan data
2. Pengolahan data
3. Analisis dan pembahasan
4. Penarikan kesimpulan

Untuk menunjang dalam penelitian ini kami menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0* untuk mempermudah dalam menyelesaikan permasalahan.

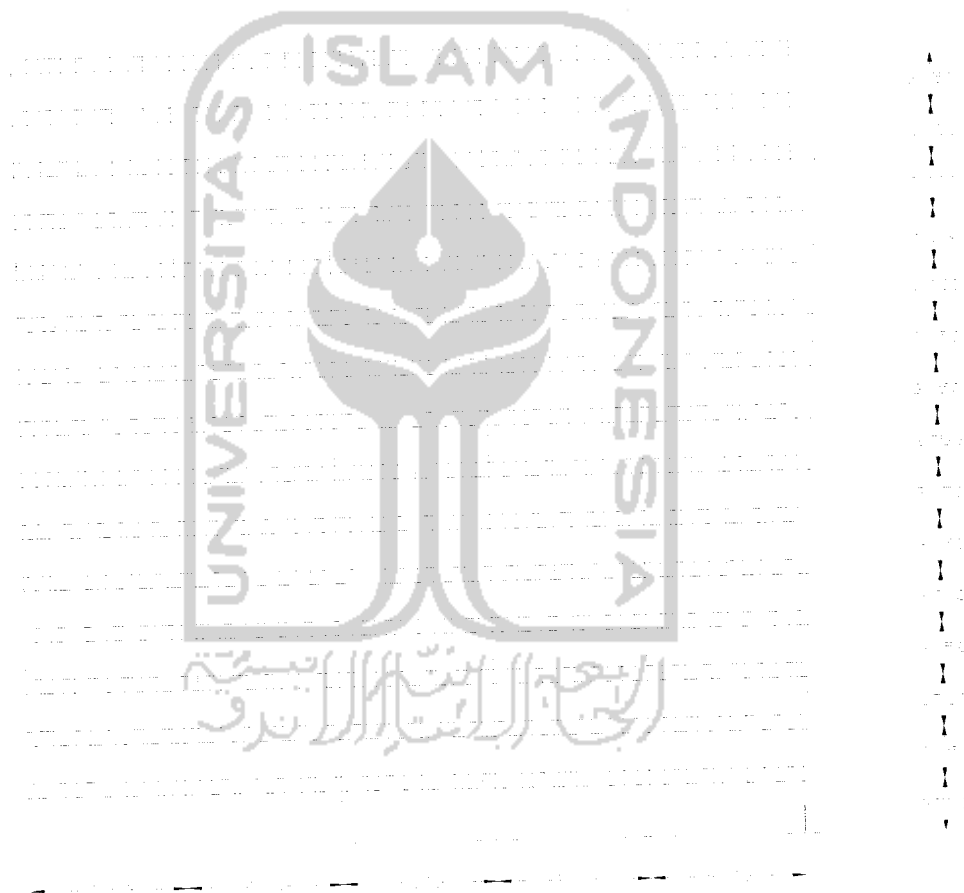
#### **4.1 Pengumpulan Data**

Data yang kami ambil adalah data struktur beton yang diambil dari penelitian terdahulu. Data beban gempa diambil dari rekaman percepatan tanah akibat gempa yang berupa riwayat waktu (*time history percepatan tanah*). Perincian data tersebut adalah sebagai berikut :

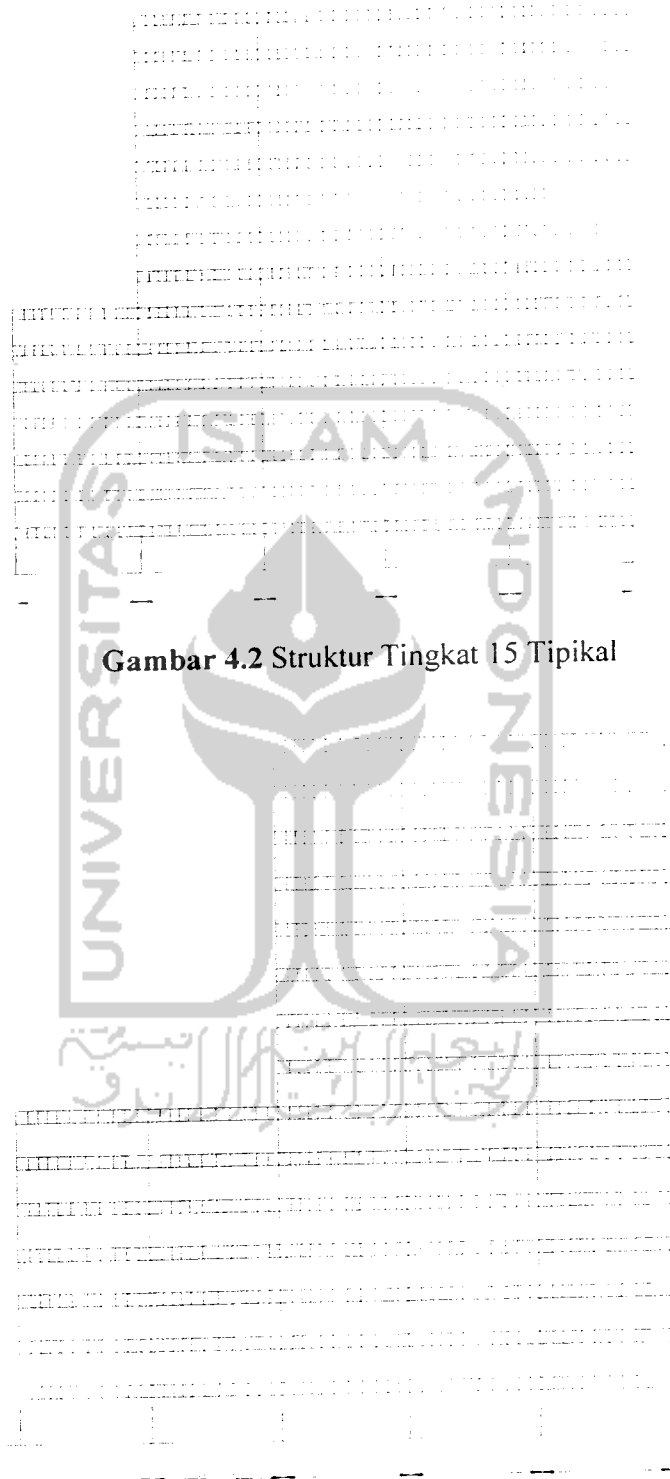
#### 4.1.1 Data Struktur dengan Menggunakan Setback

Data struktur beton yang diambil dengan variasi tingkat 7,10,15 dan 20 dengan masing-masing tingkat 3,75 m. Data-data dimensi diambil dari penelitian terdahulu. Untuk memberi gambaran lebih jelas kami berikan model struktur yang akan kami analisis, sebagai berikut :

##### ◆ Gambar-gambar Model Struktur

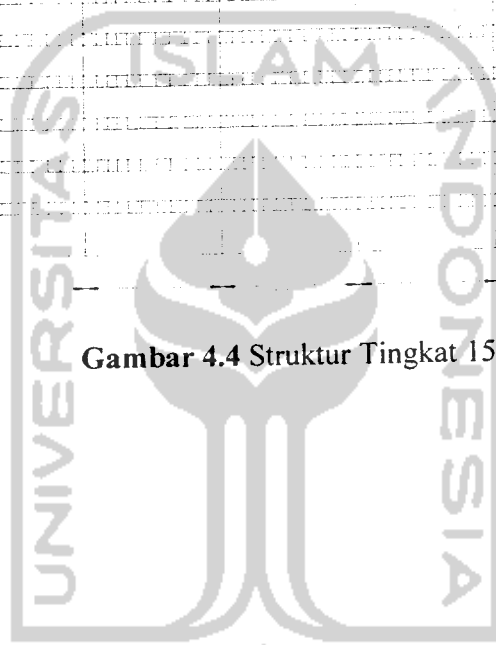
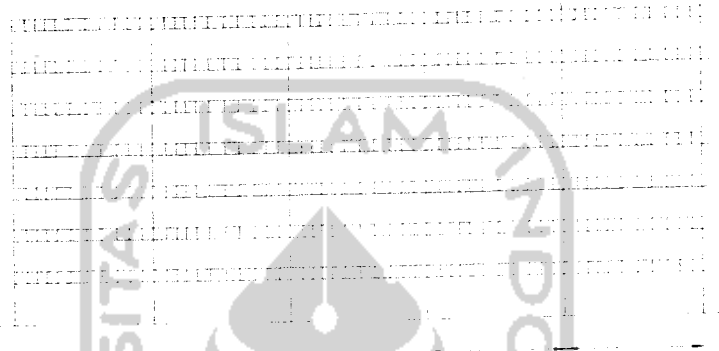
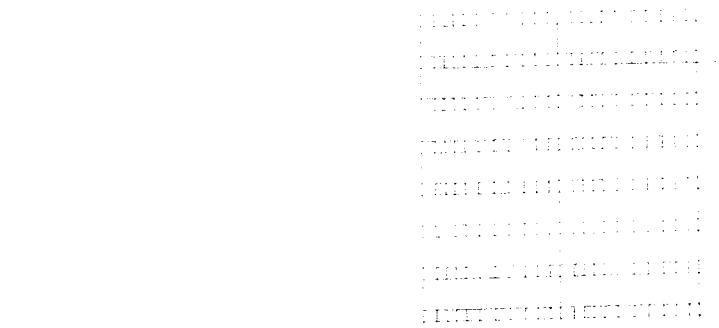


**Gambar 4.1** Struktur Tingkat 15 Tipikal

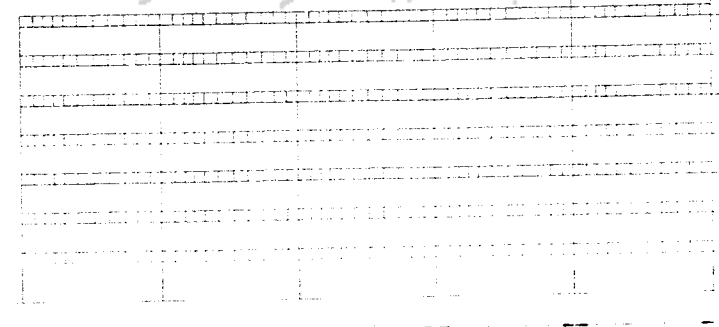


Gambar 4.2 Struktur Tingkat 15 Tipikal

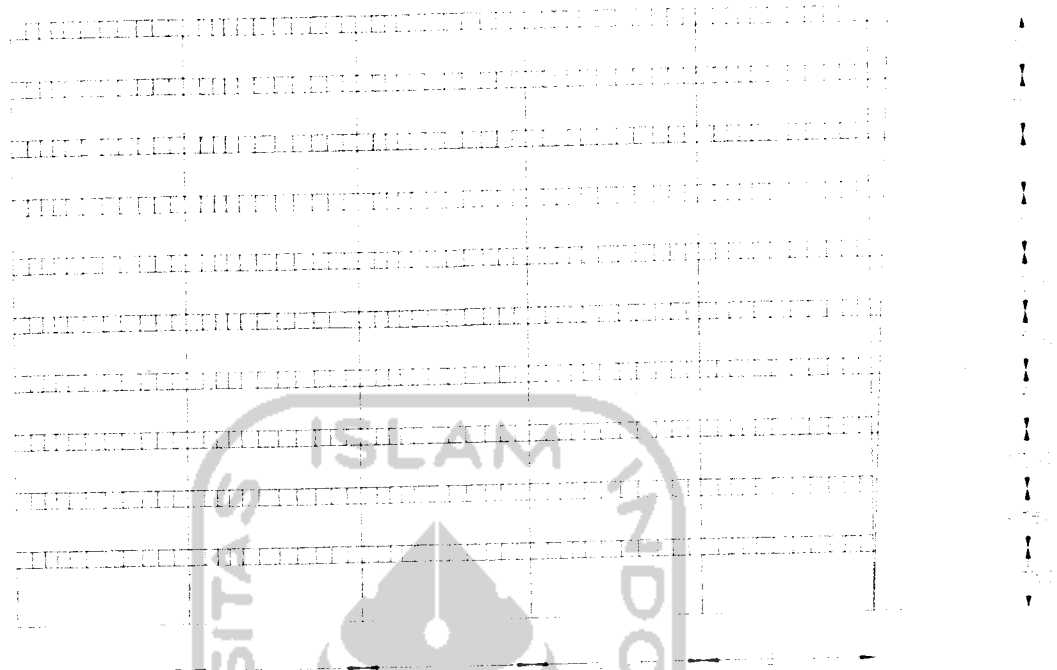
Gambar 4.3 Struktur Tingkat 15 Tipe 2



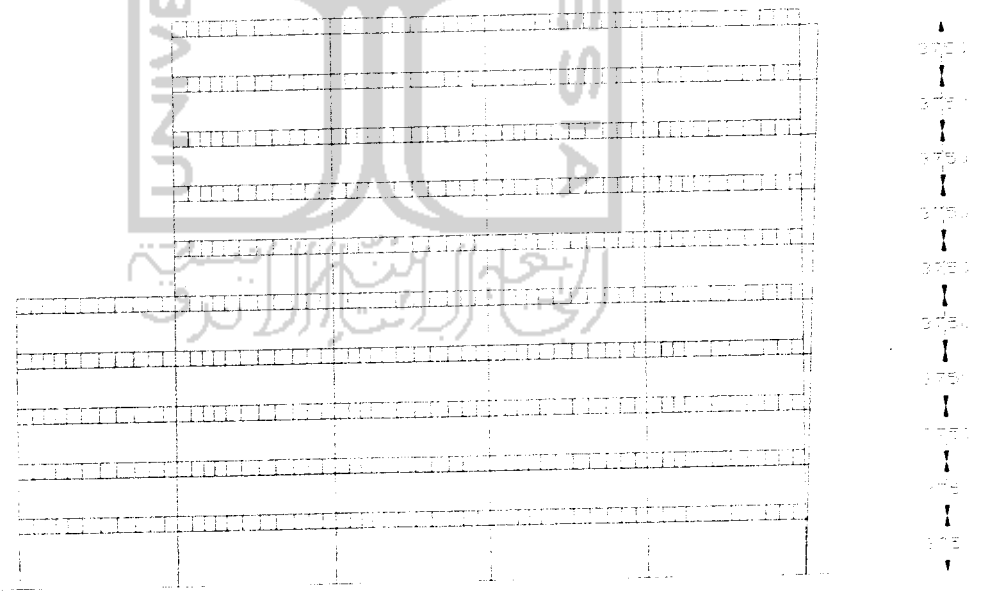
Gambar 4.4 Struktur Tingkat 15 Tipe 3



Gambar 4.5 Struktur Tingkat 15 Tipe 4

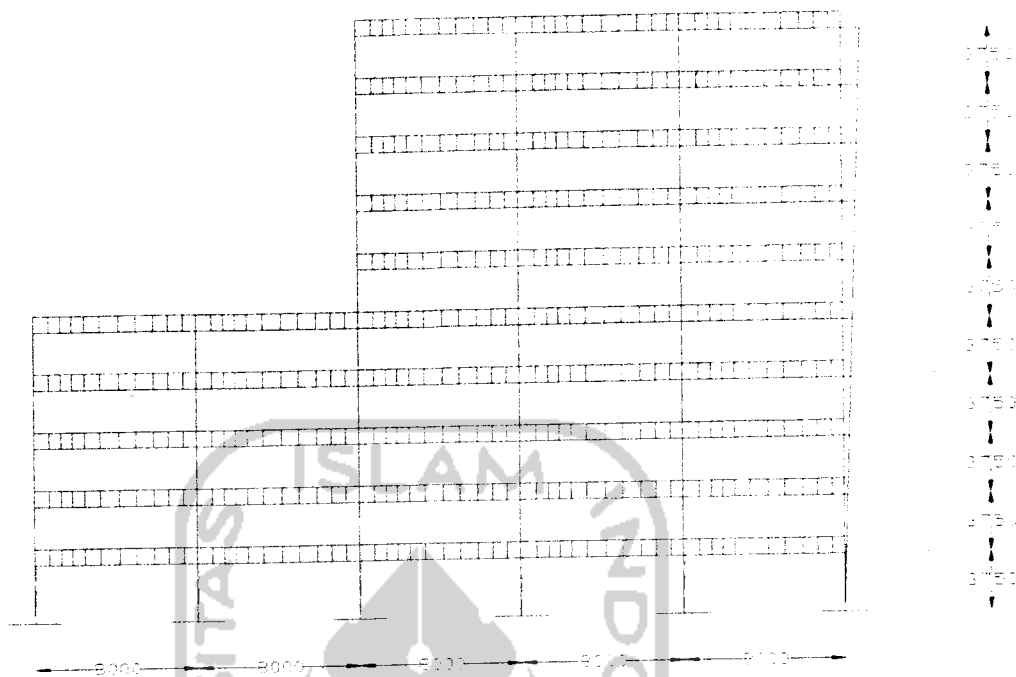


**Gambar 4.6** Struktur Tingkat 10 Tipikal

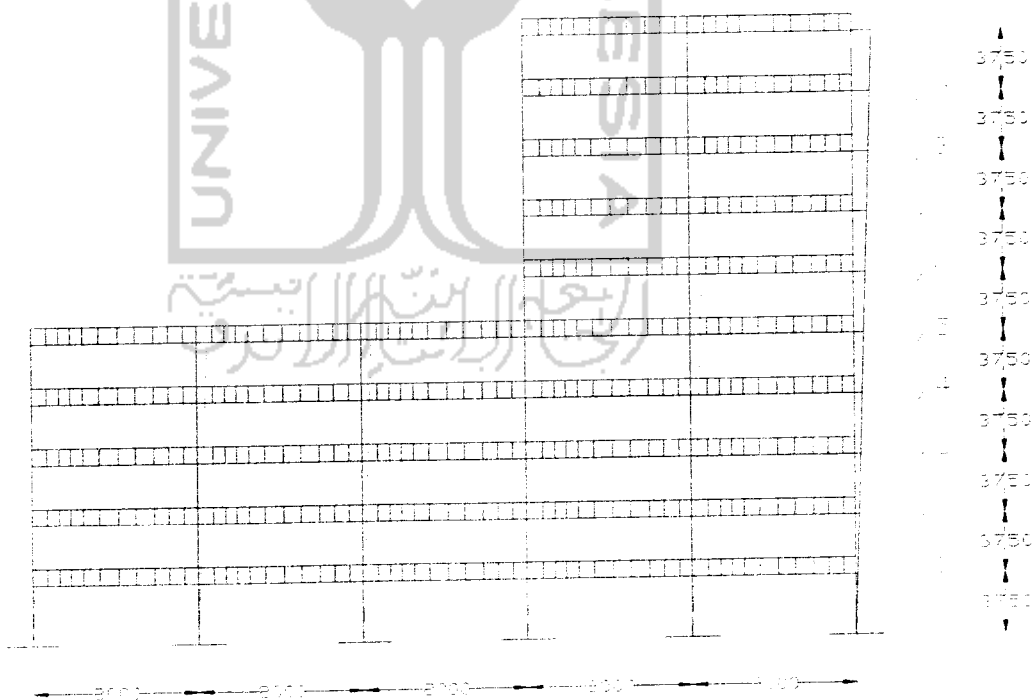


**Gambar 4.7** Struktur Tingkat 10 Tipe 1

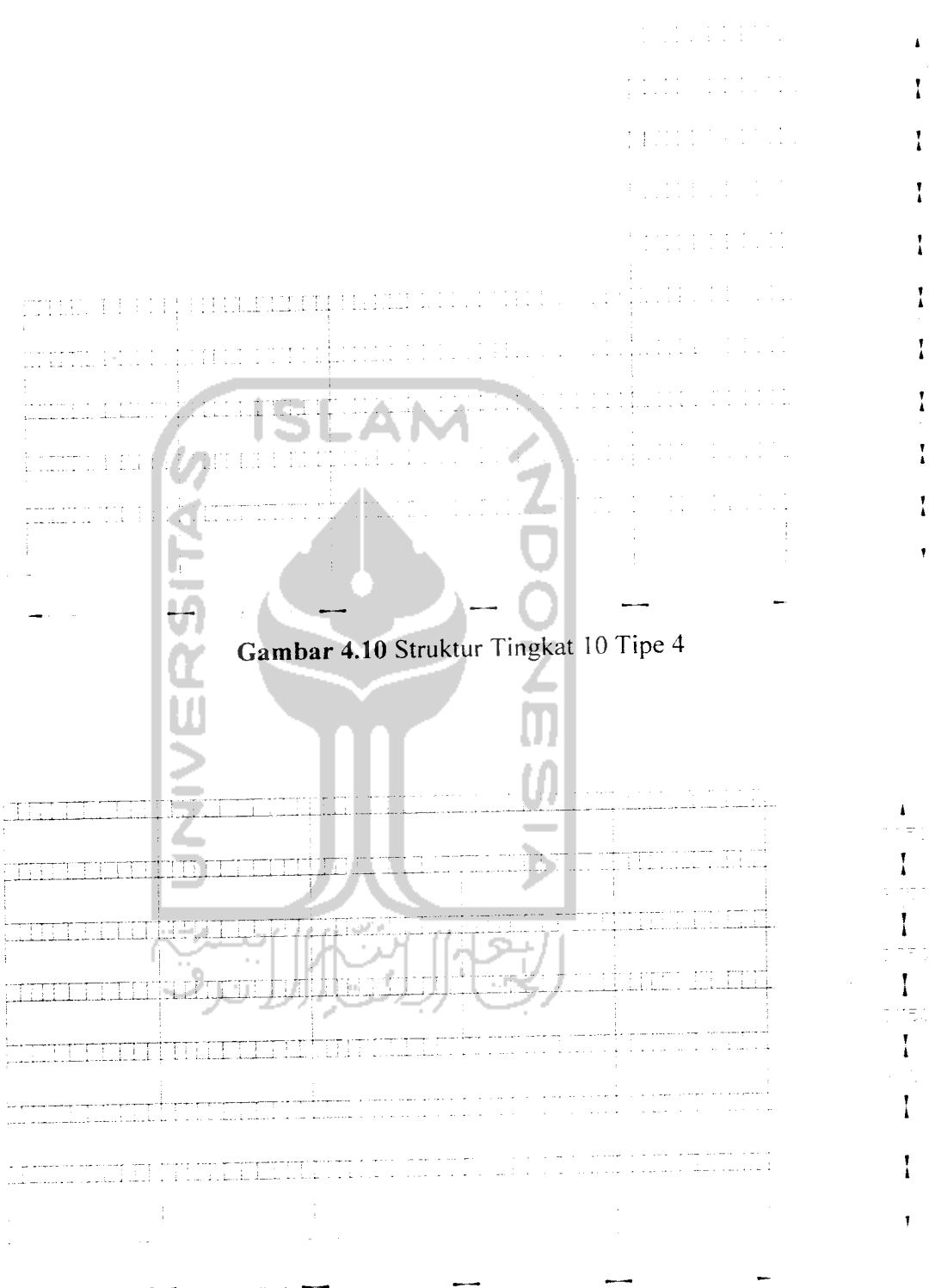




**Gambar 4.8 Struktur Tingkat 10 Tipe 2**

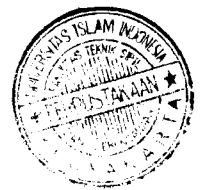


**Gambar 4.9 Struktur Tingkat 10 Tipe 3**



Gambar 4.10 Struktur Tingkat 10 Tipe 4

Gambar 4.11 Struktur Tingkat 7 Tipikal

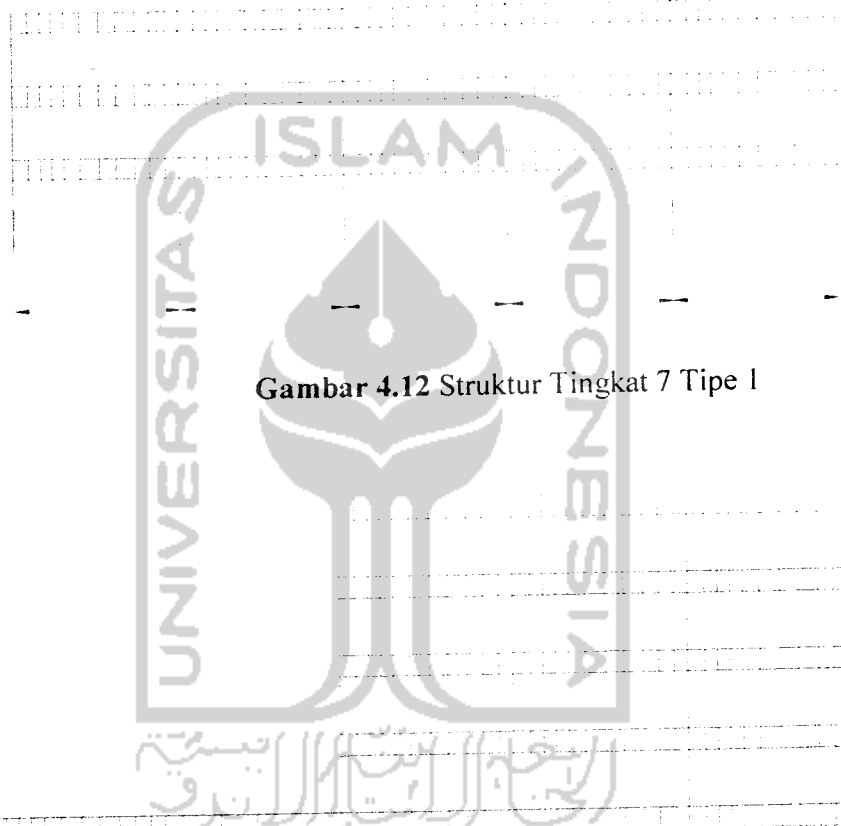


1. *[Faint, illegible text]*

2. *[Faint, illegible text]*

3. *[Faint, illegible text]*

4. *[Faint, illegible text]*



Gambar 4.12 Struktur Tingkat 7 Tipe 1

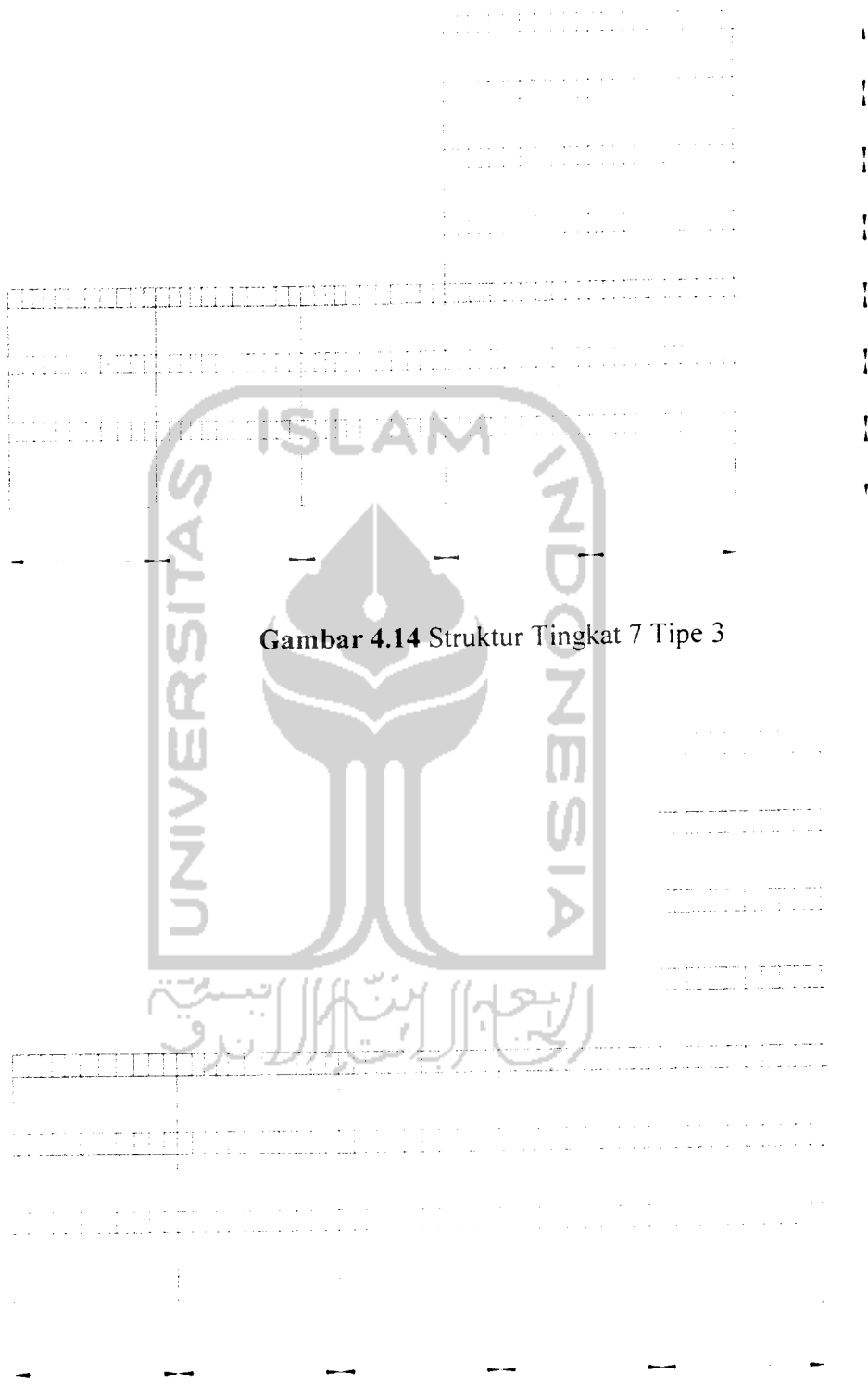
1. *[Faint, illegible text]*

2. *[Faint, illegible text]*

3. *[Faint, illegible text]*

4. *[Faint, illegible text]*

Gambar 4.13 Struktur Tingkat 7 Tipe 2



Gambar 4.14 Struktur Tingkat 7 Tipe 3

Gambar 4.15 Struktur Tingkat 7 Tipe 4

- **Mutu Bahan**

Bahan dari struktur yang dipakai terbuat dari beton, dengan :

$$E = 200000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma \text{ (berat jenis beton)} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

- **Data Massa**

Data massa diambil dari Tugas Akhir Joni Irawan (2001)

**Tabel 4.1** Hasil perhitungan massa pada struktur 7 lantai

No.	Lantai	Massa (kg.dt <sup>2</sup> /cm)
1	1,2,3,4,5,6	64.5351
2	7	31.3866

**Tabel 4.2** Hasil perhitungan massa pada struktur 10 lantai

No.	Lantai	Massa (kg.dt <sup>2</sup> /cm)
1	1	97.27216
2	2,3,4	100.38139
3	5,6,7,8,9	97.27216
4	10	60.59232

**Tabel 4.3** Hasil perhitungan massa pada struktur 15 lantai

No.	Lantai	Massa (kg.dt <sup>2</sup> /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

$$E_{m_j} = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^m m_i \phi_{ij} \right\}^2}{\sum_{i=1}^m m_i \phi_{ij}^2} = \frac{(P_j^*)^2}{MP_j^*}$$

(3.58)

Modal Effective Weight ( $E_{w_j}$ ) serta Modal Effective Mass ( $E_{m_j}$ ) merupakan suatu parameter untuk menentukan hanya berapa mode yang boleh dipakai pada analisis respon struktur akibat adanya beban gempa. Menurut buku "Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung" (PPTGIUG) 1983, menyatakan bahwa jumlah mode minimum yang harus dipakai untuk menghitung respon struktur adalah paling tidak telah memberikan 90% dari energi gempa. Sebagaimana diketahui bahwa mode-mode yang lebih tinggi relatif sulit dicari tapi kontribusinya terhadap respon struktur relatif rendah. Oleh karena itu kontribusi mode-mode yang lebih tinggi dapat diabaikan asalkan secara keseluruhan paling sedikit 90% energi gempa telah diakomodasi.

Masalah yang muncul adalah, seberapa besar pengaruhnya? Hal tersebutlah yang akan kami ambil sebagai pokok bahasan pada tugas akhir kami ini.

### 3.18 Statik Ekvivalen

Dalam menganalisis respon gempa ada dua cara yaitu, dinamik dan cara statik ekvivalen. Diatas sudah dibahas dengan jelas tentang analisis dinamik. Sedangkan analisis secara statik adalah analisis yang hanya memperhitungkan mode pertama saja dan mode pertama tersebut diasumsikan berbentuk linear. Analisis statik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$F = \frac{W_i \cdot H_i}{\sum W_i \cdot H_i} V$$

(3.59)

$$Em_j = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^m m_i \phi_{ij} \right\}^2}{\sum_{i=1}^m m_i \phi_{ij}^2} = \frac{(P_j^*)^2}{MP_j^*} \quad (3.58)$$

Modal Effective Weight ( $Ew_j$ ) serta Modal Effective Mass ( $Em_j$ ) merupakan suatu parameter untuk menentukan hanya berapa mode yang boleh dipakai pada analisis respon struktur akibat adanya beban gempa. Menurut buku "Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung" (PPTGIUG) 1983, menyatakan bahwa jumlah mode minimum yang harus dipakai untuk menghitung respon struktur adalah paling tidak telah memberikan 90% dari energi gempa. Sebagaimana diketahui bahwa mode-mode yang lebih tinggi relatif sulit dicari tapi kontribusinya terhadap respon struktur relatif rendah. Oleh karena itu kontribusi mode-mode yang lebih tinggi dapat diabaikan asalkan secara keseluruhan paling sedikit 90% energi gempa telah diakomodasi.

Masalah yang muncul adalah, seberapa besar pengaruhnya? Hal tersebutlah yang akan kami ambil sebagai pokok bahasan pada tugas akhir kami ini.

### 3.18 Statik Ekuivalen

Dalam menganalisis respon gempa ada dua cara yaitu, dinamik dan cara statik ekuivalen. Diatas sudah dibahas dengan jelas tentang analisis dinamik. Sedangkan analisis secara statik adalah analisis yang hanya memperhitungkan mode pertama saja dan mode pertama tersebut diasumsikan berbentuk linear. Analisis statik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$F = \frac{W_i \cdot H_i}{\sum W_i \cdot H_i} V \quad (3.59)$$

$$\text{Dengan : } V_i = \frac{C_i \cdot I}{R} W_t \quad (3.60)$$

Dimana : F= Gaya Horizontal Tingkat (kg)

W<sub>i</sub>= Berat Struktur Tiap Tingkat (kg)

H<sub>i</sub>= Tinggi Tingkat (cm)

V= Gaya Geser (kg)

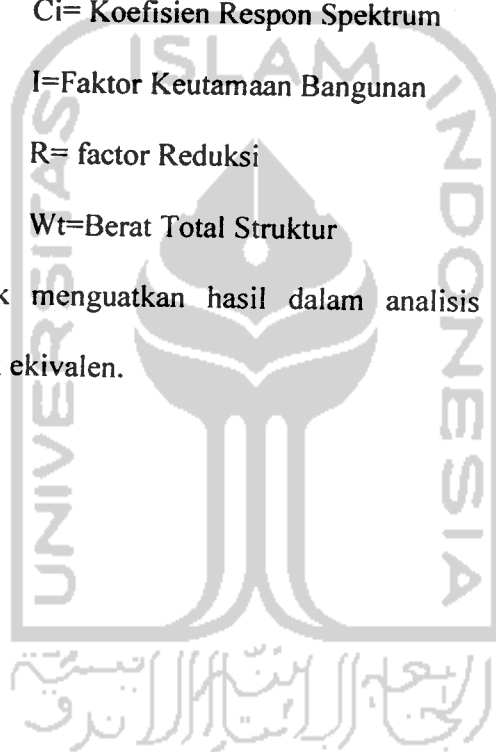
C<sub>i</sub>= Koefisien Respon Spektrum

I= Faktor Keutamaan Bangunan

R= factor Reduksi

W<sub>t</sub>= Berat Total Struktur

Untuk menguatkan hasil dalam analisis dinamik kami membandingkan dengan statik ekivalen.





**Tabel 4.4** Hasil perhitungan massa pada struktur 20 lantai

No.	Lantai	Massa (kg.dt <sup>2</sup> /cm)
1	1	129.71625
2	2,3,4,5,6,7,8,9	136.20506
3	10,11,12,13,14	129.71625
4	15,16,17,18,19	122.14596
5	20	80.32943

♦ **Data Kolom**

Data kolom diambil dari Tugas Akhir Joni Irawan (2001)

**Tabel 4.5** Dimensi Kolom

No.	Struktur	Dimensi Kolom Tepi (cm)	Dimensi Kolom Tengah (cm)
1	Tingkat 7	40/50	40/50
2	Tingkat 10	40/60	40/60
3	Tingkat 15	70/70	70/70
4	Tingkat 20	70/80	70/80

**4.1.2 Data Gempa**

Beban gempa yang dipergunakan pada tugas akhir ini diambil dari data beban gempa yang sudah ada. Pada riwayat gempa terdapat pengelompokkan jenis gempa, yaitu : gempa frekuensi tinggi, gempa frekuensi menengah, dan gempa frekuensi rendah. Pengelompokkan tersebut berdasarkan A/V rasio gempa (WK. Tso, T.J. Zhu dan A.C. Heidebrecht dalam "Jurnal Soil Dynamics and Earthquake Engineering (1992)" yang membahas "Engineering Implication of Ground Motion A/V Ratio") ,seperti di bawah ini :

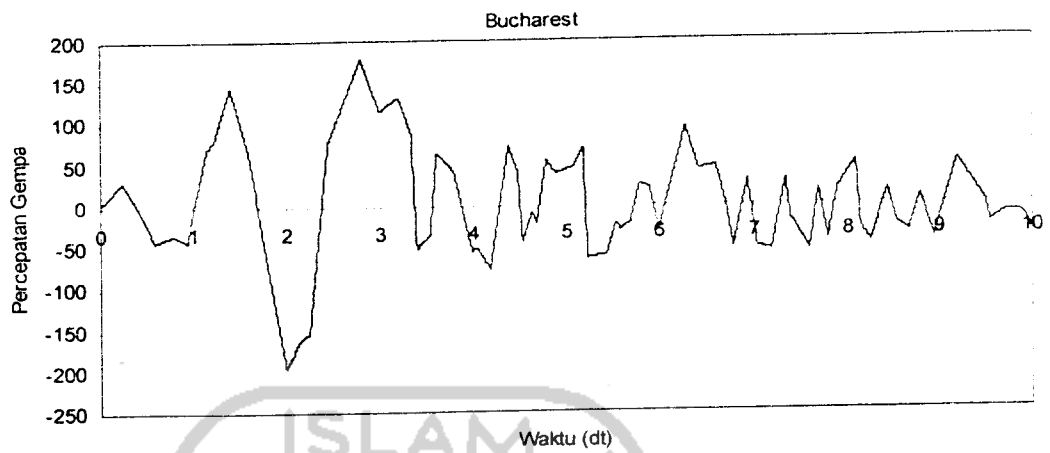
1.  $A/V > 1,2$                       Gempa Frekuensi Tinggi
2.  $0,8 - 1,2$                         Gempa Frekuensi Menengah
3.  $< 0,8$                               Gempa Frekuensi Rendah

Analisis yang dipakai pada riwayat gempa Bucharest, El Centro, Koyna. Data kandungan frekuensi beban gempa ( $A/V$  rasio) merupakan perbandingan antara percepatan maksimum ( $A$  maks ) dengan kecepatan maksimum ( $V$  maks) gerakan tanah akibat gempa. Contoh pengelompokkan kandungan frekuensi gempa (Tugas Akhir, Ardy dan Didik (2004)) adalah seperti pada tabel :

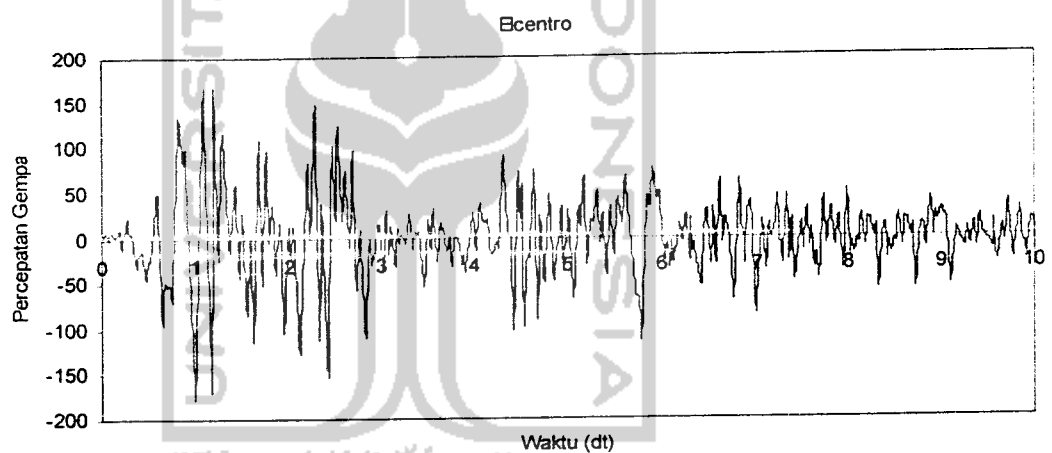
**Tabel 4.6** Data Gempa

No.	Beban gempa	A maks (cm/dt <sup>2</sup> )	V maks (cm/dt)	A/V rasio (g/m/dt)	Keterangan
1	Bucharest	225.40	75.10	0.306	Frekuensi rendah
2	Tlabuac Bombas	130.46	40.20	0.331	Frekuensi rendah
3	Ulcinj	258.50	34.07	0.773	Frekuensi rendah
4	Miyagi	202.65	26.56	0.861	Frekuensi menengah
5	Bar Montenegro	371.10	42.93	0.864	Frekuensi menengah
6	Coalinga	440.56	49.96	0.882	Frekuensi menengah
7	Petrovac	441.70	40.40	1.099	Frekuensi menengah
8	Elcentro	342.02	33.40	1.044	Frekuensi menengah
9	Parkfield	407.40	42.66	1.124	Frekuensi menengah
10	Corint	281.40	25.11	1.143	Frekuensi menengah
11	Coralitos	436.10	38.45	1.156	Frekuensi menengah
12	Gilroy	401.80	20.56	1.992	Frekuensi tinggi
13	St.Cruz	392.00	15.26	2.618	Frekuensi tinggi
14	Koyna India	548.79	16.13	3.468	Frekuensi tinggi

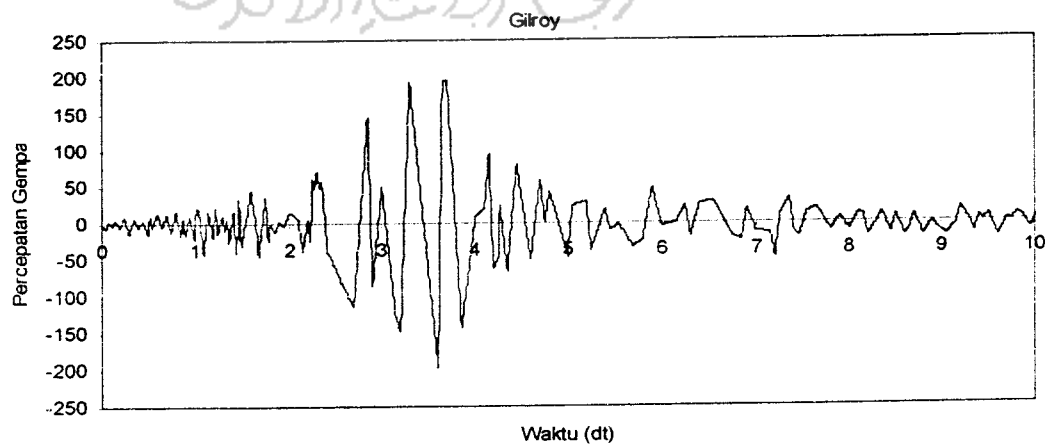
Dari tabel diatas tidak semua percepatan gempa dipakai tetapi hanya Bucharest, El Centro, Gilroy dan Koyna yang mewakili gempa dengan frekuensi rendah, menengah, dan frekuensi tinggi.



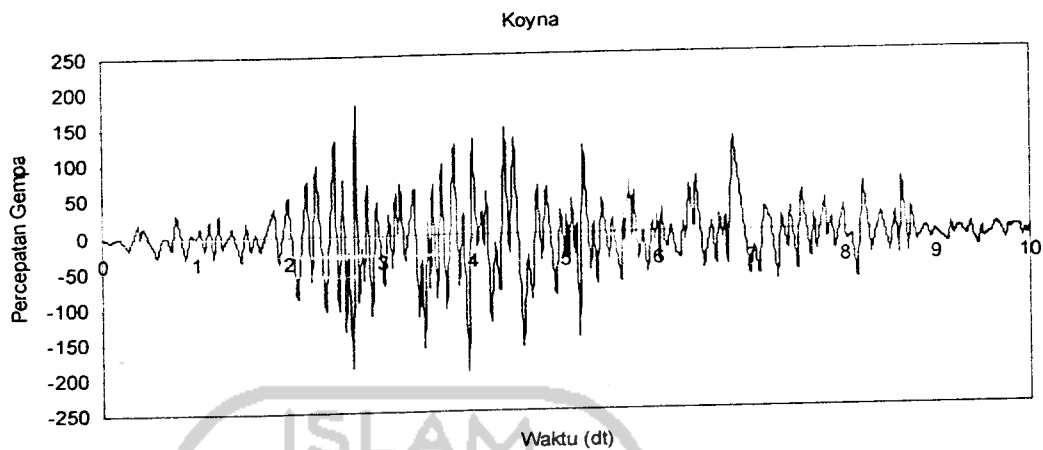
Gambar 4.16 Plot Percepatan Gempa Bucharest Normalisasi



Gambar 4.17 Plot Percepatan Gempa Elcentro Normalisasi



Gambar 4.18 Plot Percepatan Gempa Gilroy Normalisasi



Gambar 4.19 Plot Percepatan Gempa Koyana Normalisasi

#### 4.2 Tahapan Analisa Dinamik

1. Menghitung massa dengan prinsip *Lumped Mass* sesuai persamaan (3.9)
2. Menghitung nilai kekakuan dengan prinsip *Shear Building* sesuai persamaan (3.10) dan (3.11)
3. Menghitung *Mode Shape* sesuai persamaan (3.26) sampai dengan (3.29)
4. Menghitung frekuensi sudut  $\omega$  sesuai persamaan (3.7)
5. Menghitung hubungan *orthogonal* sesuai persamaan (3.30)
6. Menghitung *Modal Effective Weight* dan *Modal Effective Mass* sesuai persamaan (3.57) dan (3.58)
7. Menghitung *partisipasi* tiap mode  $\Gamma$  sesuai persamaan (3.46)
8. Menghitung  $g, Z$  sesuai persamaan (3.48)
9. Menghitung simpangan struktur sesuai persamaan (3.50)
10. Menghitung simpangan antar tingkat sesuai persamaan (3.53)
11. Menghitung gaya horizontal tingkat (F) sesuai persamaan (3.54)

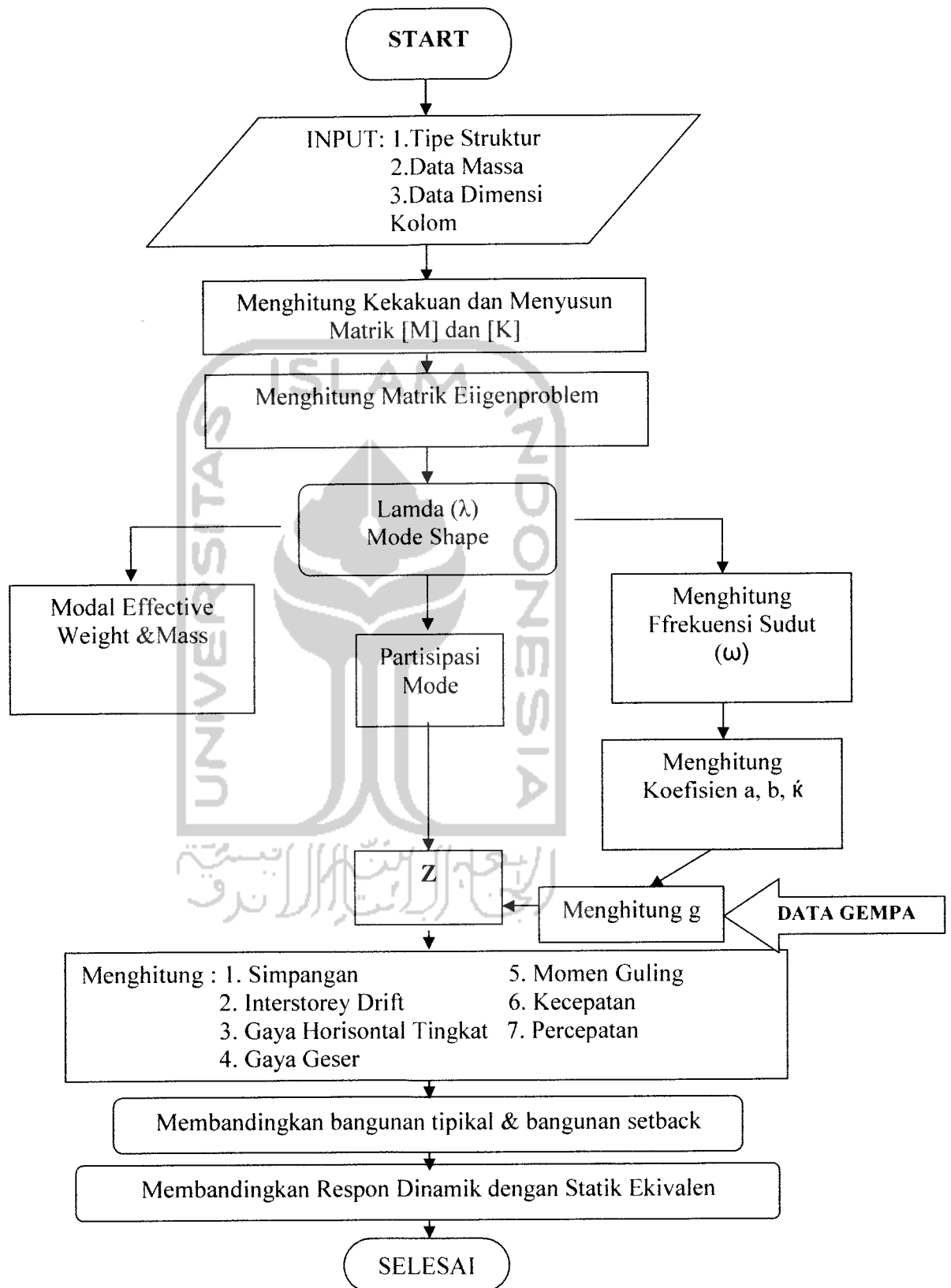
12. Menghitung gaya horizontal tingkat kumulatif (V) sesuai persamaan (3.55)
13. Menghitung momen guling sesuai persamaan (3.56)
14. Membandingkan hasil penelitian antara bangunan setback dan tanpa setback.

#### **4.3 Perbandingan Respon Struktur Setback dengan Statik Ekuivalen**

Struktur selain dihitung secara dinamik juga dihitung secara static. Statik ekuivalen adalah analisis gempa dengan memperhitungkan mode 1 saja dan dianggap mode 1 linear. Setelah mendapat hasil statik maka gaya horizontal dinamik (4.2 point 11) dibandingkan dengan statik ekuivalen.

#### **5. Alat Yang Dipakai**

Untuk mendukung analisis dalam penelitian ini kami menggunakan program "PROGSIP 2006 ANALISA STRUKTUR BANGUNAN SETBACK HORIZONTAL TERHADAP RESPON DINAMIK PADA STRUKTUR BETON BERTINGKAT BANYAK". Program ini merupakan revisi dari program-program sebelumnya. PROGSIP 2006 dibuat dengan bahasa visual basic dengan menggunakan *Ms. Visual Basic 6.0* (Hartanto (2002), Nalwan (2004), Putra dan Indra (2004), Irawan Sardi (2003), Yanuar Supardi (2002)). Bahasa dari program dapat dilihat selengkapnya dalam lampiran.



## BAB V

### HASIL PENELITIAN 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. Program ini terdiri dari perhitungan massa, kekakuan dan respon struktur terhadap beban dinamik. Input dari program ini adalah tipe struktur, dimensi struktur, dimensi elemen-elemen struktur, massa, kekakuan, dan data percepatan gempa. Hasil atau output dari program ini adalah Mode Shape (*ragam goyangan*), Simpangan Netto, Simpangan Antar Tingkat (*Interstorey Drift*), Gaya Horizontal Tingkat, Gaya Geser dan Momen Guling.

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

#### 5.2 Perhitungan Massa dan Kekakuan

Dalam perhitungan diperlukan penyederhanaan-penyederhanaan sehingga muncul asumsi/anggapan-anggapan. Anggapan yang dipakai dalam penelitian ini

adalah *lumped mass* dan *shear building*. Dengan anggapan itu maka massa dihitung pada tiap tingkat dan menggumpal di tengah bentang. Kekakuan dihitung secara parallel dimana kekakuan tiap tingkat merupakan penjumlahan dari kekakuan tiap kolom.

Data massa struktur diambil dari penelitian Tugas Akhir Joni Irawan (2001), seperti di bawah ini :

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 dihitung sebagai berikut ,

$$K_{\text{tepi}} = \frac{12 * 2.5 \times 10^5 * 2.56 \times 10^6}{(375)^3} = 145635.56 \text{ kg/cm}$$

$$K_{\text{tengah}} = \frac{12 * 2.5 \times 10^5 * 2.99 \times 10^6}{(375)^3} = 170097.78 \text{ kg/cm}$$

$$K_{\text{total}} = K_{\text{tepi}} + K_{\text{tengah}} = 971662.24 \text{ kg/cm}$$

### 5.3 Pembahasan

Analisa respon struktur akibat beban gempa merupakan plot nilai-nilai yang dihasilkan oleh program PROGSIP 2006 yang sudah dimasukkan data percepatan gempa. Data 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 hingga tinggi.



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

### 5.3.1 Kontribusi Mode Shape, Partisipasi Mode, Modal Effective( $E_w$ dan $E_m$ )

#### a. Mode Shape

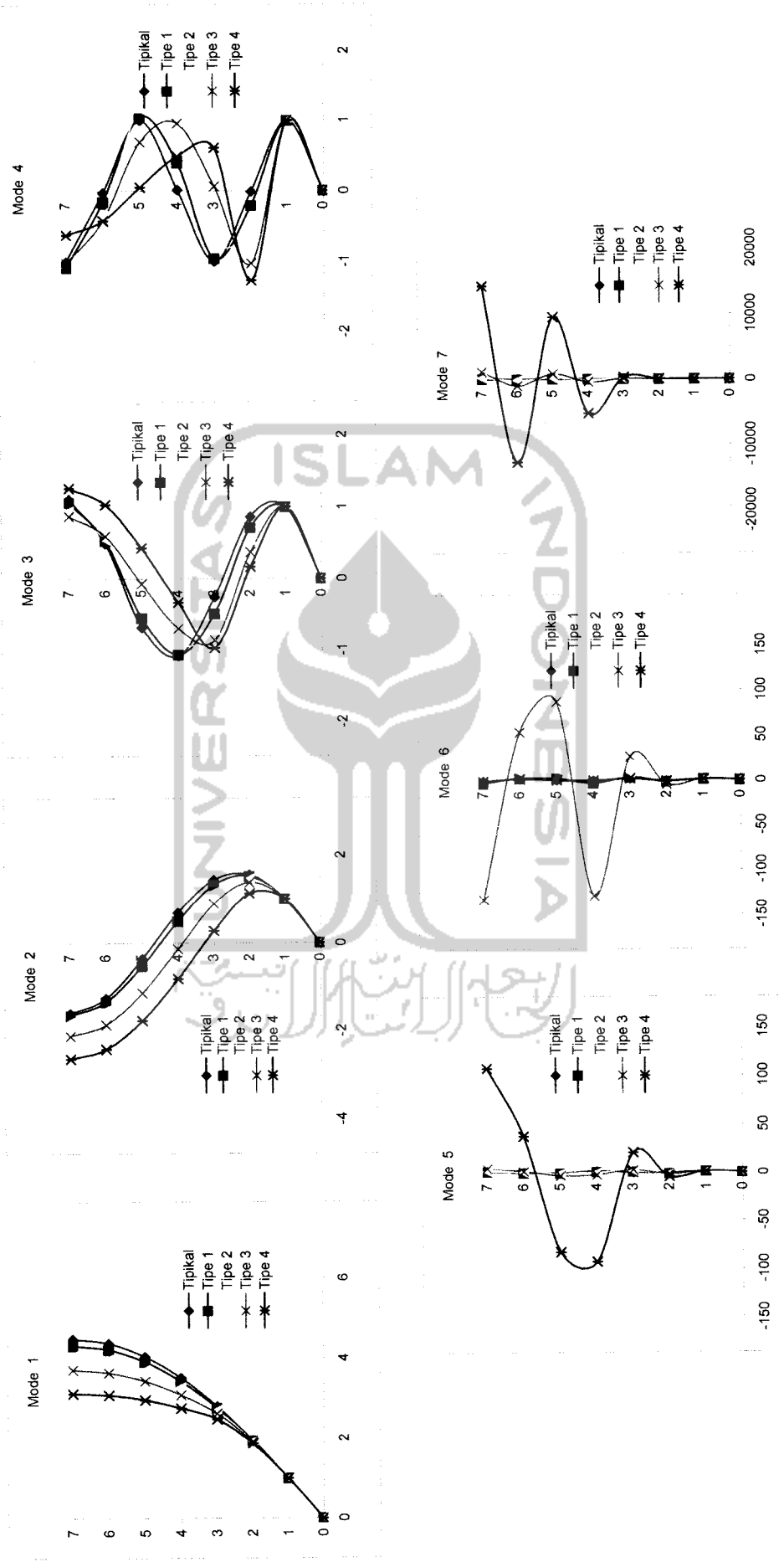
Dengan memakai program PROGSIP 2006, langkah awal menghitung mode shape. Mode shape struktur tingkat 7,10,15 dan 20 disajikan pada **Gambar 5.1** sampai dengan **Gambar 5.7**

Dengan memperhatikan Gambar 5.1 sampai dengan Gambar 5.7 tampak bahwa pada bangunan 7,10,15, dan 20 kecenderungan mode-mode atas nilainya semakin besar ini dikarenakan adanya pengurangan bangunan secara horisontal . Pada bangunan setback Tipe 4 (bangunan setback paling kritis) mempunyai mode shape paling besar sehingga kemungkinan terjadinya kerusakan semakin besar.

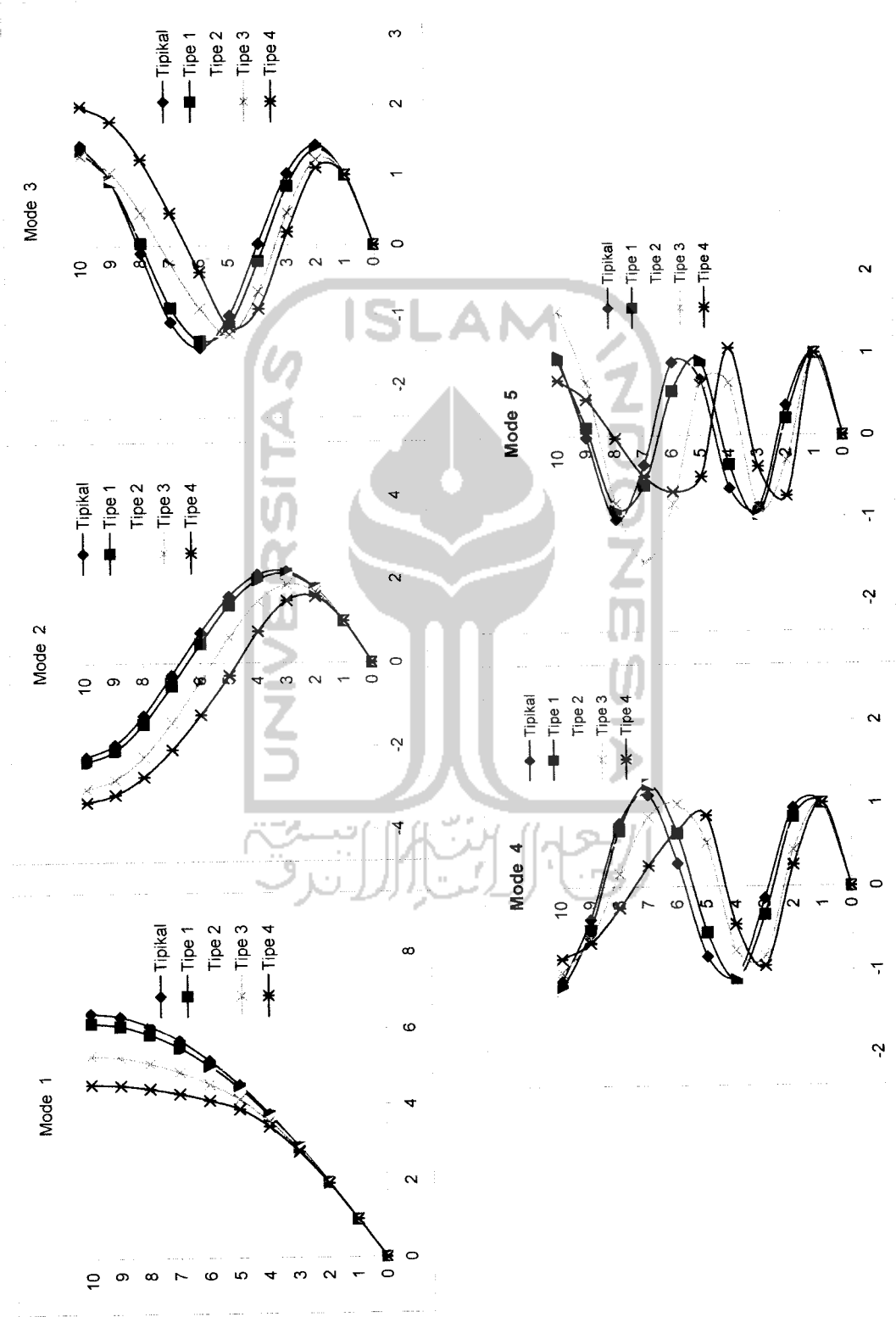
Dengan tinjauan mode pertama nilai mode shape sesudah ada setback horisontal nilainya semakin mengecil. Pada mode kedua hal serupa juga terjadi.

Pada tingkat dimana ada pengurangan massa dan kekakuan maka nilai mode shape menjadi tidak teratur. Dengan kata lain pengurangan massa dan kekakuan menentukan variasi ragam goyangan.

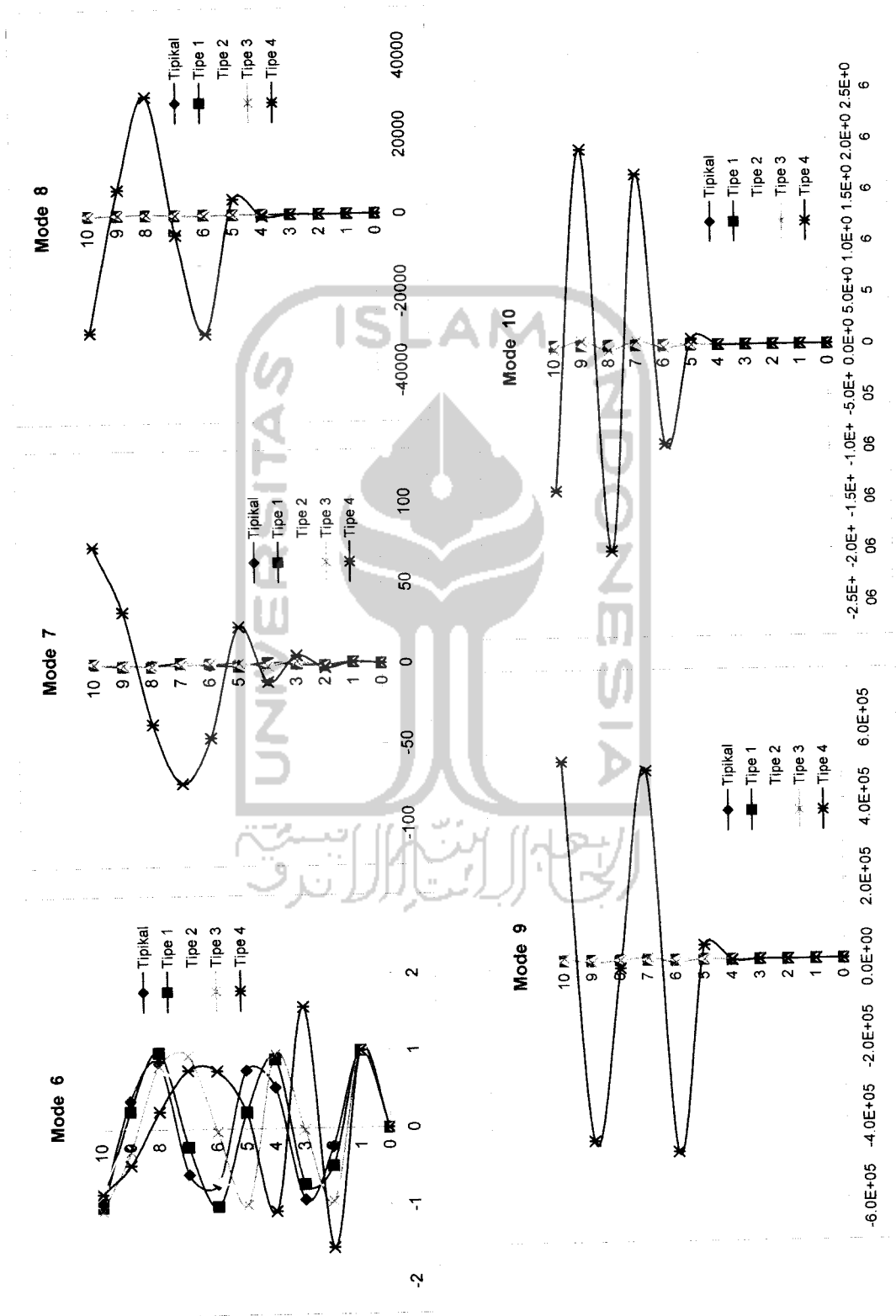
Nilai-nilai mode shape/ragam goyangan tidak bergantung terhadap percepatan gempa ,akan tetapi bergantung pada massa struktur dan kekakuan kolom



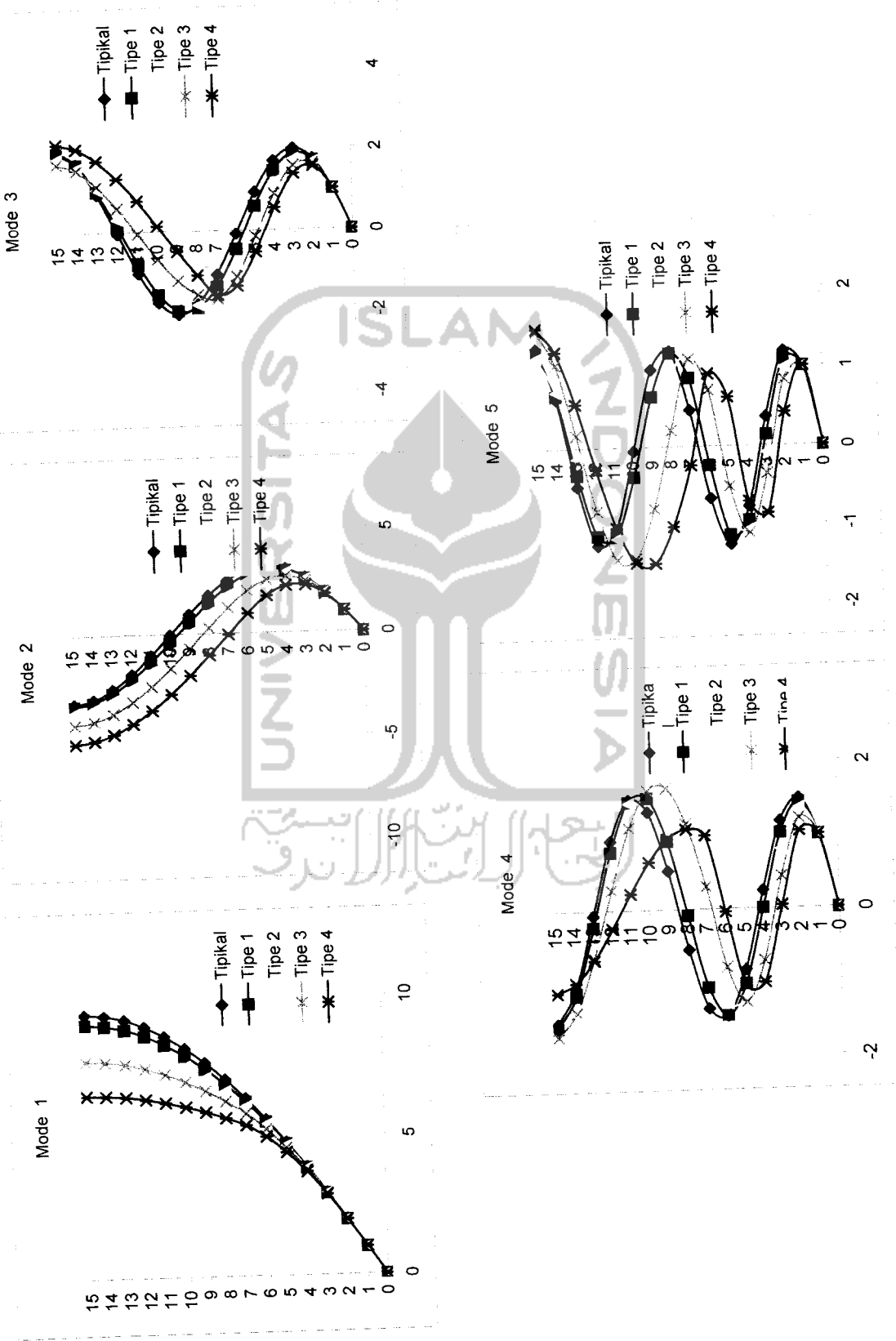
Gambar 5.1 Mode Shape Struktur Tingkat 7



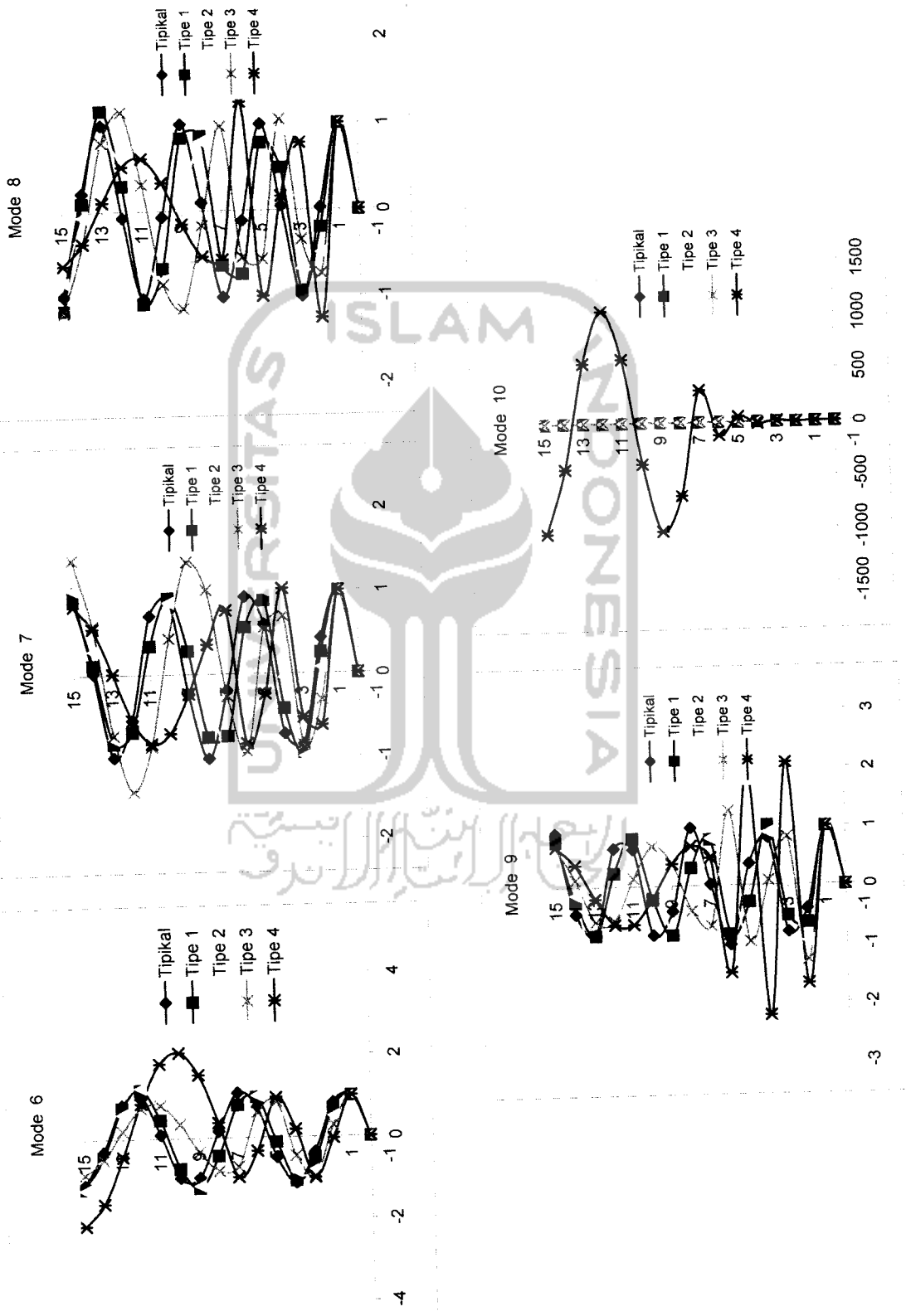
Gambar 5.2 Mode 1 s/d 5 Struktur Tingkat 10



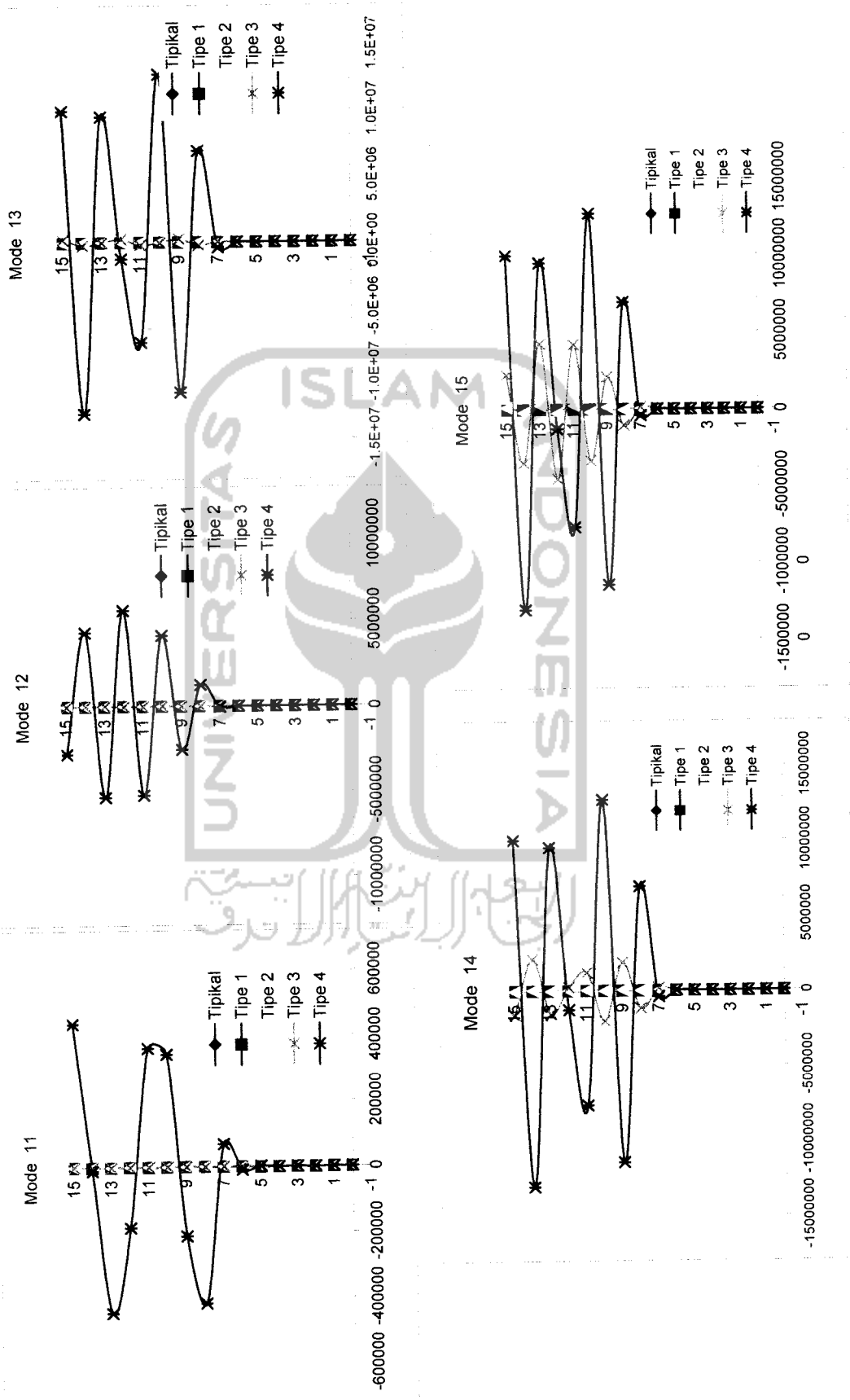
Gambar 5.3 Mode 5 s/d 10 Struktur Tingkat 10



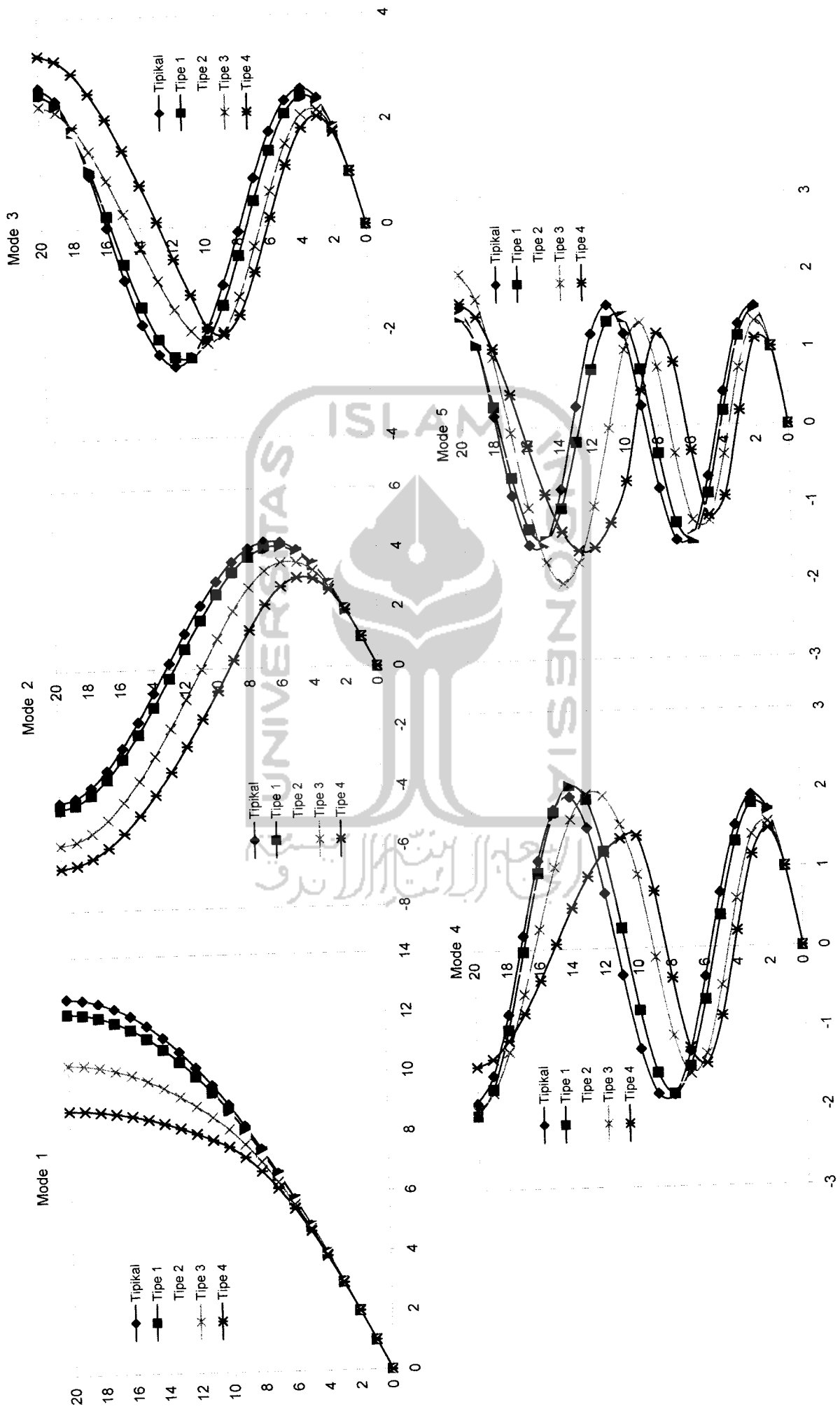
Gambar 5.4 Mode 1 s/d 5 Struktur Tingkat 15



Gambar 5.5 Mode 6 s/d 10 Struktur Tingkat 15



Gambar 5.6 Mode 11 s/d 15 Struktur Tingkat 15



Gambar 5.7 Mode 1 s/d 5 Struktur Tingkat 20



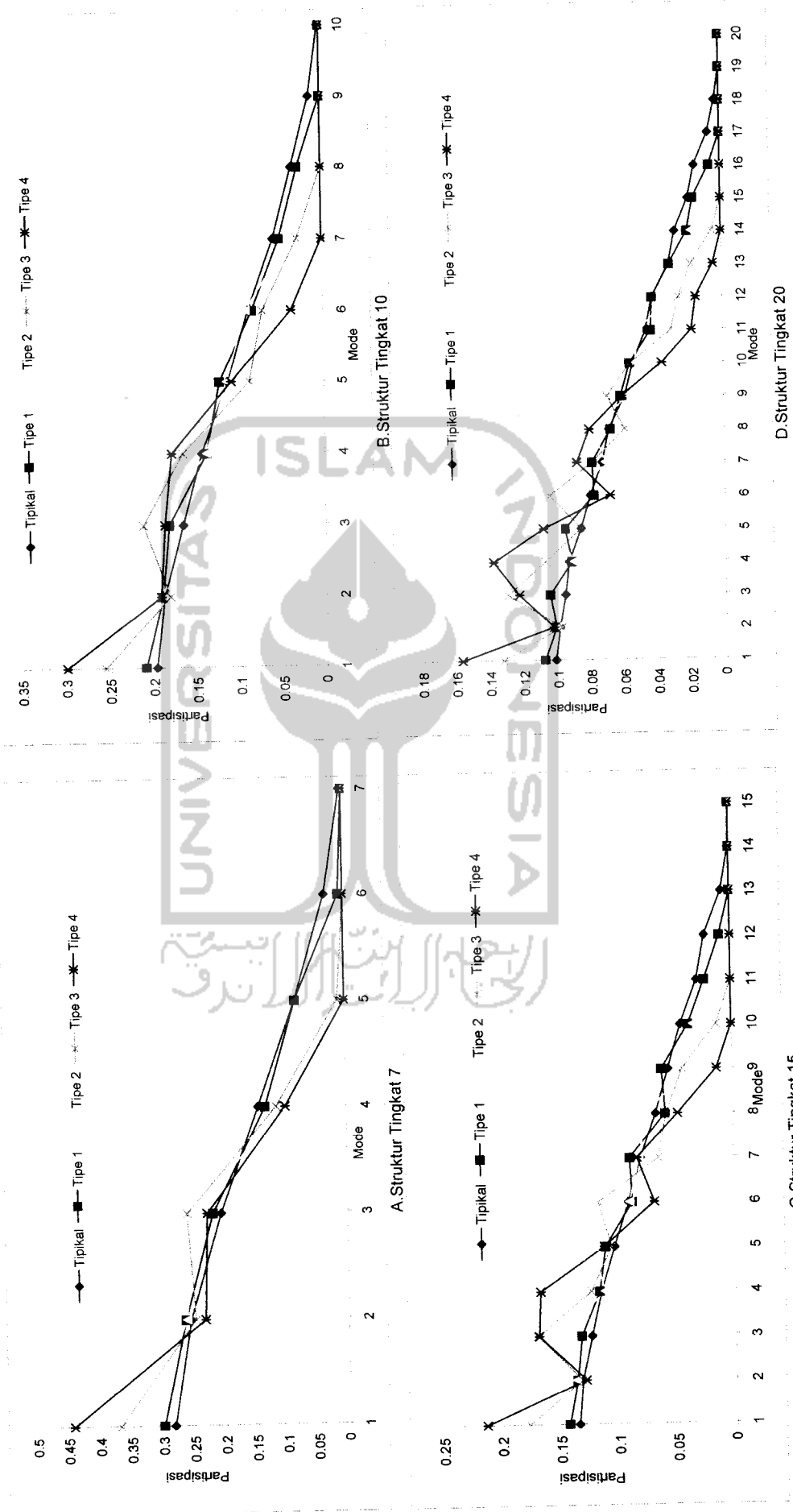
### b. Partisipasi Mode

Partisipasi mode adalah besar kontribusi mode dalam menentukan besar simpangan. Partisipasi mode dari struktur tingkat 7,10,15, dan 20 disajikan pada **Gambar 5.8**. Dengan memperhatikan gambar tersebut tampak bahwa semakin tinggi tingkat suatu struktur maka nilai partisipasi mode yang diberikan akan semakin kecil.

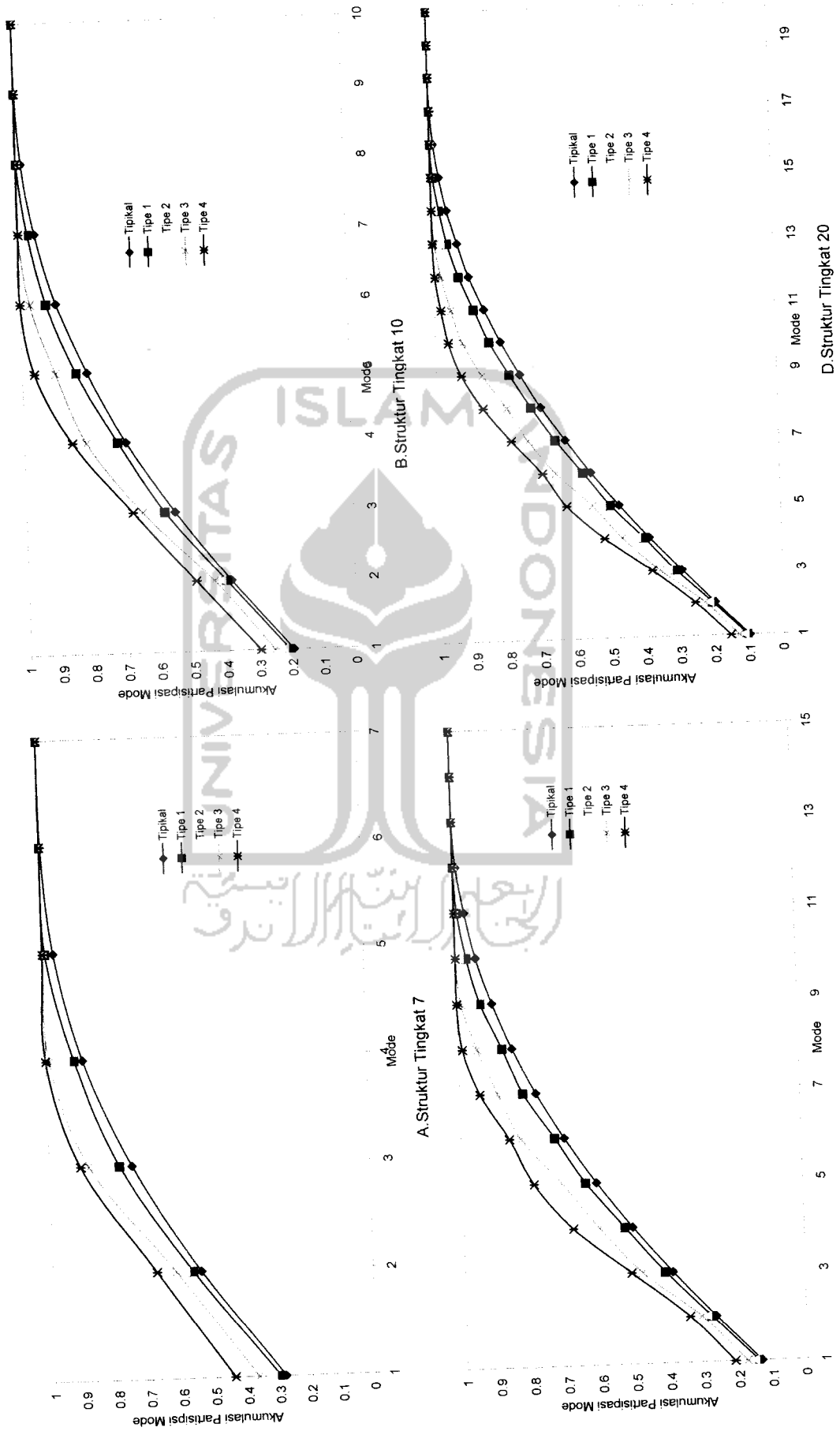
Meskipun dilihat dari gambar partisipasi mode tidak beraturan tetapi pada bangunan tipikal sampai setback yang paling kritis (Tipe 4) mode pertama memberikan nilai partisipasi semakin besar. Partisipasi pada bangunan Tipikal nilainya linear dikarenakan bangunannya regular. Pada struktur yang semakin tinggi maka nilai partisipasi semakin fluktuatif.

Nilai partisipasi paling besar pada struktur 7,10,15,20 semua terdapat pada bangunan setback Tipe 4 (setback horisontal paling kritis). Pada mode-mode atas nilai partisipasi mode mendekati nol. Dari gambar juga dapat dilihat bahwa bangunan semakin tinggi maka partisipasi semakin fluktuatif.

Untuk mengecek kesalahan maka jumlah dari semua partisipasi mode hasilnya satu atau akumulasi partisipasi dari satu bangunan jika dijumlahkan hasilnya satu. Ini berarti dicek dari partisipasi perhitungan ini benar. Nilai akumulasi partisipasi mode paling besar ada pada bangunan Tipe 4 (setback horisontal paling kritis). Semakin banyak setback horisontal maka semakin sedikit kontribusi yang dapat diambil.



Gambar 5.8a Partisipasi Struktur



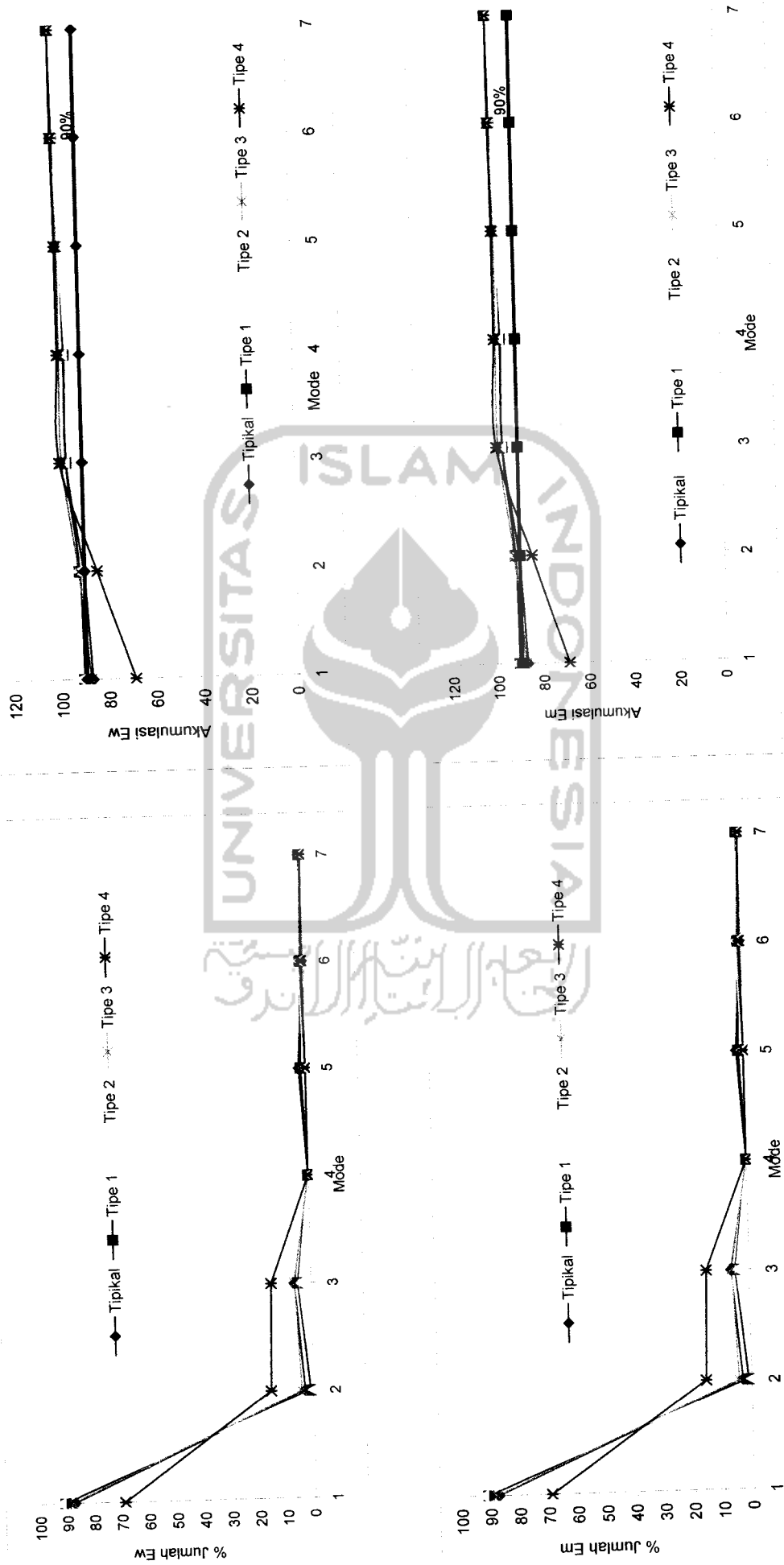
Gambar 5.8b Akumulasi Partisipasi Mode Struktur

### c. Modal Effective

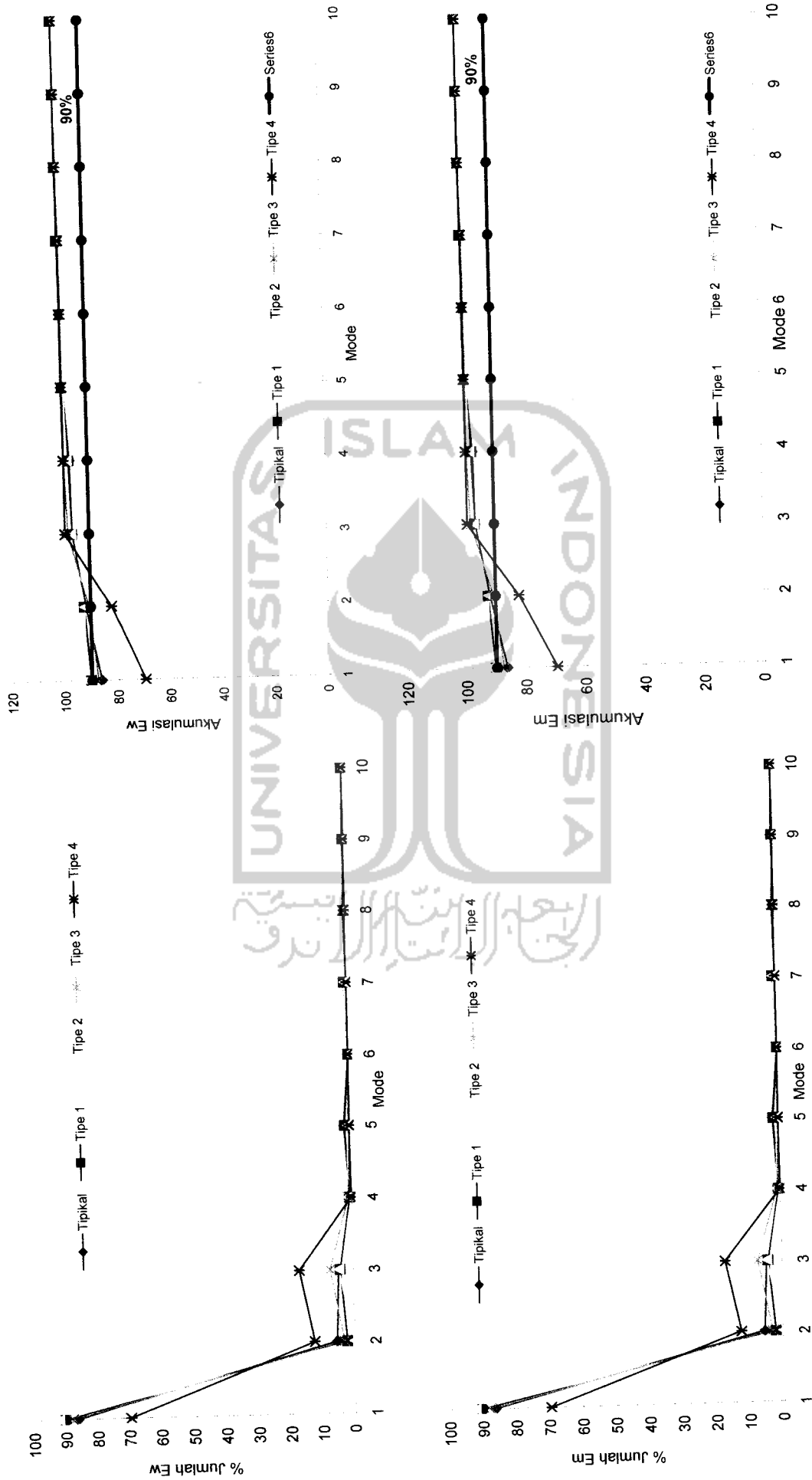
Dari hasil program dapat disajikan *Modal Effective Weight* dan *Modal Effective Mass* pada **Gambar 5.9** sampai dengan **Gambar 5.12**. Dari gambar yang disajikan tampak bahwa *Modal Effective Weight* dan *Modal Effective Mass* pada mode pertama semakin mengecil jika bangunan itu ada setback horisontal. Nilai paling kecil ada pada bangunan Tipe 4 ini disebabkan bangunan tersebut mempunyai setback horisontal paling kritis.

Nilai % jumlah Ew pada mode paling atas mempunyai nilai mendekati nol. Bangunan Tipe 1 dan Tipe 2 mempunyai nilai % jumlah Ew paling besar ditinjau dari mode pertama tetapi pada bangunan Tipe 4 mempunyai nilai paling kecil. Dalam *modal effective mass* dan *modal effective weight* sudah dipengaruhi oleh berat dan massa struktur.

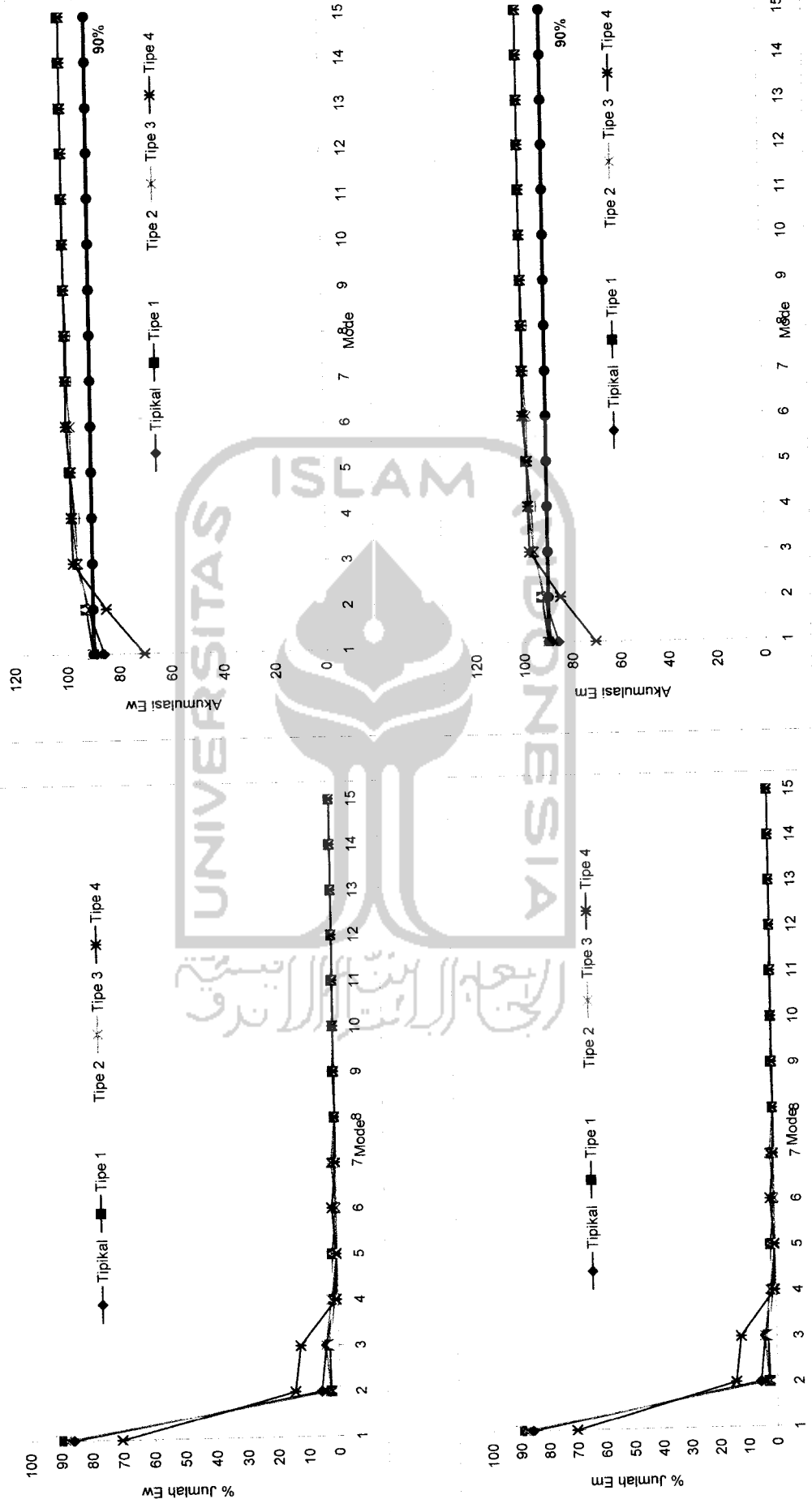
Pada mode 2 dan 3 nilai modal membesar (nilai terbesar pada bangunan Tipe 4) kemudian mengecil sampai mode terakhir. Untuk mencapai 90% pada bangunan Tipikal dan Tipe 3 harus memperhitungkan mode kedua sudah cukup, untuk mencapai 90% pada bangunan Tipe 1 dan Tipe 2 harus memperhitungkan mode pertama sudah cukup dan untuk mencapai 90% pada Tipe 4 memperhitungkan kontribusi mode ketiga.



Gambar 5.9 Modal Effevtive Struktur Tingkat 7



Gambar 5.10 Modal Effective Struktur Tingkat 10



Gambar 5.11 Modal Effective Struktur Tingkat 15

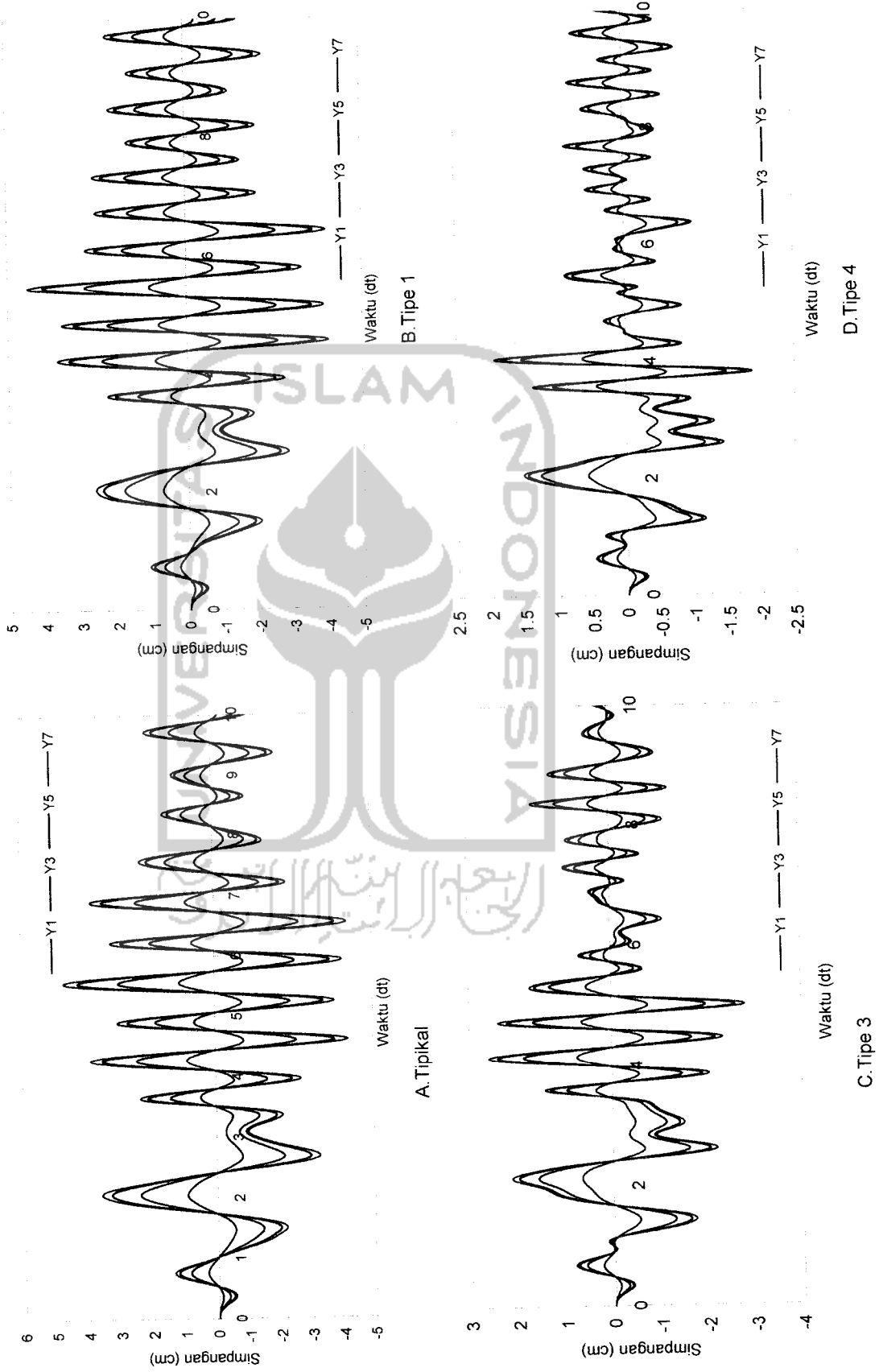
### 5.3.2 Simpangan Struktur

Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai simpangan dari struktur tingkat 7, 10, 15, 20 dengan 4 variasi gempa pada **Gambar 5.13** sampai dengan **Gambar 5.34**. Dengan memperhatikan gambar yang disajikan tampak bahwa simpangan yang dinormalisasi menunjukkan simpangan akibat gempa Bucharest mempunyai simpangan terbesar. Hal itu disebabkan Amaks dari gempa Bucharest mendekati 0,2g sehingga skala gempa mendekati satu. Simpangan semakin ke atas nilainya semakin besar.

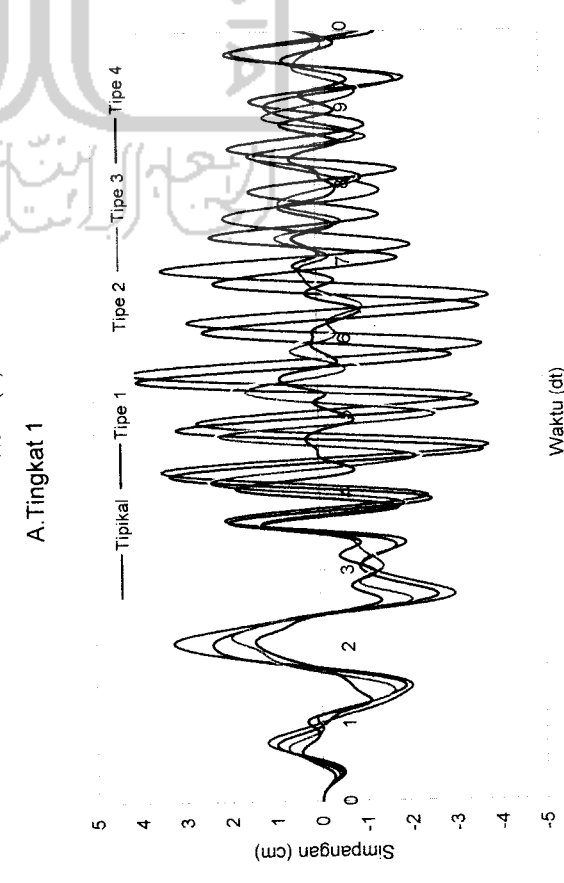
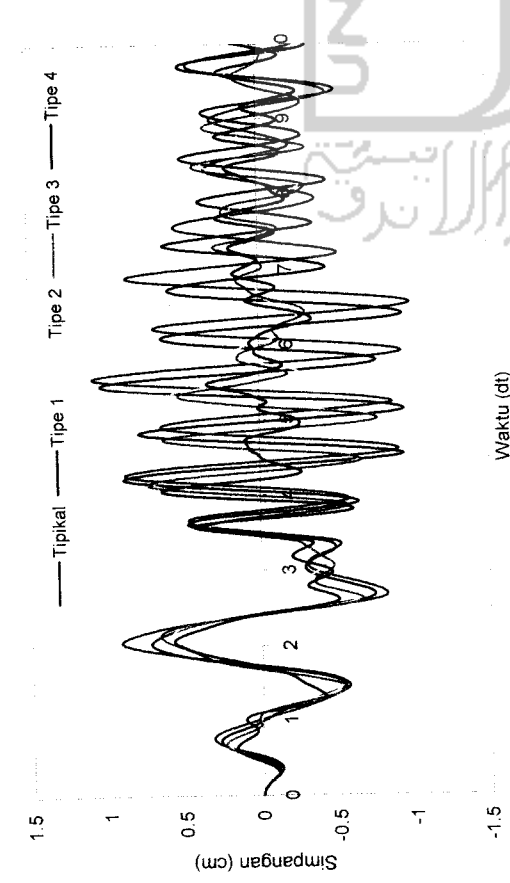
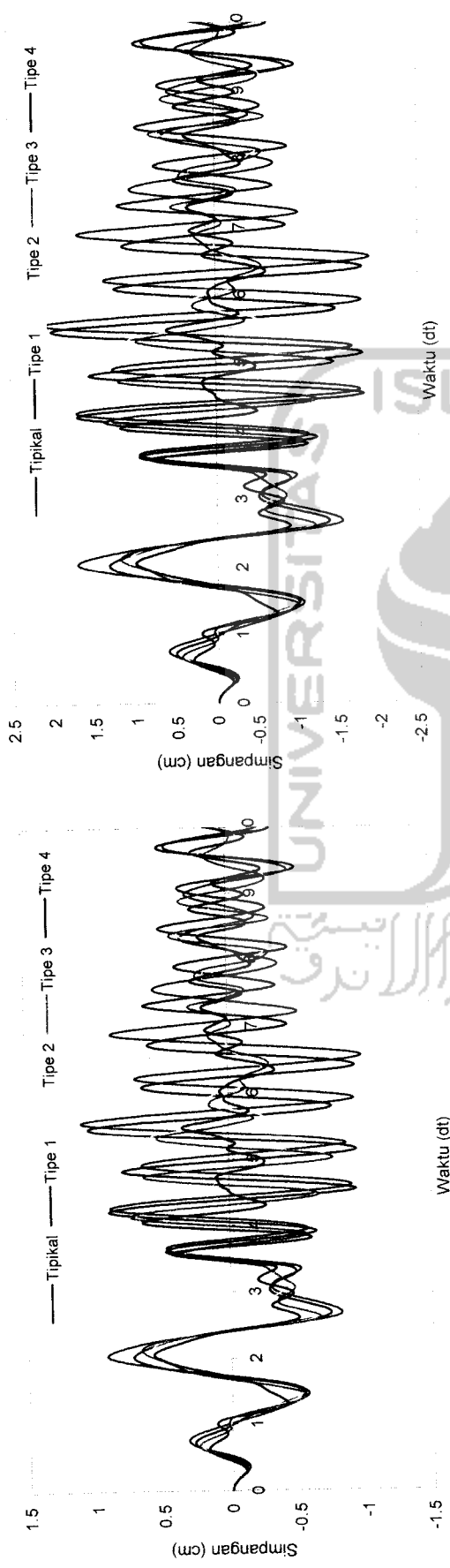
Nilai simpangan akan semakin mengecil pada tingkat dimana ada pengurangan massa dan kekakuan secara horisontal (setback horisontal). Hal itu disebabkan karena pada satu bangunan terjadi perbedaan periode getar sehingga massa kecil diatas dapat berfungsi sebagai redaman simpangan dari massa yang di bawahnya dan juga massa bangunan yang di bawah seolah-olah menjepit bangunan bangunan setback diatasnya. Namun, pada gempa Elcentro dan Gilroy nilai simpangan fluktuatif itu Karena perbedaan periode (T). Nilai simpangan akibat gempa koyna nilainya semakin rapat ini dikarenakan gempa koyna merupakan gempa dengan frekuensi tinggi.

Nilai simpangan semakin besar pada bangunan bertingkat banyak.hal itu disebabkan bangunan semakin tinggi maka akan semakin fleksibel.

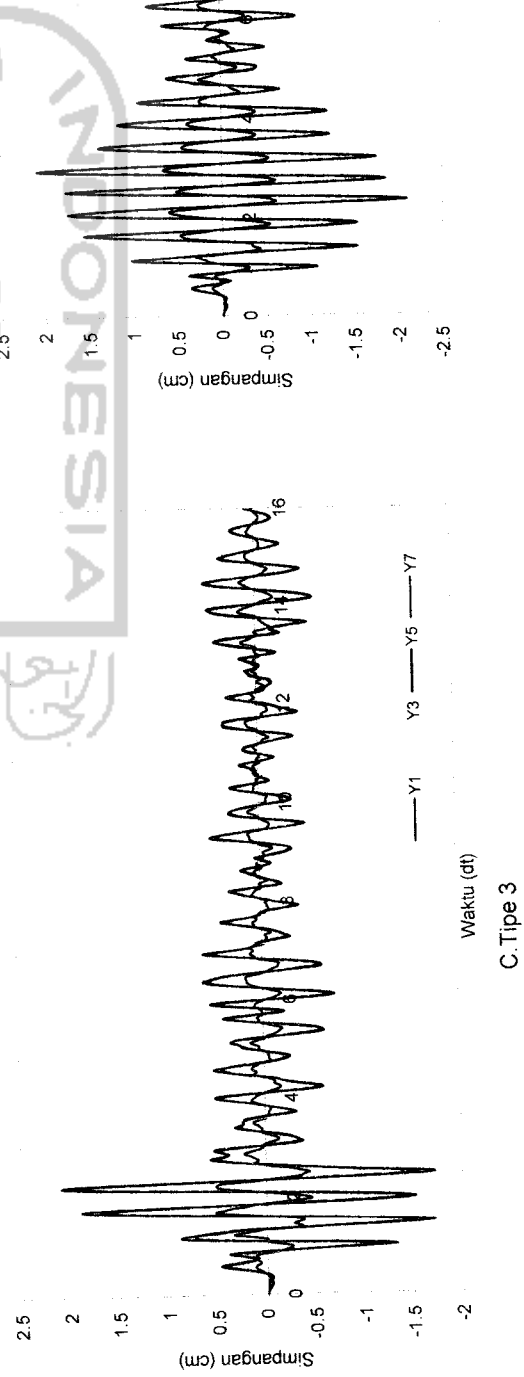
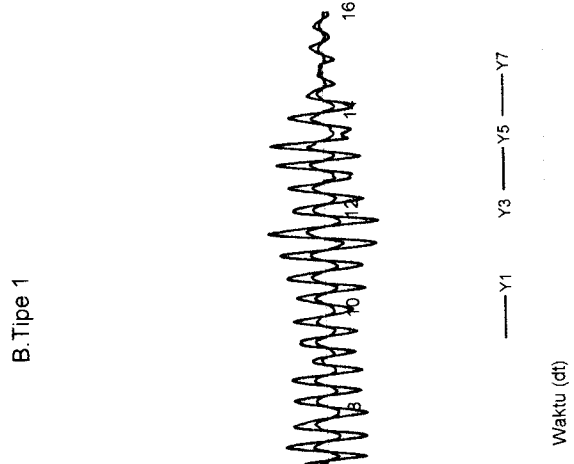
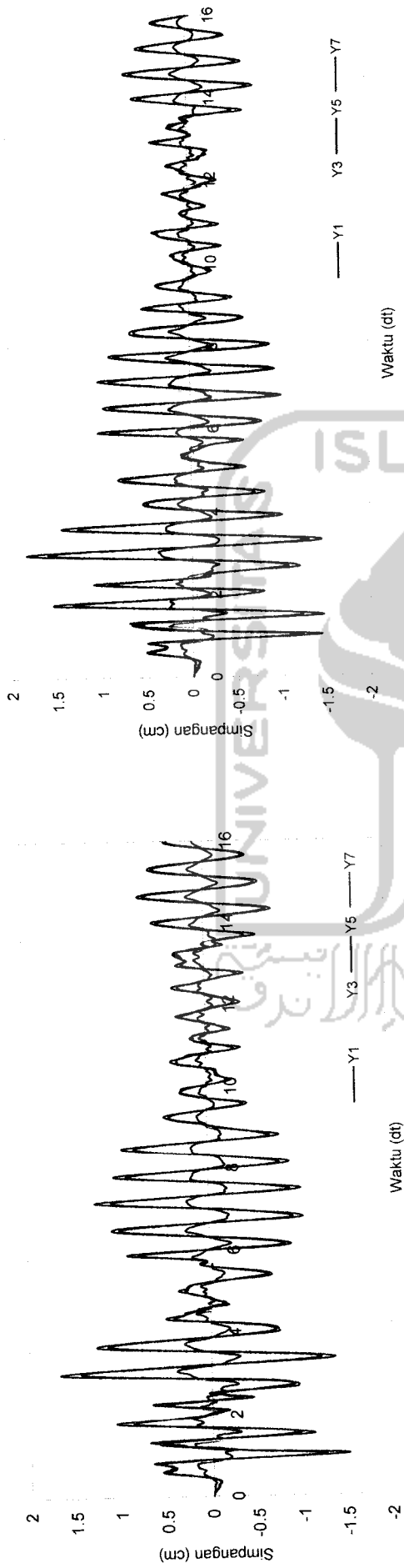




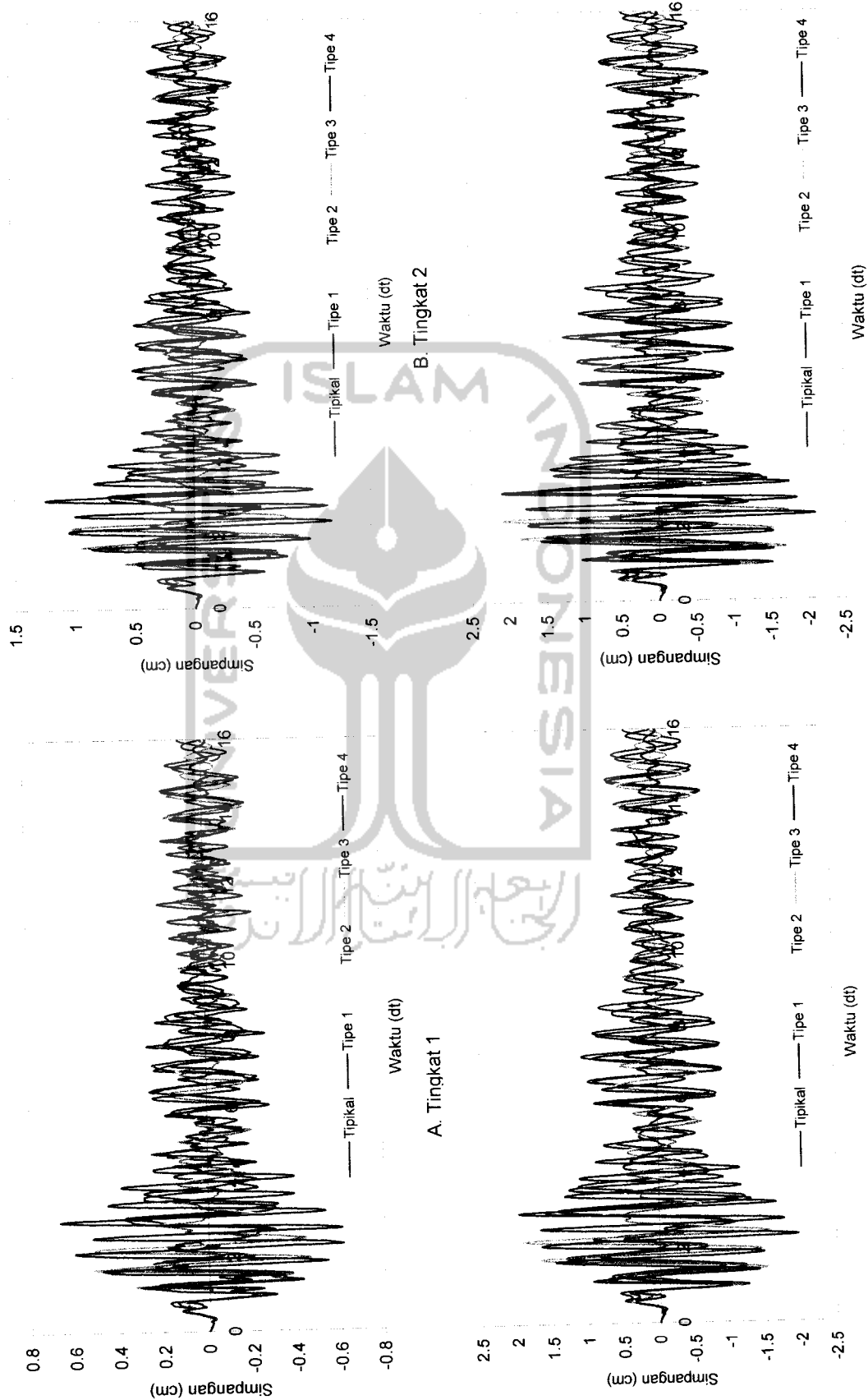
Gambar 5.13 Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



**Gambar 5.14** Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



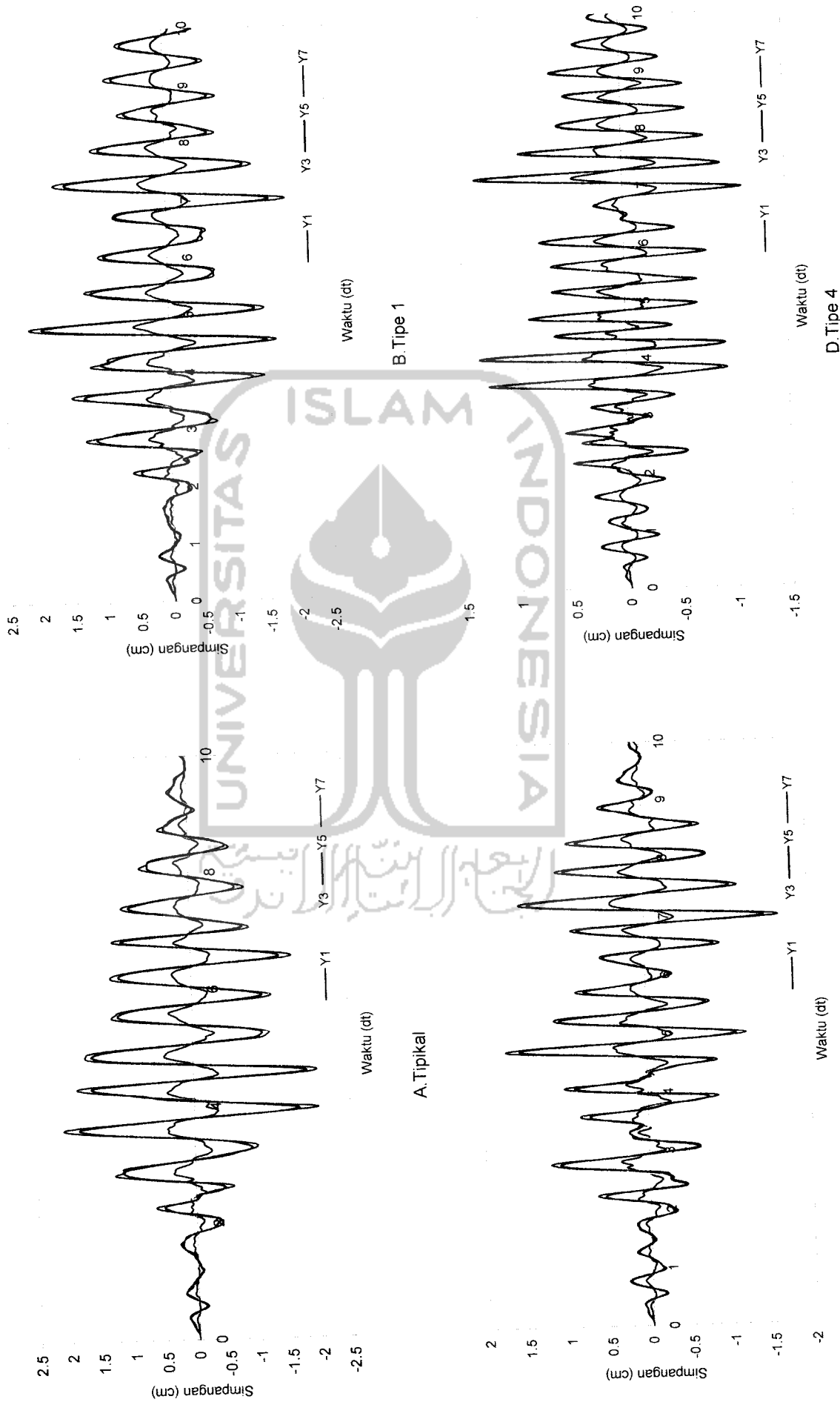
Gambar 5.15 Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro



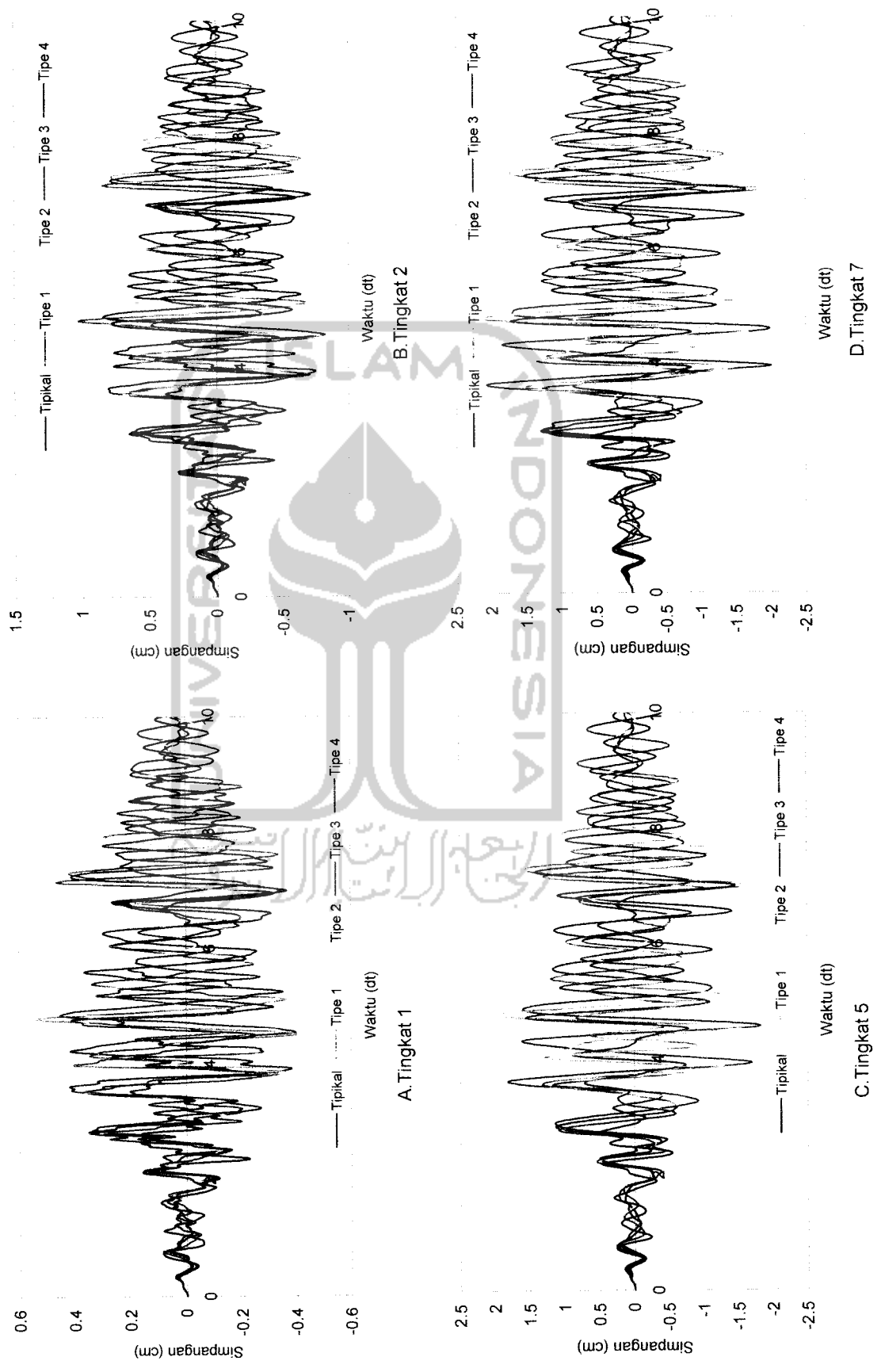
C. Tingkat 5

D. Tingkat 7

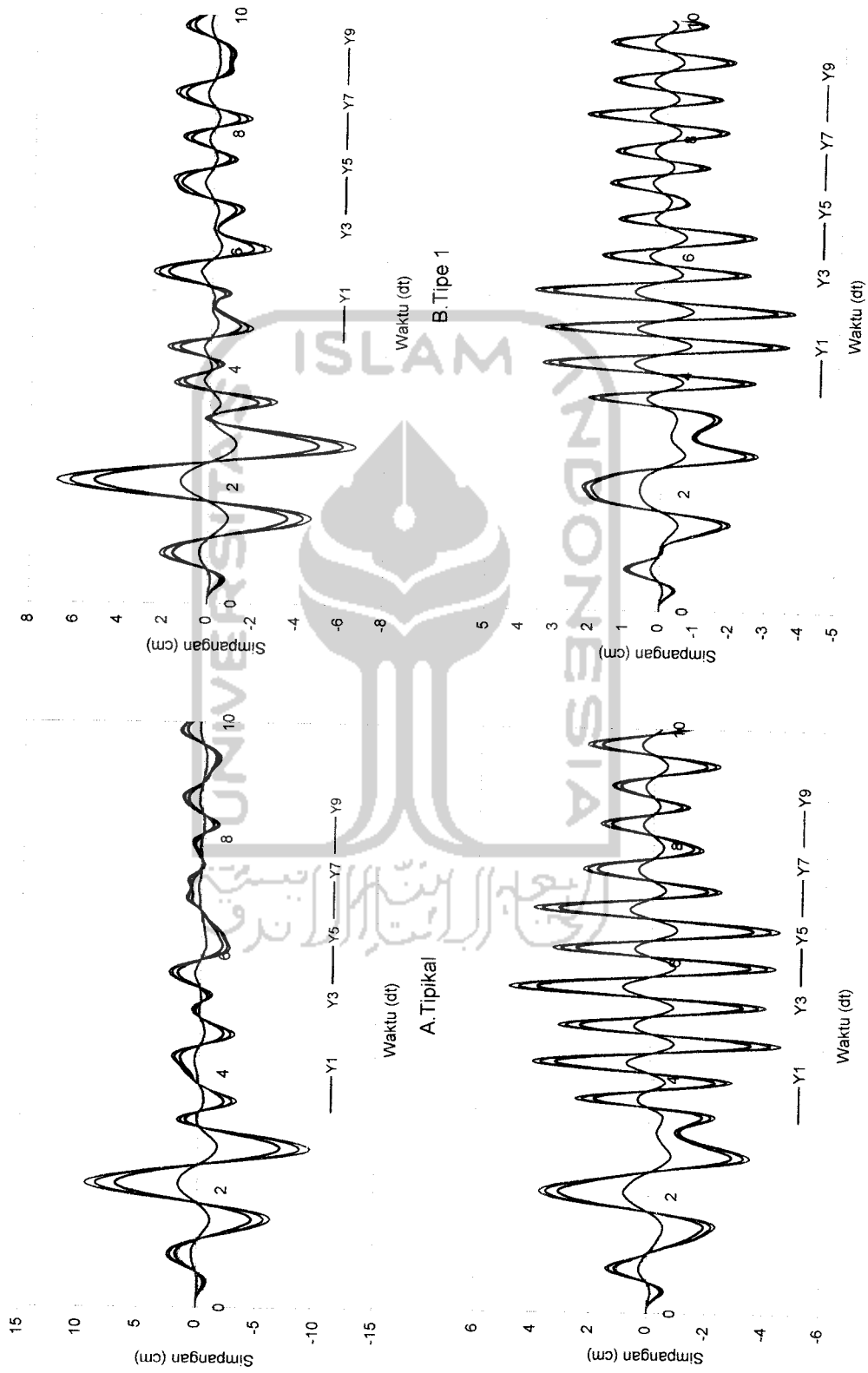
Gambar 5.16 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro



Gambar 5.17 Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



**Gambar 5.18** Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



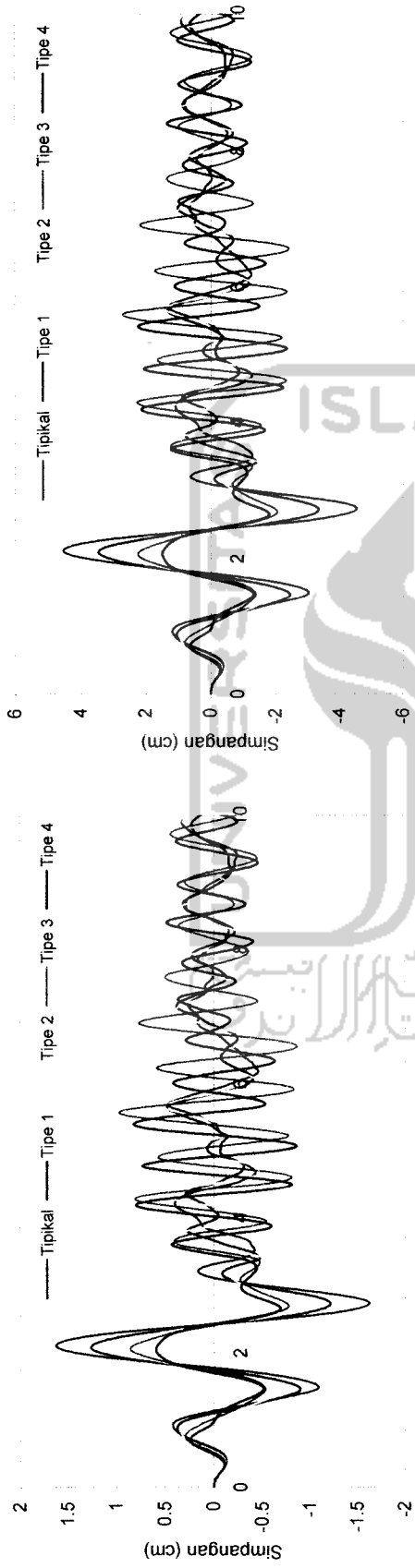
D. Tipe 4

C. Tipe 3

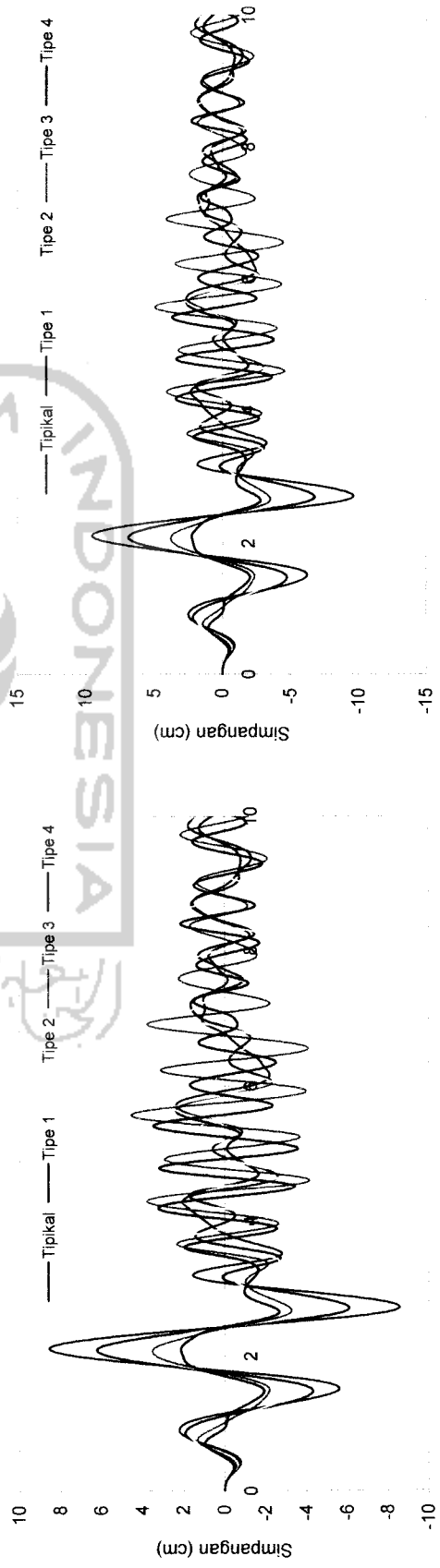
A. Tipikal

B. Tipe 1

Gambar 5.19 Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



B. Tingkat 3

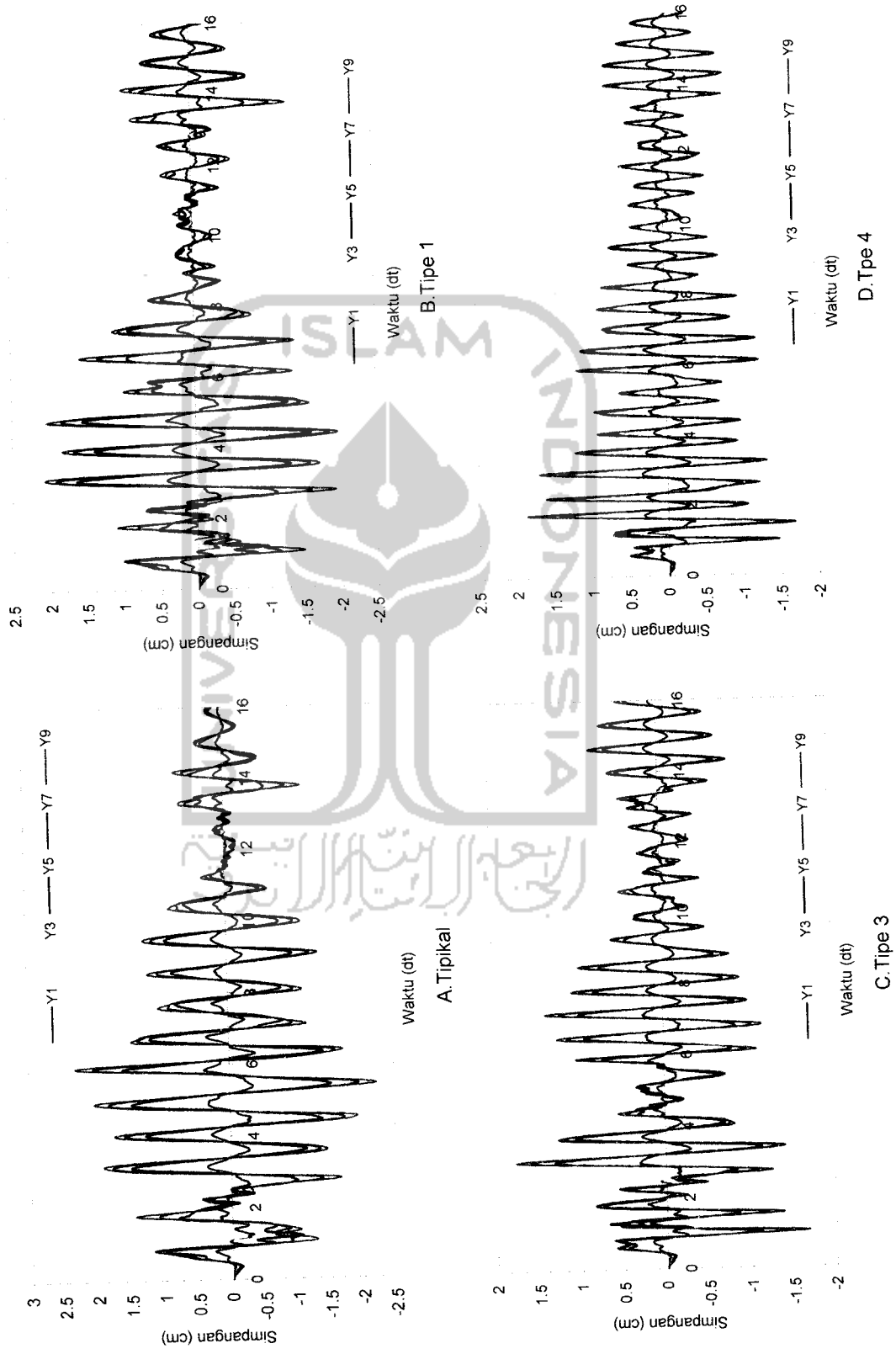


C. Tingkat 7

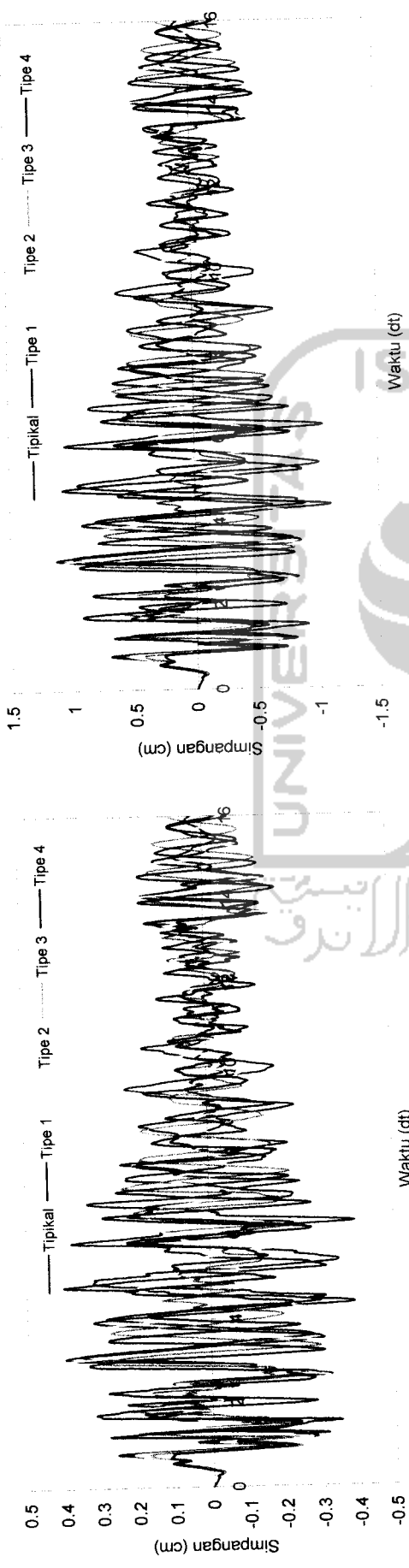
D. Tingkat 10

Gambar 5.20 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest

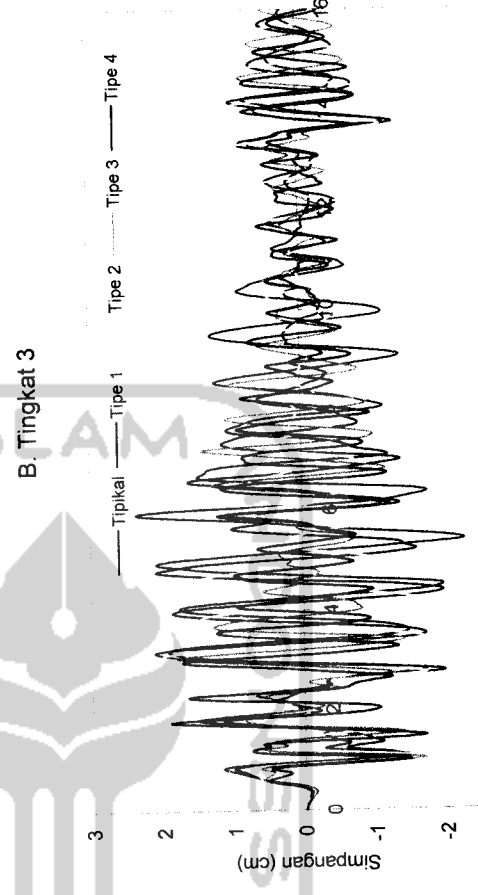




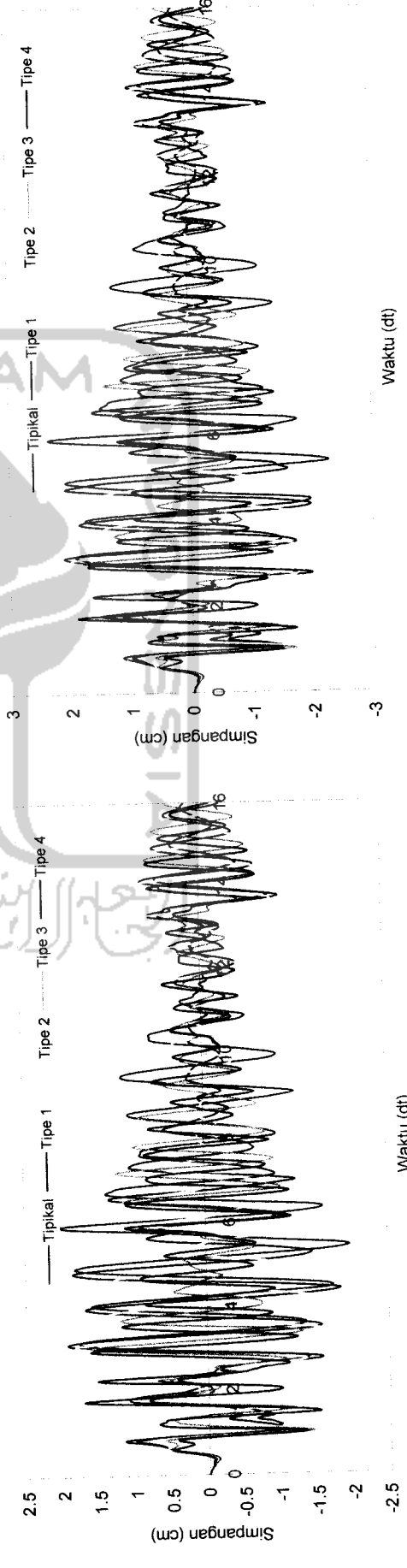
Gambar 5.21 Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro



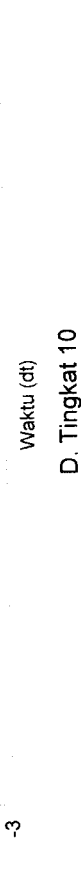
A. Tingkat 1



B. Tingkat 3

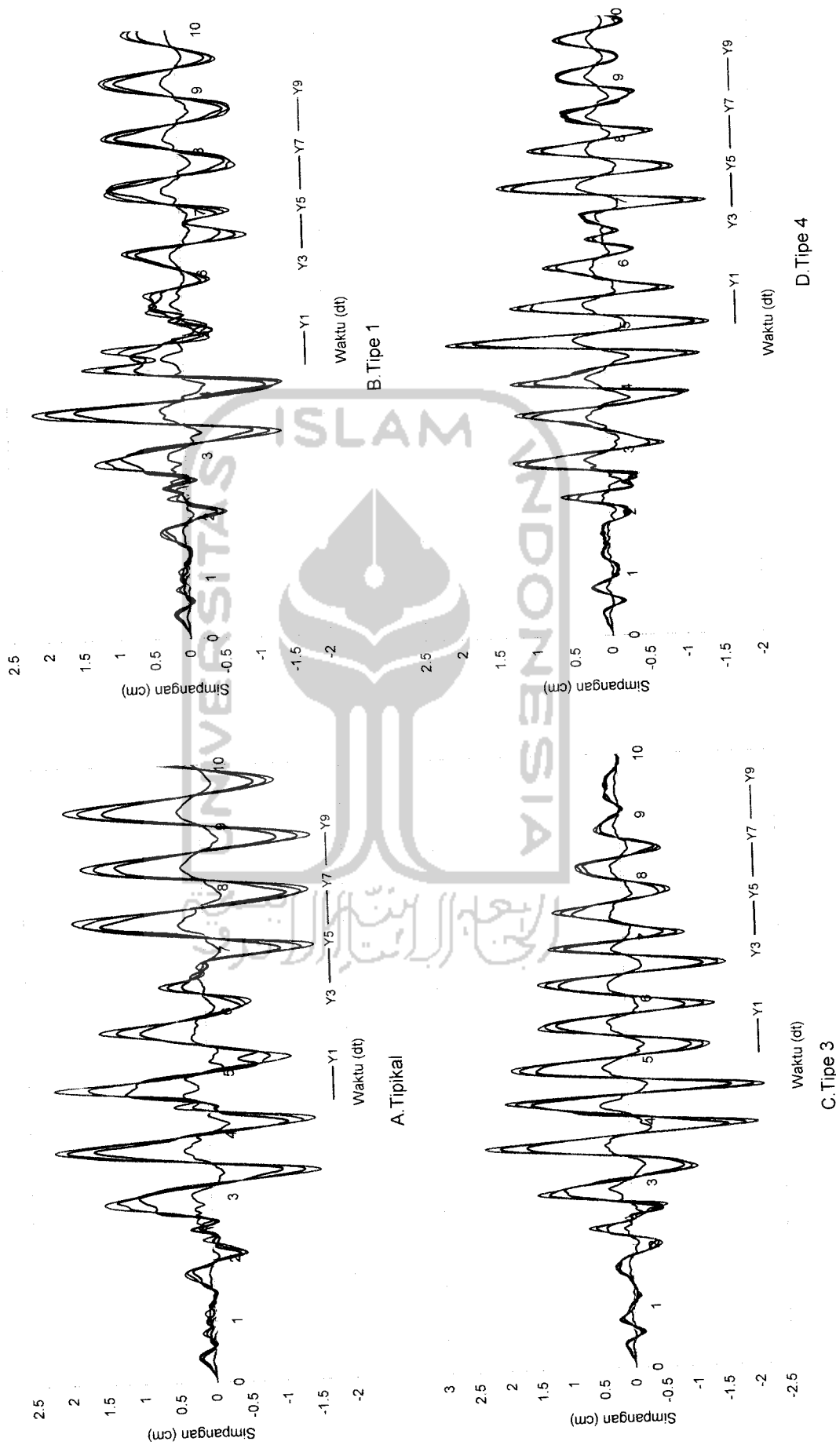


C. Tingkat 7

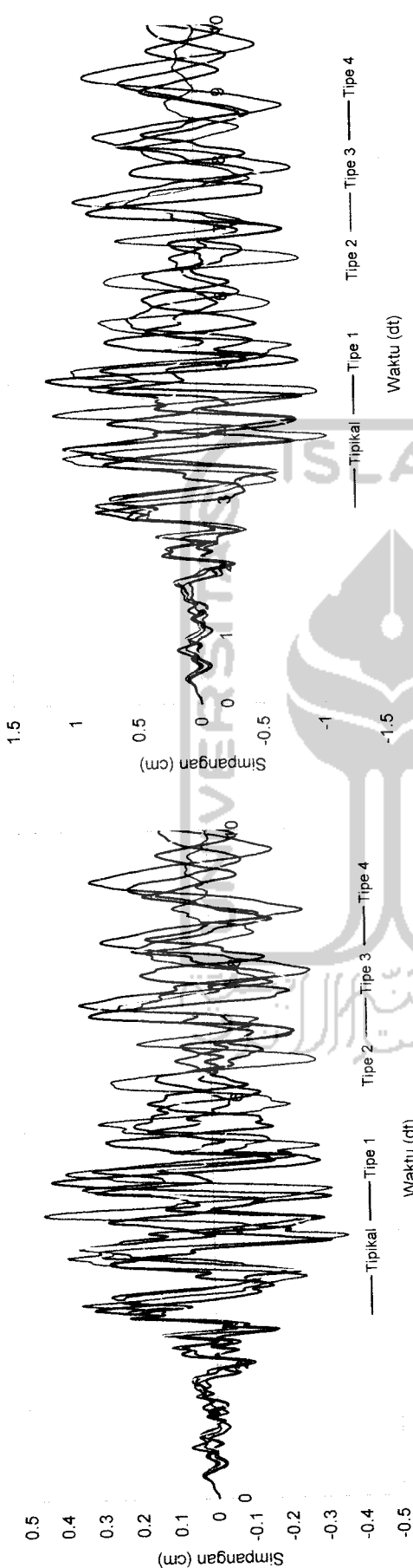


D. Tingkat 10

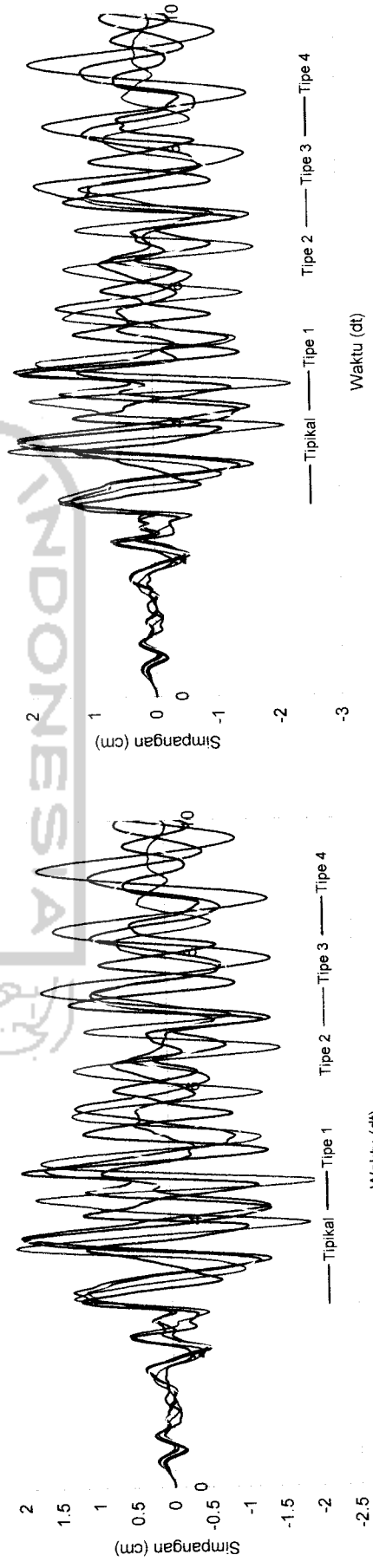
Gambar 5.22 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro



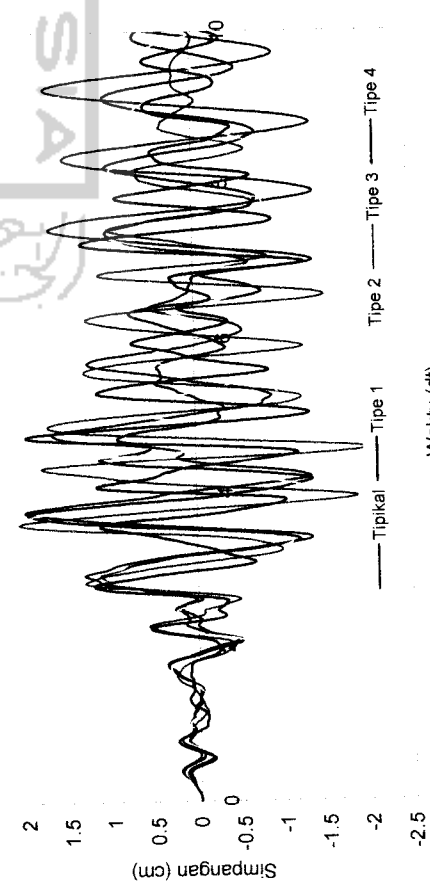
Gambar 5.23 Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



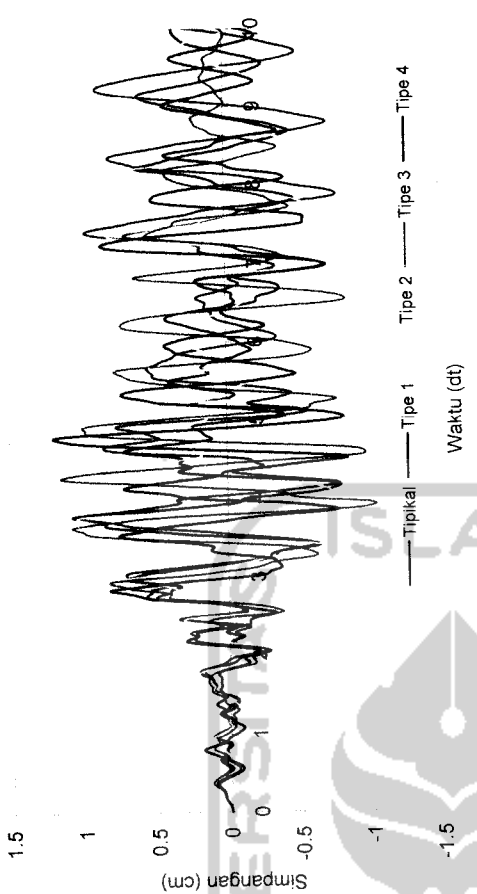
A. Tingkat 1



B. Tingkat 3

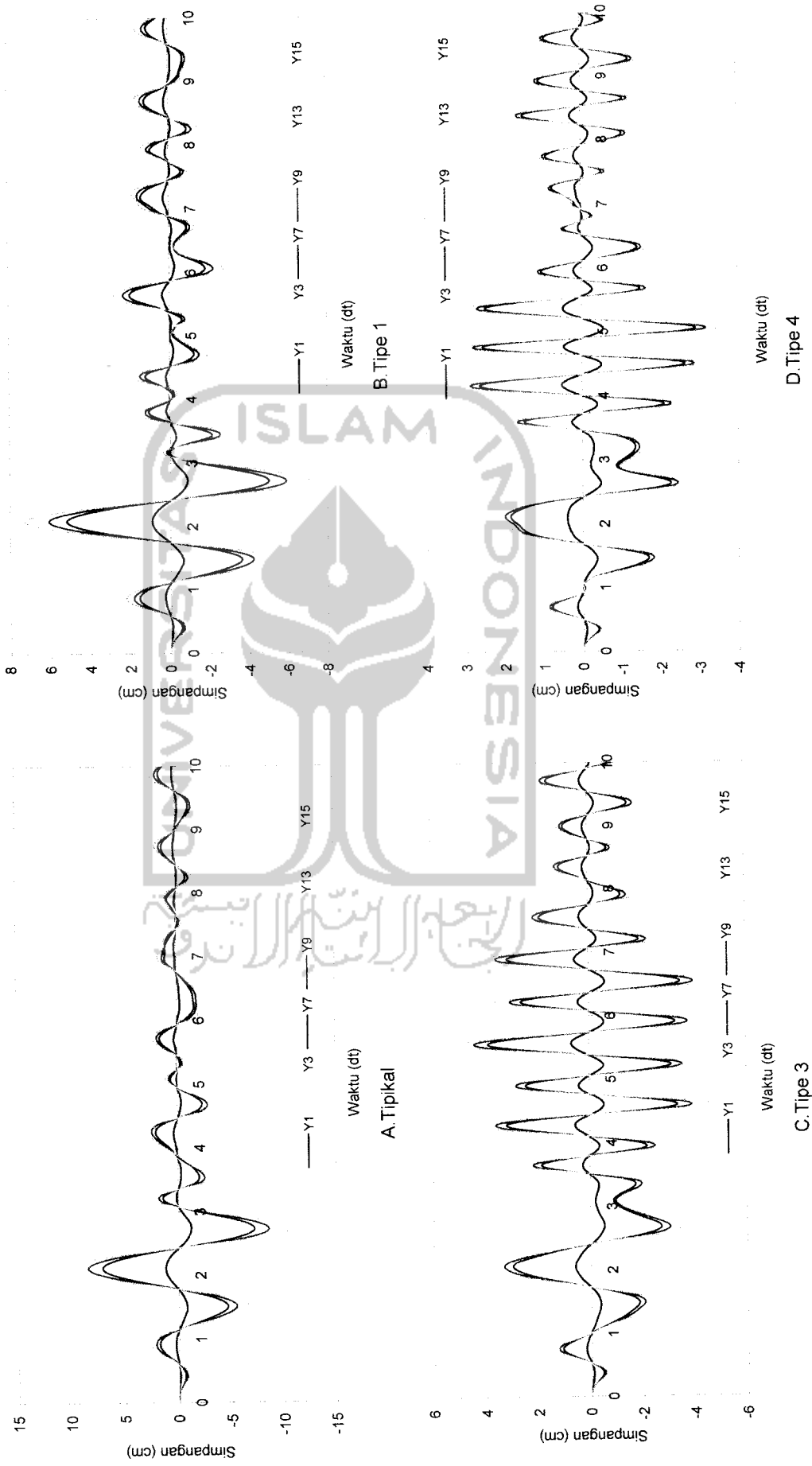


C. Tingkat 7

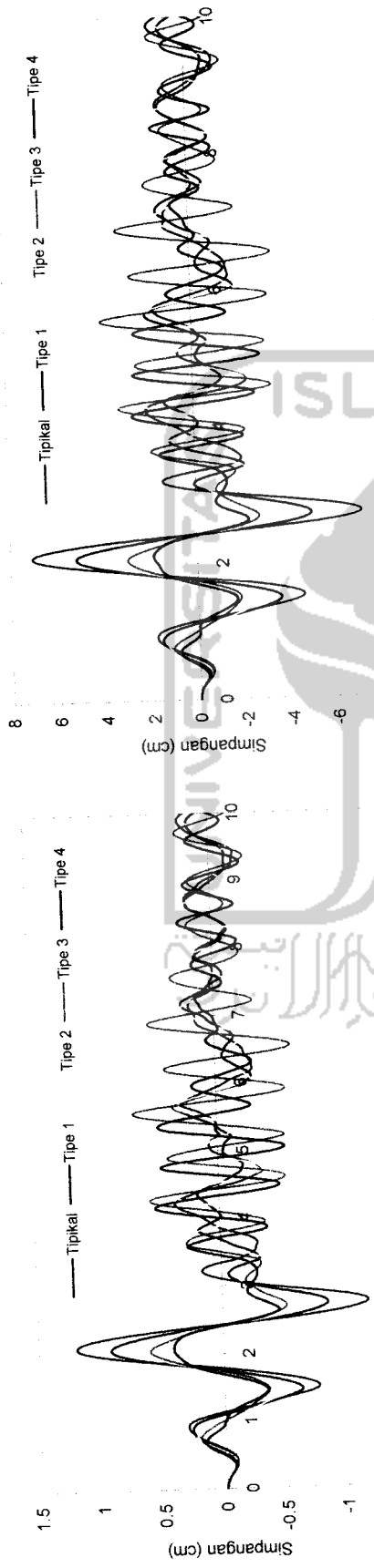


D. Tingkat 10

Gambar 5.24 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



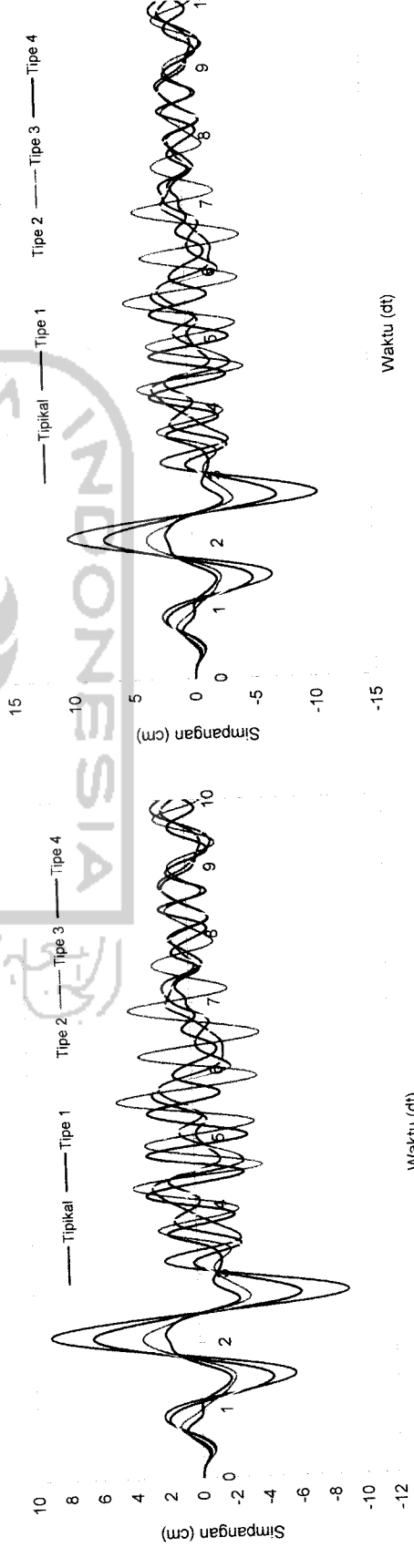
Gambar 5.25 Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



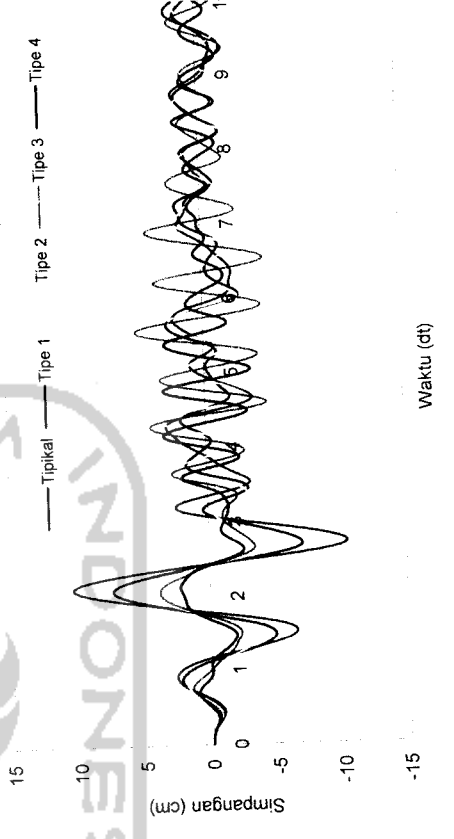
A. Tingkat 1



B. Tingkat 7

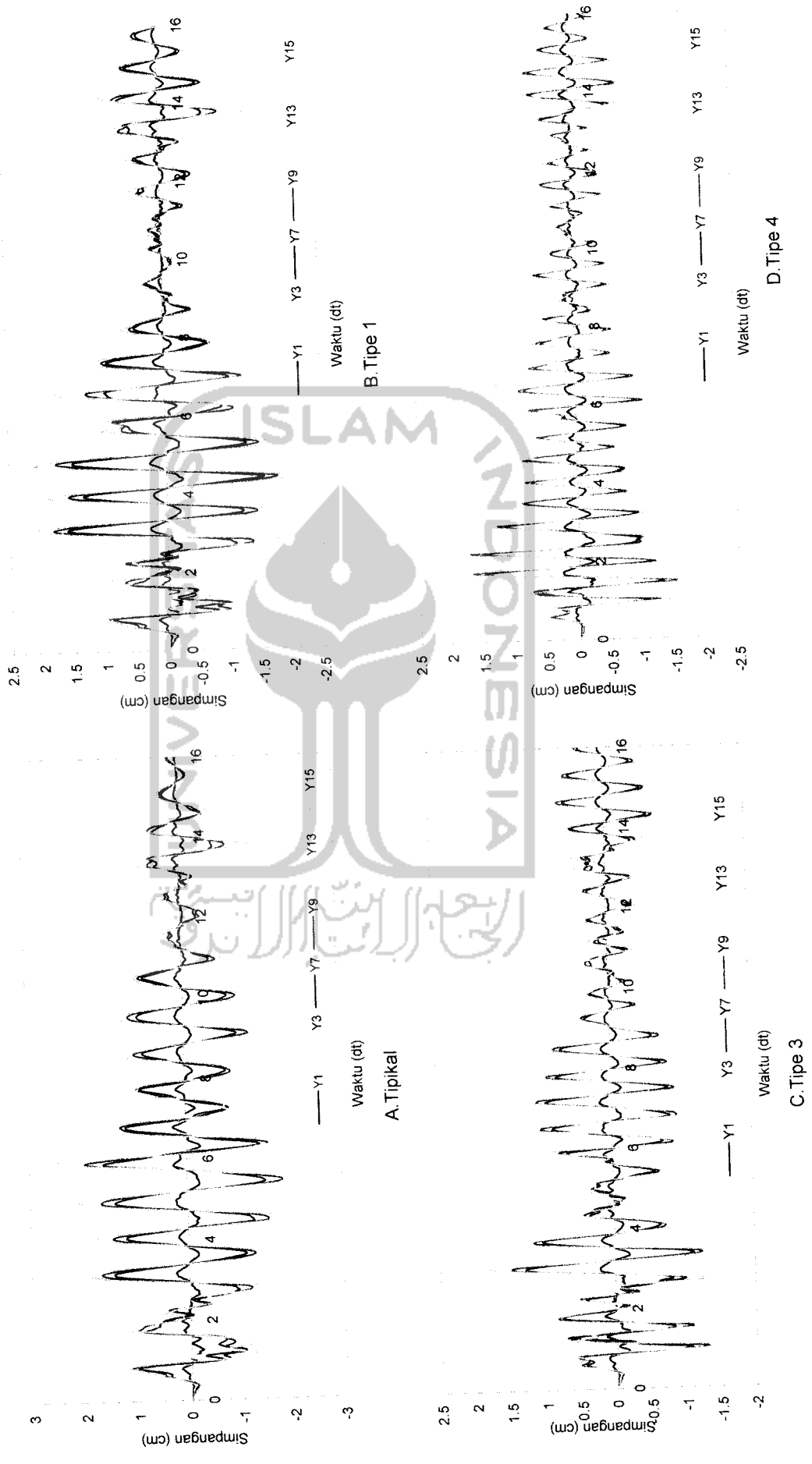


C. Tingkat 10

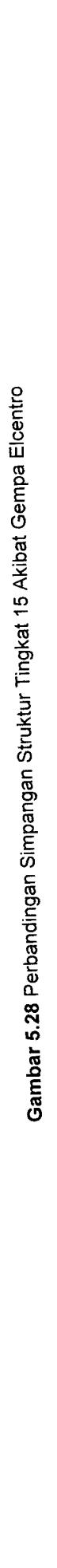
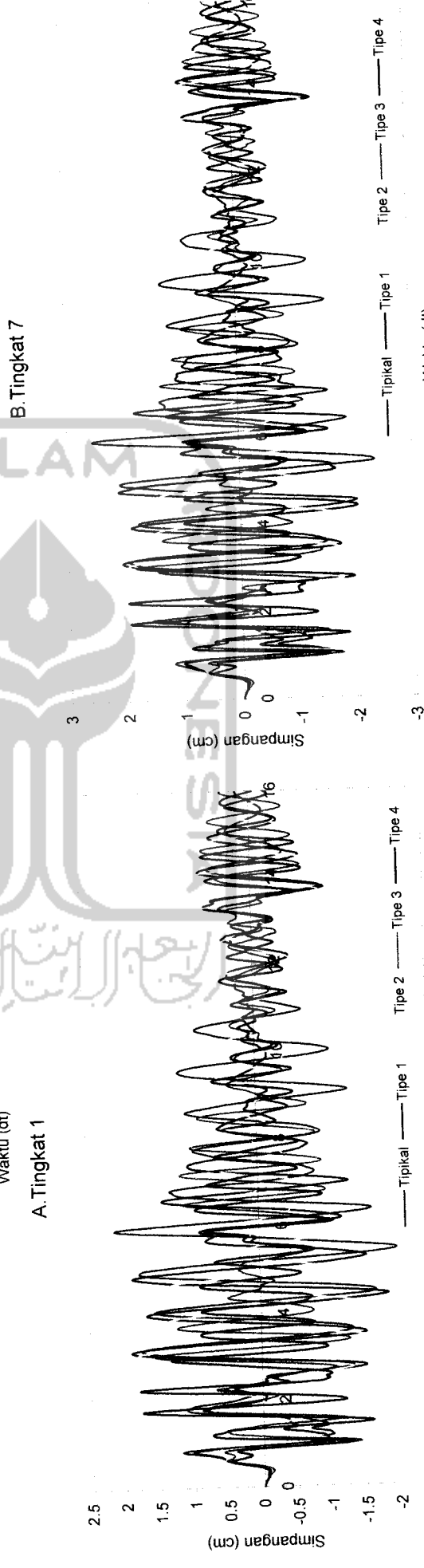
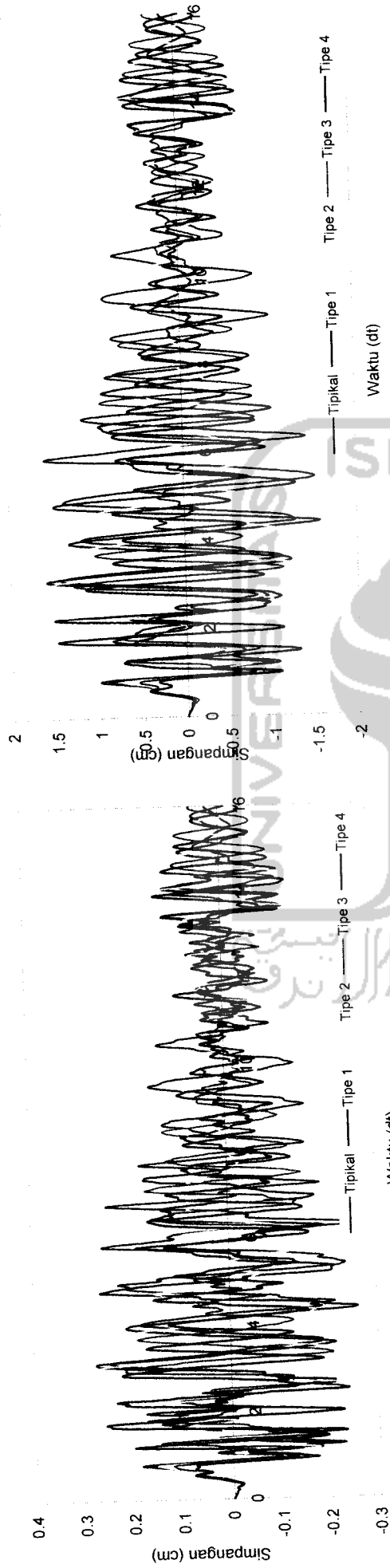


D. Tingkat 15

Gambar 5.26 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest

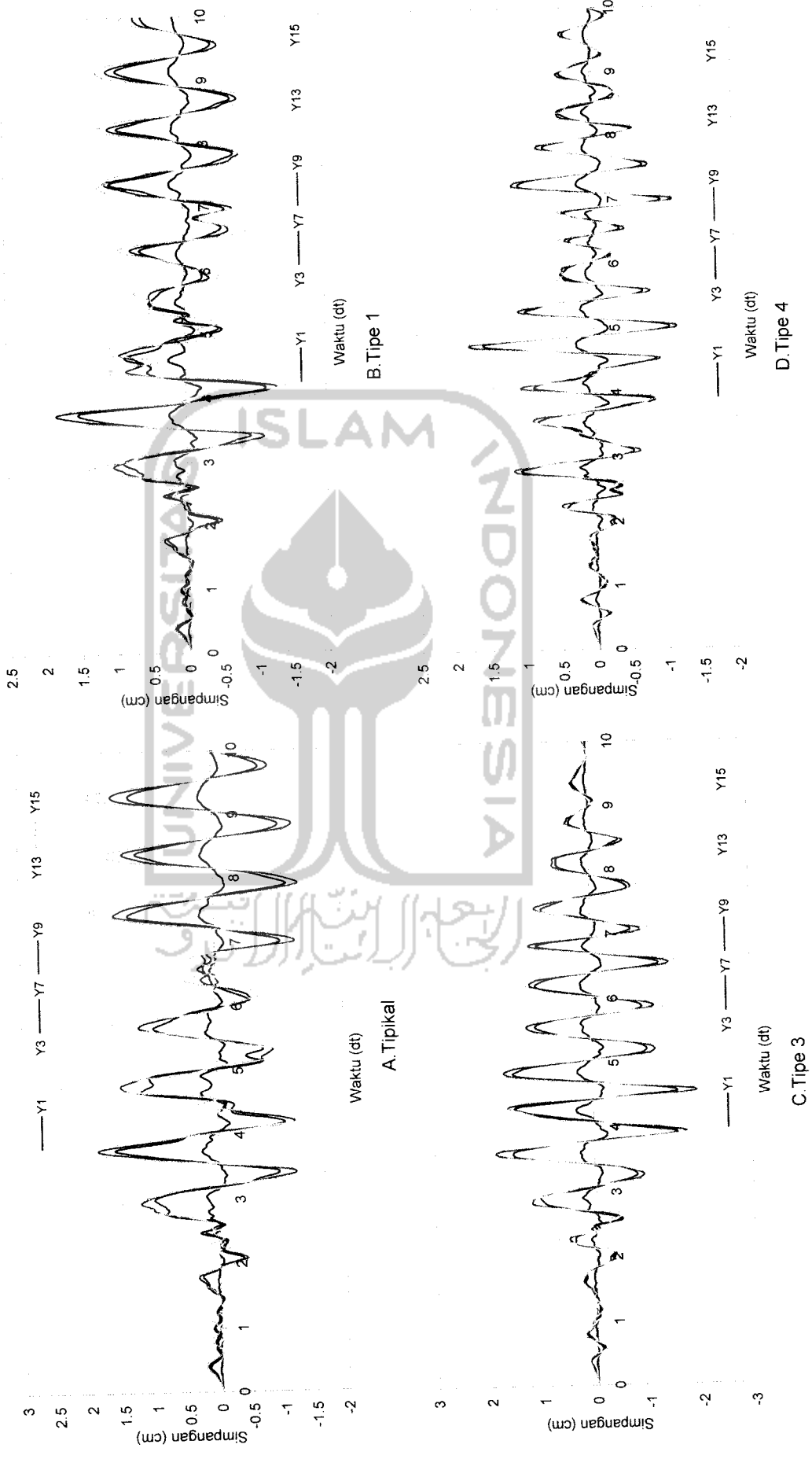


Gambar 5.27 Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro

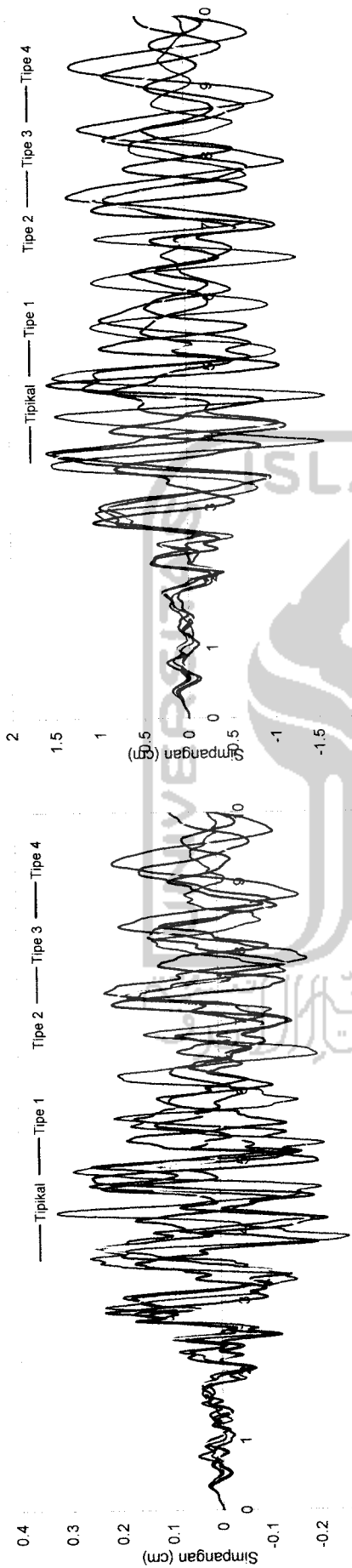


Gambar 5.28 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro



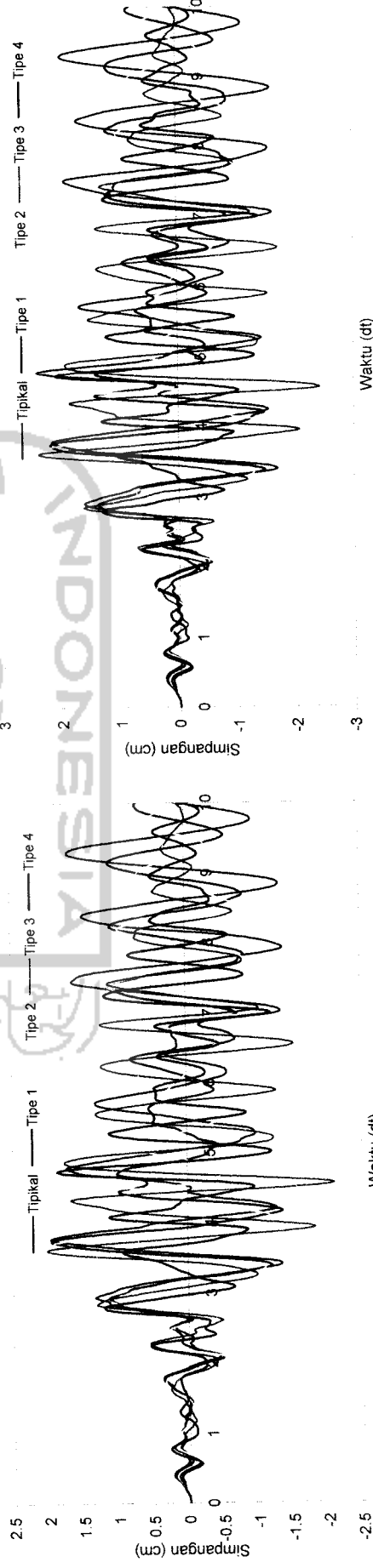


Gambar 5.29 Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



A. Tingkat 1

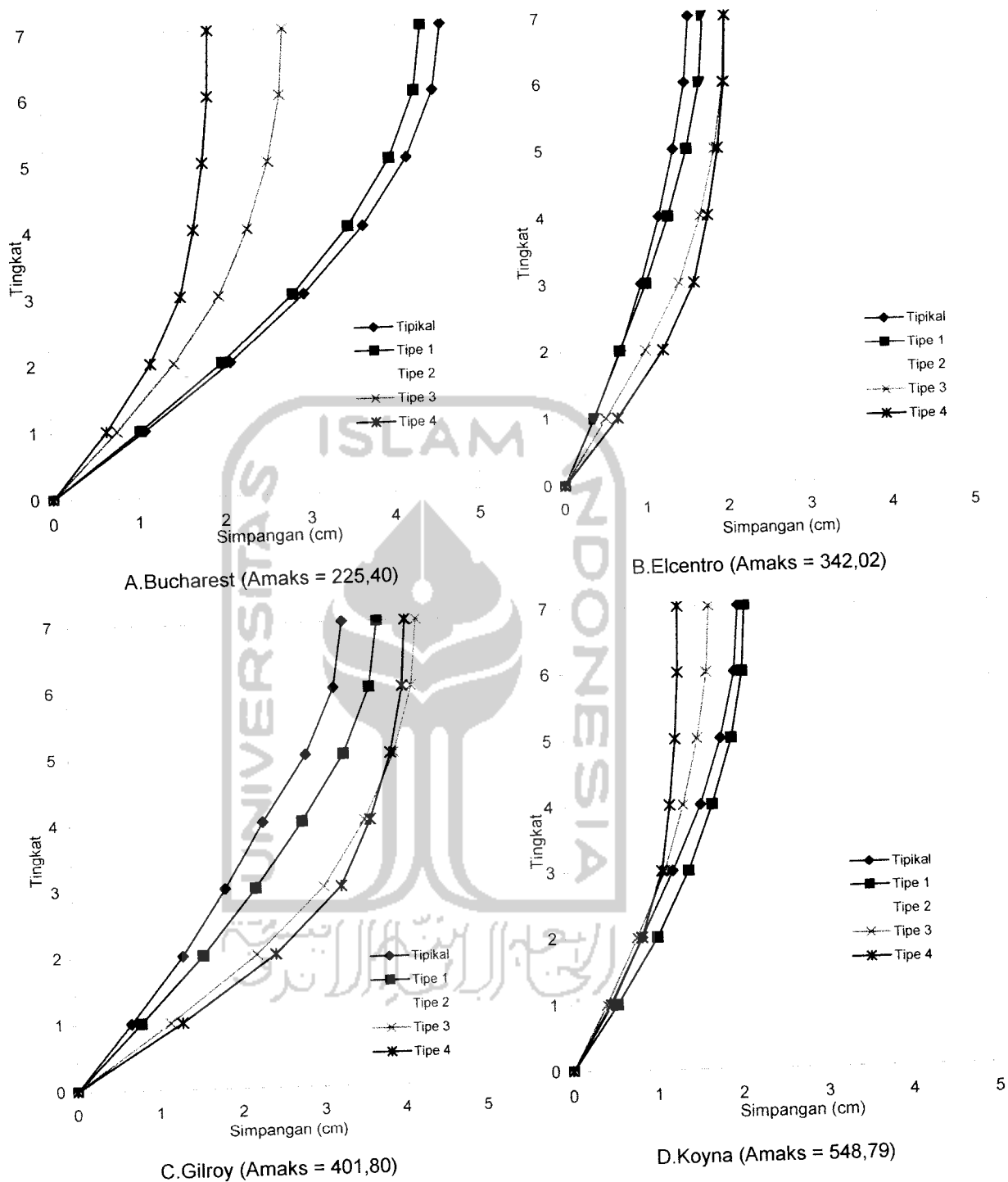
B. Tingkat 7



C. Tingkat 10

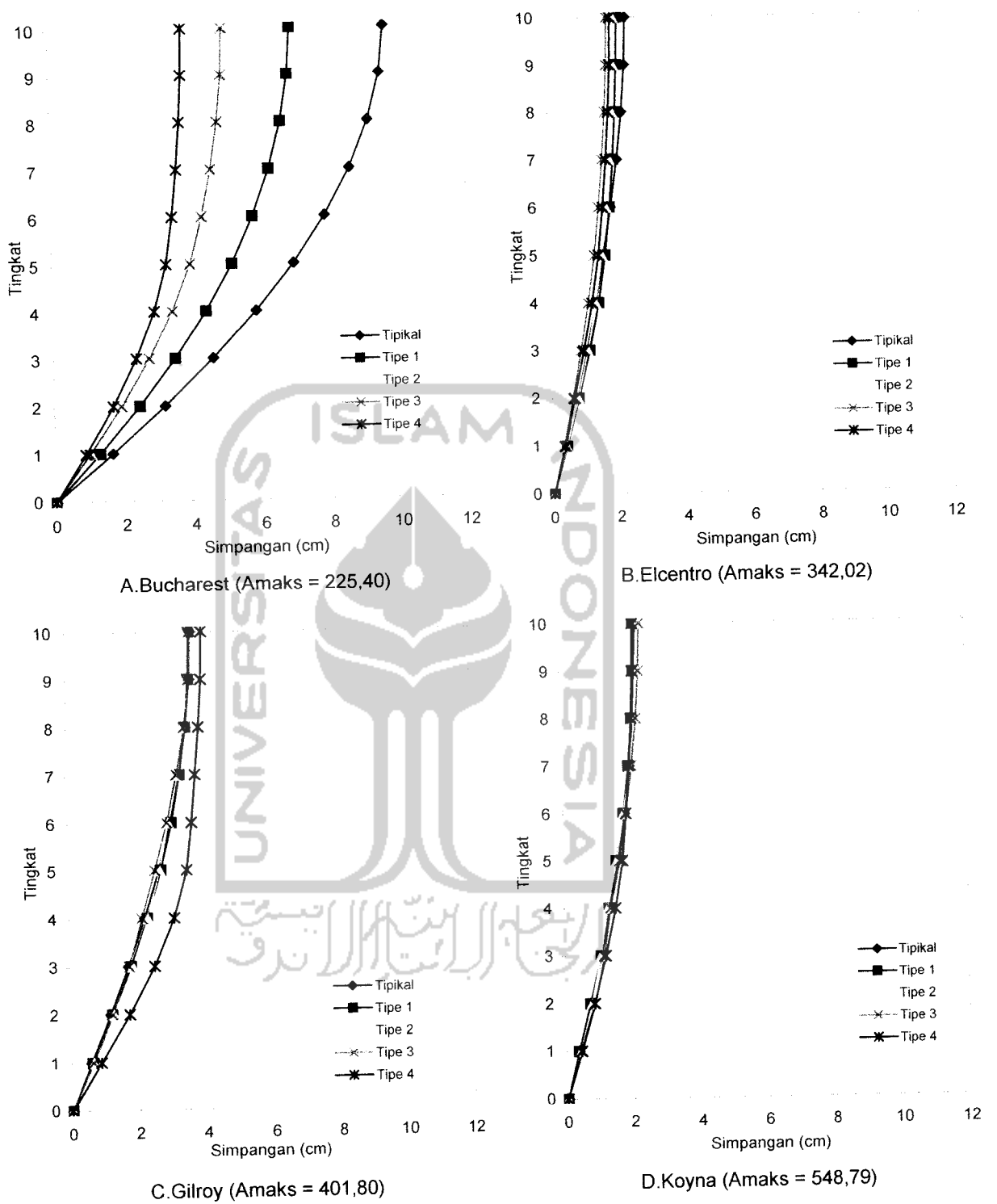
D. Tingkat 15

Gambar 5.30 Perbandingan Simpangan Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



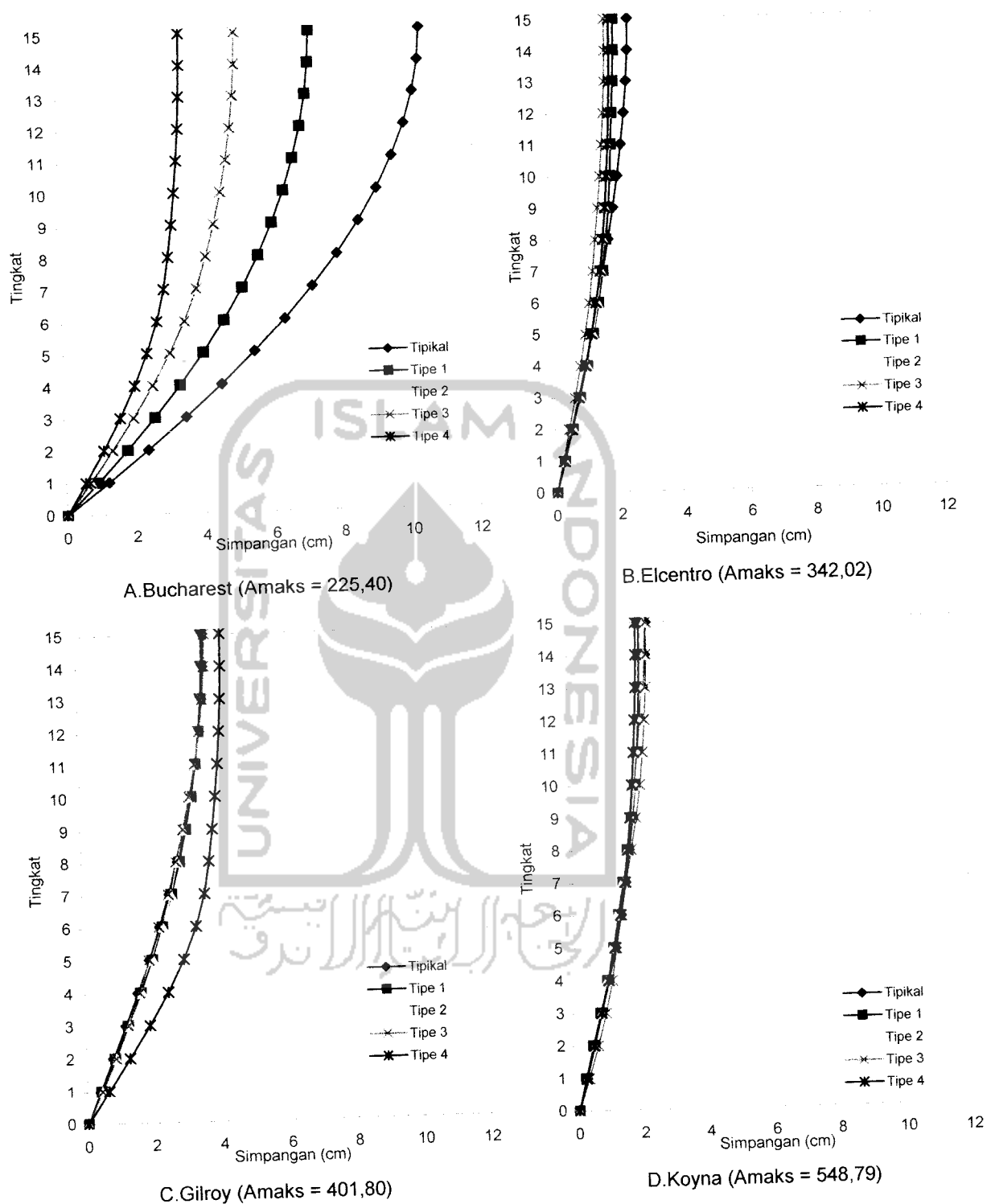
**Gambar 5.31** Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat 4 Gempa

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.666949	0.610092	0.548204	0.537178	0.455375
f (cps)	1.499365	1.639097	1.82414	1.86158	2.195991



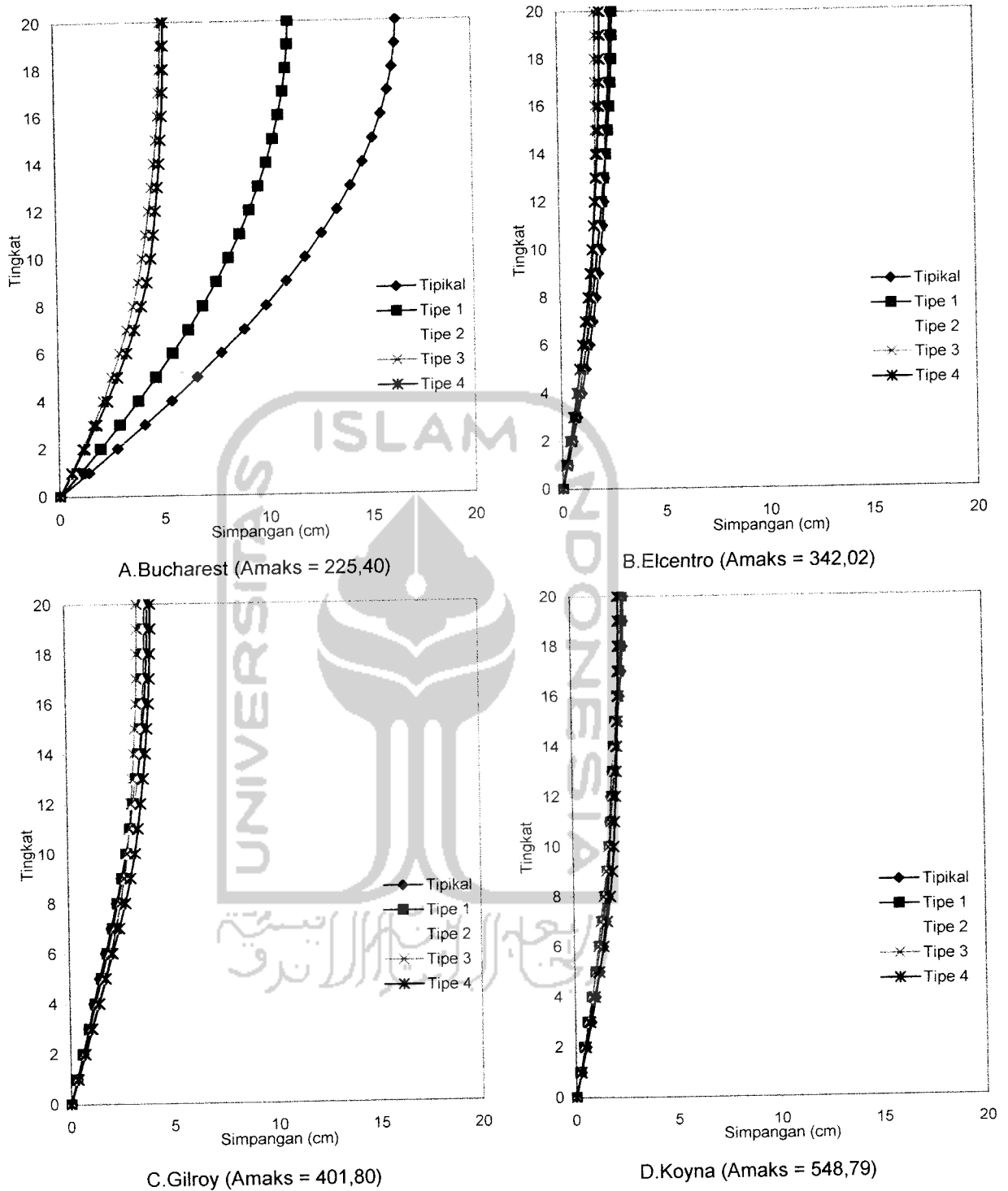
Gambar 5.32 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat 4 Gempa

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.903446	0.831357	0.753848	0.670392	0.581967
f (cps)	1.106873	1.202853	1.326527	1.491665	1.71831



Gambar 5.33 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat 4 Gempa

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.918089	0.840747	0.756681	0.664763	0.565592
f (cps)	1.089219	1.189418	1.321561	1.504295	1.768058



**Gambar 5.34** Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat 4 Gempa

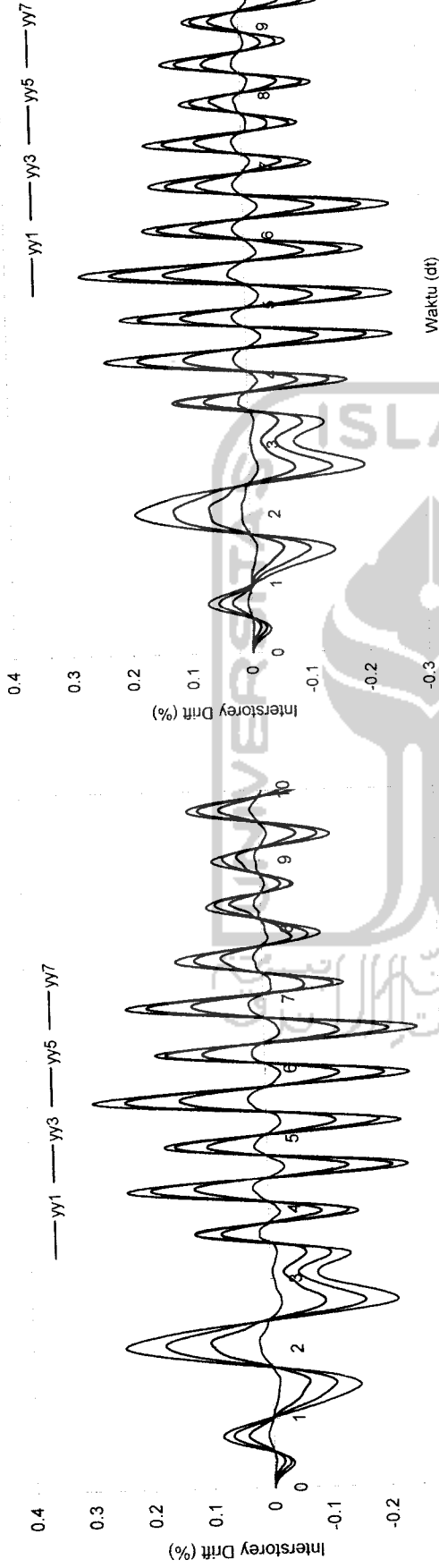
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	1.00555	0.924284	0.836202	0.741184	0.639789
f (cps)	0.994481	1.081918	1.195883	1.349192	1.563016

### 5.3.3 Simpangan Antar Tingkat (*Interstorey Drift*)

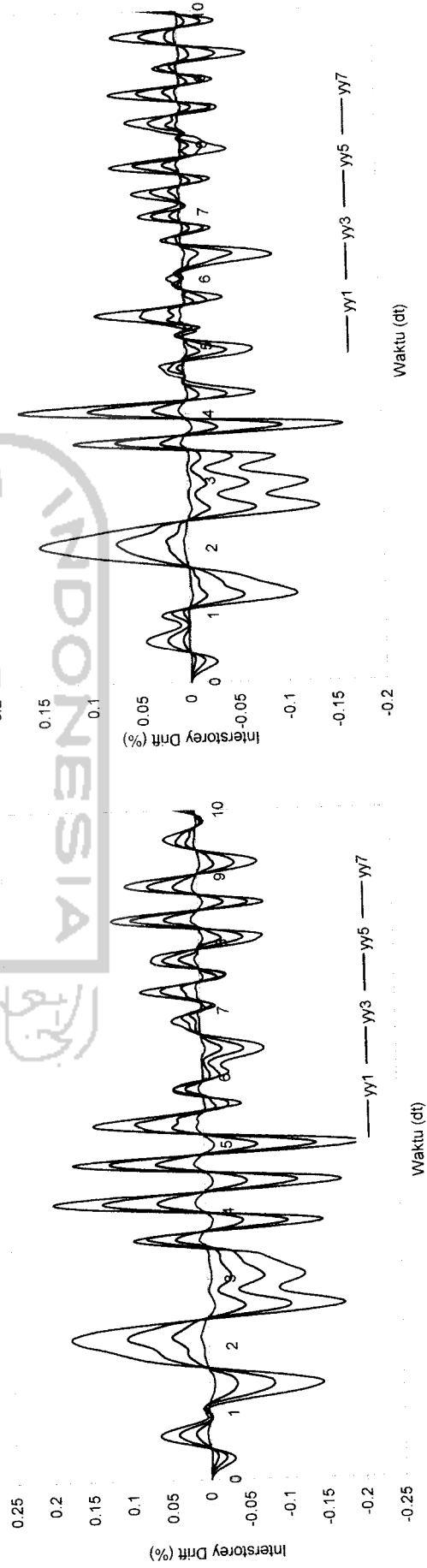
Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai *Interstorey Drift* dari struktur tingkat 7, 10, 15, 20 dengan 4 variasi gempa pada **Gambar 5.35** sampai dengan **Gambar 5.56**. Dengan memperhatikan gambar yang disajikan tampak bahwa *Interstorey Drift* yang dinormalisasi menunjukkan *Interstorey Drift* akibat gempa Bucharest mempunyai nilai terbesar. Ini disebabkan Amaks gempa Bucharest mendekati nilai 0,2g sehingga skala gempa mendekati 1. *Interstorey Drift* semakin ke atas nilainya semakin kecil

Nilai *Interstorey Drift* akan semakin mengecil pada tingkat dimana ada pengurangan massa dan kekakuan secara horisontal (setback horisontal). Hal itu disebabkan karena *Interstorey Drift* adalah selisih dari nilai simpangan. Pada pembahasan simpangan diketahui simpangan semakin mengecil karena struktur setback seolah-olah dijepit oleh struktur di bawahnya sehingga *Interstorey Drift* juga ikut mengecil. Namun, pada gempa Elcentro dan Gilroy nilai *Interstorey Drift* fluktuatif itu karena perbedaan periode ( $T$ ). Nilai *Interstorey Drift* akibat gempa koyna nilainya semakin rapat ini dikarenakan gempa koyna merupakan gempa dengan frekuensi tinggi.

Pada struktur setback horisontal terdapat titik belok dimana nilai dari *Interstorey Drift* maksimum menjadi lebih kecil karena massa dan kekakuan berubah. Terdapat nilai yang pengurangan yang paling besar yaitu dikarenakan pengurangan akibat setback horisontal paling kritis. Selain itu nilai seluruh dari *Interstorey Drift* memenuhi syarat dari batas ultimit gedung yaitu 0,02 kali tinggi tingkat.



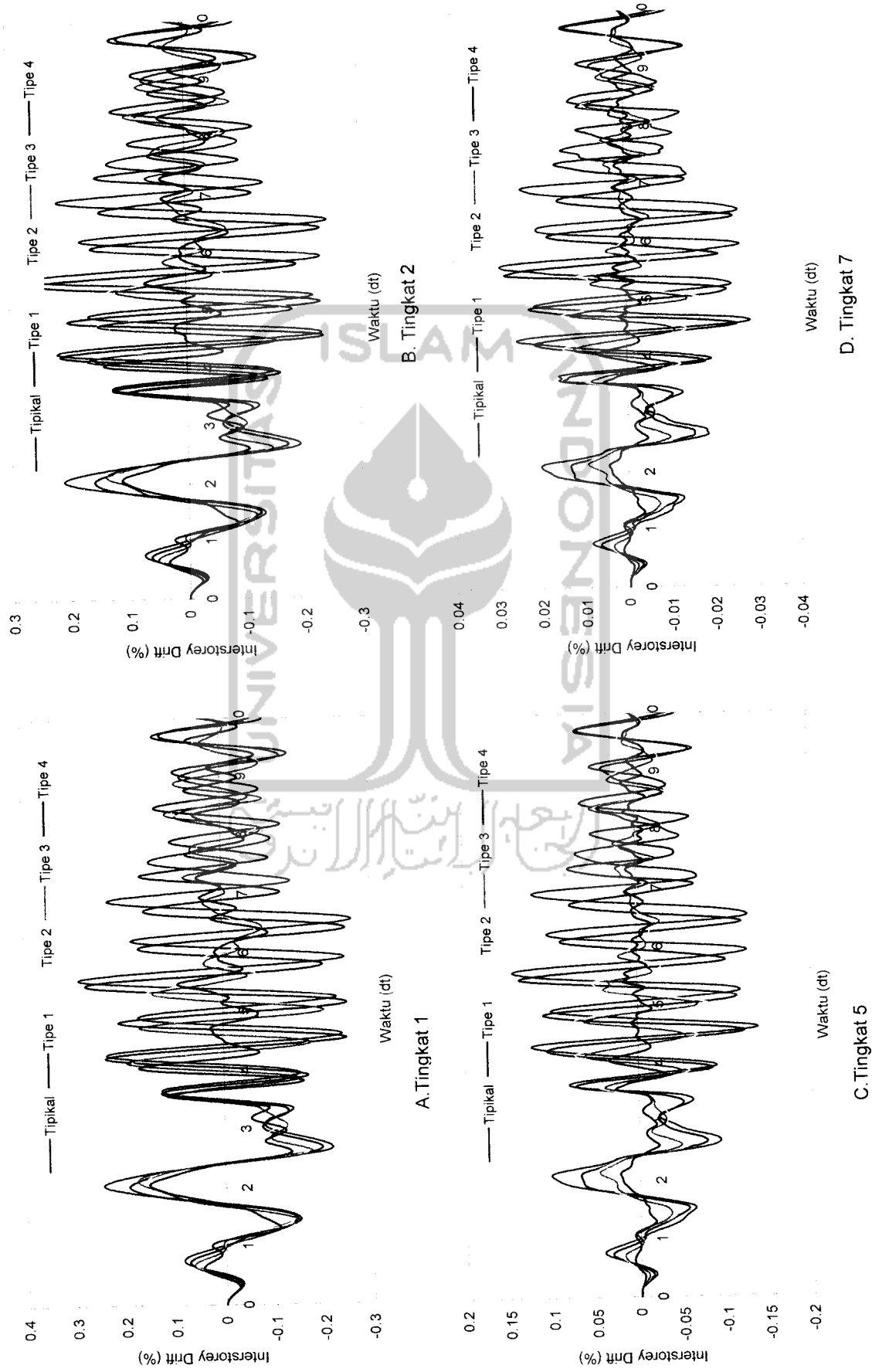
B. Tipe 1



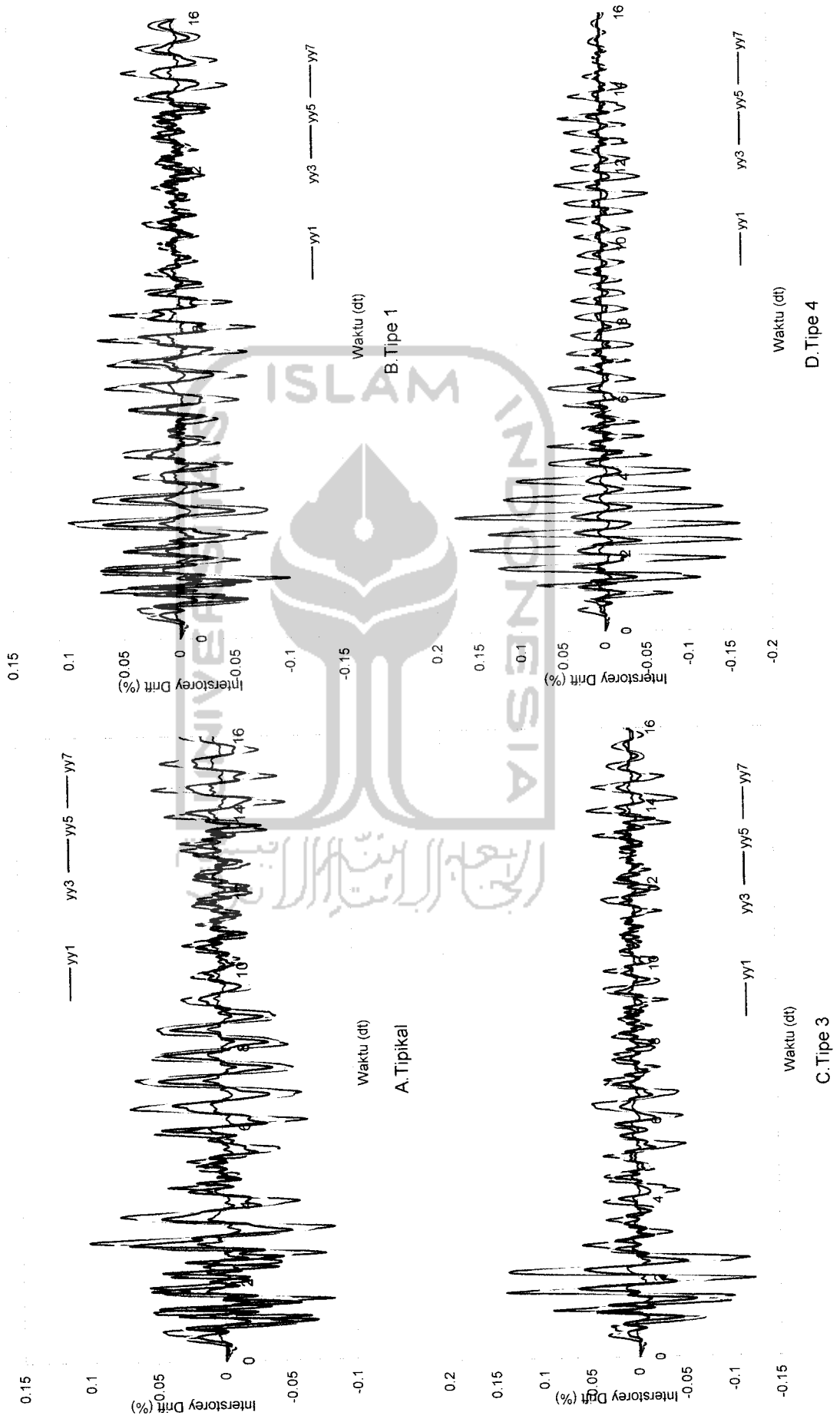
D. Tipe 4

Gambar 5.35 Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest

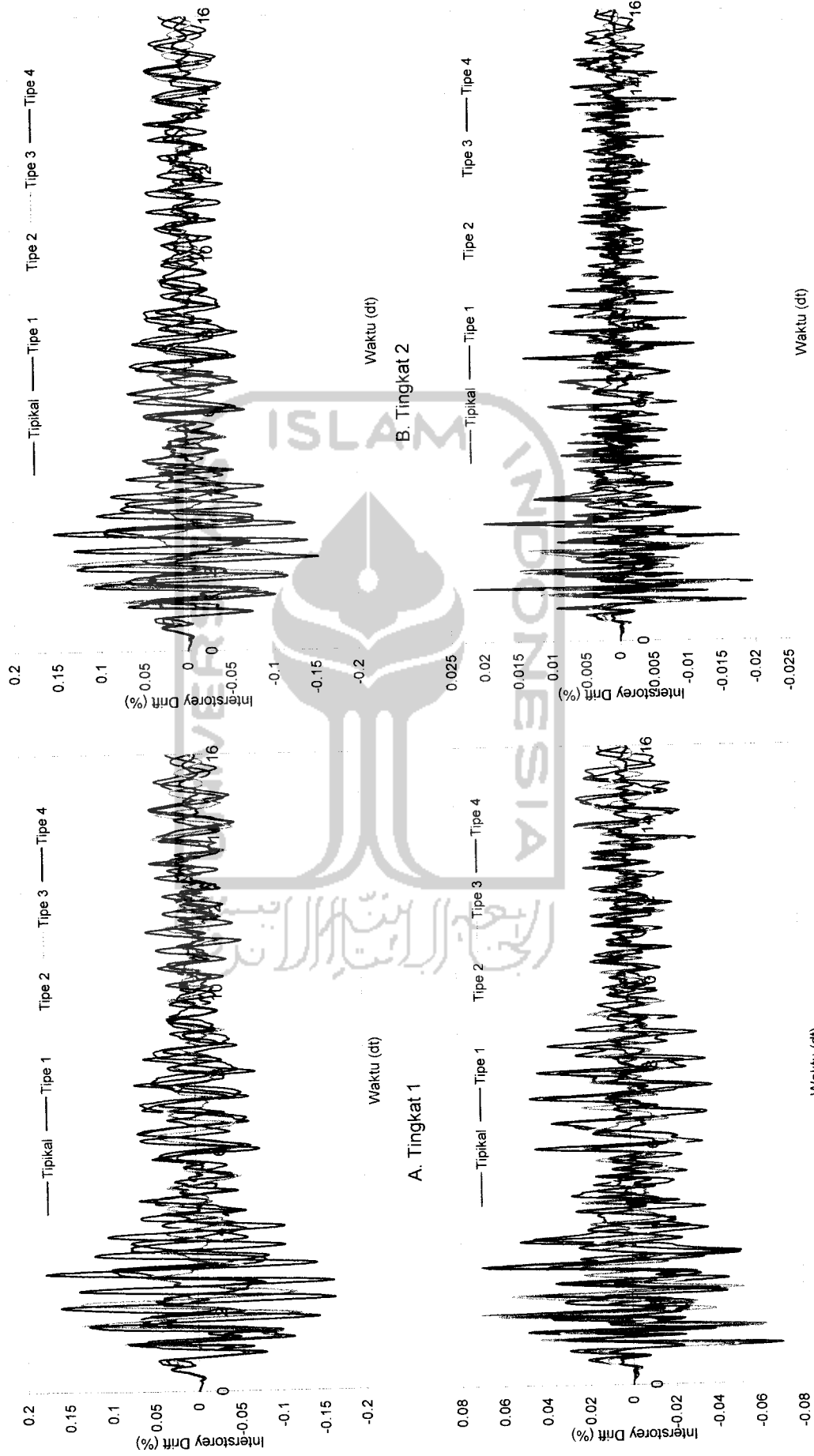




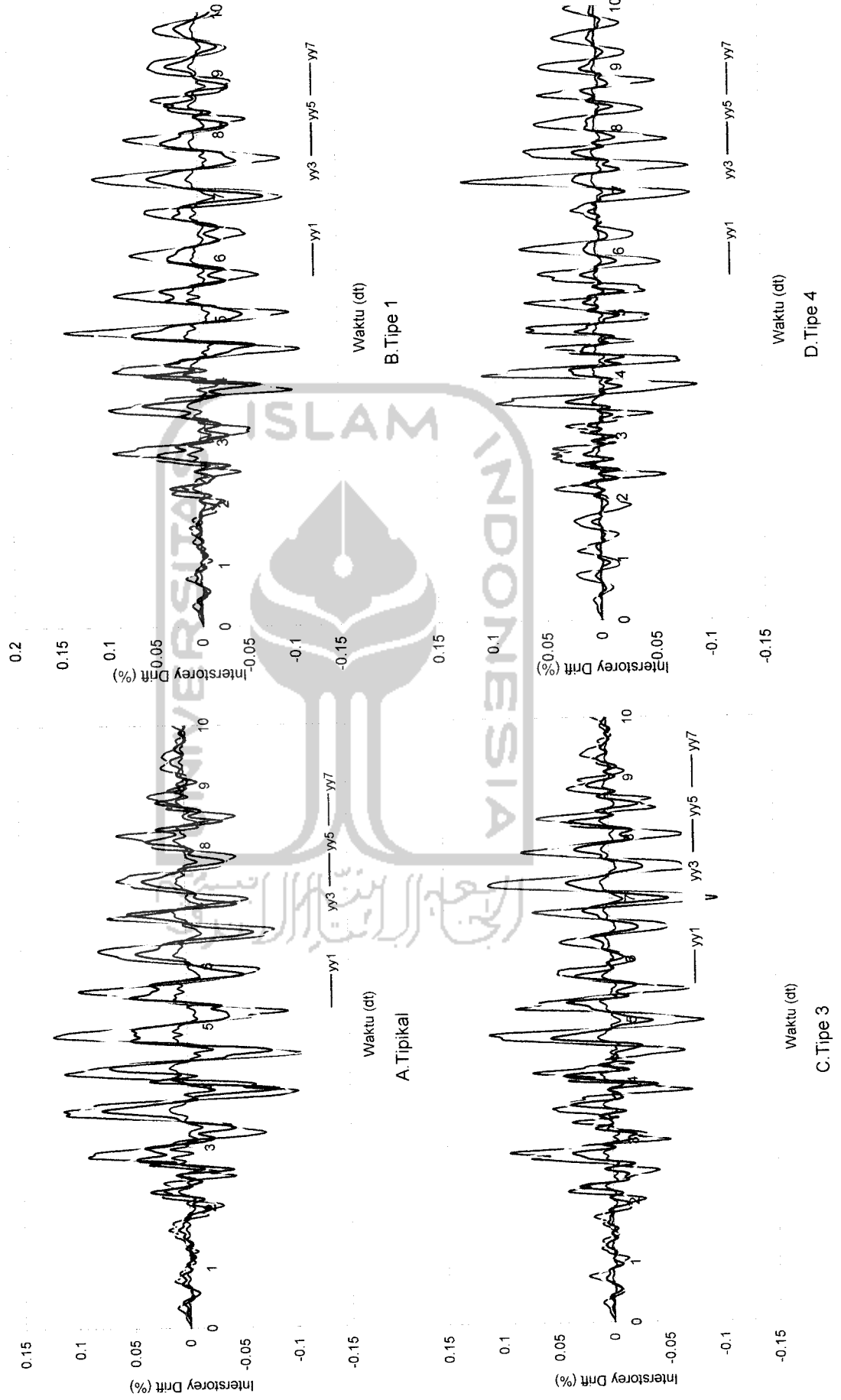
Gambar 5.36 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



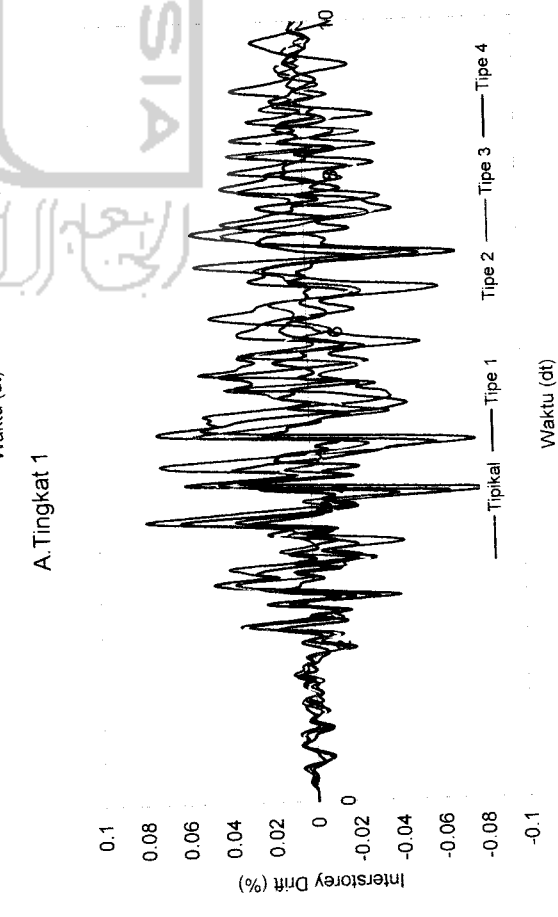
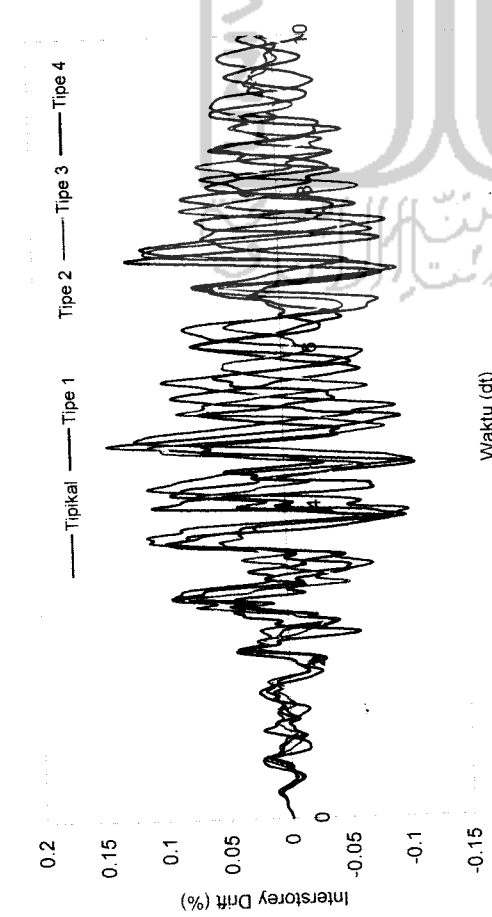
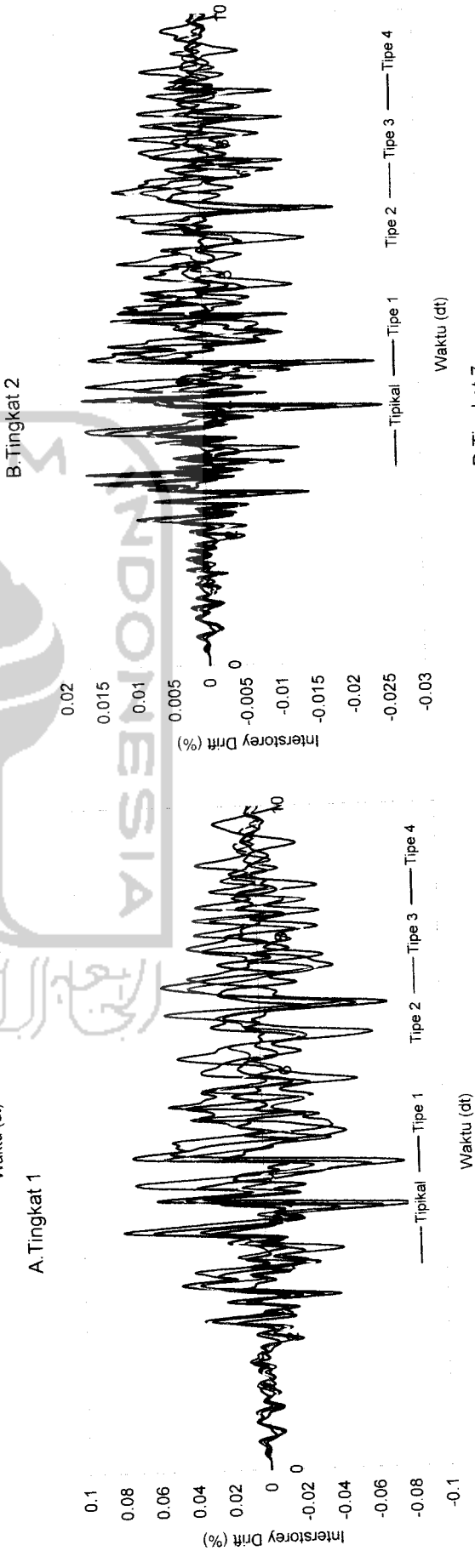
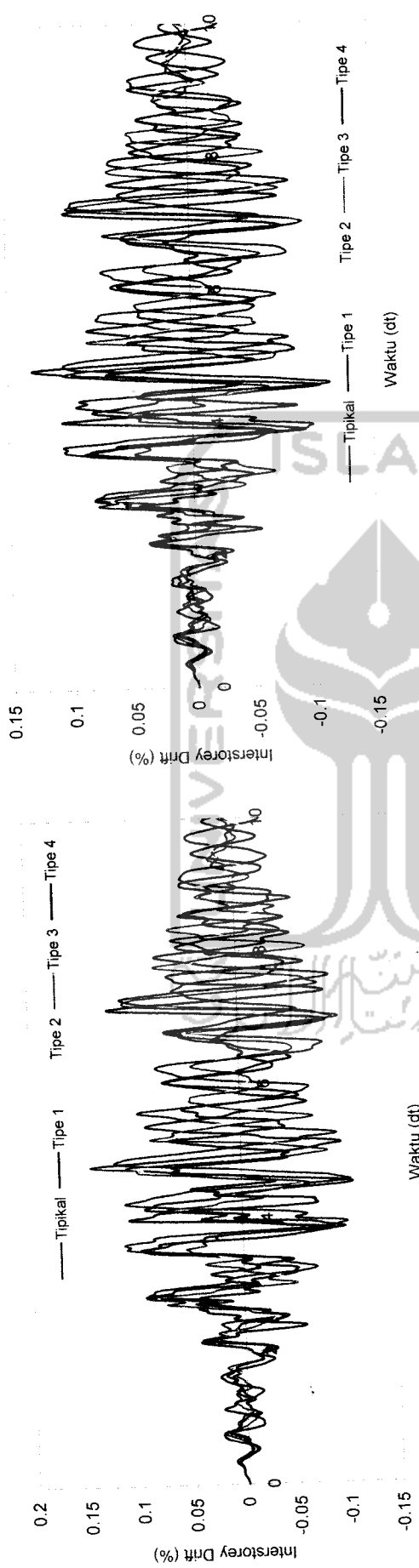
Gambar 5.37 Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro



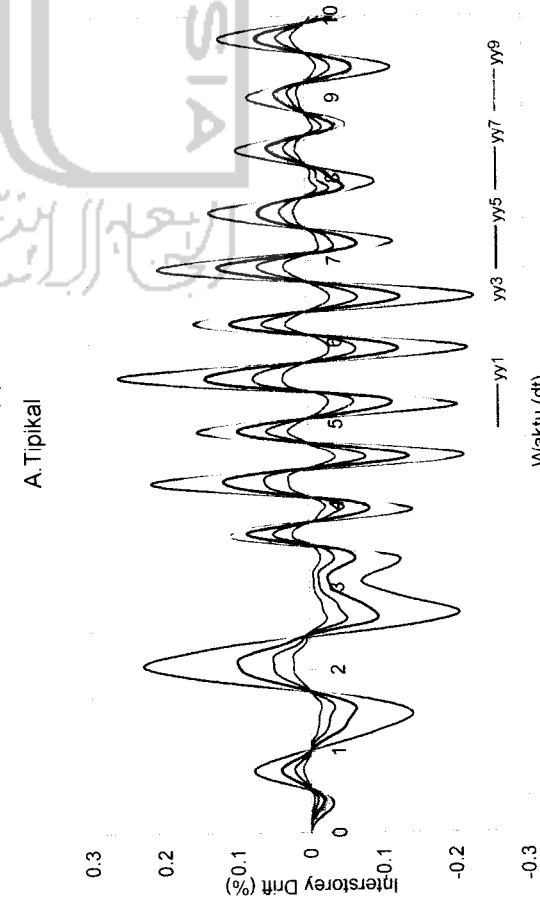
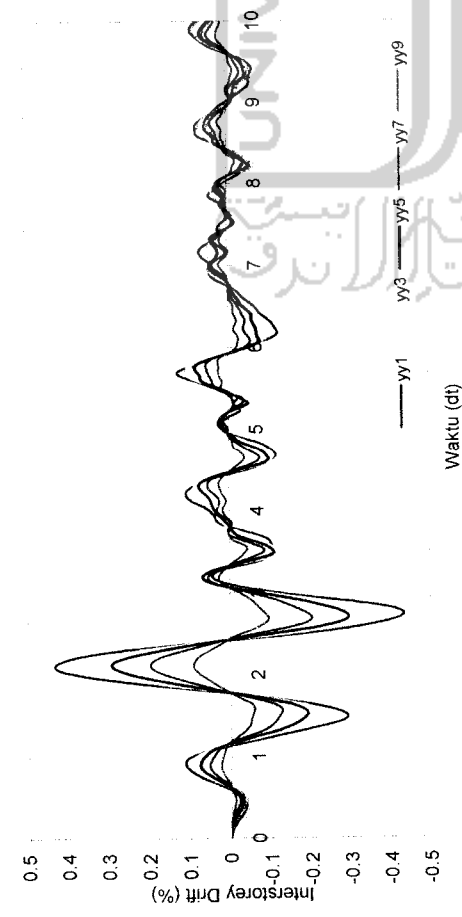
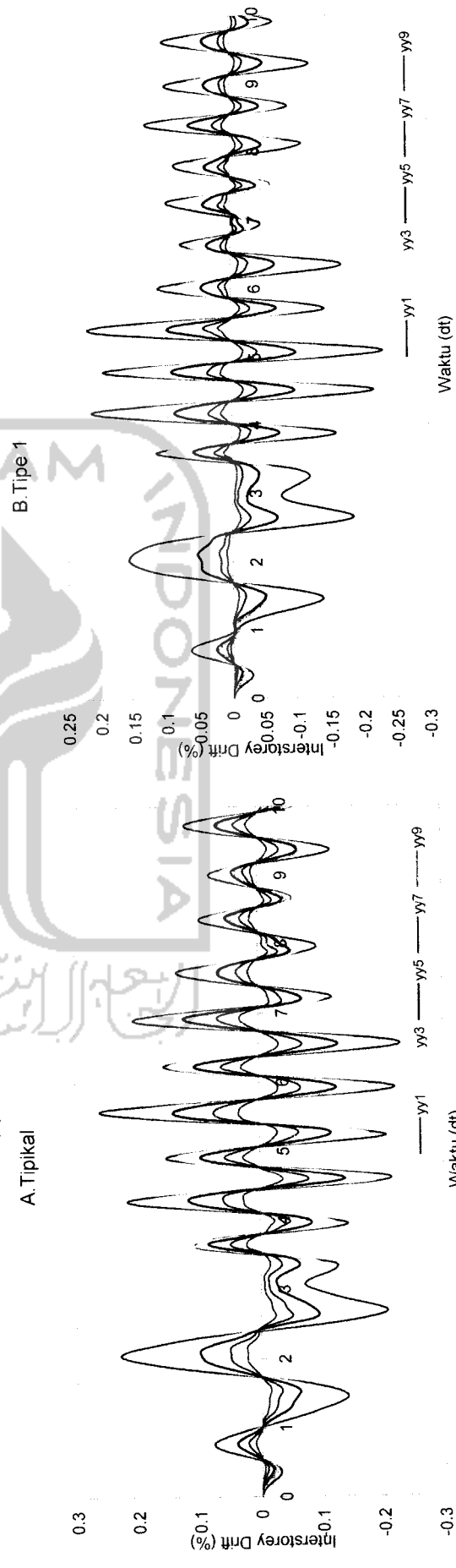
Gambar 5.38 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro



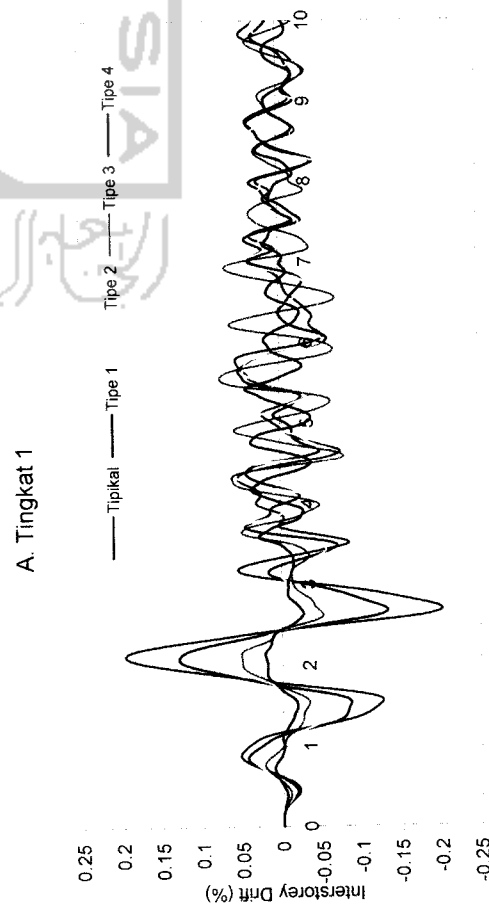
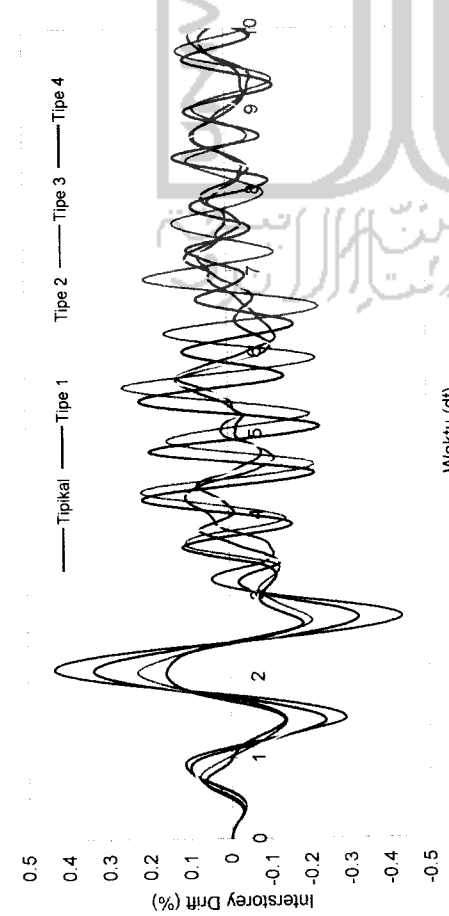
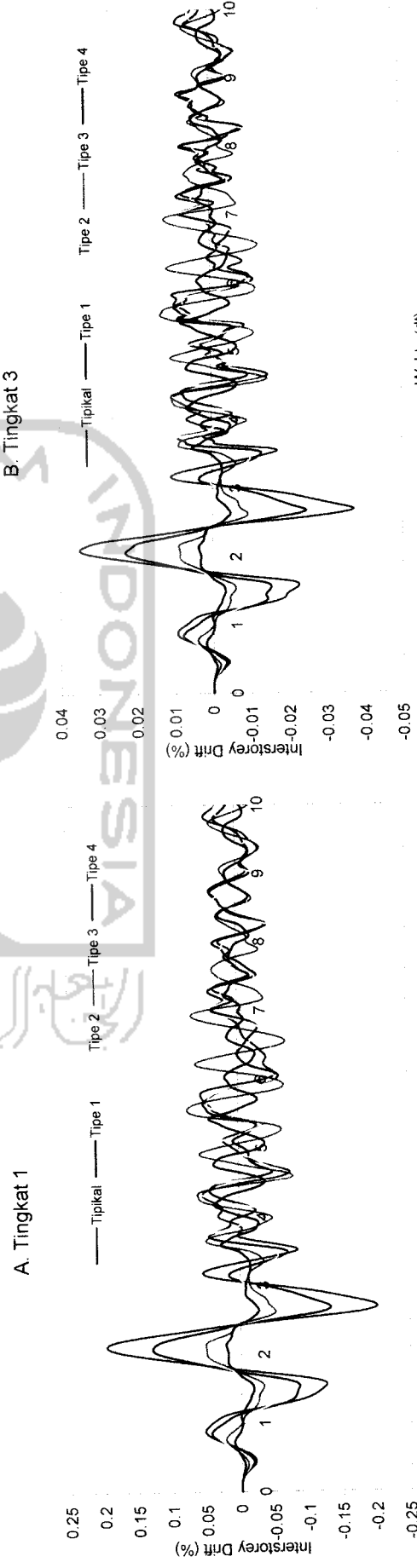
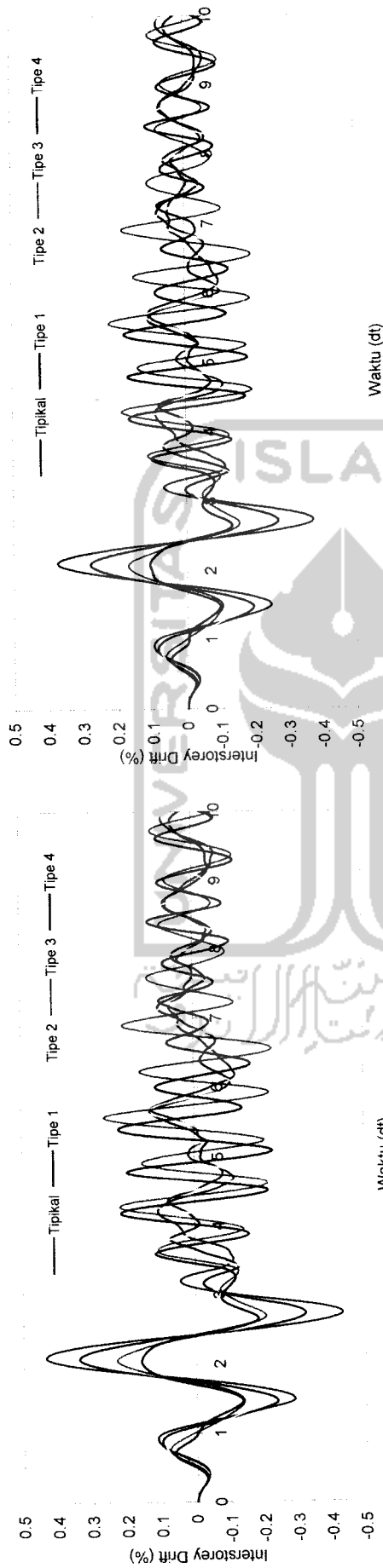
Gambar 5.39 Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



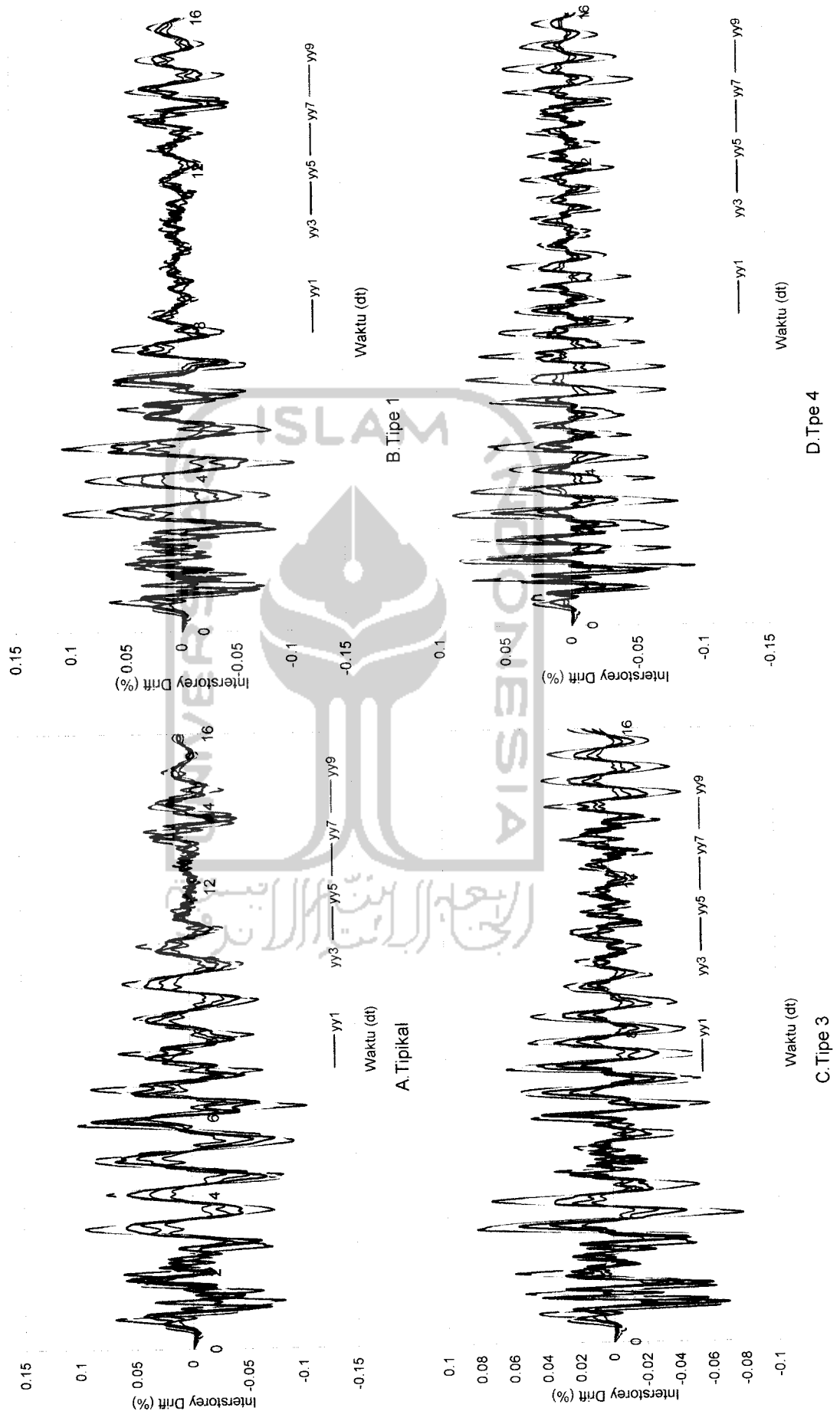
Gambar 5.40 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.41 Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest

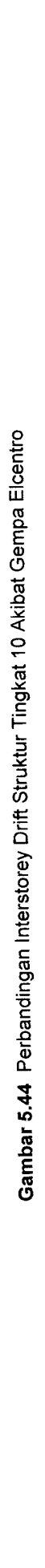
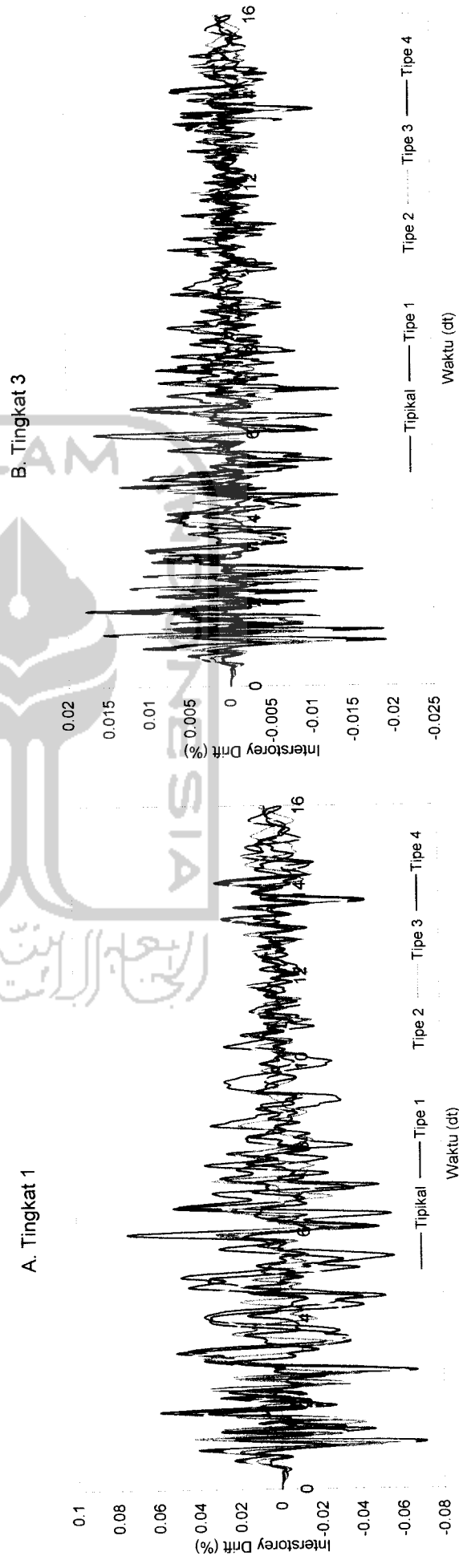
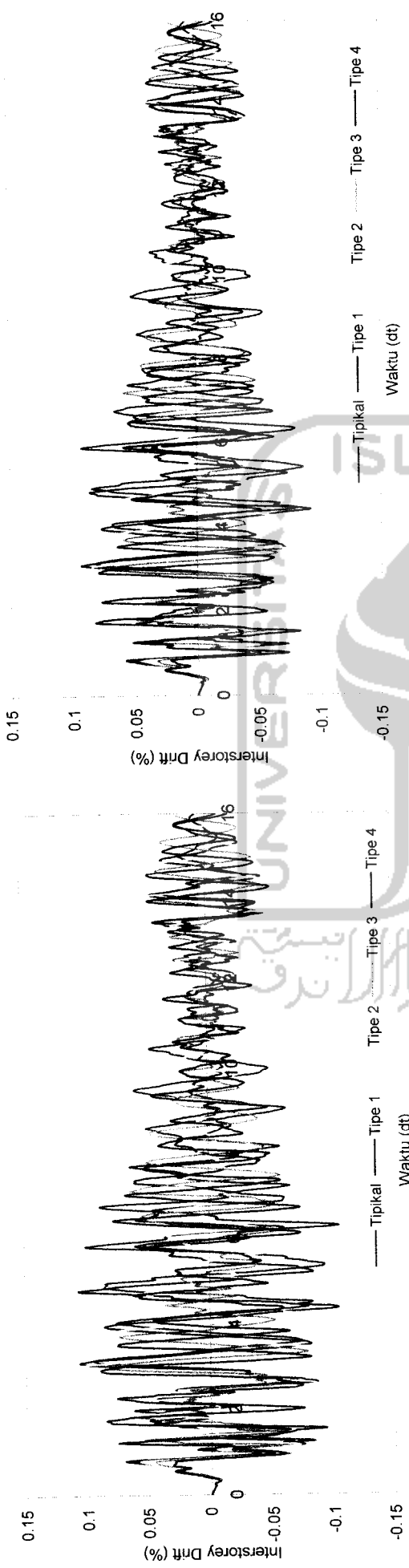


Gambar 5.42 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest

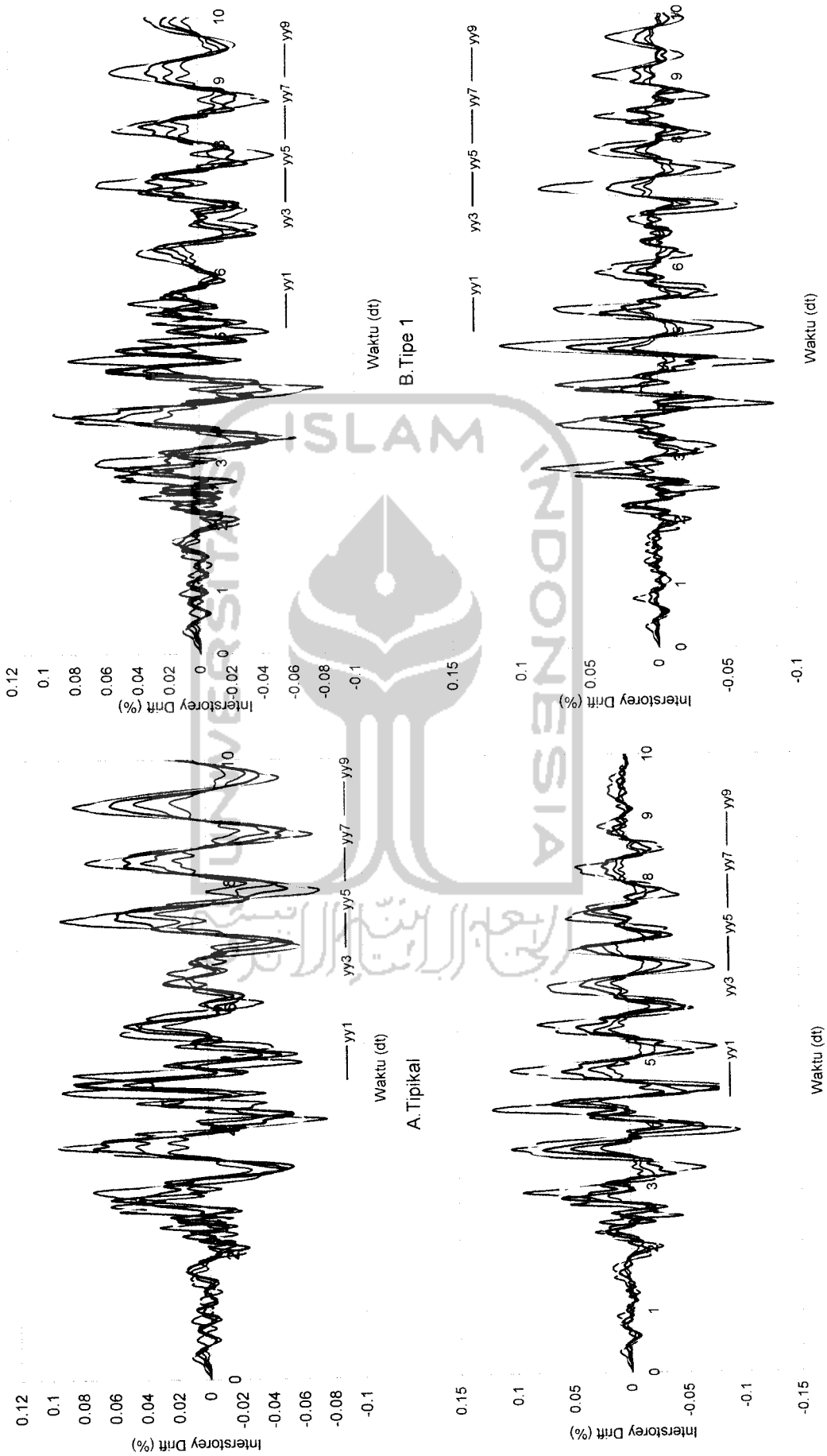


Gambar 5.43 Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro

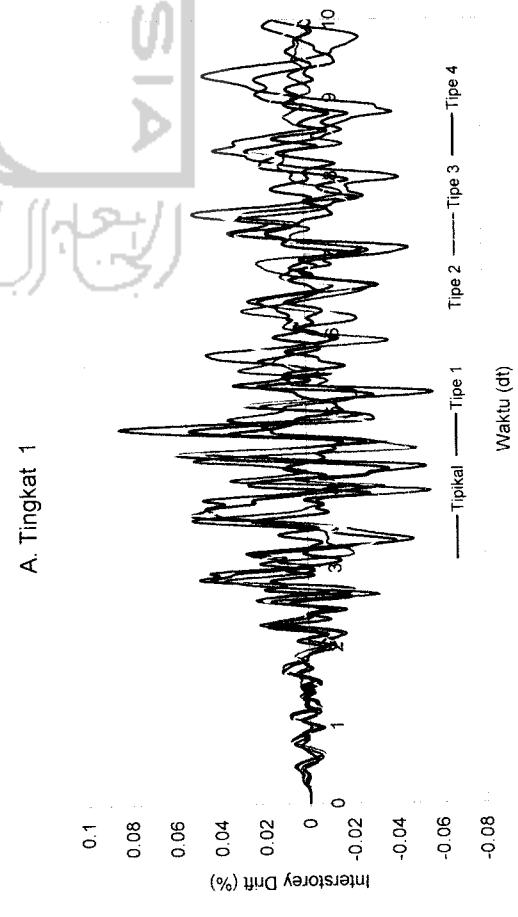
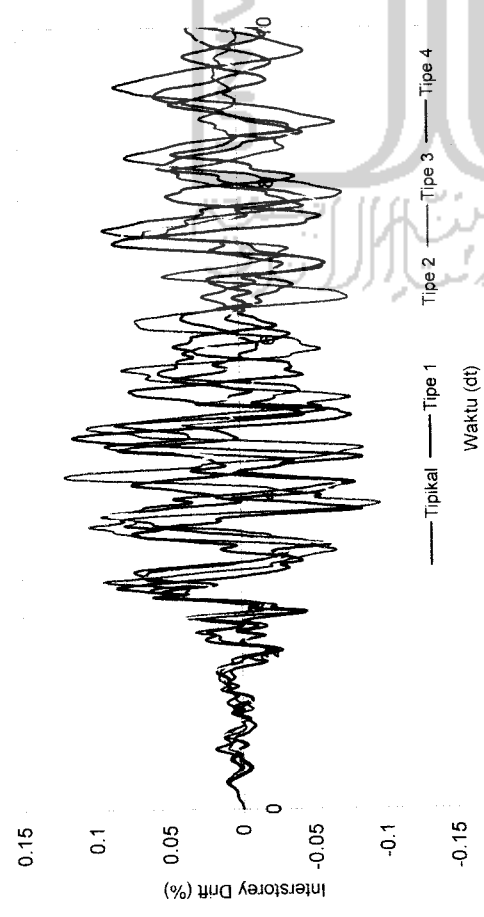
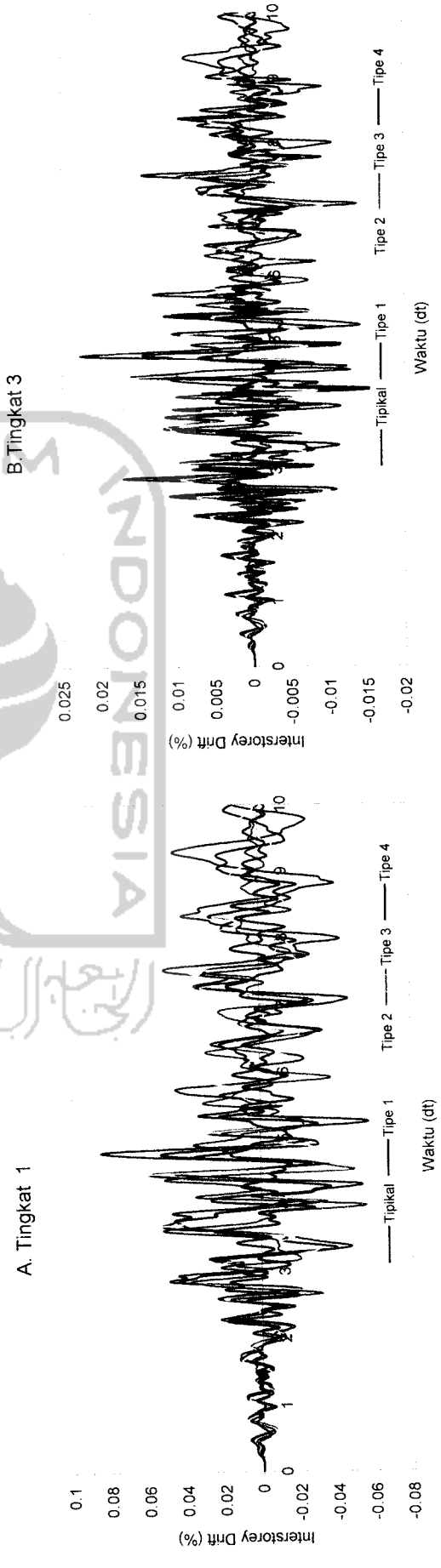
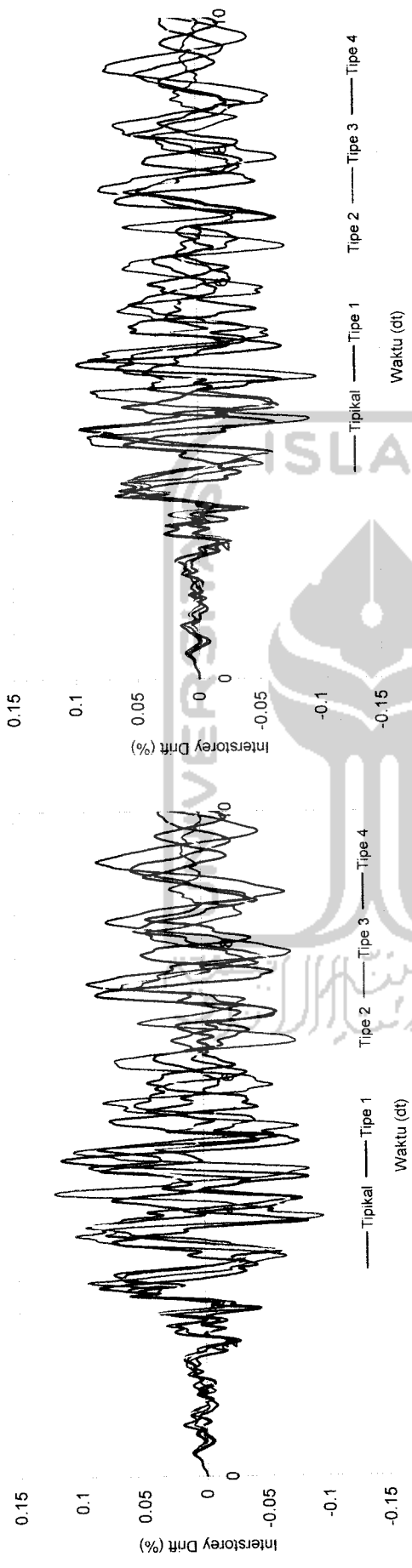




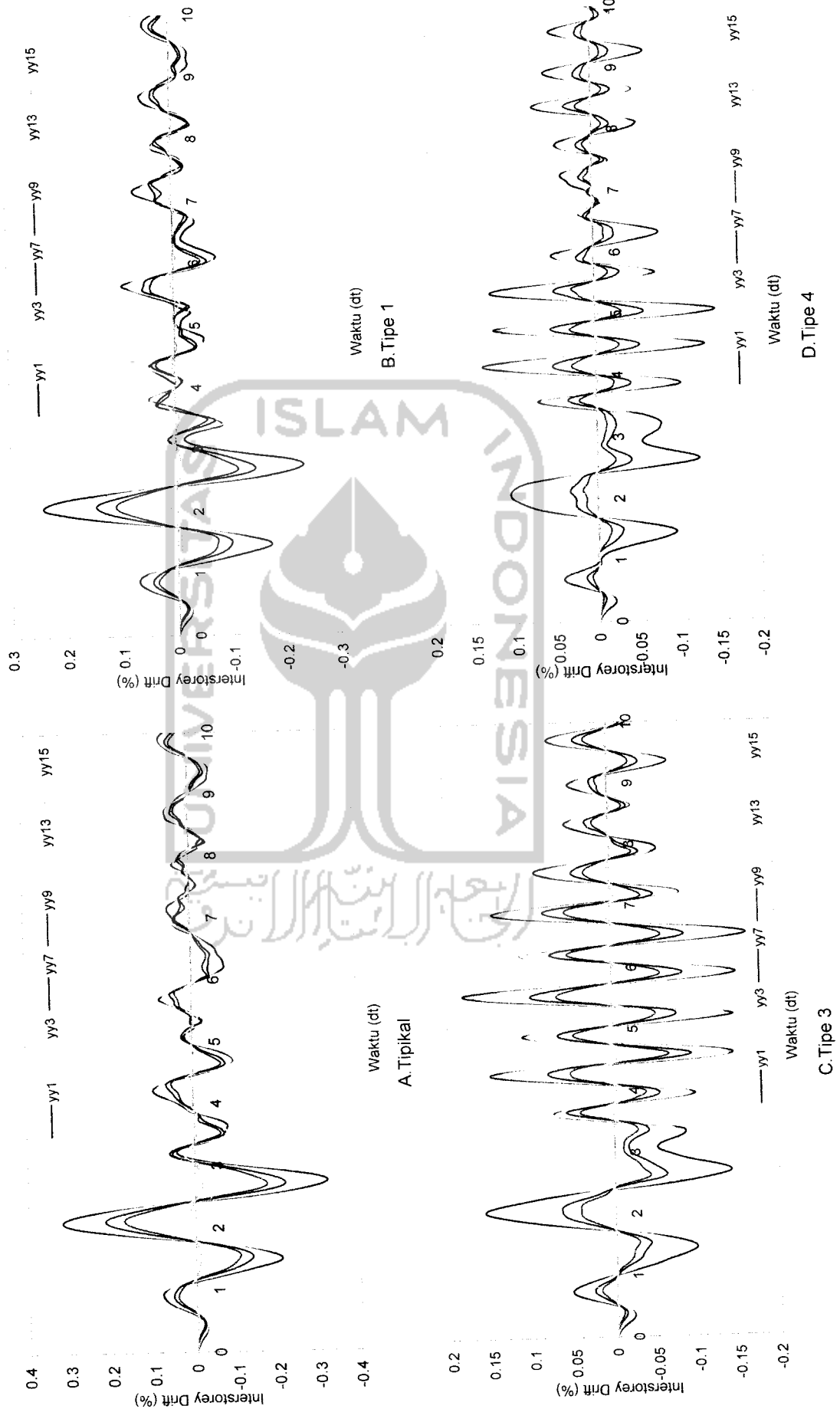
**Gambar 5.44** Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Eicentro



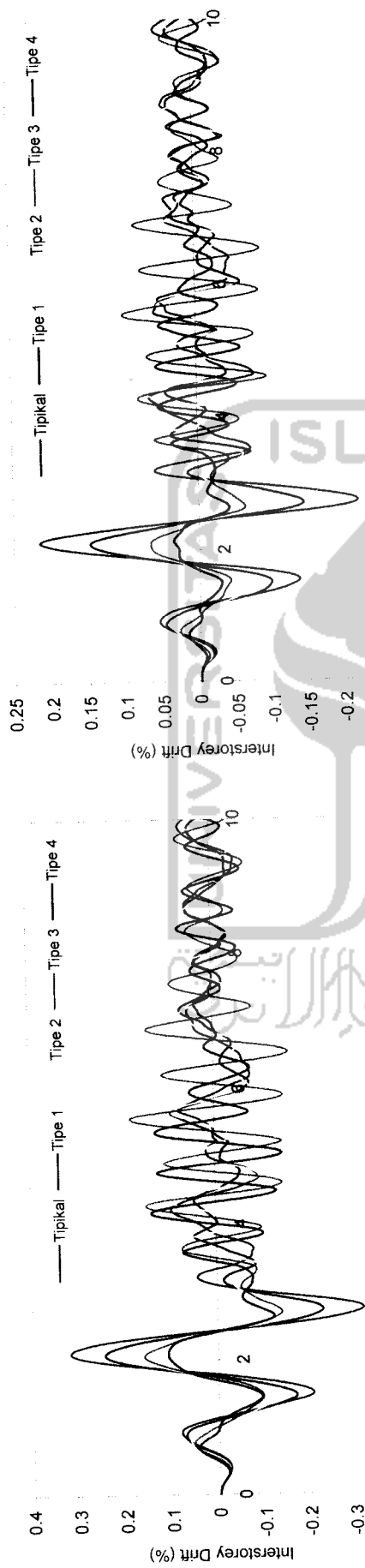
Gambar 5.45 Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



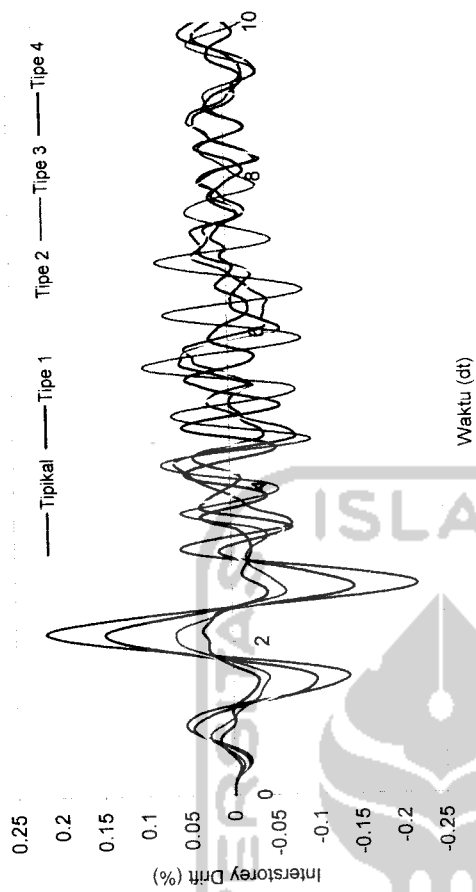
Gambar 5.46 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



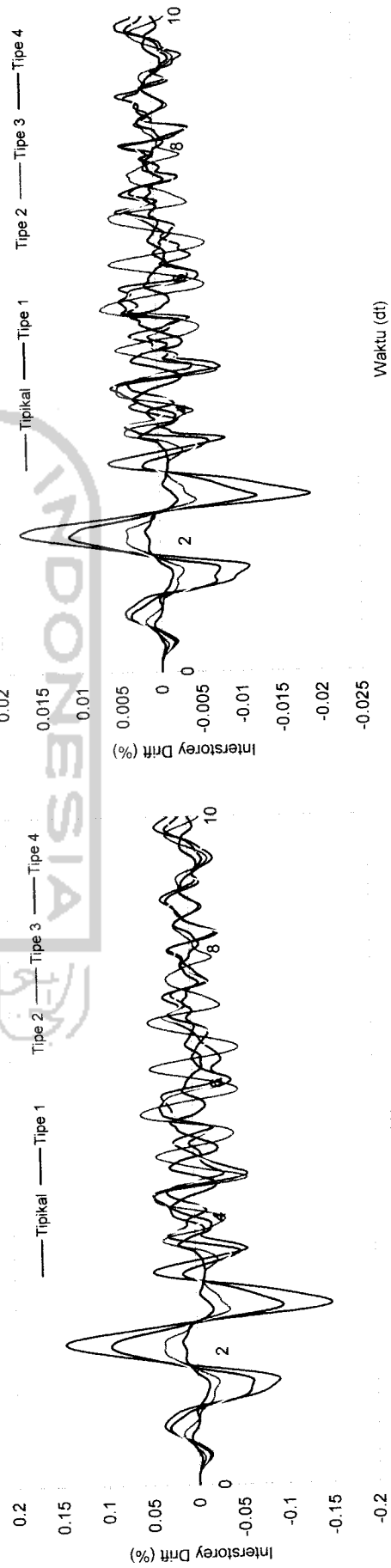
Gambar 5.47 Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



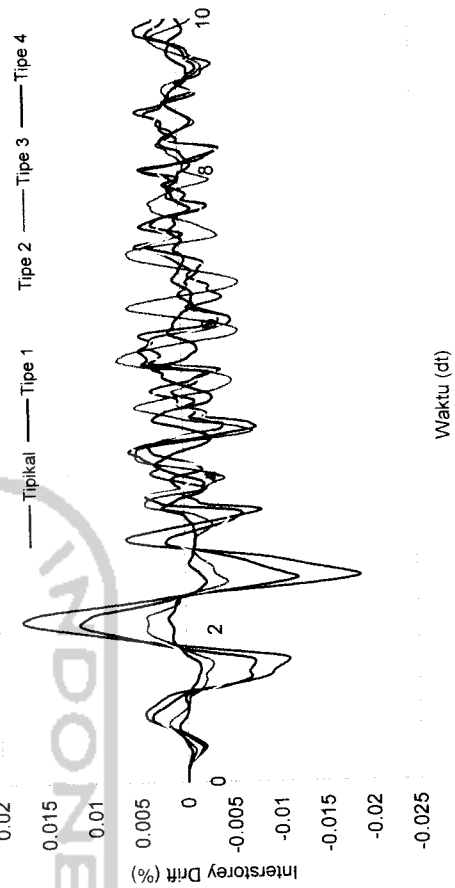
A. Tingkat 1



B. Tingkat 7

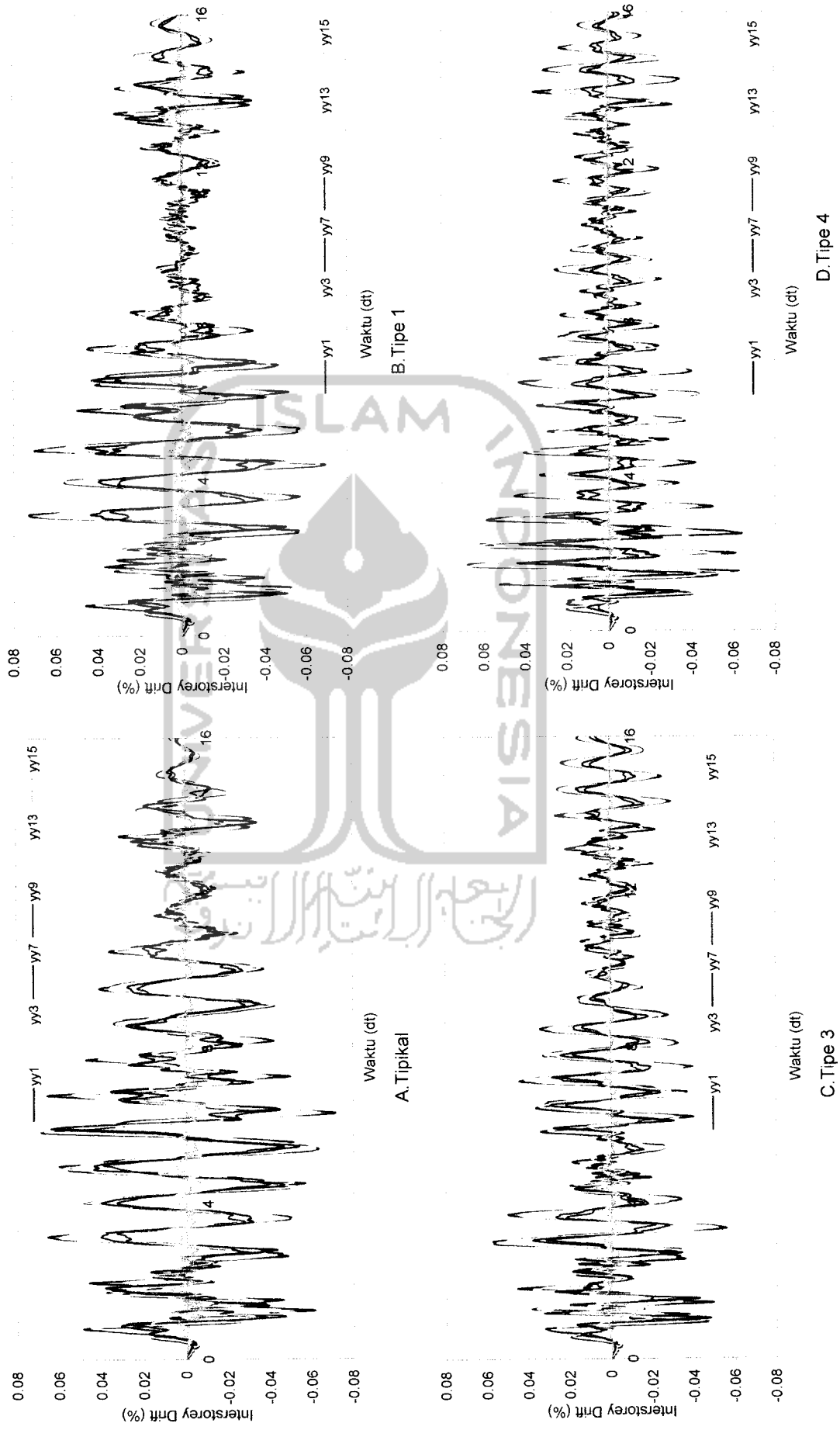


C. Tingkat 10

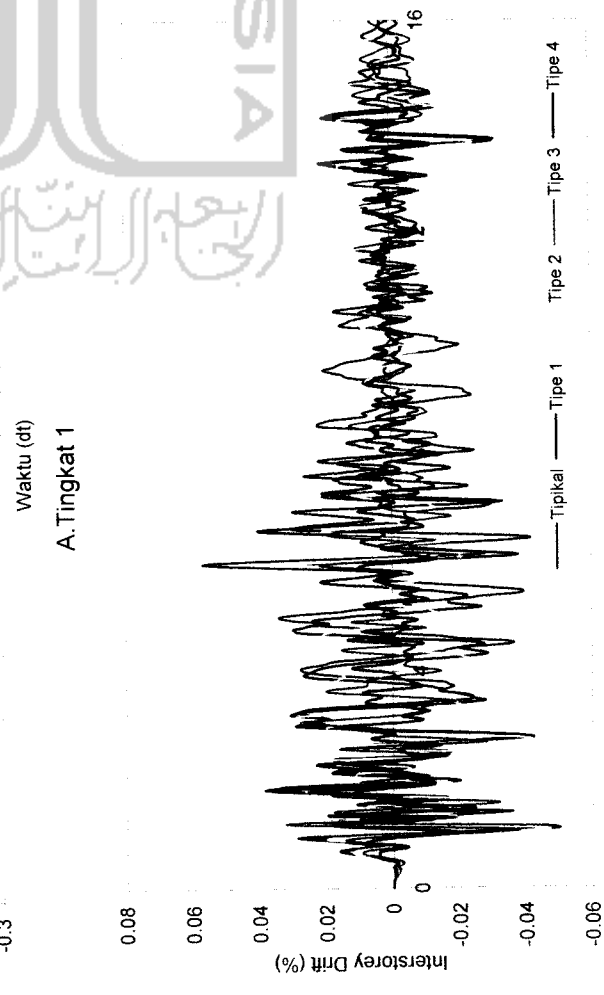
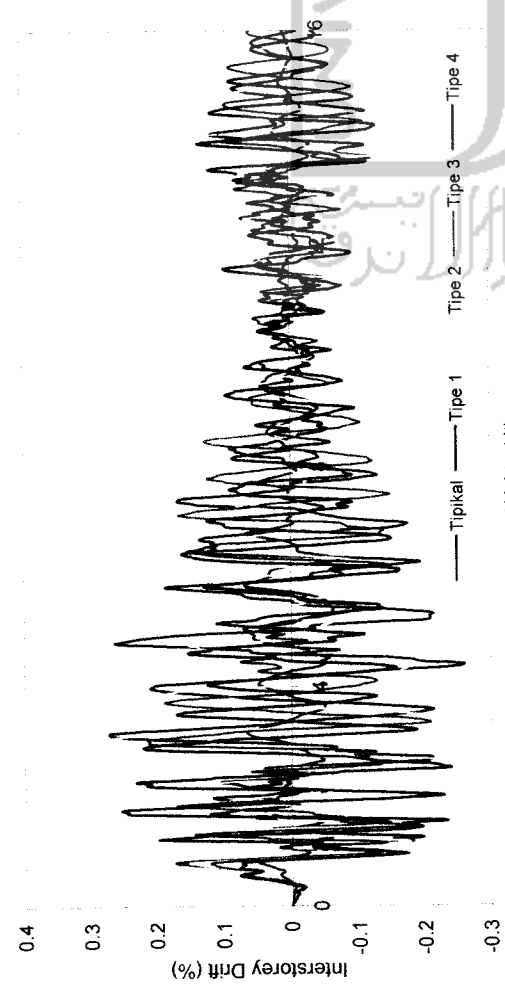
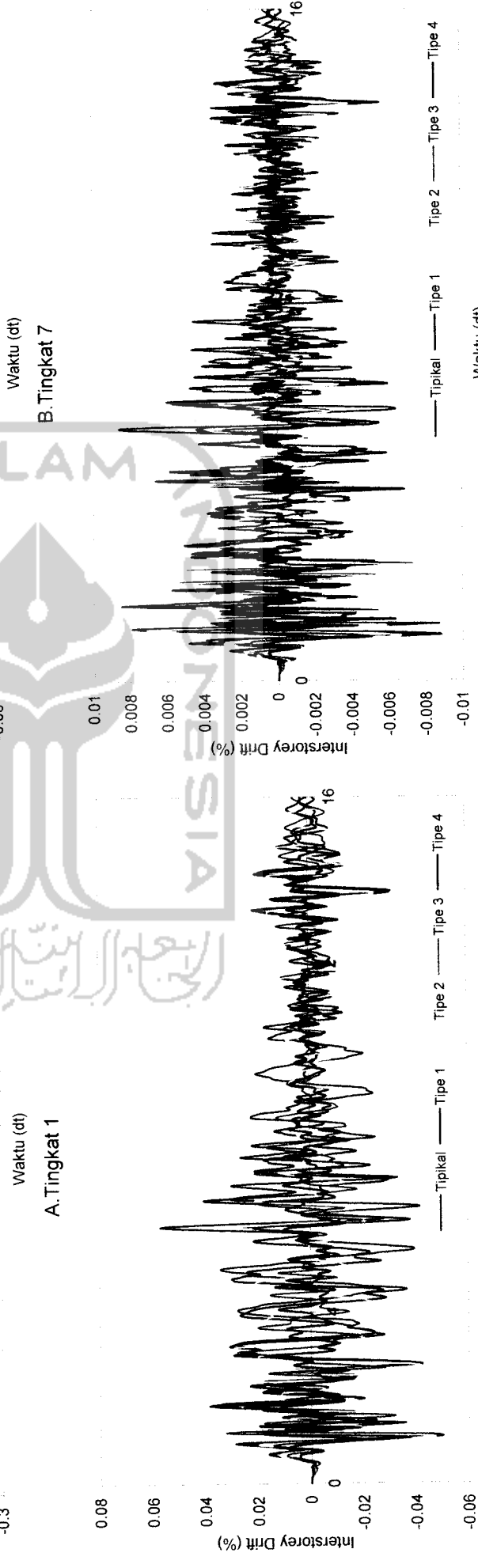
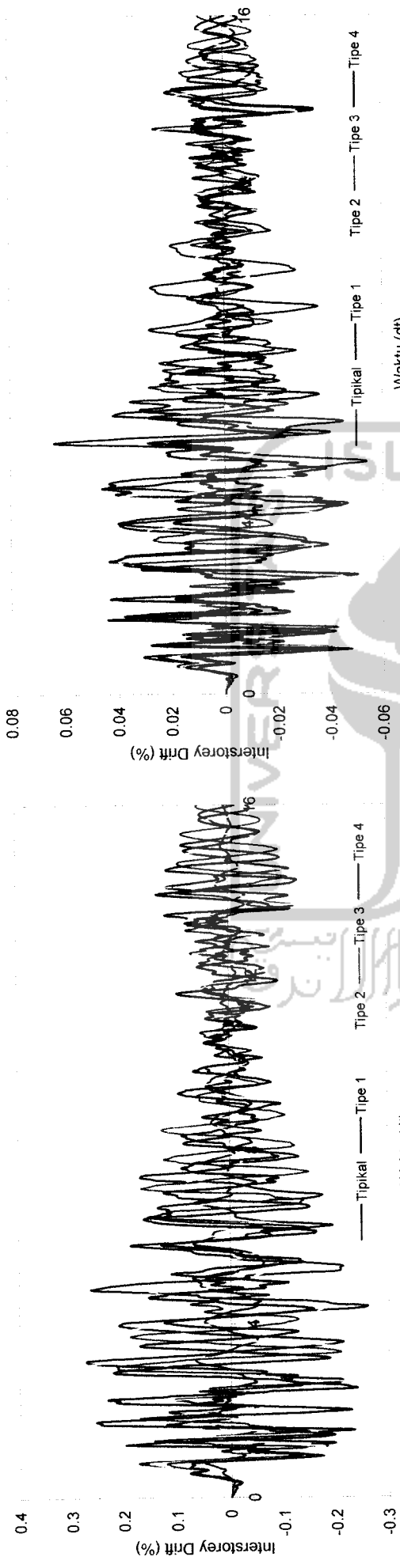


D. Tingkat 15

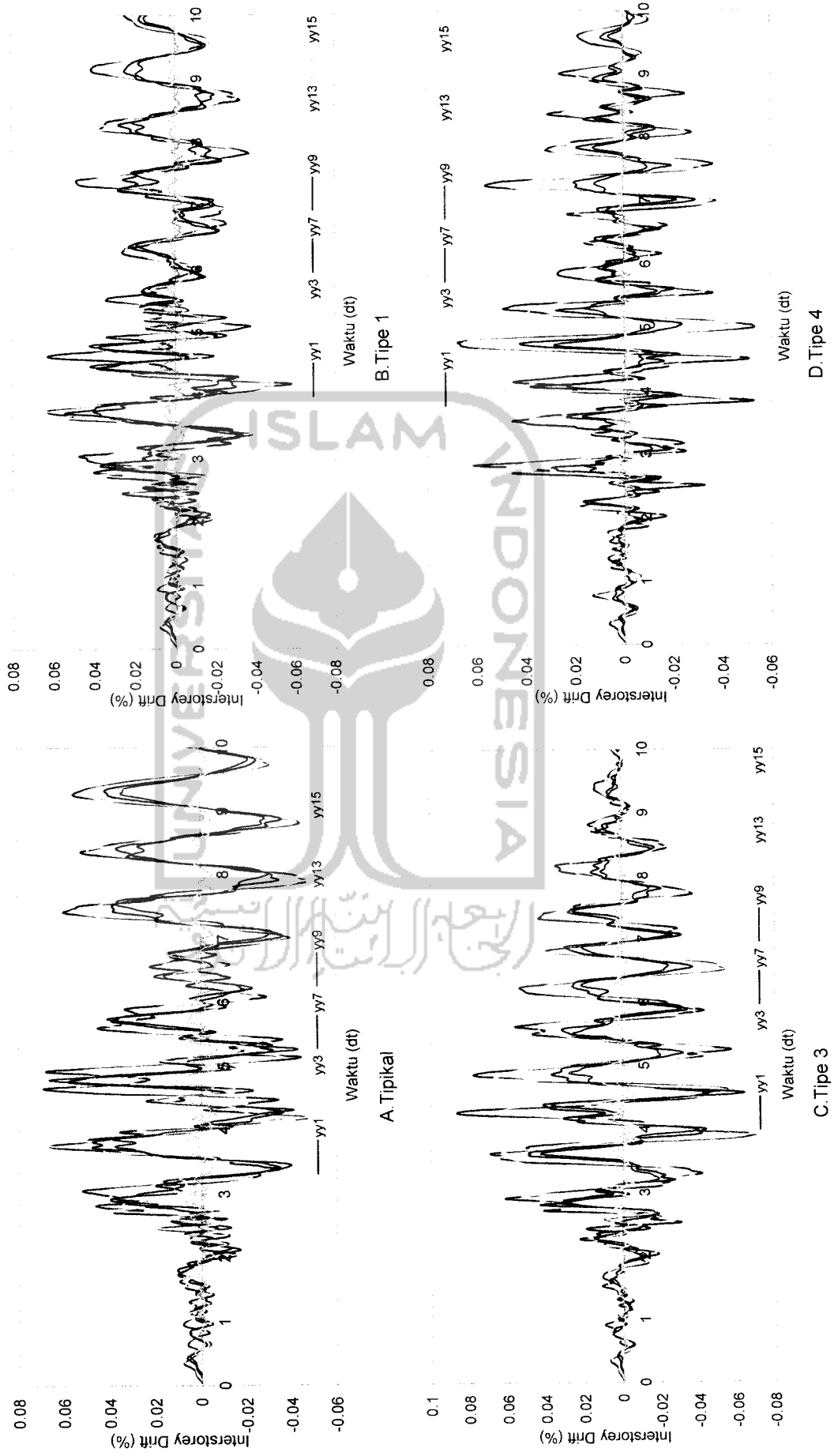
Gambar 5.48 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



Gambar 5.49 Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro

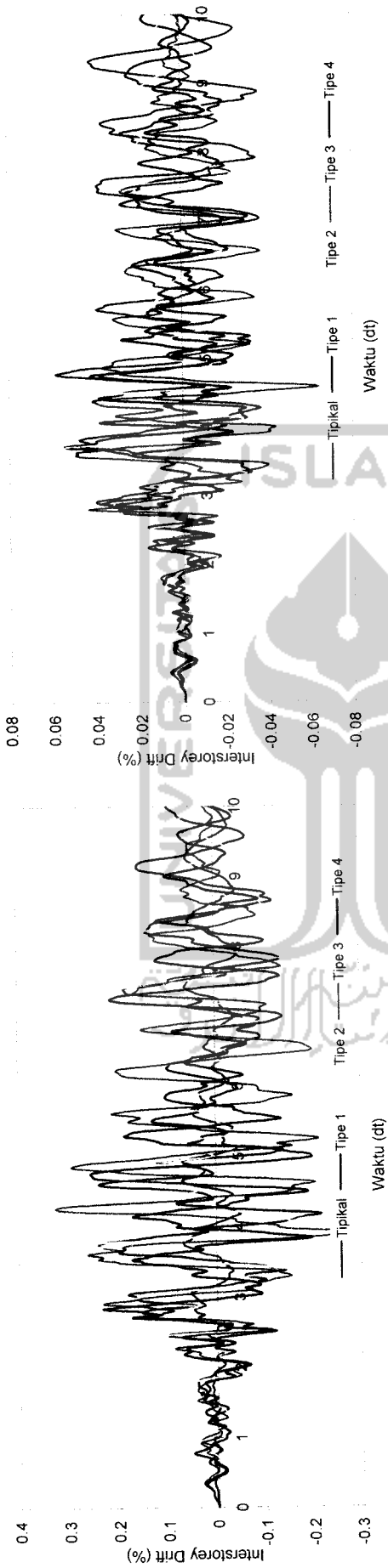


Gambar 5.50 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro

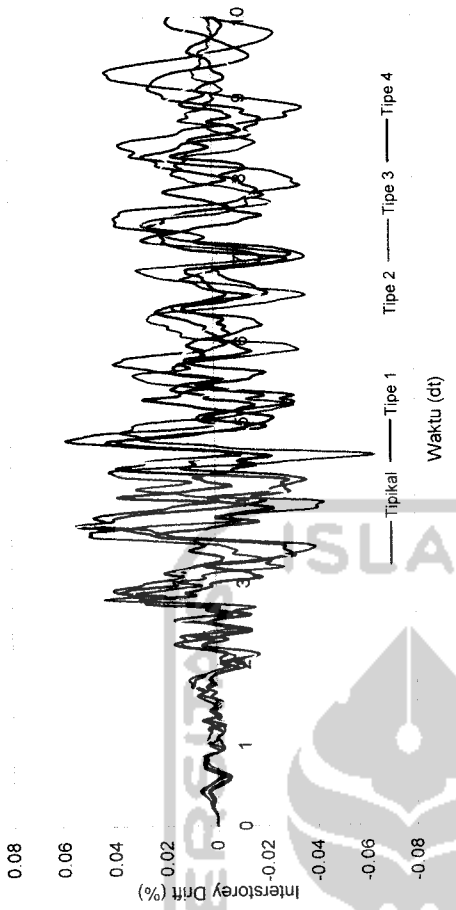


Gambar 5.51 Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna

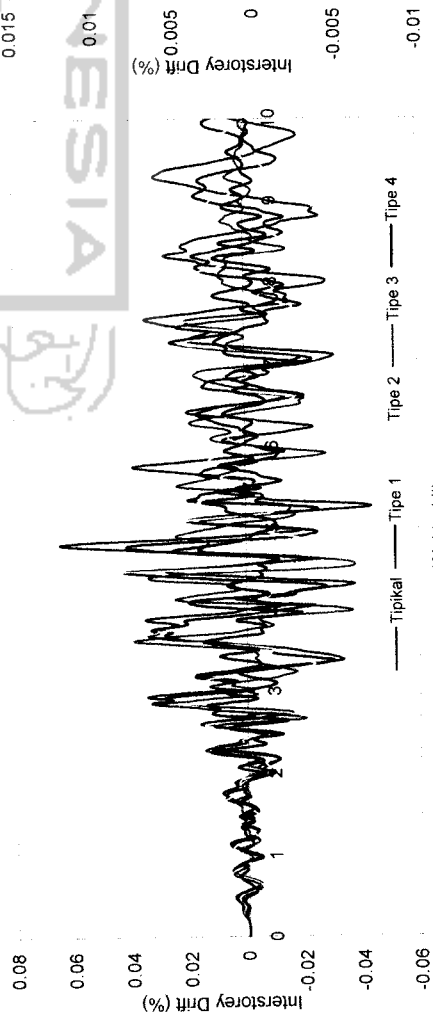




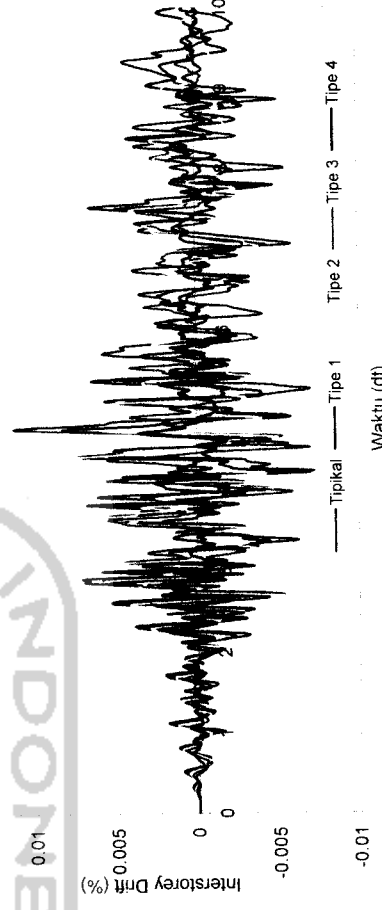
A. Tingkat 1



B. Tingkat 7

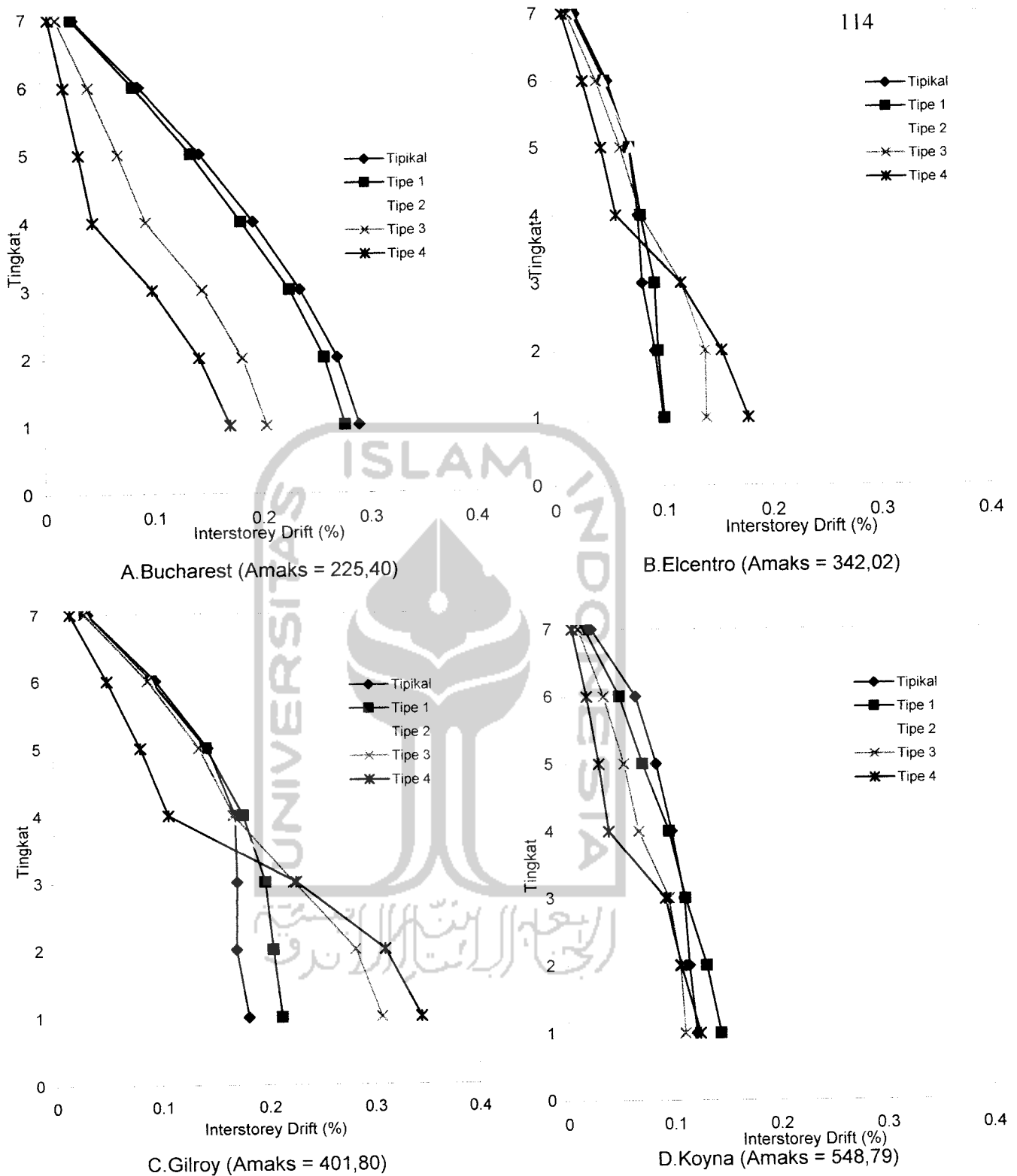


C. Tingkat 10



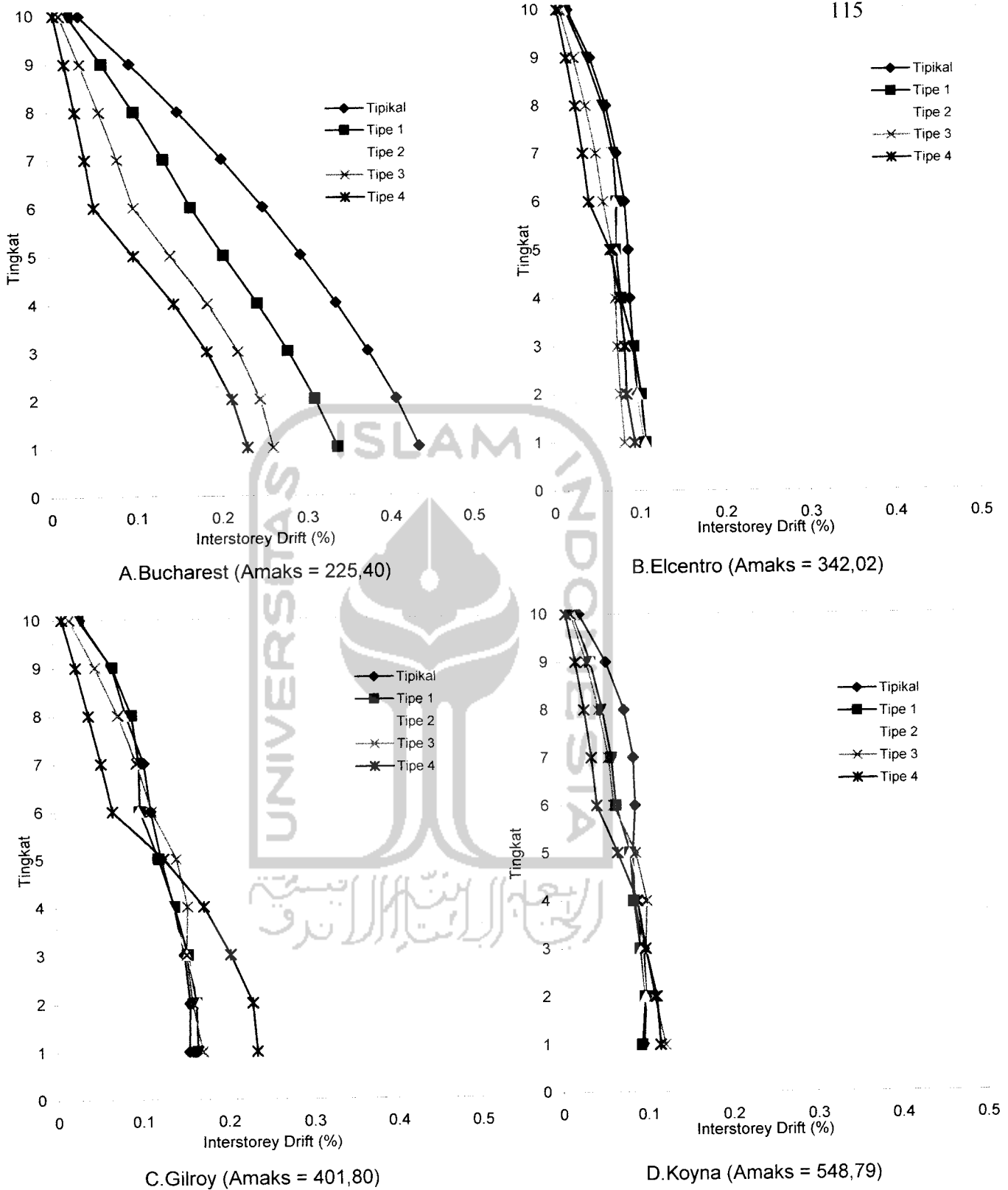
D. Tingkat 15

Gambar 5.52 Perbandingan Interstorey Drift Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



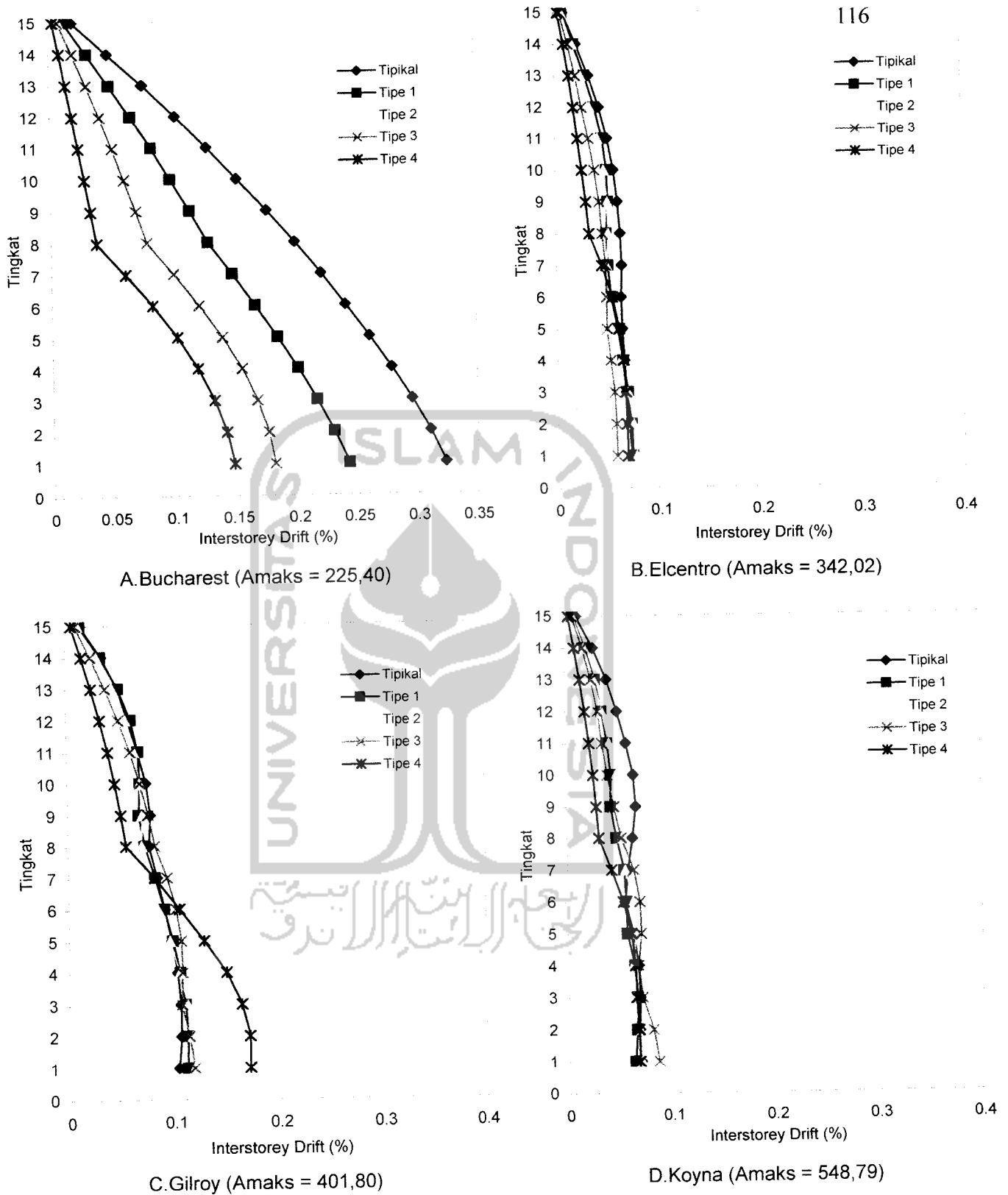
**Gambar 5.53** Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat 4 Gempa

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.6669489	0.610092	0.548204	0.537178	0.455375
f (cps)	1.4993653	1.639097	1.82414	1.86158	2.195991



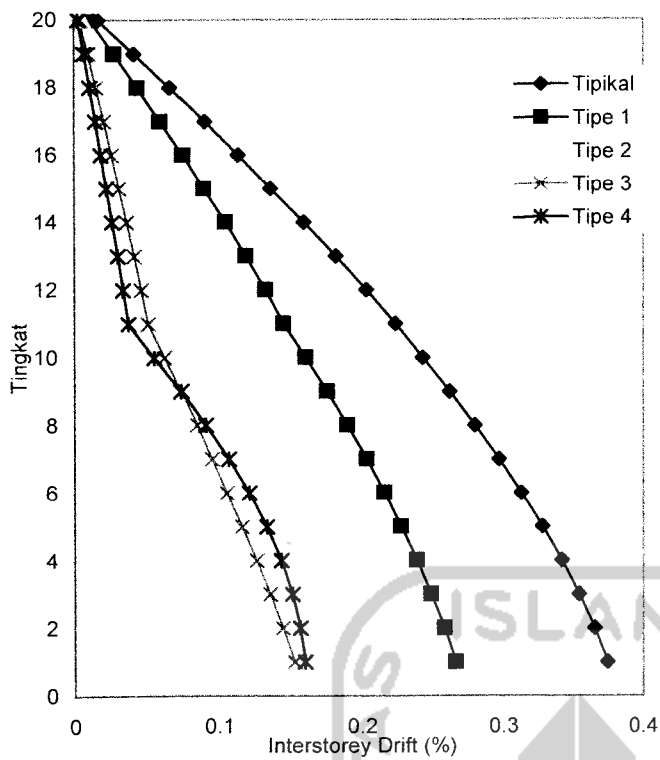
**Gambar 5.54** Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat 4 Gempa

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.903446	0.831357	0.753848	0.670392	0.581967
f (cps)	1.106873	1.202853	1.326527	1.491665	1.71831

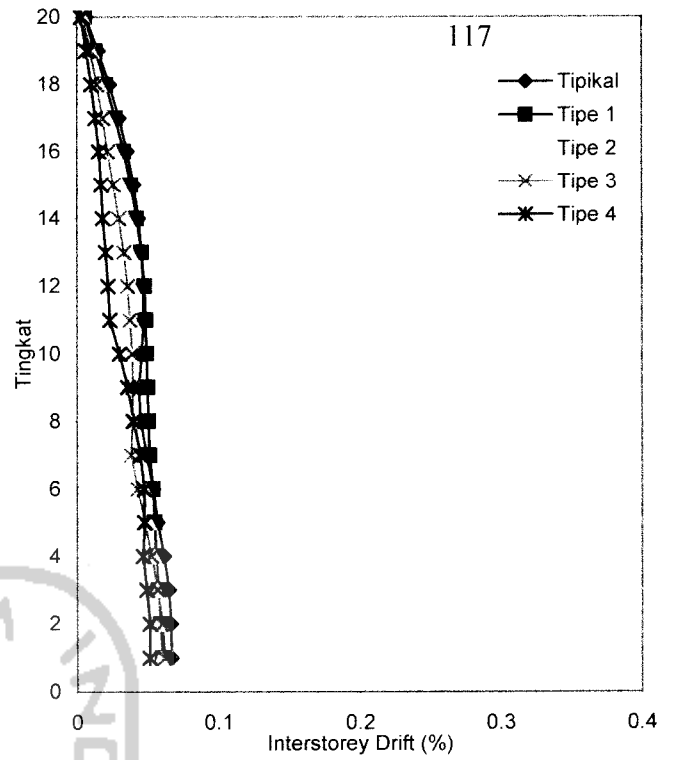


**Gambar 5.55** Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat 4 Gempa

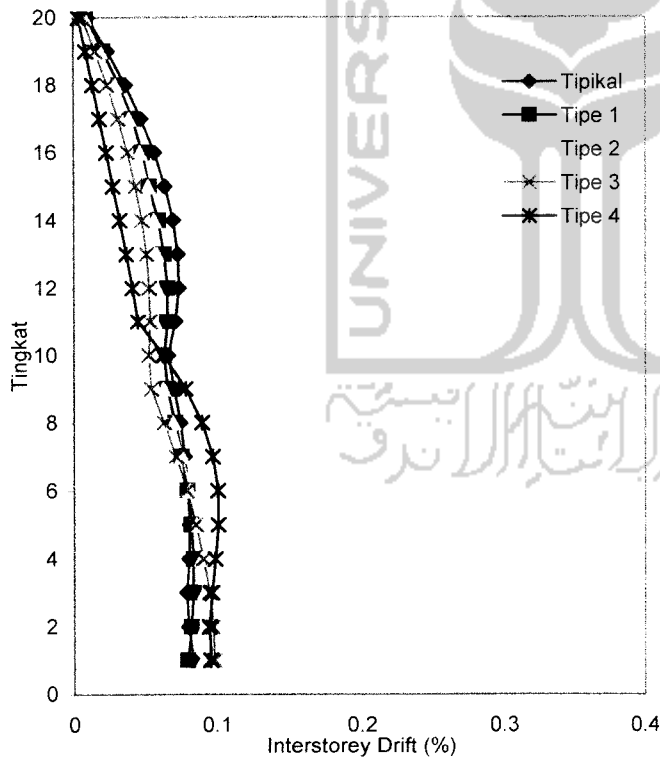
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.9180892	0.840747	0.756681	0.664763	0.565592
f (cps)	1.0892188	1.189418	1.321561	1.504295	1.768058



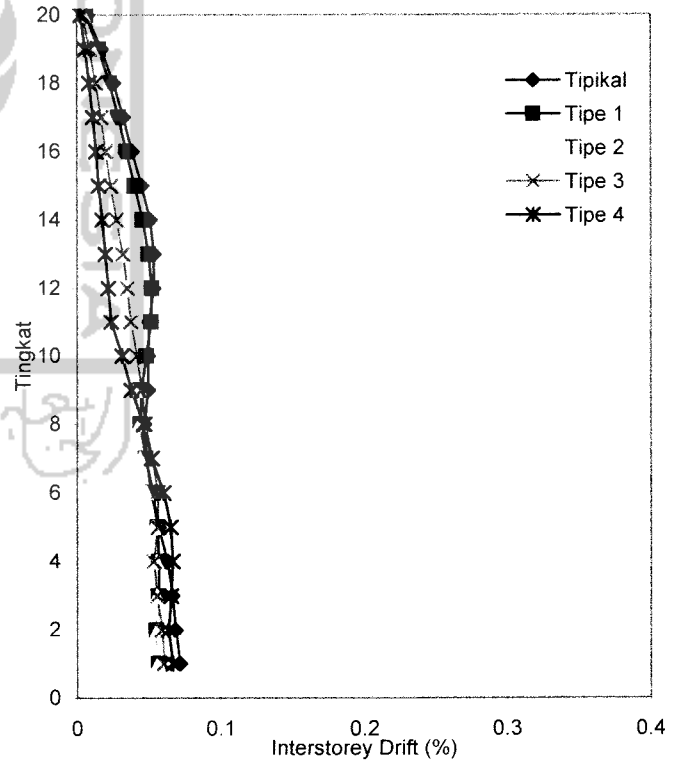
A. Bucharest (Amaks = 225,40)



B. Elcentro (Amaks = 342,02)



C. Gilroy (Amaks = 401,80)



D. Koyna (Amaks = 548,79)

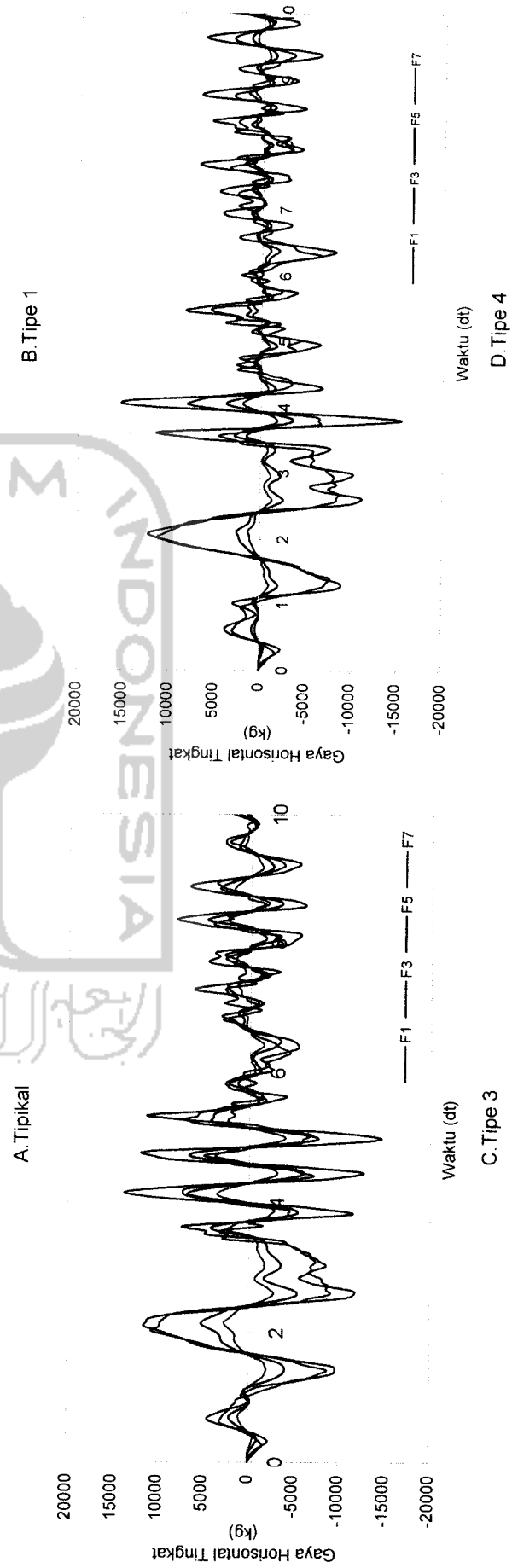
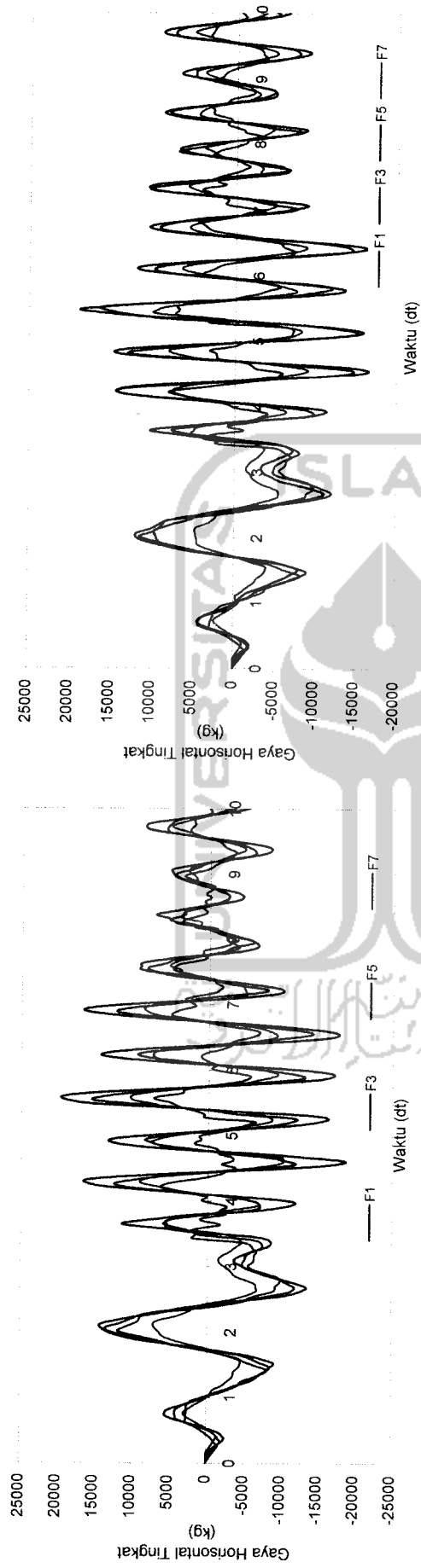
**Gambar 5.56** Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat 4 Gempa

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	1.0055497	0.924284	0.836202	0.741184	0.639789
f (cps)	0.9944809	1.081918	1.195883	1.349192	1.563016

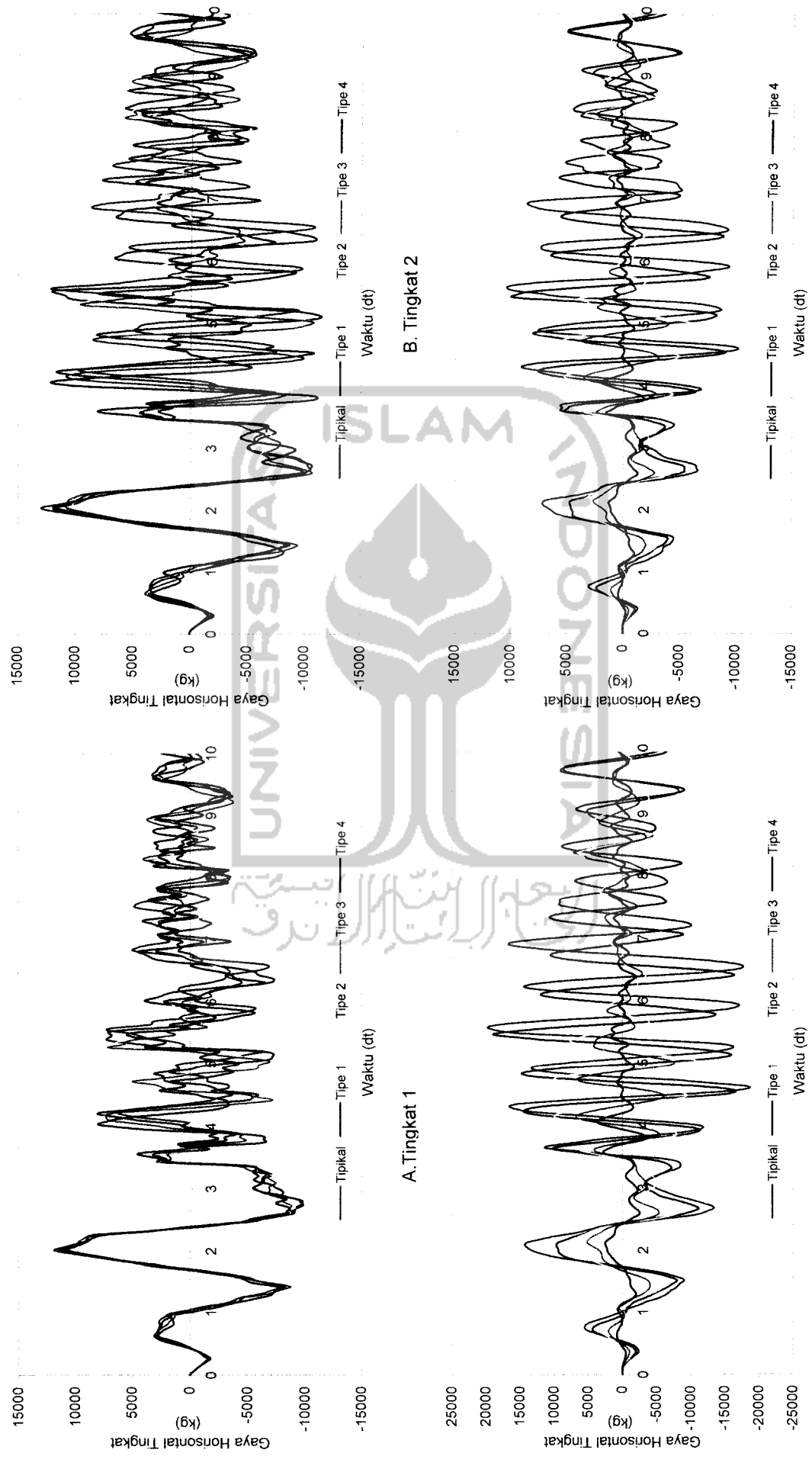
#### 5.3.4 Gaya Horisontal Tingkat

Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai *Gaya Horisontal Tingkat* dari struktur tingkat 7, 10, 15, 20 dengan 4 variasi gempa pada **Gambar 5.57** sampai dengan **Gambar 5.78**. Dengan memperhatikan gambar yang disajikan tampak bahwa nilai *Gaya Horisontal Tingkat* terbesar terdapat pada pembebanan gempa Bucharest yang sudah dinormalisasi. Ini disebabkan Amaks gempa Bucharest mendekati nilai 0,2g sehingga skala gempa mendekati 1.

Titik belok pada *Gaya Horisontal Tingkat* sangat ekstrim. Pada titik belok inilah terdapat pengurangan nilai *Gaya Horisontal Tingkat*. Hal itu disebabkan karena *Gaya Horisontal Tingkat* merupakan perkalian dari simpangan dan kekakuan. Sedangkan pada setback horizontal terdapat pengurangan kekakuan. Pada titik belok terlihat bahwa ada peristiwa ikut tertariknya struktur bawah akibat *Gaya Horisontal* struktur atas. Pada gempa Bucharest selisih *Gaya Horisontal Tingkat* maksimum cukup besar, sedangkan *Gaya Horisontal Tingkat* gempa Elcentro dan Gilroy sangatlah fluktuatif semua itu dikarenakan perbedaan periode bangunan. Sedangkan pada Koyna selisih nilai *Gaya Horisontal Tingkat* sangat kecil karena gempanya termasuk gempa berfrekuensi tinggi.



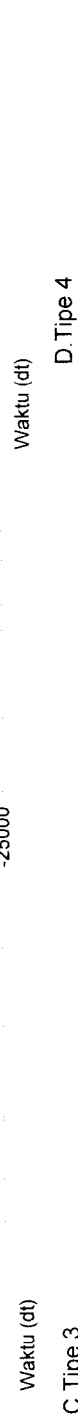
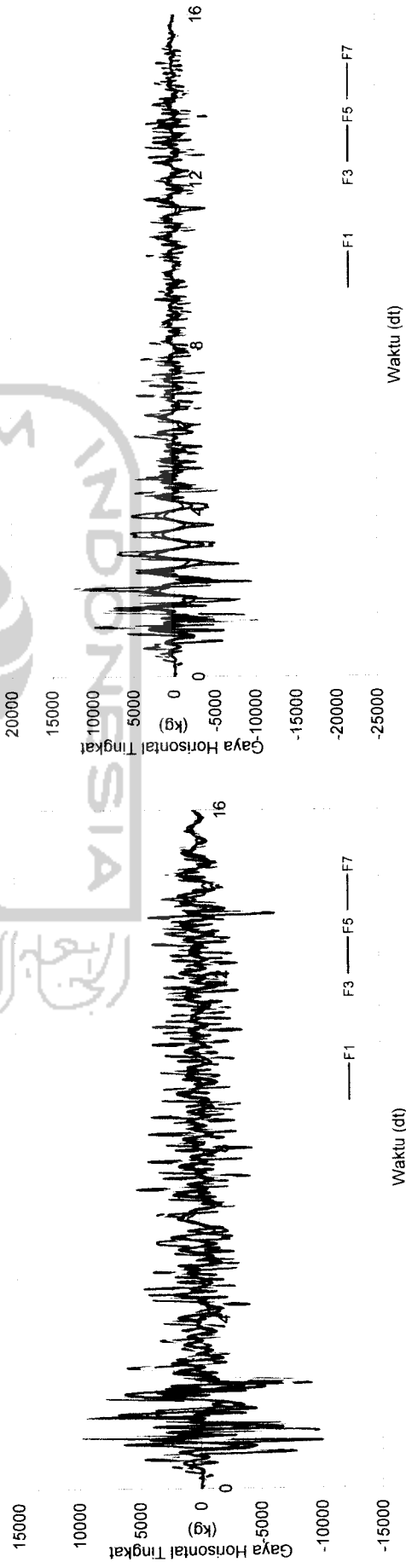
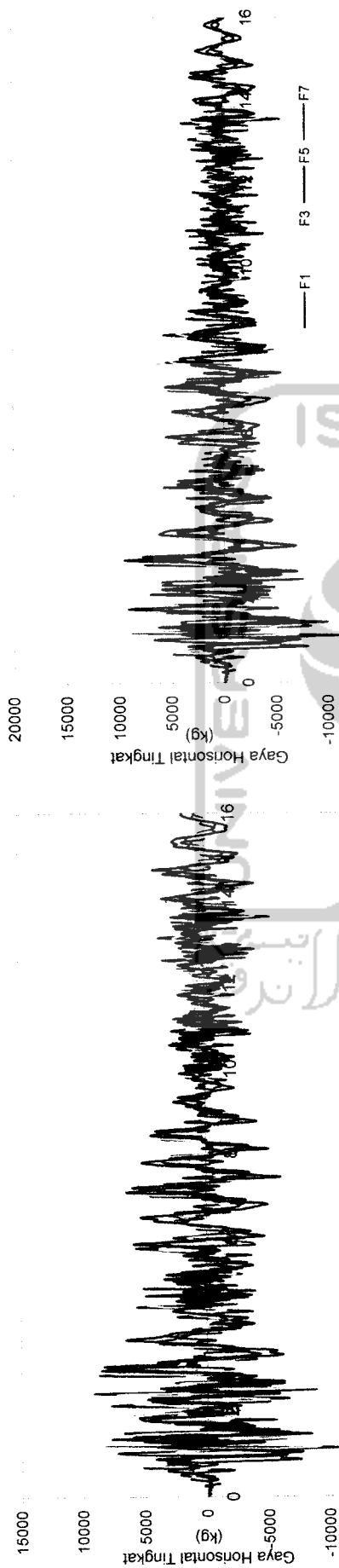
**Gambar 5.57** Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



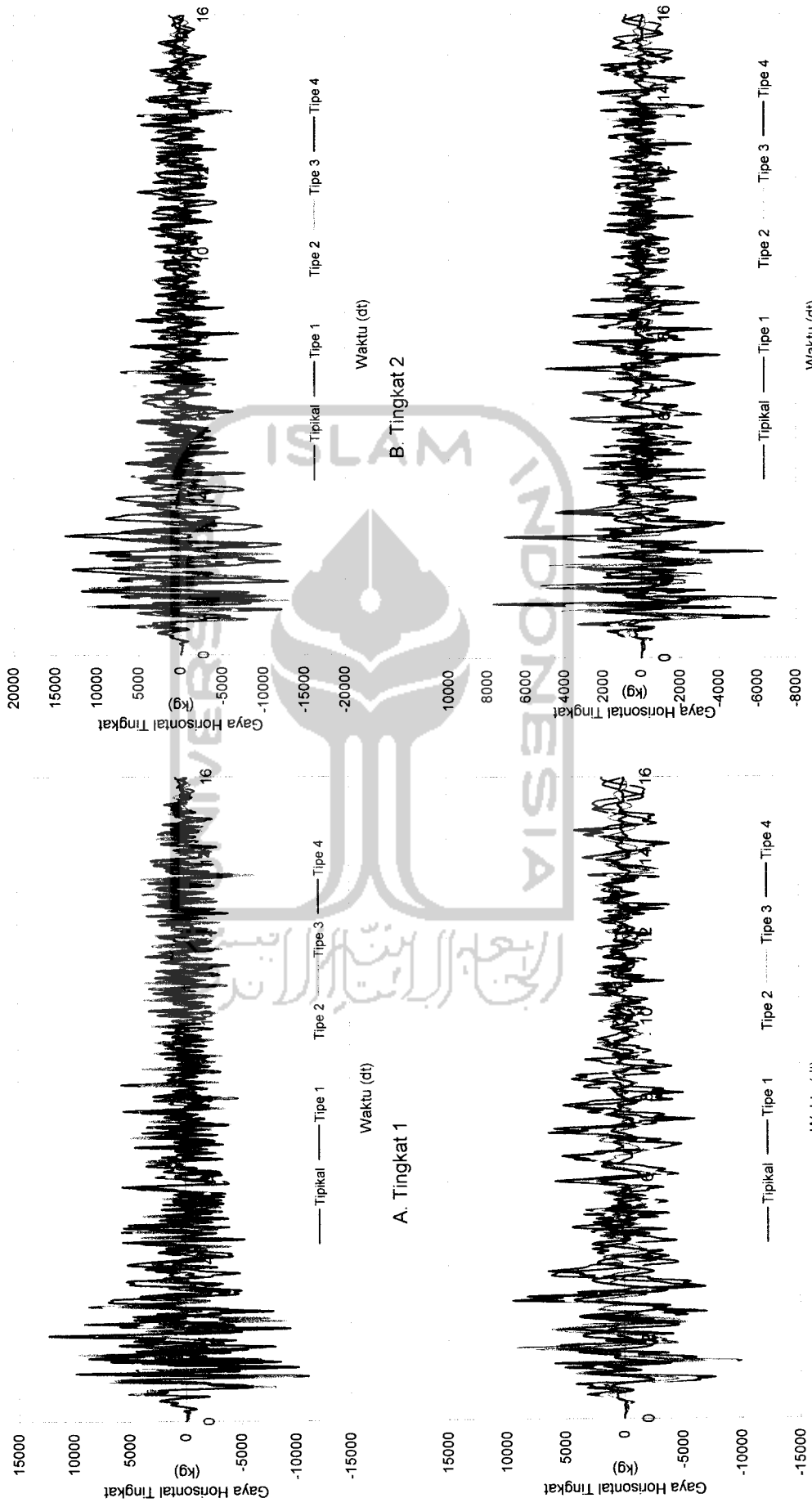
**Gambar 5.58** Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest

D. Tingkat 7



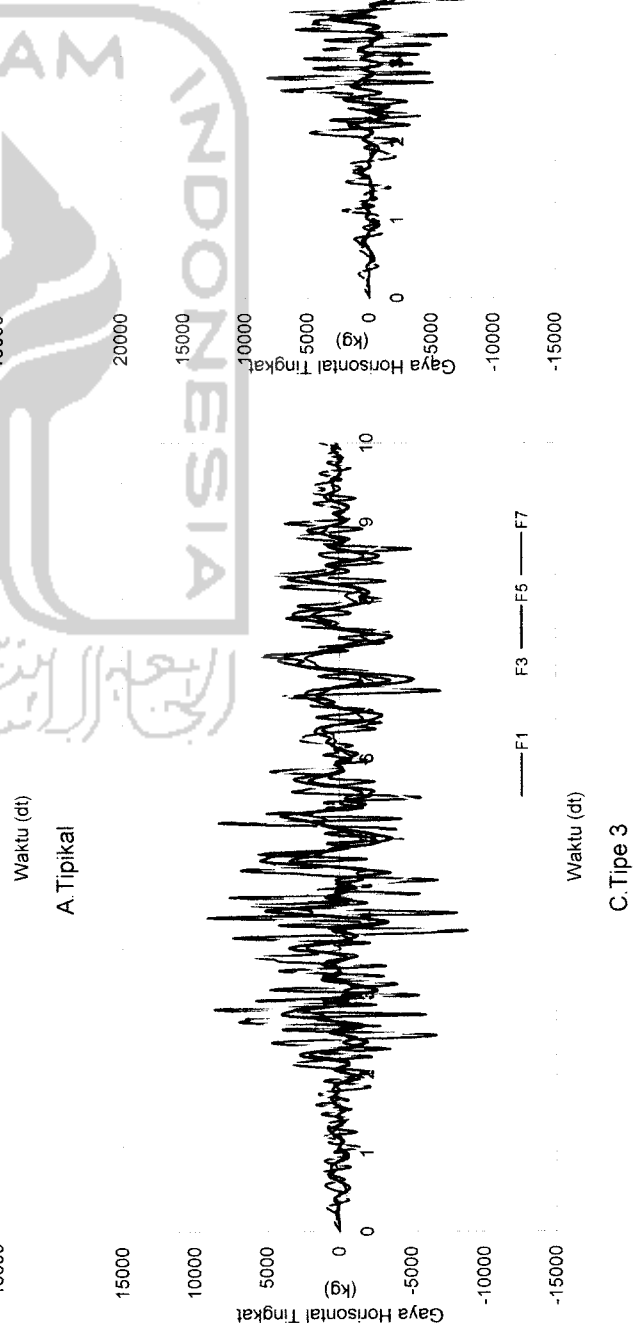
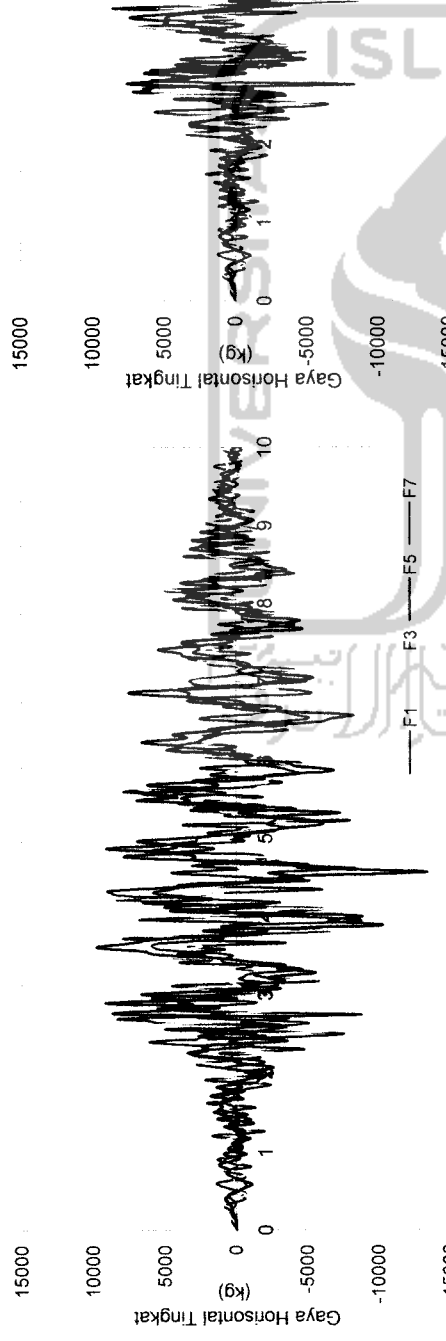
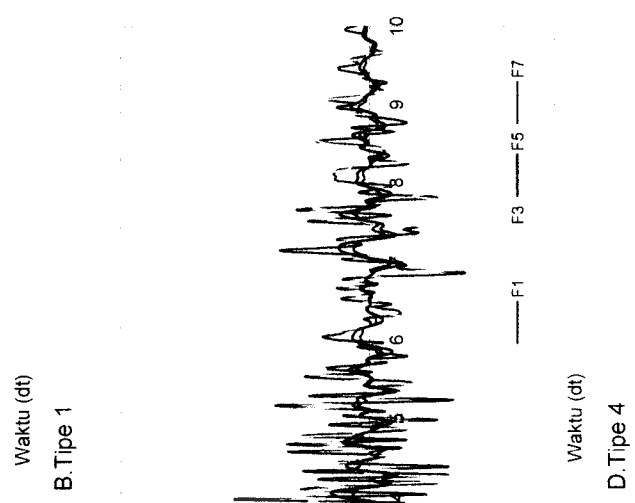
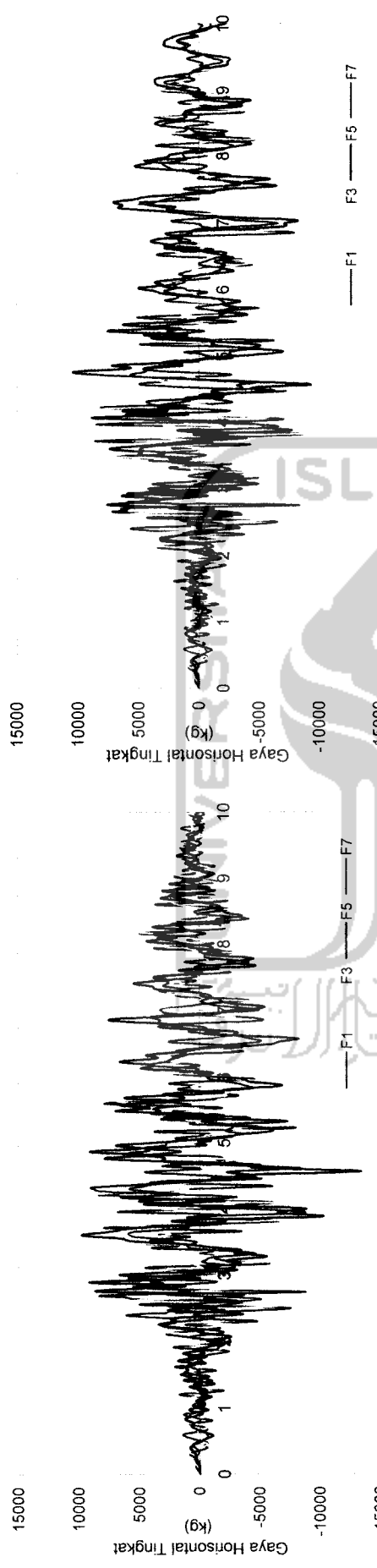


Gambar 5.59 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro

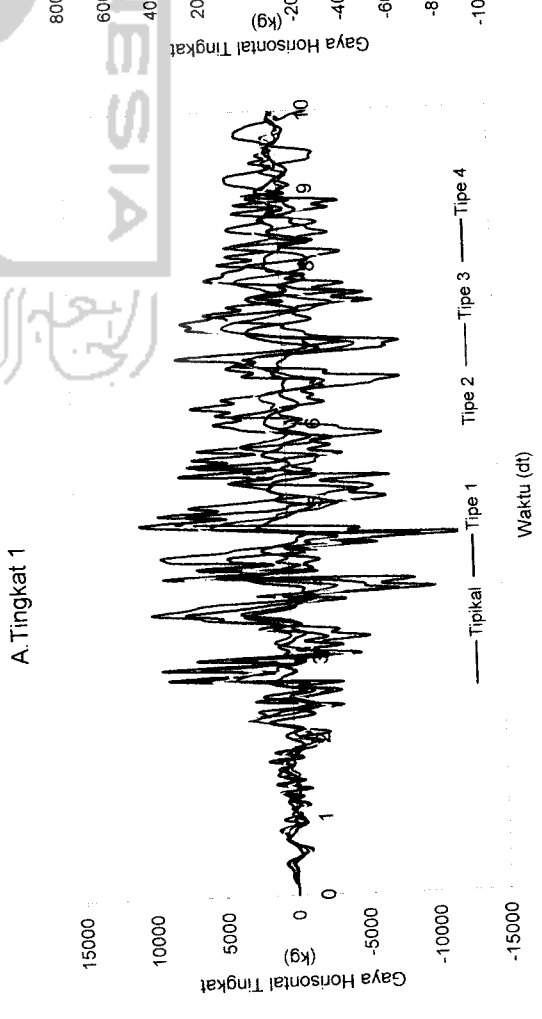
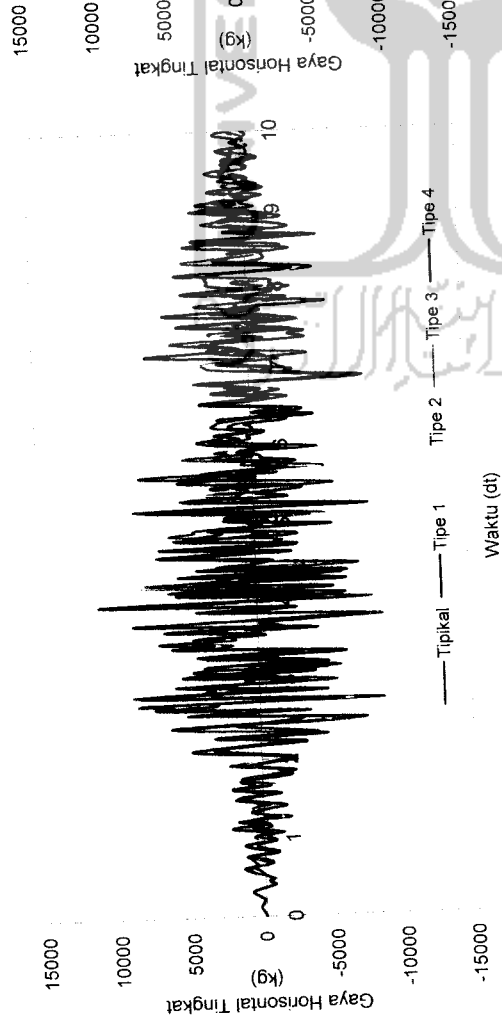
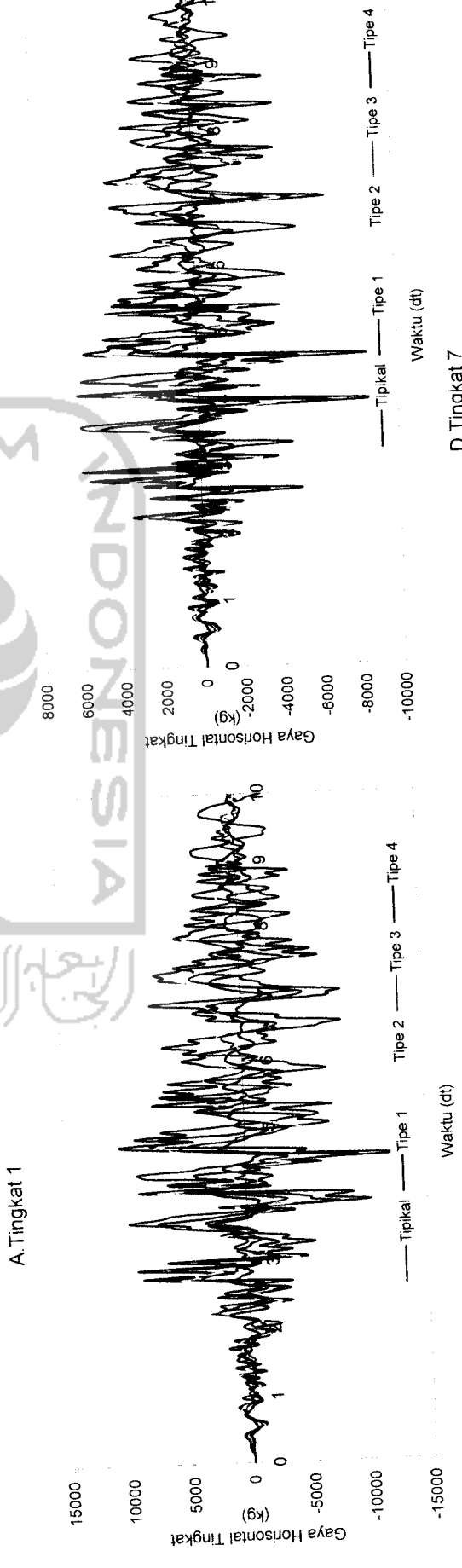
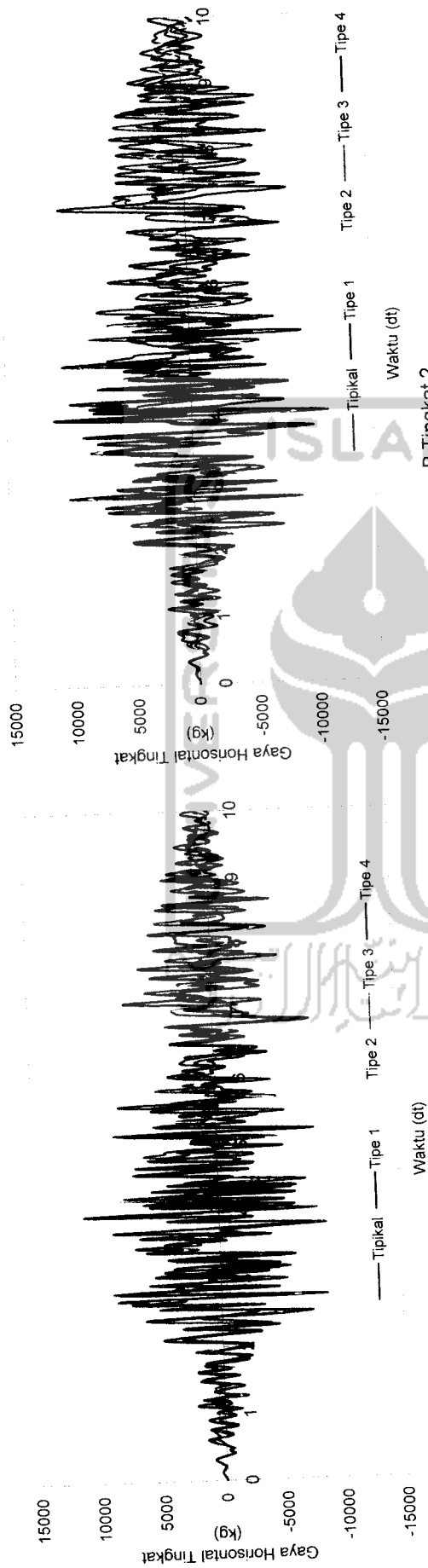


A. Tingkat 1  
 B. Tingkat 2  
 C. Tingkat 5  
 D. Tingkat 7

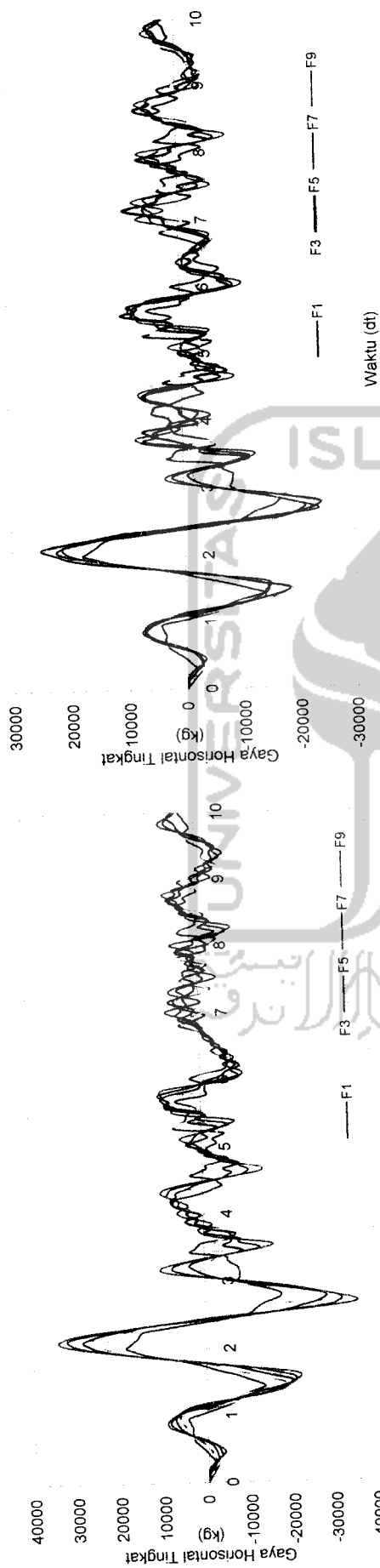
**Gambar 5.60** Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro



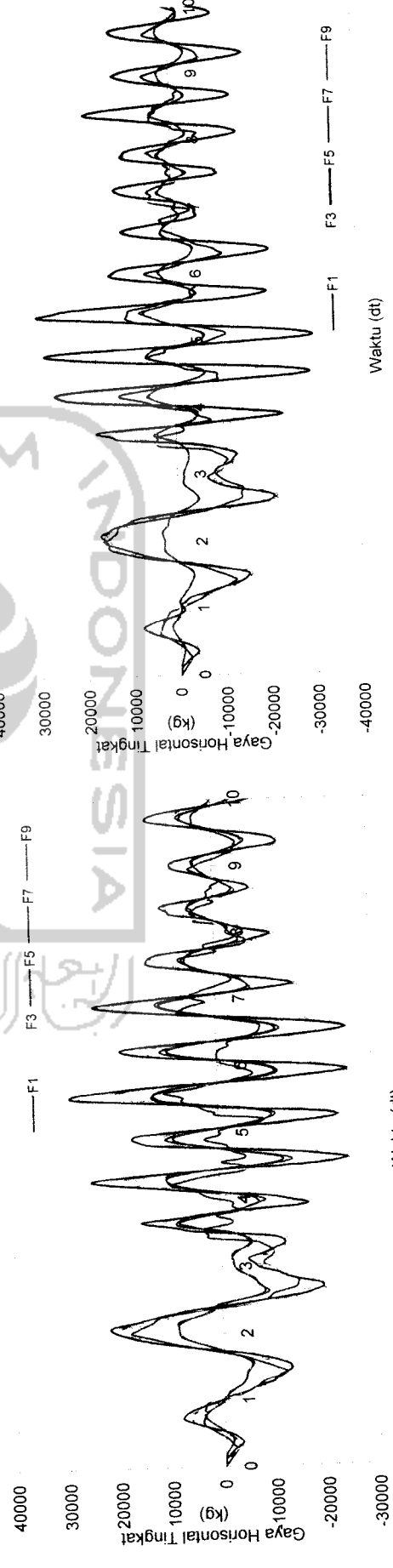
Gambar 5.61 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.62 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna

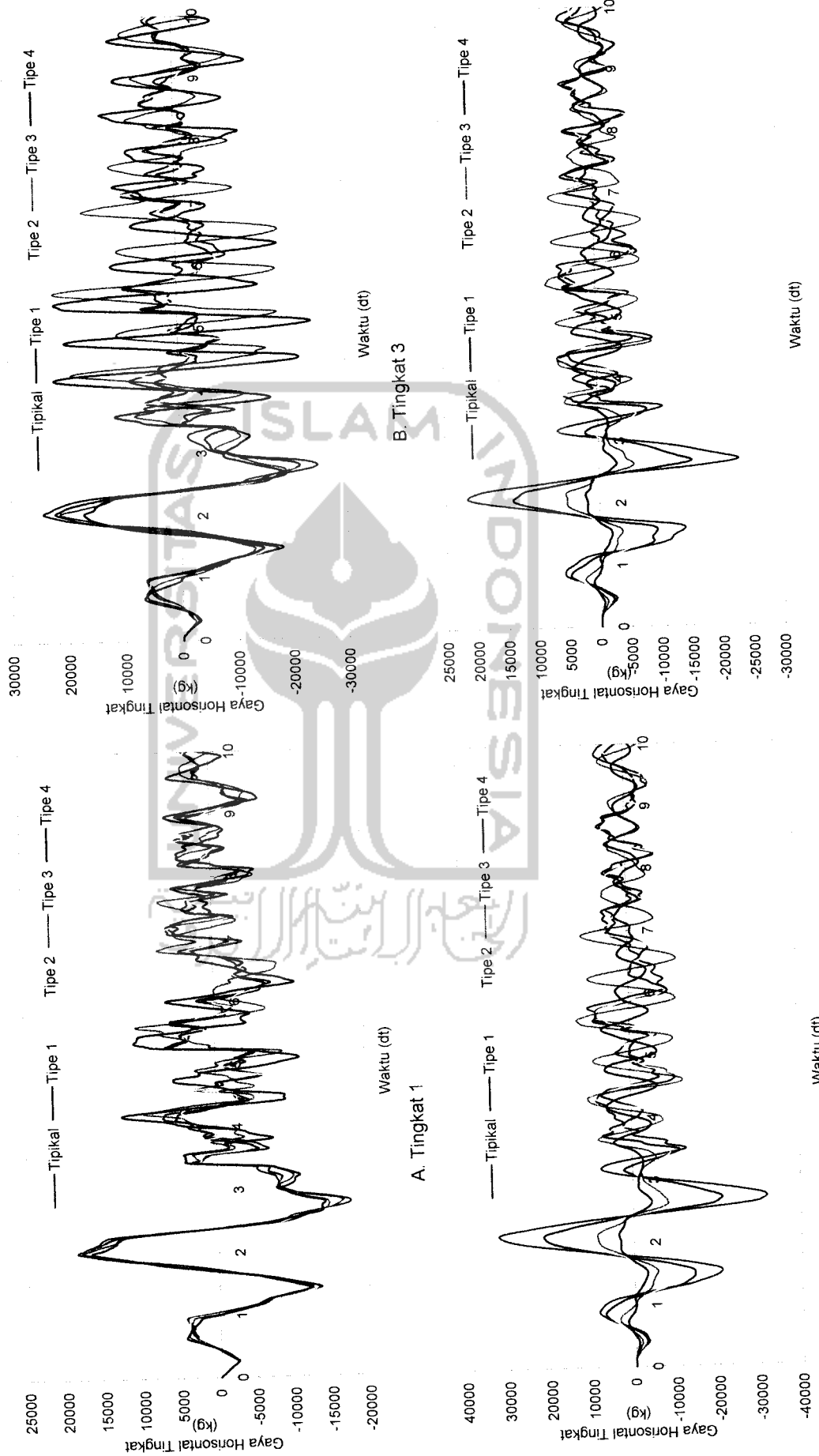


B. Tipe 1

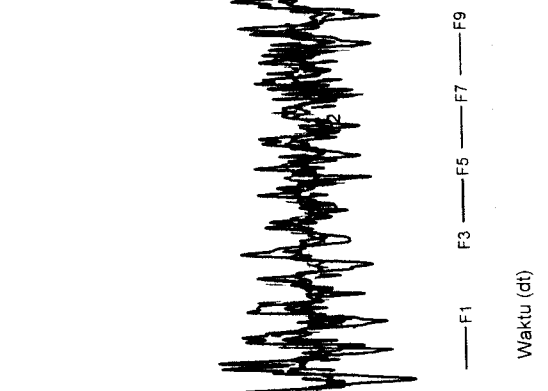
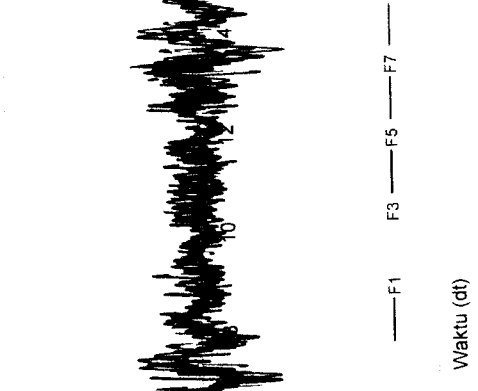
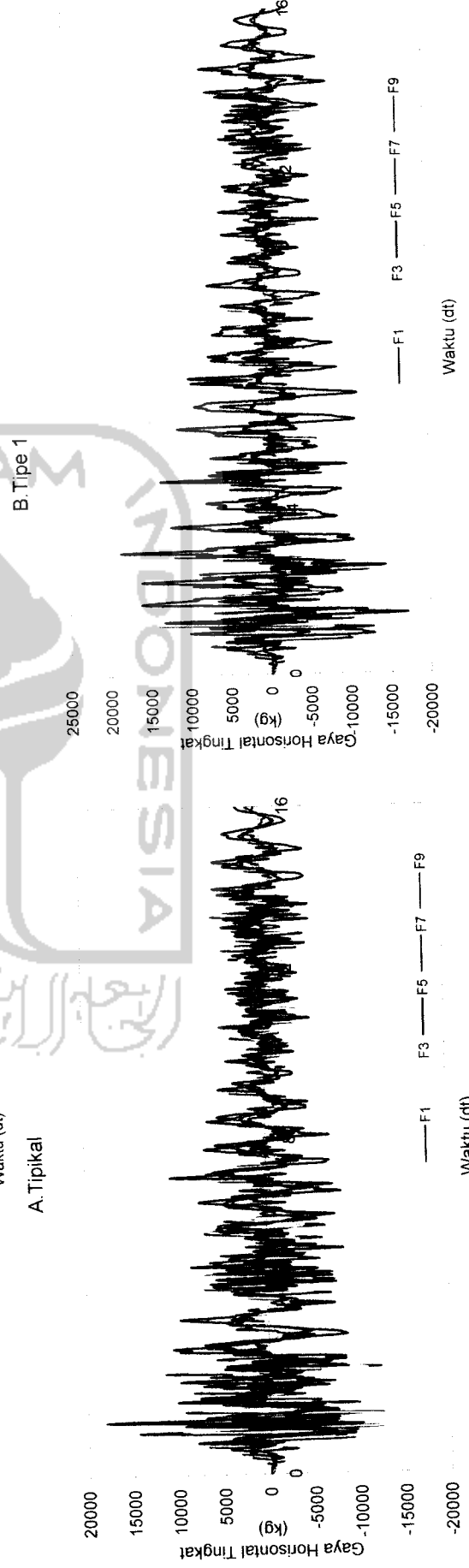
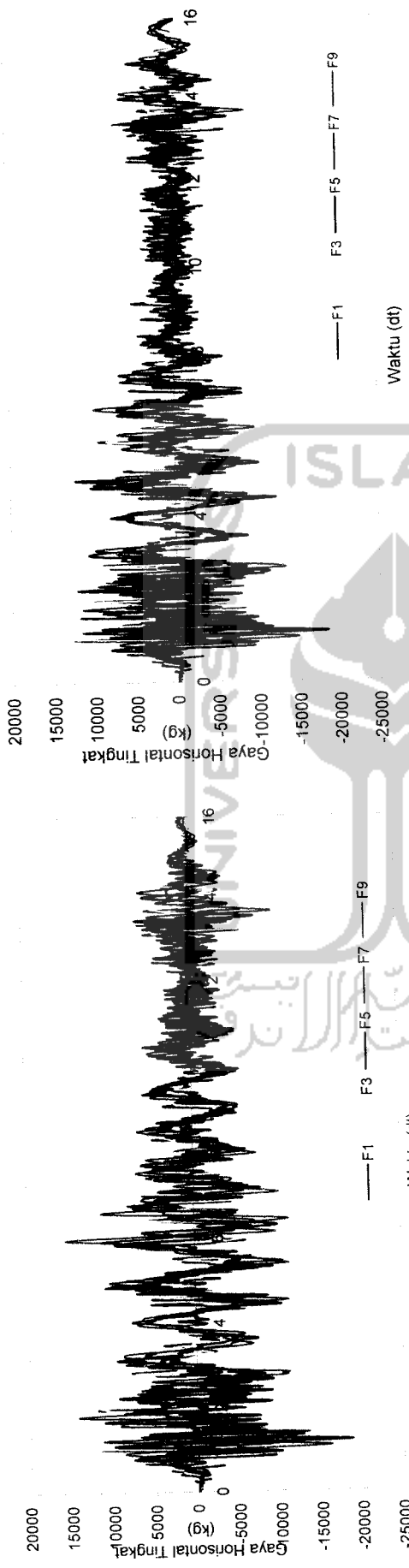


D. Tipe 4

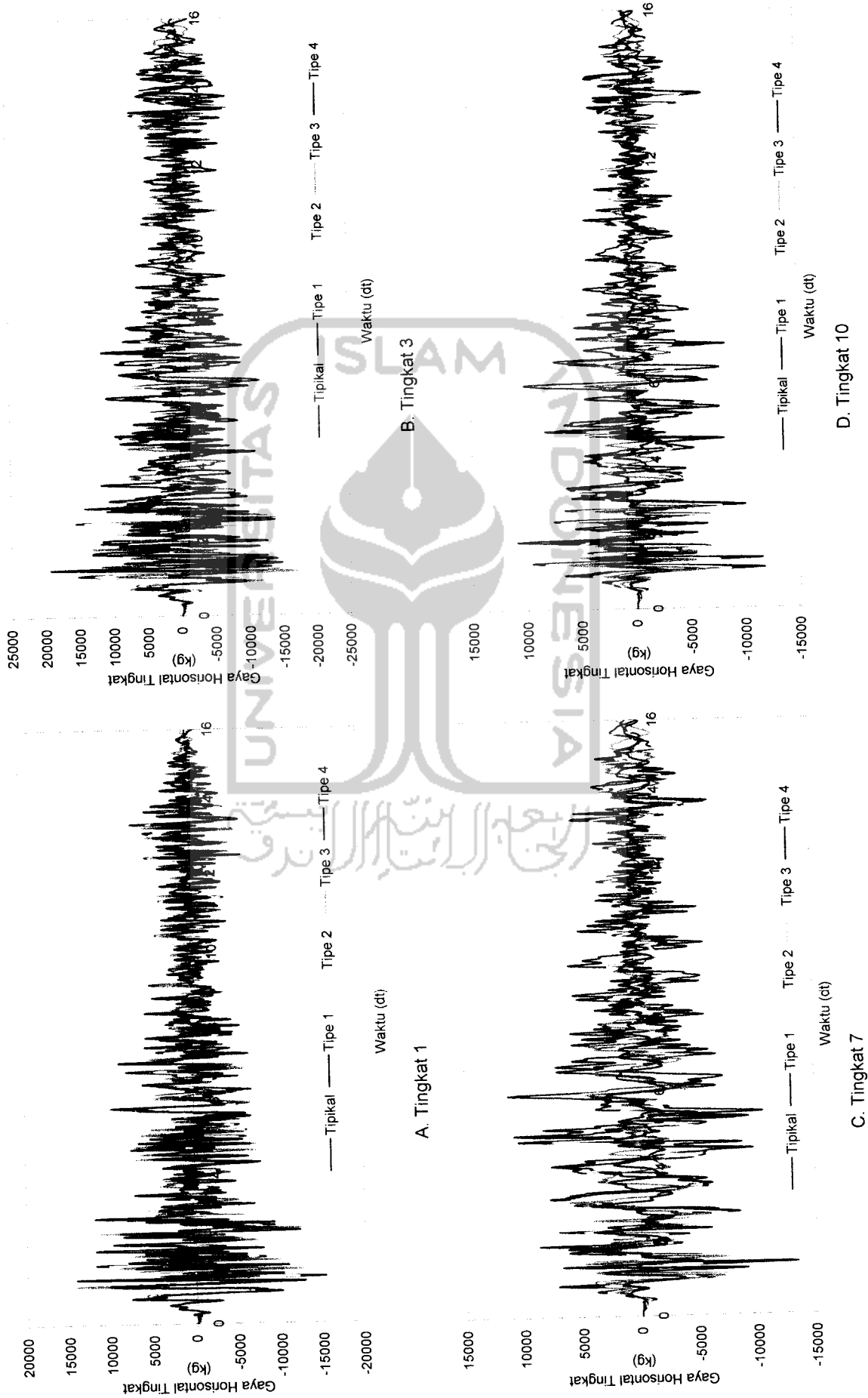
Gambar 5.63 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



**Gambar 5.64** Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest

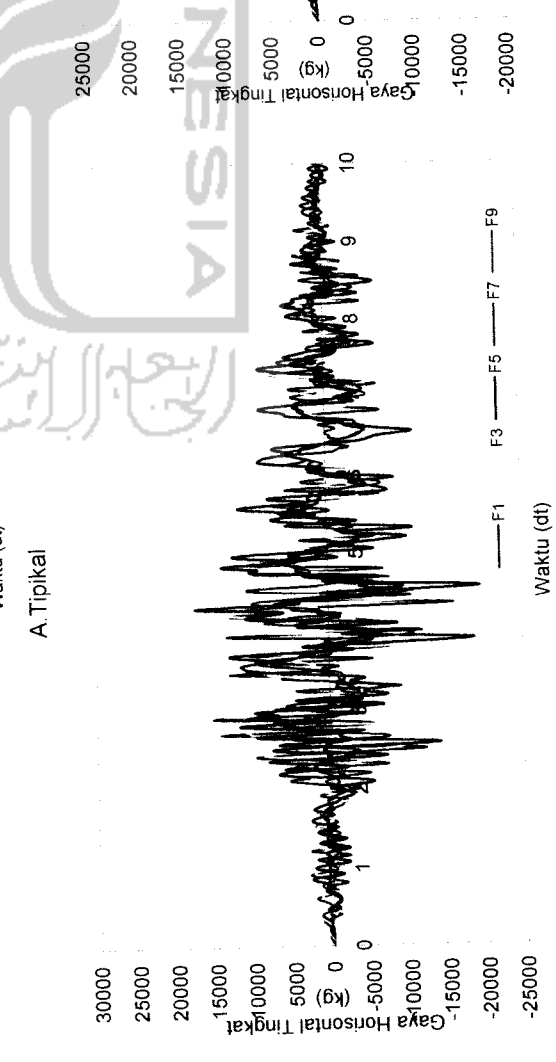
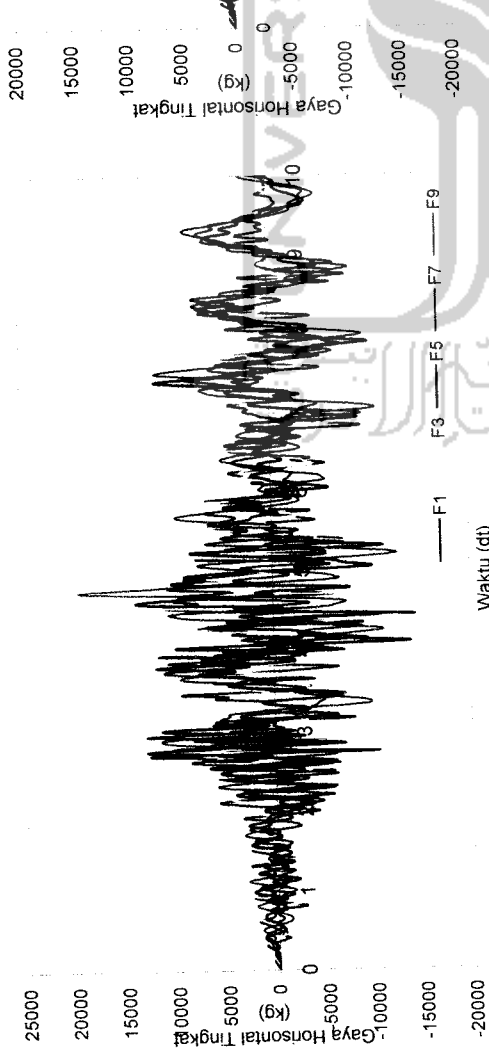
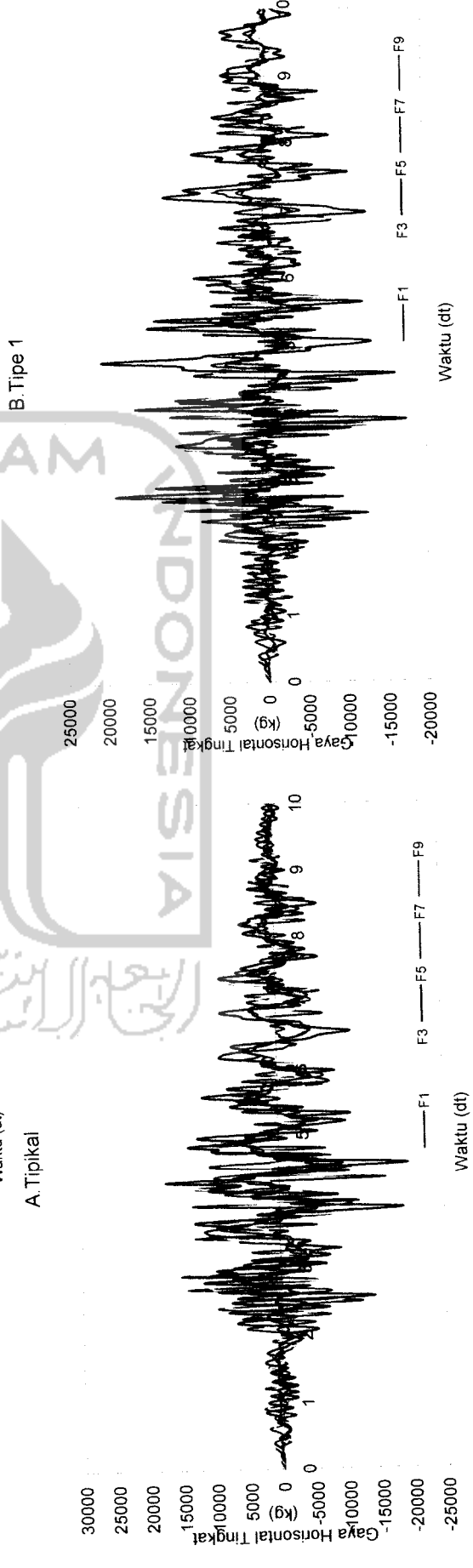
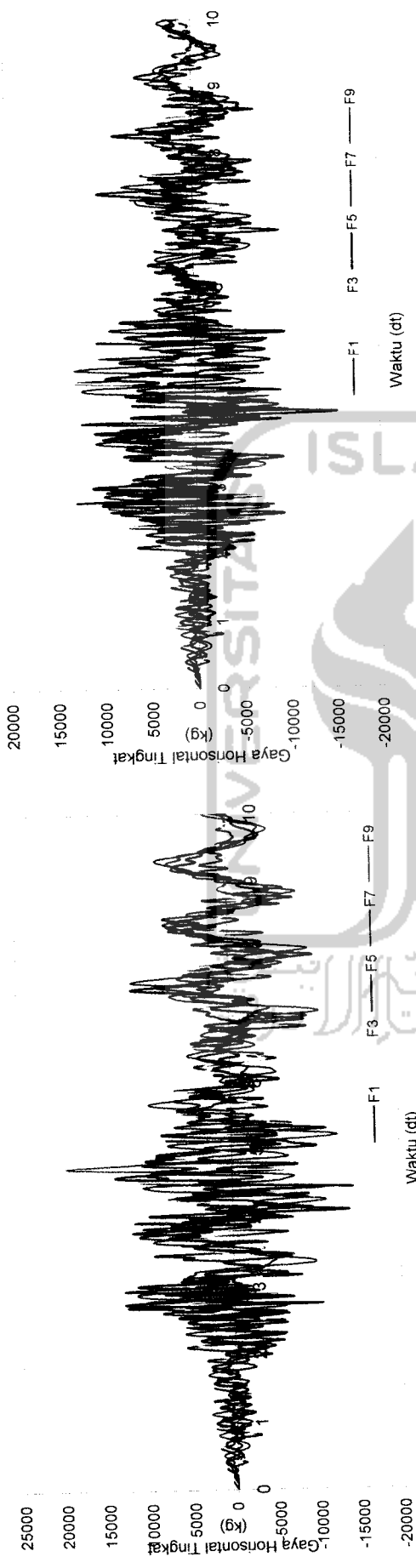


Gambar 5.65 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro

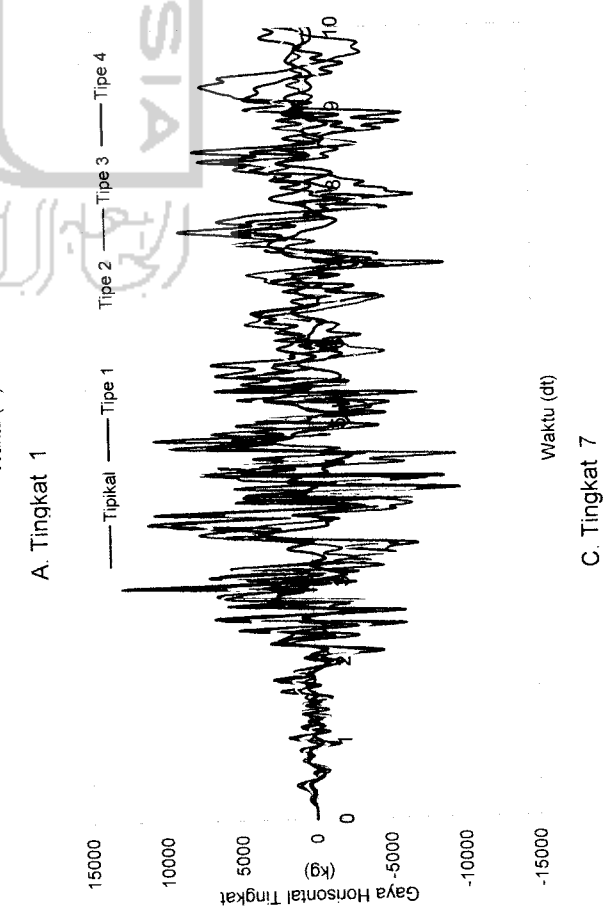
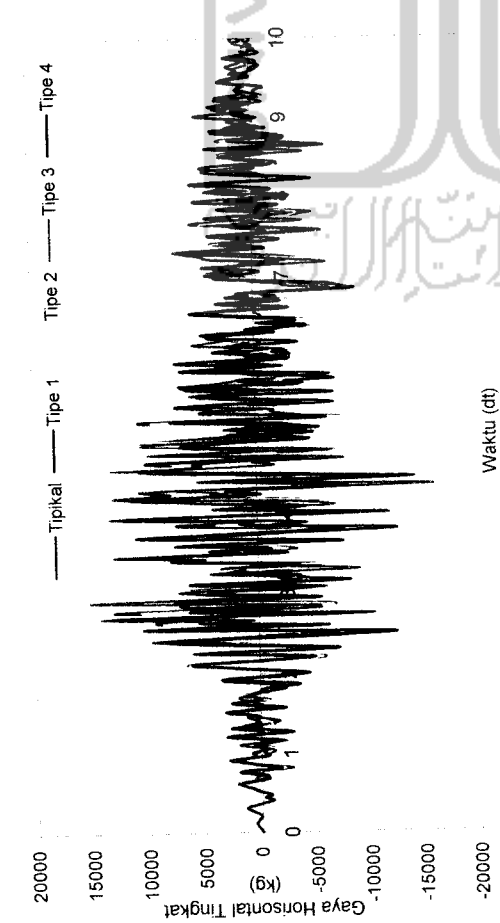
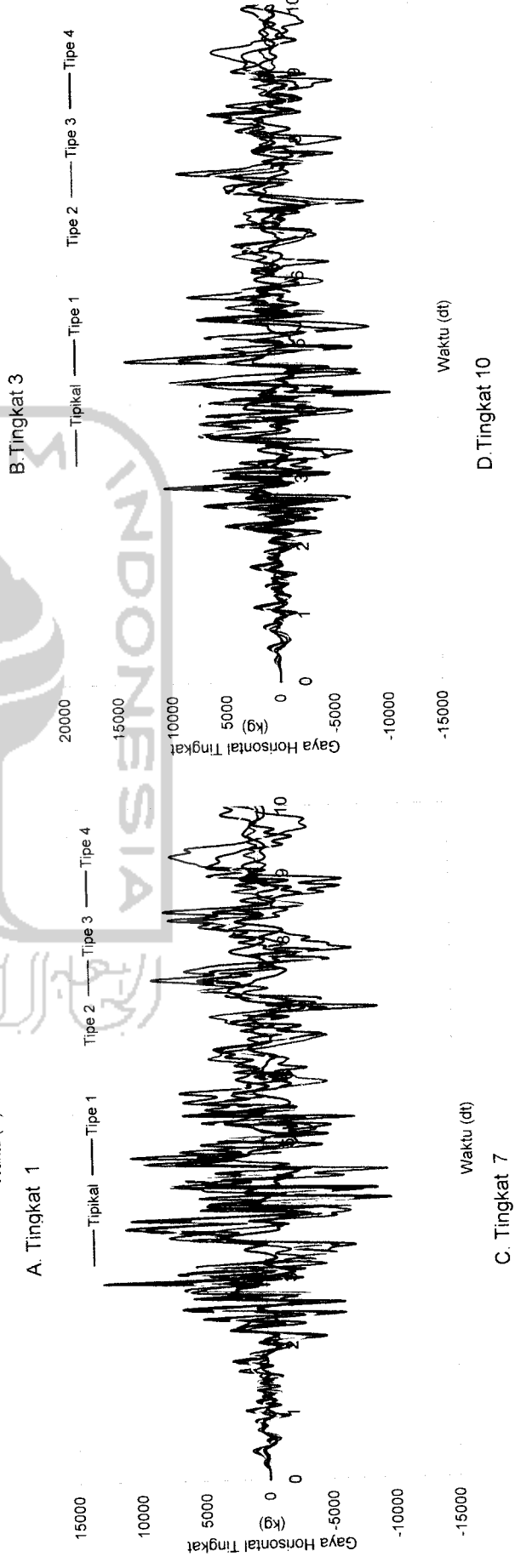
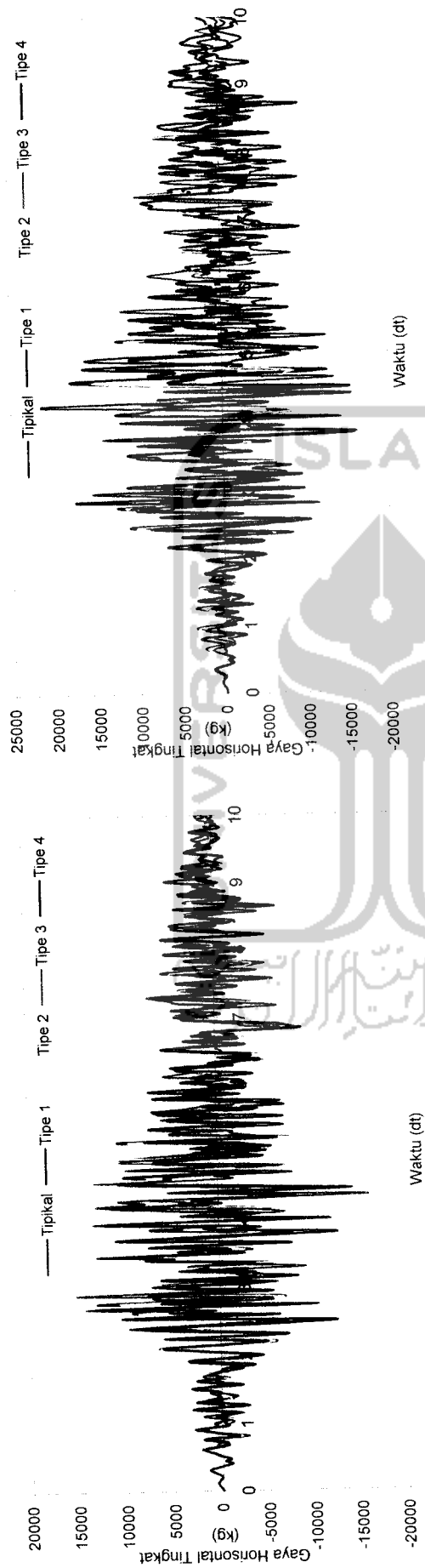


Gambar 5.66 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro

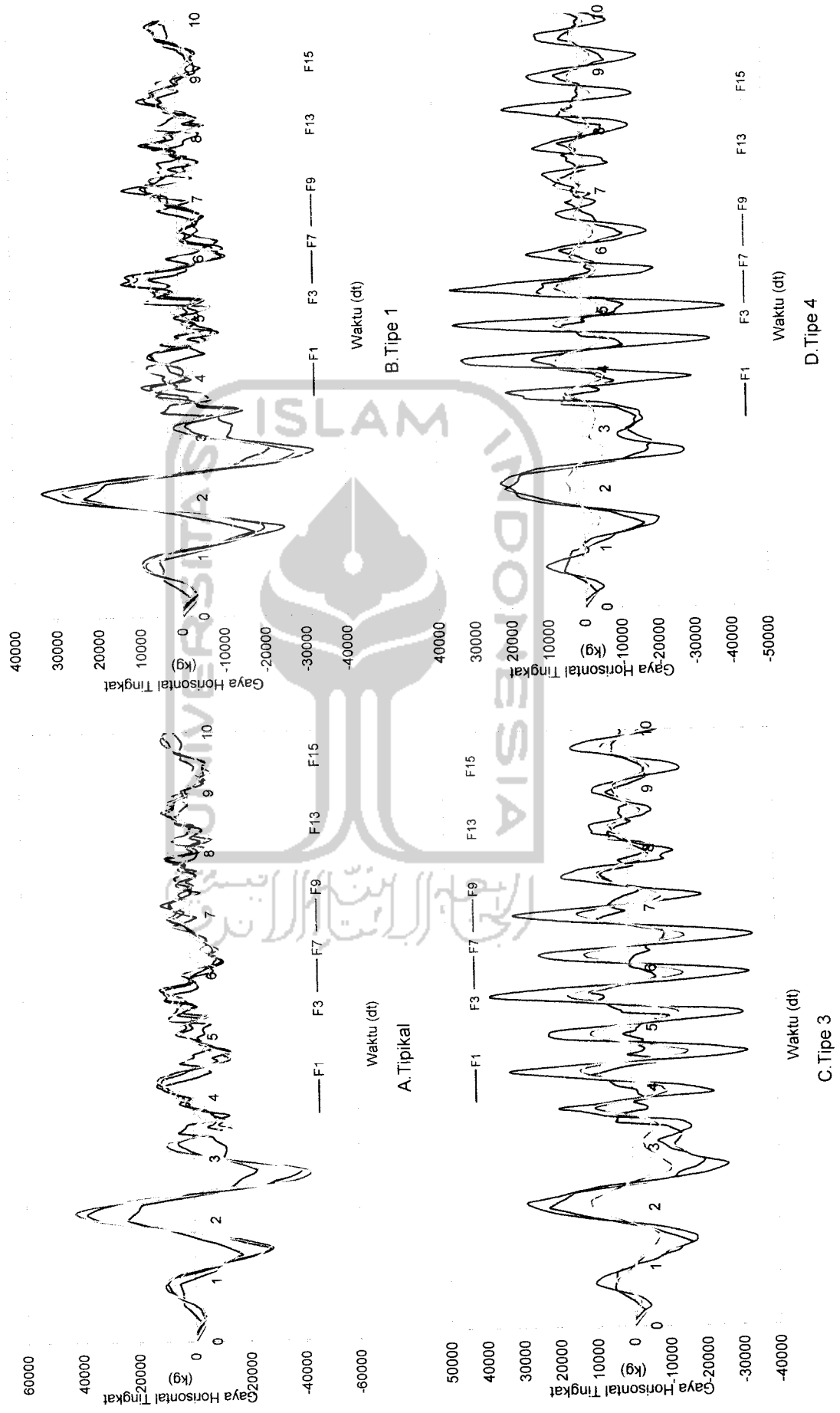




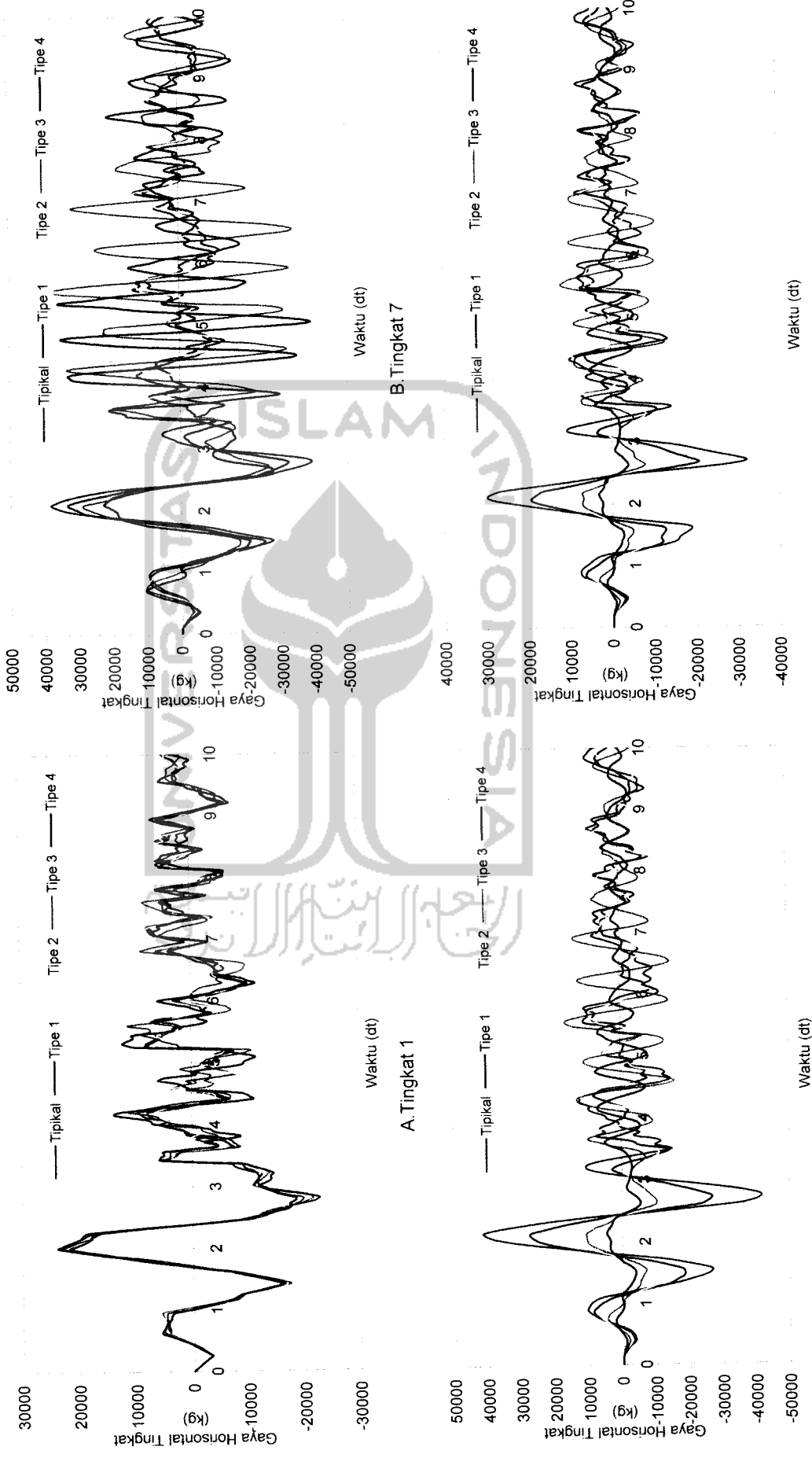
Gambar 5.67 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



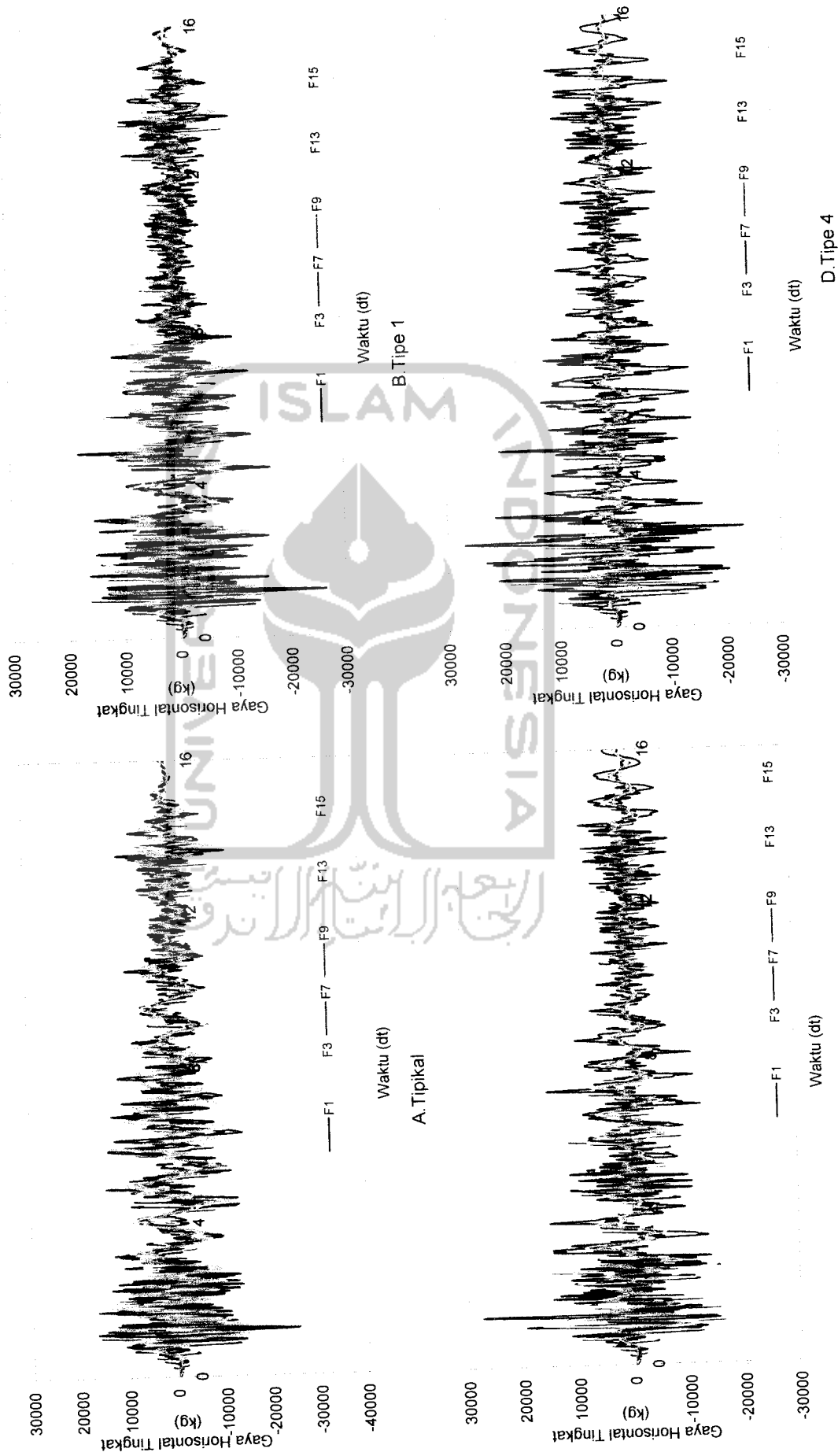
**Gambar 5.68** Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



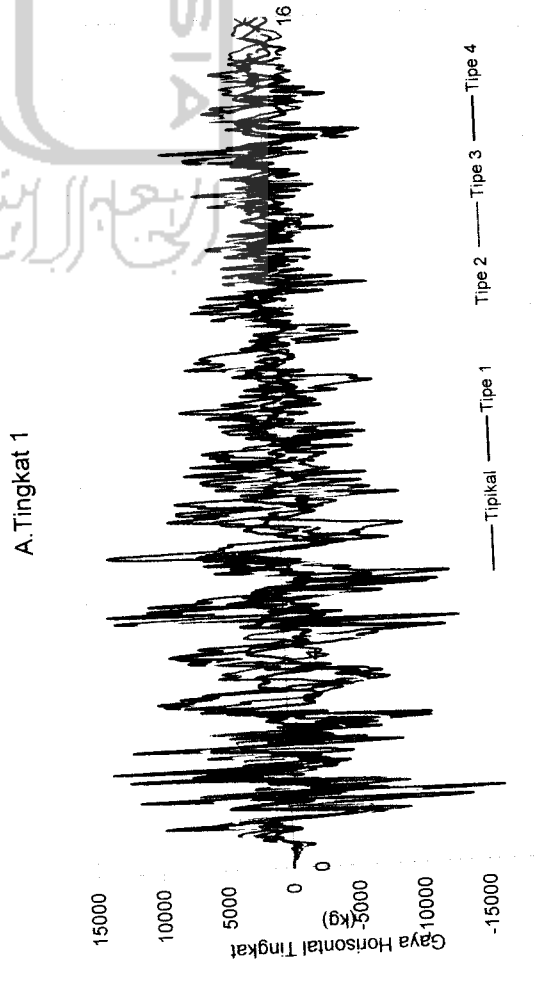
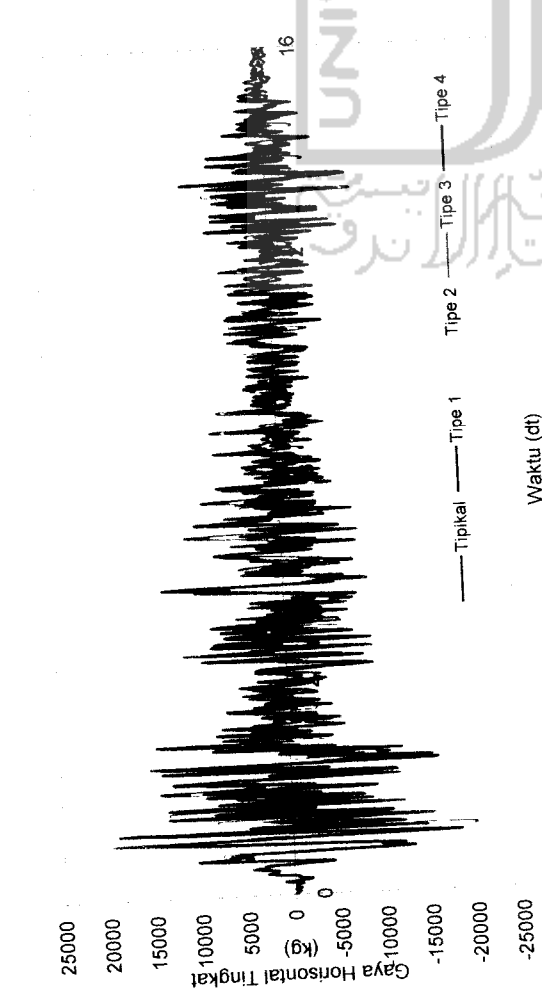
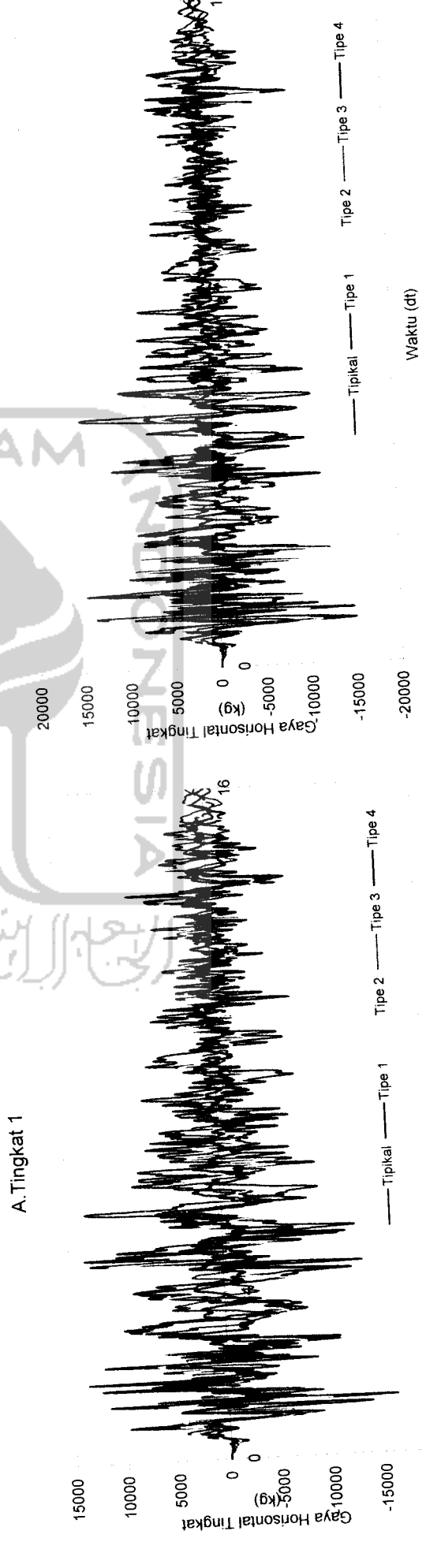
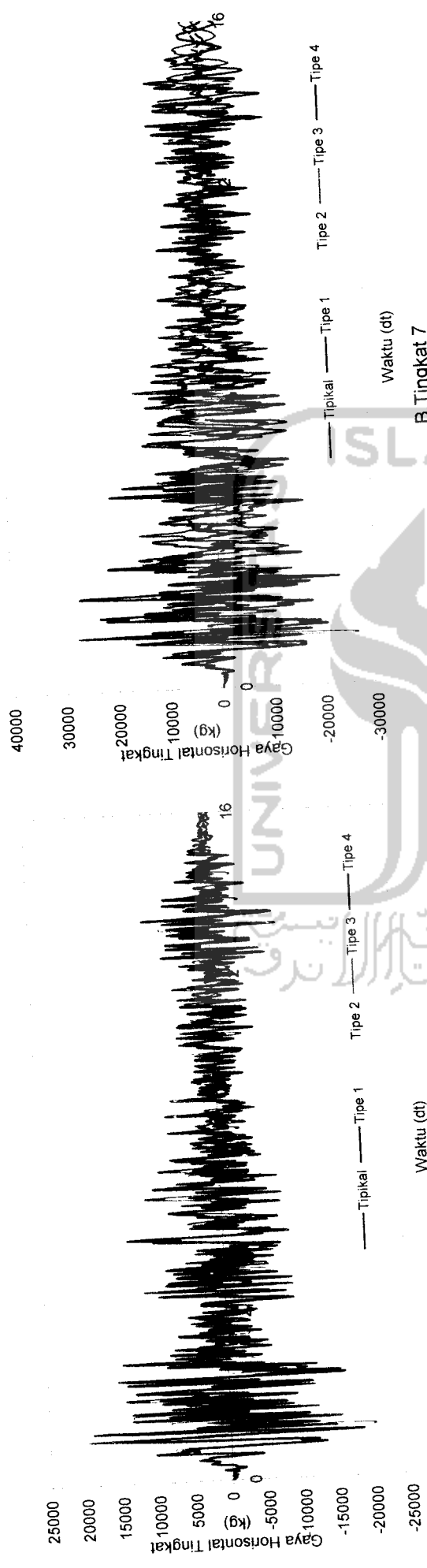
Gambar 5.69 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



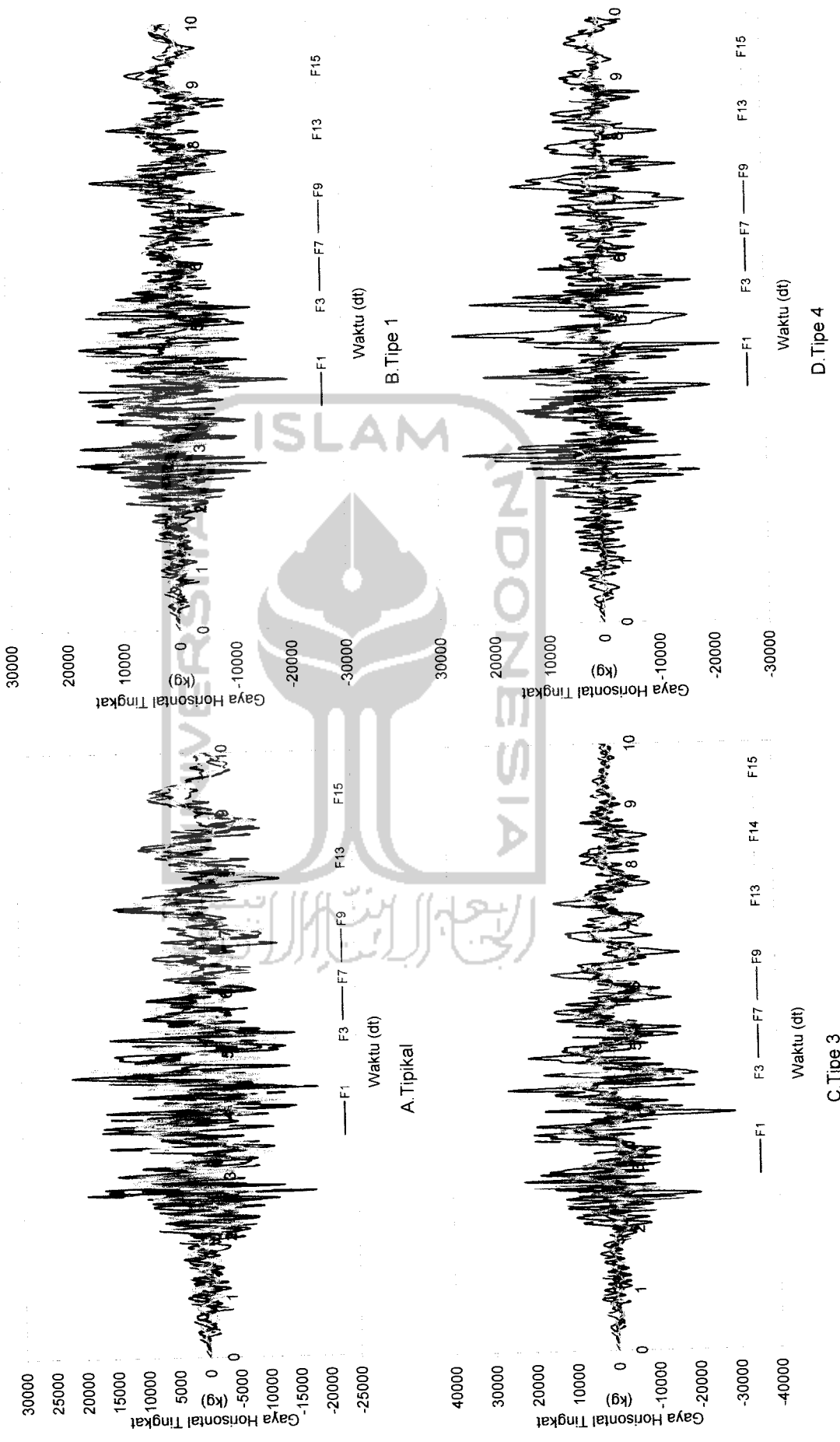
Gambar 5.70 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



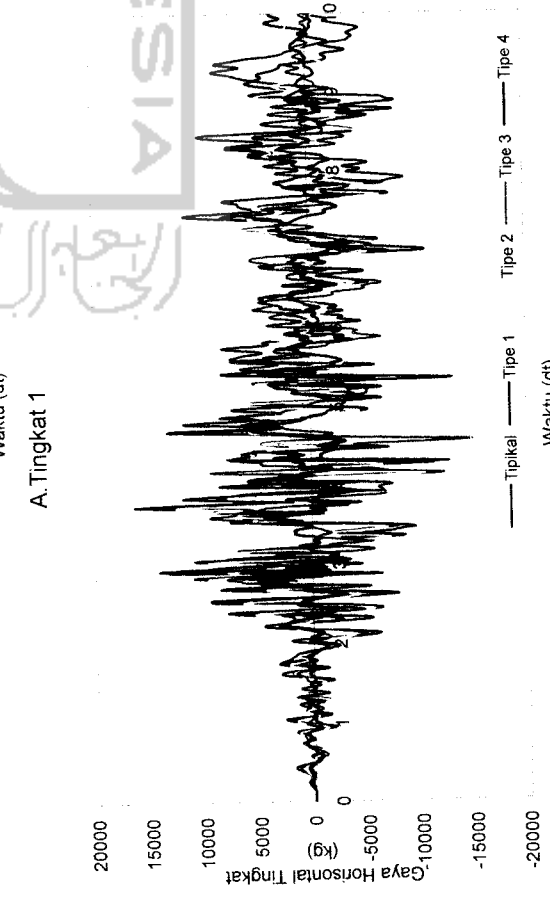
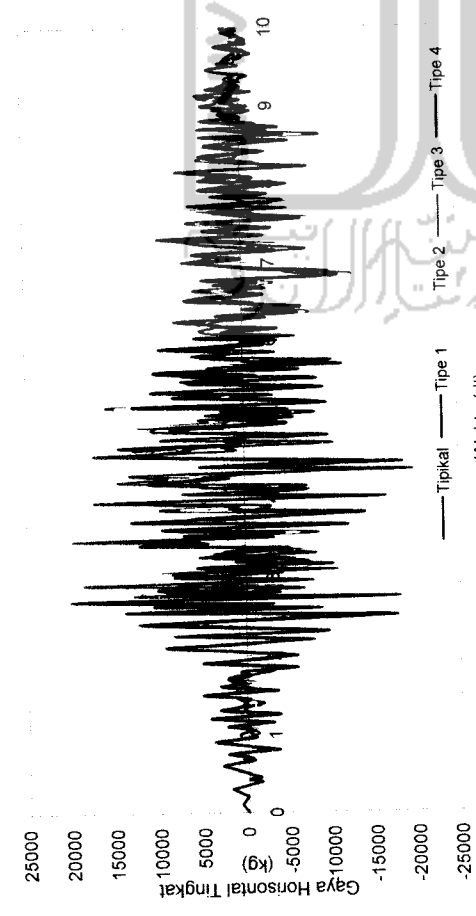
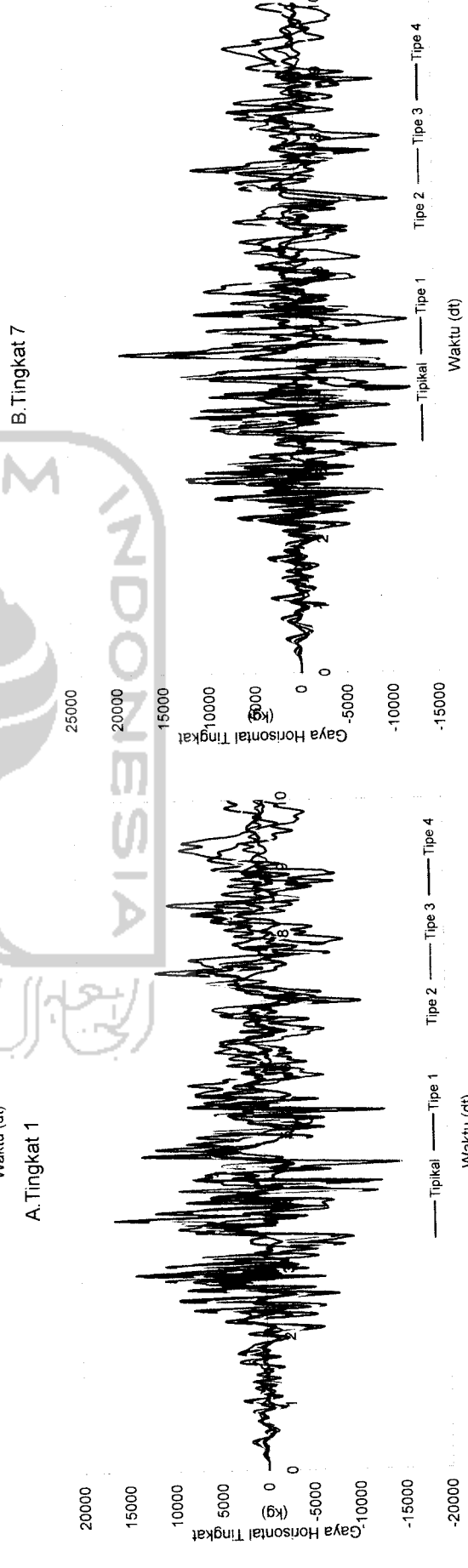
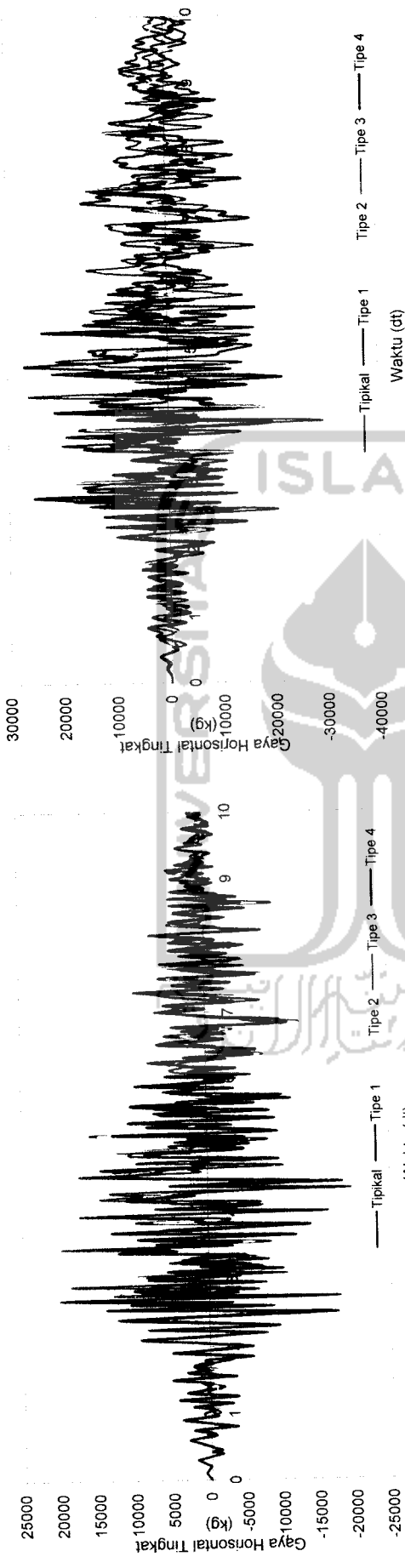
Gambar 5.71 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro



Gambar 5.72 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro

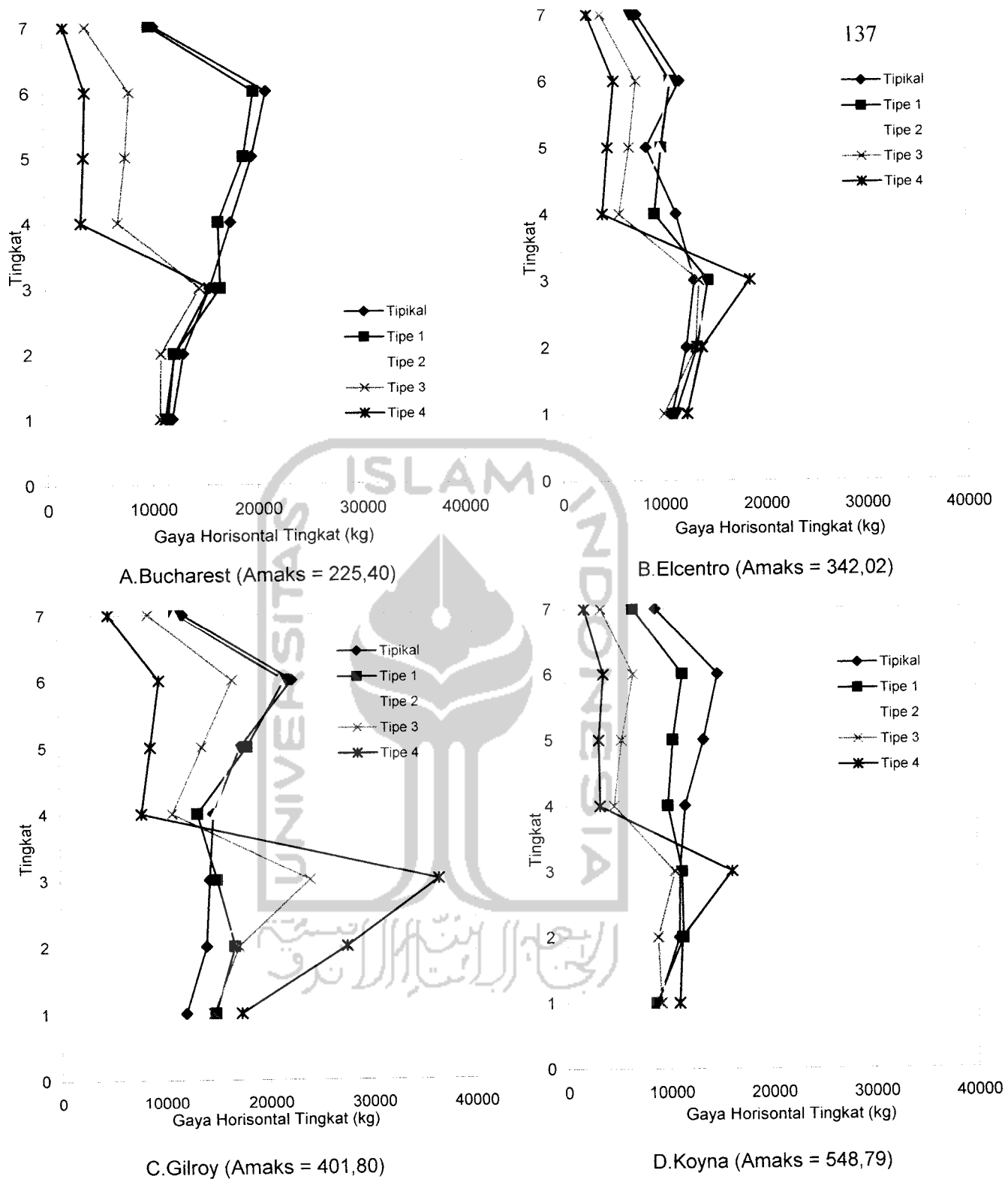


Gambar 5.73 Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



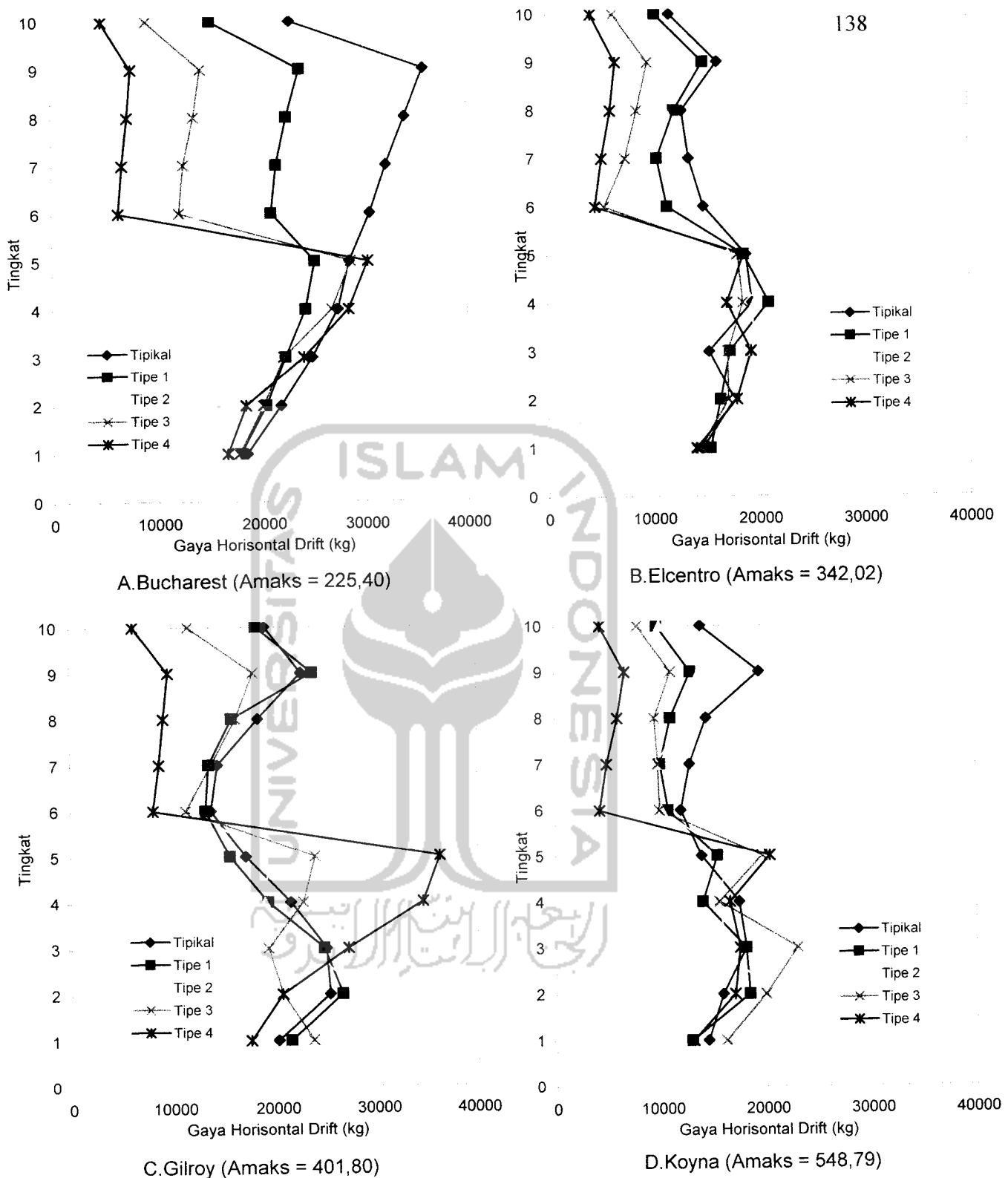
Gambar 5.74 Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyona





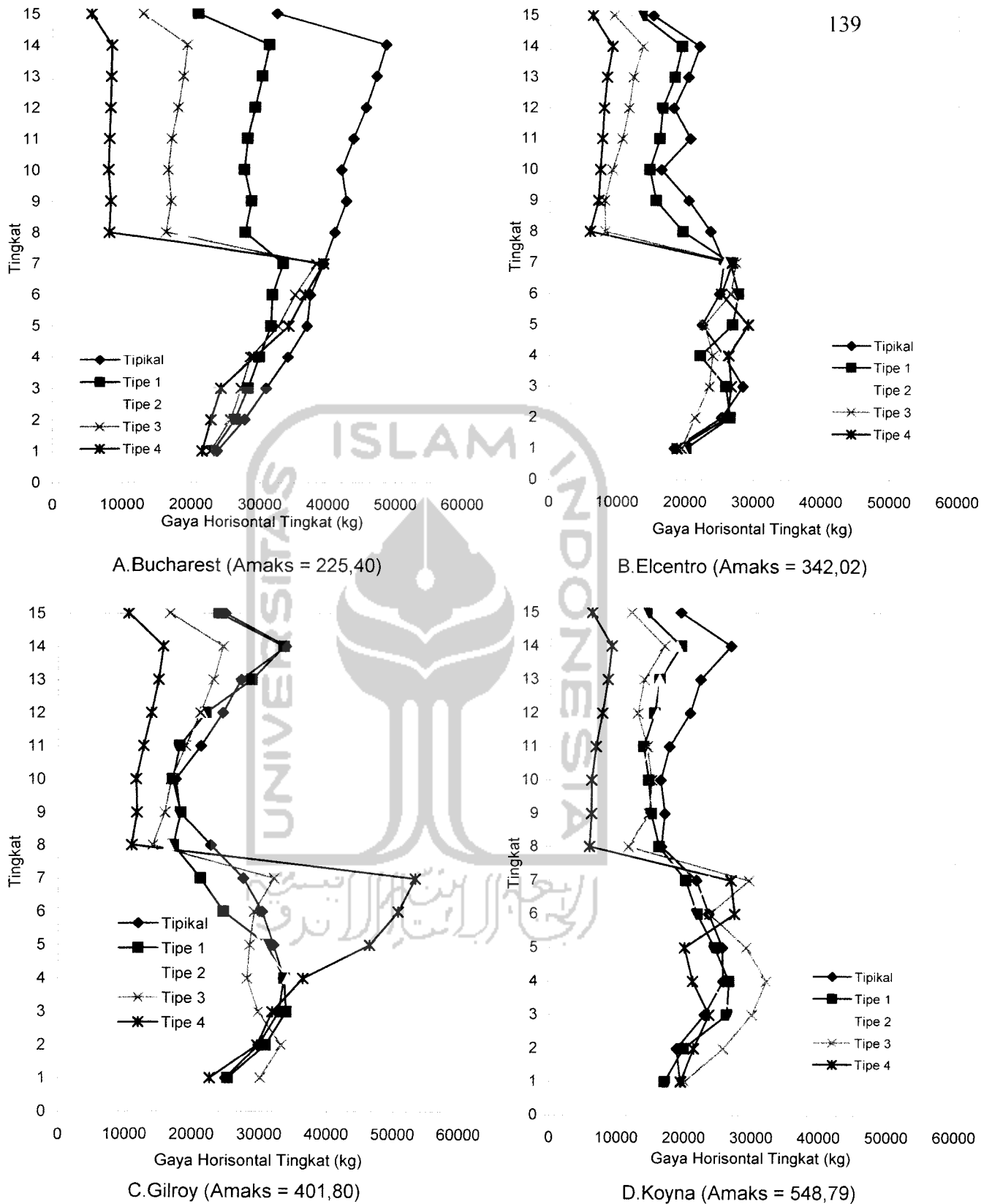
**Gambar 5.75** Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat 4 Gempa

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.666949	0.610092	0.548204	0.537178	0.455375
f (cps)	1.499365	1.639097	1.82414	1.86158	2.195991



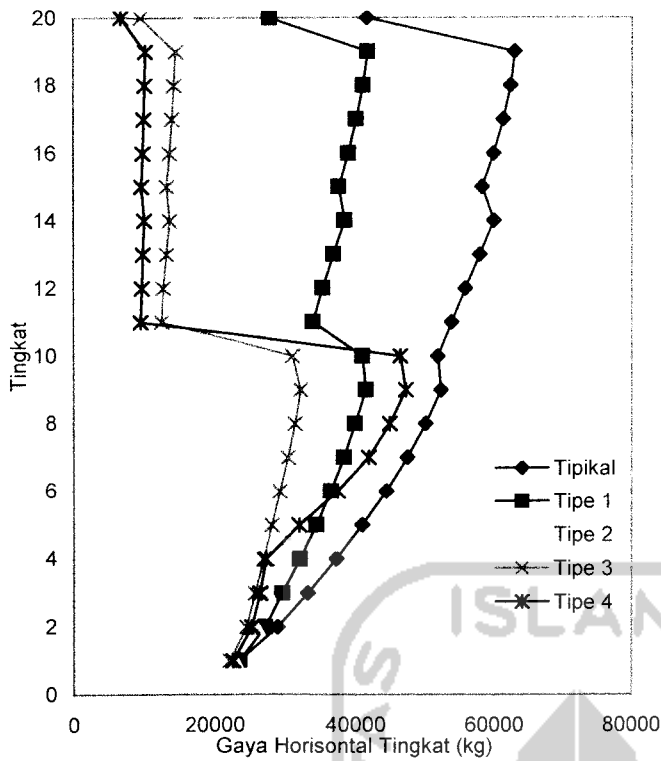
**Gambar 5.76** Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat 4 Gempa

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.903446	0.831357	0.753848	0.670392	0.581967
f (cps)	1.106873	1.202853	1.326527	1.491665	1.71831

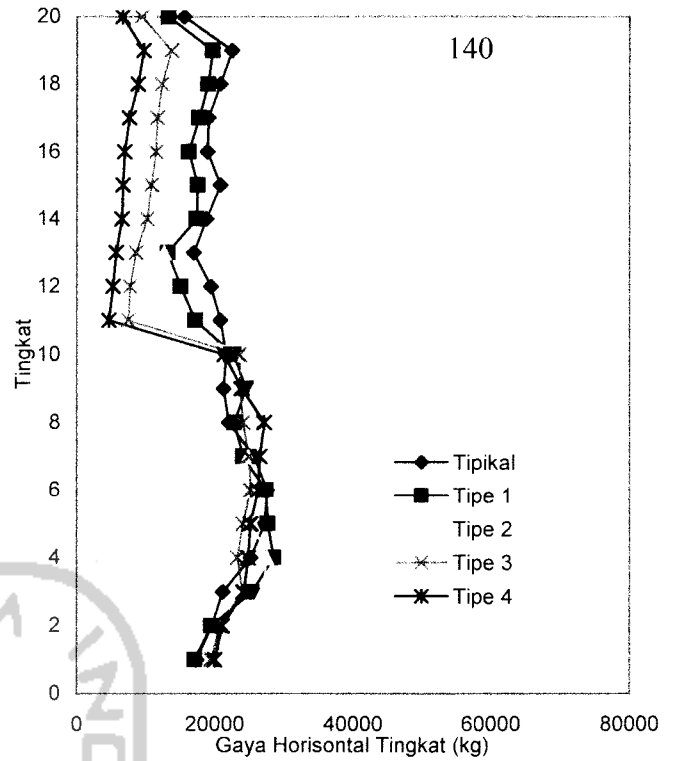


**Gambar 5.77** Gaya Horisontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat 4 Gempa

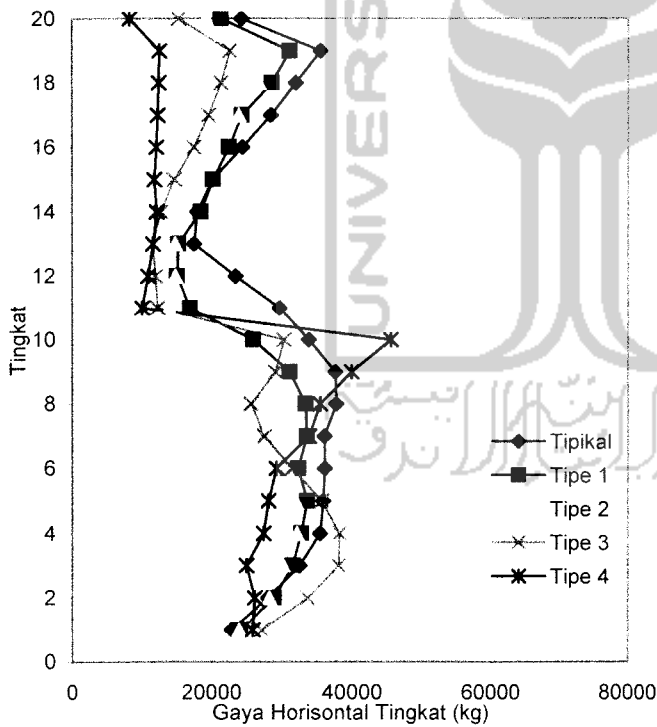
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.918089	0.840747	0.756681	0.664763	0.565592
f (cps)	1.089219	1.189418	1.321561	1.504295	1.768058



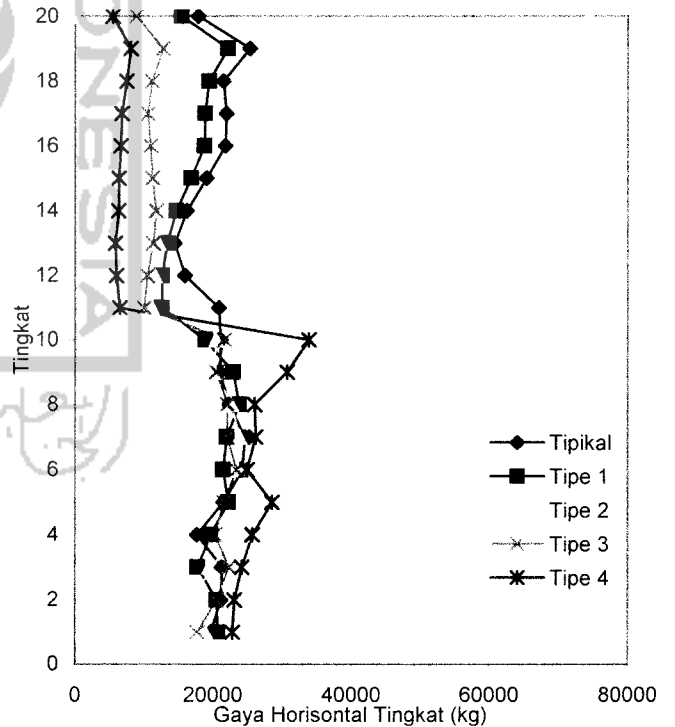
A. Bucharrest (Amaks = 225,40)



B. Elcentro (Amaks = 342,02)



C. Gilroy (Amaks = 401,80)



D. Koyrna (Amaks = 548,79)

Gambar 5.78 Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat 4 Gempa

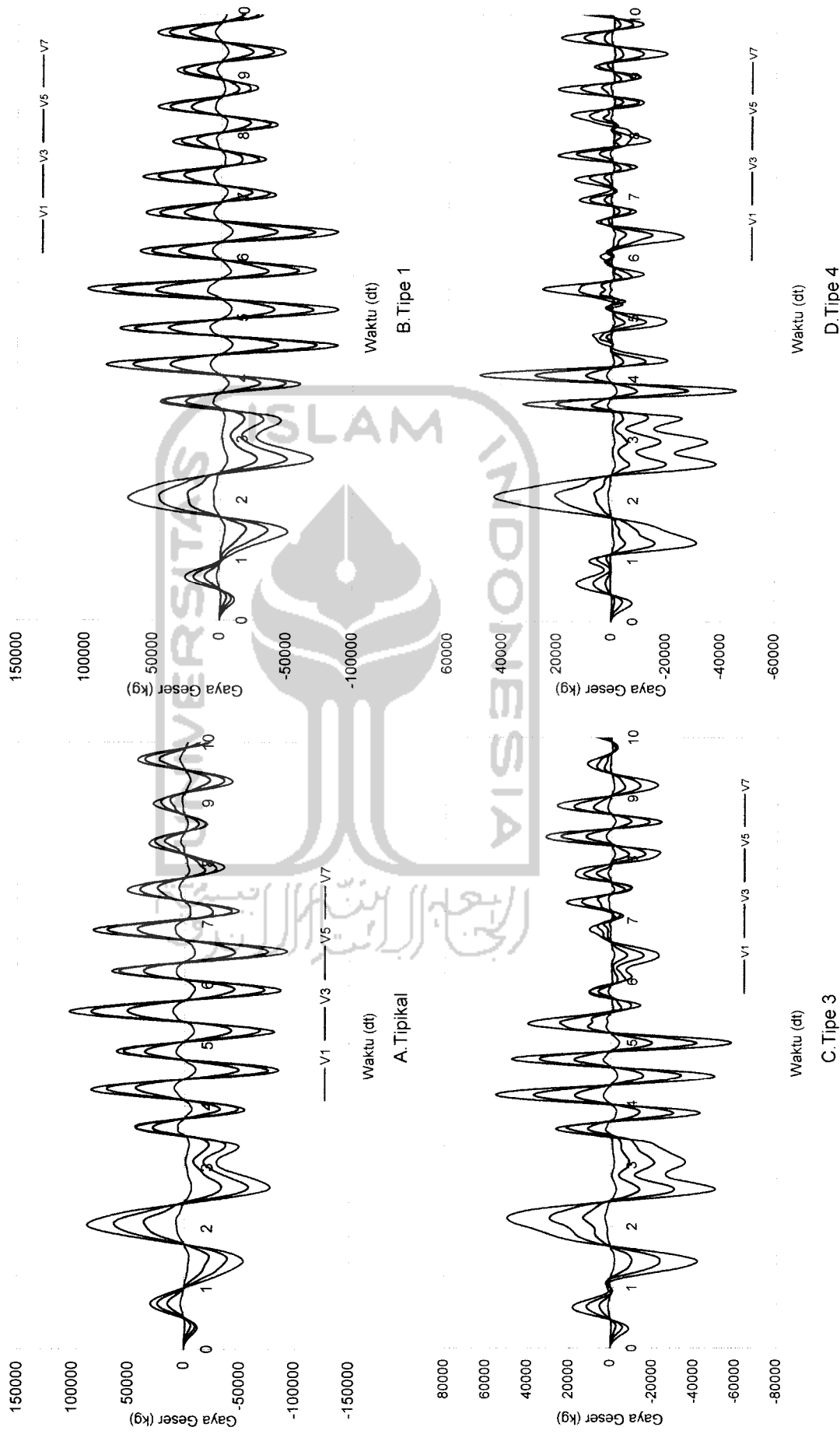
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	1.00555	0.924284	0.836202	0.741184	0.639789
f (cps)	0.994481	1.081918	1.195883	1.349192	1.563016

### 5.3.5 Gaya Geser Tingkat

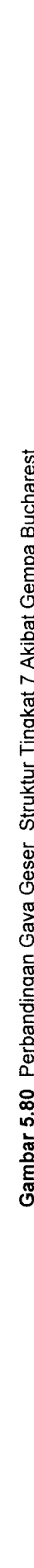
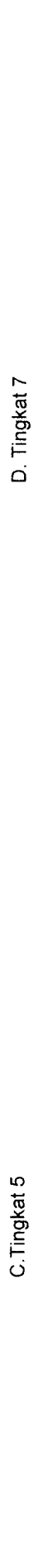
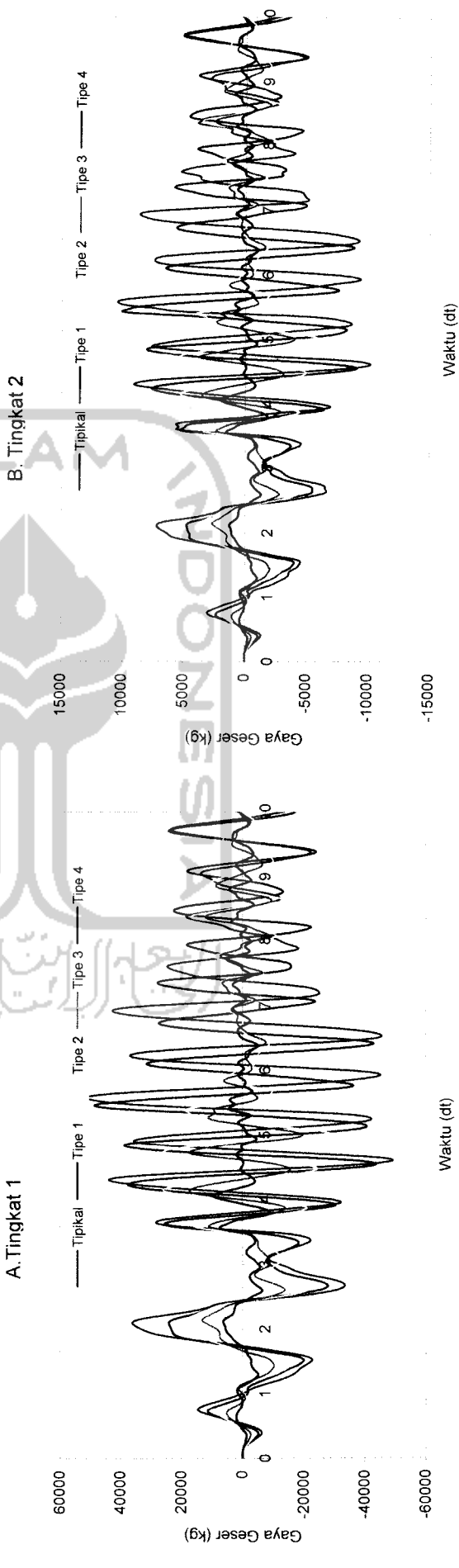
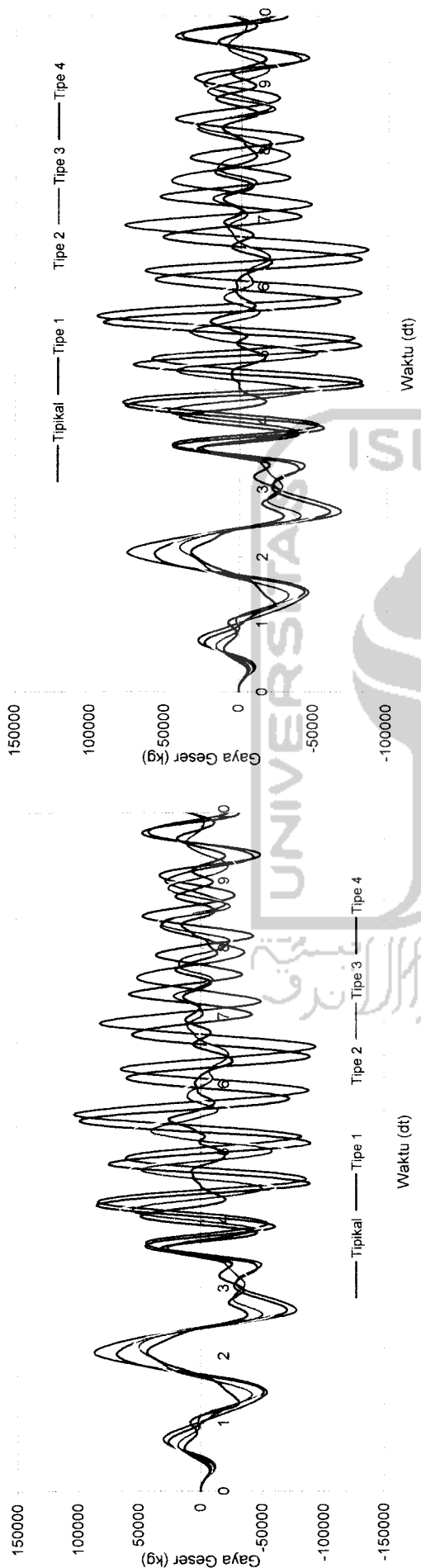
Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai *Gaya Geser* dari struktur tingkat 7, 10, 15, 20 dengan 4 variasi gempa pada **Gambar 5.79** sampai dengan **Gambar 5.100**. Dengan memperhatikan gambar yang disajikan tampak bahwa *Gaya Geser* yang dinormalisasi menunjukkan *Gaya Geser* akibat gempa Bucharest mempunyai nilai terbesar. Ini disebabkan Amaks gempa Bucharest mendekati nilai 0,2g sehingga skala gempa mendekati 1. *Gaya Geser* semakin ke atas nilainya semakin kecil

Nilai *Gaya Geser* akan semakin mengecil pada tingkat dimana ada pengurangan massa dan kekakuan secara horisontal (setback horisontal). Hal itu disebabkan karena *Gaya Geser* adalah penjumlahan dari gaya horizontal tingkat, jika gaya horizontal semakin mengecil maka nilai *Gaya Geser* juga ikut mengecil.. Namun, pada gempa Elcentro dan Gilroy nilai *Gaya Geser* sangat fluktuatif itu karena perbedaan periode (T). Nilai *Gaya Geser* akibat gempa Koyna nilainya semakin rapat ini dikarenakan gempa koyna merupakan gempa dengan frekuensi.

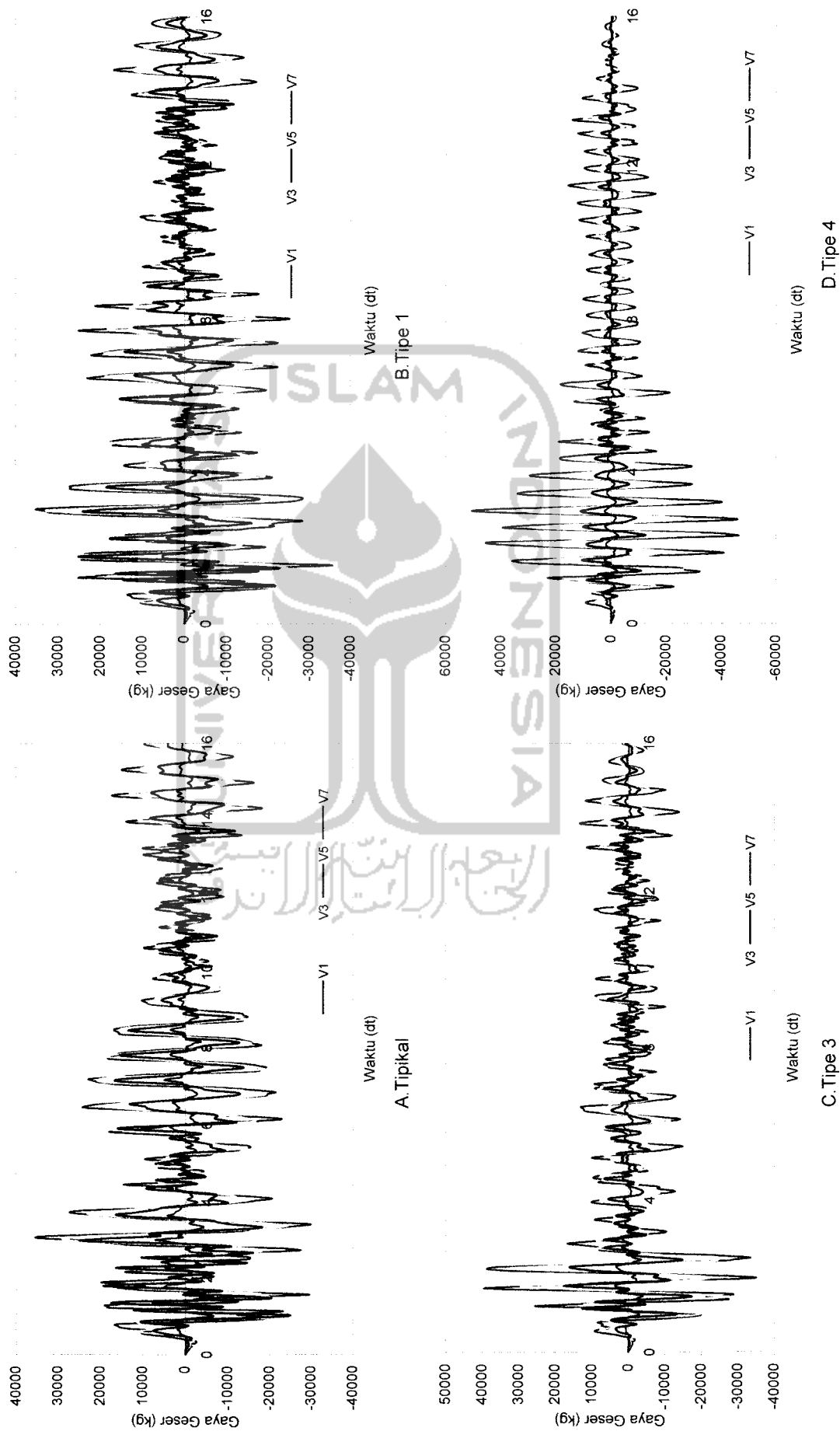
Pada struktur setback horisontal terdapat titik belok dimana nilai dari *Gaya Geser* maksimum menjadi lebih kecil karena massa dan kekakuan berubah. Terdapat nilai yang pengurangan yang paling besar yaitu dikarenakan pengurangan akibat setback horisontal paling kritis.



Gambar 5.79 Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest

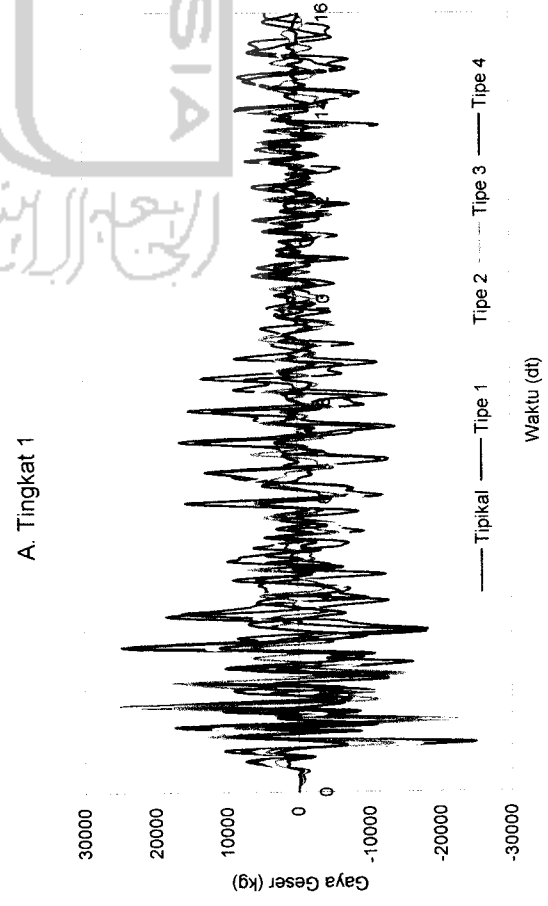
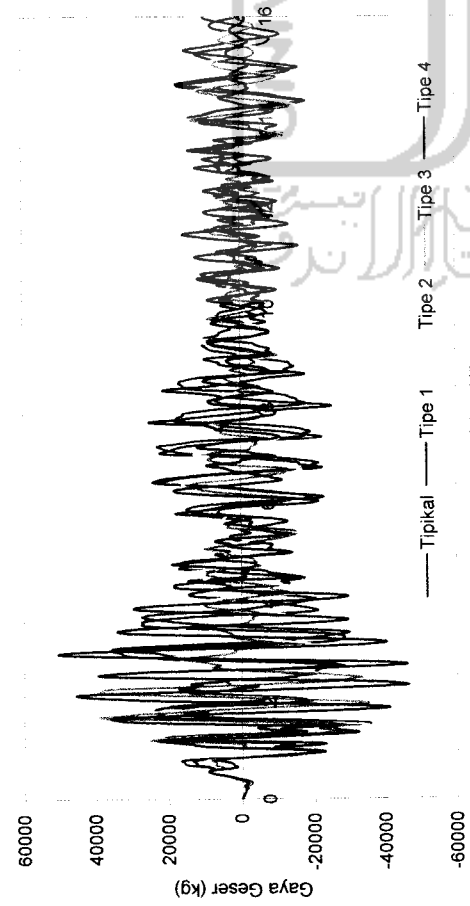
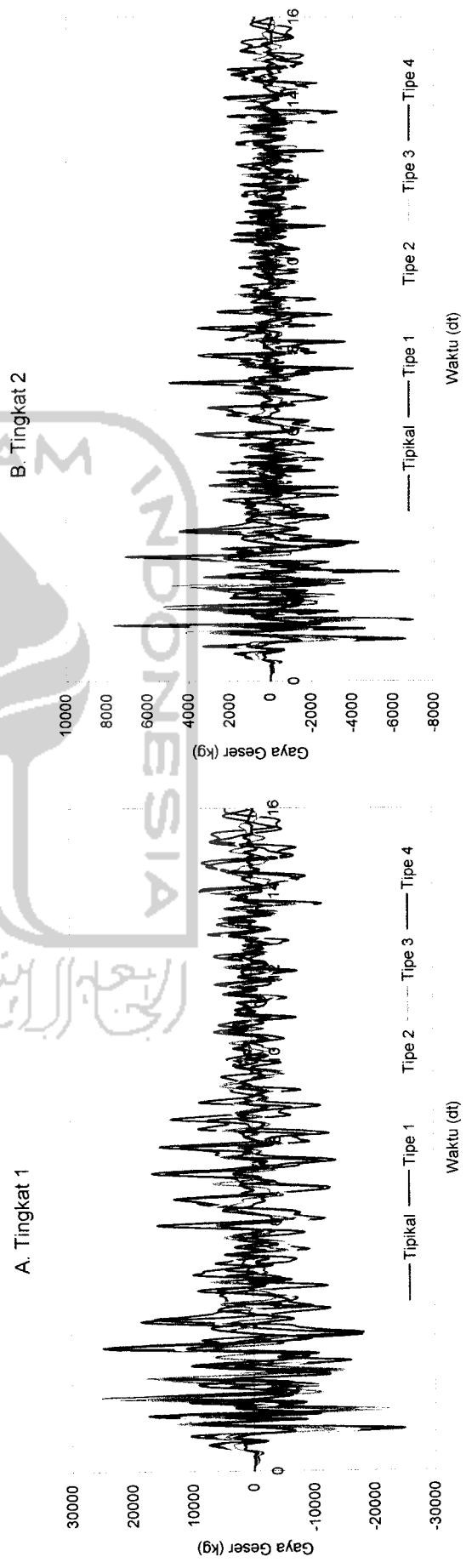
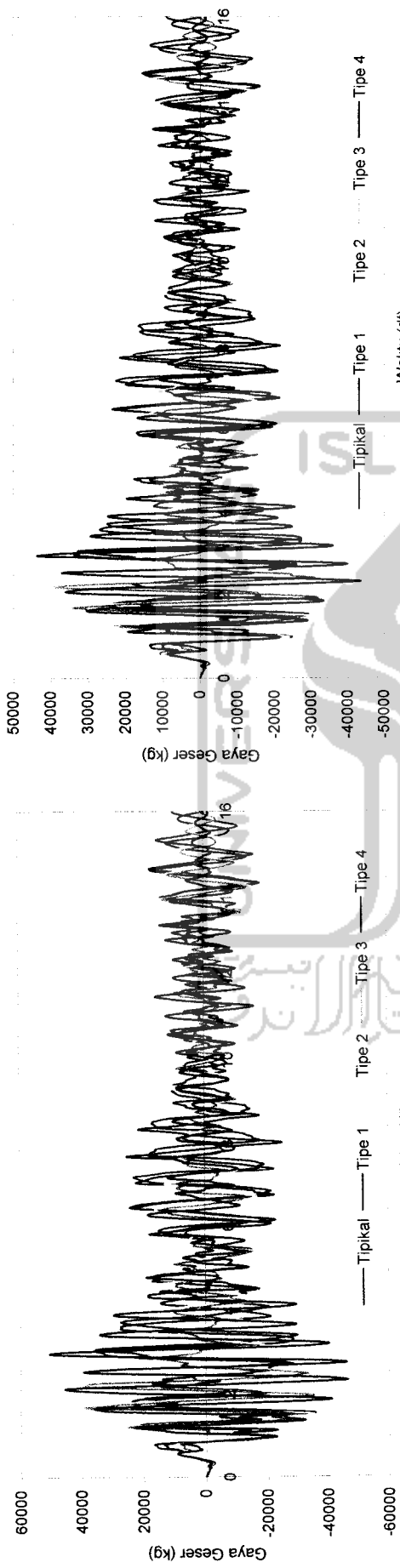


**Gambar 5.80** Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest

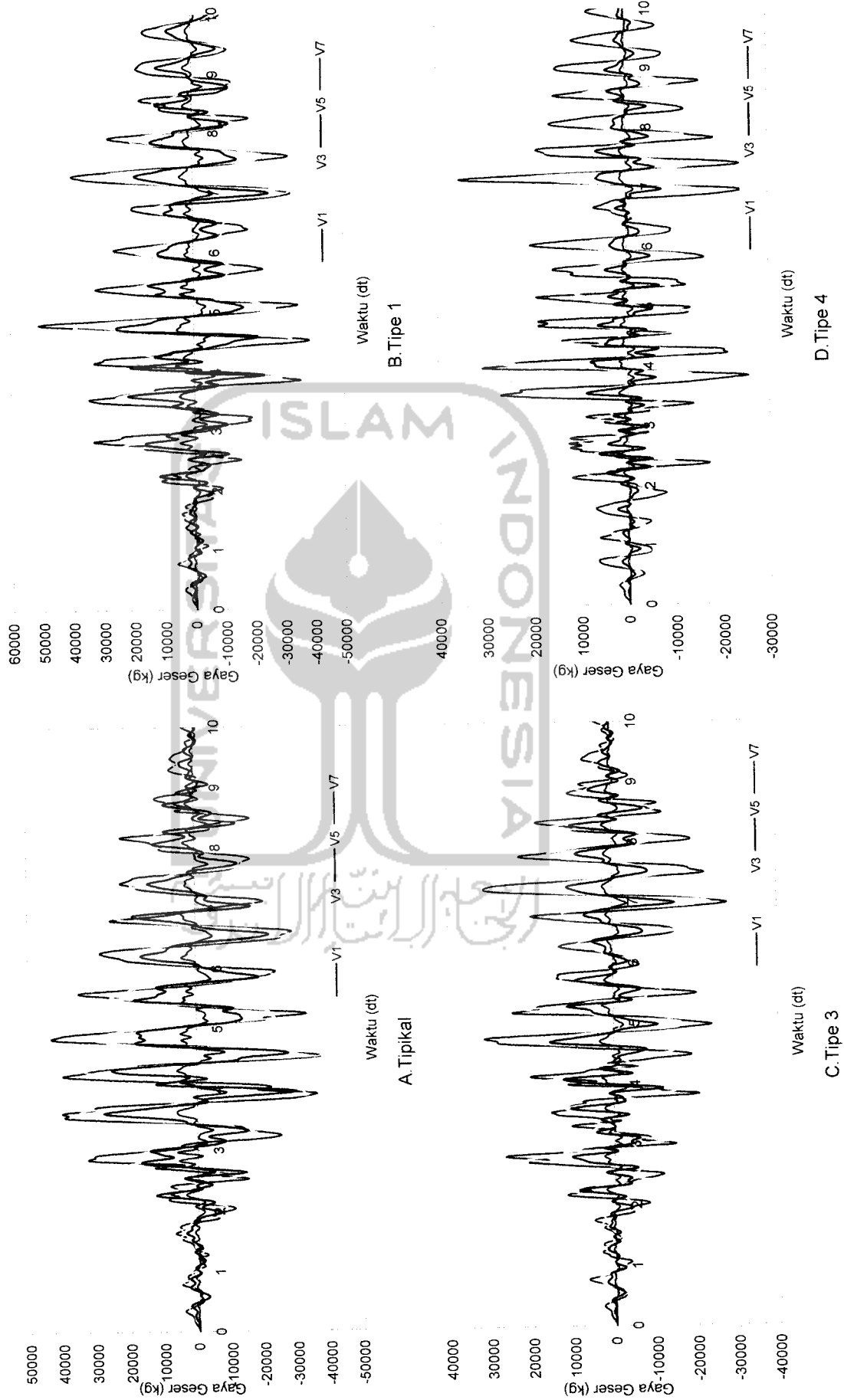


Gambar 5.81 Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Eicentro

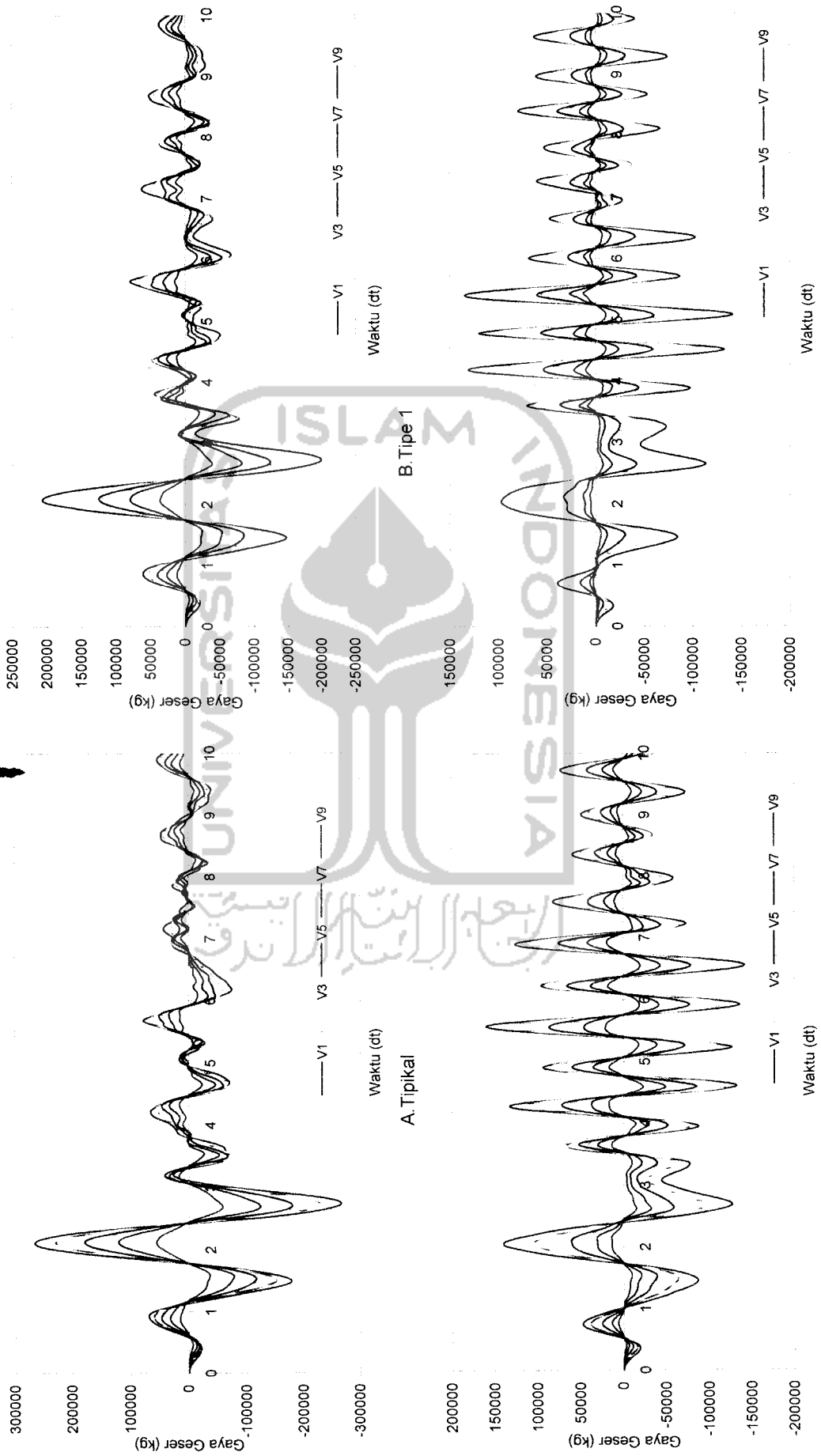




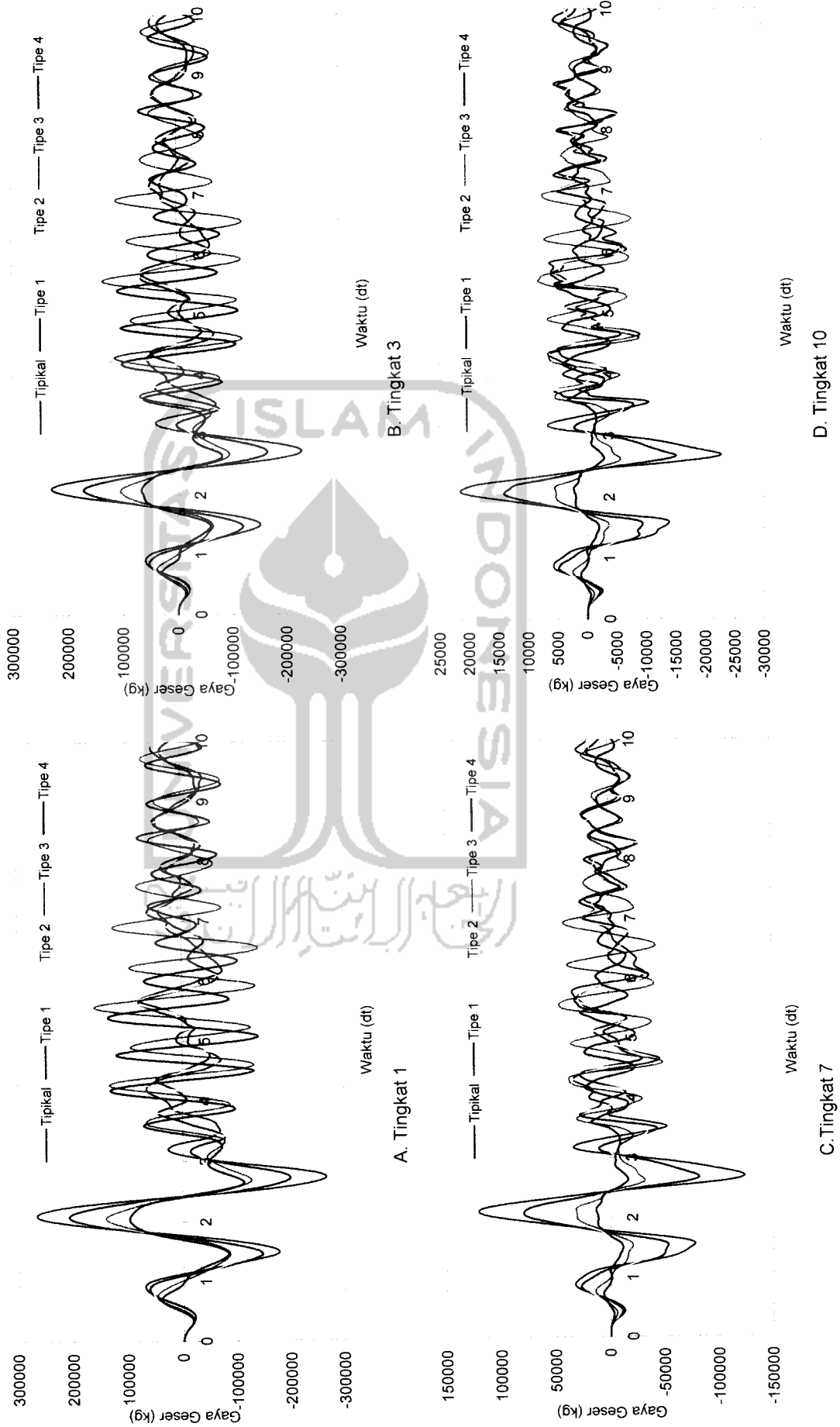
Gambar 5.82 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro



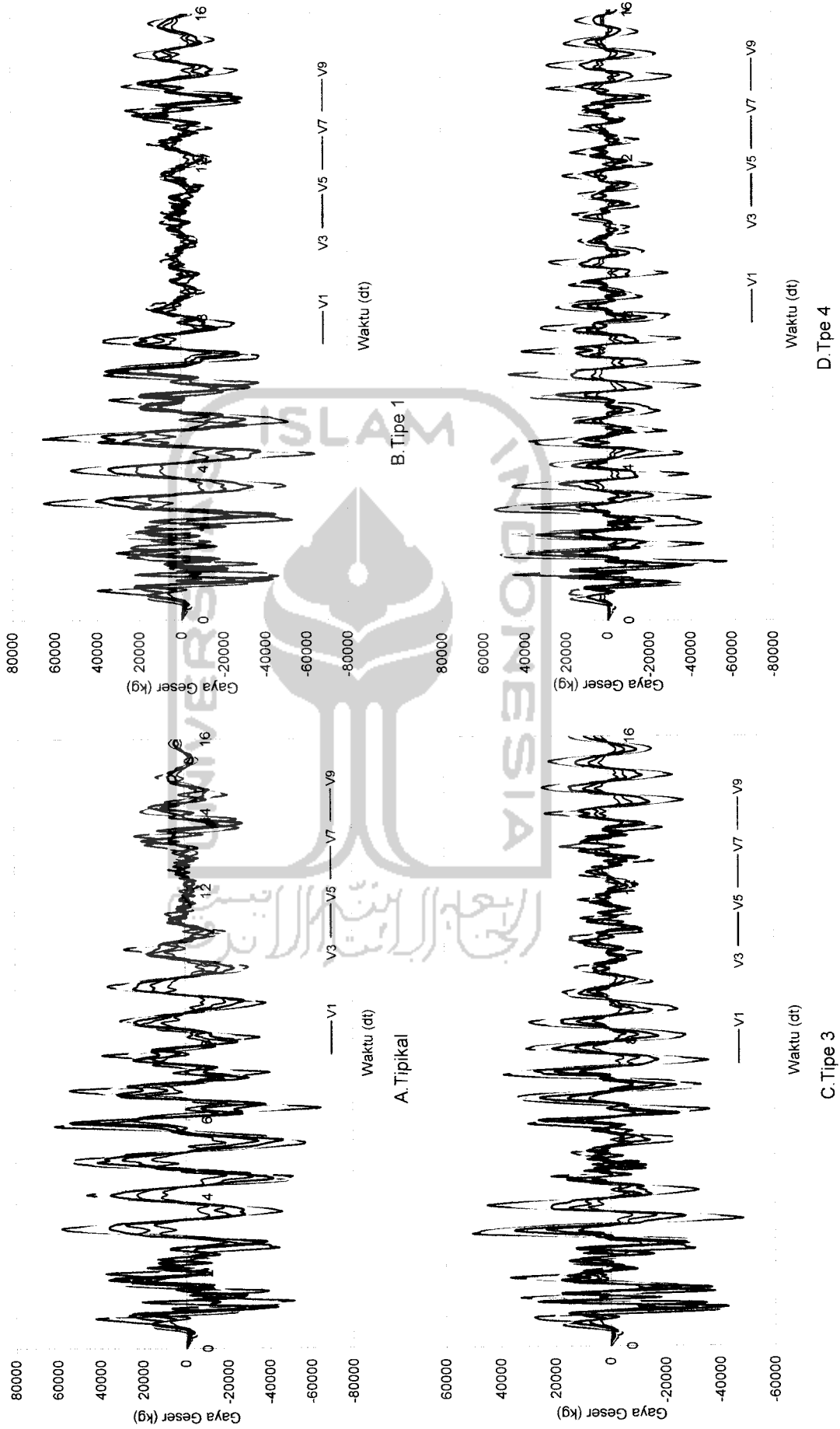
Gambar 5.83 Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



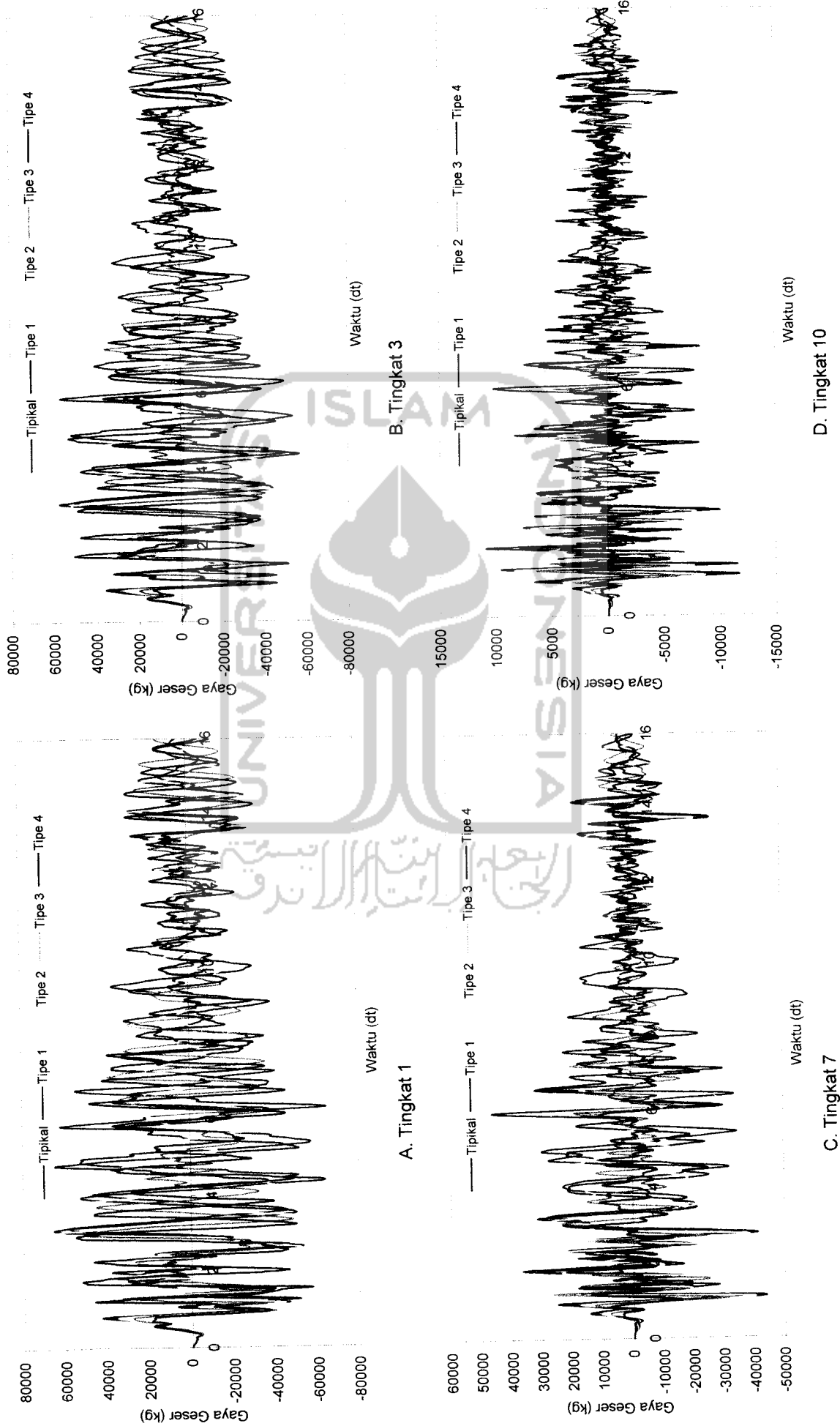
Gambar 5.85 Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



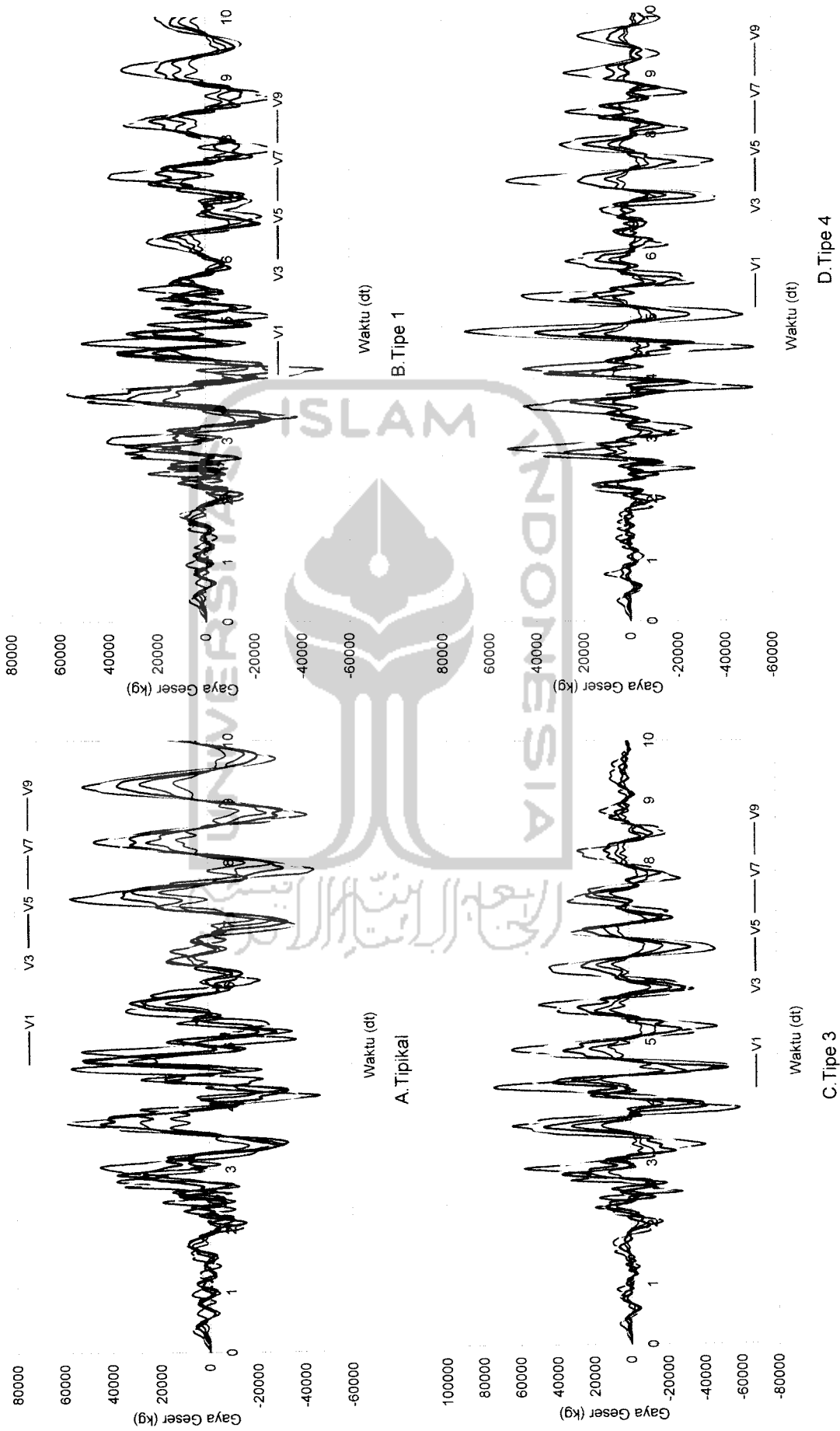
Gambar 5.86 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



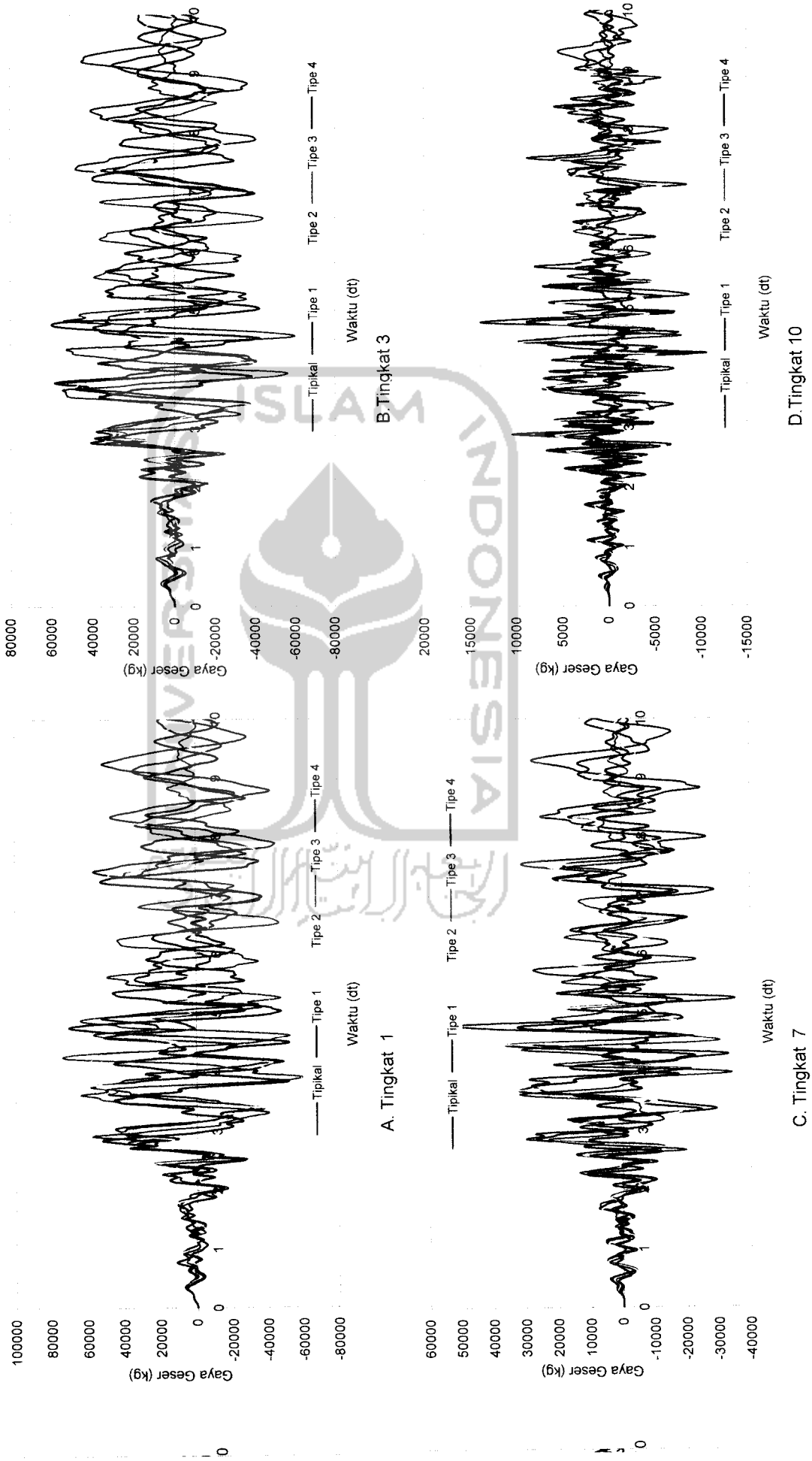
Gambar 5.87 Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro



Gambar 5.88 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Eicentro

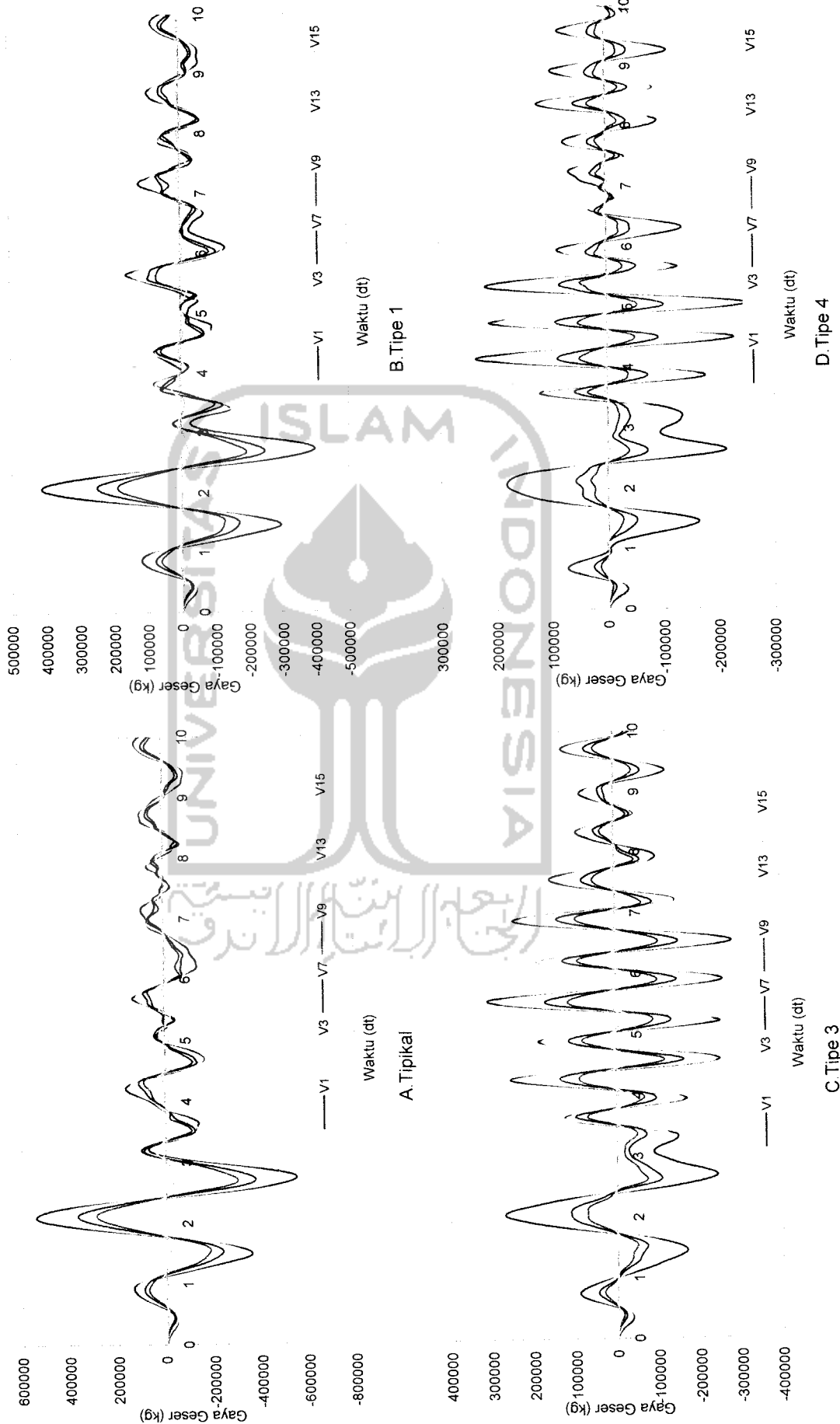


Gambar 5.89 Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna

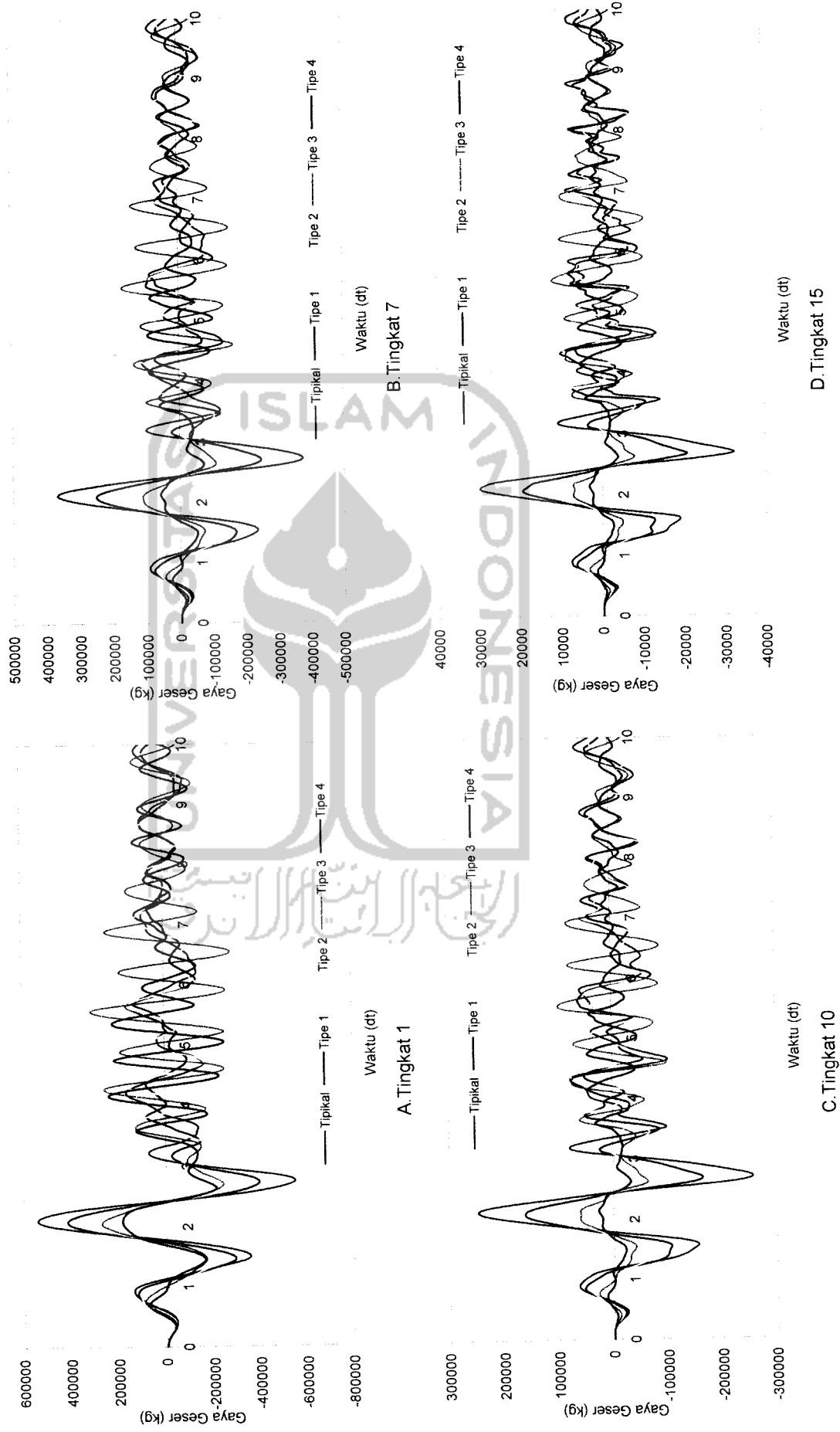


Gambar 5.90 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna

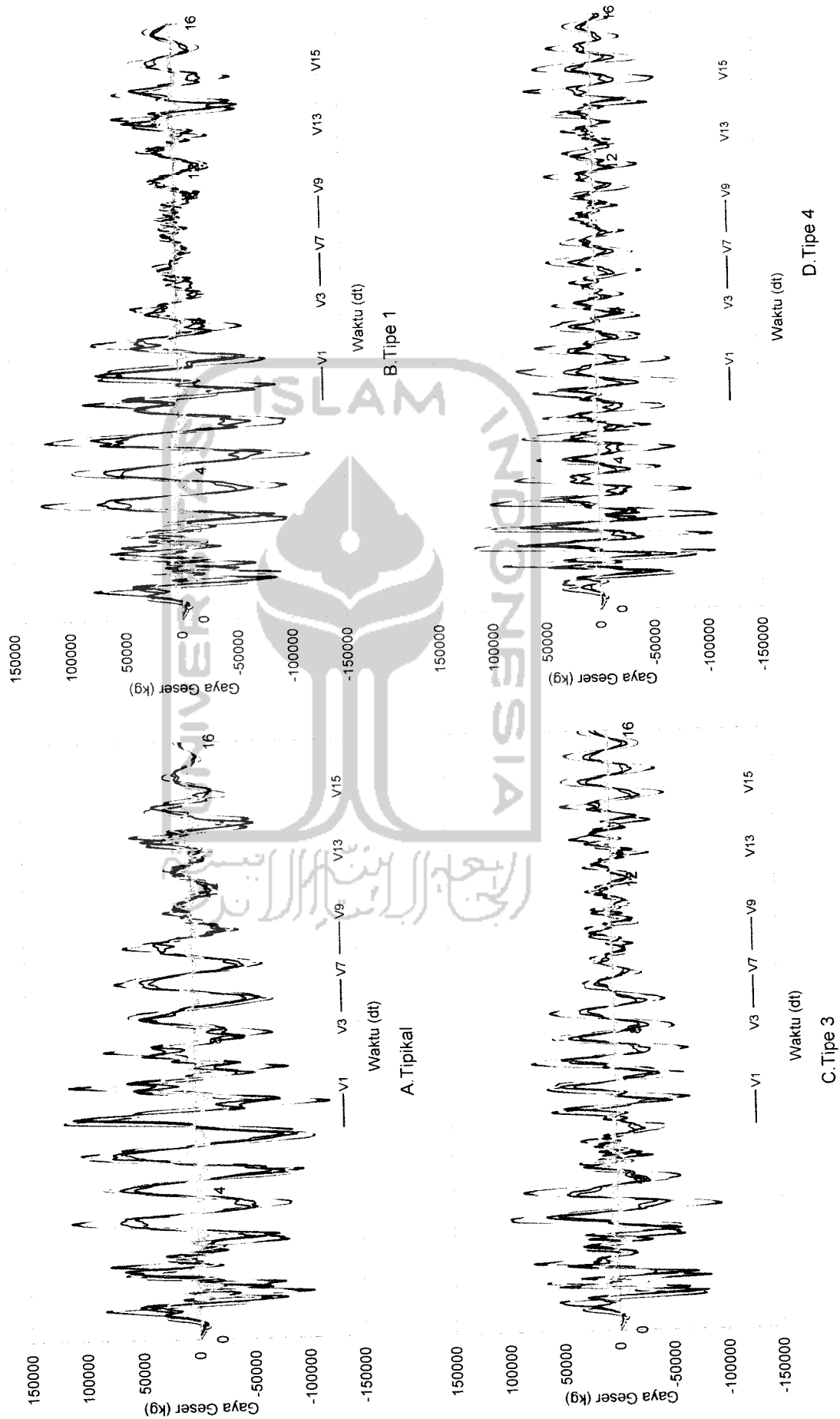




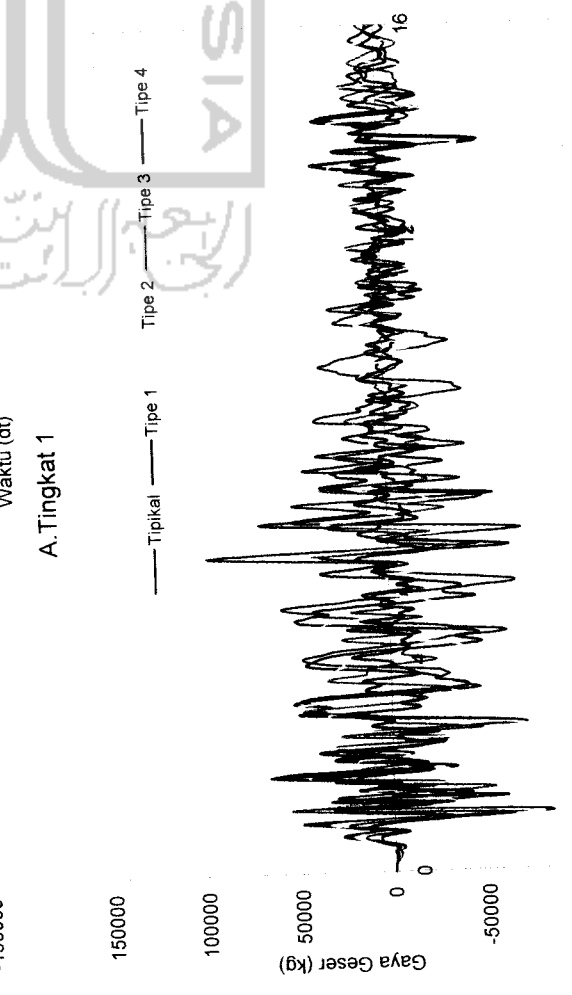
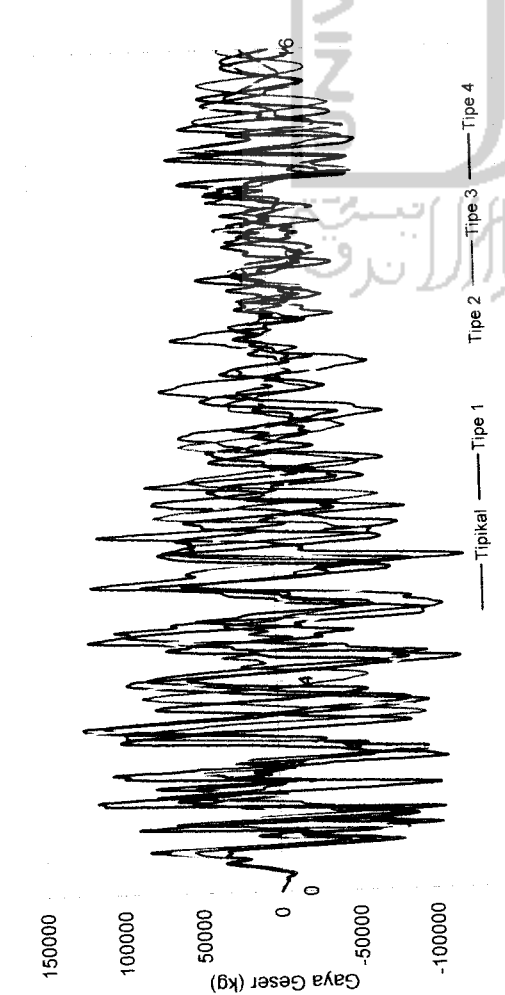
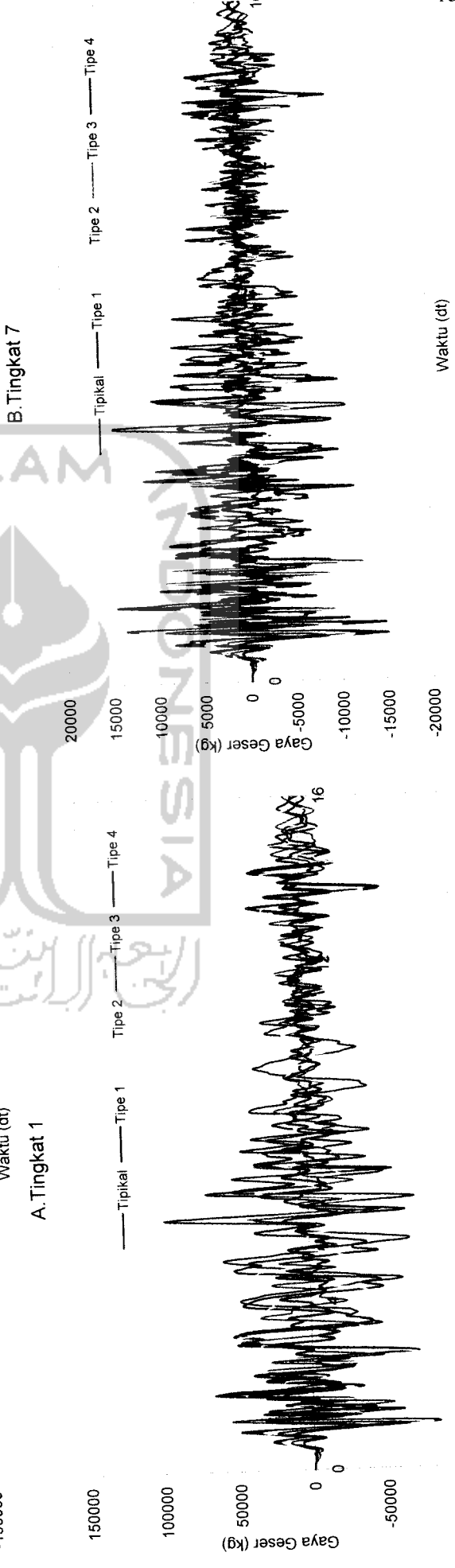
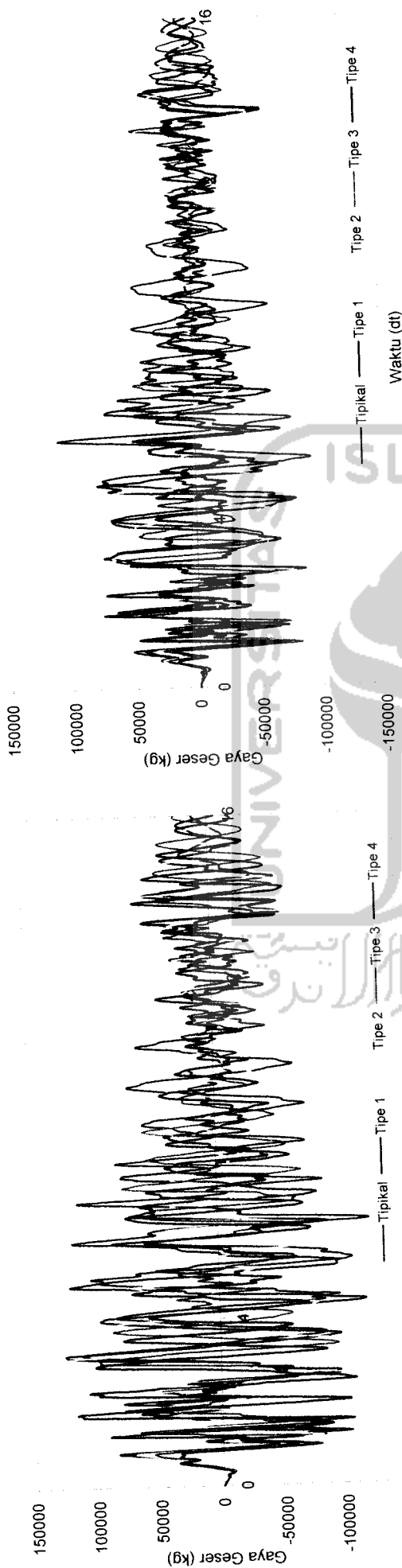
Gambar 5.91 Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



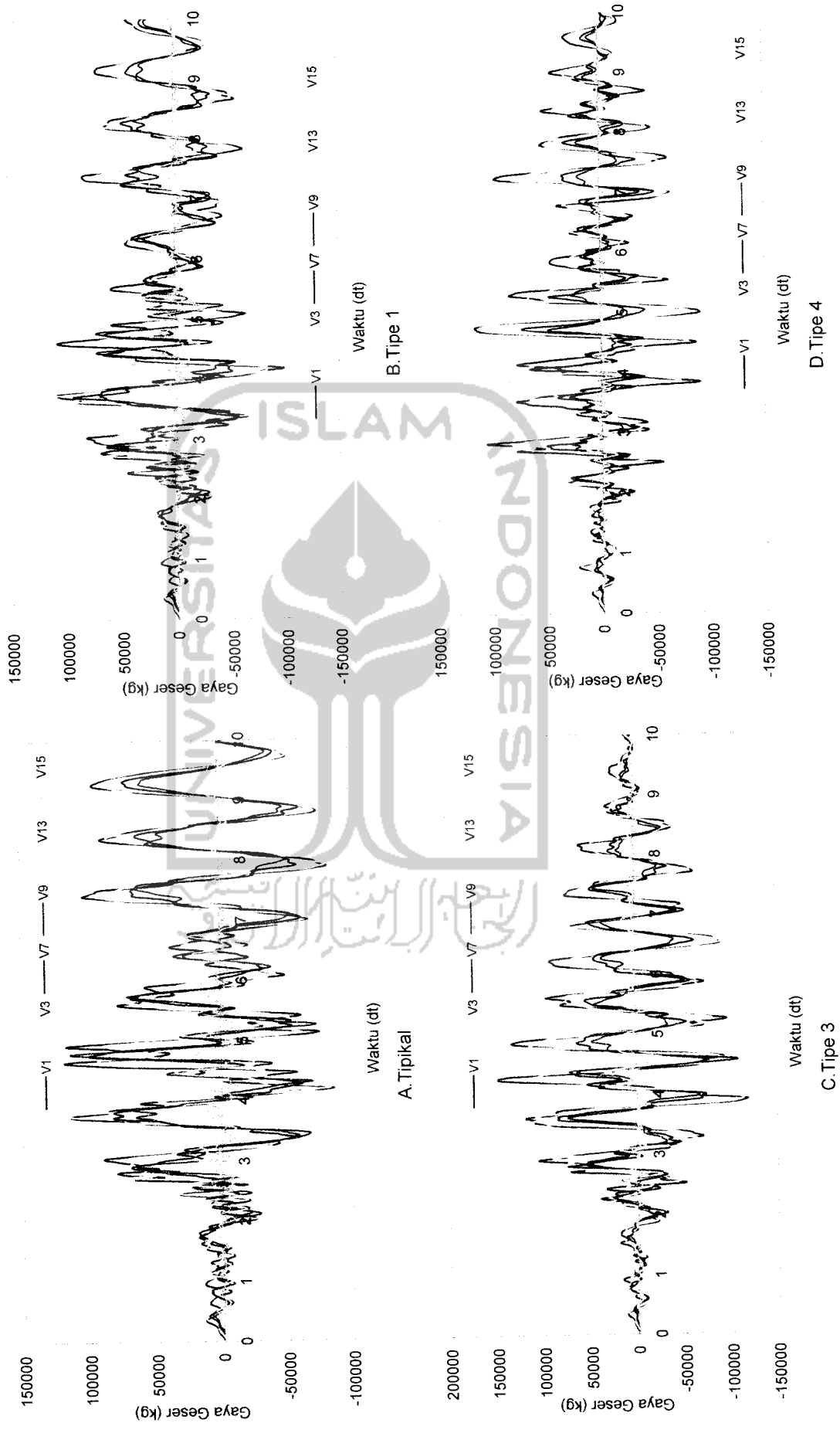
Gambar 5.92 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



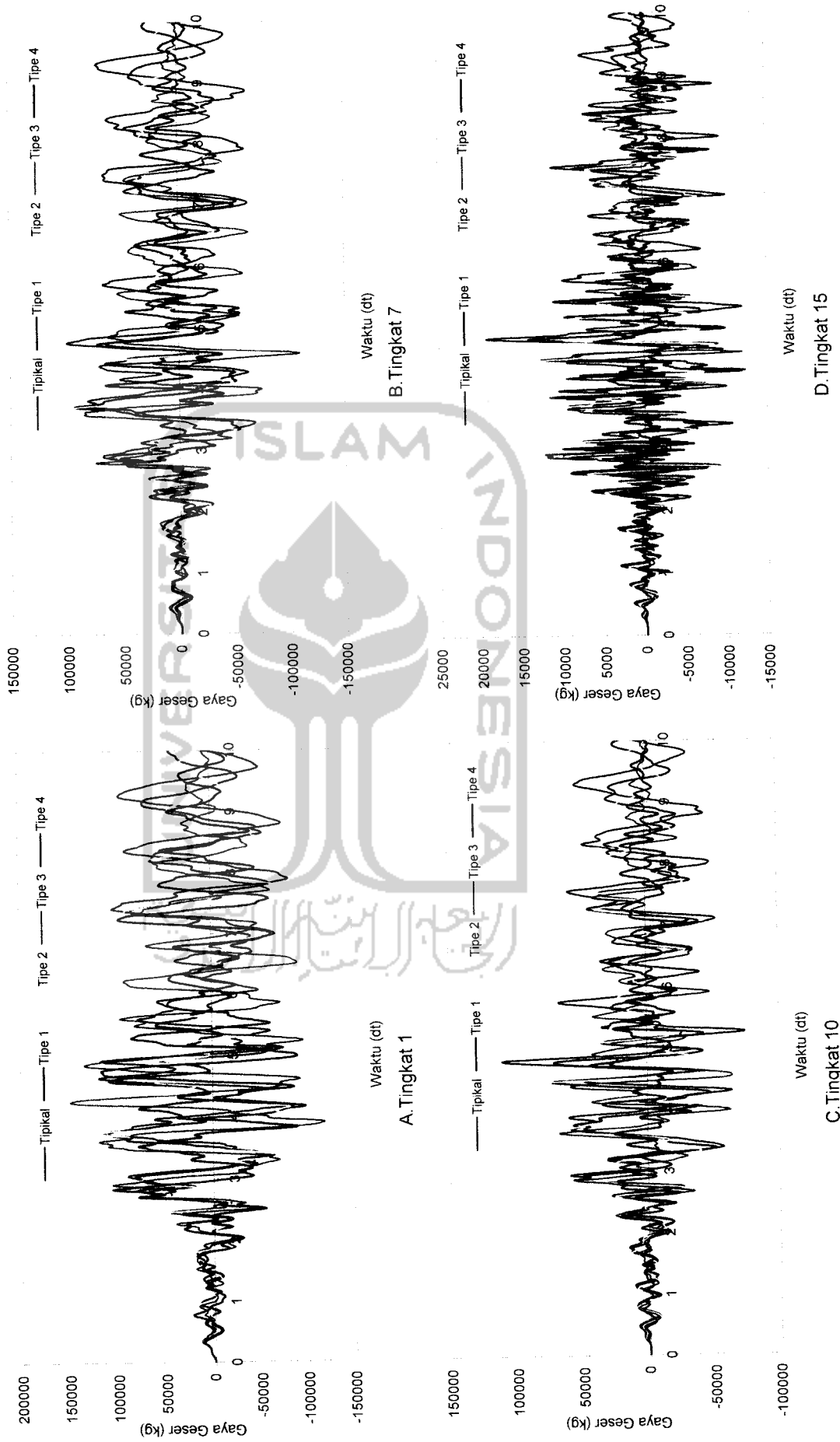
Gambar 5.93 Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro



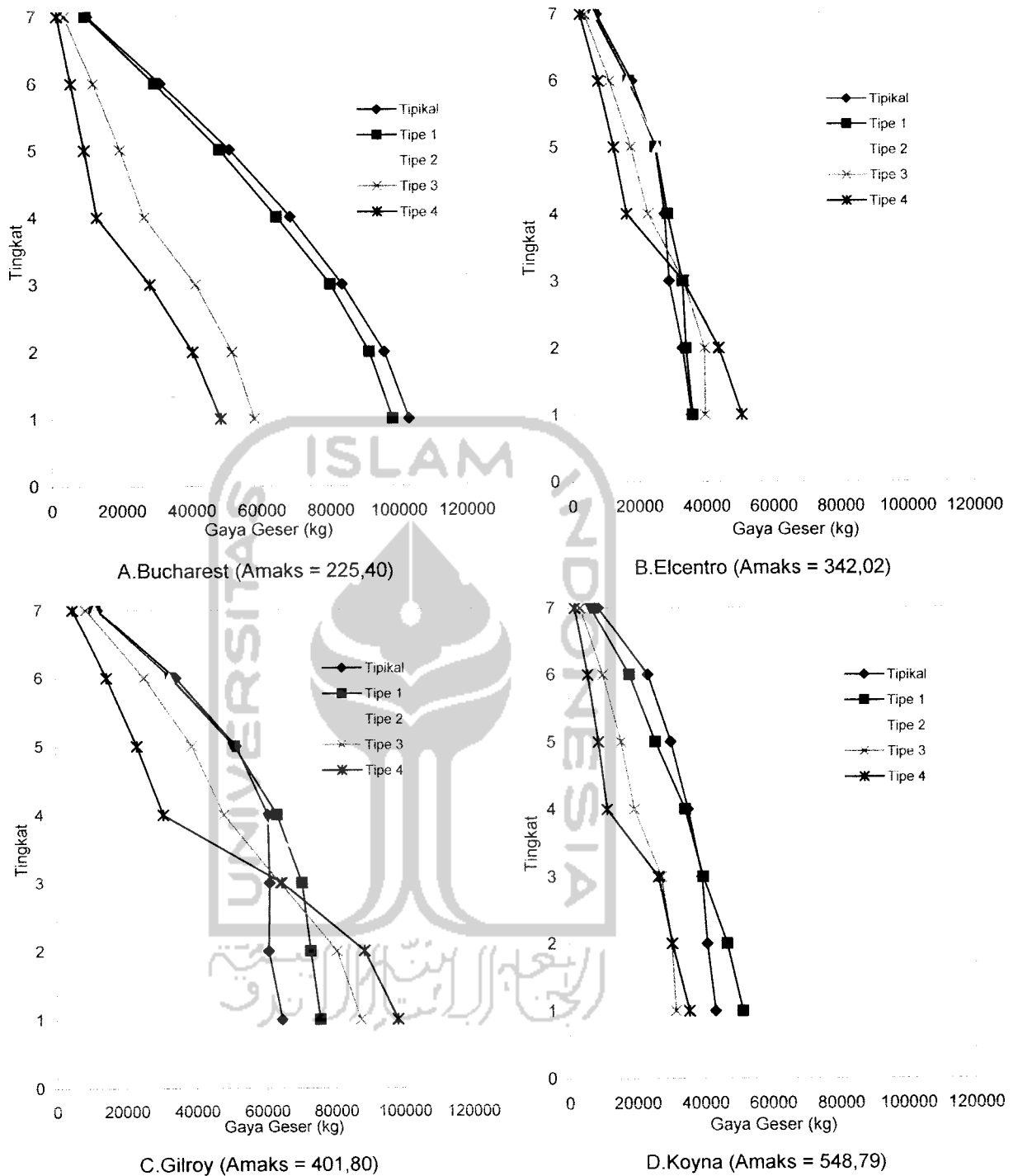
Gambar 5.94 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro



Gambar 5.95 Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna

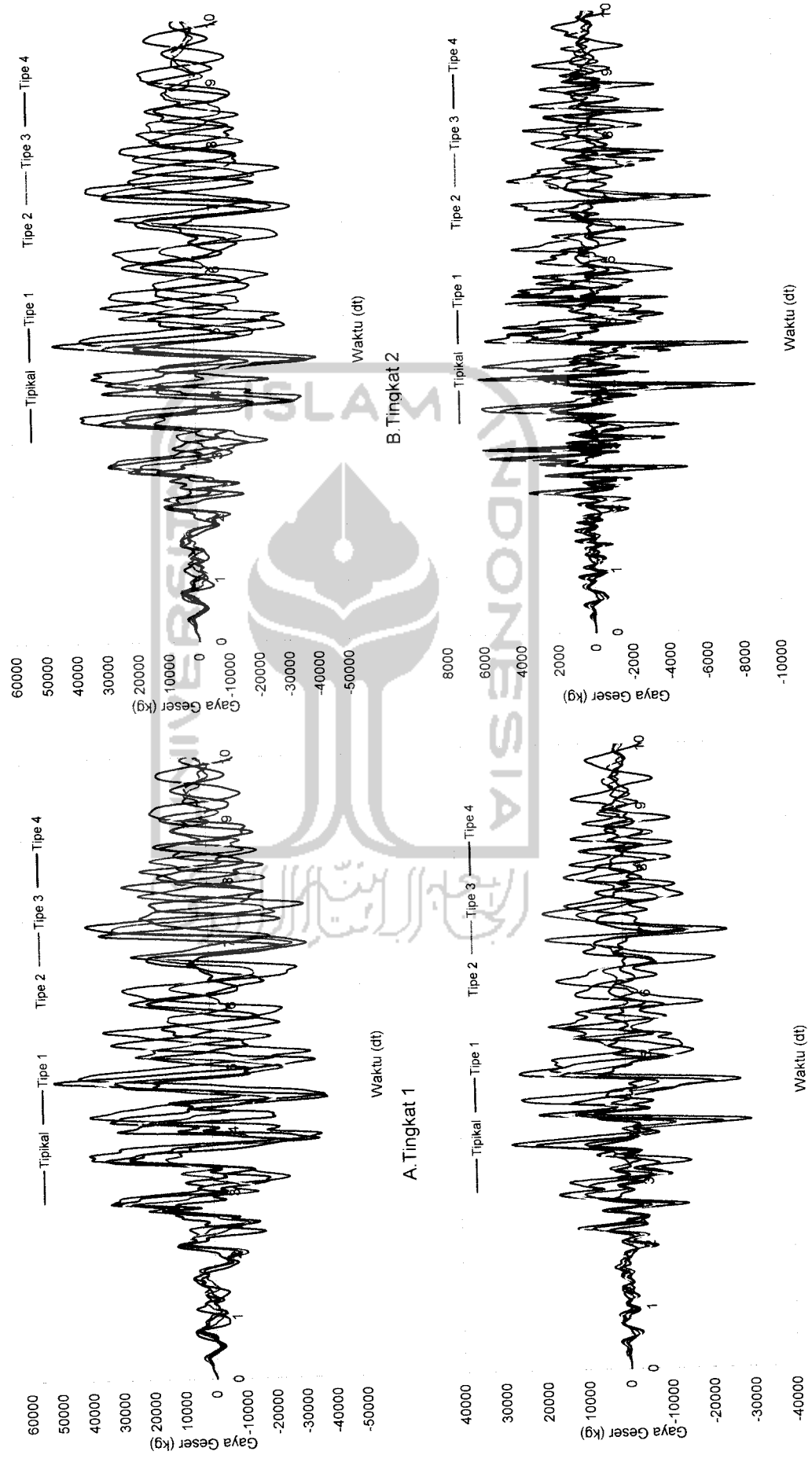


Gambar 5.96 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



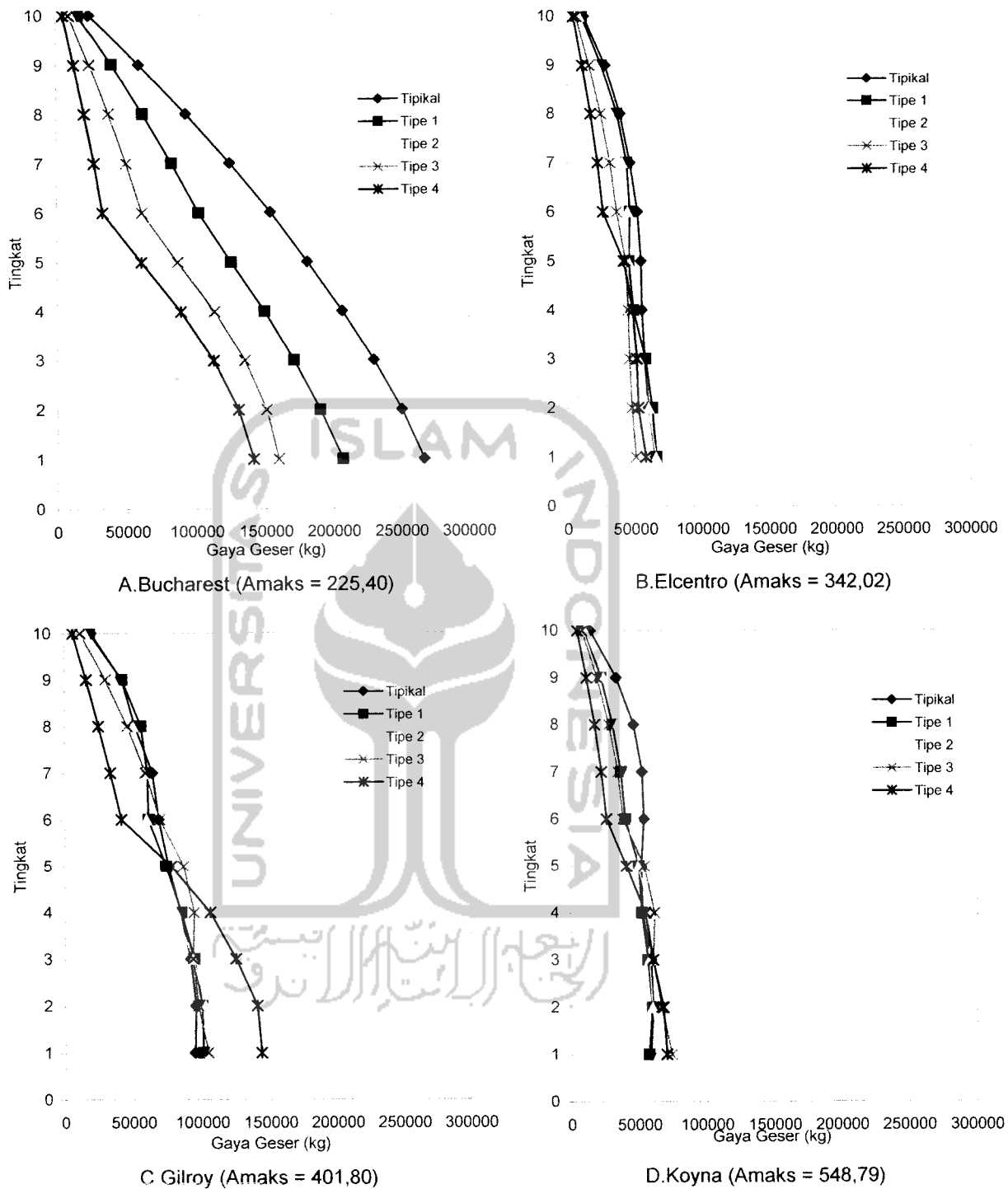
**Gambar 5.97** Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat 4 Gempa

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.666949	0.610092	0.548204	0.537178	0.455375
f (cps)	1.499365	1.639097	1.82414	1.86158	2.195991



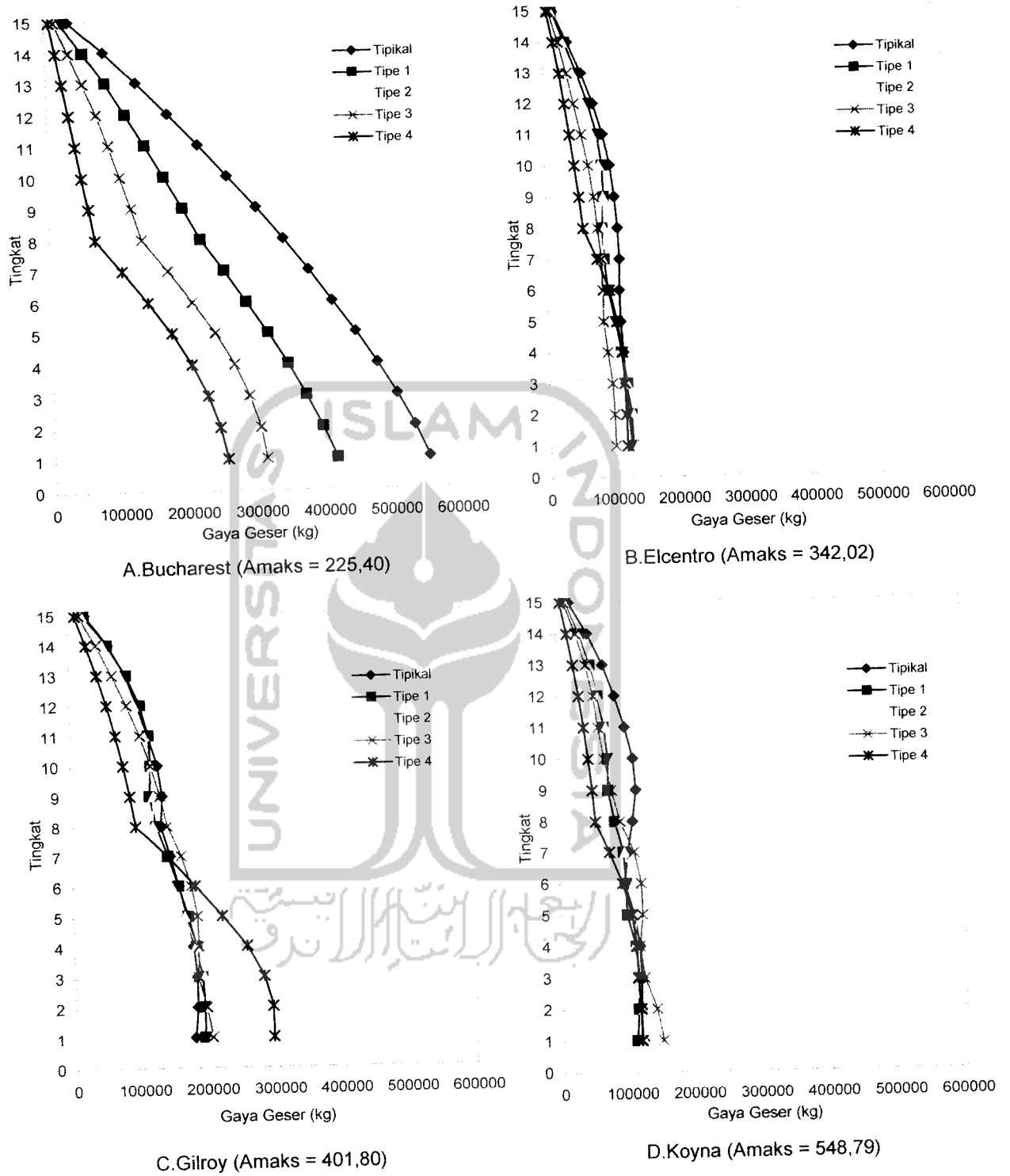
Gambar 5.84 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna





Gambar 5.98 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat 4 Gempa

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.903446	0.831357	0.753848	0.670392	0.581967
f (cps)	1.106873	1.202853	1.326527	1.491665	1.71831



**Gambar 5.99** Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat 4 Gempa

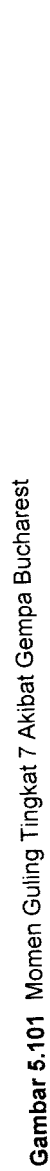
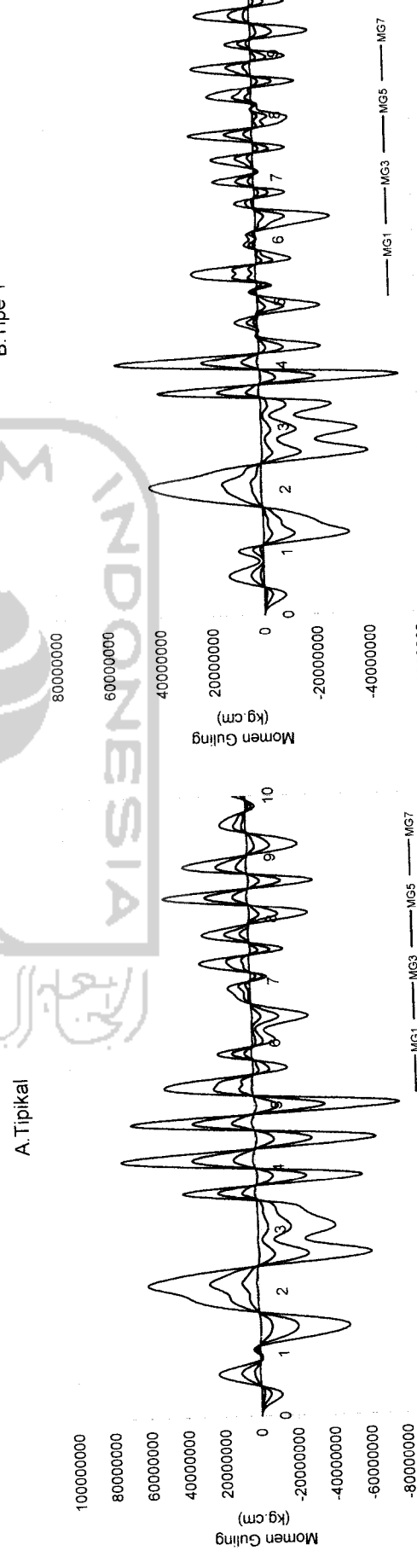
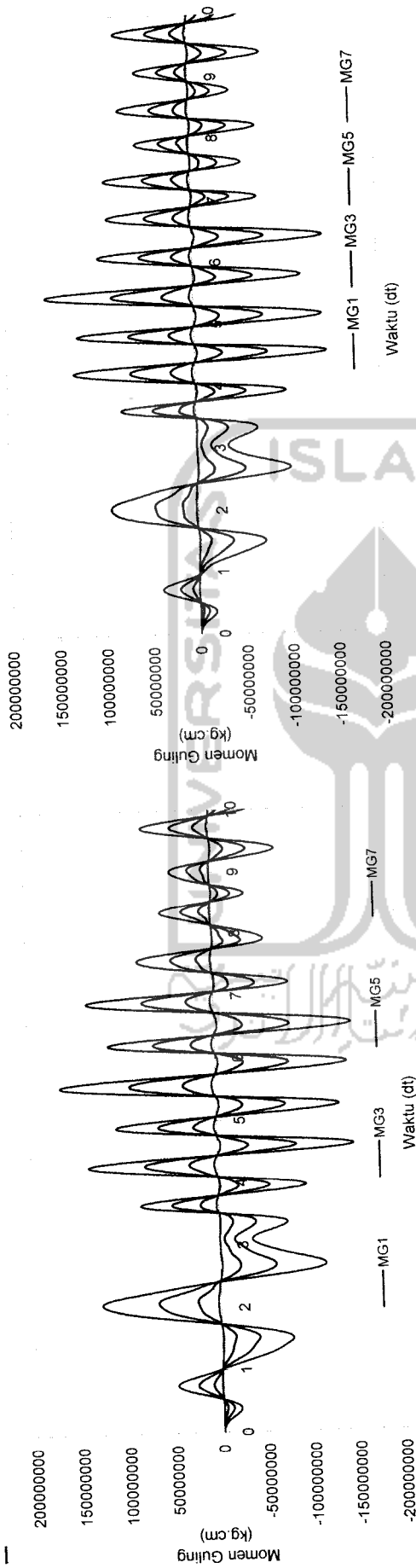
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.918089	0.840747	0.756681	0.664763	0.565592
f (cps)	1.089219	1.189418	1.321561	1.504295	1.768058

### 5.3.6 Momen Guling

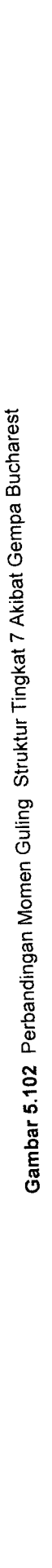
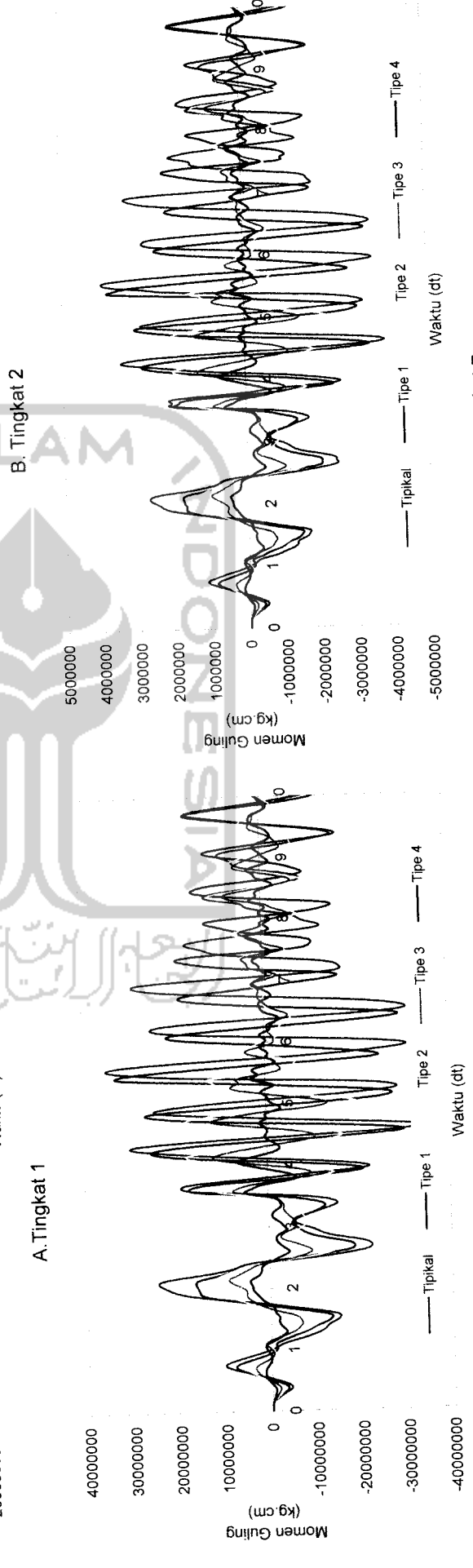
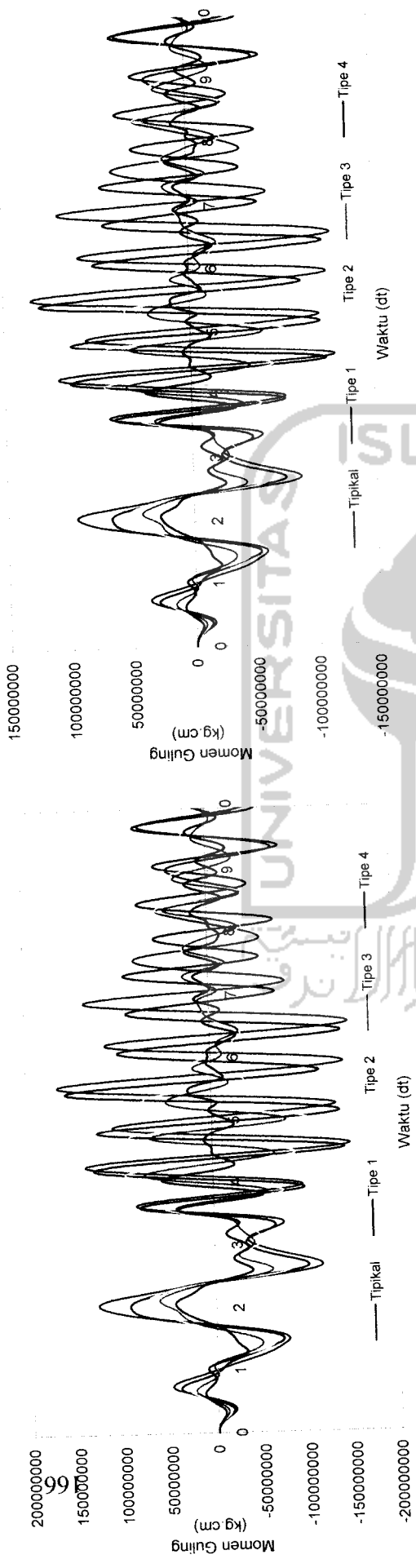
Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai *Momen Guling* dari struktur tingkat 7, 10, 15, 20 dengan 4 variasi gempa pada **Gambar 5.101** sampai dengan **Gambar 5.122**. Dengan memperhatikan gambar yang disajikan tampak bahwa nilai *Momen Guling* terbesar terdapat pada pembebanan gempa Bucharest yang sudah dinormalisasi. Ini disebabkan Amaks gempa Bucharest mendekati nilai 0,2g sehingga skala gempa mendekati 1. *Momen Guling* semakin ke atas nilainya semakin kecil karena *Momen Guling* merupakan perkalian gaya horisontal dengan tinggi tingkat sedangkan semakin ke atas tingkat semakin berkurang.

Nilai *Momen Guling* akan semakin mengecil pada tingkat dimana ada pengurangan massa dan kekakuan secara horisontal (setback horisontal). Hal itu disebabkan karena *Momen Guling* bergantung pada gaya horizontal dan tinggi tingkat, pada pembahasan diatas gaya horizontal semakin kecil karena adanya setback horizontal maka hal itu menyebabkan *Momen Guling* ikut mengecil. Namun, pada 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 merupakan gempa dengan frekuensi.

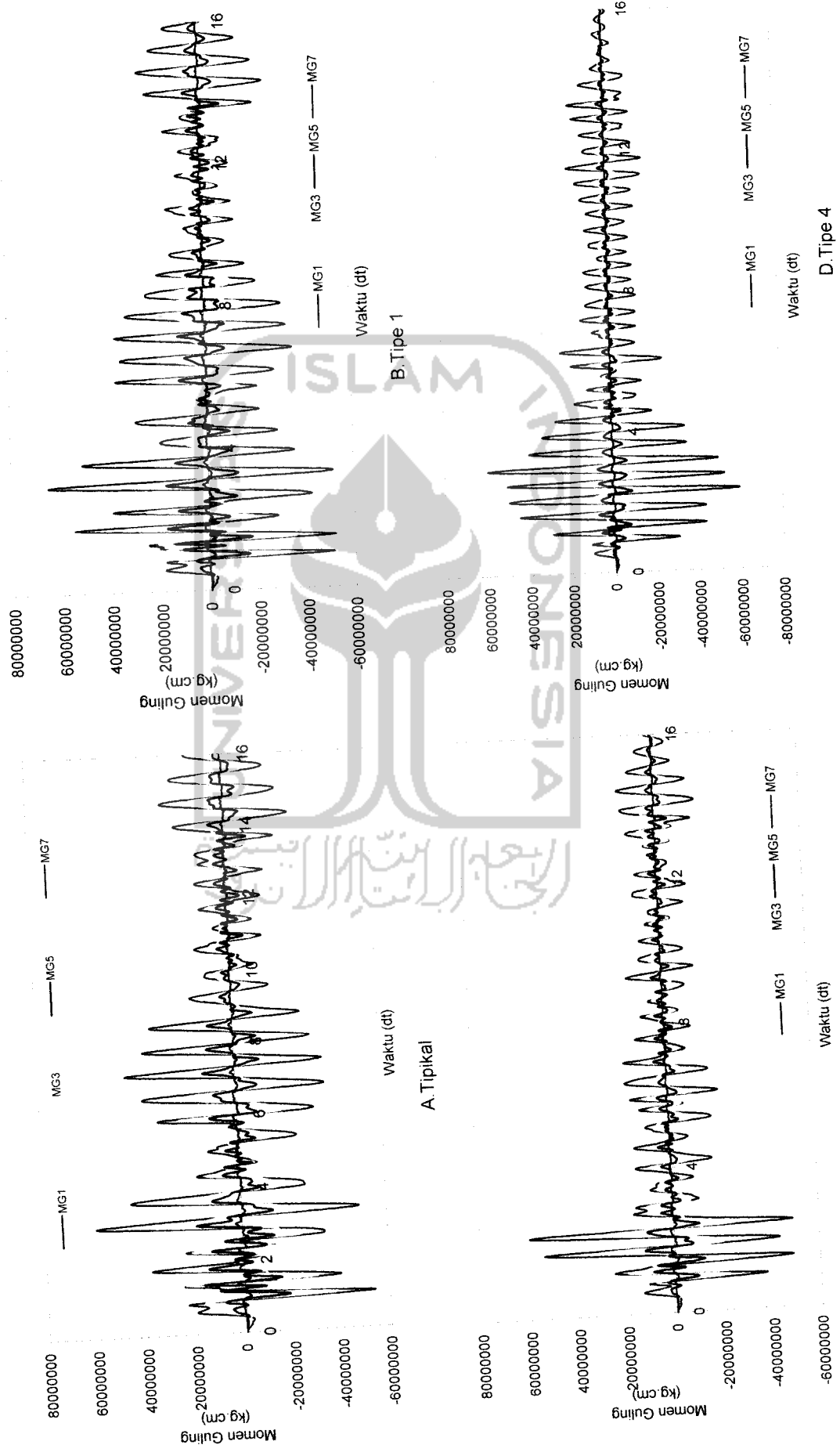
Pada struktur setback horisontal terdapat nilai yang pengurangan yang paling besar yaitu dikarenakan pengurangan akibat setback horisontal paling kritis.



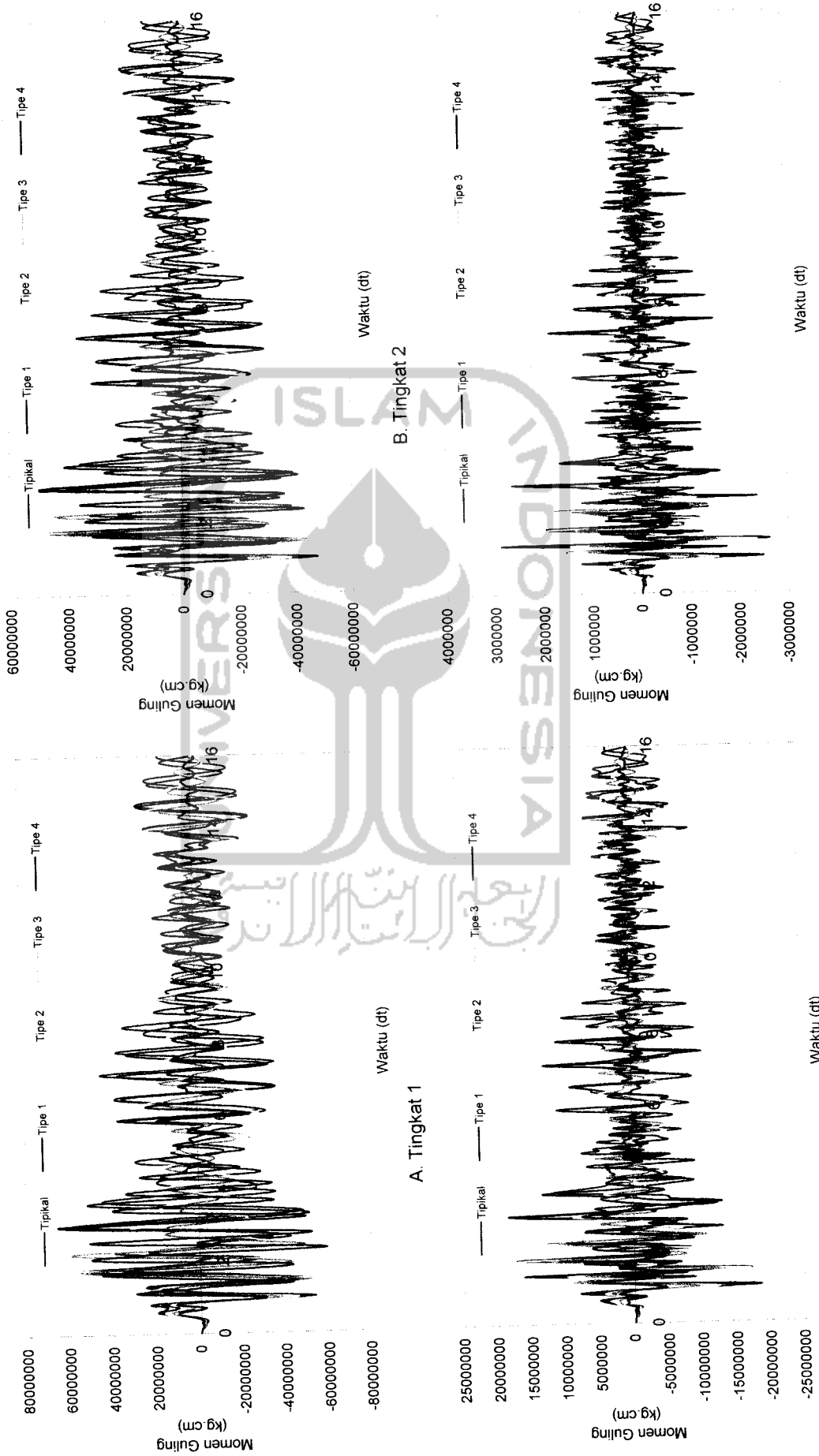
Gambar 5.101 Momen Gulinging Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



**Gambar 5.102** Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest

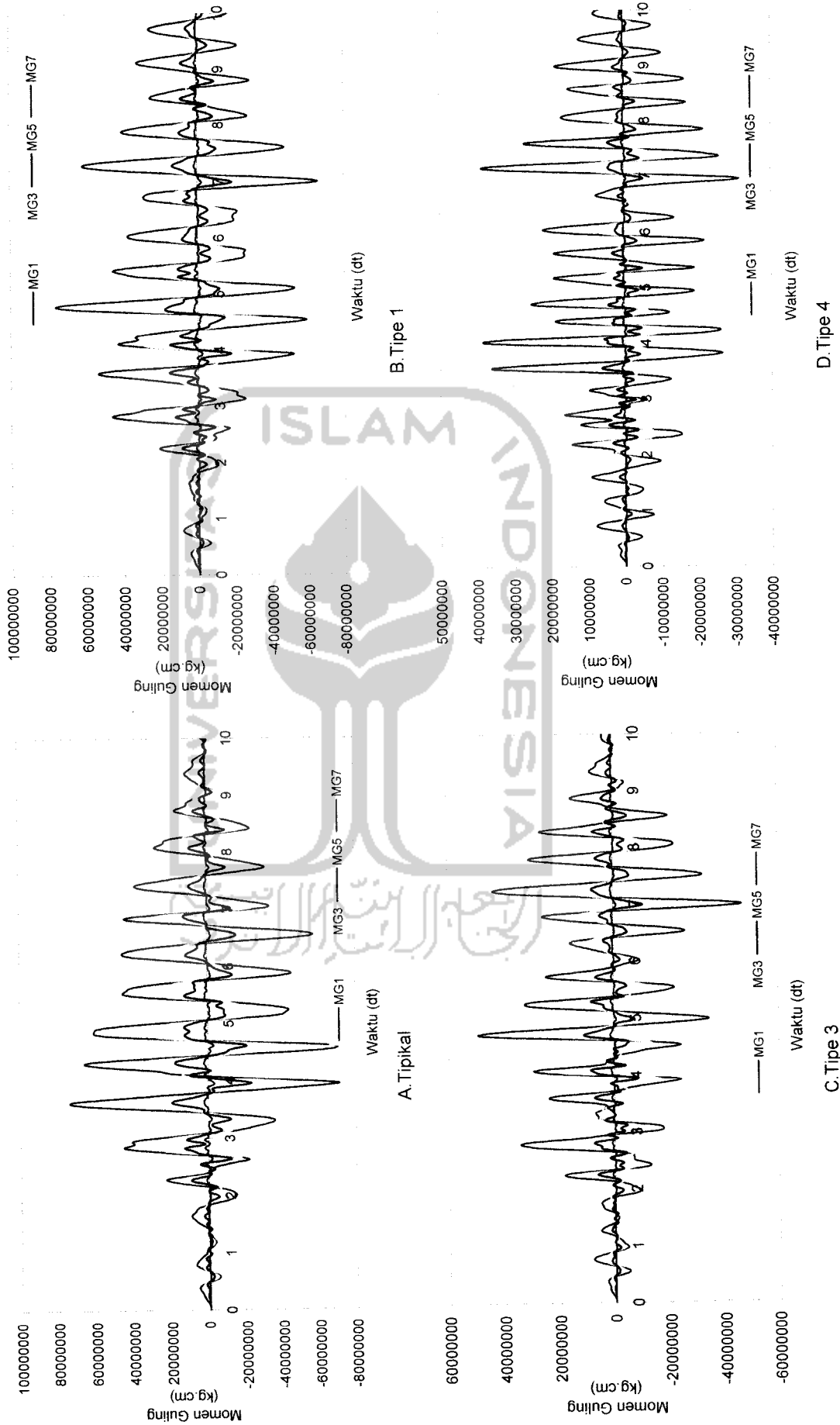


Gambar 5.103 Momen Guling Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro



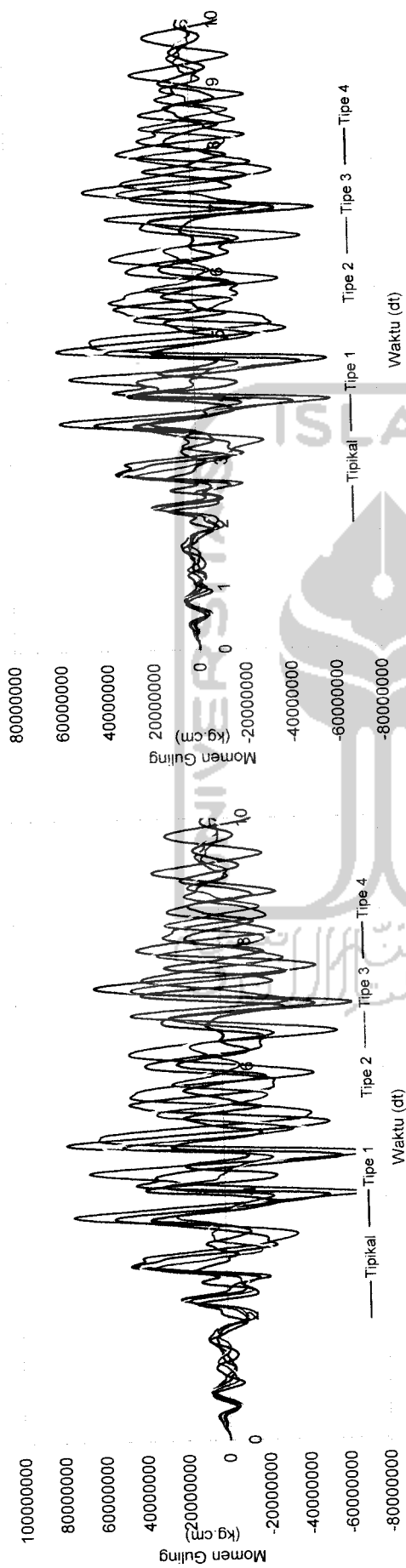
A. Tingkat 1  
B. Tingkat 2  
C. Tingkat 5  
D. Tingkat 7

Gambar 5.104 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro

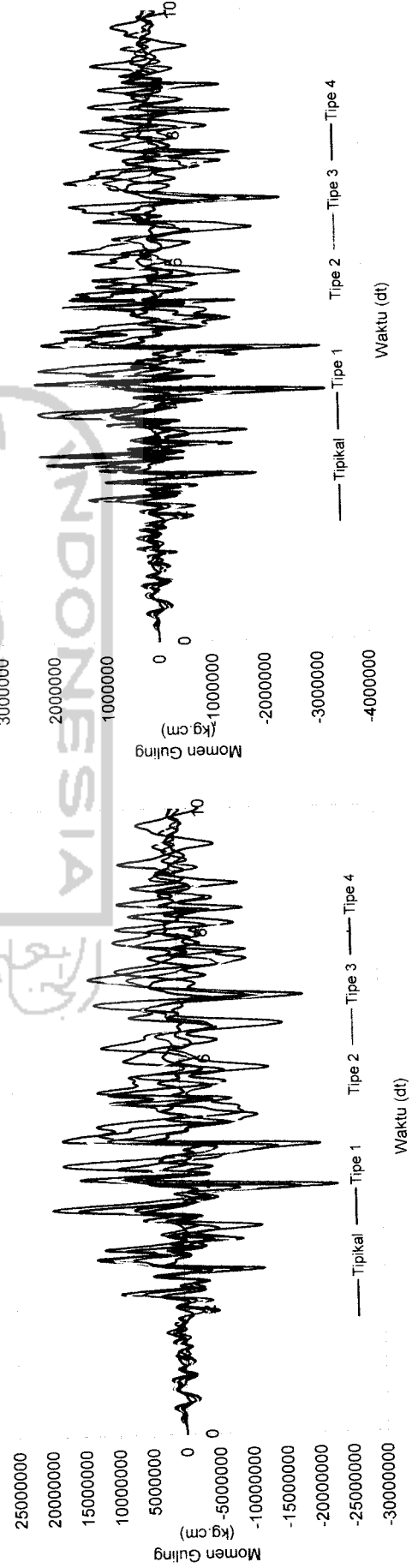


Gambar 5.105 Momen Guling Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna





A. Tingkat 1

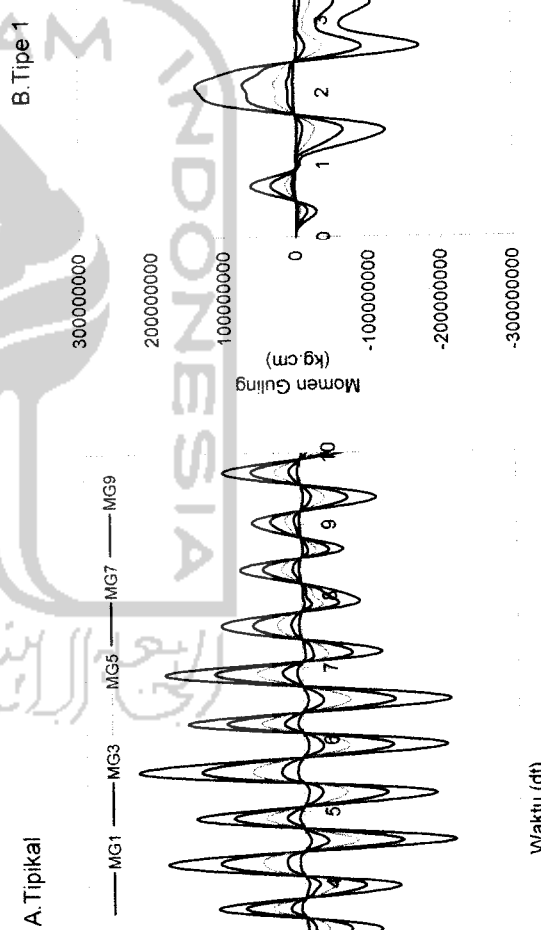
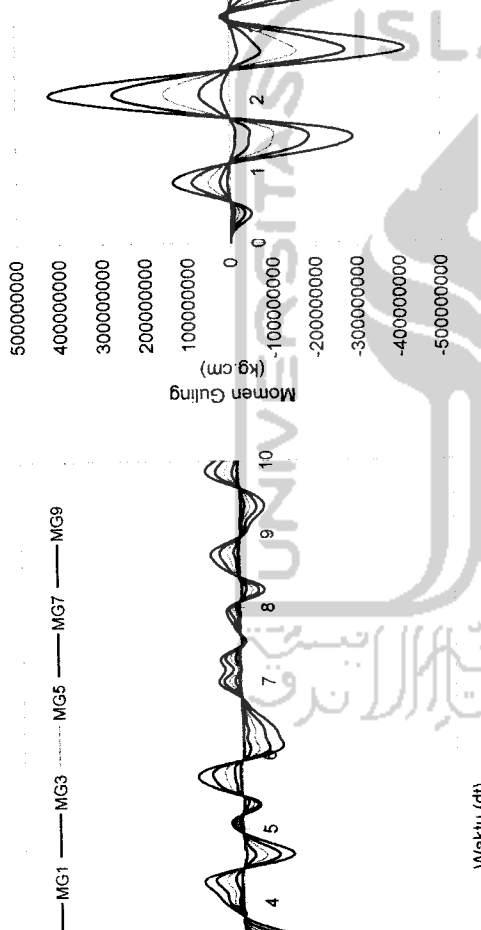
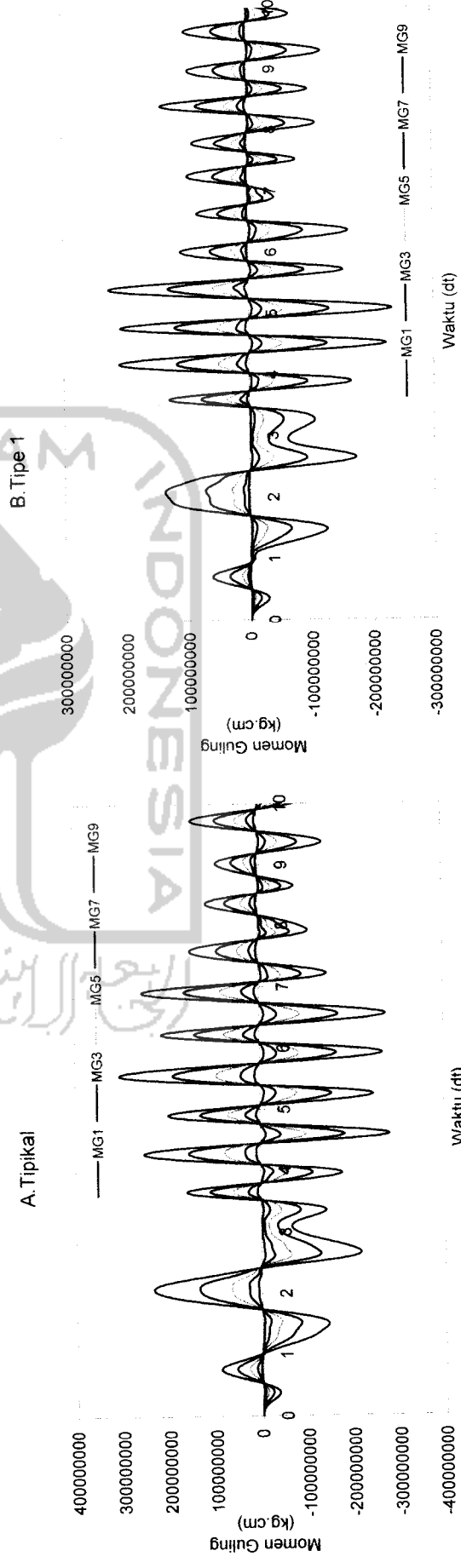
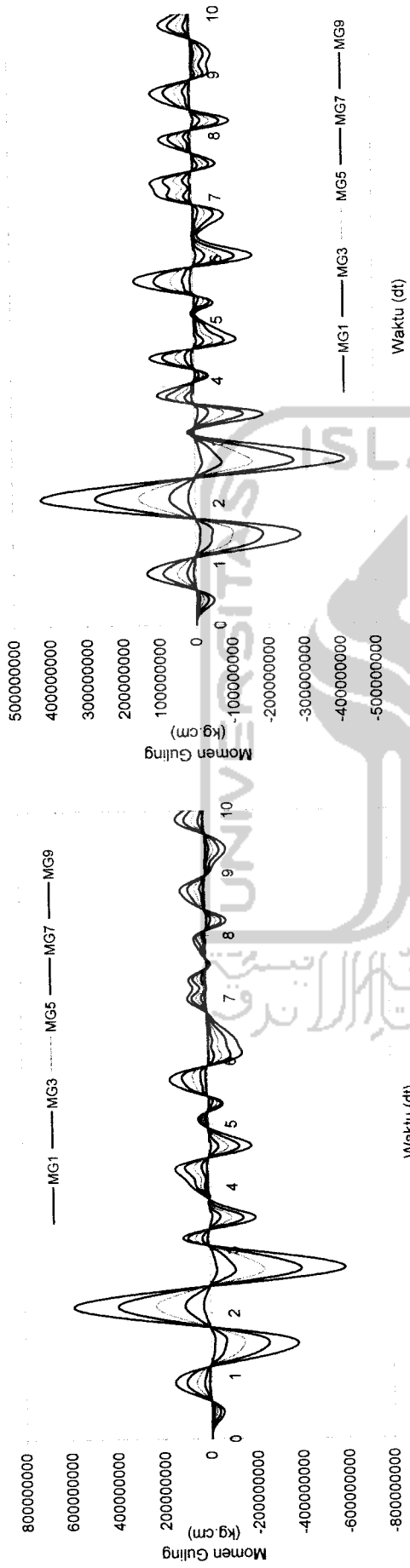


B. Tingkat 2

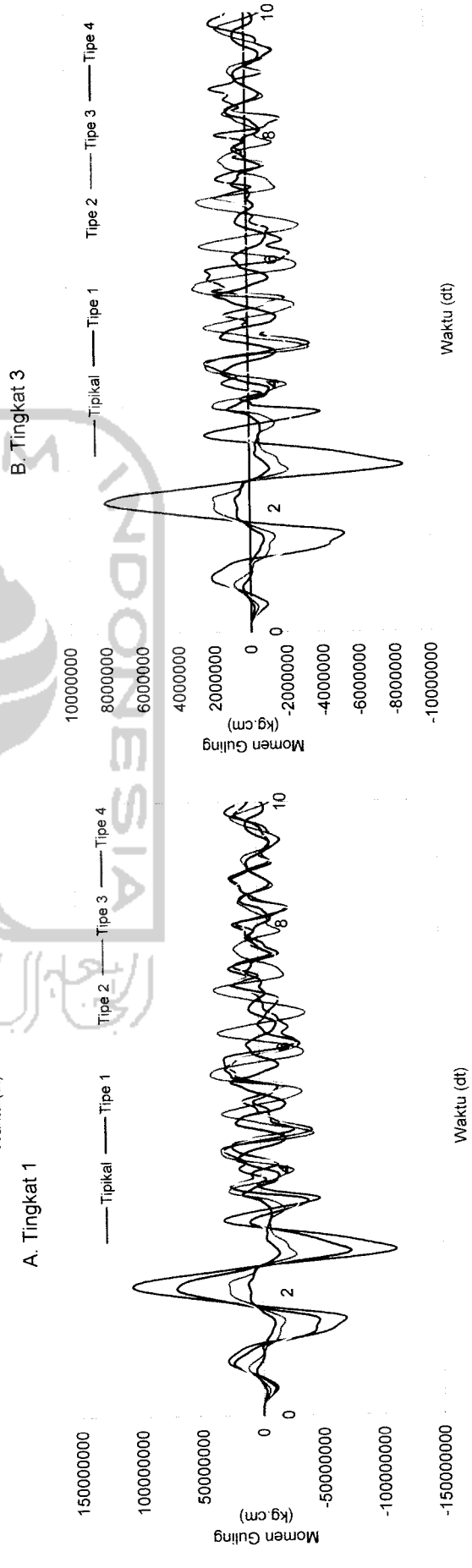
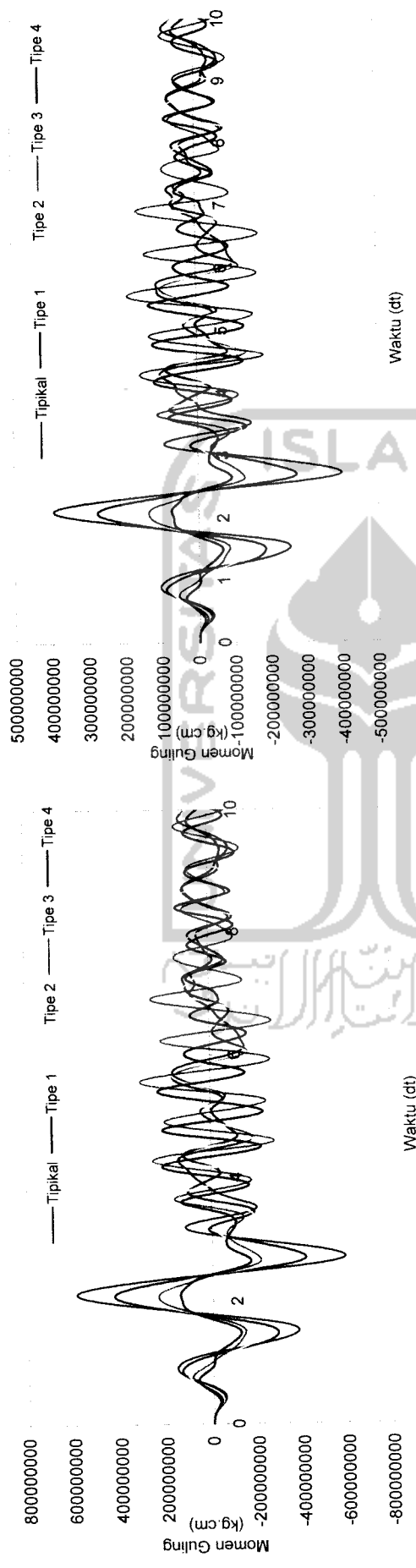
C. Tingkat 5

D. Tingkat 7

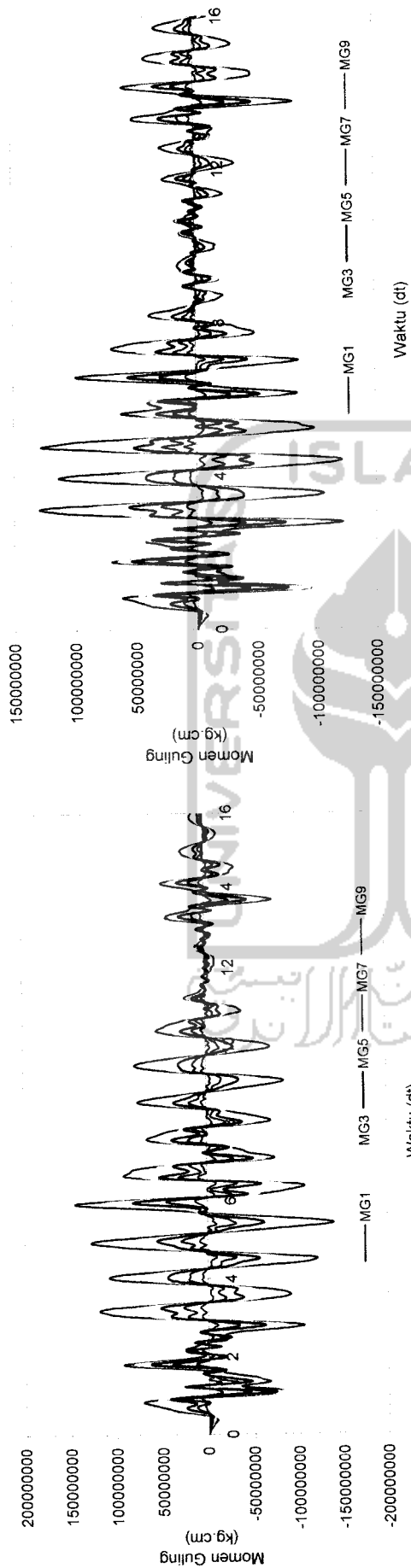
Gambar 5.106 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



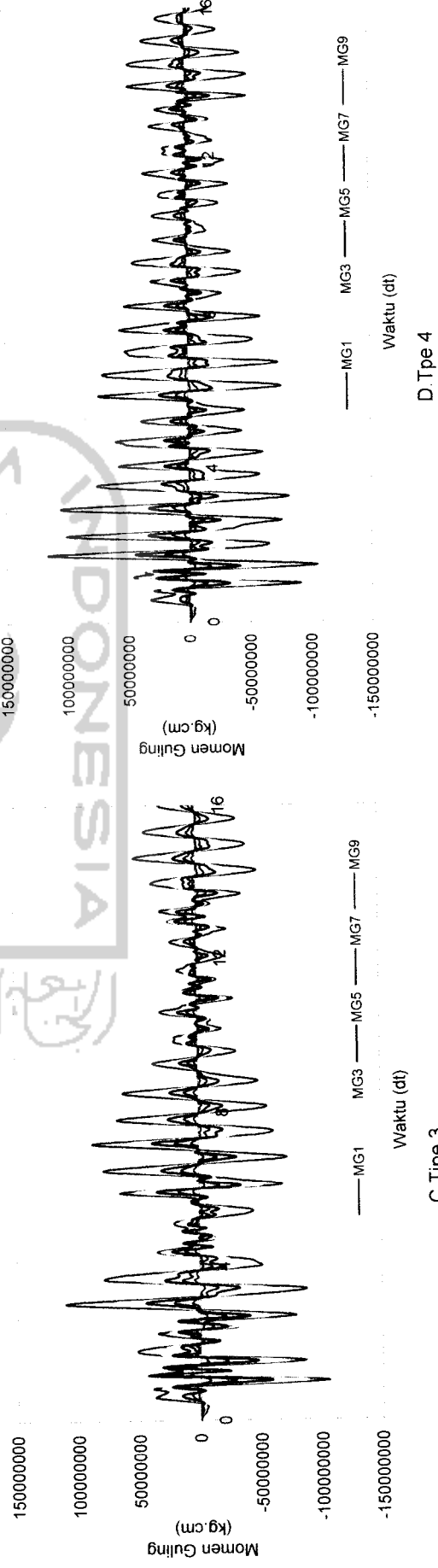
Gambar 5.107 Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



Gambar 5.108 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest

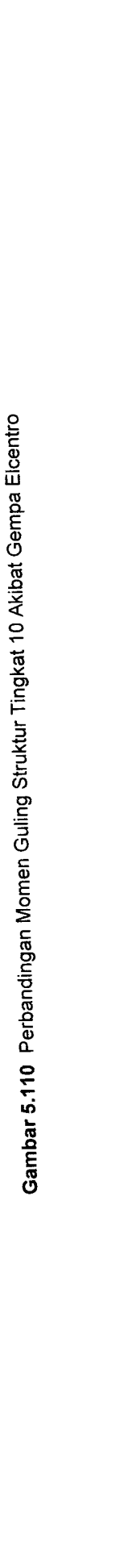
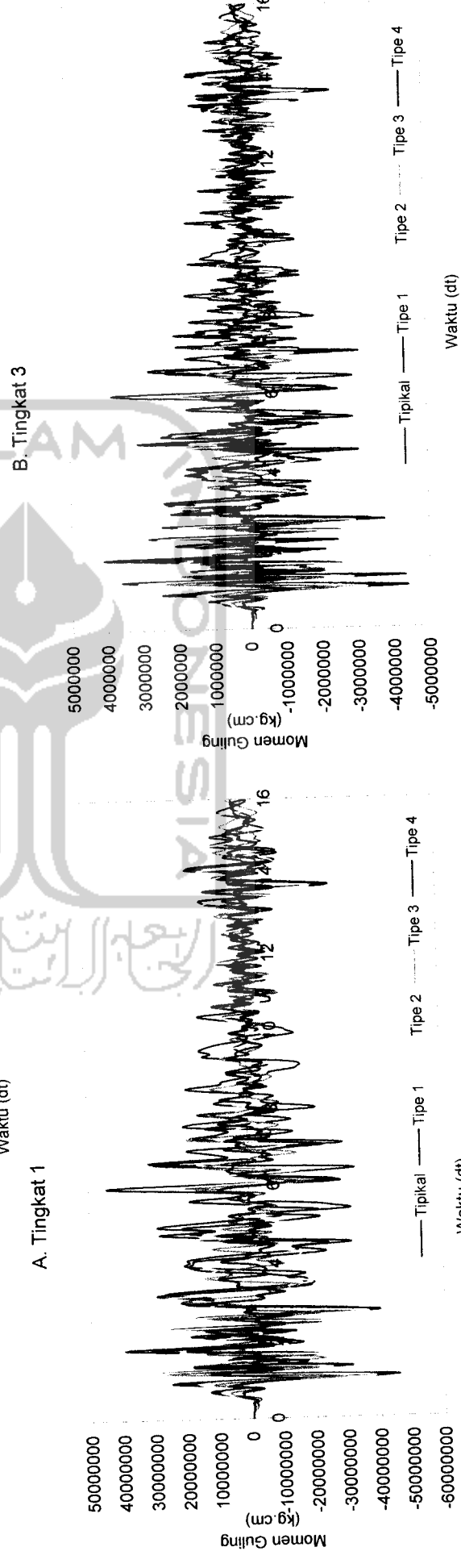
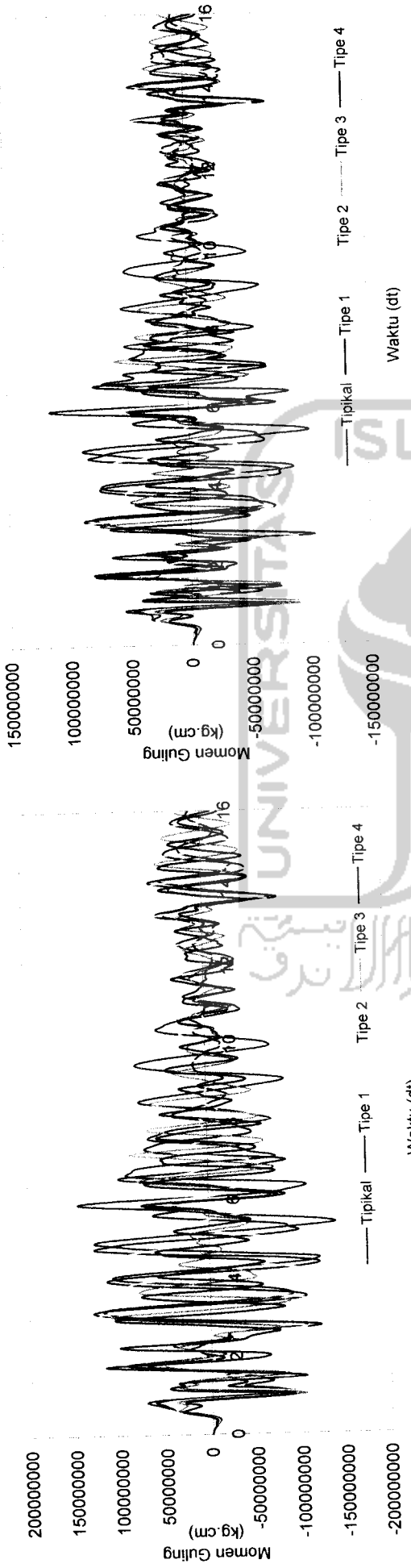


B. Tipe 1

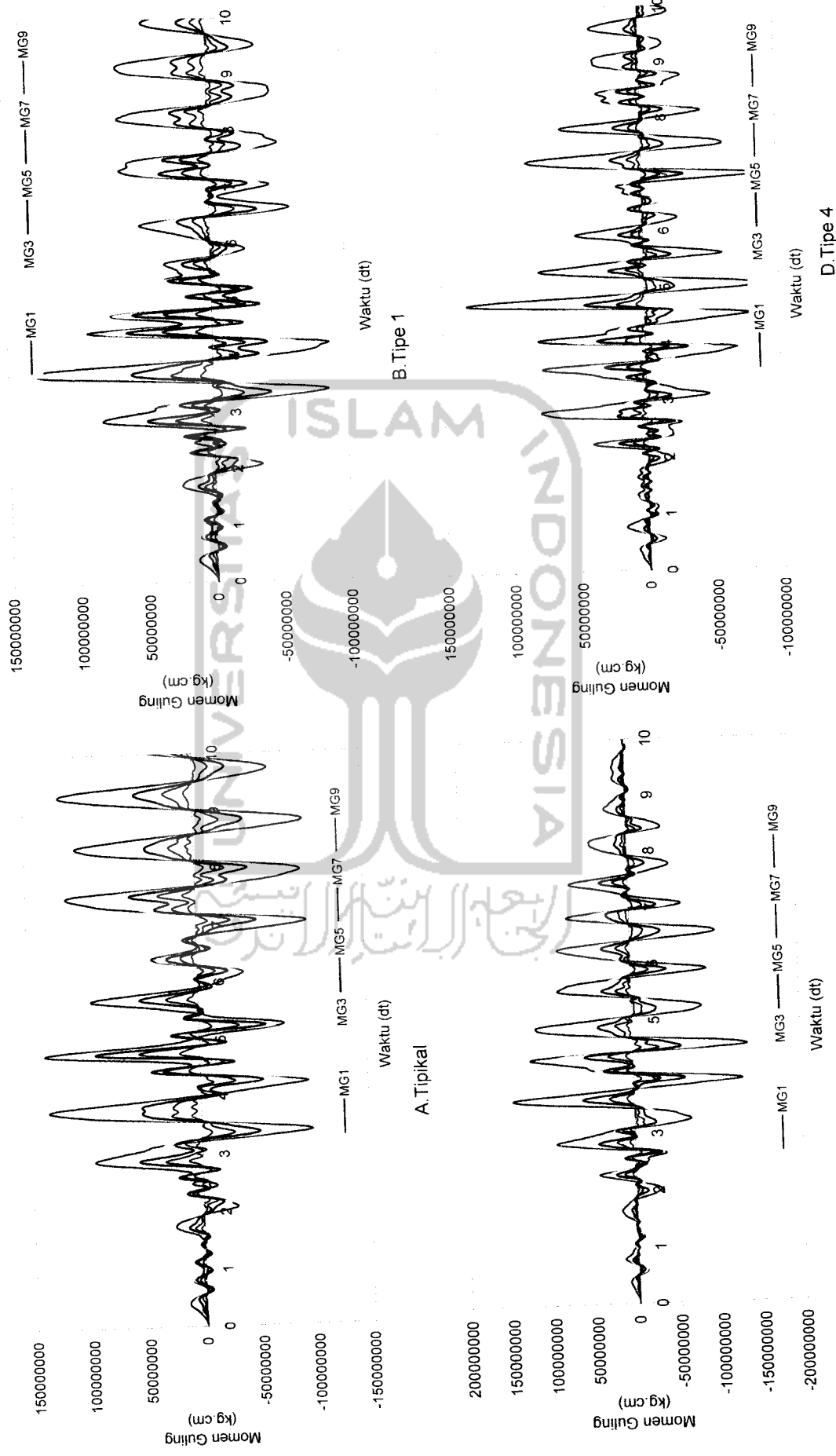


D. Tipe 4

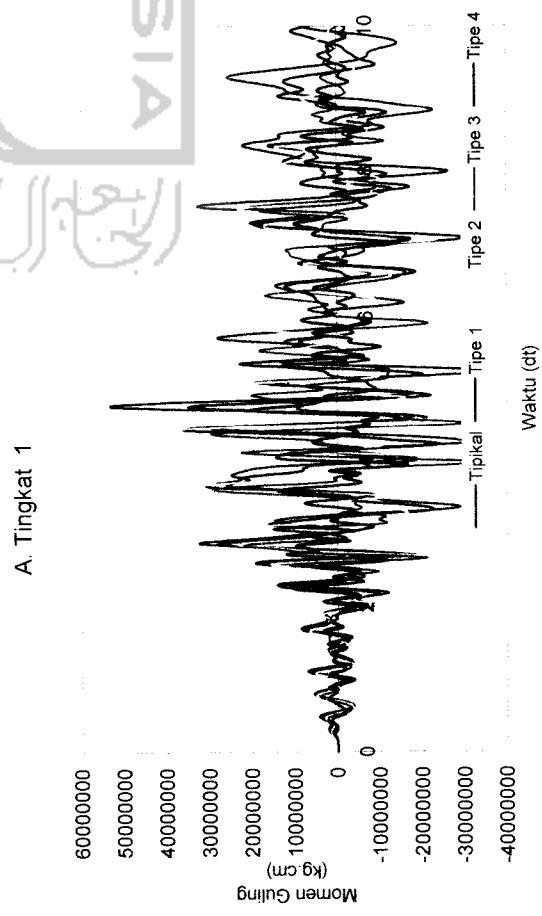
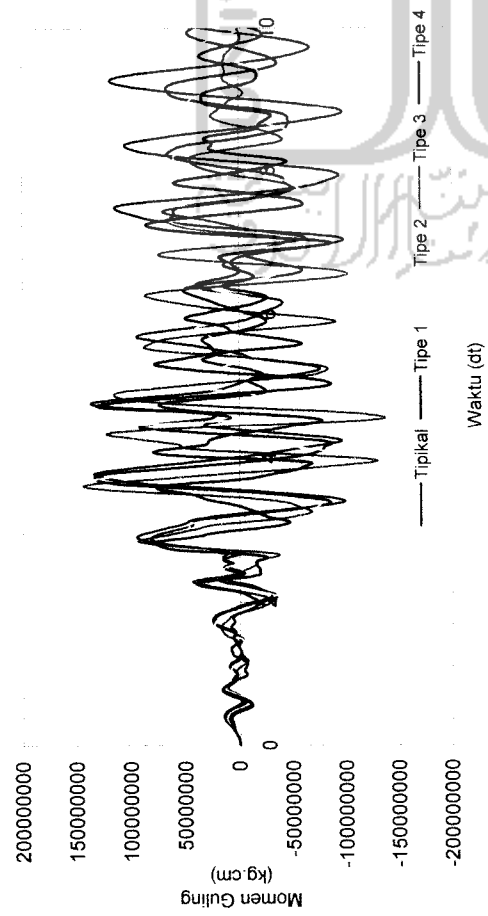
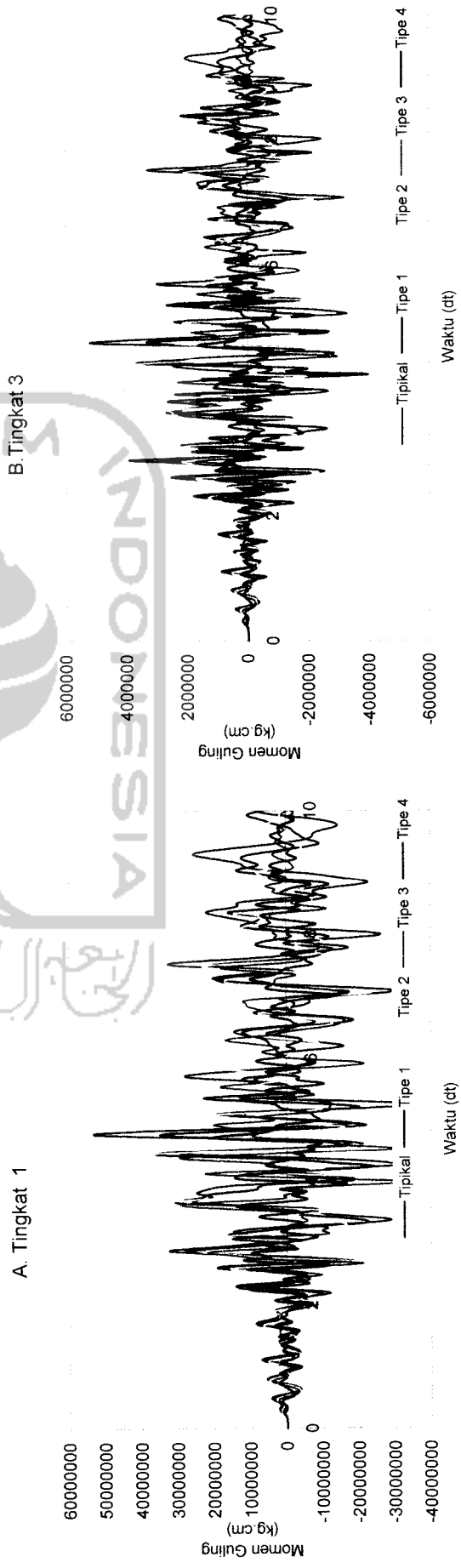
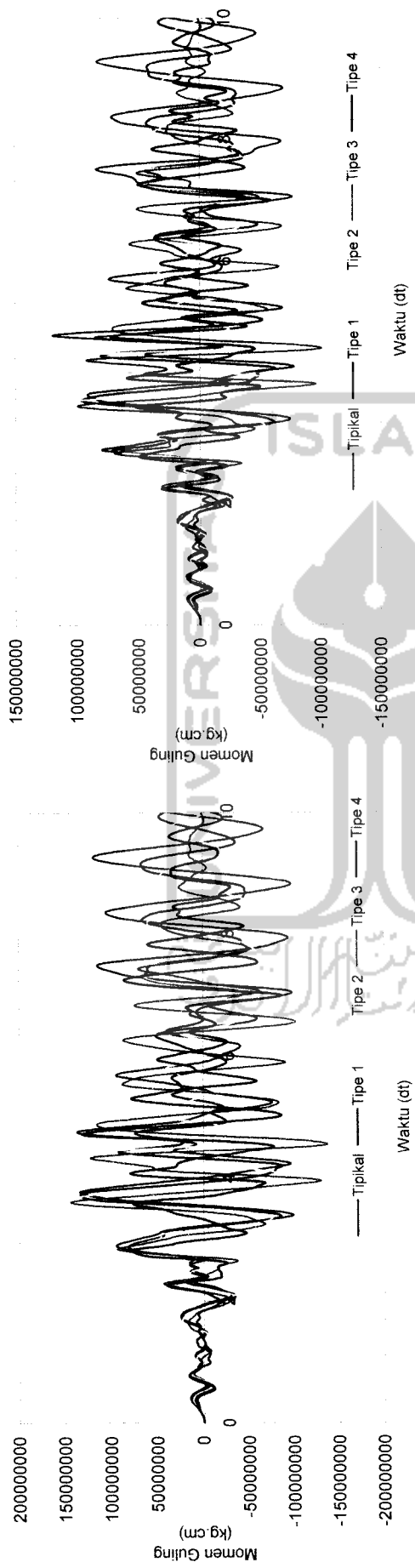
Gambar 5.109 Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro



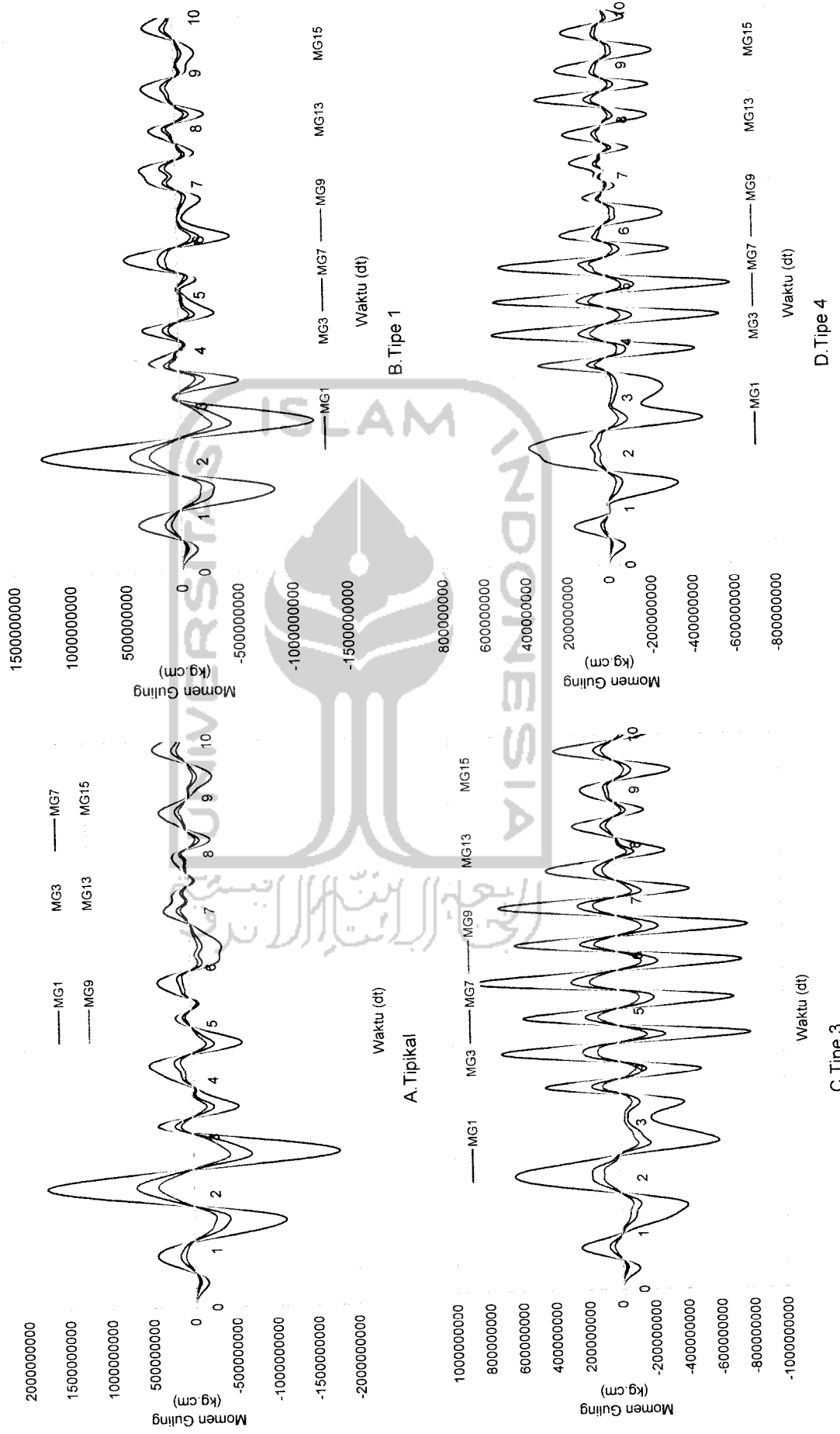
**Gambar 5.110** Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Eicentro



Gambar 5.111 Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna

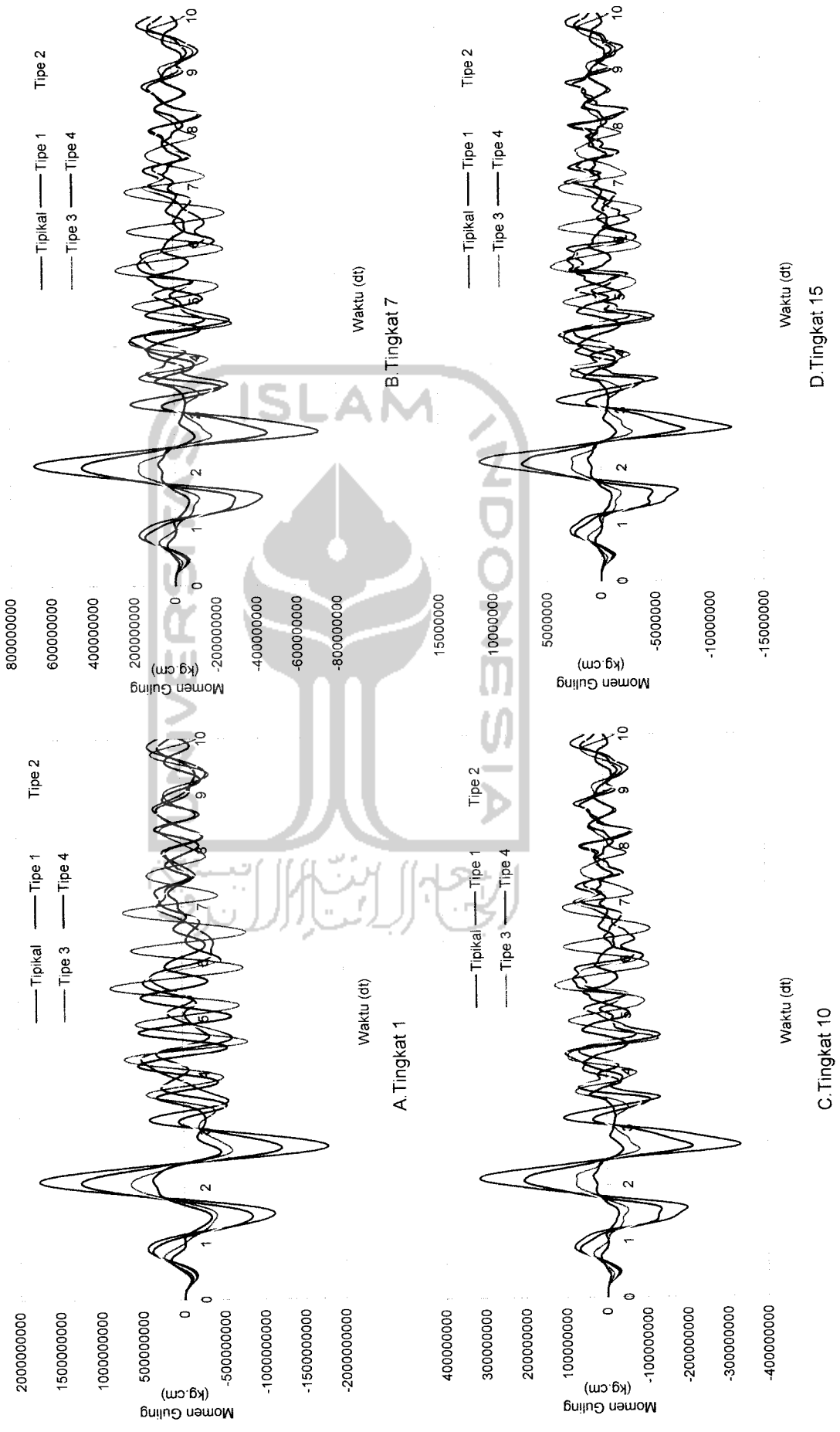


Gambar 5.112 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna

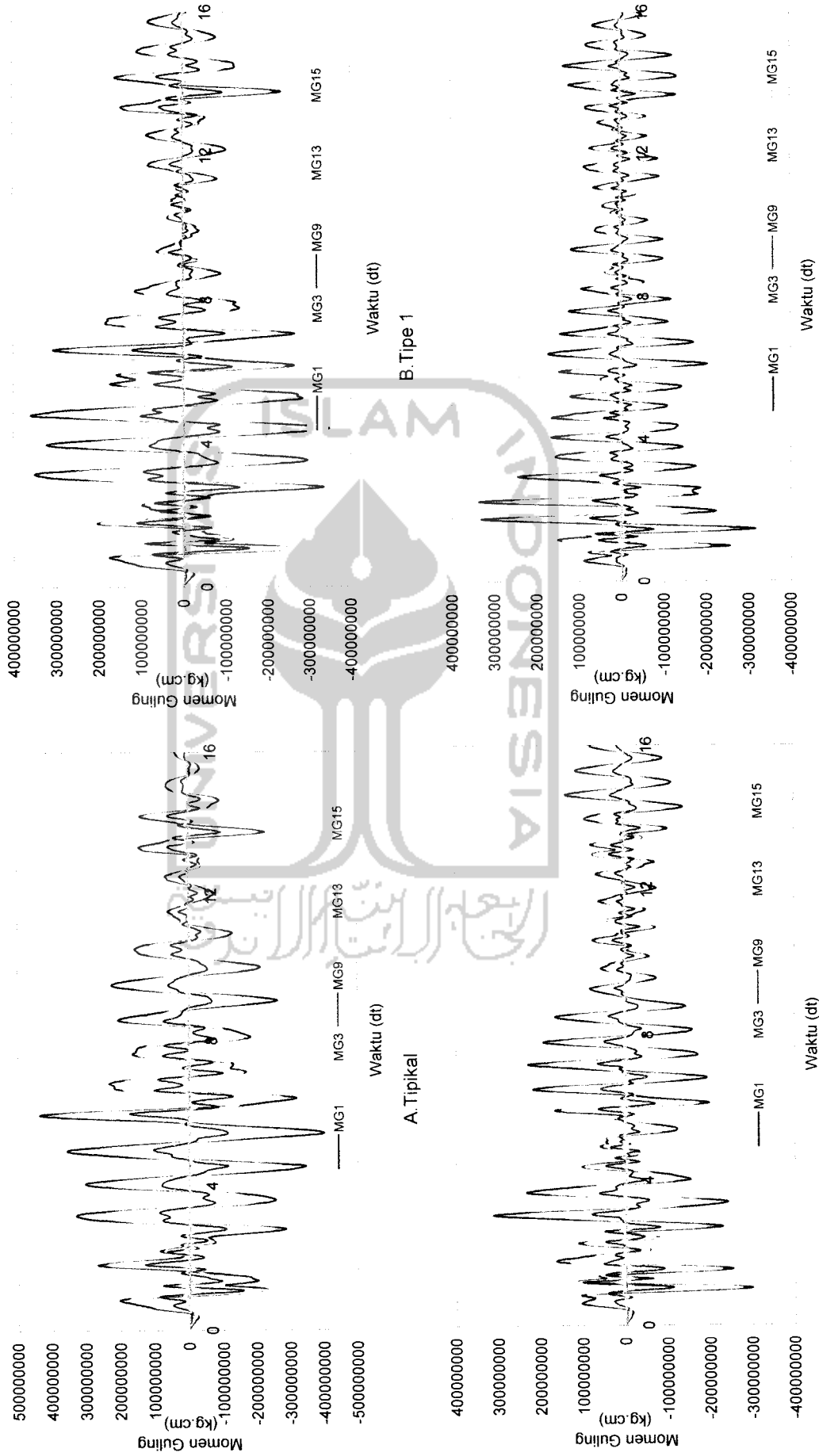


Gambar 5.113 Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest





Gambar 5.114 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



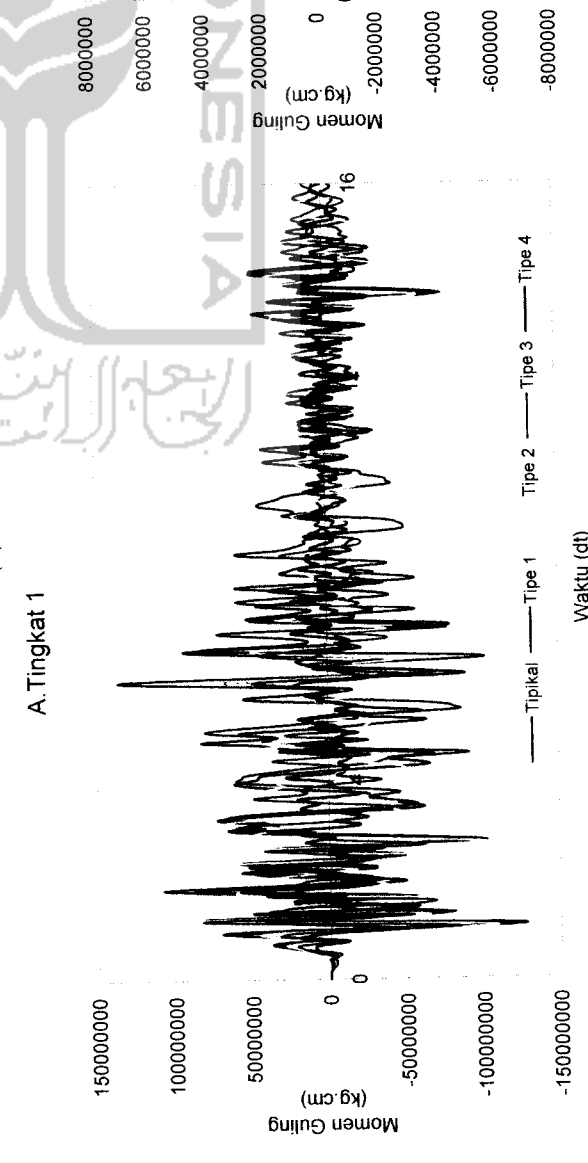
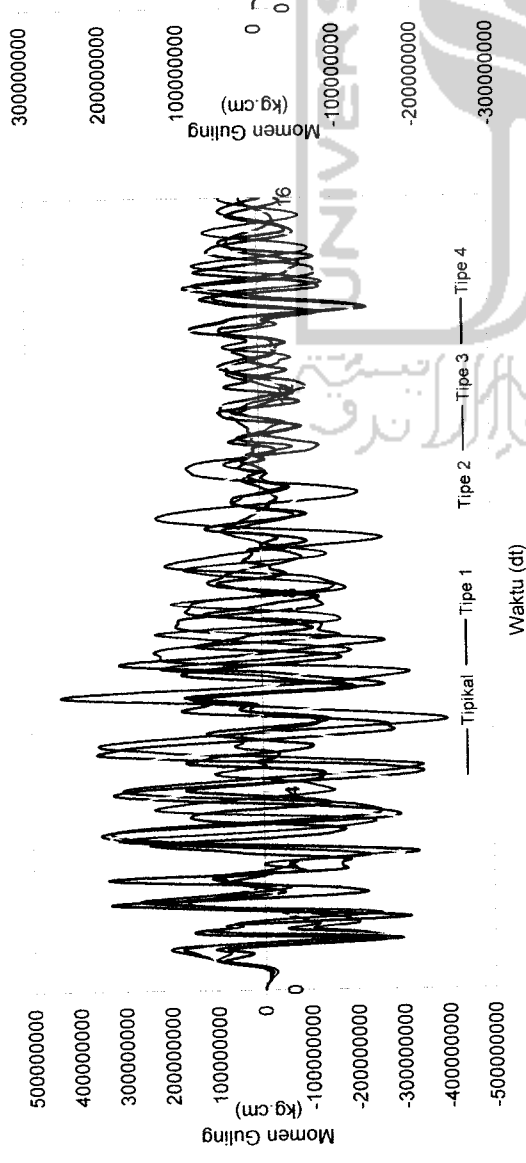
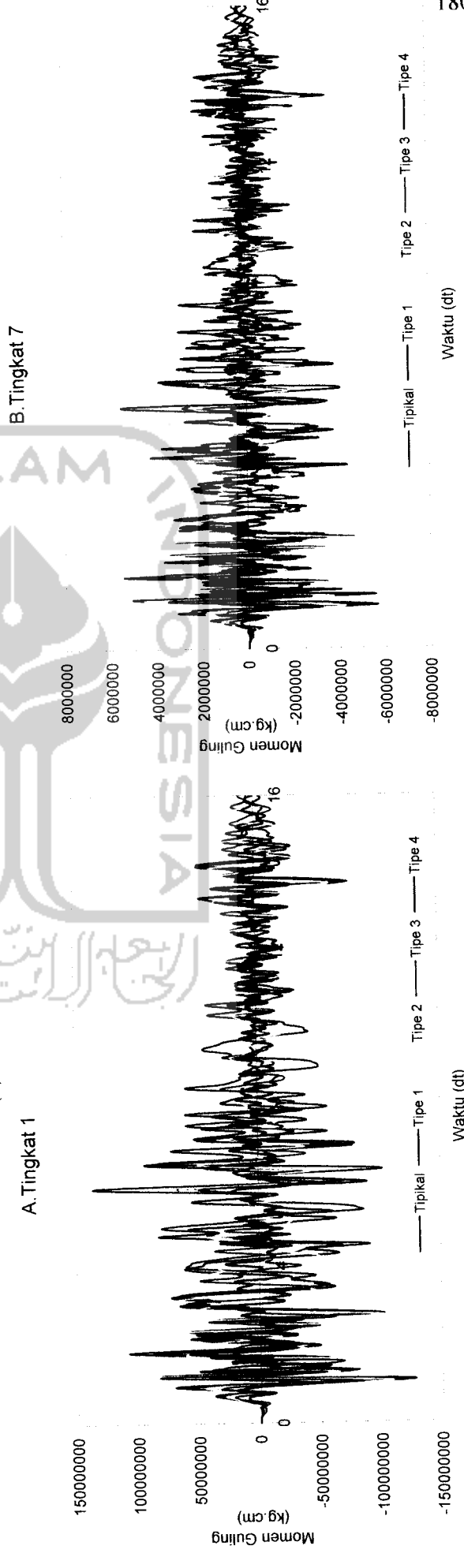
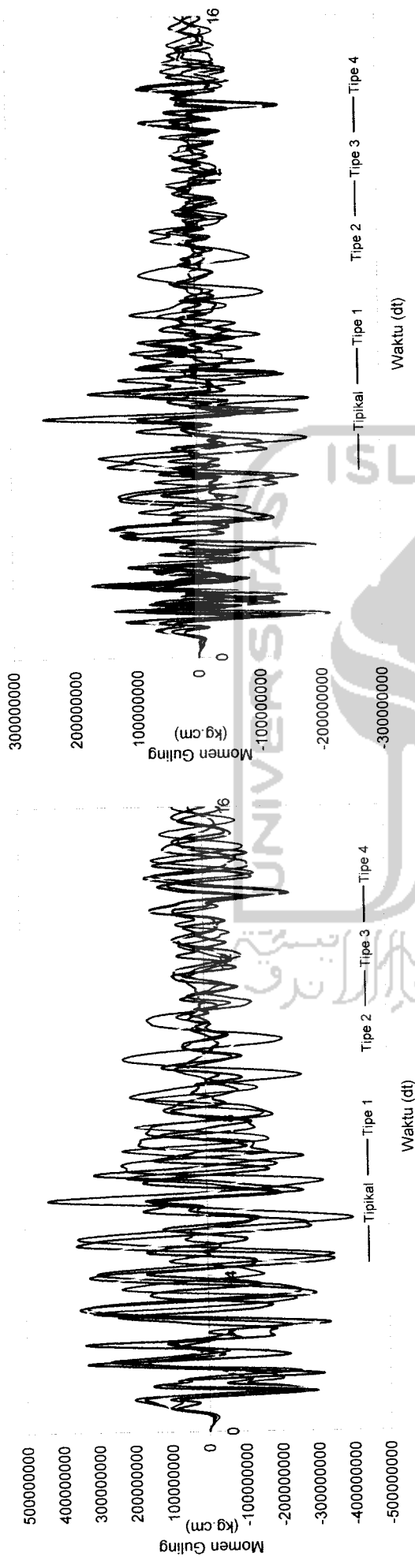
Gambar 5.115 Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro

D. Tipe 4

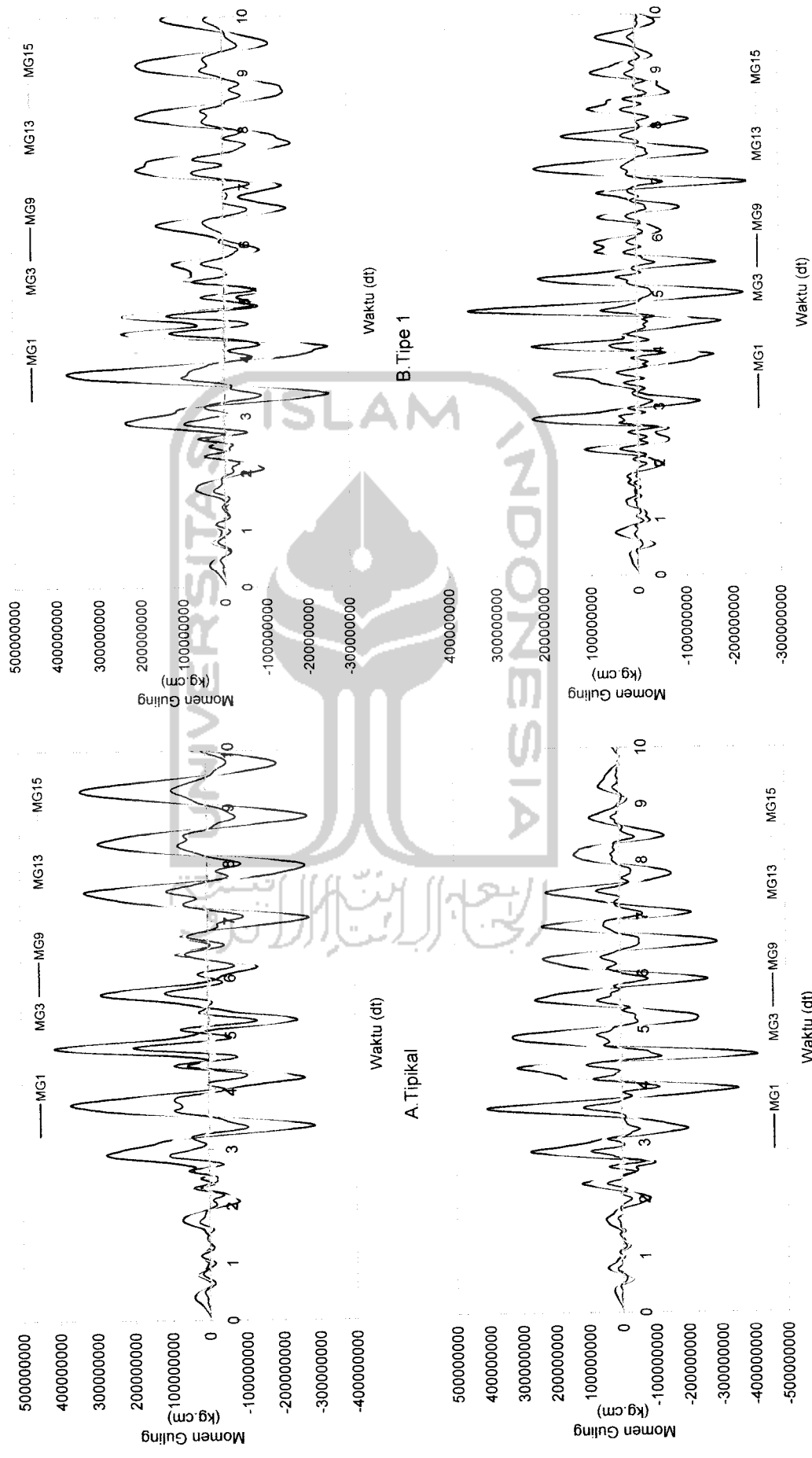
C. Tipe 3

B. Tipe 1

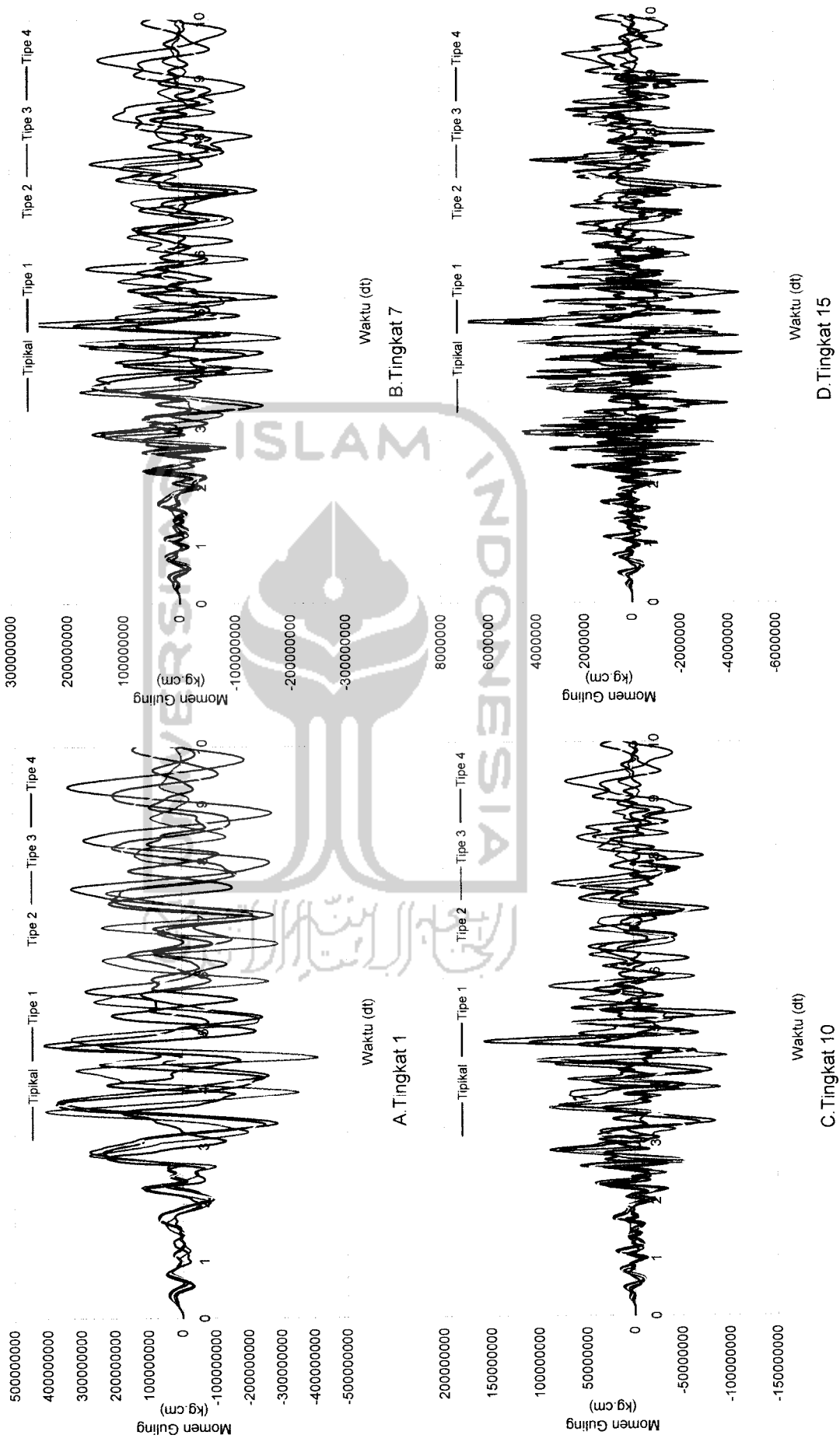
A. Tipikal



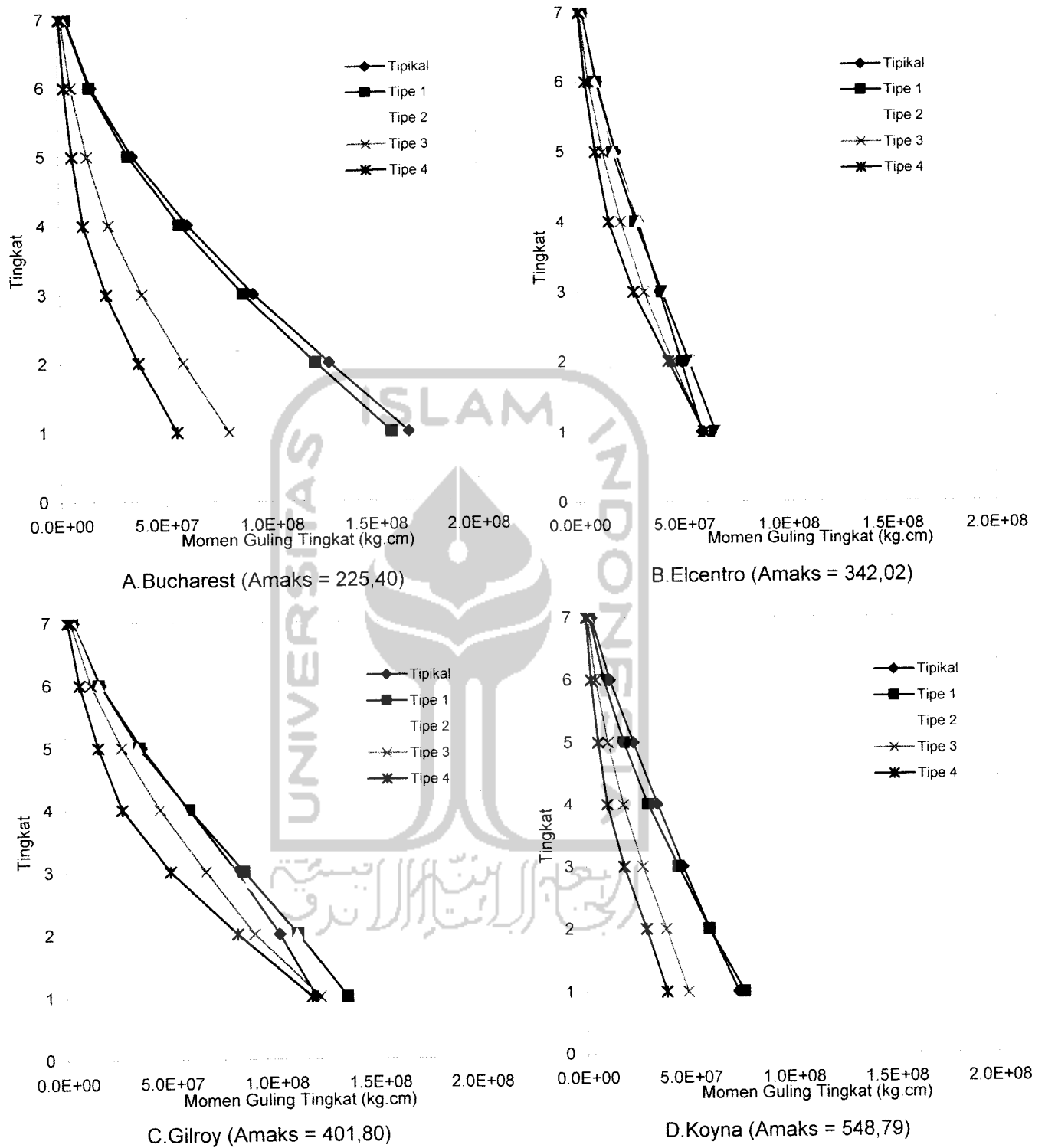
**Gambar 5.116** Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro



Gambar 5.117 Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna

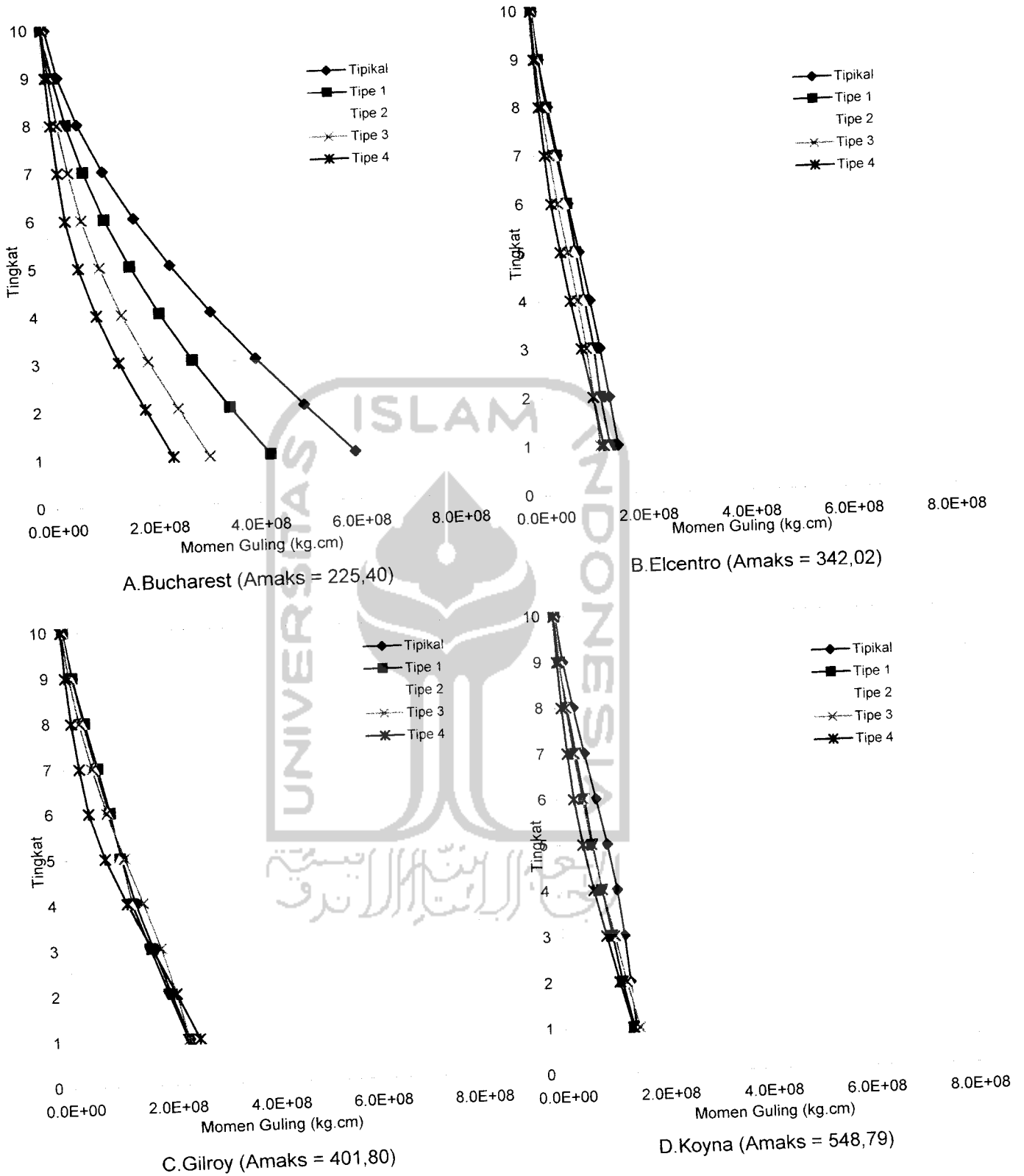


Gambar 5.118 Perbandingan Momen Guling Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



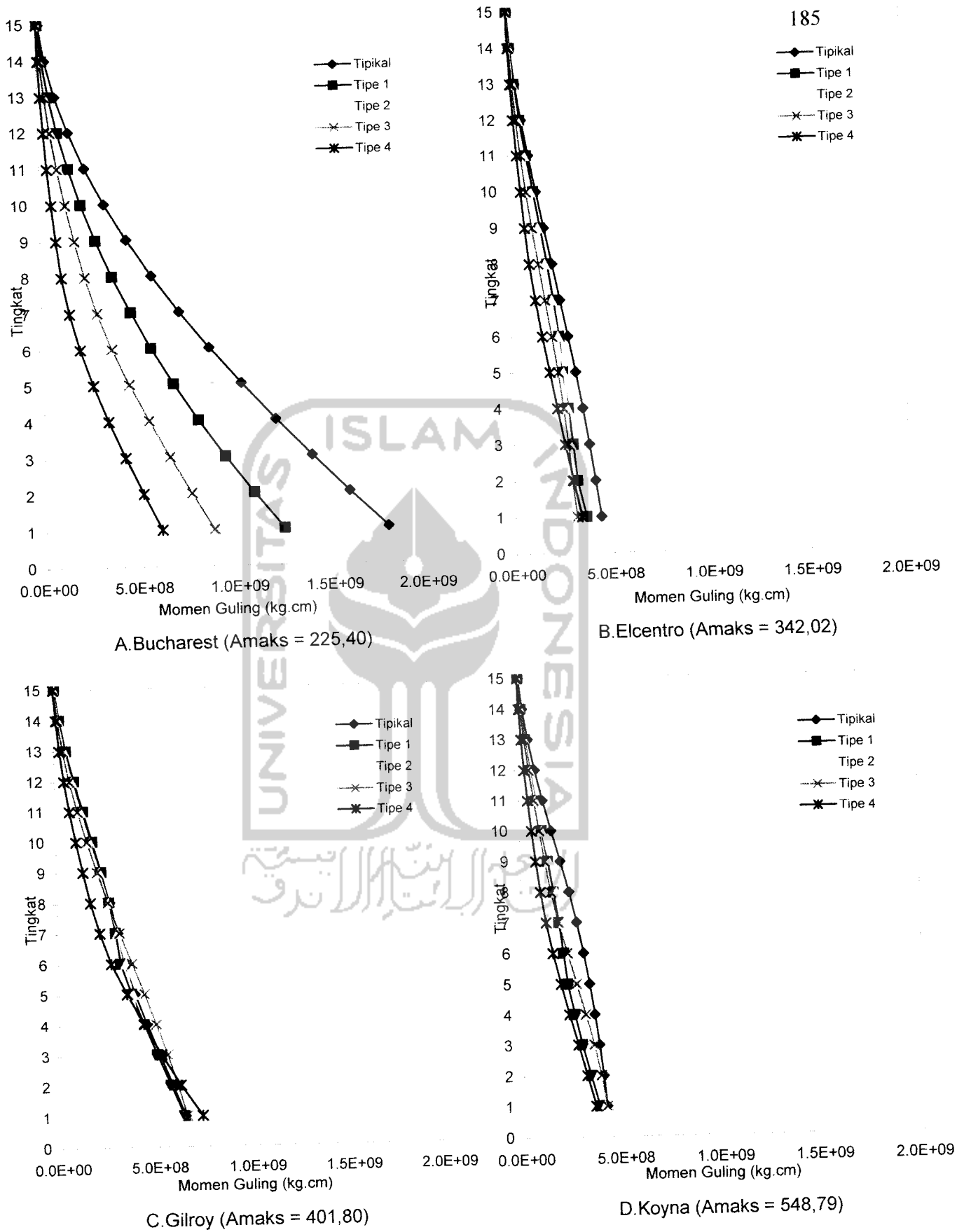
Gambar 5.119 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat 4 Gempa

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.666949	0.610092	0.548204	0.537178	0.455375
f (cps)	1.499365	1.639097	1.82414	1.86158	2.195991



**Gambar 5.120** Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat 4 Gempa

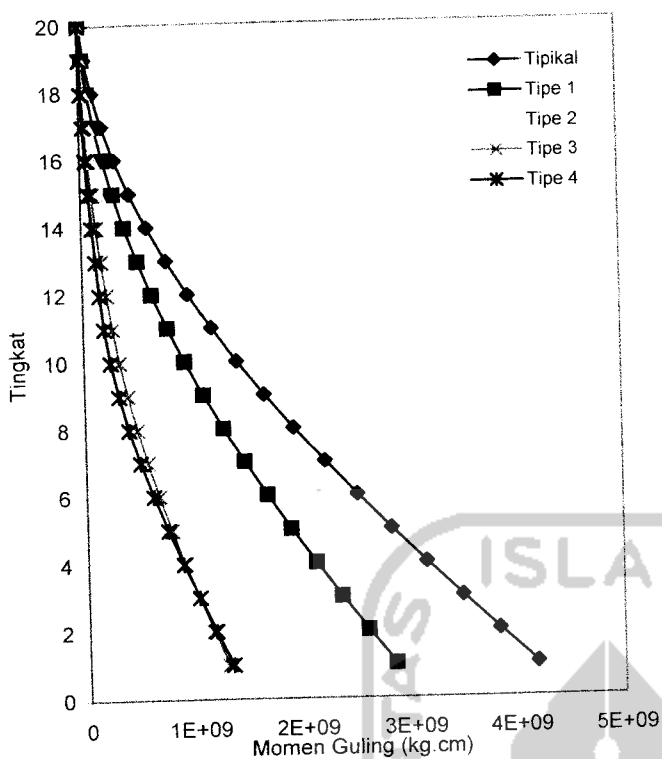
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.903446	0.831357	0.753848	0.670392	0.581967
f (cps)	1.106873	1.202853	1.326527	1.491665	1.71831



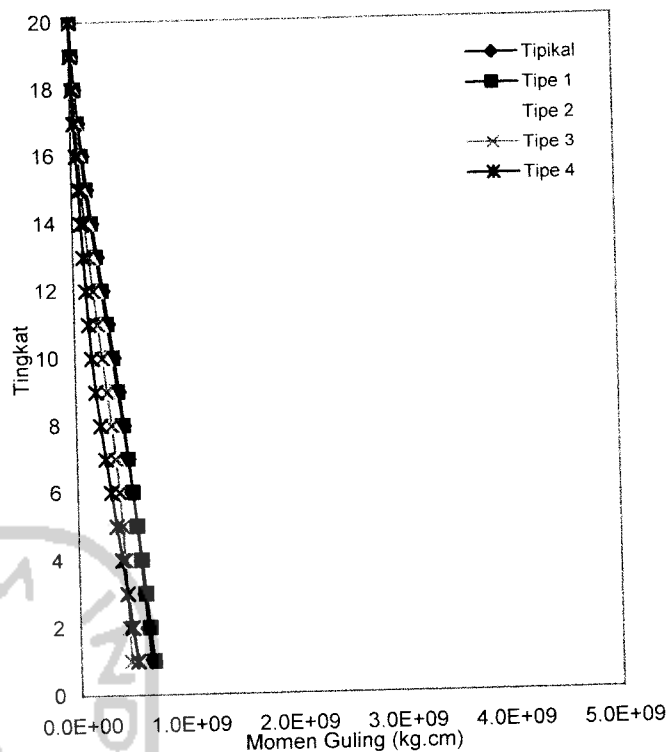
**Gambar 5.121** Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat 4 Gempa

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	0.918089	0.840747	0.756681	0.664763	0.565592

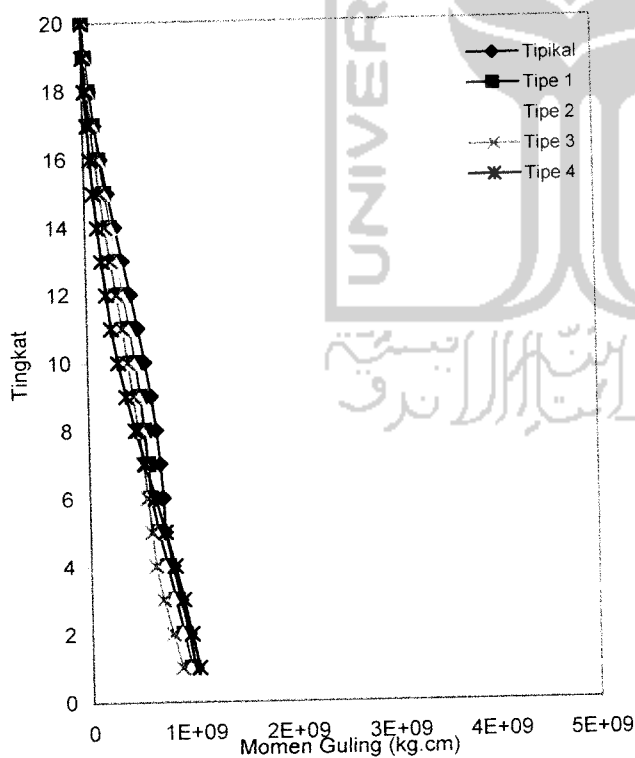




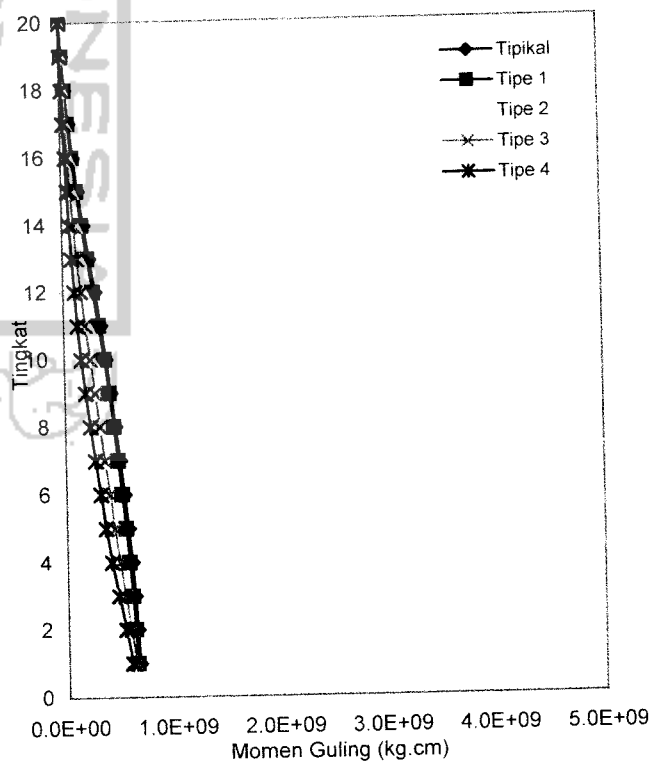
A. Bucharest (Amaks = 225,40)



B. Elcentro (Amaks = 342,02)



C. Gilroy (Amaks = 401,80)



D. Koyona (Amaks = 548,79)

**Gambar 5.122** Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat 4 Gempa

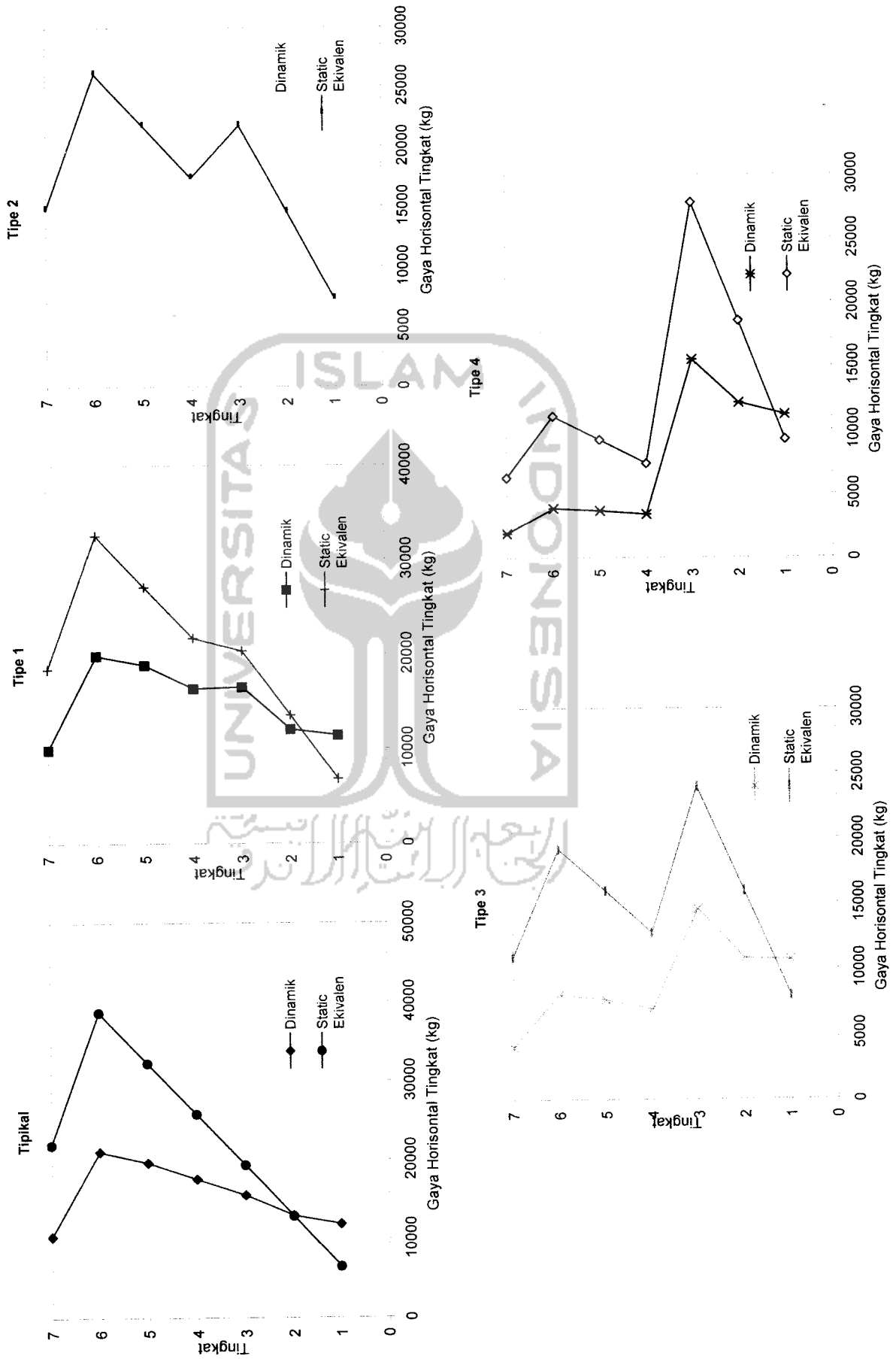
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
T1 (dt)	1.00555	0.924284	0.836202	0.741184	0.639789
f (cps)	0.994481	1.081918	1.195883	1.349192	1.563016

### 5.3.7 Hasil Perbandingan Dinamik dengan Statik Ekuivalen

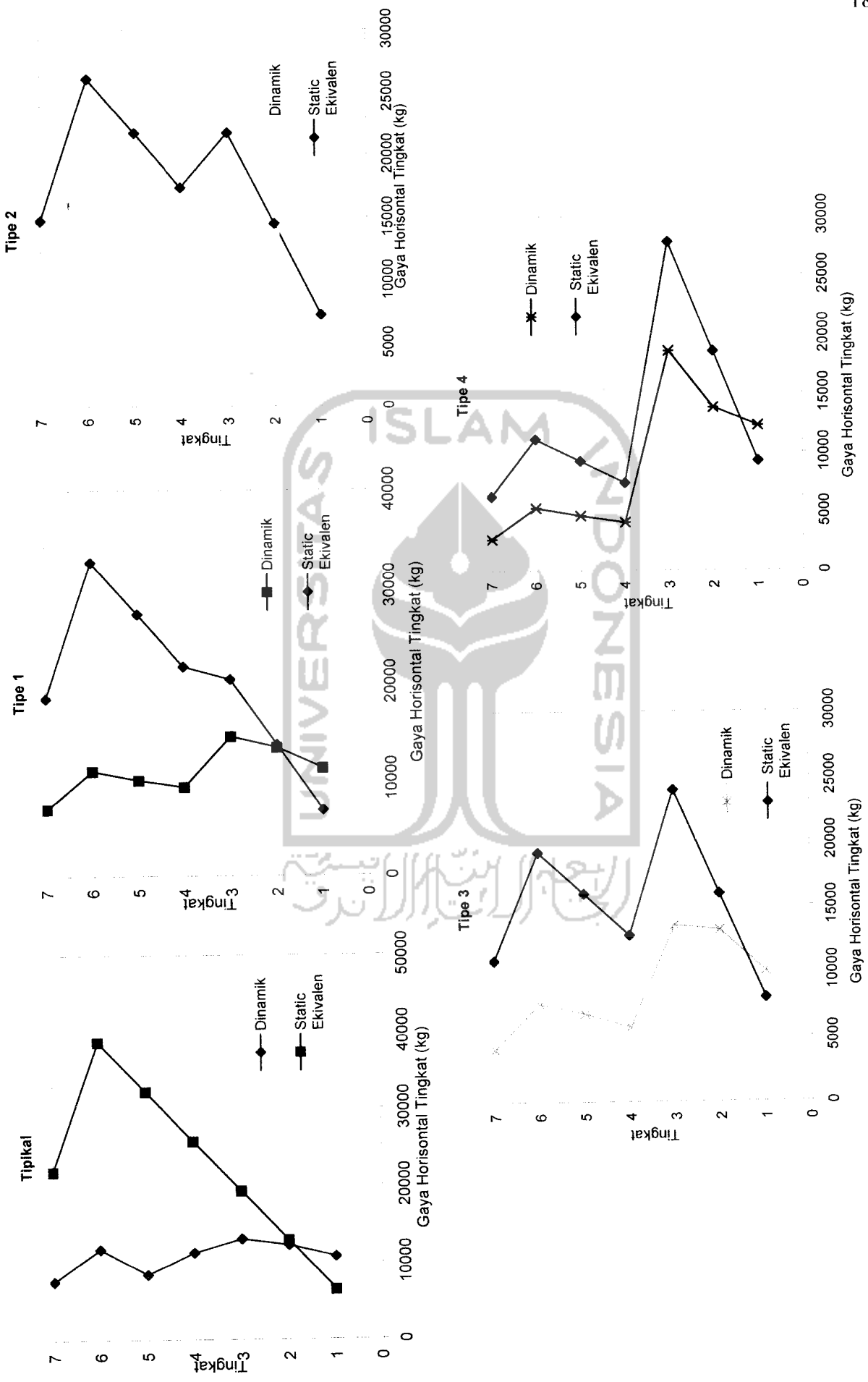
Dari hasil program dapat disajikan nilai-nilai *respon dinamik* dari struktur tingkat 7, 10, 15, 20 . Untuk memperkuat hasil dinamik maka dibandingkan dengan statik ekuivalen yang disajikan pada **Gambar 5.123** sampai dengan **Gambar 5.138**. Dengan memperhatikan gambar yang disajikan tampak bahwa nilai perbandingan respon dinamik dan statik pada bangunan tingkat 7 akibat gempa bucharest menunjukkan respon dinamik lebih kecil daripada statik . Hal ini disebabkan bangunan tingkat 7 merupakan bangunan yang kaku (tingkat rendah). Bangunan kaku mempunyai frekuensi tinggi jika dibebani gempa berfrekuensi rendah (Bucharest) maka responnya kecil. Berbeda dengan gempa Koyna karena mempunyai frekuensi tinggi sehingga nilai respon dinamik cukup besar.

Pada bangunan tingkat 10,15 dan 20 merupakan bangunan yang fleksibel (tingkat tinggi). Bangunan fleksibel mempunyai frekuensi rendah jika dibebani gempa berfrekuensi rendah (Bucharest) maka nilai respon dinamik lebih besar dari static atau mendekati. Berbeda dengan gempa Koyna karena mempunyai frekuensi tinggi sehingga nilai respon dinamik cukup kecil.

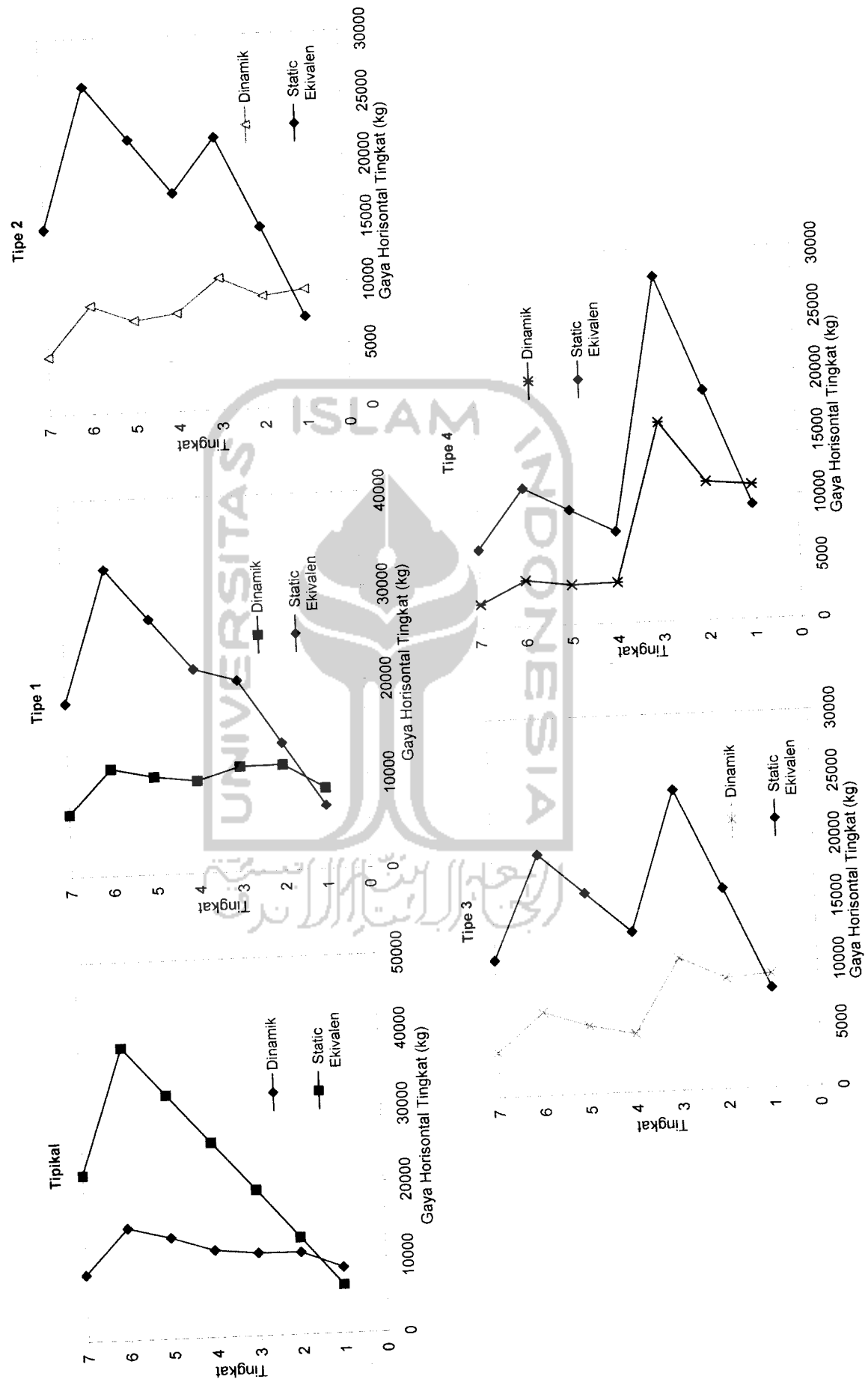
Pada perbandingan nilai respon dinamik dan statik menunjukkan bahwa dari semua variasi tipe bangunan yang nilainya hampir mendekati sama yaitu pada Tipe 4 (setback paling kritis)



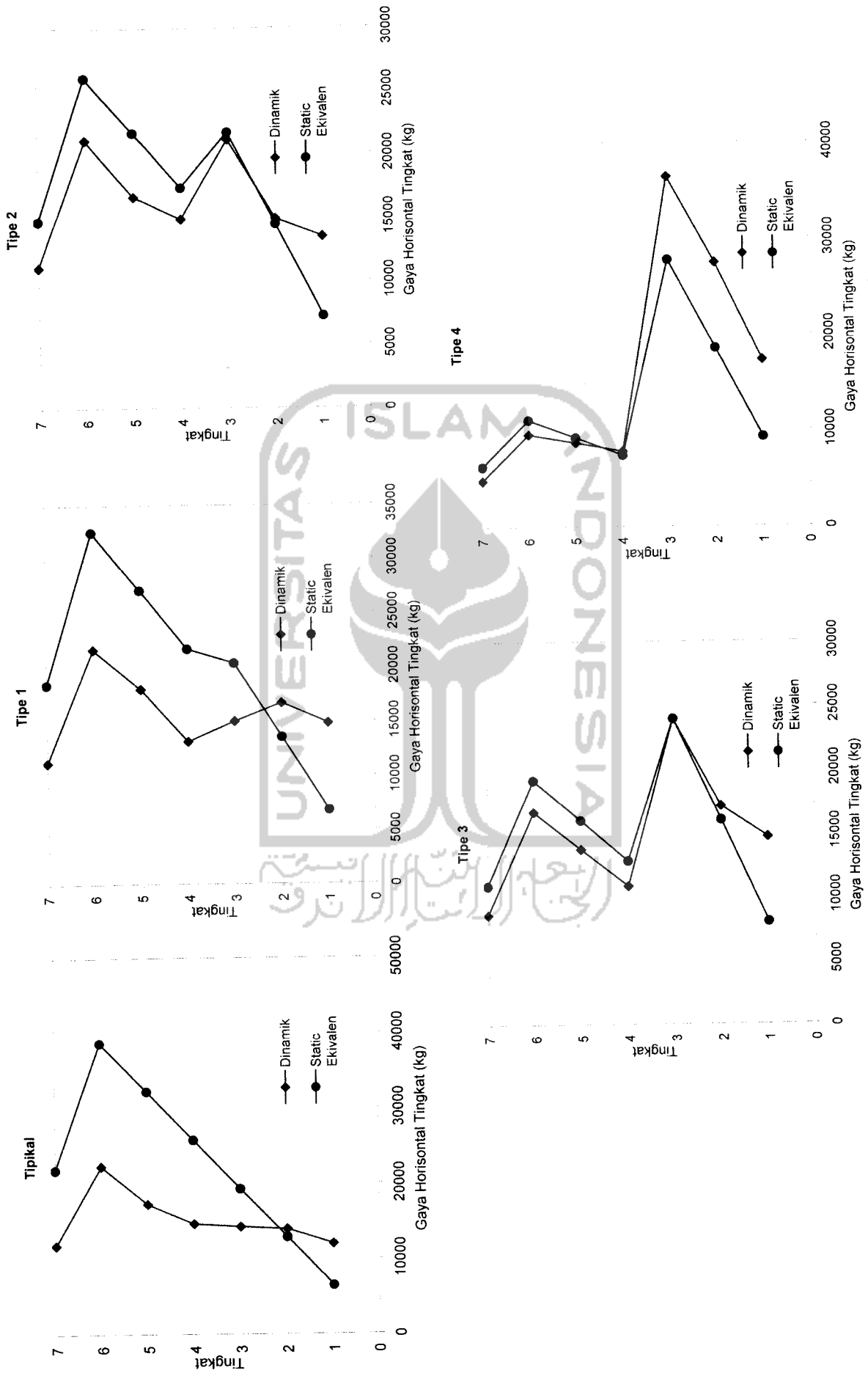
Gambar 5.123 Perbandingan Hasil Dinamik dengan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest



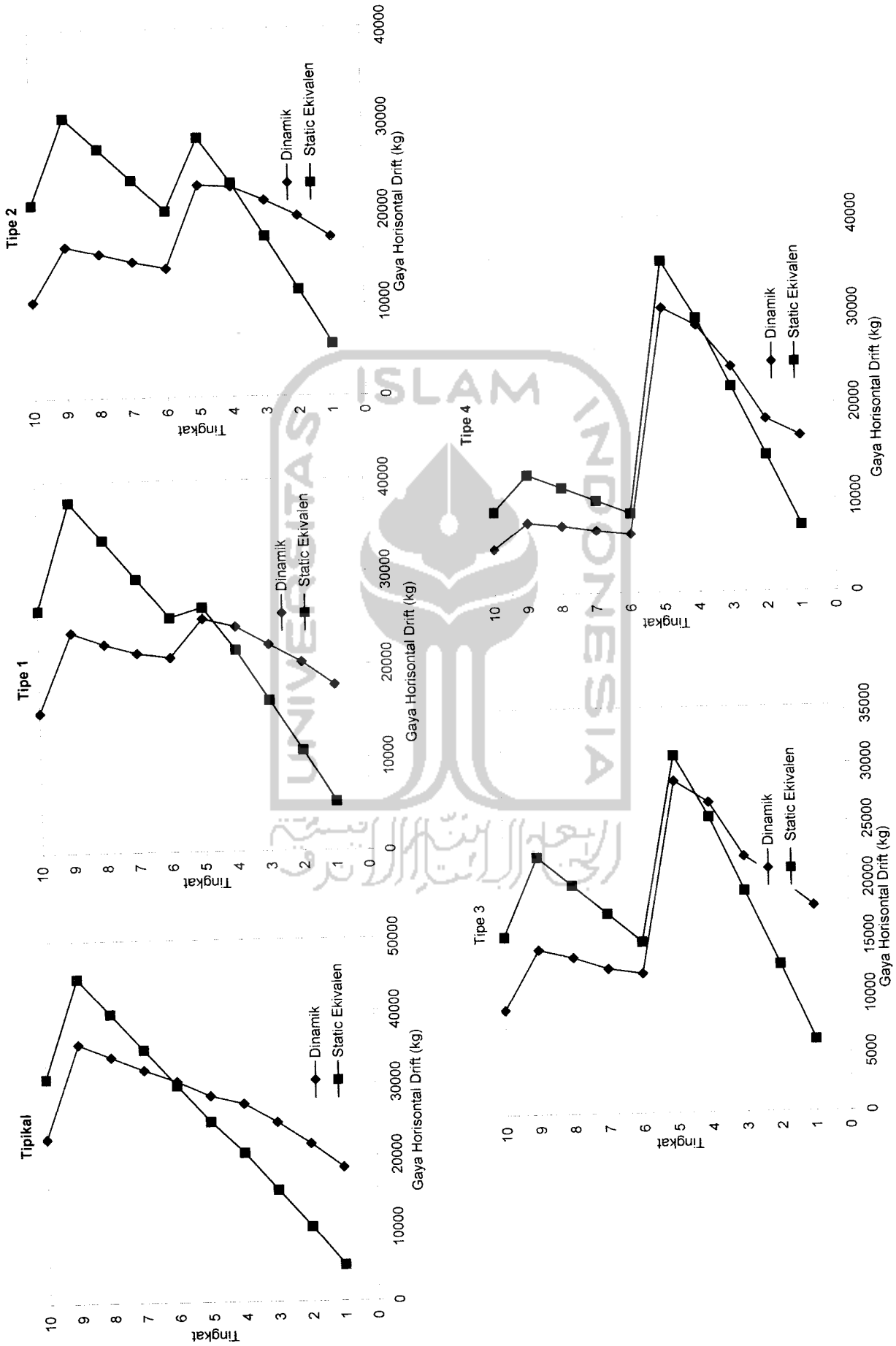
Gambar 5.124 Perbandingan Hasil Dinamik dengan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro



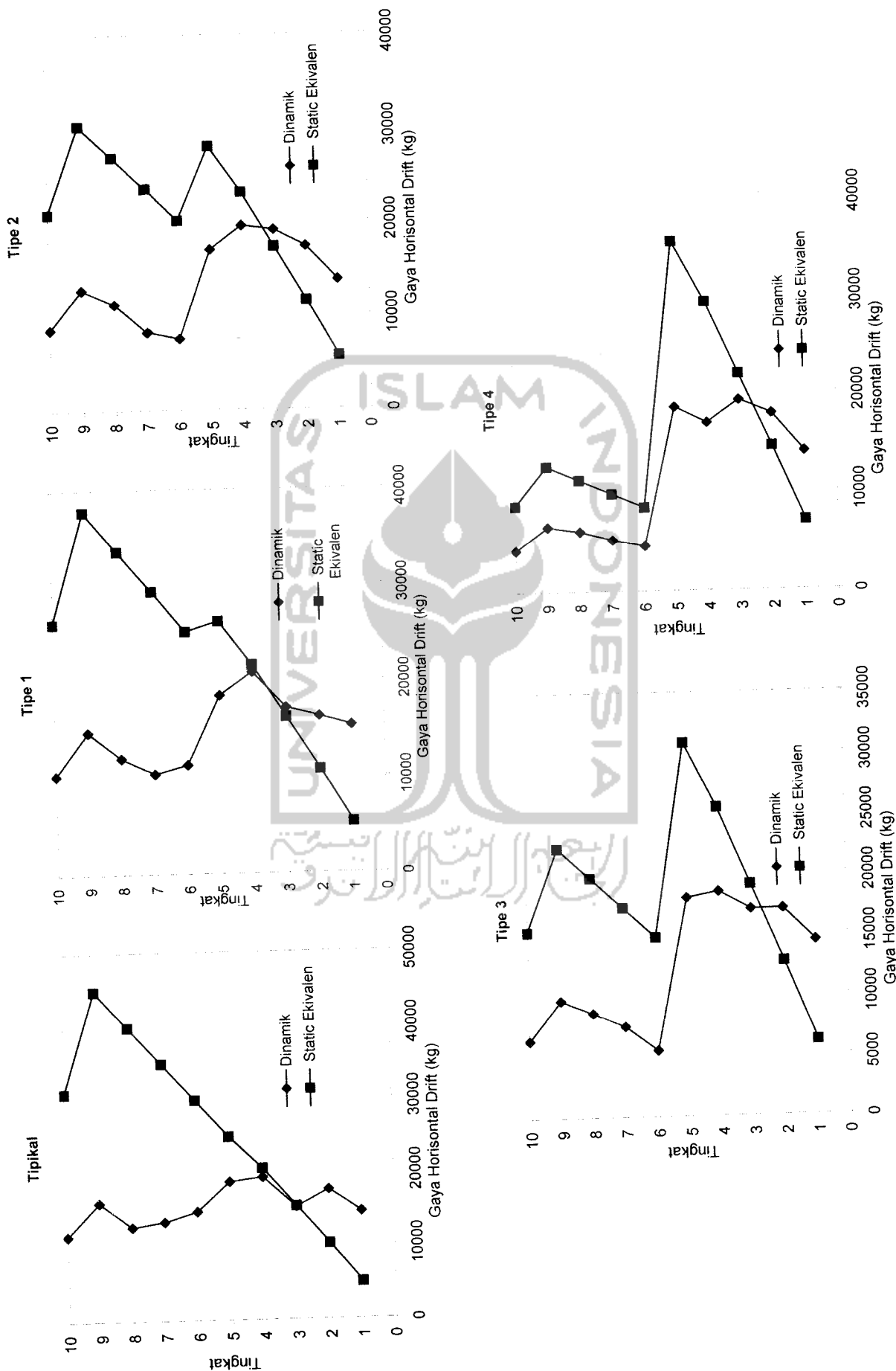
Gambar 5.125 Perbandingan Hasil Dinamik dengan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.126 Perbandingan Hasil Dinamik dengan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy

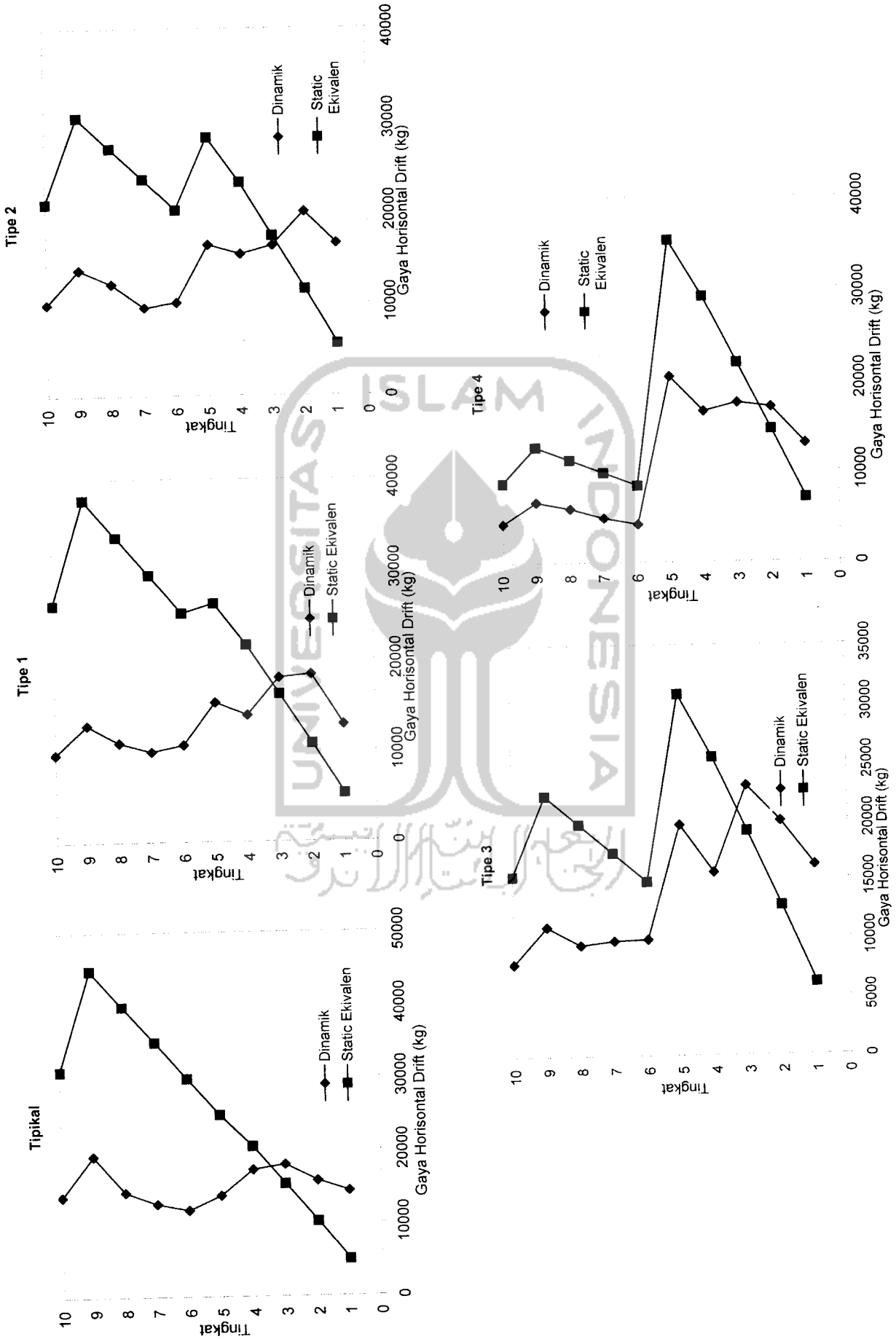


Gambar 5.127 Perbandingan Hasil Dinamik dengan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest

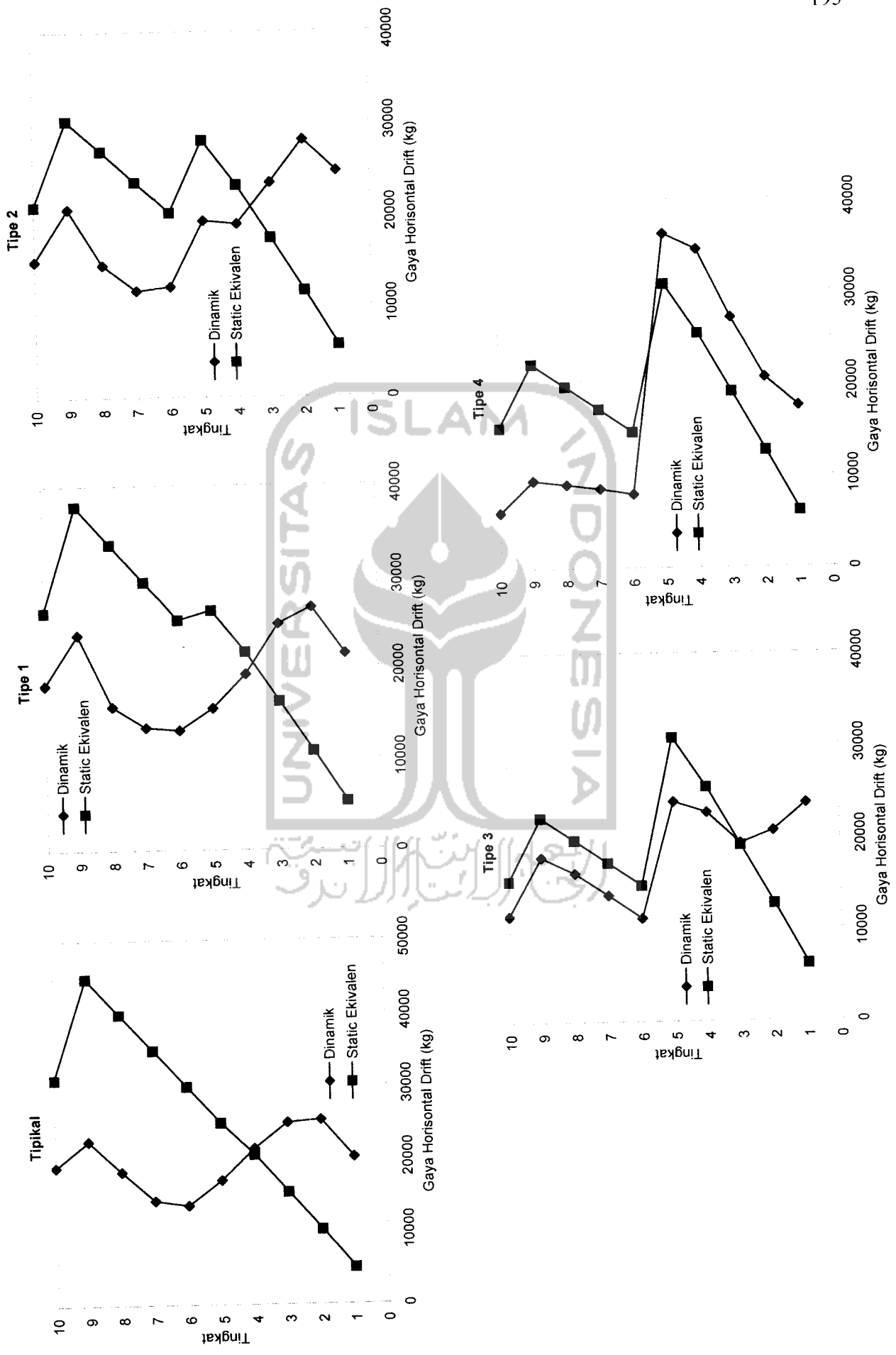


Gambar 5.128 Perbandingan Hasil Dinamik dengan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro

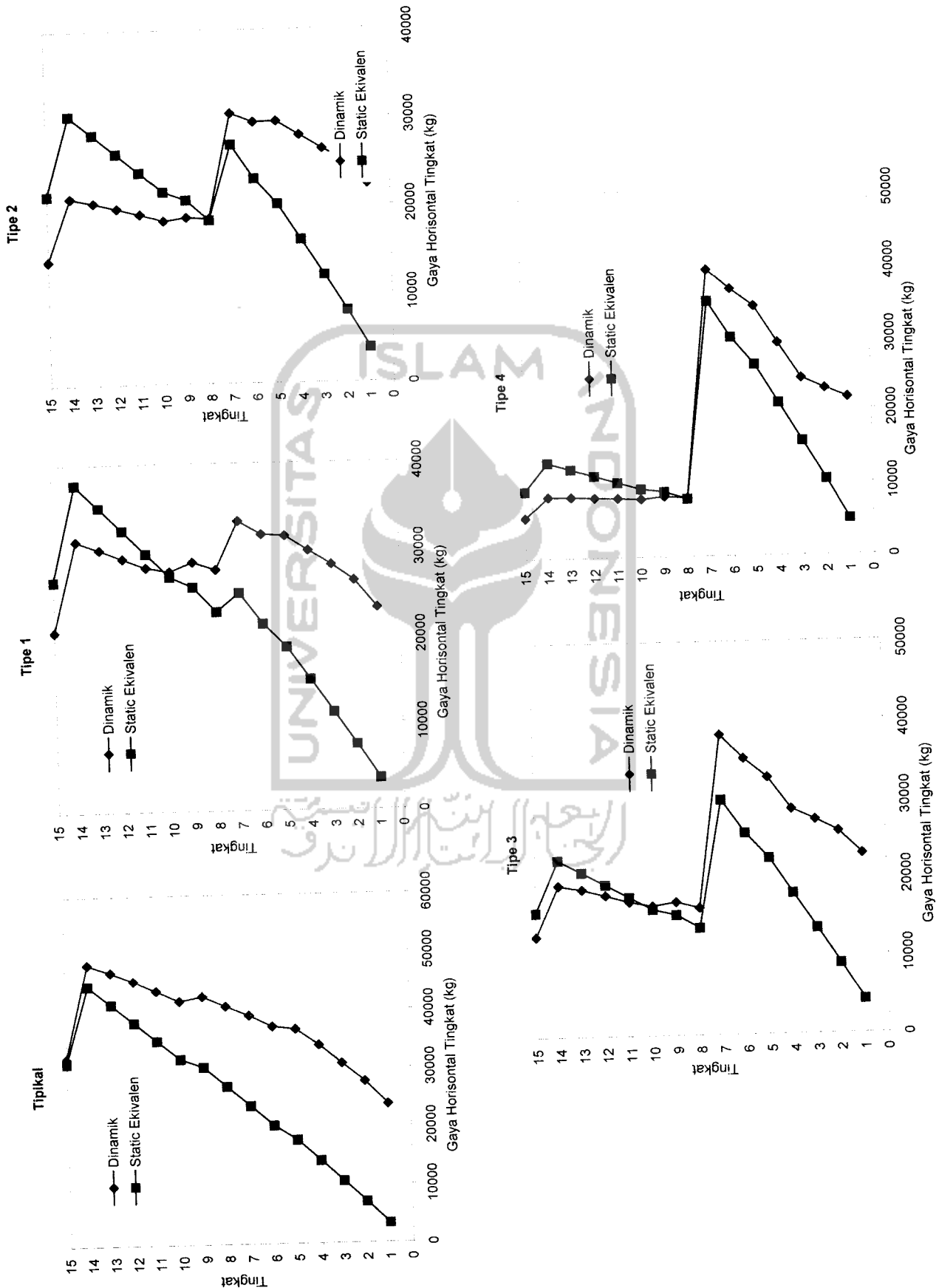




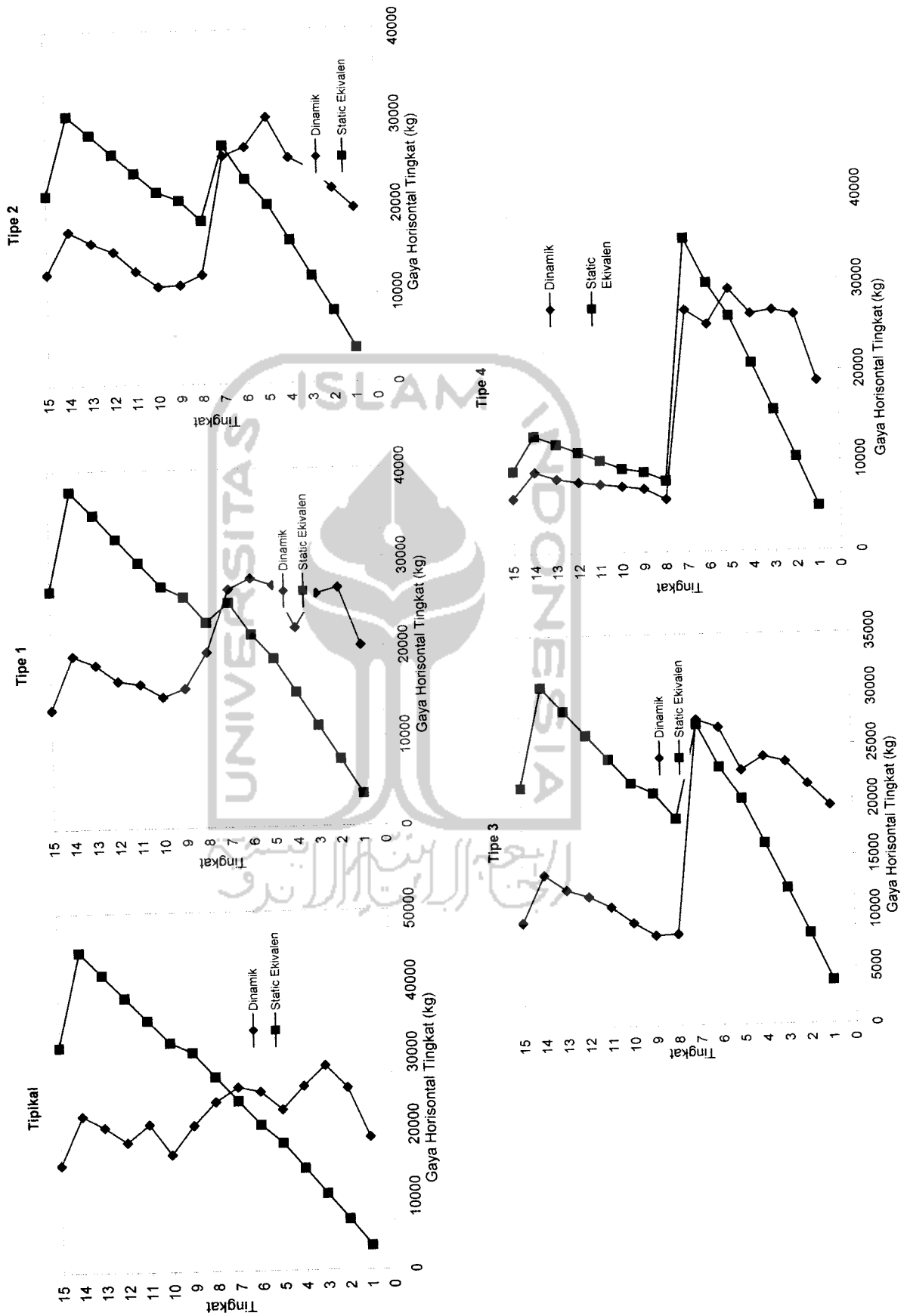
Gambar 5.129 Perbandingan Hasil Dinamik dengan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna



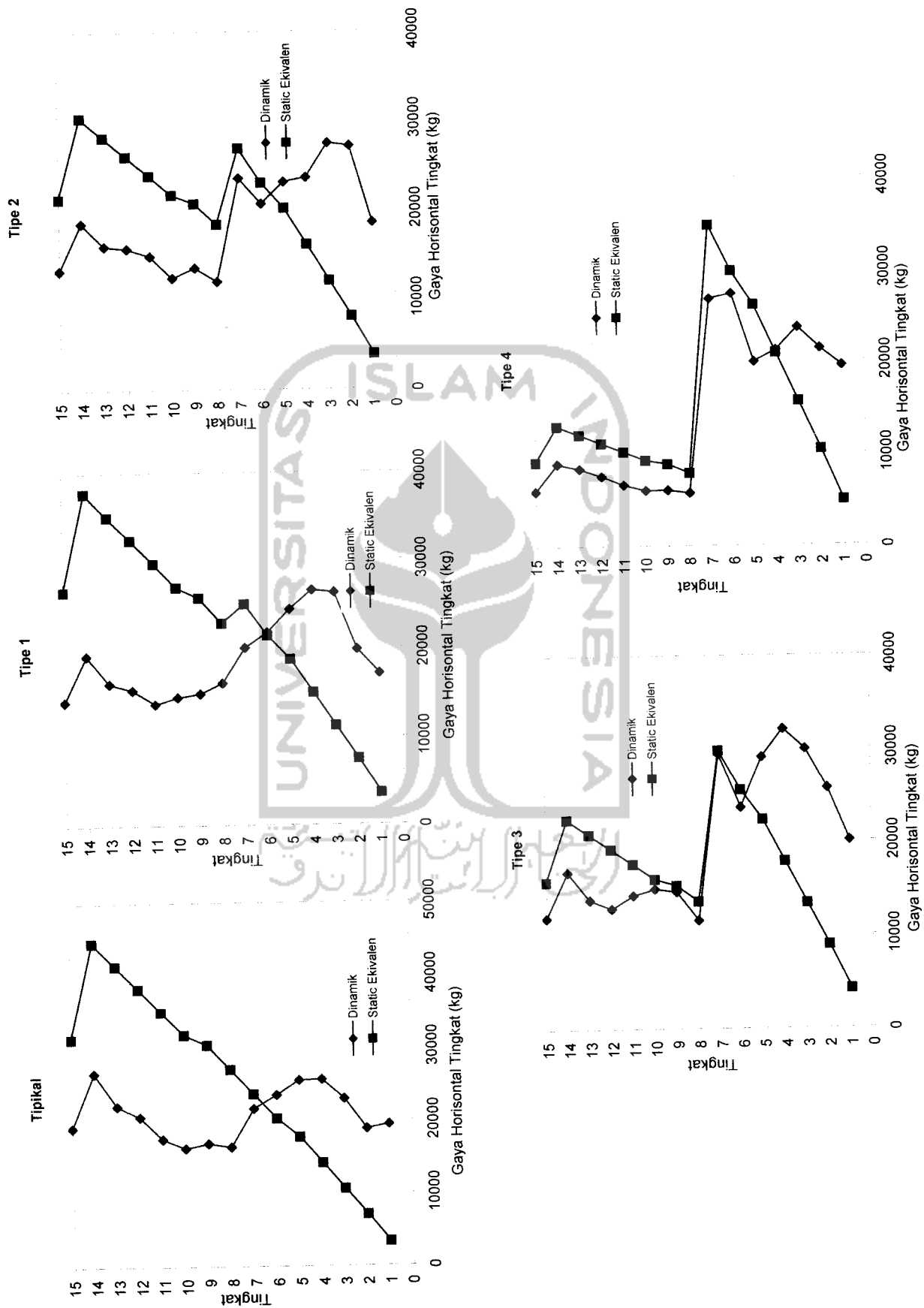
Gambar 5.130 Perbandingan Hasil Dinamik dengan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy



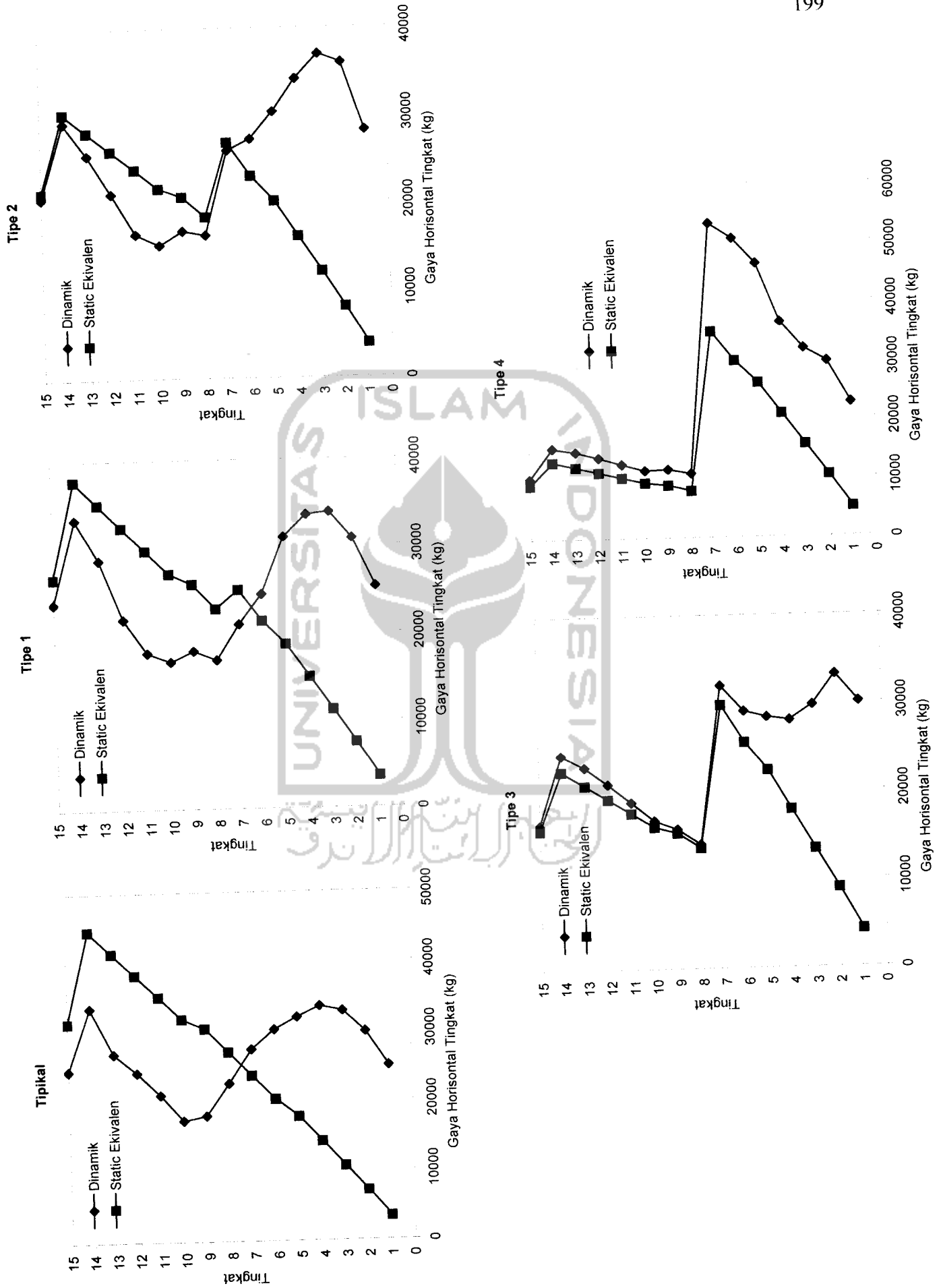
Gambar 5.131 Perbandingan Hasil Dinamik dengan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest



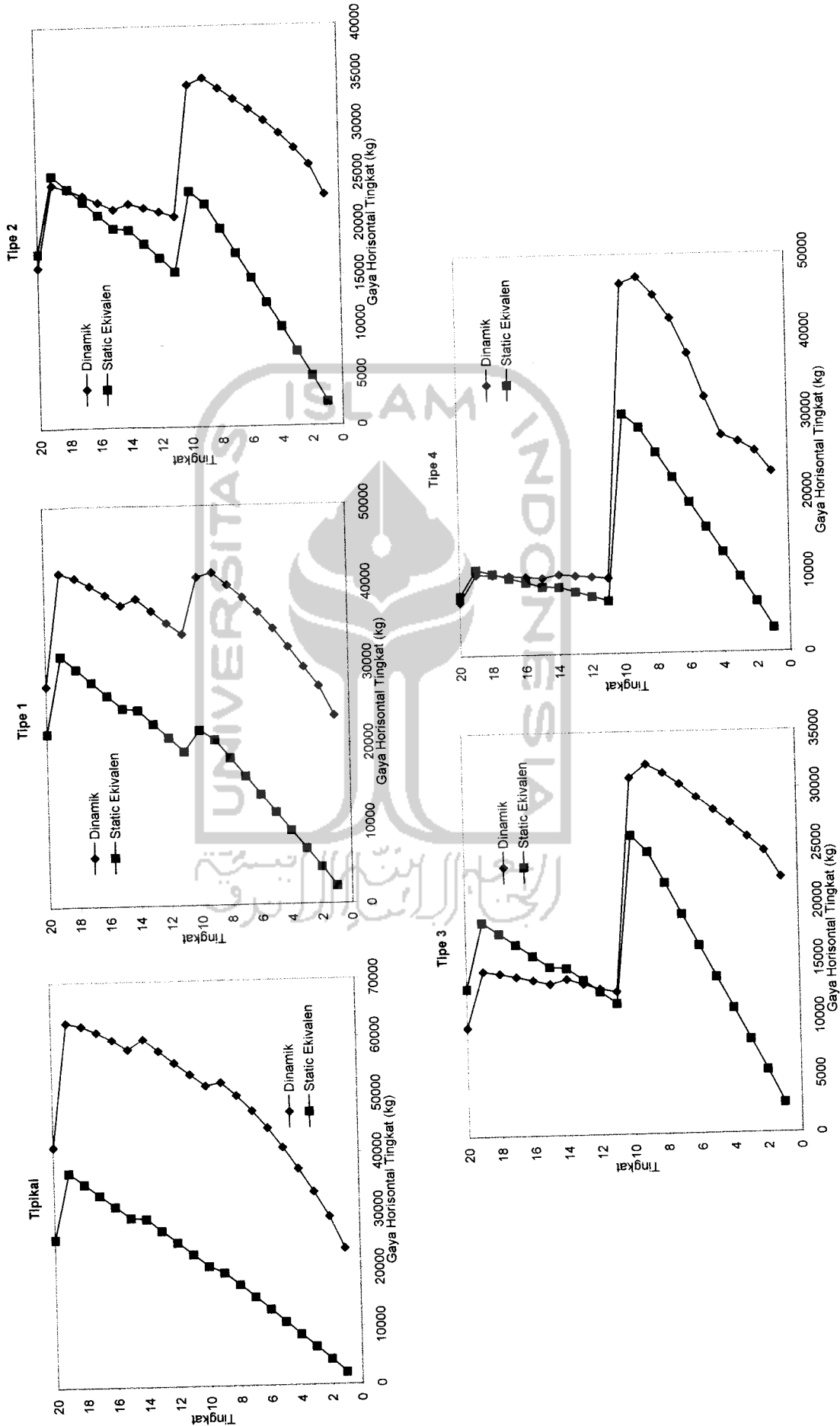
Gambar 5.132 Perbandingan Hasil Dinamik dengan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro



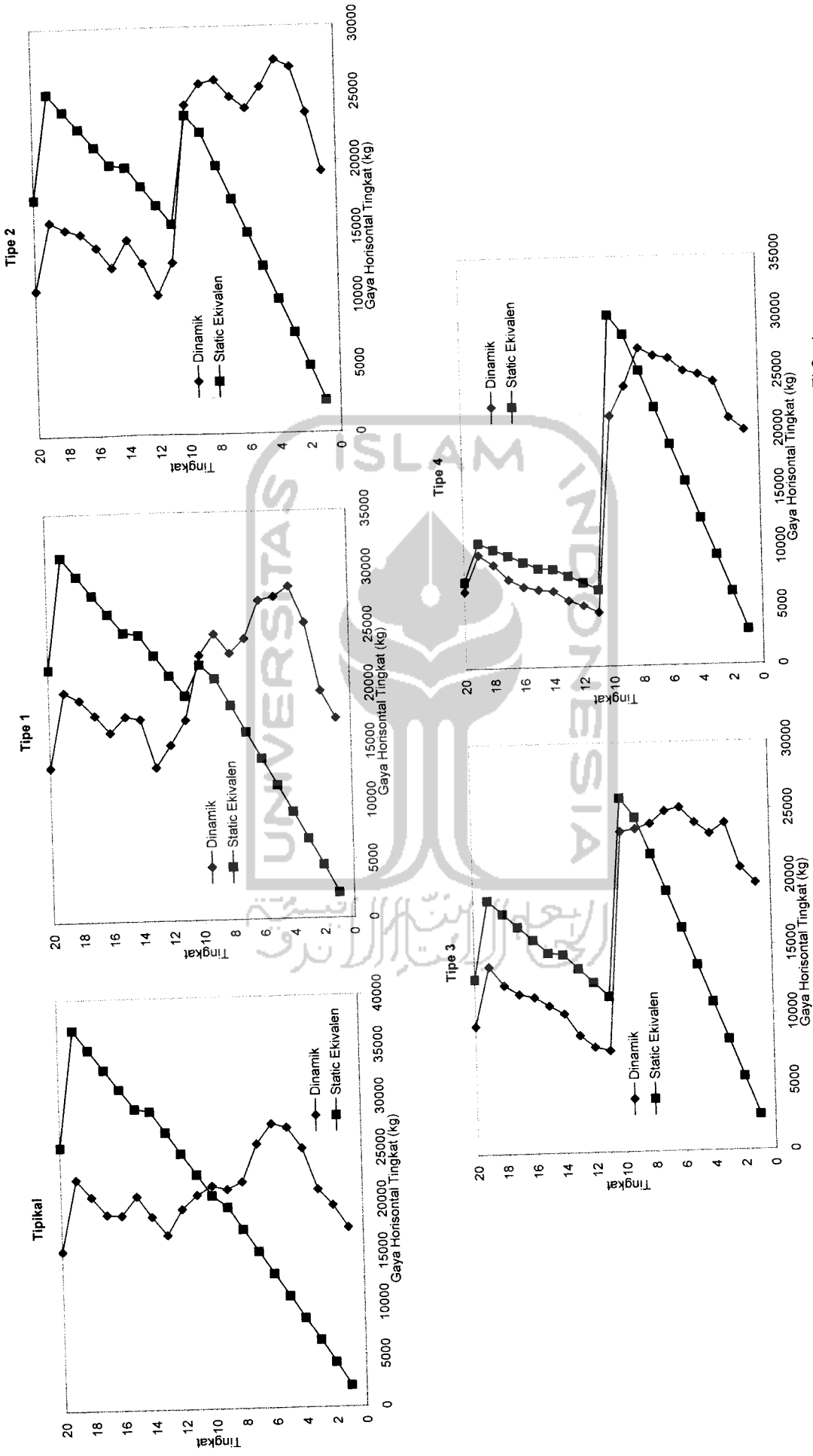
Gambar 5.133 Perbandingan Hasil Dinamik dengan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



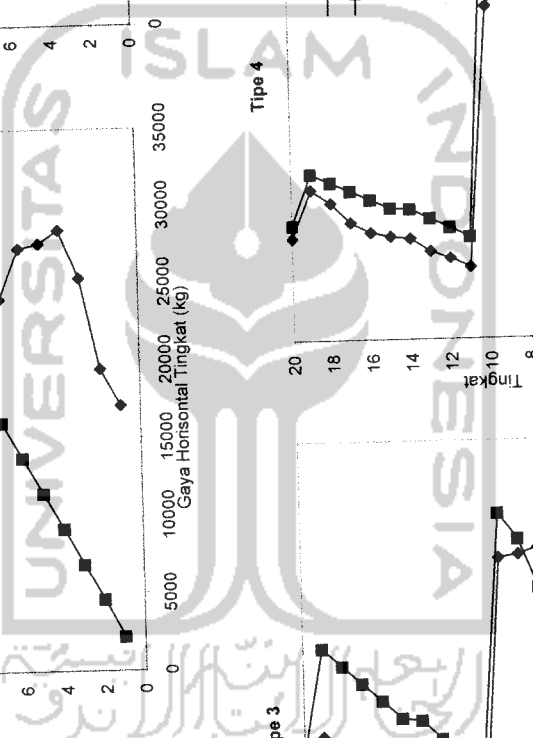
Gambar 5.134 Perbandingan Hasil Dinamik dengan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy



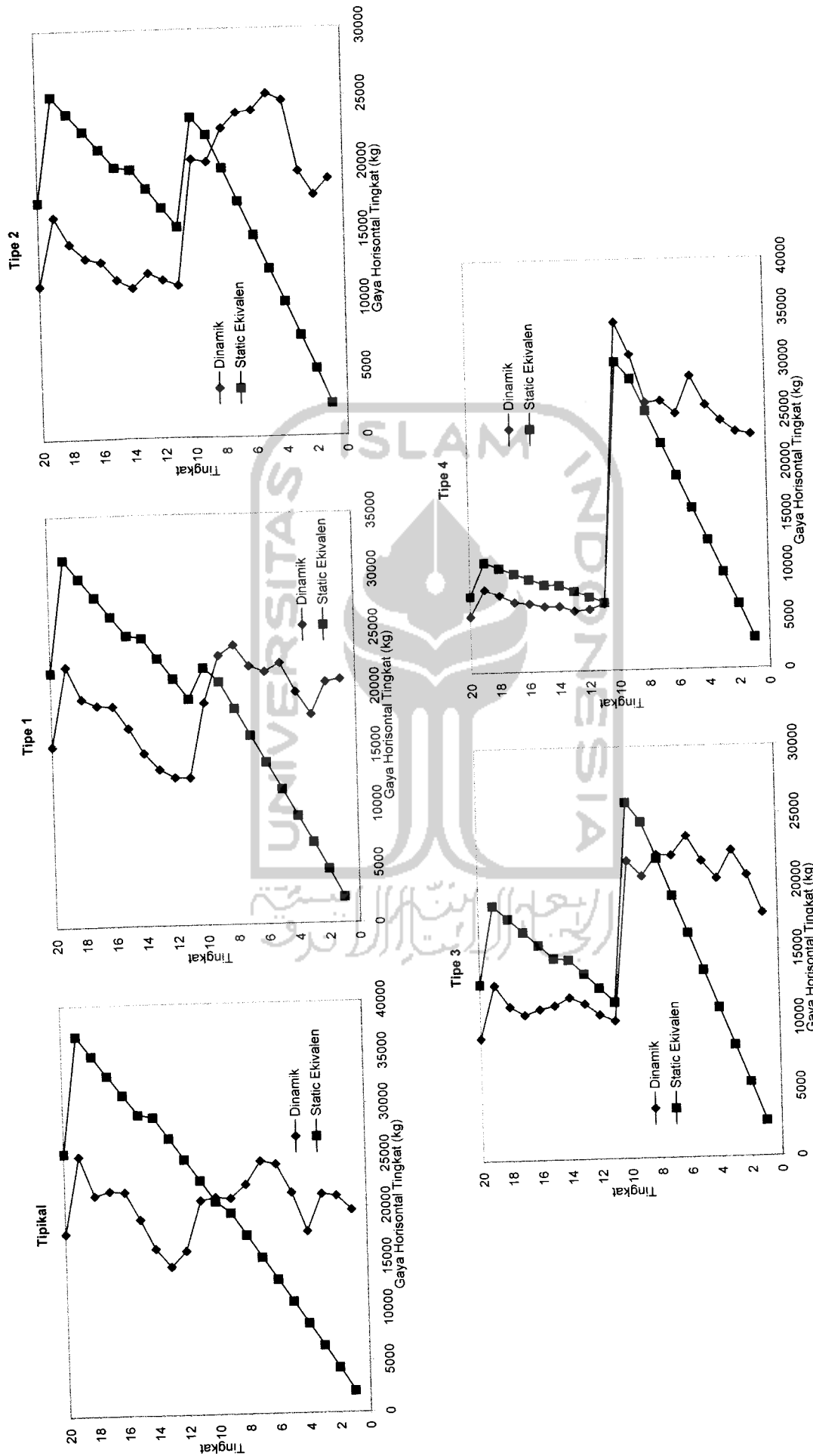
Gambar 5.135 Perbandingan Hasil Dinamik dan Statis Ekuivalen Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Bucharest



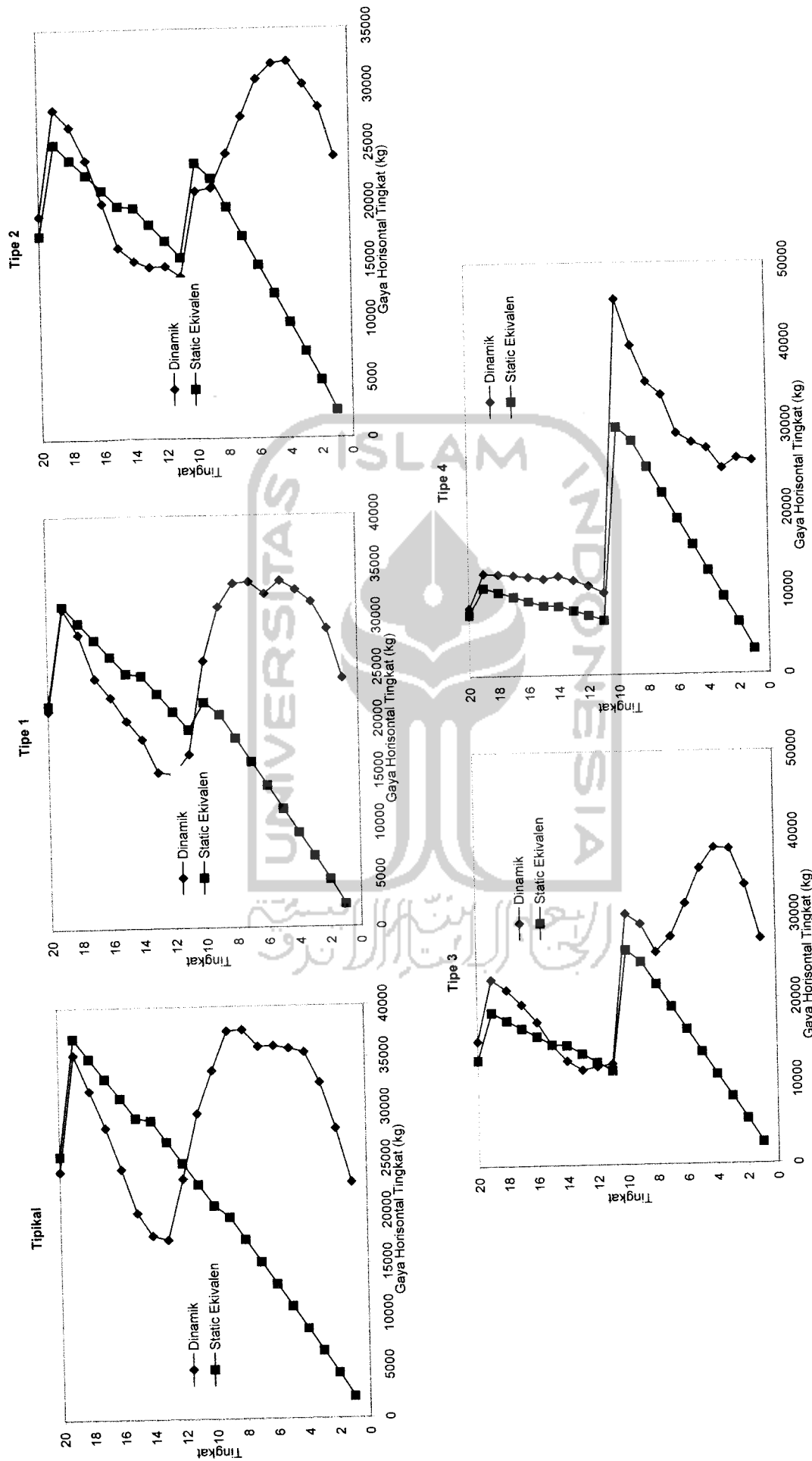
Gambar 5.136 Perbandingan Hasil Dinamik dan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa El Centro



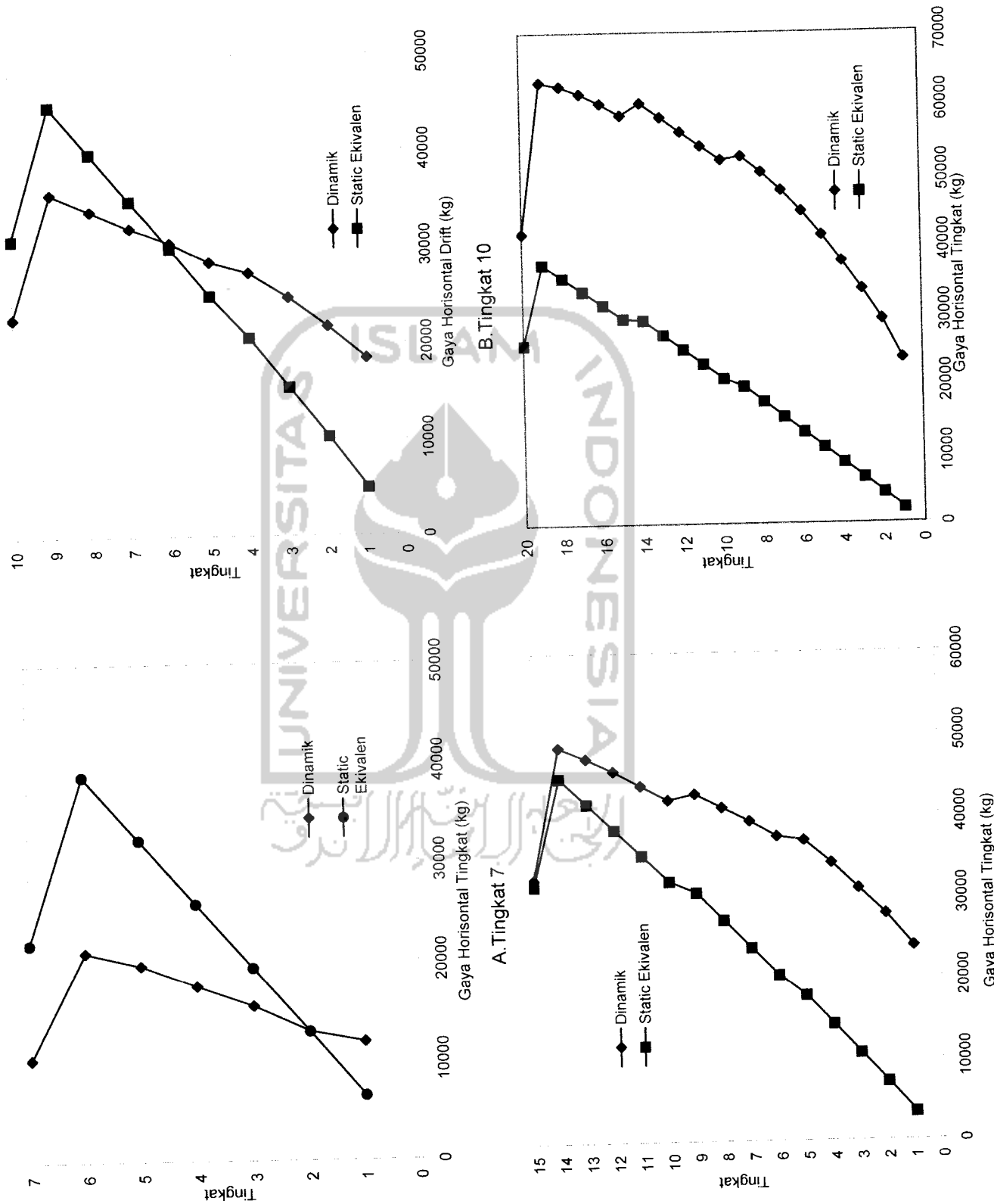




Gambar 5.137 Perbandingan Hasil Dinamik dan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.138 Perbandingan Hasil Dinamik dan Static Ekuivalen Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Gilroy



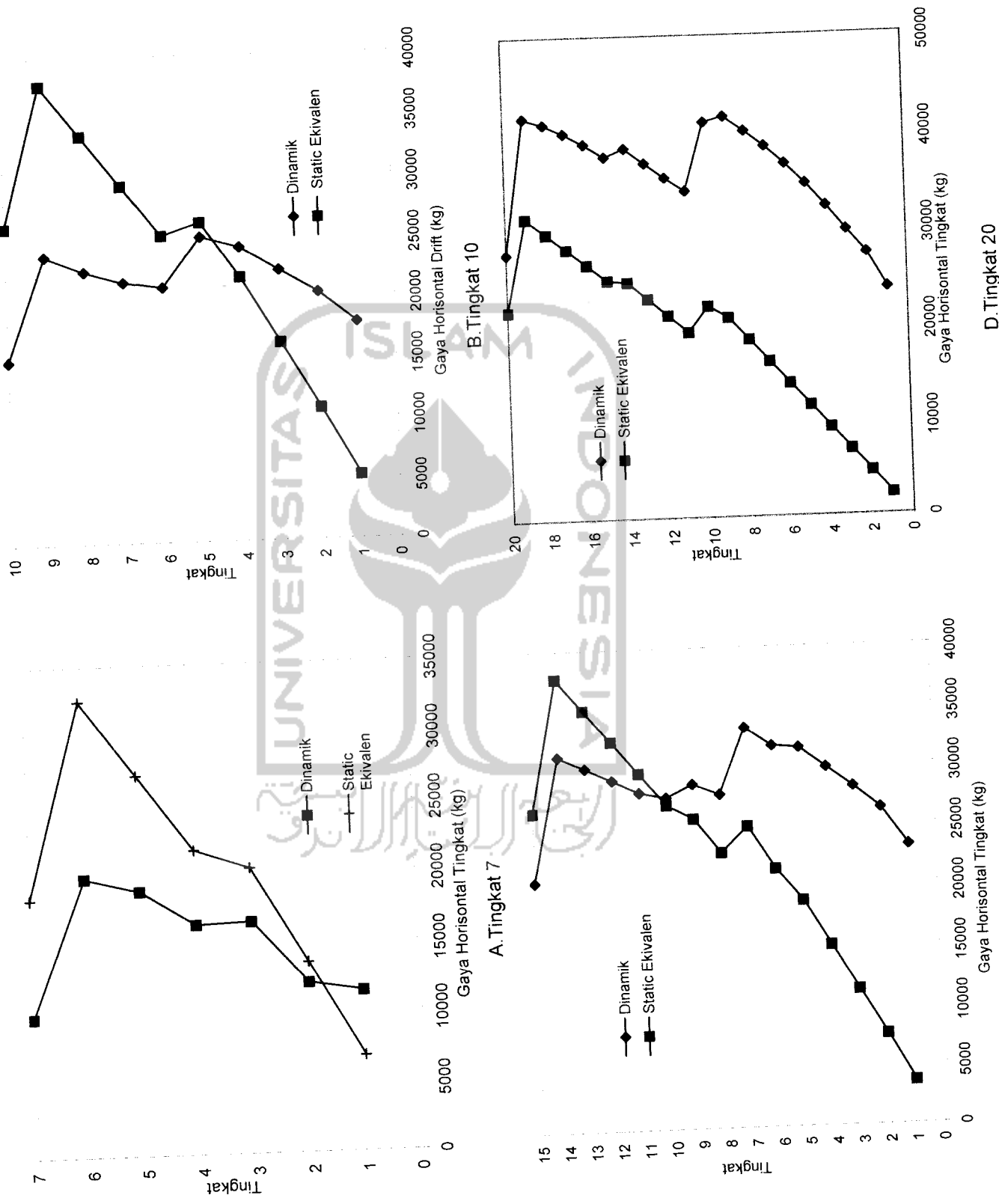
Gambar 5.139 Perbandingan Statik dan Dinamik pada Struktur Tipikal Akibat Gempa Bucharest

D. Tingkat 20

C. Tingkat 15

A. Tingkat 7

B. Tingkat 10



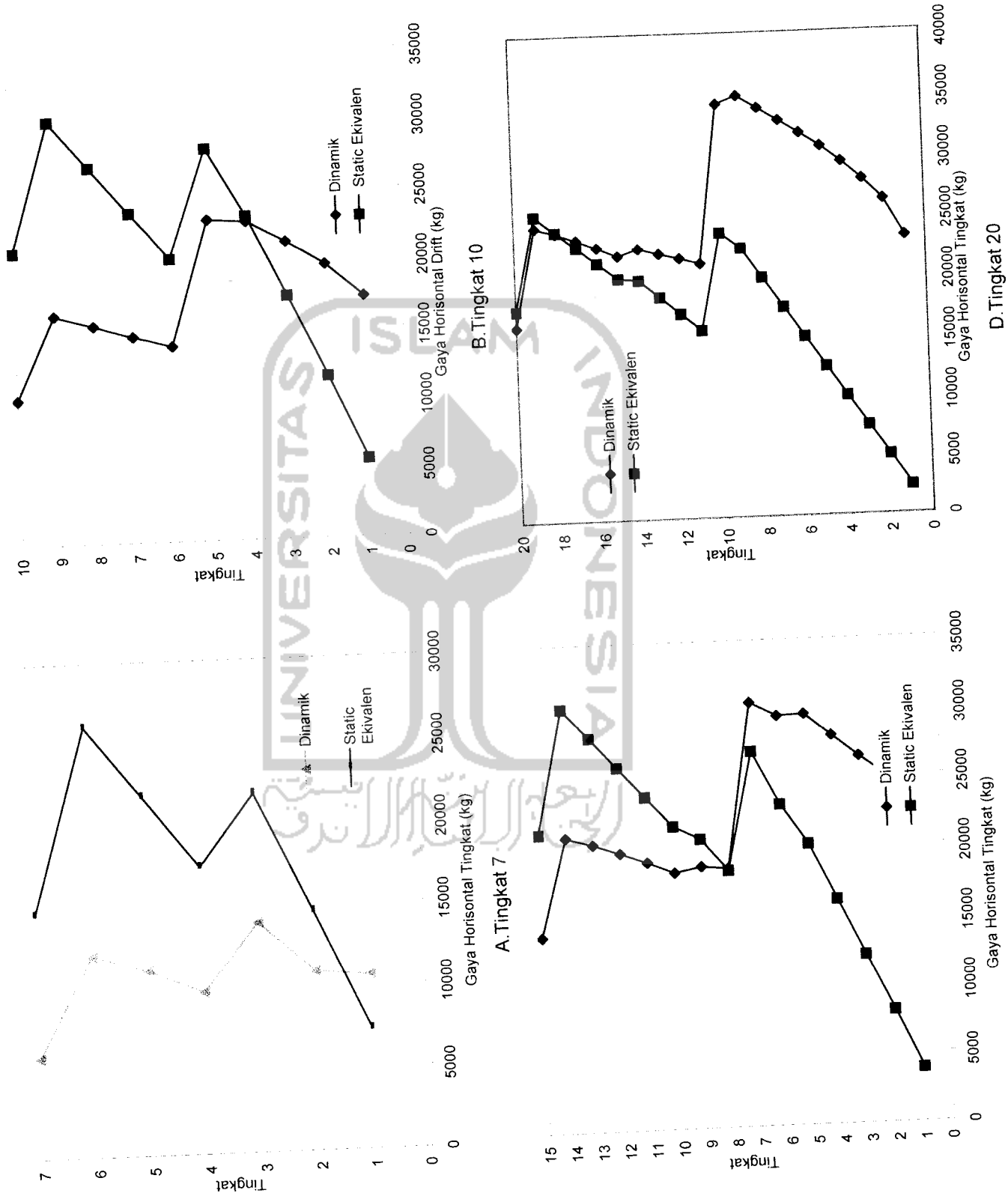
Gambar 5,140 Perbandingan Statik dan Dinamik pada Struktur Tipe 1 Akibat Gempa Bucharest

D. Tingkat 20

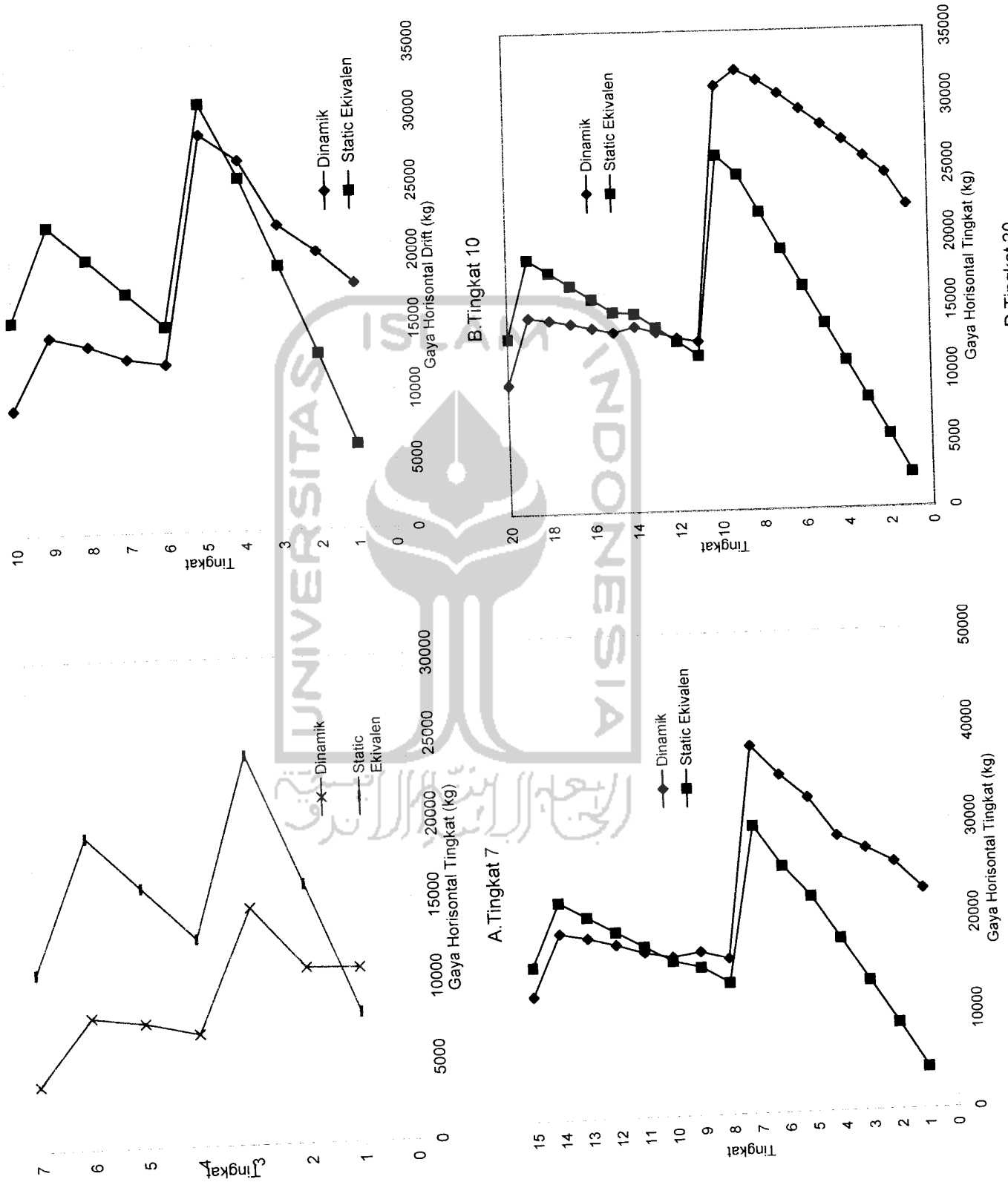
C. Tingkat 15

A. Tingkat 7

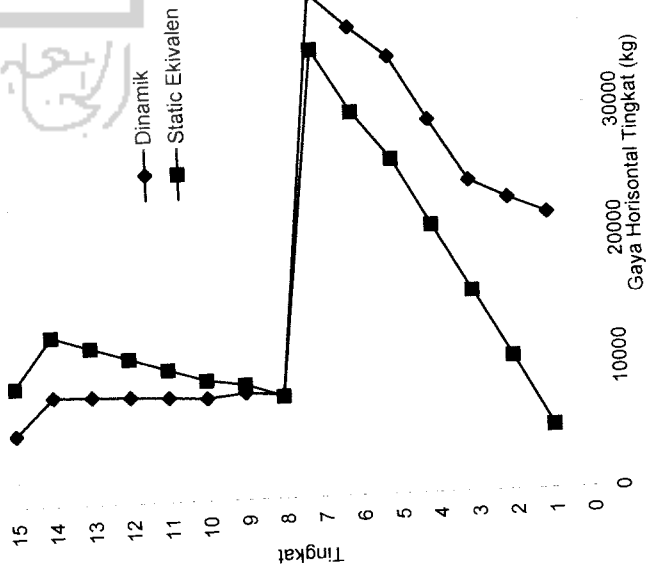
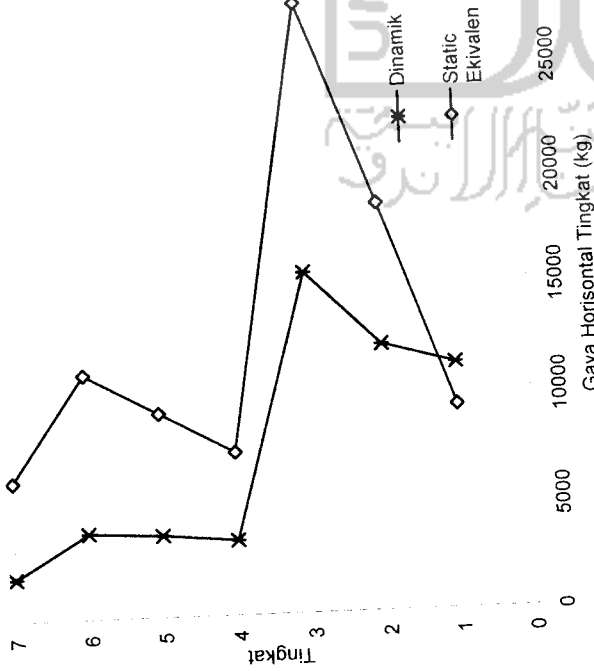
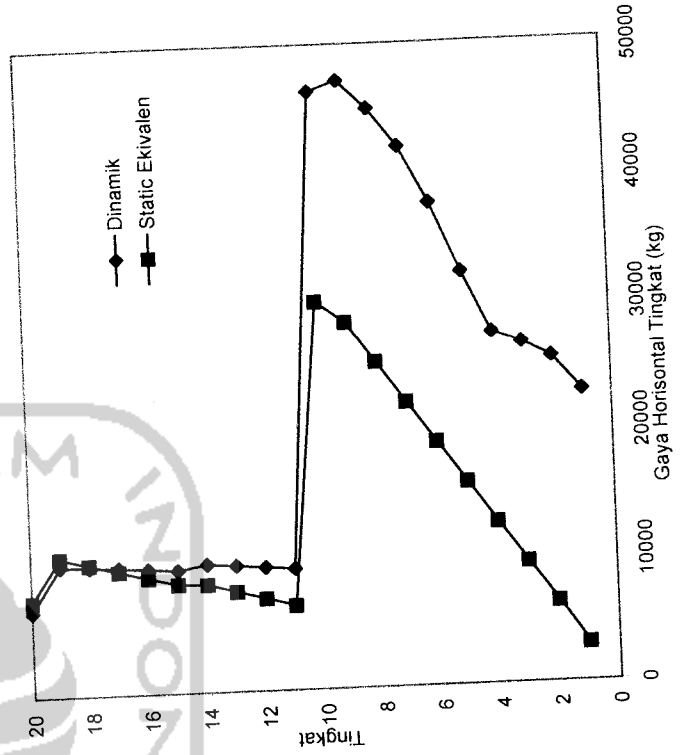
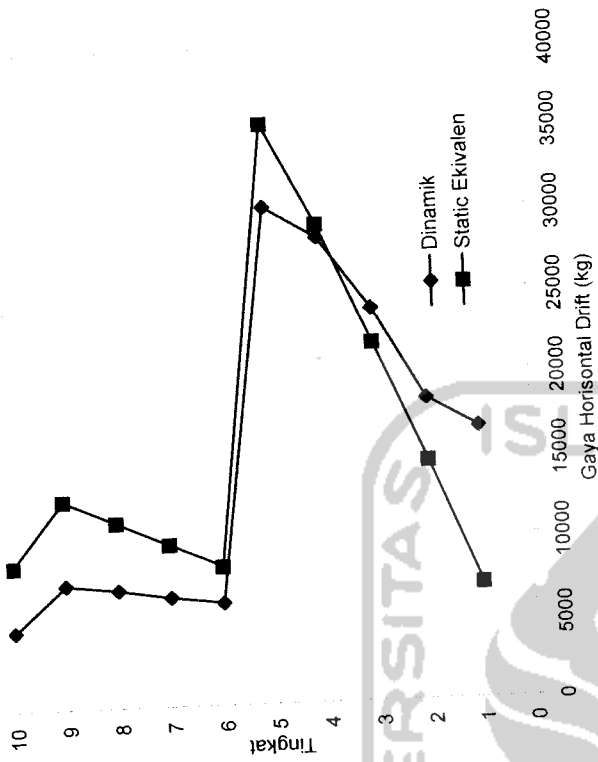
B. Tingkat 10



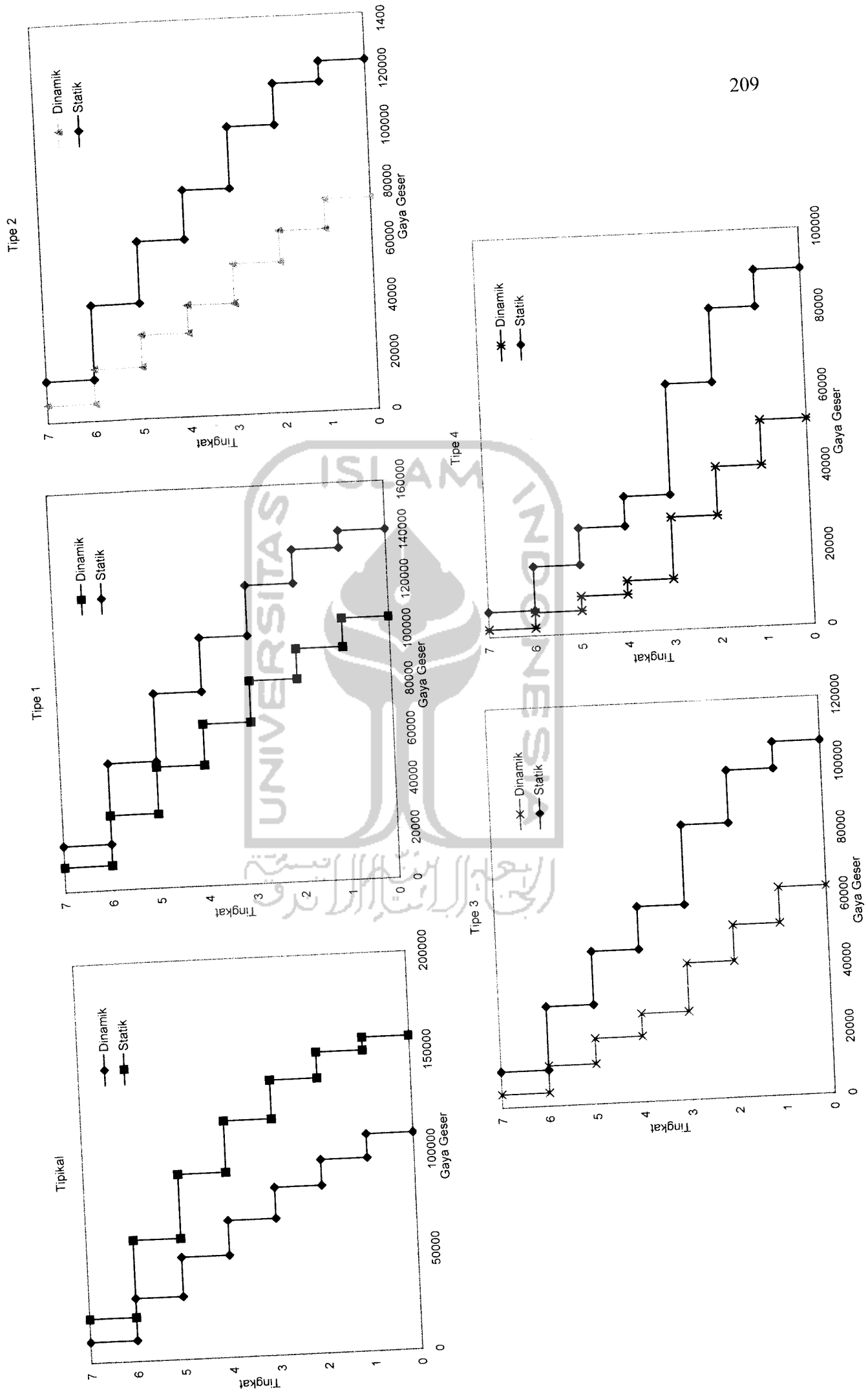
Gambar 5,141 Perbandingan Statik dan Dinamik pada Struktur Tipe 2 Akibat Gempa Bucharest



C. Tingkat 15  
 D. Tingkat 20  
 Gambar 5.142 Perbandingan Statik dan Dinamik pada Struktur Tipe 3 Akibat Gempa Bucharest

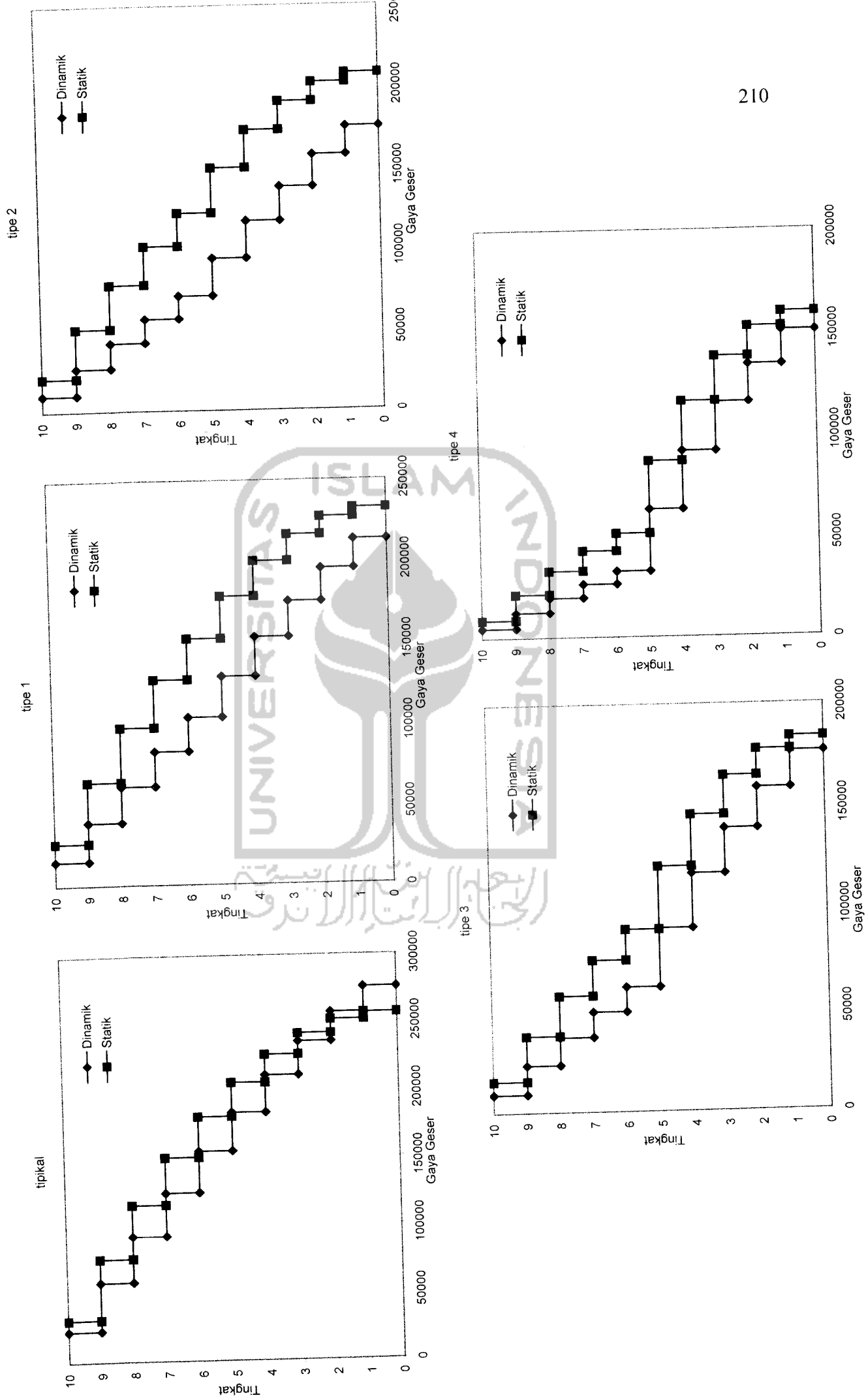


C. Tingkat 15  
 Gambar 5.143 Perbandingan Statik dan Dinamik pada Struktur Tipe 4 Akibat Gempa Bucharest  
 D. Tingkat 20

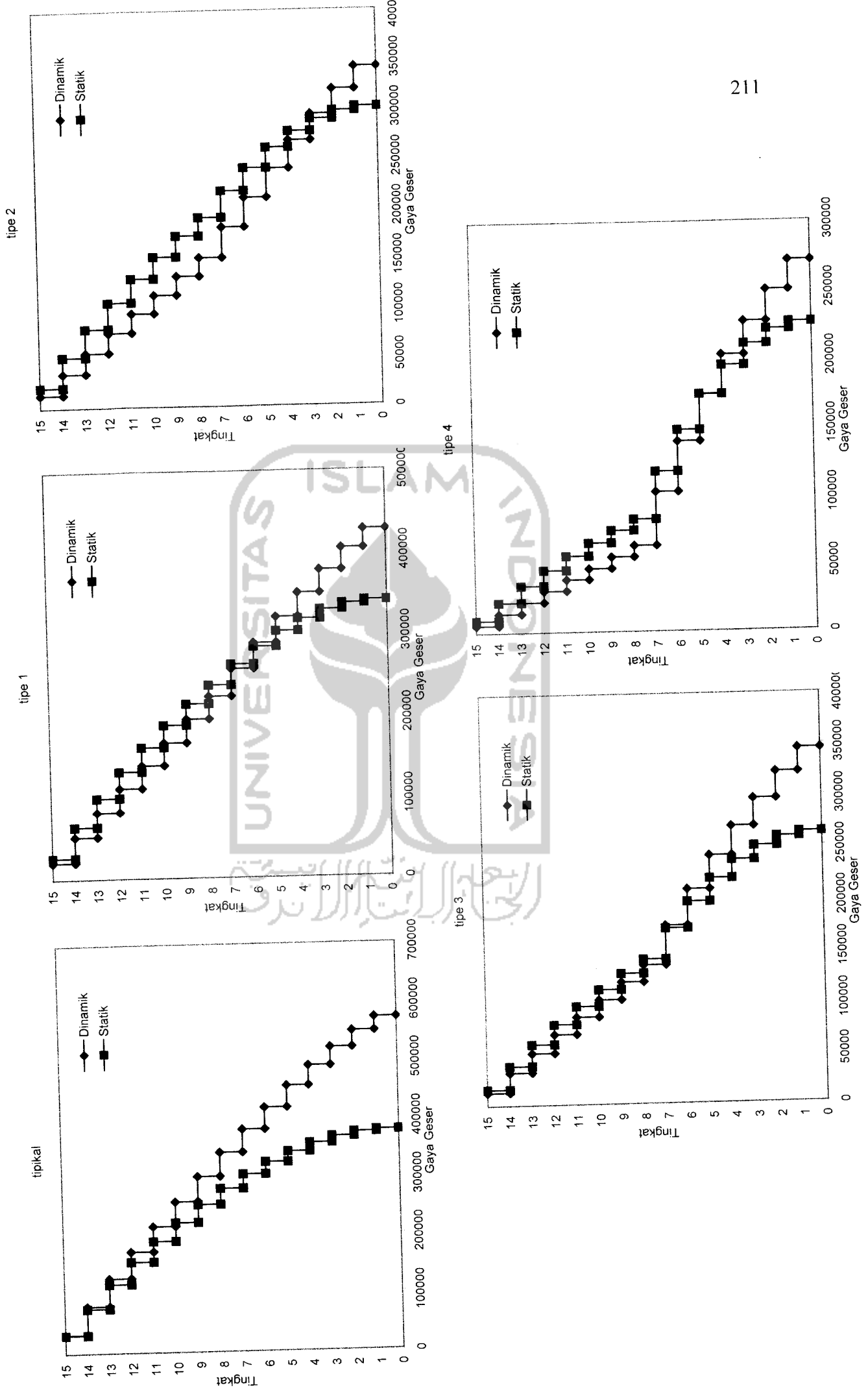


Gambar 5.144 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Bucharest

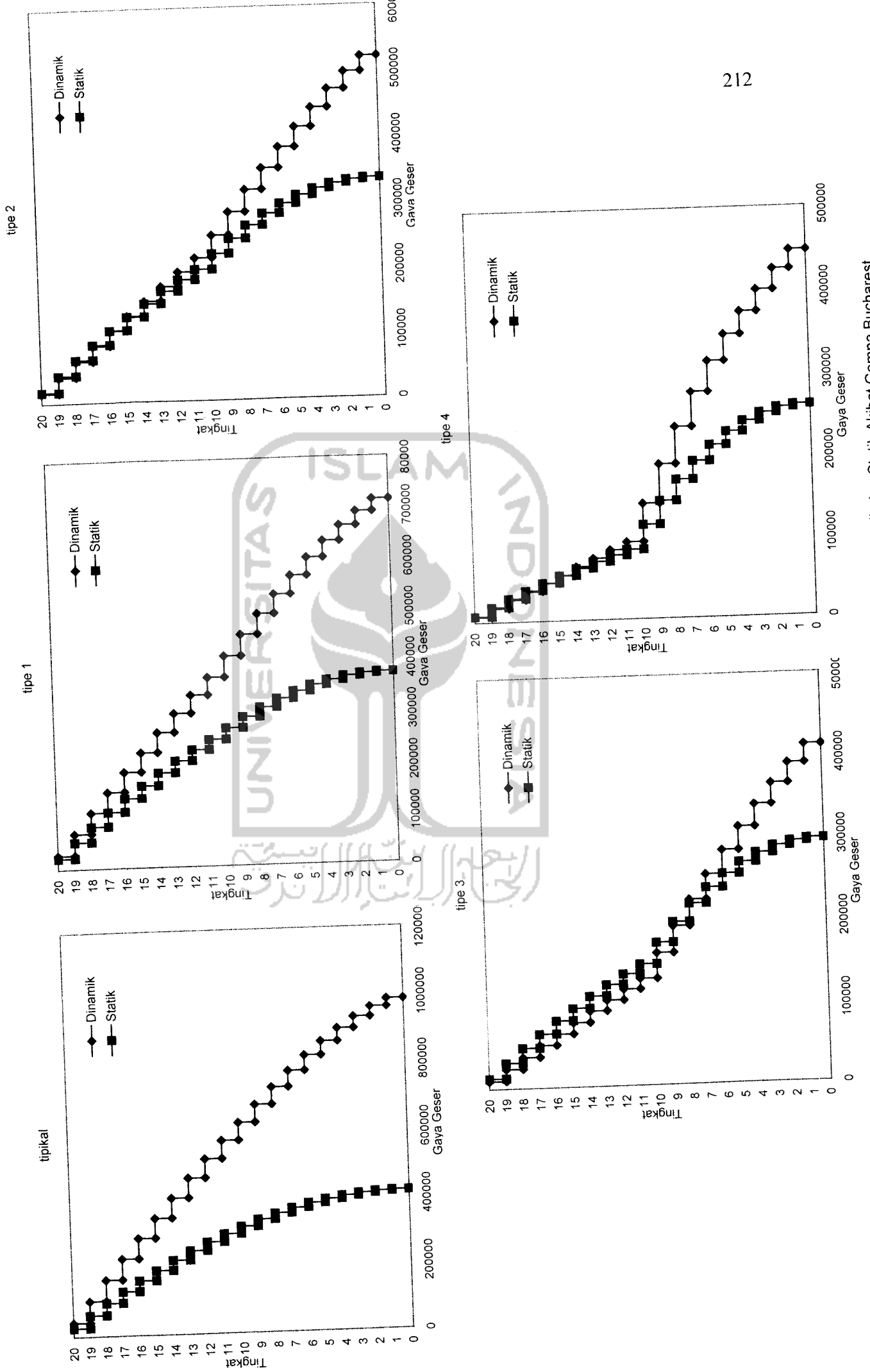




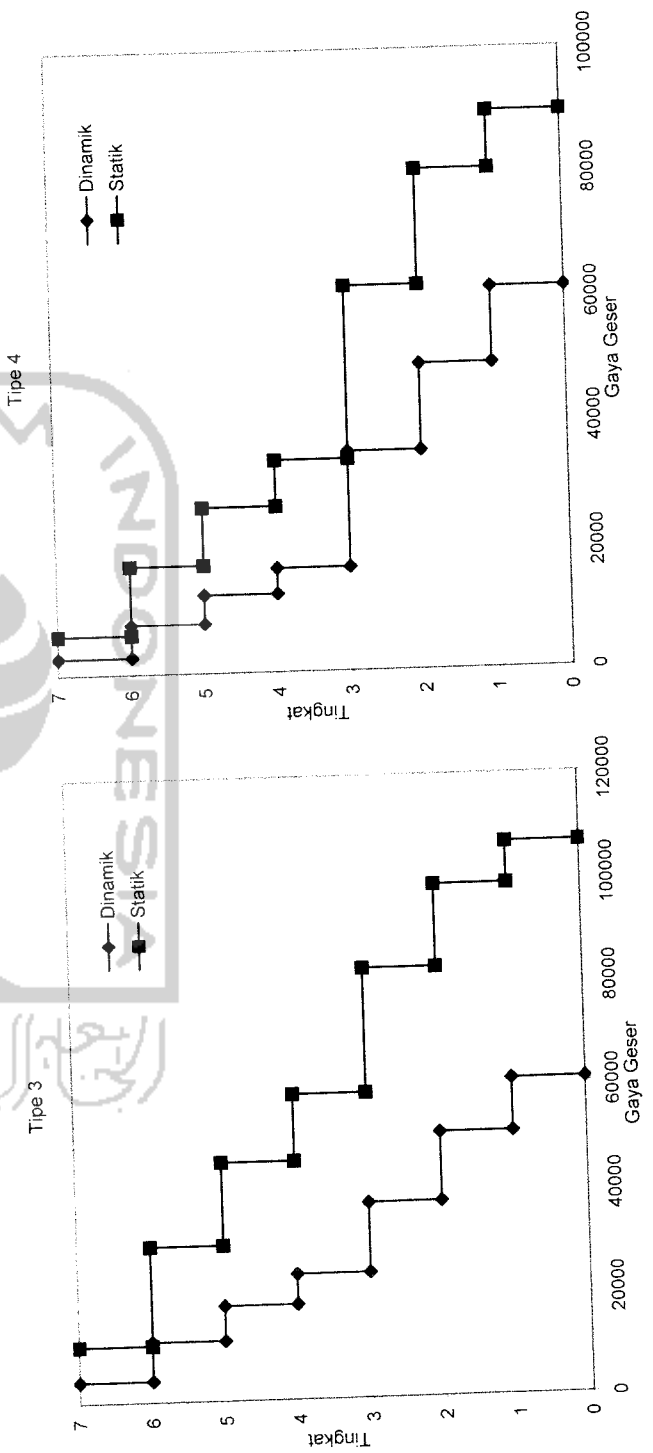
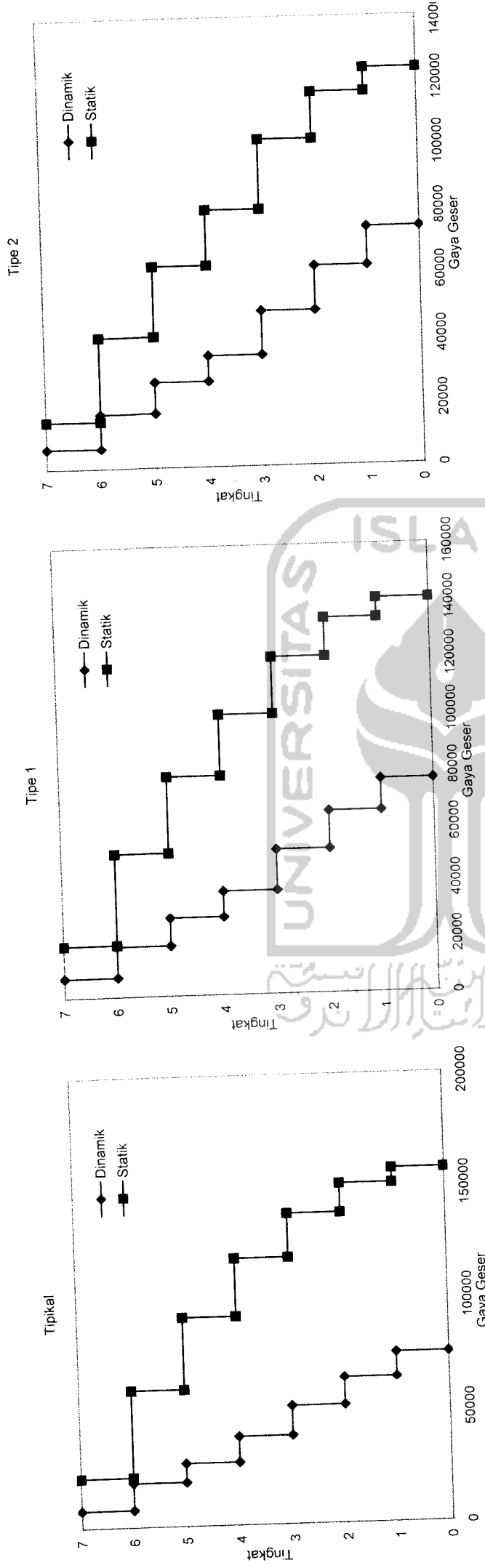
Gambar 5.145 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Bucharest



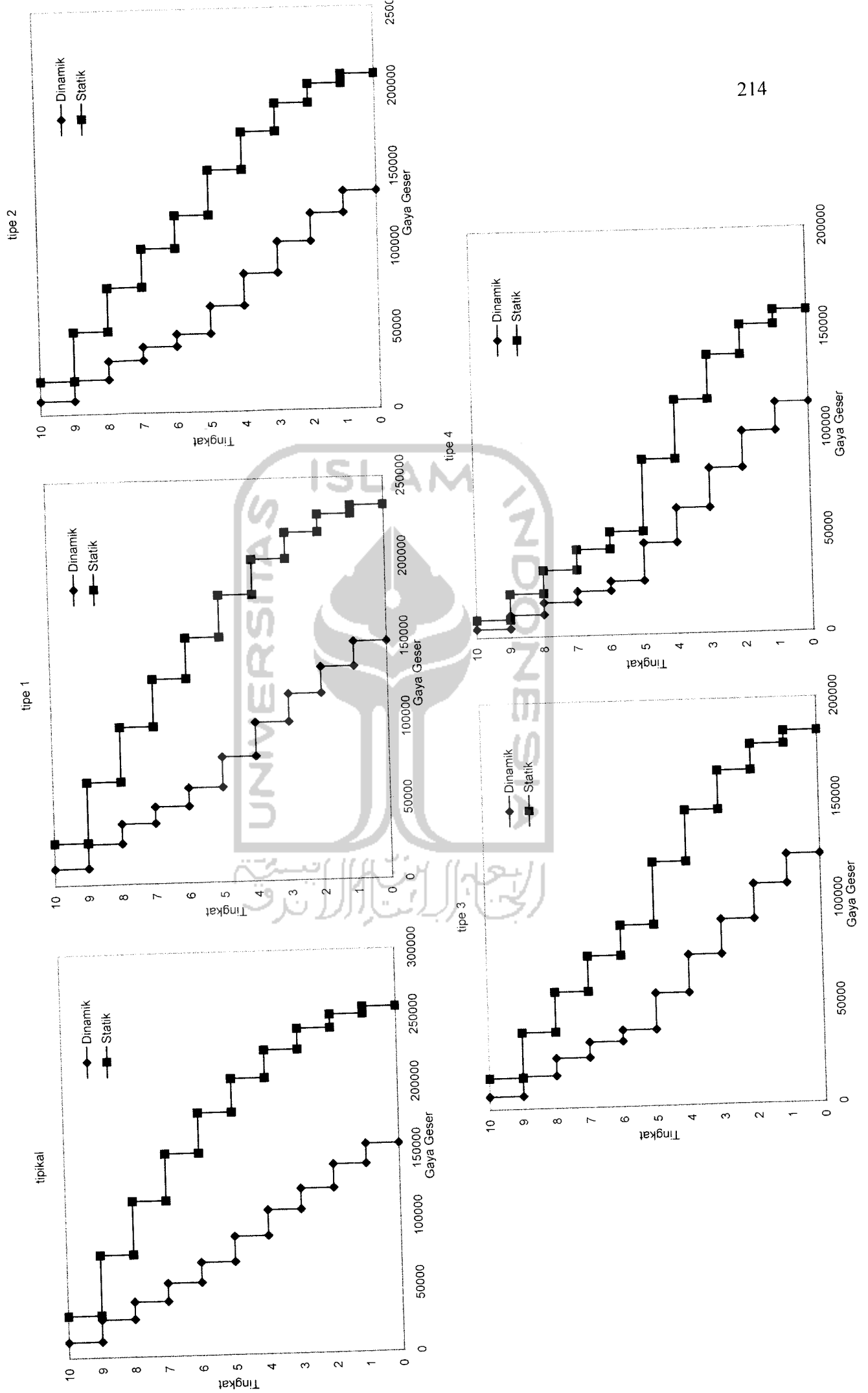
Gambar 5.146 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Bucharest



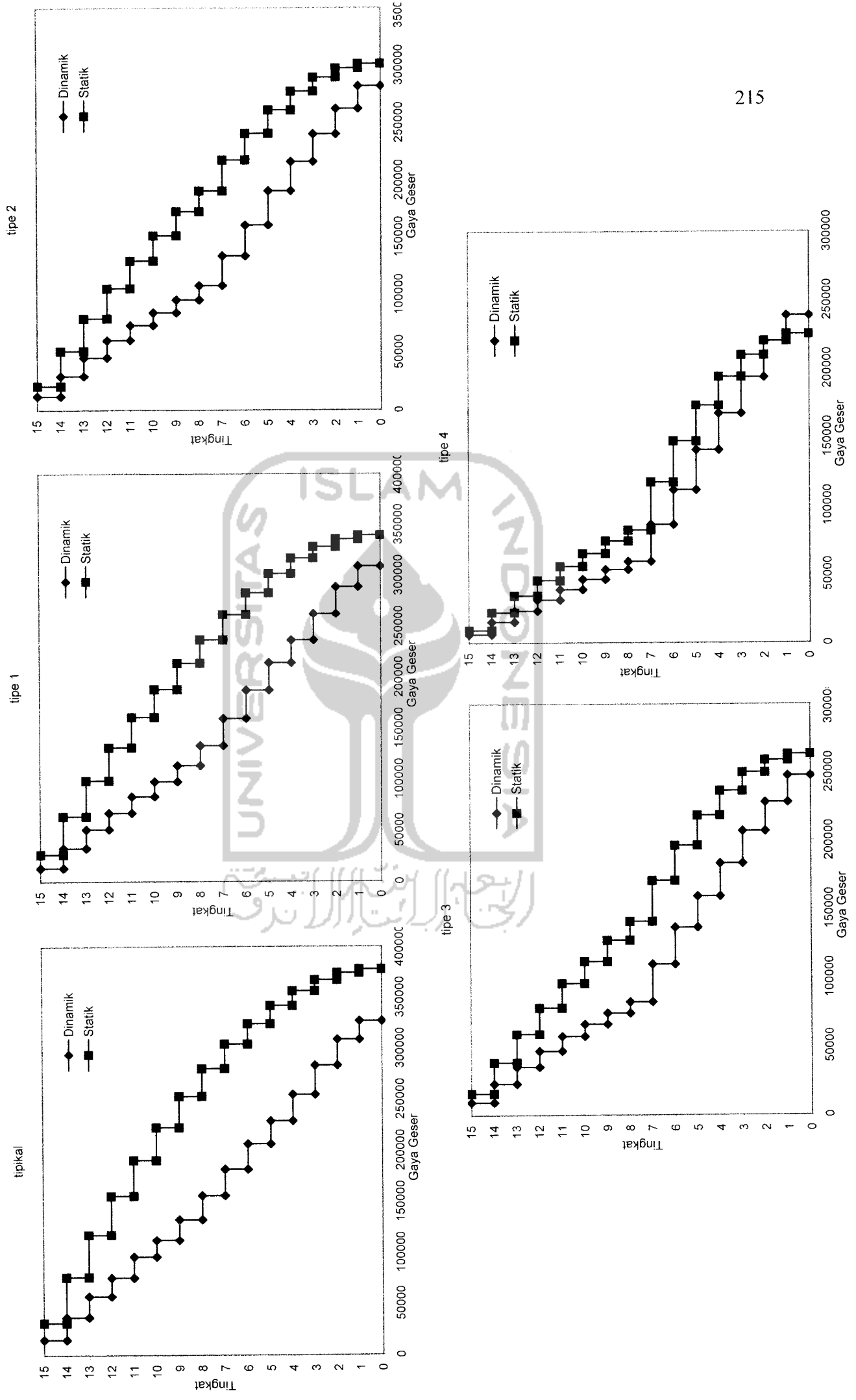
Gambar 5.147 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 20 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Bucharest



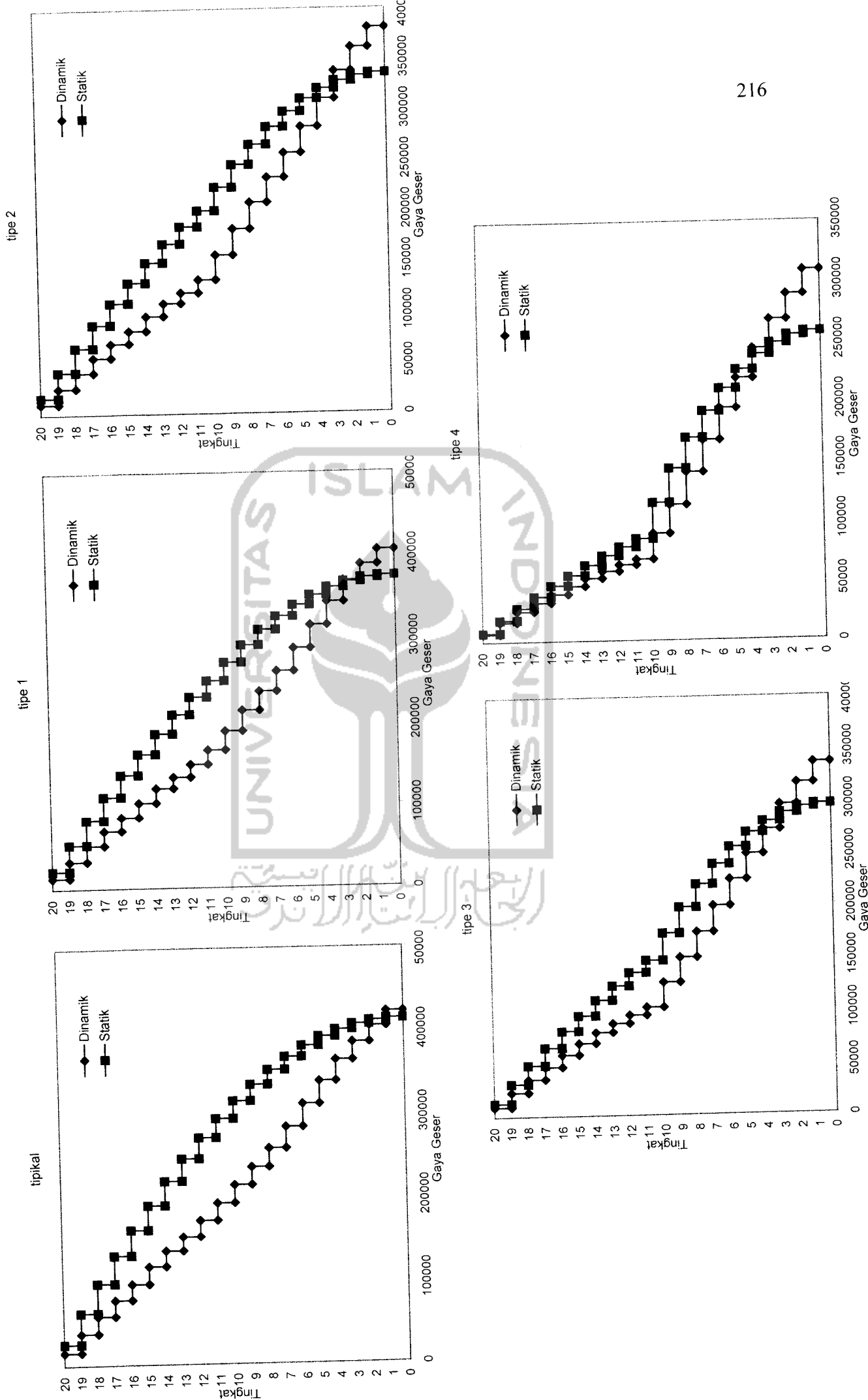
Gambar 5.148 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Elcentro



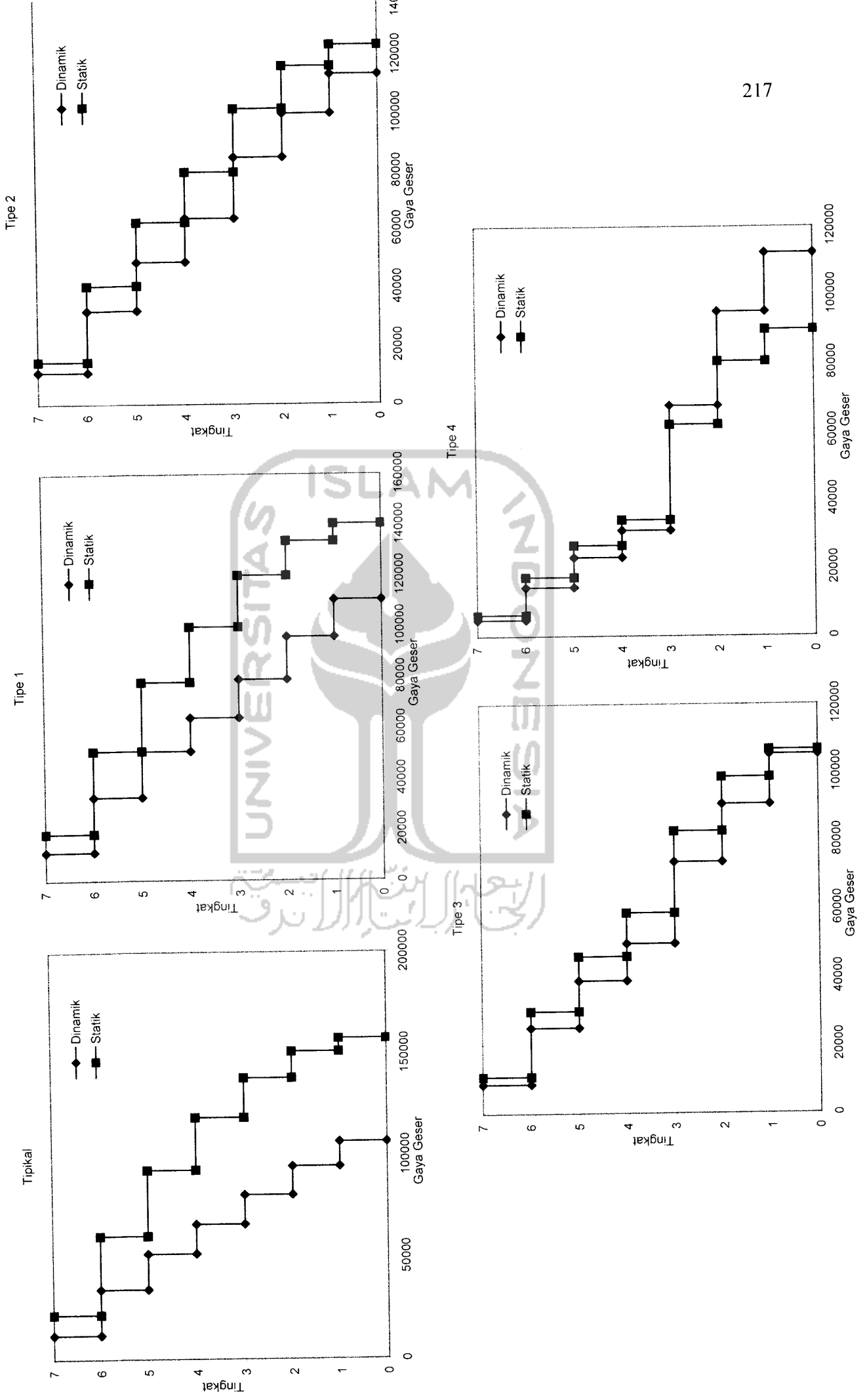
Gambar 5.149 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Elcentro



Gambar 5.150 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Elcentro

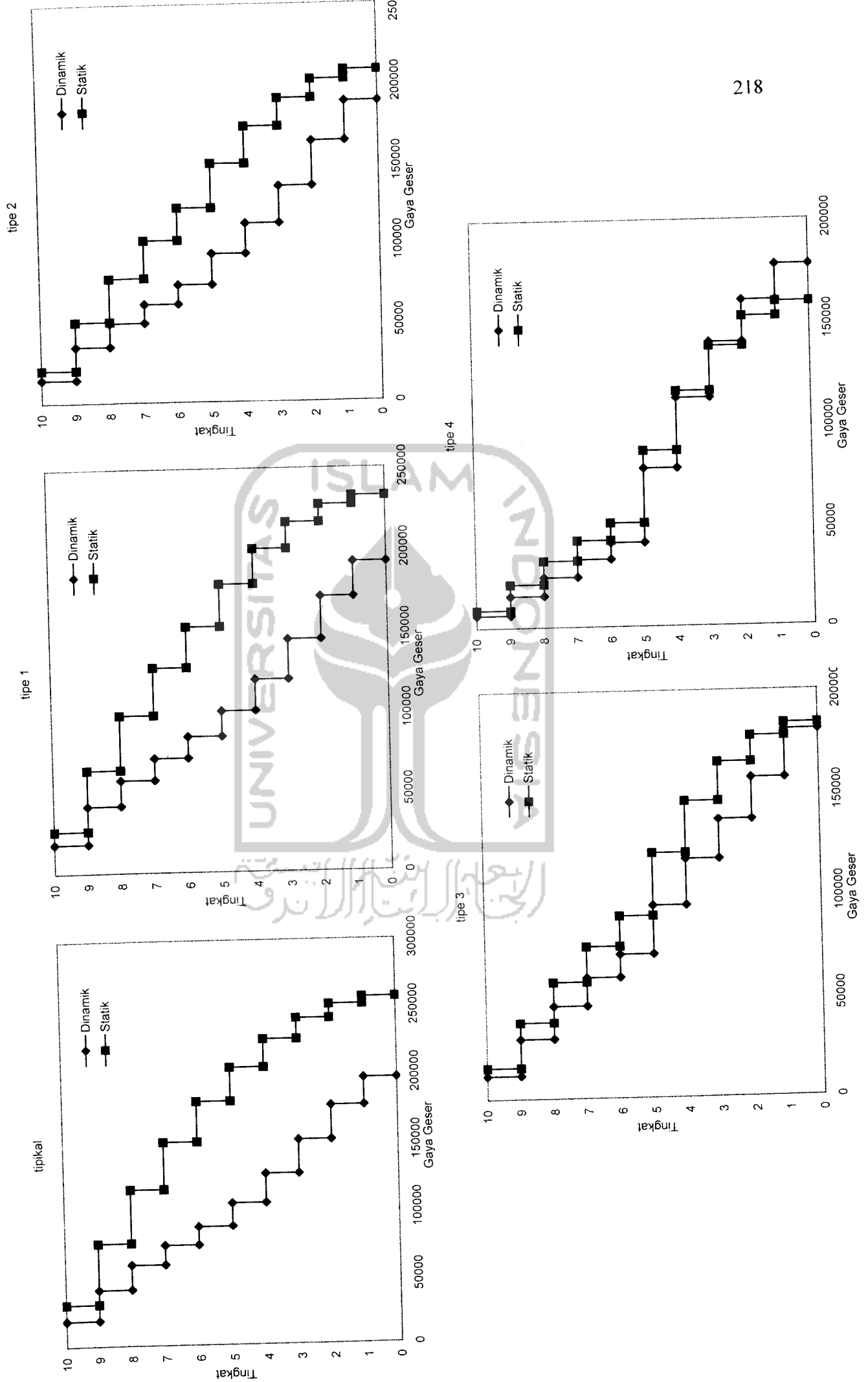


Gambar 5.151 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 20 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Eicentro

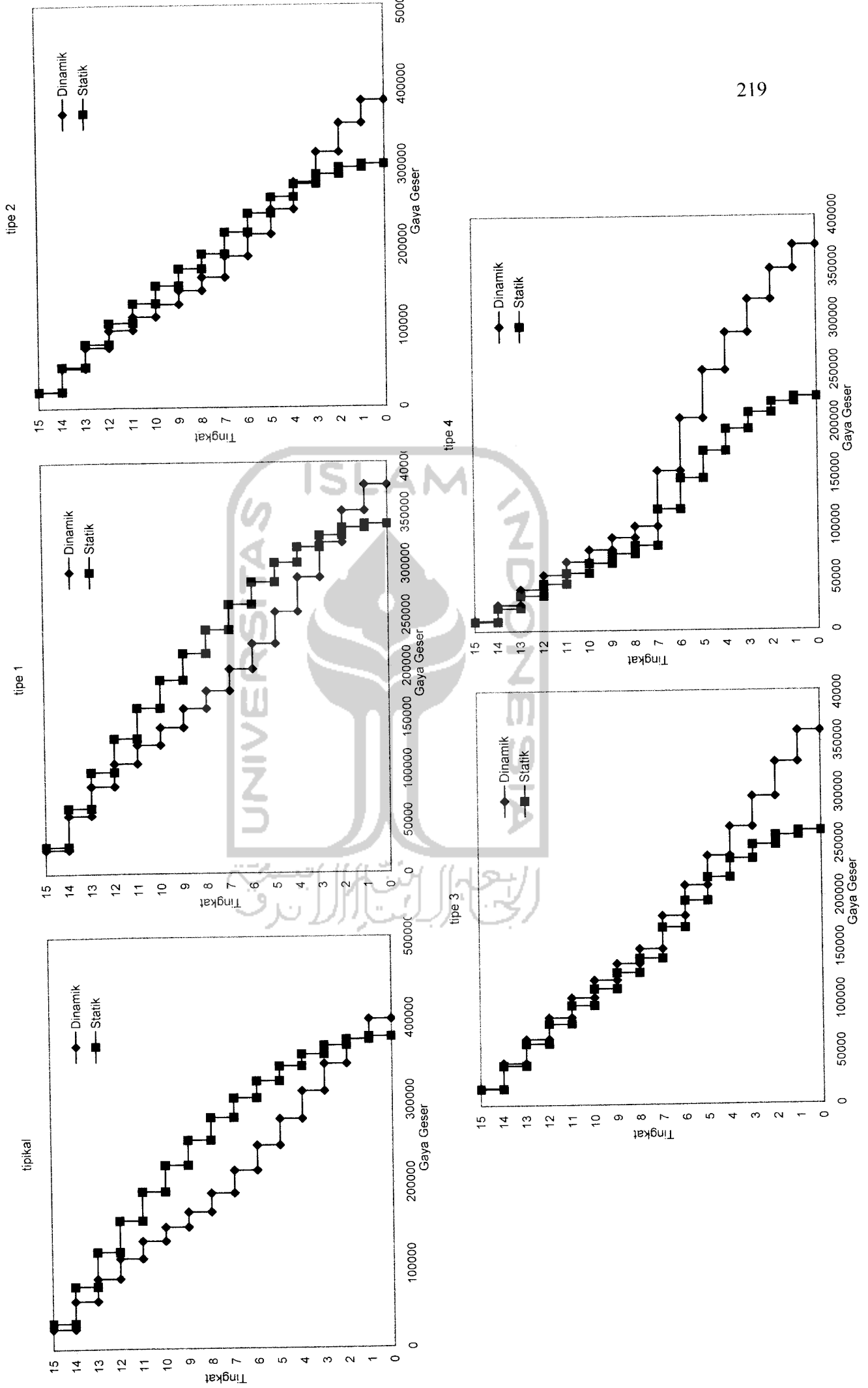


Gambar 5.152 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Gilroy



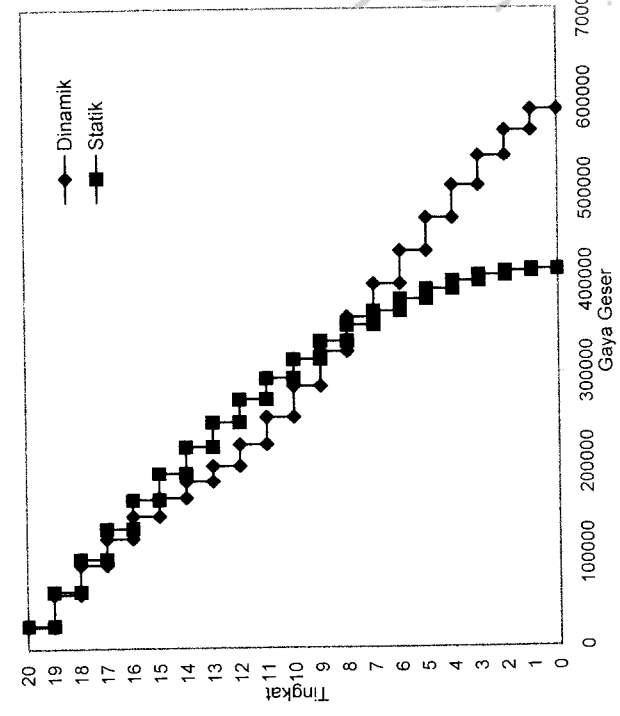


Gambar 5.153 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Gilroy

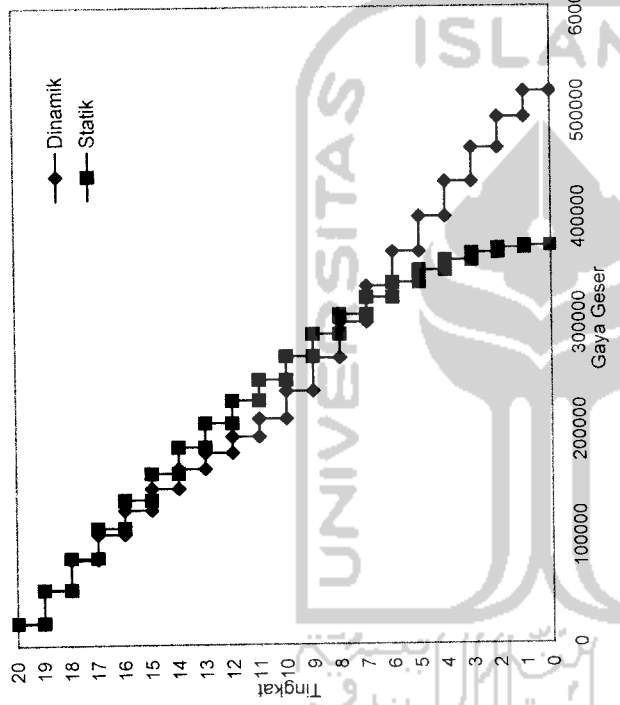


Gambar 5.154 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Gilroy

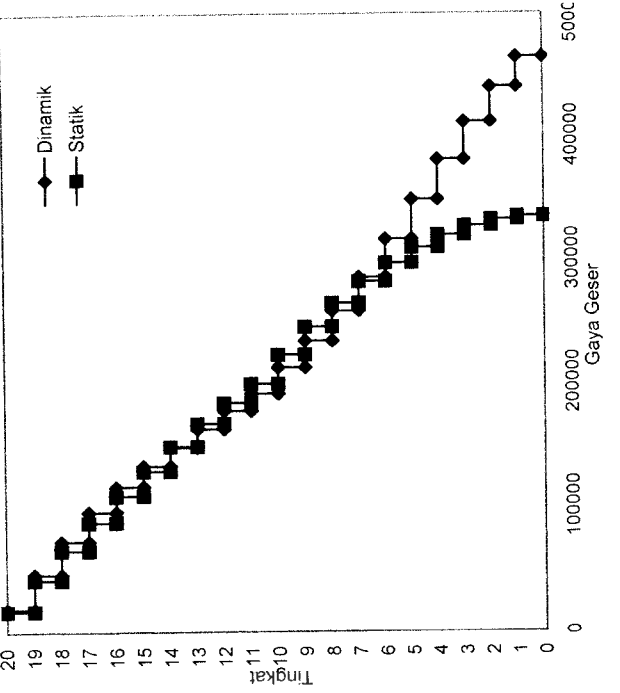
tipikal



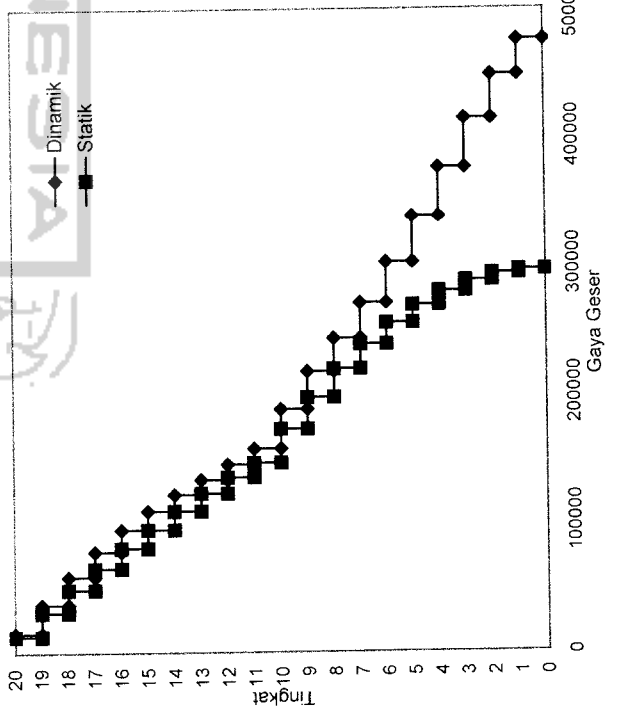
tipel 1



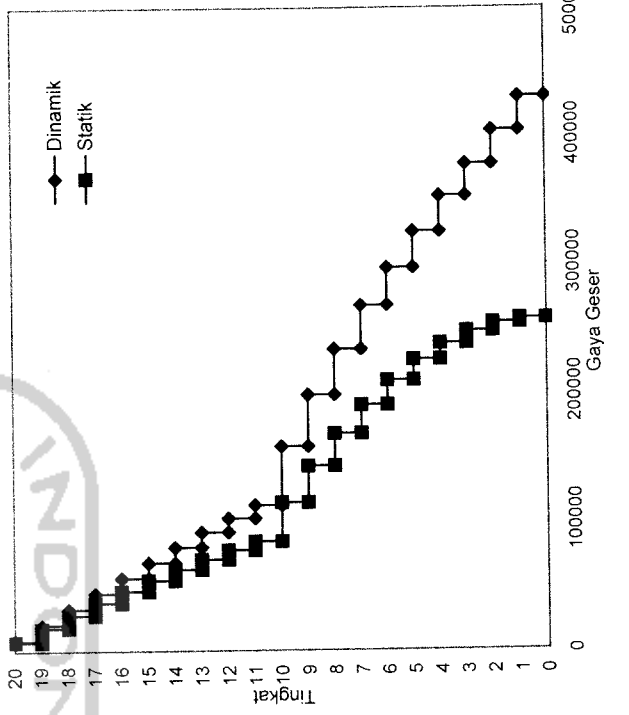
tipel 2

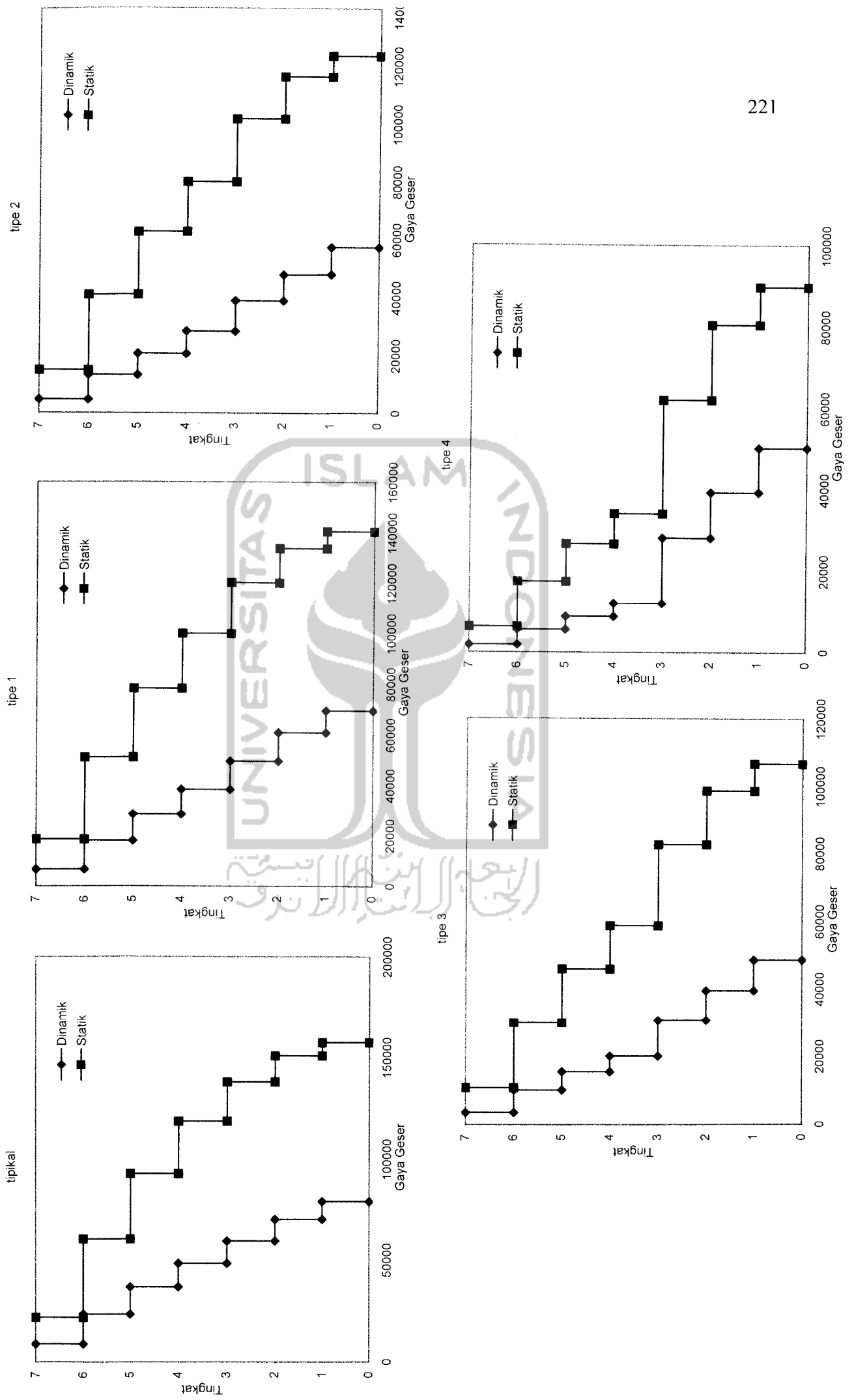


tipel 3

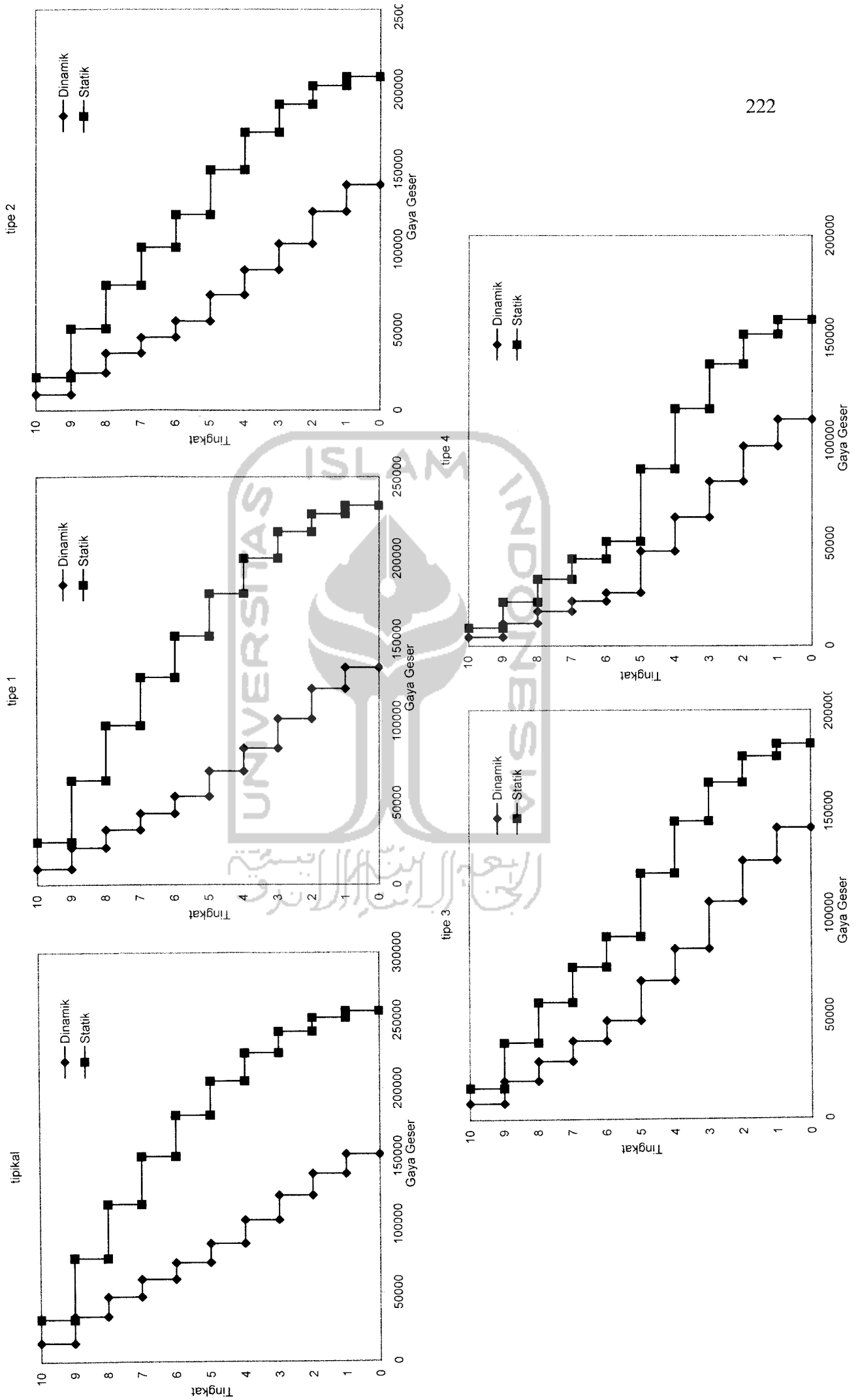


tipel 4

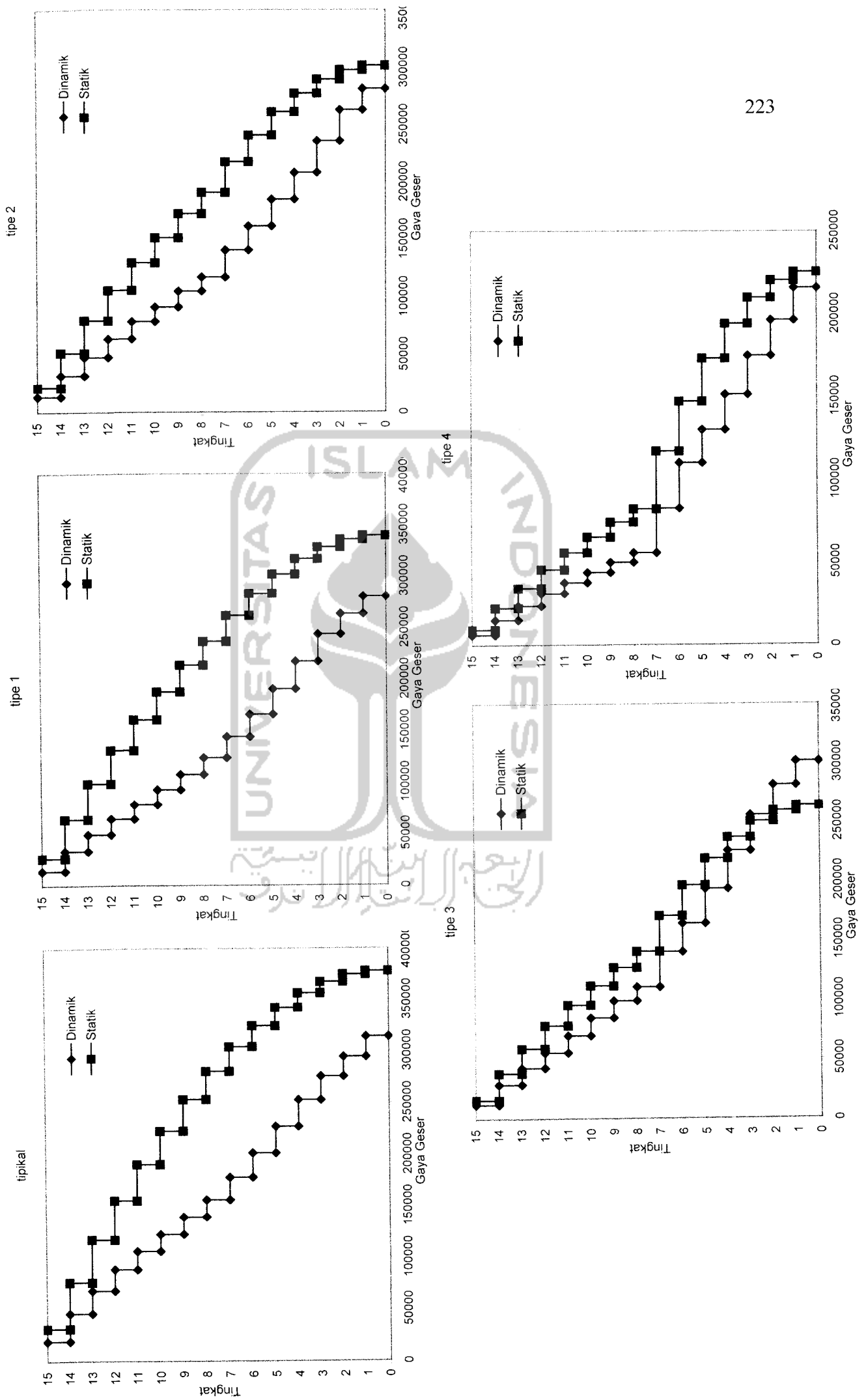




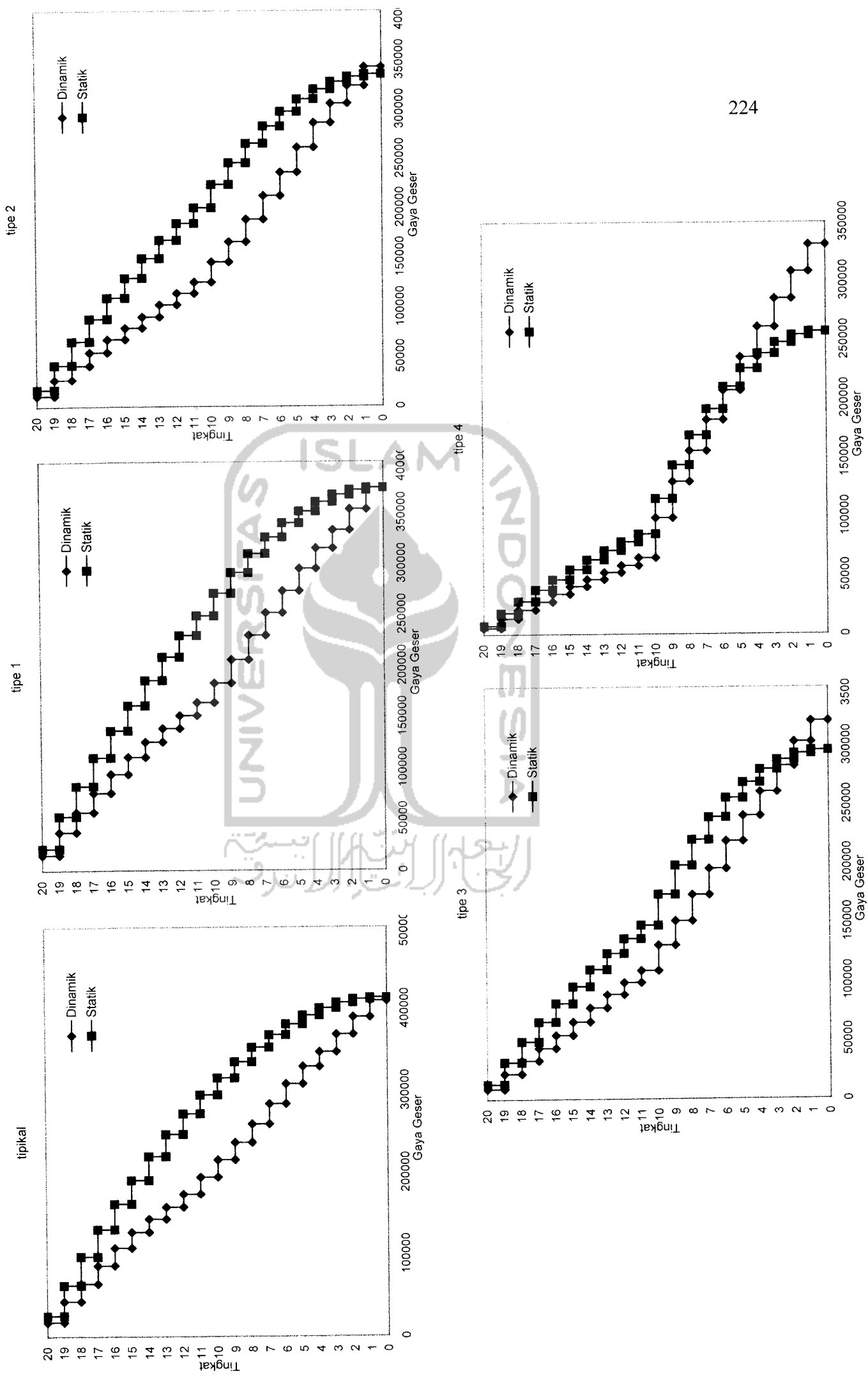
Gambar 5.156 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 7 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Koyna



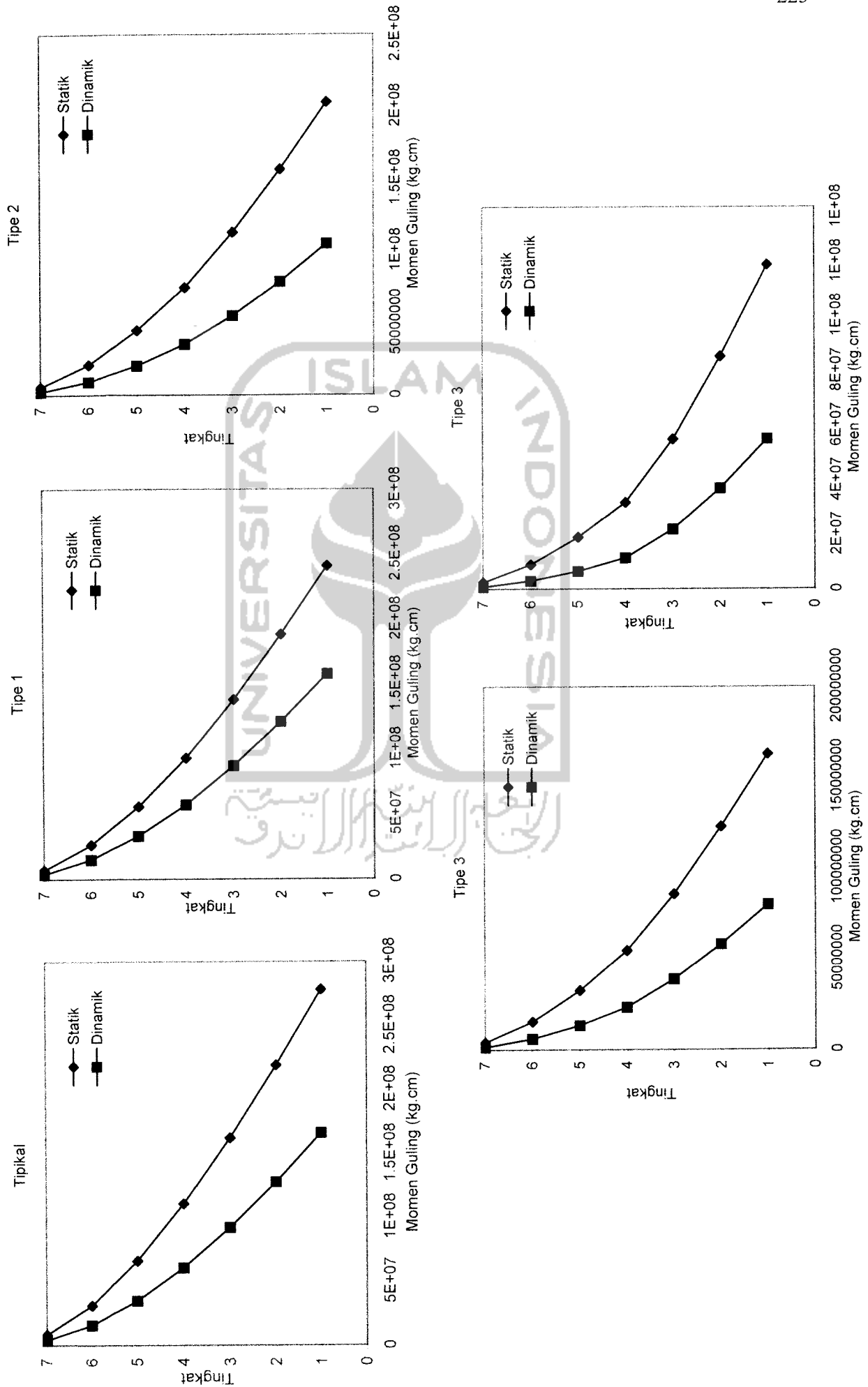
Gambar 5.157 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 10 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Koyna



Gambar 5.158 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 15 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Koyna

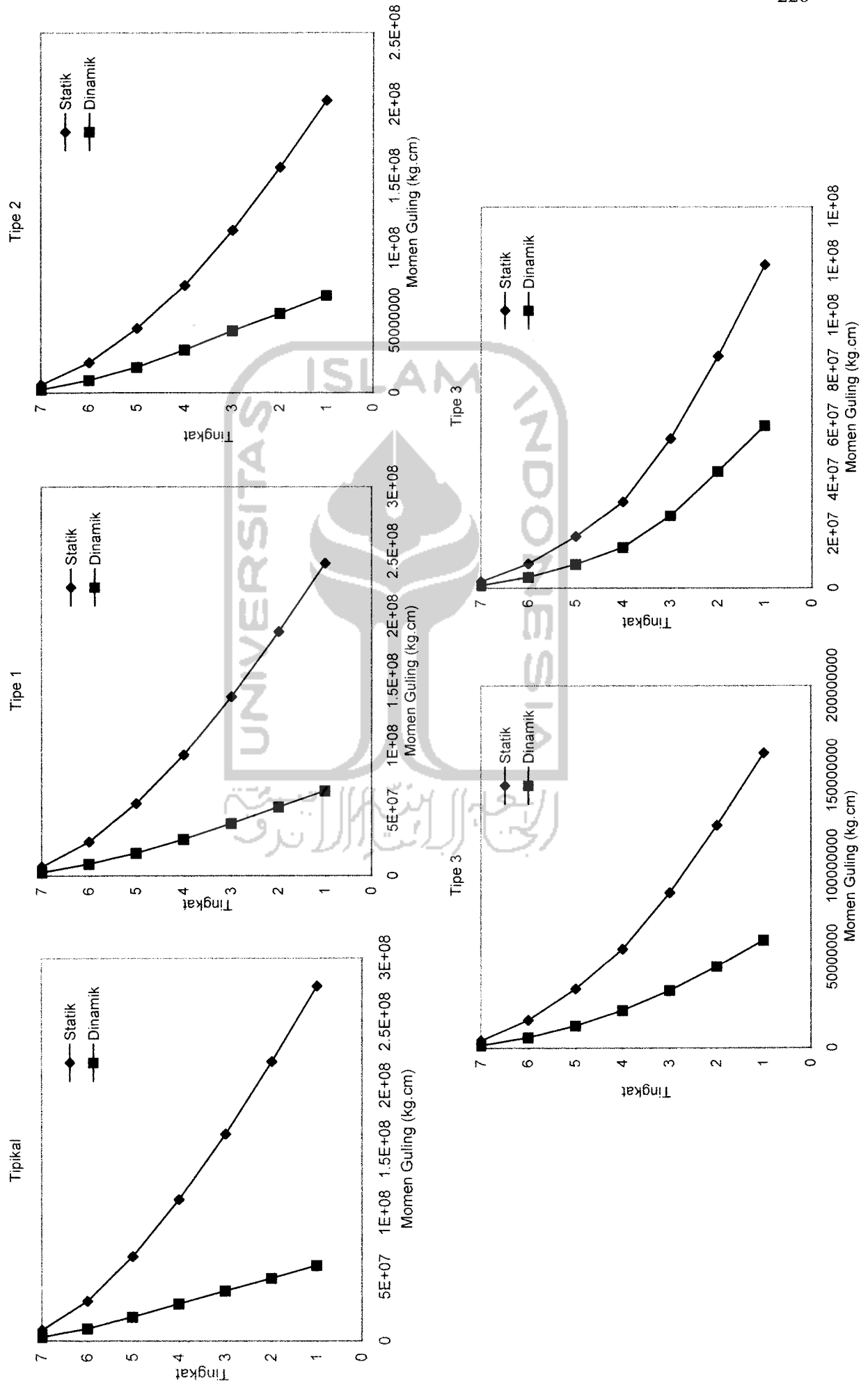


Gambar 5.159 Perbandingan Gaya Geser Struktur Tingkat 20 Respon Dinamik dan Statik Akibat Gempa Koyna

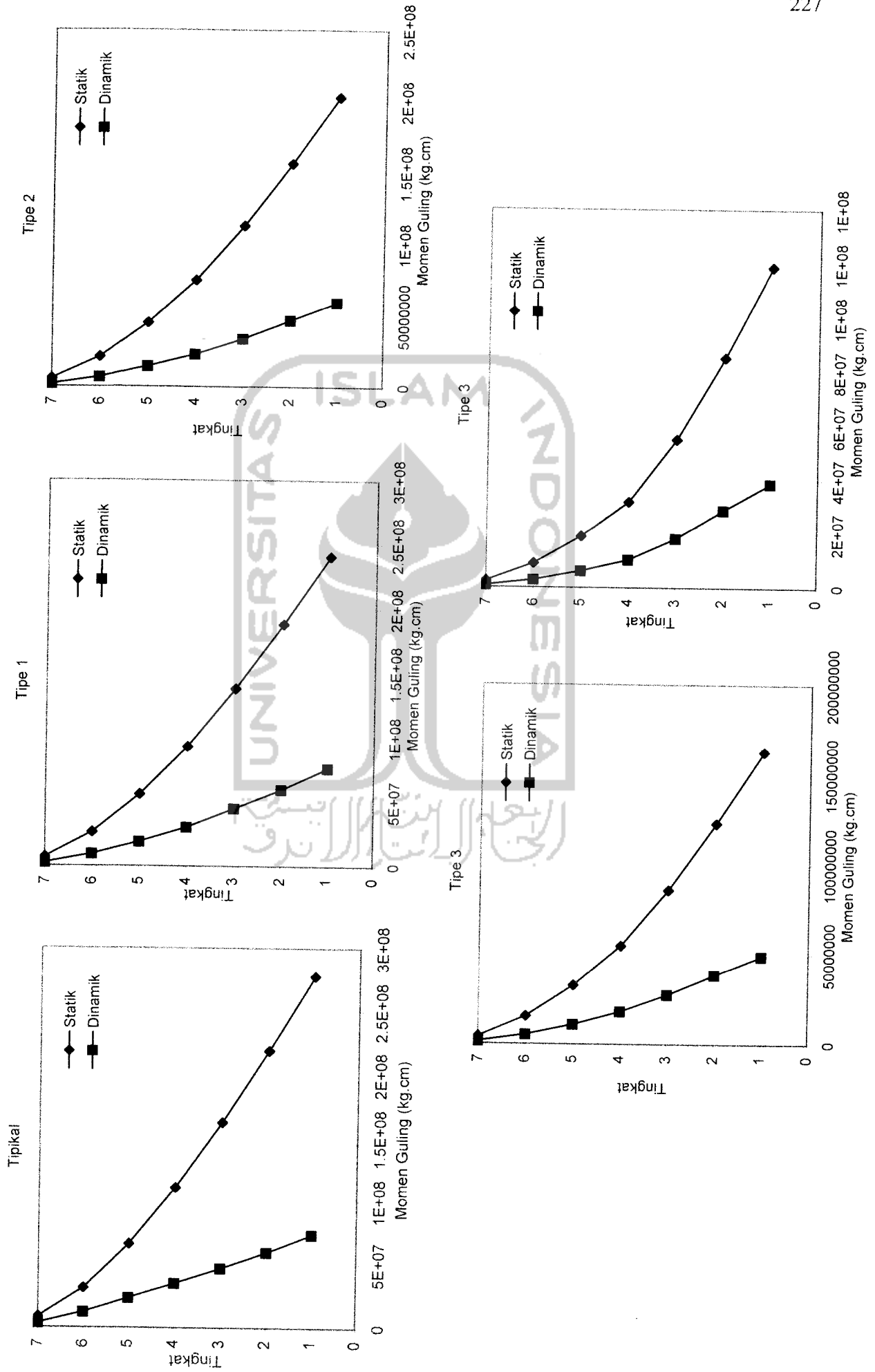


Gambar 5.160 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest

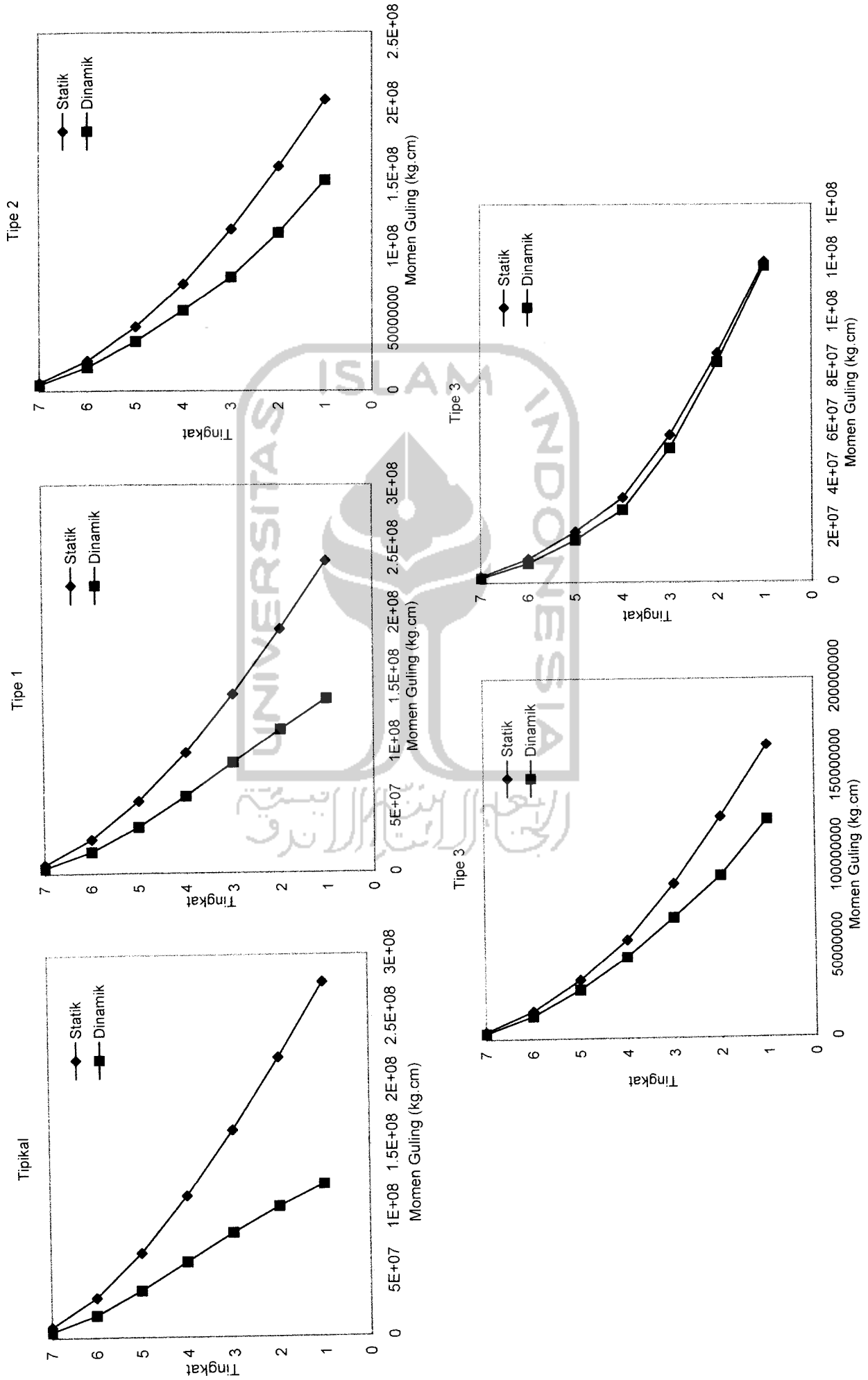




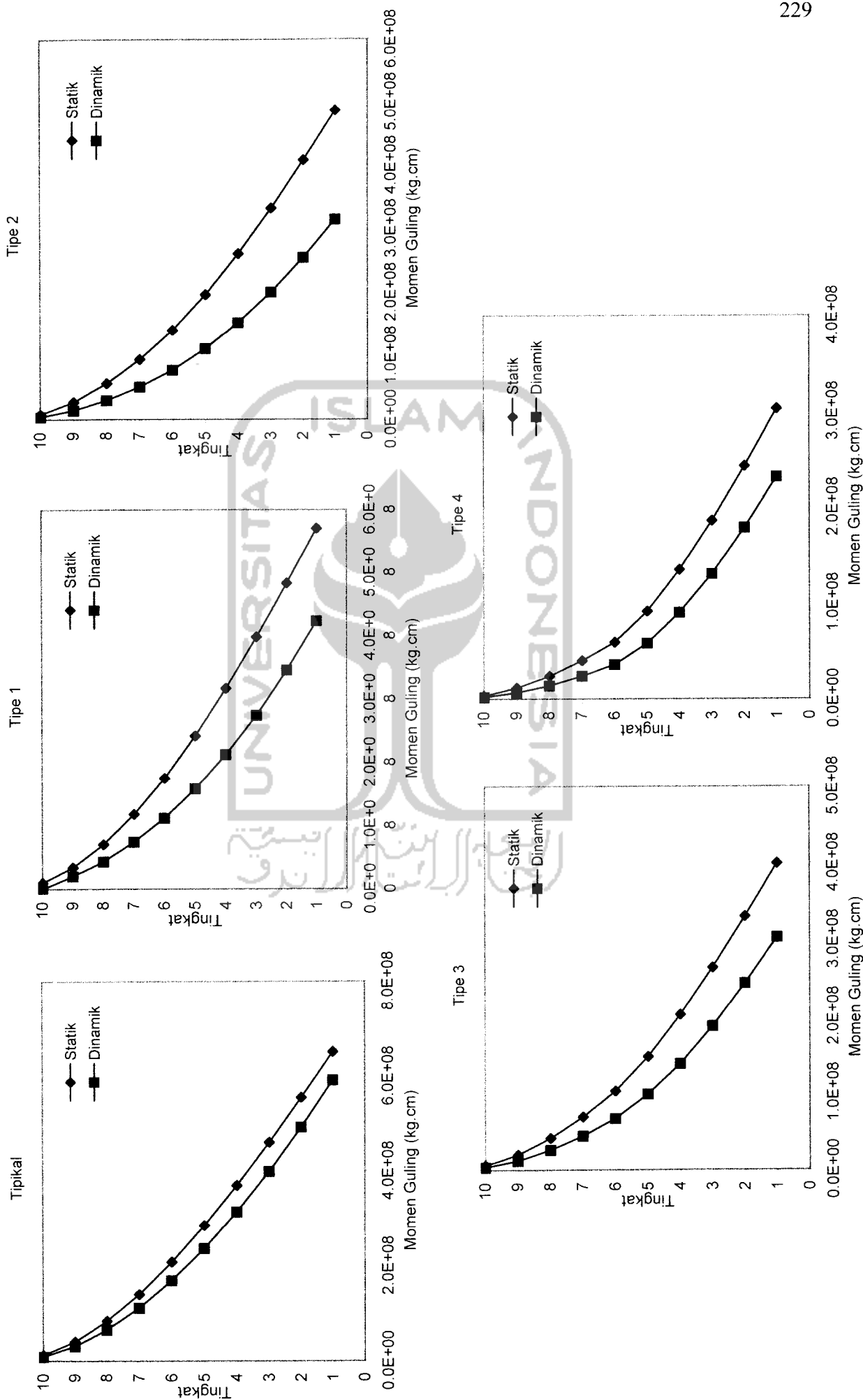
Gambar 5.161 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro



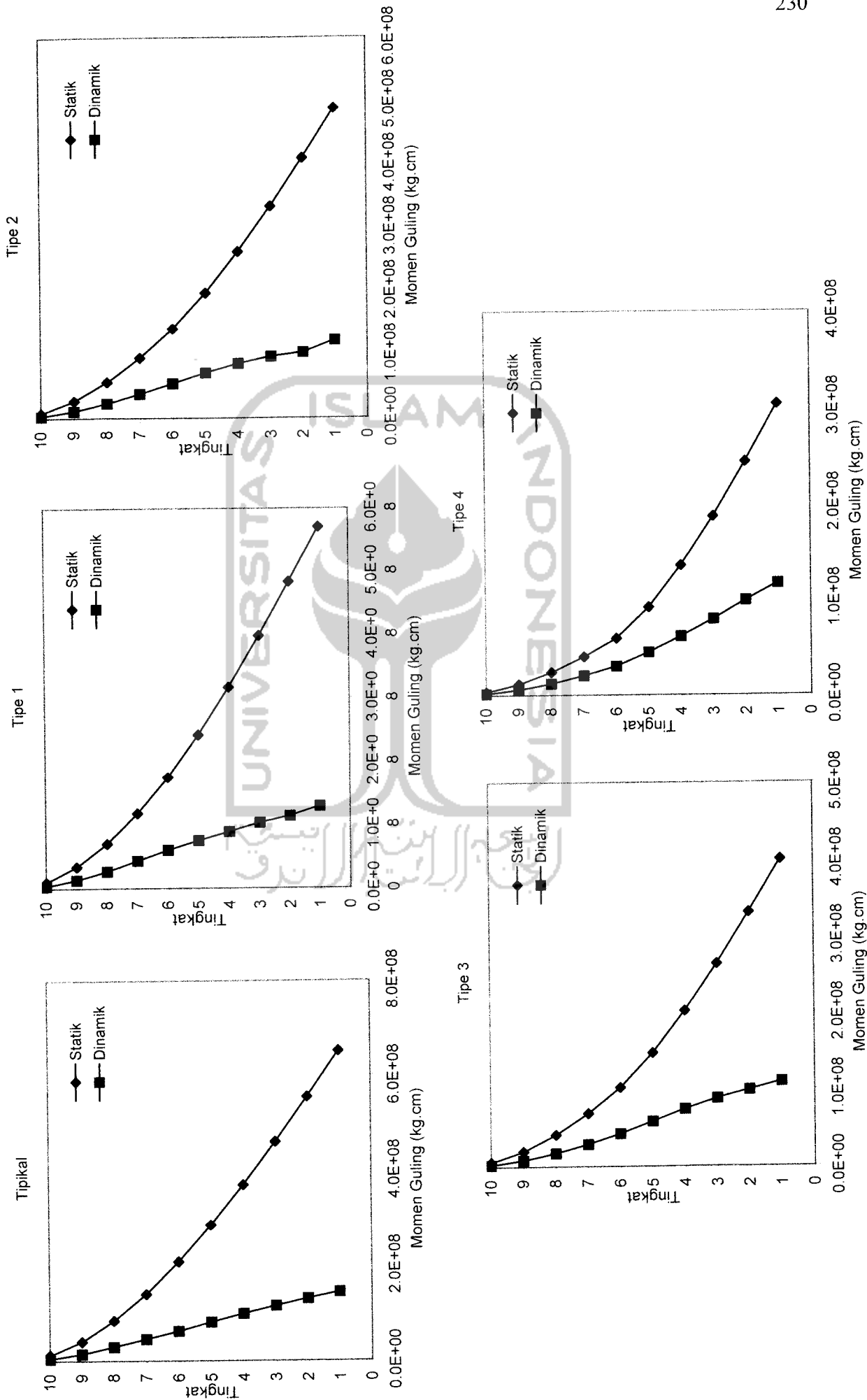
Gambar 5.162 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy



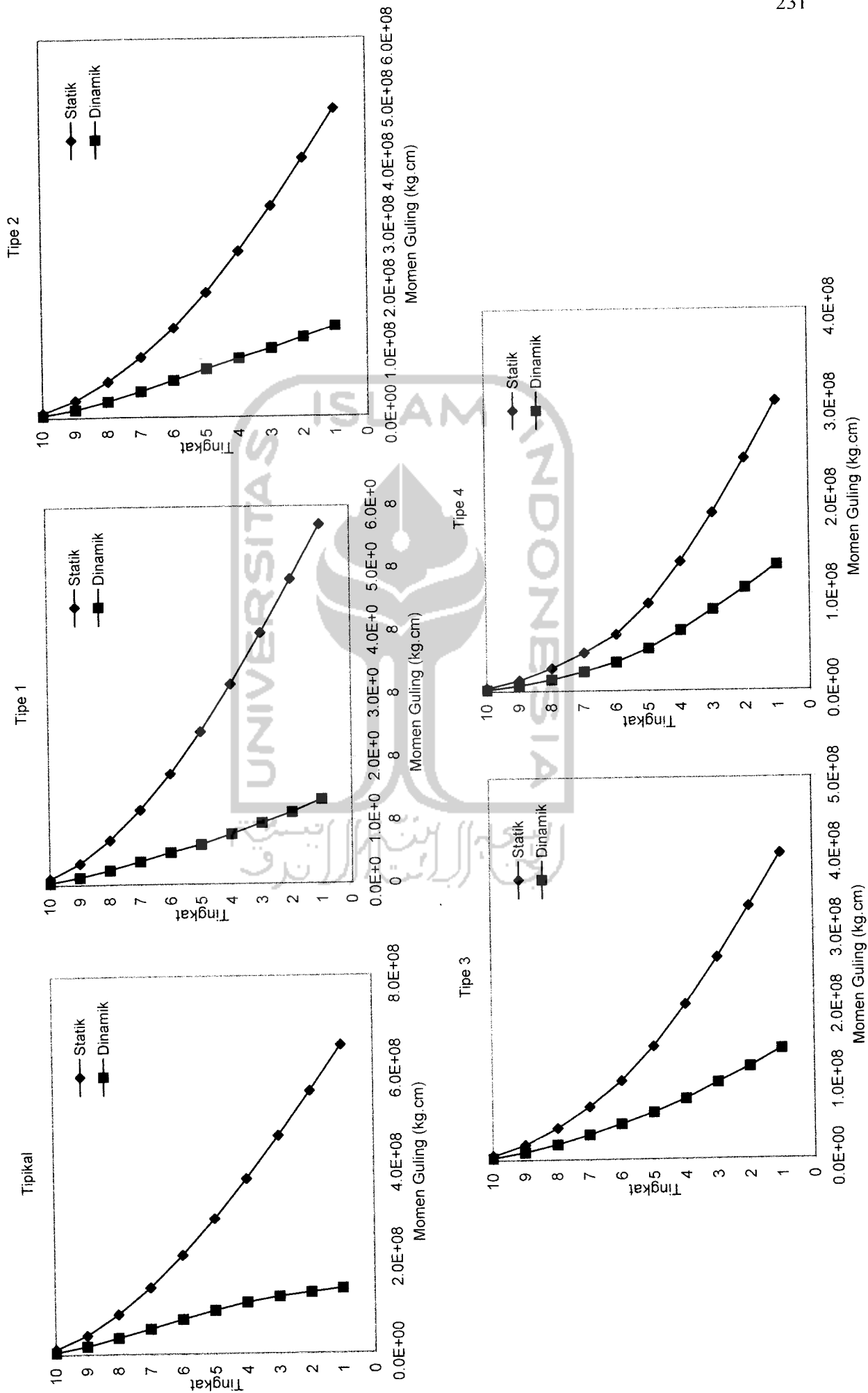
Gambar 5.163 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna



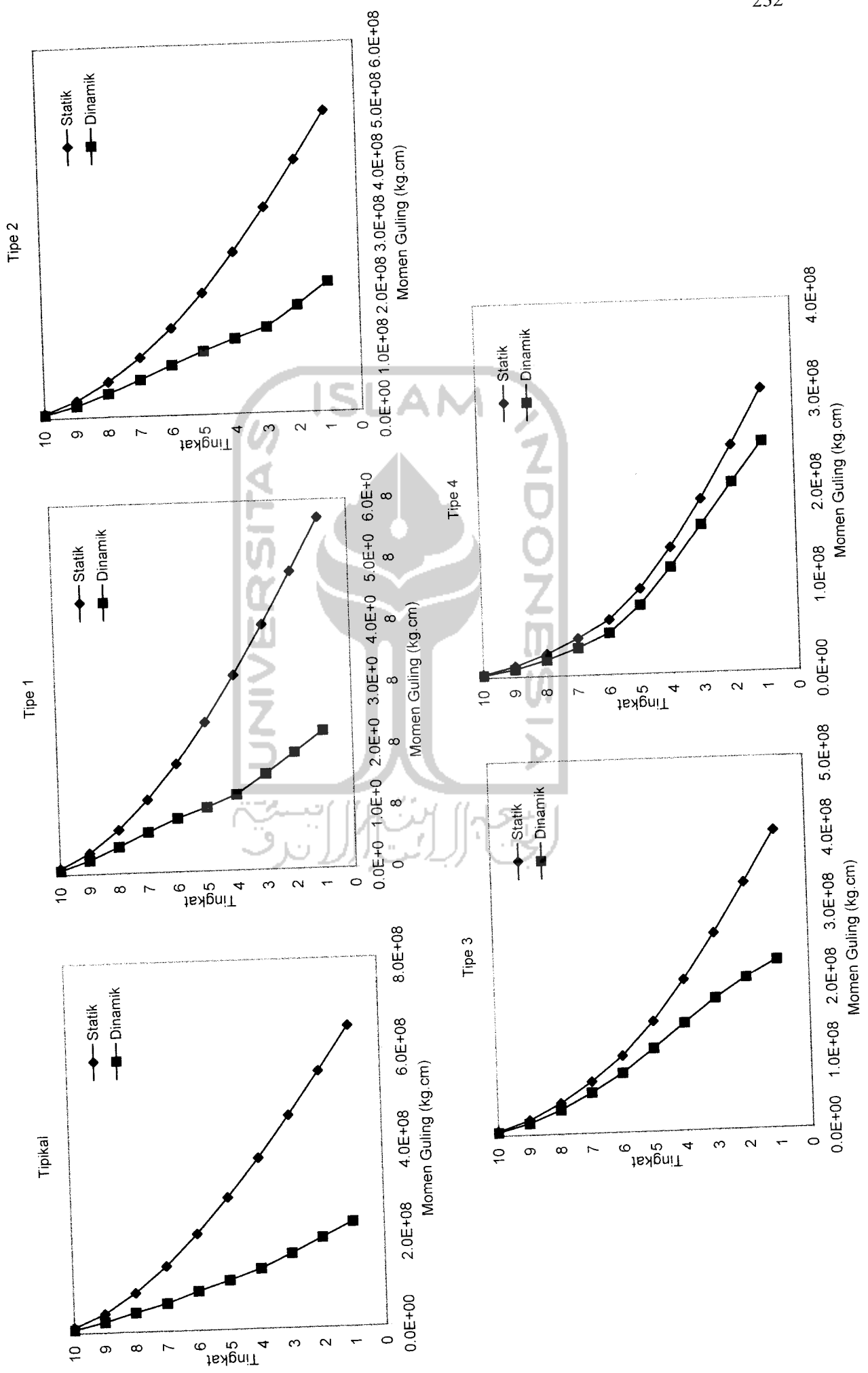
Gambar 5.164 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest



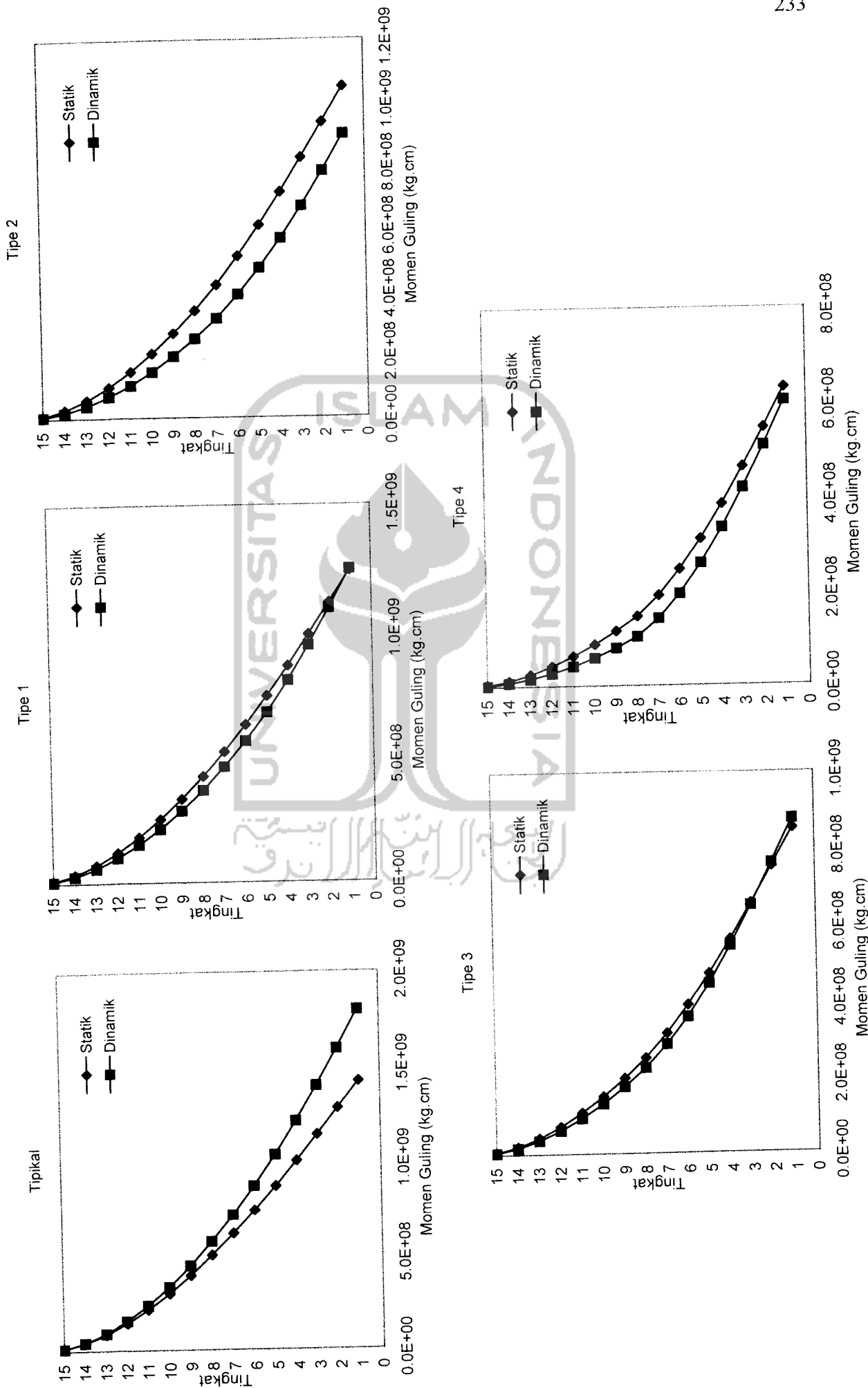
Gambar 5.165 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro



Gambar 5.166 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy

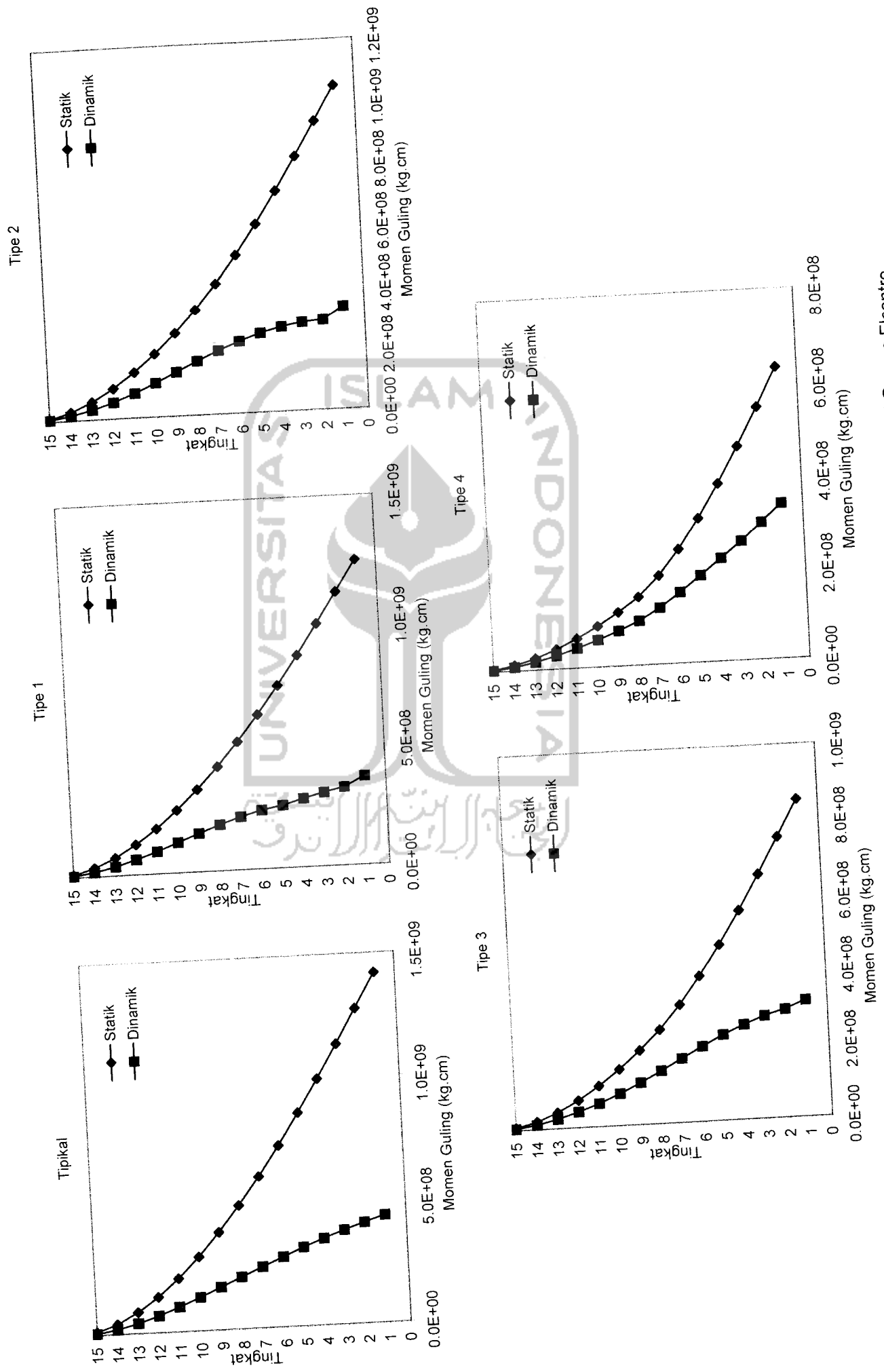


Gambar 5.167 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna

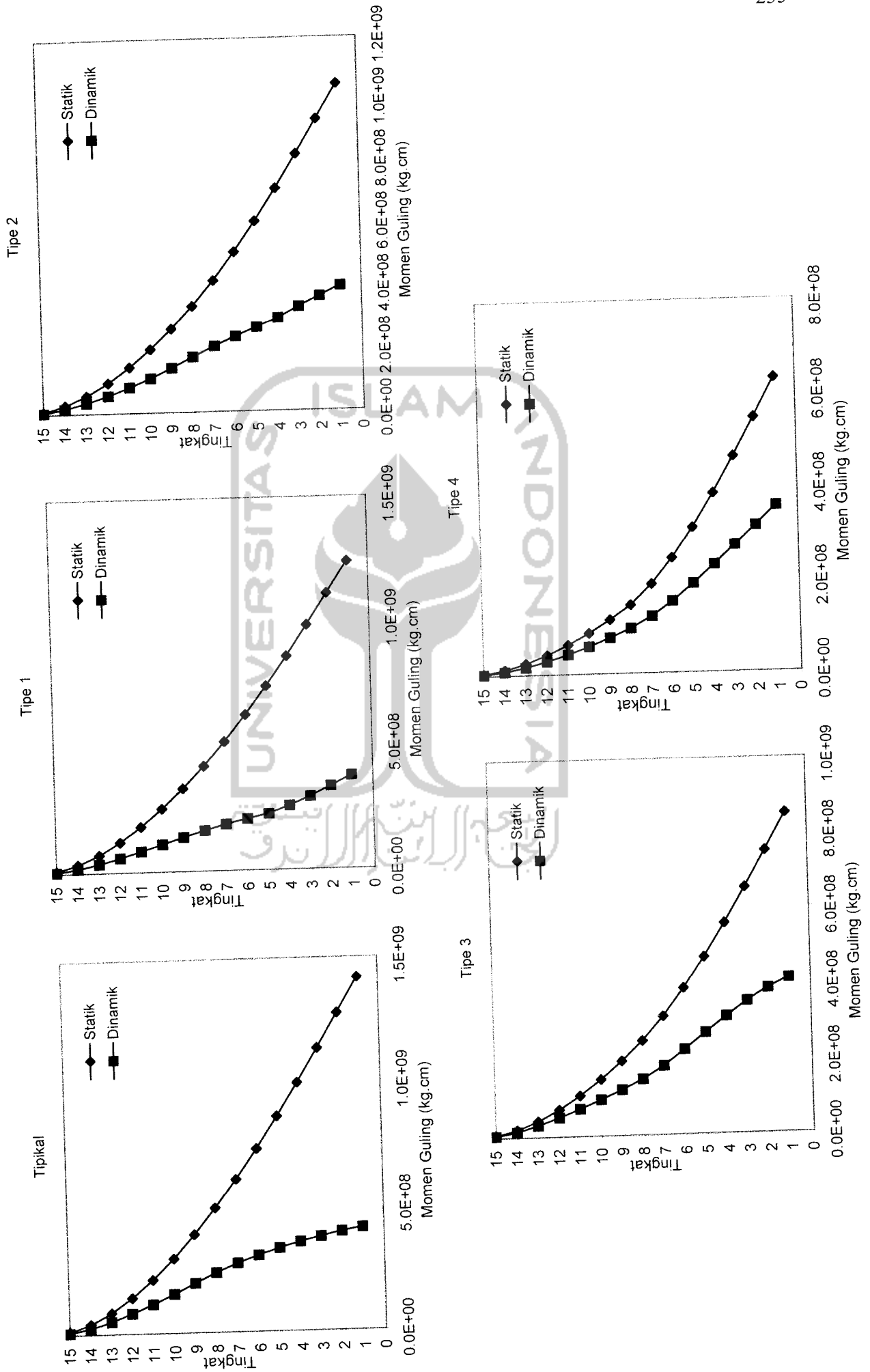


Gambar 5.168 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest

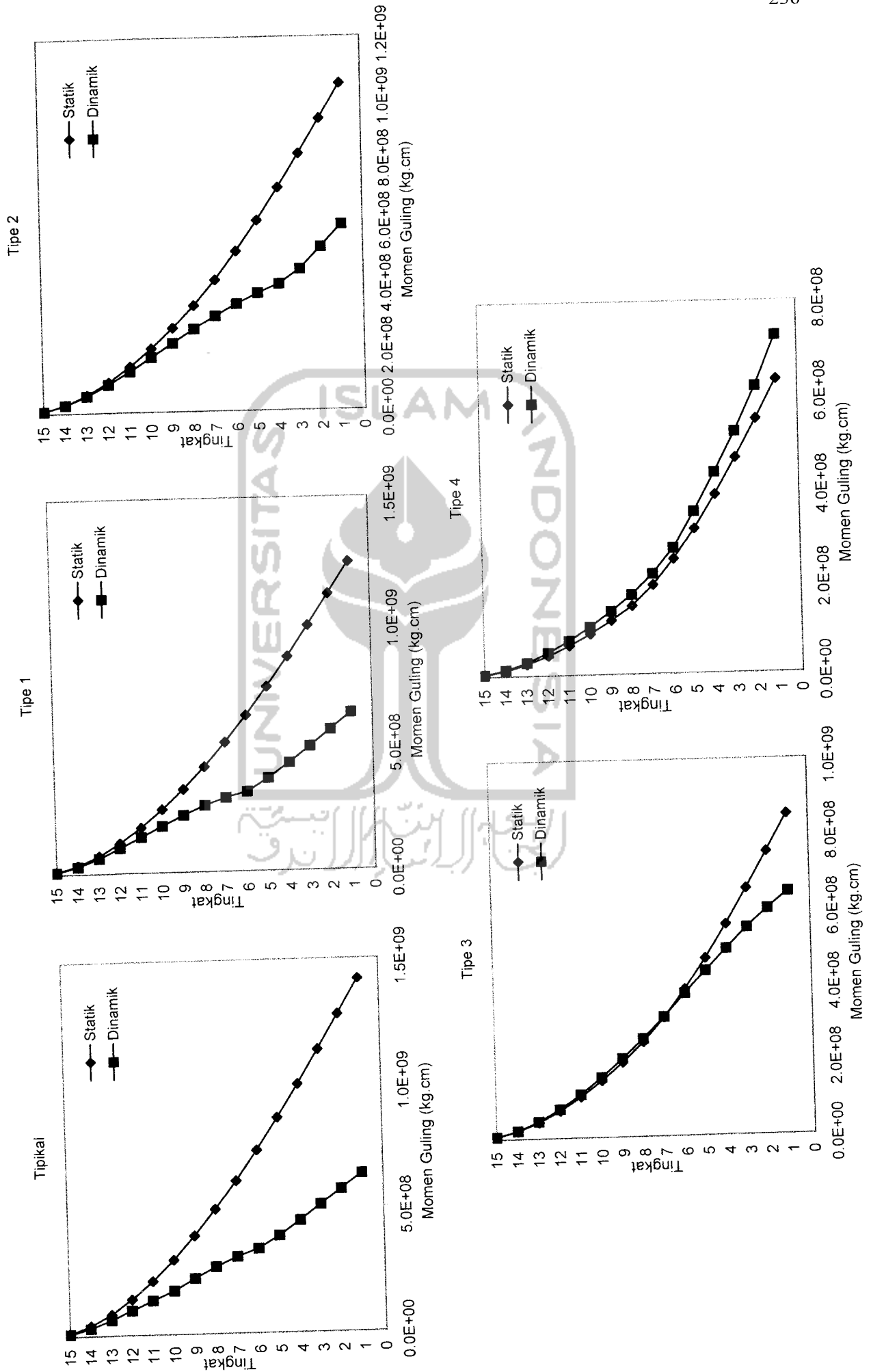




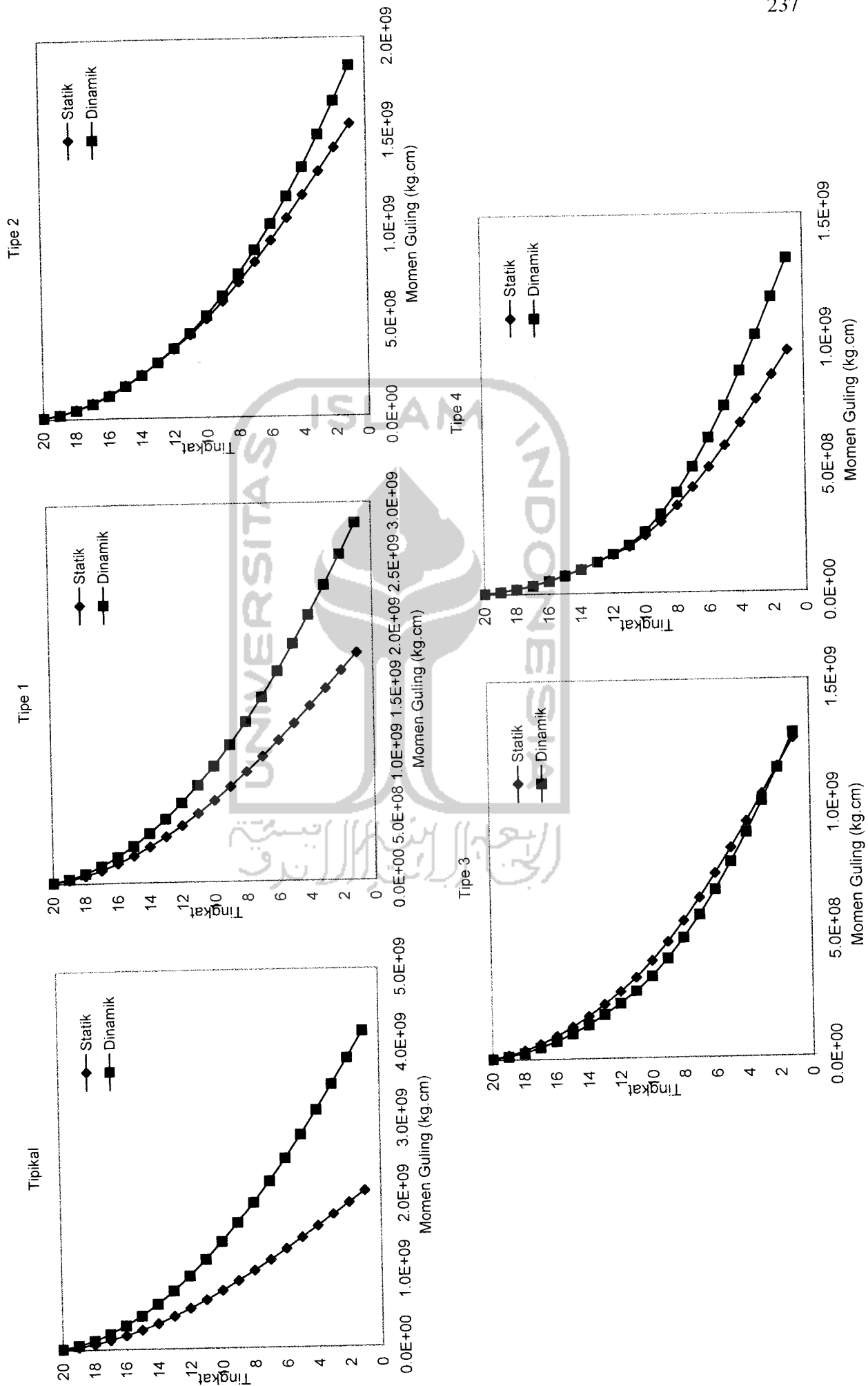
Gambar 5.169 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro



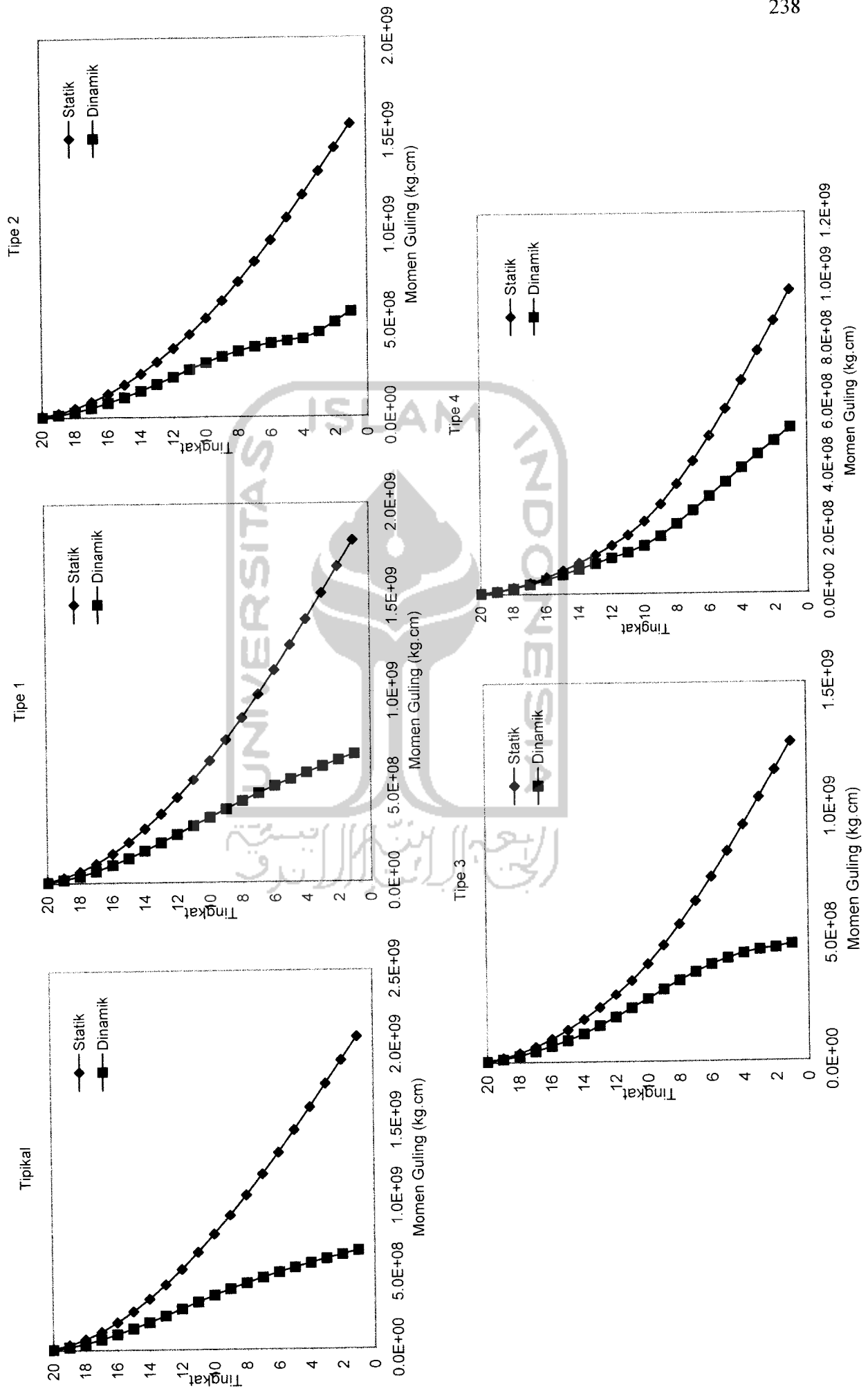
Gambar 5.170 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy



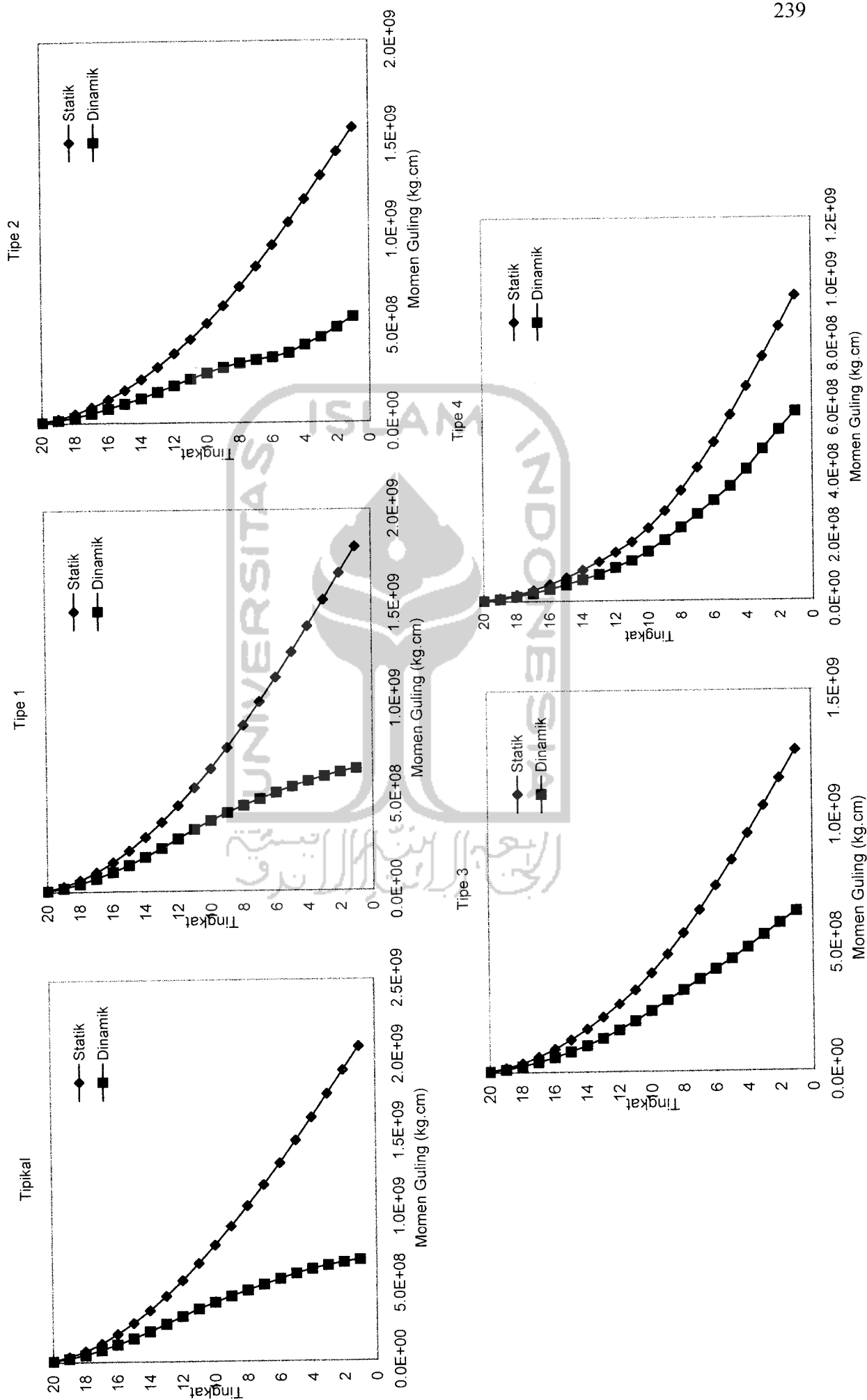
Gambar 5.171 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna



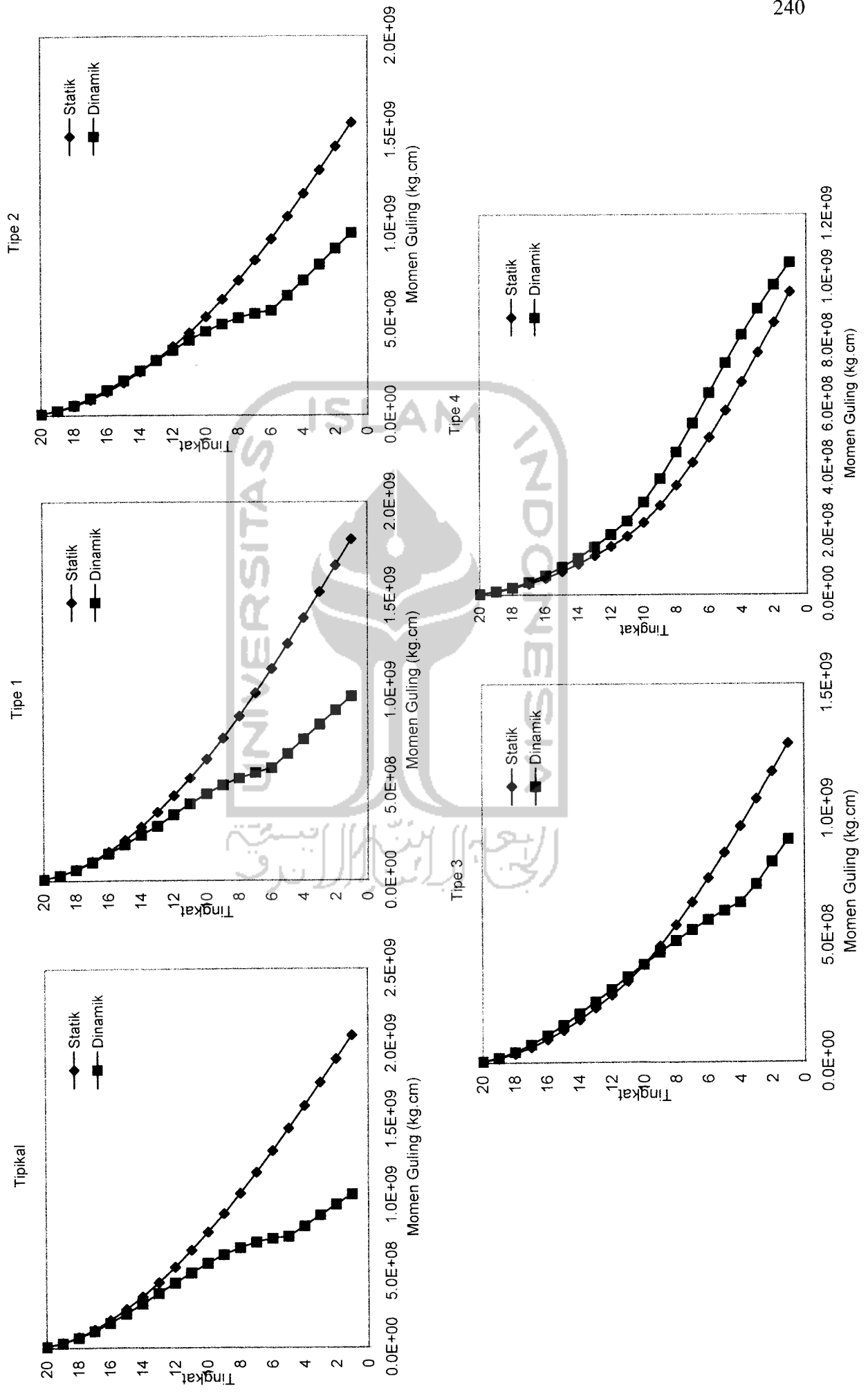
Gambar 5.172 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Bucharest



Gambar 5.173 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Elcentro



Gambar 5.174 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Gilroy



Gambar 5.175 Perbandingan Momen Guling Statik dan Dinamik Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Koyna

### 5.3.8 Fundamental Periode

Periode masing-masing struktur dapat dilihat sebagai berikut:

Periode Struktur Tingkat 7

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
$\lambda_1$	0.30204	0.36096	0.44706	0.582	0.80988
$\omega_1$	9.42079027	10.298753	11.46140903	11.6966526	13.7978187
$T_1$	0.66694886	0.61009185	0.548203567	0.53717807	0.45537526

Periode Struktur Tingkat 10

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
$\lambda_1$	0.14358	0.16956	0.20622	0.26076	0.34602
$\omega_1$	6.95468817	7.55774773	8.334817191	9.37240773	10.7964577
$T_1$	0.90344601	0.83135684	0.753848004	0.6703918	0.5819673

Periode Struktur Tingkat 15

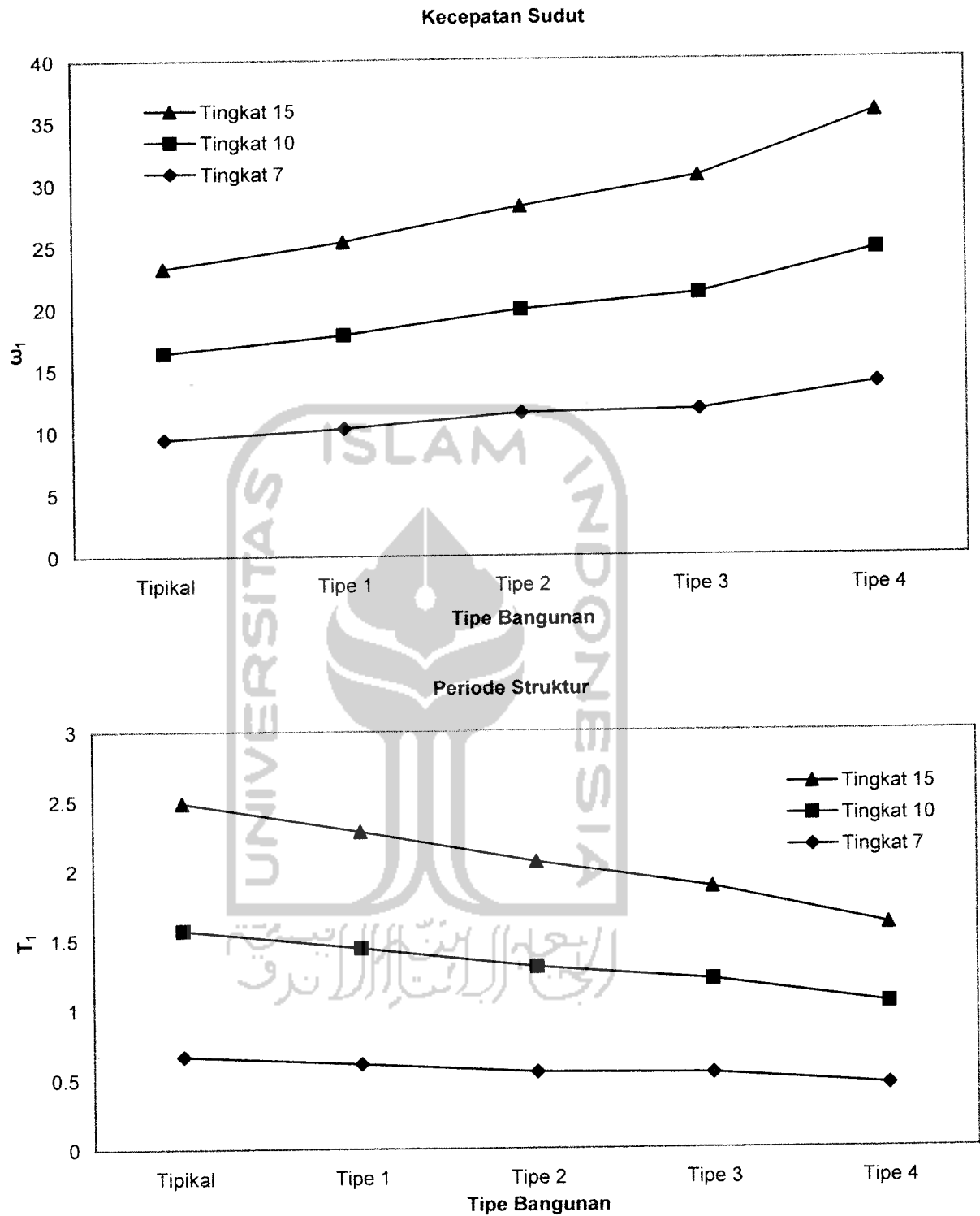
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
$\lambda_1$	0.06672	0.07956	0.09822	0.12726	0.1758
$\omega_1$	6.84376365	7.47333363	8.303610103	9.45176561	11.1090372
$T_1$	0.91808917	0.84074733	0.756681158	0.66476313	0.56559225

Periode Struktur Tingkat 20

	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
$\lambda_1$	0.03726	0.0441	0.05388	0.06858	0.09204
$\omega_1$	6.24850799	6.79789104	7.513956867	8.47722372	9.82071729
$T_1$	1.0055497	0.9242845	0.83620194	0.74118432	0.63978884

Dari hasil grafik fundamental periode pada Gambar 5.139 dan table di atas tampak bahwa kecepatan sudut pada bangunan Tipikal, Tipe 1, Tipe 2, Tipe 3, dan Tipe 4 semakin membesar, kecepatan sudut ( $\omega$ ) dan periode ( $T$ ) sudut pada bangunan Tipikal, Tipe 1, Tipe 2, Tipe 3, dan Tipe 4 semakin mengecil karena  $T$  berbanding terbalik dengan  $\omega$ .





**Gambar 5.176** Kecepatan Sudut dan Periode Struktur

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat kami ambil dari Penelitian **Pengaruh Struktur Bangunan Setback Horisontal Terhadap Respon Dinamik Pada Struktur Beton Bertingkat Banyak** adalah sebagai berikut :

1. Mode Shape pada bangunan yang mempunyai setback horisontal mempunyai kecenderungan yaitu pada mode atas mempunyai goyangan yang besar
2. Pada bangunan Tipikal dan Tipe 3 *Modal Effective* hanya sampai mode kedua sudah mencapai 90% energi gempa, pada Tipe 1 dan Tipe 2 *Modal Effective* hanya sampai mode pertama sudah mencapai 90% energi gempa dan Tipe 4 *Modal Effective* hanya sampai mode keempat sudah mencapai 90% energi gempa. Artinya *Modal Effective* pada setback horisontal sedikit fluktuatif.
3. Setback horisontal adalah pengurangan kekakuan dan massa struktur dimana struktur diatas lebih kecil daripada massa yang ada di bawahnya. Namun, adanya setback menimbulkan dampak yang baik karena *Simpangan, Interstorey Drift, Gaya Horisontal Tingkat, Gaya Geser, Momen Guling* menjadi lebih kecil. Maka dalam hal keamanan bangunan setback horisontal bisa dikatakan aman.

4. Dari perbandingan semua variasi bangunan dapat dilihat pada Tipe 4 (bangunan *setback horisontal* paling kritis) memberikan hasil yang hamper mirip antara dinamik dan *static ekivalen*.
5. Pada *setback horisontal* terjadi perbedaan waktu getar antara massa yang lebih kecil pada struktur diatas (*setback*) dengan massa yang lebih besar di bawahnya sehingga dapat mengurangi Simpangan, Interstorey Drift, Gaya Horisontal Tingkat, Gaya Geser, Momen Guling yang terjadi atau setback horisontal bisa menjadi redaman dari simpangan.

## 6.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih komplit dengan mengkombinasikan pengaruh setback horizontal dengan setback vertical.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan struktur yang lebih bervariasi agar lebih menguatkan hasil dari penelitian ini.
3. Dalam penelitian banyak variable yang dianggap konstan contohnya yaitu kekakuan tanah dan rotasi tanah maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang memperhitungkan variable tersebut sehingga dapat diketahui apakah hasil dari penelitian ini masih berlaku.
4. Perlu diteliti lebih lanjut tentang setback horisontal ini pada bangunan tingkat diatas 20.

5. Perlu dikaji lebih lanjut setback horisontal dengan nilai massa yang tidak berubah.





# LAMPIRAN

الجامعة الإسلامية  
الابدية لا تتبدل

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, **Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung**, Departemen Pekerjaan Umum, 1981
- Ardy Nugroho dan Didik Wahyu Asmara, 2004, **Pengaruh Penggunaan Isolasi Dasar (Base Isolation) Terhadap Respon Seismik Struktur Rangka Baja Bertingkat Banyak**, Tugas Akhir S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII, Yogyakarta.
- Dian F dan Widyastuti, 2002, **Perletakan Sendi Plastis pada Struktur Beton dengan Analisis beban Statik Ekuivalen pada Bangunan Bertingkat Sembilan dengan Dua Bentang yang Menggunakan Base Isolation (Rubber Bearing)**, Tugas Akhir S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII, Yogyakarta.
- Hartanto dan Prasetyo, 2002, **Analisis dan Desain Sistem Kontrol dengan MATLAB**, Andi Offset, Yogyakarta.
- Imam dan Hafizh, 2003, **Pengaruh Penggunaan Pengaku (Bracing) Terhadap Respon Elastik Struktur Baja Bertingkat dengan Memperhitungkan Rotasi Pondasi**, Tugas Akhir S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII, Yogyakarta.
- Nalwan, Agustinus, 2004, **Membuat Program Profesional Secara Cepat dengan VB**, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Paz, Mario, 1996, **Dinamika Struktur Teori dan Perhitungan**, Erlangga, Jakarta
- Putra, Indra, 2004, **Membuat Program Aplikasi Nyata dengan Visual Basic 6.0**, Andi Offset, Yogyakarta.
- Sardi, Irawan, 2003, **Pemrograman VBA Pada Microsoft Excel 2002 Untuk Otomatisasi Pekerjaan**, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Supardi, Yanuar, 2002, **Praktikum Microsoft Visual Basic Bagi Pemula**, DataKom Lintas Buana, Jakarta.
- Taranath, Bungale S, 1988, **Structural Analysis & Design of Tall BUILDINGS**.

Widodo,Ir, MSCE, Ph.D, **RESPONS DINAMIK STRUKTUR ELASTIK**, 2001,  
UII PRESS, Yogyakarta.



**Tabel 5.1 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 7 dengan Variasi Setback Horizontal**

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 1					Mode 2				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1.94966	1.93984	1.92549	1.903	1.86502	1.56196	1.52396	1.47095	1.37812	1.12946
3	2.80117	2.76296	2.70751	2.6214	2.47828	1.43971	1.32246	1.16369	0.89922	0.27569
4	3.51167	3.41985	3.28778	3.08552	2.75702	0.6868	0.49141	0.24078	-0.13889	-0.81809
5	4.0454	3.91214	3.72107	3.42993	2.96132	-0.36695	-0.52678	-0.75856	-1.14245	-1.76942
6	4.37547	4.21613	3.988	3.64124	3.08568	-1.25996	-1.34436	-1.51711	-1.86182	-2.41269
7	4.48528	4.31719	4.07664	3.71128	3.12674	-1.60106	-1.64996	-1.79409	-2.11806	-2.63589

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 3					Mode 4				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0.86334	0.71543	0.54263	0.37093	0.16774	-0.00783	-0.20555	-0.52813	-1.03261	-1.26966
3	-0.25465	-0.48817	-0.70556	-0.86241	-0.97186	-0.99994	-0.95775	-0.72108	0.06628	0.61204
4	-1.08319	-1.06467	-0.92548	-0.69083	-0.33076	0.01566	0.40242	0.90896	0.96417	0.49257
5	-0.6805	-0.54706	-0.33615	-0.06908	0.43156	0.99982	1.05254	1.16021	0.69248	0.051
6	0.49568	0.53275	0.54712	0.59768	1.03573	-0.02349	-0.15448	-0.34843	-0.41922	-0.42393
7	1.10844	1.06507	0.95198	0.87498	1.26035	-0.99963	-1.08893	-1.32855	-1.02239	-0.62164

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 5					Mode 6				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-0.87901	-1.19648	-1.40516	-1.86166	-4.67278	-1.57769	-1.95947	-2.9432	-5.18573	-12.1037
3	-0.22735	0.43155	0.97447	2.46579	20.83491	1.4891	2.83952	7.66245	25.89125	145.4994
4	1.07885	0.68013	0.03587	-2.7288	-92.6845	-0.77165	-3.60448	-19.6089	-129.077	-1748.95
5	-0.72097	-0.81051	-0.97602	-3.7083	-82.5108	-0.27167	1.36899	11.27823	86.95564	1289.889
6	-0.44511	-0.22853	0.00619	1.04028	37.77849	1.20027	2.00609	8.71502	53.05549	690.3235
7	1.11222	0.93784	0.97575	4.18198	107.6501	-1.62197	-3.71123	-19.6962	-133.34	-1856.45

Tingkat	Nilai Mode Shape				
	Mode 7				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1
2	-1.96657	-2.88789	-4.48933	-7.71314	-17.4349
3	2.86739	7.33997	19.15486	58.48553	302.1982
4	-3.67236	-18.3093	-81.506	-443.353	-5239.94
5	4.35453	27.63665	135.1917	777.2255	9545.585
6	-4.89113	-34.4856	-174.504	-1021.71	-12699.8
7	5.26418	38.24177	195.2635	1148.68	14322.03



Tabel 5.2 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 10 dengan Variasi Setback Horizontal

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 1					Mode 2				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1.97607	1.97174	1.96563	1.95654	1.94233	1.79061	1.77339	1.74792	1.70174	1.58506
3	2.90333	2.88599	2.86156	2.82533	2.76908	2.19431	2.13206	2.04113	1.87969	1.4914
4	3.75888	3.71607	3.656	3.56741	3.43103	2.12385	1.99214	1.80337	1.47908	0.75912
5	4.5216	4.43779	4.32079	4.1495	3.8888	1.59447	1.38634	1.09647	0.62321	-0.29821
6	5.1761	5.03411	4.8371	4.55125	4.12232	0.73122	0.46639	0.11318	-0.41853	-1.23181
7	5.70672	5.51662	5.25366	4.87388	4.30829	-0.28513	-0.53812	-0.88723	-1.41034	-2.06318
8	6.10076	5.87443	5.5619	5.11179	4.44457	-1.24178	-1.44507	-1.75345	-2.2339	-2.72334
9	6.34879	6.09943	5.75546	5.26084	4.52959	-1.93842	-2.09005	-2.35446	-2.79093	-3.15749
10	6.44487	6.18655	5.83035	5.31843	4.56236	-2.22917	-2.35612	-2.59936	-3.015	-3.32961

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 3					Mode 4				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1.43369	1.37109	1.30175	1.22678	1.1041	0.94457	0.83561	0.66669	0.44015	0.25877
3	1.02951	0.85233	0.66549	0.47466	0.18742	-0.13965	-0.33286	-0.58394	-0.82822	-0.94744
4	0.02368	-0.2196	-0.4503	-0.65621	-0.90254	-1.07177	-1.10136	-1.03111	-0.76339	-0.4512
5	-0.996	-1.14901	-1.24162	-1.26346	-1.15806	-0.83656	-0.54645	-0.05955	0.53028	0.8558
6	-1.45163	-1.3558	-1.16597	-0.89378	-0.37608	0.28158	0.64474	0.99141	0.99679	0.67265
7	-1.08519	-0.88045	-0.60183	-0.24766	0.4733	1.10253	1.23535	1.24925	0.84136	0.25526
8	-0.10419	0.03787	0.21444	0.47506	1.23786	0.75984	0.67521	0.50771	0.16097	-0.25103
9	0.9358	0.93714	0.94088	1.05085	1.78063	-0.3848	-0.51389	-0.63999	-0.61985	-0.6699
10	1.44585	1.36491	1.27313	1.30162	2.00434	-1.12332	-1.2243	-1.27571	-1.01393	-0.85548

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 5					Mode 6				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0.36589	0.20853	0.03436	-0.30504	-0.74439	-0.2422	-0.48657	-0.74359	-0.94462	-1.5495
3	-0.88524	-0.96846	-1.00098	-0.88447	-0.38058	-0.92398	-0.72457	-0.38187	-0.01879	1.57674
4	-0.64354	-0.35503	-0.00586	0.64001	1.06108	0.53222	0.89672	1.06103	0.96413	-1.07254
5	0.68339	0.91475	1.00115	0.64209	-0.50237	0.75693	0.21698	-0.50014	-0.9827	0.20685
6	0.89359	0.54579	0.04026	-0.83588	-0.68712	-0.71555	-1.00229	-0.68913	-0.03586	0.75204
7	-0.35644	-0.60538	-0.96811	-1.54315	-0.49473	-0.58362	-0.22775	0.2563	0.95322	0.76335
8	-1.024	-0.88894	-0.83471	-0.82761	-0.03079	0.8569	0.99985	0.77982	0.81955	0.23277
9	-0.01823	0.10151	0.28314	0.651	0.45005	0.37607	0.23849	0.01964	-0.27942	-0.46306
10	1.01734	0.94648	1.06705	1.52938	0.68386	-0.94799	-0.99729	-0.77287	-1.04928	-0.83016

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 7					Mode 8				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-0.81427	-1.05921	-1.43898	-1.59806	-2.4319	-1.31192	-1.58154	-1.78666	-3.10368	-7.8172
3	-0.26372	0.22549	1.22884	1.73758	5.25857	0.86002	1.68233	2.40842	9.13976	62.25409
4	1.05273	0.79832	-0.46438	-1.37852	-11.1012	0.09259	-1.27173	-2.80787	-26.7552	-496.478
5	-0.68818	-1.14913	-0.50956	0.62393	23.31079	-0.9913	0.47455	2.94816	78.26755	3958.727
6	-0.49237	0.41885	1.19763	0.38146	-45.5877	1.20791	0.52121	-2.45948	-216.172	-30328.3
7	1.0891	0.96176	0.43364	-0.41001	-74.0784	-0.59338	-0.92552	-2.27919	-69.2909	-5253.56
8	-0.39444	-0.8491	-1.22511	-0.61138	-36.9079	-0.42944	0.27958	3.07942	219.0493	30103.9
9	-0.76792	-0.5819	-0.35598	0.06717	32.9769	1.15677	0.68362	1.4416	60.19468	6538.746
10	1.01974	1.10943	1.24768	0.64905	73.6318	-1.08816	-0.87107	-3.47153	-221.549	-29824.8

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 9					Mode 10				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-1.65671	-2.07979	-3.23728	-5.72383	-14.2243	-1.90523	-2.77405	-4.33377	-7.38855	-10.4898
3	1.93834	3.59667	10.02024	33.18751	193.5981	2.86773	7.11896	18.65317	56.52716	188.0408
4	-1.78112	-5.86947	-30.875	-192.457	-2655.31	-3.91642	-18.061	-80.2748	-432.125	-3280.04
5	1.22065	9.37586	95.0874	1116.212	36408.89	5.08283	45.74078	345.4508	3305.452	57314.62
6	-0.24114	-13.6301	-276.915	-6198	-481462	-5.76754	-108.83	-1416.66	-24279.7	-966624
7	-0.82116	7.85	221.1912	5639.986	473617.4	5.90565	152.2534	2204.493	40166.1	1667589
8	1.60155	3.70914	24.27923	50.03216	-20253.1	-5.48404	-168.164	-2551.37	-47635	-2009105
9	-1.83215	-12.5376	-248.921	-5694.47	-452161	4.54272	153.6879	2387.884	45120.77	1917554
10	1.4338	12.1361	260.026	6157.246	499238.7	-3.17089	-111.44	-1746.74	-33150.1	-1412678

Tabel 5.3 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 15 dengan Variasi Setback Horizontal

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 1					Mode 2				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1.98888	1.98674	1.98363	1.97879	1.9707	1.90403	1.89551	1.88351	1.86254	1.80722
3	2.95453	2.94581	2.93315	2.9135	2.88078	2.61618	2.58303	2.53664	2.45626	2.24863
4	3.88569	3.86385	3.83224	3.78332	3.70224	3.06468	2.98714	2.8795	2.69547	2.23486
5	4.77146	4.72808	4.66544	4.56887	4.40982	3.20435	3.0635	2.87015	2.54563	1.76871
6	5.60152	5.52647	5.41843	5.25266	4.98173	3.0211	2.80372	2.50974	2.02837	0.94454
7	6.36929	6.25156	6.08269	5.82503	5.4077	2.5479	2.25097	1.85697	1.23231	-0.06172
8	7.06622	6.89374	6.64736	6.27383	5.67524	1.83018	1.463	0.98789	0.26685	-1.05608
9	7.68457	7.46276	7.14672	6.6694	5.90952	0.9368	0.55273	0.04976	-0.71327	-2.00972
10	8.21745	7.95261	7.57587	7.00838	6.10918	-0.04648	-0.40374	-0.89184	-1.65418	-2.88588
11	8.66428	8.363	7.93493	7.29137	6.27514	-1.02556	-1.32844	-1.77476	-2.50945	-3.65726
12	9.02038	8.68983	8.22058	7.5161	6.40647	-1.91196	-2.14856	-2.54086	-3.23479	-4.29587
13	9.28201	8.92983	8.43019	7.68077	6.50245	-2.62557	-2.79955	-3.13975	-3.79266	-4.77851
14	9.44645	9.08062	8.5618	7.78408	6.56256	-3.1019	-3.23017	-3.53199	-4.15416	-5.08766
15	9.51195	9.14068	8.61421	7.8252	6.58646	-3.29791	-3.40652	-3.69178	-4.30059	-5.21211

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 3					Mode 4				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1.73699	1.70327	1.66128	1.61306	1.55102	1.4906	1.43799	1.35781	1.21757	1.0451
3	1.99429	1.87586	1.73169	1.57075	1.37083	1.18391	1.0274	0.80003	0.43482	0.0423
4	1.70084	1.46398	1.1862	0.89025	0.54437	0.24397	0.01052	-0.29723	-0.70516	-1.00291
5	0.93767	0.59597	0.21881	-0.15195	-0.53872	-0.82647	-1.01257	-1.19406	-1.26581	-1.04253
6	-0.08444	-0.45772	-0.8264	-1.13241	-1.36784	-1.45484	-1.43812	-1.28571	-0.7865	-0.03684
7	-1.08435	-1.3756	-1.59169	-1.67471	-1.58283	-1.34212	-1.05544	-0.5517	0.30819	1.00403
8	-1.79906	-1.8853	-1.81783	-1.56899	-1.08716	-0.54572	-0.07959	0.53661	1.16174	1.08615
9	-2.04061	-1.94747	-1.67453	-1.22044	-0.49386	0.52867	0.93204	1.41816	1.6517	0.96083
10	-1.74546	-1.54734	-1.19091	-0.68299	0.14378	1.33375	1.52462	1.75327	1.62472	0.65201
11	-1.01803	-0.80134	-0.47938	-0.046	0.76926	1.49908	1.47173	1.45224	1.11893	0.22594
12	-0.03848	0.12379	0.32389	0.59769	1.3297	0.94534	0.79576	0.6243	0.28338	-0.24077
13	0.9506	1.02124	1.06518	1.15427	1.7777	-0.06185	-0.21711	-0.43015	-0.63569	-0.66417
14	1.70426	1.69042	1.60262	1.54263	2.07539	-1.03937	-1.13806	-1.32853	-1.36741	-0.96814
15	2.03584	1.98174	1.83336	1.70616	2.1976	-1.51834	-1.5772	-1.74489	-1.69615	-1.09799

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 5					Mode 6				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1.18857	1.09149	0.98156	0.8347	0.41722	0.8259	0.6986	0.49956	0.27133	-0.04313
3	0.36447	0.14174	-0.08655	-0.35193	-0.85896	-0.36639	-0.55744	-0.78793	-0.94984	-0.99373
4	-0.77018	-0.94322	-1.0621	-1.10794	-0.70759	-1.10699	-1.05174	-0.83404	-0.44691	0.18754
5	-1.24861	-1.12839	-0.90186	-0.50828	0.61976	-0.48285	-0.10883	0.43388	0.86723	0.96648
6	-0.66322	-0.23711	0.22282	0.71331	0.9171	0.73656	0.98279	1.01823	0.60722	-0.328
7	0.46033	0.86958	1.12057	1.10368	-0.23713	1.09118	0.7954	0.07479	-0.70247	-0.95234
8	1.21036	1.18625	0.87709	0.20793	-1.01603	0.16465	-0.42713	-0.98087	-0.79783	0.36907
9	0.97826	0.64074	0.09765	-0.78474	-1.4733	-0.95519	-1.20496	-1.15348	-0.3415	1.53966
10	-0.04761	-0.37047	-0.74146	-1.41162	-1.46419	-0.95354	-0.72828	-0.28766	0.35096	2.08111
11	-1.03712	-1.12813	-1.15393	-1.41892	-1.01863	0.10232	0.46238	0.82202	0.8149	1.8218
12	-1.23418	-1.1137	-0.90243	-0.80343	-0.26944	1.04506	1.19974	1.23485	0.74826	0.86149
13	-0.48825	-0.33706	-0.13167	0.1647	0.56007	0.83241	0.76092	0.60087	0.19441	-0.43029
14	0.63074	0.67026	0.71485	1.06054	1.22263	-0.30054	-0.42387	-0.54248	-0.48602	-1.55651
15	1.2678	1.21886	1.15005	1.49089	1.52075	-1.10121	-1.19312	-1.22596	-0.85	-2.08382

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 7					Mode 8				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0.42794	0.25557	0.07068	-0.31806	-0.62392	0.02586	-0.2011	-0.49993	-0.74058	-1.2526
3	-0.85052	-0.95699	-1.00183	-0.86196	-0.52883	-1.00188	-0.93741	-0.68755	-0.35002	0.7728
4	-0.72502	-0.41663	-0.04481	0.69216	1.02328	0.04717	0.49284	0.92964	1.04778	0.15885
5	0.59727	0.88687	1.00298	0.56154	-0.24393	0.99845	0.78404	0.10655	-0.56959	-0.99762
6	0.93365	0.5659	0.0189	-0.93588	-0.83907	-0.11995	-0.73684	-0.99622	-0.54786	1.25309
7	-0.19773	-0.74224	-1.00165	-0.26387	0.76744	-1.00155	-0.63585	0.39149	0.97533	-0.57199
8	-1.01827	-0.75559	-0.0897	1.01981	0.36024	0.09405	0.86471	0.80051	-0.17444	-0.53662
9	-0.23802	0.28553	0.92608	1.3579	-0.23601	1.00398	0.84262	0.00879	-1.13298	-0.15216
10	0.91641	0.92817	0.86984	0.43691	-0.70841	-0.06808	-0.66322	-0.79611	-0.84951	0.33128
11	0.71426	0.35111	-0.13455	-0.86555	-0.83074	-1.01359	-1.06937	-0.47657	0.31087	0.61179
12	-0.54521	-0.68735	-0.99228	-1.41229	-0.54255	-0.07491	0.29763	0.51608	1.15036	0.51755
13	-0.9976	-0.82256	-0.76839	-0.72595	0.01374	1.00302	1.17112	0.77981	0.80238	0.10628
14	0.02678	0.12316	0.29307	0.59423	0.56325	0.2164	0.10276	-0.05788	-0.37386	-0.57009
15	1.01152	0.90703	1.03508	1.39558	0.83442	-0.97249	-1.13599	-0.81382	-1.16418	-0.61976

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 9					Mode 10				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-0.39903	-0.63477	-0.95115	-1.27196	-1.66834	-0.78652	-1.09097	-1.33311	-1.6666	-2.74379
3	-0.79286	-0.51341	0.0451	0.82606	2.08949	-0.27175	0.35891	0.99946	2.08325	7.179
4	0.81049	1.02835	0.9016	0.08605	-2.20106	1.03814	0.64392	-0.16593	-2.18745	-18.65743
5	0.37225	-0.27491	-1.03575	-0.94959	1.98653	-0.68947	-1.16097	-0.7506	1.96357	48.43715
6	-1.00374	-0.81761	0.23646	1.27721	-1.47766	-0.39974	0.80218	1.29171	-1.4452	-125.731
7	0.02829	0.79392	0.81084	-0.67496	0.47871	1.00388	0.28582	-0.97139	0.445	296.5208
8	0.99242	0.31361	-1.00769	-0.41869	0.67901	-0.38983	-1.114	0.00326	0.70356	-687.8195
9	-0.42426	-0.82768	-1.04192	0.38555	0.38114	-0.69727	0.24086	0.97139	-0.06975	-1019.605
10	-0.82316	-0.22441	0.76876	0.68519	-0.19636	0.93824	1.00013	-0.00314	-0.74077	-384.0583
11	0.63749	0.82426	1.29765	0.1404	-0.63821	0.11191	-0.56936	-0.97176	-0.38874	594.5907
12	0.65799	0.23698	-0.33711	-0.57742	-0.63915	-1.00806	-0.81311	-0.11041	0.50015	1042.053
13	-0.80783	-0.82071	-1.40978	-0.58363	-0.19853	0.51703	0.83644	0.95886	0.69831	558.5856
14	-0.44887	-0.24945	-0.13186	0.12943	0.37924	0.68548	0.53837	0.22245	-0.06793	-423.9016
15	0.92419	0.81696	1.36592	0.68298	0.69501	-0.9447	-1.01328	-0.93287	-0.74036	-1027.69

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 11					Mode 12				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-1.13296	-1.42576	-1.67544	-2.33262	-6.0114	-1.45738	-1.68873	-2.26243	-4.16529	1.21127
3	0.46115	1.27712	2.11515	4.94676	39.67521	1.37603	2.1635	4.60093	17.74235	0.73239
4	0.53822	-0.61396	-2.25726	-10.27875	-259.339	-0.786	-2.36425	-9.12737	-75.45729	9.07042
5	-1.15529	-0.29655	2.08178	21.2582	1697.219	-0.09458	2.26562	17.995	321.0313	-180.7887
6	0.95172	1.08758	-1.61339	-43.91727	-11104.06	0.9402	-1.88016	-35.42123	-1365.951	3598.31
7	0.07703	-1.25408	0.62136	81.18687	68049.96	-1.27565	0.90983	62.1412	5389.541	-66635.38
8	-1.03899	0.70043	0.57233	-145.4659	-416341	0.91891	0.34321	-105.1655	-21165.93	1233530
9	1.10011	0.73534	-0.73885	-120.0154	-211157.5	-0.06355	-1.23562	-3.51979	4606.447	-2539787
10	-0.20738	-1.24503	-0.42067	113.4307	343760.5	-0.82629	0.83151	107.129	18990.51	4132913
11	-0.90308	-0.0124	0.77105	161.7654	362546.3	1.10105	0.5879	-40.2094	-10835.15	-5200832
12	1.06541	1.25223	0.36163	-53.88958	-184101.8	-0.55621	-1.28886	-90.71571	-15436.8	5607848
13	-0.1092	-0.71472	-0.79874	-181.6002	-443623.1	-0.40266	0.41548	77.23772	15898.26	-5302187
14	-0.96166	-0.83722	-0.30048	-12.95157	-11264.27	1.0618	0.9652	59.18765	10222.28	4322806
15	1.02288	1.20087	0.82175	176.833	438661.9	-0.93054	-1.16674	-101.3951	-19250.97	-2794213

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 13					Mode 14				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-1.67474	-2.11114	-3.31287	-5.78228	-0.75	-1.86622	-2.68862	-4.24318	-6.48485	-0.75
3	2.11231	3.88395	10.86169	35.27595	-3.625	2.8438	6.86234	18.12791	52.14141	-3.625
4	-2.25063	-6.86551	-35.5762	-215.58	82.24999	-3.9911	-17.3746	-77.8818	-392.525	82.24999
5	2.07016	11.97638	116.5276	1317.838	-1458.25	5.3766	43.94192	334.4983	2999.556	-1458.25
6	-1.59656	-20.796	-381.658	-8056.66	25326.25	-7.08289	-111.106	-1437.3	-22907.5	25326.25
7	0.60369	31.78094	1148.57	46075.89	-418466	7.84193	254.8703	5729.231	164343.4	-418466
8	0.58542	-46.0639	-3425.53	-262992	6913755	-7.55224	-574.341	-22735.2	-1177701	6913755
9	-1.58385	27.31067	2923.838	257168.4	-1.1E+07	6.25258	751.1044	33637.29	1863911	-1.1E+07
10	2.06636	11.03427	-50.4488	-33538.3	12738300	-4.11673	-741.233	-35509.7	-2032361	12738300
11	-1.43247	-39.3548	-2873.26	-224669	-7653297	0.50133	384.9039	20117.3	1194787	-7653297
12	0.02436	31.90915	2931.581	251253.7	-1261402	3.29441	151.3362	5056.157	234220.9	-1261402
13	1.39769	4.53707	-66.3564	-18809.4	9544937	-5.90642	-616.835	-27771.8	-1547311	9544937
14	-2.06579	-36.8601	-2865.05	-233025	-1.3E+07	6.39606	794.0189	36984.82	2094494	-1.3E+07
15	1.61924	35.68463	2939.26	244620.9	10028600	-4.58733	-600.069	-28214.9	-1604895	10028600

Tingkat	Nilai Mode Shape				
	Mode 15				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1
2	-2.15396	-3.13166	-4.78836	-1.72727	-0.75
3	4.05633	9.64552	23.93122	24.77273	-3.625
4	-7.33011	-29.7178	-120.132	-204.818	82.24999
5	13.06272	91.53201	600.1296	1804.409	-1458.25
6	-23.1698	-281.875	-3002.43	-15644.1	25326.25
7	36.22256	795.4679	13986.5	127837.4	-418466
8	-53.8285	-2221.32	-64951.7	-1043361	6913755
9	78.16807	3908.187	123393.8	2077637	-1.1E+07
10	-112.286	-6054.29	-196041	-3348292	12738300
11	133.4384	7456.997	244172.2	4196155	-7653297
12	-139.201	-7944.03	-261772	-4514158	-1261402
13	128.9144	7455.62	246638	4262193	9544937
14	-103.786	-6051.74	-200663	-3472097	-1.3E+07
15	66.73727	3904.753	129596.8	2243611	10028600



Tabel 5.4 Perbandingan Mode Shape Struktur Tingkat 20 dengan Variasi Setback Horizontal

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 1					Mode 2				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1.99379	1.99265	1.99102	1.98857	1.98466	1.94603	1.94141	1.93468	1.92263	1.89164
3	2.97458	2.96991	2.96326	2.95326	2.93736	2.78178	2.76338	2.73667	2.68906	2.56804
4	3.93596	3.92423	3.90756	3.8825	3.84275	3.45989	3.41534	3.35096	3.23702	2.95224
5	4.87167	4.84825	4.81502	4.76514	4.68624	3.94193	3.85718	3.73543	3.52199	3.00053
6	5.77562	5.73484	5.67706	5.59056	5.45426	4.20058	4.06171	3.86369	3.52083	2.70741
7	6.64189	6.57714	6.48557	6.34887	6.13444	4.2212	4.01637	3.72696	3.23363	2.10623
8	7.46484	7.36865	7.23293	7.03097	6.71581	4.00259	3.72392	3.33461	2.68372	1.2654
9	8.23911	8.10326	7.91207	7.62866	7.18902	3.55717	3.20237	2.71356	1.91577	0.28059
10	8.95964	8.7753	8.51661	8.13477	7.54644	2.91016	2.4838	1.90639	0.99218	-0.73615
11	9.62452	9.3828	9.04465	8.54787	7.78811	2.10609	1.61971	0.9747	-0.00818	-1.67312
12	10.22961	9.9351	9.52396	8.92188	8.00589	1.18836	0.67969	0.00481	-1.00828	-2.57383
13	10.77117	10.42894	9.95195	9.25508	8.1991	0.20649	-0.29219	-0.96527	-1.97718	-3.41875
14	11.24582	10.86143	10.32631	9.54596	8.36716	-0.78652	-1.25037	-1.89752	-2.88488	-4.18958
15	11.65062	11.23002	10.64503	9.79319	8.50956	-1.73709	-2.14994	-2.7554	-3.70331	-4.86962
16	11.98728	11.5364	10.90975	9.99824	8.62737	-2.59937	-2.95462	-3.5116	-4.4138	-5.45027
17	12.25382	11.77887	11.1191	10.16024	8.72026	-3.32956	-3.62889	-4.13821	-4.99567	-5.9197
18	12.4487	11.95608	11.27203	10.27848	8.78796	-3.89054	-4.14299	-4.6121	-5.43195	-6.26832
19	12.57076	12.06705	11.36777	10.35247	8.83028	-4.2538	-4.47423	-4.91578	-5.70993	-6.48903
20	12.6193	12.11118	11.40583	10.38187	8.84709	-4.40088	-4.60798	-5.03805	-5.8215	-6.5773

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 3					Mode 4				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1.85109	1.83358	1.81301	1.78993	1.75569	1.71227	1.68282	1.63653	1.56234	1.48178
3	2.41275	2.34673	2.27006	2.18504	2.06101	1.90723	1.80518	1.64848	1.40671	1.15727
4	2.59716	2.4498	2.2814	2.09818	1.83762	1.52597	1.32633	1.03128	0.60462	0.20305
5	2.37548	2.12477	1.84481	1.54851	1.14283	0.68369	0.40575	0.0205	-0.47532	-0.86167
6	1.78238	1.42843	1.046	0.65728	0.15488	-0.36516	-0.64996	-0.99811	-1.33683	-1.45751
7	0.91059	0.48248	0.04183	-0.37894	-0.87281	-1.30368	-1.48921	-1.64917	-1.10324	-0.37727
8	-0.10358	-0.54779	-0.97056	-1.33158	-1.67659	-1.84833	-1.83248	-1.64917	-1.10324	-0.37727
9	-1.10155	-1.48233	-1.79239	-1.99049	-2.05029	-1.83456	-1.56545	-1.03314	-0.11549	0.71102
10	-1.92729	-2.15784	-2.2623	-2.21035	-1.89803	-1.26653	-0.77705	-0.02281	0.92534	1.41242
11	-2.46603	-2.47422	-2.30918	-1.96588	-1.28208	-0.33408	0.25781	0.99581	1.56118	1.38188
12	-2.63757	-2.46119	-2.097	-1.55623	-0.60348	0.69449	1.22726	1.79726	1.92372	1.20811
13	-2.41634	-2.12048	-1.64954	-1.01581	0.10461	1.52324	1.88529	2.20676	1.94948	0.90914
14	-1.8353	-1.49745	-1.01703	-0.39003	0.80759	1.91371	2.06494	2.13501	1.63397	0.51594
15	-0.98097	-0.67505	-0.2704	0.26852	1.4711	1.75355	1.72063	1.59765	1.0324	0.06926
16	0.01092	0.23198	0.50479	0.90583	2.06693	1.11829	0.96519	0.73221	0.26065	-0.38417
17	1.00127	1.10993	1.22665	1.47146	2.56766	0.18005	-0.02086	-0.2836	-0.55407	-0.80011
18	1.85122	1.84873	1.81892	1.92067	2.95026	-0.80698	-1.00193	-1.24117	-1.27745	-1.13797
19	2.4416	2.35575	2.21903	2.2179	3.19711	-1.57536	-1.7436	-1.94385	-1.79025	-1.36476
20	2.68963	2.56743	2.38472	2.33964	3.29687	-1.91692	-2.06867	-2.24736	-2.00794	-1.45836

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 5					Mode 6				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1.52857	1.47892	1.42305	1.33397	1.11104	1.31321	1.2368	1.12734	1.01281	0.78737
3	1.30049	1.14863	0.984	0.73504	0.18501	0.67941	0.48246	0.22164	-0.02422	-0.4278
4	0.42866	0.18987	-0.05116	-0.37794	-0.91372	-0.44434	-0.65852	-0.88711	-1.03614	-1.09827
5	-0.65537	-0.87279	-1.05533	-1.22661	-1.15955	-1.24766	-1.27177	-1.18302	-0.97404	-0.37032
6	-1.41498	-1.45788	-1.42017	-1.21745	-0.32302	-1.15124	-0.86585	-0.39488	0.09771	0.82915
7	-1.47416	-1.2453	-0.92466	-0.35688	0.81502	-0.22461	0.23394	0.75511	1.06819	0.97288
8	-0.80362	-0.35134	0.13103	0.75328	1.19231	0.864	1.14626	1.21314	0.93141	-0.12214
9	0.26471	0.73487	1.10733	1.33663	0.45666	1.32954	1.13999	0.55958	-0.17083	-1.06164
10	1.20202	1.41897	1.4128	0.98522	-0.70525	0.83629	0.22016	-0.60678	-1.096	-0.64937
11	1.57266	1.36368	0.90316	-0.02238	-1.24022	-0.23131	-0.86769	-1.24359	-0.93921	0.55034
12	1.20191	0.73989	0.08087	-1.02402	-1.55468	-1.14005	-1.42577	-1.22926	-0.41156	1.61658
13	0.26455	-0.19233	-0.76941	-1.75284	-1.59274	-1.26582	-1.11333	-0.5713	0.2786	2.29076
14	-0.79753	-1.04436	-1.35335	-2.01469	-1.34762	-0.52224	-0.12113	0.3858	0.85875	2.40937
15	-1.48363	-1.46105	-1.4688	-1.7398	-0.86291	0.58001	0.94502	1.14091	1.09981	1.94365
16	-1.51113	-1.30421	-1.10547	-1.02846	-0.23373	1.30716	1.46786	1.3335	0.93193	1.03406
17	-0.86781	-0.63539	-0.38179	-0.05912	0.43458	1.18897	1.14678	0.86859	0.41753	-0.1117
18	0.16073	0.28282	0.46634	0.92506	1.03014	0.30186	0.16639	-0.02457	-0.25212	-1.23192
19	1.11793	1.09002	1.16245	1.67717	1.45323	-0.78046	-0.90967	-0.9056	-0.82803	-2.07083
20	1.57886	1.46936	1.47965	2.00854	1.63303	-1.35805	-1.46273	-1.34012	-1.09605	-2.4368

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 9					Mode 10				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0.49028	0.3414	0.12039	-0.10927	-0.58944	0.19042	-0.00647	-0.21092	-0.5701	-1.02171
3	-0.79665	-0.91177	-0.99682	-0.97653	-0.57621	-0.98098	-0.99931	-0.93218	-0.60162	0.19833
4	-0.8207	-0.57703	-0.14667	0.31901	1.00372	-0.28842	0.11325	0.51064	0.99025	0.7891
5	0.45626	0.76265	0.99296	0.90801	-0.14544	0.95216	0.98719	0.768	-0.09002	-1.12384
6	1.00994	0.77412	0.17284	-0.51403	-0.89915	0.38354	-0.2187	-0.75757	-0.92738	0.52901
7	-0.03737	-0.5626	-0.9884	-0.79761	0.7919	-0.91385	-0.96385	-0.52443	0.73783	0.50338
8	-1.02544	-0.91951	-0.1989	0.68534	0.32979	-0.47483	0.3217	0.92618	0.41206	-1.11941
9	-0.38794	0.32497	0.98316	0.65041	-1.02902	0.86642	0.92948	0.22664	-1.02584	0.80954
10	0.86454	1.00349	0.22482	-0.82504	0.41004	0.56138	-0.42101	-0.99905	0.3047	0.16992
11	0.81181	0.01761	-0.95609	-0.56026	0.78732	-0.75952	-0.92675	-0.01592	0.8521	-0.98316
12	-0.46652	-0.99163	-1.05875	0.17721	0.75686	-0.70601	0.0551	0.98833	0.5235	-1.54207
13	-1.04053	-0.6851	0.03261	0.76517	0.33443	0.62508	0.94852	0.68151	-0.34319	-1.16905
14	-0.04363	0.53048	1.0872	0.70755	-0.2612	0.82504	0.31938	-0.52937	-0.85712	-0.08952
15	1.01914	1.04218	0.91568	0.05297	-0.72155	-0.46798	-0.82242	-1.03801	-0.48987	1.04411
16	0.6331	0.25173	-0.22825	-0.64369	-0.83004	-0.96358	-0.72113	-0.25004	0.35149	1.58357
17	-0.65296	-0.85324	-1.12979	-0.82896	-0.53374	0.18274	0.47015	0.85027	0.8526	1.22185
18	-1.01077	-0.89213	-0.83155	-0.35565	0.02285	1.01767	0.95079	0.88847	0.52844	0.16482
19	0.06835	0.18364	0.34975	0.40022	0.56829	0.11852	-0.00568	-0.18314	-0.30729	-0.98601
20	1.0503	1.02997	1.15963	0.83812	0.83659	-0.98259	-0.95357	-1.02599	-0.8455	-1.57573

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 11					Mode 12				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-0.11901	-0.33171	-0.60668	-0.94091	-1.29639	-0.42643	-0.65709	-0.96739	-1.213	-1.53224
3	-0.97322	-0.85187	-0.55233	0.02373	0.8944	-0.7664	-0.4809	0.07942	0.66635	1.6185
4	0.338	0.715	1.01254	0.91509	-0.01058	0.84627	1.03699	0.87879	0.29758	-1.23368
5	0.89717	0.53	-0.19264	-1.01937	-0.87894	0.30281	-0.33832	-1.06002	-1.0751	0.48977
6	-0.53987	-0.95206	-0.87105	0.19401	1.29496	-1.01215	-0.7697	0.30404	1.17932	0.39669
7	-0.77568	-0.10321	0.83399	0.80829	-1.01336	0.25164	0.94638	0.72078	-0.545	-1.1677
8	0.71441	0.9984	0.25767	-1.07344	0.18586	0.87429	0.02207	-1.10834	-0.43061	1.59884
9	0.61494	-0.34425	-1.02515	0.35964	0.74175	-0.73058	-0.96381	0.51598	1.13652	-1.5646
10	-0.85279	-0.84537	0.49878	0.68215	-1.26976	-0.47407	0.73934	0.53255	-1.13067	1.07497
11	-0.51344	0.62738	0.722	-1.00147	0.90424	0.93274	0.47803	-1.03116	0.235	-0.08251
12	0.91389	0.92734	-0.18386	-1.507	2.48224	0.07633	-0.7995	-0.75895	1.29862	-1.18169
13	0.40468	-0.50235	-0.80175	-0.23974	2.42377	-0.96529	-0.37742	0.86452	0.69331	-1.44607
14	-0.96206	-0.99303	-0.1658	1.30954	0.76719	0.33529	0.84681	0.94876	-0.8031	-0.68889
15	-0.29018	0.3666	0.72885	1.31833	-1.39506	0.82231	0.27103	-0.6562	-1.26732	0.55497
16	0.96071	1.08289	0.55031	-0.1332	-2.69125	-0.5695	-0.84716	-1.16102	-0.19788	1.42965
17	0.29465	-0.10161	-0.43814	-1.43719	-2.31671	-0.6601	-0.26979	0.28065	1.11104	1.35329
18	-0.95933	-1.10992	-0.78127	-1.14918	-0.50409	0.75751	0.84768	1.25179	1.07542	0.37671
19	-0.29912	-0.16784	0.02542	0.41178	1.62166	0.44434	0.26848	0.12428	-0.26172	-0.85047
20	0.95794	1.07105	0.79463	1.51662	2.74069	-0.88406	-0.84829	-1.21159	-1.28208	-1.5119

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 13					Mode 14				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-0.72197	-0.99416	-1.22597	-1.5094	-1.73503	-0.98714	-1.25426	-1.50525	-1.72996	-1.76863
3	-0.38046	0.13727	0.70095	1.54301	2.3345	0.12194	0.77734	1.52842	2.31554	3.8223
4	1.04845	0.83709	0.2533	-1.08991	-2.75157	0.84854	0.15273	-1.05992	-2.70787	-11.615
5	-0.51925	-1.09477	-1.05258	0.29282	2.95366	-1.08636	-0.99377	0.24971	2.87421	42.34336
6	-0.60286	0.41517	1.208	0.59665	-2.92499	0.38618	1.25549	0.63996	-2.80068	-157.449
7	1.03659	0.61994	-0.62432	-1.29774	2.66779	0.64745	-0.78533	-1.32195	2.49342	584.0037
8	-0.28666	-1.12445	-0.34214	1.58942	-2.20216	-1.12205	-0.14263	1.57873	-1.97807	-2157.47
9	-0.79059	0.66651	1.10115	-1.37999	1.56448	0.62782	0.98741	-1.33116	1.29764	7961.574
10	0.96509	0.36181	-1.18878	0.73565	-0.80457	0.40849	-1.25654	0.66104	-0.50891	-29375.2
11	0.09383	-1.026	0.3585	0.26972	-0.16853	-1.03106	0.58855	0.33428	-0.41724	100039.2
12	-1.03284	0.04365	1.21219	-0.57486	0.59341	0.60931	0.90145	-0.69656	0.29694	115883.3
13	0.65184	1.00874	-0.28184	-0.61268	0.91207	0.42959	-1.1325	-0.26121	0.56809	144.0296
14	0.56223	-0.44223	-1.2303	0.20961	0.5494	-1.03337	-0.21813	0.72323	-0.00834	-115736
15	-1.05775	-0.83416	0.20337	0.73769	-0.22367	0.59049	1.26417	0.18784	-0.57232	-100250
16	0.0334	0.65545	1.26713	0.29087	-0.8394	0.55342	-0.35262	-0.72217	-0.33225	22467.84
17	1.03895	0.66685	0.01963	-0.54044	-0.8647	-1.04031	-1.105	-0.19964	0.3746	121097.6
18	-0.61844	-0.82603	-1.26326	-0.65757	-0.28176	0.29215	0.85154	0.71639	0.55517	90328.13
19	-0.69069	-0.45581	-0.24328	0.09445	0.49938	0.80285	0.72054	0.21625	-0.04423	-37072.5
20	1.00738	0.94273	1.22082	0.72157	0.92925	-0.9447	-1.17689	-0.71401	-0.58149	-124787

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 17					Mode 18				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-1.64326	-1.96721	-2.88394	-1.22581	-1.41128	-1.74666	-2.55079	-1.90283	-0.25616	-2.32583
3	1.99979	3.12695	8.05512	-0.96774	0.85832	2.37819	6.04276	2.54417	-1.60099	1.76424
4	-2.00741	-4.47844	-22.7674	2.70968	-0.24759	-2.85295	-13.566	-1.27915	2.32512	0.56159
5	1.66481	6.11104	65.05991	-14	-0.98487	3.13966	29.57461	-6.81272	-0.94581	-2.03179
6	-1.03177	-8.19882	-186.93	92.77419	1.45255	-3.2194	-64.0398	41.54771	-3.08374	1.21854
7	0.21875	10.88363	537.2755	-636.946	-3.09216	3.08693	138.5202	-188.944	17.43842	-3.19735
8	0.63242	-14.2219	-1544.24	4411.269	33.22146	-2.75098	-299.328	836.6785	-139.192	6.71788
9	-1.37324	18.31281	4438.247	-30661.8	-596.27	2.23368	646.2559	-3714.38	1204.434	-67.5868
10	1.87451	-23.3955	-12757.2	213103.6	10719.49	-1.56913	-1394.62	16538.25	-10500.9	1221.356
11	-1.70713	25.26606	33496.89	-1388675	-182199	0.50707	2703.03	-68439.3	86046.2	-22055.5
12	0.93081	-4.10751	-20211.1	1820068	319059.6	0.68345	-2719.15	107893	-172225	44976.29
13	0.17753	-20.8794	-13604.6	-1276085	-395267	-1.70082	1436.712	-127729	279695.6	-74024.3
14	-1.22258	26.86822	33600.88	48248.69	396365.8	2.2873	531.0015	124332.5	-421728	113096.2
15	1.83152	-8.29624	-19466.1	1205438	-322140	-2.29431	-2244.04	-98311.9	615883	-166179
16	-1.39769	-19.3631	-17832.7	-1569417	115033.4	1.21839	2423.225	32501.17	-737972	199318
17	0.16806	25.82748	33911.68	775033.7	139548.1	0.43261	-947.052	46459.46	773708.8	-208390
18	1.15726	-4.07626	-9637.35	591391.8	-336645	-1.87941	-1175.08	-106620	-718920	192886.8
19	-1.82371	-22.0823	-26105.4	-1521327	395000.3	2.43913	2493.787	123638.4	580041.5	-155672
20	1.45181	24.15048	30783.74	1328420	-290543	-1.84757	-2110.03	-90617.4	-373334	100455.4

Tingkat	Nilai Mode Shape									
	Mode 19					Mode 20				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	-1.88845	-2.82475	-1.7575	-0.25616	-2.32583	-2.12731	-2.82475	-1.7575	-0.25616	-2.32583
3	2.93238	7.45698	2.25352	-1.60099	1.76424	3.95348	7.45698	2.25352	-1.60099	1.76424
4	-4.21753	-19.8502	-2.16273	2.32512	0.56159	-7.08139	-19.8502	-2.16273	2.32512	0.56159
5	5.85024	52.58554	1.35462	-0.94581	-2.03179	12.55221	52.58554	1.35462	-0.94581	-2.03179
6	-7.9653	-139.383	-0.04076	-3.08374	1.21854	-22.1941	-139.383	-0.04076	-3.08374	1.21854
7	10.73686	368.9988	-1.65245	17.43842	-3.19735	39.18119	368.9988	-1.65245	17.43842	-3.19735
8	-14.3928	-977.16	4.9544	-139.192	6.71788	-69.1643	-977.16	4.9544	-139.192	6.71788
9	19.23443	2587.212	-17.7812	1204.434	-67.5868	122.1047	2587.212	-17.7812	1204.434	-67.5868
10	-25.6609	-6850.46	81.2409	-10500.9	1221.356	-215.612	-6850.46	81.2409	-10500.9	1221.356
11	29.21131	16497.98	-373.927	86046.2	-22055.5	336.2124	16497.98	-373.927	86046.2	-22055.5
12	-29.4873	-23321.2	713.0201	-172225	44976.29	-499.126	-23321.2	713.0201	-172225	44976.29
13	26.45745	26151.88	-1143.15	279695.6	-74024.3	724.9028	26151.88	-1143.15	279695.6	-74024.3
14	-20.4616	-24505.6	1715.017	-421728	113096.2	-1042	-24505.6	1715.017	-421728	113096.2
15	12.17173	18663.69	-2496.48	615883	-166179	1490.355	18663.69	-2496.48	615883	-166179
16	0.24588	-5456.27	2986.404	-737972	199318	-1767.66	-5456.27	2986.404	-737972	199318
17	-12.5817	-9904.4	-3130.55	773708.8	-208390	1842.124	-9904.4	-3130.55	773708.8	-208390
18	20.65368	21356.29	2908.916	-718920	192886.8	-1705.23	21356.29	2908.916	-718920	192886.8
19	-21.7253	-24379.8	-2344.94	580041.5	-155672	1372.682	-24379.8	-2344.94	580041.5	-155672
20	15.43324	17781.72	1507.95	-373334	100455.4	-882.661	17781.72	1507.95	-373334	100455.4

الجامعة الإسلامية  
البيضاء

**Tabel 5.5 Perbandingan Partisipasi Mode Struktur Tingkat 7 dengan Variasi Setback Horisontal**

Tingkat	Nilai Partisipasi Mode				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	0.282676695	0.299643084	0.325558132	0.368311834	0.442295496
2	0.254982742	0.262859824	0.26186434	0.247507394	0.231982287
3	0.205079511	0.21837726	0.2434896	0.259447686	0.227329121
4	0.142856602	0.131200381	0.107190751	0.113393509	0.098366304
5	0.080632195	0.080268026	0.06151053	0.011328123	3.0284E-05
6	0.030729199	0.007567787	0.00037873	9.29255E-06	5.13284E-08
7	0.00303982	8.30678E-05	3.44386E-06	1.02518E-07	5.06758E-10

**Tabel 5.6 Perbandingan Partisipasi Mode Struktur Tingkat 10 dengan Variasi Setback Horisontal**

Tingkat	Nilai Partisipasi Mode				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	0.197543475	0.209876831	0.227977469	0.255957131	0.299830013
2	0.187390997	0.189464061	0.187237994	0.181003654	0.191498129
3	0.165319279	0.181047686	0.200184019	0.211166065	0.186339759
4	0.142855641	0.137156536	0.137715737	0.164753283	0.177532323
5	0.112072966	0.121401406	0.113241309	0.086826906	0.107871115
6	0.087535317	0.082937455	0.090092869	0.070980299	0.036864574
7	0.057359546	0.050061402	0.037719644	0.029309062	6.66608E-05
8	0.035099477	0.027608551	0.005830691	3.24326E-06	1.09855E-10
9	0.013399794	0.000445377	1.28534E-06	2.73442E-09	-1.34441E-12
10	0.001422597	2.67953E-06	1.24192E-08	8.28658E-11	3.71896E-13

**Tabel 5.7 Perbandingan Partisipasi Mode Struktur Tingkat 15 dengan Variasi Setback Horisontal**

Tingkat	Nilai Partisipasi Mode				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	0.134793556	0.143232505	0.155083168	0.177197035	0.21372007
2	0.131552599	0.13607136	0.13684879	0.131988339	0.128726251
3	0.123098385	0.132022673	0.149199189	0.169168739	0.168357534
4	0.114394766	0.115980431	0.111895836	0.123251711	0.166604968
5	0.102697566	0.110444495	0.120571694	0.105310705	0.11154072
6	0.090184946	0.086919486	0.089117052	0.116230468	0.068148639
7	0.079463617	0.088769292	0.03079835	0.064014619	0.082483218
8	0.065851996	0.057372052	0.073575317	0.056903104	0.047134059
9	0.054864703	0.060318766	0.03731203	0.042767223	0.013280463
10	0.043723306	0.036976299	0.03287823	0.013167704	2.2475E-07
11	0.029320771	0.022641813	0.011711385	3.88903E-06	1.27761E-12
12	0.022143838	0.009225679	7.01736E-06	2.04871E-10	3.98657E-13
13	0.007228243	3.1769E-05	6.12601E-09	-3.04752E-13	-6.16178E-14
14	0.000682816	9.70354E-08	6.57183E-12	5.37066E-13	-6.16178E-14
15	2.77604E-06	1.00987E-09	-2.44035E-12	9.61943E-13	-6.16178E-14

**Tabel 5.8 Perbandingan Partisipasi Mode Struktur Tingkat 20 dengan Variasi Setback Horisontal**

Tingkat	Nilai Partisipasi Mode				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	0.101594176	0.108021445	0.117564345	0.132602643	0.156951112
2	0.098958325	0.101049094	0.100813035	0.097994588	0.102504273
3	0.095472165	0.104522026	0.117737348	0.129469197	0.122899265
4	0.09295444	0.091379032	0.090271136	0.107131225	0.137757442
5	0.085689896	0.095304479	0.100354776	0.085839427	0.108038938
6	0.079969103	0.077695975	0.087448931	0.104141438	0.067996466
7	0.072662762	0.078754707	0.070817656	0.078683184	0.087722681
8	0.068400066	0.067378671	0.078022094	0.058971328	0.080191966
9	0.058648661	0.061052591	0.056627041	0.069510794	0.060351581
10	0.053627877	0.05541196	0.052361306	0.054959544	0.036332242
11	0.045773973	0.042622405	0.050045142	0.030840653	0.018514926
12	0.041760836	0.041747769	0.030813952	0.02589363	0.015640933
13	0.031547099	0.031304869	0.023117339	0.01833964	0.005098284
14	0.027675955	0.020340105	0.01804053	0.005620701	2.43343E-11
15	0.019564939	0.016668925	0.005964407	8.17448E-09	1.96344E-14
16	0.015587729	0.006705937	9.17706E-07	5.69772E-11	-7.15271E-13
17	0.007168566	5.72209E-05	-1.80994E-11	-1.46025E-13	-2.60302E-12
18	0.002901316	7.05724E-09	1.90166E-11	-1.88226E-12	-3.97515E-11
19	4.55836E-05	-4.65603E-11	1.03245E-08	-1.88226E-12	-3.97515E-11
20	1.39667E-08	-4.65603E-11	1.03245E-08	-1.88226E-12	-3.97515E-11



**Tabel 5.9** Perbandingan Ew Struktur Tingkat 7 dengan Variasi Setback Horisontal

Tingkat	Ew				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
7	0.627012119	0.519595994	0.378883299	0.226347202	0.083091863
6	0.420600212	1.105118018	1.594163015	1.249868634	0.550414735
5	2.447546536	1.683033932	0.576986592	0.016896748	0.011811691
4	0.000851203	0.00621998	0.031437356	0.073818058	0.014399248
3	6.117920498	4.74341514	4.369251406	6.000230031	14.63564058
2	2.977735589	0.977149289	0.053132322	4.250960205	15.52070055
1	87.40833384	90.96546765	92.99614601	88.18187912	69.18394134

**Tabel 5.10** Perbandingan Ew Struktur Tingkat 10 dengan Variasi Setback Horisontal

Tingkat	Ew				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
10	0.024651484	0.126047735	0.126808642	0.092522849	0.040306462
9	0.360798828	0.150307175	0.064151318	0.023100677	0.004756471
8	0.010610961	5.83006E-05	0.386478108	0.716638259	0.352269357
7	0.851648023	0.856078806	0.803987667	0.084936666	0.110460586
6	0.022225775	0.010994472	0.001129714	0.11050157	0.064067644
5	1.861067725	1.604261888	0.690547359	0.004749195	0.218538032
4	0.420972947	0.655666973	0.972433031	0.967256808	0.030122654
3	4.580479409	4.032380044	4.500592614	7.242310569	16.95239069
2	5.426180897	2.159172386	0.01641854	3.06240863	12.48010942
1	86.44136395	90.40503222	92.43745301	87.69557478	69.74697868

**Tabel 5.11** Perbandingan Ew Struktur Tingkat 15 dengan Variasi Setback Horisontal

Tingkat	Ew				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
15	0.017926346	0.013330291	0.008964801	0.004987022	0.025117033
14	0.041927668	0.132522603	0.124580963	0.089130671	0.038192031
13	0.127552581	0.027067735	0.010105406	0.002567804	0.038192031
12	1.26412E-05	0.003549369	0.24249051	0.212315588	0.002618359
11	0.284753894	0.265435064	0.049921645	0.001708401	0.004421585
10	0.008610229	0.001603909	0.016474569	0.000902209	0.272743352
9	0.446916255	0.340505891	0.088061732	0.178766886	0.022059553
8	0.015726839	0.018453164	0.026808985	0.104077668	0.0086504
7	0.897704746	0.811421249	1.206357704	1.561119217	6.20689E-05
6	0.193345535	0.028220531	0.011286576	0.077369871	1.439875668
5	1.473182505	1.551623745	1.010369391	0.018594147	0.24107851
4	0.813030073	1.161201143	1.705296838	2.102836389	0.493619497
3	3.992188648	2.918727254	2.665886876	4.135441022	12.44090074
2	5.675217482	2.556395599	0.090302734	2.809452631	14.40657383
1	86.01190456	90.16994245	92.74309127	88.70073048	70.56589534

**Tabel 5.12** Perbandingan Ew Struktur Tingkat 20 dengan Variasi Setback Horisontal

Tingkat	Ew				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
20	0.013837148	0.04114049	0.007292024	0.004273799	0.001551092
19	0.025604199	0.062556707	0.011087981	0.006498581	0.002358534
18	0.010871012	0.028915333	0.059625644	0.006498581	0.002358534
17	0.100192662	0.081962297	0.110458502	0.004740917	0.017944317
16	1.59128E-05	0.000551419	0.001822431	0.04215597	0.001057432
15	0.122855827	0.079431764	0.014090579	0.21637962	0.039307272
14	0.002217662	0.001658181	0.000112693	0.000382327	0.021210407
13	0.230125651	0.110681471	0.230564321	0.021169458	0.021173491
12	0.012115872	0.004701236	0.046031825	0.027634521	0.054374551
11	0.316718635	0.377441213	0.231856111	0.000151248	0.221666354
10	0.016481136	0.001669613	0.068442113	0.130566923	0.502725664
9	0.575616001	0.374404606	0.113800455	0.47299568	0.687695672
8	0.099801207	0.1626999	0.101441146	0.216665833	0.047330228
7	0.663973894	0.759166914	1.214467951	1.358785901	0.017215129
6	0.305282028	0.067732503	0.015680382	0.29762037	1.642938718
5	1.426351022	1.348193792	0.683296327	0.000752298	0.070392191
4	1.064036584	1.430237159	1.886402108	1.952538834	0.165184371
3	4.106635604	3.415098158	3.631869479	5.84850614	15.01501902
2	5.859766998	2.495146635	0.058870719	2.811069059	12.805358
1	85.04750095	89.15661061	91.51278721	86.58061368	68.66313903

**Tabel 5.13** Perbandingan Ew Akumulasi Struktur Tingkat 7 dengan Variasi Setback Horisontal

Tingkat	Ew Akumulasi				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
7	100	100	100	100	100
6	99.37298788	99.48040401	99.6211167	99.7736528	99.91690814
5	98.95238767	98.37528599	98.02695369	98.52378416	99.3664934
4	96.50484113	96.69225206	97.44996709	98.50688742	99.35468171
3	96.50398993	96.68603208	97.41852974	98.43306936	99.34028246
2	90.38606943	91.94261694	93.04927833	92.43283933	84.70464189
1	87.40833384	90.96546765	92.99614601	88.18187912	69.18394134

**Tabel 5.14** Perbandingan Ew Akumulasi Struktur Tingkat 10 dengan Variasi Setback Horisontal

Tingkat	Ew Akumulasi				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
10	100	100	100	100	100
9	99.97534852	99.87395227	99.87319136	99.90747715	99.95969354
8	99.61454969	99.72364509	99.80904004	99.88437647	99.95493707
7	99.60393873	99.72358679	99.42256193	99.16773821	99.60266771
6	98.7522907	98.86750798	98.61857426	99.08280155	99.49220712
5	98.73006493	98.85651351	98.61744455	98.97229998	99.42813948
4	96.8689972	97.25225162	97.92689719	98.96755078	99.20960145
3	96.44802426	96.59658465	96.95446416	98.00029398	99.17947879
2	91.86754485	92.56420461	92.45387155	90.75798341	82.2270881
1	86.44136395	90.40503222	92.43745301	87.69557478	69.74697868

**Tabel 5.15** Perbandingan Ew Akumulasi Struktur Tingkat 15 dengan Variasi Setback Horisontal

Tingkat	Ew Akumulasi				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
15	100	100	100	100	100
14	99.98207365	99.98666971	99.9910352	99.99501298	99.97488297
13	99.94014599	99.85414711	99.86645424	99.90588231	99.93669094
12	99.8125934	99.82707937	99.85634883	99.9033145	99.8984989
11	99.81258076	99.82353	99.61385832	99.69099892	99.89588055
10	99.52782687	99.55809494	99.56393668	99.68929051	99.89145896
9	99.51921664	99.55649103	99.54746211	99.68838831	99.61871561
8	99.07230039	99.21598514	99.45940037	99.50962142	99.59665606
7	99.05657355	99.19753198	99.43259139	99.40554375	99.58800566
6	98.1588688	98.38611073	98.22623368	97.84442453	99.58794359
5	97.96552326	98.3578902	98.21494711	97.76705466	98.14806792
4	96.49234076	96.80626645	97.20457772	97.74846052	97.90698941
3	95.67931069	95.64506531	95.49928088	95.64562413	97.41336991
2	91.68712204	92.72633805	92.833394	91.51018311	84.97246917
1	86.01190456	90.16994245	92.74309127	88.70073048	70.56589534

**Tabel 5.16** Perbandingan Ew Akumulasi Struktur Tingkat 20 dengan Variasi Setback Horisontal

Tingkat	Ew Akumulasi				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
20	100	100	100	100	100
19	99.98616285	99.95885951	99.99270798	99.9957262	99.99844891
18	99.96055865	99.8963028	99.98161999	99.98922762	99.99609037
17	99.94968764	99.86738747	99.92199435	99.98272904	99.99373184
16	99.84949498	99.78542517	99.81153585	99.97798812	99.97578752
15	99.84947907	99.78487375	99.80971342	99.93583215	99.97473009
14	99.72662324	99.70544199	99.79562284	99.71945233	99.93542282
13	99.72440558	99.70378381	99.79551015	99.71907001	99.91421241
12	99.49427993	99.59310234	99.56494583	99.69790055	99.89303892
11	99.48216406	99.5884011	99.518914	99.67026603	99.83866437
10	99.16544542	99.21095989	99.28705789	99.67011478	99.61699802
9	99.14896429	99.20929028	99.21861578	99.53954786	99.11427235
8	98.57334828	98.83488567	99.10481532	99.06655218	98.42657668
7	98.47354708	98.67218577	99.00337418	98.84988634	98.37924645
6	97.80957318	97.91301886	97.78890623	97.49110044	98.36203132
5	97.50429116	97.84528635	97.77322584	97.19348007	96.71909261
4	96.07794013	96.49709256	97.08992952	97.19272777	96.64870042
3	95.01390355	95.0688554	95.20352741	95.24018888	96.48351604
2	90.90726794	91.65175725	91.57165793	89.39168274	81.46849703
1	85.04750095	89.15661061	91.51278721	86.58061368	68.66313903

**Tabel 5.17 Perbandingan Em Struktur Tingkat 7 dengan Variasi Setback Horizontal**

Tingkat	Em				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
7	0.627012119	0.519595994	0.378883299	0.226347202	0.083091863
6	0.420600212	1.105118018	1.594163015	1.249868634	0.550414735
5	2.447546536	1.683033932	0.576986592	0.016896748	0.011811691
4	0.000851203	0.00621998	0.031437356	0.073818058	0.014399248
3	6.117920498	4.74341514	4.369251406	6.000230031	14.63564058
2	2.977735589	0.977149289	0.053132322	4.250960205	15.52070055
1	87.40833384	90.96546765	92.99614601	88.18187912	69.18394134

**Tabel 5.18 Perbandingan Em Struktur Tingkat 10 dengan Variasi Setback Horizontal**

Tingkat	Em				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
10	0.024651484	0.126047735	0.126808642	0.092522849	0.040306462
9	0.360798828	0.150307175	0.064151318	0.023100677	0.004756471
8	0.010610961	5.83006E-05	0.386478108	0.716638259	0.352269357
7	0.851648023	0.856078806	0.803987667	0.084936666	0.110460586
6	0.022225775	0.010994472	0.001129714	0.11050157	0.064067644
5	1.861067725	1.604261888	0.690547359	0.004749195	0.218538032
4	0.420972947	0.655666973	0.972433031	0.967256808	0.030122654
3	4.580479409	4.032380044	4.500592614	7.242310569	16.95239069
2	5.426180897	2.159172386	0.01641854	3.06240863	12.48010942
1	86.44136395	90.40503222	92.43745301	87.69557478	69.74697868

**Tabel 5.19 Perbandingan Em Struktur Tingkat 15 dengan Variasi Setback Horizontal**

Tingkat	Em				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
15	0.017926346	0.013330291	0.008964801	0.004987022	0.025117033
14	0.041927668	0.132522603	0.124580963	0.089130671	0.038192031
13	0.127552581	0.027067735	0.010105406	0.002567804	0.038192031
12	1.26412E-05	0.003549369	0.24249051	0.212315588	0.002618359
11	0.284753894	0.265435064	0.049921645	0.001708401	0.004421585
10	0.008610229	0.001603909	0.016474569	0.000902209	0.272743352
9	0.446916255	0.340505891	0.088061732	0.178766886	0.022059553
8	0.015726839	0.018453164	0.026808985	0.104077668	0.0086504
7	0.897704746	0.811421249	1.206357704	1.561119217	6.20689E-05
6	0.193345535	0.028220531	0.011286576	0.077369871	1.439875668
5	1.473182505	1.551623745	1.010369391	0.018594147	0.24107851
4	0.813030073	1.161201143	1.705296838	2.102836389	0.493619497
3	3.992188648	2.918727254	2.665886876	4.135441022	12.44090074
2	5.675217482	2.556395599	0.090302734	2.809452631	14.40657383
1	86.01190456	90.16994245	92.74309127	88.70073048	70.56589534

**Tabel 5.20 Perbandingan Em Struktur Tingkat 20 dengan Variasi Setback Horizontal**

Tingkat	Em				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
20	0.013837148	0.04114049	0.007292024	0.004273799	0.001551092
19	0.025604199	0.062556707	0.011087981	0.006498581	0.002358534
18	0.010871012	0.028915333	0.059625644	0.006498581	0.002358534
17	0.100192662	0.081962297	0.110458502	0.004740917	0.017944317
16	1.59128E-05	0.000551419	0.001822431	0.04215597	0.001057432
15	0.122855827	0.079431764	0.014090579	0.21637982	0.039307272
14	0.002217662	0.001658181	0.000112693	0.000382327	0.021210407
13	0.230125651	0.110681471	0.230564321	0.021169458	0.021173491
12	0.012115872	0.004701236	0.046031825	0.027634521	0.054374551
11	0.316718635	0.377441213	0.231856111	0.000151248	0.221666354
10	0.016481136	0.001669613	0.068442113	0.130566923	0.502725664
9	0.575616001	0.374404606	0.113800455	0.47299568	0.687695672
8	0.099801207	0.1626999	0.101441146	0.216665833	0.047330228
7	0.663973894	0.759166914	1.214467951	1.358785901	0.017215129
6	0.305282028	0.067732503	0.015680382	0.29762037	1.642938718
5	1.426351022	1.348193792	0.683296327	0.000752298	0.070392191
4	1.064036584	1.430237159	1.886402108	1.952538894	0.165184371
3	4.106635604	3.415098158	3.631869479	5.84850614	15.01501902
2	5.859766998	2.495146635	0.058870719	2.811069059	12.805358
1	85.04750095	89.15661061	91.51278721	86.58061368	68.66313903

**Tabel 5.21 Perbandingan Em Akumulasi Struktur Tingkat 7 dengan Variasi Setback Horisontal**

Tingkat	Em Akumulasi				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
7	100	100	100	100	100
6	99.37298788	99.48040401	99.6211167	99.7736528	99.91690814
5	98.95238767	98.37528599	98.02695369	98.52378416	99.3664934
4	96.50484113	96.69225206	97.44996709	98.50688742	99.35468171
3	96.50398993	96.68603208	97.41852974	98.43306936	99.34028246
2	90.38606943	91.94261694	93.04927833	92.43283933	84.70464189
1	87.40833384	90.96546765	92.99614601	88.18187912	69.18394134

**Tabel 5.22 Perbandingan Em Akumulasi Struktur Tingkat 10 dengan Variasi Setback Horisontal**

Tingkat	Em Akumulasi				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
10	100	100	100	100	100
9	99.97534852	99.87395227	99.87319136	99.90747715	99.95969354
8	99.61454969	99.72364509	99.80904004	99.88437647	99.95493707
7	99.60393873	99.72358679	99.42256193	99.16773821	99.60266771
6	98.7522907	98.86750798	98.61857426	99.08280155	99.49220712
5	98.73006493	98.85651351	98.61744455	98.97229998	99.42813948
4	96.8689972	97.25225162	97.92689719	98.96755078	99.20960145
3	96.44802426	96.59658465	96.95446416	98.00029398	99.17947879
2	91.86754485	92.56420461	92.45387155	90.75798341	82.2270881
1	86.44136395	90.40503222	92.43745301	87.69557478	69.74697868

**Tabel 5.23 Perbandingan Em Akumulasi Struktur Tingkat 15 dengan Variasi Setback Horisontal**

Tingkat	Em Akumulasi				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
15	100	100	100	100	100
14	99.98207365	99.98666971	99.9910352	99.99501298	99.97488297
13	99.94014599	99.85414711	99.86645424	99.90588231	99.93669094
12	99.8125934	99.82707937	99.85634883	99.9033145	99.8984989
11	99.81258076	99.82353	99.61385832	99.69099892	99.89588055
10	99.52782687	99.55809494	99.56393668	99.68929051	99.89145896
9	99.51921664	99.55649103	99.54746211	99.68838831	99.61871561
8	99.07230039	99.21598514	99.45940037	99.50962142	99.59665606
7	99.05657355	99.19753198	99.43259139	99.40554375	99.58800566
6	98.1588688	98.38611073	98.22623368	97.84442453	99.58794359
5	97.96552326	98.3578902	98.21494711	97.76705466	98.14806792
4	96.49234076	96.80626645	97.20457772	97.74846052	97.90698941
3	95.67931069	95.64506531	95.49928088	95.64562413	97.41336991
2	91.68712204	92.72633805	92.833394	91.51018311	84.97246917
1	86.01190456	90.16994245	92.74309127	88.70073048	70.56589534

**Tabel 5.24 Perbandingan Em Akumulasi Struktur Tingkat 20 dengan Variasi Setback Horisontal**

Tingkat	Em Akumulasi				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
20	100	100	100	100	100
19	99.98616285	99.95885951	99.99270798	99.9957262	99.99844891
18	99.96055865	99.8963028	99.98161999	99.98922762	99.99609037
17	99.94968764	99.86738747	99.92199435	99.98272904	99.99373184
16	99.84949498	99.78542517	99.81153585	99.97798812	99.97578752
15	99.84947907	99.78487375	99.80971342	99.93583215	99.97473009
14	99.72662324	99.70544199	99.79562284	99.71945233	99.93542282
13	99.72440558	99.70378381	99.79551015	99.71907001	99.91421241
12	99.49427993	99.59310234	99.56494583	99.69790055	99.89303892
11	99.48216406	99.5884011	99.518914	99.67026603	99.83866437
10	99.16544542	99.21095989	99.28705789	99.67011478	99.61699802
9	99.14896429	99.20929028	99.21861578	99.53954786	99.11427235
8	98.57334828	98.83488567	99.10481532	99.06655218	98.42657668
7	98.47354708	98.67218577	99.00337418	98.84988634	98.37924645
6	97.80957318	97.91301886	97.78890623	97.49110044	98.36203132
5	97.50429116	97.84528635	97.77322584	97.19348007	96.71909261
4	96.07794013	96.49709256	97.08992952	97.19272777	96.64870042
3	95.01390355	95.0668554	95.20352741	95.24018888	96.48351604
2	90.90726794	91.65175725	91.57165793	89.39168274	81.46849703
1	85.04750095	89.15661061	91.51278721	86.58061368	68.66313903

**Tabel 5.25 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0	0	0	0	0
1	1.085664836	1.035326775	0.740638564	0.763441794	0.636373903
2	2.095293662	1.999018876	1.41116267	1.443273167	1.167538422
3	2.976624754	2.843745947	1.969637913	1.985269674	1.538720725
4	3.695872476	3.519620438	2.383350666	2.336494682	1.709431396
5	4.231863324	4.02754771	2.693432697	2.596754804	1.835127538
6	4.563482325	4.337329117	2.885448885	2.756109708	1.911930424
7	4.672788388	4.438649347	2.94942891	2.808855144	1.937341591

**Tabel 5.26 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0	0	0	0	0
1	0.373718842	0.377189831	0.457584873	0.521353624	0.665113693
2	0.719838176	0.709581768	0.895800468	1.029249962	1.239665069
3	0.997495869	1.053366008	1.279714596	1.460655693	1.638770572
4	1.234399	1.346773228	1.545997299	1.734588412	1.830322603
5	1.428676171	1.591858219	1.73948877	1.932775517	1.973451026
6	1.584446427	1.766550634	1.857589423	2.051922633	2.065535862
7	1.657203762	1.831476208	1.896930918	2.091021511	2.099434379

**Tabel 5.27 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0	0	0	0	0
1	0.453456364	0.538145041	0.397592329	0.412722575	0.465303694
2	0.845506731	1.027712553	0.749329504	0.789334004	0.846028053
3	1.22726022	1.4116709	1.094602654	1.133173371	1.097156625
4	1.57223027	1.709895223	1.342837439	1.370090336	1.210127525
5	1.824530964	1.951278209	1.511986833	1.555827641	1.292723869
6	2.004861496	2.096697435	1.619798797	1.682403759	1.343057175
7	2.066621075	2.142835352	1.660167453	1.726023822	1.359700946

**Tabel 5.28 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0	0	0	0	0
1	0.678489485	0.795200771	1.023190892	1.150393931	1.292104891
2	1.315823155	1.561380782	1.983940655	2.208391994	2.437431357
3	1.848527943	2.216594698	2.787299322	3.046288146	3.259916152
4	2.323542856	2.800690768	3.367352881	3.568664466	3.634780064
5	2.864565118	3.327761032	3.789876617	3.948545308	3.90631696
6	3.225582041	3.664996573	4.043151721	4.182347005	4.069904776
7	3.350651059	3.779208849	4.125681007	4.26045959	4.123596228

**Tabel 5.29 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0	0	0	0	0
1	1.628108355	1.260966586	1.012168455	0.973482984	0.861809081
2	3.154283195	2.420914612	1.924700132	1.890728942	1.656683162
3	4.553985753	3.463629944	2.722263941	2.713762032	2.341070779
4	5.808630581	4.372792572	3.390973437	3.403364686	2.879362968
5	6.90645434	5.134614227	3.92060498	3.930242054	3.245396557
6	7.836802837	5.745013841	4.328053074	4.2833959	3.42946332
7	8.584239407	6.229560055	4.665358337	4.562936692	3.575545041
8	9.139399066	6.584285155	4.912945865	4.76609551	3.682346242
9	9.490851688	6.80564621	5.070645694	4.891725116	3.748882392
10	9.627343915	6.891043286	5.13203535	4.939848795	3.774509922

**Tabel 5.30 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0	0	0	0	0
1	0.394734951	0.399379267	0.396670414	0.306932671	0.350974964
2	0.750728838	0.776424328	0.758867647	0.592996932	0.646080898
3	1.048910668	1.124989015	1.07188063	0.859588889	0.944014313
4	1.332770629	1.417448719	1.335658642	1.101917746	1.215176691
5	1.587365884	1.633691436	1.544290337	1.306020066	1.433894898
6	1.82310288	1.792915453	1.688622802	1.454721147	1.57928663
7	2.031270024	1.91645582	1.814863951	1.584949442	1.701814352
8	2.192799148	1.999356704	1.912007389	1.691011249	1.798732948
9	2.298171396	2.061996895	1.968684131	1.761876629	1.863914731
10	2.346313201	2.097215126	1.986830861	1.790471047	1.889450251

**Tabel 5.31 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0	0	0	0	0
1	0.355720689	0.347400939	0.390008749	0.450045813	0.427856881
2	0.717378815	0.708139026	0.752783887	0.853278172	0.83791741
3	1.065939147	1.050294227	1.040195264	1.147389579	1.197543457
4	1.369985057	1.322396676	1.27909476	1.368155886	1.507890821
5	1.606548988	1.559323948	1.564579124	1.662635293	1.746315768
6	1.816841232	1.786700026	1.788678776	1.869790638	1.867398919
7	1.989467503	1.96106476	2.000217583	2.061401024	1.971494895
8	2.100573678	2.07835979	2.169219901	2.210792673	2.057438245
9	2.160088267	2.144446898	2.278791677	2.306377735	2.114535112
10	2.223693354	2.168264559	2.321615499	2.343659347	2.136847276

**Tabel 5.32 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0	0	0	0	0
1	0.578270181	0.615158826	0.645142123	0.636808679	0.874517888
2	1.157147824	1.222499167	1.266615206	1.226802758	1.730536229
3	1.712125934	1.791055147	1.831711382	1.732277551	2.491213311
4	2.217006274	2.295001497	2.307175982	2.132119417	3.086871678
5	2.651997524	2.715787632	2.685293946	2.536524037	3.472924327
6	3.015133514	3.04961618	2.95405008	2.906817616	3.639528909
7	3.298995826	3.3056749	3.160958552	3.223213818	3.764871499
8	3.507756875	3.493336493	3.30983005	3.470989014	3.885386445
9	3.635962132	3.606705581	3.399537158	3.628257911	3.978255791
10	3.685138138	3.64956307	3.433398048	3.689469318	4.014182047

**Tabel 5.33 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0	0	0	0	0
1	1.210332763	0.907534515	0.709978089	0.677032591	0.552117716
2	2.373609802	1.768569067	1.374589629	1.335398378	1.081253036
3	3.479488722	2.575681326	1.987268151	1.959720157	1.57322039
4	4.520762475	3.325424583	2.54374922	2.53492107	2.014811083
5	5.490886016	4.012061093	3.039890484	3.05043514	2.393085462
6	6.387711561	4.630093453	3.471307832	3.496913177	2.696458176
7	7.207213744	5.178494045	3.837992549	3.866507749	2.920121384
8	7.943563619	5.654225716	4.141298211	4.152315338	3.058565752
9	8.591759362	6.069891146	4.422277677	4.402585009	3.179347657
10	9.152441379	6.423755573	4.664831981	4.615643128	3.281947573
11	9.621355381	6.717852218	4.866931479	4.792461009	3.367010446
12	9.994406112	6.950739554	5.027043905	4.932153098	3.434184394
13	10.26804618	7.121124277	5.144007157	5.03409707	3.483200213
14	10.43969161	7.227948859	5.218766318	5.097878233	3.513865175
15	10.50793323	7.270453842	5.248578451	5.123227361	3.526050439

**Tabel 5.34 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0.071644534	0.07265956	0.076341821	0.057308585	0.067740187
1	0.268667003	0.272473349	0.286281828	0.214907194	0.254025702
2	0.528702102	0.539479897	0.561298196	0.424666468	0.49880607
3	0.768789392	0.796540338	0.812623983	0.630924	0.739952364
4	0.985663939	1.032131961	1.039541652	0.82238292	0.977192892
5	1.201706859	1.246591623	1.240363865	0.994423077	1.186366234
6	1.402529114	1.431615074	1.407865433	1.147504738	1.349116249
7	1.589019537	1.586031312	1.53943427	1.274536272	1.506246053
8	1.770032637	1.712355741	1.637579703	1.376723758	1.609143085
9	1.944049994	1.810325105	1.72223082	1.477667581	1.699344018
10	2.102079994	1.882188203	1.791528079	1.572220816	1.776143643
11	2.242815636	1.933967778	1.846608498	1.65661983	1.839887782
12	2.363615409	1.986984796	1.8869812	1.726235276	1.890270164
13	2.459581971	2.043918277	1.916600944	1.779273622	1.930456439
14	2.520914899	2.08561332	1.934354402	1.813701538	1.956756803
15	2.545093749	2.101785112	1.942973205	1.827709829	1.967286274

**Tabel 5.35 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0	0	0	0	0
1	0.258750559	0.237951295	0.260991314	0.32385797	0.253322826
2	0.5005021	0.480930124	0.514723824	0.6279859	0.505357464
3	0.753088001	0.727649686	0.747331689	0.894581048	0.749955551
4	0.998199537	0.966247135	0.945409449	1.105732353	0.986328407
5	1.22968885	1.179343818	1.107670645	1.255996791	1.212038357
6	1.427101686	1.35797267	1.285016574	1.428298511	1.412707821
7	1.58979902	1.515551457	1.493546842	1.597578507	1.571474119
8	1.727233309	1.675205951	1.659583854	1.793278744	1.675901883
9	1.848745202	1.824634804	1.809607119	1.963625955	1.770790363
10	1.958138379	1.948568439	1.95354379	2.103043079	1.858353367
11	2.041439347	2.040551714	2.076702589	2.211224412	1.932568689
12	2.122057314	2.102250857	2.17775603	2.293867979	1.992235392
13	2.266626244	2.143768526	2.257386757	2.357939759	2.040173008
14	2.36459083	2.172207665	2.312078082	2.397363103	2.071740578
15	2.406078661	2.185212791	2.335375592	2.412869281	2.084424709

Tabel 5.36 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0	0	0	0	0
1	0.387584703	0.418550253	0.442053471	0.443008117	0.641814079
2	0.782864028	0.838897548	0.878422023	0.868200294	1.28278392
3	1.178422819	1.249083469	1.298533838	1.259479308	1.896595329
4	1.562346362	1.642930817	1.689906815	1.608948865	2.457052022
5	1.924238438	2.007768316	2.041665616	1.906871566	2.938405779
6	2.257193018	2.335031261	2.351750815	2.221737196	3.319285347
7	2.563853821	2.629257515	2.612455919	2.523762814	3.590169468
8	2.834285349	2.879902477	2.820077436	2.770223316	3.744081385
9	3.065787935	3.093828147	2.996171309	3.012299381	3.874904423
10	3.26270333	3.275353758	3.144055916	3.220100954	3.98321172
11	3.425512712	3.424505976	3.265123684	3.410526276	4.070992053
12	3.552262136	3.53974394	3.358754075	3.564224121	4.140584067
13	3.643793744	3.62216754	3.425962182	3.676911059	4.19294683
14	3.700651284	3.672972389	3.467536708	3.747591402	4.225297011
15	3.723158489	3.693009594	3.483964762	3.775716372	4.238056415





Tabel 5.39 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Koyna

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0	0	0	0	0
1	0.268388235	0.21293581	0.21128584	0.227218036	0.250223156
2	0.524739369	0.414909301	0.418362128	0.449116593	0.486066675
3	0.768129919	0.613822762	0.622332985	0.652246978	0.710860103
4	0.998565218	0.823390489	0.822164162	0.83734025	0.952848088
5	1.209673921	1.030955568	1.015275798	0.998785167	1.196961922
6	1.390150563	1.224896091	1.18991138	1.152156762	1.422123819
7	1.534945997	1.396186859	1.342896155	1.297722446	1.615974503
8	1.643637515	1.545520373	1.475957623	1.450170479	1.771377929
9	1.719514334	1.666972947	1.598775714	1.593668272	1.888708226
10	1.76875774	1.765150492	1.719866462	1.71724971	1.973432238
11	1.805751129	1.849820396	1.823840065	1.838349362	2.033975469
12	1.861904615	1.928803487	1.913522196	1.953360775	2.090738999
13	1.94739901	1.995127123	1.98611216	2.05948283	2.141950833
14	2.062840795	2.045473287	2.040870422	2.154757958	2.187380235
15	2.216681608	2.118689573	2.079659589	2.238843464	2.226683414
16	2.34943734	2.246857617	2.107562316	2.311901932	2.259821243
17	2.454287973	2.353203594	2.130654643	2.37281961	2.286390708
18	2.526906651	2.434823563	2.148770701	2.420332273	2.306017774
19	2.569691671	2.48818504	2.161328102	2.452251001	2.318404815
20	2.586909849	2.510005385	2.166701861	2.465378676	2.323351255

Tabel 5.40 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Gilroy

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
0	0	0	0	0	0
1	0.312808183	0.297204309	0.337890345	0.36708026	0.357809742
2	0.612201211	0.603739817	0.678886991	0.730941783	0.703275499
3	0.889378704	0.914763206	1.019024273	1.083877849	1.049217545
4	1.147760398	1.224827933	1.351474026	1.42100842	1.399661806
5	1.446467489	1.529327266	1.669798677	1.737218007	1.748672517
6	1.741333953	1.824413185	1.968591391	2.025809837	2.096836976
7	2.028249703	2.104135828	2.243353281	2.28195505	2.431844298
8	2.304340121	2.36536735	2.496227588	2.507381462	2.744974783
9	2.564400528	2.604977698	2.719387817	2.697950529	3.01255586
10	2.804560083	2.819738644	2.911139806	2.851404481	3.235794115
11	3.022928426	3.008778067	3.072951709	2.970027911	3.394399209
12	3.218155625	3.179894853	3.217020851	3.07493535	3.539021001
13	3.390032667	3.330083844	3.345149389	3.166328777	3.668704674
14	3.539858567	3.458603456	3.456539525	3.244423502	3.782595506
15	3.666789459	3.565815464	3.549852301	3.309458299	3.879917139
16	3.771265154	3.653401299	3.626283741	3.362453483	3.960981435
17	3.853370988	3.721762127	3.686008191	3.403693874	4.025244878
18	3.913100192	3.771209041	3.72922315	3.433437856	4.072270185
19	3.950388135	3.801965174	3.756098812	3.45189952	4.101744479
20	3.965187569	3.814156184	3.766742958	3.459202215	4.113467915

**Tabel 5.37 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
0	0	0	0	0	0
1	1.403563749	0.997635748	0.736050244	0.572722519	0.600374767
2	2.772654989	1.964820392	1.441012758	1.115218053	1.188418217
3	4.099822956	2.896129277	2.111119879	1.623717972	1.755334192
4	5.379540099	3.787906032	2.743333848	2.09666571	2.292898135
5	6.607548909	4.638460083	3.335017452	2.531369124	2.792841666
6	7.780189254	5.444481986	3.883434408	2.92569507	3.246734383
7	8.891702975	6.2018327	4.386301503	3.277367692	3.646596976
8	9.937559515	6.907154301	4.843363274	3.584356117	3.985671044
9	10.91332625	7.560647846	5.250829635	3.845460796	4.258757323
10	11.81467923	8.157141	5.607393244	4.060078404	4.462493755
11	12.64607235	8.695119533	5.914354545	4.230045906	4.598064097
12	13.40044255	9.183753861	6.190903878	4.385288483	4.719726887
13	14.07302574	9.620575225	6.436376876	4.535754093	4.827234857
14	14.66039811	10.00711228	6.650120895	4.668575014	4.920394637
15	15.15964176	10.33748795	6.831505929	4.781467853	4.999050352
16	15.57368514	10.6126666	6.981854659	4.875076003	5.063926424
17	15.90126118	10.83082171	7.100610974	4.948980341	5.114947458
18	16.14297102	10.99041889	7.187311253	5.002865738	5.152056224
19	16.2943135	11.09037301	7.241575576	5.036548378	5.175219907
20	16.35450334	11.13011065	7.263146977	5.049921666	5.184413395

**Tabel 5.38 Simpangan Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Simpangan Struktur (cm)				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
0	0	0	0	0	0
1	0.249671431	0.225858148	0.221500168	0.232115005	0.192489697
2	0.496688949	0.445827836	0.43349522	0.458359549	0.384389486
3	0.739119797	0.655115095	0.634646356	0.66930704	0.568189446
4	0.968735952	0.849555826	0.836158073	0.862493178	0.736440425
5	1.181579596	1.03869428	1.024775299	1.038546116	0.887746017
6	1.376614607	1.22102031	1.198874584	1.196453152	1.037403366
7	1.555398235	1.394393455	1.358333014	1.334674809	1.199701988
8	1.717005547	1.551022765	1.501249577	1.449867973	1.345739153
9	1.858417366	1.690504858	1.62527012	1.540504736	1.470780763
10	1.981404038	1.81943142	1.728869961	1.608465698	1.573774874
11	2.085278945	1.942968135	1.809695404	1.657293057	1.656454002
12	2.166509876	2.06109775	1.878875829	1.698683015	1.732997706
13	2.223984136	2.173005298	1.935797349	1.733937401	1.802599186
14	2.259557505	2.27936974	1.983736301	1.762760389	1.864538379
15	2.281203642	2.381233799	2.022540162	1.78391575	1.918163437
16	2.368206589	2.46986855	2.051695944	1.798557021	1.963383932
17	2.438642702	2.54444135	2.103883896	1.807773653	1.999661099
18	2.491140735	2.59886765	2.142470326	1.812906987	2.026490912
19	2.524827548	2.632791639	2.166042003	1.816480155	2.043447258
20	2.540780696	2.646209463	2.175106106	1.818165353	2.050225352

**Tabel 5.41 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	0.289510623	0.27608714	0.197503617	0.203584478	0.169699708
2	0.269234354	0.25698456	0.178806428	0.181428766	0.141643872
3	0.235021624	0.225260552	0.148926731	0.144932212	0.098982003
4	0.192644229	0.181245352	0.110695128	0.093660002	0.045522846
5	0.143793844	0.135719493	0.083188654	0.069402699	0.033518971
6	0.088431734	0.083716273	0.051588434	0.042494641	0.02048077
7	0.029198509	0.02810875	0.01719821	0.01406545	0.006776311

**Tabel 5.42 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	0.099658358	0.100583955	0.122022633	0.139027633	0.177363651
2	0.092298489	0.095226266	0.117991178	0.138465596	0.153403741
3	0.081380718	0.092550142	0.104907155	0.11692086	0.11658638
4	0.078029646	0.080455888	0.090324011	0.080336887	0.05769153
5	0.070346495	0.070531717	0.072355982	0.062407141	0.04454121
6	0.050970785	0.048340422	0.047024258	0.040538133	0.028190208
7	0.021598298	0.0196397	0.017661067	0.014221344	0.009501165

**Tabel 5.43 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	0.120921697	0.143505344	0.106024621	0.110059353	0.124080985
2	0.114254259	0.130551336	0.100448878	0.105894323	0.106605154
3	0.109929238	0.110979203	0.095824259	0.095517269	0.092365061
4	0.098637883	0.096183389	0.066727417	0.067843179	0.039538971
5	0.084483268	0.071710984	0.054734912	0.054421938	0.030751941
6	0.065897798	0.05061041	0.03721731	0.035752244	0.019661807
7	0.024831819	0.018630337	0.012976376	0.012402435	0.006653072

**Tabel 5.44 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	0.180930529	0.212053539	0.272850905	0.306771715	0.344561304
2	0.169955645	0.20431467	0.256199937	0.282132817	0.310235102
3	0.170928824	0.197346372	0.214228978	0.223862059	0.226069861
4	0.169549923	0.177078459	0.163545366	0.168101567	0.107267305
5	0.144272603	0.142902454	0.136208441	0.136347648	0.081189296
6	0.09627118	0.092540807	0.090996349	0.088772257	0.050858212
7	0.033593717	0.031642654	0.031369636	0.03026924	0.017037984

**Tabel 5.45 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	0.434162228	0.336257756	0.269911588	0.259595462	0.229815755
2	0.406984399	0.309414254	0.24340488	0.245157519	0.211966422
3	0.373550119	0.278057422	0.212683682	0.219622612	0.182682798
4	0.335808485	0.242623739	0.181018606	0.184135387	0.144261072
5	0.29400316	0.203415599	0.148531597	0.140677193	0.098107227
6	0.249975038	0.165294481	0.114608261	0.098531145	0.05243338
7	0.202078786	0.133634398	0.092685994	0.080138456	0.042686219
8	0.150517282	0.099666629	0.068998092	0.059785496	0.031897262
9	0.095315667	0.063251052	0.043665811	0.037810451	0.020198157
10	0.037109671	0.024655371	0.016979923	0.014694227	0.00785305

**Tabel 5.46 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	0.105262654	0.106501138	0.105778777	0.081848712	0.093593324
2	0.097043563	0.10141512	0.097284221	0.077150783	0.084579721
3	0.092504482	0.093393424	0.08454178	0.074131132	0.082724874
4	0.089219189	0.078849919	0.073014736	0.072620705	0.078154505
5	0.088195391	0.073401679	0.072700862	0.069720168	0.067023381
6	0.084213898	0.075027928	0.07232372	0.059147368	0.042441244
7	0.074912365	0.071247015	0.065668554	0.051001618	0.035973774
8	0.063310351	0.059685587	0.052266947	0.039853825	0.02750764
9	0.045232524	0.040845614	0.035015553	0.026024593	0.01761383
10	0.019106956	0.016879969	0.014088387	0.010400654	0.006955487

**Tabel 5.47 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	0.09485885	0.09264025	0.104002333	0.120012217	0.114095168
2	0.097312001	0.096505847	0.096909212	0.107528629	0.109970589
3	0.095199277	0.091241387	0.092918256	0.097767963	0.097557745
4	0.084675322	0.083916926	0.093441627	0.099415124	0.088166961
5	0.0834775	0.080376056	0.07959235	0.08689599	0.06566974
6	0.086491698	0.064255634	0.076784862	0.061460032	0.041695477
7	0.084746416	0.059290935	0.06859327	0.055829514	0.035649214
8	0.074409024	0.04922563	0.054858072	0.04478843	0.027648145
9	0.053738108	0.035525399	0.038744845	0.030844415	0.017953341
10	0.022638084	0.015893246	0.016320049	0.012890241	0.007075746

**Tabel 5.48 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	0.154205382	0.164042354	0.172037899	0.169815648	0.23320477
2	0.155096025	0.162410458	0.166375926	0.157902024	0.228271558
3	0.148987328	0.153057969	0.151898477	0.151731167	0.202847222
4	0.137027485	0.138054926	0.131306646	0.153154604	0.172306239
5	0.122737017	0.119852575	0.106695181	0.140799144	0.125964101
6	0.11120064	0.099008091	0.096911061	0.112445293	0.06697082
7	0.103756968	0.097814514	0.09315455	0.095687336	0.053893085
8	0.083338751	0.0903227	0.081002597	0.07410355	0.03982107
9	0.067734614	0.067877701	0.058054866	0.047921679	0.025625161
10	0.030999501	0.029603469	0.024417403	0.018813354	0.010041391

**Tabel 5.49 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	0.322755404	0.242009204	0.18932749	0.180542024	0.147231391
2	0.31020721	0.229609214	0.177240588	0.17556421	0.141102752
3	0.294901046	0.215424074	0.163380939	0.16660644	0.131191294
4	0.278037523	0.199934552	0.148394952	0.154232112	0.117791452
5	0.2595875	0.18313353	0.133087811	0.138263934	0.101216624
6	0.239812944	0.165090513	0.117917937	0.119398155	0.081345346
7	0.219707551	0.146589888	0.102814211	0.098869985	0.059967322
8	0.198135629	0.127193584	0.086908652	0.077094316	0.037002216
9	0.175265307	0.112374302	0.07677752	0.06868536	0.032259259
10	0.150929346	0.096789984	0.0660755	0.059461857	0.02739447
11	0.126724431	0.081284045	0.055464808	0.050114496	0.022714407
12	0.101358083	0.065053932	0.044314625	0.040207546	0.0179455
13	0.074819681	0.048111478	0.032681466	0.029732301	0.013102813
14	0.047265244	0.030439728	0.020622125	0.018786456	0.008202303
15	0.018900514	0.012183235	0.008243694	0.007509517	0.003260666

**Tabel 5.50 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	0.071644534	0.07265956	0.076341821	0.057308585	0.067740187
2	0.069415369	0.071731264	0.073497681	0.05683981	0.067225664
3	0.066843885	0.068549451	0.068182225	0.055507417	0.066310117
4	0.065447621	0.063833673	0.061519142	0.051826473	0.064445667
5	0.06365968	0.059204574	0.05355259	0.048727477	0.060548142
6	0.062956326	0.053191163	0.046995349	0.048611917	0.054247751
7	0.063755416	0.050282408	0.049157337	0.048062751	0.044167303
8	0.062647132	0.049199456	0.050963136	0.044950741	0.032148113
9	0.06031072	0.050922973	0.050430124	0.042262777	0.029272057
10	0.056891547	0.050111261	0.047263837	0.0378865	0.025588455
11	0.051097289	0.04611415	0.041759221	0.032517032	0.021876577
12	0.043202106	0.038800581	0.034236842	0.026283378	0.018112056
13	0.033266155	0.029473836	0.02574069	0.020515932	0.013854839
14	0.021391429	0.019164794	0.017590463	0.013451058	0.008978399
15	0.008841617	0.007840514	0.007411411	0.005483817	0.003641449

**Tabel 5.51 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	0.069000149	0.063453679	0.069597684	0.086362125	0.067552753
2	0.067681229	0.065346468	0.067742234	0.08115425	0.067209237
3	0.068545048	0.066308815	0.062028764	0.071092039	0.065332877
4	0.067342708	0.06375618	0.062294281	0.06740401	0.064323108
5	0.062788062	0.056825782	0.06506574	0.070288209	0.060955318
6	0.055242349	0.056219674	0.062689188	0.069457292	0.053511857
7	0.058277956	0.054540165	0.055608071	0.063900061	0.042364951
8	0.063022653	0.047541089	0.052748619	0.05218673	0.030698245
9	0.06643921	0.04224102	0.05185112	0.045425923	0.028403599
10	0.064437441	0.042637636	0.047904724	0.03939292	0.025528315
11	0.057572346	0.039638456	0.041540159	0.034725341	0.022226179
12	0.049319193	0.034804297	0.034928726	0.030895778	0.018315196
13	0.03963688	0.028467354	0.027636143	0.024992772	0.013831566
14	0.026922109	0.019583575	0.018866035	0.016879078	0.008868157
15	0.011279934	0.008282597	0.00790052	0.007010278	0.00357349

Tabel 5.52 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	0.103355921	0.111613401	0.117880926	0.118135498	0.171150421
2	0.105743207	0.112102608	0.116648149	0.113384581	0.170925291
3	0.105639123	0.110176833	0.112029817	0.10660623	0.163683042
4	0.102873362	0.105392598	0.105026963	0.10765279	0.149455118
5	0.097670203	0.098821696	0.095890824	0.106774801	0.128361002
6	0.091242751	0.091020502	0.08496402	0.102128908	0.105402001
7	0.084312527	0.082430249	0.07311797	0.093918368	0.082067182
8	0.077028958	0.072861522	0.070260321	0.08268902	0.055315281
9	0.078562246	0.067593572	0.07076971	0.07660732	0.050720421
10	0.074856687	0.069063886	0.068724952	0.069035477	0.045280789
11	0.067259287	0.067761481	0.064033248	0.060121736	0.039040782
12	0.058344001	0.060965758	0.055944233	0.049372051	0.031804322
13	0.049070315	0.049537459	0.044107526	0.037177056	0.023749844
14	0.034104052	0.033159186	0.029389304	0.023871546	0.015089104
15	0.014412581	0.013875838	0.012187322	0.009624676	0.006046571



**Tabel 5.53 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	0.374283666	0.2660362	0.196280065	0.152726005	0.160099938
2	0.365090997	0.257915905	0.188040057	0.14466903	0.156811586
3	0.353912219	0.248414998	0.178695232	0.135697781	0.151177593
4	0.341504002	0.238171439	0.168590392	0.126119397	0.143350385
5	0.327748875	0.227137449	0.157951562	0.115920911	0.133318275
6	0.312808627	0.215381519	0.146646409	0.105208059	0.121038058
7	0.296855609	0.202882179	0.134816952	0.09473422	0.106630025
8	0.279748021	0.189529936	0.122284773	0.084283289	0.090558347
9	0.261691746	0.17530683	0.109252153	0.073464528	0.073277583
10	0.242407358	0.160208036	0.096640358	0.062096373	0.055022083
11	0.22314812	0.144883593	0.084443224	0.050803439	0.037078102
12	0.202765041	0.131891588	0.076764138	0.046090976	0.033436965
13	0.181336823	0.118252002	0.068728311	0.041168774	0.029690161
14	0.159029991	0.10392859	0.06034063	0.036049847	0.025855484
15	0.135733828	0.088938239	0.051607195	0.030747172	0.021942451
16	0.112951348	0.074229568	0.04307215	0.025595269	0.018187277
17	0.089539222	0.058980452	0.034260278	0.020300533	0.014370179
18	0.06550287	0.043268399	0.025174046	0.01488026	0.01049475
19	0.041016089	0.027182428	0.01583698	0.009343407	0.006571498
20	0.016301233	0.010832668	0.006315281	0.003720298	0.002613009

**Tabel 5.54 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	0.066579048	0.060228839	0.059066712	0.061897335	0.051330586
2	0.066170809	0.058972328	0.056926762	0.060331878	0.051181563
3	0.064648226	0.057213585	0.056281658	0.05663608	0.049013323
4	0.061322537	0.05567795	0.054427172	0.052482706	0.046498709
5	0.056758305	0.054771342	0.050768655	0.047791906	0.047460329
6	0.053525383	0.053190921	0.047618909	0.042603087	0.047237404
7	0.048951848	0.051040895	0.043878084	0.038132677	0.044562668
8	0.044534664	0.050152216	0.039460121	0.038942501	0.039801509
9	0.043590126	0.049640322	0.035638895	0.039414996	0.03558404
10	0.045605979	0.048802428	0.037471391	0.039026118	0.02990736
11	0.046617302	0.048357178	0.039156825	0.037138458	0.022988525
12	0.046356871	0.047333268	0.039088959	0.035451594	0.021737789
13	0.045402294	0.045370213	0.03781901	0.032864528	0.019965183
14	0.043284448	0.041959978	0.035256973	0.029497083	0.017971175
15	0.039847465	0.037804129	0.031458577	0.0255203	0.016888624
16	0.035348185	0.032849738	0.026915169	0.021366635	0.015209229
17	0.029564344	0.026932355	0.021650478	0.017993297	0.012855904
18	0.022767788	0.020218733	0.016178141	0.013926084	0.009882685
19	0.014826024	0.0128509	0.010377454	0.009077871	0.006407559
20	0.006113629	0.005211279	0.004229094	0.00369089	0.002596694

Tabel 5.55 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Koyna

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	0.071570196	0.056782883	0.056342891	0.060591476	0.066726175
2	0.068626935	0.054980873	0.055635381	0.059172949	0.063417258
3	0.066212305	0.056422635	0.055490432	0.055745285	0.06530268
4	0.062726788	0.056831448	0.05509147	0.053240614	0.066437942
5	0.056573633	0.055714338	0.052862792	0.056402335	0.065097023
6	0.051459712	0.052716829	0.047898141	0.056195949	0.060043173
7	0.048028627	0.047618525	0.04368696	0.052197087	0.051743457
8	0.046751608	0.043984884	0.043383282	0.047447198	0.046109008
9	0.049365875	0.04454137	0.040322351	0.044777463	0.037374726
10	0.049398881	0.047950909	0.034487891	0.041560872	0.031095634
11	0.05012964	0.051343941	0.035204427	0.037456443	0.023449476
12	0.053117263	0.051766979	0.035075956	0.034960468	0.021639938
13	0.053494161	0.049673259	0.033935025	0.031524153	0.019594102
14	0.050618752	0.045534138	0.031733145	0.027453786	0.017351002
15	0.044831298	0.03989582	0.028112226	0.023281316	0.014891327
16	0.038026006	0.034178145	0.02481043	0.01978216	0.012964626
17	0.032011002	0.028683925	0.021126114	0.016511984	0.010829051
18	0.025364375	0.02234189	0.0164948	0.012871468	0.008249885
19	0.016934038	0.014737685	0.010861456	0.008511661	0.00531652
20	0.006998633	0.006046352	0.004446359	0.003500713	0.002147497

Tabel 5.56 Interstorey Drift Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Gilroy

Tingkat	Interstorey Drift %				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	0.083415516	0.079254483	0.090104092	0.097888069	0.095415931
2	0.079838141	0.081742802	0.091195512	0.09702974	0.094256548
3	0.078314698	0.083142872	0.090806728	0.094558102	0.096151897
4	0.079860517	0.083162029	0.088707454	0.090266624	0.09828481
5	0.080125337	0.081619755	0.085354853	0.084896714	0.100364718
6	0.079132385	0.078826826	0.080663035	0.078441871	0.100208892
7	0.076914129	0.07498272	0.075123641	0.071023433	0.096470158
8	0.07377364	0.070323947	0.068994384	0.062800008	0.088957465
9	0.069809091	0.065018553	0.062257538	0.053907449	0.077379886
10	0.065467122	0.062726242	0.055808459	0.052109633	0.062140292
11	0.070353912	0.064904542	0.05605284	0.053005592	0.044503703
12	0.072589842	0.064969489	0.05760399	0.052336559	0.040577679
13	0.072090618	0.062569456	0.057752532	0.05046201	0.036315773
14	0.068906594	0.058548586	0.0556996	0.047220327	0.031788179
15	0.063174887	0.052255901	0.051489767	0.042697646	0.027055864
16	0.055853367	0.047574169	0.045958653	0.03730389	0.022453077
17	0.046572429	0.040879391	0.038305669	0.030711395	0.017743402
18	0.035813836	0.031506745	0.028957218	0.02312428	0.012953043
19	0.023380934	0.020480602	0.018541	0.014782369	0.008106081
20	0.009474669	0.008310403	0.007503791	0.00594489	0.003221591



**Tabel 5.57 Gaya Horisontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Gaya Horisontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	11868.92947	11440.66975	10578.94395	10731.76176	11205.60653
2	12947.87901	12080.55116	10876.30062	10811.5441	12134.94736
3	15548.0385	16534.17097	13952.00437	14584.09532	15511.57778
4	17591.11803	16395.97482	9825.727759	6899.854988	3414.435328
5	19684.30589	18883.95294	11235.6338	7653.84774	3708.644057
6	21078.56006	19885.01002	12227.63497	8086.525556	3898.15706
7	10381.69214	9994.222389	6114.919237	4000.838984	1927.484063

**Tabel 5.58 Gaya Horisontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Gaya Horisontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	10783.4331	11141.45576	11895.31302	10022.33116	12271.72801
2	12250.26573	13291.60468	13779.14031	13176.78091	13786.89307
3	13081.57862	14430.33053	13631.96458	13536.45803	18564.10864
4	11346.77681	9243.095673	7921.731788	5745.44516	4084.49906
5	8484.227959	9948.130089	9725.084408	6785.979377	4650.951768
6	11819.80235	10917.55898	10748.22816	7529.271106	5315.994478
7	7679.394738	6983.004388	6279.490653	4045.182194	2702.553527

**Tabel 5.59 Gaya Horisontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Gaya Horisontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	8771.293175	8648.564596	9433.197496	9104.172551	10872.92068
2	10913.14081	11278.9702	8990.01581	8816.864591	11187.57221
3	11001.31494	11215.7973	10534.51226	10533.35787	16077.79043
4	11550.5707	9885.862823	7837.44364	4667.000902	3291.194324
5	13400.43029	10428.41907	7324.642346	5436.73186	3213.118156
6	14830.48829	11409.03451	8618.998998	6641.723502	3700.262451
7	8829.091312	6624.119993	4613.822458	3527.803661	1892.429266

**Tabel 5.60 Gaya Horisontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Gaya Horisontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	11996.04835	14810.2369	13507.52501	14613.69943	17291.73526
2	13972.57508	16687.58689	14923.00767	17064.87997	27485.94014
3	14327.50808	15020.19803	21172.63239	23932.76362	36467.57691
4	14718.08179	13186.73453	14936.16108	10808.54584	7837.54546
5	17356.1452	17999.14399	16663.24779	13695.49046	8733.601548
6	22371.35701	21669.82941	21200.60925	16640.85839	9619.976007
7	11944.43264	11250.72139	11153.64818	8609.917039	4846.359972

**Tabel 5.61 Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
1	18432.86907	17804.40637	17228.88935	17715.22119	16575.89104
2	21720.9167	20295.98374	19561.6653	20040.2567	18350.69562
3	24733.97794	22194.39552	21266.27006	22015.68254	23953.55913
4	27312.31126	24140.34499	22786.53167	26700.71427	28356.92239
5	28450.32451	25034.92126	22981.06645	28578.61124	30255.36519
6	30479.83968	20910.12068	13957.45561	12060.76295	6267.518958
7	32084.74381	21419.35325	14718.7517	12514.42258	6665.249668
8	33925.1656	22408.41605	15586.22016	13501.46773	7187.929914
9	35761.76409	23713.1866	16395.8093	14202.60794	7584.833685
10	22800.18159	15148.2598	10432.46491	9028.132853	4824.914209

**Tabel 5.62 Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
1	14586.5423	15327.83636	13751.80074	14401.31752	14003.17285
2	17606.87827	16283.61355	17359.64904	17032.70654	17850.58927
3	15247.79573	17207.54156	19156.13995	17021.65123	19219.85317
4	19350.01395	20909.93271	19606.0059	18483.42405	16956.4137
5	18800.34032	18551.63193	17090.71692	18000.64465	18564.12585
6	14813.83865	11383.74693	7532.912817	5443.556702	4566.765258
7	13466.90008	10458.7926	8295.110121	7470.161795	5207.991783
8	12843.92142	12123.39426	11297.49786	8584.718585	6078.757294
9	16211.96692	14864.42756	12857.65109	9664.242321	6595.90679
10	11739.31392	10371.05287	8655.904776	6390.161781	4273.451052

**Tabel 5.63 Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
1	14407.47751	12881.24241	16536.89038	16126.40205	13001.5583
2	15834.36606	18373.00795	19965.92337	19898.37487	16971.31456
3	18049.37379	18040.18586	16298.28208	22932.58045	17464.74753
4	17401.20188	13950.49822	15401.05421	15545.951	16542.264
5	13864.56834	15361.36816	16398.66997	19619.14059	20345.70285
6	11916.2284	10715.60129	10132.61375	9907.266112	4218.295477
7	12774.45412	9977.646391	9636.84082	9794.732172	4915.856791
8	14398.97472	10990.27909	12197.66856	9469.974962	5956.487215
9	19432.34045	12918.83441	13777.79499	11031.04481	6683.194722
10	13908.83911	9764.810055	10027.03787	7919.763786	4347.338171

**Tabel 5.64 Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
1	20142.84142	21404.86141	24611.1781	23573.4278	17493.11134
2	25237.30093	26498.33516	28035.85895	20597.53215	20573.75833
3	24899.00815	24693.08182	23407.22476	19241.98036	27112.31812
4	21425.52602	19215.5961	18921.94947	22628.79668	34526.11666
5	17076.0525	15531.58981	19307.58374	23810.71656	36245.47159
6	13693.82077	13164.40111	12103.94337	11224.19961	8034.960264
7	14350.90272	13490.51643	11692.56344	13733.69486	8652.719163
8	18333.40829	15784.25927	14517.68535	16144.65673	9114.262156
9	22570.05342	23652.63259	20694.66117	17884.15502	9574.668356
10	19046.09352	18188.37132	15002.05237	11558.92482	6169.430372

**Tabel 5.65 Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	23762.40381	23171.39887	22375.34014	22803.56893	21577.32312
2	27708.41707	26317.13451	24928.92898	25675.09477	22823.00189
3	30845.83843	28161.61812	26386.44776	27192.29856	24253.07901
4	34020.41124	29815.09443	27945.47869	28551.35215	29087.99703
5	36787.97934	31507.85261	29560.13416	32608.33721	34102.78384
6	37286.76445	31703.39501	29472.81452	35049.34152	36500.36288
7	39210.80748	33279.36848	30486.29209	38148.2755	39210.11283
8	40881.42292	27728.85079	18613.01694	16180.44071	8098.018175
9	42586.22239	28627.61574	18803.28001	16942.44673	8306.033866
10	41865.41058	27568.97039	18419.10271	16500.20749	7990.635695
11	43646.61829	28041.10509	19206.53638	17033.61444	8144.840573
12	45462.23597	29116.28687	19921.19832	17932.4644	8268.296786
13	47045.83366	30172.35383	20593.9997	18688.69346	8367.021135
14	48429.31106	31170.7298	21138.79416	19253.99353	8437.242346
15	32270.31674	20801.38493	14075.09968	12821.5833	5567.188139

**Tabel 5.66 Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	18421.00169	20118.42156	19674.33297	19460.79305	18815.82601
2	25321.72216	26587.69013	21885.02364	21436.02073	26172.91379
3	28437.31114	25937.75213	24094.2259	23479.42525	26699.34471
4	25634.61621	22154.90014	25407.39175	23985.35535	26330.23616
5	22418.41971	26890.21453	30006.7414	22762.48154	29168.4646
6	24958.02254	27718.43413	26679.4556	26629.08883	25218.28158
7	25572.71076	26513.62621	25718.29837	27336.4081	26814.80937
8	23600.57002	19566.36389	12382.00759	8141.272858	5907.965291
9	20375.74515	15584.09427	11225.15005	8042.304312	7104.412455
10	16375.04944	14665.62604	11079.70602	9199.936856	7394.657612
11	20598.63722	16100.30783	12843.54404	10643.20254	7665.612072
12	18131.84603	16485.71748	15069.58477	11591.32796	7914.198788
13	20274.64236	18285.04274	16018.42824	12219.87074	8325.926125
14	21896.18422	19334.82276	17379.48769	13603.09095	9112.1888
15	15095.98106	13386.72006	12654.07879	9362.947044	6217.329707

**Tabel 5.67 Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	19419.84429	17108.48424	18538.40654	20077.61452	19482.74509
2	18833.43449	19856.10291	27087.30966	25714.31902	21365.87651
3	22975.24324	26282.77644	27406.87983	29961.72917	23638.4881
4	25663.12923	26562.99071	23586.89207	32086.93872	21186.87053
5	25574.57665	24413.13893	23119.9237	29105.73557	19973.84792
6	23560.31021	21809.91836	20726.0791	23669.04539	27366.0209
7	21691.99062	20093.92849	23594.40477	29469.87467	26810.8361
8	16473.16084	16142.18497	12108.34922	11617.26755	5814.147789
9	16973.32168	14935.41353	13641.47515	14683.03839	6108.863344
10	16339.78821	14558.5834	12527.34388	15001.1721	6095.017576
11	17640.3464	13788.38774	14968.41321	14327.83793	6726.973087
12	20655.02069	15397.66971	15851.40963	12922.68161	7655.250203
13	22192.56101	16157.97359	16139.57184	13853.1404	8474.413984
14	26707.10151	19295.038	18722.27664	16849.77113	9039.996761
15	19259.10939	14141.52206	13489.17237	11969.19228	6101.297467

Tabel 5.68 Gaya Horisontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy

Tingkat	Gaya Horisontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	24937.5961	25242.28365	28176.68567	30061.78642	22594.13939
2	29822.10482	30833.2644	35960.56519	33180.79982	29607.55912
3	32806.78146	33888.62837	36918.78418	29732.49679	31824.59081
4	33515.30472	33579.83979	34125.52475	28055.64525	36361.91494
5	31988.5735	31051.85582	30381.254	28423.89262	46386.13304
6	30259.54167	24520.07375	27282.08549	29100.03812	50660.31198
7	27466.70389	21107.97676	26003.09401	32020.68132	53257.53101
8	22621.62077	17066.19795	16367.70171	14020.64355	10884.31075
9	18042.67897	18135.17635	16858.27876	15785.19079	11632.47251
10	17384.49372	16928.05879	15283.61417	16758.37941	11476.20628
11	21097.17415	17947.07828	16575.38652	18862.08363	12573.29467
12	24307.65035	21823.99277	21225.50906	20984.11533	13752.0383
13	27023.98967	28603.41817	25666.2811	22944.7056	14787.15382
14	33620.7806	33347.4483	29370.28167	24324.78863	15439.0195
15	24607.72055	23691.29675	20808.36335	16432.95861	10323.78171



**Tabel 5.69 Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	23428.64095	23478.0211	22956.97057	22153.58175	22598.88949
2	28954.27309	27168.69915	25991.76005	24493.78666	25241.88028
3	33237.55232	29584.71986	27680.00454	25721.64154	26424.37927
4	37265.79497	32091.06692	29171.07957	26949.20632	27251.69936
5	40978.02909	34432.51276	30460.31696	28078.83486	32027.69833
6	44390.73846	36505.38296	31588.65635	29222.14978	37462.69822
7	47382.97817	38359.22486	32644.98897	30368.83669	41883.22372
8	50023.56537	39948.25799	33706.65704	31366.40609	44891.35109
9	52294.21893	41482.86164	34753.14217	32127.90395	47132.41618
10	51795.40948	40958.68388	34095.97297	30997.71862	46341.21683
11	53792.77877	33868.49382	20994.23045	12431.48726	9453.462807
12	55815.01475	35266.32126	21481.58678	12681.86692	9627.031204
13	57912.05704	36800.90288	21890.465	13125.19157	9786.682402
14	59950.28532	38373.26673	22336.38723	13564.49178	9972.842406
15	58241.53529	37548.35282	21780.60418	13160.01637	9570.520062
16	59914.74314	38889.51086	22511.0072	13494.28134	9728.341338
17	61313.98721	40044.08854	23187.72476	13832.07092	9877.00238
18	62407.55406	40997.0611	23796.65425	14111.34519	9998.887153
19	62988.83019	41669.36344	24267.21399	14331.18017	10088.69288
20	41545.68458	27608.37774	16095.26476	9481.635124	6659.573898

**Tabel 5.70 Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	17397.1335	17112.1257	19225.16105	19534.43329	20009.33556
2	19590.62064	19456.61981	23574.87221	20681.99788	21041.93971
3	21143.11507	25341.55215	26947.10484	24009.18379	24161.82648
4	25149.40456	28482.11171	27493.48531	23231.93694	24784.82636
5	27165.07076	27630.23986	25495.75067	24059.67102	25096.60054
6	27547.62343	27333.50189	23960.24546	25178.71369	26228.21726
7	25619.0947	24030.04308	24806.22416	24921.4467	26481.19695
8	21984.91505	22795.93846	26060.75809	24031.4875	27130.86121
9	21269.01214	24478.30856	25796.38815	23648.44018	23868.35063
10	21638.00191	22670.5666	24260.10921	23486.11169	21335.85017
11	20780.37555	17162.81494	12660.66604	7441.847293	4609.209702
12	19451.49044	15061.04513	10298.6711	7724.043339	5210.0442
13	16959.5683	13163.06797	12675.83113	8582.344987	5685.094583
14	18771.36351	17311.61705	14373.70295	10201.96219	6515.670055
15	20758.70862	17532.78297	12350.35491	10789.54649	6657.917335
16	18936.53912	16196.28784	13812.72301	11454.41469	6915.238052
17	19059.78432	17688.53641	14837.20369	11676.49554	7577.612331
18	20789.71647	19006.73016	15180.20543	12356.26406	8856.7845
19	22463.50789	19683.00589	15752.9912	13729.37934	9712.453499
20	15581.33096	13281.5827	10778.36189	9406.684511	6617.992835

**Tabel 5.71 Gaya Horisontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Gaya Horisontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	19683.85207	20704.01376	18854.12409	17714.1126	22776.17378
2	21091.23017	20498.5856	17673.17581	20484.07524	23063.16992
3	21277.91925	17755.62694	19416.60754	22291.03938	24156.00352
4	17661.70524	19680.44615	24668.22264	20270.33309	25675.7102
5	21470.70363	22166.09049	25174.63116	21545.96046	28494.02314
6	24250.11183	21448.42471	23939.22459	23385.74395	24879.89321
7	24537.39832	21940.23274	23787.7083	21991.65862	26130.0098
8	22301.93838	23750.48976	22647.2715	22038.08042	25987.44943
9	20987.15224	22894.14243	20188.13097	20504.81996	30695.0826
10	21115.25291	18881.38845	20411.09862	21645.85875	33878.47361
11	20822.03626	12559.49406	11204.44965	10037.33703	6485.280456
12	15951.92819	12613.35181	11616.39323	10489.32664	5957.213318
13	14444.78344	13312.10475	12119.00692	11303.92303	5829.821924
14	16210.09052	14692.88547	11048.27303	11786.45851	6311.465118
15	19078.81504	16833.61109	11641.38185	11210.27395	6317.295035
16	21765.83914	18731.51013	12979.29052	10961.87385	6606.17261
17	21905.88621	18811.16778	13271.83265	10573.02903	6777.736131
18	21485.74364	19380.246	14357.26383	11205.10491	7476.038211
19	25321.59357	22150.92317	16349.6585	12771.01185	8076.642641
20	17836.87167	15409.86768	11332.09023	8921.995894	5473.159054

**Tabel 5.72 Gaya Horisontal Tingkat Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Gaya Horisontal Tingkat (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	22818.35297	24074.55541	23967.12429	27160.01017	25837.76744
2	28040.01943	28881.1105	28227.41301	33688.4976	26145.92642
3	32542.51626	31548.123	30181.03783	38098.18328	24959.46982
4	35471.27783	32738.73479	32138.20975	38226.3557	27393.23435
5	35862.47472	33615.31085	31970.84485	35700.69322	28088.51577
6	36113.03198	32355.25393	30642.70257	31495.51318	29198.70427
7	36055.22448	33530.12726	27467.06915	27487.35569	33868.20577
8	37719.71348	33374.12968	24278.63972	25635.44729	35455.52895
9	37594.6586	31098.36172	21346.06452	29060.0751	39921.00064
10	33804.041	25854.74521	21112.6117	30273.35988	45542.8872
11	29642.14583	16840.03786	13850.51173	12241.74576	10005.9522
12	23330.81201	14949.39628	14736.1494	11924.3818	10861.98811
13	17434.76288	15126.16385	14671.40471	11540.29613	11539.1266
14	17844.8687	18349.54544	15197.62163	12656.17463	12060.88235
15	20079.22924	20132.98999	16336.84274	14547.01475	11730.76494
16	24332.7242	22419.82111	20121.94783	17356.35195	12003.18176
17	28362.07042	24249.8128	23825.66914	19482.83528	12208.81702
18	31931.76145	28534.57551	26685.28357	21260.37874	12353.07306
19	35441.81581	31017.23901	28212.93162	22523.39721	12448.72059
20	24147.35248	21180.07823	19124.32869	15151.27802	8210.618819

**Tabel 5.73 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	102937.1104	98164.31645	70223.5083	57908.47388	48270.13904
2	95727.77015	91372.28809	63575.6189	51606.40444	40289.81239
3	83563.24425	80092.64078	52951.72675	41225.16259	28154.88099
4	68495.72601	64442.79167	39358.26759	26641.06727	12948.72051
5	51126.70008	48255.8197	29578.18801	19741.21228	9534.28518
6	31442.39419	29765.78593	18342.55421	12087.36454	5825.641123
7	10381.69214	9994.222389	6114.919237	4000.838984	1927.484063

**Tabel 5.74 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	35434.08275	35763.18393	43385.82496	39545.63786	50450.10529
2	32817.24055	33858.22774	41952.41876	39385.7694	43634.84202
3	28935.36636	32906.7173	37300.32161	33257.48912	33162.34803
4	27743.87419	28606.53792	32115.20385	22851.38122	16410.03525
5	25012.08698	25077.94398	25726.57142	17751.36451	12669.49977
6	18122.94574	17187.70573	16719.73602	11530.84686	8018.548005
7	7679.394738	6983.004388	6279.490653	4045.182194	2702.553527

**Tabel 5.75 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	42994.38114	51024.12245	37697.64303	31305.7716	35294.14684
2	40623.73648	46418.25295	35715.15657	30121.0518	30323.24394
3	39085.95126	39459.27224	34070.84747	27169.3565	26272.72854
4	35071.24743	34198.53842	23725.30376	19297.61541	11246.64064
5	30038.49526	25497.23887	19461.30212	15480.01781	8747.218634
6	23430.32827	17994.81262	13232.82146	10169.52716	5592.691717
7	8829.091312	6624.119993	4613.822458	3527.803661	1892.429266

**Tabel 5.76 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	64330.8549	75396.81388	97013.65497	87259.51006	98008.54876
2	60428.6739	72645.21586	91093.31087	80251.11227	88244.65129
3	60774.69302	70167.59881	76170.3032	63676.31909	64304.31601
4	60284.41719	62961.2298	58149.46357	47815.55688	30511.58906
5	51296.92558	50809.76127	48429.66805	38783.33092	23093.84421
6	34229.75278	32903.3979	32354.25743	25250.77543	14466.33598
7	11944.43264	11250.72139	11153.64818	8609.917039	4846.359972

**Tabel 5.77 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	266749.2729	206596.7655	165833.6796	159495.4521	141198.7998
2	250051.2149	190104.1177	149547.9582	150624.7796	130232.1694
3	229509.1934	170838.4801	130672.8545	134936.1327	112240.3111
4	206320.7333	149068.0254	111217.8315	113132.7817	88634.00239
5	180635.5414	124978.5438	91257.81294	86432.06747	60277.08
6	153584.6636	101556.9289	70415.31565	60537.53542	32215.06876
7	124157.2064	82104.97434	56946.27481	49237.06741	26226.41317
8	92477.81782	61235.17661	42392.42789	36732.20852	19597.67781
9	58561.94569	38861.44639	26828.27421	23230.74079	12409.74789
10	22800.18159	15148.2598	10432.46491	9028.132853	4824.914209

**Tabel 5.78 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	64673.37438	65434.29912	64990.48069	50287.84877	57503.73813
2	59623.565	62309.44974	59771.42555	47401.44095	51965.78047
3	56834.75357	57380.91998	51942.46934	45546.16766	50826.16269
4	54816.26954	48445.39027	44860.25356	44618.16108	48018.12811
5	54187.2481	45097.99187	44667.40939	42836.07138	41179.16558
6	51741.01904	46097.15914	44435.69341	36340.14302	26075.90052
7	46026.15731	43774.16588	40346.75953	31335.39381	22102.28677
8	38897.87988	36670.82493	32112.8125	24486.18982	16900.6942
9	27790.86258	25095.54515	21513.55586	15989.50979	10821.9369
10	11739.31392	10371.05287	8655.904776	6390.161781	4273.451052

**Tabel 5.79 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	58281.27771	56918.16978	63899.03339	73735.50601	70100.07144
2	59788.49319	59293.19264	59541.02012	66065.58971	67565.92977
3	58490.43557	56058.70821	57088.9765	60068.63623	59939.47849
4	52024.5181	51558.55953	57410.5356	61080.65237	54169.78077
5	51288.57597	49383.04871	48901.53965	53388.89616	40347.48829
6	53140.49897	39478.66141	47176.61895	37761.04387	25617.70081
7	52068.19812	36428.35023	42143.70535	34301.65342	21902.8769
8	45716.90404	30244.22677	33704.79968	27518.01119	16987.02011
9	33016.69382	21826.80529	23804.83287	18950.8086	11030.53289
10	13908.83911	9764.810055	10027.03787	7919.763786	4347.338171

**Tabel 5.80 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	94743.78644	100787.6221	105700.0854	104334.7339	143281.0107
2	95290.99766	99784.98529	102221.3689	97015.00345	140250.045
3	91537.81462	94038.81608	93326.42408	93223.6291	124629.3332
4	84189.6869	84820.94644	80674.80327	94098.18845	105864.9535
5	75409.62316	73637.42219	65553.51926	86506.99392	77392.34356
6	68321.67314	60830.57097	59542.15562	69086.38778	41146.87197
7	63748.28138	60097.2373	57234.15574	58790.29942	33111.91171
8	51203.32846	55494.26706	49767.99548	45529.22115	24466.06514
9	41616.14693	41704.0594	35668.90946	29443.07984	15744.09873
10	19046.09352	18188.37132	15002.05237	11558.92482	6169.430372



**Tabel 5.81 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	551065.4038	413201.137	323253.5498	308253.4403	251379.6049
2	529640.8971	392029.6691	302616.6418	299754.4306	240915.7031
3	503507.4918	367810.2759	278952.9852	284460.134	223993.1007
4	474715.0878	341363.8119	253366.2426	263332.4799	201114.5081
5	443213.9295	312678.12	227231.1712	236068.7679	172815.0143
6	409451.2918	281871.8727	201330.4651	203857.7573	138887.2366
7	375123.7906	250284.3167	175542.6984	168808.4158	102386.8738
8	338292.3692	217167.4995	148385.9009	131629.1211	63176.76094
9	299244.0901	191865.3854	131088.2317	117271.8567	55078.74276
10	257693.4119	165257.0683	112815.8405	101523.8532	46772.70889
11	216366.4781	138782.5714	94699.38022	85564.37731	38782.0732
12	173056.5377	111071.6373	75661.80527	68649.47005	30639.74841
13	127745.4615	82144.46856	55799.60934	50764.27028	22371.45162
14	80699.6278	51972.11473	35209.75715	32075.57682	14004.43049
15	32270.31674	20801.38493	14075.09968	12821.5833	5567.188139

**Tabel 5.82 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	122324.2855	124057.3177	130344.3286	97847.40445	115658.0901
2	118518.2579	122472.3655	125488.3081	97047.02927	114779.6051
3	114127.7644	117039.809	116412.8152	94772.13086	113216.4197
4	111743.8144	108988.1942	105036.4167	88487.36834	110033.0996
5	108691.1231	101084.5743	91434.50254	83196.21092	103378.5519
6	107490.2321	90817.41024	80238.8151	82998.90765	92621.40486
7	108854.58	85851.06519	83930.14561	82061.27313	75410.2715
8	106962.3215	84002.05784	87013.3267	76747.89649	54888.9729
9	102973.1827	86944.75331	86103.27241	72158.52592	49978.46015
10	97135.36226	85558.85414	80697.22523	64686.56857	43689.15992
11	87242.37586	78734.27546	71298.76649	55518.85792	37351.5806
12	73762.31543	66247.25052	58455.22245	44875.65539	30924.12125
13	56797.89364	50322.97176	43949.08182	35028.44676	23655.44463
14	36523.25128	32721.54282	30033.56647	22966.03799	15329.51851
15	15095.98106	13386.72006	12654.07879	9362.947044	6217.329707

**Tabel 5.83 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	117809.3213	108339.401	118829.5385	147452.7736	115338.0701
2	115557.4266	111571.1065	115661.5846	138560.9633	114751.5576
3	117032.2913	113214.1969	105906.5331	121380.9682	111547.9021
4	114979.4437	108855.8856	106359.8708	115084.1081	109823.846
5	107202.9411	97023.07761	111091.7987	120008.5254	104073.7557
6	94319.55856	95988.2224	107034.1259	118589.8364	91364.95552
7	99502.48714	93120.66534	94943.98528	109101.5435	72332.97532
8	107603.4776	81170.59852	90061.82072	89102.46263	52413.50181
9	113436.8309	72121.3786	88529.45032	77559.21165	48495.67414
10	110019.0552	72798.55182	81791.46108	67258.5954	43586.4779
11	98297.74389	67677.81874	70924.74484	59289.27483	37948.48492
12	84206.49473	59424.08385	59636.53123	52750.76462	31270.95842
13	67675.1278	48604.52695	47185.33702	42672.10381	23615.70821
14	45966.2109	33436.56006	32211.44901	28818.96341	15141.29423
15	19259.10939	14141.52206	13489.17237	11969.19228	6101.297467

**Tabel 5.84 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	176467.6025	190566.2403	201267.2729	201701.9236	292218.4257
2	180543.6024	191401.5019	199162.4583	193590.3132	291834.0435
3	180365.8918	188113.4771	191277.2203	182017.1088	279468.7892
4	175643.6922	179944.9798	179320.703	183803.9818	255176.3471
5	166759.9344	168725.9675	163721.8621	182304.9225	219160.7224
6	155785.8451	155406.3819	145065.68	174372.6285	179961.0335
7	143953.3355	140739.576	124839.9975	160354.1338	140119.6827
8	131517.5305	124402.1441	119960.911	141181.3959	94444.08112
9	134135.4322	115407.7621	120830.6302	130797.6354	86598.91976
10	127808.6437	117918.1438	117339.4563	117869.6385	77311.41362
11	114837.0119	115694.4471	109328.9444	102650.5153	66657.3641
12	99615.25074	104091.581	95517.93993	84296.74301	54301.99333
13	83781.56478	84579.15629	75308.20984	63475.27993	40549.95503
14	58228.50115	56615.25645	50178.64501	40757.74724	25762.80122
15	24607.72055	23691.29675	20808.36335	16432.95861	10323.78171



**Tabel 5.85 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	953907.6697	678025.7701	500243.7354	389240.8907	408034.2598
2	930479.0288	657330.2066	479243.069	368706.705	399653.4938
3	901988.5462	633115.983	455426.6398	345842.38	385294.5741
4	870364.6892	607009.0209	429673.2186	321430.6971	365345.9761
5	835308.0666	578887.5491	402558.8609	295438.6088	339777.9185
6	797231.0171	548926.1261	373746.2969	268135.5968	308480.2839
7	756572.803	517070.0292	343597.4798	241441.7375	271759.6508
8	712972.023	483040.2063	311657.6894	214806.2622	230799.015
9	666953.3991	446790.8833	278442.4658	187233.3293	186756.8764
10	617804.7801	408309.7612	246299.7643	158260.1949	140230.5041
11	568720.2567	369253.5438	215213.8765	129478.7747	94498.07357
12	516771.4892	336141.8333	195642.7869	117468.4861	85218.19179
13	462159.0568	301379.6808	175162.5017	104923.6519	75669.00498
14	405307.3697	264874.7133	153785.471	91877.44209	65895.86012
15	345934.2505	226669.9724	131527.2431	78362.92472	55923.01771
16	287870.3166	189183.1261	109774.6395	65232.67177	46352.49765
17	228201.6512	150318.8908	87316.50568	51738.39042	36624.15631
18	166942.0688	110274.8023	64159.13299	37924.16049	26747.15393
19	104534.5148	69277.74118	40362.47874	23812.8153	16748.26678
20	41545.68458	27608.37774	16095.26476	9481.635124	6659.573898

**Tabel 5.86 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	169684.8423	153500.5587	150538.7337	157752.9228	130822.2718
2	168644.3934	150298.1854	145084.8106	153763.1659	130442.469
3	164763.9052	145815.813	143440.6848	144343.972	124916.4433
4	156287.9804	141902.0601	138714.2997	133758.5905	118507.6423
5	144655.4779	139591.4581	129390.1222	121803.5141	120958.45
6	136415.9798	135563.5627	121362.6102	108579.1737	120390.2972
7	124759.767	130083.9582	111828.6588	97185.7888	113573.4054
8	113502.0336	127819.0512	100568.9403	99249.72217	101439.0108
9	111094.763	126514.4279	90830.07917	100453.9345	90690.27463
10	116232.4115	124378.9522	95500.41957	99462.83088	76222.56267
11	118809.8908	123244.1783	99795.95488	94651.90056	58589.06511
12	118146.1511	120634.619	99622.99055	90352.72135	55401.41303
13	115713.2959	115631.5332	96386.36933	83759.26675	50883.70856
14	110315.7069	106940.1317	89856.7046	75176.92176	45801.7355
15	101556.136	96348.44376	80176.02782	65041.60493	43042.72233
16	90089.17096	83721.57287	68596.59881	54455.48006	38762.57906
17	75348.3441	68640.39809	55178.88931	45858.11681	32764.84317
18	58026.48998	51529.91151	41231.97056	35492.32791	25187.23083
19	37785.93409	32752.08886	26448.20933	23136.06385	16330.44633
20	15581.33096	13281.5827	10778.36189	9406.684511	6617.992835

**Tabel 5.87 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	182405.3922	144718.1168	143596.7433	154424.7827	170059.8125
2	174904.131	140125.4743	141793.5673	150809.4921	161626.6335
3	168750.151	143799.981	141424.1487	142073.6734	166431.8609
4	159866.8864	144841.8903	140407.346	135690.2113	169325.2163
5	144184.8184	141994.8	134727.2858	143748.2435	165907.7183
6	131151.3664	134355.2827	122074.2675	143222.2434	153027.3638
7	122406.8267	121361.6319	111341.557	133030.656	131874.5238
8	119152.1882	112100.8523	110567.5972	120924.984	117514.4412
9	125814.9658	113519.1255	102766.4393	114120.8363	95254.05677
10	125899.0858	122208.7521	87896.60647	105922.9631	79251.02267
11	127761.5138	130856.3102	89722.78526	95462.32344	59763.85522
12	135375.8372	131934.4732	89395.36156	89101.02691	55152.02669
13	136336.407	126598.3721	86487.55864	80343.1578	49937.96389
14	129008.0764	116049.3152	80875.79781	69969.32946	44221.14963
15	114258.0434	101679.373	71647.44325	59335.28019	37952.36689
16	96913.923	87107.17989	63232.41281	50417.25167	33041.93372
17	81583.95107	73104.48876	53842.48311	42082.8104	27599.15922
18	64644.20888	56941.03684	42039.01256	32804.50855	21025.83991
19	43158.46524	37560.79085	27681.74873	21693.00775	13549.80169
20	17836.87167	15409.86768	11332.09023	8921.995894	5473.159054

**Tabel 5.88 Gaya Geser Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Gaya Geser (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	212594.6367	201989.7354	229641.2915	249479.7089	243179.1624
2	203477.2595	208331.5217	232422.9093	247292.1503	240224.3322
3	199594.5795	211899.7724	231432.0448	240992.8804	245054.8613
4	203534.2876	211948.5941	226081.7884	230055.5233	250490.8502
5	204209.2144	208017.9209	217537.2756	216369.651	255791.7502
6	201678.556	200899.7994	205579.6033	199918.6964	255394.6083
7	196025.0592	191102.6263	191461.7821	181011.9009	245865.9873
8	188021.1372	179229.1748	175840.6211	160053.4966	226718.9724
9	177917.0009	165707.7294	158670.9458	137389.7235	197212.0958
10	166850.9625	159865.4936	142234.6786	132807.7698	158372.1283
11	179305.5436	165417.1585	142857.5133	135091.2292	113423.1255
12	185004.0849	165582.684	146810.8095	133386.1161	103417.1733
13	183731.7503	159465.9049	147189.3859	128608.6002	92555.18515
14	175616.8756	149218.2269	141957.2375	120346.7746	81016.05855
15	161008.9215	133180.5494	131227.9654	108820.1695	68955.1762
16	142349.1314	121248.584	117131.2432	95073.52322	57224.41126
17	118695.5286	104186.1256	97626.67828	78271.74292	45221.2295
18	91275.93739	80298.79098	73801.00914	58935.05397	33012.41247
19	59589.16829	52197.31724	47254.00523	37674.67523	20659.33941
20	24147.35248	21180.07823	19124.32869	15151.27802	8210.618819

**Tabel 5.89 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	166143587.1	157818643.5	104868583.5	79896324.09	55106605.25
2	127637694.2	121080564.1	78534767.84	58238268.79	37005303.11
3	91848028.52	86898968.49	54832886.86	38885867.12	21896623.47
4	60535745.4	56909947.18	35022723.39	23426431.15	11338549.08
5	34849848.15	32914205.51	20263373.05	13436030.93	6482778.887
6	15677335.62	14905740.49	9171552.542	6033076.322	2907421.945
7	3893134.554	3747833.396	2293094.714	1500314.619	722806.5236

**Tabel 5.90 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	58922800.44	65119154.05	67446432.65	59477945.21	59717244.55
2	49040284.05	52772342.54	54731724.23	45013195.41	42963240.2
3	39123308.6	40075507.14	42917741.6	31676759.33	26600174.45
4	29058184.84	27876034.31	29667288.65	20743807.05	14925238.71
5	18654232.02	17275094.44	17624087.21	12309044.47	8771475.489
6	9668819.269	9064016.294	8624710.002	5824658.481	4020413.074
7	2879773.027	2618626.645	2354808.995	1516943.323	1013457.573

**Tabel 5.91 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	73479860.43	76189701.4	59028176.12	49095788.7	38675938.01
2	59519762.08	59361017.36	46628274.15	38562364.63	28837709.2
3	46801397.74	44611027.66	33523485.34	27496342.47	18216611.13
4	34749041.53	30072680.93	22576533.1	18092125.68	10252275.52
5	23331101.63	18655569.56	13990479.76	10857610.21	6087127.357
6	12097282.34	9217721.523	6692491.468	5136499.059	2806920.369
7	3310909.242	2484044.997	1730183.422	1322926.373	709660.9747

**Tabel 5.92 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 7 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	119134259.9	134371870.2	146690880.3	121186406.1	117293403.8
2	101927316.6	110717774.1	110310759.6	90078371.87	81885078.2
3	81585577.51	85158927.58	79263603.07	66952612.47	50111446.23
4	59051564	59185483.73	55973899.49	45135718.38	27243093.34
5	36519402.8	35575022.55	34476590.12	27241508.77	15902452.56
6	17311201.2	16557794.73	16315464.6	12697759.67	7242260.982
7	4479162.238	4219020.521	4182618.068	3228718.89	1817384.99

**Tabel 5.93 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	591504010.1	423385699.5	315312251.9	303504309.9	231905889.6
2	492310971	345933749.9	255393627.2	243856112.8	178997303.5
3	399454792.7	274644705.7	201125549.4	187589713.6	130285327.4
4	313941111	212755544.2	152947879.7	138655797.8	90063555.96
5	236834904.5	158439084.6	111694744.8	99018237.6	57946895.39
6	169288044.9	111985517.3	77601485.07	67037131.87	35727683.19
7	111748931.8	73961583.13	51195741.7	44335556.09	23647032.41
8	65189979.41	43216831.05	29869937.63	25871655.81	13812127.47
9	30510797.73	20253639.82	13972777.17	12097077.62	6462998.288
10	8550068.097	56.80597424	3912174.342	3385549.82	1809342.828

**Tabel 5.94 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	144157483.1	128852897.3	122070888.1	110006541.1	116087823.4
2	130261710.7	113520339.6	102896333.3	99669937.47	98347404.11
3	115153468.9	103056795.8	96174161.89	88873462.86	78998966.52
4	98868094.42	89090673.25	85720324.94	74922554.31	60991074.66
5	81133504.98	75278891.93	71515663.45	58945116.38	44497868.18
6	62562030.84	60309206.87	54855911.59	42881589.62	30047568.19
7	45777435.11	43355854.18	38281252.49	29301135.33	20269105.5
8	29350364.29	26940541.97	23354993.22	17550362.65	11980747.96
9	14763659.34	13299974.26	11313547.74	8368041.471	5642987.632
10	4402242.719	3889144.828	3245964.291	2396310.668	1602544.144

**Tabel 5.95 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	136623719.7	133218174.5	142640056.3	143994430.3	131287896.6
2	128650671.1	112882838.7	125595861.2	120792912.4	107279657.8
3	119888440.2	96228533.78	107972128.7	100822555.5	84715483.15
4	108084247.8	78905307.24	92532608.65	79385167.72	63019047.02
5	91812951.17	62804978.22	76081862.63	61583971.47	44271552.22
6	73016768.68	50454251.97	58094089.44	46774536.83	29957050.83
7	53276355.56	36340899.54	40603989.86	32614145.38	20350413.03
8	34498657.43	22865436.92	25326251.41	20010596.03	12136834.19
9	17475392.7	11846855.75	12686951.53	10076464.64	5766701.649
10	5215814.668	3661803.771	3760139.203	2969911.42	1630251.814

**Tabel 5.96 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 10 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	226414887.2	224229155	210947976.1	226680994.9	246631344.9
2	194055008.6	189500526.6	174008910.3	203763837.4	203696310.2
3	161322123.1	155223224	138709455.2	176752918.3	158597549.1
4	129934295.8	122858161.2	121561319.2	144686347.7	113720155.5
5	106229985.1	103380177.9	102780116.1	111719475.3	74020797.88
6	84363259.46	86651580.57	81445299.22	79984360.5	44998669.05
7	60148592.23	65613168.3	59116990.87	54456528.88	29568592.06
8	41812814.56	43218657.48	37654182.46	32449209.68	17392347.84
9	22748340.17	22408307.33	18991184.16	15375751.75	8217573.412
10	7142285.069	6820639.244	5625769.638	4334596.806	2313536.389

**Tabel 5.97 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	1794101168	1241341132	896130621.3	874728454.7	602030016.4
2	1589937808	1086510714	779715806.8	759824838.5	507978505.8
3	1393789355	939505811.8	669942833.7	648832455.8	418103188.3
4	1206561219	801576958.4	568454161.2	543118057.2	334348776.5
5	1029990573	674930137.3	475288893.3	444767167.8	258930835.9
6	864934333.4	562036206.4	390755458.2	357822369.3	194125205.6
7	711946593.7	459257593	315684446.6	286248786.3	142042491.8
8	571513079.4	366818870.4	250218417.8	224872231.6	103647414.2
9	444813595.8	285446954.1	194710384.7	175585623.9	79956128.81
10	332847754.7	213582635.4	145593397.7	131726569.9	59301600.28
11	236301908.2	151746648.1	103287457.5	93703229.16	41761834.44
12	155164478.9	99746102.06	67775189.9	61616587.67	27218556.99
13	90268277.25	58094238.09	39402012.92	35873036.4	15728651.34
14	42363729.2	27290062.37	18481821.31	16836435.04	7339356.984
15	12101368.78	7800519.349	5278162.378	4808093.736	2087695.552

**Tabel 5.98 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	434543650.9	358854119.4	331738927.4	312059114.6	335890086.7
2	407817403.4	316765346.7	291037709.6	289841119.3	296430016.3
3	380331905.8	297636158	285472226.6	274579783.2	257333141.8
4	350594971	276994648.1	273702452.1	253813975.5	222102598.5
5	318747766	253378735.4	256534505.2	229610914.7	187357231.6
6	283658994.6	237037656	232595290	201361921.5	152805495
7	247217829.3	214058498.1	205411327.5	171461534.9	121783989.3
8	210368329.4	185905920.5	174631135	141287156.5	95294905.97
9	172673870.5	154405148.8	142001137.5	112506695.4	75861000.59
10	135873927.2	121800866.3	109712410.3	85447248.14	58281276.69
11	100303183.3	89920655.98	79450950.88	61421693.8	42448799.76
12	68013031.73	60700445.55	53014361	42050982.69	28547405.29
13	40480579.49	35985941.36	32488772.65	25259036.93	16950859.82
14	19300945.33	17290598.58	16007866.97	12123369.39	8080068.08
15	5660992.897	5020020.023	4745279.545	3511105.141	2331498.64

**Tabel 5.99 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
1	410808523.7	373098376	398736838.8	411967939.1	355890042.8
2	396042401.9	332471100.6	366469602.9	385069056.4	313403108.3
3	378042040.5	291876954.6	333549571.9	351739671.8	271718670.5
4	357328202.9	256985978.9	297392448.8	312529174.2	230474214.7
5	333864848	224910022.4	269630253.6	270098324.6	190426167.8
6	306594589.5	206214304.6	241155211.9	226499724.6	153376263
7	275902065.8	186276932	209998581.3	184047879	122288756.4
8	240055960.4	162867764.7	176987681.9	149458797.9	96964261.08
9	199704656.3	136656141.9	143214499.1	121976683.5	77309960.73
10	157443443.6	109610624.9	111026845.3	97061023.5	59124082.93
11	117554836.7	83091462.49	82469530.29	73312612.11	42779153.72
12	81415103.56	58198760.88	56618622.21	51079134.05	28548471.87
13	49837668.03	36016765.53	34828384.24	31297597.31	16821862.46
14	24459495.11	17841780.79	17137733.02	15295558.39	7965971.885
15	7222166.021	5303070.773	5058439.638	4488447.105	2287986.55

Tabel 5.100 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 15 Akibat Gempa Gilroy

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	635683806.7	630536251.4	594844401.3	644657422.9	723596334.3
2	574524404.8	564497362.8	523597931.9	600014073.1	615442874.3
3	511580752	498175185.7	453533808.3	550746708.6	518965519.8
4	449174100.2	433546846.8	406291905	495916545.2	431847353.2
5	388980902.6	371753993.3	377897983	437948143.4	347994568.4
6	339069030.5	318636876.4	344231429.9	377930205.7	270109618.3
7	308052769.2	296364607.3	305969051.7	316887809.4	215405260.5
8	268991809.6	265828696.3	264156760.4	260303687.7	170725552.7
9	223779250	228061984.2	219884278.5	208156412	135564835.8
10	175675678.2	186276215.9	175111913.5	159263440.6	103090240.9
11	137312915	143359958.3	131283950.8	115062326.2	74098460.77
12	98796288.44	100707675.7	90285596.69	76669017.57	49101949.23
13	62277280.27	61673332.83	54613344.8	45249744.67	28738701.74
14	31063583.14	30022474.33	26620128.13	21446514.69	13532468.6
15	9227895.206	8884236.28	7803136.255	6162359.478	3871418.143





**Tabel 5.101 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Bucharest**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	4168145065	2836644733	1851101779	1287034258	1321311119
2	3814078033	2585315947	1664432852	1147253812	1168298271
3	3468289302	2341440659	1485819522	1015101148	1019023538
4	3132498590	2107129182	1315900859	890393027.4	875463240.4
5	2808518787	1881667969	1161973364	773531022.1	739574335.2
6	2498190507	1665931007	1017543685	665017146.2	613254791.8
7	2201187068	1460832244	882469528.6	565820626.5	498808075.7
8	1918719452	1267299144	757123278.9	475939116.3	398615745.8
9	1651989400	1086648668	642140245.6	395706562.9	312817086.1
10	1403005483	919568670.5	538163012.8	325653537.9	243638366.6
11	1172064181	766731750.2	445800601.1	266346587.9	191375923.8
12	959234997.5	628382918.9	365095397.5	217792047.3	155939146.2
13	765632312.2	502345239.2	291729352.4	173741365.1	123982324.3
14	592322665.9	389327858.9	226043414.2	134394995.6	95606447.4
15	440487785.6	289999841.4	168416883.6	99940954.81	70895499.86
16	310909865.5	204998601.8	119133897.5	70554858.04	49924368.21
17	202958969.8	134054929.5	77975018.31	46107558.81	32542181.6
18	117383350.6	77685345.45	45231328.68	26706979.09	18808122.98
19	54780074.76	36332294.59	21171653.81	12485418.91	8777940.254
20	15579631.72	10353141.65	6035724.284	3555613.171	2497340.212

**Tabel 5.102 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Elcentro**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	647549014.3	674418824.2	554352375.8	463381662.3	522524989.3
2	620960612.5	642963435.6	499528733.4	449454682.9	480986145.8
3	594648271.8	610198176	446181556	441663591.2	439454178.2
4	567376316.8	577049999.1	410823840.1	427547777.3	396625542.3
5	538199303.3	543173478.5	399699825.4	408267365.1	352185176.4
6	506692926.7	506499565.3	387848426.3	384292830.8	307003744.9
7	472895315.3	468253139.2	369056924.1	354555785.6	262554261.8
8	436785551	428090577.5	345741895.8	321872071.8	220676403.7
9	398167691.1	385628310.9	317948940.5	286612249.6	182636774.6
10	356916367.3	342219343.9	285437565.3	249418483.6	152767440.1
11	313371144.5	298389320.7	249624908	212119922	130694672.7
12	268817435.4	253894110.6	212201424.9	176625459.3	113423881
13	224564685.1	209726842.7	174842803.4	142743188.8	95813649.85
14	181473435.3	167809962.6	138697914.9	111333463.7	78190331.27
15	140397626.7	128739524.2	105001650.7	85150119.78	61014680.46
16	102885743.7	92966236.64	75093422.46	62904896.68	44873659.59
17	69769098.64	62068094.03	49923381.07	42709947.41	30337692.44
18	41675568.85	36506656.25	29344377.19	25513153.6	18050876.25
19	19991787.7	17246695.99	13959964.21	12203530.64	8605664.688
20	5842999.11	4980593.513	4041885.71	3527506.692	2481747.313

**Tabel 5.103 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Koyna**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	659305592.8	639705550.1	552210451.1	628331887.9	592134463.9
2	642990745.9	622155484.7	498568921.4	582451415.9	535071501.5
3	624078512.8	600665609.7	447029515.7	535526689.8	475303054.9
4	600209278	574744462.6	405929147	486812769.6	412891107.1
5	570854481.7	545337152.9	364493022.2	442348613.6	359219890.3
6	537132660.8	513918731.2	342209897.8	401844248.4	315241435.3
7	500983709.1	481247649.8	328702439.8	362298449.4	272198159.2
8	463853984.9	446913770.9	311346222.5	320518073.3	230704195.2
9	425867548.2	410077683	288079784	279951910	191512086
10	386727334.4	369121321.3	259628202.5	238143351.5	156084090.6
11	343647232.6	323293039.3	227627179.8	198422240.3	126516083.9
12	296558772.4	274221922.9	194285804.9	163394812.9	104237696.4
13	246755764.8	225725760.9	161289637.9	131365289.3	83832038.87
14	197440097.7	179699822.4	129608765.4	103887223.4	66866661.25
15	152447992.4	137744524.4	100693512.4	79719291.82	51718492.71
16	113106302.2	101077661.7	74272836.62	58298872.35	37758710.1
17	77708811.32	68631069.05	50585750.49	39563370.97	25367984.95
18	47114829.67	41216885.76	30394819.32	23782317.07	15018300.25
19	22873251.34	19863996.95	14630189.61	11480626.37	7133610.281
20	6688826.875	5778700.379	4249533.838	3345748.46	2052434.645

**Tabel 5.104 Momen Guling Maksimum Struktur Tingkat 20 Akibat Gempa Gilroy**

Tingkat	Momen Guling (kg.cm)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	1010576515	972084321	960000480.9	881619963.5	1048367574
2	944306736.1	898880580.9	878070264	793124698.2	977436997.4
3	873584320.8	823852646.4	795117124.2	704669090.7	902686562.4
4	799600064.6	746850687.8	712514667.7	632594095.5	820403764.9
5	730872658.9	670240487.2	632517948	600315865.7	730911640.8
6	717314455.6	595073135.7	555392672.4	564077495	636764795.8
7	692448365.8	570336231.8	538837833.9	524402708.3	541532796
8	656517214.6	540128323.8	515593977.8	481627724.6	451112481.7
9	610306199.7	504150591.1	483396704.6	436189234.8	366992265.9
10	555020772.1	457760419.5	442919132.5	388730319.4	293275071.9
11	492451661.2	404772064.1	395200541.4	339271247.1	233885523.8
12	425517684.4	347458909.2	342050534.6	289521885	191351851.7
13	357028747.6	287191325.8	288497143.7	240320386.9	152570411.8
14	288780148.6	240082614.8	234723182.1	192646539.3	117862217.3
15	223260338.6	190755650.6	182177030.9	147722416.1	87481195.37
16	162881993	141877351.2	132966543.8	106914852.5	61623004.3
17	109501068.7	96409132.22	89042327.6	71262281.3	40163850.08
18	65629671.81	57567798.79	52432323.25	41910377.71	23205889.01
19	31401195.29	27516523.3	24891875.22	19809732.47	10826234.34
20	9055257.179	7942529.337	7171623.259	5681729.258	3078982.057

Tabel 5.105 Static Ekvivalen Struktur Tingkat 7

Tingkat	Gaya Horizontal Static Ekvivalen (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	6451.86176	6781.080293	7252.508597	7983.674079	9270.850271
2	12903.72352	13562.16059	14505.01719	15967.34816	18541.70054
3	19355.58528	20343.24088	21757.52579	23951.02224	27812.55081
4	25807.44704	21699.45694	17406.02063	12773.87853	7416.680217
5	32259.3088	27124.32117	21757.52579	15967.34816	9270.850271
6	38711.17056	32549.18541	26109.03095	19160.81779	11125.02033
7	21965.00866	18468.65204	14814.46008	10871.99179	6312.420013

Tabel 5.106 Static Ekvivalen Struktur Tingkat 10

Tingkat	Gaya Horizontal Static Ekvivalen (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	4986.296369	5250.400823	5617.87583	6164.176944	7061.813078
2	10291.35902	10836.45172	11594.89385	12722.42027	14575.07704
3	15437.03852	16254.67758	17392.34077	19083.6304	21862.61555
4	20582.71803	21672.90343	23189.78769	25444.84053	29150.15407
5	24931.48184	26252.00411	28089.37915	30820.88472	35309.06539
6	29917.77821	25201.92395	20224.35299	14794.02467	8474.175694
7	34904.07458	29402.24461	23595.07849	17259.69544	9886.538309
8	39890.37095	33602.56527	26965.80398	19725.36622	11298.90092
9	44876.66732	37802.88592	30336.52948	22191.037	12711.26354
10	31060.40466	26164.44144	20996.76598	15359.04135	8797.823299

Tabel 5.107 Static Ekvivalen Struktur Tingkat 15

Tingkat	Gaya Horizontal Static Ekvivalen (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	3388.575281	3578.152186	3847.831314	4261.979814	4979.159246
2	7116.164698	7514.28496	8080.623593	8950.354582	10456.46454
3	10674.24705	11271.42744	12120.93539	13425.53187	15684.6968
4	14232.3294	15028.56992	16161.24719	17900.70916	20912.92907
5	17790.41174	18785.7124	20201.55898	22375.88646	26141.16134
6	20331.45169	21468.91312	23086.98789	25571.87888	29874.95548
7	23720.02697	25047.06531	26934.8192	29833.8587	34854.11472
8	27108.60225	22900.17399	18469.59031	13638.3354	7966.654794
9	30497.17753	25762.69574	20778.2891	15343.12733	8962.486644
10	31908.16731	26954.63884	21739.62244	16052.99616	9377.147214
11	35098.98404	29650.10273	23913.58468	17658.29578	10314.86194
12	38289.80077	32345.56661	26087.54692	19263.5954	11252.57666
13	41480.6175	35041.0305	28261.50917	20868.89501	12190.29138
14	44671.43423	37736.49438	30435.47141	22474.19463	13128.0061
15	31476.66397	26590.1235	21445.63126	15835.90687	9250.337351

Tabel 5.108 Static Ekvivalen Struktur Tingkat 20

Tingkat	Gaya Horizontal Static Ekvivalen (kg)				
	Tipikal	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4
1	2071.125101	2187.398307	2350.105449	2594.001484	3000.056328
2	4349.458432	4593.637538	4935.330055	5447.523001	6300.25694
3	6524.187648	6890.456307	7402.995082	8171.284501	9450.38541
4	8698.916864	9187.275076	9870.66011	10895.046	12600.51388
5	10873.64608	11484.09384	12338.32514	13618.8075	15750.64235
6	13048.3753	13780.91261	14805.99016	16342.569	18900.77082
7	15223.10451	16077.73138	17273.65519	19066.3305	22050.89929
8	17397.83373	18374.55015	19741.32022	21790.092	25201.02776
9	19572.56294	20671.36892	22208.98525	24513.8535	28351.15623
10	20711.25101	21873.98307	23501.05449	25940.01484	30000.56328
11	22782.37611	19249.1051	15510.69596	11413.60653	6600.123922
12	24853.50121	20999.02375	16920.75923	12451.20712	7200.135187
13	26924.62632	22748.94239	18330.8225	13488.80771	7800.146453
14	28995.75142	24498.86104	19740.88577	14526.40831	8400.157718
15	29253.80171	24716.89085	19916.57156	14655.68738	8474.915677
16	31204.05516	26364.68358	21244.34299	15632.73321	9039.910056
17	33154.30861	28012.4763	22572.11443	16609.77904	9604.904434
18	35104.56206	29660.26902	23899.88587	17586.82486	10169.89881
19	37054.8155	31308.06175	25227.6573	18563.87069	10734.89319
20	25651.72811	21673.45531	17464.20802	12851.10605	7431.383957

**PERHITUNGAN MANUAL  
DENGAN STRUKTUR TINGKAT 5  
BENTANG 1**

**L= 800 cm**

**b kolom= 30mm**

**h kolom= 45mm**

**q =2,5 t/m**

**$M = \frac{q \cdot l}{g}$**

**m1= 20,408 kg.dt<sup>2</sup>/cm**

**m2= 20,408 kg.dt<sup>2</sup>/cm**

**m3= 20,408 kg.dt<sup>2</sup>/cm**

**m4= 20,408 kg.dt<sup>2</sup>/cm**

**m5= 16,327 kg.dt<sup>2</sup>/cm**

**h =380 cm**

**Dt = 0,01**

**x = 5%**

**K1 = 9964.098265kg/cm**

**K2 =9964.098265 kg/cm**

**K3 =9964.098265 kg/cm**

**K4 =9964.098265 kg/cm**

**K5 =9964.098265 kg/cm**

**A. MENCARI *MODE SHAPE***

### A. MENCARI *MODE SHAPE*

$$M = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & m_5 \end{bmatrix}$$

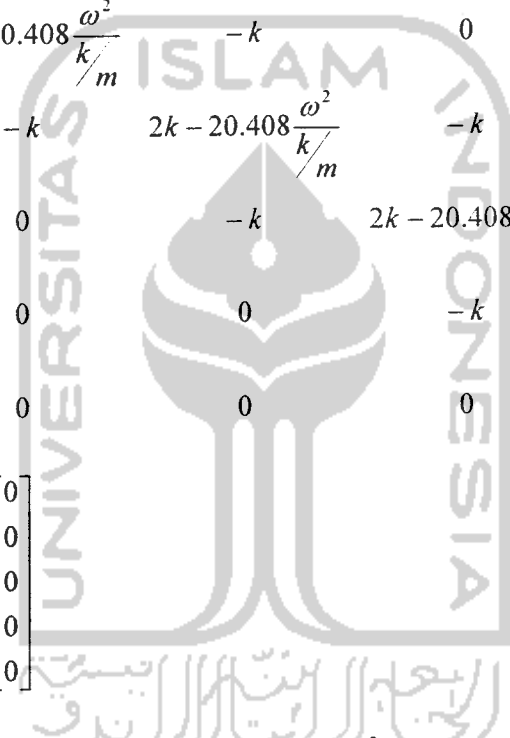
$$= \begin{bmatrix} 20.408 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 20.408 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 20.408 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 20.408 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 16.327 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.8 \end{bmatrix}$$

$$K = \begin{bmatrix} (k_1+k_2) & -k_2 & 0 & 0 & 0 \\ -k_2 & (k_2+k_3) & -k_3 & 0 & 0 \\ 0 & -k_3 & (k_3+k_4) & -k_4 & 0 \\ 0 & 0 & -k_4 & (k_4+k_5) & -k_5 \\ 0 & 0 & 0 & -k_5 & k_5 \end{bmatrix}$$

$$K = \begin{bmatrix} 2k & -k & 0 & 0 & 0 \\ -k & 2k & -k & 0 & 0 \\ 0 & -k & 2k & -k & 0 \\ 0 & 0 & -k & 2k & -k \\ 0 & 0 & 0 & -k & k \end{bmatrix}$$

Dengan memperhatikan matrik-matrik di atas, maka persamaan *eigenproblem* yang dapat disusun adalah sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} 2k - 20.408\omega^2 m & -k & 0 & 0 & 0 \\ -k & 2k - 20.408\omega^2 m & -k & 0 & 0 \\ 0 & -k & 2k - 20.408\omega^2 m & -k & 0 \\ 0 & 0 & -k & 2k - 20.408\omega^2 m & -k \\ 0 & 0 & 0 & -k & k - 16.327\omega^2 m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \\ \phi_4 \\ \phi_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$



$$\begin{bmatrix} 2k - 20.408 \frac{\omega^2}{k/m} & -k & 0 & 0 & 0 \\ -k & 2k - 20.408 \frac{\omega^2}{k/m} & -k & 0 & 0 \\ 0 & -k & 2k - 20.408 \frac{\omega^2}{k/m} & -k & 0 \\ 0 & 0 & -k & 2k - 20.408 \frac{\omega^2}{k/m} & -k \\ 0 & 0 & 0 & -k & k - 16.327 \frac{\omega^2}{k/m} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \\ \phi_4 \\ \phi_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Apabila diambil notasi bahwa  $\lambda = \frac{\omega^2}{k/m}$  maka persamaan tersebut akan menjadi :

Hasil akhir persamaan diatas adalah berbentuk persamaan polynomial yang akan dicari akar-akarnya dalam bentuk nilai- nilai  $\lambda$ . Dari persamaan diatas diperoleh akar-akar sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} 2k - 20.408\lambda & -k & 0 & 0 & 0 \\ -k & 2k - 20.408\lambda & -k & 0 & 0 \\ 0 & -k & 2k - 20.408\lambda & -k & 0 \\ 0 & 0 & -k & 2k - 20.408\lambda & -k \\ 0 & 0 & 0 & -k & k - 16.327\lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \\ \phi_4 \\ \phi_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_1 = 0.162$$

$$\lambda_2 = 1.3806$$

$$\lambda_3 = 3.4307$$

$$\lambda_4 = 5.6617$$

$$\lambda_5 = 7.365$$

maka :

$$\omega_1 = \sqrt{\lambda_1 \frac{K}{M}} = 8.893537655 \text{ rad/dt}$$

$$\omega_2 = \sqrt{\lambda_2 \frac{K}{M}} = 25.96276698 \text{ rad/dt}$$

$$\omega_3 = \sqrt{\lambda_3 \frac{K}{M}} = 40.92685871 \text{ rad/dt}$$

$$\omega_4 = \sqrt{\lambda_4 \frac{K}{M}} = 52.57635421 \text{ rad/dt}$$

$$\omega_5 = \sqrt{\lambda_5 \frac{K}{M}} = 59.96577026 \text{ rad/dt}$$

**MANUAL PERHITUNGAN MODAL ANALIS  
(CENTRAL DIFFERENCE)**

$$[\phi] = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} & \phi_{13} & \phi_{14} & \phi_{15} \\ \phi_{21} & \phi_{22} & \phi_{23} & \phi_{24} & \phi_{25} \\ \phi_{31} & \phi_{32} & \phi_{33} & \phi_{34} & \phi_{35} \\ \phi_{41} & \phi_{42} & \phi_{43} & \phi_{44} & \phi_{45} \\ \phi_{51} & \phi_{52} & \phi_{53} & \phi_{54} & \phi_{55} \end{bmatrix}$$

$$[\phi] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1.919 & 1.3097 & 0.28465 & -0.83085 & -1.6825 \\ 2.682561 & 0.715314 & -0.91897 & -0.30969 & 1.830806 \\ 3.228835 & -0.37285 & -0.54624 & 1.088155 & -1.39783 \\ 3.513573 & -1.20364 & 0.763488 & -0.5944 & 0.521045 \end{bmatrix}$$

$$[\phi]^T = \begin{bmatrix} 1 & 1.919 & 2.682561 & 3.2288346 & 3.5135725 \\ 1 & 1.3097 & 0.7153141 & -0.372853 & -1.20364 \\ 1 & 0.28465 & -0.918974 & -0.546236 & 0.7634883 \\ 1 & -0.83085 & -0.309688 & 1.0881545 & -0.594405 \\ 1 & -1.6825 & 1.8308063 & -1.397832 & 0.5210453 \end{bmatrix}$$

$$[\phi]^T [M] = \begin{bmatrix} 1 & 1.919 & 2.682561 & 3.2288346 & 3.5135725 \\ 1 & 1.3097 & 0.7153141 & -0.372853 & -1.20364 \\ 1 & 0.28465 & -0.918974 & -0.546236 & 0.7634883 \\ 1 & -0.83085 & -0.309688 & 1.0881545 & -0.594405 \\ 1 & -1.6825 & 1.8308063 & -1.397832 & 0.5210453 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12.34397 \\ 1.448521 \\ 0.582928 \\ 0.353211 \\ 0.27152 \end{bmatrix}$$

$$[\phi]^T [M]^T [\phi] = \begin{bmatrix} 34.64926 \\ 4.814757 \\ 2.806828 \\ 3.323616 \\ 9.408079 \end{bmatrix}$$



Mencari Nilai "a"

$$\mathbf{a} = \left[ \omega^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right]$$

$$\mathbf{a}_1 = \left[ \omega_1^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right] = -19920.90499$$

$$\mathbf{a}_2 = \left[ \omega_2^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right] = -19325.93473$$

$$\mathbf{a}_3 = \left[ \omega_3^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right] = -18324.99224$$

$$\mathbf{a}_4 = \left[ \omega_4^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right] = -17235.72698$$

$$\mathbf{a}_5 = \left[ \omega_5^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right] = -16404.1064$$

Mencari Nilai "b"

$$\mathbf{b} = \left[ \frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi\omega}{2\Delta t} \right]$$

$$\mathbf{b}_1 = \left[ \frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi\omega_1}{2\Delta t} \right] = 9955.532312$$

$$\mathbf{b}_2 = \left[ \frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi\omega_2}{2\Delta t} \right] = 9870.186165$$

$$\mathbf{b}_3 = \left[ \frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi\omega_3}{2\Delta t} \right] = 9795.365706$$

$$\mathbf{b}_4 = \left[ \frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi\omega_4}{2\Delta t} \right] = 9737.118229$$

$$\mathbf{b}_5 = \left[ \frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi\omega_5}{2\Delta t} \right] = 9700.171149$$

Mencari Nilai "kb"

$$\mathbf{kb} = \left[ \frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi\omega}{2\Delta t} \right]$$

$$\mathbf{kb}_1 = \left[ \frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi\omega_1}{2\Delta t} \right] = 10044.5$$

$$kb_1 = \left[ \frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi\omega_1}{2\Delta t} \right] = 10044.5$$

$$kb_2 = \left[ \frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi\omega_2}{2\Delta t} \right] = 10129.8$$

$$kb_3 = \left[ \frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi\omega_3}{2\Delta t} \right] = 10204.6$$

$$kb_4 = \left[ \frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi\omega_4}{2\Delta t} \right] = 10262.9$$

$$kb_5 = \left[ \frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi\omega_5}{2\Delta t} \right] = 10299.8$$

Mencari Partisipasi  $\Gamma$

- Mencari P

$$P = M * \Sigma[f][M]$$

$$P_1 = M_1 * \Sigma[f][m] = 1000 * 12.34396808 = 251.9177159 \frac{kg \cdot dt^2}{cm}$$

$$P_2 = M_2 * \Sigma[f][m] = 1000 * 1.448521111 = 29.56165533 \frac{kg \cdot dt^2}{cm}$$

$$P_3 = M_3 * \Sigma[f][m] = 1000 * 0.58292785 = 11.89648673 \frac{kg \cdot dt^2}{cm}$$

$$P_4 = M_4 * \Sigma[f][m] = 1000 * 0.353211335 = 7.208394583 \frac{kg \cdot dt^2}{cm}$$

$$P_5 = M_5 * \Sigma[f][m] = 1000 * 0.271520009 = 5.541224682 \frac{kg \cdot dt^2}{cm}$$

- Mencari M<sup>^</sup>

$$M^{\wedge} = m * [\phi][M]^T[\phi]$$

$$M^{\wedge}1 = m * [\phi][M]^T[\phi] = 1000 * 34.64925897 = 707.1277341 \frac{kg \cdot dt^2}{cm}$$

$$M^2 = m \cdot [\phi][M]^T[\phi] = 1000 \cdot 4.814756669 = 98.26034019 \frac{kg \cdot dt^2}{cm}$$

$$M^3 = m \cdot [\phi][M]^T[\phi] = 1000 \cdot 2.806827718 = 57.28219833 \frac{kg \cdot dt^2}{cm}$$

$$M^4 = m \cdot [\phi][M]^T[\phi] = 1000 \cdot 3.323615956 = 67.82889707 \frac{kg \cdot dt^2}{cm}$$

$$M^5 = m \cdot [\phi][M]^T[\phi] = 1000 \cdot 9.4080789 = 192.0016102 \frac{kg \cdot dt^2}{cm}$$

$$\Gamma_1 = \frac{P_1}{M_1} = 0.356$$

$$\Gamma_2 = \frac{P_2}{M_2} = 0.301$$

$$\Gamma_3 = \frac{P_3}{M_3} = 0.208$$

$$\Gamma_4 = \frac{P_4}{M_4} = 0.106$$

$$\Gamma_5 = \frac{P_5}{M_5} = 0.029$$

No.(i)	t	EI Centro
0	0	0
1	0,01	-0,098
2	0,02	-0,196
3	0,03	-0,294
4	0,04	-0,392
5	0,05	-0,49

Dimisalkan  $g_0 = 0$

$$g_{i+1} = \frac{-\ddot{y}_i - ag_i - bg_{i-1}}{kb}$$

G1 maka yang digunakan  $a_1, b_1, kb_1$

$$g_0 = 0$$

$$i=0 \dots \dots \dots g_1 = \frac{-\ddot{y}_0 - ag_0 - bg_0}{kb}$$

$$= \frac{-0 - (-19920.9 * 0) - (9955.532 * 0)}{10044.5} = 0$$

$$i=1 \dots\dots\dots g_2 = \frac{-\ddot{y}_1 - ag_1 - bg_0}{kb} \\ = \frac{-(-0.098) - (-19920.9 * 0) - (9955.532 * 0)}{10044.5} = 9.76E-06$$

$$i=2 \dots\dots\dots g_3 = \frac{-\ddot{y}_2 - ag_2 - bg_1}{kb} \\ = \frac{-(-0.196) - (-19920.9 * 9.76E-06) - (9955.532 * 0)}{10044.5} = 3.89E-05$$

$$i=3 \dots\dots\dots g_4 = \frac{-\ddot{y}_3 - ag_3 - bg_2}{kb} \\ = \frac{-(-0.294) - (-19920.9 * 3.89E-05) - (9955.532 * 9.76E-06)}{10044.5} = 9.67E-05$$

$$i=4 \dots\dots\dots g_5 = \frac{-\ddot{y}_4 - ag_4 - bg_3}{kb} \\ = \frac{-(-0.392) - (-19920.9 * 9.67E-05) - (9955.532 * 3.89E-05)}{10044.5} = 1.92E-04$$

$$i=5 \dots\dots\dots g_6 = \frac{-\ddot{y}_5 - ag_5 - bg_4}{kb} \\ = \frac{-(-0.49) - (-19920.9 * 1.92E-04) - (9955.532 * 9.67E-05)}{10044.5} = 3.34E-04$$

**Mencari nilai Z**

**Misal Z<sub>1</sub> maka digunakan g<sub>1</sub>**

$$Z_1 = \Gamma_1 * g_1 = 0.356 * 0 = 0$$

$$Z_2 = \Gamma_1 * g_2 = 0.356 * 9.76E-06 = 3.48E-06$$

$$Z_3 = \Gamma_1 * g_3 = 0.356 * 3.89E-05 = 1.38E-05$$

$$Z_4 = \Gamma_1 * g_4 = 0.356 * 9.67E-05 = 3.44E-05$$

$$Z_5 = \Gamma_1 * g_5 = 0.356 * 1.92E-04 = 6.85E-05$$

$$Z_6 = \Gamma_1 * g_6 = 0.356 * 3.34E-04 = 1.19E-04$$

➤ Mencari nilai simpangan Y

$Y_1$  maka g yang digunakan adalah  $G_1$

untuk  $i = 0$  maka yang dipakai  $g_1$  sehingga

$$Y = (\phi_{11} * Z_1) + (\phi_{12} * Z_2) + (\phi_{13} * Z_3)$$

Sampai  $i = n$  caranya sama.

➤ Mencari nilai Interstorey Drif (yy)

$$Yy = \frac{\Delta Y}{h} * 100\%$$

$$Yy1 = \frac{Y_1 - Y_0}{h} * 100\%$$

$$Yy2 = \frac{Y_2 - Y_1}{h} * 100\%$$

$$Yy3 = \frac{Y_3 - Y_2}{h} * 100\%$$

➤ Mencari Nilai F

$$F = [Y] * [K]$$

➤ Mencari Nilai V

$$V = \sum F$$

$$V1 = F1 + F2 + F3 + F4 + F5 + F6 + F7$$

$$V2 = F2 + F3 + F4 + F5 + F6 + F7$$

$$V3 = F3 + F4 + F5 + F6 + F7$$

$$V4 = F4 + F5 + F6 + F7$$

$$V5 = F5 + F6 + F7$$

$$V6 = F6 + F7$$

$$V7 = F7$$

➤ Mencari Nilai Momen Guling (Mg)

$$Mg = \sum F \cdot h$$

$$h1 = 3,75$$

$$h2 = 7,5$$

$$h3 = 11,25$$

$$h4 = 15$$

$$h5 = 18,75$$

$$h6 = 22,5$$

$$h7 = 26,25$$

$$M1 = \sum \{(F1 \cdot h1) + (F2 \cdot h2) + (F3 \cdot h3) + (F4 \cdot h4) + (F5 \cdot h5) + (F6 \cdot h6) + (F7 \cdot h7)\}$$

$$M2 = \sum \{(F2 \cdot h1) + (F3 \cdot h2) + (F4 \cdot h3) + (F5 \cdot h4) + (F6 \cdot h5) + (F7 \cdot h6)\}$$

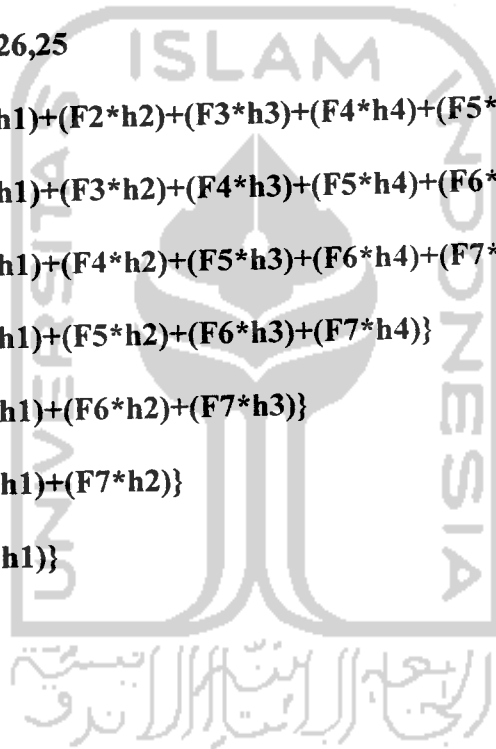
$$M3 = \sum \{(F3 \cdot h1) + (F4 \cdot h2) + (F5 \cdot h3) + (F6 \cdot h4) + (F7 \cdot h5)\}$$

$$M4 = \sum \{(F4 \cdot h1) + (F5 \cdot h2) + (F6 \cdot h3) + (F7 \cdot h4)\}$$

$$M5 = \sum \{(F5 \cdot h1) + (F6 \cdot h2) + (F7 \cdot h3)\}$$

$$M6 = \sum \{(F6 \cdot h1) + (F7 \cdot h2)\}$$

$$M7 = \sum \{(F7 \cdot h1)\}$$



Tingkat	Simpangan (cm)		Ketelitian (%)
	Excel	Prosip 2006	
1	9.67026E-06	9.67099E-06	-0.00000007
2	9.74466E-06	9.74521E-06	-0.00000005
3	9.76171E-06	9.76218E-06	-0.00000005
4	9.76868E-06	9.76898E-06	-0.00000003
5	9.772E-06	9.77156E-06	0.00000004

Tingkat	Interstorey Drift (%)		Ketelitian (%)
	Excel	Prosip 2006	
1	2.54481E-06	2.545E-06	-0.000000019
2	1.95779E-08	1.95313E-08	0.000000005
3	4.48801E-09	4.46653E-09	0.000000002
4	1.83296E-09	1.79076E-09	0.000000004
5	8.74256E-10	6.79186E-10	0.000000020

Tingkat	Gaya Horizontal Tingkat (kg)		Ketelitian (%)
	Excel	Prosip 2006	
1	0.09561414	0.095623135	-0.00089957
2	0.000571356	0.000570408	0.00009478
3	0.00010053	0.000101314	-0.00007846
4	3.63E-05	4.20882E-05	-0.00057882
5	3.31025E-05	2.57164E-05	0.00073861

Tingkat	Gaya Geser (kg)		Ketelitian (%)
	Excel	Prosip 2006	
1	0.096355427	0.096362662	-0.0007235
2	0.000741288	0.000739527	0.0001761
3	0.000169932	0.000169119	0.0000813
4	6.94025E-05	6.78046E-05	0.0001598
5	3.31025E-05	2.57164E-05	0.0007386

Tingkat	Momen Guling (t.m)		Ketelitian (%)
	Excel	Prosip 2006	
1	37.00027777	36.9986347	0.164306769
2	0.385215402	0.380823182	0.439221998
3	0.103526095	0.099803096	0.372299867
4	0.038951886	0.035537963	0.341392261
5	0.01257894	0.009772228	0.280671205

Kepada Yth.:

**Prof.Ir.H.Widodo,MSCE,Ph.D**

Di

Tempat

### **SURAT PERNYATAAN**

*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan kasih sayang-Nya serta salam dan shalawat senantiasa kita curahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, Sahabat, Keluarga dan pengikutnya sampai akhir zaman.

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Nur Hidayanti**

NIM : **01 511 036**

Jurusan : **Teknik Sipil**

Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**


Dengan ini mengajukan surat pernyataan pengunduran diri dari Tugas Akhir yang Bapak bimbing dikarenakan suatu hal

Demikian surat pernyataan ini saya buat, atas perhatian dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

*Billahitaufiq walhidayah*


*Wassalmu'alaikum Wr.Wb.*

Dosen Pembimbing

  
Prof.Ir.H.Widodo,MSCE,Ph.D

Yogyakarta, 27 Mei 2005

Hormat Saya

  
( Nur Hidayanti )



```

Option Explicit
' Variabel untuk buka database
Dim DB As New ADODB.Connection
'Public cmd As New
ADODB.Command
'Public rs As ADODB.Recordset
Dim myInfo() As String
Public idxInfo, idxSimulasi As Integer
Private Declare Sub Sleep Lib
"kernel32" (ByVal dwMilliseconds As
Long)
Private Declare Function ShellExecute
Lib "shell32.dll" Alias
"ShellExecuteA" (ByVal hwnd As
Long, ByVal lpOperation As String,
ByVal lpFile As String, ByVal
lpParameters As String, ByVal
lpDirectory As String, ByVal
nShowCmd As Long) As Long
Private Sub Form_Load()
    mnuHasil.Visible = False
    ReDim myInfo(5)
    myInfo(0) = "ProgSip 2006"
    myInfo(1) = "Analisa Struktur
Bangunan Setback Horisontal"
    myInfo(2) = "Terhadap Respon
Dinamik"
    myInfo(3) = "Struktur Beton"
    myInfo(4) = "Bertingkat Banyak"
    idxInfo = 0
    idxSimulasi = 15
    lbWalkInfo.Left = Width
    imBackground.Picture =
LoadPicture(App.Path & "\bg.jpg")
End Sub

Private Sub Label1_Click()

End Sub

Private Sub Form_Resize()
    lbInfo.top = Height / 2 - (5 * 300)
    lbInfo.Left = Width / 2 - (30 * 100)
    lbInfo.Height = 7 * 300
    lbInfo.Width = 6000

```

```

    lbWalkInfo.top = Height - 1100
    imBackground.Left = 0
    imBackground.top = 0
    imBackground.Width = Width
    imBackground.Height = Height
End Sub

'Private Sub mnuExcel_Click()
' Dim x
' x = ShellExecute(hwnd, "open",
strExcelFileName, "", "", vbNormal)
'End Sub

Private Sub Image1_Click()
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As
Integer)
    Dim x
    x = MsgBox("Apakah program ini
akan ditutup?", vbQuestion +
vbYesNo)
    If x < 6 Then
        Cancel = 1
    End If
End Sub

Private Sub mnuInputData_Click()
    frmBentangTinggi.Show vbModal
End Sub

Private Sub mnuKeluar_Click()
    End
End Sub

Private Sub mnuModeShape_Click()
    ShowMatrik matrikModeShape,
"Hasil Mode Shape"
End Sub

Private Sub mnuOmega_Click()
    ShowArray arrW0, "Omega"
End Sub

```

```

Private Sub mnuSejarah_Click()
    frmSejarah.Show vbModal
End Sub

```

```

Private Sub
mnuTentangProgram_Click()
    frmTentang.Show vbModal
End Sub

```

```

Private Sub tmInfo_Timer()
    Dim i As Integer
    Dim temp As String
    idxInfo = idxInfo + 1
    temp = ""
    For i = 0 To idxInfo - 1
        temp = temp + myInfo(i) & vbCr
    Next i
    lblInfo.Caption = temp
    If idxInfo = UBound(myInfo) Then
        idxInfo = 0
        tmInfo.Enabled = False
        tmWait.Enabled = True
    End If
End Sub

```

```

Private Sub tmSimulasi_Timer()
    Cls
    Dim x
    Dim LebarForm, TinggiForm,
Tinggi, Bentang, MaxX, MinX, i As
Integer
    idxSimulasi = idxSimulasi - 1
    LebarForm = Width / 2
    TinggiForm = Height
    MinX = LebarForm
    If LebarForm > TinggiForm Then
        MinX = TinggiForm
    End If
    Dim Kiri, atas, Dx As Integer

    Tinggi = 15
    Bentang = 6
    MaxX = Tinggi

```

```

    If Tinggi < Bentang Then
        MaxX = Bentang
    End If
    Dx = (MinX - 700) / MaxX
    Kiri = (LebarForm - (Dx *
Bentang)) / 2 - (Dx * 2)
    atas = (TinggiForm - (Dx * Tinggi))
/ 2 - 200

```

```

    'MsgBox Kiri & " " & Dx
    Cls
    Line (Kiri, (0 * Dx) + atas + (Dx *
Tinggi))-(Kiri + (Dx * Bentang), (0 *
Dx) + atas + (Dx * Tinggi)), RGB(0,
255, 0)
    For i = 15 To idxSimulasi Step -1
        Line (Kiri, atas + (Dx * i))-(Kiri
+ (Dx * Bentang), atas + (Dx * i)),
RGB(0, 255, 0)
        Line (Kiri + (Dx * Bentang), atas
+ (Dx * i))-(Kiri + (Dx * Bentang) +
(Dx * 2), atas + (Dx * i) - (Dx / 2)),
RGB(0, 255, 0)
    Next i
    Line (Kiri, atas + (Dx *
idxSimulasi))-(Kiri + (Dx / 2) + (Dx *
2), atas + (Dx * idxSimulasi) - (Dx /
2)), RGB(0, 255, 0)
    Line (Kiri + (Dx / 2) + (Dx * 2),
atas + (Dx * idxSimulasi) - (Dx / 2))-
(Kiri + (Dx * Bentang) + (Dx * 2),
atas + (Dx * idxSimulasi) - (Dx / 2)),
RGB(0, 255, 0)

```

```

    Line (Kiri + (0 * Dx), atas + (Dx *
idxSimulasi))-(Kiri + (0 * Dx), atas +
(Dx * Tinggi) + (Dx / 5)), RGB(0,
255, 0)

```

```

    Line (Kiri + (1 * Dx), atas + (Dx *
idxSimulasi))-(Kiri + (1 * Dx), atas +
(Dx * Tinggi) + (Dx / 5)), RGB(0,
255, 0)

```

```

    Line (Kiri + (2 * Dx), atas + (Dx *
idxSimulasi))-(Kiri + (2 * Dx), atas +

```

```

(Dx * Tinggi) + (Dx / 5)), RGB(0,
255, 0)
    Line (Kiri + (3 * Dx), atas + (Dx *
idxSimulasi))-(Kiri + (3 * Dx), atas +
(Dx * Tinggi) + (Dx / 5)), RGB(0,
255, 0)
    Line (Kiri + (4 * Dx), atas + (Dx *
idxSimulasi))-(Kiri + (4 * Dx), atas +
(Dx * Tinggi) + (Dx / 5)), RGB(0,
255, 0)
    Line (Kiri + (5 * Dx), atas + (Dx *
idxSimulasi))-(Kiri + (5 * Dx), atas +
(Dx * Tinggi) + (Dx / 5)), RGB(0,
255, 0)
    Line (Kiri + (6 * Dx), atas + (Dx *
idxSimulasi))-(Kiri + (6 * Dx), atas +
(Dx * Tinggi) + (Dx / 5)), RGB(0,
255, 0)
    Line (Kiri + (7 * Dx), atas + (Dx *
idxSimulasi) - (Dx / 4))-(Kiri + (7 *
Dx), atas + (Dx * Tinggi) + (Dx / 5) -
(Dx / 4)), RGB(0, 255, 0)
    Line (Kiri + (8 * Dx), atas + (Dx *
idxSimulasi) - (Dx / 2))-(Kiri + (8 *
Dx), atas + (Dx * Tinggi) + (Dx / 5) -
(Dx / 2)), RGB(0, 255, 0)
    Refresh
    If idxSimulasi = 0 Then
        idxSimulasi = 15
        tmSimulasi.Enabled = False
        tmWaitSim.Enabled = True
    End If
End Sub

Private Sub tmWait_Timer()
    tmInfo.Enabled = True
End Sub

Private Sub tmWaitSim_Timer()
    tmSimulasi.Enabled = True
    tmWaitSim.Enabled = False
End Sub

Private Sub tmWalk_Timer()
    lbWalkInfo.Left = lbWalkInfo.Left -
500

```

```

    If lbWalkInfo.Left < -
lbWalkInfo.Width Then
        lbWalkInfo.Left = Width
    End If
End Sub
Option Explicit
Dim X As Integer
Private Declare Function ShellExecute
Lib "shell32.dll" Alias
"ShellExecuteA" (ByVal hwnd As
Long, ByVal lpOperation As String,
ByVal lpFile As String, ByVal
lpParameters As String, ByVal
lpDirectory As String, ByVal
nShowCmd As Long) As Long
Private Declare Sub Sleep Lib
"kernel32" (ByVal dwMilliseconds As
Long)

Private Function cForm() As Boolean
    If txtJumlahBentang.Text = "" Then
        X = MsgBox("Masukan jumlah
bentang", vbOKOnly + vbInformation,
App.Comments)
        txtJumlahBentang.SetFocus
        cForm = False
    End If
    Exit Function

    If txtBentangTepi.Text = "" Then
        X = MsgBox("Masukan bentang
tepi", vbOKOnly + vbInformation,
App.Comments)
        txtBentangTepi.SetFocus
        cForm = False
    End If
    Exit Function

    If txtBentangTengah.Enabled And
txtBentangTengah.Text = "" Then
        X = MsgBox("Masukan jumlah
bentang", vbOKOnly + vbInformation,
App.Comments)
        txtBentangTengah.SetFocus
        cForm = False
    End If
    Exit Function
End If

```

```

If txtTinggi1.Text = "" Then
    X = MsgBox("Masukan tinggi ke
1", vbOKOnly + vbInformation,
App.Comments)
    txtTinggi1.SetFocus
    cForm = False
    Exit Function
End If
cForm = True
End Function

```

```

Private Sub cmdFile_Click()
    If txtJumlahBentang.Text = "" Then
        MsgBox "Masukan Jumlah
Bentang dan Jumlah Tinggi",
vbOKOnly + vbInformation
        Exit Sub
    End If

```

```

    cd.FileName = ""
    cd.InitDir = App.Path & "\Data
Struktur"
    cd.Filter = "Data Struktur|*.txt"
    cd.ShowOpen
    If cd.FileName = "" Then Exit Sub
    txtFile.Text = cd.FileName
End Sub

```

```

Private Sub cmdLoad_Click()
    Dim xx As Boolean
    If txtFile.Text <> "" Then
        xx = getData(txtFile.Text)
        cmdMap.Enabled = True
    Else
        MsgBox "Silahkan pilih Data
terlebih dahulu"
    End If
End Sub

```

```

Private Sub
cmdLoadDataGempa_Click()
    Dim strTemp As String
    Dim i As Integer
    Dim cl As ColumnHeader
    Dim it As ListItem

```

```

Dim li As ListItem
'If txtSkalaGempa.Text = "" Then
'    i = MsgBox("Masukan skala
gempa", vbOKOnly + vbInformation)
'    Exit Sub
'End If

```

```

'decSkalaGempa =
CInt(txtSkalaGempa.Text)

```

```

cd.FileName = ""
cd.InitDir = App.Path & "\Data
Gempa"
cd.Filter = "Data Gempa|*.txt"
cd.ShowOpen
If cd.FileName = "" Then Exit Sub

```

```

txtDatGempa.Text = cd.FileName
decSkalaGempa =
txtSkalaGempa.Text
loadDataGempa

```

```

' txtDatGempa.Text =
fso.GetBaseName(cd.FileName)
End Sub

```

```

Private Sub loadDataGempa()
    Dim i As Integer
    Dim strTemp As String
    'Open cd.FileName For Input As #1
    Open txtDatGempa.Text For Input
    As #1
    i = 0
    Do While Not EOF(1)
        Input #1, strTemp

```

```

        i = i + 1
    Loop
    Close #1
    ReDim ArrDataGempa(i)
    'Open cd.FileName For Input As #1
    Open txtDatGempa.Text For Input
    As #1
    i = 0
    Do While Not EOF(1)

```

```

    Input #1, strTemp
    If i > 1 Then
        If strTemp <> "" Then
            ArrDataGempa(i - 2) =
(CDbl(strTemp) / 100) *
decSkalaGempa
            ArrDataGempa(i - 2) =
CDbl(strTemp) * decSkalaGempa
        End If
    End If
    i = i + 1
    If i = 1003 Then Exit Do
Loop
Close #1
End Sub
Private Sub cmdMap_Click()
    frmGambar.Gambar
    frmGambar.Caption = "Gambar
Gedung " & Str(intJumlahTinggi) & "
Tingkat Dengan Bentang " &
frmBentangTinggi.txtJumlahBentang.
Text
    frmGambar.Show vbModal
End Sub

Private Sub cmdOK_Click()
    Unload Me
End Sub

Private Function DecToStr(dec As
Double)
    DecToStr Replace(dec, ",", ".")
End Function

Private Sub proses_mode_shape()
    Dim i As Integer

    ' Proses ModeShape
    Open "c:\TMP_Data.txt" For Output
As #1
    Print #1, "NRMDOFS"
    Print #1, ""
    Print #1, "NDOF" & vbTab &
"DAMPR" & vbTab & "DT" & vbTab
& "TMAX" & vbTab & "SG"

```

```

    Print #1, intJumlahTinggi & vbTab
& "0.05" & vbTab & "0.01" & vbTab
& "10" & vbTab & "1"
    Print #1, ""
    Print #1, "Tingkat" & vbTab & "H"
& vbTab & "MASSA" & vbTab &
"KEKAKUAN"
    Print #1, 1 & vbTab &
decTinggiTingkat & vbTab & arrM(0)
& vbTab & decKB
    For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
        Print #1, (i + 1) & vbTab &
decTinggiTingkat & vbTab & arrM(i)
& vbTab & arrKekakuanTotal(i)
    Next i
    Close #1
End Sub

Private Sub StateControl(state As
Boolean)
    cmdHitung.Enabled = state
    cmdLoadDataGempa.Enabled = state
    cmdMap.Enabled = state
    cmdOK.Enabled = state
    frmUtama.mnuHasil.Visible = state
End Sub

Private Function
GenerateModeShape() As Boolean
    Dim i As Integer
    If
fso.FileExists("C:\ModeShapeSelesai.t
xt") Then
        fso.DeleteFile
"C:\ModeShapeSelesai.txt"
    End If
    i = ShellExecute(hwnd, "open",
App.Path & "\Mode
Shape\ModeShape.exe", "", "",
vbNormal)

    End Function

Private Sub initData()

```

```

'CariW
SetM
setK
' arrMS = sederhanakanArr(arrM)
' arrKS =
sederhanakanArr(arrKekakuanTotal)

setKaksen
setKx
SetMatrikMassa
MatrikMassa1 =
Sederhanakan(MatrikMassa)
End Sub

Private Sub initAdvData()
SetA
setB
setKB
setPx
setMx
setRx
End Sub

Private Sub initLamda()
setK1
' MatrikK1 =
sederhanakan(MatrikK)
get_lamda
SetW
End Sub

Private Sub cdmHitung_Click()
Dim xyz
Dim xx, yy As Boolean
Dim res() As Double

If Not cForm Then Exit Sub

xx = getData(txtFile.Text)

'Exit Sub

' If UBound(arrDataGempa) = 0
Then
xyz = MsgBox("Pilih Data
Gempa", vbOKOnly + vbInformation)
Exit Sub
End If

StateControl False

' baca variabel input
Dim i, j, X As Double
Dim strTmp As String
Dim arrTMP() As String

SetVariabel
cariInertiaKolomTengah
cariInertiaKolomTepi
SetMatrikKekakuan
initData
' ShowMatrik MatrikKekakuan
' SetMatrikEigen
'proses mode shape
proses_mode_shape
GenerateModeShape
'Jacobi (MatrikEigen)

mode_shape:
'On Error GoTo mode_shape
If Not
fso.FileExists("C:\ModeShapeSelesai.t
xt") Then
GoTo mode_shape
End If
'i = MsgBox("Sedang dilakukan
proses penghitungan Mode Shape" &
vbCrLf & "Tekan Enter untuk
melanjutkan", vbOKOnly +
vbInformation)

'setW0
'fso.DeleteFile "C:\TMP_Data.txt"
'fso.DeleteFile
"C:\TMP_Hasil.EGN"
' Baca matrik mode shape
get_mode_shape
initLamda
'ShowMatrik MatrikModeShape

```

```

calculateMatrik
initAdvData
' ShowMatrik MatrikMassa, "Matrik
Massa"
Dim mIterasi As New Iterasi

loadDataGempa
mIterasi.setGenerator

Dim mEffective As New Effective
mEffective.SetEffectiveE
pbExcel.Visible = True
set_into_excel pbExcel,
txtSave.Text,
fso.GetBaseName(txtDatGempa.Text)
pbExcel.Visible = False
StateControl True
'fso.DeleteFile
"C:\TMP_Hasil.MDS"
'SetMatrikMassaN
'ShowMatrik MatrikMassaN
'SetMatrikKekakuanN
'SetMatrikRedamanN
'SetMatrikKekakuanEfektifN
'ShowMatrik
MatrikKekakuanEfektifN
'InvertMatrix
MatrikKekakuanEfektifN
'ShowMatrik
MatrikKekakuanEfektifN
'SetMatrikA
'SetMatrikB
'Pembebanan
'i = ShellExecute(hwnd, "open",
strExcelFileName, "", "", vbNormal)
End Sub

Private Sub calculateMatrik()
InvertTop matrikModeShape,
MatrikInvModeShape
'ShowMatrik matrikModeShape,
"ModeShape"

MatrikModeShape1 =
InvertMatrik(matrikModeShape)

```

```

'ShowMatrik MatrikModeShape1,
"Invert ModeShape"

MatrikMassa1 =
Sederhanakan(MatrikMassa)
'ShowMatrik MatrikMassa1,
"Massa"

MatrikTM =
kaliMatrik(MatrikModeShape1,
MatrikMassa1)
'ShowMatrik KaliMatrik1,
"kalimatrik1"

ArrayTMT =
kaliMatrikKolom(MatrikTM,
matrikModeShape)
'ShowArray KaliMatrik2,
"kalimatrik2"

ArraySumRow =
SumRowMatrik(MatrikTM)
'ShowArray SumRow, "Sum Row"

MatrikOrthogonal
MatrikInvModeShape, MatrikMassa,
MatrikOrtogonal
'ShowMatrik res, "Matrik
Orthogonal"
End Sub

Private Sub get_mode_shape()
Dim i, j As Integer
Dim strTmp As String

ReDim
matrikModeShape(intJumlahTinggi,
intJumlahTinggi)

Open "C:\TMP_Hasil.MDS" For
Input As #1
'i = 0
i = intJumlahTinggi - 1
Do While Not EOF(1)
If i <= intJumlahTinggi Then

```

```

Input #1, strTmp
For j = 0 To intJumlahTinggi
    X = InStr(strTmp, " ")
    If X > 0 Then
        matrikModeShape(i, j) =
Trim(Left(strTmp, X))
    Else
        matrikModeShape(i, j) =
Trim(strTmp)
    End If
    strTmp =
Trim(Right(strTmp, Len(strTmp) - X))
Next j
Else
Exit Do
End If
i = i - 1
Loop
Close #1
End Sub

'Private Sub cmdP1_Click()
' frmPilihProfil.strText = "1"
' frmPilihProfil.Show vbModal
'End Sub

'Private Sub cmdP2_Click()
' frmPilihProfil.strText = "2"
' frmPilihProfil.Show vbModal
'End Sub

'Private Sub cmdP3_Click()
' frmPilihProfil.strText = "3"
' frmPilihProfil.Show vbModal
'End Sub

'Private Sub cmdP4_Click()
' frmPilihProfil.strText = "4"
' frmPilihProfil.Show vbModal
'End Sub

Private Sub Command4_Click()

End Sub
Private Sub cmdSave_Click()

```

```

cd.FileName = ""
cd.InitDir = App.Path & "\Hasil"
cd.Filter = "Output File(*.xls)|*.xls"
cd.ShowSave
If cd.FileName = "" Then Exit Sub
txtSave.Text = cd.FileName
End Sub

Private Sub Form_Activate()
' untuk perhitungan
'declInertiaKolomTepi = 0.001415
'declInertiaKolomTengah =
0.002264
ReDim ArrDataGempa(0)
End Sub
Private Sub
txtBalokTengah_KeyPress(KeyAscii
As Integer)
If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And
KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii =
vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or
KeyAscii = 44) Then
Beep
KeyAscii = 0
End If
End Sub

Private Sub
txtBalokTepi_KeyPress(KeyAscii As
Integer)
If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And
KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii =
vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or
KeyAscii = 44) Then
Beep
KeyAscii = 0
End If
End Sub

Private Sub
txtBebanMerata1_KeyPress(KeyAscii
As Integer)
If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And
KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii =

```



```

vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or
KeyAscii = 44) Then
    Beep
    KeyAscii = 0
End If
End Sub

```

```

Private Sub
txtBebanMerataN_KeyPress(KeyAscii
As Integer)
    If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And
KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii =
vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or
KeyAscii = 44) Then
        Beep
        KeyAscii = 0
    End If
End Sub

```

```

Private Sub Frame1_DragDrop(Source
As Control, X As Single, Y As Single)

End Sub

```

```

Private Sub
txtBentangTengah_KeyPress(KeyAsci
i As Integer)
    If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And
KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii =
vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or
KeyAscii = 44) Then
        Beep
        KeyAscii = 0
    End If
End Sub

```

```

Private Sub
txtBentangTengah_Validate(Cancel
As Boolean)
    If txtBentangTengah.Text = "" Then
Exit Sub
    On Error GoTo Err
        CDec (txtBentangTengah.Text)
    Exit Sub
Err:

```

```

X = MsgBox("Masukan bilangan
desimal", vbOKOnly + vbInformation,
App.Comments)
txtBentangTengah.SetFocus
Cancel = True
End Sub

```

```

Private Sub
txtBentangTepi_KeyPress(KeyAscii
As Integer)
    If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And
KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii =
vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or
KeyAscii = 44) Then
        Beep
        KeyAscii = 0
    End If
End Sub

```

```

Private Sub
txtBentangTepi_Validate(Cancel As
Boolean)
    If txtBentangTepi.Text = "" Then
Exit Sub
    On Error GoTo Err
        CDec (txtBentangTepi.Text)
    Exit Sub
Err:
    X = MsgBox("Masukan bilangan
desimal", vbOKOnly + vbInformation,
App.Comments)
    txtBentangTepi.SetFocus
    Cancel = True
End Sub

```

```

Private Sub
txtChh_KeyPress(KeyAscii As
Integer)
    If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And
KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii =
vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or
KeyAscii = 44) Then
        Beep
        KeyAscii = 0
    End If

```

End Sub

```
Private Sub txtDR_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii = vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or KeyAscii = 44) Then
```

```
        Beep
```

```
        KeyAscii = 0
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub
```

```
txtJumlahBentang_Change()
```

```
If Len(txtJumlahBentang.Text) > 0 Then
```

```
    Command3.Enabled = True
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub
```

```
txtJumlahBentang_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If Not (KeyAscii >= Asc("0") And KeyAscii <= Asc("9") Or KeyAscii = vbKeyBack) Then
```

```
        Beep
```

```
        KeyAscii = 0
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub
```

```
txtKekakuanBase_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii = vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or KeyAscii = 44) Then
```

```
        Beep
```

```
        KeyAscii = 0
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub
```

```
txtKhh_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii = vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or KeyAscii = 44) Then
```

```
        Beep
```

```
        KeyAscii = 0
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub
```

```
txtKolomTengah_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii = vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or KeyAscii = 44) Then
```

```
        Beep
```

```
        KeyAscii = 0
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub
```

```
txtKolomTepi_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii = vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or KeyAscii = 44) Then
```

```
        Beep
```

```
        KeyAscii = 0
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub
```

```
txtMasaBase_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii = vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or KeyAscii = 44) Then
```

```
        Beep
```

```
        KeyAscii = 0
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```

Private Sub
txtSkalaGempa_KeyPress(KeyAscii
As Integer)
    If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And
KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii =
vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or
KeyAscii = 44) Then
        Beep
        KeyAscii = 0
    End If
End Sub

```

```

Private Sub
txtTinggi_KeyPress(KeyAscii As
Integer)
    If Not (KeyAscii >= Asc("0") And
KeyAscii <= Asc("9") Or KeyAscii =
vbKeyBack) Then
        Beep
        KeyAscii = 0
    End If
End Sub

```

```

Private Sub
txtTinggi1_KeyPress(KeyAscii As
Integer)
    If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And
KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii =
vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or
KeyAscii = 44) Then
        Beep
        KeyAscii = 0
    End If
End Sub

```

```

Private Sub
txtTinggi1_Validate(Cancel As
Boolean)
    If txtTinggi1.Text = "" Then Exit
Sub
    On Error GoTo Err
    CDec (txtTinggi1.Text)
    Exit Sub
Err:

```

```

X = MsgBox("Masukan bilangan
desimal", vbOKOnly + vbInformation,
App.Comments)
txtTinggi1.SetFocus
Cancel = True
End Sub

```

```

Private Sub
txtTinggiN_KeyPress(KeyAscii As
Integer)
    If Not ((KeyAscii >= Asc("0") And
KeyAscii <= Asc("9")) Or KeyAscii =
vbKeyBack Or KeyAscii = 46 Or
KeyAscii = 44) Then
        Beep
        KeyAscii = 0
    End If
End Sub

```

```

Option Explicit
Sub Gambar()
    Dim X
    Dim LebarForm, TinggiForm,
Tinggi, Bentang, MaxX, MinX, i, j, k
As Integer
    LebarForm = Width
    TinggiForm = Height
    MinX = LebarForm
    If LebarForm > TinggiForm Then
        MinX = TinggiForm
    End If
    Dim Kiri, bwh, bawah, atas, Dx As
Integer
    ' If
frmBentangTinggi.txtJumlahBentang.
Text = "" Or
frmBentangTinggi.txtTinggi.Text = ""
Then
    ' x = MsgBox("Masukan jumlah
Bentang & Tinggi", vbOKOnly +
vbInformation)
    ' Exit Sub
    ' End If

```

```

    Tinggi =
    CInt(frmBentangTinggi.txtTinggi.Text
)
    Tinggi = intJumlahTinggi
    Bentang =
    CInt(frmBentangTinggi.txtJumlahBent
ang.Text)
    MaxX = Tinggi
    If Tinggi < Bentang Then
        MaxX = Bentang
    End If
    Dx = (MinX - 700) / MaxX
'lebar/tinggi bentang
    Kiri = (LebarForm - (Dx *
Bentang)) / 2
    'atas = Round((TinggiForm - (Dx *
Tinggi)) / 2) - 200
    bawah = TinggiForm - Dx - 200

'MsgBox Kiri & " " & Dx
Cls
For i = 0 To Bentang - 1
    'gambar garis vertikal kiri
    Line (Kiri + (i * Dx), bawah)-
    (Kiri + (i * Dx), bawah - Dx *
arrTinggi(i)), _
    RGB(0, 0, 0)
    'gambar garis vertikal kanan
    Line (Kiri + ((i + 1) * Dx),
bawah)-(Kiri + ((i + 1) * Dx), _
    bawah - Dx * arrTinggi(i)),
    RGB(0, 0, 0)

    'gambar base
    Line (Kiri + (i * Dx) - 100,
bawah)-((Kiri + (i * Dx) + 150), _
    bawah), RGB(0, 0, 0), B
    Line (Kiri + ((i + 1) * Dx) - 100,
bawah)-((Kiri + ((i + 1) * Dx) + 150),
    bawah), RGB(0, 0, 0), B

    'gambar garis horizontal
    For j = 1 To arrTinggi(i)

```

```

        Line (Kiri + (i * Dx), bawah
- (j * Dx)-(Kiri + Dx + (i * Dx), _
    bawah - (j * Dx)), RGB(0,
0, 0), B
        Next j
    Next i
    Refresh
End Sub

Private Sub Form_Resize()
    Gambar
End Sub

Option Explicit
Public fso As New FileSystemObject
'Deklarasikan variabel global
Public intJumlahData As Integer
Public DenganBase As Boolean
Public intJumlahTinggi As Integer
Public intJumlahBentang As Integer
Public decLTepi As Double
Public decLTengah As Double
Public decTinggiTingkat As Double
Public decBTepi As Double
Public decBTengah As Double
Public decHTepi As Double
Public decHTengah As Double
Public decInertiaKolomTepi,
decInertiaKolomTengah As Double
Public decKekakuanTepi,
decKekakuanTengah As Double
Public decKekakuanTotal As Double
Public decKhh, decChh As Double
Public decSkalaGempa As Double

Type arrMass

```

'index As Byte  
arrData() As Double  
End Type

Public Const intUnitMassa = 1000  
Public Const decG = 9.81  
'Public Const E = 2.03890018 \* 10 ^  
10  
Public Const E = 2 \* 10 ^ 5  
Public Const TOLERANCE = 1E-24  
Public Const DT = 0.01

'Public decH1 As Double  
'Public decHN As Double  
'Public decMb As Double  
'Public decQ1 As Double  
'Public decQN As Double  
'Public decQT1 As Double  
'Public decQTN As Double  
'Public decProfilKolomTepi,  
decProfilKolomTengah As Double  
'Public decProfilBalokTepi,  
decProfilBalokTengah As Double  
'Public decInertiaBalokTepi,  
decInertiaBalokTengah As Double  
'Public Const decKB = 34138402.18  
  
'Public arrMassaTengah() As arrMass  
'Public arrMassaTepi() As Double  
Public arrTinggi() As Integer

Public arrBentang() As arrMass

Public arrW() As Double  
Public arrM() As Double  
Public arrA() As Double  
Public arrB() As Double  
Public arrKB() As Double  
Public arrKaksen() As Double  
Public arrPx() As Double  
Public arrMx() As Double  
Public arrRx() As Double

Public arrW0() As Double ' Omega

Public MatrikMassa() As Double  
Public MatrikKekakuan() As Double  
Public MatrikEigen() As Double  
Public MatrikModeShape1() As  
Double  
Public MatrikMassa1() As Double  
Public MatrikTM() As Double  
Public ArraySumRow() As Double  
Public ArrayTMT() As Double  
Public MatrikOrtogonal() As Double  
Public ArrDataGempa() As Double  
Public MatrikK() As Double  
Public MatrikKx() As Double  
'Public MatrikK1() As Double  
'Public MatrikHasilIterasi() As Double

Public arrKekakuanTotal() As Double  
Public arrAkarPolinomial() As Double  
Public decU0, decV0 As Double  
'Public arrMS() As Double  
'Public arrKS() As Double

Public decDR As Double

Public matrikModeShape() As Double  
Public matrikModeShape2() As  
Double  
Public MatrikInvModeShape() As  
Double

Public lamda() As Double  
Public Type matrikIterasi  
arrG() As Double  
arrZ() As Double  
arrY() As Double  
arrYY() As Double  
arrF() As Double  
arrV() As Double  
arrM() As Double  
arrG1() As Double  
arrZ1() As Double  
arrY1() As Double  
arrYx() As Double  
End Type

```

Public Type effectiveType
    arrA() As Double
    arrB() As Double
    arrC() As Double
    arrD() As Double
    arrE() As Double
    arrF() As Double
End Type

```

```

Public MatrikIT() As matrikIterasi
Public arrSumMS() As Double
Public arrSumMS2() As Double
Public arrEffectiveEw As
effectiveType
Public arrEffectiveEm As
effectiveType

```

```

Public ArrayMaxIT() As Double
Option Explicit

```

```

Public Sub InvertTop(arrSource,
ByRef arrRes)
Dim i, j As Integer

```

```

ReDim arrRes(UBound(arrSource),
UBound(arrSource))

```

```

For i = 0 To UBound(arrSource) - 1
    For j = 0 To UBound(arrSource) - 1
        arrRes(i, j) = arrSource(i, j) /
arrSource(UBound(arrSource) - 1, j)
    Next j
Next i
End Sub

```

```

Public Function kaliMatrik(a() As
Double, b() As Double)
Dim Matrik As New matrix
Dim i, j As Integer
Dim tmp() As Double
Dim temp() As Double
Dim res() As Double

```

```

ReDim res(UBound(a), UBound(a))
ReDim temp(1, UBound(a, 2))

```

```

For i = 0 To UBound(b) - 1
    For j = 0 To UBound(a, 2) - 1
        temp(0, j) = a(i, j)
    Next j

```

```

Matrik.SetMatrixA temp
Matrik.SetMatrixB b
Matrik.Multiplication tmp

```

```

For j = 0 To UBound(tmp, 2) - 1
    res(i, j) = tmp(0, j)
Next j

```

```

Next i

```

```

kaliMatrik = res
End Function

```

```

Public Function kalimatrikC(a() As
Double, b() As Double)
Dim Matrik As New matrix
Dim tmp() As Double

```

```

Matrik.SetMatrixA a
Matrik.SetMatrixB b
Matrik.Multiplication tmp

```

```

kalimatrikC = tmp
End Function

```

```

Public Function kaliMatrikKolom(a()
As Double, b() As Double)
Dim Matrik As New matrix
Dim i, j As Integer
Dim res() As Double
Dim tmp() As Double
Dim temp1() As Double
Dim temp2() As Double
ReDim res(UBound(a))
ReDim tmp(UBound(b))
ReDim temp2(UBound(b), 1)
ReDim temp1(1, UBound(a, 2))

```

```

For i = 0 To UBound(a) - 1
    For j = 0 To UBound(a, 2) - 1

```

```

    temp1(0, j) = a(i, j)
Next j

For j = 0 To UBound(b) - 1
    temp2(j, 0) = b(j, i)
Next j

Matrik.SetMatrixA temp1
Matrik.SetMatrixB temp2
Matrik.Multiplication tmp
res(i) = tmp(0, 0)
Next i

```

```

kaliMatrikKolom = res
End Function

```

```

Public Sub DetailMatrikOrtogonal(a()
As Double, b() As Double, C() As
Double, ByRef D() As Double)
Dim temp() As Double
Dim Matrik As New matrix

```

```

'perkalian pertama
Matrik.SetMatrixA a
Matrik.SetMatrixB b
Matrik.Multiplication temp

```

```

'perkalian kedua
Matrik.SetMatrixA temp
Matrik.SetMatrixB C
Matrik.Multiplication D

```

```

End Sub

```

```

Public Sub
MatrikOrthogonal(InvModeShape()
As Double, MatrikMassa() As Double,
ByRef D() As Double)
Dim i, j, k As Integer
Dim dTemp() As Double
Dim tmpR() As Double
Dim tmpC() As Double

```

```

ReDim D(UBound(InvModeShape, 1),
UBound(InvModeShape, 2))

```

```

For i = 0 To UBound(InvModeShape,
2) - 1

```

```

    'get data per row
    ReDim tmpR(1,
UBound(InvModeShape))
    For j = 0 To
UBound(InvModeShape) - 1
        tmpR(0, j) = InvModeShape(j, i)
    Next j

```

```

    For k = 0 To
UBound(InvModeShape, 2) - 1

```

```

        'get data per column
        ReDim
tmpC(UBound(InvModeShape, 2), 1)
        For j = 0 To
UBound(InvModeShape) - 1
            tmpC(j, 0) = InvModeShape(j,
k)
        Next j

```

```

        DetailMatrikOrtogonal tmpR,
MatrikMassa, tmpC, dTemp()

```

```

        D(i, k) = Format(dTemp(0, 0),
"##0.###00")

```

```

    Next k
Next i
End Sub

```

```

Public Function InvertMatrik(arrData()
As Double)
Dim i, j As Integer
Dim tmp() As Double
ReDim tmp(UBound(arrData),
UBound(arrData))

```

```

For i = 0 To UBound(arrData, 2) - 1
    For j = 0 To UBound(arrData, 1) - 1
        tmp(j, i) = arrData(i, j)
    Next j
Next i

```

```
InvertMatrik = tmp  
End Function
```

```
Public Function  
Sederhanakan(arrData() As Double)  
Dim i, j As Integer  
Dim tmp() As Double  
ReDim tmp(UBound(arrData),  
UBound(arrData))
```

```
For i = 0 To UBound(arrData, 2) - 1  
For j = 0 To UBound(arrData, 1) - 1  
If arrData(i, j) <> 0 Then  
tmp(i, j) = arrData(i, j) /  
arrData(0, 0)  
Else  
tmp(i, j) = 0  
End If  
Next j  
Next i
```

```
Sederhanakan = tmp  
End Function
```

```
Public Function  
SumRowMatrik(arrData() As Double)  
Dim i, j As Integer  
Dim tmp() As Double  
ReDim tmp(UBound(arrData))
```

```
For i = 0 To UBound(arrData) - 1  
For j = 0 To UBound(arrData, 2) - 1  
tmp(i) = tmp(i) + arrData(i, j)  
Next j  
Next i
```

```
SumRowMatrik = tmp  
End Function
```

```
Public Sub SetVariabel()
```

```
'intJumlahTinggi = getMax()
```

```
DenganBase = True  
intJumlahBentang =  
frmBentangTinggi.txtJumlahBentang.  
Text  
decTinggiTingkat =  
frmBentangTinggi.txtTinggi1.Text  
decBTepi =  
frmBentangTinggi.txtBkolomTepi.Tex  
t  
decBTengah =  
frmBentangTinggi.txtBkolomTengah.  
Text  
dechHTepi =  
frmBentangTinggi.txtHkolomTepi.Tex  
t  
dechHTengah =  
frmBentangTinggi.txtHKolomTengah.  
Text  
decSkalaGempa =  
frmBentangTinggi.txtSkalaGempa.Tex  
t  
decLTengah =  
frmBentangTinggi.txtBentangTengah.  
Text  
decLTepi =  
frmBentangTinggi.txtBentangTepi.Tex  
t
```

```
intJumlahData = intJumlahTinggi +  
1  
decDR =  
frmBentangTinggi.txtDR.Text
```

```
' decHN =  
frmBentangTinggi.txtTinggiN.Text  
' decMb =  
frmBentangTinggi.txtMasaBase.Text  
' decKb =  
frmBentangTinggi.txtKekakuanBase.T  
ext  
' decQ1 =  
frmBentangTinggi.txtBebanMerata1.T  
ext
```



```

' decQN =
frmBentangTinggi.txtBebanMerataN.T
ext
' decQT1 =
frmBentangTinggi.txtBebanMerataTen
gah1.Text
' decQTN =
frmBentangTinggi.txtBebanMerataTen
gahN.Text

' decProfilKolomTepi =
frmBentangTinggi.txtKolomTepi.Text
' decProfilKolomTengah =
frmBentangTinggi.txtKolomTengah.T
ext
' decProfilBalokTepi =
frmBentangTinggi.txtBalokTepi.Text

' If
frmBentangTinggi.txtBalokTengah.Te
xt <> "" Then
' decProfilBalokTengah =
frmBentangTinggi.txtBalokTengah.Te
xt
' End If

' decKhh =
frmBentangTinggi.txtKhh.Text
' decChh =
frmBentangTinggi.txtChh.Text

' decCBase =
frmBentangTinggi.txtCBase.Text

' If frmBentangTinggi.opt1.Value =
True Then
' DenganBase = True
' set panjang array w
'ReDim arrW(intJumlahTinggi)
'ReDim arrM(intJumlahTinggi)
' Else
' DenganBase = False
' intJumlahData = intJumlahTinggi
' set panjang array w
'ReDim arrW(intJumlahTinggi)

' ReDim arrM(intJumlahTinggi)
' End If
End Sub

Public Function
sederhanakanArr(arrData() As Double)
Dim tmp() As Double
Dim i As Integer
ReDim tmp(UBound(arrData))

For i = 0 To UBound(arrData) - 1
tmp(i) = arrData(i) / arrData(0)
Next i
sederhanakanArr = tmp
End Function

Public Sub SetM()
Dim i, j As Integer
For i = 0 To intJumlahBentang - 1
For j = 0 To
UBound(arrBentang(i).arrData) - 1
arrM(j) = arrM(j) +
arrBentang(i).arrData(j)
Next j
Next i

'MsgBox (2 *
decProfilKolomTepi * decHN) & " + "
& ((intJumlahBentang - 1) *
decProfilKolomTengah * decHN) & "
+ " & (2 * decProfilBalokTepi *
decLTepi) & " + " &
((intJumlahBentang - 2) *
decProfilBalokTengah * decLTengah)
& " + " & (2 * decQ1 * decLTepi) & "
+ " & ((intJumlahBentang - 2) *
decQT1 * decLTengah) & " = " &
arrW(i)
'Dim msTengah() As Double
'ReDim
msTengah(intJumlahTinggi)

' For i = 0 To
UBound(arrMassaTengah)

```

```

' For j = 0 To
UBound(arrMassaTengah(i).arrData)
' If
Trim(arrMassaTengah(i).arrData(j)) >
0 Then
' msTengah(j) = msTengah(j)
+ arrMassaTengah(i).arrData(j)
' End If
' Next j
' Next i
' Cari w1 - wn-1
'arrW(intJumlahTinggi - 1) = (2 *
decProfilKolomTepi * decHN / 2) +
((intJumlahBentang - 1) *
decProfilKolomTengah * decHN / 2) +
(2 * decProfilBalokTepi * decLTepi) +
((intJumlahBentang - 2) *
decProfilBalokTengah * decLTengah)
+ (2 * decQN * decLTepi) +
((intJumlahBentang - 2) * decQTN *
decLTengah)
'MsgBox (2 * decProfilKolomTepi
* decHN) & " + " &
((intJumlahBentang - 1) *
decProfilKolomTengah * decHN) & "
+ " & (2 * decProfilBalokTepi *
decLTepi) & " + " &
((intJumlahBentang - 2) *
decProfilBalokTengah * decLTengah)
& " + " & (2 * decQN * decLTepi) & "
+ " & ((intJumlahBentang - 2) *
decQTN * decLTengah) & " = " &
arrW(intJumlahTinggi - 1)
End Sub

```

```

Public Sub cariInertiaKolomTepi()
decInertiaKolomTepi = (decBTepi *
decHTepi ^ 3) / 12
End Sub

```

```

Public Sub cariInertiaKolomTengah()
decInertiaKolomTengah =
(decBTengah * decHTengah ^ 3) / 12
End Sub

```

```

Public Sub setK()
Dim i, j As Integer
Dim lDecKekakuan As Double
' Dim tmpKekakuan() As Double
' ReDim tmpKekakuan(1, 1)
' cari nilai kekakuan tepi
ReDim
arrKekakuanTotal(intJumlahTinggi)
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
lDecKekakuan = (12 * E *
decInertiaKolomTepi) /
(decTinggiTingkat ^ 3)
For j = 1 To intJumlahBentang - 1
If j <
UBound(arrBentang(j).arrData) - 1
Then
lDecKekakuan =
lDecKekakuan + (12 * E *
decInertiaKolomTengah) /
(decTinggiTingkat ^ 3)
ElseIf j =
UBound(arrBentang(j).arrData) Then
lDecKekakuan =
lDecKekakuan + (12 * E *
decInertiaKolomTepi) /
(decTinggiTingkat ^ 3)
End If
Next j
arrKekakuanTotal(i) =
lDecKekakuan
Next i
' If intJumlahBentang > 2 Then
' decKekakuanTepi = (2 * 12 *
E * decInertiaKolomTepi) /
(decTinggiTingkat ^ 3)
' Else
' decKekakuanTepi = (12 * E *
decInertiaKolomTepi) /
(decTinggiTingkat ^ 3)
' End If

```

```

'MsgBox "Kekakuan tepi = " &
decKekakuanTepi
' If intJumlahBentang > 2 Then
'   decKekakuanTengah =
((intJumlahBentang - 1) * 12 * E *
decInertiaKolomTengah) /
(decTinggiTingkat) ^ 3
' Else
'   decKekakuanTengah = (12 * E
* decInertiaKolomTengah) /
(decTinggiTingkat) ^ 3
' End If
'MsgBox "Kekakuan tengah = "
& decKekakuanTengah
'decKekakuanTotal =
decKekakuanTepi +
decKekakuanTengah
'InputBox "", "",
decKekakuanTotal
'MsgBox "Kekakuan Total = " &
decKekakuanTotal
End Sub

```

```

Public Sub SetMatrikMassa()
Dim i, j As Integer
ReDim
MatrikMassa(intJumlahTinggi,
intJumlahTinggi)
' set nilai matrik massa
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
For j = 0 To intJumlahTinggi -
1
If i = j Then
MatrikMassa(i, j) =
arrM(i)
Else
MatrikMassa(i, j) = 0
End If
Next j
Next i
End Sub

```

```

Public Sub SetMatrikKekakuan()
Dim i, j As Integer

```

```

ReDim
MatrikKekakuan(intJumlahTinggi + 1,
intJumlahTinggi + 1)
' set nilai matrik kekakuan
For i = 0 To intJumlahTinggi
For j = 0 To intJumlahTinggi
If i = j Then
If i = 0 Then
MatrikKekakuan(i, j) =
decKekakuanTotal
ElseIf i > 0 And i <
intJumlahTinggi Then
MatrikKekakuan(i, j) = 2
Else
MatrikKekakuan(i, j) = 1
End If
ElseIf (j - 1 = i) Or (i - 1 = j)
Then
MatrikKekakuan(i, j) = -1
Else
MatrikKekakuan(i, j) = 0
End If
Next j
Next i
End Sub

```

```

Public Sub SetW()
Dim i, j As Integer
ReDim arrW(intJumlahTinggi)
' set nilai matrik massa
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
arrW(i) = (lamda(i) *
(arrKekakuanTotal(0) / arrM(0))) ^ 0.5
' arrW(i) = ((lamda(i) *
(arrKekakuanTotal(0) / arrM(0))) ^
0.5) * 10
' arrW(i) = (lamda(i)) ^ 0.5 ' *
(arrKekakuanTotal(0) / arrM(i)) ^ 0.5
Next i
End Sub

```

```

Public Sub ShowMatrik(Matrik() As
Double, Optional strCaption As String
= "Matrik")
frmMatrik.Caption = strCaption

```

```

Dim i, j As Integer
Dim lvItem As ListViewItem
Dim lvSItem As ListSubItem
Dim lvColHeader As
ColumnHeader
frmMatrik.lvMatrik.ListItems.Clear

```

```

For j = 0 To UBound(Matrik, 2) - 1
    Set lvColHeader =
frmMatrik.lvMatrik.ColumnHeaders.A
dd(, "Colom " & j + 1)
Next j

```

```

For i = 0 To UBound(Matrik) - 1
    Set lvItem =
frmMatrik.lvMatrik.ListItems.Add(, ,
Format(Matrik(i, 0), "##0.###00"))

    If UBound(Matrik, 2) > 1 Then
        For j = 1 To UBound(Matrik,
2) - 1
            Set lvSItem =
lvItem.ListSubItems.Add(, ,
Format(Matrik(i, j), "##0.###00"))
            Next j
        End If
    Next i
    frmMatrik.Show vbModal
End Sub

```

```

Public Sub ShowArray(arr() As
Double, Optional strCaption As String
= "Array")
    Dim lvSItem As ListSubItem
    frmMatrik.Caption = strCaption
    Dim i As Integer
    Dim lvItem As ListViewItem
    Dim lvColHeader As
ColumnHeader
    Set lvColHeader =
frmMatrik.lvMatrik.ColumnHeaders.A
dd
    lvColHeader.Text = "Colom 1"
    frmMatrik.lvMatrik.ListItems.Clear
    For i = 0 To UBound(arr) - 1

```

```

        Set lvItem =
frmMatrik.lvMatrik.ListItems.Add(, ,
Format(arr(i), "##0.###00"))
    Next i
    frmMatrik.Show vbModal
End Sub

```

```

Public Function getData(namaFile)
    Dim i, cnt As Integer
    Dim strTmp As String

```

```

    If Not fso.FileExists(namaFile)
    Then
        getData = False
    End If
    ' cnt = RowCount(namaFile)
    cnt =
frmBentangTinggi.txtJumlahBentang.
Text
    If cnt > 0 Then
        ReDim arrBentang(cnt)
        ' ReDim arrMassaTengah(cnt - 3)
    Else
        MsgBox "File tujuan kosong",
vbCritical + vbOKOnly, App.title
    End If
    Exit Function
End If

```

```

        i = 0
        ReDim arrTinggi(cnt)
        Open namaFile For Input As #1
        Do While Not EOF(1)
            Input #1, strTmp
            ReDim
arrBentang(i).arrData(1)
            Explode strTmp, arrBentang(i),
arrTinggi(i)
            i = i + 1
            If i >= cnt Then Exit Do
        Loop
        Close #1

```

```

'redim arrW, arrM
If intJumlahTinggi > 0 Then
'ReDim arrW(intJumlahTinggi)
'ReDim arrM(intJumlahTinggi)
End If
End Function

```

```

Public Sub Explode(stAll, ByRef
arrData As arrMass, ByRef arrT)
'Dim arrData(1) As String
Dim i, intRes As Integer
Dim strTmp As String

```

```

i = 0
Do While stAll <> ""
intRes = InStr(stAll, " ")
If UBound(arrData.arrData) <= i
Then
'ReDim Preserve
arrData.arrData(i + 1)
End If
If i = 0 Then
arrData.arrData(i) =
Trim(Left(stAll, intRes))
Else
If intRes > 0 Then
arrData.arrData(i) =
Trim(Left(stAll, intRes))
Elseif intRes = 0 And
Len(stAll) > 0 Then
arrData.arrData(i) =
Trim(stAll)
stAll = ""
End If
End If
stAll = Trim(Right(stAll,
Len(stAll) - intRes))

i = i + 1
'set arrTinggi
If (arrData.arrData(i - 1) > 0)
Then
arrT = arrT + 1
End If
'set jumlah tinggi

```

```

If i > intJumlahTinggi Then
intJumlahTinggi = i
End If
Loop

```

```

'Explode = arrData
End Sub
Public Sub SetMatrikEigen()
Dim i, j As Integer
'ReDim
MatrikEigen(intJumlahTinggi,
intJumlahTinggi)
'set nilai matrik massa
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
MatrikEigen(i, j) =
MatrikKekakuan(i, j) / MatrikMassa(i,
i)
Next j
Next i
End Sub

```

```

Public Sub SetA()
Dim i As Integer
'ReDim arrA(intJumlahTinggi)

For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
arrA(i) = arrW(i) ^ 2 - (2 / DT ^
2)
Next i
End Sub

```

```

Public Sub setB()
Dim i As Integer
'ReDim arrB(intJumlahTinggi)

```

```

For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
arrB(i) = (1 / DT ^ 2) - (2 *
decDR * arrW(i) / (2 * DT))
Next i
End Sub

```

```

Public Sub setKB()
Dim i As Integer
'ReDim arrKB(intJumlahTinggi)

```

```

For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    arrKB(i) = (1 / DT ^ 2) + (2 *
decDR * arrW(i) / (2 * DT))
Next i
End Sub

```

```

Public Function getMin(arrData() As
Double)

```

```

    Dim tmp As Double
    Dim i As Integer

```

```

    tmp = arrData(0)
    For i = 1 To UBound(arrData) - 1
        If arrData(i) < tmp Then
            tmp = arrData(i)
        End If
    Next i

```

```

    getMin = tmp
End Function

```

```

Public Function getMax(arrData() As
Double)

```

```

    Dim tmp As Double
    Dim i As Integer

```

```

    tmp = arrData(0)
    For i = 1 To UBound(arrData) - 1
        If arrData(i) > tmp Then
            tmp = arrData(i)
        End If
    Next i

```

```

    getMax = tmp
End Function

```

```

Public Function getBentang(cnt As
Integer)

```

```

    Dim tmp, i, j As Integer

```

```

    For i = 0 To UBound(arrBentang) -
1
        For j = 0 To
UBound(arrBentang(i).arrData(cnt)) -
1

```

```

            If cnt <
UBound(arrBentang(i).arrData) Then
                tmp = tmp + 1
            End If
        Next j
    Next i

```

```

    getBentang = tmp
End Function

```

```

Public Sub setKaksen()

```

```

    Dim maks As Double
    Dim rerata As Double

```

```

    Dim i As Integer
    ReDim arrKaksen(intJumlahTinggi)

```

```

    maks = getMax(arrKekakuanTotal)
    rerata = average(arrKekakuanTotal)
    For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
        If maks = rerata Then
            arrKaksen(i) =
Round(arrKekakuanTotal(i) / maks) +
1
        Else
            arrKaksen(i) =
(arrKekakuanTotal(i) / maks) *
(intJumlahBentang + 1) / min
            arrKaksen(i) =
(arrKekakuanTotal(i) / maks) *
(getBentang(i) + 1) / min
        End If
    Next i
End Sub

```

```

Public Function average(arrData() As
Double)

```

```

    Dim i As Integer
    Dim tmp As Double

```

```

    For i = 0 To UBound(arrData) - 1
        tmp = tmp + arrData(i)
    Next i

```

```

    average = tmp / UBound(arrData)
End Function

```

```
Public Sub set_into_excel(pbE As
ProgressBar, strFile As String,
strGempa As String)
```

```
    Dim aX As New AppExcel
    ' aX.SetM MatrikMassa1
    ' aX.SetArrMassa arrM
    ' aX.SetK MatrikKekakuan
    ' aX.SetModeShape
MatrikInvModeShape
    ' aX.SetOrthogonal res
    ' aX.SetLamda lamda
    aX.ClearExcel
    aX.export pbE, strGempa
    If strFile <> "" Then
        aX.saveExcel strFile
    Else
        aX.saveExcel App.Path +
"hasil.xls"
    End If
    aX.ClearExcel
    ' Set aX = Null
End Sub
```

```
Public Sub setW0()
    Dim i As Integer
    Dim strTmp As Double

    i = 0
    ReDim arrW0(intJumlahTinggi)
    Open "C:\TMP_Hasil.EGN" For
Input As #1
    Do While Not EOF(1)
        If i < intJumlahTinggi Then
            Input #1, strTmp
            arrW0(i) = strTmp
        Else
            Exit Do
        End If
        i = i + 1
    Loop
    Close #1
End Sub
```

```
Public Sub get_lamda()
    ReDim lamda(intJumlahTinggi)
```

```
    Dim i As Integer
    Dim tmp As Double
    Dim tmp1 As Double
    Dim tmp2 As Double
    ' Dim hasil() As Double

    ' ReDim hasil(intJumlahTinggi)
    tmp = MatrikMassa1(0, 0) /
MatrikK(0, 1)
    tmp1 = -MatrikK(0, 0) / MatrikK(0,
1)
```

```
    For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
        tmp2 = matrikModeShape(1, i) -
tmp1
        tmp2 = tmp2 / tmp
        'If tmp < 0 Then
        ' tmp2 = tmp2 * -1
        'End If
        lamda(i) = tmp2
    Next i
End Sub
```

```
Public Sub setPx()
    Dim i As Integer
    ReDim arrPx(intJumlahTinggi)

    For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
        arrPx(i) = arrM(0) *
ArraySumRow(i)
    Next i
End Sub
```

```
Public Sub setMx()
    Dim i As Integer
    ReDim arrMx(intJumlahTinggi)

    For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
        arrMx(i) = arrM(0) *
ArrayTMT(i)
    Next i
End Sub
```

```
Public Sub setRx()
    Dim i As Integer
```

```

ReDim arrRx(intJumlahTinggi)

For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    arrRx(i) = arrPx(i) / arrMx(i)
Next i
End Sub

```

```

Public Sub setK1()
    Dim i, j As Integer
    ReDim MatrikK(intJumlahTinggi,
intJumlahTinggi)

```

```

    For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
        For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
            If (i <> j) And (i + 1 <> j) Then
                MatrikK(i, j) = 0
            ElseIf i = j Then
                If i = 0 And j = 0 Then
                    MatrikK(i, j) =
arrKaksen(i) + arrKaksen(i + 1)
                    MatrikK(i, j + 1) = -
arrKaksen(i)
                ElseIf i = intJumlahTinggi -
1 And j = intJumlahTinggi - 1 Then
                    MatrikK(i, j - 1) = -
arrKaksen(i)
                    MatrikK(i, j) =
arrKaksen(i)
                Else
                    MatrikK(i, j - 1) = -
arrKaksen(i)
                    MatrikK(i, j) =
arrKaksen(i) + arrKaksen(i + 1)
                    MatrikK(i, j + 1) = -
arrKaksen(i + 1)
                End If
            End If
        Next j
    Next i
End Sub

```

```

Public Sub setKx()
    Dim i, j As Integer

```

```

    ReDim MatrikKx(intJumlahTinggi,
intJumlahTinggi)

```

```

    For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
        For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
            If (i <> j) And (i + 1 <> j) Then
                MatrikKx(i, j) = 0
            ElseIf i = j Then
                If i = 0 And j = 0 Then
                    MatrikKx(i, j) =
arrKekakuanTotal(i) +
arrKekakuanTotal(i + 1)
                    MatrikKx(i, j + 1) = -
arrKekakuanTotal(i)
                ElseIf i = intJumlahTinggi -
1 And j = intJumlahTinggi - 1 Then
                    MatrikKx(i, j - 1) = -
arrKekakuanTotal(i)
                    MatrikKx(i, j) =
arrKekakuanTotal(i)
                Else
                    MatrikKx(i, j - 1) = -
arrKekakuanTotal(i)
                    MatrikKx(i, j) =
arrKekakuanTotal(i) +
arrKekakuanTotal(i + 1)
                    MatrikKx(i, j + 1) = -
arrKekakuanTotal(i + 1)
                End If
            End If
        Next j
    Next i
End Sub

```

```

'Public Sub ShowDataGempa()
'    frmMatrik.Caption = "Data Gempa"
'    Dim i, j As Integer
'    Dim lvItem As ListItem
'    Dim lvSubItem As ListSubItem
'    Dim lvColHeader As
ColumnHeader
'    frmMatrik.lvMatrik.ListItems.Clear
'    For i = 0 To UBound(Matrik) - 1

```



```

' Set lvColHeader =
frmMatrik.lvMatrik.ColumnHeaders.A
dd(, "Nama Data")
' Set lvColHeader =
frmMatrik.lvMatrik.ColumnHeaders.A
dd(, "Data")
' For j = 0 To
UBound(arrDataGempa) - 1
' Set lvItem =
frmMatrik.lvMatrik.ListItems.Add(, ,
"Data ke " & j + 1)
' Set lvSltem =
lvItem.ListSubItems.Add(, ,
arrDataGempa(j))
' Next j
'Next i
' frmMatrik.Show vbModal
'End Sub

'Public Function RowCount(namaFile)
' Dim i As Integer

' If Not fso.FileExists(namaFile)
Then
' RowCount = 0
' End If

' i = 0
' Open namaFile For Input As #1

' Do While Not EOF(1)
' Input #1, strTmp
' If Trim(strTemp) <> "" Then
' i = i + 1
' End If
' Loop
' Close #1

' RowCount = i
'End Function

'Public Function getMax() As Integer
' Dim i As Integer
' Dim max As Integer

' max = 0
' For i = 0 To UBound(arrTinggi)
' If Int(arrTinggi(i)) > max Then
' max = Int(arrTinggi(i))
' End If
' Next i

' getMax = max
'End Function

'Public Sub CariM()
' Dim i As Integer
' cari nilai m
' For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
' arrM(i) = arrW(i)
' Next i

' MsgBox "Nilai M ke " & (i + 1) &
" = " & arrM(i)
' decCBase = 2 * arrM(0) *
(Sqr(decKB / arrM(0))) * 0.2
'End Sub

'Public Property Get matrikHasil() As
Double
'matrikHasil = MatrikIT
'End Property

Private Function SetZero(arrData() As
Double)
Dim i As Integer
For i = 0 To intJumlahTinggi
arrData(i) = 0
Next i
SetZero = arrData
End Function

Private Sub SetG(i As Integer)
Dim j As Integer
ReDim Preserve
MatrikIT(i).arrG(intJumlahTinggi)

If i = 0 Then

```

```

MatrikIT(i).arrG =
SetZero(MatrikIT(i).arrG)
ElseIf i = 1 Then
  For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
    MatrikIT(i).arrG(j) = (-
ArrDataGempa(i - 1) - (arrA(j) *
MatrikIT(i - 1).arrG(j)) - (arrB(j) * 0))
/ arrKB(j)
  Next j

```

```

Else
  For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
    MatrikIT(i).arrG(j) = (-
ArrDataGempa(i - 1) - (arrA(j) *
MatrikIT(i - 1).arrG(j)) - (arrB(j) *
MatrikIT(i - 2).arrG(j))) / arrKB(j)
  Next j
End If
End Sub

```

```

Private Sub SetZ(i As Integer)
Dim j As Integer
ReDim Preserve
MatrikIT(i).arrZ(intJumlahTinggi)

```

```

If i = 0 Then
  MatrikIT(i).arrZ =
SetZero(MatrikIT(i).arrZ)
Else
  For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
    MatrikIT(i).arrZ(j) = arrRx(j) *
MatrikIT(i).arrG(j)
  Next j
End If
End Sub

```

```

Private Sub SetY(i As Integer)
Dim j As Integer
ReDim Preserve
MatrikIT(i).arrY(intJumlahTinggi)

```

```

If i = 0 Then
  MatrikIT(i).arrY =
SetZero(MatrikIT(i).arrY)
Else
  For j = 0 To intJumlahTinggi - 1

```

```

  For k = 0 To intJumlahTinggi - 1
    MatrikIT(i).arrY(j) =
MatrikIT(i).arrY(j) +
MatrikIT(i).arrZ(k) *
matrikModeShape(j, k)
  Next k
Next j
End If
End Sub

```

```

Private Sub SetYY(i As Integer)
Dim j As Integer
ReDim Preserve
MatrikIT(i).arrYY(intJumlahTinggi)

```

```

If i = 0 Then
  MatrikIT(i).arrYY =
SetZero(MatrikIT(i).arrYY)
Else
  For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
    If (j > 0) Then
      MatrikIT(i).arrYY(j) =
((MatrikIT(i).arrY(j) -
MatrikIT(i).arrY(j - 1)) /
decTinggiTingkat) * 100
    Else
      MatrikIT(i).arrYY(j) =
(MatrikIT(i).arrY(j) /
decTinggiTingkat) * 100
    End If
  Next j
End If
End Sub

```

```

Private Sub SetF(i As Integer)
Dim j As Integer
Dim Matrik As New matrix
Dim tmp() As Double

```

```

ReDim Preserve
MatrikIT(i).arrF(intJumlahTinggi)

```

```

If i = 0 Then
  MatrikIT(i).arrF =
SetZero(MatrikIT(i).arrF)

```

```

Else
  ReDim tmp(1, intJumlahTinggi)
  For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
    tmp(0, j) = MatrikIT(i).arrY(j)
  Next j
  Matrik.SetMatrixA tmp
  Matrik.SetMatrixB MatrikKx
  Matrik.Multiplication tmp

  For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
    MatrikIT(i).arrF(j) = tmp(0, j)
  Next j
End If
End Sub

```

```

Private Sub SetV(i As Integer)
  Dim j, k As Integer
  Dim tmp As Double
  ReDim Preserve
  MatrikIT(i).arrV(intJumlahTinggi)

```

```

  If i = 0 Then
    MatrikIT(i).arrV =
    SetZero(MatrikIT(i).arrV)
  Else
    For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
      tmp = 0
      For k = j To intJumlahTinggi - 1
        tmp = tmp +
        MatrikIT(i).arrF(k)
      Next k
      MatrikIT(i).arrV(j) = tmp
    Next j
  End If
End Sub

```

```

Private Sub SetM(i As Integer)
  Dim j, k As Integer
  Dim tmp As Double
  ReDim Preserve
  MatrikIT(i).arrM(intJumlahTinggi)

```

```

  If i = 0 Then
    MatrikIT(i).arrM =
    SetZero(MatrikIT(i).arrM)

```

```

Else
  For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
    tmp = 0
    For k = j To intJumlahTinggi - 1
      tmp = (tmp +
      (MatrikIT(i).arrF(k) * (k - j + 1)) *
      decTinggiTingkat) / 100000
    Next k
    MatrikIT(i).arrM(j) = tmp
  Next j
End If
End Sub

```

```

Private Sub SetG1(i As Integer)
  Dim j, k As Integer
  ReDim Preserve
  MatrikIT(i).arrG1(intJumlahTinggi)

```

```

  If i = 0 Then
    For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
      MatrikIT(i).arrG1(j) =
      (MatrikIT(i + 1).arrG(j) - 0) / (2 *
      0.01)
    Next j
  Else
    If i = UBound(ArrDataGempa) - 1
    Then
      For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
        MatrikIT(i).arrG1(j) = (0 -
        MatrikIT(i - 1).arrG(j)) / (2 * 0.01)
      Next j
    Else
      For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
        MatrikIT(i).arrG1(j) =
        (MatrikIT(i + 1).arrG(j) - MatrikIT(i -
        1).arrG(j)) / (2 * 0.01)
      Next j
    End If
  End If
End Sub

```

```

Private Sub SetZ1(i As Integer)
  Dim j, k As Integer
  Dim tmp As Double

```

```

ReDim Preserve
MatrikIT(i).arrZ1(intJumlahTinggi)

```

```

For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
    MatrikIT(i).arrZ1(j) =
MatrikIT(i).arrG1(j) * arrRx(j)
Next j
End Sub

```

```

Private Sub SetY1(i As Integer)
Dim j, k As Integer
ReDim Preserve
MatrikIT(i).arrY1(intJumlahTinggi)

```

```

If i = 0 Then
    For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
        MatrikIT(i).arrY1(j) =
(MatrikIT(i + 1).arrY(j) - 0) / (2 *
0.01)
    Next j
Else
    If i = UBound(ArrDataGempa) - 1
Then
        For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
            MatrikIT(i).arrY1(j) = (0 -
MatrikIT(i - 1).arrY(j)) / (2 * 0.01)
        Next j
    Else
        For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
            MatrikIT(i).arrY1(j) =
(MatrikIT(i + 1).arrY(j) - MatrikIT(i -
1).arrY(j)) / (2 * 0.01)
        Next j
    End If
End If

```

```

'For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
' For k = 0 To intJumlahTinggi - 1
' MatrikIT(i).arrY1(j) =
MatrikIT(i).arrY1(j) +
MatrikIT(i).arrZ1(k) *
matrikModeShape(j, k)
' Next k
'Next j
End Sub

```

```

Private Sub SetYx(i As Integer)
Dim j As Integer
ReDim Preserve
MatrikIT(i).arrYx(intJumlahTinggi)

```

```

If i = 0 Then
    For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
        MatrikIT(i).arrYx(j) =
(MatrikIT(i + 1).arrY(j) - (2 *
MatrikIT(i).arrY(j)) - 0) / (0.01 ^ 2)
    Next j
Else
    If i = UBound(ArrDataGempa) - 1
Then
        For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
            MatrikIT(i).arrYx(j) = (0 - (2 *
MatrikIT(i).arrY(j)) - MatrikIT(i -
1).arrY(j)) / (0.01 ^ 2)
        Next j
    Else
        For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
            MatrikIT(i).arrYx(j) =
(MatrikIT(i + 1).arrY(j) - (2 *
MatrikIT(i).arrY(j)) - MatrikIT(i -
1).arrY(j)) / (0.01 ^ 2)
        Next j
    End If
End If

```

```

'For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
' MatrikIT(i).arrYx(j) =
MatrikIT(i).arrY(j) * arrW(j) ^ 2
'Next j
End Sub

```

```

Public Sub setGenerator()
Dim i As Integer

```

```

For i = 0 To UBound(ArrDataGempa)
- 1
    SetG i
    SetZ i
    SetY i
    SetYY i

```



```

'cari max per Z1
For j = 0 To
UBound(MatrikIT(i).arrZ1) - 1
    tmp(j + intJumlahTinggi * 8) =
cariMax(tmp(j + intJumlahTinggi * 8),
MatrikIT(i).arrZ1(j))
Next j

```

```

'cari max per Y1
For j = 0 To
UBound(MatrikIT(i).arrY1) - 1
    tmp(j + intJumlahTinggi * 9) =
cariMax(tmp(j + intJumlahTinggi * 9),
MatrikIT(i).arrY1(j))
Next j

```

```

'cari max per Yx
For j = 0 To
UBound(MatrikIT(i).arrYx) - 1
    tmp(j + intJumlahTinggi * 10) =
cariMax(tmp(j + intJumlahTinggi *
10), MatrikIT(i).arrYx(j))
Next j
Next i

```

```

ArrayMaxIT = tmp
End Sub

```

```

Private Function cariMax(a As
Double, b As Double)
If Abs(a) < Abs(b) Then
    cariMax = Abs(b)
Else
    cariMax = Abs(a)
End If
End Function

```

```

Private Sub ClearUp()
ReDim
MatrikIT(UBound(ArrDataGempa))
End Sub

```

```

Private Sub Class_Initialize()
ClearUp
End Sub

```

```

Option Explicit
'Private M() As Double
'Private arrM1() As Double
'Private arrW1() As Double
'Private arrLamda() As Double
'Private matrikK() As Double
'Private matrikKaksen() As Double
'Private matrikTeta() As Double
'Private matrikModeShape() As
Double
'Private matrikOrthogonal() As Double
'Private matrikM1() As Double
'Private matrikT() As Double
'Private matrikTM() As Double
'Private arraySumTM() As Double
'Private arrayTMT() As Double
'excell app
Private myExcel As New
Excel.Application
Private myBook As Excel.Workbook
Private mySheet As Excel.Worksheet
Private mySheet2 As Excel.Worksheet
Private mySheet3 As Excel.Worksheet
Private mySheet4 As Excel.Worksheet
Private mySheet5 As Excel.Worksheet
'Dim myExcel As New
Excel.Application
'Dim myBook As Excel.Workbook
'Dim mySheet As Excel.Worksheet

```

```
'Dim mySheet2 As Excel.Worksheet
'Dim mySheet3 As Excel.Worksheet
'Dim mySheet4 As Excel.Worksheet
'Dim mySheet5 As Excel.Worksheet
'Dim mySheet6 As Excel.Worksheet
```

```
Private strTitle() As String
Private tmpTinggi() As Double
Private tmpinvTinggi() As Double
Private arrayNol() As Double
```

```
Private Sub initialExcel()
    Set myBook =
myExcel.Workbooks.Add
    ' myBook.Application.Visible = True
    myBook.Worksheets.Add
    myBook.Worksheets.Add
    myBook.Worksheets.Add
    myBook.Worksheets.Add
    myBook.Worksheets.Add
    'myBook.Worksheets.Add
    Set mySheet =
myBook.Worksheets(1)
    mySheet.Name = "Data"
    'ActiveWindow.Visible = False
    ' Sheets("Data").Select

'ActiveChart.Sheets("Data").Tab.Color
Index = 3
    Set mySheet2 =
myBook.Worksheets(2)
    mySheet2.Name = "Grafik"
    'ActiveWindow.Visible = False
    ' Sheets("Grafik").Select
```

```
'ActiveChart.Sheets("Grafik").Tab.Col
orIndex = 45
    Set mySheet3 =
myBook.Worksheets(3)
    mySheet3.Name = "Mode Shape"
    'ActiveWindow.Visible = False
    ' Sheets("Mode Shape").Select
    'ActiveChart.Sheets("Mode
Shape").Tab.ColorIndex = 43
```

```
Set mySheet4 =
myBook.Worksheets(4)
    mySheet4.Name = "Mode Shape
Ori"
    Set mySheet5 =
myBook.Worksheets(5)
    mySheet5.Name = "Effective"
    'ActiveWindow.Visible = False
    ' Sheets("Mode Shape Ori").Select
    'ActiveChart.Sheets("Mode Shape
Ori").Tab.ColorIndex = 42
End Sub
```

```
Private Sub setTmpTinggi()
    Dim i, j As Integer
    ReDim tmpTinggi(intJumlahTinggi
+ 1)
    ReDim
tmpinvTinggi(intJumlahTinggi)
    ReDim arrayNol(intJumlahTinggi)

    For i = 0 To intJumlahTinggi
        tmpTinggi(i) = i
    Next i

    j = 0
    For i = intJumlahTinggi To 1 Step -
1
        tmpinvTinggi(j) = i
        j = j + 1
    Next i

    For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
        arrayNol(i) = 0
    Next i
End Sub
```

```
Public Sub export(pbE As
ProgressBar, gempa As String)
    Dim i As Integer
    Dim j As Double
```

```
initialExcel
setTmpTinggi
printMatrik 2, 1, mySheet,
MatrikMassa1. "Matrik Massa"
```

```

    printMatrik 2,
    UBound(MatrikMassa1, 2) + 2,
    mySheet, MatrikModeShape1, "T"
    printMatrik 2,
    UBound(MatrikMassa1, 2) +
    UBound(MatrikModeShape1, 2) + 3,
    mySheet, MatrikTM, "Matrik TM"
    printMatrik 2,
    UBound(MatrikMassa1, 2) +
    UBound(MatrikModeShape1, 2) +
    UBound(MatrikTM) + 4, mySheet,
    matrikModeShape, "Matrik Mode
    Shape"
    printMatrik 2,
    UBound(MatrikMassa1, 2) +
    UBound(MatrikModeShape1, 2) +
    UBound(MatrikTM) +
    UBound(matrikModeShape) + 5,
    mySheet, MatrikK, "Matrik [K]"
    printMatrik 2,
    UBound(MatrikMassa1, 2) +
    UBound(MatrikModeShape1, 2) +
    UBound(MatrikTM) +
    UBound(matrikModeShape) +
    UBound(MatrikK) + 6, mySheet,
    matrikModeShape2, "Matrik Mode
    Shape2"

    printMatrik 3, 1, mySheet3,
    MatrikInvModeShape, "Matrik Mode
    Shape Dibagi"

    printColumn 1, 1, mySheet3,
    tmpTinggi
    printColumn 2, 1, mySheet3,
    arrayNol

    printMatrik 3, 1, mySheet4,
    matrikModeShape, "Matrik Mode
    Shape "

    printColumn 1, 1, mySheet4,
    tmpTinggi
    printColumn 2, 1, mySheet4,
    arrayNol

```

```

    printColumn 1, 1, mySheet5,
    tmpInvTinggi

    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 1, mySheet, arrM, "M"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 2, mySheet, lamda, "Lamda"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 3, mySheet, arrKekakuanTotal,
    "Kekakuan Total"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 4, mySheet, arrW, "Omega"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 5, mySheet, ArraySumRow,
    "Sigma TM"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 6, mySheet, ArrayTMT, "TMT"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 7, mySheet, arrA, "A"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 8, mySheet, arrB, "B"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 9, mySheet, arrKaksen, "K"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 10, mySheet, arrKB, "Kb"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 11, mySheet, arrPx, "Px"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 12, mySheet, arrMx, "Mx"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 13, mySheet, arrRx, "Rx"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 15, mySheet, arrSumMS, "EMS"
    printArray UBound(MatrikMassa1)
    + 4, 16, mySheet, arrSumMS2,
    "EMS2"

    printArrayInv
    UBound(MatrikMassa1) + 4, 18,
    mySheet, arrEffectiveEw.arrA, "EWT"
    printArrayInv
    UBound(MatrikMassa1) + 4, 19,
    mySheet, arrEffectiveEw.arrB,
    "(EWT)^2"

```



```

    printArrayInv
    UBound(MatrikMassal) + 4, 20,
    mySheet, arrEffectiveEw.arrC,
    "EWT^2"
    printArrayInv
    UBound(MatrikMassal) + 4, 21,
    mySheet, arrEffectiveEw.arrD, "Ew"
    printArrayInv
    UBound(MatrikMassal) + 4, 22,
    mySheet, arrEffectiveEw.arrE, "%
    Jumlah"
    printArrayInv
    UBound(MatrikMassal) + 4, 23,
    mySheet, arrEffectiveEw.arrF,
    "Akumulasi"

    printArrayInv
    UBound(MatrikMassal) + 4, 25,
    mySheet, arrEffectiveEm.arrA, "EMT"
    printArrayInv
    UBound(MatrikMassal) + 4, 26,
    mySheet, arrEffectiveEm.arrB,
    "(EMT)^2"
    printArrayInv
    UBound(MatrikMassal) + 4, 27,
    mySheet, arrEffectiveEm.arrC,
    "EMT^2"
    printArrayInv
    UBound(MatrikMassal) + 4, 28,
    mySheet, arrEffectiveEm.arrD, "Em"
    printArrayInv
    UBound(MatrikMassal) + 4, 29,
    mySheet, arrEffectiveEm.arrE, "%
    Jumlah"
    printArrayInv
    UBound(MatrikMassal) + 4, 30,
    mySheet, arrEffectiveEm.arrF,
    "Akumulasi"

    printArray UBound(MatrikMassal)
    + intJumlahTinggi + 7, 3, mySheet,
    ArrDataGempa, "0"

    pbE.Min = 0
    pbE.Max = UBound(MatrikIT)

```

```

    j = 0
    For i = 0 To UBound(MatrikIT) - 1

    mySheet.Cells(UBound(MatrikMassal)
    ) + intJumlahTinggi + i + 6, 1) = i

    mySheet.Cells(UBound(MatrikMassal)
    ) + intJumlahTinggi + i + 6, 2) = j
        j = j + 0.01

        printColumn
        UBound(MatrikMassal) +
        intJumlahTinggi + i + 6, 4, mySheet,
        MatrikIT(i).arrG
        printColumn
        UBound(MatrikMassal) +
        intJumlahTinggi + i + 6, 4 +
        UBound(MatrikIT(i).arrG), mySheet,
        MatrikIT(i).arrZ
        printColumn
        UBound(MatrikMassal) +
        intJumlahTinggi + i + 6, 4 +
        UBound(MatrikIT(i).arrG) +
        UBound(MatrikIT(i).arrZ), mySheet,
        MatrikIT(i).arrY
        printColumn
        UBound(MatrikMassal) +
        intJumlahTinggi + i + 6, 4 +
        UBound(MatrikIT(i).arrG) +
        UBound(MatrikIT(i).arrZ) +
        UBound(MatrikIT(i).arrY), mySheet,
        MatrikIT(i).arrYY
        printColumn
        UBound(MatrikMassal) +
        intJumlahTinggi + i + 6, 4 +
        UBound(MatrikIT(i).arrG) +
        UBound(MatrikIT(i).arrZ) +
        UBound(MatrikIT(i).arrY) +
        UBound(MatrikIT(i).arrYY), mySheet,
        MatrikIT(i).arrF
        printColumn
        UBound(MatrikMassal) +
        intJumlahTinggi + i + 6, 4 +
        UBound(MatrikIT(i).arrG) +
        UBound(MatrikIT(i).arrZ) +

```

```

UBound(MatrikIT(i).arrY) +
UBound(MatrikIT(i).arrYY) +
UBound(MatrikIT(i).arrF), mySheet,
MatrikIT(i).arrV
    printColomn
UBound(MatrikMassal) +
intJumlahTinggi + i + 6, 4 +
UBound(MatrikIT(i).arrG) +
UBound(MatrikIT(i).arrZ) +
UBound(MatrikIT(i).arrY) +
UBound(MatrikIT(i).arrYY) +
UBound(MatrikIT(i).arrF) +
UBound(MatrikIT(i).arrV), mySheet,
MatrikIT(i).arrM

    printColomn
UBound(MatrikMassal) +
intJumlahTinggi + i + 6, 4 +
UBound(MatrikIT(i).arrG) +
UBound(MatrikIT(i).arrZ) +
UBound(MatrikIT(i).arrY) +
UBound(MatrikIT(i).arrYY) +
UBound(MatrikIT(i).arrF) +
UBound(MatrikIT(i).arrV) + _
    UBound(MatrikIT(i).arrM),
mySheet, MatrikIT(i).arrG1
    printColomn
UBound(MatrikMassal) +
intJumlahTinggi + i + 6, 4 +
UBound(MatrikIT(i).arrG) +
UBound(MatrikIT(i).arrZ) +
UBound(MatrikIT(i).arrY) +
UBound(MatrikIT(i).arrYY) +
UBound(MatrikIT(i).arrF) +
UBound(MatrikIT(i).arrV) + _
    UBound(MatrikIT(i).arrM) +
UBound(MatrikIT(i).arrG1), mySheet,
MatrikIT(i).arrZ1
    printColomn
UBound(MatrikMassal) +
intJumlahTinggi + i + 6, 4 +
UBound(MatrikIT(i).arrG) +
UBound(MatrikIT(i).arrZ) +
UBound(MatrikIT(i).arrY) +
UBound(MatrikIT(i).arrYY) +

```

```

UBound(MatrikIT(i).arrF) +
UBound(MatrikIT(i).arrV) + _
    UBound(MatrikIT(i).arrM) +
UBound(MatrikIT(i).arrG1) +
UBound(MatrikIT(i).arrZ1), mySheet,
MatrikIT(i).arrY1
    printColomn
UBound(MatrikMassal) +
intJumlahTinggi + i + 6, 4 +
UBound(MatrikIT(i).arrG) +
UBound(MatrikIT(i).arrZ) +
UBound(MatrikIT(i).arrY) +
UBound(MatrikIT(i).arrYY) +
UBound(MatrikIT(i).arrF) +
UBound(MatrikIT(i).arrV) + _
    UBound(MatrikIT(i).arrM) +
UBound(MatrikIT(i).arrG1) +
UBound(MatrikIT(i).arrZ1) +
UBound(MatrikIT(i).arrY1), mySheet,
MatrikIT(i).arrYx
    pbE.Value = i
    Next i

    'buat judul
    createTitle gempa
    printColomnS
    (UBound(MatrikMassal) +
intJumlahTinggi + 5), 1, mySheet,
strTitle
        printColomn
        UBound(MatrikMassal) +
intJumlahTinggi + i + 7, 4, mySheet,
ArrayMaxIT

        buatGrafik mySheet, mySheet2,
intJumlahTinggi * 2, "Y", "Simpangan
(cm)", 1, 1, False
        buatGrafik mySheet, mySheet2,
intJumlahTinggi * 3, "yy", "Interstorey
Drift (%)", 2, 1, True
        buatGrafik mySheet, mySheet2,
intJumlahTinggi * 4, "F", "Gaya
Horisontal Tingkat (kg)", 3, 2, False

```

```

    buatGrafik mySheet, mySheet2,
    intJumlahTinggi * 5, "V", "Gaya
    Geser (kg)", 4, 2, True
    buatGrafik mySheet, mySheet2,
    intJumlahTinggi * 6, "MG", "Momen
    Guling (t.m)", 5, 3, False
    'buatGrafik mySheet, mySheet2,
    intJumlahTinggi * 7, "GI", "GI", 6, 3,
    True
    'buatGrafik mySheet, mySheet2,
    intJumlahTinggi * 8, "ZI", "ZI", 7, 4,
    False
    buatGrafik mySheet, mySheet2,
    intJumlahTinggi * 9, "YI",
    "Kecepatan (cm/dt)", 6, 3, True
    buatGrafik mySheet, mySheet2,
    intJumlahTinggi * 10, "Yx",
    "Percepatan (cm/dt2)", 7, 4, False
    BuatGrafikInvModeShape
    mySheet3, mySheet3
    BuatGrafikModeShape mySheet4,
    mySheet4
    BuatGrafikRx mySheet, mySheet4

    BuatGrafikEffect mySheet,
    mySheet5,
    mySheet5.Range(mySheet5.Cells(1,
    1), _
    mySheet5.Cells(1,
    intJumlahTinggi)),
    mySheet.Range(mySheet.Cells(UBoun
    d(MatrikMassa1) + 4, 22), _

    mySheet.Cells(UBound(MatrikMassa1
    ) + 3 + intJumlahTinggi, 22)), 0, 1, "%
    Jumlah Ew"
    BuatGrafikEffect mySheet,
    mySheet5,
    mySheet5.Range(mySheet5.Cells(1,
    1), _
    mySheet5.Cells(1,
    intJumlahTinggi)),
    mySheet.Range(mySheet.Cells(UBoun
    d(MatrikMassa1) + 4, 23), _

```

```

    mySheet.Cells(UBound(MatrikMassa1
    ) + 3 + intJumlahTinggi, 23)), 1, 1,
    "Akumulasi Ew"
    BuatGrafikEffect mySheet,
    mySheet5,
    mySheet5.Range(mySheet5.Cells(1,
    1), _
    mySheet5.Cells(1,
    intJumlahTinggi)),
    mySheet.Range(mySheet.Cells(UBoun
    d(MatrikMassa1) + 4, 29), _

    mySheet.Cells(UBound(MatrikMassa1
    ) + 3 + intJumlahTinggi, 29)), 2, 2, "%
    Jumlah Em"
    BuatGrafikEffect mySheet,
    mySheet5,
    mySheet5.Range(mySheet5.Cells(1,
    1), _
    mySheet5.Cells(1,
    intJumlahTinggi)),
    mySheet.Range(mySheet.Cells(UBoun
    d(MatrikMassa1) + 4, 30), _

    mySheet.Cells(UBound(MatrikMassa1
    ) + 3 + intJumlahTinggi, 30)), 3, 2,
    "Akumulasi Em"
    End Sub
    Public Sub saveExcel(strExcel)
    myBook.SaveAs strExcel
    myBook.Close
    myExcel.Quit
    End Sub

    Private Sub createTitle(gempa As
    String)
    Dim i As Integer
    ReDim strTitle(intJumlahTinggi * 11
    + 3)

    strTitle(0) = "No. (i)"
    strTitle(1) = "t"
    strTitle(2) = gempa

```

```
'generate g
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    strTitle(2 + i + 1) = "g" + Trim(Str(i
+ 1))
Next i
```

```
'generate z
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    strTitle(2 + intJumlahTinggi * 1 + i
+ 1) = "Z" + Trim(Str(i + 1))
Next i
```

```
'generate Y
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    strTitle(2 + intJumlahTinggi * 2 + i
+ 1) = "Y" + Trim(Str(i + 1))
Next i
```

```
'generate yy
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    strTitle(2 + intJumlahTinggi * 3 + i
+ 1) = "yy" + Trim(Str(i + 1))
Next i
```

```
'generate F
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    strTitle(2 + intJumlahTinggi * 4 + i
+ 1) = "F" + Trim(Str(i + 1))
Next i
```

```
'generate V
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    strTitle(2 + intJumlahTinggi * 5 + i
+ 1) = "V" + Trim(Str(i + 1))
Next i
```

```
'generate MG
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    strTitle(2 + intJumlahTinggi * 6 + i
+ 1) = "MG" + Trim(Str(i + 1))
Next i
```

```
'generate G1
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
```

```
    strTitle(2 + intJumlahTinggi * 7 + i
+ 1) = "G1-" + Trim(Str(i + 1))
Next i
```

```
'generate Z1
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    strTitle(2 + intJumlahTinggi * 8 + i
+ 1) = "Z1-" + Trim(Str(i + 1))
Next i
```

```
'generate Y1
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    strTitle(2 + intJumlahTinggi * 9 + i
+ 1) = "Y1-" + Trim(Str(i + 1))
Next i
```

```
'generate Yx
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    strTitle(2 + intJumlahTinggi * 10 +
i + 1) = "Yx" + Trim(Str(i + 1))
Next i
End Sub
```

```
Private Sub printArray(row As Integer,
col As Integer, Sheet As
Excel.Worksheet, arrData() As
Double, strCaption As String)
Dim i As Integer
```

```
If (strCaption <> "") Then
    Sheet.Cells(row - 1, col) =
strCaption
End If
For i = 0 To UBound(arrData) - 1
    Sheet.Cells(row + i, col) =
arrData(i)
Next i
End Sub
```

```
Private Sub printArrayInv(row As
Integer, col As Integer, Sheet As
Excel.Worksheet, arrData() As
Double, strCaption As String)
Dim i, j As Integer
```

```

If (strCaption <> "") Then
    Sheet.Cells(row - 1, col) =
strCaption
End If

```

```

j = 0
For i = UBound(arrData) - 1 To 0 Step
-1
    Sheet.Cells(row + i, col) =
arrData(j)
    j = j + 1
Next i
End Sub

```

```

Private Sub
BuatGrafikInvModeShape(sheetSource
As Excel.Worksheet,
sheetDestination As Excel.Worksheet)
    Dim i As Integer

```

```

    sheetDestination.Select

    For i = 0 To
UBound(MatrikInvModeShape, 2) - 1
        myBook.Charts.Add
        myBook.ActiveChart.ChartType
= xlXYScatterSmooth

```

```

myBook.ActiveChart.SetSourceData
sheetDestination.Range("A1")

```

```

myExcel.ActiveChart.SeriesCollection
(1).XValues = _

```

```

sheetSource.Range(sheetSource.Cells(
2, 1 + i), _
sheetSource.Cells(2 +
intJumlahTinggi, 1 + i))

```

```

myExcel.ActiveChart.SeriesCollection
(1).Values = _

```

```

sheetSource.Range(sheetSource.Cells(
1, 1), _
sheetSource.Cells(1, 1 +
intJumlahTinggi))

```

```

myBook.ActiveChart.Location
xlLocationAsObject, "Mode Shape"
With myBook.ActiveChart
    .HasTitle = True
    .ChartTitle.Characters.Text =
"Mode " + Str(i + 1)
    .Axes(xlCategory,
xlPrimary).HasTitle = False
    .Axes(xlValue,
xlPrimary).HasTitle = False
End With
With myBook.ActiveChart
    .HasAxis(xlCategory, xlPrimary)
= True
    .HasAxis(xlValue, xlPrimary) =
True
End With
With
myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory
)
    .HasMajorGridlines = False
    .HasMinorGridlines = False
End With
With
myBook.ActiveChart.Axes(xlValue)
    .HasMajorGridlines = False
    .HasMinorGridlines = False
End With
myBook.ActiveChart.HasLegend
= True

```

```

myBook.ActiveChart.Legend.Font.Siz
e = 8

```

```

myBook.ActiveChart.Legend.Select
myExcel.Selection.Position =
xlBottom
'geser posisi

```

```

myBook.ActiveChart.ChartArea.Select
myBook.ActiveSheet.ChartObjects("Chart " + Str(i + 1)).Activate
myBook.ActiveChart.ChartArea.Select
myBook.ActiveChart.PlotArea.Select
myExcel.Selection.ClearFormats
myExcel.ActiveWindow.Visible = False
myBook.ActiveSheet.ChartObjects("Chart " + Str(i + 1)).Activate
myBook.ActiveChart.PlotArea.Select
myBook.ActiveChart.ChartArea.Select
myBook.ActiveChart.PlotArea.Width = 100
myBook.ActiveChart.PlotArea.top = 20
myBook.ActiveChart.Legend.Select
myExcel.Selection.Delete
myBook.ActiveChart.PlotArea.Select
myBook.ActiveChart.ChartArea.Select
With myExcel.Selection.Border
    .Weight = 2
    .LineStyle = -1
End With
myExcel.Selection.Interior.ColorIndex = xlNone
myExcel.ActiveWindow.Visible = False
myBook.ActiveSheet.ChartObjects("Chart " + Str(i + 1)).Activate
myBook.ActiveChart.ChartArea.Select
myBook.ActiveSheet.Shapes("Chart " + Str(i + 1)).Width = 100
With myExcel.Selection.Border
    .Weight = 1
    .LineStyle = 0
End With
myExcel.Selection.Interior.ColorIndex = xlNone
myExcel.ActiveWindow.Visible = False
myBook.ActiveSheet.ChartObjects("Chart " + Str(i + 1)).Activate
myBook.ActiveChart.PlotArea.Select
myBook.ActiveChart.ChartArea.Select
myBook.ActiveChart.PlotArea.Width = 100
myBook.ActiveSheet.Shapes("Chart " + Str(i + 1)).IncrementLeft 120 * i
myBook.ActiveSheet.Shapes("Chart " + Str(i + 1)).IncrementTop 30
myBook.ActiveChart.ChartTitle.Select
myExcel.Selection.AutoScaleFont = True
With myExcel.Selection.Font
    .Name = "Arial"
    .Size = 8
    .Strikethrough = False
    .Superscript = False
    .Subscript = False
    .OutlineFont = False
    .Shadow = False
    .Underline = xlUnderlineStyleNone
    .ColorIndex = xlAutomatic
    .Background = xlAutomatic
End With
myBook.ActiveChart.Axes(xlValue).Select

```

```

With
myBook.ActiveChart.Axes(xlValue)
    .MinimumScaleIsAuto = True
    .MaximumScale =
intJumlahTinggi
    .MinorUnitIsAuto = True
    .MajorUnitIsAuto = True
    .Crosses = xlAutomatic
    .ReversePlotOrder = False
    .ScaleType = xlLinear
    .DisplayUnit = xlNone
End With

```

```

myExcel.Selection.TickLabels.AutoSc
aleFont = True
With
myExcel.Selection.TickLabels.Font
    .Name = "Arial"
    .FontStyle = "Regular"
    .Size = 7
    .Strikethrough = False
    .Superscript = False
    .Subscript = False
    .OutlineFont = False
    .Shadow = False
    .Underline =
xlUnderlineStyleNone
    .ColorIndex = xlAutomatic
    .Background = xlAutomatic
End With

```

```

myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory
).Select
With
myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory
)
    .MinimumScaleIsAuto = True
    .MaximumScaleIsAuto = True
    .MinorUnitIsAuto = True
    .MajorUnitIsAuto = 1
    .Crosses = xlAutomatic
    .ReversePlotOrder = False
    .ScaleType = xlLinear
    .DisplayUnit = xlNone
End With

```

```

myExcel.Selection.TickLabels.AutoSc
aleFont = True
With
myExcel.Selection.TickLabels.Font
    .Name = "Arial"
    .FontStyle = "Regular"
    .Size = 7
    .Strikethrough = False
    .Superscript = False
    .Subscript = False
    .OutlineFont = False
    .Shadow = False
    .Underline =
xlUnderlineStyleNone
    .ColorIndex = xlAutomatic
    .Background = xlAutomatic
End With
Next i
End Sub

```

```

Private Sub
BuatGrafikModeShape(sheetSource
As Excel.Worksheet, sheetDestination
As Excel.Worksheet)
    Dim i As Integer
    sheetDestination.Select
    For i = 0 To
UBound(matrikModeShape, 2) - 1
        myExcel.Charts.Add
myExcel.ActiveChart.ChartType
= xlXYScatterSmooth

```

```

myExcel.ActiveChart.SetSourceData
sheetDestination.Range("A1")

```

```

myExcel.ActiveChart.SeriesCollection
(1).XValues = _

```

```

sheetSource.Range(sheetSource.Cells(
2, 1 + i), _

```

```
sheetSource.Cells(2 +  
intJumlahTinggi, 1 + i))
```

```
myExcel.ActiveChart.SeriesCollection  
(1).Values = _
```

```
sheetSource.Range(sheetSource.Cells(  
1, 1), _  
sheetSource.Cells(1, 1 +  
intJumlahTinggi))
```

```
myExcel.ActiveChart.Location  
xlLocationAsObject, "Mode Shape  
Ori"
```

```
With myBook.ActiveChart  
.HasTitle = True  
.ChartTitle.Characters.Text =  
"Mode " + Str(i + 1)  
.Axes(xlCategory,  
xlPrimary).HasTitle = False  
.Axes(xlValue,  
xlPrimary).HasTitle = False  
End With  
With myBook.ActiveChart  
.HasAxis(xlCategory, xlPrimary)  
= True  
.HasAxis(xlValue, xlPrimary) =  
True  
End With  
With
```

```
myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory  
)
```

```
.HasMajorGridlines = False  
.HasMinorGridlines = False
```

```
End With  
With
```

```
myBook.ActiveChart.Axes(xlValue)  
.HasMajorGridlines = False  
.HasMinorGridlines = False
```

```
End With
```

```
myBook.ActiveChart.HasLegend  
= True
```

```
myBook.ActiveChart.Legend.Font.Siz  
e = 8
```

```
myBook.ActiveChart.Legend.Select  
myExcel.Selection.Position =  
xlBottom  
'geser posisi
```

```
myBook.ActiveChart.ChartArea.Select
```

```
myBook.ActiveSheet.ChartObjects("C  
hart " + Str(i + 1)).Activate
```

```
myBook.ActiveChart.ChartArea.Select
```

```
myBook.ActiveChart.PlotArea.Select  
myExcel.Selection.ClearFormats  
myExcel.ActiveWindow.Visible  
= False
```

```
myBook.ActiveSheet.ChartObjects("C  
hart " + Str(i + 1)).Activate
```

```
myBook.ActiveChart.ChartArea.Select
```

```
myBook.ActiveChart.Legend.Select  
myExcel.Selection.Delete
```

```
myBook.ActiveChart.PlotArea.Select
```

```
myBook.ActiveChart.ChartArea.Select
```

```
With myExcel.Selection.Border
```

```
.Weight = 2
```

```
.LineStyle = -1
```

```
End With
```

```
myExcel.Selection.Interior.ColorIndex  
= xlNone
```

```
myExcel.ActiveWindow.Visible  
= False
```

```
myBook.ActiveSheet.ChartObjects("C  
hart " + Str(i + 1)).Activate
```



```

myBook.ActiveChart.ChartArea.Select

myBook.ActiveSheet.Shapes("Chart "
+ Str(i + 1)).Width = 100
    With myExcel.Selection.Border
        .Weight = 1
        .LineStyle = 0
    End With

myExcel.Selection.Interior.ColorIndex
= xlNone
    myExcel.ActiveWindow.Visible
= False

myBook.ActiveSheet.ChartObjects("C
hart " + Str(i + 1)).Activate

myBook.ActiveChart.PlotArea.Select

myBook.ActiveChart.ChartArea.Select

myBook.ActiveChart.PlotArea.Width
= 100

myBook.ActiveChart.PlotArea.top =
20

myBook.ActiveSheet.Shapes("Chart "
+ Str(i + 1)).IncrementLeft 120 * i

myBook.ActiveSheet.Shapes("Chart "
+ Str(i + 1)).IncrementTop 30

myBook.ActiveChart.ChartTitle.Select

myExcel.Selection.AutoScaleFont =
True
    With myExcel.Selection.Font
        .Name = "Arial"
        .Size = 8
        .Strikethrough = False
        .Superscript = False
        .Subscript = False
        .OutlineFont = False
        .Shadow = False
        .Underline =
xlUnderlineStyleNone
        .ColorIndex = xlAutomatic
        .Background = xlAutomatic
    End With

myBook.ActiveChart.Axes(xlValue).S
elect
    With
myBook.ActiveChart.Axes(xlValue)
        .MinimumScaleAuto = True
        .MaximumScale =
intJumlahTinggi
        .MinorUnitIsAuto = True
        .MajorUnitIsAuto = True
        .Crosses = xlAutomatic
        .ReversePlotOrder = False
        .ScaleType = xlLinear
        .DisplayUnit = xlNone
    End With

myExcel.Selection.TickLabels.AutoSc
aleFont = True
    With
myExcel.Selection.TickLabels.Font
        .Name = "Arial"
        .FontStyle = "Regular"
        .Size = 7
        .Strikethrough = False
        .Superscript = False
        .Subscript = False
        .OutlineFont = False
        .Shadow = False
        .Underline =
xlUnderlineStyleNone
        .ColorIndex = xlAutomatic
        .Background = xlAutomatic
    End With

myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory
).Select
    With
myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory
)

```

```

        .MinimumScaleIsAuto = True
        .MaximumScaleIsAuto = True
        .MinorUnitIsAuto = True
        .MajorUnitIsAuto = 1
        .Crosses = xlAutomatic
        .ReversePlotOrder = False
        .ScaleType = xlLinear
        .DisplayUnit = xlNone
    End With

myExcel.Selection.TickLabels.AutoScaleFont = True
    With
myExcel.Selection.TickLabels.Font
        .Name = "Arial"
        .FontStyle = "Regular"
        .Size = 7
        .Strikethrough = False
        .Superscript = False
        .Subscript = False
        .OutlineFont = False
        .Shadow = False
        .Underline =
xlUnderlineStyleNone
        .ColorIndex = xlAutomatic
        .Background = xlAutomatic
    End With
Next i
End Sub

Private Sub BuatGrafikRx(sheetSource As Excel.Worksheet, sheetDestination As Excel.Worksheet)
    Dim i As Integer

    sheetDestination.Select

    myExcel.Charts.Add
    myExcel.ActiveChart.ChartType = xlXYScatterSmooth

    myExcel.ActiveChart.SetSourceData sheetDestination.Range("A1")

    'ActiveChart.SeriesCollection.NewSeries

    myBook.ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = _
sheetDestination.Range(sheetDestination.Cells(1, 2), _
    sheetDestination.Cells(1, 1 + intJumlahTinggi))

    myBook.ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = _

    sheetSource.Range(sheetSource.Cells(intJumlahTinggi + 4, 13), _
    sheetSource.Cells(2 * intJumlahTinggi + 3, 13))
    ,
    ActiveChart.SeriesCollection(1).Name = "Legend" + Trim(Str(i + 1))

    myExcel.ActiveChart.Location xlLocationAsObject, "Mode Shape Ori"

    With myBook.ActiveChart
        .HasTitle = False
        .Axes(xlCategory, xlPrimary).HasTitle = True
        .Axes(xlCategory, xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text = "Mode"
        .Axes(xlValue, xlPrimary).HasTitle = True
        .Axes(xlValue, xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text = "Partisipasi"
    End With
    With
myExcel.ActiveChart.Axes(xlCategory)

```

```

        .HasMajorGridlines = False
        .HasMinorGridlines = False
    End With
    With
myExcel.ActiveChart.Axes(xlValue)
        .HasMajorGridlines = False
        .HasMinorGridlines = False
    End With
    myExcel.ActiveChart.HasLegend =
True

myExcel.ActiveChart.Legend.Font.Siz
e = 8
    myExcel.ActiveChart.Legend.Select

    myExcel.Selection.Position =
xlBottom

    'geser posisi

myExcel.ActiveChart.ChartArea.Selec
t

myExcel.ActiveSheet.ChartObjects("C
hart " + Str(intJumlahTinggi +
1)).Activate

myExcel.ActiveChart.ChartArea.Selec
t

myExcel.ActiveChart.PlotArea.Select
myExcel.Selection.ClearFormats

myExcel.ActiveChart.Axes(xlCategor
yScale).Select
    With myExcel.Selection.Border
        .Weight = xlHairline
        .LineStyle = xlAutomatic
    End With
    With myExcel.Selection
        .MajorTickMark = xlOutside
        .MinorTickMark = xlNone
        .TickLabelPosition =
xlNextToAxis
    End With

myExcel.Selection.Delete
myExcel.ActiveWindow.Visible =
False

myExcel.ActiveSheet.ChartObjects("C
hart " + Str(intJumlahTinggi +
1)).Activate

myExcel.ActiveChart.ChartArea.Selec
t
    myExcel.ActiveChart.Legend.Select
myExcel.Selection.Delete

myExcel.ActiveChart.PlotArea.Select

myExcel.ActiveChart.ChartArea.Selec
t
    With myExcel.Selection.Border
        .Weight = 2
        .LineStyle = -1
    End With

myExcel.Selection.Interior.ColorIndex
= xlNone

myExcel.ActiveSheet.ChartObjects("C
hart " + Str(intJumlahTinggi +
1)).Activate

myExcel.ActiveChart.ChartArea.Selec
t

myExcel.ActiveSheet.Shapes("Chart "
+ Str(intJumlahTinggi + 1)).Width =
400
    With myExcel.Selection.Border
        .Weight = 1
        .LineStyle = 0
    End With

myExcel.Selection.Interior.ColorIndex
= xlNone
myExcel.ActiveWindow.Visible =
False

```

```
myExcel.ActiveSheet.ChartObjects("C  
hart " + Str(intJumlahTinggi +  
1)).Activate
```

```
myExcel.ActiveChart.PlotArea.Select
```

```
myExcel.ActiveChart.ChartArea.Select
```

```
With myExcel.ActiveChart  
.HasAxis(xlCategory, xlPrimary)  
= True  
.HasAxis(xlValue, xlPrimary) =  
True  
End With
```

```
myExcel.ActiveChart.Axes(xlCategor  
y, xlPrimary).CategoryType =  
xlAutomatic
```

```
myExcel.ActiveChart.PlotArea.Width  
= 400
```

```
myExcel.ActiveSheet.Shapes("Chart "  
+ Str(intJumlahTinggi +  
1)).IncrementLeft 50
```

```
myExcel.ActiveSheet.Shapes("Chart "  
+ Str(intJumlahTinggi +  
1)).IncrementTop 300
```

```
myExcel.ActiveChart.Axes(xlValue).S  
elect
```

```
With  
myExcel.ActiveChart.Axes(xlValue)  
.MinimumScaleIsAuto = True  
.MaximumScaleIsAuto = True  
.MinorUnitIsAuto = True  
.MajorUnitIsAuto = True  
.Crosses = xlAutomatic  
.ReversePlotOrder = False  
.ScaleType = xlLinear  
.DisplayUnit = xlNone  
End With
```

```
myExcel.Selection.TickLabels.AutoSc  
aleFont = True
```

```
With
```

```
myExcel.Selection.TickLabels.Font
```

```
.Name = "Arial"  
.FontStyle = "Regular"  
.Size = 7  
.Strikethrough = False  
.Superscript = False  
.Subscript = False  
.OutlineFont = False  
.Shadow = False  
.Underline =  
xlUnderlineStyleNone  
.ColorIndex = xlAutomatic  
.Background = xlAutomatic  
End With
```

```
myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory  
) .Select
```

```
myExcel.Selection.TickLabels.AutoSc  
aleFont = True
```

```
With
```

```
myExcel.Selection.TickLabels.Font
```

```
.Name = "Arial"  
.Size = 7  
.Strikethrough = False  
.Superscript = False  
.Subscript = False  
.OutlineFont = False  
.Shadow = False  
.Underline =  
xlUnderlineStyleNone  
.ColorIndex = xlAutomatic  
.Background = xlAutomatic  
End With
```

```
myBook.ActiveChart.Axes(xlValue).A  
xisTitle.Select
```

```
myExcel.Selection.AutoScaleFont =  
True
```

```
With myExcel.Selection.Font
```

```
.Name = "Arial"
```

```

        .Size = 7
        .Strikethrough = False
        .Superscript = False
        .Subscript = False
        .OutlineFont = False
        .Shadow = False
        .Underline =
xlUnderlineStyleNone
        .ColorIndex = xlAutomatic
        .Background = xlAutomatic
    End With
    myExcel.Selection.Font.Bold =
False

myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory
).AxisTitle.Select
    myExcel.Selection.AutoScaleFont =
True
    With myExcel.Selection.Font
        .Name = "Arial"
        .Size = 7
        .Strikethrough = False
        .Superscript = False
        .Subscript = False
        .OutlineFont = False
        .Shadow = False
        .Underline =
xlUnderlineStyleNone
        .ColorIndex = xlAutomatic
        .Background = xlAutomatic
    End With
    myExcel.Selection.Font.Bold =
False

myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory
).Select
    With
myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory
)
        .MinimumScale = 1
        .MaximumScale =
intJumlahTinggi
        .MinorUnitIsAuto = True
        .MajorUnit = 1
        .Crosses = xlAutomatic
        .ReversePlotOrder = False
        .ScaleType = xlLinear
        .DisplayUnit = xlNone
    End With

End Sub

Private Sub
BuatGrafikEffect(sheetSource As
Excel.Worksheet, sheetDestination As
Excel.Worksheet, RangeX As
Excel.Range, RangeY As
Excel.Range, ChartNumber As
Integer, top As Integer, cap As String)
    Dim i As Integer

    sheetDestination.Select

    myExcel.Charts.Add
myExcel.ActiveChart.ChartType =
xlXYScatterSmooth

myExcel.ActiveChart.SetSourceData
sheetDestination.Range("A1")

    myExcel.ActiveChart.Location
xlLocationAsObject, "Effective"

myExcel.ActiveChart.SeriesCollection
.NewSeries
,
myExcel.ActiveChart.SeriesCollection
(1).XValues =
mySheet4.Range(mySheet4.Cells(1,
2), _
mySheet4.Cells(1, 1 +
intJumlahTinggi))
,
myExcel.ActiveChart.SeriesCollection
(1).Values =
mySheet.Range(mySheet.Cells(UBoun
d(MatrikMassa1) + 4, 23), _

```

```
mySheet.Cells(UBound(MatrikMassal
) + 4 + intJumlahTinggi, 23))
```

```
myExcel.ActiveChart.SeriesCollection
(1).XValues = RangeX
```

```
myExcel.ActiveChart.SeriesCollection
(1).Values = RangeY
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Name
= "Legend" + Trim(Str(i + 1))
```

```
With myBook.ActiveChart
.HasTitle = False
.Axes(xlCategory,
xlPrimary).HasTitle = True
.Axes(xlCategory,
xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text
= "Mode"
```

```
.Axes(xlValue,
xlPrimary).HasTitle = True
.Axes(xlValue,
xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text
= cap
End With
With
```

```
myExcel.ActiveChart.Axes(xlCategor
y)
```

```
.HasMajorGridlines = False
.HasMinorGridlines = False
```

```
End With
With
```

```
myExcel.ActiveChart.Axes(xlValue)
.HasMajorGridlines = False
.HasMinorGridlines = False
```

```
End With
```

```
myExcel.ActiveChart.HasLegend =
True
```

```
myExcel.ActiveChart.Legend.Font.Siz
e = 8
```

```
myExcel.ActiveChart.Legend.Select
```

```
myExcel.Selection.Position =
xlBottom
```

```
'geser posisi
```

```
myExcel.ActiveChart.ChartArea.Select
```

```
myExcel.ActiveSheet.ChartObjects("C
hart " + Str(ChartNumber +
1)).Activate
```

```
myExcel.ActiveChart.ChartArea.Select
```

```
myExcel.ActiveChart.PlotArea.Select
myExcel.Selection.ClearFormats
```

```
myExcel.ActiveChart.Axes(xlCategor
yScale).Select
```

```
With myExcel.Selection.Border
.Weight = xlHairline
.LineStyle = xlAutomatic
End With
```

```
With myExcel.Selection
.MajorTickMark = xlOutside
.MinorTickMark = xlNone
.TickLabelPosition =
```

```
xlNextToAxis
End With
```

```
myExcel.Selection.Delete
```

```
myExcel.ActiveWindow.Visible =
False
```

```
myExcel.ActiveSheet.ChartObjects("C
hart " + Str(ChartNumber +
1)).Activate
```

```
myExcel.ActiveChart.ChartArea.Select
```

```
myExcel.ActiveChart.Legend.Select
myExcel.Selection.Delete
```

```
myExcel.ActiveChart.PlotArea.Select
```

```

myExcel.ActiveChart.ChartArea.Select
With myExcel.Selection.Border
    .Weight = 2
    .LineStyle = -1
End With

```

```

myExcel.Selection.Interior.ColorIndex
= xlNone

```

```

myExcel.ActiveSheet.ChartObjects("C
hart " + Str(ChartNumber +
1)).Activate

```

```

myExcel.ActiveChart.ChartArea.Select

```

```

myExcel.ActiveSheet.Shapes("Chart "
+ Str(ChartNumber + 1)).Width = 400
With myExcel.Selection.Border
    .Weight = 1
    .LineStyle = 0
End With

```

```

myExcel.Selection.Interior.ColorIndex
= xlNone
myExcel.ActiveWindow.Visible =
False

```

```

myExcel.ActiveSheet.ChartObjects("C
hart " + Str(ChartNumber +
1)).Activate

```

```

myExcel.ActiveChart.PlotArea.Select

```

```

myExcel.ActiveChart.ChartArea.Select
With myExcel.ActiveChart
    .HasAxis(xlCategory, xlPrimary)
= True
    .HasAxis(xlValue, xlPrimary) =
True
End With

```

```

myExcel.ActiveChart.Axes(xlCategor
y, xlPrimary).CategoryType =
xlAutomatic

```

```

myExcel.ActiveChart.PlotArea.Width
= 400

```

```

If (ChartNumber Mod 2) = 0 Then

```

```

myExcel.ActiveSheet.Shapes("Chart "
+ Str(ChartNumber +
1)).IncrementLeft 245#

```

```

myExcel.ActiveSheet.Shapes("Chart "
+ Str(ChartNumber +
1)).IncrementTop (top - 1) * 300#
Else

```

```

myExcel.ActiveSheet.Shapes("Chart "
+ Str(ChartNumber +
1)).IncrementLeft -167#

```

```

myExcel.ActiveSheet.Shapes("Chart "
+ Str(ChartNumber +
1)).IncrementTop (top - 1) * 300#
End If

```

```

myExcel.ActiveSheet.Shapes("Chart "
+ Str(ChartNumber +
1)).IncrementLeft 120 * (ChartNumber
+ 1)

```

```

myExcel.ActiveSheet.Shapes("Chart "
+ Str(ChartNumber +
1)).IncrementTop 30

```

```

myExcel.ActiveChart.Axes(xlValue).S
elect
With
myExcel.ActiveChart.Axes(xlValue)
    .MinimumScaleIsAuto = True
    .MaximumScaleIsAuto = True
    .MinorUnitIsAuto = True

```

```

.MajorUnitsAuto = True
.Crosses = xlAutomatic
.ReversePlotOrder = False
.ScaleType = xlLinear
.DisplayUnit = xlNone
End With

myExcel.Selection.TickLabels.AutoScaleFont = True
With
myExcel.Selection.TickLabels.Font
.Name = "Arial"
.FontStyle = "Regular"
.Size = 7
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline =
xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = xlAutomatic
.Background = xlAutomatic
End With

myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory).Select
myExcel.Selection.TickLabels.AutoScaleFont = True
With
myExcel.Selection.TickLabels.Font
.Name = "Arial"
.Size = 7
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline =
xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = xlAutomatic
.Background = xlAutomatic
End With

myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory).Select
myExcel.Selection.AutoScaleFont = True
With myExcel.Selection.Font
.Name = "Arial"
.Size = 7
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline =
xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = xlAutomatic
.Background = xlAutomatic
End With
myExcel.Selection.Font.Bold = False

myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory).Select
myExcel.ActiveChart.Axes(xlValue).AxisTitle.Select
myExcel.Selection.AutoScaleFont = True
With myExcel.Selection.Font
.Name = "Arial"
.Size = 7
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline =
xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = xlAutomatic
.Background = xlAutomatic
End With
myExcel.Selection.Font.Bold = False

myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory).Select

```



```

With
myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory
)

```

```

    .MinimumScale = 1
    .MaximumScale =

```

```

intJumlahTinggi

```

```

    .MinorUnitsAuto = True
    .MajorUnit = 1
    .Crosses = xlAutomatic
    .ReversePlotOrder = False
    .ScaleType = xlLinear
    .DisplayUnit = xlNone

```

```

End With

```

```

End Sub

```

```

Private Sub printMatrik(row As
Integer, col As Integer, Sheet As
Excel.Worksheet, arrData() As
Double, strCaption As String)
Dim i, j As Integer
Dim RangeX As Excel.Range

```

```

If (strCaption <> "") Then
    Sheet.Cells(row - 1, col) =
strCaption
    ' Sheet.range(Sheet.Cells(row - 1,
col), Sheet.Cells(row - 1, col +
UBound(arrData, 2))).Merge
    'Sheet.range.Merge

```

```

End If

```

```

For i = 0 To UBound(arrData) - 1

```

```

    For j = 0 To UBound(arrData, 2) - 1

```

```

        Sheet.Cells(row + i, col + j) =

```

```

arrData(i, j)

```

```

    Next j

```

```

Next i

```

```

End Sub

```

```

Private Sub printColomn(row As
Integer, col As Integer, Sheet As
Excel.Worksheet, arrData() As
Double)
Dim i, j As Integer

```

```

For i = 0 To UBound(arrData) - 1

```

```

    Sheet.Cells(row, col + i) =

```

```

arrData(i)

```

```

Next i

```

```

End Sub

```

```

Private Sub printColomnS(rowx As
Integer, col As Integer, Sheet As
Excel.Worksheet, arrData() As String)
Dim i, j As Integer

```

```

For i = 0 To UBound(arrData) - 1

```

```

    Sheet.Cells(rowx, col + i) =

```

```

arrData(i)

```

```

Next i

```

```

End Sub

```

```

Private Sub ClearUp()

```

```

'

```

```

End Sub

```

```

Private Sub buatGrafik(sheetSource
As Excel.Worksheet, sheetDest As
Excel.Worksheet, CelStart As Integer,
Legend As String, title As String,
graphKe As Integer, posisi As Integer,
kanan As Boolean)

```

```

    Dim i As Integer

```

```

    sheetDest.Select

```

```

    myBook.Charts.Add

```

```

    myBook.ActiveChart.ChartType =

```

```

xlXYScatterSmoothNoMarkers

```

```

    myBook.ActiveChart.SetSourceData

```

```

    sheetDest.Range("A1")

```

```

    For i = 0 To intJumlahTinggi - 1

```

```

    myBook.ActiveChart.SeriesCollection.
NewSeries

```

```
myBook.ActiveChart.SeriesCollection  
(i + 1).XValues = _
```

```
sheetSource.Range(sheetSource.Cells(  
UBound(MatrikMassal) +  
intJumlahTinggi + 6, 2), _
```

```
sheetSource.Cells(UBound(MatrikMas  
sal) + intJumlahTinggi + 5 +  
UBound(ArrDataGempa), 2))
```

```
myBook.ActiveChart.SeriesCollection  
(i + 1).Values = _
```

```
sheetSource.Range(sheetSource.Cells(  
UBound(MatrikMassal) +  
intJumlahTinggi + 6, 4 + CelStart + i),  
_
```

```
sheetSource.Cells(UBound(MatrikMas  
sal) + intJumlahTinggi + 5 +  
UBound(ArrDataGempa), 4 + CelStart  
+ i))
```

```
myBook.ActiveChart.SeriesCollection  
(i + 1).Name = Legend + Trim(Str(i +  
1))  
Next i
```

```
myBook.ActiveChart.Location  
xlLocationAsObject, "Grafik"  
With myBook.ActiveChart  
.HasTitle = True  
.ChartTitle.Characters.Text = ""  
.Axes(xlCategory,  
xlPrimary).HasTitle = True  
.Axes(xlCategory,  
xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text  
= "Waktu (dt)"  
.Axes(xlValue,  
xlPrimary).HasTitle = True
```

```
.Axes(xlValue,  
xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text  
= title  
End With  
With  
myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory  
)
```

```
.HasMajorGridlines = False  
.HasMinorGridlines = False
```

```
End With  
With  
myBook.ActiveChart.Axes(xlValue)
```

```
.HasMajorGridlines = False  
.HasMinorGridlines = False
```

```
End With  
myBook.ActiveChart.HasLegend =  
True
```

```
myBook.ActiveChart.Legend.Font.Siz  
e = 6
```

```
myBook.ActiveChart.Legend.Select  
myExcel.Selection.Position =  
xlBottom
```

```
'geser posisi
```

```
myBook.ActiveChart.ChartArea.Select
```

```
myBook.ActiveChart.PlotArea.Select  
With myExcel.Selection.Border
```

```
.Weight = 1  
.LineStyle = 0
```

```
End With  
myExcel.Selection.ClearFormats
```

```
myBook.ActiveSheet.ChartObjects("C  
hart " + Str(graphKe)).Activate
```

```
myBook.ActiveChart.ChartArea.Select  
myBook.ActiveSheet.Shapes("Chart  
" + Str(graphKe)).IncrementTop  
(posisi - 1) * 300#
```

```
If kanan Then
```

```
myBook.ActiveSheet.Shapes("Chart "
+ Str(graphKe)).IncrementLeft 245#
Else
```

```
myBook.ActiveSheet.Shapes("Chart "
+ Str(graphKe)).IncrementLeft -167#
End If
```

```
myBook.ActiveChart.Axes(xlValue).S
elect
```

```
myExcel.Selection.TickLabels.AutoSc
aleFont = True
```

```
With
```

```
myExcel.Selection.TickLabels.Font
```

```
.Name = "Arial"
```

```
.FontStyle = "Regular"
```

```
.Size = 7
```

```
.Strikethrough = False
```

```
.Superscript = False
```

```
.Subscript = False
```

```
.OutlineFont = False
```

```
.Shadow = False
```

```
.Underline =
```

```
xlUnderlineStyleNone
```

```
.ColorIndex = xlAutomatic
```

```
.Background = xlAutomatic
```

```
End With
```

```
myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory
).Select
```

```
myExcel.Selection.TickLabels.AutoSc
aleFont = True
```

```
With
```

```
myExcel.Selection.TickLabels.Font
```

```
.Name = "Arial"
```

```
.FontStyle = "Regular"
```

```
.Size = 7
```

```
.Strikethrough = False
```

```
.Superscript = False
```

```
.Subscript = False
```

```
.OutlineFont = False
```

```
.Shadow = False
.Underline =
xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = xlAutomatic
.Background = xlAutomatic
End With
```

```
myBook.ActiveChart.Axes(xlValue).A
xisTitle.Select
```

```
myExcel.Selection.Font.Bold =
```

```
False
```

```
myExcel.Selection.AutoScaleFont =
```

```
True
```

```
With myExcel.Selection.Font
```

```
.Name = "Arial"
```

```
.Size = 8
```

```
.Strikethrough = False
```

```
.Superscript = False
```

```
.Subscript = False
```

```
.OutlineFont = False
```

```
.Shadow = False
```

```
.Underline =
```

```
xlUnderlineStyleNone
```

```
.ColorIndex = xlAutomatic
```

```
.Background = xlAutomatic
```

```
End With
```

```
myBook.ActiveChart.Axes(xlCategory
).AxisTitle.Select
```

```
myExcel.Selection.Font.Bold =
```

```
False
```

```
myExcel.Selection.AutoScaleFont =
```

```
True
```

```
With myExcel.Selection.Font
```

```
.Name = "Arial"
```

```
.Size = 8
```

```
.Strikethrough = False
```

```
.Superscript = False
```

```
.Subscript = False
```

```
.OutlineFont = False
```

```
.Shadow = False
```

```
.Underline =
```

```
xlUnderlineStyleNone
```

```
.ColorIndex = xlAutomatic
```

```
.Background = xlAutomatic
```

```

End With

End Sub

Private Sub Class_Initialize()
    ClearUp
End Sub

Public Sub ClearExcel()
    On Error Resume Next
    myBook.Close
    myExcel.Quit
    Set myBook = Null
    Set mySheet = Null
    Set mySheet2 = Null
    Set mySheet3 = Null
    Set myExcel = Null
End Sub

Private Sub Class_Terminate()
    On Error Resume Next
    myBook.Close
    myExcel.Quit
    Set myBook = Null
    Set mySheet = Null
    Set mySheet2 = Null
    Set mySheet3 = Null
    Set myExcel = Null
End Sub

Private Sub ClearUp()
    ReDim arrSumMS(intJumlahTinggi)
End Sub

Private Sub Class_Initialize()
    ClearUp
End Sub

Private Function
getSumModeShape(ms() As Double)
    Dim i, j As Integer
    Dim tmp As Double
    Dim arrTMP() As Double
    ReDim arrTMP(intJumlahTinggi) As
    Double
    For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
        tmp = 0
        For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
            tmp = tmp + matrikModeShape(j,
i)
        Next j
        arrTMP(i) = tmp
    Next i
    getSumModeShape = arrTMP
End Function

Private Function
getSumModeShape2(ms() As Double)

```

```

Dim i, j As Integer
Dim tmp As Double
Dim arrTMP() As Double
ReDim arrTMP(intJumlahTinggi) As
Double

```

```

For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    tmp = 0
    For j = 0 To intJumlahTinggi - 1
        tmp = tmp +
matrikModeShape2(j, i)
    Next j
    arrTMP(i) = tmp
Next i

```

```

getSumModeShape2 = arrTMP
End Function
Private Sub getA()
Dim i As Integer
ReDim Preserve
arrEffectiveEw.arrA(intJumlahTinggi)

```

```

arrSumMS =
getSumModeShape(matrikModeShape
)
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    arrEffectiveEw.arrA(i) = (arrM(i) *
980) * arrSumMS(i)
Next i
End Sub

```

```

Private Sub getB()
Dim i As Integer
ReDim Preserve
arrEffectiveEw.arrB(intJumlahTinggi)

```

```

For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    arrEffectiveEw.arrB(i) =
arrEffectiveEw.arrA(i) ^ 2
Next i
End Sub

```

```

Private Sub getC()
Dim i As Integer
ReDim Preserve
arrEffectiveEw.arrC(intJumlahTinggi)

```

```

GetModeShape2
arrSumMS2 =
getSumModeShape2(matrikModeShap
e2)
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    arrEffectiveEw.arrC(i) = (arrM(i) *
980) * arrSumMS2(i)
Next i
End Sub

```

```

Private Sub getD()
Dim i As Integer
ReDim Preserve
arrEffectiveEw.arrD(intJumlahTinggi)

```

```

For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    arrEffectiveEw.arrD(i) =
arrEffectiveEw.arrB(i) /
arrEffectiveEw.arrC(i)
Next i
End Sub

```

```

Private Sub getE()
Dim i As Integer
Dim tmp As Double

```

```

'get sum of D
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    tmp = tmp + arrEffectiveEw.arrD(i)
Next i

```

```

ReDim Preserve
arrEffectiveEw.arrE(intJumlahTinggi)
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    arrEffectiveEw.arrE(i) =
(arrEffectiveEw.arrD(i) / tmp) * 100
Next i
End Sub

```

```

Private Sub getF()
Dim i As Integer

```

```

ReDim Preserve
arrEffectiveEw.arrF(intJumlahTinggi)

```

```

arrEffectiveEw.arrF(0) =
arrEffectiveEw.arrE(0)
For i = 1 To intJumlahTinggi - 1
    arrEffectiveEw.arrF(i) =
arrEffectiveEw.arrF(i - 1) +
arrEffectiveEw.arrE(i)
Next i
End Sub

```

```

Private Sub GetModeShape2()
Dim i, j As Integer
ReDim
matrikModeShape2(UBound(matrikM
odeShape),
UBound(matrikModeShape, 2))

```

```

For i = 0 To
UBound(matrikModeShape)
    For j = 0 To
UBound(matrikModeShape, 2)
        matrikModeShape2(i, j) =
(matrikModeShape(i, j)) ^ 2
    Next j
Next i
End Sub

```

```

Private Sub getmA()
Dim i As Integer
ReDim Preserve
arrEffectiveEm.arrA(intJumlahTinggi)

```

```

'arrSumMS =
getSumModeShape(matrikModeShape
)
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    arrEffectiveEm.arrA(i) = arrM(i) *
arrSumMS(i)
Next i
End Sub

```

```

Private Sub getmB()
Dim i As Integer
ReDim Preserve
arrEffectiveEm.arrB(intJumlahTinggi)

```

```

For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    arrEffectiveEm.arrB(i) =
arrEffectiveEm.arrA(i) ^ 2
Next i
End Sub

```

```

Private Sub getmC()
Dim i As Integer
ReDim Preserve
arrEffectiveEm.arrC(intJumlahTinggi)

```

```

'GetModeShape2
'arrSumMS2 =
getSumModeShape(matrikModeShape
2)
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    arrEffectiveEm.arrC(i) = arrM(i) *
arrSumMS2(i)
Next i
End Sub

```

```

Private Sub getmD()
Dim i As Integer
ReDim Preserve
arrEffectiveEm.arrD(intJumlahTinggi)

```

```

For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    arrEffectiveEm.arrD(i) =
arrEffectiveEm.arrB(i) /
arrEffectiveEm.arrC(i)
Next i
End Sub

```

```

Private Sub getmE()
Dim i As Integer
Dim tmp As Double

```

```

'get sum of D
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1
    tmp = tmp + arrEffectiveEm.arrD(i)
Next i

```

```

ReDim Preserve
arrEffectiveEm.arrE(intJumlahTinggi)
For i = 0 To intJumlahTinggi - 1

```

```
arrEffectiveEm.arrE(i) =  
(arrEffectiveEm.arrD(i) / tmp) * 100  
Next i  
End Sub
```

```
Private Sub getmF()  
Dim i As Integer
```

```
ReDim Preserve  
arrEffectiveEm.arrF(intJumlahTinggi)  
arrEffectiveEm.arrF(0) =  
arrEffectiveEm.arrE(0)  
For i = 1 To intJumlahTinggi - 1  
arrEffectiveEm.arrF(i) =  
arrEffectiveEm.arrF(i - 1) +  
arrEffectiveEm.arrE(i)  
Next i  
End Sub
```

```
Public Sub SetEffectiveE()
```

```
'effective w  
getA  
getB  
getC  
getD  
getE  
getF
```

```
'effective m  
getmA  
getmB  
getmC  
getmD  
getmE  
getmF  
End Sub
```

