

PERPUSTAKAAN FTSP UN
HARIAN (DELI)
TGL TERIMA : 13-3-03
NO. JUDUL : 000344
NO. INV. : S12 0000 344001
NO. IDOLY :

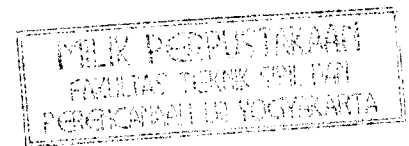
TUGAS AKHIR

**PENEMPATAN EFEKTIF REDAMAN VISKOS GANDA
UNTUK MENGURANGI SIMPANGAN
BANGUNAN BERTINGKAT TIGA**

**(The Effective Placement of Double Viscous Dampers
to Reduce the Displacements of a 3-Story Structure)**



Disusun Oleh :



RENI MODITA

No. Mhs : 90 310 145

N.I.R.M : 900051013114120126

AHMAD AMIN PRIYOHUTOMO

No. Mhs : 94 310 173

N.I.R.M : 940051013114120172

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2002**

TUGAS AKHIR

**PENEMPATAN EFEKTIF REDAMAN VISKOS GANDA
UNTUK MENGURANGI SIMPANGAN
BANGUNAN BERTINGKAT TIGA**

*(The Effective of the Placement of Double Viscous Dampers
to Reduce the Displacements of a 3-Story Structure)*

Diajukan Oleh :

- | | |
|---------------------------|------------|
| 1. Reni Modita | 90 310 145 |
| 2. Ahmad Amir Priyohutomo | 94 310 173 |

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D.

Dosen Pembimbing I

Ir. Helmy Akbar Bale, MT.

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 08/01 '03

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalaamu 'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahilahirabbil 'alamiin, segala puji bagi Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul :

PENEMPATAN EFEKTIF REDAMAN VISKOS GANDA UNTUK MENGURANGI SIMPANGAN BANGUNAN BERTINGKAT TIGA.

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi dan melengkapi salah satu syarat dalam mencapai gelar kesarjanaan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulis sepenuhnya sadar bahwa dalam penulisan tugas akhir ini banyak mendapat kesulitan karena keterbatasan kemampuan yang penulis miliki, baik dalam pengalaman maupun teori ilmu tentang gempa dan analisa dinamika struktur. Namun terdorong oleh tekad yang besar untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya serta dorongan dan bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat tersusun.

Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat dibawah ini.

1. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Munadhir, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. Tri Fajar Budiono, MT. selaku Dosen Tamu Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Staf Pengajaran Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir dan penyusunan laporan ini.

Penghargaan yang khusus penulis sampaikan kepada bapak, ibu, dan adik-adik tercinta serta teman-teman semua yang telah ikut mendoakan dan memberikan banyak dorongan moril dan materiil selama penulis mengikuti perkuliahan hingga selesainya tugas akhir ini. Semoga Allah SWT memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Aamin.

Akhirnya besar harapan penyusun semoga buku ini dapat bermanfaat bagi kita semua di masa sekarang maupun di masa yang akan datang. Aamiin Ya Robbal 'Aalamiin.

Wabillaahittauftiq wal hidaayah,

Wassalaamu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 2003

Penulis

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Rabbi 'Aalamiin, Puja dan puji syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT. yang selalu melimpahkan berkah dan hidayah-Nya, hingga kami selalu dalam Iman, Ihsan dan Islam. Serta memberikan kemudahan kepada kami untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir kami ini.

Kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk :

Papi Sutrisno dan Mami Hj. Naimah Hanim tercinta atas cinta, dukungan, do'a dan kesabaran untuk En, juga adik-adikku tersayang Rina, Eza, Dede, Pia, dan Yani (finally, I'm coming home). Keluarga besarku di Samarinda, Balikpapan, Surabaya, dan Ponorogo. Keluarga H. Drs. Hamdan Hambali di Yogyakarta.

Yang Tak Terlupakan :

My great Partner, Pak Amin (makasih ya, Pak atas kerjasama dan kesabarannya menghadapi kecerewetan dan ketidak-sabaranku). Nunik dan Echa (makasih atas pengertian kalian. Aku senang mengenal kalian berdua). Bubuhan di IKABA '84 (Upi, Ana, Yati, Dani, Agus, dan Fikri... thank's guys). All my friends in A11 Muhi'90 (I'll miss u). Mas Kelik (thank's atas saran-sarannya). Yuni dan Ajun (aku menunggu kabar bahagia itu dari kalian berdua. Kabari aku yach?). Mbak Dewi dan Fitri (makasih udah nemenin aku selama aku sendirian di Dayu. Kapan ya kita bisa jalan-jalan bertiga lagi?) Pippo and Piero (I love your smile). Teman-teman yang ikut seminaraku (duh, hampir saja seminaraku gagal kalo gak ada kalian. Makasih ya?). Special untuk Dhani (I'm so grateful, Dhan. Thank's for everything). Teman-teman yang tidak dapat aku sebutkan satu persatu, (thanks a lot!!!). Yogyakarta, my second home, I'll miss this lovely city.

Reni Modita

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Rabbil 'Aalamin, Puja dan puji syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT. yang selalu melimpahkan berkah dan hidayah-Nya, hingga kami selalu dalam Iman, Ihsan dan Islam. Serta memberikan kemudahan kepada kami untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir kami ini

Kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk :

Ayahanda Drs. H. P. Sutopo, SH, M.Hum. dan Ibunda Siti Muthmainnah tercinta sebagai bukti baktiku sebagai anak, juga special untuk istriku tersayang Nikmah Nurmasryuri dan anakku tercinta Ayesya Larassekar H. juga adik-adikku tersayang Khoiri, Cahyorini, Lukman, dan Zulva yang telah memberikan doa dan dukungan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik,

Terimakasihku untuk :

Special untuk Renni dan Dani atas kerja sama kita selama ini, kak Ibnu & tante Jujuk, kak Budi & tante Lisa, Teman-temanku Bisma, Arie E, Novitasari, Bachruni, Sigit, Dwi (makasih Choppranya..), Ronan, Nedi, Tofan, Ali (Kecil), Agus (Krupuk), Dede (ndut), Deni, anak-anak kelas C angkatan '94 dan teman-teman yang tidak dapat aku sebutkan satu persatu, atas partisipasinya selama ini. Thanks a lot!!!

Ahmad Amin Priyohutomo

MOTTO

Allah adalah cahaya langit dan bumi. Perumpamaan cahayaNya adalah ibarat misykat. Dalam misykat itu ada pelita. Pelita itu dalam kaca. Kaca itu lakhsana bintang berkilau. Dinyalakan dengan minyak pohon yang diberkati. Pohon zaitun yang bukan di timur atau di barat. Yang minyaknya hampir-hampir menyala dengan sendirinya, walaupun tiada api menyentuhnya.

Cahaya di atas cahaya!

Allah menuntun kepada cahayaNya, siapa saja yang Ia kehendaki. Dan Allah membuat perumpamaan bagi manusia.

Sungguh Allah mengetahui segala.

(QS An Nuur : 15)

Kehidupan bukanlah jalan yang lurus dan mudah dilalui dimana kita bisa bepergian bebas tanpa halangan, namun berupa jalan-jalan sempit yang menyesatkan dimana kita harus mencari jalan, tersesat dan bingung, sekarang dan sekali lagi kita sampai pada jalan tak berujung. Namun jika kita punya KEYAKINAN, pintu pasti akan dibukakan untuk kita. Mungkin bukan pintu yang selalu kita inginkan, tapi pintu yang akhirnya akan terbukti terbaik untuk kita.

(“Who Moved My Cheese?”)

Karena sesungguhnya, sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya

sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(QS Alam Nasyrat 5-6)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

LEMBAR PERSEMBAHAN

MOTTO

DAFTAR ISI

DAFTAR SIMBOL

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

ABSTRAK

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Pendekatan Masalah	5
1.7 Sistematika Penulisan	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Umum	7
2.2 <i>Magnetorheological Damper</i>	9
2.3 Penelitian-Penelitian Sebelumnya	11
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 Sistem Berderajat Kebebasan Tunggal	14
3.2 Sistem Berderajat Kebebasan Banyak	16
3.3 <i>Mode Shape</i> dan Frekuensi	18
3.4 Persamaan Gerak Akibat Beban Gempa	20
3.5 Jenis-Jenis Simpangan dan Efeknya terhadap Kerusakan	23
3.6 Persamaan Diferensial Independen (<i>Uncoupling</i>)	25
3.7 Respon Struktur terhadap Gempa	29
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	31
4.1 Data yang Diperlukan	31
4.2 Pengolahan Data	32
4.3 Pengujian	32
BAB V HITUNGAN DAN HASIL	48
5.1 Model Struktur	48
5.2 Hitungan dan Hasil	49
5.2.1 Hitungan untuk Variasi 0	49
5.2.2 Hitungan untuk Variasi 3	58

BAB VI ANALISIS DAN PEMBAHASAN	63
6.1 Analisis	63
6.1.1 Simpangan Relatif Lantai 1	63
6.1.2 Simpangan Relatif Lantai 2	64
6.1.2 Simpangan Relatif Lantai 3	66
6.1.4 Simpangan Antar Tingkat untuk Tingkat 1	67
6.1.5 Simpangan Antar Tingkat untuk Tingkat 2	67
6.1.6 Simpangan Antar Tingkat untuk Tingkat 3	68
6.2. Pembahasan	70
6.2.1 Gaya Redam Viskos Ganda	71
6.2.2 Rasio Redaman Total	71
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	89
7.1 Kesimpulan	89
7.2 Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR SIMBOL

C	redaman
$[C]$	matrik redaman
F_D	gaya redam
F_M	gaya inersia
F_S	gaya tarik atau desak
$F(t)$	beban dinamik
K	kekakuan
$[K]$	matrik kekakuan
m	massa
$[M]$	matrik massa
w	berat total struktur
y	simpangan
\dot{y}	kecepatan
\ddot{y}	percepatan
$\{y\}$	vektor simpangan
$\{\dot{y}\}$	vektor kecepatan
$\{\ddot{y}\}$	vektor percepatan
ξ	rasio redaman
ω	frekuensi sudut
ϕ_{ij}	normal mode dengan nomor massa i dan nomor mode j
Z	modal Amplitudo
Δt	interval waktu
Γ	faktor partisipasi

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Variasi Nilai Kapasitas <i>Magnetorheological Damper</i>	33
Tabel 4.2	Pengujian terhadap Perletakan <i>Magnetorheological Damper</i>	34
Tabel 5.1	Mencari Nilai a, b, dan k^{\wedge}	61
Tabel 5.2	Respon Struktur MDOF Akibat Gempa Koyna, Variasi 0	62
Tabel 5.3	Respon Struktur MDOF Akibat Gempa Koyna, Variasi 3	62
Tabel 6.1	Simpangan dan Persentase Simpangan Maksimum pada Struktur	72
Tabel 6.2	Kecepatan dan Persentase Kecepatan Antar Tingkat Maksimum	81
Tabel 6.3	Simpangan Antar Tingkat Maksimum dan Gaya Redam Viskos Ganda	84
Tabel 6.4	Rasio Redaman Total dan Simpangan Antar Tingkat Maksimum	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema <i>MR Damper</i>	10
Gambar 2.2	Skema Pemasangan <i>MR Damper</i>	10
Gambar 3.1	Model Sistem SDOF akibat Beban Dinamik	15
Gambar 3.2	Model Sistem MDOF akibat Beban Dinamik	17
Gambar 3.3	Percepatan Tanah Gempa Koyna (1967)	21
Gambar 3.4	Model Sistem SDOF dengan Beban Gempa	23
Gambar 3.5	Model Simpangan Relatif	24
Gambar 4.1	Variasi 0, tanpa <i>MR Damper</i>	35
Gambar 4.2	Variasi 1, <i>Kedua MR Damper</i> 1 pada Tingkat 1	35
Gambar 4.3	Variasi 2, <i>Kedua MR Damper</i> 1 pada Tingkat 2	35
Gambar 4.4	Variasi 3, <i>Kedua MR Damper</i> 1 pada Tingkat 3	36
Gambar 4.5	Variasi 4, <i>Kedua MR Damper</i> 1 pada Tingkat 1 dan 2	36
Gambar 4.6	Variasi 5, <i>Kedua MR Damper</i> 1 pada Tingkat 1 dan 3	36
Gambar 4.7	Variasi 6, <i>Kedua MR Damper</i> 1 pada Tingkat 2 dan 3	37
Gambar 4.8	Variasi 7, <i>Kedua MR Damper</i> 1 pada Tingkat 2 dan 1	37
Gambar 4.9	Variasi 8, <i>Kedua MR Damper</i> 1 pada Tingkat 3 dan 1	37
Gambar 4.10	Variasi 9, <i>Kedua MR Damper</i> 1 pada Tingkat 3 dan 2	38
Gambar 4.11	Variasi 10, <i>Kedua MR Damper</i> 2 pada Tingkat 1	38
Gambar 4.12	Variasi 11, <i>Kedua MR Damper</i> 2 pada Tingkat 2	38
Gambar 4.13	Variasi 12, <i>Kedua MR Damper</i> 2 pada Tingkat 3	39
Gambar 4.14	Variasi 13, <i>Kedua MR Damper</i> 2 pada Tingkat 1 dan 2	39
Gambar 4.15	Variasi 14, <i>Kedua MR Damper</i> 2 pada Tingkat 1 dan 3	39
Gambar 4.16	Variasi 15, <i>Kedua MR Damper</i> 2 pada Tingkat 2 dan 3	40
Gambar 4.17	Variasi 16, <i>Kedua MR Damper</i> 2 pada Tingkat 2 dan 1	40
Gambar 4.18	Variasi 17, <i>Kedua MR Damper</i> 2 pada Tingkat 3 dan 1	40
Gambar 4.19	Variasi 18, <i>Kedua MR Damper</i> 2 pada Tingkat 3 dan 2	41
Gambar 4.11	Variasi 19, <i>Kedua MR Damper</i> 3 pada Tingkat 1	41
Gambar 4.12	Variasi 20, <i>Kedua MR Damper</i> 3 pada Tingkat 2	41

Gambar 4.13	Variasi 21, Kedua <i>MR Damper</i> 3 pada Tingkat 3	42
Gambar 4.23	Variasi 22, Kedua <i>MR Damper</i> 3 pada Tingkat 1 dan 2	42
Gambar 4.24	Variasi 23, Kedua <i>MR Damper</i> 3 pada Tingkat 1 dan 3	42
Gambar 4.25	Variasi 24, Kedua <i>MR Damper</i> 3 pada Tingkat 2 dan 3	43
Gambar 4.26	Variasi 25, Kedua <i>MR Damper</i> 3 pada Tingkat 2 dan 1	43
Gambar 4.27	Variasi 26, Kedua <i>MR Damper</i> 3 pada Tingkat 3 dan 1	43
Gambar 4.28	Variasi 27, Kedua <i>MR Damper</i> 3 pada Tingkat 3 dan 2	44
Gambar 4.29	Variasi 28, Kedua <i>MR Damper</i> 4 pada Tingkat 1	44
Gambar 4.30	Variasi 29, Kedua <i>MR Damper</i> 4 pada Tingkat 2	44
Gambar 4.31	Variasi 30, Kedua <i>MR Damper</i> 4 pada Tingkat 3	45
Gambar 4.32	Variasi 31, Kedua <i>MR Damper</i> 4 pada Tingkat 1 dan 2	45
Gambar 4.33	Variasi 32, Kedua <i>MR Damper</i> 4 pada Tingkat 1 dan 3	45
Gambar 4.34	Variasi 33, Kedua <i>MR Damper</i> 4 pada Tingkat 2 dan 3	46
Gambar 4.35	Bagan Alir Proses Analisis	47
Gambar 5.1	Model Bangunan Geser Tiga Lantai	48
Gambar 5.2a	Normal Modes Struktur Tiga Lantai	51
Gambar 5.2b	Modal Partisipasi Faktor Efektif Struktur Tiga Lantai	54
Gambar 6.1	Grafik Simpangan Relatif Maksimum	73
Gambar 6.2	Grafik Simpangan Antar Tingkat Maksimum	74
Gambar 6.3a	Persentase Perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Penempatan <i>MRD</i> terhadap struktur tanpa <i>MRD</i> pada lantai 1	75
Gambar 6.3b	Persentase Perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Penempatan <i>MRD</i> terhadap struktur tanpa <i>MRD</i> pada lantai 2	76
Gambar 6.3c	Persentase Perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Penempatan <i>MRD</i> terhadap struktur tanpa <i>MRD</i> pada lantai 3	77
Gambar 6.4a	Persentase Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Maksimum Penempatan <i>MR Damper</i> terhadap struktur tanpa <i>MR Damper</i> pada tingkat 1	78

Gambar 6.4b	Persentase Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Maksimum Penempatan <i>MR Damper</i> terhadap struktur tanpa MR Damper pada tingkat 2	79
Gambar 6.4c	Persentase Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Maksimum Penempatan <i>MR Damper</i> terhadap struktur tanpa MR Damper pada tingkat 3	80
Gambar 6.5	Kecepatan Antar Tingkat Maksimum	82
Gambar 6.6	Persentase Perbandingan Kecepatan Antar Tingkat Maksimum terhadap Variasi 0	83
Gambar 6.7	Gaya Redam Viskos Ganda	85
Gambar 6.8a	Rasio Redaman Total pada <i>Mode</i> ke-1	87
Gambar 6.8b	Rasio Redaman Total pada <i>Mode</i> ke-2 dan ke-3	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kartu Peserta Tugas Akhir	1
Lampiran 2	Respon Struktur MDOF akibat Gempa Koyna (1967), variasi 0	2
Lampiran 3	Data Gempa Koyna, India (1967)	14
Lampiran 4	<i>Listing</i> Program Perhitungan Variasi 0	19
Lampiran 5	<i>Listing</i> Program Perhitungan Variasi 3	20
Lampiran 6	<i>Listing</i> Program Perhitungan Variasi 33	21
Lampiran 7	<i>Listing</i> Program untuk Analisis Struktur	22
Lampiran 8	Contoh <i>Running</i> Program Analisis Struktur untuk Variasi 0	27
Lampiran 9	Contoh <i>Running</i> Program Analisis Struktur untuk Variasi 3	29
Lampiran 10a	Simpangan Tingkat Lantai 1 (variasi 0)	31
Lampiran 10b	Simpangan Tingkat Lantai 2 (variasi 0)	31
Lampiran 10c	Simpangan Tingkat Lantai 3 (variasi 0)	32
Lampiran 10d	Simpangan Antar Tingkat Lantai 1-Lantai Dasar (variasi 0)	32
Lampiran 10e	Simpangan Antar Tingkat Lantai 2-Lantai 1 (variasi 0)	33
Lampiran 10f	Simpangan Antar Tingkat Lantai 3-Lantai 2 (variasi 0)	33
Lampiran 11a	Simpangan Tingkat Lantai 1 (variasi 3)	34
Lampiran 11b	Simpangan Tingkat Lantai 2 (variasi 3)	34
Lampiran 11c	Simpangan Tingkat Lantai 3 (variasi 3)	35
Lampiran 11d	Simpangan Antar Tingkat Lantai 1-Lantai Dasar (variasi 3)	35
Lampiran 11e	Simpangan Antar Tingkat Lantai 2-Lantai 1 (variasi 3)	36
Lampiran 11f	Simpangan Antar Tingkat Lantai 3-Lantai 2 (variasi 3)	36

Abstrak

Getaran tanah akibat gempa bumi yang kuat berpotensi menimbulkan kerusakan struktur tanah maupun kerusakan struktur bangunan yang berada di atasnya. Kerusakan-kerusakan struktur bangunan akibat gempa dapat dikurangi dengan mendesain struktur sesuai dengan prinsip-prinsip bangunan tahan gempa. Perancangan struktur tahan gempa pada prinsipnya adalah pengendalian simpangan yang meliputi "relative displacement" dan "inter story drift". Perancangan struktur tahan gempa harus memperhatikan karakteristik beban gempa, dimana beban gempa merupakan beban dinamik yang non-harmonik dan non-periodik.

Sebuah alternatif yang dapat ditempuh untuk mengurangi simpangan yang dapat menyebabkan kerusakan struktur bangunan tersebut adalah dengan penggunaan alat-alat peredam tambahan. Karena redaman berfungsi melepaskan energi, maka hal tersebut akan memperkecil respon struktur.

Tugas akhir ini mempresentasikan penggunaan peredam tambahan "Magnetorheological (MR) Damper" ganda dengan kapasitas bervariasi, yaitu 4,5-25,5 kip/(in/sec), 9-21 kip/(in/sec), 13,5-16,5 kip/(in/sec), dan 15-15 kip/(in/sec). Untuk mendapatkan penempatan efektif sepasang "MR Damper", dilakukan percobaan dengan 33 variasi penempatan pada model bangunan geser bertingkat tiga, kemudian dibandingkan dengan struktur tanpa redaman tambahan (hanya redaman dalam struktur).

Proses analisis dinamik dilakukan dengan menggunakan program komputer yang merupakan aplikasi dari fasilitas program MATLAB untuk mengolah data dan Microsoft Excel untuk mengolah grafik. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa penempatan efektif 2 "Magnetorheological Damper" adalah pada tingkat tiga.

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, pendekatan masalah serta sistematika penulisan, sebagaimana yang akan diuraikan berikut ini.

1.1 Latar Belakang Masalah

Gempa bumi adalah suatu fenomena alam yang terjadi karena rusaknya kerak bumi secara tiba-tiba, umumnya diikuti dengan terjadinya patahan/sesar. Patahan/sesar ini terjadi karena adanya gerakan plat-plat tektonik/lapis kerak bumi yang saling bergeser atau saling menyusup satu sama lain. Fenomena alam yang kompleks ini menyebabkan kerugian yang besar, baik material maupun korban jiwa manusia.

Getaran tanah akibat gempa bumi yang kuat berpotensi menimbulkan kerusakan struktur tanah maupun kerusakan bangunan yang berada di atasnya. Kerusakan struktur tanah terkadang mengakibatkan kerugian materi yang paling besar. Kerusakan struktur tanah antara lain tanah longsor (*land slide*), batuan yang berjatuhan (*rock fall*), penurunan muka tanah (*settlement*), slip pada batuan (*rock slide*), dan hilangnya daya dukung pasir jenuh (*liquefaction*). Struktur tanah yang rusak berakibat pada kestabilan bangunan yang berada pada tanah atau yang

berada di atas tanah. Jenis kerusakan bangunan yang pernah tercatat akibat gempa antara lain efek perlemahan tingkat (*soft story effect*) efek perilaku kolom dan balok pendek (*short column joint*), puntir (torsion), dan benturan antara bangunan yang berdekatan (*structural pounding*).

Kerusakan-kerusakan struktur bangunan akibat gempa dapat direduksi dengan merancang struktur sesuai dengan prinsip-prinsip bangunan tahan gempa. Selain itu juga dengan menggunakan alat peredam tambahan yang dapat mengontrol getaran-getaran yang dialami oleh struktur dan dapat mengurangi simpangan pada suatu struktur. Dengan demikian, pengurangan simpangan akan sangat mendukung kestabilan struktur.

1.2 Rumusan Masalah

Nilai simpangan akan bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah tingkat struktur, sehingga bagian teratas struktur akan memiliki simpangan terbesar. Salah satu cara untuk mengatasi simpangan yang berlebihan pada bangunan bertingkat banyak adalah dengan menggunakan sebuah alat peredam tambahan yang berfungsi untuk memperkecil simpangan. Penempatan alat peredam pada semua tingkat cenderung tidak praktis dan tidak ekonomis, sehingga perlu dicari penempatan redaman yang paling efektif untuk dapat mengurangi simpangan yang dapat menyebabkan keruntuhan bangunan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. analisis struktur untuk perhitungan kekakuan tingkat adalah Prinsip Bangunan Geser (*Shear Building*),
2. eksitasi dasar bangunan menggunakan riwayat waktu (*time history*) dari gempa Koyna tahun 1967,
3. massa struktur dianggap menggumpal pada tiap lantai (*lumped mass*),
4. struktur bangunan yang ditinjau adalah model bangunan bertingkat 3, yang merupakan modifikasi dari model bangunan Berg (1988) dengan tinjauan dua dimensi (torsion tidak diperhitungkan),
5. analisis dinamika struktur dibatasi pada kondisi linear elastis,
6. struktur dianggap memiliki dukungan jepit penuh,
7. matriks redaman dianggap sebagai matriks diagonal,
8. simpangan yang ditinjau pada struktur adalah simpangan relatif dan simpangan antar tingkat,
9. redaman tambahan struktur diambil redaman ganda dengan nilai kapasitas total 30 kip/(in/sec), terdiri dari 4 variasi proporsi nilai redaman ganda :
 - a. 15 % - 85 %
 - b. 30 % - 70 %
 - c. 45 % - 55 %
 - d. 50 % - 50 %
10. rasio redaman pada keadaan struktur tanpa peredam tambahan untuk *mode* pertama adalah sebesar 5%,

11. perhitungan mekanis menggunakan program *MATLAB* dan *Microsoft Excel*,
12. struktur berada di atas tanah keras, dan
13. analisis respon struktur menggunakan metode *Central Difference*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah untuk memperoleh penempatan yang efektif dari dua buah *Magnetorheological Damper* dengan variasi nilai kapasitas untuk mengurangi simpangan pada sebuah bangunan bertingkat tiga.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. memperluas pengetahuan tentang dinamika struktur terutama untuk mempelajari respon struktur bangunan bertingkat tiga,
2. menambah wawasan tentang bangunan tahan gempa,
3. memberikan alternatif solusi pada perancangan bangunan tahan gempa, terutama dalam hal penempatan redaman viskos ganda dengan variasi nilai kapasitas untuk memperkecil simpangan, disamping memperhatikan aspek keamanan yang meliputi antara lain berupa kerusakan kolom yang menyebabkan keruntuhan struktur, juga perlu diperhatikan aspek kenyamanan karena adanya keretakan dinding akibat simpangan struktur, dan
4. ikut menyebarluaskan penggunaan *Magnetorheological Damper* sebagai salah satu alat peredam untuk mengurangi respon struktur terhadap eksitasi gempa.

1.6 Pendekatan Masalah

Pendekatan masalah yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. penelitian dengan analisis pada model bangunan geser bertingkat tiga,
2. dibuat variasi letak *Magnetorheological Damper* ganda dengan nilai kapasitas yang berbeda pada setiap model struktur,
3. diteliti besarnya pengaruh penempatan redaman tambahan terhadap simpangan struktur, dan
4. dalam model struktur yang diteliti, dikombinasikan antara redaman dalam struktur dengan *Magnetorheological Damper*.

1.7 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini ditulis dalam 6 Bab dan Lampiran dengan rincian sebagai berikut ini.

Bab I Pendahuluan berisi penjelasan mengenai Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Pendekatan Masalah, dan Sistematika Penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka berisi Tinjauan Umum, pengenalan *Magnetorheological Damper* dan Penelitian yang dilakukan sebelumnya.

Bab III Landasan Teori memuat Persamaan Gerak Derajat Kebebasan Tunggal (SDOF), Persamaan Gerak Derajat Kebebasan Banyak (MDOF), Ragam Bentuk (*Mode Shape*) dan Frekuensi, Persamaan Gerak akibat Beban Gempa, Jenis Simpangan dan Efeknya terhadap Kerusakan, Persamaan Differensial Independen (*Uncoupling*), dan Respon terhadap Beban Gempa.

Bab IV Metodologi Penelitian berisi Data yang Diperlukan, Pengolahan Data dan Pengujian.

Bab V Hitungan dan Hasil, berisi Model Struktur, Hitungan dan Hasil untuk mencari simpangan, kecepatan dan gaya redaman.

Bab VI Analisis dan Pembahasan yang menjelaskan tentang Analisis dan Pembahasan dari hasil-hasil yang diperoleh berupa angka, tabel, dan grafik.

Bab VI Kesimpulan dan Saran berisi Kesimpulan yang didapat dari hasil pemikiran dari pengamatan dan pembahasan dimuka, dan Saran yang didapat berdasarkan kesimpulan yang didasari kenyataan dari hasil penelitian.

Lampiran-lampiran berupa tabel-tabel dari hasil penelitian ini serta *listing* program *MATLAB*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat penelitian terkait sebelumnya dan teori dari beberapa buku terkait yang digunakan untuk menyusun konsep dan langkah-langkah penelitian. Selain itu, acuan alat yang digunakan untuk mengurangi respon struktur akibat beban gempa yang juga akan diuraikan.

2.1 Tinjauan Umum

Banyak bangunan-bangunan gedung yang rusak akibat gempa yang disebabkan oleh tidak jelasnya prinsip desain struktur bangunan tahan gempa yang dipakai. Hal ini dikategorikan sebagai kesalahan yang sangat mendasar. Prinsip desain ini adalah suatu hal yang sangat vital di dalam era desain modern dan pelaksanaan bangunan tahan gempa. Prinsip yang sangat mendasar pada analisis dan desain struktur tahan gempa yaitu antara suplai (*supply*) dan kebutuhan (*demand*). Kebutuhan dalam hal ini berasosiasi dengan kebutuhan kekuatan struktur sedemikian sehingga dengan tercukupinya kebutuhan kekuatan tersebut dapat menjamin keamanan struktur. Suplai kekuatan dapat dilakukan setelah melakukan desain elemen struktur (Widodo,1997).

Kebutuhan kekuatan (*strength demand*) struktur dapat diketahui dengan melakukan analisis struktur. Hakekatnya analisis dilakukan terlebih dahulu, baru

desain dilakukan kemudian. Prinsip desain struktur adalah bahwa suplai paling tidak sama, atau harus lebih besar dari pada kebutuhan (Widodo, 1997)

Prinsip ini dimulai dari penentuan/pendesainan beban gempa, konfigurasi bangunan yang tepat, mekanisme goyangan (*sway mechanism*), optimalisasi prinsip pelepasan energi (*energy dissipation*) pada elemen-elemen struktur, dan pemilihan bahan serta pelaksanaan pembangunan. Pada umumnya struktur mempunyai kemampuan untuk menyerap/melesapkan energi. Optimalisasi disipasi energi sangat penting agar sebagian input energi dapat dilesapkan dengan baik sehingga respon struktur dapat dikembalikan.

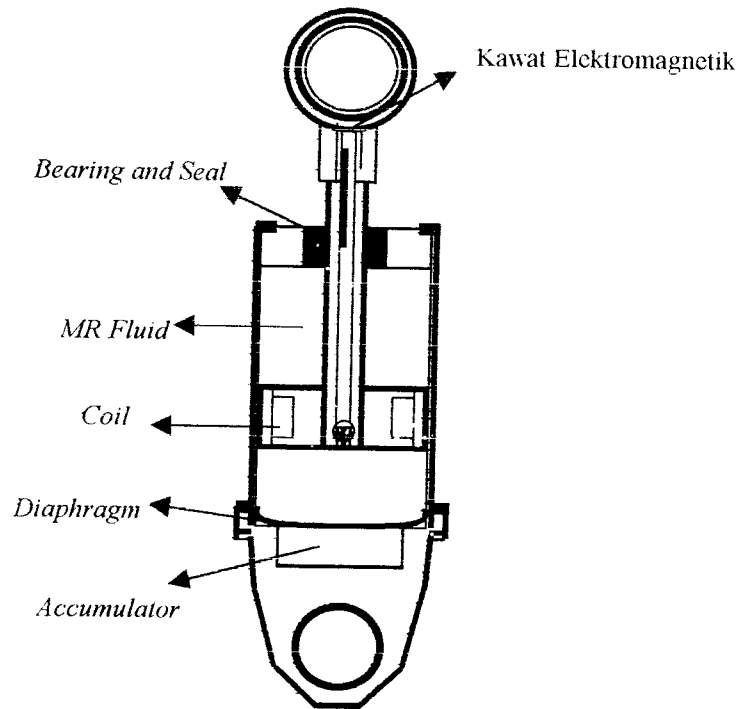
Salah satu kerusakan yang mungkin terjadi pada sebuah struktur adalah akibat simpangan yang besar. Salah satu cara memperkecil simpangan adalah dengan memberi peredam. Chopra (1995) menyatakan bahwa peredaman adalah proses pelepasan energi (*energy dissipation*) oleh beberapa mekanisme yang bekerja secara bersamaan. Karena redaman berfungsi melesapkan energi, maka hal tersebut akan mengurangi respon stuktur.

Nilai redaman struktur yang melekat pada struktur relatif kecil, sehingga untuk mengurangi respon gempa dipasang peredam tambahan (Chopra, 1995). Penggunaan percdam pada semua tingkat tidaklah praktis. Oleh karena itu digunakan redaman ganda pada satu tingkat, yang memiliki efek hampir sama jika peredam tersebut dipasang pada semua tingkat.

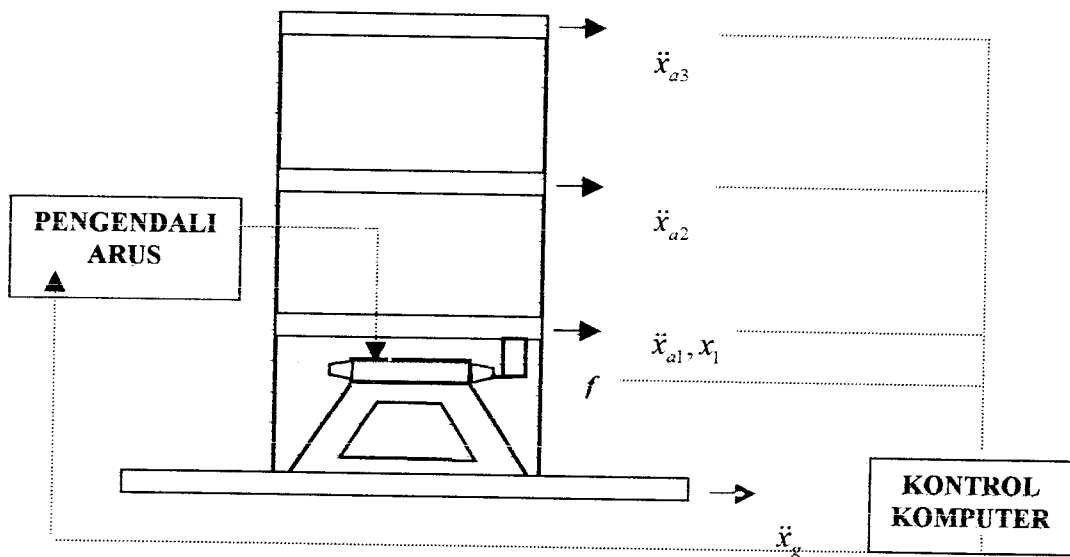
2.2 *Magnetorheological Damper*

Magnetorheological Damper adalah sebuah alat kontrol struktur yang dapat mengurangi respon struktur akibat beban gempa, dikembangkan oleh *Lord Corporation*. *Magnetorheological Damper* menggunakan *MR Fluids* yang terdiri dari *silicon oil*. Jika sebuah gaya magnet bekerja, maka sebuah partikel yang berada pada cairan tersebut akan membentuk suatu rantai partikel dan cairan tersebut akan menjadi semi solid serta memperlihatkan perilaku plastis. Alat ini mempunyai beberapa karakter yang atraktif, tegangan leleh tinggi, elastisitas yang rendah dan dapat bekerja dengan baik pada temperatur -40°C sampai 150°C , sehingga *Magnetorheological Damper* dapat dipasang diluar struktur (misalnya : jembatan dan menara) atau di dalam struktur (misalnya bangunan gedung).

Magnetorheological Damper mempunyai dimensi : panjang 21,5 cm dan silinder berdiameter 3,8 cm. Silinder utama adalah berbentuk sebuah penghisap, terdiri dari magnet, *Accumulator* dan *MR Fluids* sebanyak 50 ml. Alat ini digerakkan melalui sebuah elektromagnetik pada kepala penghisap yang kemudian dihubungkan dengan sumber energi. Energi yang diperlukan untuk menggerakkan alat ini kurang dari 10 watt, sehingga dapat dioperasikan dengan sebuah baterai yang kecil.



Gambar 2.1 Skema MR Damper
(Reproduksi dari (www.nd.edu/~quake/docs/MRD.Journal.html)
opened on November 21, 2002)



Gambar 2.2 Skema Pemasangan MR Damper
(Sketsa dari (www.nd.edu/~quake/docs/MRD.Journal.html)
opened on November 21, 2002)

2.3 Penelitian Sejenis Sebelumnya

Pada penelitian ini digunakan penelitian-penelitian sejenis sebelumnya sebagai tinjauan pustaka, sebagaimana yang dijelaskan berikut.

1. Penelitian Mansyur dan Juhartono (1999).

Topik yang diambil adalah “Penempatan Efektif Redaman Ganda (Kembar) untuk Mengurangi Simpangan pada Bangunan Tingkat Tinggi”. Pada penelitian tersebut, peneliti memvariasikan posisi redaman ganda untuk mengurangi simpangan maksimum yang terjadi pada struktur. Beban gempa El Centro tahun 1940 berupa riwayat waktu dipakai sebagai input getaran. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah penempatan posisi *Magnetorheological Damper* pada tingkat ketiga dan tingkat kelima merupakan letak yang paling efektif dibandingkan dengan variasi-variasi yang lain. Analisis dinamika struktur adalah yang bersifat *Conditionally Stablie*.

2. Penelitian Mulyanto dan Ronanto (2000).

Topik yang diambil adalah “Analisis Variasi Perletakan *Tuned Mass Damper* (TMD) untuk Mengurangi Simpangan Portal bertingkat Tiga Akibat Beban Gempa”. Pada penelitian tersebut peneliti memvariasikan letak peredam untuk mengurangi simpangan yang terjadi pada struktur gedung beton berlantai tiga dengan *Damping Ratio* 2% dan 5%. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini bahwa struktur dengan rasio redaman minimum (2%) mempunyai simpangan relatif dan simpangan antar tingkat yang relatif lebih besar dibandingkan dengan struktur dengan rasio redaman maksimum (5%). Analisis dinamika struktur

menggunakan *Central Difference Method*. Beban gempa yang digunakan adalah beban gempa Bucharest tahun 1977.

3. Penelitian Deny dan Harry (2000).

Topik yang diambil adalah “Penempatan Efektif Redaman Tunggal untuk Mengurangi Simpangan pada Bangunan Bertingkat Enam dan Delapan”. Pada penelitian tersebut, peneliti menggunakan *Magnetorheological Damper* sebagai peredam tambahan yang diletakkan tunggal dengan kapasitas redaman 15 kips/(in/sec) pada tiap-tiap lantai dengan *Damping Ratio* 2% - 5%. Analisis dinamika struktur menggunakan metode *Newmarks Acceleration Method* yang bersifat *Unconditionally Stable*. Hasil penempatan *Magnetorheological Damper* efektif untuk bangunan bertingkat enam terletak di tingkat empat, sedangkan bangunan bertingkat delapan terletak di tingkat satu.

4. Penelitian Budhiawan dan Hariyanto (2001).

Topik yang diambil adalah “Penempatan Efektif Redaman Ganda (Kembar) untuk Mengurangi Resiko Benturan Struktur”. Pada penelitian tersebut, peneliti meninjau dua model bangunan bertingkat yang berbeda ketinggian yaitu bangunan bertingkat lima dan enam dan dua beban gempa yaitu gempa El Centro tahun 1940 dan gempa Koyna tahun 1967. Analisis dinamika struktur yang digunakan adalah *Central Difference Method*. Hasil yang diperoleh dari penggunaan *Magnetorheological Damper* yang paling efektif diletakkan pada tingkat tiga dan lima akibat gempa El Centro untuk bangunan lima lantai dan enam lantai. Untuk gempa Koyna, perletakan efektif *Magnetorheological Damper*

pada lantai tiga dan lima untuk bangunan lima lantai, sedangkan untuk bangunan enam lantai perletakan efektif pada lantai tiga dan enam.

5. Penelitian Wardani dan Sulistyaningsih (2001)

Topik yang diambil adalah “Penempatan Efektif Redaman Ganda dengan Nilai Kapasitas Berbeda untuk Mengurangi Simpangan pada Bangunan Betingkat Banyak”. Pada penelitian tersebut peneliti memvariasikan posisi redaman ganda dengan nilai kapasitas total 30 kips/(in/sec) terdiri atas 22,5 kips/(in/sec) atau 75% dan 7,5 kips/(in/sec) atau 25%. Analisis dinamika struktur menggunakan *Newmark's Acceleration Method* dengan menggunakan *time history* dari gempa El Centro tahun 1940. Hasil yang diperoleh dari penggunaan *Magnetorheological Damper* paling efektif dipasang pada lantai satu dengan kapasitas redaman 22,5 kips/(in/sec) dan lantai lima dengan kapasitas redaman 7,5 kips/(in/sec)

BAB III

LANDASAN TEORI

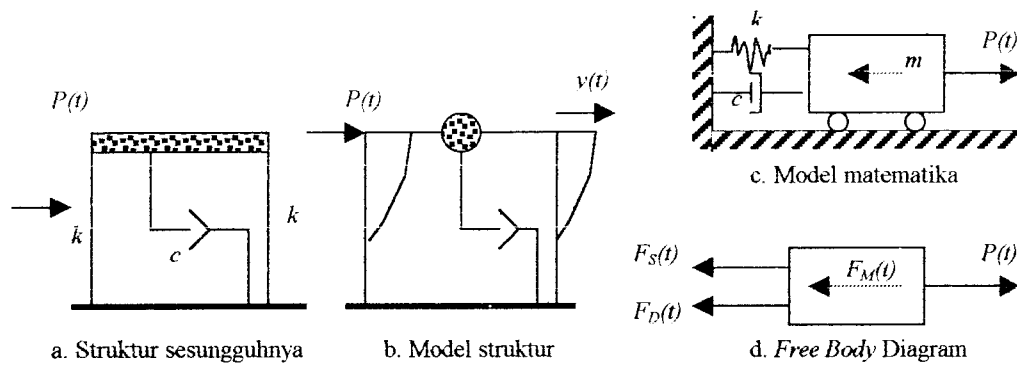
Landasan teori memuat dasar-dasar teori yang akan dipergunakan secara garis besar dan merupakan tuntunan yang akan digunakan untuk merumuskan hipotesis. Landasan teori ini meliputi sistem berderajat kebebasan tunggal, sistem berderajat kebebasan banyak, *mode shape* dan frekuensi, persamaan gerak akibat gempa, jenis simpangan dan efeknya terhadap kerusakan, persamaan diferensial independen, dan respon terhadap gempa.

3.1 Sistem Berderajat Kebebasan Tunggal

Sistem dengan derajat kebebasan tunggal mempunyai satu koordinat yang diperlukan untuk menyatakan posisi suatu massa pada saat tertentu. Jumlah derajat kebebasan biasanya dapat dikaitkan dengan jumlah massa, artinya, suatu struktur tiga tingkat akan mempunyai tiga massa dan tiga derajat kebebasan dengan anggapan struktur berperilaku *shear building*. Struktur dengan derajat kebebasan tunggal atau *single degree of freedom* (SDOF) berarti hanya akan mempunyai satu massa.

Dalam menyelesaikan masalah dinamik, sebaiknya memakai metoda yang menghasilkan suatu analisis yang tersusun dan sistematis. Yang paling penting dalam praktek analisis dinamis adalah menggambar sebuah diagram *free body* dari

sistem yang memungkinkan penulisan besaran matematik dari dari sistem tersebut. Diagram *free body* (DFB) adalah suatu sketsa dari benda yang dipisahkan dari benda lainnya, dimana semua gaya luar pada benda terlihat jelas. Sistem berderajat kebebasan tunggal dapat ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Model Sistem SDOF akibat Beban Dinamik

Berdasarkan keseimbangan dinamik dengan *free body diagram* sebagaimana terlihat pada Gambar 3.1d,

$$F_M(t) + F_D(t) + F_S(t) = P(t) \quad (3.1)$$

$$F_M(t) = m \cdot \ddot{y}(t), \quad F_D(t) = c \cdot \dot{y}(t), \quad \text{dan} \quad F_S(t) = k \cdot y(t) \quad (3.2)$$

dimana F_M adalah gaya inersia, F_D adalah gaya redam, F_S adalah gaya tarik/desak pegas yang mempresentasikan kekakuan kolom, $P(t)$ adalah beban dinamik, dan $\ddot{y}(t)$, $\dot{y}(t)$, dan $y(t)$ masing-masing adalah percepatan, kecepatan, dan simpangan massa, dan m , c , k masing-masing adalah massa, redaman, dan kekakuan kolom.

Substitusi persamaan (3.2) ke dalam persamaan (3.1), menjadi,

$$m\ddot{y}(t) + c\dot{y}(t) + ky(t) = P(t) \quad (3.3)$$

Persamaan (3.3) disebut persamaan diferensial gerakan (*differential equation of motion*) pada struktur dengan derajat kebebasan tunggal. Untuk selanjutnya $\ddot{y}(t), \dot{y}(t), y(t), P(t)$ masing-masing adalah percepatan, kecepatan, simpangan, dan beban gempa yang merupakan fungsi dari waktu, penulisannya dapat disederhanakan menjadi \ddot{y}, \dot{y}, y, P , sehingga persamaan (3.3) dapat ditulis menjadi,

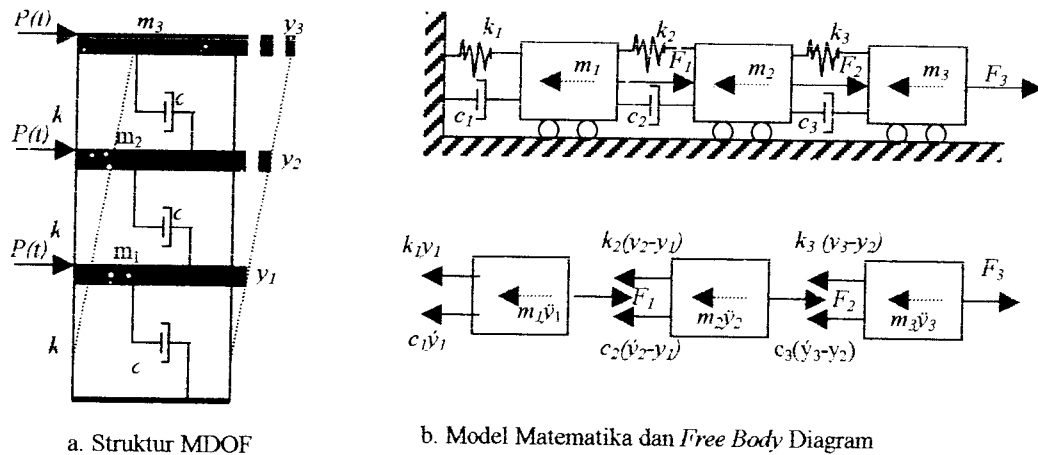
$$m\ddot{y} + c\dot{y} + ky = P \quad (3.4)$$

3.2 Sistem Berderajat Kebebasan Banyak

Secara umum, struktur bangunan gedung tidak selalu dapat dinyatakan dengan suatu sistem yang mempunyai derajat kebebasan tunggal (SDOF). Umumnya struktur bangunan gedung mempunyai derajat kebebasan banyak (*Multi Degree of Freedom*).

Pada struktur bangunan bertingkat banyak, umumnya massa struktur dapat digumpalkan di satu titik (*lumped mass*), dengan demikian struktur yang semula mempunyai derajat kebebasan tak terhingga, akan dapat dipandang sebagai struktur kebebasan terbatas. Untuk memperoleh persamaan diferensial gerakan pada struktur kebebasan banyak, dapat digunakan anggapan *shear building*, selanjutnya $\ddot{y}(t), \dot{y}(t), y(t), P(t)$ masing-masing adalah percepatan, kecepatan, simpangan, dan beban gempa yang merupakan fungsi dari waktu, penulisannya dapat disederhanakan menjadi \ddot{y}, \dot{y}, y, P , sebagaimana penulisan pada struktur SDOF. Pada struktur bangunan gedung bertingkat tiga pada Gambar 3.2a, struktur

akan mempunyai tiga derajat kebebasan, sehingga struktur yang mempunyai n -tingkat akan mempunyai n -derajat kebebasan dan mempunyai n -mode.



Gambar 3.2 Model Sistem MDOF

Persamaan diferensial gerakan pada struktur, disusun berdasarkan atas goyangan struktur menurut mode pertama. Berdasarkan keseimbangan dinamik seperti pada Gambar 3.2b,

$$m_1 \ddot{y}_1 + c_1 \dot{y}_1 + k_1 y_1 - c_2 (\dot{y}_2 - \dot{y}_1) - k_2 (y_2 - y_1) = F_1 \tag{3.5a}$$

$$m_2 \ddot{y}_2 + c_2 (\dot{y}_2 - \dot{y}_1) + k_2 (y_2 - y_1) - c_3 (\dot{y}_3 - \dot{y}_2) - k_3 (y_3 - y_2) = F_2 \tag{3.5b}$$

$$m_3 \ddot{y}_3 + c_3 (\dot{y}_3 - \dot{y}_2) + k_3 (y_3 - y_2) = F_3 \tag{3.5c}$$

Selanjutnya persamaan (3.5) dapat ditulis dalam bentuk matrik yang lebih ringkas, menjadi,

$$[M]\{\ddot{y}\} + [C]\{\dot{y}\} + [K]\{y\} = \{F\} \tag{3.6}$$

$[M]$, $[C]$, $[K]$ berturut-turut adalah matrik massa, matrik redaman, dan matrik kekakuan, yang dapat ditulis menjadi,

$$[M] = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix} \quad (3.7a)$$

$$[K] = \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 \end{bmatrix} \quad (3.7b)$$

$$[C] = \begin{bmatrix} c_1 + c_2 & -c_2 & 0 \\ -c_2 & c_2 + c_3 & -c_3 \\ 0 & -c_3 & c_3 \end{bmatrix} \quad (3.7c)$$

$$\{\ddot{y}\} = \begin{Bmatrix} \ddot{y}_1 \\ \ddot{y}_2 \\ \ddot{y}_3 \end{Bmatrix}, \quad \{\dot{y}\} = \begin{Bmatrix} \dot{y}_1 \\ \dot{y}_2 \\ \dot{y}_3 \end{Bmatrix}, \quad \{y\} = \begin{Bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{Bmatrix}, \quad \text{dan} \quad \{F(t)\} = \begin{Bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{Bmatrix} \quad (3.8)$$

$\{\ddot{y}\}, \{\dot{y}\}, \{y\}, \{F\}$ masing-masing adalah vektor percepatan, vektor kecepatan, vektor simpangan, dan vektor gaya atau beban.

3.3 Mode Shape dan Frekuensi

Suatu struktur umumnya akan bergerak akibat pembebanan dari luar maupun adanya suatu nilai awal (*initial condition*). Misalnya suatu massa ditarik sedemikian rupa, sehingga mempunyai simpangan awal sebesar y_n , dan apabila gaya tarik tersebut dilepas kembali, maka massa akan bergerak. Peristiwa pergerakan massa tersebut disebut dengan getaran bebas (*free vibration system*). Gerakan suatu massa disebabkan pembebanan dari luar, misalnya beban angin, beban gempa dan lainnya, maka gerakan massa dikelompokkan sebagai gerakan dipaksa (*forced vibration system*). Untuk menyederhanakan permasalahan

anggapan bahwa massa bergetar bebas akan sangat membantu menyelesaikan analisis dinamika struktur.

Persamaan diferensial gerak getaran bebas pada struktur seperti pada persamaan (3.6) dapat dinyatakan menjadi,

$$[M]\{\ddot{y}\} + [C]\{\dot{y}\} + [K]\{y\} = 0 \quad (3.9)$$

Frekuensi sudut pada struktur dengan redaman (*damped frequency*) nilainya hampir sama dengan frekuensi sudut pada struktur tanpa redaman, jika nilai rasio redaman (*damping ratio*) kecil, sehingga persamaan (3.9) menjadi,

$$[M]\{\ddot{y}\} + [K]\{y\} = 0 \quad (3.10)$$

Persamaan (3.10) diasumsikan pada getaran bebas, sehingga vektor y berbentuk,

$$\{y\} = \{\phi\}z \quad (3.11a)$$

$$\{\ddot{y}\} = \{\phi\}\ddot{z} \quad (3.11b)$$

$\{\phi\}$ adalah vektor *mode shape* yaitu suatu vektor yang tidak berdimensi, yang memiliki paling sedikit sebuah elemen yang tidak sama dengan nol. Sedangkan z dan \ddot{z} adalah vektor perpindahan dan vektor percepatan. Jika persamaan (3.11) disubstitusikan ke dalam persamaan (3.10), akan didapatkan,

$$[M]\{\phi\}\ddot{z} + [K]\{\phi\}z = \{0\} \quad (3.12)$$

$[M]$ dan $[K]$ adalah matrik konstan dan pada sebuah hipotesis disebutkan bahwa $\{\phi\}$ juga merupakan matrik konstan, maka akan didapatkan,

$$\ddot{z} + (\text{konstan})z = 0 \quad (3.13)$$

Jika konstanta di atas adalah ω_n^2 (*undamped natural frequency*), maka persamaan (3.13) menjadi,

$$\ddot{z} + \omega_n^2 z = 0 \quad (3.14)$$

Persamaan (3.14) diselesaikan dengan,

$$z = A \sin \omega_n t \quad (3.15)$$

sehingga persamaan (3.11) menjadi,

$$\{y\} = \{\phi\} A \sin \omega_n t \quad (3.16a)$$

$$\{\ddot{y}\} = -\omega^2 \{\phi\} A \sin \omega_n t \quad (3.16b)$$

Persamaan (3.16) disubstitusikan ke dalam persamaan (3.10) didapatkan,

$$-\omega^2 [M] \{\phi\} A \sin \omega t + [K] \{\phi\} A \sin \omega t = 0 \quad (3.17)$$

Persamaan (3.17) akan ada penyelesaiannya (*nontrivial solution*), jika A dan ω keduanya tidak sama dengan nol, sehingga,

$$[K] - \omega^2 [M] \{\phi\} = 0 \quad (3.18)$$

Suatu sistem akan ada amplitudo yang terbatas, jika nilai determinan sama dengan nol, sehingga,

$$[K] - \omega^2 [M] = 0 \quad (3.19)$$

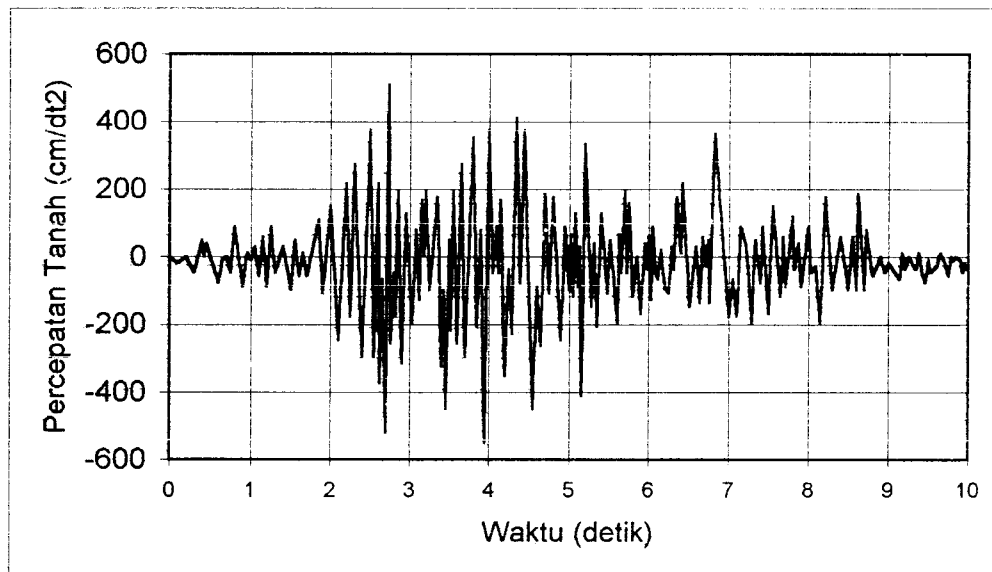
Persamaan (3.19) disebut dengan *eigenproblem*. Nilai determinan dari persamaan ini akan menghasilkan suatu persamaan polinomial dengan derajat ke- n , yaitu $\lambda = \omega^2$, kemudian nilai λ yang diperoleh disubstitusikan ke persamaan (3.18) maka akan menghasilkan nilai *mode shape* $\{\phi\}_n$ dan simpangan $(y)_n$. Indeks n menunjukkan ragam/pola goyangan.

3.4 Persamaan Gerak Akibat Beban Gempa

Beban akibat guncangan gempa adalah suatu beban yang unik. Umumnya beban yang bekerja pada struktur menggunakan satuan gaya, tetapi beban gempa berupa percepatan tanah. Beban lain biasanya statis, tidak berubah pada periode

waktu yang pendek, tetapi beban gempa adalah beban yang dinamis yang berubah dengan sangat cepat dalam periode waktu yang pendek, dapat diartikan beban gempa berubah setiap saat. Beban lain biasanya bekerja pada arah vertikal, tetapi beban gempa bekerja secara simultan pada arah vertikal maupun horisontal bahkan beban gempa dapat berupa putaran (Hu, Liu, dan Dong, 1996).

Analisis yang didasarkan pada riwayat waktu dapat digunakan sebagai eksitasi gempa yang berpengaruh pada struktur. Pada tugas akhir ini dipakai riwayat waktu gempa Koyna tahun 1967, seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Percepatan Tanah Gempa Koyna, 1967
(Prasetyo dan Arminta, 2000)

Persamaan gerakan struktur yang dikenai beban gempa dapat diturunkan melalui suatu pendekatan yang sama seperti pada persamaan gerak struktur kebebasan tunggal seperti pada Gambar 3.4a, sedangkan model matematisnya adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 3.4b.

Dengan menggunakan konsep keseimbangan dinamis, dari *free body* diagram pada Gambar 3.4.c, akan didapatkan persamaan,

$$F_M(t) + F_D(t) + F_S(t) = 0 \quad (3.20)$$

$$F_M(t) = m\ddot{y}(t), \quad F_D(t) = c\dot{y}(t), \quad \text{dan} \quad F_S(t) = k\cdot y(t) \quad (3.21)$$

sedangkan $\ddot{y}_i(t)$ sebagaimana terlihat pada Gambar 3.4.a adalah,

$$\ddot{y}_i(t) = \ddot{y}_g(t) + \ddot{y}(t) \quad (3.22)$$

dimana F_M adalah gaya inersia, F_D adalah gaya redam, F_S adalah gaya tarik/desak pegas yang mempresentasikan kekakuan kolom, dan $\ddot{y}(t)$, $\dot{y}(t)$, dan $y(t)$ masing-masing adalah percepatan, kecepatan, dan simpangan massa, dan m , c , k masing-masing adalah massa, redaman, dan kekakuan kolom.

Substitusi persamaan (3.20) ke dalam persamaan (3.21), maka persamaan (3.21) dapat ditulis menjadi,

$$m\ddot{y}_i(t) + c\dot{y}(t) + ky(t) = 0 \quad (3.23)$$

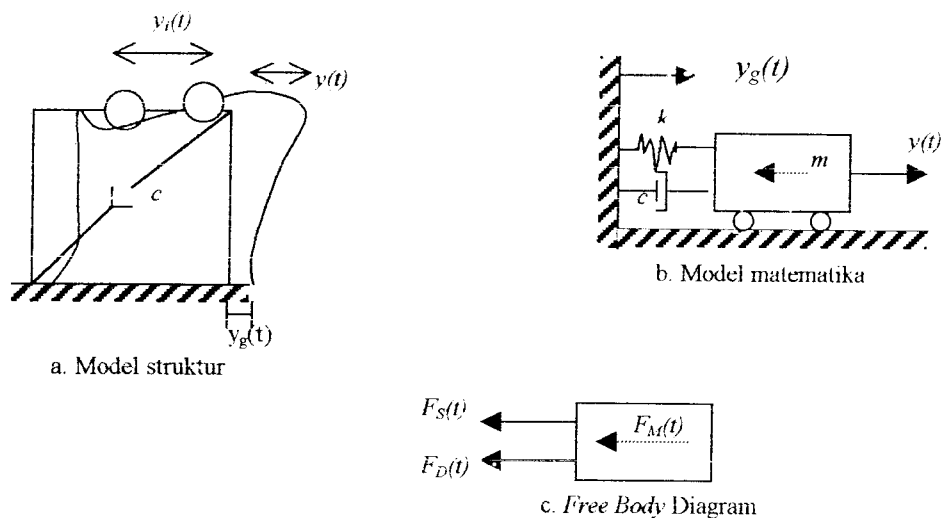
$$m(\ddot{y}_g(t) + \ddot{y}(t)) + c\dot{y}(t) + ky(t) = 0 \quad (3.24)$$

$$m\ddot{y}_g(t) + m\ddot{y}(t) + c\dot{y}(t) + ky(t) = 0 \quad (3.25)$$

$$m\ddot{y}(t) + c\dot{y}(t) + ky(t) = -m\ddot{y}_g(t) \quad (3.26)$$

Persamaan (3.26) disebut persamaan diferensial gerakan suatu massa dengan gerak kebebasan tunggal akibat gerakan tanah (*base motion*). Ruas kanan pada persamaan (3.26) biasa disebut sebagai beban gempa. Untuk selanjutnya $\ddot{y}(t)$, $\dot{y}(t)$, $y(t)$, masing-masing adalah percepatan, kecepatan, dan simpangan yang merupakan fungsi dari waktu, penulisannya dapat disederhanakan menjadi \ddot{y} , \dot{y} , dan y , sehingga persamaan (3.26) dapat ditulis menjadi,

$$m\ddot{y} + c\dot{y} + ky = -m\ddot{y}_g \quad (3.27)$$



Gambar 3.4 Model Sistem SDOF dengan Beban Gempa

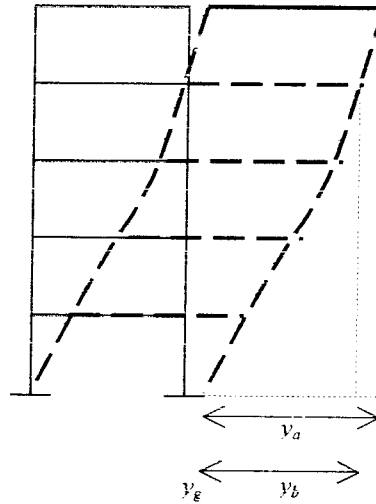
3.5 Jenis-jenis Simpangan dan Efeknya Terhadap Kerusakan

Jenis simpangan pada struktur dapat dibagi menjadi tiga, yaitu simpangan relatif, simpangan antar tingkat, dan simpangan absolut.

1. Simpangan Relatif

Simpangan relatif adalah simpangan yang dihitung relatif terhadap lantai dasar struktur atau pondasi. Simpangan relatif mempunyai efek yang berpengaruh terhadap *structural pounding*. Masalah *structural pounding* biasanya terjadi pada bangunan yang berdekatan untuk memaksimalkan penggunaan lahan, yang dapat mengakibatkan kerusakan fatal pada bangunan bahkan dapat menyebabkan kerusakan total. Hal ini dapat dicegah dengan memperhitungkan jarak antara dua bangunan yang saling berdekatan. Jarak tersebut dapat dihitung dengan menghitung simpangan horisontal plastik pada setiap tingkat. Gambar 3.5

menunjukkan simpangan yang dihitung relatif lantai lima terhadap pondasi yaitu y_a , dan simpangan relatif lantai empat terhadap pondasi yaitu y_b .



Gambar 3.5 Model Simpangan Relatif

2. Simpangan Antar Tingkat (*Inter Story Drift*)

Simpangan antar tingkat adalah simpangan yang terjadi pada tiap tingkat, dihitung dengan cara simpangan lantai atas dikurangi simpangan lantai bawah. *Inter story drift* terjadi karena cacatnya perencanaan konfigurasi bangunan yang berhubungan dengan kekakuan struktur. Distribusi kekakuan struktur terjadi secara vertikal tidak merata yang menyebabkan adanya suatu tingkat yang lemah. *Inter story drift* yang berlebihan sangat mungkin terjadi pada daerah tingkat lemah, oleh karena itu kerusakan struktur akibat ini sangat mungkin terjadi. Besar simpangan antar tingkat dihitung dengan $(y_a - y_b)$.

3. Simpangan Absolut

Simpangan absolut merupakan penjumlahan antara simpangan relatif tiap lantai dengan simpangan akibat tanah yaitu y_g , dapat dihitung dengan $(y_a + y_g)$. Simpangan ini berpengaruh terhadap kemungkinan terjadinya benturan antar bangunan yang berdekatan. Simpangan tanah pada keadaan *rigid motion* umumnya dianggap tidak menyebabkan perbedaan simpangan dan kecepatan antar tanah dengan massa struktur.

3.6 Persamaan Diferensial Independen (*Uncoupling*)

Struktur yang mempunyai n -derajat kebebasan yang bergetar akan mempunyai n -mode getaran. Dengan demikian masing-masing *mode* akan memberikan kontribusi pada simpangan horisontal tiap-tiap massa. Simpangan massa ke- i atau y_i , dapat diperoleh dengan menjumlahkan pengaruh atau kontribusi tiap-tiap *mode*. Kontribusi *mode* ke- j terhadap simpangan horisontal massa ke- i tersebut dinyatakan dalam produk antara ϕ_{ij} dengan suatu amplitudo Z_j , yang dinyatakan dalam bentuk,

$$\{y\} = [\phi]\{Z\} \quad (3.28a)$$

$$\{\dot{y}\} = [\phi]\{\dot{Z}\} \quad (3.28b)$$

$$\{\ddot{y}\} = [\phi]\{\ddot{Z}\} \quad (3.28c)$$

Substitusi persamaan (3.28) ke dalam persamaan (3.27) akan diperoleh,

$$[M\mathbf{I}]\{\ddot{Z}\} + [C\mathbf{I}]\{\dot{Z}\} + [K\mathbf{I}]\{Z\} = -[M]\{1\}\ddot{y}_g \quad (3.29)$$

Apabila persamaan (3.29) dikalikan dengan *transpose* suatu mode $\{\phi\}^T$, maka,

$$\{\phi\}^T [M] \{\ddot{Z}\} + \{\phi\}^T [C] \{\dot{Z}\} + \{\phi\}^T [K] \{Z\} = -\{\phi\}^T [M] \{1\} \ddot{y}_g \quad (3.30)$$

Misal, diambil struktur yang mempunyai tiga derajat kebebasan, maka suku pertama persamaan (3.30) berbentuk,

$$\begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{21} & \phi_{31} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} & \phi_{13} \\ \phi_{21} & \phi_{22} & \phi_{23} \\ \phi_{31} & \phi_{32} & \phi_{33} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{Z}_1 \\ \ddot{Z}_2 \\ \ddot{Z}_3 \end{Bmatrix} \quad (3.31)$$

Berdasarkan hubungan orthogonal, maka untuk mode ke-1 persamaan (3.31) akan menjadi,

$$\begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{21} & \phi_{31} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{11} \\ \phi_{21} \\ \phi_{31} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{Z}_1 \\ \ddot{Z}_2 \\ \ddot{Z}_3 \end{Bmatrix} \quad (3.32)$$

Dengan catatan , persamaan di atas dalam hubungan orthogonal, $i = j$. Pada kondisi orthogonal apabila $i \neq j$, maka perkalian matrik sama dengan nol.

$$\{\phi\}_i^T [M] \{\phi\}_j = 0 \quad (3.33a)$$

$$\{\phi\}_i^T [C] \{\phi\}_j = 0 \quad (3.33b)$$

$$\{\phi\}_i^T [K] \{\phi\}_j = 0 \quad (3.33c)$$

Untuk mode ke- j , secara umum persamaan (3.32) dapat ditulis dengan,

$$\{\phi\}_j^T [M] \{\phi\}_j \ddot{Z}_j \quad (3.34)$$

Cara di atas juga berlaku untuk suku ke-2 dan ke-3 pada persamaan (3.29).

Berdasarkan hubungan orthogonal, persamaan (3.30) akan menjadi,

$$\{\phi\}_j^T [M] \{\phi\}_j \ddot{Z}_j + \{\phi\}_j^T [C] \{\phi\}_j \dot{Z}_j + \{\phi\}_j^T [K] \{\phi\}_j Z_j = -\{\phi\}_j^T [M] \{1\} \ddot{y}_g \quad (3.35)$$

Persamaan (3.35) adalah persamaan diferensial yang bebas/*independent* antara satu dengan yang lain. Persamaan tersebut diperoleh setelah diterapkan hubungan orthogonal, baik orthogonal matrik massa, matrik redaman, dan matrik kekakuan. Dengan demikian untuk n -derajat dengan n -persamaan diferensial yang dahulu bersifat *coupling*, sekarang menjadi *independent/uncoupling*. Berdasarkan sifat-sifat tersebut, maka persamaan diferensial dapat diselesaikan untuk setiap pengaruh *mode*.

Berdasarkan persamaan (3.35), dapat didefinisikan suatu generalisasi massa (*generalized mass*), redaman, dan kekakuan sebagai berikut,

$$M_j^* = \{\phi\}_j^T [M] \{\phi\}_j \quad (3.36a)$$

$$C_j^* = \{\phi\}_j^T [C] \{\phi\}_j \quad (3.36b)$$

$$K_j^* = \{\phi\}_j^T [K] \{\phi\}_j \quad (3.36c)$$

Dengan definisi seperti pada persamaan (3.36), maka persamaan 3.35 menjadi,

$$M_j^* \ddot{Z}_j + C_j^* \dot{Z}_j + K_j^* Z_j = P_j^* \ddot{y}_g, \quad (3.37)$$

dengan,

$$P_j^* = \phi_j^T [M] \{1\} \quad (3.38)$$

Terdapat suatu hubungan bahwa,

$$\xi_n = \frac{C_j^*}{C_\sigma^*} = \frac{C_j^*}{2M_j^* \omega_j}, \text{ maka } \frac{C_j^*}{M_j^*} = 2\xi_n \omega_j \quad (3.39a)$$

$$\omega_j^2 = \frac{K_j^*}{M_j^*} \text{ dan } \Gamma_j = \frac{P_j^*}{M_j^*} \quad (3.39b)$$

Dengan hubungan-hubungan seperti pada persamaan (3.39), maka persamaan (3.38) akan menjadi,

$$\ddot{Z}_j + 2\xi_j \omega_j \dot{Z}_j + \omega_j^2 Z_j = -\Gamma_j \ddot{y}_g \quad (3.40)$$

dan,

$$\Gamma_j = \frac{P_j^*}{M_j^*} = \frac{\{\phi\}_j^T [M] \{1\}}{\{\phi\}_j^T [M] \{\phi\}_j} \quad (3.41)$$

Persamaan (3.41) sering disebut dengan partisipasi setiap *mode* atau *modal participation factor*. Selanjutnya persamaan (3.40) juga dapat ditulis menjadi,

$$\frac{\ddot{Z}_j}{\Gamma_j} + 2\xi_j \omega_j \frac{\dot{Z}_j}{\Gamma_j} + \omega_j^2 \frac{Z_j}{\Gamma_j} = -\ddot{y}_g \quad (3.42)$$

Apabila diambil suatu notasi bahwa,

$$\ddot{g}_j = \frac{\ddot{Z}_j}{\Gamma_j}, \quad \dot{g}_j = \frac{\dot{Z}_j}{\Gamma_j}, \quad \text{dan} \quad g_j = \frac{Z_j}{\Gamma_j} \quad (3.43)$$

maka persamaan (3.42) menjadi,

$$\ddot{g}_j + 2\xi_j \omega_j \dot{g}_j + \omega_j^2 g_j = -\ddot{y}_g \quad (3.44)$$

Persamaan (3.44) adalah persamaan diferensial yang *independent*, karena persamaan tersebut hanya berhubungan dengan tiap-tiap *mode*.

Nilai partisipasi setiap *mode* akan dapat dihitung dengan mudah setelah koordinat setiap *mode* ϕ_{ij} telah diperoleh. Nilai \ddot{g} , \dot{g} , dan g dapat dihitung dengan integrasi secara numerik. Apabila nilai tersebut telah diperoleh, maka nilai Z_j dapat dihitung. Dengan demikian simpangan horisontal setiap tingkat dapat dihitung pula.

3.7 Respon Struktur Terhadap Beban Gempa

Persamaan gerakan yang disebabkan adanya beban gempa dapat diselesaikan dengan persamaan (3.27). Nilai $g(t)$ dapat diperoleh dengan membandingkan antara persamaan (3.27) dengan persamaan gerakan *mode* ke- n dari sistem SDOF. Sistem SDOF mempunyai frekuensi natural (*natural frequency*) (ω) dan rasio redaman (ξ) *mode* ke- j dari sistem MDOF, dengan $j = 1, 2, 3, \dots, n$.

Nilai yang akan dicari adalah $g_n(t)$, dan misalnya dipakai metode *central difference*, diperoleh hubungan awal bahwa,

$$\dot{g}_j = \frac{g_{j+1} - g_{j-1}}{2\Delta t} \quad ; \quad \ddot{g}_j = \frac{g_{j+1} - 2g_j + g_{j-1}}{(\Delta t)^2} \quad (3.45)$$

Substitusikan persamaan (3.45) ke dalam persamaan (3.44) akan diperoleh,

$$\frac{g_{j+1} - 2g_j + g_{j-1}}{(\Delta t)^2} + 2\xi\omega_j \frac{g_{j+1} - g_{j-1}}{2\Delta t} + \omega_j^2 g_j = -\ddot{y}_g \quad (3.46)$$

Persamaan (3.46) dapat ditulis,

$$\left[\frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi\omega_j}{2\Delta t} \right] g_{j+1} = -\ddot{y}_g - \left[\omega_j^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right] g_j - \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi\omega_j}{2\Delta t} \right] g_{j-1} \quad (3.47)$$

Persamaan (3.47) dapat ditulis menjadi,

$$g_{j+1} = \frac{-\ddot{y}_g - ag_j - bg_{j-1}}{\hat{k}} \quad (3.48)$$

Dengan,

$$a = \left[\omega_j^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right] \quad (3.49)$$

$$b = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi\omega_j}{2\Delta t} \right] \quad (3.50)$$

$$\hat{k} = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi\omega_j}{2\Delta t} \right] \quad (3.51)$$

Setelah diperoleh g untuk tiap-tiap *mode*, selanjutnya nilai simpangan tiap *mode* dapat diperoleh $y_j(t)$,

$$Y_j = \Gamma_j \phi_j g_j \quad (3.52)$$

Simpangan antar tingkat (*inter story drift*) untuk tingkat tertentu adalah merupakan selisih antara simpangan relatif pada lantai atas dan di bawahnya. Perbandingan antara simpangan antar tingkat (*inter story drift*) dan tinggi tingkat yang bersangkutan tidak boleh melampaui 0,005 dengan ketentuan bahwa dalam segala hal simpangan tersebut tidak boleh melebihi 2 cm (PPKGTG, 1987).

BAB IV

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah tata cara pelaksanaan penelitian yang diuraikan menurut suatu urutan yang sistematis. Metode yang dipergunakan dalam penelitian tugas akhir ini meliputi pengumpulan data, pengolahan data dan pengujian, selanjutnya untuk jelasnya akan diuraikan berikut ini.

4.1 Data yang Diperlukan

Penelitian tugas akhir ini menggunakan model *shear building* yang paling sederhana, untuk mempermudah melihat perbedaan hasil yang akan diteliti. Pengumpulan data tata letak dan fungsi struktur yang meliputi,

1. struktur yang ditinjau dikenai eksitasi (goncangan) *time history* dari gempa Koyna tahun 1967 yang diambil dari Prasetyo dan Arminta (2000),
2. struktur merupakan suatu model dari *shear building* dengan tiga mode massa dan kekakuan yang telah ditentukan, modifikasi dari model struktur yang diambil dari buku *Elements of Structural Dynamics* oleh Berg (1988), dan
3. struktur dianggap memiliki dukungan jepit penuh.

4.2 Pengolahan Data

Setelah semua data ditentukan, selanjutnya dilakukan pengolahan dan analisis data dengan langkah-langkah berikut ini.

1. menentukan matrik massa $[M]$ dan kekakuan kolom $[K]$ tiap tingkat,
2. membuat persamaan *eigenproblem* untuk menghitung *mode shape* (ϕ_n),
3. menghitung matrik massa efektif $[M^*]$ dan matrik kekakuan efektif $[K^*]$,
4. menghitung frekuensi sudut (ω),
5. dengan *trial and error* menentukan nilai koefisien redaman (c) sehingga didapat nilai rasio redaman untuk mode pertama pada struktur tanpa *Magnetorheological Damper* (variasi 0) sebesar 5%,
6. mengubah tata letak redaman pada tiap-tiap tingkat dan menentukan matrik redaman $[C]$,
7. menghitung matrik redaman efektif $[C^*]$ yang kemudian hanya digunakan matrik redaman diagonal efektif,
8. menghitung rasio redaman (ξ),
9. menghitung nilai partisipasi faktor (Γ),
10. mencari nilai g dengan *Central Difference Method*, dan
11. menghitung simpangan horizontal (Y).

4.3 Pengujian

Dalam tugas akhir ini, pengujian yang dilakukan mencakup pengaruh penggunaan *Magnetorheological Damper* terhadap nilai simpangan yang terjadi,

sehingga dengan penggunaan alat peredam tersebut, bangunan bertingkat tinggi dapat terhindar dari simpangan yang berlebihan yang dapat mengakibatkan keruntuhan bangunan. Peredam tambahan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *Magnetorheological Damper* ganda dengan kapasitas total 30 kips/(in/sec) yang terdiri atas 4 kombinasi kapasitas sebagaimana yang tertera pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kombinasi kapasitas *Magnetorheological Damper*

No	Variasi <i>MR Damper</i>	A Kips/(in/sec)	B Kips/(in/sec)
1	<i>MR Damper 1 (R1)</i>	4,5	25,5
2	<i>MR Damper 2 (R2)</i>	9	21
3	<i>MR Damper 3 (R3)</i>	13,5	16,5
4	<i>MR Damper 4 (R4)</i>	15	15

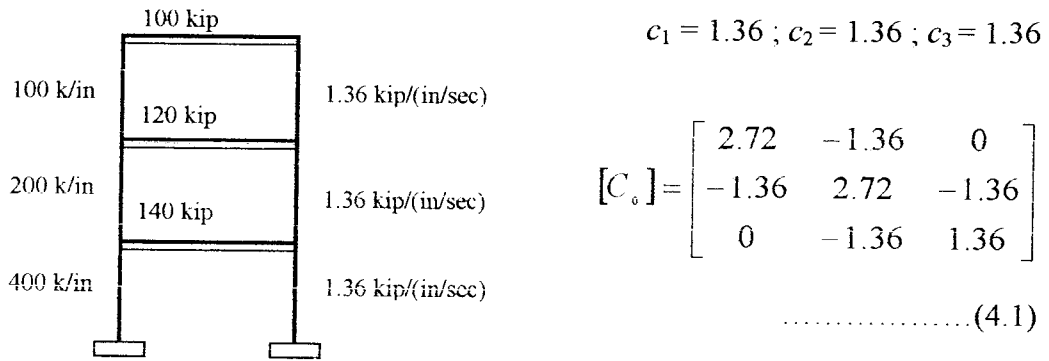
Pengujian data menggunakan program komputer untuk mempermudah pengujian dan ketepatan perhitungan. Program komputer yang digunakan adalah *MATLAB* untuk mengolah data dan *Microsoft Excel* untuk mengolah grafik.

Untuk variasi nilai dan penempatan *Magnetorheological Damper*, lebih jelasnya dapat dilihat dari Tabel 4.2 berikut.

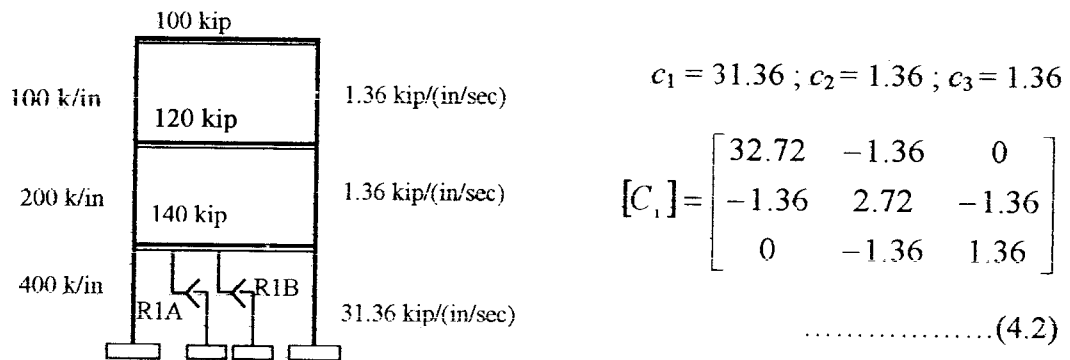
Tabel 4.2 Variasi Penempatan *Magnetorheological Damper*

Variasi Peredam	Letak Peredam	No. Gambar	Pers. Matrik
0	Tanpa Peredam Tambahan	(4 . 1)	(4 . 1)
1	Kedua <i>MR Damper</i> 1 pada tingkat 1	(4 . 2)	(4 . 2)
2	Kedua <i>MR Damper</i> 1 pada tingkat 2	(4 . 3)	(4 . 3)
3	Kedua <i>MR Damper</i> 1 pada tingkat 3	(4 . 4)	(4 . 4)
4	R1A pada tingkat 1 dan R1B pada tingkat 2	(4 . 5)	(4 . 5)
5	R1A pada tingkat 1 dan R1B pada tingkat 3	(4 . 6)	(4 . 6)
6	R1A pada tingkat 2 dan R1B pada tingkat 3	(4 . 7)	(4 . 7)
7	R1A pada tingkat 2 dan R1B pada tingkat 1	(4 . 8)	(4 . 8)
8	R1A pada tingkat 3 dan R1B pada tingkat 1	(4 . 9)	(4 . 9)
9	R1A pada tingkat 3 dan R1B pada tingkat 2	(4 . 10)	(4 . 10)
10	Kedua <i>MR Damper</i> 2 pada tingkat 1	(4 . 11)	(4 . 11)
11	Kedua <i>MR Damper</i> 2 pada tingkat 2	(4 . 12)	(4 . 12)
12	Kedua <i>MR Damper</i> 2 pada tingkat 3	(4 . 13)	(4 . 13)
13	R2A pada tingkat 1 dan R2B pada tingkat 2	(4 . 14)	(4 . 14)
14	R2A pada tingkat 1 dan R2B pada tingkat 3	(4 . 15)	(4 . 15)
15	R2A pada tingkat 2 dan R2B pada tingkat 3	(4 . 16)	(4 . 16)
16	R2A pada tingkat 2 dan R2B pada tingkat 1	(4 . 17)	(4 . 17)
17	R2A pada tingkat 3 dan R2B pada tingkat 1	(4 . 18)	(4 . 18)
18	R2A pada tingkat 3 dan R2B pada tingkat 2	(4 . 19)	(4 . 19)
19	Kedua <i>MR Damper</i> 3 pada tingkat 1	(4 . 20)	(4 . 20)
20	Kedua <i>MR Damper</i> 3 pada tingkat 2	(4 . 21)	(4 . 21)
21	Kedua <i>MR Damper</i> 3 pada tingkat 3	(4 . 22)	(4 . 22)
22	R3A pada tingkat 1 dan R3B pada tingkat 2	(4 . 23)	(4 . 23)
23	R3A pada tingkat 1 dan R3B pada tingkat 3	(4 . 24)	(4 . 24)
24	R3A pada tingkat 2 dan R3B pada tingkat 3	(4 . 25)	(4 . 25)
25	R3A pada tingkat 2 dan R3B pada tingkat 1	(4 . 26)	(4 . 26)
26	R3A pada tingkat 3 dan R3B pada tingkat 1	(4 . 27)	(4 . 27)
27	R3A pada tingkat 3 dan R3B pada tingkat 2	(4 . 28)	(4 . 28)
28	Kedua <i>MR Damper</i> 4 pada tingkat 1	(4 . 29)	(4 . 29)
29	Kedua <i>MR Damper</i> 4 pada tingkat 2	(4 . 30)	(4 . 30)
30	Kedua <i>MR Damper</i> 4 pada tingkat 3	(4 . 31)	(4 . 31)
31	Kedua <i>MR Damper</i> 4 pada tingkat 1 dan 2	(4 . 32)	(4 . 32)
32	Kedua <i>MR Damper</i> 4 pada tingkat 1 dan 3	(4 . 33)	(4 . 33)
33	Kedua <i>MR Damper</i> 4 pada tingkat 2 dan 3	(4 . 34)	(4 . 34)

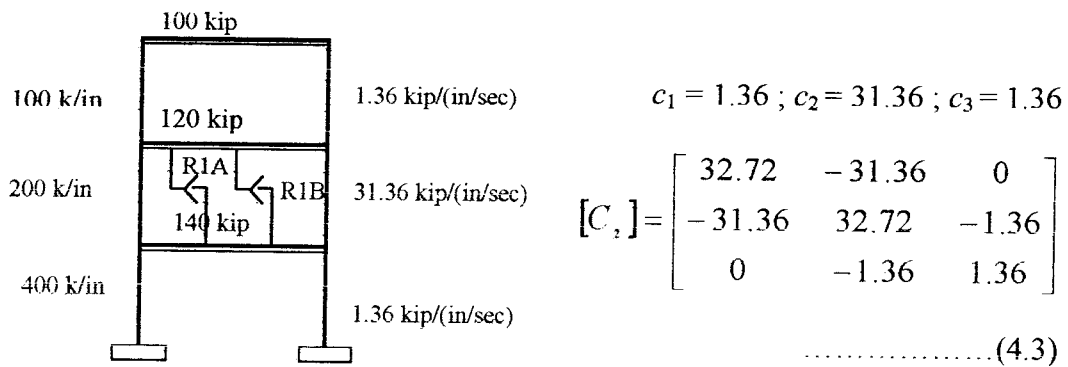
Selanjutnya letak peredam dari masing-masing variasi pada Tabel 4.2, akan lebih diperjelas dengan gambar-gambar model struktur dan persamaan matrik redamannya seperti berikut ini.



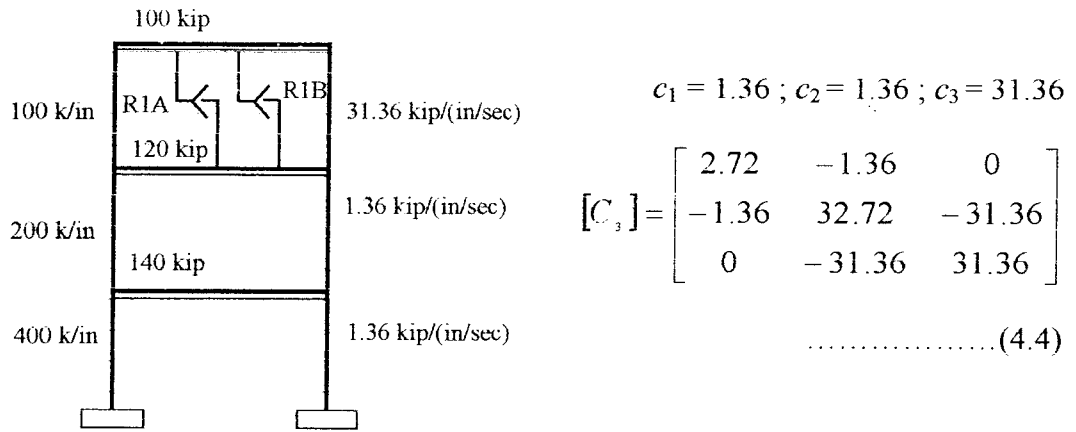
Gambar 4.1 Variasi 0, tanpa *MR Damper*



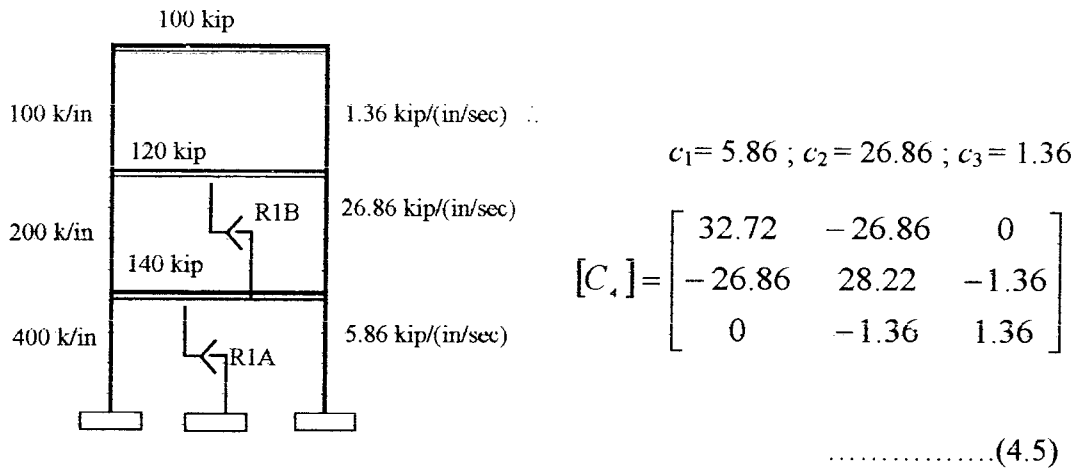
Gambar 4.2 Variasi 1, Kedua *MR Damper* 1 pada Tingkat 1



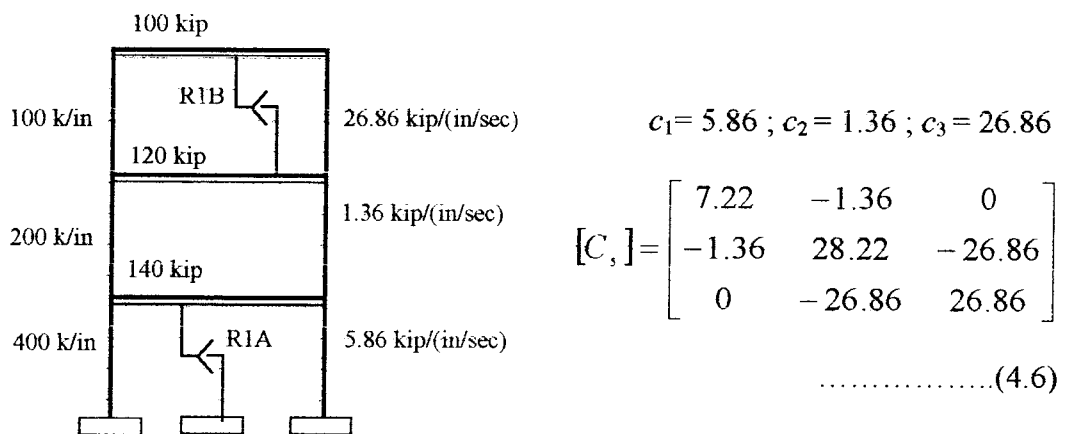
Gambar 4.3 Variasi 2, Kedua *MR Damper* 1 pada Tingkat 2



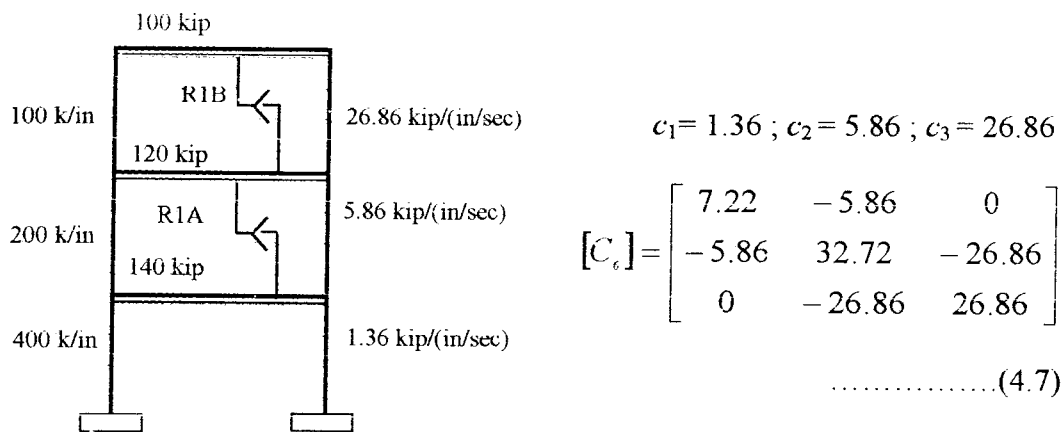
Gambar 4.4 Variasi 3, Kedua MR Damper 1 pada Tingkat 3



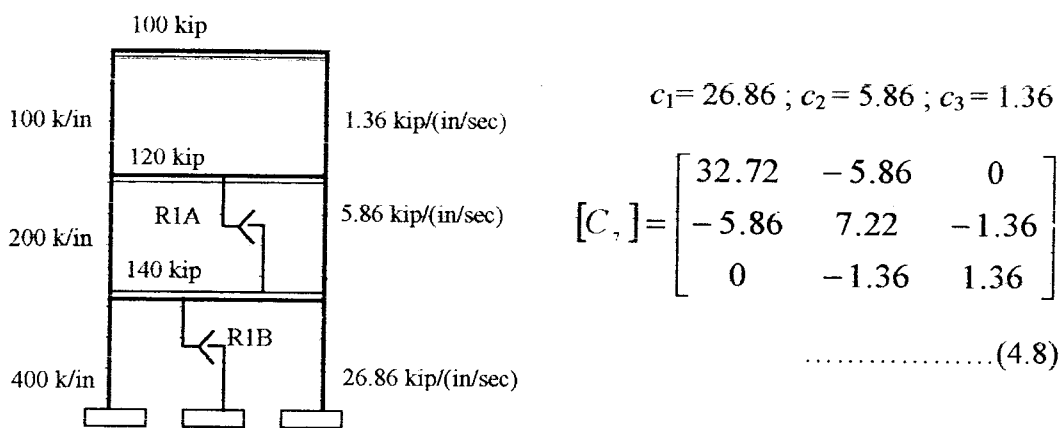
Gambar 4.5 Variasi 4, Kedua MR Damper 1 pada Tingkat 1 dan 2



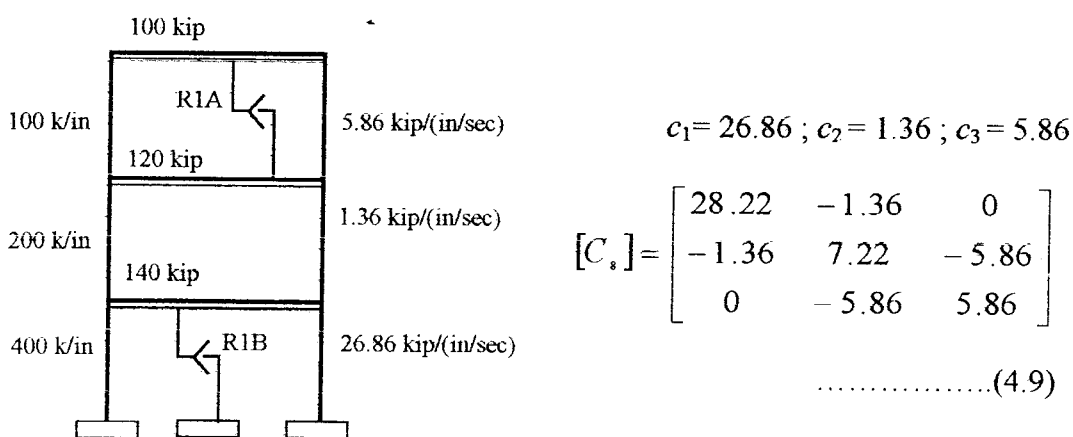
Gambar 4.6 Variasi 5, Kedua MR Damper 1 pada Tingkat 1 dan 3



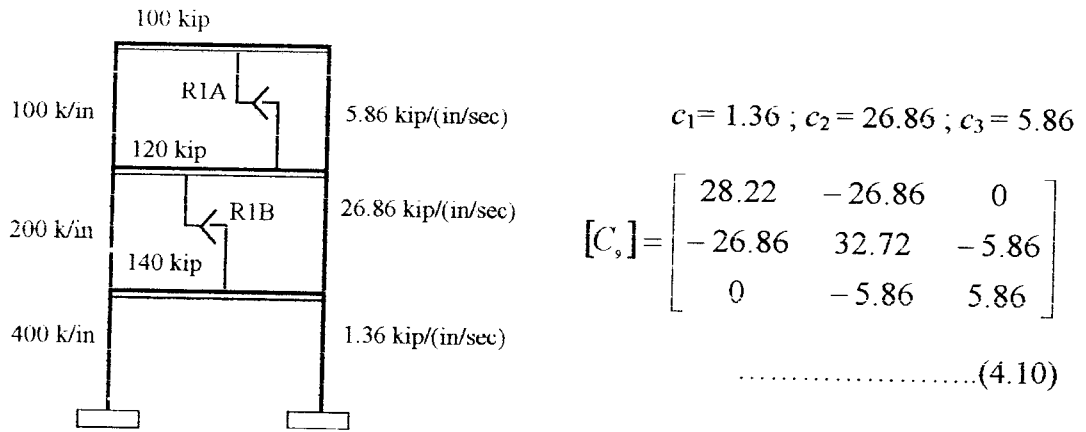
Gambar 4.7 Variasi 6, Kedua *MR Damper* 1 pada Tingkat 2 dan 3



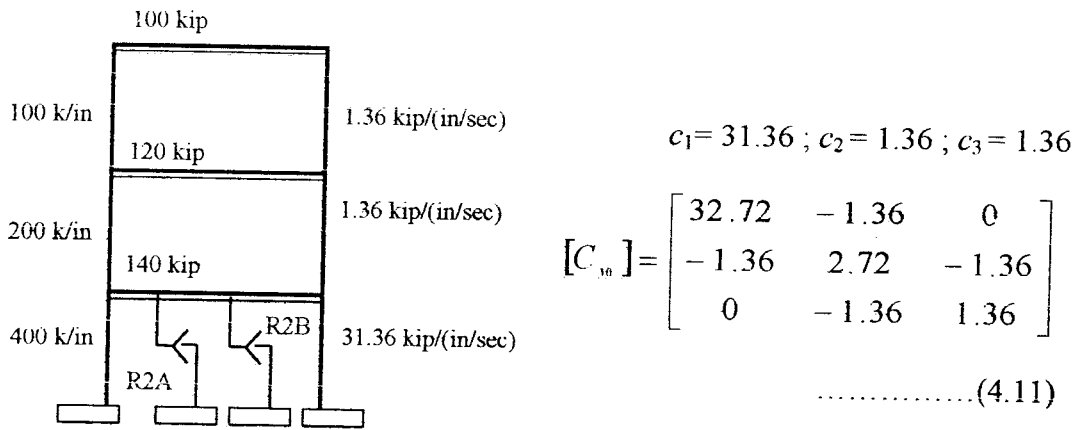
Gambar 4.8 Variasi 7, Kedua *MR Damper* 1 pada Tingkat 2 dan 1



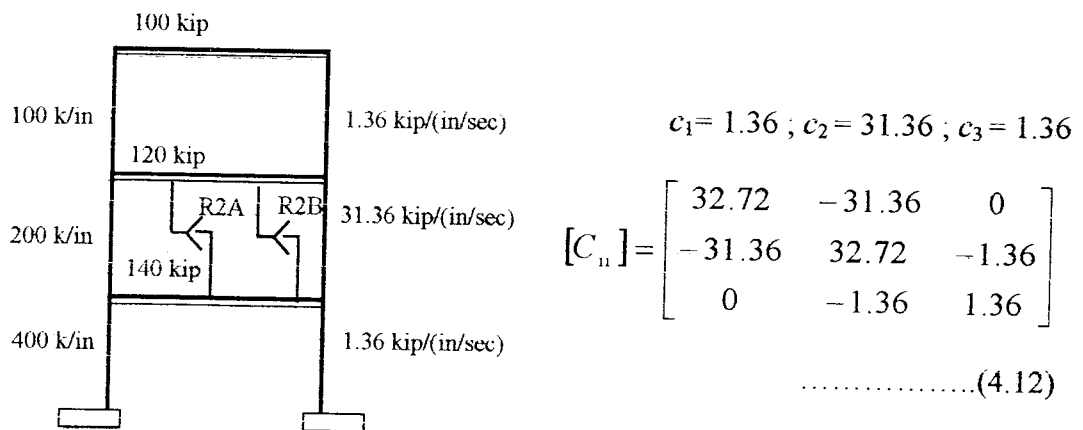
Gambar 4.9 Variasi 8, Kedua *MR Damper* 1 pada Tingkat 3 dan 1



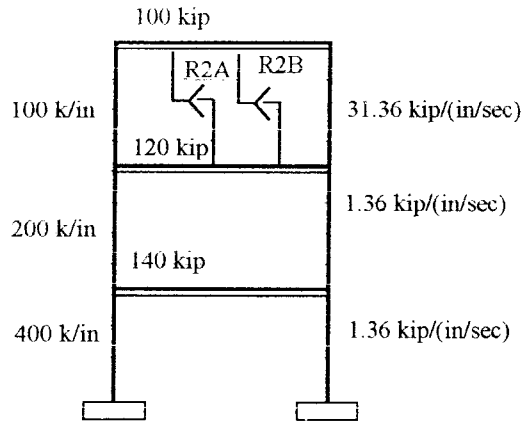
Gambar 4.10 Variasi 9, Kedua *MR Damper* 1 pada Tingkat 3 dan 2



Gambar 4.11 Variasi 10, Kedua *MR Damper* 2 pada Tingkat 1



Gambar 4.12 Variasi 11, Kedua *MR Damper* 2 pada Tingkat 2

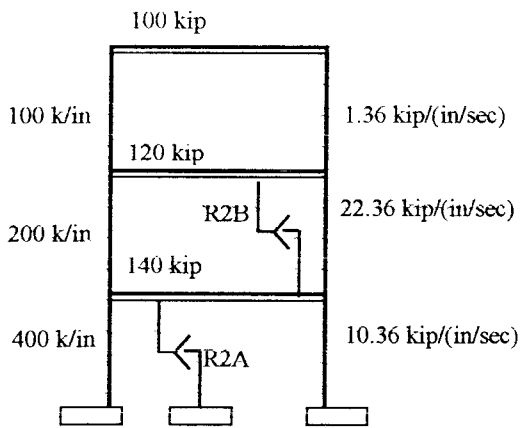


$$c_1 = 1.36 ; c_2 = 1.36 ; c_3 = 31.36$$

$$[C_{12}] = \begin{bmatrix} 2.72 & -1.36 & 0 \\ -1.36 & 32.72 & -31.36 \\ 0 & -31.36 & 31.36 \end{bmatrix}$$

.....(4.13)

Gambar 4.13 Variasi 12, Kedua *MR Damper 2* pada Tingkat 3

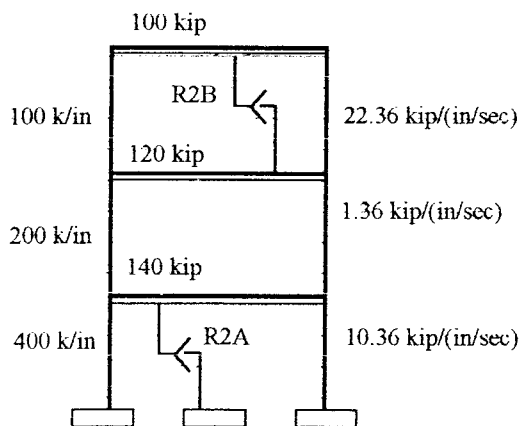


$$c_1 = 10.36 ; c_2 = 22.36 ; c_3 = 1.36$$

$$[C_{13}] = \begin{bmatrix} 32.72 & -22.36 & 0 \\ -22.36 & 23.72 & -1.36 \\ 0 & -1.36 & 1.36 \end{bmatrix}$$

.....(4.14)

Gambar 4.14 Variasi 13, Kedua *MR Damper 2* pada Tingkat 1 dan 2

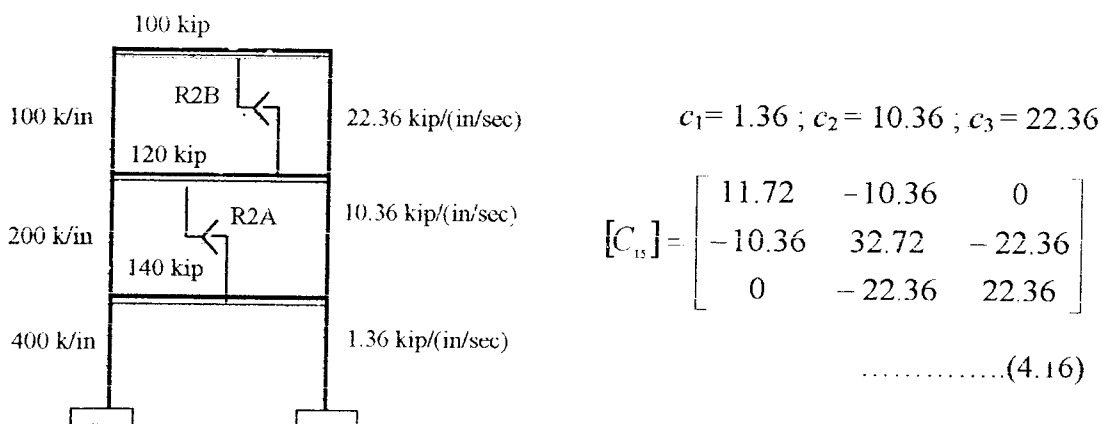


$$c_1 = 10.36 ; c_2 = 1.36 ; c_3 = 22.36$$

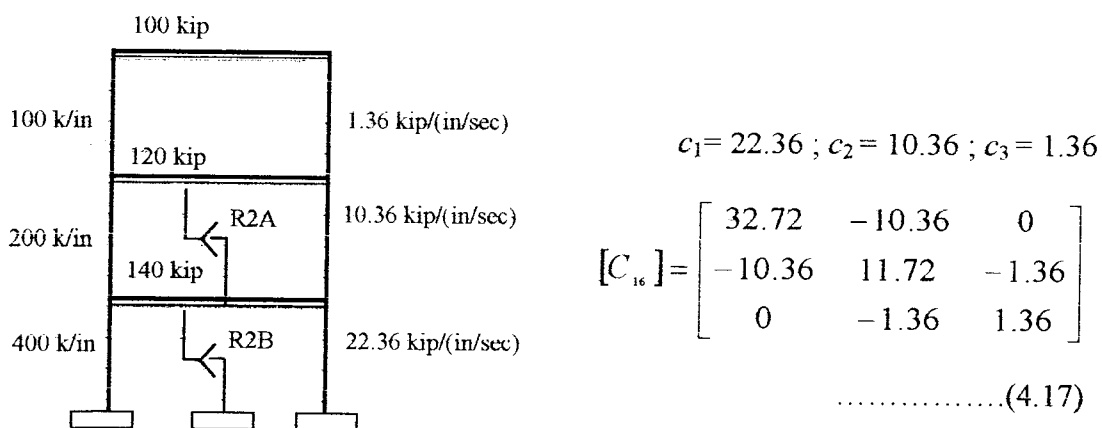
$$[C_{14}] = \begin{bmatrix} 11.72 & -1.36 & 0 \\ -1.36 & 23.72 & -22.36 \\ 0 & -22.36 & 22.36 \end{bmatrix}$$

.....(4.15)

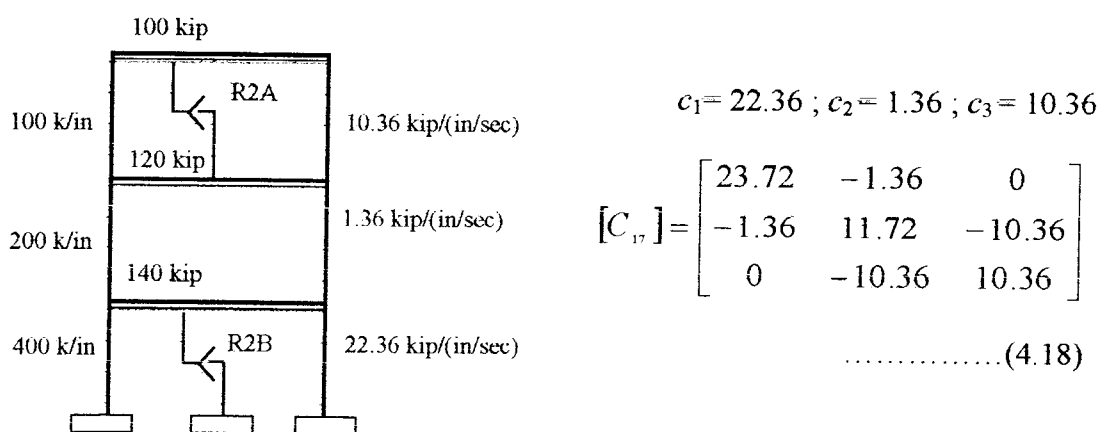
Gambar 4.15 Variasi 14, Kedua *MR Damper 2* pada Tingkat 1 dan 3



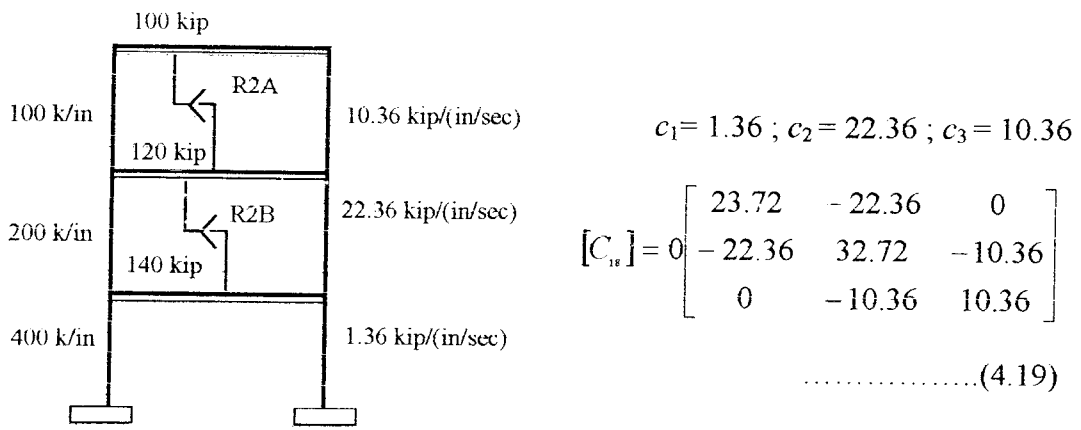
Gambar 4.16 Variasi 15, Kedua *MR Damper* 2 pada Tingkat 2 dan 3



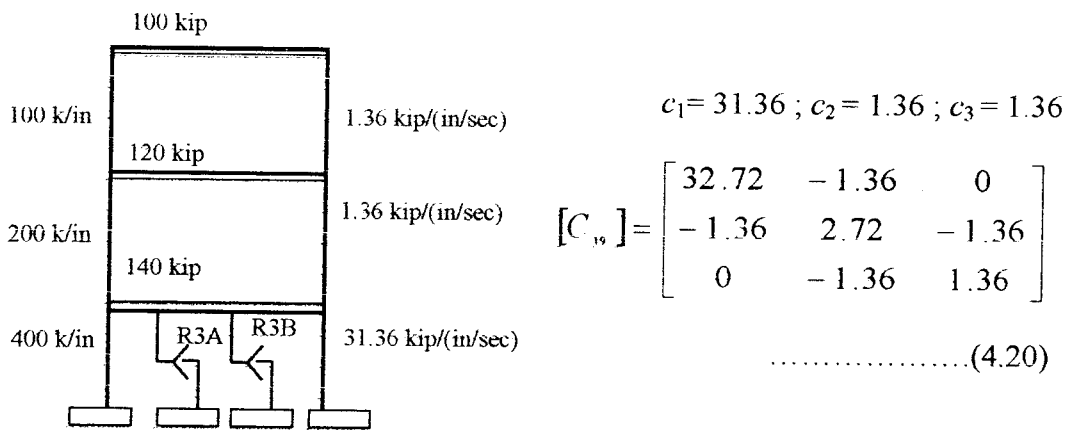
Gambar 4.17 Variasi 16, Kedua *MR Damper* 2 pada Tingkat 2 dan 1



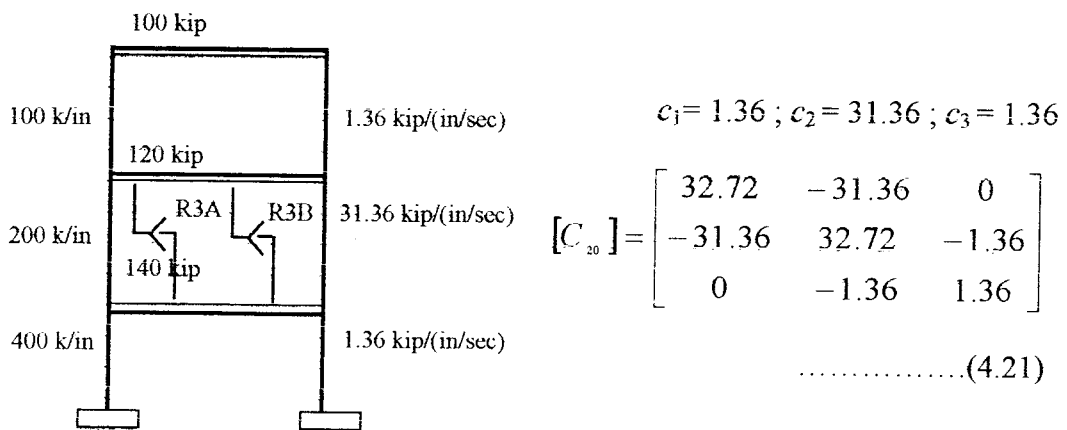
Gambar 4.18 Variasi 17, Kedua *MR Damper* 2 pada Tingkat 3 dan 1



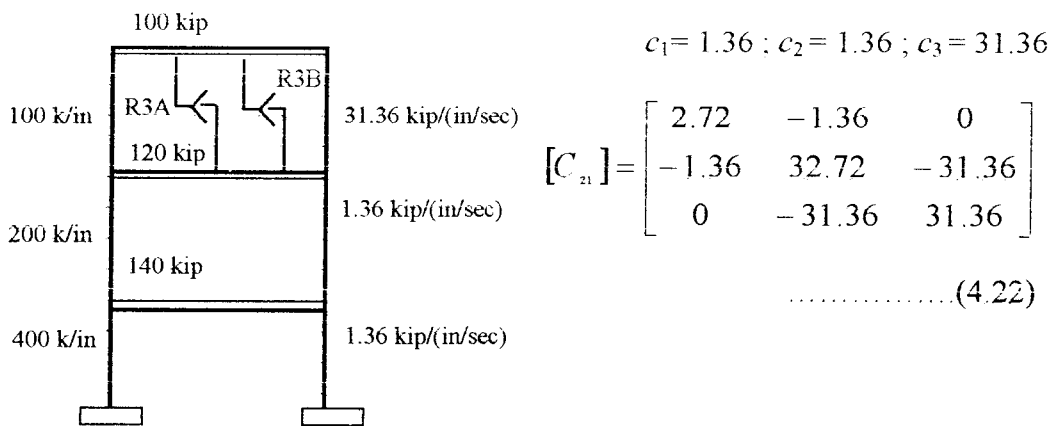
Gambar 4.19 Variasi 18, Kedua *MR Damper* 2 pada Tingkat 3 dan 2



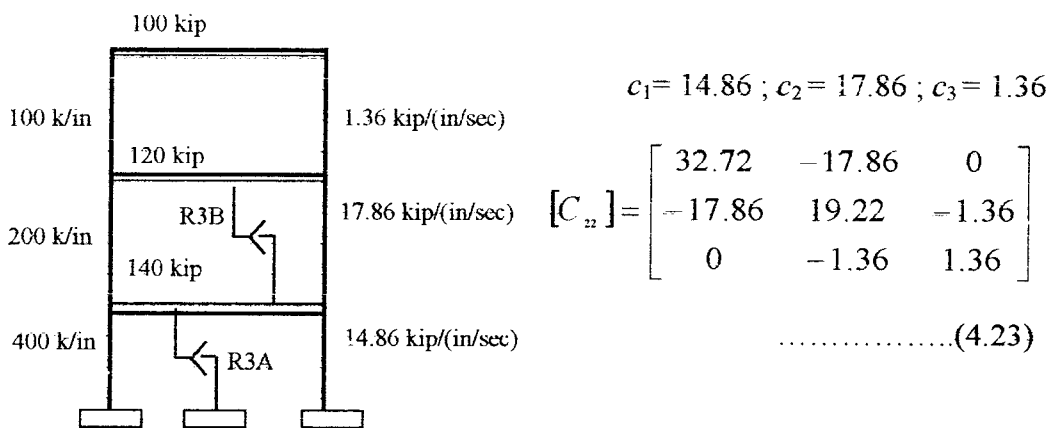
Gambar 4.20 Variasi 19, Kedua *MR Damper* 3 pada Tingkat 1



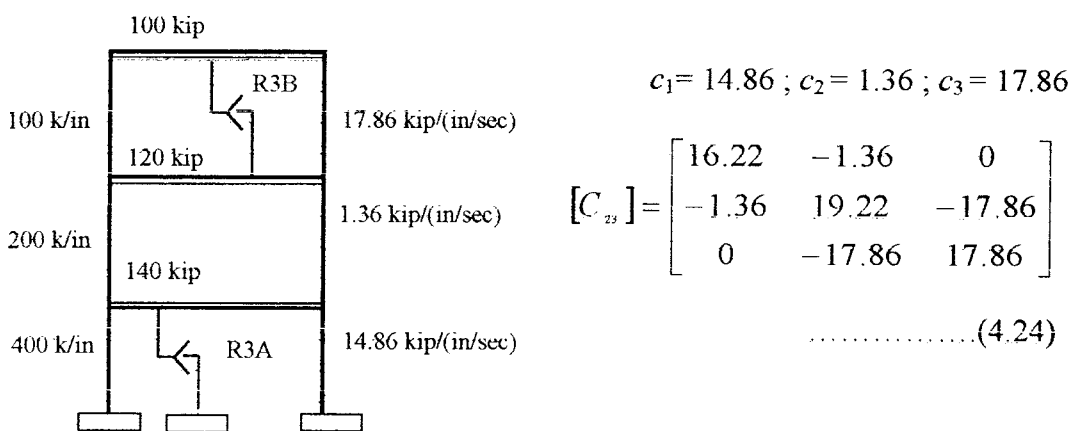
Gambar 4.21 Variasi 20, Kedua *MR Damper* 3 pada Tingkat 2



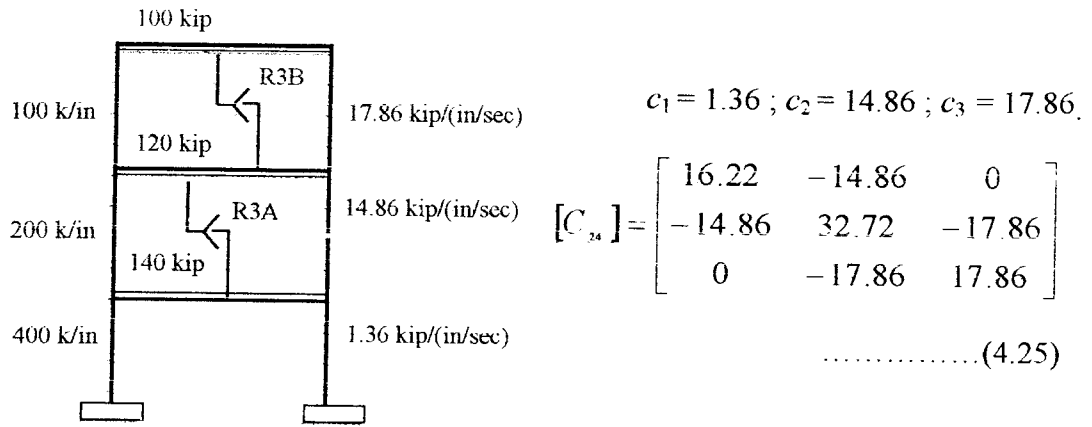
Gambar 4.22 Variasi 21, Kedua *MR Damper* 3 pada Tingkat 3



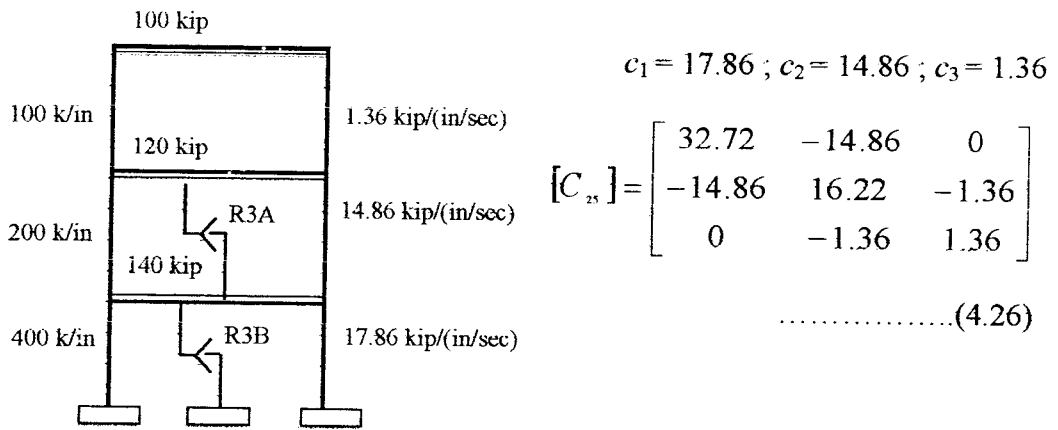
Gambar 4.23 Variasi 22, Kedua *MR Damper* 3 pada Tingkat 1 dan 2



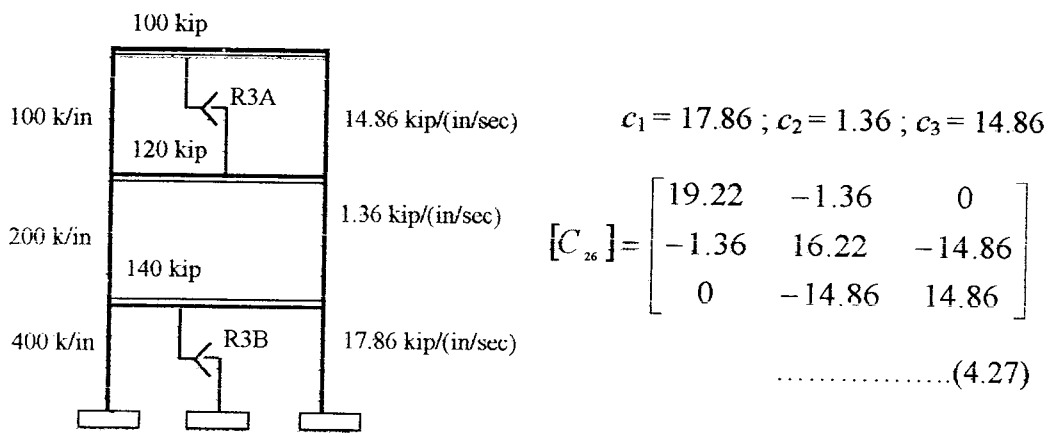
Gambar 4.24 Variasi 23, Kedua *MR Damper* 3 pada Tingkat 1 dan 3



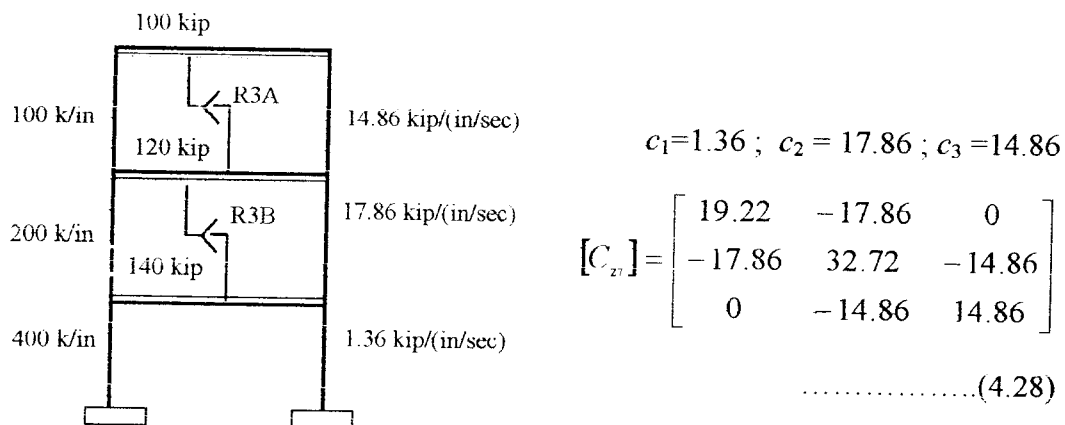
Gambar 4.25 Variasi 24, Kedua MR Damper 3 pada Tingkat 2 dan 3



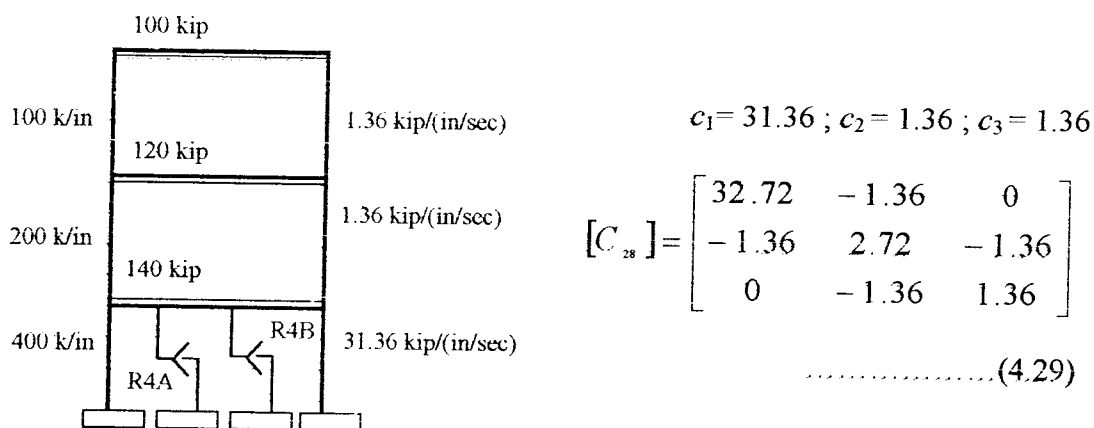
Gambar 4.26 Variasi 25, Kedua MR Damper 3 pada Tingkat 2 dan 1



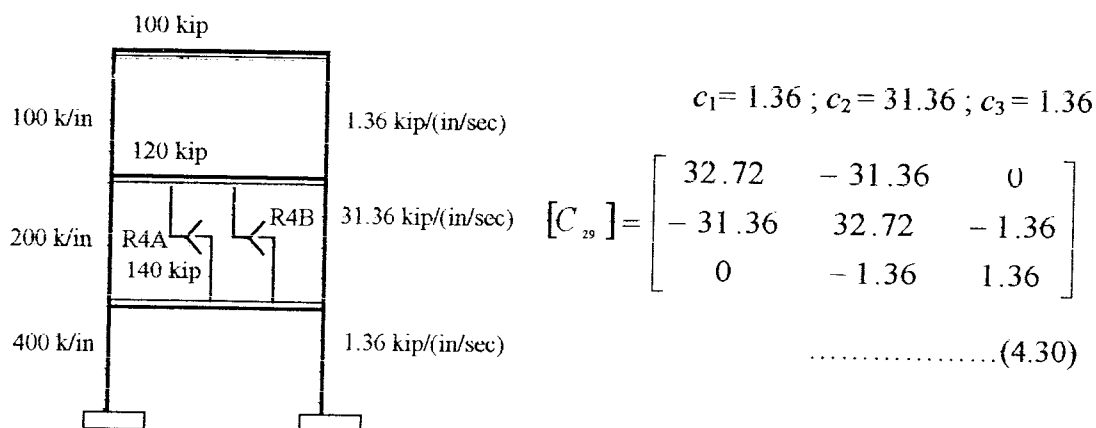
Gambar 4.27 Variasi 26, Kedua MR Damper 3 pada Tingkat 3 dan 1



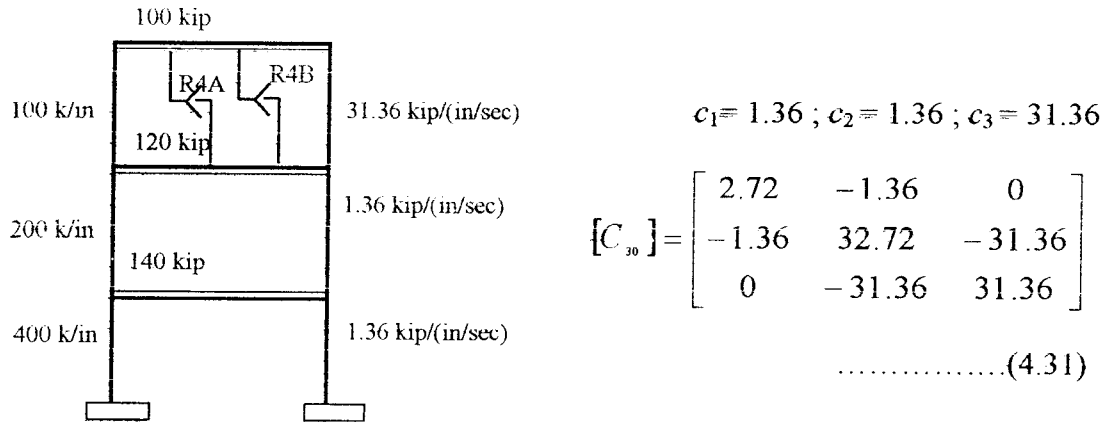
Gambar 4.28 Variasi 27, Kedua *MR Damper* 3 pada Tingkat 3 dan 2



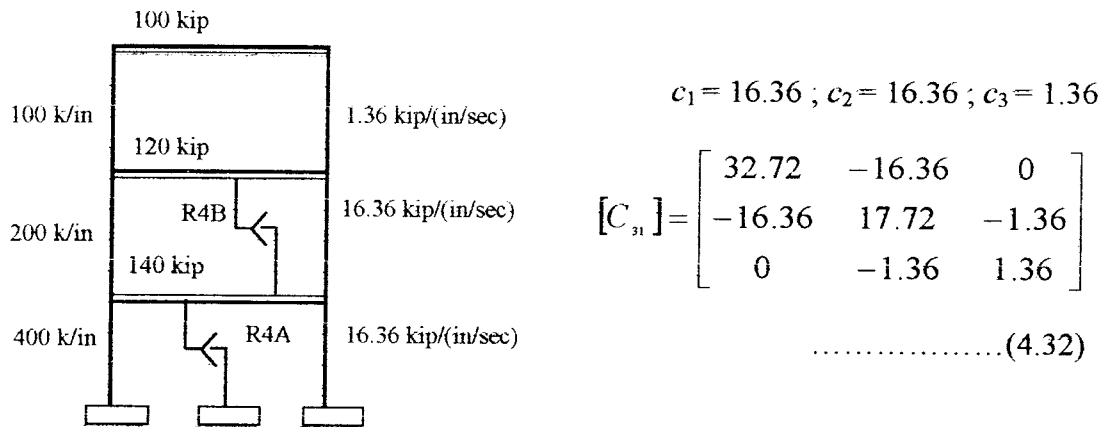
Gambar 4.29 Variasi 28, Kedua *MR Damper* 4 pada Tingkat 1



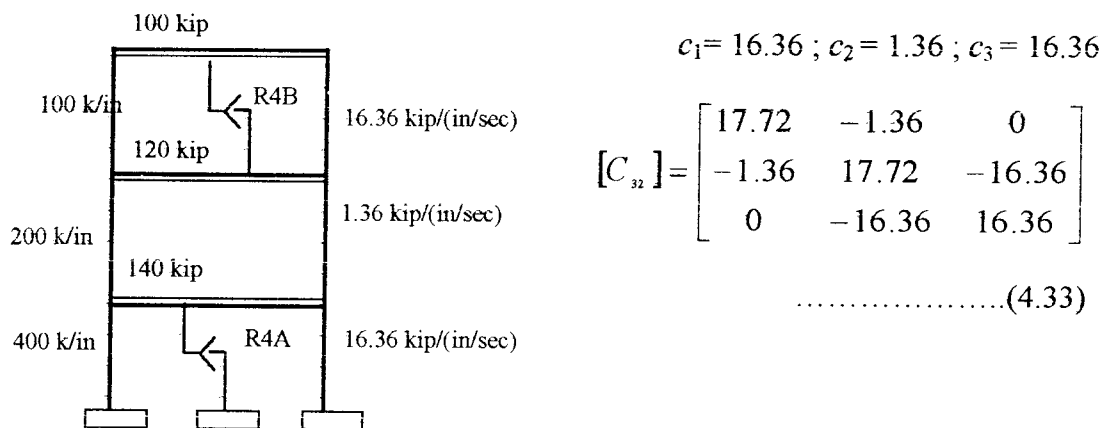
Gambar 4.30 Variasi 29, Kedua *MR Damper* 4 pada Tingkat 2



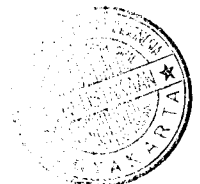
Gambar 4.31 Variasi 30, Kedua *MR Damper* 4 pada Tingkat 3

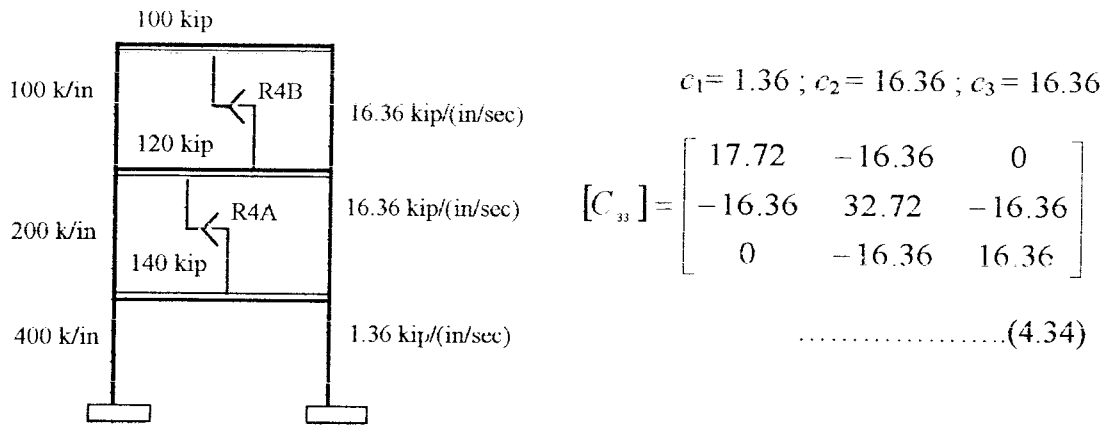


Gambar 4.32 Variasi 31, Kedua *MR Damper* 4 pada Tingkat 1 dan 2

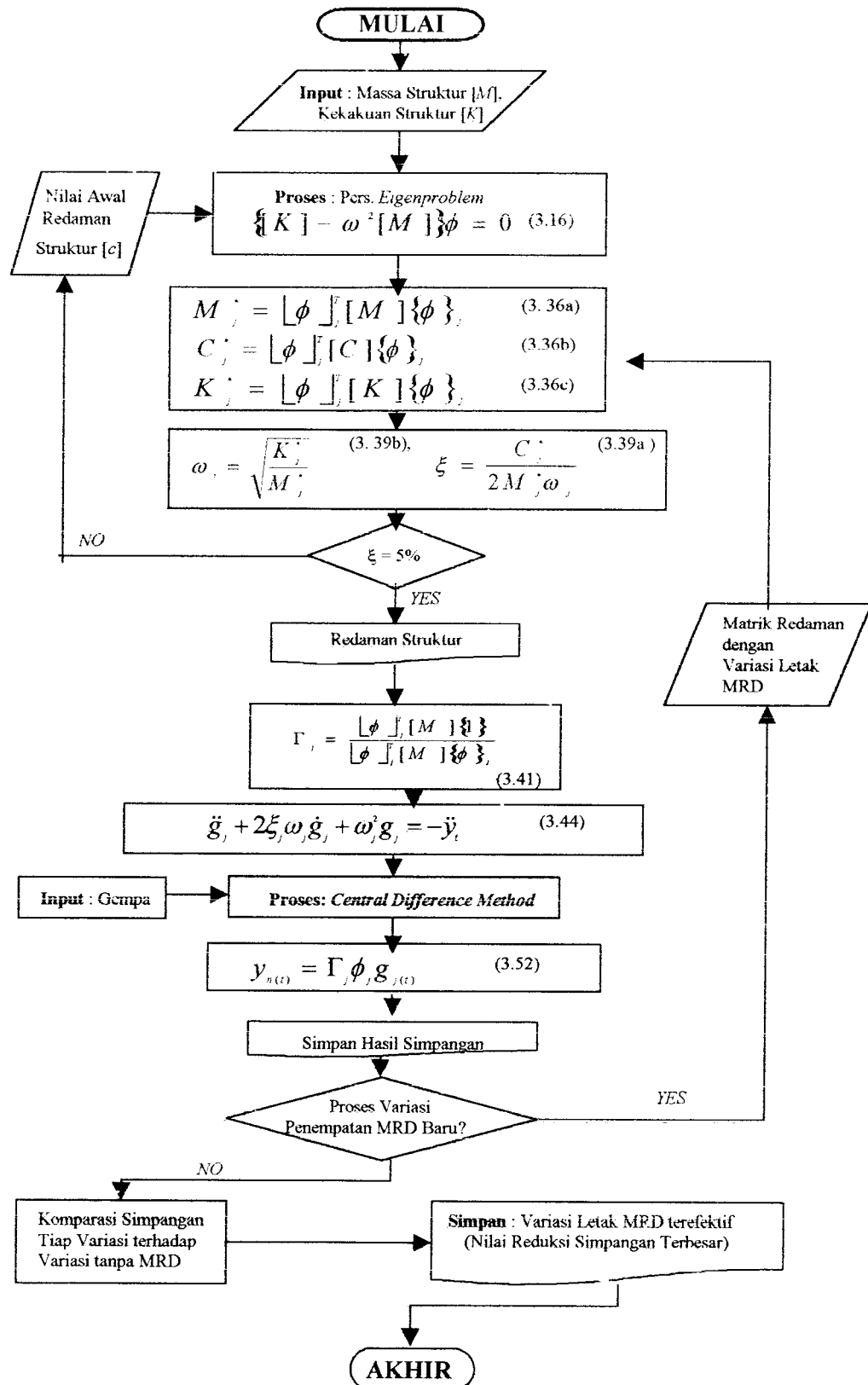


Gambar 4.33 Variasi 32, Kedua *MR Damper* 4 pada Tingkat 1 dan 3





Gambar 4.34 Variasi 33, Kedua *MR Damper* 4 pada Tingkat 2 dan 3



Gambar 4.35 Bagan Alir Proses Analisis

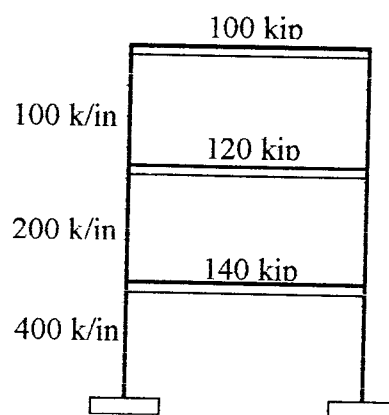
BAB V

HITUNGAN DAN HASIL

Bab ini meliputi perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan hasil dari penelitian, yang kemudian akan dibahas dalam pembahasan, sebagaimana yang diuraikan berikut ini.

5.1 Model Struktur

Dari penelitian ini, analisis yang akan dilakukan menggunakan sebuah model bangunan 3 lantai, diambil dari buku *Element of Structural Dynamic* (Berg, 1998) dengan memvariasikan nilai kapasitas dan perletakan *Magnetorheological Damper* seperti yang terlihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2. Hasil dari perhitungan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Adapun berat dan kekakuan gedung seperti Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Model Bangunan Geser 3 Lantai

Pembebanan struktur dalam bentuk massa (m) dihitung dari berat struktur (w) dibagi dengan percepatan gravitasi ($g = 980/2,54 = 385,8268 \text{ in/det}^2$), dalam bentuk matematik $m = w/g$ (satuan m dalam kip dt²/in). Berat lantai satu sebesar $w = 140$ kip, sehingga nilai massa pada lantai satu adalah $m_1 = 140/385,8268 = 0,3629$ kip dt²/in. Dengan cara yang sama, maka massa lantai dua $m_2 = 120/385,8268 = 0,3110$ kip dt²/in dan massa lantai tiga $m_3 = 100/385,8268 = 0,2592$ kip dt²/in.

5.2 Hitungan dan Hasil

5.2.1 Hitungan untuk Variasi 0 (tanpa redaman tambahan)

Dalam perhitungan berikut ini, dilakukan perhitungan tanpa redaman tambahan, Hasil perhitungan dari matrik massa dan kekakuan berdasarkan pada persamaan (3.7a) dan (3.7b) adalah,

$$[M] = \begin{bmatrix} 0,3629 & 0 & 0 \\ 0 & 0,3110 & 0 \\ 0 & 0 & 0,2592 \end{bmatrix} \text{ Kip dt}^2/\text{in} \quad (5.1a)$$

$$[K] = \begin{bmatrix} 600 & -200 & 0 \\ -200 & 300 & -100 \\ 0 & -100 & 100 \end{bmatrix} \text{ Kip/in} \quad (5.1b)$$

Dimana unit massa $m = 0,2592$ kip det²/in dan unit kekakuan struktur $k = 100$ kip/in, sehingga matrik massa dan kekakuan menjadi,

$$[M] = \begin{bmatrix} 1,4m & 0 & 0 \\ 0 & 1,2m & 0 \\ 0 & 0 & m \end{bmatrix} \quad (5.2a)$$

$$[K] = \begin{bmatrix} 6k & -2k & 0 \\ -2k & 3k & -k \\ 0 & -k & k \end{bmatrix} \quad (5.2b)$$

Dengan memperhatikan persamaan (5.2), maka persamaan *eigenproblem* yang dapat disusun adalah sebagai berikut,

$$\begin{bmatrix} 6k - 1,4\omega^2 m & -2k & 0 \\ -2k & 3k - 1,2\omega^2 m & -k \\ 0 & -k & k - \omega^2 m \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (5.3a)$$

Apabila diambil suatu notasi bahwa,

$$\lambda = \frac{\omega^2}{k/m} \quad (5.3b)$$

maka persamaan (5.3a) akan menjadi,

$$\begin{bmatrix} 6 - 1,4\lambda & -2 & 0 \\ -2 & 3 - 1,2\lambda & -1 \\ 0 & -1 & 1 - \lambda \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (5.3c)$$

Apabila persamaan (5.3c) disederhanakan, maka akan diperoleh,

$$\begin{aligned} (6 - 1,4\lambda)\phi_1 - 2\phi_2 &= 0 \\ -2\phi_1 + (3 - 1,2\lambda)\phi_2 - \phi_3 &= 0 \\ -\phi_2 + (1 - \lambda)\phi_3 &= 0 \end{aligned} \quad (5.4)$$

Sebagaimana diketahui secara umum bahwa nilai-nilai penyelesaian persamaan simultan homogen tidak akan memberikan suatu nilai yang pasti/tetap, tetapi nilai-nilai tersebut hanya akan sebanding antara yang satu dengan yang lain.

Dengan memperhatikan sifat tersebut, maka umumnya diambil nilai $\phi_1 = 1$.

Substitusi nilai $\phi_1 = 1$, ke dalam baris pertama persamaan (5.4), maka akan diperoleh,

$$\phi_2 = (3 - 0,7 \lambda) \quad (5.5)$$

Selanjutnya substitusi persamaan (5.5) dan nilai $\phi_1 = 1$, ke dalam baris kedua pada persamaan (5.4), maka akan diperoleh,

$$\phi_3 = 0,84 \lambda^2 - 5,7 \lambda + 7 \quad (5.6)$$

Selanjutnya substitusi persamaan (5.5) dan (5.6), ke dalam baris ketiga pada persamaan (5.4), maka akan diperoleh,

$$\lambda^3 - 7,7867\lambda^2 + 14,2857\lambda - 4,7619 = 0 \quad (5.7)$$

Dengan *trial and error* didapat λ dan sebagai berikut.

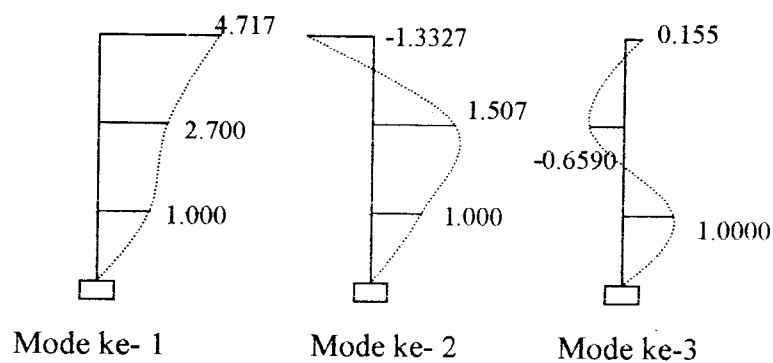
$$\lambda_1 = 0,4274 \text{ maka } \omega_1 = \sqrt{(0,4274 \cdot 100/0,2592)} = 12,8419 \text{ rad/dt} \quad (5.7a)$$

$$\lambda_2 = 2,1315 \text{ maka } \omega_2 = \sqrt{(2,1315 \cdot 100/0,2592)} = 28,6763 \text{ rad/dt} \quad (5.7b)$$

$$\lambda_3 = 5,2269 \text{ maka } \omega_3 = \sqrt{(5,2269 \cdot 100/0,2592)} = 44,9059 \text{ rad/dt} \quad (5.7c)$$

Sehingga didapat nilai *mode shape* dalam bentuk matrik sebagai berikut,

$$[\Phi] = \begin{bmatrix} 1,0000 & 1,0000 & 1,0000 \\ 2,7008 & 1,5079 & -0,6590 \\ 4,7171 & -1,3327 & 0,1559 \end{bmatrix} \quad (5.8)$$



Gambar 5.2a Normal Modes Struktur Tiga Tingkat

Dari persamaan 5.3b didapat frekuensi sudut,

$$\{\omega\} = \begin{Bmatrix} 12,8419 \\ 28,6763 \\ 44,9059 \end{Bmatrix} \text{ rad/dt} \quad (5.9)$$

Partisipasi setiap *mode* dihitung dengan menggunakan persamaan,

$$\Gamma_j = \frac{P_j^*}{M_j^*} = \frac{\{\phi\}_j^T [M]}{\{\phi\}_j^T [M] \{\phi\}_j} = \frac{\sum_{i=1}^m \phi_j m_i}{\sum_{i=1}^m \phi_j^2 m_i} \quad (5.10)$$

mode ke-1,

$$P_1^* = [1,0000 \quad 2,7008 \quad 4,7171] \begin{bmatrix} 0,3629 & 0 & 0 \\ 0 & 0,3110 & 0 \\ 0 & 0 & 0,2592 \end{bmatrix} = 2,4255 \text{ Kips dt} \quad (5.11a)$$

$$M_1^* = [1,0000 \quad 2,7008 \quad 4,7171] \begin{bmatrix} 0,3629 & 0 & 0 \\ 0 & 0,3110 & 0 \\ 0 & 0 & 0,2592 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1,0000 \\ 2,7008 \\ 4,7171 \end{Bmatrix} = 8,3989 \text{ Kdt}^2/\text{in} \quad \dots\dots\dots(5.11b)$$

maka, partisipasi *mode* ke-1 adalah,

$$\Gamma_1 = P_1^* / M_1^* = 0,2888 \quad (5.11c)$$

mode ke-2,

$$P_2^* = [1,0000 \quad 1,5079 \quad -1,3327] \begin{bmatrix} 0,3629 & 0 & 0 \\ 0 & 0,3110 & 0 \\ 0 & 0 & 0,2592 \end{bmatrix} = 0,4864 \text{ Kipsdt} \quad (5.12a)$$

$$M_2^* = [1,0000 \quad 1,5079 \quad -1,3327] \begin{bmatrix} 0,3629 & 0 & 0 \\ 0 & 0,3110 & 0 \\ 0 & 0 & 0,2592 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1,0000 \\ 1,5079 \\ -1,3327 \end{Bmatrix} = 1,5304 \text{ Kdt}^2/\text{in} \quad \dots\dots\dots(5.12b)$$

maka partisipasi *mode* ke-2 adalah,

$$\Gamma_2 = P_2^* / M_2^* = 0,3178 \quad (5.12c)$$

mode ke-3,

$$P_3^* = \begin{bmatrix} 1,000 & -0,659 & 0,1559 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,3629 & 0 & 0 \\ 0 & 0,3110 & 0 \\ 0 & 0 & 0,2592 \end{bmatrix} = 0,1984 \text{ Kips dt} \quad (5.13a)$$

$$M_3^* = \begin{bmatrix} 1,000 & -0,659 & 0,1559 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,3629 & 0 & 0 \\ 0 & 0,3110 & 0 \\ 0 & 0 & 0,2592 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1,0000 \\ -0,6590 \\ 0,1559 \end{Bmatrix} = 0,5043 \text{ Kdt}^2/\text{in} \quad (5.13b)$$

maka partisipasi *mode* ke-3 adalah,

$$\Gamma_3 = P_3^* / M_3^* = 0,3934 \quad (5.13c)$$

Sebagai kontrol, partisipasi *mode* harus sama dengan 1, maka,

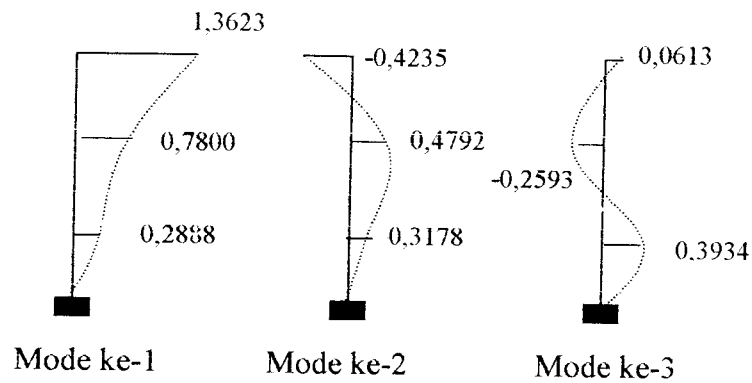
$$\Gamma_1 + \Gamma_2 + \Gamma_3 = 0,2888 + 0,3178 + 0,3934 = 1,0000 \quad (5.14a)$$

Partisipasi *mode* setiap pola goyangan seperti pada persamaan (5.11c), (5.12c), dan (5.13c) dapat ditulis dalam persamaan matrik yang merupakan matrik baris, menjadi,

$$[\Gamma,] = \begin{bmatrix} 0,2888 & 0,3178 & 0,3934 \end{bmatrix} \quad (5.14b)$$

Persamaan (5.8) *dimultiply* dengan persamaan (5.14b) akan menghasilkan modal partisipasi faktor efektif (β), yaitu,

$$[\beta] = \begin{bmatrix} 0,2888 & 0,3178 & 0,3934 \\ 0,7800 & 0,4792 & -0,2593 \\ 1,3623 & -0,4235 & 0,0613 \end{bmatrix} \quad (5.14c)$$



Gambar 5.2b Modal Partisipasi Faktor Efektif Struktur Tiga Tingkat

Masing-masing elemen massa efektif pada persamaan (5.11b), (5.12b), dan (5.13b) dapat ditulis dalam bentuk matrik menjadi,

$$[M^*] = \begin{bmatrix} 8.3989 & 0 & 0 \\ 0 & 1.5304 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5043 \end{bmatrix} \text{ Kip dt}^2/\text{in} \quad (5.15)$$

Koefisien redaman dalam struktur diperoleh dengan *trial and error*, yaitu menggunakan persamaan *eigenproblem* (3.18) sehingga didapat nilai *mode shape*, kemudian dengan menggunakan persamaan (3.36a) dan (3.36c) didapat frekuensi sudut (ω). Kemudian dengan menggunakan persamaan (3.39a) dicari nilai rasio redaman sampai didapat nilai rasio redaman 5%. Jika ternyata hasil yang didapat belum mendekati 5%, harus diulang lagi dengan menggunakan persamaan (3.36b) sampai didapat matrik redaman struktur yang sesuai. Pada hitungan kami didapat koefisien redaman struktur (c) sebesar 1,36 kip/(in/sec), sehingga matrik redaman struktur menjadi,

$$[C_1] = \begin{bmatrix} 2.72 & -1.36 & 0 \\ -1.36 & 2.72 & -1.36 \\ 0 & -1.36 & 1.36 \end{bmatrix} \text{ Kip/(in/dt)} \quad (5.16)$$

Dengan menggunakan persamaan (3.36b), maka matrik redaman struktur efektif diperoleh, yaitu,

$$[C_1'] = \begin{bmatrix} 10.8233 & 0 & 0 \\ 0 & 12.6843 & 0 \\ 0 & 0 & 6.0063 \end{bmatrix} \text{ Kip/(in/dt)} \quad (5.17)$$

Kemudian dengan menggunakan persamaan (3.39a) dan dengan memasukkan masing-masing elemen setiap *mode* pada persamaan (5.9), (5.15), dan (5.17), maka rasio redaman struktur untuk setiap *mode* diperoleh,

mode ke-1,

$$\xi_1 = \frac{10,8233}{2.8,3989 \cdot 12,8419} = 0,0502 \quad (5.18a)$$

mode ke-2,

$$\xi_2 = \frac{12,6843}{2.1,5304 \cdot 28,6763} = 0,1445 \quad (5.18b)$$

mode ke-3,

$$\xi_3 = \frac{6,0063}{2.0,5043 \cdot 44,9059} = 0,1326 \quad (5.18c)$$

Setelah nilai rasio redaman diketahui untuk setiap posisi redaman pada tiap-tiap ragam goyangan, selanjutnya nilai g_j dicari dengan menggunakan metode *central difference*. Nilai a , b , dan k untuk setiap *mode* dapat dicari dengan menggunakan persamaan (3.49), (3.50), dan (3.51) sebagai berikut.

mode ke-1,

$$a_1 = \left[\omega_1^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right] = \left[12,8419^2 - \frac{2}{0,01^2} \right] = -19835,0856 \quad (5.19a)$$

$$b_1 = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi_1\omega_1}{2\Delta t} \right] = \left[\frac{1}{0,01^2} - \frac{2,0,0502 \cdot 12,8419}{2,0,01} \right] = 9935,5672 \quad (5.19b)$$

$$\hat{k}_1 = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi_1\omega_1}{2\Delta t} \right] = \left[\frac{1}{0,01^2} + \frac{2,0,0502 \cdot 12,8419}{2,0,01} \right] = 10064,4328 \quad (5.19c)$$

mode ke-2,

$$a_2 = \left[\omega_2^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right] = \left[28,6763^2 - \frac{2}{0,01^2} \right] = -19177,6698 \quad (5.20a)$$

$$b_2 = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi_2\omega_2}{2\Delta t} \right] = \left[\frac{1}{0,01^2} - \frac{2,0,1445 \cdot 28,6763}{2,0,01} \right] = 9585,5887 \quad (5.20b)$$

$$\hat{k}_2 = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi_2\omega_2}{2\Delta t} \right] = \left[\frac{1}{0,01^2} + \frac{2,0,1445 \cdot 28,6763}{2,0,01} \right] = 10414,4113 \quad (5.20c)$$

mode ke-3,

$$a_3 = \left[\omega_3^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right] = \left[44,9059^2 - \frac{2}{0,01^2} \right] = -17983,4602 \quad (5.21a)$$

$$b_3 = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi_3\omega_3}{2\Delta t} \right] = \left[\frac{1}{0,01^2} - \frac{2,0,1326 \cdot 44,9059}{2,0,01} \right] = 9404,4914 \quad (5.21b)$$

$$\hat{k}_3 = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi_3\omega_3}{2\Delta t} \right] = \left[\frac{1}{0,01^2} + \frac{2,0,1326 \cdot 44,9059}{2,0,01} \right] = 10595,5086 \quad (5.21c)$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.1. Nilai g_j dapat dicari dengan menggunakan persamaan (3.48) dimana hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.2. Respon struktur MDOF akibat beban gempa Koyna tahun 1967, untuk variasi 0 dapat dilihat pula pada Tabel 5.2, dimana $t_i = 0,01 - 0,10$ detik saja. Adapun respon struktur selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

Dalam menyusun persamaan matrik redaman terdapat dua cara, yaitu :

- a. dengan menjumlahkan persamaan matrik redaman struktur, yaitu persamaan (5.16), dengan persamaan matrik redaman tambahan tiap-tiap variasi perletakan MRD, seperti yang tertera pada persamaan (4.1) sampai persamaan (4.34), sehingga nilai rasio redaman yang dicari, langsung didapat,
- b. persamaan matrik redaman masing-masing variasi perletakan disubstitusikan ke persamaan (3.36b), dan (3.39a) sehingga matrik redaman efektif dan rasio redaman masing-masing diperoleh, kemudian masing-masing rasio redaman yang didapat tersebut dijumlahkan dengan rasio redaman struktur, yaitu rasio redaman tanpa MRD.

Penelitian ini menggunakan cara pertama untuk menyusun persamaan matrik redaman yang dicari. Hasil perhitungan persamaan matrik redaman tiap-tiap variasi perletakan MRD dapat dilihat pada persamaan (4.1) sampai persamaan (4.34), sehingga untuk variasi 3, yaitu struktur 3-DOF dengan dua *Magnetorheological Damper* 1 yang diletakkan pada lantai ketiga, maka persamaan matrik redaman yang dicari adalah seperti yang tertulis pada persamaan (4.4).

5.2.2 Hitungan untuk Variasi 3 (kedua MRD pada lantai 3)

Bentuk matrik massa $[M]$, matrik kekakuan $[K]$, modal matrik $[\Phi]$, vektor frekuensi sudut $\{\omega\}$, dan partisipasi setiap *mode* (Γ) sama dengan hitungan pada variasi 0, seperti yang ditunjukkan pada persamaan (5.1a), (5.1b), (5.8), (5.9), (5.11c), (5.12c), dan (5.13c). Selanjutnya koefisien matrik redaman untuk variasi 3, berubah setelah dijumlahkan dengan koefisien redaman tambahan menjadi,

$$[C_1] = \begin{bmatrix} 2.72 & -1.36 & 0 \\ -1.36 & 32.72 & -31.36 \\ 0 & -31.36 & 31.36 \end{bmatrix} \quad \text{Kip/(in/dt)} \quad (5.22)$$

Dengan menggunakan persamaan (3.36b), maka matrik redaman struktur efektif diperoleh, yaitu,

$$[C_1^*] = \begin{bmatrix} 132.7946 & 0 & 0 \\ 0 & 254.7473 & 0 \\ 0 & 0 & 25.9291 \end{bmatrix} \quad \text{Kip/(in/dt)} \quad (5.23)$$

Kemudian dengan menggunakan persamaan (3.39a) dan dengan memasukkan masing-masing elemen setiap *mode* pada persamaan (5.9), (5.15), dan (5.17), maka rasio redaman struktur untuk setiap *mode* diperoleh,

mode ke-1,

$$\xi_1 = \frac{132,7946}{2.8,3989 \cdot 12,8419} = 0,6156 \quad (5.24a)$$

mode ke-2,

$$\xi_2 = \frac{254,7473}{2.1,5304 \cdot 28,6763} = 2,9024 \quad (5.24b)$$

mode ke-3,

$$\xi_3 = \frac{25,9291}{2.0,5043 \cdot 44,9059} = 0,5725 \quad (5.24c)$$

Setelah nilai rasio redaman diketahui untuk setiap posisi redaman pada tiap-tiap ragam goyangan, selanjutnya nilai g_i dicari dengan menggunakan metode *central difference*. Nilai a , b , dan k untuk setiap *mode* dapat dicari dengan menggunakan persamaan (3.49), (3.50), dan (3.51) sebagai berikut.

mode ke-1,

$$a_1 = \left[\omega_1^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right] = \left[12,8419^2 - \frac{2}{0,01^2} \right] = -19835,0856 \quad (5.25a)$$

$$b_1 = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi_1\omega_1}{2\Delta t} \right] = \left[\frac{1}{0,01^2} - \frac{2 \cdot 0,6156 \cdot 12,8419}{2 \cdot 0,01} \right] = 9209,4524 \quad (5.25b)$$

$$\hat{k}_1 = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi_1\omega_1}{2\Delta t} \right] = \left[\frac{1}{0,01^2} + \frac{2 \cdot 0,6156 \cdot 12,8419}{2 \cdot 0,01} \right] = 10790,5476 \quad (5.25c)$$

mode ke-2,

$$a_2 = \left[\omega_2^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right] = \left[28,6763^2 - \frac{2}{0,01^2} \right] = -19177,6698 \quad (5.20a)$$

$$b_2 = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi_2\omega_2}{2\Delta t} \right] = \left[\frac{1}{0,01^2} - \frac{2 \cdot 2,2,9024 \cdot 28,6763}{2 \cdot 0,01} \right] = 9585,5887 \quad (5.20b)$$

$$\hat{k}_2 = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi_2\omega_2}{2\Delta t} \right] = \left[\frac{1}{0,01^2} + \frac{2 \cdot 2,2,9024 \cdot 28,6763}{2 \cdot 0,01} \right] = 10414,4113 \quad (5.20c)$$

mode ke-3,

$$a_3 = \left[\omega_3^2 - \frac{2}{(\Delta t)^2} \right] = \left[44,9059^2 - \frac{2}{0,01^2} \right] = -17983,4602 \quad (5.21a)$$

$$b_3 = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} - \frac{2\xi_3 \omega_3}{2\Delta t} \right] = \left[\frac{1}{0,01^2} - \frac{2,0,572544,9059}{2,0,01} \right] = 9404,4914 \quad (5.21b)$$

$$\hat{k}_3 = \left[\frac{1}{(\Delta t)^2} + \frac{2\xi_3 \omega_3}{2\Delta t} \right] = \left[\frac{1}{0,01^2} + \frac{2,0,572544,9059}{2,0,01} \right] = 10595,086 \quad (5.21c)$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.1. Nilai g_i dapat dicari dengan menggunakan persamaan (3.48) dimana hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 5.2. Respon struktur MDOF akibat beban gempa Koyna (1967), untuk variasi 3 dapat dilihat pula pada Tabel 5.3, dimana $t_i = 0,01-0,10$ detik saja.

Hasil dari perhitungan simpangan tiap-tiap lantai disajikan dalam grafik yang dapat dilihat pada Lampiran 10a – 10 f untuk variasi 0 dan Lampiran 11a – 11f untuk variasi 3.

Untuk perhitungan kecepatan antar tingkat maksimum digunakan persamaan (3.45), kemudian disortir untuk mencari nilai maksimum kecepatan antar tingkatnya. Kemudian dengan menggunakan persamaan (3.21) dicari F_D (gaya redam) viskos ganda.

Tabel 5.1 Mencari nilai a, b, k¹.

Variasi	C ^{*1}	C ^{*2}	C ^{*3}	ξ ¹	ξ ²	ξ ³	a ¹	a ²	a ³	b ¹	b ²	b ³	k ¹	k ²	k ³
Variasi 0	10.8233	12.6843	6.0063	0.0502	0.1445	0.1326	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9935.56716	9585.58873	9404.4914	10064.43284	10414.4113	10595.5086
Variasi 1	40.8233	42.6843	36.0063	0.1892	0.4863	0.7950	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9756.9723	8605.4528	6430.0714	10243.0277	11394.5472	13569.9286
Variasi 2	97.6013	20.4228	88.5758	0.4525	0.2327	1.9557	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9418.9638	9332.7627	1217.9457	10581.0362	10667.2373	18782.0543
Variasi 3	132.7946	254.7473	25.9291	0.6156	2.9024	0.5725	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9209.4524	1677.1008	7429.1989	10730.5476	18322.8992	12570.8011
Variasi 4	89.0846	23.762	80.6903	0.4130	0.2707	1.7816	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9469.6651	9223.6670	1999.7720	10530.3349	10776.3330	18000.2280
Variasi 5	118.9989	222.9379	27.4407	0.5516	2.5400	0.6059	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9291.5804	2716.3519	7279.3278	10708.4196	17283.6481	12720.6722
Variasi 6	127.5156	219.5986	35.3261	0.5911	2.5019	0.7800	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9240.8792	2825.4509	6497.5114	10759.1208	17174.5491	13502.4886
Variasi 7	49.34	39.3451	43.8917	0.2287	0.4483	0.9691	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9706.2711	8714.5485	5648.2550	10293.7289	11285.4515	14351.7450
Variasi 8	54.619	74.4938	34.4947	0.2532	0.8487	0.7616	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9674.8443	7566.1984	6579.9425	10325.1557	12433.8016	13420.0575
Variasi 9	102.8803	55.5714	79.1118	0.4769	0.6331	1.7467	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9387.5371	8184.4158	2156.2760	10612.4629	11815.5842	17843.7240
Variasi 10	40.8233	42.6843	36.0063	0.1892	0.4863	0.7950	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9756.9723	8605.4528	6430.0714	10243.0277	11394.5472	13569.9286
Variasi 11	97.6013	20.4228	88.5758	0.4525	0.2327	1.9557	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9418.9638	9332.7627	1217.9457	10581.0362	10667.2373	18782.0543
Variasi 12	132.7946	254.7473	25.9291	0.6156	2.9024	0.5725	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9209.4524	1677.1008	7429.1989	10730.5476	18322.8992	12570.8011
Variasi 13	80.5679	27.1012	72.8049	0.3735	0.3088	1.6075	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9520.3664	9114.5714	2781.5883	10479.6336	10885.4286	17218.4117
Variasi 14	105.2032	191.1284	28.9523	0.4877	2.1775	0.6392	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9373.7085	3755.6084	7129.4567	10626.2915	16244.3936	12870.5433
Variasi 15	122.2366	184.4499	44.7231	0.5667	2.1015	0.9874	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9272.3059	3973.8010	5565.8239	10727.6941	16026.1990	14434.1761
Variasi 16	57.8508	36.0819	51.6727	0.2682	0.4111	1.1409	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9655.6049	8821.1611	4876.7696	10344.3951	11178.8389	15123.2104
Variasi 17	68.4147	106.3032	32.9832	0.3172	1.2111	0.7282	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9592.7163	6526.9472	6729.8037	10407.2837	13473.0528	13270.1963
Variasi 18	108.1593	90.72001	69.7818	0.5014	1.0338	1.5407	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9356.1103	7036.0687	3081.3206	10643.8897	12963.9313	16918.6794
Variasi 19	40.8233	42.6843	36.0063	0.1892	0.4863	0.7950	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9756.9723	8605.4528	6430.0714	10243.0277	11394.5472	13569.9286
Variasi 20	97.6013	20.4228	88.5758	0.4525	0.2327	1.9557	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9418.9638	9332.7627	1217.9457	10581.0362	10667.2373	18782.0543
Variasi 21	132.7946	254.7473	25.9291	0.6156	2.9024	0.5725	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9209.4524	1677.1008	7429.1989	10730.5476	18322.8992	12570.8011
Variasi 22	72.0512	30.4405	64.9195	0.3340	0.3468	1.4334	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9571.0676	9005.4724	3563.4047	10428.9324	10994.5276	16436.5953
Variasi 23	91.4075	159.319	30.4639	0.4237	1.8151	0.6726	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9455.8365	4794.8576	6979.5856	10544.1635	15205.1424	13020.4144
Variasi 24	116.9576	149.3013	54.1201	0.5422	1.7010	1.1949	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9303.7326	5122.1478	4634.1364	10696.2674	14877.8522	15365.8636
Variasi 25	66.3734	32.6666	59.6626	0.3077	0.3722	1.3173	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9604.8685	8932.7431	4084.6123	10395.1315	11067.2569	15915.3877
Variasi 26	82.2104	138.1127	31.4716	0.3811	1.5735	0.6949	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9510.5883	5487.6928	6879.6748	10489.4117	14512.3072	13120.3252
Variasi 27	113.4383	125.8688	60.3848	0.5259	1.4340	1.3332	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9324.8936	5887.7156	4013.0081	10675.3164	14112.2844	15986.9919
Variasi 28	40.8233	42.6843	36.0063	0.1892	0.4863	0.7950	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9756.9723	8605.4528	6430.0714	10243.0277	11394.5472	13569.9286
Variasi 29	97.6013	20.4228	88.5758	0.4525	0.2327	1.9557	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9418.9638	9332.7627	1217.9457	10581.0362	10667.2373	18782.0543
Variasi 30	132.7946	254.7473	25.9291	0.6156	2.9024	0.5725	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9209.4524	1677.1008	7429.1989	10730.5476	18322.8992	12570.8011
Variasi 31	69.2123	31.5535	62.291	0.3208	0.3595	1.3753	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9587.9681	8969.1094	3824.0135	10412.0319	11030.8906	16175.9885
Variasi 32	86.8089	148.7158	30.9677	0.4024	1.6943	0.6837	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9483.2127	5141.2768	6929.6351	10516.7873	14858.7232	13070.3649
Variasi 33	115.1979	137.585	57.2525	0.5340	1.5675	1.2641	-19835.0856	-19177.66982	-17983.4601	9314.2084	5504.9334	4323.5673	10695.7916	14485.0666	15676.4327

Tabel 5.2 Respon Struktur MDOF Akibat Gempa Koyna (1967), Variasi 0

I	ti(dt)	Yt(cm/dt2)	g1	g2	g3	Z1	Z2	Z3	Y1	Y2	Y3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
1	0.01	-1.9600	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.02	-3.9200	0.000195	0.000188	0.000185	0.000056	0.000060	0.000073	0.000189	1.941E-04	1.969E-04
3	0.03	-5.8800	0.000773	0.000723	0.000684	0.000223	0.000230	0.000269	0.000722	0.00072306	0.000789208
4	0.04	-7.8400	0.001916	0.001723	0.001552	0.000553	0.000547	0.000610	0.001711	0.001917745	0.001975717
5	0.05	-9.8000	0.003792	0.003260	0.002766	0.001095	0.001036	0.001088	0.003219	0.003802335	0.003954488
6	0.06	-11.7600	0.006555	0.005358	0.004243	0.001893	0.001703	0.001669	0.005265	0.00658032	0.006920739
7	0.07	-13.7200	0.010344	0.007995	0.005856	0.002987	0.002541	0.002304	0.007832	0.010381338	0.011064291
8	0.08	-15.6800	0.015278	0.011109	0.007468	0.004412	0.003530	0.002938	0.010881	0.015304053	0.016566219
9	0.09	-17.6400	0.021457	0.014603	0.008958	0.006197	0.004641	0.003524	0.014361	0.021411636	0.023594707
10	0.10	-19.6000	0.028957	0.018360	0.010240	0.008363	0.005835	0.004028	0.018226	0.028729997	0.032300214

Tabel 5.3 Respon Struktur MDOF Akibat Gempa Koyna (1967), Variasi 3

I	ti(dt)	Yt(cm/dt2)	g1	g2	g3	Z1	Z2	Z3	Y1	Y2	Y3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	0.0000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
1	0.01	-1.9600	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.02	-3.9200	0.000182	0.000107	0.000156	0.000052	0.000034	0.000061	1.478E-04	1.5252E-04	2.11706E-04
3	0.03	-5.8800	0.000697	0.000326	0.000535	0.000201	0.000104	0.000210	5.153E-04	5.6129E-04	8.44531E-04
4	0.04	-7.8400	0.001671	0.000652	0.001141	0.000483	0.000207	0.000449	1.139E-03	1.3205E-03	2.07071E-03
5	0.05	-9.8000	0.003204	0.001081	0.001940	0.000925	0.000343	0.000763	2.032E-03	2.5141E-03	4.02598E-03
6	0.06	-11.7600	0.005371	0.001606	0.002880	0.001551	0.000510	0.001133	3.195E-03	4.2125E-03	6.81344E-03
7	0.07	-13.7200	0.008229	0.002224	0.003909	0.002376	0.000707	0.001538	4.621E-03	6.4705E-03	1.05075E-02
8	0.08	-15.6800	0.011813	0.002930	0.004982	0.003412	0.000931	0.001960	6.303E-03	9.3264E-03	1.51576E-02
9	0.09	-17.6400	0.016145	0.003718	0.006064	0.004663	0.001182	0.002386	8.230E-03	1.2803E-02	2.07911E-02
10	0.10	-19.6000	0.021230	0.004587	0.007134	0.006131	0.001458	0.002807	1.040E-02	1.6908E-02	2.7416E-02

BAB VI

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dari perhitungan dan hasil yang dilakukan pada BAB V diperoleh simpangan relatif dan simpangan antar tingkat. Hasil yang diperoleh tersebut berupa simpangan yang jumlahnya sangat banyak sesuai dengan lamanya gempa Koyna, India pada tahun 1967, dengan interval waktu 0,01 detik.

6.1 Analisis

Analisis dilakukan dengan mengambil nilai maksimum dari hasil perhitungan tersebut pada setiap variasi, baik simpangan relatif maupun simpangan antar tingkat. Selanjutnya dari nilai maksimum tersebut dihitung persentase perubahan dari tiap-tiap variasi.

6.1.1 Simpangan Relatif Lantai Satu

Pada struktur 3-DOF ini diperoleh simpangan relatif maksimum seperti terlihat pada Tabel 6.1 atau Gambar 6.1 dan Gambar 6.3. Dari hasil tersebut terlihat bahwa *Magnetorheological Damper (MR Damper)* dapat mengurangi simpangan, dengan perbandingan simpangan maksimum terhadap struktur tanpa *MR Damper* berkisar antara 34% - 62%.

Pengurangan simpangan relatif terbesar terjadi pada variasi 3, 12, 21, dan 30 (kedua *MR Damper* terletak pada tingkat 3) dengan perbandingan sebesar

34,9879%. Pengurangan simpangan relatif terkecil terjadi pada variasi 1, 10, 19, dan 28 (kedua *MR Damper* pada tingkat 1) sebesar 61,8941%.

Pada penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat yang berbeda, terlihat bahwa alat peredam tambahan tersebut dapat mengurangi simpangan, dengan perbandingan simpangan maksimum terhadap struktur tanpa *MR Damper* berkisar antara 36% - 59% pada variasi kapasitas *MR Damper* 4,5 dan 25,5 Kip/(in/sec), 37% - 55% pada variasi kapasitas *MR Damper* 9 dan 21 Kip/(in/sec), 39% - 52% pada variasi kapasitas *MR Damper* 13,5 dan 16,5 Kip/(in/sec), dan 40% - 51% pada variasi kapasitas *MR Damper* kembar atau 15 dan 15 Kip/(in/sec)

Reduksi simpangan relatif terbesar terjadi pada penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat 2 dan 3, yaitu variasi 6 sebesar 36,4157%, variasi 9 sebesar 43,9922%, variasi 15 sebesar 37,9602%, variasi 18 sebesar 42,7003%, variasi 24 sebesar 39,6212%, variasi 27 sebesar 40,8159%, dan variasi 33 sebesar 40,2137%. Reduksi simpangan relatif terkecil terjadi pada penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat 1 dan 2, yaitu variasi 4, 7, 13, 16, 22, 25, dan 31, masing-masing mencapai 44,4585%, 58,3779%, 46,4789%, 54,9393%, 49,6066%, 51,7241%, dan 50,6654%.

6.1.2 Simpangan Relatif Lantai Dua

Pada struktur 3-DOF ini diperoleh simpangan relatif maksimum seperti terlihat pada Tabel 6.1 atau Gambar 6.1 dan Gambar 6.3. Dari hasil tersebut terlihat bahwa *MR Damper* dapat mengurangi simpangan, dengan perbandingan

simpangan maksimum terhadap struktur tanpa *MR Damper* berkisar antara 29% - 57%.

Pengurangan simpangan relatif terbesar terjadi pada variasi 3, 12, 21, dan 30 (kedua *MR Damper* terletak pada tingkat 3) dengan perbandingan sebesar 29,4023%. Pengurangan simpangan relatif terkecil terjadi pada variasi 1, 10, 19, dan 28 (kedua *MR Damper* pada tingkat 1) sebesar 56,0669%.

Pada penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat yang berbeda, terlihat bahwa alat peredam tambahan tersebut dapat mengurangi simpangan, dengan perbandingan simpangan maksimum terhadap struktur tanpa *MR Damper* berkisar antara 30% - 53% pada variasi kapasitas *MR Damper* 4,5 dan 25,5 Kip/(in/sec), 31% - 49% pada variasi kapasitas *MR Damper* 9 dan 21 Kip/(in/sec), 32% - 46% pada variasi kapasitas *MR Damper* 13,5 dan 16,5 Kip/(in/sec), dan 33% - 45% pada variasi kapasitas *MR Damper* kembar atau 15 dan 15 Kip/(in/sec).

Pengurangan simpangan relatif terbesar terjadi penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat 2 dan 3, yaitu variasi 6 sebesar 30,41%, variasi 9 sebesar 36,1914%, variasi 15 sebesar 31,5243%, variasi 18 sebesar 35,1149%, variasi 24 sebesar 32,7727%, variasi 27 sebesar 33,6876%, dan variasi 33 sebesar 33,2233%. Pengurangan simpangan relatif terkecil terjadi pada penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat 1 dan 2, yaitu variasi 4, 7, 13, 16, 22, 25, dan 31 masing-masing sebesar 37,1612%, 52,2218%, 40,0089%, 48,4626%, 43,0183%, 45,1162%, dan 44,0570%.

6.1.3 Simpangan Relatif Lantai Tiga

Pada struktur 3-DOF ini diperoleh simpangan relatif maksimum seperti terlihat pada Tabel 6.1 atau Gambar 6.1 dan Gambar 6.3. Dari hasil tersebut terlihat bahwa *MR Damper* dapat mengurangi simpangan, dengan perbandingan simpangan maksimum terhadap struktur tanpa *MR Damper*. berkisar antara 26% - 55%

Pengurangan simpangan relatif terbesar terjadi pada variasi 3, 12, 21, dan 30 (kedua *MR Damper* terletak pada tingkat 3) dengan perbandingan sebesar 26,8748%. Pengurangan simpangan relatif terkecil terjadi pada variasi 1, 10, 19, dan 28 (kedua *MR Damper* pada tingkat 1) sebesar 54,3447%.

Pada penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat yang berbeda, terlihat bahwa alat peredam tambahan tersebut dapat mengurangi simpangan, dengan perbandingan simpangan maksimum terhadap struktur tanpa *MR Damper* berkisar antara 27% - 51% pada variasi kapasitas *MR Damper* 4,5 dan 25,5 Kip/(in/sec), 28% - 48% pada variasi kapasitas *MR Damper* 9 dan 21 Kip/(in/sec), 29% - 45% pada variasi kapasitas *MR Damper* 13,5 dan 16,5 Kip/(in/sec), dan 29% - 44% pada variasi kapasitas *MR Damper* kembar atau 15 dan 15 Kip/(in/sec).

Pengurangan simpangan relatif terbesar terjadi penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat 2 dan 3, yaitu variasi 6 sebesar 27,6638%, variasi 9 sebesar 32,2451%, variasi 15 sebesar 28,48%, variasi 18 sebesar 30,8395%, variasi 24 sebesar 29,3195%, variasi 27 sebesar 29,8914%, dan variasi 33 sebesar 29,6045%. Pengurangan simpangan relatif terkecil terjadi pada penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat 1 dan 2, yaitu variasi 4, 7, 13, 16, 22, 25, dan 31

masing-masing sebesar 37,2043%, 50,7542%, 39,4707%, 47,2896%, 42,0473%, 44,0364%, dan 43,0244%.

6.1.4 Simpangan Antar Tingkat untuk Tingkat Satu

Besarnya simpangan tingkat satu yang terjadi sama dengan simpangan relatif pada lantai satu. Hal ini dikarenakan anggapan bahwa pondasi terjepit penuh pada tanah sehingga pondasi tidak mengalami goyangan atau simpangan. Nilai simpangan antar tingkat maksimum dan persentase perbandingan pada struktur 3-DOF ini dapat dilihat pada Tabel 6.1 atau dalam bentuk grafik pada Gambar 6.2 dan Gambar 6.4.

6.1.5 Simpangan Antar Tingkat untuk Tingkat Dua

Pada struktur 3-DOF ini diperoleh simpangan antar tingkat maksimum seperti terlihat pada Tabel 6.1 atau Gambar 6.2 dan Gambar 6.4. Dari hasil tersebut terlihat bahwa *Magnetorheological Damper (MR Damper)* dapat mengurangi simpangan dengan perbandingan simpangan antar tingkat maksimum terhadap struktur tanpa *MR Damper* berkisar antara 26% - 53%.

Pengurangan simpangan antar tingkat terbesar terjadi pada variasi 3, 12, 21, dan 30 (kedua *MR Damper* terletak pada tingkat 3) dengan perbandingan sebesar 26,3405%. Pengurangan simpangan antar tingkat terkecil terjadi pada variasi 1, 10, 19, dan 28 (kedua *MR Damper* pada tingkat 1) sebesar 52,8726%.

Pada penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat yang berbeda, terlihat bahwa alat peredam tambahan tersebut dapat mengurangi simpangan, dengan perbandingan simpangan antar tingkat maksimum terhadap struktur tanpa *MR*

Damper berkisar antara 27% - 49% pada variasi kapasitas *MR Damper* 4,5 dan 25,5 Kip/(in/sec), 27% - 45% pada variasi kapasitas *MR Damper* 9 dan 21 Kip/(in/sec), 29% - 42% pada variasi kapasitas *MR Damper* 13,5 dan 16,5 Kip/(in/sec), dan 29% - 41% pada variasi kapasitas *MR Damper* kembar atau 15 dan 15 Kip/(in/sec).

Pengurangan simpangan antar tingkat terbesar terjadi penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat 2 dan 3, yaitu variasi 6 sebesar 27,1178%, variasi 9 sebesar 31,9152%, variasi 15 sebesar 27,9964%, variasi 18 sebesar 30,9568%, variasi 24 sebesar 29,0187%, variasi 27 sebesar 29,7801%, dan variasi 33 sebesar 29,3914%. Pengurangan simpangan antar tingkat terkecil terjadi pada penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat 1 dan 2, yaitu variasi 4, 7, 13, 16, 22, 25, dan 31 masing-masing sebesar 32,0270%, 48,8472%, 36,4624%, 44,8751%, 38,9330%, 41,4941%, dan 40,4345%.

6.1.6 Simpangan Antar Tingkat untuk Tingkat Tiga

Pada struktur 3-DOF ini diperoleh simpangan antar tingkat maksimum seperti terlihat pada Tabel 6.1 atau Gambar 6.2 dan Gambar 6.4. Dari hasil tersebut terlihat bahwa *Magnetorheological Damper (MR Damper)* dapat mengurangi simpangan, dengan perbandingan simpangan antar tingkat maksimum terhadap struktur tanpa *MR Damper* berkisar antara 23% - 53%.

Pengurangan simpangan antar tingkat terbesar terjadi pada variasi 3, 12, 21, dan 30 (kedua *MR Damper* terletak pada tingkat 3) dengan perbandingan

sebesar 23,6091%. Pengurangan simpangan antar tingkat terkecil terjadi pada variasi 2, 11, 20, dan 29 (kedua *MR Damper* pada tingkat 1) sebesar 52,1196%.

Pada penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat yang berbeda, terlihat bahwa alat peredam tambahan tersebut dapat mengurangi simpangan, dengan perbandingan simpangan antar tingkat maksimum terhadap struktur tanpa *MR Damper* berkisar antara 24% - 49% pada variasi kapasitas *MR Damper* 4,5 dan 25,5 Kip/(in/sec), 24% - 46% pada variasi kapasitas *MR Damper* 9 dan 21 Kip/(in/sec), 24% - 43% pada variasi kapasitas *MR Damper* 13,5 dan 16,5 Kip/(in/sec), dan 24% - 42% pada variasi kapasitas *MR Damper* kembar atau 15 dan 15 Kip/(in/sec)

Pengurangan simpangan antar tingkat terbesar terjadi penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat 2 dan 3, yaitu variasi 6 sebesar 24,1157%, variasi 9 sebesar 27,1463%, variasi 15 sebesar 24,5467%, variasi 18 sebesar 25,3155%, variasi 24 sebesar 24,8578%, variasi 27 sebesar 24,9867%, dan variasi 33 sebesar 24,9289%. Pengurangan simpangan antar tingkat terkecil terjadi pada penempatan kedua *MR Damper* pada tingkat 1 dan 2, yaitu variasi 4, 7, 13, 16, 24, 25, dan 31 masing-masing sebesar 36,9845%, 48,858%, 38,7753%, 45,7696%, 40,7927%, 42,6413%, dan 41,6904%.

6.2 Pembahasan

Beban gempa yang terjadi pada suatu struktur akan menyebabkan struktur bergoyang dengan berbagai pola goyangan sesuai dengan jumlah tingkat struktur tersebut. Dalam struktur itu sendiri sebenarnya memiliki redaman internal, namun

redaman internal ini tidak cukup untuk mereduksi simpangan struktur, sehingga diperlukan modifikasi pada struktur agar mendapatkan redaman yang memadai saat struktur tersebut bergoyang.

Penelitian ini mencoba memvariasikan penempatan *Magnetorheological Damper* ganda dengan variasi kapasitas pada masing-masing tingkat dari suatu model bangunan geser bertingkat tiga, sehingga diperoleh penempatan *Magnetorheological Damper* yang efektif mengurangi simpangan struktur yang dikenai eksitasi gempa berupa riwayat waktu (*time history*) dari gempa Koyna, India pada tahun 1967.

Dari analisis diketahui bahwa penggunaan *Magnetorheological Damper* pada struktur bertingkat tiga mampu mengurangi simpangan relatif menjadi hanya sebesar 26% dan simpangan antar tingkat menjadi hanya 23%. Hal ini membuktikan bahwa alat *Magnetorheological Damper* dapat meredam getaran akibat eksitasi gempa.

Dengan mempelajari Gambar 6.1 yang menunjukkan grafik simpangan relatif maksimum, terlihat bahwa ada beberapa variasi letak *MR Damper* yang mempunyai simpangan terbesar dan terkecil. Simpangan relatif terbesar terletak pada lantai 3.

6.2.1 Gaya Redam Viskos Ganda

Pada Tabel 6.3 atau Gambar 6.7, terlihat bahwa nilai total gaya redam viskos ganda untuk variasi 3 sebesar 45459,1738 kg. Namun demikian ternyata ada nilai yang lebih kecil (lihat variasi 24 dan 33). Walaupun dengan selisih yang

relatif kecil, efisiensi peredam tambahan tersebut dapat dikatakan mendekati optimum. Dengan memperhatikan hal tersebut, menunjukkan bahwa penempatan efektif *MR Damper* ganda pada lantai teratas tidak dapat dijadikan kesimpulan secara umum, sehingga perlu dilakukan investigasi lebih lanjut.

Persamaan gerak akibat beban gempa berikut ini:

$$m\ddot{y} + c\dot{y} + ky = -m\ddot{y}_g \quad (6.1)$$

menggambarkan bahwa perubahan karakteristik dinamik suatu struktur, baik itu nilai maupun susunan massa, redaman, dan kekakuan, demikian pula perubahan eksitasi gempa akan berpengaruh terhadap besarnya respon yang terjadi pada struktur tersebut (percepatan, kecepatan, dan simpangan). Apabila variabel massa tetap dan variabel redaman kecil, maka akan didapat simpangan yang besar. Begitu juga sebaliknya apabila variabel redaman besar, maka akan didapat nilai simpangan yang kecil.

6.2.2 Rasio Redaman Total

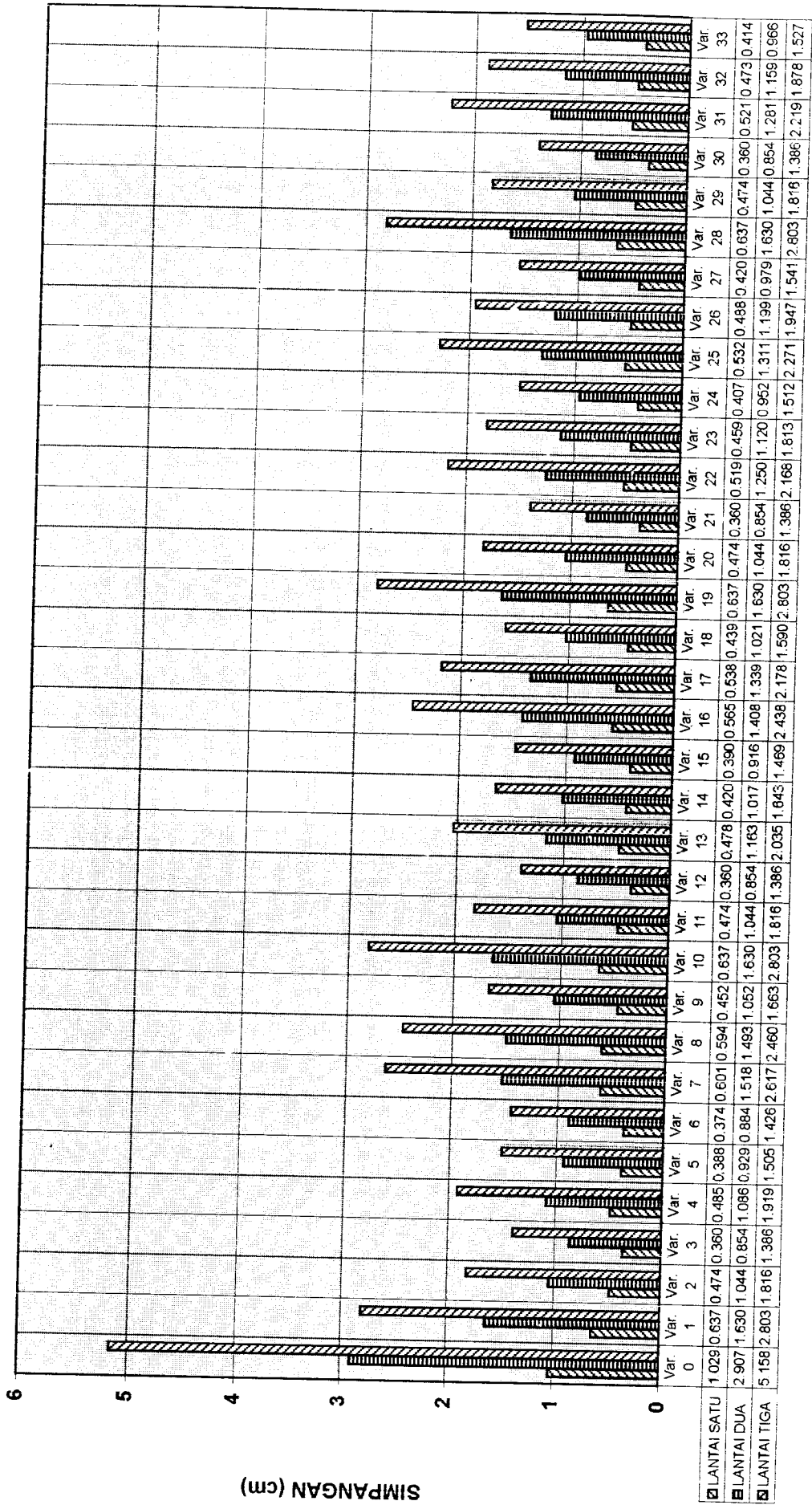
Dari persamaan berikut :

$$\ddot{g}_j + 2\xi_j\omega_j\dot{g}_j + \omega_j^2g_j = -\ddot{y}_g \quad (6.2)$$

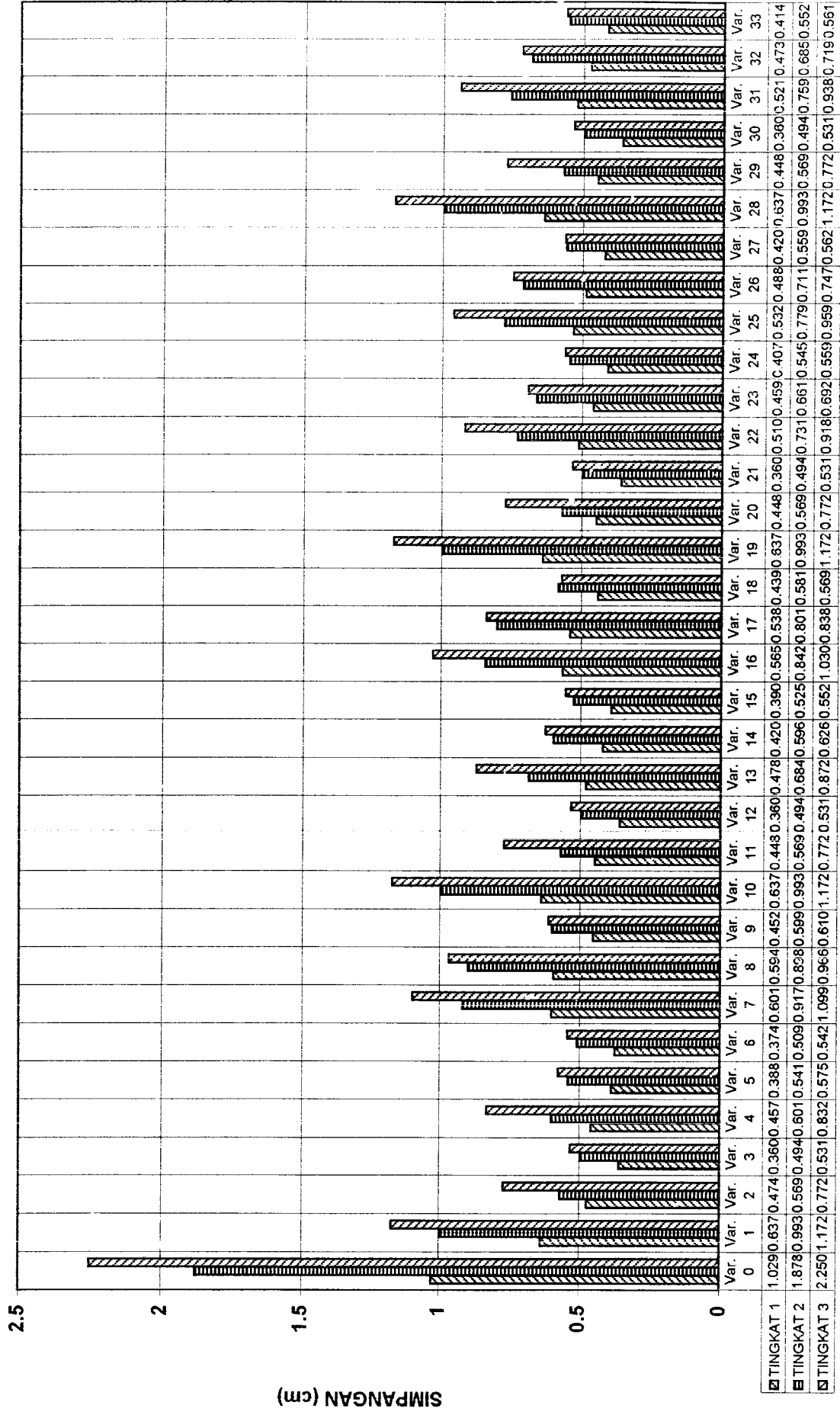
begitu pula Tabel 6.4 atau Gambar 6.8, terlihat bahwa penempatan efektif *MR Damper* ganda adalah pada tingkat 3, dengan rasio redaman total pada mode ke-1 adalah yang terbesar ($\xi_1 = 0,6156$), sehingga getaran didominasi oleh *mode* ke-1. Kecenderungan ini menggambarkan bahwa semakin besar rasio redaman total maka semakin kecil simpangan yang terjadi, sebagaimana yang ditunjukkan dalam persamaan (6.2).

Tabel 6.1 Simpangan dan Persentase Simpangan Maksimum pada Struktur

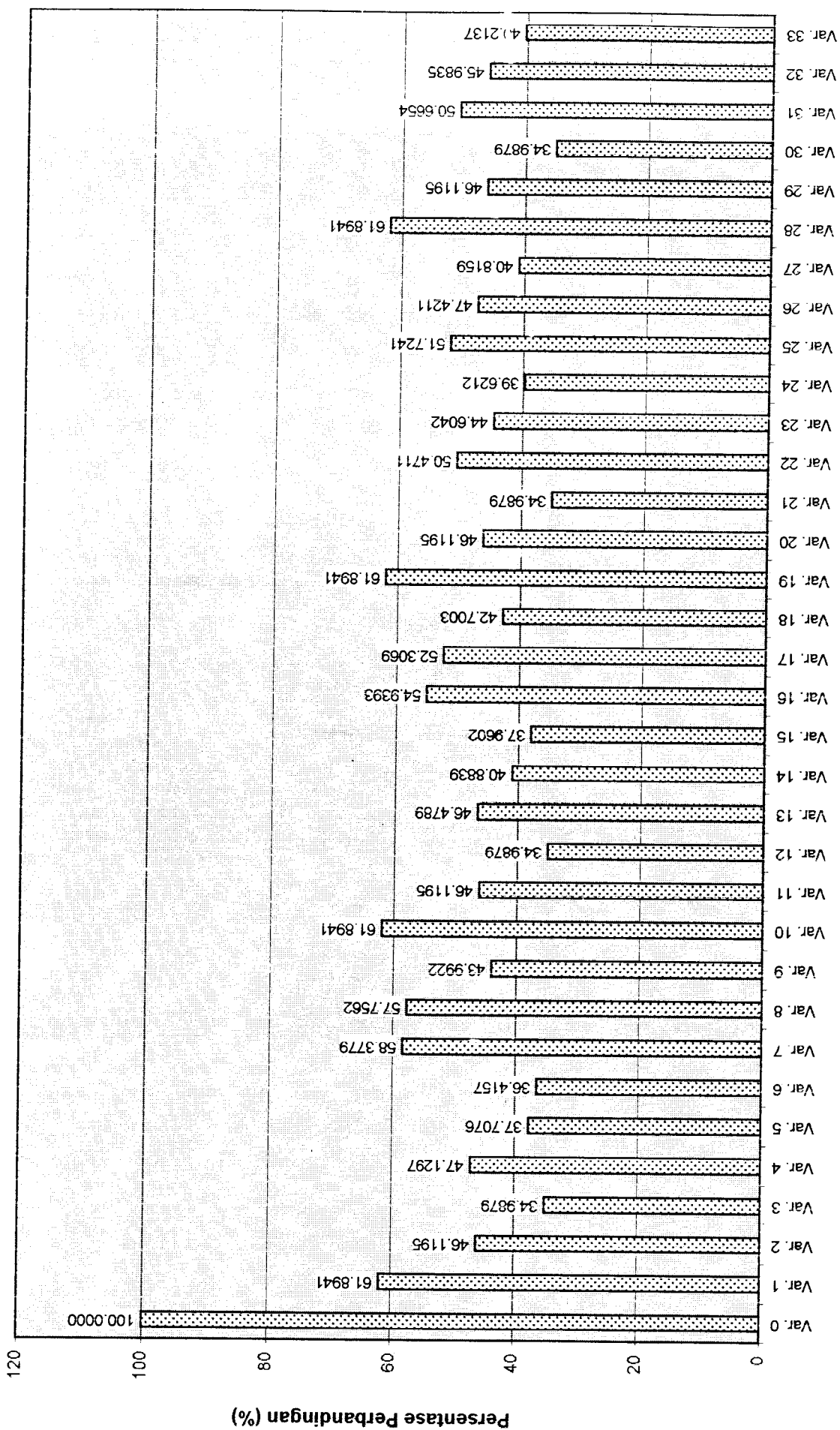
Variasi Peredam	Letak Peredam	Simpangan Relatif Maksimum (cm)			Persentase Simp. Relatif Maksimum (%)			Simpangan Antar Tingkat Maksimum (cm)			Persentase Simp. Ant. Tk Maksimum (%)		
		Lt. 1	Lt. 2	Lt. 3	Lt.1	Lt.2	Lt.3	Tk. 1	Tk. 2	Tk. 3	Tk. 1	Tk. 2	Tk. 3
		1.0295	2.9076	5.1580	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	1.0295	1.8781	2.2504	100.0000	100.0000
0.6372	1.6302	2.8031	61.8941	56.0669	54.3447	54.3447	0.6372	0.9930	1.1729	61.8941	52.8726	52.1196	
0.4748	1.0443	1.8165	46.1195	35.9162	35.2171	35.2171	0.4748	0.5695	0.7722	46.1195	30.3232	34.3139	
0.3602	0.8549	1.3862	34.9879	29.4023	26.8748	26.8748	0.3602	0.4947	0.5313	34.9879	26.3405	23.6091	
0.4852	1.0867	1.9190	47.1297	37.3745	37.2043	37.2043	0.4577	0.6015	0.8323	44.4585	32.0270	36.9845	
0.3882	0.9299	1.5053	37.7076	31.9817	29.1838	29.1838	0.3882	0.5417	0.5754	37.7076	28.8430	25.5683	
0.3749	0.8842	1.4269	36.4157	30.4100	27.6638	27.6638	0.3749	0.5093	0.5427	36.4157	27.1178	24.1157	
0.6010	1.5184	2.6179	58.3779	52.2218	50.7542	50.7542	0.6010	0.9174	1.0995	58.3779	48.8472	48.8580	
0.5946	1.4934	2.4601	57.7562	51.3619	47.6948	47.6948	0.5946	0.8988	0.9667	57.7562	47.8569	42.9568	
0.4529	1.0523	1.6632	43.9922	36.1914	32.2451	32.2451	0.4529	0.5994	0.6109	43.9922	31.9152	27.1463	
0.6372	1.6302	2.8031	61.8941	56.0669	54.3447	54.3447	0.6372	0.9930	1.1729	61.8941	52.8726	52.1196	
0.4748	1.0443	1.8165	46.1195	35.9162	35.2171	35.2171	0.4480	0.5695	0.7722	43.5163	30.3232	34.3139	
0.3602	0.8549	1.3862	34.9879	29.4023	26.8748	26.8748	0.3602	0.4947	0.5313	34.9879	26.3405	23.6091	
0.4785	1.1633	2.0359	46.4789	40.0089	39.4707	39.4707	0.4785	0.6848	0.8726	46.4789	36.4624	38.7753	
0.4209	1.0177	1.6439	40.8839	35.0014	31.8709	31.8709	0.4209	0.5968	0.6262	40.8839	31.7768	27.8262	
0.3908	0.9166	1.4690	37.9602	31.5243	28.4800	28.4800	0.3908	0.5258	0.5524	37.9602	27.9964	24.5467	
0.5656	1.4084	2.4384	54.9393	48.4386	47.2741	47.2741	0.5656	0.8428	1.0300	54.9393	44.8751	45.7696	
0.5385	1.3397	2.1780	52.3069	46.0758	42.2257	42.2257	0.5385	0.8012	0.8383	52.3069	42.6601	37.2512	
0.4396	1.0210	1.5907	42.7003	35.1149	30.8395	30.8395	0.4396	0.5814	0.5697	42.7003	30.9568	25.3155	
0.6372	1.6302	2.8031	61.8941	56.0669	54.3447	54.3447	0.6372	0.9930	1.1729	61.8941	52.8726	52.1196	
0.4748	1.0443	1.8165	46.1195	35.9162	35.2171	35.2171	0.4480	0.5695	0.7722	43.5163	30.3232	34.3139	
0.3602	0.8549	1.3862	34.9879	29.4023	26.8748	26.8748	0.3602	0.4947	0.5313	34.9879	26.3405	23.6091	
0.5196	1.2508	2.1688	50.4711	43.0183	42.0473	42.0473	0.5107	0.7312	0.9180	49.6066	38.9330	40.7927	
0.4592	1.1208	1.8133	44.6042	38.5473	35.1551	35.1551	0.4592	0.6616	0.6925	44.6042	35.2271	30.7723	
0.4079	0.9529	1.5123	39.6212	32.7727	29.3195	29.3195	0.4079	0.5450	0.5594	39.6212	29.0187	24.8578	
0.5325	1.3118	2.2714	51.7241	45.1162	44.0364	44.0364	0.5325	0.7793	0.9596	51.7241	41.4941	42.6413	
0.4882	1.1999	1.9476	47.4211	41.2677	37.7588	37.7588	0.4882	0.7117	0.7477	47.4211	37.8947	33.2252	
0.4202	0.9795	1.5418	40.8159	33.6876	29.8914	29.8914	0.4202	0.5593	0.5623	40.8159	29.7801	24.9867	
0.6372	1.6302	2.8031	61.8941	56.0669	54.3447	54.3447	0.6372	0.9930	1.1729	61.8941	52.8726	52.1196	
0.4748	1.0443	1.8165	46.1195	35.9162	35.2171	35.2171	0.4480	0.5695	0.7722	43.5163	30.3232	34.3139	
0.3602	0.8549	1.3862	34.9879	29.4023	26.8748	26.8748	0.3602	0.4947	0.5313	34.9879	26.3405	23.6091	
0.5216	1.2810	2.2192	50.6654	44.0570	43.0244	43.0244	0.5216	0.7594	0.9382	50.6654	40.4345	41.6904	
0.4734	1.1590	1.8786	45.9835	39.8611	36.4211	36.4211	0.4734	0.6856	0.7196	45.9835	36.5050	31.9765	
0.4140	0.9660	1.5270	40.2137	33.2233	29.6045	29.6045	0.4140	0.5520	0.5610	40.2137	29.3914	24.9289	



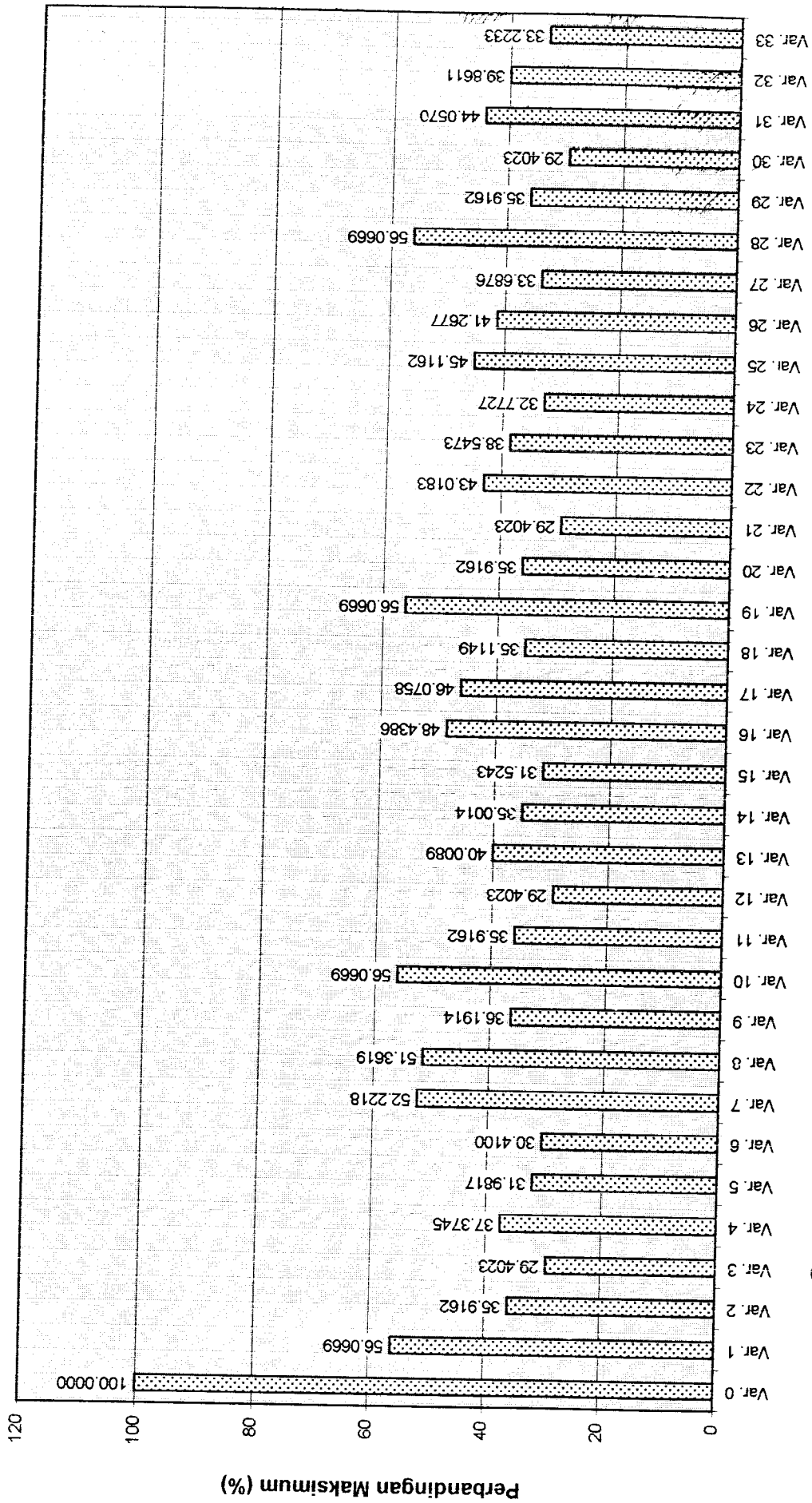
Gambar 6.1 Grafik Simpangan Relatif Maksimum



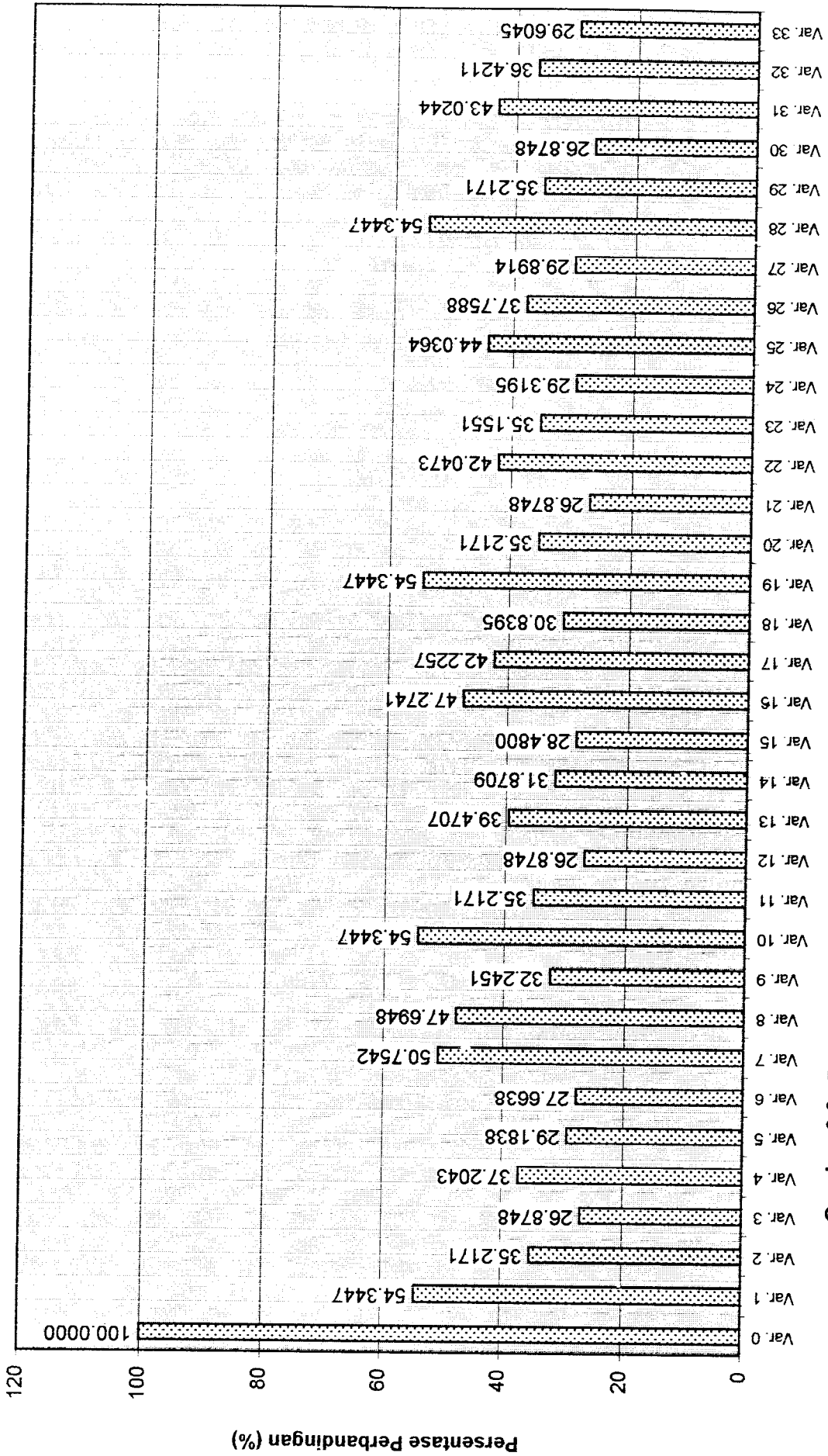
Gambar 6.2 Grafik Simpangan Antar Tingkat Maksimum



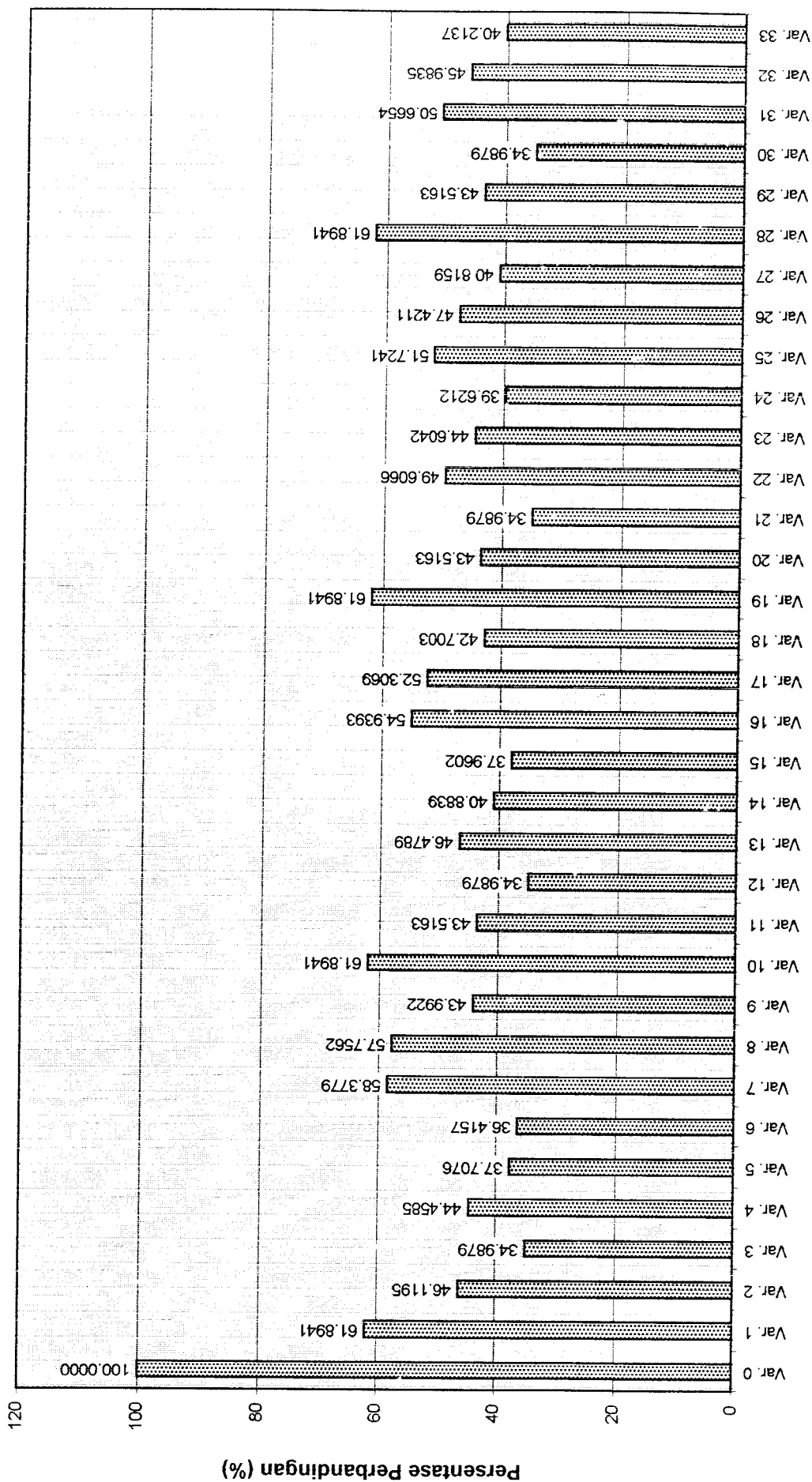
Gambar 6.3a Persentase Perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Perletakan MRD terhadap Struktur tanpa MRD pada Lantai 1



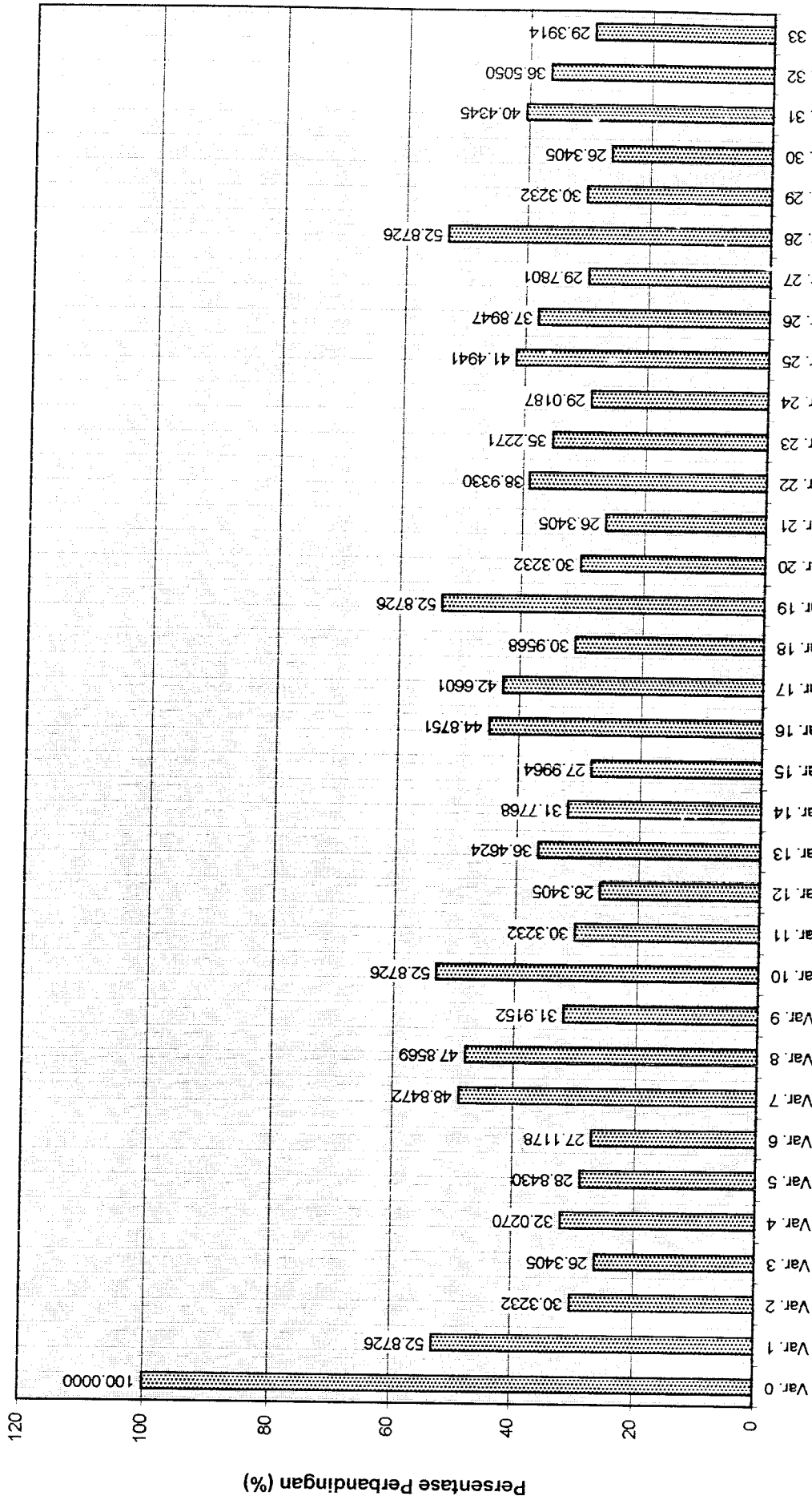
Gambar 6.3b Persentase Perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Perletakan MRD terhadap Struktur tanpa MRD pada Lantai 2



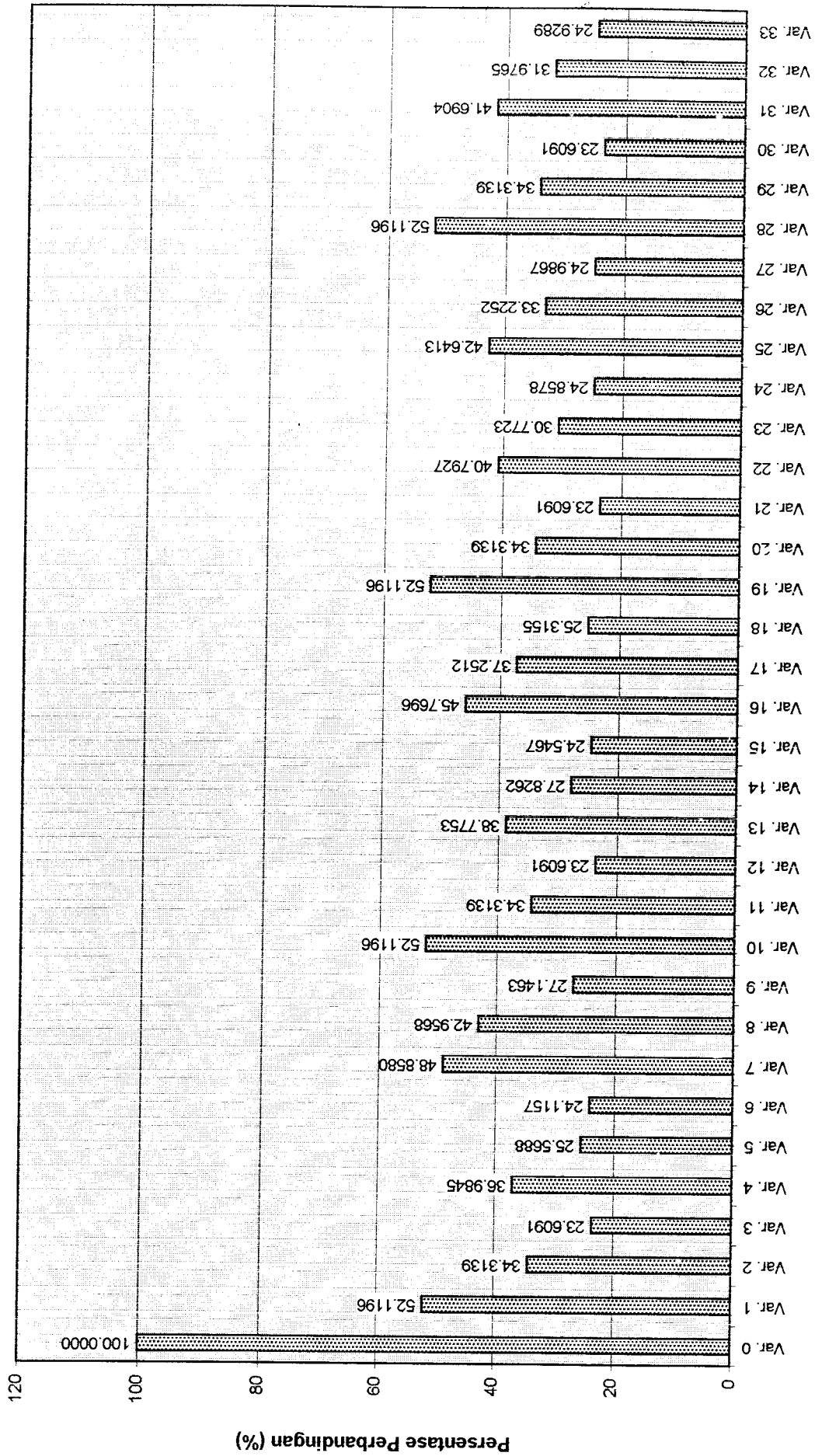
Gambar 6.3c Persentase Perbandingan Simpangan Relatif Maksimum Perletakan MRD terhadap Struktur tanpa MRD pada Lantai 3



Gambar 6.4a Persentase Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Perletakan MRD terhadap Struktur tanpa MRD pada Tingkat 1



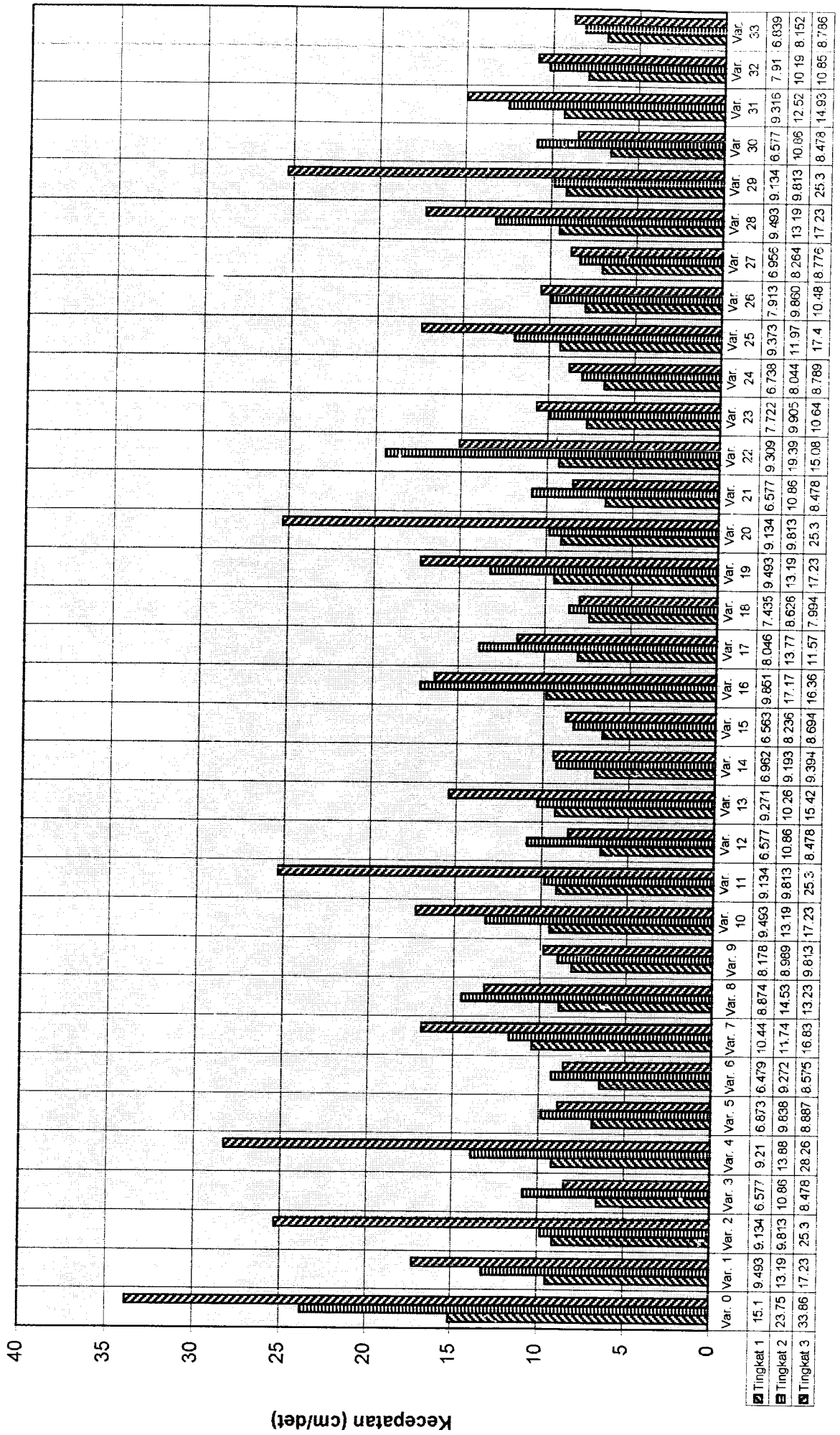
Gambar 6.4b Persentase Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Perletakan MRD terhadap Struktur tanpa MRD pada Tingkat 2



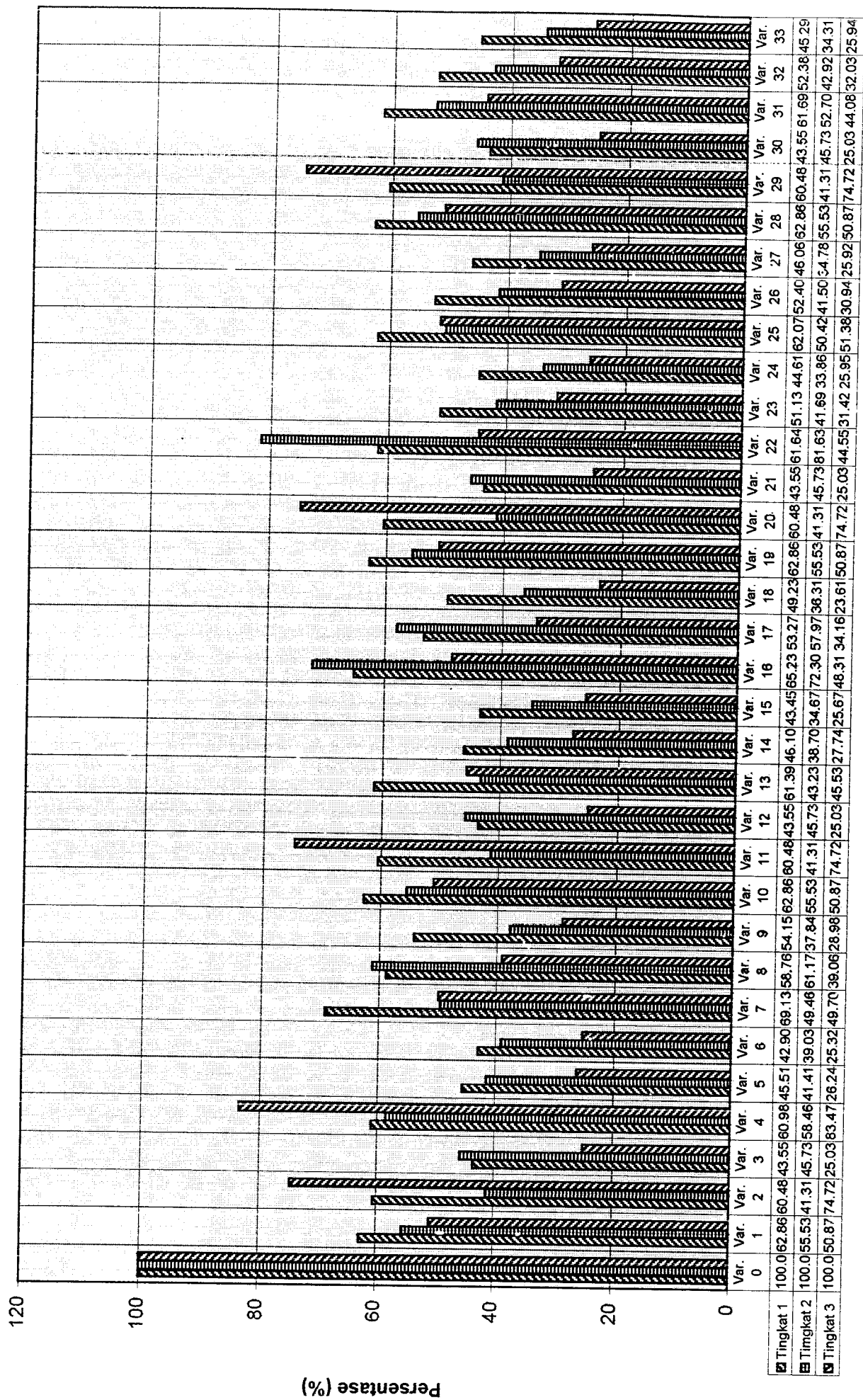
Gambar 6.4c Persentase Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Perletakan MRD terhadap Struktur tanpa MRD pada Tingkat 3

Tabel 6.2 Kecepatan dan Persentase Kecepatan Antar Tingkat Maksimum

Variasi	Letak Peredam	Kecepatan Maksimum (cm/det)			Persentase (%)		
		Tingkat 1	Tingkat 2	Tingkat 3	Tingkat 1	Tingkat 2	Tingkat 3
Var. 0	Tanpa Peredam Tambahan	15.101	23.7554	33.8575	100.0000	100.0000	100.0000
Var. 1	Kedua MR Damper 1 pada lantai 1	9.4927	13.1917	17.2256	62.8614	55.5314	50.8768
Var. 2	Kedua MR Damper 1 pada lantai 2	9.1343	9.8136	25.3011	60.4880	41.3110	74.7282
Var. 3	Kedua MR Damper 1 pada lantai 3	6.5767	10.8653	8.4777	43.5514	45.7382	25.0394
Var. 4	R1A pada lantai 1 dan R1B pada lantai 2	9.2095	13.8890	28.2629	60.9860	58.4667	83.4760
Var. 5	R1A pada lantai 1 dan R1B pada lantai 3	6.8729	9.8382	8.8869	45.5129	41.4146	26.2480
Var. 6	R1A pada lantai 2 dan R1B pada lantai 3	6.4794	9.2724	8.5754	42.9071	39.0328	25.3279
Var. 7	R1A pada lantai 2 dan R1B pada lantai 1	10.4399	11.7497	16.8303	69.1338	49.4612	49.7092
Var. 8	R1A pada lantai 3 dan R1B pada lantai 1	8.8735	14.5323	13.2258	58.7610	61.1747	39.0631
Var. 9	R1A pada lantai 3 dan R1B pada lantai 2	8.1776	8.9892	9.8129	54.1527	37.8407	28.9829
Var. 10	Kedua MR Damper 2 pada lantai 1	9.4927	13.1917	17.2256	62.8614	55.5314	50.8768
Var. 11	Kedua MR Damper 2 pada lantai 2	9.1343	9.8136	25.3011	60.4880	41.3110	74.7282
Var. 12	Kedua MR Damper 2 pada lantai 3	6.5767	10.8653	8.4777	43.5514	45.7382	25.0394
Var. 13	R2A pada lantai 1 dan R2B pada lantai 2	9.2705	10.2698	15.4158	61.3900	43.2314	45.5314
Var. 14	R2A pada lantai 1 dan R2B pada lantai 3	6.9616	9.1935	9.3936	46.1003	38.7007	27.7445
Var. 15	R2A pada lantai 2 dan R2B pada lantai 3	6.5626	8.2360	8.6938	43.4580	34.6700	25.6776
Var. 16	R2A pada lantai 2 dan R2B pada lantai 1	9.8512	17.1763	16.3568	65.2354	72.3048	48.3107
Var. 17	R2A pada lantai 3 dan R2B pada lantai 1	8.0456	13.7711	11.5669	53.2786	57.9704	34.1635
Var. 18	R2A pada lantai 3 dan R2B pada lantai 2	7.4351	8.6264	7.9944	49.2358	36.3134	23.6119
Var. 19	Kedua MR Damper 3 pada lantai 1	9.4927	13.1917	17.2256	62.8614	55.5314	50.8768
Var. 20	Kedua MR Damper 3 pada lantai 2	9.1343	9.8136	25.3011	60.4880	41.3110	74.7282
Var. 21	Kedua MR Damper 3 pada lantai 3	6.5767	10.8653	8.4777	43.5514	45.7382	25.0394
Var. 22	R3A pada lantai 1 dan R3B pada lantai 2	9.3089	19.3935	15.0846	61.6443	81.6383	44.5532
Var. 23	R3A pada lantai 1 dan R3B pada lantai 3	7.7215	9.9053	10.6394	51.1324	41.6970	31.4241
Var. 24	R3A pada lantai 2 dan R3B pada lantai 3	6.7378	8.0449	8.7893	44.6182	33.8656	25.9597
Var. 25	R3A pada lantai 2 dan R3B pada lantai 1	9.3732	11.9775	17.3962	62.0701	50.4201	51.3806
Var. 26	R3A pada lantai 3 dan R3B pada lantai 1	7.9133	9.8600	10.4766	52.4025	41.5064	30.9432
Var. 27	R3A pada lantai 3 dan R3B pada lantai 2	6.9559	8.2640	8.7761	46.0625	34.7879	25.9207
Var. 28	Kedua MR Damper 4 pada lantai 1	9.4927	13.1917	17.2256	62.8614	55.5314	50.8768
Var. 29	Kedua MR Damper 4 pada lantai 2	9.1343	9.8136	25.3011	60.4880	41.3110	74.7282
Var. 30	Kedua MR Damper 4 pada lantai 3	6.5767	10.8653	8.4777	43.5514	45.7382	25.0394
Var. 31	Kedua MR Damper 4 pada lantai 1 dan 2	9.3158	12.5203	14.9261	61.6900	52.7051	44.0851
Var. 32	Kedua MR Damper 4 pada lantai 1 dan 3	7.9101	10.1973	10.8459	52.3813	42.9262	32.0340
Var. 33	Kedua MR Damper 4 pada 2 dan 3	6.8393	8.1525	8.7855	45.2904	34.3185	25.9485



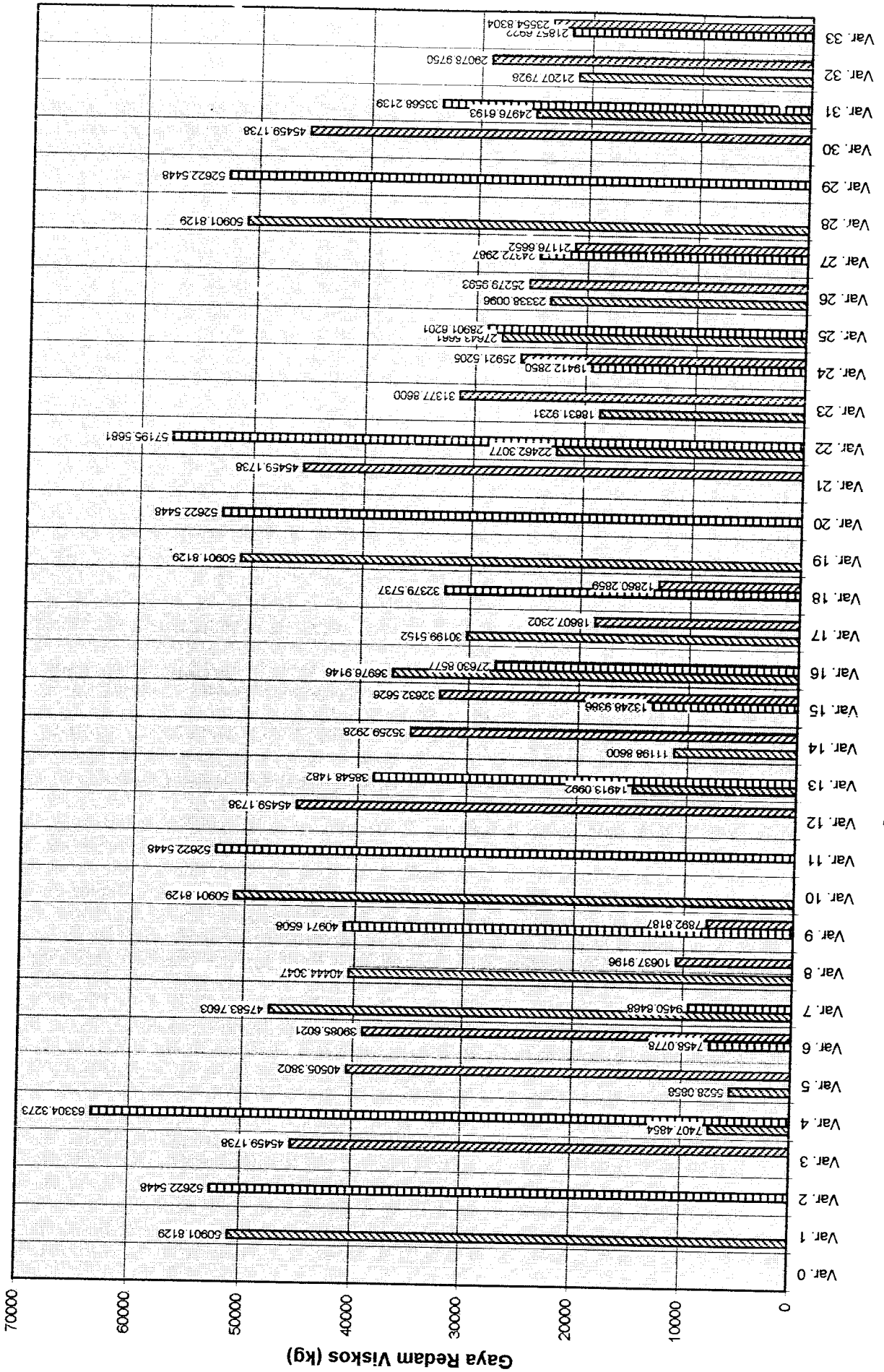
Gambar 6.5 Kecepatan Antar Tingkat Maksimum



Gambar 6.6 Persentase Perbandingan Kecepatan Antar Tingkat Maksimum terhadap Variasi 0

Tabel 6.3 Simpangan Antar Tingkat dan Gaya Redam Viskos Ganda

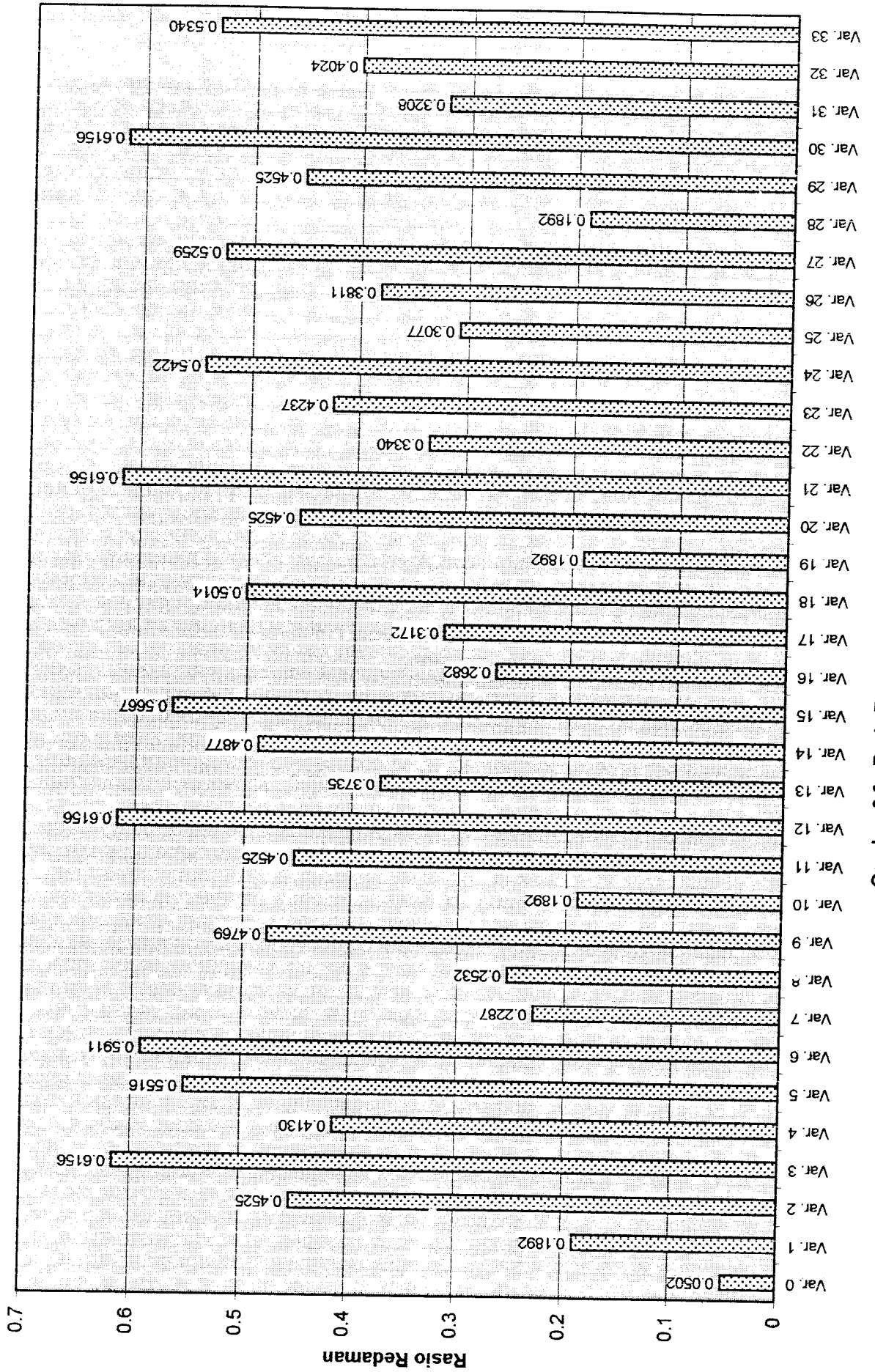
Variasi Peredam	Letak Peredam	Simpangan Antar Tingkat Maksimum (cm)			Persentase Simp. Ant. Tk Maksimum (%)			Kecepatan Antar Tingkat Maksimum (cm/det)			Gaya Redam (kg)		
		Tk. 1	Tk. 2	Tk. 3	Tk. 1	Tk. 2	Tk. 3	Tk. 1	Tk. 2	Tk. 3	FD1	FD2	FD3
		Var. 0	Tanpa Peredam Tambahan	1.0295	1.8781	2.2504	100.0000	100.0000	100.0000	15.101	23.7554	33.8575	0.0000
Var. 1	Kedua MR Damper 1 pada Lantai 1	0.6372	0.9930	1.1729	61.8941	52.8726	52.1196	9.4927	13.1917	17.2256	50901.8129	0.0000	0.0000
Var. 2	Kedua MR Damper 1 pada Lantai 2	0.4748	0.5695	0.7722	46.1195	30.3232	34.3139	9.1343	9.8136	25.3011	0.0000	52622.5448	0.0000
Var. 3	Kedua MR Damper 1 pada Lantai 3	0.3602	0.4947	0.5313	34.9879	26.3405	23.6091	6.5767	10.8653	8.4777	0.0000	0.0000	45459.1738
Var. 4	R1A pada Lantai 1 dan R1B pada Lantai 2	0.4577	0.6015	0.8323	44.4585	32.0270	36.9845	9.2095	13.889	28.2629	7407.4854	63304.3273	0.0000
Var. 5	R1A pada Lantai 1 dan R1B pada Lantai 3	0.3882	0.5417	0.5754	37.7076	28.8430	25.5688	6.8729	9.8382	8.8869	5528.0858	0.0000	40505.3802
Var. 6	R1A pada Lantai 2 dan R1B pada Lantai 3	0.3749	0.5093	0.5427	36.4157	27.1178	24.1157	6.4794	9.2724	8.5754	0.0000	7458.0778	39085.6u41
Var. 7	R1A pada Lantai 2 dan R1B pada Lantai 1	0.6010	0.9174	1.0995	58.3779	48.8472	48.8580	10.4399	11.7497	16.8303	47583.7603	9450.6468	0.0000
Var. 8	R1A pada Lantai 3 dan R1B pada Lantai 1	0.5946	0.8988	0.9667	57.7562	47.8569	42.9588	8.8735	14.5323	13.2258	40444.3047	0.0000	10637.9196
Var. 9	R1A pada Lantai 3 dan R1B pada Lantai 2	0.4529	0.5994	0.6109	43.9922	31.9152	27.1463	8.1776	8.9892	9.8129	0.0000	40971.6508	7892.8187
Var. 10	Kedua MR Damper 2 pada Lantai 1	0.6372	0.9930	1.1729	61.8941	52.8726	52.1196	9.4927	13.1917	17.2256	50901.8129	0.0000	0.0000
Var. 11	Kedua MR Damper 2 pada Lantai 2	0.4480	0.5695	0.7722	43.5163	30.3232	34.3139	9.1343	9.8136	25.3011	0.0000	52622.5448	0.0000
Var. 12	Kedua MR Damper 2 pada Lantai 3	0.3602	0.4947	0.5313	34.9879	26.3405	23.6091	6.5767	10.8653	8.4777	0.0000	0.0000	45459.1738
Var. 13	R2A pada Lantai 1 dan R2B pada Lantai 2	0.4785	0.6848	0.8726	46.4789	36.4624	38.7753	9.2705	10.2698	15.4158	14913.0992	38548.1482	0.0000
Var. 14	R2A pada Lantai 1 dan R2B pada Lantai 3	0.4209	0.5968	0.6262	40.8839	31.7768	27.8282	6.9616	9.1935	9.3936	11198.8600	0.0000	35259.2928
Var. 15	R2A pada Lantai 2 dan R2B pada Lantai 3	0.3908	0.5258	0.5524	37.9602	27.9664	24.5467	6.5626	8.236	8.6938	0.0000	13248.9386	32632.5626
Var. 16	R2A pada Lantai 2 dan R2B pada Lantai 1	0.5656	0.8428	1.0300	54.9393	44.8751	45.7696	9.8512	17.1763	16.3588	36976.9146	27630.8577	0.0000
Var. 17	R2A pada Lantai 3 dan R2B pada Lantai 1	0.5385	0.8012	0.8383	52.3069	42.6301	37.2512	8.0456	13.7711	11.5669	30199.5152	0.0000	18607.2302
Var. 18	R2A pada Lantai 3 dan R2B pada Lantai 2	0.4396	0.5814	0.5697	42.7003	30.9568	25.3155	7.4351	8.6264	7.9944	0.0000	32379.5737	12860.2859
Var. 19	Kedua MR Damper 3 pada Lantai 1	0.6372	0.9930	1.1729	61.8941	52.8726	52.1196	9.4927	13.1917	17.2256	50901.8129	0.0000	0.0000
Var. 20	Kedua MR Damper 3 pada Lantai 2	0.4480	0.5695	0.7722	43.5163	30.3232	34.3139	9.1343	9.8136	25.3011	0.0000	52622.5448	0.0000
Var. 21	Kedua MR Damper 3 pada Lantai 3	0.3602	0.4947	0.5313	34.9879	26.3405	23.6091	6.5767	10.8653	8.4777	0.0000	0.0000	45459.1738
Var. 22	R3A pada Lantai 1 dan R3B pada Lantai 2	0.5107	0.7312	0.9180	49.6066	38.9330	40.7927	9.3089	19.3935	15.0846	22462.3077	57195.5681	0.0000
Var. 23	R3A pada Lantai 1 dan R3B pada Lantai 3	0.4592	0.6616	0.6925	44.6042	35.2271	30.7723	7.7215	9.9053	10.6394	18631.9231	0.0000	31377.8600
Var. 24	R3A pada Lantai 2 dan R3B pada Lantai 3	0.4079	0.5450	0.5594	39.6212	29.0187	24.8578	6.7378	8.0449	8.7883	0.0000	19412.2850	25921.5205
Var. 25	R3A pada Lantai 2 dan R3B pada Lantai 1	0.5325	0.7793	0.9596	51.7241	41.4941	42.6413	9.3732	11.9775	17.3962	27643.5651	28901.6201	0.0000
Var. 26	R3A pada Lantai 3 dan R3B pada Lantai 1	0.4882	0.7117	0.7477	47.4211	37.8947	33.2252	7.9133	9.86	10.4766	23338.0096	0.0000	25279.9593
Var. 27	R3A pada Lantai 3 dan R3B pada Lantai 2	0.4202	0.5593	0.5623	40.8159	29.7801	24.9867	6.9559	8.264	8.7761	0.0000	24372.2987	21176.6652
Var. 28	Kedua MR Damper 4 pada Lantai 1	0.6372	0.9930	1.1729	61.8941	52.8726	52.1196	9.4927	13.1917	17.2256	50901.8129	0.0000	0.0000
Var. 29	Kedua MR Damper 4 pada Lantai 2	0.4480	0.5695	0.7722	43.5163	30.3232	34.3139	9.1343	9.8136	25.3011	0.0000	52622.5448	0.0000
Var. 30	Kedua MR Damper 4 pada Lantai 3	0.3602	0.4947	0.5313	34.9879	26.3405	23.6091	6.5767	10.8653	8.4777	0.0000	0.0000	45459.1738
Var. 31	Kedua MR Damper 4 pada Lantai 1 dan 2	0.5216	0.7594	0.9382	50.6654	40.4345	41.6904	9.3158	12.5203	14.9261	24976.6193	33568.2139	0.0000
Var. 32	Kedua MR Damper 4 pada Lantai 1 dan 3	0.4734	0.6856	0.7196	45.9835	36.5050	31.9765	7.9101	10.1973	10.8459	21207.7928	0.0000	29078.9750
Var. 33	Kedua MR Damper 4 pada Lantai 2 dan 3	0.4140	0.5520	0.5610	40.2137	29.3914	24.9289	6.8393	8.1525	8.7855	0.0000	21857.6922	23554.8304



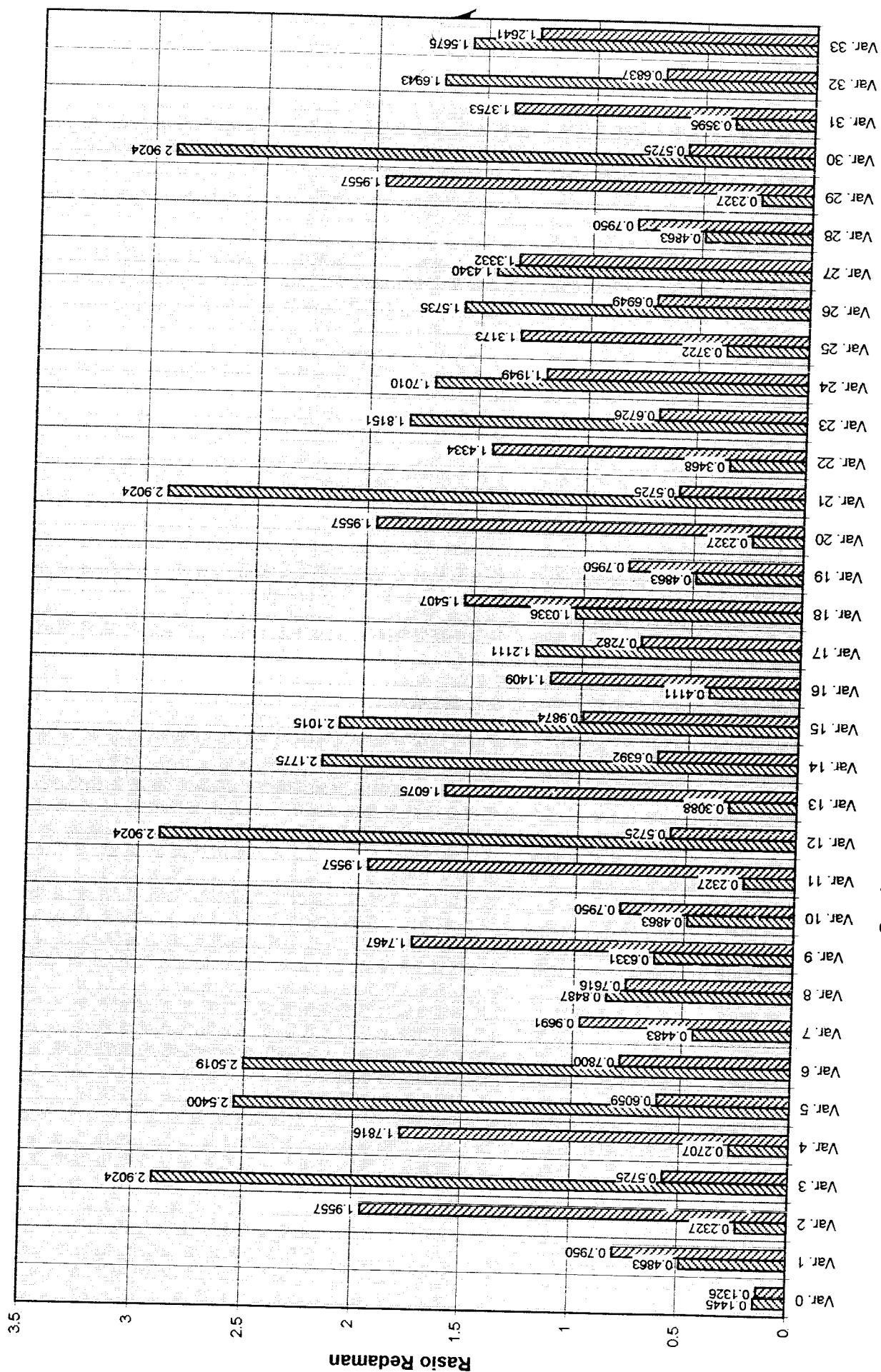
Gambar 6.7 Gaya Redam Viskos Ganda

Tabel 6.4 Rasio Redaman Total dan Simpangan Antar Tingkat Maksimum

Variasi Peredam	Letak Peredam	Rasio Redaman Total			Simpangan Antar Tingkat Maksimum (cm)			Persentase Simp. Ant. Tk Maksimum (%)		
		ξ_1	ξ_2	ξ_3	Tk. 1	Tk. 2	Tk. 3	Tk. 1	Tk. 2	Tk. 3
Var. 0	Tanpa Peredam Tambahan	0.0502	0.1445	0.1326	1.0295	1.8781	2.2504	100.0000	100.0000	100.0000
Var. 1	Kedua MR Damper 1 pada Lantai 1	0.1892	0.4863	0.7950	0.6372	0.9930	1.1729	61.8941	52.8726	52.1196
Var. 2	Kedua MR Damper 1 pada Lantai 2	0.4525	0.2327	1.9557	0.4748	0.5695	0.7722	46.1195	30.3232	34.3139
Var. 3	Kedua MR Damper 1 pada Lantai 3	0.6156	2.9024	0.5725	0.3602	0.4947	0.5313	34.9879	26.3405	23.6091
Var. 4	RIA pada Lantai 1 dan RIB pada Lantai 2	0.4130	0.2707	1.7816	0.4577	0.6015	0.8323	44.4585	32.0270	36.9845
Var. 5	RIA pada Lantai 1 dan RIB pada Lantai 3	0.5516	2.5400	0.6059	0.3882	0.5417	0.5754	37.7076	28.8430	25.5688
Var. 6	RIA pada Lantai 2 dan RIB pada Lantai 3	0.5911	2.5019	0.7800	0.3749	0.5093	0.5427	36.4157	27.1178	24.1157
Var. 7	RIA pada Lantai 2 dan RIB pada Lantai 1	0.2287	0.4483	0.9691	0.6010	0.9174	1.0995	58.3779	48.8472	48.8580
Var. 8	RIA pada Lantai 3 dan RIB pada Lantai 1	0.2532	0.8487	0.7616	0.5946	0.8988	0.9667	57.7562	47.8569	42.9568
Var. 9	RIA pada Lantai 3 dan RIB pada Lantai 2	0.4769	0.6331	1.7467	0.4529	0.5994	0.6109	43.9922	31.9152	27.1463
Var. 10	Kedua MR Damper 2 pada Lantai 1	0.1892	0.4863	0.7950	0.6372	0.9930	1.1729	61.8941	52.8726	52.1196
Var. 11	Kedua MR Damper 2 pada Lantai 2	0.4525	0.2327	1.9557	0.4480	0.5695	0.7722	43.5163	30.3232	34.3139
Var. 12	Kedua MR Damper 2 pada Lantai 3	0.6156	2.9024	0.5725	0.3602	0.4947	0.5313	34.9879	26.3405	23.6091
Var. 13	R2A pada Lantai 1 dan R2B pada Lantai 2	0.3735	0.3088	1.6075	0.4785	0.6848	0.8726	46.4789	36.4624	38.7753
Var. 14	R2A pada Lantai 1 dan R2B pada Lantai 3	0.4877	2.1775	0.6392	0.4209	0.5968	0.6262	40.8839	31.7768	27.8262
Var. 15	R2A pada Lantai 2 dan R2B pada Lantai 3	0.5667	2.1015	0.9874	0.3906	0.5258	0.5524	37.9602	27.9964	24.5467
Var. 16	R2A pada Lantai 2 dan R2B pada Lantai 1	0.2682	0.4111	1.1409	0.5656	0.8428	1.0300	54.9393	44.8751	45.7696
Var. 17	R2A pada Lantai 3 dan R2B pada Lantai 1	0.3172	1.2111	0.7282	0.5365	0.8012	0.8383	52.3069	42.6601	37.2512
Var. 18	R2A pada Lantai 3 dan R2B pada Lantai 2	0.5014	1.0336	1.5407	0.4396	0.5814	0.5697	42.7003	30.9568	25.3155
Var. 19	Kedua MR Damper 3 pada Lantai 1	0.1892	0.4863	0.7950	0.6372	0.9930	1.1729	61.8941	52.8726	52.1196
Var. 20	Kedua MR Damper 3 pada Lantai 2	0.4525	0.2327	1.9557	0.4480	0.5695	0.7722	43.5163	30.3232	34.3139
Var. 21	Kedua MR Damper 3 pada Lantai 3	0.6156	2.9024	0.5725	0.3602	0.4947	0.5313	34.9879	26.3405	23.6091
Var. 22	R3A pada Lantai 1 dan R3B pada Lantai 2	0.3340	0.3468	1.4334	0.5107	0.7312	0.9180	49.6066	38.9330	40.7927
Var. 23	R3A pada Lantai 1 dan R3B pada Lantai 3	0.4237	1.8151	0.6726	0.4592	0.6616	0.6925	44.6042	35.2271	30.7723
Var. 24	R3A pada Lantai 2 dan R3B pada Lantai 3	0.5422	1.7010	1.1949	0.4079	0.5450	0.5594	39.6212	29.0187	24.8578
Var. 25	R3A pada Lantai 2 dan R3B pada Lantai 1	0.3077	0.3722	1.3173	0.5325	0.7793	0.9596	51.7241	41.4941	42.6413
Var. 26	R3A pada Lantai 3 dan R3B pada Lantai 1	0.3811	1.5735	0.6949	0.4882	0.7117	0.7477	47.4211	37.8947	33.2252
Var. 27	R3A pada Lantai 3 dan R3B pada Lantai 2	0.5259	1.4340	1.3332	0.4202	0.5593	0.5623	40.8159	29.7801	24.9867
Var. 28	Kedua MR Damper 4 pada Lantai 1	0.1892	0.4863	0.7950	0.6372	0.9930	1.1729	61.8941	52.8726	52.1196
Var. 29	Kedua MR Damper 4 pada Lantai 2	0.4525	0.2327	1.9557	0.4480	0.5695	0.7722	43.5163	30.3232	34.3139
Var. 30	Kedua MR Damper 4 pada Lantai 3	0.6156	2.9024	0.5725	0.3602	0.4947	0.5313	34.9879	26.3405	23.6091
Var. 31	Kedua MR Damper 4 pada Lantai 1 dan 2	0.3208	0.3595	1.3753	0.5216	0.7594	0.9382	50.6654	40.4345	41.6904
Var. 32	Kedua MR Damper 4 pada Lantai 1 dan 3	0.4024	1.6943	0.6837	0.4734	0.6656	0.7196	45.9835	36.5050	31.9765
Var. 33	Kedua MR Damper 4 pada Lantai 2 dan 3	0.5340	1.5675	1.2641	0.4140	0.5520	0.5610	40.2137	29.3914	24.9289



Gambar 6.8a Rasio Redaman Total pada Mode Ke-1



Gambar 6.8b Rasio Redaman Total pada Mode Ke-2 dan Ke-3

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil hitungan dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan dan saran sebagaimana yang dijabarkan berikut.

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tentang penempatan efektif redaman viskos ganda untuk mengurangi simpangan bangunan bertingkat tiga adalah sebagai berikut.

1. Reduksi simpangan terbesar terjadi pada penempatan *MR Damper* ganda pada tingkat teratas, yaitu tingkat 3, sehingga simpangan relatif menjadi hanya 26% dan simpangan antar tingkat menjadi hanya 23%. Dengan demikian penempatan peredam tambahan adalah efektif pada tingkat 3.
2. Simpangan relatif akan semakin besar untuk lantai yang lebih tinggi, hal ini sesuai dengan ragam goyangan yang didominasi oleh pola getaran pertama.
3. Efisiensi gaya redam viskos ganda diperoleh pada variasi 24, 33, 3, 12, 21, dan 30 dengan selisih yang relatif kecil.

7.2 Saran

Karena permasalahan dinamika struktur yang kompleks, maka kesimpulan dimuka tidak dapat dipakai secara umum untuk segala karakteristik dinamika struktur dan eksitasi gempa. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian-penelitian lebih lanjut, antara lain:

1. model bangunan adalah bangunan dengan jumlah tingkat yang lebih tinggi, baik itu bangunan bertingkat genap maupun bangunan bertingkat ganjil,
2. kekakuan tingkat yang diteliti adalah kekakuan tingkat dengan besar kekakuan yang seragam,
3. dengan memvariasikan tinggi tiap lantai,
4. cara menyusun persamaan matrik redaman yang berbeda dengan penelitian ini, yaitu dengan menghitung secara terpisah antara redaman struktur dengan redaman tambahan.
5. dengan menggunakan metode integrasi yang lain, misal metode akselerasi linier, metode β -Newmark, dan atau metode Wilson- θ .
6. untuk menghitung respon struktur menggunakan metode *Reasonable Response* atau *SRSS method*.
7. dengan model bangunan tiga dimensi.
8. menggunakan eksitasi gempa yang lain, misal gempa Lloleco, Chile (1985), gempa Pacoima Dam, San Fernando (1971) dan gempa Olympia (1949).

DAFTAR PUSTAKA

- Berg, G.V., 1988, **Element of Structural Dynamics**, Prentice-Hall International Edition, Inc.
- Budhiawan, A., dan S. Hariyanto, 2001, **Penempatan Efektif Redaman Ganda (Kembar) untuk Mengurangi Resiko Banturan Struktur**, *Tugas Akhir program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Chopra, A.K. 1995, **Dynamics of Structures Theory and Applications to Earthquake Engineering**, Prentice-Hall. Inc.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, **Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung**, Yayasan Badan Penerbit PU.
- Deny, E., dan F. Harry, 2000, **Penempatan Efektif Redaman Tunggal untuk Mengurangi Simpangan pada Bangunan Bertingkat Enam dan Delapan**, *Tugas Akhir program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Hanselman, D. and B. Littlefield, 1997, **The Student Edition of MATLAB**, Prentice Hall International, Inc.
- Hu, Y.X., Liu, S.C., and Dong, W, 1996, **Earthquake Engineering**, E & FN Spon.
- Mansyur, A.E., dan Juhartono, 2000, **Penempatan Efektif Redaman Ganda untuk Mengurangi Simpangan pada Bangunan Tingkat Tinggi**, *Tugas Akhir program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

- Mulyanto, A., dan Y. Ronanto, 2000, **Analisis Variasi Perletakan Tuned Mass Damper (TMD) untuk Mengurangi Simpangan Portal Bertingkat Tiga Akibat Beban Gempa**, *Tugas Akhir program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Prasetyo, D., dan J. Arminta, 2000, **Respon Seismik Struktur Beton Bertingkat Banyak Akibat Gempa**, *Tugas Akhir program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Spencer, B.F. Jr., Dyke, M.K. Sain, and J.D. Carlson, 1997, **Phenomenological Model of a Magneto Rheological Damper**, *Journal of Engineering Mechanics*, ASCE.
- Wardani, H. K., dan E. Sulistyaningsih, 2000, **Penempatan Efektif Redaman Ganda dengan Nilai Kapasitas Berbeda untuk Mengurangi Simpangan pada Bangunan Tingkat Banyak**, *Tugas Akhir program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Widodo, 2001, **Respon Dinamik Struktur Elastik**, UII Press, Yogyakarta.
-, **MATLAB Versi 5.3.1**, All Rights Reserved.

LAMPIRAN

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

PM-011-AA-FPU-09

NO.	NAMA	NO. MHS.	BID. STUDI
1	Reni Modita	90310145	Teknik Sipil
2	Ahmad Amin P.	94310173	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

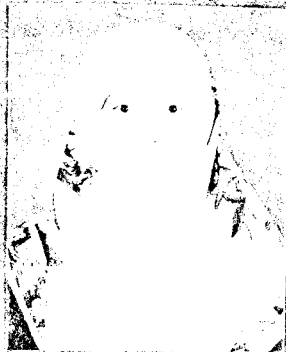
..... Analisis penempatan enkaf redaman ganda dengan variasi nilai kapasitas yang berbeda-beda untuk mengurangi simpangan pada bangunan bertingkat tiga akibat beban gempa

PERIODE I : SEPTEMBER - PEBRUARI
TAHUN : 2002 / 2003

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Peb.
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA.						
6.	Sidang-Sidang						
7.	Pendadaran.						

DOSEN PEMBIMBING I
 DOSEN PEMBIMBING II

..... Ir. H. Sarwidi, MSCE, PhD.
 Ir. Helwy Akbar Rajic, MT












Yogyakarta, 26 Sept 2002
 Sa n. Dekan,

(..... Ir. H. Muadhir, MS)

Catatan.

Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1	24/03/2002	- Kriteria Spt. tingkat of level, hasil, laporan dan us dan hasil.	
2	24/03/2002	- hasil diskusi pertemuan - Peta dan gambar - 10-15 tahun dan 10-15 tahun - ...	
3	24/03/2002	- ... - ... - ...	
4	24/03/2002	- ... - ... - ...	
5	24/03/2002	- ... - ...	
6	24/03/2002	- ... - ...	
7	24/03/2002	- ... - ...	
8	24/03/2002	- ... - ...	
9	24/03/2002	- ... - ...	

1	t(i)	Yt(cm/dt ²)	g1	g2	g3	Z1	Z2	Z3	Y1	Y2	Y3
2											
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0	0	0.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
1	0.01	-1.9600	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.02	-3.9200	0.000195	0.000188	0.000185	0.000056	0.000060	0.000073	0.000189	1.94E-04	1.97E-04
3	0.03	-5.8800	0.000773	0.000723	0.000684	0.000223	0.000230	0.000269	0.000722	0.000772308	0.000789208
4	0.04	-7.8400	0.001916	0.001723	0.001552	0.000555	0.000547	0.000610	0.001711	0.001917757	0.001975714
5	0.05	-9.8000	0.003792	0.003260	0.002766	0.001095	0.001036	0.001088	0.003219	0.00380237	0.00395448
6	0.06	-11.7600	0.006555	0.005358	0.004243	0.001893	0.001703	0.001669	0.005265	0.0065804	0.00692072
7	0.07	-13.7200	0.010344	0.007995	0.005855	0.002987	0.002541	0.002304	0.007832	0.01038149	0.01064255
8	0.08	-15.6800	0.015278	0.011109	0.007467	0.004412	0.003530	0.002938	0.010880	0.015304308	0.016566159
9	0.09	-17.6400	0.021457	0.014603	0.008956	0.006197	0.004641	0.003523	0.014361	0.021412015	0.023594617
10	0.10	-19.6000	0.028957	0.018360	0.010238	0.008363	0.005835	0.004027	0.018225	0.028730517	0.032300091
11	0.11	-17.6400	0.037835	0.022250	0.011276	0.010927	0.007071	0.004436	0.022434	0.037249903	0.042809985
12	0.12	-15.6800	0.047731	0.025768	0.011716	0.013785	0.008189	0.004609	0.026583	0.046540712	0.05482932
13	0.13	-13.7200	0.058277	0.028476	0.011356	0.016830	0.009050	0.004468	0.030348	0.056157541	0.068026526
14	0.14	-11.7600	0.069096	0.030038	0.010170	0.019955	0.009546	0.004001	0.033502	0.065652289	0.082030965
15	0.15	-9.8000	0.079813	0.030233	0.008291	0.023050	0.009608	0.003262	0.035920	0.074591818	0.096432559
16	0.16	-7.8400	0.090058	0.028966	0.005970	0.026009	0.009205	0.002348	0.037563	0.082577884	0.11078409
17	0.17	-5.8800	0.099476	0.026266	0.003513	0.028729	0.008347	0.001382	0.038458	0.089266363	0.124606651
18	0.18	-3.9200	0.107727	0.022271	0.001219	0.031112	0.007078	0.000479	0.038669	0.094382686	0.137398511
19	0.19	-1.9600	0.114497	0.017212	-0.000680	0.033067	0.005470	-0.000267	0.038269	0.097730944	0.148647329
20	0.20	0.0000	0.119499	0.011385	-0.002051	0.034511	0.003618	-0.000807	0.037323	0.099195138	0.157845264
21	0.21	-4.9000	0.122478	0.005122	-0.002877	0.035372	0.001628	-0.001123	0.035868	0.098732403	0.164506157
22	0.22	-9.8000	0.123900	-0.000576	-0.002600	0.035782	-0.000183	-0.001023	0.034576	0.097038828	0.1688729
23	0.23	-14.7000	0.124247	-0.004834	-0.000935	0.035882	-0.001536	-0.000368	0.033979	0.094837015	0.171250921
24	0.24	-19.6000	0.124014	-0.006960	0.002109	0.035815	-0.002212	0.000830	0.034433	0.09284746	0.172020681
25	0.25	-24.5000	0.123699	-0.006485	0.006259	0.035724	-0.002061	0.002462	0.036126	0.091753754	0.171645567
26	0.26	-29.4000	0.123796	-0.003184	0.011063	0.035752	-0.001012	0.004352	0.039093	0.092165945	0.170673832
27	0.27	-34.3000	0.124784	0.002930	0.015996	0.036038	0.000931	0.008293	0.043261	0.094587442	0.169733572
28	0.28	-39.2000	0.127123	0.011618	0.020566	0.036713	0.003692	0.008091	0.048496	0.09939069	0.169520252
29	0.29	-44.1000	0.131244	0.022462	0.024408	0.037903	0.007139	0.009602	0.054644	0.106805634	0.170776973
30	0.30	-49.0000	0.137543	0.034904	0.027333	0.039723	0.011093	0.010753	0.061568	0.116922946	0.174268475
31	0.31	-39.2000	0.146377	0.048305	0.029351	0.042274	0.015351	0.011547	0.069172	0.129117639	0.180750592
32	0.32	-29.4000	0.156594	0.060589	0.029254	0.045224	0.019255	0.011509	0.075988	0.143592363	0.189460409
33	0.33	-19.6000	0.167035	0.069934	0.026374	0.048240	0.022225	0.010376	0.080840	0.156961455	0.199549922
34	0.34	-9.8000	0.176553	0.074896	0.020647	0.050989	0.023802	0.008123	0.082913	0.168247792	0.210063738
35	0.35	0.0000	0.184030	0.074489	0.012558	0.053148	0.023673	0.004940	0.081761	0.17598213	0.219925467
36	0.36	9.8000	0.188396	0.068234	0.002988	0.054409	0.021685	0.001175	0.077269	0.17887069	0.227935335
37	0.37	19.6000	0.188645	0.056147	-0.007000	0.054481	0.017844	-0.002754	0.069570	0.175862399	0.232781055
38	0.38	29.4000	0.183852	0.038707	-0.016383	0.053096	0.012301	-0.006445	0.058952	0.166199136	0.233062939
39	0.39	39.2000	0.173187	0.016776	-0.024367	0.050016	0.005331	-0.009586	0.045762	0.149440532	0.227332912
40	0.40	49.0000	0.155926	-0.008499	-0.030515	0.045031	-0.002701	-0.012005	0.030326	0.12545877	0.214145532
41	0.41	24.5000	0.131462	-0.035796	-0.034787	0.037966	-0.011376	-0.013685	0.012905	0.094403696	0.192117661
42	0.42	0.0000	0.102723	-0.060447	-0.034269	0.029666	-0.019210	-0.013482	0.003025	0.060040346	0.163438642
43	0.43	13.0667	0.072669	-0.078363	-0.027286	0.020987	-0.024904	-0.010734	0.014651	0.026202335	0.130512037
44	0.44	26.1333	0.040510	-0.089920	-0.017127	0.011699	-0.028577	-0.006738	0.023615	0.007053162	0.092220502
45	0.45	39.2000	0.005503	-0.095867	-0.007316	0.001589	-0.030498	-0.002878	0.031787	0.003979507	0.047693009
46	0.46	31.3600	-0.033041	-0.097719	-0.000914	-0.009542	-0.031055	-0.000360	0.040957	0.072362532	0.003680846
47	0.47	23.5200	-0.073666	-0.094626	-0.001982	-0.021275	-0.030072	0.000780	0.050567	0.103318548	0.060156275
48	0.48	15.6800	-0.114901	-0.086567	0.001955	-0.033183	-0.027511	0.000769	0.059925	0.131612073	0.119745332
49	0.49	7.8400	-0.155283	-0.073819	0.000079	-0.044846	-0.023460	0.000031	0.068274	0.156514374	0.180271754
50	0.50	0.0000	-0.193382	-0.057009	-0.002340	-0.055849	-0.018118	-0.000921	0.074887	0.177548956	0.239442248
51	0.51	-7.8400	-0.227825	-0.037036	-0.004043	-0.065796	-0.011770	-0.001590	0.079156	0.194401381	0.294927356
52	0.52	-15.6800	-0.257315	-0.014975	-0.004044	-0.074312	-0.004759	-0.001591	0.080663	0.206830961	0.344444745
53	0.53	-23.5200	-0.280652	0.008018	-0.001796	-0.081052	0.002548	-0.000706	0.079211	0.214598621	0.385838354
54	0.54	-31.3600	-0.296756	0.030806	0.002762	-0.085703	0.009790	0.001086	0.074826	0.217420065	0.417148168
55	0.55	-39.2000	-0.304675	0.052360	0.009241	-0.087990	0.016640	0.003635	0.067715	0.214947502	0.436667077
56	0.56	-47.0400	-0.303605	0.071828	0.016932	-0.087681	0.022827	0.006661	0.058193	0.206777657	0.442983043
57	0.57	-54.8800	-0.292900	0.088592	0.024975	-0.084589	0.028155	0.009825	0.046610	0.192479644	0.435006392
58	0.58	-62.7200	-0.272079	0.102296	0.032540	-0.078577	0.032510	0.012801	0.033266	0.171633985	0.411983251
59	0.59	-70.5600	-0.240836	0.112855	0.038979	-0.069553	0.035865	0.015334	0.018354	0.14387378	0.37349692
60	0.60	-78.4000	-0.199035	0.120437	0.043933	-0.057481	0.038275	0.017283	0.001923	0.108920489	0.319459248
61	0.61	-64.6800	-0.146718	0.125434	0.047367	-0.042372	0.039863	0.018634	0.016125	0.066609422	0.250094084
62	0.62	-50.9600	-0.086241	0.126340	0.047502	-0.024906	0.040151	0.018687	0.033932	0.019038514	0.168080882
63	0.63	-37.2400	-0.020061	0.122091	0.043389	-0.005794	0.038800	0.017069	0.050076	0.031611188	0.076377016
64	0.64	-23.5200	0.049300	0.112115	0.034993	0.014238	0.035630	0.013766	0.063635	0.083108573	0.021823661
65	0.65	-9.8000	0.119303	0.096339	0.023100	0.034455	0.030617	0.009087	0.074159	0.133233163	0.123139708
66	0.66	-7.8400	0.187427	0.075153	0.009071	0.054129	0.023884	0.003568	0.081581	0.179854202	0.224058646
67	0.67	-5.8800	0.252388	0.050471	-0.004368	0.072890	0.016040	-0.001719	0.087211	0.222179032	0.322183198
68	0.68	-3.9200	0.312965	0.024333	-0.014910	0.090384	0.007733	-0.005866	0.092252	0.259636065	0.41513116
69	0.69	-1.9600	0.368028	-0.001269	-0.021059	0.106286	-0.000403	-0.008284	0.097599	0.291909465	0.500609717
70	0.70	0.0000	0.416550	-0.024546	-0.022322	0.120300	-0.007801	-0.008782	0.103717	0.318929383	0.576492297
71	0.71	9.8000	0.457625	-0.044032	-0.019194	0.132162	-0.013993	-0.007551	0.110618	0.340818913	0.640893966
72	0.72	-19.6000	0.491650	-0.057550	-0.011839	0.141988	-0.018289	-0.004658	0.119041	0.358973201	0.693421716
73	0.73	-29.4000	0.519130	-0.063565	-0.001207	0.149925	-0.020201	-0.000475	0.129249	0.374768487	0.73405782
74	0.74	-39.2000	0.540673	-0.061260	0.011234	0.156146	-0.019468	0.004419	0.141097	0.389451273	0.76319266
75	0.75	-49.0000	0.556976	-0.050537	0.023838	0.160855	-0.016061	0.009378	0.154172	0.404038329	0.781633422
76	0.76	-21.5600	0.568812	-0.031972	0.035112	0.164273	-0.010161	0.013813	0.167925	0.419244273	0.790586342
77	0.77	5.8799	0.573318	-0.010289							

79	0.79	60.7599	0.549715	0.024530	0.023674	0.158758	0.007796	0.009314	0.175867	0.4343901	0.739939
80	0.80	88.2000	0.516828	0.030210	0.001636	0.149260	0.009601	0.000644	0.159504	0.4171743	0.69138
81	0.81	70.5600	0.467131	0.024584	-0.026561	0.134907	0.007813	-0.010449	0.132271	0.3830244	0.62433
82	0.82	52.9200	0.403404	0.010689	-0.053192	0.116503	0.003397	-0.020926	0.098974	0.3335636	0.541767
83	0.83	35.2800	0.328625	-0.008026	-0.071698	0.094907	-0.002551	-0.028206	0.064150	0.2710662	0.446687
84	0.84	17.6400	0.245913	-0.028005	-0.077804	0.071020	-0.008900	-0.030608	0.031512	0.1985609	0.342096
85	0.85	0.0001	0.158479	-0.045876	-0.070078	0.054769	-0.014579	-0.027569	0.003620	0.1197953	0.231027
86	0.86	-17.6399	0.069566	-0.058703	-0.049881	0.020091	-0.018656	-0.019623	0.018188	0.0390616	0.116574
87	0.87	-35.2800	-0.017595	-0.064180	-0.020793	-0.005081	-0.020396	-0.008180	0.033658	0.0390888	0.001938
88	0.88	-52.9200	-0.099846	-0.060766	0.012313	-0.028835	-0.019311	0.004844	0.043303	0.1101905	0.109528
89	0.89	-70.5600	-0.174150	-0.047744	0.044348	-0.050294	-0.015173	0.017447	0.048021	0.1702117	0.214303
90	0.90	-88.2000	-0.237638	-0.025213	0.071000	-0.068630	-0.008013	0.027931	0.048711	0.2158442	0.3087
91	0.91	-68.6000	-0.287655	0.005985	0.089464	-0.083075	0.001902	0.035195	0.045978	0.2446941	0.38892
92	0.92	-49.0000	-0.325503	0.040814	0.095296	-0.094005	0.012971	0.037489	0.043545	0.2590365	0.454874
93	0.93	-29.4000	-0.352664	0.074354	0.086956	-0.101849	0.023630	0.034209	0.044011	0.2619871	0.506591
94	0.94	-9.8000	-0.370777	0.102176	0.065776	-0.107080	0.032472	0.025876	0.048733	0.2572913	0.54435
95	0.95	9.8000	-0.381609	0.120657	0.035379	-0.110209	0.038345	0.013918	0.057946	0.2490035	0.568798
96	0.96	5.8600	-0.387023	0.127200	0.000740	-0.111772	0.040424	0.000291	0.071057	0.241111	0.581069
97	0.97	1.9600	-0.386610	0.122613	-0.030701	-0.111653	0.038966	-0.012078	0.084765	0.2348359	0.580492
98	0.98	-1.9600	-0.380063	0.108521	-0.052949	-0.109762	0.034488	-0.020830	0.096104	0.2307138	0.566969
99	0.99	-5.8800	-0.367177	0.087171	-0.062431	-0.106041	0.027703	-0.024561	0.102898	0.228436	0.540953
100	1.00	-9.8000	-0.347855	0.061200	-0.058408	-0.100460	0.019450	-0.022978	0.103989	0.2268532	0.503384
101	1.01	-1.9600	-0.322106	0.033406	-0.042794	-0.093024	0.010616	-0.016835	0.099243	0.2241374	0.455578
102	1.02	5.8800	-0.291215	0.005374	-0.020603	-0.084103	0.001708	-0.008105	0.090500	0.2192289	0.400261
103	1.03	13.7200	-0.256532	-0.021417	0.002461	-0.074086	-0.006806	0.000968	0.079925	0.2109936	0.340252
104	1.04	21.5600	-0.219452	-0.045701	0.021168	-0.063378	-0.014524	0.008328	0.069574	0.1985593	0.278306
105	1.05	29.4000	-0.181394	-0.066515	0.031709	-0.052387	-0.021138	0.012474	0.061051	0.1815807	0.216997
106	1.06	11.7600	-0.143772	-0.083242	0.032253	-0.041521	-0.026454	0.012688	0.055287	0.1603931	0.158626
107	1.07	-5.8799	-0.105444	-0.093195	0.025487	-0.030452	-0.029618	0.010026	0.050043	0.1335131	0.102612
108	1.08	-23.5199	-0.065295	-0.094433	0.015184	-0.018857	-0.030011	0.005973	0.042895	0.1001192	0.048024
109	1.09	-41.1600	-0.022253	-0.085857	0.005369	-0.006427	-0.027285	0.002112	0.031600	0.0598926	0.006377
110	1.10	-58.8000	0.024692	-0.067232	-0.000480	0.007131	-0.021366	-0.000189	0.014424	0.0128342	0.062084
111	1.11	-35.2800	0.076474	-0.039135	-0.000031	0.022086	-0.012437	-0.000012	0.009636	0.0409032	0.120753
112	1.12	-11.7600	0.129845	-0.006796	0.003703	0.037499	-0.002160	0.001457	0.036796	0.0970612	0.179993
113	1.13	11.7600	0.181573	0.024635	0.007423	0.052438	0.007829	0.002920	0.063188	0.1515069	0.237379
114	1.14	35.2800	0.228496	0.050491	0.008201	0.065930	0.016046	0.003228	0.085262	0.2002943	0.290398
115	1.15	58.8000	0.267568	0.066914	0.004001	0.077274	0.021265	0.001574	0.100113	0.2397293	0.336413
116	1.16	29.4001	0.295913	0.071101	-0.006038	0.085460	0.022596	-0.002375	0.105680	0.2664472	0.372639
117	1.17	0.0001	0.316126	0.066517	-0.016574	0.091297	0.021139	-0.006520	0.105916	0.2827474	0.401469
118	1.18	-29.3998	0.330899	0.057046	-0.022770	0.095564	0.018129	-0.008958	0.104735	0.2913384	0.425226
119	1.19	-58.7997	0.342983	0.046647	-0.021161	0.099053	0.014824	-0.008325	0.105553	0.2953629	0.44619
120	1.20	-88.1997	0.355133	0.039038	-0.010155	0.102563	0.012406	-0.003995	0.110974	0.2983411	0.466641
121	1.21	-52.9204	0.370073	0.037422	0.009872	0.106877	0.011893	0.003883	0.122653	0.3040275	0.488906
122	1.22	-17.6400	0.384016	0.038061	0.030762	0.110904	0.012096	0.012102	0.135101	0.3097928	0.508911
123	1.23	17.6400	0.393240	0.037337	0.045113	0.113568	0.011866	0.017748	0.143181	0.3129204	0.522664
124	1.24	52.9200	0.394150	0.032029	0.047599	0.113831	0.010179	0.018725	0.142735	0.3104423	0.526304
125	1.25	88.2000	0.383332	0.019533	0.035749	0.110706	0.006208	0.014064	0.130978	0.299088	0.516132
126	1.26	60.7600	0.357607	-0.001980	0.010102	0.103277	-0.000629	0.003974	0.106622	0.275363	0.488626
127	1.27	33.3200	0.320315	-0.027458	-0.020320	0.092507	-0.008726	-0.007994	0.075787	0.2419528	0.446748
128	1.28	5.8800	0.274942	-0.051941	-0.046599	0.079403	-0.016507	-0.018332	0.044564	0.2016423	0.393693
129	1.29	-21.5600	0.225059	-0.070938	-0.061608	0.064997	-0.022544	-0.024237	0.018217	0.1575221	0.332864
130	1.30	-49.0000	0.174270	-0.080752	-0.061167	0.050329	-0.025863	-0.024063	0.000603	0.1130899	0.267858
131	1.31	-41.1600	0.126145	-0.078703	-0.044507	0.036431	-0.025012	-0.017509	0.006090	0.0722148	0.20245
132	1.32	-33.3200	0.080658	-0.066651	-0.017363	0.023294	-0.021182	-0.006830	0.004718	0.0354737	0.137044
133	1.33	-25.4800	0.037742	-0.047096	0.013180	0.010900	-0.014967	0.005185	0.001118	0.0034528	0.072171
134	1.34	-17.6400	-0.002710	-0.022932	0.040186	-0.000783	-0.007288	0.015809	0.007739	0.0235214	0.008485
135	1.35	-9.8000	-0.040848	0.002814	0.058171	-0.011797	0.000894	0.022884	0.011982	0.0455933	0.053271
136	1.36	-1.9600	-0.076854	0.027230	0.063985	-0.022195	0.008654	0.025172	0.011630	0.0634851	0.112307
137	1.37	5.8800	-0.110945	0.047740	0.057151	-0.032041	0.015172	0.022483	0.005614	0.0784752	0.167855
138	1.38	13.7200	-0.143366	0.062284	0.039650	-0.041404	0.019794	0.015598	0.006012	0.0922565	0.219255
139	1.39	21.5600	-0.174386	0.069435	0.015274	-0.050363	0.022067	0.006009	0.022287	0.1067052	0.266037
140	1.40	29.4000	-0.204294	0.068464	-0.011305	-0.059000	0.021758	-0.004447	0.041689	0.1236074	0.307999
141	1.41	16.6600	-0.233392	0.059342	-0.035519	-0.067404	0.018859	-0.013973	0.062518	0.1443979	0.345261
142	1.42	3.9200	-0.259948	0.044660	-0.051821	-0.075073	0.014193	-0.020387	0.081267	0.1679211	0.37622
143	1.43	-8.8200	-0.282295	0.027244	-0.056797	-0.081527	0.008658	-0.022344	0.095213	0.1924074	0.399592
144	1.44	-21.5599	-0.298853	0.009909	-0.049568	-0.086309	0.003149	-0.019500	0.102660	0.2155037	0.414364
145	1.45	-34.2999	-0.308160	-0.004758	-0.031682	-0.088997	-0.001512	-0.012464	0.102972	0.234429	0.419734
146	1.46	-47.0399	-0.308891	-0.014589	-0.006537	-0.089208	-0.004636	-0.002572	0.096416	0.2462286	0.415024
147	1.47	-59.7799	-0.299877	-0.017968	0.021465	-0.086604	-0.005710	0.008444	0.083871	0.2480767	0.399595
148	1.48	-72.5200	-0.280125	-0.013920	0.047875	-0.080900	-0.004424	0.018834	0.066490	0.2375771	0.372782
149	1.49	-85.2600	-0.248830	-0.002131	0.069047	-0.071862	-0.000677	0.027163	0.045376	0.213007	0.333843
150	1.50	-98.0000	-0.205387	0.017074	0.082742	-0.059316	0.005426	0.032551	0.021339	0.1734689	0.281955
151	1.51	-68.6000	-0.149398	0.042813	0.088396	-0.043146	0.013606	0.034775	0.005235	0.1189291	0.216235
152	1.52	-39.2000	-0.084861	0.069710	0.083061	-0.024508	0.022154	0.032676	0.030322	0.0543188	0.140036
153	1.53	-9.8000	-0.015865	0.092726	0.066214	-0.004582	0.029468	0.026049	0.050935	0.0148944	0.056825
154	1.54	19.6000	0.053481	0.107530	0.039581	0.015445	0.034173	0.015571	0.065189	0.0829824	0.029742
155	1.55	49.0000	0.119115	0.110783	0.006557	0.034400	0.035207	0.002579	0.072186	0.1442968	0.115752
156	1.56	27.4401	0.177088	0.100324	-0.028628	0.051143	0.031883	-0.011262	0.071764	0.1936254	0.197001
157	1.57	5.8801	0.228691	0.080141	-0.056998	0.066046	0.025469	-0.022423	0.069092	0.2315583	0.274107
158	1.58	-15.6798	0.275302	0.054672	-0.071883	0.079507	0.017375	-0.028279	0.068603	0.2595682	0.347479
159	1.59	-37.2398	0.318363	0.028419	-0.069931	0.091943	0.009031	-0.027511	0.073464	0.2800683	0.41738
160	1.60</										

163	1.63	-17.6400	0.470904	-0.023745	0.048567	0.135997	-C 007546	0.019106	0.147557	0.3433312	0.654547
164	1.64	-3.9200	0.497808	-0.023954	0.069327	0.143767	-0.076713	0.027273	0.163428	0.3588336	0.692561
165	1.65	9.8000	0.516600	-0.021879	0.074927	0.149194	-0.006953	0.029476	0.171717	0.3730341	0.717625
166	1.66	-3.9200	0.525713	-0.019183	0.064708	0.151826	-0.06096	0.025456	0.171186	0.3840833	0.728271
167	1.67	-17.6399	0.526484	-0.014810	0.043690	0.152049	-0.004706	0.017188	0.164530	0.3922294	0.726181
168	1.68	-31.3599	0.520371	-0.007921	0.018383	0.150283	-0.002517	0.007232	0.154998	0.3973234	0.713384
169	1.69	-45.0799	0.508926	0.002055	-0.004620	0.146978	0.000653	-0.001817	0.145814	0.3991404	0.692155
170	1.70	-58.7998	0.493767	0.015404	-0.019902	0.142600	0.004895	-0.007830	0.139666	0.3976757	0.664914
171	1.71	-47.6935	0.476554	0.032121	-0.024129	0.137629	0.010208	-0.009492	0.138344	0.3933559	0.634125
172	1.72	-36.5868	0.456491	0.049550	-0.018786	0.131835	0.015747	-0.007390	0.140191	0.3846742	0.599739
173	1.73	-25.4800	0.432841	0.065193	-0.007014	0.125004	0.020718	-0.002759	0.142963	0.3706713	0.561617
174	1.74	-14.3734	0.404932	0.076889	0.007174	0.116944	0.024435	0.002822	0.144202	0.3508297	0.519513
175	1.75	-3.2667	0.372174	0.082964	0.019759	0.107484	0.026366	0.007773	0.141623	0.3282271	0.473086
176	1.76	7.8400	0.334061	0.082318	0.027476	0.096477	0.026161	0.010809	0.133447	0.2928895	0.421912
177	1.77	18.9466	0.290184	0.074471	0.028355	0.083805	0.023667	0.011155	0.118627	0.2546771	0.365515
178	1.78	30.0533	0.240231	0.059549	0.021949	0.069379	0.018925	0.008635	0.096938	0.2102238	0.303391
179	1.79	41.1599	0.133995	0.038226	0.009249	0.053138	0.012148	0.003638	0.068924	0.1594348	0.235033
180	1.80	52.2666	0.121374	0.011630	-0.007669	0.035053	0.003696	-0.003017	0.035732	0.1022323	0.159952
181	1.81	63.3732	0.052373	-0.018786	-0.026158	0.015125	-0.005970	-0.010291	0.001136	0.0386298	0.0777
182	1.82	74.4799	-0.022899	-0.051384	-0.043571	-0.006613	-0.016330	-0.017141	0.040084	0.0311888	0.012104
183	1.83	85.5866	-0.104232	-0.084481	-0.057761	-0.030102	-0.026848	-0.022723	0.079674	0.10681	0.109757
184	1.84	96.6932	-0.191320	-0.116492	-0.067438	-0.055253	-0.037021	-0.026530	0.118805	0.1755691	0.215433
185	1.85	107.7999	-0.283766	-0.146042	-0.072316	-0.081952	-0.046412	-0.028449	0.156813	0.2825716	0.329155
186	1.86	64.6800	-0.381089	-0.172059	-0.073053	-0.110058	-0.054680	-0.028739	0.193478	0.3607594	0.450764
187	1.87	21.5600	-0.477347	-0.188631	-0.065905	-0.137858	-0.059947	-0.025927	0.223732	0.4456348	0.574441
188	1.88	-21.5600	-0.566694	-0.191059	-0.049049	-0.163661	-0.060719	-0.019296	0.243676	0.5208581	0.694095
189	1.89	-64.6800	-0.643469	-0.176138	-0.022716	-0.185834	-0.055977	-0.008937	0.250747	0.5804182	0.80339
190	1.90	-107.8000	-0.702291	-0.142286	0.011085	-0.202822	-0.045218	0.004361	0.243679	0.6188391	0.895787
191	1.91	-82.3201	-0.738140	-0.089541	0.049151	-0.213175	-0.028456	0.019336	0.222295	0.6313946	0.964629
192	1.92	-56.8401	-0.753257	-0.026020	0.081351	-0.217541	-0.008269	0.032004	0.193806	0.6210929	1.010151
193	1.93	-31.3602	-0.750189	0.039959	0.099810	-0.216655	0.012899	0.039265	0.164691	0.591868	1.032784
194	1.94	-5.8802	-0.731752	0.100542	0.100153	-0.211330	0.031952	0.039400	0.139978	0.5485441	1.033305
195	1.95	19.5997	-0.700977	0.148930	0.081947	-0.202442	0.047330	0.032238	0.122874	0.4966317	1.012991
196	1.96	45.0796	-0.661057	0.179826	0.048338	-0.190913	0.057149	0.019016	0.114748	0.4419759	0.973754
197	1.97	70.5596	-0.615295	0.189734	0.005051	-0.177697	0.060298	0.001987	0.115413	0.3903115	0.918265
198	1.98	96.0395	-0.567048	0.177098	-0.040992	-0.163763	0.056282	-0.016126	0.123608	0.3467981	0.850009
199	1.99	121.5197	-0.519670	0.142261	-0.083119	-0.150081	0.045211	-0.032699	0.137569	0.3156156	0.773295
200	2.00	147.0000	-0.476457	0.087296	-0.116158	-0.137601	0.027743	-0.045696	0.155554	0.2996847	0.693173
201	2.01	107.8000	-0.440596	0.015697	-0.137244	-0.127244	0.004988	-0.053992	0.176247	0.300558	0.615288
202	2.02	68.6000	-0.408685	-0.061795	-0.140008	-0.118028	-0.019638	-0.055079	0.192746	0.3120865	0.539166
203	2.03	29.4400	-0.377303	-0.134827	-0.122283	-0.108965	-0.042848	-0.048106	0.199919	0.3272015	0.464396
204	2.04	-9.8000	-0.343061	-0.194223	-0.086047	-0.099076	-0.061724	-0.033851	0.194651	0.338351	0.39037
205	2.05	-49.0000	-0.302663	-0.232616	-0.036579	-0.087409	-0.073925	-0.014390	0.175725	0.3380634	0.31604
206	2.06	-88.2000	-0.252954	-0.244881	0.018916	-0.073053	-0.077823	0.007442	0.143435	0.3195553	0.239724
207	2.07	-127.4000	-0.190973	-0.228364	0.072897	-0.055153	-0.072574	0.028677	0.099050	0.2772902	0.158971
208	2.08	-166.6000	-0.113998	-0.182898	0.118956	-0.032923	-0.058125	0.046797	0.044250	0.2074031	0.07054
209	2.09	-205.8000	-0.019587	-0.110610	0.152917	-0.005657	-0.035152	0.060158	0.019349	0.1079271	0.029543
210	2.10	-245.0000	0.094384	-0.015581	0.173374	0.027258	-0.004952	0.068205	0.090512	0.0212049	0.145812
211	2.11	-198.9401	0.229693	0.096641	0.181650	0.066335	0.030712	0.071461	0.168509	0.1783766	0.283121
212	2.12	-152.8802	0.379272	0.211403	0.173193	0.109534	0.067184	0.068134	0.244852	0.3522348	0.437768
213	2.13	-106.8203	0.535911	0.315019	0.147145	0.154771	0.100113	0.057887	0.312771	0.5308188	0.605674
214	2.14	-60.7604	0.692377	0.395772	0.106095	0.199958	0.125776	0.041738	0.367473	0.7022004	0.782109
215	2.15	-14.7005	0.841531	0.444682	0.055198	0.243034	0.141320	0.021715	0.406069	0.8551728	0.961465
216	2.16	31.3593	0.976447	0.455998	0.000902	0.281998	0.144916	0.000355	0.427269	0.9799054	1.137138
217	2.17	77.4192	1.090520	0.427397	-0.050422	0.314942	0.135827	-0.019836	0.430933	1.068481	1.301505
218	2.18	123.4802	1.177571	0.359891	-0.093886	0.340082	0.114373	-0.036856	0.417600	1.115246	1.446031
219	2.19	169.5401	1.231942	0.257483	-0.125905	0.355785	0.081828	-0.049531	0.388082	1.1169335	1.561499
220	2.20	215.6000	1.248586	0.126615	-0.146537	0.360592	0.040238	-0.057648	0.343182	1.0725505	1.638334
221	2.21	137.2000	1.223135	-0.024538	-0.157302	0.353241	-0.007798	-0.061883	0.283560	0.983056	1.66702
222	2.22	58.8000	1.164336	-0.174898	-0.149861	0.336260	-0.055833	-0.058955	0.221722	0.8632101	1.651057
223	2.23	-19.6000	1.081369	-0.305128	-0.120279	0.312299	-0.096970	-0.047318	0.168012	0.7284196	1.595002
224	2.24	-98.0000	0.983692	-0.399018	-0.069275	0.284090	-0.126808	-0.027253	0.130030	0.5940167	1.504631
225	2.25	-176.4000	0.880885	-0.444520	-0.001567	0.254400	-0.141268	-0.000617	0.112515	0.47447	1.3882
226	2.26	-86.2400	0.782487	-0.434362	0.075476	0.225982	-0.138040	0.029692	0.117634	0.3826146	1.254576
227	2.27	3.9200	0.681096	-0.382434	0.137631	0.196700	-0.121538	0.054144	0.129307	0.3123012	1.09827
228	2.28	94.0800	0.569453	-0.304818	0.166229	0.164456	-0.096871	0.065394	0.132981	0.2550012	0.91506
229	2.29	184.2400	0.440561	-0.218344	0.151089	0.127234	-0.069390	0.059438	0.117283	0.1998309	0.701918
230	2.30	274.4000	0.287795	-0.139203	0.091501	0.083115	-0.044239	0.035996	0.074873	0.1340483	0.456631
231	2.31	217.5602	0.105004	-0.081716	-0.004706	0.030325	-0.025969	-0.001851	0.002505	0.043963	0.177567
232	2.32	160.7203	-0.098784	-0.043242	-0.109735	-0.028529	-0.013742	-0.043170	0.085441	0.0693234	0.122988
233	2.33	103.8804	-0.314312	-0.019848	-0.197238	-0.090773	-0.006308	-0.077593	0.174674	0.2035382	0.431378
234	2.34	47.0405	-0.532253	-0.066724	-0.247161	-0.153715	-0.002137	-0.097233	0.253085	0.3542975	0.737398
235	2.35	-9.7993	-0.743355	0.001371	-0.248862	-0.214681	0.000436	-0.097902	0.312148	0.5146356	1.028515
236	2.36	-65.6392	-0.938600	0.009653	-0.202073	-0.271068	0.003068	-0.079496	0.347495	0.6750861	1.295135
237	2.37	-123.4791	-1.109344	0.022913	-0.115787	-0.320379	0.007282	-0.045550	0.358647	0.8242805	1.528064
238	2.38	-180.3189	-1.247456	0.045165	-0.005504	-0.360265	0.014354	-0.002165	0.348077	0.9499338	1.718874
239	2.39	-237.1588	-1.345442	0.079394	0.110449	-0.388564	0.025232	0.043450	0.319882	1.0400197	1.859746
240	2.40	-293.9987	-1.396563	0.127403	0.214724	-0.403327	0.040489	0.084473	0.278366	1.0839214	1.943326
241	2.41	-227.3616	-1.394934	0.189760	0.294151	-0.402857	0.060306	0.115719	0.226832	1.0733597	1.962646
242	2.42	-160.7216	-1.347878	0.254003	0.330112	-0.389267	0.080722	0.129866	0.178679	1.0151936	1.923545
243	2.43	-94.0816	-1.263370	0.308510	0.314358	-0.364861	0.098044	0.123668	0.143148	0.9190732	1.83247
244	2.44	-27.4400	-1.149894	0.343352							

247	2.47	172.4800	-0.725109	0.267980	-0.099269	-0.209412	0.085164	-0.039052	0.163300	0.411424	1.107402
248	2.48	239.1201	-0.585688	0.176435	-0.206248	-0.169147	0.056071	-0.081138	0.194214	0.318812	0.885257
249	2.49	305.7600	-0.462214	0.055283	-0.284507	-0.133487	0.017569	-0.111925	0.227844	0.260271	0.670536
250	2.50	372.4000	-0.363127	-0.089952	-0.328668	-0.104871	-0.028587	-0.129298	0.262756	0.2411343	0.476747
251	2.51	239.1200	-0.296360	-0.252284	-0.340445	-0.085589	-0.080176	-0.133931	0.299695	0.2113949	0.317761
252	2.52	105.8400	-0.249351	-0.404736	-0.308657	-0.072013	-0.128625	-0.121426	0.322064	0.3084261	0.187203
253	2.53	-27.4400	-0.209375	-0.523261	-0.231675	-0.060467	-0.166292	-0.091141	0.317901	0.3540006	0.077822
254	2.54	-160.7201	-0.163753	-0.588400	-0.116654	-0.047292	-0.166994	-0.045892	0.280177	0.3794508	0.018972
255	2.55	-294.0001	-0.100063	-0.586463	0.022813	-0.028899	-0.186378	0.008975	0.206302	0.3650017	0.11347
256	2.56	-192.0800	-0.006337	-0.510142	0.170008	-0.001830	-0.162123	0.066881	0.097072	0.2934828	0.217856
257	2.57	-90.1600	0.105378	-0.381171	0.286422	0.030433	-0.121136	0.112678	0.021976	0.174722	0.322561
258	2.58	11.7600	0.222894	-0.223708	0.343735	0.064372	-0.071094	0.135225	0.128503	0.0224613	0.419478
259	2.59	113.6800	0.334085	-0.062242	0.328061	0.096484	-0.019781	0.129059	0.205762	0.1457059	0.501605
260	2.60	215.6000	0.427082	0.080373	0.240969	0.123341	0.025542	0.094797	0.243681	0.3091642	0.562552
261	2.61	-78.4000	0.490469	0.184589	0.097447	0.141647	0.058662	0.038336	0.238646	0.4457551	0.595962
262	2.62	-372.4000	0.552797	0.273464	-0.041093	0.159648	0.086907	-0.016166	0.230389	0.572877	0.634733
263	2.63	-271.1341	0.642270	0.369432	-0.121091	0.185488	0.117405	-0.047637	0.255256	0.7093936	0.711071
264	2.64	-169.8683	0.747014	0.454626	-0.143455	0.215738	0.144480	-0.056435	0.303782	0.8377164	0.816309
265	2.65	-68.6024	0.855054	0.513453	-0.119965	0.246940	0.163175	-0.047194	0.362921	0.9440873	0.940017
266	2.66	-158.7579	0.954516	0.533643	-0.069804	0.275664	0.169592	-0.027461	0.417795	1.0183377	1.07004
267	2.67	-248.9179	1.052838	0.525333	0.002991	0.304060	0.166951	0.001177	0.472187	1.0721741	1.211968
268	2.68	-339.0779	1.157382	0.500105	0.090526	0.334252	0.158933	0.035613	0.528798	1.1189346	1.370442
269	2.69	-429.2400	1.275314	0.469955	0.182991	0.368311	0.149352	0.071989	0.589651	1.1725003	1.54954
270	2.70	-519.4000	1.413487	0.446312	0.270739	0.408215	0.141838	0.106509	0.656562	1.2461959	1.753169
271	2.71	-176.4000	1.578338	0.439183	0.346105	0.455824	0.139572	0.136158	0.731554	1.3518229	1.985387
272	2.72	166.6000	1.732743	0.414881	0.363762	0.500416	0.131849	0.143104	0.775369	1.4560337	2.207107
273	2.73	509.6001	1.840224	0.343757	0.294464	0.531457	0.109246	0.115842	0.756545	1.5237506	2.379403
274	2.74	254.8000	1.865543	0.202217	0.128804	0.538769	0.064265	0.050671	0.653705	1.5186187	2.46368
275	2.75	0.0000	1.834651	0.031509	-0.066802	0.529847	0.010014	-0.026280	0.513581	1.4634292	2.4819
276	2.76	-254.8000	1.774093	-0.128102	-0.227703	0.512358	-0.040711	-0.089578	0.362069	1.381421	2.457134
277	2.77	-203.3500	1.710557	-0.240429	-0.303124	0.494009	-0.076408	-0.119249	0.298352	1.2975879	2.413527
278	2.78	-151.9000	1.640010	-0.305306	-0.293171	0.473635	-0.097026	-0.115333	0.261275	1.2088919	2.34551
279	2.79	-100.4500	1.558587	-0.326328	-0.214191	0.450120	-0.103707	-0.084263	0.262150	1.114833	2.248334
280	2.80	-49.0000	1.462647	-0.310264	-0.093835	0.422413	-0.098602	-0.036915	0.286896	1.0164969	2.118214
281	2.81	-112.7000	1.348839	-0.266274	0.035480	0.389545	-0.084622	0.013958	0.318880	0.9152823	1.952473
282	2.82	-176.4000	1.225583	-0.193939	0.154141	0.353948	-0.061634	0.060639	0.352954	0.8230448	1.761203
283	2.83	-52.2667	1.101350	-0.095109	0.246770	0.318070	-0.030226	0.097079	0.384923	0.7494909	1.555784
284	2.84	71.8667	0.965855	0.008384	0.286943	0.278939	0.002664	0.112883	0.394487	0.6829859	1.32983
285	2.85	196.0000	0.809128	0.096078	0.261194	0.233676	0.030534	0.102754	0.366964	0.6094393	1.0776
286	2.86	94.0805	0.621674	0.150387	0.170119	0.195339	0.047793	0.068925	0.294257	0.5128637	0.793646
287	2.87	-7.8390	0.417086	0.179465	0.048018	0.120455	0.057034	0.018890	0.196379	0.3988764	0.495132
288	2.88	-109.7585	0.209063	0.192811	-0.068759	0.060377	0.061275	-0.027050	0.094603	0.2732895	0.198927
289	2.89	-211.6781	0.011182	0.200410	-0.148961	0.003229	0.063690	-0.058601	0.008318	0.1433788	0.078782
290	2.90	-313.5976	-0.163315	0.211904	-0.171813	-0.047165	0.067343	-0.067591	0.047413	0.0187051	0.32277
291	2.91	-225.4021	-0.301743	0.235864	-0.129792	-0.087143	0.074958	-0.051060	0.063246	0.0886798	0.518921
292	2.92	-137.2021	-0.411059	0.260936	-0.046514	-0.118714	0.082926	-0.018298	0.054087	0.1835201	0.673352
293	2.93	-49.0021	-0.498607	0.276583	0.049207	-0.143998	0.087898	0.019358	0.036741	0.259124	0.793375
294	2.94	39.1979	-0.571995	0.273851	0.129426	-0.165192	0.087030	0.050916	0.027246	0.3434719	0.887274
295	2.95	127.4000	-0.638965	0.245950	0.172290	-0.184533	0.078163	0.067779	0.038591	0.4251916	0.964062
296	2.96	86.9750	-0.707266	0.188615	0.165514	-0.204259	0.059942	0.065113	0.079204	0.5041848	1.033241
297	2.97	46.5500	-0.771746	0.112598	0.119783	-0.222880	0.035784	0.047123	0.139974	0.5790504	1.091691
298	2.98	6.1250	-0.827379	0.029271	0.051997	-0.238947	0.009302	0.020456	0.209188	0.6448016	1.136346
299	2.99	-34.3000	-0.869351	-0.050324	-0.018646	-0.251069	-0.015993	-0.007335	0.274397	0.6973683	1.164146
300	3.00	-74.7250	-0.893133	-0.116318	-0.074561	-0.257937	-0.036966	-0.029332	0.324235	0.7330465	1.172023
301	3.01	-115.1500	-0.894551	-0.160700	-0.102945	-0.258346	-0.051070	-0.040498	0.349915	0.7480621	1.156898
302	3.02	-155.5750	-0.869851	-0.177803	-0.097673	-0.251213	-0.056506	-0.038425	0.346144	0.7383597	1.115682
303	3.03	-196.0000	-0.815757	-0.164568	-0.059718	-0.235591	-0.052300	-0.023493	0.311383	0.699664	1.045267
304	3.04	-141.1200	-0.729514	-0.120572	-0.003838	-0.210684	-0.038318	0.001510	0.247491	0.6277883	0.942514
305	3.05	-86.2400	-0.618399	-0.057006	0.072837	-0.178594	-0.018116	0.028654	0.168056	0.5285468	0.813833
306	3.06	-31.3600	-0.490006	0.014283	0.128355	-0.141514	0.004539	0.050495	0.086480	0.4086314	0.665711
307	3.07	23.5200	-0.352111	0.081782	0.156157	-0.101690	0.025990	0.061432	0.014267	0.2759364	0.50474
308	3.08	78.4000	-0.212549	0.135193	0.148888	-0.061384	0.042964	0.058572	0.040153	0.1395996	0.337683
309	3.09	26.9500	-0.079082	0.166151	0.106693	-0.022839	0.052803	0.041973	0.071937	0.0097221	0.171559
310	3.10	-24.5000	0.051295	0.178937	0.046388	0.014814	0.056866	0.018249	0.089929	0.1137324	0.003061
311	3.11	-75.9500	0.181597	0.178930	-0.013657	0.052445	0.056864	-0.005373	0.103936	0.2309293	0.170769
312	3.12	-127.4000	0.314800	0.172087	-0.057184	0.090914	0.054689	-0.022496	0.123107	0.3428325	0.35246
313	3.13	-29.4008	0.453799	0.164434	-0.072909	0.131057	0.052257	-0.028683	0.154632	0.4516591	0.544094
314	3.14	68.5984	0.586502	0.147229	-0.070212	0.169382	0.046789	-0.027622	0.188550	0.5462231	0.732329
315	3.15	166.5977	0.701081	0.113181	-0.060927	0.202472	0.035969	-0.023969	0.214473	0.616877	0.903409
316	3.16	111.0680	0.786151	0.056910	-0.056811	0.227041	0.018086	-0.022349	0.222777	0.655191	1.043386
317	3.17	55.5347	0.846215	-0.010042	-0.052825	0.244387	-0.003191	-0.020781	0.220414	0.6689228	1.153011
318	3.18	0.0013	0.886126	-0.076206	-0.044472	0.255913	-0.024218	-0.017495	0.214200	0.6661814	1.236716
319	3.19	97.9977	0.911009	-0.131086	-0.028593	0.263099	-0.041659	-0.011248	0.210191	0.6551714	1.294828
320	3.20	196.3000	0.910903	-0.180658	-0.018305	0.263069	-0.057413	-0.007201	0.198454	0.6283679	1.316133
321	3.21	137.2000	0.876400	-0.230840	-0.024186	0.253104	-0.073361	-0.009515	0.170228	0.5792334	1.290203
322	3.22	78.4000	0.814346	-0.271975	-0.037752	0.235183	-0.086434	-0.014852	0.133898	0.5146367	1.222258
323	3.23	19.6000	0.731954	-0.295889	-0.050005	0.211388	-0.094034	-0.019672	0.097683	0.442088	1.119391
324	3.24	-39.2000	0.636675	-0.296419	-0.053212	0.183872	-0.094202	-0.020934	0.068736	0.3683492	0.989621
325	3.25	-98.0000	0.536079	-0.269736	-0.042229	0.154820	-0.085722	-0.016613	0.052485	0.2998241	0.841951
326	3.26	-70.5600	0.437724	-0.214469	-0.015192	0.126415	-0.068158	-0.005977	0.052280	0.2425834	0.686213
327	3.27	-43.1200	0.340466	-0.139890	0.018357	0.098327	-0.044				

331	3.31	66.6400	-0.060182	0.155953	0.056279	-0.017381	0.049562	0.022140	0.054321	0.0132026	0.144585
332	3.32	94.0800	-0.168574	0.188515	0.026363	-0.048684	0.059910	0.010371	0.021597	0.0479825	0.307873
333	3.33	121.5200	-0.282163	0.194566	-0.014087	-0.081489	0.061833	-0.005542	0.025198	0.1231946	0.467659
334	3.34	148.9600	-0.401749	0.173104	-0.058778	-0.116025	0.055012	-0.023123	0.084136	0.2151689	0.624222
335	3.35	176.4000	-0.528021	0.125379	-0.101315	-0.152492	0.039845	-0.039857	0.152504	0.325503	0.778638
336	3.36	76.4405	-0.661551	0.054613	-0.136432	-0.191056	0.017356	-0.053672	0.227372	0.4544628	0.932728
337	3.37	-23.5191	-0.790127	-0.022172	-0.148845	-0.228189	-0.007046	-0.058555	0.293791	0.5883292	1.076127
338	3.38	-123.4786	-0.901773	-0.088838	-0.129307	-0.260432	-0.028233	-0.050870	0.339534	0.7124237	1.198788
339	3.39	-223.4381	-0.984944	-0.131327	-0.075697	-0.284452	-0.041736	-0.029779	0.355967	0.811556	1.290809
340	3.40	-323.3977	-1.028710	-0.138610	0.007385	-0.297091	-0.044050	0.002905	0.336236	0.8707224	1.342251
341	3.41	-248.2685	-1.022926	-0.103316	0.110244	-0.295421	-0.032834	0.043370	0.284885	0.8759645	1.343012
342	3.42	-173.1351	-0.975788	-0.038834	0.203986	-0.281808	-0.012341	0.080248	0.213901	0.8325989	1.300356
343	3.43	-98.0018	-0.896061	0.040208	0.264700	-0.258782	0.012778	0.104133	0.141871	0.7482752	1.221497
344	3.44	-215.5972	-0.792935	0.119194	0.277449	-0.229000	0.037880	0.109148	0.081971	0.6332918	1.113688
345	3.45	-333.1972	-0.656714	0.203184	0.256297	-0.189659	0.064572	0.100627	0.024260	0.4813083	0.964977
346	3.46	-450.8000	-0.478371	0.296441	0.220180	-0.138153	0.094209	0.086619	0.042674	0.2881491	0.763732
347	3.47	-325.8500	-0.249681	0.402154	0.188754	-0.072108	0.127805	0.074256	0.129953	0.050967	0.498889
348	3.48	-200.9000	0.012548	0.498989	0.155683	0.003624	0.158579	0.061246	0.223448	0.2085473	0.184695
349	3.49	-75.9500	0.291176	0.568007	0.115654	0.084092	0.180513	0.045498	0.310102	0.4693261	0.163193
350	3.50	49.0000	0.569011	0.593974	0.065276	0.164330	0.188765	0.025680	0.378775	0.7115395	0.527599
351	3.51	-83.3000	0.829096	0.566270	0.003510	0.239443	0.179961	0.001381	0.420785	0.9171403	0.889859
352	3.52	-215.6000	1.080543	0.504055	-0.044119	0.312061	0.160189	-0.017356	0.454693	1.0958004	1.255832
353	3.53	-78.4000	1.332486	0.427694	-0.057647	0.384822	0.135921	-0.022678	0.498065	1.2592278	1.630566
354	3.54	58.8000	1.567159	0.331167	-0.051282	0.452596	0.105245	-0.020174	0.537666	1.3943636	1.991534
355	3.55	196.0000	1.767306	0.210526	-0.041419	0.510398	0.066905	-0.016294	0.561009	1.4901072	2.315894
356	3.56	105.8400	1.916457	0.064043	-0.043279	0.553473	0.020353	-0.017026	0.556800	1.5367295	2.581008
357	3.57	15.6800	2.021779	-0.086002	-0.046680	0.583890	-0.027331	-0.018364	0.538195	1.5478583	2.787828
358	3.58	-74.4800	2.091066	-0.218820	-0.042292	0.603900	-0.069541	-0.016638	0.517721	1.537116	2.938739
359	3.59	-164.6400	2.132602	-0.316639	-0.023318	0.615895	-0.100628	-0.009173	0.506095	1.517719	3.037917
360	3.60	-254.8000	2.155020	-0.365861	0.013502	0.622370	-0.116271	0.005312	0.511411	1.5020717	3.091563
361	3.61	-148.9605	2.167157	-0.357812	0.067660	0.625875	-0.113713	0.026617	0.538780	1.5013548	3.108009
362	3.62	-43.1210	2.158428	-0.307847	0.116909	0.623354	-0.097834	0.045992	0.571512	1.5057222	3.077976
363	3.63	62.7185	2.118727	-0.233409	0.142437	0.611888	-0.074178	0.056035	0.593746	1.5038092	2.993931
364	3.64	168.5580	2.038586	-0.152488	0.132061	0.588744	-0.048461	0.051953	0.592236	1.482768	2.849846
365	3.65	274.3975	1.909319	-0.082152	0.091893	0.551411	-0.026108	0.032181	0.557485	1.4286764	2.640874
366	3.66	160.7227	1.723158	-0.037274	-0.004275	0.497648	-0.011846	-0.001682	0.484121	1.3272938	2.362988
367	3.67	47.0427	1.495175	-0.008457	-0.095032	0.431807	-0.002688	-0.037386	0.391733	1.1868075	2.034628
368	3.68	-66.6373	1.240938	0.014217	-0.161937	0.358383	0.004518	-0.063706	0.299195	1.0167152	1.674574
369	3.69	-180.3173	0.976243	0.040362	-0.184205	0.281939	0.012827	-0.072466	0.222300	0.8285577	1.301542
370	3.70	-293.9974	0.716856	0.078554	-0.151886	0.207028	0.024965	-0.059752	0.172241	0.6381621	0.933987
371	3.71	-229.3215	0.478257	0.135734	-0.066539	0.138121	0.043136	-0.026176	0.155080	0.4553312	0.58996
372	3.72	-164.6400	0.257661	0.199665	0.043525	0.074412	0.063454	0.017123	0.154969	0.2853707	0.289116
373	3.73	-99.9600	0.052026	0.258551	0.148469	0.015025	0.082168	0.058408	0.155600	0.1259894	0.029524
374	3.74	-35.2800	-0.141897	0.301934	0.222788	-0.040980	0.095955	0.087645	0.142620	0.0237462	0.30752
375	3.75	29.4000	-0.327505	0.321411	0.249672	-0.094584	0.102144	0.098221	0.105782	0.1661556	0.566975
376	3.76	94.0800	-0.508293	0.311136	0.223231	-0.146795	0.098879	0.087819	0.039903	0.3052368	0.810531
377	3.77	158.7600	-0.687784	0.268077	0.148387	-0.198632	0.085195	0.058376	0.055061	0.4464693	1.041405
378	3.78	223.4401	-0.869481	0.192034	0.038726	-0.251106	0.061028	0.015235	0.174843	0.5962027	1.26345
379	3.79	288.1201	-1.056806	0.085424	-0.087069	-0.305206	0.027148	-0.034253	0.312311	0.7607903	1.481205
380	3.80	352.8000	-1.253043	-0.047112	-0.209342	-0.361879	-0.014972	-0.082355	0.459206	0.9456669	1.699904
381	3.81	241.0800	-1.461289	-0.199256	-0.311316	-0.422020	-0.063324	-0.122472	0.607816	1.1545695	1.925414
382	3.82	129.3600	-1.666879	-0.346708	-0.365317	-0.481395	-0.110184	-0.143716	0.735294	1.3715876	2.14635
383	3.83	17.6400	-1.855375	-0.467469	-0.355914	-0.535832	-0.148562	-0.140017	0.824411	1.5789213	2.351415
384	3.84	-94.0800	-2.012809	-0.543402	-0.281480	-0.581299	-0.172693	-0.110734	0.864727	1.7574033	2.529162
385	3.85	-205.8000	-2.125898	-0.561350	-0.152950	-0.613959	-0.178397	-0.060170	0.852527	1.8875343	2.667738
386	3.86	-148.9603	-2.182256	-0.513785	0.009672	-0.630236	-0.163281	0.030805	0.789711	1.9508589	2.754686
387	3.87	-92.1205	-2.187334	-0.415133	0.166232	-0.631702	-0.131929	0.065395	0.698236	1.9481322	2.793784
388	3.88	-35.2808	-2.147352	-0.282707	0.282242	-0.620155	-0.089844	0.111034	0.598965	1.8835627	2.788288
389	3.89	21.5589	-2.069190	-0.135110	0.334814	-0.597582	-0.042938	0.131716	0.508804	1.7654962	2.741096
390	3.90	78.3987	-1.960266	0.009339	0.315705	-0.566125	0.002968	0.124198	0.438958	1.6063607	2.65506
391	3.91	-47.0370	-1.828405	0.134027	0.231245	-0.528042	0.042594	0.090972	0.394478	1.4218628	2.533416
392	3.92	-172.4770	-1.663599	0.242726	0.116699	-0.480447	0.077138	0.045909	0.357400	1.2115301	2.361963
393	3.93	-297.9170	-1.456507	0.340169	0.009091	-0.420639	0.108106	0.003577	0.308957	0.9754067	2.127712
394	3.94	-423.3570	-1.198599	0.431603	-0.060034	-0.346155	0.137164	-0.023617	0.232609	0.7125038	1.819329
395	3.95	-548.7971	-0.882289	0.522332	-0.070004	-0.254805	0.165997	-0.027540	0.116347	0.4197214	1.427458
396	3.96	-364.5652	-0.501043	0.617293	-0.013732	-0.144701	0.196176	-0.005402	0.046072	0.0914355	0.944856
397	3.97	-180.3218	-0.080245	0.690960	0.073236	-0.023175	0.219587	0.028811	0.225223	0.2495382	0.39747
398	3.98	3.9174	0.354396	0.721521	0.153505	0.102349	0.229299	0.060389	0.392038	0.5823893	0.18662
399	3.99	188.1565	0.777275	0.692301	0.195160	0.224477	0.220013	0.076776	0.521266	0.8874301	0.777639
400	4.00	372.4000	1.163309	0.592675	0.177223	0.335964	0.188352	0.069720	0.594035	1.1454411	1.344626
401	4.01	288.1224	1.488336	0.418421	0.092419	0.429831	0.132974	0.036358	0.599163	1.337441	1.856011
402	4.02	203.8408	1.756186	0.197331	-0.027639	0.507187	0.062712	-0.010873	0.559025	1.4715381	2.307179
403	4.03	119.5632	1.971577	-0.041318	-0.148179	0.569391	-0.013131	-0.058293	0.497967	1.5564273	2.694288
404	4.04	35.2816	2.140023	-0.269193	-0.238245	0.618039	-0.085550	-0.093726	0.438764	1.6019641	3.014751
405	4.05	-48.9960	2.267742	-0.461064	-0.276164	0.654924	-0.146526	-0.108643	0.399755	1.6194669	3.267679
406	4.06	-21.5605	2.361534	-0.596555	-0.252625	0.682011	-0.189585	-0.099383	0.393043	1.6215928	3.454281
407	4.07	5.8790	2.417572	-0.672089	-0.181606	0.698195	-0.213590	-0.071444	0.413161	1.6106938	3.566967
408	4.08	33.3197	2.432694	-0.689106	-0.084554	0.702562	-0.218998	-0.033264	0.450300	1.5091731	3.600728
409	4.09	60.7592	2.404450	-0.653557	0.014540	0.694405	-0.207700	0.005720	0.492425	1.5584887	3.553273
410	4.10	88.2000	2.331132	-0.575065	0.093993	0.673231	-0.182756	0.036977	0.527452	1.518317	3.425021
411	4.11	19.5984	2.211791	-0.465882	0.138297	0.638765	-0.1480				

415	4.15	166.6000	1.412209	0.114505	0.032347	0.407846	0.036390	0.012725	0.456961	1.1479967	1.877337
416	4.16	62.7220	1.128366	0.213616	-0.045320	0.325872	0.067887	-0.017829	0.375931	0.994232	1.443919
417	4.17	-41.1610	0.823437	0.281949	-0.111548	0.237809	0.089603	-0.043883	0.283529	0.8063054	0.995511
418	4.18	-145.0390	0.513009	0.326534	-0.145212	0.148157	0.103772	-0.057127	0.194803	0.594267	0.551668
419	4.19	-248.9220	0.212560	0.355713	-0.133761	0.061387	0.113046	-0.052621	0.121812	0.3709342	0.130711
420	4.20	-352.8000	-0.062791	0.378385	-0.074640	-0.018134	0.120251	-0.029363	0.072753	0.1516998	0.250376
421	4.21	-290.0788	-0.298534	0.403251	0.025341	-0.086217	0.128153	0.009969	0.051906	0.0461817	0.575928
422	4.22	-227.3606	-0.497545	0.422150	0.136637	-0.134691	0.134159	0.053753	0.044221	0.2212049	0.848219
423	4.23	-164.6394	-0.663264	0.428044	0.230870	-0.191551	0.136032	0.090824	0.035306	0.3720701	1.070694
424	4.24	-101.9212	-0.799635	0.415478	0.286099	-0.230935	0.132039	0.112552	0.013656	0.4987778	1.247763
425	4.25	-39.2000	-0.911030	0.380893	0.290277	-0.263105	0.121048	0.114195	0.027863	0.6033217	1.384612
426	4.26	-76.4389	-1.002176	0.322748	0.242427	-0.289428	0.102569	0.095371	0.091488	0.6898728	1.487088
427	4.27	-113.6797	-1.068138	0.251087	0.161020	-0.308478	0.079795	0.063345	0.165338	0.7545592	1.55159
428	4.28	-150.9186	-1.104458	0.176217	0.068841	-0.318967	0.056002	0.027082	0.235884	0.7948692	1.575013
429	4.29	-188.1593	-1.107220	0.107884	-0.011838	-0.319765	0.034285	-0.004657	0.290137	0.808854	1.554783
430	4.30	-225.3982	-1.073109	0.054537	-0.063436	-0.309914	0.017332	-0.024956	0.317538	0.7944351	1.488884
431	4.31	-58.0024	-0.999455	0.022773	-0.075885	-0.288643	0.007237	-0.029853	0.311259	0.7489802	1.375856
432	4.32	29.3951	-0.900630	0.001146	-0.063239	-0.260102	0.000365	-0.024878	0.284616	0.6855385	1.231292
433	4.33	156.7988	-0.791234	-0.021669	-0.042751	-0.228508	-0.006886	-0.016818	0.252213	0.6164556	1.071341
434	4.34	284.1964	-0.685852	-0.056014	-0.031226	-0.198074	-0.017801	-0.012284	0.228160	0.5537056	0.912526
435	4.35	411.6000	-0.598819	-0.110493	-0.041875	-0.172939	-0.035115	-0.016474	0.224527	0.5091667	0.771542
436	4.36	313.5981	-0.543985	-0.191433	-0.082202	-0.157103	-0.060837	-0.032338	0.250278	0.4947293	0.665034
437	4.37	215.6009	-0.512098	-0.280928	-0.131945	-0.147894	-0.089279	-0.051907	0.299080	0.4998491	0.586741
438	4.38	117.5991	-0.493651	-0.361820	-0.171327	-0.142566	-0.114986	-0.067400	0.324953	0.5140149	0.529765
439	4.39	19.6019	-0.479035	-0.418997	-0.184767	-0.138345	-0.133157	-0.072687	0.344190	0.5265304	0.486462
440	4.40	-78.4000	-0.458705	-0.440422	-0.163373	-0.132474	-0.139966	-0.064271	0.336711	0.5264862	0.448381
441	4.41	11.7583	-0.423329	-0.417837	-0.105884	-0.122258	-0.132789	-0.041655	0.296701	0.5029744	0.406228
442	4.42	101.9209	-0.382638	-0.365186	-0.035811	-0.110506	-0.116056	-0.014088	0.240650	0.4641712	0.368796
443	4.43	192.0792	-0.346325	-0.297676	0.023583	-0.001919	-0.094602	0.009278	0.185343	0.4188938	0.344276
444	4.44	282.2417	-0.323887	-0.230478	0.053683	-0.009538	-0.073246	0.021119	0.145665	0.3769936	0.304323
445	4.45	372.4000	-0.324472	-0.177530	0.043543	-0.093707	-0.056419	0.017130	0.132997	0.3494481	0.364167
446	4.46	290.0784	-0.356735	-0.150536	-0.008894	-0.103025	-0.047840	-0.003499	0.154364	0.3480828	0.422768
447	4.47	207.7608	-0.411561	-0.141658	-0.081121	-0.118859	-0.045019	-0.031913	0.195791	0.3678674	0.505647
448	4.48	125.4392	-0.479585	-0.142250	-0.149394	-0.138504	-0.045207	-0.058772	0.242483	0.4035089	0.602253
449	4.49	43.1216	-0.551343	-0.143607	-0.193399	-0.159228	-0.045638	-0.076081	0.280947	0.4487231	0.702132
450	4.50	-39.2000	-0.617432	-0.137658	-0.199701	-0.178314	-0.043748	-0.078562	0.300625	0.495786	0.795072
451	4.51	-121.5177	-0.668663	-0.117549	-0.163585	-0.193110	-0.037357	-0.064354	0.294821	0.5354724	0.871166
452	4.52	-203.8392	-0.696208	-0.078090	-0.088918	-0.201065	-0.024817	-0.034980	0.260862	0.5574051	0.920823
453	4.53	-286.1569	-0.691738	-0.016032	0.013520	-0.199774	-0.005095	0.005319	0.199550	0.5507375	0.934735
454	4.54	-368.4785	-0.647559	0.069830	0.128877	-0.187015	0.022192	0.050700	0.114123	0.5050384	0.903839
455	4.55	-450.7961	-0.556722	0.178726	0.241510	-0.160781	0.056799	0.095010	0.008972	0.4111208	0.819306
456	4.56	-378.2814	-0.413135	0.308129	0.338054	-0.119313	0.097923	0.132991	0.111600	0.2622239	0.672583
457	4.57	-305.7628	-0.227031	0.439227	0.395094	-0.065567	0.139586	0.155430	0.229450	0.0690289	0.47108
458	4.58	-233.2407	-0.009210	0.554569	0.399369	-0.002660	0.176242	0.157112	0.330694	0.155035	0.22293
459	4.59	-160.7220	0.229148	0.639338	0.349151	0.066178	0.203182	0.137356	0.406716	0.3945939	0.628002
460	4.60	-88.2000	0.476669	0.682312	0.253281	0.137662	0.216839	0.099641	0.454141	0.6331055	0.375919
461	4.61	-123.4607	0.721974	0.676458	0.128296	0.208506	0.214978	0.050472	0.473956	0.8540381	0.704911
462	4.62	-158.7597	0.964576	0.629513	0.004592	0.278570	0.200059	0.001807	0.480435	1.0528398	1.047703
463	4.63	-194.0404	1.204041	0.551842	-0.091097	0.347727	0.175375	-0.035838	0.487265	1.2272071	1.400954
464	4.64	-229.3194	1.439991	0.455410	-0.140376	0.415869	0.144729	-0.052244	0.505375	1.3778098	1.760207
465	4.65	-264.6000	1.672109	0.352713	-0.135749	0.482905	0.112092	-0.053404	0.541593	1.5084466	2.120201
466	4.66	-174.4417	1.900147	0.255745	-0.080828	0.548762	0.081276	-0.031798	0.598240	1.6256076	2.475293
467	4.67	-84.2791	2.111461	0.163050	-0.000230	0.609790	0.051817	-0.000090	0.661517	1.725116	2.807369
468	4.68	5.8792	2.293846	0.072951	0.079306	0.662463	0.023184	0.031199	0.716846	1.8035782	3.09887
469	4.69	96.0417	2.435725	-0.016303	0.134250	0.703437	-0.005181	0.052814	0.751070	1.8572269	3.333323
470	4.70	186.2000	2.526333	-0.106388	0.148397	0.729605	-0.033810	0.058379	0.754174	1.881063	3.49578
471	4.71	127.3989	2.555884	-0.198783	0.115131	0.738139	-0.063173	0.045292	0.720259	1.8684603	3.573129
472	4.72	68.6006	2.530518	-0.280361	0.051663	0.730814	-0.089099	0.020324	0.662039	1.8260358	3.569232
473	4.73	9.7994	2.457196	-0.339896	-0.020979	0.709638	-0.108019	-0.002253	0.593366	1.7591478	3.490105
474	4.74	-48.9989	2.343576	-0.368796	-0.082387	0.676825	-0.117203	-0.032411	0.527210	1.6725959	3.343794
475	4.75	-107.8000	2.197877	-0.361571	-0.116584	0.634747	-0.114907	-0.045864	0.473975	1.5712807	3.140152
476	4.76	-50.9616	2.028741	-0.316019	-0.114570	0.585901	-0.100431	-0.045072	0.440398	1.4606626	2.890569
477	4.77	5.8795	1.833592	-0.244247	-0.086163	0.529541	-0.077622	-0.033896	0.418023	1.3354773	2.596061
478	4.78	62.7178	1.610312	-0.159465	-0.045101	0.465058	-0.050678	-0.017743	0.396638	1.1913041	2.258498
479	4.79	119.5589	1.357273	-0.074860	-0.005989	0.391980	-0.023791	-0.002356	0.365834	1.0243392	1.890349
480	4.80	176.3973	1.073354	-0.002559	0.018583	0.309985	-0.000813	0.007311	0.316482	0.8311627	1.464452
481	4.81	134.2610	0.757956	0.047253	0.020207	0.218898	0.015017	0.007950	0.241864	0.6086046	1.013789
482	4.82	92.1220	0.420837	0.076478	0.005130	0.121538	0.024305	0.002018	0.147861	0.3635679	0.541229
483	4.83	49.9810	0.071985	0.088492	-0.017923	0.020789	0.028123	-0.007051	0.041861	0.1032005	0.059483
484	4.84	7.8420	-0.278546	0.087764	-0.039690	-0.080444	0.027891	-0.015614	0.068167	0.1649163	0.419068
485	4.85	-34.2990	-0.620804	0.079411	-0.052195	-0.179288	0.025237	-0.020533	0.174585	0.4326352	0.882554
486	4.86	-76.4380	-0.945099	0.068745	-0.050121	-0.272944	0.021847	-0.019718	0.270815	0.691231	1.319696
487	4.87	-118.5790	-1.242160	0.060840	-0.031525	-0.358736	0.019335	-0.012402	0.351803	0.9315457	1.719894
488	4.88	-160.7200	-1.503282	0.060146	0.002174	-0.434148	0.019114	0.000855	0.414178	1.1442875	2.07326
489	4.89	-202.8590	-1.720459	0.070191	0.046839	-0.496869	0.022307	0.018426	0.456136	1.3204497	2.370634
490	4.90	-245.0000	-1.886508	0.093372	0.096713	-0.544824	0.029674	0.038047	0.477103	1.4517875	2.603602
491	4.91	-178.3613	-1.995176	0.130861	0.145693	-0.576207	0.041588	0.057316	0.477304	1.5312804	2.764514
492	4.92	-111.7194	-2.052038	0.172160	0.178266	-0.592629	0.054712	0.070130	0.467786	1.5642858	2.85747
493	4.93	-45.0806	-2.063447	0.207306	0.183787	-0.595923	0.065882	0.072302	0.457740	1.5577736	2.887559
494	4.94	21.5613	-2.036419	0.227614	0.157955	-0.588118	0.072336	0.062140	0.453642	1.5202633	2.860924
495	4.95	88.2000	-1.978511	0.226263	0.102923	-0.571394	0.071906	0.040490	0.458998	1.461476	2.78484
496	4.96	5									

499	4.9€	-60.7593	-1.499112	0.040361	-0.142551	-0.432943	0.012833	-0.056080	0.476190	1.112986	2.068083
500	5.0€	-98.0000	-1.310268	-0.009120	-0.136470	-0.378405	-0.002898	-0.053687	0.434991	0.9909879	1.789484
501	5.01	-14.7020	-1.092636	-0.044551	-0.095844	-0.315553	-0.014158	-0.037705	0.367416	0.8487478	1.475506
502	5.02	68.6000	-0.858425	-0.072233	-0.040152	-0.247913	-0.022956	-0.015796	0.286664	0.6937695	1.141301
503	5.03	6.5353	-0.619964	-0.098595	0.010449	-0.179046	-0.031334	0.004111	0.206268	0.5335231	0.802177
504	5.04	-55.5323	-0.375046	-0.115702	0.052756	-0.108313	-0.036770	0.020754	0.124329	0.3616554	0.458686
505	5.05	-117.5970	-0.121601	-0.116979	0.085506	-0.035118	-0.037176	0.033638	0.038657	0.1730731	0.110869
506	5.06	-35.9346	0.142275	-0.097626	0.109396	0.041089	-0.031026	0.043036	0.053100	0.035829	0.241878
507	5.07	45.7307	0.404012	-0.068654	0.113167	0.116679	-0.021818	0.044520	0.139380	0.2528876	0.586403
508	5.08	127.4000	0.651234	-0.040958	0.090655	0.188076	-0.013016	0.035664	0.210724	0.464827	0.910082
509	5.09	55.5356	0.871961	-0.024465	0.041392	0.251822	-0.007775	0.016284	0.260331	0.657667	1.200772
510	5.10	-16.3322	1.070056	-0.012686	-0.015454	0.309032	-0.004031	-0.006080	0.298921	0.8325616	1.462161
511	5.11	-88.1966	1.249704	0.000727	-0.061427	0.360914	0.000231	-0.024165	0.336980	0.9910307	1.698394
512	5.12	-29.4014	1.415337	0.021483	-0.082215	0.408749	0.006827	-0.032343	0.383233	1.1355587	1.91397
513	5.13	29.4000	1.558579	0.041714	-0.082240	0.450118	0.013257	-0.032353	0.431021	1.2569878	2.100539
514	5.14	-117.5977	1.671527	0.054218	-0.069382	0.482737	0.017230	-0.027295	0.472672	1.347745	2.2499
515	5.15	-264.6023	1.767324	0.072738	-0.033663	0.510403	0.023116	-0.013243	0.520276	1.4220804	2.374751
516	5.16	-411.6000	1.859226	0.109447	-0.029423	0.536944	0.034782	0.011575	0.583302	1.495	2.488271
517	5.17	-225.3955	1.960383	0.174116	0.118663	0.566159	0.055334	0.046682	0.668174	1.5817558	2.604161
518	5.18	-39.2000	2.050517	0.241532	0.196555	0.592189	0.076759	0.077325	0.746273	1.6641728	2.703175
519	5.19	147.0045	2.109793	0.288275	0.231974	0.609308	0.091614	0.091259	0.792181	1.7236247	2.766301
520	5.20	333.2000	2.119132	0.294421	0.205378	0.612005	0.093567	0.080796	0.786368	1.7407494	2.77479
521	5.21	273.1740	2.060522	0.244835	0.111228	0.595079	0.077809	0.043757	0.716645	1.6956803	2.710172
522	5.22	213.1507	1.941756	0.153633	-0.019294	0.560779	0.048825	-0.007590	0.602013	1.593177	2.578999
523	5.23	153.1247	1.771515	0.037091	-0.151590	0.511613	0.011788	-0.059635	0.463766	1.43884	2.388325
524	5.24	93.1014	1.559211	-0.087807	-0.254608	0.450300	-0.027905	-0.100163	0.322232	1.2400999	2.145685
525	5.25	33.0753	1.314826	-0.204772	-0.306366	0.379722	-0.065077	-0.120524	0.194121	1.006849	1.859124
526	5.26	-26.9478	1.048739	-0.299436	-0.297106	0.302876	-0.095161	-0.116681	0.090834	0.7515395	1.537295
527	5.27	-86.9739	0.771553	-0.360334	-0.229785	0.228282	-0.114514	-0.090398	0.017913	0.4887002	1.189605
528	5.28	-146.9971	0.493914	-0.379583	-0.118081	0.142642	-0.120631	-0.046453	0.024442	0.2339613	0.826382
529	5.29	-84.9343	0.226343	-0.353212	0.017419	0.065368	-0.112251	0.006653	0.040030	0.0027668	0.459012
530	5.30	-22.8686	-0.033072	-0.292895	0.142388	-0.009551	-0.093082	0.056015	0.046618	0.2030681	0.808773
531	5.31	39.2000	-0.286351	-0.212055	0.228362	-0.082698	-0.067391	0.089838	0.060252	0.3841731	0.826277
532	5.32	-22.0485	-0.535590	-0.124669	0.257500	-0.154678	-0.039620	0.101301	0.092997	0.544255	0.661039
533	5.33	-83.3000	-0.770671	-0.032276	0.236426	-0.222570	-0.010257	0.093010	0.139817	0.6778768	1.021713
534	5.34	-144.5485	-0.981837	0.063311	0.180575	-0.283554	0.020120	0.071038	0.192396	0.7822988	1.353294
535	5.35	-205.8000	-1.159849	0.160171	0.110270	-0.334964	0.050902	0.043380	0.240682	0.8565033	1.641135
536	5.36	-139.1619	-1.296128	0.256437	0.046299	-0.374322	0.081496	0.018214	0.274612	0.900084	1.871483
537	5.37	-72.5206	-1.395597	0.338155	-0.006160	-0.403048	0.107466	-0.002423	0.298006	0.9249085	2.044817
538	5.38	-5.8793	-1.463718	0.393633	-0.044705	-0.422722	0.125096	-0.017587	0.315213	0.9414645	2.163479
539	5.39	60.7587	-1.506399	0.414178	-0.059853	-0.435048	0.131626	-0.027480	0.330903	0.9583903	2.231867
540	5.40	127.4000	-1.529887	0.394550	-0.084610	-0.441831	0.125388	-0.033286	0.349729	0.9822905	2.256457
541	5.41	98.0007	-1.540664	0.333097	-0.093626	-0.444944	0.105858	-0.036833	0.375918	1.0178079	2.245664
542	5.42	68.6000	-1.535795	0.240823	-0.093055	-0.443538	0.076534	-0.036608	0.403612	1.058377	2.199915
543	5.43	39.2007	-1.512640	0.130291	-0.081308	-0.436850	0.041406	-0.031987	0.427431	1.0963297	2.120836
544	5.44	9.8000	-1.468890	0.014502	-0.059103	-0.424215	0.004609	-0.023251	0.442858	1.1234485	2.010833
545	5.45	-19.5993	-1.402604	-0.094157	-0.029068	-0.405072	-0.029923	-0.011435	0.446431	1.1316039	1.87267
546	5.46	-49.0000	-1.312238	-0.184852	0.004974	-0.378974	-0.058746	0.001957	0.435763	1.1134062	1.709063
547	5.47	-78.3993	-1.196657	-0.249028	0.038867	-0.345595	-0.079141	0.015290	0.409445	1.0627952	1.522349
548	5.48	-107.8000	-1.055158	-0.280906	0.068951	-0.304730	-0.089272	0.027125	0.366876	0.9755027	1.314239
549	5.49	-55.5350	-0.887471	-0.277714	0.092702	-0.256332	-0.088258	0.036469	0.308090	0.8493361	1.085694
550	5.50	-3.2675	-0.701871	-0.247516	0.101377	-0.202700	-0.078661	0.039882	0.241479	0.6923471	0.855109
551	5.51	48.9975	-0.506821	-0.199863	0.090087	-0.146370	-0.063517	0.035440	0.174446	0.5144477	0.600268
552	5.52	24.5006	-0.310833	-0.144926	0.058292	-0.089769	-0.046058	0.022932	0.112894	0.3270095	0.358491
553	5.53	0.0012	-0.114695	-0.085271	0.016662	-0.033124	-0.027099	0.006555	0.053668	0.1346437	0.119113
554	5.54	-24.4994	0.080810	-0.023629	-0.023460	0.023338	-0.007509	-0.009229	0.006599	0.0577897	0.118657
555	5.55	-48.9988	0.274923	0.037324	-0.052294	0.079398	0.011862	-0.020572	0.070687	0.2458805	0.355511
556	5.56	-73.4994	0.466913	0.095185	-0.063307	0.134845	0.030250	-0.024905	0.140189	0.4262141	0.591879
557	5.57	-97.9988	0.656098	0.147982	-0.054095	0.189481	0.047029	-0.021281	0.215229	0.596689	0.827808
558	5.58	-122.4994	0.841846	0.194303	-0.026371	0.243125	0.061749	-0.010374	0.294500	0.7565811	1.062935
559	5.59	-146.9988	1.023594	0.233357	0.014818	0.295614	0.074161	0.005830	0.375604	0.9063795	1.296515
560	5.60	-171.4994	1.200847	0.264992	0.062430	0.346805	0.084215	0.024560	0.455579	1.0474522	1.527509
561	5.61	-195.9988	1.373195	0.289653	0.108992	0.396579	0.092052	0.042877	0.531508	1.1816283	1.754708
562	5.62	-63.7032	1.540309	0.308300	0.148070	0.444841	0.097978	0.058251	0.601070	1.3107806	1.976866
563	5.63	68.5937	1.686373	0.307237	0.160580	0.487025	0.097640	0.063172	0.647837	1.4209565	2.177067
564	5.64	9.8014	1.796119	0.275412	0.134642	0.518719	0.087526	0.052968	0.659213	1.4980311	2.338462
565	5.65	-49.0000	1.874055	0.223431	0.085063	0.541227	0.071006	0.033464	0.645698	1.5467643	2.463609
566	5.66	-0.0009	1.925154	0.162651	0.029489	0.555984	0.051690	0.011601	0.619276	1.5719017	2.555555
567	5.67	49.0005	1.944053	0.093864	-0.025451	0.561443	0.029830	-0.010013	0.581260	1.5679232	2.607065
568	5.68	97.9995	1.925987	0.018435	-0.073996	0.556225	0.005859	-0.029110	0.532974	1.5302705	2.611423
569	5.69	147.0009	1.866856	-0.061856	-0.112246	0.539148	-0.019658	-0.044158	0.475332	1.4555887	2.562529
570	5.70	196.0000	1.763286	-0.144989	-0.138704	0.509237	-0.046077	-0.054566	0.408593	1.3418261	2.455022
571	5.71	73.4971	1.612674	-0.228877	-0.154281	0.465740	-0.072737	-0.060694	0.332309	1.1881889	2.284418
572	5.72	-49.0000	1.430264	-0.295074	-0.145675	0.413060	-0.093774	-0.057309	0.261977	1.0119567	2.064485
573	5.73	19.6011	1.231621	-0.327998	-0.105680	0.355692	-0.104238	-0.041575	0.209880	0.8308708	1.810272
574	5.74	88.1989	1.013393	-0.334285	-0.051913	0.292668	-0.106236	-0.020423	0.166009	0.643703	1.518941
575	5.75	156.8000	0.772591	-0.322146	-0.002632	0.223124	-0.102378	-0.001035	0.119711	0.4489205	1.188777
576	5.76	101.9216	0.506632	-0.300592	0.026812	0.146315	-0.095528	0.010548	0.061335	0.2441171	0.819139
577	5.77	47.0405	0.225651	-0.266804	0.038223	0.065168	-0.084790	0.015037	0.004586	0.0382409	0.422748
578	5.78	-7.8379	-0.060104	-0.219156	0.036635	-0.017358	-0.069648	0.014412	0.072594	0.1614003	0.013186
579	5.79	-62.7189	-0.340437	-0.157242	0.028992	-0.098318	-0.049971	0.011405	0.136884	0.34	

583	5.83	-47.0402	-1.245541	0.175318	0.034979	-0.359712	0.055716	0.013761	0.290235	0.896565	1.768906
584	5.84	-23.5207	-1.404636	0.240649	0.037979	-0.405659	0.076478	0.014941	0.314240	0.9901279	2.013127
585	5.85	0.0000	-1.536341	0.284038	0.035632	-0.443695	0.090267	0.014018	0.339410	1.0714556	2.211069
586	5.86	-33.3190	-1.641185	0.301546	0.026765	-0.473974	0.095831	0.010529	0.367614	1.1425446	2.361857
587	5.87	-66.6397	-1.714484	0.297049	0.016945	-0.495143	0.094402	0.006666	0.394075	1.199326	2.46041
588	5.88	-99.9587	-1.752130	0.275854	0.011292	-0.506015	0.087667	0.004442	0.413906	1.2373809	2.503065
589	5.89	-133.2794	-1.750652	0.244163	0.013559	-0.505588	0.077595	0.005334	0.422659	1.2520028	2.487489
590	5.90	-166.6000	-1.707264	0.208511	0.025569	-0.493058	0.066265	0.010059	0.416734	1.2383588	2.412546
591	5.91	-125.4408	-1.619903	0.175230	0.047085	-0.467823	0.055688	0.018523	0.393617	1.191745	2.27812
592	5.92	-84.2796	-1.494654	0.142806	0.069059	-0.431656	0.045384	0.027168	0.359105	1.1152862	2.092413
593	5.93	-43.1204	-1.338143	0.109779	0.083370	-0.386456	0.034888	0.032798	0.318770	1.0127462	1.864333
594	5.94	-1.9592	-1.157426	0.074853	0.084272	-0.334264	0.023788	0.033152	0.277324	0.8887587	1.603293
595	5.95	39.2000	-0.959861	0.036984	0.069215	-0.277208	0.011753	0.027229	0.238226	0.7489043	1.319037
596	5.96	13.0663	-0.752994	-0.004556	0.038974	-0.217465	-0.001448	0.015333	0.203580	0.5996158	1.021482
597	5.97	-13.0663	-0.537735	-0.043684	0.003481	-0.155298	-0.013883	0.001369	0.167811	0.4412647	0.71384
598	5.98	-39.2000	-0.315122	-0.074995	-0.027452	-0.091007	-0.023833	-0.010800	0.125640	0.2746139	0.399211
599	5.99	9.7988	-0.086302	-0.094128	-0.045983	-0.024924	-0.029614	-0.018090	0.072927	0.1005007	0.080523
600	6.00	58.8000	0.140030	-0.105247	-0.054601	0.040441	-0.033447	-0.021480	0.014487	0.0729418	0.231989
601	6.01	-3.2647	0.355326	-0.112816	-0.057407	0.102618	-0.035853	-0.022584	0.044181	0.237971	0.528321
602	6.02	-65.3324	0.562368	-0.110562	-0.048661	0.162412	-0.035137	-0.019143	0.108132	0.3982746	0.809955
603	6.03	-127.3970	0.764035	-0.093484	-0.025468	0.220653	-0.029709	-0.010019	0.180925	0.5577448	1.078875
604	6.04	-19.6026	0.963259	-0.058150	0.011989	0.278189	-0.018480	0.004716	0.264425	0.720359	1.33761
605	6.05	88.1949	1.146096	-0.019155	0.044804	0.330993	-0.006087	0.017626	0.342531	0.87315	1.572186
606	6.06	45.7340	1.299049	0.009781	0.057077	0.375165	0.003108	0.022454	0.400728	1.0031368	1.769051
607	6.07	3.2680	1.424214	0.031250	0.052789	0.411313	0.009931	0.020767	0.442011	1.1121638	1.930206
608	6.08	-39.2000	1.524114	0.048230	0.038625	0.440164	0.015327	0.015195	0.470687	1.2018937	2.05324
609	6.09	-48.9997	1.601656	0.063813	0.022401	0.462558	0.020280	0.008812	0.491651	1.2740501	2.15628
610	6.10	-58.7998	1.656829	0.077823	0.008360	0.478492	0.024732	0.003289	0.506513	1.3274384	2.224648
611	6.11	-68.5995	1.689990	0.090219	-0.000144	0.488069	0.028672	-0.000057	0.516684	1.3614484	2.264051
612	6.12	-46.5505	1.701850	0.101092	-0.001191	0.491494	0.032127	-0.000468	0.523153	1.3761808	2.275539
613	6.13	-24.5011	1.690297	0.107587	0.002501	0.488158	0.034191	0.000984	0.523333	1.3693252	2.257277
614	6.14	-2.4505	1.653630	0.107422	0.007613	0.477568	0.034139	0.002995	0.514702	1.3393206	2.207708
615	6.15	19.6000	1.590580	0.099024	0.010933	0.459359	0.031470	0.004301	0.495130	1.2852565	2.125575
616	6.16	-1.9596	1.500326	0.081593	0.009949	0.433294	0.025930	0.003914	0.463138	1.2067616	2.009945
617	6.17	-23.5202	1.386838	0.059295	0.007366	0.400519	0.018844	0.002898	0.422261	1.1082284	1.864626
618	6.18	-45.0798	1.254416	0.036348	0.005891	0.362275	0.011551	0.002318	0.376144	0.9943242	1.693856
619	6.19	-66.6404	1.107614	0.016685	0.007715	0.319879	0.005303	0.003035	0.328217	0.8699247	1.502308
620	6.20	-88.2000	0.951164	0.003669	0.014155	0.274696	0.001166	0.005569	0.281431	0.739988	1.295083
621	6.21	-92.1201	0.789895	-0.000132	0.025501	0.228122	-0.000042	0.010032	0.238112	0.6094367	1.077692
622	6.22	-96.0400	0.626901	0.005226	0.039411	0.181049	0.001661	0.015504	0.198214	0.4812638	0.854233
623	6.23	-99.9600	0.465264	0.018966	0.053319	0.134368	0.006027	0.020976	0.161371	0.358167	0.629065
624	6.24	-103.8799	0.308004	0.039713	0.064948	0.088952	0.012621	0.025551	0.127123	0.2424338	0.406757
625	6.25	-107.8000	0.158033	0.065648	0.072710	0.045640	0.020863	0.028604	0.095107	0.1358737	0.191944
626	6.26	-73.5008	0.018104	0.094687	0.075933	0.005228	0.030092	0.029872	0.065192	0.0398102	0.010783
627	6.27	-39.2000	-0.113028	0.120995	0.071275	-0.032642	0.038452	0.028040	0.033850	0.0486563	0.200851
628	6.28	-4.9008	-0.236733	0.139420	0.057272	-0.068368	0.044308	0.022531	0.001530	0.1326858	0.378037
629	6.29	29.4000	-0.354488	0.145841	0.034404	-0.102376	0.046348	0.013534	0.042494	0.2155285	0.542577
630	6.30	-4.8992	-0.467849	0.137411	0.004782	-0.135115	0.043669	0.001881	0.089564	0.3003083	0.695254
631	6.31	-39.2000	-0.571604	0.119273	-0.021958	-0.165079	0.037905	-0.008638	0.135813	0.3829966	0.830559
632	6.32	14.6987	-0.660771	0.096925	-0.037813	-0.190831	0.030803	-0.014876	0.174904	0.4591448	0.943537
633	6.33	68.6000	-0.739428	0.067290	-0.046075	-0.213547	0.021385	-0.018126	0.210288	0.5325566	1.038648
634	6.34	122.4987	-0.811779	0.028114	-0.051111	-0.234442	0.008935	-0.020107	0.245614	0.6064574	1.120927
635	6.35	176.4000	-0.882073	-0.021927	-0.057413	-0.254743	-0.006968	-0.022586	0.284297	0.6836324	1.195881
636	6.36	143.0810	-0.954540	-0.083192	-0.068728	-0.275671	-0.026439	-0.027037	0.329146	0.7665823	1.269349
637	6.37	109.7603	-1.024655	-0.146752	-0.079186	-0.295920	-0.046638	-0.031152	0.373711	0.8490173	1.338589
638	6.38	76.4413	-1.087988	-0.204204	-0.083759	-0.314211	-0.064896	-0.032951	0.412058	0.9247635	1.400815
639	6.39	43.1206	-1.140278	-0.248300	-0.079086	-0.329312	-0.078910	-0.031112	0.439334	0.9878919	1.453087
640	6.40	9.8000	-1.177499	-0.273421	-0.063953	-0.340062	-0.086893	-0.025159	0.452114	1.0328851	1.492224
641	6.41	112.6976	-1.195922	-0.275895	-0.039271	-0.345382	-0.087679	-0.015449	0.448511	1.0548389	1.514761
642	6.42	215.6000	-1.205710	-0.267208	-0.020525	-0.348209	-0.084919	-0.008074	0.441202	1.0631711	1.530625
643	6.43	175.3122	-1.217039	-0.258815	-0.020327	-0.351481	-0.082252	-0.007997	0.441729	1.0680369	1.549601
644	6.44	135.0224	-1.225699	-0.247488	-0.032827	-0.353982	-0.078652	-0.012914	0.445548	1.066123	1.566963
645	6.45	94.7346	-1.227581	-0.230485	-0.050417	-0.354525	-0.073248	-0.019834	0.447608	1.0548823	1.577805
646	6.46	54.4449	-1.218736	-0.205733	-0.065373	-0.351971	-0.065382	-0.025718	0.443070	1.0322443	1.577156
647	6.47	14.1571	-1.195443	-0.171934	-0.071342	-0.345244	-0.054640	-0.028066	0.427950	0.9963321	1.560107
648	6.48	-26.1327	-1.154268	-0.128607	-0.064395	-0.333352	-0.040871	-0.025333	0.399557	0.9452541	1.521937
649	6.49	-66.4205	-1.092109	-0.076065	-0.043504	-0.315401	-0.024173	-0.017114	0.356689	0.877008	1.458223
650	6.50	-106.7102	-1.006251	-0.015320	-0.010411	-0.290605	-0.004869	-0.004096	0.299570	0.7895097	1.364965
651	6.51	-146.9981	-0.894402	0.052046	0.031015	-0.258303	0.016540	0.012201	0.229562	0.6807253	1.238584
652	6.52	-124.9505	-0.754724	0.124057	0.075754	-0.217964	0.039425	0.029802	0.148737	0.5488679	1.076055
653	6.53	-102.9011	-0.592052	0.192538	0.112836	-0.170985	0.061189	0.044390	0.065406	0.3987817	0.881178
654	6.54	-80.8505	-0.411538	0.250248	0.133981	-0.118852	0.079529	0.052708	0.013385	0.2358092	0.658408
655	6.55	-58.8011	-0.218558	0.291368	0.134875	-0.063120	0.092597	0.053060	0.082537	0.0658132	0.412873
656	6.56	-36.7505	-0.018626	0.311855	0.115543	-0.005379	0.099108	0.045455	0.139183	0.1049619	0.150368
657	6.57	-14.7010	0.182704	0.309616	0.079857	0.052765	0.098396	0.031416	0.182577	0.2701757	0.122662
658	6.58	7.3495	0.379922	0.284520	0.034368	0.109722	0.090420	0.013520	0.213662	0.4237708	0.399172
659	6.59	29.3989	0.567660	0.238249	-0.013243	0.163940	0.075715	-0.005210	0.234446	0.5603743	0.671604
660	6.60	-3.9194	0.740771	0.174025	-0.055757	0.213935	0.055305	-0.021935	0.247305	0.6756444	0.932026
661	6.61	-37.2387	0.899917	0.101548	-0.082507	0.259896	0.032272	-0.032458	0.259709	0.77198	1.177886
662	6.62	-70.5597	1.045979	0.030396	-0.087030	0.302079	0.009660	-0.034238	0.277501	0.852983	1.406725
663	6.63	-103.8790	1.180043	-0.030718	-0.067818	0.340796	-0.009762	-0.026679	0.304355	0.9232	

667	6.67	58.8000	1.584979	-0.097122	0.105277	0.457742	-0.030865	0.041416	0.468292	1.1024347	2.206806
668	6.68	36.7505	1.623347	-0.091530	0.106543	0.468823	-0.029088	0.041914	0.481648	1.1117128	2.256783
669	6.69	14.7000	1.630972	-0.082684	0.083916	0.471025	-0.026277	0.033013	0.477760	1.210765	2.262036
670	6.70	-7.3495	1.610314	-0.069425	0.046471	0.465059	-0.022063	0.018282	0.461277	1.2117134	2.225982
671	6.71	-29.4000	1.564264	-0.051034	0.005082	0.451759	-0.016219	0.001999	0.437540	1.1943383	2.15292
672	6.72	-3.2671	1.496093	-0.027253	-0.029847	0.432072	-0.008661	-0.011742	0.411669	1.1616168	2.047637
673	6.73	22.8671	1.404605	-0.002900	-0.054860	0.405650	-0.000922	-0.021582	0.383147	1.1084119	1.911355
674	6.74	49.0000	1.289000	0.017549	-0.068775	0.372263	0.005577	-0.027056	0.350784	1.0316484	1.744353
675	6.75	-44.1000	1.148886	0.030279	-0.072659	0.331798	0.009623	-0.028584	0.312837	0.929468	1.547845
676	6.76	-137.1956	0.996122	0.043840	-0.056113	0.287680	0.013932	-0.022862	0.278751	0.8130409	1.334884
677	6.77	-53.9020	0.842624	0.066034	-0.021190	0.243350	0.020986	-0.008336	0.255999	0.6943768	1.118638
678	6.78	29.3960	0.682639	0.086423	0.020703	0.197146	0.027465	0.008144	0.232756	0.5685001	0.894625
679	6.79	112.6980	0.510597	0.095543	0.051171	0.147460	0.030364	0.020131	0.197955	0.4307798	0.658258
680	6.80	195.9961	0.321193	0.085571	0.057838	0.092761	0.027195	0.022753	0.142708	0.2765398	0.404866
681	6.81	279.2981	0.109477	0.050817	0.034246	0.031617	0.016150	0.013472	0.061239	0.1008647	0.129718
682	6.82	362.5961	-0.129073	-0.012003	-0.019573	-0.037276	-0.003814	-0.007700	0.048791	0.1013533	0.171953
683	6.83	332.6563	-0.398481	-0.103692	-0.097838	-0.115081	-0.032953	-0.038489	0.136524	0.3351373	0.504933
684	6.84	302.7126	-0.690963	-0.211838	-0.180076	-0.199550	-0.067322	-0.070842	0.337714	0.5937749	0.862622
685	6.85	272.7674	-0.998455	-0.323717	-0.247360	-0.288354	-0.102877	-0.097312	0.488543	0.8697864	1.23826
686	6.86	242.8237	-1.312752	-0.427323	-0.285737	-0.379123	-0.135803	-0.112409	0.627335	1.154635	1.624899
687	6.87	212.8785	-1.625640	-0.512258	-0.288323	-0.469485	-0.162796	-0.113426	0.745707	1.4387166	2.015333
688	6.88	182.9348	-1.929037	-0.570426	-0.255824	-0.557106	-0.181281	-0.100641	0.839028	1.7116633	2.40202
689	6.89	152.9896	-2.215116	-0.596489	-0.195543	-0.639726	-0.189564	-0.076927	0.906216	1.9629199	2.77701
690	6.90	123.0459	-2.476437	-0.588069	-0.119254	-0.715195	-0.186888	-0.046914	0.948998	1.924907	3.131894
691	6.91	93.1007	-2.706059	-0.545699	-0.040451	-0.781510	-0.173423	-0.015913	0.970846	2.3617194	3.45782
692	6.92	63.1555	-2.897650	-0.472552	0.028407	-0.836841	-0.150177	0.011175	0.975843	2.4939576	3.745581
693	6.93	33.2118	-3.045583	-0.373978	0.078157	-0.879564	-0.118850	0.030747	0.967667	2.5750035	3.985808
694	6.94	3.2667	-3.145017	-0.256908	0.104302	-0.908281	-0.081645	0.041032	0.948894	2.603238	4.169246
695	6.95	-26.6771	-3.191968	-0.129183	0.107344	-0.921840	-0.041054	0.042229	0.920666	2.5794414	4.287117
696	6.96	-56.6222	-3.183365	0.001140	0.092128	-0.919356	0.000362	0.036243	0.882751	2.5063343	4.331526
697	6.97	-86.5659	-3.117084	0.126437	0.066428	-0.900214	0.040182	0.026133	0.833899	2.387929	4.295875
698	6.98	-116.5111	-2.991974	0.240091	0.039142	-0.864082	0.076301	0.015398	0.772383	2.2288061	4.175247
699	6.99	-146.4548	-2.807863	0.336930	0.018468	-0.810911	0.107076	0.007265	0.696569	2.0334355	3.966716
700	7.00	-176.4000	-2.565549	0.413521	0.010425	-0.740931	0.131417	0.004101	0.605413	1.8056444	3.669544
701	7.01	-154.8406	-2.266772	0.468302	0.017950	-0.654644	0.148826	0.007061	0.498756	1.5482998	3.28526
702	7.02	-133.2802	-1.919292	0.496614	0.035826	-0.554292	0.157824	0.014094	0.382374	1.2683357	2.822783
703	7.03	-111.7208	-1.531569	0.496257	0.057451	-0.442317	0.157711	0.022601	0.262005	0.9716929	2.293112
704	7.04	-90.1604	-1.112615	0.467472	0.076253	-0.321323	0.148562	0.029998	0.142763	0.6635808	1.709026
705	7.05	-68.8010	-0.671835	0.412722	0.086936	-0.194026	0.131163	0.034200	0.028662	0.3487822	1.084709
706	7.06	-90.1596	-0.218874	0.336328	0.086342	-0.063211	0.106885	0.033967	0.077641	0.0319317	0.435322
707	7.07	-111.7192	0.240832	0.248115	0.077888	0.069552	0.078851	0.030641	0.179044	0.2865535	0.827778
708	7.08	-133.2798	0.701806	0.158057	0.066102	0.202682	0.050231	0.026004	0.278917	0.6060083	0.933181
709	7.09	-154.8394	1.158621	0.075485	0.055635	0.334610	0.023989	0.021887	0.380486	0.9254631	1.549829
710	7.10	-176.4000	1.605986	0.008391	0.050368	0.463809	0.002667	0.019815	0.486290	1.2436174	2.187367
711	7.11	-123.4815	2.038835	-0.037088	0.052754	0.588815	-0.011787	0.020753	0.597782	1.5588233	2.796445
712	7.12	-70.5605	2.445002	-0.064162	0.056483	0.706117	-0.020391	0.022220	0.707946	1.8616895	3.361462
713	7.13	-17.6420	2.812917	-0.077240	0.055700	0.812370	-0.024547	0.021912	0.809736	2.1425954	3.868162
714	7.14	35.2790	3.131781	-0.081484	0.046066	0.904458	-0.025896	0.018123	0.896685	2.3917704	4.303757
715	7.15	88.1975	3.391741	-0.082344	0.025417	0.979535	-0.026169	0.009999	0.963365	2.594777	4.656997
716	7.16	79.8002	3.584032	-0.085102	-0.006073	1.035068	-0.027045	-0.002389	1.005634	2.7563052	4.918192
717	7.17	71.3999	3.707204	-0.088584	-0.040400	1.070641	-0.028152	-0.015893	1.026595	2.8596095	5.085359
718	7.18	63.0001	3.760960	-0.091649	-0.069915	1.086165	-0.029126	-0.027505	1.029534	2.9077211	5.158078
719	7.19	54.5999	3.746140	-0.093284	-0.088750	1.081885	-0.029645	-0.034914	1.017326	2.9002621	5.137427
720	7.20	46.2001	3.664702	-0.092665	-0.093726	1.058366	-0.029449	-0.036872	0.992045	2.8383275	5.025917
721	7.21	37.7998	3.519667	-0.089214	-0.084660	1.016480	-0.028352	-0.033305	0.954822	2.7245047	4.82743
722	7.22	29.4000	3.315061	-0.082624	-0.064066	0.957390	-0.026258	-0.025203	0.905928	2.5627323	4.547167
723	7.23	-2.8007	3.055832	-0.072857	-0.036365	0.882524	-0.025154	-0.014306	0.845065	2.3580357	4.191583
724	7.24	-34.9998	2.750129	-0.057845	-0.004591	0.794237	-0.018383	-0.001806	0.774048	2.1185463	3.770715
725	7.25	-67.2004	2.406755	-0.036100	0.027789	0.695071	-0.011473	0.010932	0.694530	1.8527433	3.295712
726	7.26	-99.3996	2.035017	-0.006783	0.057581	0.587713	-0.002156	0.022652	0.608210	1.5691169	2.778705
727	7.27	-131.6002	1.644570	0.030282	0.082444	0.474952	0.009624	0.032434	0.517009	1.2758875	2.32626
728	7.28	-163.7993	1.245250	0.074642	0.101239	0.359628	0.023721	0.039827	0.423177	0.9808069	1.670998
729	7.29	-196.0000	0.846914	0.125306	0.114108	0.244589	0.039822	0.044890	0.329301	0.6910507	1.107677
730	7.30	-134.7515	0.459275	0.180863	0.122306	0.132639	0.057478	0.048115	0.238232	0.4131941	0.556569
731	7.31	-73.5000	0.082463	0.230658	0.119019	0.023815	0.073303	0.046822	0.143940	0.1439982	0.021948
732	7.32	-12.2515	-0.283573	0.265333	0.100381	-0.081896	0.084323	0.039490	0.041917	0.1200575	0.492532
733	7.33	49.0000	-0.639058	0.277475	0.065385	-0.184560	0.088182	0.025919	0.070459	0.3825713	0.984067
734	7.34	30.8005	-0.984389	0.262036	0.018100	-0.284291	0.083275	0.007121	0.193896	0.6469366	1.450902
735	7.35	12.6001	-1.312228	0.224177	-0.030666	-0.378971	0.071244	-0.012064	0.319792	0.9081479	1.884473
736	7.36	-5.5994	-1.615619	0.170420	-0.069301	-0.466591	0.054160	-0.027263	0.439694	1.160535	2.277385
737	7.37	-23.7998	-1.888097	0.108023	-0.089873	-0.545282	0.034330	-0.035356	0.546309	1.397633	2.623414
738	7.38	-41.9993	-2.123782	0.044347	-0.088778	-0.613348	0.014094	-0.034925	0.634180	1.6122638	2.917453
739	7.39	-60.1996	-2.317477	-0.013730	-0.066942	-0.669287	-0.004363	-0.026335	0.699986	1.7968362	3.155386
740	7.40	-78.3991	-2.464736	-0.060321	-0.023135	-0.711816	-0.019170	-0.011462	0.742448	1.9438253	3.339946
741	7.41	4.8980	-2.561934	-0.090912	0.017367	-0.739886	-0.028892	0.006832	0.761946	2.063541	3.450549
742	7.42	88.1960	-2.616394	-0.112361	0.054874	-0.755615	-0.035708	0.021587	0.769736	2.1088346	3.513355
743	7.43	56.3508	-2.636048	-0.131700	0.069395	-0.761291	-0.041854	0.027300	0.775845	2.1371963	3.531049
744	7.44	24.5000	-2.617855	-0.144511	0.063755	-0.756037	-0.045926	0.025081	0.776881	2.1276833	3.501185
745	7.45	-7.3492	-2.559434	-0.147244	0.044300	-0.739165	-0.046794	0.017428	0.768531	2.0783815	3.421634
746	7.46	-39.2000	-2.459092	-0.137428	0.019292	-0.710186	-0.043675	0.007590	0.746271	1.9889285	3.290629
747	7.47	-71.0493	-2.315846	-0.113778	-0.002877	-0.668816	-0.036159	-0.001132	0.706107	1.8601166	3.106861
748	7.48	-102.9000	-2.129427	-0.07							

751	7.51	-103.8818	-1.319009	0.105435	0.033046	-0.360930	0.033507	0.013000	0.334422	0.86857	1.839512
752	7.52	-41.1606	-0.980521	0.171257	0.063194	-0.283175	0.054426	0.024860	0.203889	0.631124	1.40442
753	7.53	21.5576	-0.626211	0.222271	0.081807	-0.180850	0.070638	0.032183	0.078029	0.4031328	0.942208
754	7.54	84.2788	-0.268319	0.249605	0.080720	-0.077490	0.079324	0.031755	0.033589	0.1135997	0.466295
755	7.55	146.9970	0.081014	0.246961	0.056435	0.023397	0.078484	0.022202	0.124083	0.1639058	0.009231
756	7.56	120.5406	0.409941	0.210913	0.010264	0.118391	0.067028	0.004038	0.189457	0.4181612	0.469763
757	7.57	94.0813	0.715962	0.149506	-0.044049	0.206770	0.047513	-0.017329	0.236954	0.6415082	0.909332
758	7.58	67.6206	0.996985	0.072146	-0.092450	0.287929	0.022928	-0.036488	0.274370	0.8362582	1.321947
759	7.59	41.1613	1.251355	-0.011246	-0.124702	0.361391	-0.003574	-0.049058	0.308759	1.0029855	1.701834
760	7.60	14.7006	1.477873	-0.091066	-0.133209	0.426810	-0.028941	-0.052404	0.345465	1.1436227	2.043704
761	7.61	-11.7587	1.675815	-0.158755	-0.116789	0.483975	-0.050452	-0.045945	0.387578	1.261321	2.343035
762	7.62	-38.2194	1.844930	-0.207392	-0.078873	0.532816	-0.065909	-0.031028	0.435878	1.3600923	2.596345
763	7.63	-64.6787	1.985447	-0.232113	-0.026597	0.573397	-0.073765	-0.010463	0.489169	1.4442951	2.801447
764	7.64	-91.1394	2.098058	-0.230328	0.030971	0.605919	-0.073198	0.012184	0.544905	1.5180616	2.957631
765	7.65	-117.5988	2.183904	-0.201747	0.084773	0.630711	-0.064115	0.033350	0.599946	1.5347688	3.065774
766	7.66	-58.8009	2.244550	-0.148218	0.127488	0.648226	-0.047104	0.050154	0.651276	1.6466497	3.128341
767	7.67	-0.0019	2.273483	-0.081600	0.146683	0.655582	-0.025933	0.057705	0.688355	1.6961653	3.140719
768	7.68	58.8000	2.264793	-0.013841	0.135797	0.654072	-0.004399	0.053423	0.703096	1.7246806	3.099515
769	7.69	9.7992	2.213262	0.043973	0.094734	0.639190	0.013975	0.037268	0.690433	1.722837	3.002309
770	7.70	-39.1992	2.125150	0.092773	0.039329	0.613743	0.029483	0.015472	0.658699	1.69186	2.858209
771	7.71	-88.2000	2.007239	0.134127	-0.013636	0.579691	0.042626	-0.005365	0.616952	1.6334392	2.676815
772	7.72	-65.3339	1.866711	0.170069	-0.049727	0.539106	0.054048	-0.019563	0.573591	1.5504087	2.467938
773	7.73	-42.4668	1.703886	0.195995	-0.066129	0.492082	0.062287	-0.026015	0.528354	1.4500829	2.234136
774	7.74	-19.6007	1.519446	0.208459	-0.064090	0.438816	0.066248	-0.025213	0.479851	1.3016657	1.977719
775	7.75	3.2664	1.314418	0.205354	-0.048231	0.379604	0.065261	-0.018974	0.425891	1.1361453	1.700697
776	7.76	26.1325	1.090152	0.185966	-0.025280	0.314836	0.059100	-0.009945	0.363991	0.9459798	1.404799
777	7.77	48.9996	0.848298	0.150929	-0.002564	0.244983	0.047965	-0.001009	0.291945	0.7346564	1.091555
778	7.78	71.8657	0.590772	0.102058	0.013462	0.170615	0.032434	0.005296	0.208345	0.506214	0.762409
779	7.79	94.7328	0.319723	0.042116	0.018342	0.092336	0.013385	0.007216	0.112936	0.2648084	0.418845
780	7.80	117.5989	0.037493	-0.025476	0.010241	0.010828	-0.008096	0.004029	0.006760	0.0143805	0.062494
781	7.81	39.2019	-0.253423	-0.096970	-0.009999	-0.073189	-0.030817	-0.003933	0.107939	0.2415446	0.304781
782	7.82	-39.1963	-0.540356	-0.158881	-0.029759	-0.156055	-0.050493	-0.011707	0.218255	0.4898956	0.67066
783	7.83	-23.5203	-0.810867	-0.199556	-0.037934	-0.234178	-0.063419	-0.014923	0.312521	0.717264	1.022451
784	7.84	-7.8406	-1.062290	-0.218979	-0.035749	-0.306789	-0.069591	-0.014064	0.390445	0.9242457	1.355604
785	7.85	7.8399	-1.292308	-0.218812	-0.026264	-0.373219	-0.069538	-0.010332	0.453089	1.106037	1.669447
786	7.86	23.5196	-1.498985	-0.202134	-0.013586	-0.432907	-0.064238	-0.005345	0.502490	1.2625373	1.957288
787	7.87	39.2000	-1.680790	-0.173080	-0.001966	-0.485412	-0.055005	-0.000773	0.541191	1.3934334	2.216553
788	7.88	7.3508	-1.836621	-0.136437	0.005022	-0.530416	-0.043360	0.001976	0.571800	1.4992318	2.463933
789	7.89	-24.5000	-1.961092	-0.092642	0.009575	-0.566364	-0.029442	0.003767	0.592038	1.5765118	2.631769
790	7.90	-56.3493	-2.049402	-0.042685	0.014106	-0.591867	-0.013559	0.005549	0.599877	1.6226173	2.772962
791	7.91	-88.2000	-2.097400	0.012114	0.020760	-0.605729	0.003850	0.008167	0.593712	1.63553	2.861142
792	7.92	-68.6005	-2.101653	0.070046	0.031039	-0.606957	0.022261	0.012211	0.572486	1.6137501	2.890841
793	7.93	-49.0001	-2.064597	0.124424	0.040728	-0.596256	0.039542	0.016022	0.540691	1.5613008	2.862797
794	7.94	-29.3997	-1.989317	0.169355	0.046199	-0.574515	0.053821	0.018175	0.502519	1.4824705	2.778938
795	7.95	-9.8002	-1.879484	0.200160	0.045036	-0.542795	0.063611	0.017717	0.461467	1.3817373	2.64243
796	7.96	9.8002	-1.739286	0.213650	0.036355	-0.502306	0.067898	0.014302	0.420106	1.2636689	2.457684
797	7.97	29.3997	-1.573357	0.208255	0.020804	-0.454385	0.066184	0.008184	0.380017	1.1327994	2.230308
798	7.98	49.0001	-1.386693	0.184023	0.000266	-0.400477	0.058483	0.000105	0.341890	0.9934911	1.967013
799	7.99	68.5996	-1.184565	0.142484	-0.022638	-0.342102	0.045281	-0.008906	0.305727	0.8498015	1.675466
800	8.00	88.2000	-0.972432	0.086413	-0.045133	-0.280838	0.027462	-0.017755	0.271132	0.7053774	1.364109
801	8.01	42.4652	-0.755844	0.019512	-0.064832	-0.218288	0.006201	-0.025505	0.237592	0.5633935	1.041925
802	8.02	-3.2652	-0.533863	-0.047683	-0.073983	-0.154180	-0.015154	-0.029105	0.198438	0.4200788	0.711623
803	8.03	-49.0000	-0.305653	-0.105452	-0.067713	-0.088272	-0.033513	-0.026638	0.148423	0.2713854	0.375881
804	8.04	-45.7333	-0.070487	-0.145592	-0.044633	-0.020357	-0.046269	-0.017559	0.084184	0.113177	0.037099
805	8.05	-42.4666	0.167366	-0.166649	-0.011335	0.048335	-0.052961	-0.004459	0.009085	0.0536229	0.297889
806	8.06	-39.2002	0.403651	-0.168795	0.024386	0.116575	-0.053643	0.009593	0.072525	0.2276343	0.622879
807	8.07	-35.9334	0.634192	-0.153677	0.055149	0.183155	-0.048839	0.021696	0.156012	0.4067229	0.932428
808	8.08	-32.6667	0.854959	-0.124178	0.075347	0.246912	-0.039464	0.029642	0.237090	0.5878192	1.221924
809	8.09	-29.4000	1.062136	-0.084085	0.082015	0.306745	-0.026722	0.032265	0.312287	0.7668999	1.487599
810	8.10	-57.1649	1.252177	-0.037720	0.075095	0.361629	-0.011987	0.029542	0.379184	0.939143	1.72642
811	8.11	-84.9324	1.424947	0.013423	0.060053	0.411525	0.004266	0.023625	0.439415	1.1023097	1.939201
812	8.12	-112.7000	1.580595	0.067591	0.043285	0.456476	0.021480	0.017028	0.494985	1.2540181	2.12727
813	8.13	-140.4676	1.719548	0.122932	0.030800	0.496605	0.039068	0.012117	0.547790	1.3921575	2.292361
814	8.14	-168.2325	1.842503	0.177650	0.027111	0.532115	0.056457	0.010666	0.599238	1.5152386	2.436461
815	8.15	-196.0000	1.950407	0.230140	0.034555	0.563278	0.073138	0.013594	0.650010	1.6226274	2.561685
816	8.16	-133.9324	2.044446	0.279100	0.053081	0.590436	0.088696	0.020882	0.700016	1.714636	2.670193
817	8.17	-71.8647	2.117088	0.314987	0.072061	0.611415	0.100103	0.028349	0.739867	1.7835726	2.755118
818	8.18	-9.8029	2.161250	0.330046	0.081973	0.624169	0.104889	0.032248	0.761306	1.8226657	2.80951
819	8.19	52.2647	2.170407	0.318787	0.076090	0.626813	0.101311	0.029934	0.758058	1.8259375	2.826392
820	8.20	114.3324	2.138689	0.278234	0.051452	0.617653	0.088423	0.020241	0.726317	1.7881524	2.798847
821	8.21	176.4000	2.060973	0.207961	0.008997	0.595209	0.066090	0.003540	0.664839	1.7048653	2.720135
822	8.22	145.9105	1.932955	0.109922	-0.047046	0.558237	0.034933	-0.018508	0.574663	1.5725597	2.583821
823	8.23	115.4238	1.760405	-0.003005	-0.101605	0.508405	-0.000955	-0.039971	0.467478	1.3980007	2.393236
824	8.24	84.9343	1.549750	-0.117791	-0.141583	0.447568	-0.037434	-0.055699	0.354435	1.1890494	2.152426
825	8.25	54.4448	1.307959	-0.222296	-0.153130	0.377738	-0.070646	-0.062209	0.244884	0.9546648	1.866281
826	8.26	23.9552	1.042422	-0.306160	-0.147854	0.301052	-0.097298	-0.058166	0.145588	0.7046963	1.54069
827	8.27	-6.5314	0.760824	-0.361474	-0.112848	0.219726	-0.114877	-0.044394	0.060455	0.4494698	1.182645
828	8.28	-37.0210	0.471014	-0.383217	-0.059678	0.136029	-0.121786	-0.023477	0.009235	0.1992167	0.800307
829	8.29	-67.5105	0.180875	-0.369416	0.002369	0.052237	-0.117400	0.000932	0.064231	0.0365612	0.403011
830	8.30	-98.0000	-0.101805	-0.321061	0.063363	-0.029401	-0.102033	0.024927	0.106507	0.2496895	0.001178
831	8.31	-82.3211	-0.369460	-0.241794	0.114688	-0.106700	-0.076842	0.045118	0.138424	0.4337781	

835	8.35	-19.6007	-1.242165	0.173154	0.095400	-0.358737	0.055028	0.037530	0.266178	0.9106329	1.759685
836	8.36	-3.9203	-1.402095	0.250714	0.044785	-0.404925	0.079677	0.017618	0.307630	0.9850871	2.013511
837	8.37	11.7601	-1.536613	0.302682	-0.008297	-0.443774	0.096192	-0.003264	0.350846	1.0513453	2.22203
838	8.38	27.4406	-1.645399	0.325484	-0.054942	-0.475191	0.103439	-0.021614	0.393366	1.1131771	2.362747
839	8.39	43.1196	-1.728556	0.318136	-0.088475	-0.499207	0.101104	-0.034806	0.432909	1.1728671	2.494977
840	8.40	58.8000	-1.786610	0.282113	-0.105465	-0.515973	0.089655	-0.041490	0.467808	1.2310064	2.559848
841	8.41	43.1197	-1.820487	0.221034	-0.106019	-0.525757	0.070245	-0.041708	0.497220	1.2865565	2.580165
842	8.42	27.4394	-1.828385	0.143223	-0.090398	-0.528038	0.045516	-0.035562	0.518084	1.3340543	2.55701
843	8.43	11.7606	-1.808948	0.057661	-0.061914	-0.522424	0.018325	-0.024357	0.528457	1.3672808	2.492546
844	8.44	-3.9197	-1.761288	-0.026774	-0.025955	-0.508660	-0.008509	-0.010211	0.527380	1.3798905	2.389652
845	8.45	-19.6000	-1.684988	-0.101999	0.011272	-0.486625	-0.032415	0.004434	0.514606	1.366077	2.251566
846	8.46	-35.2803	-1.580108	-0.161301	0.044018	-0.456335	-0.051262	0.017317	0.490280	1.3211791	2.081562
847	8.47	-50.9606	-1.447173	-0.199760	0.068034	-0.417944	-0.063484	0.026765	0.454663	1.2421475	1.882705
848	8.48	-66.6394	-1.287165	-0.214491	0.081209	-0.371733	-0.068165	0.031948	0.407951	1.127817	1.657678
849	8.49	-82.3197	-1.101492	-0.204715	0.083733	-0.318111	-0.065059	0.032941	0.350229	0.9789634	1.408722
850	8.50	-98.0000	-0.891968	-0.171648	0.077803	-0.257601	-0.054550	0.030608	0.281543	0.7981535	1.137657
851	8.51	-66.6394	-0.660775	-0.118249	0.066978	-0.190832	-0.037380	0.026349	0.202062	0.5894288	0.845982
852	8.52	-35.2818	-0.415093	-0.053364	0.050908	-0.119879	-0.016959	0.020027	0.116811	0.3625394	0.539756
853	8.53	-3.9212	-0.162249	0.013958	0.030284	-0.046858	0.004436	0.011914	0.030508	0.1277151	0.225086
854	8.54	27.4394	0.090405	0.075198	0.006584	0.026109	0.023898	0.002590	0.052597	0.1048439	0.091714
855	8.55	58.8000	0.335617	0.122991	-0.018296	0.096926	0.039086	-0.007198	0.128815	0.3254598	0.403998
856	8.56	27.4424	0.566347	0.151623	-0.042445	0.163561	0.048186	-0.016698	0.195049	0.5254089	0.704713
857	8.57	-3.9182	0.782116	0.163369	-0.058390	0.225875	0.051919	-0.022971	0.254823	0.7034695	0.992703
858	8.58	-35.2788	0.982696	0.161657	-0.061058	0.283803	0.051375	-0.024020	0.311157	0.8597912	1.266514
859	8.59	-66.6394	1.168111	0.150704	-0.048473	0.337350	0.047894	-0.019069	0.366175	0.9959016	1.524515
860	8.60	-97.9970	1.338633	0.135122	-0.021785	0.386597	0.042942	-0.008570	0.420968	1.114521	1.765053
861	8.61	44.0932	1.494773	0.119520	0.015298	0.431690	0.037983	0.006018	0.475692	1.2192188	1.986645
862	8.62	186.2000	1.620040	0.091489	0.041140	0.467868	0.029075	0.016184	0.513127	1.2967936	2.170753
863	8.63	150.6741	1.698657	0.040585	0.038671	0.490572	0.012898	0.015213	0.518683	1.3343603	2.29926
864	8.64	115.1517	1.733462	-0.023940	0.014898	0.500624	-0.007608	0.005861	0.498877	1.3367501	2.372545
865	8.65	79.6258	1.727975	-0.092496	-0.019907	0.499039	-0.029395	-0.007831	0.461813	1.308641	2.391972
866	8.66	44.1000	1.686333	-0.155939	-0.054525	0.487013	-0.049557	-0.021450	0.416006	1.254733	2.35999
867	8.67	8.5741	1.613211	-0.206254	-0.079034	0.465895	-0.065547	-0.031092	0.369256	1.1799406	2.280182
868	8.68	-26.9483	1.513739	-0.237102	-0.086552	0.437168	-0.075351	-0.034050	0.327767	1.0895196	2.152726
869	8.69	-62.4742	1.393414	-0.244185	-0.074206	0.402418	-0.077602	-0.029193	0.295623	0.9890719	1.997115
870	8.70	-98.0000	1.258005	-0.225425	-0.043225	0.363312	-0.071640	-0.017005	0.274667	0.8844121	1.806602
871	8.71	-9.8000	1.113453	-0.180949	0.001752	0.321565	-0.057505	0.000689	0.264749	0.7813168	1.583601
872	8.72	78.4000	0.953481	-0.124783	0.042264	0.275365	-0.039656	0.016627	0.252336	0.6729528	1.354368
873	8.73	61.2512	0.772144	-0.070762	0.062777	0.222995	-0.022488	0.024696	0.225204	0.552081	1.085711
874	8.74	44.1008	0.574391	-0.021334	0.063253	0.165884	-0.006780	0.024884	0.183988	0.4213981	0.795407
875	8.75	26.9504	0.365376	0.021610	0.047472	0.105521	0.006868	0.018676	0.131064	0.2830387	0.49151
876	8.76	9.8000	0.150373	0.056842	0.021885	0.043428	0.018064	0.008610	0.070102	0.1388551	0.18212
877	8.77	-7.3488	-0.065316	0.083841	-0.005917	-0.018863	0.026645	-0.002328	0.005454	0.0092339	0.124852
878	8.78	-24.4992	-0.276442	0.102777	-0.028774	-0.079836	0.032663	-0.011320	0.058494	0.1589105	0.42189
879	8.79	-41.6496	-0.477901	0.114443	-0.041272	-0.138018	0.036370	-0.016236	0.117884	0.3072162	0.702045
880	8.80	-58.8000	-0.664811	0.120143	-0.040578	-0.191997	0.038181	-0.015963	0.169779	0.4504531	0.959044
881	8.81	-52.9204	-0.832562	0.121549	-0.026687	-0.240453	0.038628	-0.010499	0.212323	0.5842483	1.187356
882	8.82	-47.0402	-0.979324	0.118327	-0.044283	-0.282829	0.037604	-0.001685	0.246910	0.7060503	1.38451
883	8.83	-41.1601	-1.103457	0.110535	0.020857	-0.318678	0.035128	0.008205	0.275345	0.8131242	1.548773
884	8.84	-35.2799	-1.203829	0.098587	0.043086	-0.347666	0.031331	0.016950	0.299385	0.9029018	1.679087
885	8.85	-29.4003	-1.279685	0.083194	0.057944	-0.369573	0.026439	0.022795	0.320339	0.9732974	1.774994
886	8.86	-23.5201	-1.330679	0.065279	0.062876	-0.384300	0.020746	0.024735	0.338819	1.0229362	1.836574
887	8.87	-17.6399	-1.356880	0.045894	0.057504	-0.391867	0.014585	0.022622	0.354660	1.0512691	1.864386
888	8.88	-11.7598	-1.358758	0.026122	0.043454	-0.392409	0.008302	0.017095	0.367013	1.058567	1.859433
889	8.89	-5.8902	-1.337180	0.006990	0.023821	-0.386178	0.002221	0.009371	0.374585	1.0458146	1.823138
890	8.90	0.0000	-1.293383	-0.010607	0.002416	-0.373529	-0.003371	0.000950	0.375950	1.0145384	1.757333
891	8.91	-9.8002	-1.228953	-0.025966	-0.017044	-0.354922	-0.008252	-0.006705	0.369879	0.9665972	1.664249
892	8.92	-19.6004	-1.144238	-0.037111	-0.030146	-0.330456	-0.011794	-0.011859	0.354109	0.9024636	1.544924
893	8.93	-29.3996	-1.039910	-0.042557	-0.034187	-0.300326	-0.013525	-0.013449	0.327300	0.8226509	1.40074
894	8.94	-39.1998	-0.916957	-0.041386	-0.028491	-0.264817	-0.013152	-0.011209	0.289178	0.7276642	1.233388
895	8.95	-49.0000	-0.776658	-0.033276	-0.014312	-0.224299	-0.010575	-0.005631	0.240505	0.6180221	1.044824
896	8.96	-43.1199	-0.620561	-0.018480	0.005622	-0.179218	-0.005873	0.002212	0.182879	0.494345	0.837217
897	8.97	-37.2398	-0.452009	0.000739	0.026315	-0.130540	0.000235	0.010352	0.119953	0.3590313	0.614471
898	8.98	-31.3602	-0.274509	0.021946	0.043187	-0.079278	0.006974	0.016990	0.055314	0.2147947	0.38061
899	8.99	-25.4801	-0.091668	0.042743	0.052901	-0.026474	0.013584	0.020811	0.007921	0.0647323	0.139738
900	9.00	-19.6000	0.092866	0.060957	0.053858	0.026820	0.019372	0.021188	0.067379	0.0876827	0.103997
901	9.01	-23.1001	0.275462	0.074790	0.046304	0.079554	0.023768	0.018216	0.121538	0.2386939	0.346426
902	9.02	-26.5998	0.453503	0.083835	0.032965	0.130972	0.026643	0.012968	0.170583	0.3853563	0.584321
903	9.03	-30.0999	0.624475	0.088094	0.017360	0.180348	0.027996	0.006830	0.215174	0.5248001	0.814476
904	9.04	-33.6000	0.786017	0.087949	0.003046	0.227002	0.027950	0.001198	0.256150	0.6544425	1.033728
905	9.05	-37.1000	0.935949	0.084097	-0.007068	0.270302	0.026726	-0.002781	0.294248	0.7721645	1.238991
906	9.06	-40.5998	1.072312	0.077474	-0.011198	0.309684	0.024621	-0.004405	0.329899	0.8764227	1.427309
907	9.07	-44.0998	1.193391	0.069158	-0.008901	0.346651	0.021979	-0.003502	0.363128	0.9662834	1.595918
908	9.08	-47.5999	1.297748	0.060279	-0.001005	0.374789	0.019157	-0.000395	0.393551	1.0413781	1.742328
909	9.09	-51.1000	1.384232	0.051917	0.010687	0.399766	0.016499	0.004204	0.420470	1.1017972	1.864405
910	9.10	-54.5997	1.452005	0.045027	0.023853	0.419339	0.014310	0.009384	0.443033	1.1479448	1.960457
911	9.11	-58.0998	1.500543	0.040373	0.036152	0.433357	0.012831	0.014222	0.460410	1.1803855	2.029306
912	9.12	-61.5999	1.529645	0.038481	0.045669	0.441761	0.012229	0.017966	0.471957	1.1997101	2.070336
913	9.13	-65.0999	1.539430	0.039615	0.051237	0.444587	0.012590	0.020157	0.477334	1.2064424	2.083527
914	9.14	-68.5997	1.530333	0.043783	0.052569	0.441960	0.013914	0.020681	0.478555	1.2009984	2.069451
915	9.15	-42.4683	1.503093	0.050748	0.050219	0.434093	0.016128	0.019756	0.469977	1.1836984	2.0294

919	9.19	-22.8661	1.183980	0.050734	-0.006829	0.341933	0.016123	-0.002687	0.355370	0.9495762	1.591028
920	9.20	-39.2000	1.057133	0.042859	-0.019110	0.305300	0.013620	-0.007518	0.311403	0.8500471	1.420807
921	9.21	-31.3599	0.918484	0.035990	-0.022673	0.265258	0.011438	-0.008920	0.267776	0.7395339	1.234615
922	9.22	-23.5197	0.769675	0.029838	-0.018560	0.222282	0.009483	-0.007301	0.224463	0.6194499	1.034751
923	9.23	-15.6803	0.612497	0.024078	-0.009156	0.176889	0.007652	-0.003602	0.180939	0.4916539	0.823644
924	9.24	-7.8401	0.448853	0.018380	0.002414	0.129629	0.005841	0.000950	0.136420	0.3582834	0.603835
925	9.25	0.0000	0.280729	0.012438	0.012963	0.081074	0.003953	0.005100	0.090127	0.2215651	0.377963
926	9.26	-4.3556	0.110157	0.005986	0.019859	0.031813	0.001902	0.007813	0.041528	0.0836412	0.148749
927	9.27	-8.7109	-0.059603	-0.000007	0.002611	-0.017213	-0.000002	0.008895	0.008320	0.0523551	0.079808
928	9.28	-13.0665	-0.225347	-0.004686	0.021571	-0.065080	-0.001489	0.008486	0.058083	0.1836066	0.303683
929	9.29	-17.4222	-0.383979	-0.007367	0.017775	-0.110893	-0.002341	0.006993	0.106242	0.3076385	0.518883
930	9.30	-21.7778	-0.532556	-0.007581	0.012666	-0.153802	-0.002409	0.004983	0.151229	0.4223053	0.721512
931	9.31	-26.1331	-0.668340	-0.005088	0.007775	-0.193017	-0.001617	0.003059	0.191575	0.5257536	0.907847
932	9.32	-30.4887	-0.788838	0.000118	0.004421	-0.227817	0.000037	0.001739	0.226040	0.6163767	1.074412
933	9.33	-34.8444	-0.891838	0.007827	0.003480	-0.257563	0.002488	0.001369	0.253706	0.6927773	1.218052
934	9.34	-39.2000	-0.975444	0.017651	0.005270	-0.281708	0.005610	0.002073	0.274025	0.7537454	1.335998
935	9.35	-26.9509	-1.038107	0.029063	0.009556	-0.299803	0.009236	0.003759	0.286608	0.7982592	1.425926
936	9.36	-14.7006	-1.080267	0.039830	0.014085	-0.311981	0.012668	0.005541	0.293773	0.8271486	1.487665
937	9.37	-2.4503	-1.102732	0.048062	0.016810	-0.318469	0.015274	0.006613	0.296582	0.8414471	1.521575
938	9.38	9.8000	-1.106596	0.052052	0.016261	-0.319585	0.016542	0.006397	0.296646	0.8424071	1.528563
939	9.39	-4.8989	-1.093252	0.050673	0.011753	-0.315731	0.016104	0.004623	0.295004	0.8314911	1.510077
940	9.40	-19.5993	-1.061679	0.045872	0.005976	-0.306613	0.014578	0.002351	0.289683	0.8076667	1.465385
941	9.41	-34.2996	-1.011166	0.039714	0.001561	-0.292025	0.012621	0.000614	0.278789	0.7700734	1.394234
942	9.42	-49.0000	-0.941322	0.034204	0.000583	-0.271854	0.010870	0.000229	0.260755	0.7179833	1.296812
943	9.43	-56.3495	-0.852080	0.031136	0.004228	-0.246081	0.009895	0.001663	0.234523	0.6507903	1.173715
944	9.44	-63.6996	-0.744420	0.031264	0.011976	-0.214988	0.009936	0.004712	0.200341	0.5687635	1.026629
945	9.45	-71.0498	-0.619611	0.035031	0.022506	-0.178944	0.011133	0.008885	0.158925	0.4723594	0.857546
946	9.46	-78.4000	-0.479188	0.042553	0.034409	-0.138389	0.013523	0.013537	0.111329	0.3622907	0.668709
947	9.47	-61.2512	-0.324921	0.053645	0.045753	-0.093837	0.017048	0.017999	0.058790	0.2395892	0.462553
948	9.48	-44.1008	-0.161219	0.065500	0.052892	-0.046560	0.020816	0.020808	0.004936	0.1080733	0.244126
949	9.49	-26.9504	0.007410	0.075474	0.053322	0.002140	0.023986	0.020977	0.047103	0.0281241	0.0186
950	9.50	-9.8000	0.176437	0.081282	0.046097	0.050955	0.025832	0.018135	0.094921	0.1646198	0.208761
951	9.51	-29.4000	0.341382	0.081152	0.031834	0.098591	0.025790	0.012524	0.136905	0.2969104	0.432646
952	9.52	-48.9981	0.501542	0.077446	0.015889	0.144845	0.024612	0.006251	0.175708	0.4241922	0.651423
953	9.53	-46.5502	0.656302	0.072626	0.003336	0.189540	0.023080	0.001312	0.213933	0.5458478	0.836524
954	9.54	-44.1001	0.802951	0.066924	-0.004048	0.231892	0.021268	-0.001592	0.251568	0.6594148	1.065267
955	9.55	-41.6501	0.938948	0.060626	-0.005669	0.271168	0.019267	-0.002230	0.288205	0.762893	1.253102
956	9.56	-39.2002	1.061956	0.054041	-0.002098	0.306693	0.017174	-0.000825	0.323042	0.8547569	1.423684
957	9.57	-36.7502	1.169883	0.047478	0.005171	0.337862	0.015088	0.002034	0.354985	0.9339091	1.573938
958	9.58	-34.3001	1.260910	0.041216	0.014107	0.364151	0.013099	0.005550	0.382799	0.9895922	1.701144
959	9.59	-31.8501	1.333518	0.035492	0.022590	0.385120	0.011279	0.008887	0.405287	1.0512839	1.803003
960	9.60	-29.4002	1.386510	0.030480	0.028826	0.400424	0.009686	0.011340	0.421451	1.0885989	1.8777
961	9.61	-21.5604	1.419026	0.026282	0.031647	0.409815	0.008353	0.012450	0.430617	1.1112181	1.923947
962	9.62	-13.7201	1.430016	0.022414	0.030162	0.412989	0.007123	0.011866	0.431978	1.1183214	1.940466
963	9.63	-5.8798	1.418797	0.018401	0.024397	0.409749	0.005848	0.009598	0.425194	1.1091417	1.926528
964	9.64	1.9597	1.385057	0.013819	0.015191	0.400004	0.004392	0.005976	0.410372	1.0830159	1.88194
965	9.65	9.8000	1.328859	0.008322	0.003943	0.383774	0.002645	0.001551	0.387970	1.039464	1.807019
966	9.66	4.8999	1.250632	0.001665	-0.007717	0.361183	0.000529	-0.003036	0.358676	0.9782804	1.702556
967	9.67	-0.0002	1.152428	-0.005064	-0.017059	0.332821	-0.001609	-0.006711	0.324501	0.9008788	1.571049
968	9.68	-4.8998	1.036597	-0.010858	-0.022104	0.299369	-0.003451	-0.008696	0.287223	0.8090632	1.415398
969	9.69	-9.7999	0.905751	-0.014863	-0.021911	0.261581	-0.004724	-0.008620	0.248237	0.7050351	1.238854
970	9.70	-14.7000	0.762712	-0.016435	-0.016644	0.220271	-0.005223	-0.006548	0.208500	0.5913476	1.044981
971	9.71	-23.5202	0.610468	-0.015172	-0.007413	0.176303	-0.004822	-0.002916	0.168565	0.4708104	0.83761
972	9.72	-32.3395	0.452507	-0.010554	0.004411	0.130684	-0.003354	0.001735	0.129065	0.3467501	0.621189
973	9.73	-41.1597	0.292367	-0.002364	0.017118	0.084435	-0.000751	0.006734	0.090418	0.2224725	0.400342
974	9.74	-49.9798	0.133576	0.009313	0.029023	0.038577	0.002960	0.011418	0.052954	0.1011265	0.179806
975	9.75	-58.8000	-0.020404	0.024124	0.038782	-0.005893	0.007667	0.015257	0.017031	0.014409	0.035635
976	9.76	-39.1994	-0.166236	0.041497	0.045611	-0.048009	0.013188	0.017943	0.016878	0.1216013	0.241241
977	9.77	-19.6006	-0.303582	0.057976	0.046689	-0.087674	0.018425	0.018367	0.050882	0.2211128	0.43526
978	9.78	0.0000	-0.432247	0.070447	0.040608	-0.124833	0.022388	0.015575	0.086470	0.3139178	0.616196
979	9.79	-7.3500	-0.552183	0.076363	0.027480	-0.159470	0.024268	0.010811	0.124391	0.4012277	0.782894
980	9.80	-14.7000	-0.660804	0.076484	0.011290	-0.190840	0.024307	0.004442	0.162092	0.481696	0.931913
981	9.81	-11.7602	-0.755746	0.071968	-0.003841	-0.218259	0.022872	-0.001511	0.196899	0.5539911	1.060268
982	9.82	-8.8202	-0.835920	0.063258	-0.015431	-0.241414	0.020103	-0.006071	0.227381	0.6176958	1.166511
983	9.83	-5.8801	-0.900494	0.051093	-0.021948	-0.260063	0.016237	-0.008634	0.252460	0.672203	1.249728
984	9.84	-2.9401	-0.948902	0.036427	-0.022999	-0.274043	0.011576	-0.009048	0.271514	0.7167164	1.309526
985	9.85	-0.0003	-0.980849	0.020333	-0.019277	-0.283269	0.006462	-0.007583	0.284391	0.7503121	1.346003
986	9.86	-1.9599	-0.996315	0.003915	-0.012303	-0.287736	0.001244	-0.004840	0.291332	0.7720511	1.359692
987	9.87	-3.9200	-0.995063	-0.011317	-0.003586	-0.287374	-0.003597	-0.001411	0.292382	0.7806338	1.351
988	9.88	-5.8800	-0.977132	-0.024067	0.005203	-0.282196	-0.007649	0.002047	0.287797	0.7750367	1.320634
989	9.89	-7.8399	-0.942836	-0.033338	0.012569	-0.272291	-0.010595	0.004945	0.277941	0.754638	1.269534
990	9.90	-9.8000	-0.892751	-0.038485	0.017455	-0.257826	-0.012231	0.006887	0.263190	0.719305	1.198823
991	9.91	-22.8667	-0.827704	-0.039243	0.019393	-0.239041	-0.012471	0.007629	0.243883	0.6694352	1.10977
992	9.92	-35.9333	-0.747656	-0.034646	0.019580	-0.215923	-0.011011	0.007703	0.219231	0.604844	1.002656
993	9.93	-48.9988	-0.652811	-0.024230	0.019410	-0.188532	-0.007700	0.007636	0.188596	0.5258301	0.877872
994	9.94	-34.3007	-0.543616	-0.008024	0.020188	-0.156996	-0.002550	0.007942	0.151604	0.4330944	0.735931
995	9.95	-19.6000	-0.423503	0.010820	0.020274	-0.122308	0.003438	0.007976	0.110894	0.3303994	0.580276
996	9.96	-26.1335	-0.296041	0.029191	0.018340	-0.085497	0.009277	0.007215	0.069005	0.221675	0.414534
997	9.97	-32.6665	-0.162763	0.046305	0.015599	-0.047006	0.014716	0.006136	0.026154	0.108800	0.240387
998	9.98	-39.2000	-0.025279	0.061537	0.013279	-0.007301	0.019556	0.005224	0.017480	0.0063289	0.059686
999	9.99	-29.4000	0.114753	0.074462	0.012392	0.033141	0.023664	0.004875	0.016880	0.1219767	0.125551
1000	10.00	-19.6000	0.254034	0.083302	0.012021	0.073365	0.026473	0.0			

Lampiran 3 Lata Gempa KOYNA, India (1967)

kt={0	-54.88	35.28	-47.6935
-1.96	-62.72	58.8	-36.5868
-3.92	-70.56	29.4001	-25.48
-5.88	-78.4	0.0001	-14.3734
-7.84	-64.68	-29.3998	-3.2667
-9.8	-50.96	-58.7997	7.84
-11.76	-37.24	-88.1997	18.9466
-13.72	-23.52	-52.9204	30.0533
-15.68	-9.8	-17.64	41.1559
-17.64	-7.84	17.64	52.2666
-19.6	-5.88	52.92	63.3732
-17.64	-3.92	88.2	74.4799
-15.68	-1.96	60.76	85.5866
-13.72	0	33.32	96.6932
-11.76	-9.8	5.88	107.7999
-9.8	-19.6	-21.56	64.68
-7.84	-29.4	-49	21.56
-5.88	-39.2	-41.16	-21.56
-3.92	-49	-33.32	-64.68
-1.96	-21.56	-25.48	-107.8
0	5.8799	-17.64	-82.3201
-4.9	33.3199	-9.8	-56.8401
-9.8	60.7599	-1.96	-31.3602
-14.7	88.2	5.88	-5.8802
-19.6	70.56	13.72	19.5997
-24.5	52.92	21.56	45.0796
-29.4	35.28	29.4	70.5596
-34.3	17.64	16.66	96.0395
-39.2	0.0001	3.92	121.5197
-44.1	-17.6399	-8.82	147
-49	-35.28	-21.5599	107.8
-39.2	-52.92	-34.2999	68.6
-29.4	-70.56	-47.0399	29.4
-19.6	-88.2	-59.7799	-9.8
-9.8	-68.6	-72.52	-49
0	-49	-85.26	-88.2
9.8	-29.4	-98	-127.4
19.6	-9.8	-68.6	-166.6
29.4	9.8	-39.2	-205.8
39.2	5.88	-9.8	-245
49	1.96	19.6	-198.9401
24.5	-1.96	49	-152.8802
0	-5.88	27.4401	-106.8203
13.0667	-9.8	5.8801	-60.7604
26.1333	-1.96	-15.6798	-14.7005
39.2	5.88	-37.2398	31.3593
31.36	13.72	-58.8	77.4192
23.52	21.56	-45.08	123.4802
15.68	29.4	-31.36	169.5401
7.84	11.76	-17.64	215.6
0	-5.8799	-3.92	137.2
-7.84	-23.5199	9.8	58.8
-15.68	-41.16	-3.92	-19.6
-23.52	-58.8	-17.6399	-98
-31.36	-35.28	-31.3599	-176.4
-39.2	-11.76	-45.0799	-86.24
-47.04	11.76	-58.7998	3.92

94.08	-119.7585	-200.9	33.3197
184.24	-211.6781	-75.95	60.7592
274.4	-313.5976	49	88.2
217.5602	-225.4021	-83.3	19.5984
160.7203	-137.2021	215.6	-49
103.8804	-49.0021	-78.4	22.8678
47.0405	39.1979	58.8	94.7322
-9.7993	127.4	196	166.6
-66.6392	86.975	105.84	62.722
-123.4791	46.55	15.68	-41.161
-180.3189	6.125	-74.48	-145.039
-237.1588	-34.3	-164.64	-218.922
-293.9987	-74.725	-254.8	-352.8
-227.3616	-115.15	-148.9605	-290.0788
-160.7216	-155.575	-43.121	-227.3606
-94.0816	-196	62.7185	-164.6394
-27.44	-141.12	168.558	-101.9212
39.2	-86.24	274.3975	-39.2
105.84	-31.36	160.7227	-76.4389
172.48	23.52	47.0427	-113.6797
239.1201	78.4	-66.6373	-150.9186
305.76	26.95	-180.3173	-188.1593
372.4	-24.5	-293.9974	-225.3982
239.12	-75.95	-229.3215	-98.0024
105.84	-127.4	-164.64	29.3951
-27.44	-29.4008	-99.96	156.7988
-160.7201	68.5984	-35.28	284.1964
-294.0001	166.5977	29.4	411.6
-192.08	111.068	94.08	313.5981
-90.16	55.5347	158.76	215.6009
11.76	0.0013	223.4401	117.5991
113.68	97.9977	288.1201	19.6019
215.6	196	352.8	-78.4
-78.4	137.2	241.08	11.7583
-372.4	78.4	129.36	101.9209
-271.1341	19.6	17.64	192.0792
-169.8683	-39.2	-94.08	282.2417
-68.6024	-98	-205.8	372.4
-158.7579	-70.56	-148.9603	290.0784
-248.9179	-43.12	-92.1205	207.7608
-339.0779	-15.68	-35.2808	125.4392
-429.24	11.76	21.5589	43.1216
-519.4	39.2	78.3987	-39.2
-176.4	66.64	-47.037	-121.5177
166.6	94.08	-172.477	-203.8392
509.6001	121.52	-297.917	-286.1569
254.8	148.96	-423.357	-368.4785
0	176.4	-548.7971	-450.7961
-254.8	76.4405	-364.5652	-378.2814
-203.35	-23.5191	-180.3218	-305.7628
-151.9	-123.4786	3.9174	-233.2407
-100.45	-223.4381	188.1565	-160.722
-49	-323.3977	372.4	-88.2
-112.7	-248.2685	288.1224	-123.4807
-176.4	-173.1351	203.8408	-158.7597
-52.2667	-98.0018	119.5632	-194.0404
71.8667	-215.5972	35.2816	-229.3194
196	-333.1972	-48.996	-264.6
94.0805	-450.8	-21.5605	-174.4417
-7.839	-325.85	5.879	-84.2791

5.8792	-146.9971	-99.9587	-26.1327
96.0417	-84.9343	-133.2794	-66.4205
186.2	-22.8686	-166.6	-106.7102
127.3989	39.2	-125.4408	-146.9981
68.6006	-22.0485	-84.2796	-124.9505
9.7994	-83.3	-43.1204	-102.9011
-48.9989	-144.5485	-1.9592	-80.8505
-107.8	-205.8	39.2	-58.8011
-50.9616	-139.1619	13.0663	-36.7505
5.8795	-72.5206	-13.0663	-14.701
62.7178	-5.8793	-39.2	7.3495
119.5589	60.7587	9.7988	29.3989
176.3973	127.4	58.8	-3.9194
134.261	98.0007	-3.2647	-37.2387
92.122	68.6	-65.3324	-70.5597
49.981	39.2007	-127.397	-103.879
7.842	9.8	-19.6026	-137.2
-34.299	-19.5993	88.1949	-71.8687
-76.438	-49	45.734	-6.5344
-118.579	-78.3993	3.268	58.8
-160.72	-107.8	-39.2	36.7505
-202.859	-55.535	-48.9997	14.7
-245	-3.2675	-58.7998	-7.3495
-178.3613	48.9975	-68.5995	-29.4
-111.7194	24.5006	-46.5505	-3.2671
-45.0806	0.0012	-24.5011	22.8671
21.5613	-24.4994	-2.4505	49
88.2	-48.9988	19.6	-44.1
50.9593	-73.4994	-1.9596	-137.1956
13.7204	-97.9988	-23.5202	-53.902
-23.5204	-122.4994	-45.0798	29.396
-60.7593	-146.9988	-66.6404	112.698
-98	-171.4994	-88.2	195.9961
-14.702	-195.9988	-92.1201	279.2981
68.6	-63.7032	-96.04	362.5961
6.5353	68.5937	-99.96	332.6563
-55.5323	9.8014	-103.8799	302.7126
-117.597	-49	-107.8	272.7674
-35.9346	-0.0009	-73.5008	242.8237
45.7307	49.0005	-39.2	212.8785
127.4	97.9995	-4.9008	182.9348
55.5356	147.0009	29.4	152.9896
-16.3322	196	-4.8992	123.0459
-88.1966	73.4971	-39.2	93.1007
-29.4014	-49	14.6987	63.1555
29.4	19.6011	68.6	33.2118
-117.5977	88.1989	122.4987	3.2667
-264.6023	156.8	176.4	-26.6771
-411.6	101.9216	143.081	-56.6222
-225.3955	47.0405	109.7603	-86.5659
-39.2	-7.8379	76.4413	-116.5111
147.0045	-62.7189	43.1206	-146.4548
333.2	-117.5974	9.8	-176.4
273.174	-94.0805	112.6976	-154.8406
213.1507	-70.5609	215.6	-133.2802
153.1247	-47.0402	175.3122	-111.7208
93.1014	-23.5207	135.0224	-90.1604
33.0753	0	94.7346	-68.601
-26.9478	-33.319	54.4449	-90.1596
-86.9739	-66.6397	14.1571	-111.7192

-133.2798	58.8	-37.021	-11.7598
-154.8394	9.7992	-67.5105	-5.8802
-176.4	-39.1992	-98	0
-123.4815	-88.2	-82.3211	-9.8002
-70.5605	-65.3339	-66.6406	-19.6004
-17.642	-42.4668	-50.9602	-29.3996
35.279	-19.6007	-35.2797	-39.1998
88.1975	3.2664	-19.6007	-49
79.8002	26.1325	-3.9203	-43.1199
71.3999	48.9996	11.7601	-37.2398
63.0001	71.8657	27.4406	-31.3602
54.5999	94.7328	43.1196	-25.4801
46.2001	117.5989	58.8	-19.6
37.7998	39.2019	43.1197	-23.1001
29.4	-39.1963	27.4394	-26.5998
-2.8007	-23.5203	11.7606	-30.0999
-34.9998	-7.8406	-3.9197	-33.6
-67.2004	7.8399	-19.6	-37.1
-99.3996	23.5196	-35.2803	-40.5998
-131.6002	39.2	-50.9606	-44.0998
-163.7993	7.3508	-66.6394	-47.5999
-196	-24.5	-82.3197	-51.1
-134.7515	-56.3493	-98	-54.5997
-73.5	-88.2	-66.6394	-58.0998
-12.2515	-68.6005	-35.2818	-61.5999
49	-49.0001	-3.9212	-65.0999
30.8005	-29.3997	27.4394	-68.5997
12.6001	-9.8002	58.8	-42.4683
-5.5994	9.8002	27.4424	-16.3342
-23.7998	29.3997	-3.9182	9.8
-41.9993	49.0001	-35.2788	-6.5323
-60.1996	68.5996	-66.6394	-22.8661
-78.3991	88.2	-97.997	-39.2
4.898	42.4652	44.0932	-31.3599
88.196	-3.2652	186.2	-23.5197
56.3508	-49	150.6741	-15.6803
24.5	-45.7333	115.1517	-7.8401
-7.3492	-42.4666	79.6258	0
-39.2	-39.2002	44.1	-4.3556
-71.0493	-35.9334	8.5741	-8.7109
-102.9	-32.6667	-26.9483	-13.0665
-134.7493	-29.4	-62.4742	-17.4222
-166.6	-57.1649	-98	-21.7778
-103.8818	-84.9324	-9.8	-26.1331
-41.1606	-112.7	78.4	-30.4887
21.5576	-140.4676	61.2512	-34.8444
84.2788	-168.2325	44.1008	-39.2
146.997	-196	26.9504	-26.9509
120.5406	-133.9324	9.8	-14.7006
94.0813	-71.8647	-7.3488	-2.4503
67.6206	-9.8029	-24.4992	9.8
41.1613	52.2647	-41.6496	-4.8989
14.7006	114.3324	-58.8	-19.5993
-11.7587	176.4	-52.9204	-34.2996
-38.2194	145.9105	-47.0402	-49
-64.6787	115.4238	-41.1601	-56.3495
-91.1394	84.9343	-35.2799	-63.6996
-117.5988	54.4448	-29.4003	-71.0498
-58.8009	23.9552	-23.5201	-78.4
-0.0019	-6.5314	-17.6399	-61.2512

-44.1008	-21.5604	-49.9798	-3.92
-26.9504	-13.7201	-58.8	-5.88
-9.8	-5.8798	-39.1994	-7.8399
-29.4	1.9597	-19.6006	-9.8
-48.9981	9.8	0	-22.8667
-46.5502	4.8999	-7.35	-35.9333
-44.1001	-0.0002	-14.7	-48.9988
-41.6501	-4.8998	-11.7602	-34.3007
-39.2002	-9.7999	-8.8202	-19.6
-36.7502	-14.7	-5.8801	-26.1335
-34.3001	-23.5202	-2.9401	-32.6665
-31.8501	-32.3395	-0.0003	-39.2
-29.4002	-41.1597	-1.9599	-29.4

```

-19.6];
nk=length(kt);
ttl=(0:nk-2)*0.01;
t2=(0:nk-1)*0.01;
% koyna
% [a2,b2]=size(yy1);
% t koy
% th koy

```

Lampiran 4 Listing Program Perhitungan Variasi 0

```

m1=0.3629;m2=0.3110;m3=0.2592;      % massa lt1 s/d 3
k1=400;k2=200;k3=100;              %kekakuan tingkat

m=[m1 0 0
   0 m2 0
   0 0 m3];

k=[k1+k2 -k2 0
   -k2 k2+k3 -k3
   0 -k3 k3];

I=[1 0 0
   0 1 0
   0 0 1];

q=3;                                %jumlah tingkat
t=0.01;                              %kenaikan waktu

c1=1.36;c2=1.36;c3=1.36;           %variasi0
c=[c1+c2 -c2 0
   -c2 c2+c3 -c3
   0 -c3 c3];                       %matrik redaman

```


Lampiran 7 Listing Program untuk Analisis Struktur

```

dkoy;
[s,l]=eig(k,m);           % peny.eigen problem
s1=[s(:,3) s(:,2) s(:,1)];

ww=sqrt(l);               % matrik freq.sudut
ww1=[ww(:,3) ww(:,2) ww(:,1)];
mi=ones(q,1);
w=sort(ww*mi)             % frekuensi sudut

for i=1:q;
    ms(:,i)=[s1(:,i)/s1((i-1)*q+1)]; % mode shapes
end;

msh=ms                    %modal matrik
mst=ms'                   % mode shapes setelah ditranspose

for i=1:q;
    mn(i)=[mst(i,:)*m(:,:)*msh(:,i)];
end;

for i=1:q;
    kn(i)=[mst(i,:)*k(:,:)*msh(:,i)];
end;

for i=1:q;
    cn(i)=[mst(i,:)*c(:,:)*msh(:,i)];
end;

```

```

x=cn(1)*I(1);y=cn(2)*I(5);z=cn(3)*I(9);      %untuk redaman
x1=mn(1)*I(1);y1=mn(2)*I(5);z1=mn(3)*I(9); %untuk massa
x2=kn(1)*I(1);y2=kn(2)*I(5);z2=kn(3)*I(9); %untuk kekakuan

mef=[x1 0 0;0 y1 0;0 0 z1]+zeros(3,3)        % m efektif
kef=[x2 0 0;0 y2 0;0 0 z2]+zeros(3,3);      % k efektif
cef=[x 0 0;0 y 0;0 0 z]+zeros(3,3)          % c efektif

for i=1:q;
pf(i)=(mst(i,:)*m*mi)/(mst(i,:)*m*msh(:,i));
end;
PF=pf                                          % partisipasi faktor

dh=cef*mi;
dr=(dh./(2*mef*w))                            %damping ratio

aa=(w.^2)-mi*(2/t^2)
bb=(mi/t^2)-(w.*dr/t)
kk=(mi/t^2)+(w.*dr/t)

% untuk data koyna
for i=1:q;
for j=2:nk-2;
g1(i,1)=0;
g1(i,2)=(-kt(1))/kk(i);
g1(i,j+1)=(-kt(j)-aa(i)*g1(i,j)-bb(i)*g1(i,j-1))/kk(i);
end;
end;

```

```
gg1=g1';
for i=1:q;
zo(:,i)=[gg1(:,i)*PF(i)];    % modal amplitudo koy
end;

y1=zo*mst;                    % simpangan tingkat koy
simp=[max(y1(:,1)) max(y1(:,2)) max(y1(:,3))];

for i=1:q-1;
yy1(:,i)=y1(:,i+1)-y1(:,i);  % simpangan antar tingkat koy
end;

yy11=y1(:,1);
antar=[max(yy11(:,1)) max(yy1(:,1)) max(yy1(:,2))];
```



```
%plot simpangan tingkat
% a=displacement
% b=time

% simpangan tingkat Koyna
plot(tt1,y1(:,1));hold on;title('simpangan tingkat lt1');
ylabel('displacement-cm');xlabel('waktu-dt');
[a1 b1]=max(abs(y1(:,1)))

plot(b1*0.01,a1,'ro');plot(b1*0.01,y1(b1,1),'ro');
legend('simp.tingkat','nilai maks');pause;close;disp('tekan
ENTER untuk lanjutkan');

plot(tt1,y1(:,2));hold on;title('simpangan tingkat lt2');
ylabel('displacement-cm');xlabel('waktu-dt');
[a2 b2]=max(abs(y1(:,2)))

plot(b2*0.01,a2,'ro');plot(b2*0.01,y1(b2,2),'ro');
legend('simp.tingkat','maks');pause;close;disp('tekan ENTER
untuk lanjutkan');

plot(tt1,y1(:,3));hold on;title('simpangan tingkat lt3');
ylabel('displacement-cm');xlabel('waktu-dt');
[a3 b3]=max(abs(y1(:,3)))

plot(b3*0.01,a3,'ro');plot(b3*0.01,y1(b3,3),'ro');
legend('simp.tingkat','maks');pause;close;disp('tekan ENTER
untuk lanjutkan');
```

```
%inter storey drift Koyna-India
plot(ttl,yy11);hold on;title('ISD lt1-lt.dsr');
ylabel('displacement-cm');xlabel('waktu-dt');
[a1 b1]=max(abs(yy11))

plot(b1*0.01,a1,'ro');plot(b1*0.01,yy11(b1),'ro');
legend('ISD','maks');pause;close;disp('tekan ENTER untuk
lanjutkan');

plot(ttl,yy1(:,1));hold on;title('ISD lt2-lt1');
ylabel('displacement-cm');xlabel('waktu-dt');
[a2 b2]=max(abs(yy1(:,1)))

plot(b2*0.01,a2,'ro');plot(b2*0.01,yy1(b2,1),'ro');
legend('ISD','maks');pause;close;disp('tekan ENTER untuk
lanjutkan');

plot(ttl,yy1(:,2));hold on;title('ISD lt3-lt2');
ylabel('displacement-cm');xlabel('waktu-dt');
[a3 b3]=max(abs(yy1(:,2)))

plot(b3*0.01,a3,'ro');plot(b3*0.01,yy1(b3,2),'ro');
legend('ISD','max');pause;close;disp('tekan ENTER untuk
lanjutkan');
```

Lampiran 8 Contoh *Running Program* Analisis Struktur untuk Variasi 0

w =

12.8419
28.6763
44.9059

msh =

1.0000	1.0000	1.0000
2.7008	1.5079	-0.6590
4.7171	-1.3327	0.1559

mst =

1.0000	2.7008	4.7171
1.0000	1.5079	-1.3327
1.0000	-0.6590	0.1559

c =

2.7200	-1.3600	0
-1.3600	2.7200	-1.3600
0	-1.3600	1.3600

mef =

8.3989	0	0
0	1.5304	0
0	0	0.5043

cef =

10.8233	0	0
0	12.6843	0
0	0	6.0063

PF =

0.2888	0.3178	0.3934
--------	--------	--------

dr =

0.0502
0.1445
0.1326

Lampiran 9 Contoh *Running Program* Analisis Struktur untuk Variasi 3

w =

12.8419
28.6763
44.9059

msh =

1.0000	1.0000	1.0000
2.7008	1.5079	-0.6590
4.7171	-1.3327	0.1559

c =

2.7200	-1.3600	0
-1.3600	32.7200	-31.3600
0	-31.3600	31.3600

mst =

1.0000	2.7008	4.7171
1.0000	1.5079	-1.3327
1.0000	-0.6590	0.1559

mef =

8.3989	0	0
0	1.5304	0
0	0	0.5043

cef =

132.7946	0	0
0	254.7473	0
0	0	25.9291

PF =

0.2888	0.3178	0.3934
--------	--------	--------

dr =

0.6156
2.9024
0.5725

aa =

1.0e+004 *

-1.9835

-1.9178

-1.7983

bb =

1.0e+003 *

9.2095

1.6769

7.4290

kk =

1.0e+004 *

1.0791

1.8323

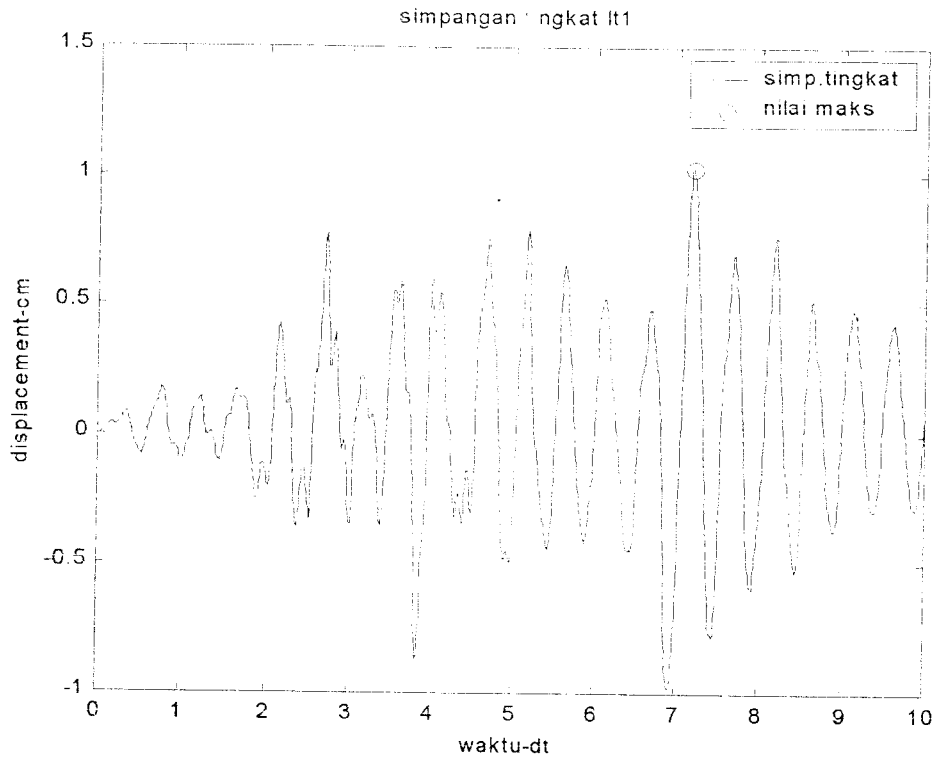
1.2571

simp =

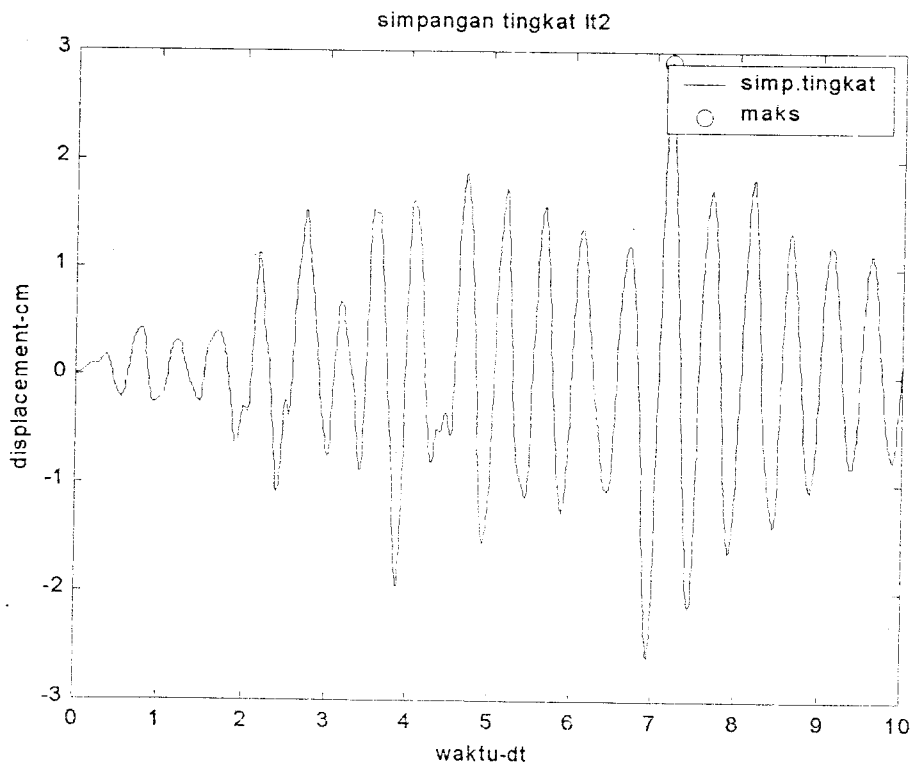
0.3602 0.8549 1.3862

antar =

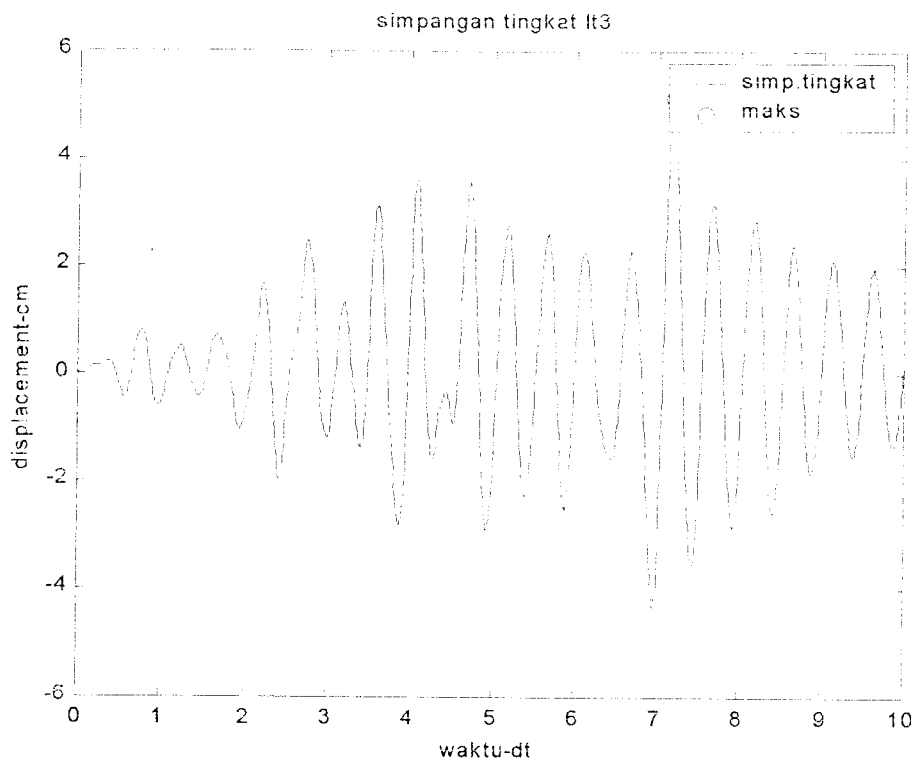
0.3602 0.4947 0.5313



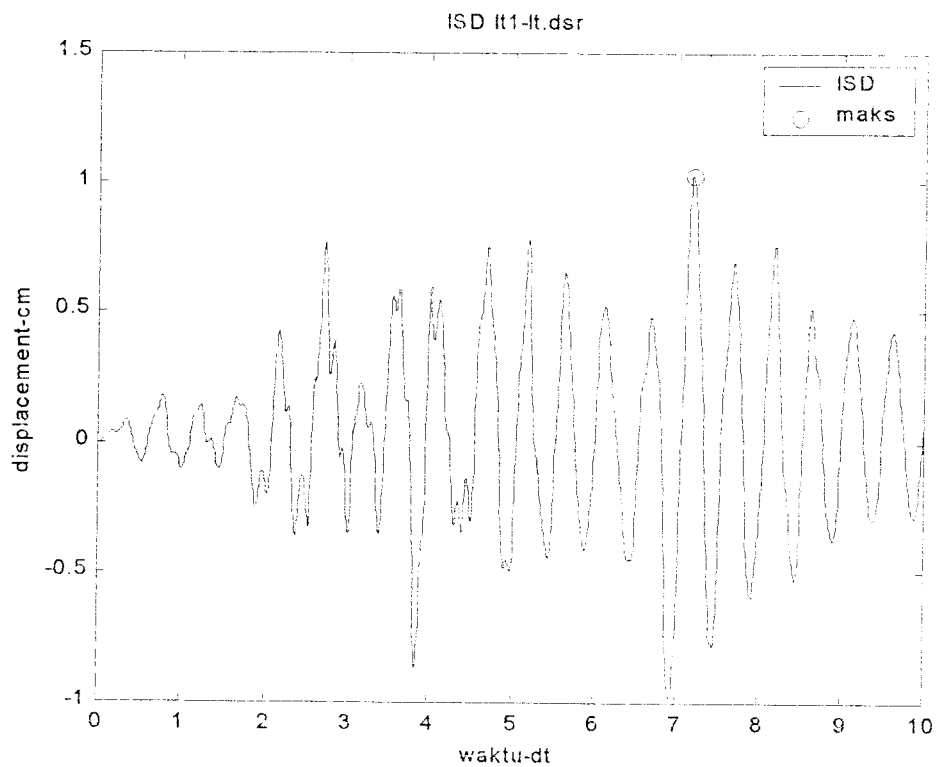
Lampiran 10a Simpangan Tingkat Lantai 1 (Variasi 0)



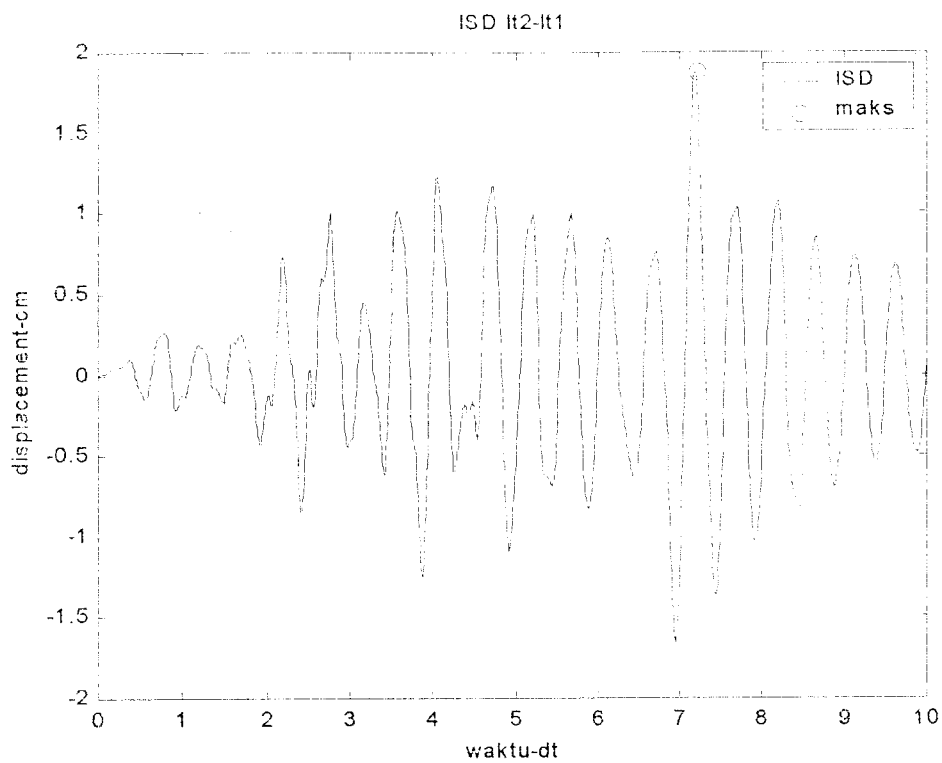
Lampiran 10b Simpangan Tingkat Lantai 2 (Variasi 0)



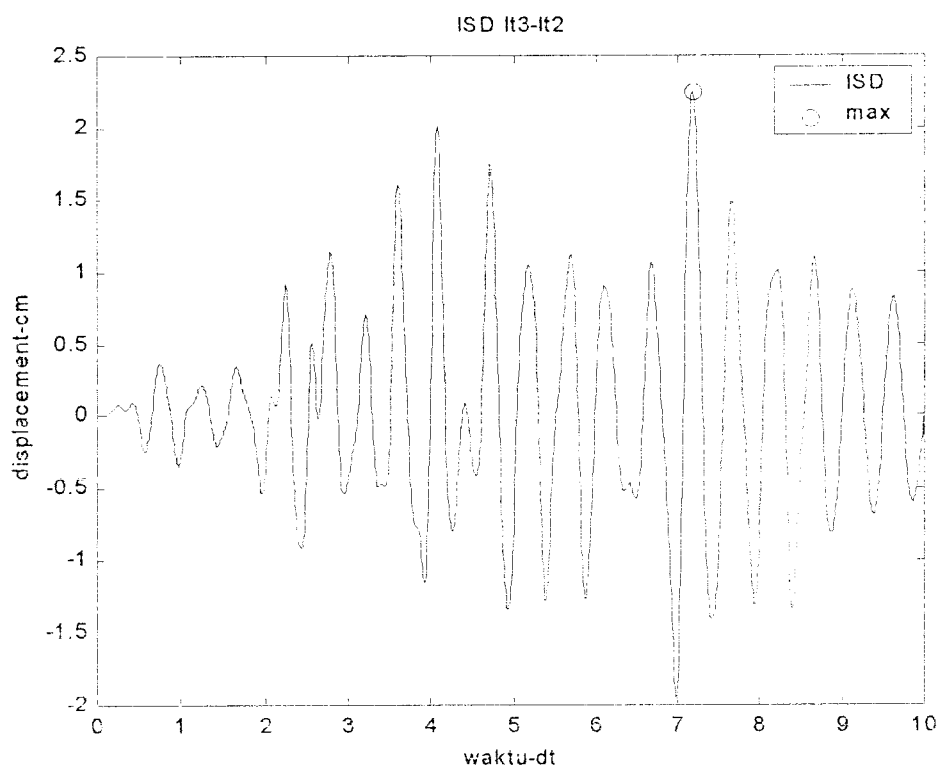
Lampiran 10c Simpangan Tingkat Lantai 3 (Variasi 0)



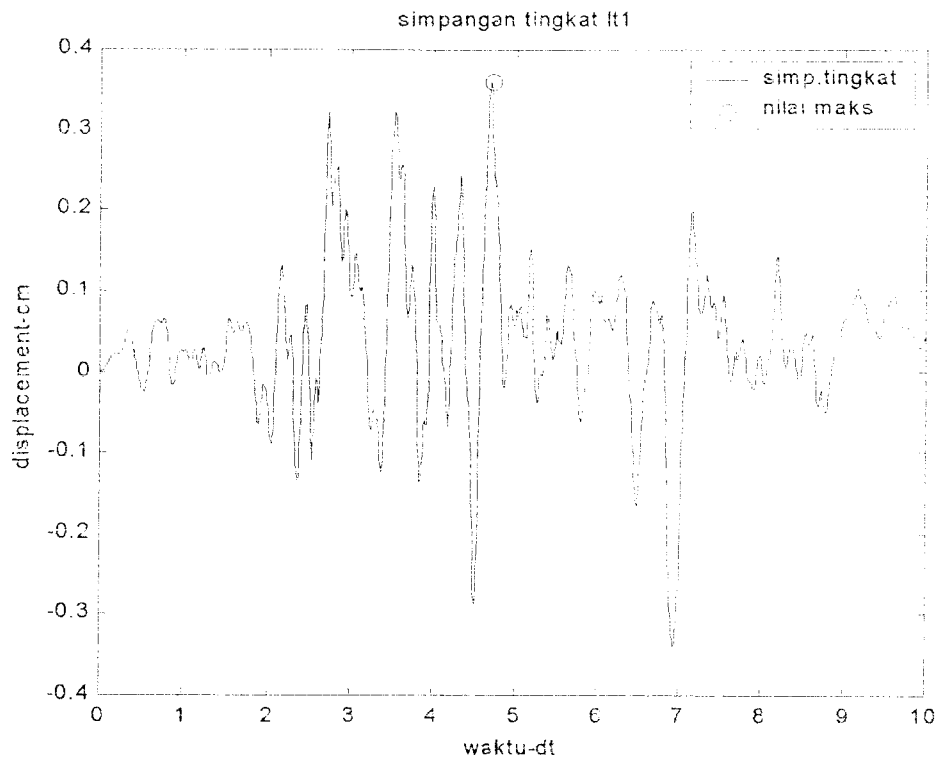
Lampiran 10d Simpangan Antar Tingkat Lantai 1 - Lantai Dasar (Variasi 0)



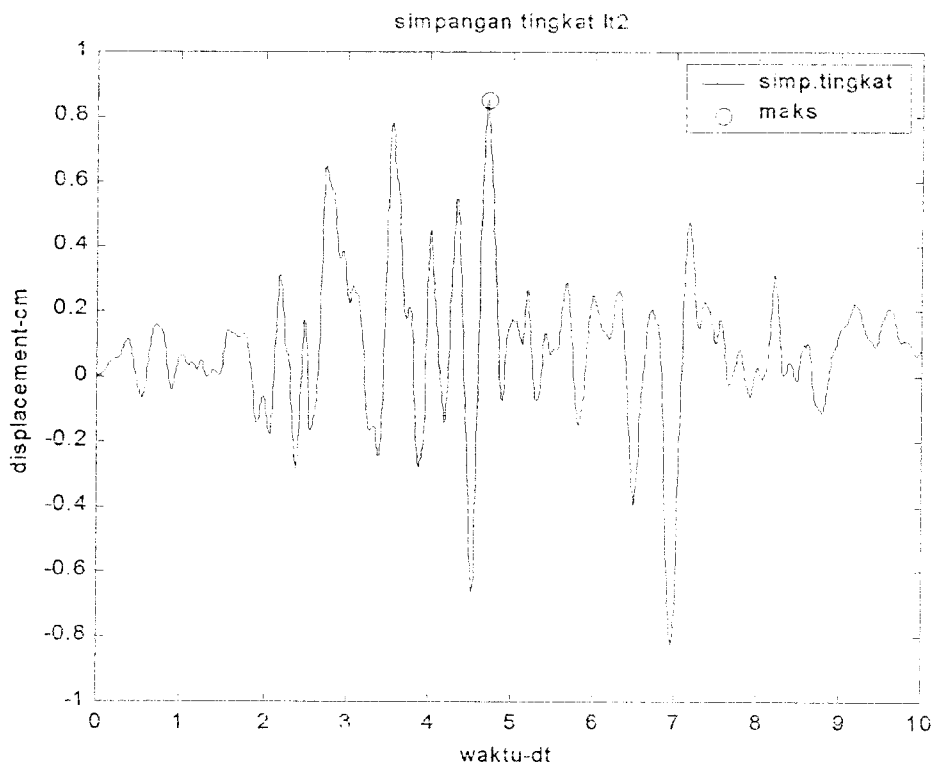
Lampiran 10e Simpangan Antar Tingkat Lantai 2 - Lantai 1 (Variasi 0)



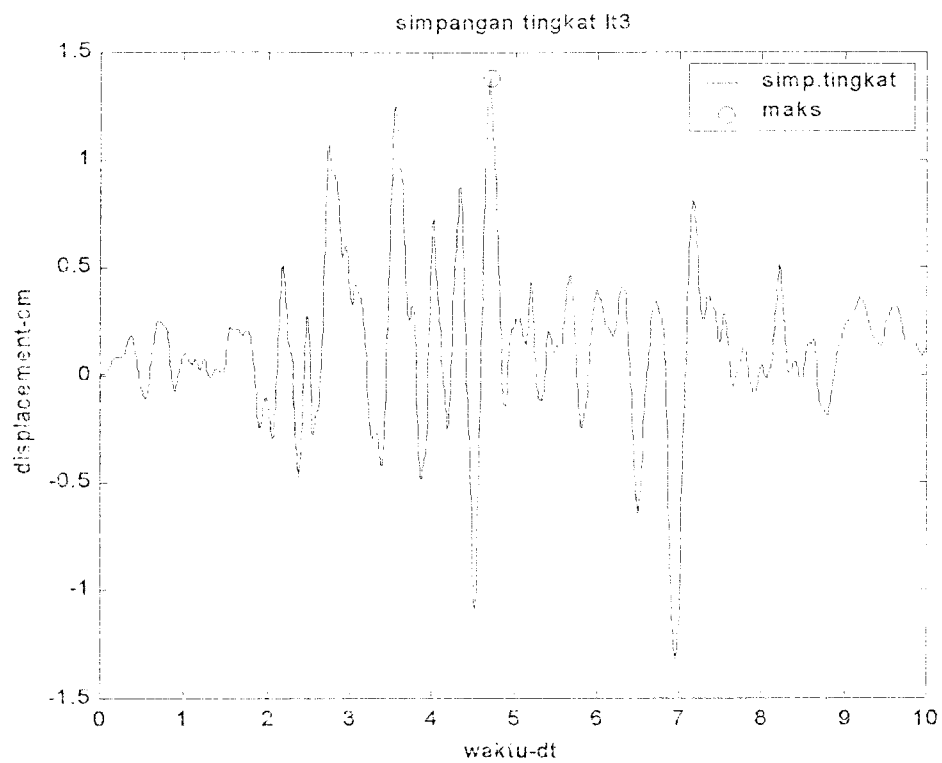
Lampiran 10f Simpangan Antar Tingkat Lantai 3 - Lantai 2 (Variasi 0)



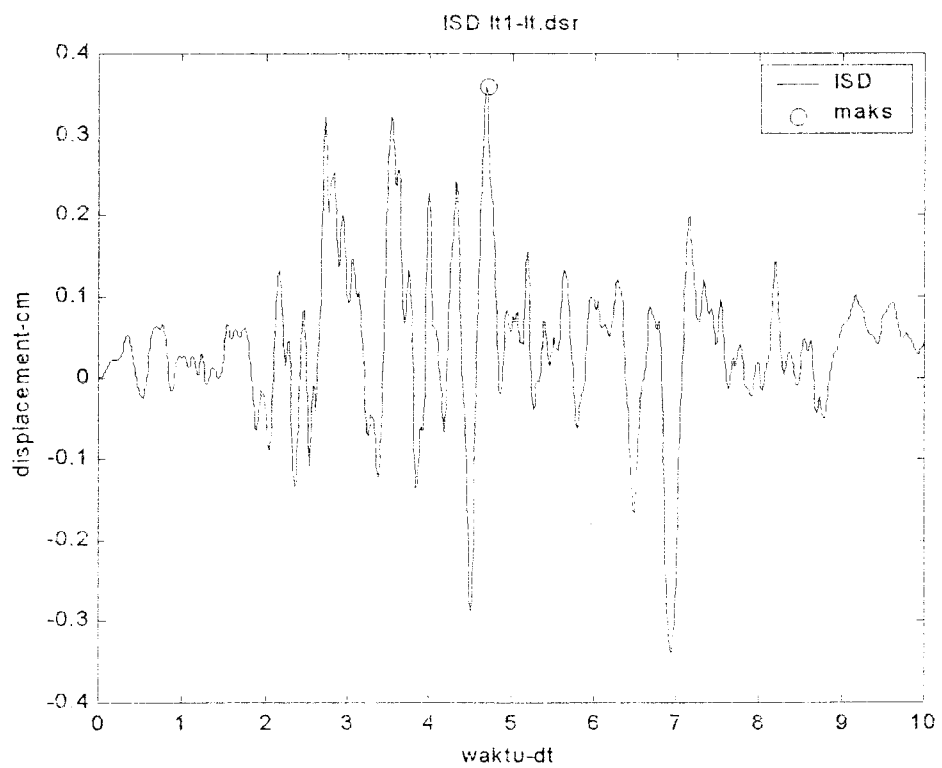
Lampiran 11a Simpangan Tingkat Lantai 1 (Variasi 3)



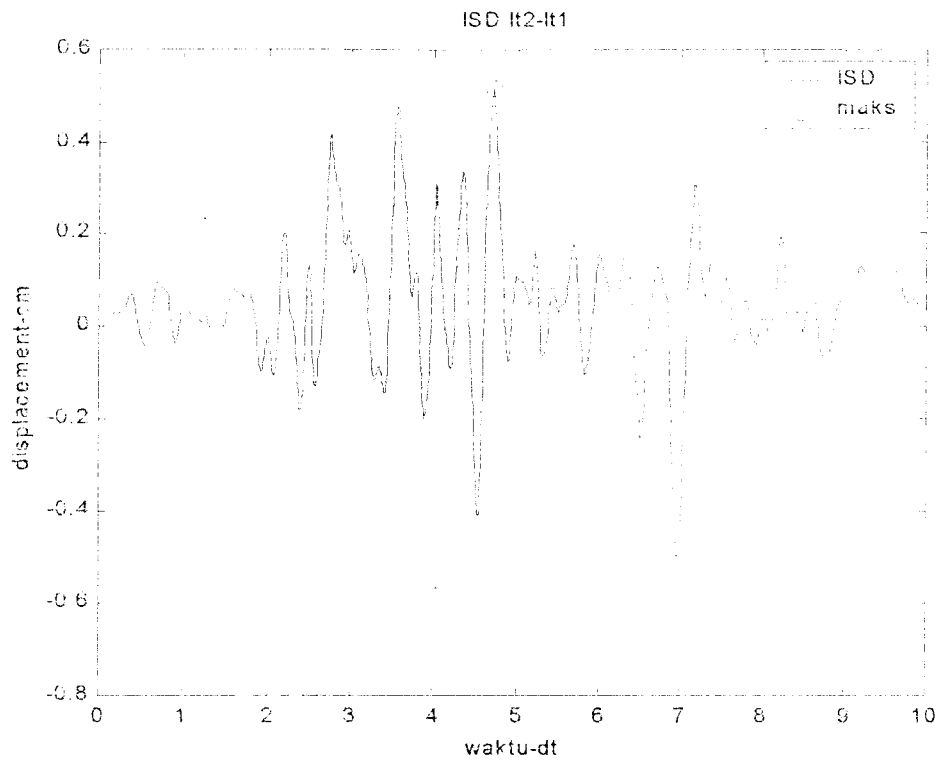
Lampiran 11b Simpangan Tingkat Lantai 2 (Variasi 3)



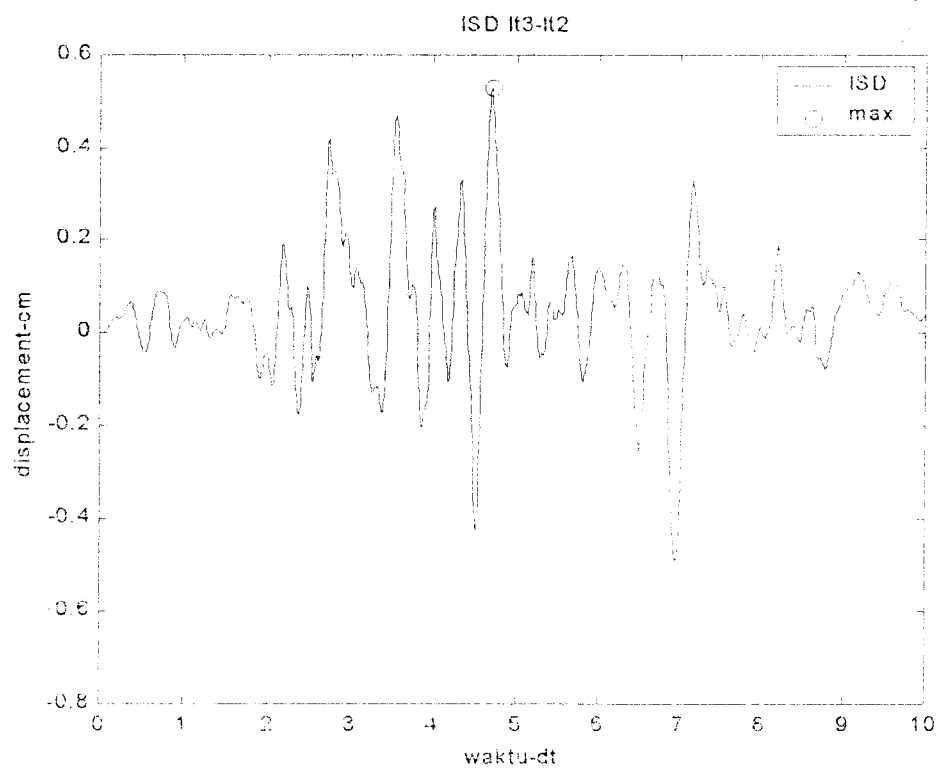
Lampiran 11c Simpangan Tingkat Lantai 3 (Variasi 3)



Lampiran 11d Simpangan Antar Tingkat Lantai 1- Lantai Dasar (Variasi 3)



Lampiran 11e Simpangan Antar Tingkat Lantai 2 - Lantai 1 (Variasi 3)



Lampiran 11f Simpangan Antar Tingkat Lantai 3 - Lantai 2 (Variasi 3)