

## TUGAS AKHIR

# ANALISIS DINAMIS PENGARUH LUAS LUBANG DINDING GESER BERLUBANG – PORTAL 3D TERHADAP SIMPANGAN, GAYA GESER, MOMEN GULING DENGAN EKSITASI GEMPA EL CENTRO

*(Dynamic Analysis of The Effects of The Opening's Width of  
3D Frame-Shear Walls with Openings to  
The Displacements, Shear Forces, and Overturning Moments  
with El Centro Earthquake Excitation)*



Disusun oleh :

AMALIA RATNASARI	98 511 095
UNTUNG SETYAWAN	98 511 199

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA  
2003

# LEMBAR PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

### ANALISIS DINAMIS PENGARUH LUAS LUBANG DINDING GESER BERLUBANG – PORTAL 3D TERHADAP SIMPANGAN, GAYA GESER, MOMEN GULING DENGAN EKSITASI GEMPA EL CENTRO

*(Dynamic Analysis of The Effects of The Opening's Width of  
3D Frame-Shear Walls with Openings to  
The Displacements, Shear Forces, and Overturning Moments  
with El Centro Earthquake Excitation)*

Disusun oleh :

AMALIA RATNASARI	98511095
UNTUNG SETYAWAN	98511199

Telaah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Sarwidhi MSCE. PhD.

Dosen Pembimbing I



Tanggal : 10/11/2003

Ir. Tri Fajar Budiono MT.

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 10/11/2003

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahillobbi 'alamin...*

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

### **MELI:**

Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk :

Dua orang terspesial dalam hidupku ialah Ayahandaku Alm atas nasehat mengakar dalam hatiku, Ibundaku atas untaian doa yang selama ini engkau rangkaikan untukku.

Keluarga aku , Bapak, Ibu, Mas Arif dan Dedekku Maya, atas doa,kebahagiaan, keceriaan , dukungan dan semangat yang selama ini aku terima.

Ayoenk yang selama ini setia menemani aku. Untung untuk kerjasama kita ini.Sobatku Nilda, Ridho, Firman Febo' makasih dukungannya. Saudara plus teman tidurku Uchiko chan bangun... bangun... Anak-anak alumni DS Ralda Dea, Ira, Ela, Nuning, Ana, Along, Tete Umi, Camay,Ita, Reni, Rina, Endah, Novi, Dundun n si imut Teten makasih untuk kebersamaan kita selama ini. David makasih untuk pinjaman komputernya, sorry sering ganggu. Untuk anak-anak Gober ayoooo kita jalin kebersamaan kita cayoooooo.

Dan untuk teman –teman seperjuanganku angkatan 98, akhirnya perpisahan ini terjadi juga ya hik..hik..hik.. jadi sedih nich.

Untuk semuanya yang tak bisa tersebut satu – satu, makasih...makasih....n makasih banget untuk semua yang kalian berikan selama ini padaku.

### **UNTUNG:**

Kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk:

Ibu, ibu, ibu Hj. Khusnul Khotimah, dan Babe H. Baedhowi, Mamah Bulkis dan Abah Nurdjidin, Kakak-kakak d Unt, Mbak Tatik, Mbak A'is, Mbak Endah, Mbak List, Mbak Indah, Mas Puji, Mas Tri, Mas Pur, Mas Jadmiko, Kak Yusuf, Kak Lia, Kak Dibah, Kak Wati, dan dek Syifa, Ponakan-ponakanku yang lengket ama om Unt selalu, Ayu, Imam, Indhie, Fian, Aya, Dimas, Ihya, Fajri serta seluruh family dan teman-teman seperjuangan penuhi ilmu di Universitas Islam Indonesia Jogja yang selalu memberikan motivasi dan dukungan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Terima kasih banyak untuk :

My Partner Amalia "Meli" Ratnasari and her back up Mr "Ayoenk" , My room mate David Agung (anti kekerasan rindu kekenyalan), Martino Setyoadi (makasih idenya), Lilik Ariyanto (smoga happy family), Armono (tak tunggu flash nya), Kodrat Widyo S (thanks for the costum), Maming, Pak Santoro , Pak Heri (yang semangat ya pak), Pak Gono dan Ibu, Benk2, Temen2 di kost Masjid Al-Hidayah Besi, Temen2 di Pondokan Al-Kautsar Candi, Mbak Srie (makasih komik2nya), big family of C class angk. 98, si non (thanks for the past and I am sorry), mbak Sumi WR Gepe (Muurah banget), Lotek Pamungkas, si Khusy (ikut pulang ya.....) dan SEEEMMMUUUUUUUAAAAAAAAANNNNYYYYYAAAAAAA.....

## **MOTTO**

**“ ...ALLAH MENINGGIKAN ORANG-ORANG YANG BERIMAN  
DIANTARA KAMU DAN ORANG-ORANG YANG DIBERI ILMU  
PENGETAHUAN BEBERAPA DERAJAT...”**

**(TQS. AL MUJADILAH : 11)**

**“MAKA SESUNGGUHNYA DISAMPING KESULITAN ADA  
KEMUDAHAN “**

**(TQS. ALAM NASYROH : 5)**

**“TUNJUKKAN KAMI JALAN YANG BENAR”**

**“JALAN MEREKA YANG ENKKAU BERI NIKMAT, BUKAN JALAN  
MEREKA YANG KAU MURKAI DAN BUKAN JALAN MEREKA YANG  
SESAT”**

**(TQS. AL FAATIAH : 6,7)**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu 'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh,*

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan nikmat, rahmat, dan hidayah-Nya kepada kita semua, dan khususnya kepada kami sehingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Sholawat dan salam semoga tetap tercurah kepada Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya sampai akhir zaman.

Penulisan Tugas Akhir ini dengan judul **“ANALISIS DINAMIS PENGARUH LUAS LUBANG DINDING GESER BERLUBANG-PORTAL 3D TERHADAP SIMPANGAN, GAYA GESER, MOMEN GULING MENGGUNAKAN EKSITASI GEMPA EL CENTRO”** ini diajukan sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Pada penulisan Tugas Akhir ini ada juga kesulitan yang dialami karena keterbatasan dalam pengalaman maupun teori ilmu pengetahuan, namun karena kemauan, sikap optimis, dan semangat bahwa di balik kesulitan itu terdapat suatu kemudahan, maka Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis banyak memperoleh bantuan, saran maupun kritik yang positif dari berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak-Ibu, dan kakak-adik yang tercinta.
2. Bapak Ir. H. Sarwidi, MSCE, PhD., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
3. Bapak Ir. Tri Fajar Budiono, MT., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
4. Bapak Ir. H. Much. Samsudin, MT., selaku Dosen Tamu Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
5. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, PhD., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
6. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, mengingat keterbatasan ilmu dan waktu penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karenanya kritik dan saran yang bersifat membangun sangat kami harapkan guna perbaikan dan pengembangan selanjutnya. Penulis mengucapkan

terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan, semoga kesemua amal baik, diterima baik disisi Allah SWT.

Akhir kata, penulis berharap semoga penulisan Tugas Akhir ini bermanfaat dan memberikan tambahan ilmu bagi para pembaca sekalian. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua, Amin.

*Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh*

Jogjakarta, Nopember 2003

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>ABSTRAKSI</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Batasan Masalah.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1. SAP 2000 – <i>Nonlinear</i> .....	7
2.2. Dinding Geser.....	7
2.3. Dinding Geser Berlubang.....	8



2.4. Tinjauan Penelitian Sebelumnya.....	10
2.5. Pembahasan Penelitian.....	10
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>12</b>
3.1. Prinsip <i>Shear Building</i> .....	12
3.2. Distribusi Dinding Geser.....	14
3.3. Koefisien Distribusi untuk Dinding Geser Berlubang.....	15
3.3.1. Kasus Lubang Kecil.....	16
3.3.2. Kasus Lubang Besar.....	17
3.4. Simpangan Relatif Lantai.....	18
3.5. Simpangan Antar Tingkat.....	18
3.6. Gaya Geser Dasar.....	19
3.7. Momen Guling.....	20
3.8. Resonansi.....	22
<b>BAB IV METODE PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
4.1. Data.....	25
4.2. Pengolahan Data.....	26
4.3. Model Struktur.....	28
<b>BAB V PERHITUNGAN DAN ANALISIS STRUKTUR.....</b>	<b>35</b>
5.1. Asumsi Yang Digunakan.....	36
5.2. Perhitungan Beban Atap dan Lantai.....	37
5.3. Mekanisme Pembebanan.....	38
5.4. <i>Input</i> SAP 2000.....	44
5.5. <i>Output</i> SAP 2000.....	45

5.5.1. Simpangan Relatif Lantai.....	45
5.5.2. Simpangan Antar Tingkat.....	48
5.5.3. Gaya Geser Dasar ( <i>Base Shear</i> ).....	50
5.5.4. Momen Guling Dasar ( <i>Base Moment</i> ).....	52
5.6. Pembahasan.....	55
5.6.1. Simpangan Relatif Lantai.....	55
5.6.2. Simpangan Antar Tingkat ( <i>Inter-story Drift</i> ).....	55
5.6.3. Gaya Geser Dasar.....	57
5.6.4. Momen Guling Dasar.....	58
5.6.5. <i>A/V ratio</i> Maksimum El Centro 1940 vs Frekuensi Bangunan.....	59
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>60</b>
6.1. Kesimpulan.....	60
6.2. Saran.....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1.</b> Variasi rasio luas lubang dinding geser berlubang.....	29
<b>Tabel 5.1.</b> Simpangan relatif maksimum arah x.....	45
<b>Tabel 5.2.</b> Simpangan relatif maksimum arah y.....	46
<b>Tabel 5.3.</b> Simpangan antar tingkat maksimum arah x.....	48
<b>Tabel 5.4.</b> Simpangan antar tingkat maksimum arah y.....	48
<b>Tabel 5.5.</b> Gaya geser dasar maksimum arah x.....	50
<b>Tabel 5.6.</b> Gaya geser dasar maksimum arah y.....	51
<b>Tabel 5.7.</b> Momen guling dasar maksimum arah x.....	53
<b>Tabel 5.8.</b> Momen guling dasar maksimum arah y.....	53

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1.</b> Bangunan dengan Perilaku <i>Shear Building</i> .....	14
<b>Gambar 3.2.</b> Faktor $\gamma$ dan $\frac{1}{\gamma}$ (Muto, 1974).....	17
<b>Gambar 3.3.</b> Model Struktur Gaya geser.....	20
<b>Gambar 3.4.</b> Model Struktur Momen guling.....	22
<b>Gambar 3.5.</b> Hubungan Antara <i>DLF</i> dengan Rasio Frekuensi.....	24
<b>Gambar 4.1.</b> Bagan alir pengolahan data.....	27
<b>Gambar 4.2.</b> Bagan Alir Analisis SAP 2000.....	28
<b>Gambar 4.3.</b> Perletakan Dinding Geser Berlubang-Portal.....	30
<b>Gambar 4.4.</b> Variasi 1 Rasio Luas Lubang 0% Luas Dinding.....	31
<b>Gambar 4.5.</b> Variasi 2 Rasio Luas Lubang 10% Luas Dinding.....	31
<b>Gambar 4.6.</b> Variasi 3 Rasio Luas Lubang 20% Luas Dinding.....	31
<b>Gambar 4.7.</b> Variasi 4 Rasio Luas Lubang 30% Luas Dinding.....	32
<b>Gambar 4.8.</b> Variasi 5 Rasio Luas Lubang 40% Luas Dinding.....	32
<b>Gambar 4.9.</b> Variasi 6 Rasio Luas Lubang 50% Luas Dinding.....	32
<b>Gambar 4.10.</b> Variasi 7 Rasio Luas Lubang 60% Luas Dinding.....	33
<b>Gambar 4.11.</b> Variasi 8 Rasio Luas Lubang 70% Luas Dinding.....	33
<b>Gambar 4.12.</b> Variasi 9 Rasio Luas Lubang 80% Luas Dinding.....	33
<b>Gambar 4.13.</b> Variasi 10 Rasio Luas Lubang 90% Luas Dinding.....	34
<b>Gambar 4.14.</b> Variasi 11 Rasio Luas Lubang 100% Luas Dinding.....	34
<b>Gambar 5.1.</b> Denah bangunan.....	37
<b>Gambar 5.2.</b> Beban <i>trapezoidal</i> portal as-A.....	38

<b>Gambar 5.3.</b> Beban mati dan beban hidup portal as-A.....	40
<b>Gambar 5.4.</b> Beban <i>trapezoidal</i> portal as-B.....	41
<b>Gambar 5.5.</b> Beban mati dan beban hidup portal as-B.....	43
<b>Gambar 5.6.</b> Grafik simpangan relatif maksimum arah x.....	47
<b>Gambar 5.7.</b> Grafik simpangan relatif maksimum arah y.....	47
<b>Gambar 5.8.</b> Grafik simpangan antar tingkat maksimum arah x.....	49
<b>Gambar 5.9.</b> Grafik simpangan antar tingkat maksimum arah y.....	50
<b>Gambar 5.10.</b> Grafik gaya geser dasar maksimum arah x.....	51
<b>Gambar 5.11.</b> Grafik gaya geser dasar maksimum arah y.....	52
<b>Gambar 5.12.</b> Grafik momen guling dasar maksimum arah x.....	54
<b>Gambar 5.13.</b> Grafik momen guling dasar maksimum arah y.....	54

## DAFTAR SIMBOL

$A$	percepatan maksimum tanah
$A_0$	luas lubang
$A_w$	luas bagian dinding atau luas yang dikelilingi garis as kolom dan balok
$c$	redaman
$C$	konstanta dasar gempa
$\delta_f$	deformasi geser akibat adanya lubang
$\delta_n$	perpindahan relatif
$\delta_s$	deformasi geser tanpa lubang
$D_f$	ketegaran dinding geser berlubang
$D_n$	koefisien distribusi gaya geser
$D_s$	ketegaran dinding geser tanpa lubang
$E_c$	modulus elastisitas beton
$f_c'$	mutu beton atau kuat desak beton
$f_y$	mutu baja tulangan longitudinal atau kuat leleh baja tulangan
$f_{ys}$	mutu baja tulangan geser
$F_{ij}$	gaya horisontal massa ke- $i$ akibat kontribusi <i>mode</i> ke- $j$
$F_k$	gaya horisontal lantai ke- $k$
$g$	percepatan gravitasi
$h_k$	elevasi lantai ke- $k$ terhadap dasar bangunan
$h_{(i-1)}$	elevasi lantai ke- $(i-1)$ terhadap dasar bangunan
$k$	kekakuan

$m$	massa bangunan
$m_i$	massa lantai ke- $i$
$M_l$	momen guling dasar
$M_i$	momen guling lantai ke- $i$
$M_j^*$	jumlah massa lantai ke- $i$ dikali dengan <i>mode shape</i> kuadrat
$P_j^*$	jumlah massa lantai ke- $i$ dikali dengan <i>mode shape</i>
$p$	akar dari rasio luas lubang dibagi luas yang dikelilingi garis as kolom dan balok
$P(t)$	gaya luar
$Q_n$	gaya geser hipotesis
$S_l$	gaya geser dasar
$S_i$	gaya geser tingkat ke- $i$
$V$	kecepatan maksimum tanah
$Y_{ij}$	simpangan relatif massa ke- $i$ akibat kontribusi <i>mode</i> ke- $j$
$Y_i(t)$	simpangan relatif lantai ke- $i$
$Y_{i-1}(t)$	simpangan relatif lantai ke- $(i-1)$
$Z_j$	modal amplitudo <i>mode</i> $j$
$\Delta Y_i(t)$	simpangan antar tingkat
$\Phi_{ij}$	<i>mode shape</i> massa $i$ , <i>mode</i> $j$
$\gamma$	faktor reduksi ketegaran akibat adanya lubang
$\frac{1}{\gamma}$	faktor reduksi relatif akibat adanya lubang
$\Omega$	frekuensi beban dinamik
$\omega$	frekuensi sudut

## DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN I Contoh input SAP 2000 variasi 7 rasio luas lubang 60%
- LAMPIRAN II Contoh output SAP 2000 variasi 7 rasio luas lubang 60%
- LAMPIRAN III Grafik simpangan antar tingkat maks tiap variasi
- LAMPIRAN IV *A/V ratio max* arah X dan Y vs frekuensi tiap variasi



## ABSTRAKSI

Getaran akibat gempa bumi dapat membuat kerusakan, baik kerusakan struktur tanah maupun kerusakan bangunan yang berada di tanah terutama pada bangunan gedung bertingkat banyak (*multy story building*). Penggunaan struktur yang lebih kuat untuk meningkatkan kekuatan struktur pada arah lateral sangatlah diperlukan, oleh karenanya dipakai portal-dinding geser berlubang. Dipakai dinding geser berlubang karena untuk mengurangi berat struktur, faktor ekonomis dan segi arsitektural.

Pengaruh variasi luas lubang dinding geser berlubang-portal 3D akan diteliti terhadap simpangan, gaya geser, dan momen guling yang terjadi karena karakteristik lendutan dinding geser berlubang dan portal berbeda jauh, sehingga diperoleh rasio luas lubang dinding geser yang efektif.

Metode yang dipakai adalah dengan memvariasi luas lubang dinding geser berlubang yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% dan 100% dari luas dinding geser pada struktur 20 lantai yang digoncang gempa riwayat waktu El Centro arah N-S, E-W, dan Vertikal. Proses analisis dinamis dilakukan dengan program SAP 2000 yang hasilnya berupa simpangan relatif, gaya geser dasar, dan momen guling dasar.

Rasio luas lubang dinding geser berlubang yang efektif (diambil dari nilai simpangan antar tingkat maksimum yang paling kecil) diperoleh pada variasi 7 dengan rasio luas lubang 60% dari luas dinding geser berlubang dengan hasil simpangan antar tingkat = 0.01292 m = 1.292 cm pada lantai 11, dan nilai gaya geser dasar sebesar 5044.30615 kN. Semua variasi aman ditinjau dari simpangan antar tingkat sesuai dengan persyaratan PPKGURG 1987 kecuali pada variasi 11 (portal tanpa dinding geser).

# BAB I

## PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini akan berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian manfaat penelitian dan batasan masalah dari penelitian kami.

### 1.1 Latar Belakang

Gempa bumi merupakan bencana alam yang waktu terjadinya sulit untuk diprediksi dan bisa terjadi di daerah-daerah di dunia yang dilewati oleh perbatasan antara dua plat tektonik yang umumnya disebut dengan sabuk-gempa (*earthquake belt*). Getaran akibat gempa bumi dapat menyebabkan kerusakan baik kerusakan struktur tanah maupun kerusakan bangunan yang berada di atas tanah.

Bencana yang ditimbulkan oleh gempa bumi ditentukan oleh beberapa faktor antara lain besarnya magnitudo, jarak lokasi bencana dari pusat gempa, keadaan geologi setempat, kepadatan penduduk/ bangunan, kualitas bangunan dan sebagainya. Semakin besar magnitudo akan menyebabkan semakin besar energi yang dikeluarkan oleh sumber gempa. Hal ini akan mengakibatkan semakin besar pula bencana yang ditimbulkannya. Salah satu cara untuk mengurangi jumlah korban akibat gempa bumi adalah dengan mendirikan bangunan tahan gempa (*earthquake resistant structures*).

Selama gempa bumi, bangunan mengalami gerakan vertikal dan gerakan horizontal. Gaya inersia atau gaya gempa, baik dalam arah vertikal maupun

horizontal, akan timbul di titik-titik pada massa struktur. Dari kedua gaya ini, gaya dalam arah vertikal hanya sedikit mengubah gaya gravitasi yang bekerja pada struktur, sedangkan struktur biasanya direncanakan terhadap gaya vertikal dengan faktor keamanan yang memadai. Oleh karena itu, struktur umumnya jarang sekali runtuh akibat gaya gempa vertikal.

Sebaliknya, gaya gempa horisontal menyerang titik-titik lemah pada struktur yang kekuatannya tidak memadai dan akan langsung menyebabkan keruntuhan / kegagalan (*failure*). Atas alasan ini, prinsip utama dalam perancangan bangunan tahan gempa (*design of earthquake resistant structures*) ialah meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral yang umumnya tidak memadai.

Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan struktur adalah dengan menggunakan dinding geser berlubang (*shear walls with openings*) yang dihubungkan dengan portal, karena interaksi antara dinding geser dengan portal memiliki kekakuan yang lebih besar daripada dinding geser yang berdiri sendiri (*free-standing wall*). Untuk penjelasan lebih lanjut tentang dinding geser berlubang-portal akan dijelaskan dalam rumusan masalah.

## 1.2 Rumusan Masalah

Semakin tinggi bangunan yang dibebani oleh beban gempa, maka semakin besar pula goyangan yang terjadi pada bangunan tersebut. Untuk mengatasi semakin besarnya goyangan tersebut adalah dengan memperkaku struktur utama bangunan itu. Untuk konstruksi beton, usaha itu dengan menggunakan dinding

geser. Penggunaan dinding geser pada bangunan sangat efektif untuk daya tahan gempa yaitu untuk mengendalikan simpangan antar tingkat yang cukup besar akibat beban gempa. Dalam analisis ini dipakai dinding geser berlubang.

#### *Mengapa dinding geser berlubang ?*

Penggunaan dinding geser berlubang dipakai untuk mengurangi berat struktur, pertimbangan faktor ekonomis dan juga segi arsitektural yang disesuaikan dengan fungsinya. Lubang pada dinding bisa berupa lubang jendela yang seragam di setiap tingkat dan bentang, maupun lubang lainnya, dan bentuknya bisa berupa potongan dinding penuh atau lubang ditengah.

Pada interaksi dinding geser berlubang – portal (*frame-shear walls with openings*), karakteristik lendutan dinding dan portal berbeda jauh, sehingga besar simpangan antar tingkat tiap lantai berbeda-beda sejalan dengan perubahan kekakuan dari struktur dinding geser berlubang – portal. Pada struktur kombinasi antara portal dengan dinding (*frame-wall*) pada tingkat-tingkat atas struktur portal akan mengalami simpangan yang justru bertambah besar sebagai akibat dari gaya tarik struktur dinding, dengan kondisi seperti itu maka struktur dinding pada kombinasi antara portal dengan dinding kadang-kadang tidak dibuat sampai puncak struktur bangunan. Apakah ada pengaruh rasio luas lubang dari portal - dinding geser berlubang terhadap perubahan kekakuan dari struktur?. Seberapa besar rasio luas lubang yang masih optimum dipakai pada dinding geser berlubang - portal tersebut?. Inilah permasalahan yang mendasari kenapa penelitian terhadap rasio luas lubang dinding geser berlubang perlu dilakukan, untuk mendapatkan kekakuan yang *optimum* ditinjau dari pengaruh simpangan, gaya

geser dan momen guling berdasarkan variasi luas lubang dari dinding geser berlubang.

*Bagaimana cara mencari rasio luas lubang dinding geser berlubang yang efektif?*

Dari *output* hasil analisis dinamik dengan *SAP 2000* didapat hasil simpangan relatif, simpangan antar tingkat, gaya geser dasar dan momen guling dasar dari masing – masing variasi luas lubang dinding geser berlubang dengan ketinggian peletakan 80% tinggi total struktur.

Untuk mencari pengaruh kekakuan dinding geser berlubang tiap variasi yaitu dengan plot grafik antara simpangan relatif maksimum vs variasi rasio luas lubang dinding geser berlubang.

Untuk mencari rasio luas lubang dinding geser berlubang yang efektif (diambil dari nilai maksimum simpangan antar tingkat tiap variasi) yaitu dengan plot grafik antara simpangan antar tingkat vs rasio luas lubang dinding geser berlubang.

Untuk mencari gaya geser dasar terkecil dan efektif diambil dari nilai maksimum gaya geser pada kolom lantai pertama (*base shear*) dengan plot grafik antara gaya geser dasar vs variasi luas lubang dinding geser berlubang.

Untuk momen guling dasar yang terkecil dan efektif diambil dari nilai maksimum momen guling pada kolom lantai pertama (*base moment*) dengan plot grafik antara momen guling vs variasi luas lubang dinding geser berlubang.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memperoleh rasio luas lubang dinding geser berlubang yang efektif dengan analisis dinamis pengaruh luas lubang dinding geser berlubang-portal 3D terhadap simpangan, gaya geser dan momen guling menggunakan eksitasi gempa El Centro.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah:

- a. menambah wawasan tentang bangunan tahan gempa,
- b. dapat mengetahui keefektifan rasio luas lubang dinding geser berlubang pada interaksi portal 3-D ditinjau dari simpangan, gaya geser dan momen guling akibat beban gempa, dan
- c. dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam desain bangunan bertingkat tinggi tahan gempa yang menggunakan dinding geser berlubang sehingga diperoleh suatu hitungan struktur yang efektif dan ekonomis.

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah:

1. perhitungan dilakukan pada struktur beton bertulang,
2. struktur dianggap memiliki dukungan jepit penuh,
3. penulangan tidak diperhitungkan,

4. model struktur yang dipakai adalah model bangunan bertingkat 20 (duapuluh) lantai 3 dimensi,
5. digunakan dimensi dinding geser 3,4 x 5,4 meter, tebal 0,30 meter dengan bentuk lubang memanjang horisontal dengan 11 variasi rasio luas lubang dinding geser,
6. letak dinding geser berlubang simetris dalam dua arah yang berlawanan pada keempat sisi luar bangunan,
7. digunakan beban dinamik eksitasi gempa metode riwayat waktu (*time history*) El Centro 1940 arah N-S, E-W dan vertikal,
8. analisa struktur menggunakan program *SAP 2000* Versi 7.42,
9. *P - Δ effect* diabaikan,
10. parameter yang digunakan adalah simpangan relatif, simpangan antara tingkat, gaya geser dasar dan momen guling, dan
11. pembebanan pada lantai diasumsikan lantai penuh (tidak ada lubang).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memuat teori-teori dari beberapa buku literatur dan penelitian-penelitian sebelumnya yang terkait. Teori yang digunakan antara lain adalah SAP 2000, dinding geser, dinding geser berlubang, yang digunakan untuk menyusun konsep dasar serta langkah-langkah penelitian untuk menyempurnakan penelitian ini serta mencegah duplikasi dari penelitian sebelumnya.

#### **2.1 SAP 2000**

*Computers and Structures Inc. of Berkeley, California USA* yang awalnya mengeluarkan perangkat lunak *SAP80* dan *SAP90* telah mengeluarkan program versi terakhir yang paling lengkap dari seri-seri sebelumnya yaitu *SAP 2000* yang dapat dijalankan pada *Microsoft Windows*.

Penciptaan dan perubahan pada model, eksekusi analisis dan pengecekan serta optimasi desain dapat diselesaikan melalui program ini. Hasil yang didapat berupa penampilan berbasis grafis, termasuk menampakkan lendutan *real - time* dari riwayat waktu (*time history*). (Naeim and Kelly, 1999).

#### **2.2 Dinding Geser**

Pada bangunan tinggi, kekakuan yang memadai sangat diperlukan untuk menahan gaya lateral akibat pengaruh angin, gempa, atau ledakan. Gaya-gaya ini dapat menimbulkan tegangan yang besar dan menyebabkan pergerakan ke



samping, sehingga ketenangan penghuninya terganggu. Dinding beton, yang sangat kaku dalam bidangnya dan diletakkan di lokasi yang menguntungkan, umumnya ekonomis untuk digunakan sebagai penahan gaya mendatar. Dinding seperti ini disebut dinding geser. Dinding tersebut dapat diletakkan di sekeliling lubang elevator atau tangga, sehingga berbentuk rangkaian dinding, struktur berbentuk kotak ini efisien untuk menahan gaya mendatar. (Ghali and Neville, 1978).

Dinding geser (*shear wall*) pada gedung umumnya dihubungkan dengan portal-portal, pengaruh sambungan (pengaruh perbatasan / *boundary*) antara dinding geser dan portal sangat besar dan kelakuannya (*behavior*) jauh berbeda dari dinding geser yang berdiri sendiri. Karakteristik lendutan dinding berbeda jauh dengan karakteristik lendutan portal, dan lendutan dinding terutama dipengaruhi oleh deformasi tipe geser. Perpindahan relatif tingkat-tingkat atas suatu dinding geser jauh lebih besar daripada tingkat-tingkat bawah, sedang perpindahan relatif tingkat-tingkat atas dan bawah pada portal hampir sama. Dengan demikian, pada gedung yang sesungguhnya, bila beban lateral dipikul oleh dinding geser dan portal secara bersama-sama, bagian yang diterima oleh tingkat yang lebih atas dan yang lebih bawah akan berlainan. (Muto, 1974).

### **2.3 Dinding geser berlubang**

Dinding dengan lubang untuk jendela dan pintu dapat juga menjadi dinding potongan yang efektif. Untuk memasukkan secara efektif dinding dengan bukaan dalam merancang tahan gempa, perlu meneliti kebiasaannya dari aspek

ketegaran dan kekuatan. Dinding berlubang, walaupun sebutannya sederhana, pada dasarnya meliputi banyak sekali bentuk dinding. Lubang pada dinding bisa berupa lubang jendela yang seragam di setiap tingkat dan bentang, lubang jendela dan pintu yang berseling, lubang kecil untuk saluran (*duct*), lubang dengan pola yang tidak beraturan dan lubang dengan ukuran yang beraneka ragam. Pada kajian ketegaran dinding berlubang diperoleh hasil sebagai berikut ini.

1. Pada struktur bertingkat banyak, ketegaran bervariasi sesuai dengan tingkat dan jumlah tingkat walaupun ukuran dan bentuk semua lubang sama.
2. Seperti pada kasus dinding geser tanpa lubang, deformasi dapat dihitung secara praktis dengan menganalisa dinding secara terpisah terhadap momen lentur, gaya geser, rotasi pondasi dan lain-lain. Pengaruh lubang yang terbesar adalah pada deformasi geser.
3. Khususnya, bila ukuran lubang melampaui ukuran tertentu, metode perhitungan eksak atau pun pendekatan dapat diterapkan dengan melakukan konversi ke portal ekuivalen yang menyertakan momen lentur, gaya geser, dan daerah tegar (*rigid zone*) seperti pada kasus portal dinding.

Pada kasus lubang yang kecil, analisa dilakukan dengan memasukkan faktor koreksi pada dinding geser tak berlubang, sedang pada kasus lubang yang besar, metoda analisa portal dengan memperhitungkan momen lentur, gaya geser dan daerah tegar bisa diterapkan (Muto, 1974).

## 2.4 Tinjauan Penelitian Sebelumnya

**Bowo dan Bowo (2000)**, meneliti *Pengaruh Penambahan Dinding Pengisi Bata Merah Terhadap Simpangan Horisontal, Gaya Geser Dasar dan Momen Guling Pada Gedung Bertingkat Empat*, memperoleh hasil penelitian bahwa adanya penambahan dinding pengisi akan mempengaruhi kekakuan struktur dalam menahan beban gempa.

**Gunawan dan Adinata (2002)**, kedua peneliti mengadakan *Analisis Dinamis 3D Pengaruh Jumlah Dan Ketinggian Dinding Geser Portal Terhadap Simpangan, Gaya Geser, dan Momen Guling Menggunakan Eksitasi Gempa El Centro* menggunakan program SAP 2000 Education, menyatakan dinding geser yang efektif pada 80% dari tinggi total bangunan dengan jumlah 3 dinding geser.

**Setyoadi dan Wibowo (2003)**, mengadakan penelitian dengan judul *Analisis Dinamis 3D Pengaruh Ketinggian Dinding Geser Berlubang-Portal Terhadap Simpangan, Gaya Geser dan Momen Guling Menggunakan Eksitasi Gempa El Centro*, diperoleh struktur dinding geser berlubang-portal yang efektif pada interval ketinggian 75% s/d 80% dari total tinggi bangunan.

## 2.5 Pembahasan Penelitian

Peneliti yang pertama dan kedua secara eksplisit (jelas) tidak menyinggung sama sekali tentang pengaruh dinding geser berlubang (*shear walls with opening*) dalam penelitiannya. Tapi yang dijadikan acuan adalah adanya penambahan dinding akan mempengaruhi kekakuan struktur. Sedangkan pada peneliti yang ketiga diperoleh tinggi efektif penempatan dinding geser berlubang,

yaitu 80% dari tinggi total bangunan yang ternyata sama dengan hasil dari peneliti kedua. Sehingga Tinggi penempatan dinding geser berlubang – portal yang akan penulis pakai pada penelitian ini adalah 80% dari tinggi total struktur.

Penulis akan menganalisis perilaku dinding geser berlubang pada interaksi portal dengan variasi luas lubang dinding geser berlubang menggunakan eksitasi gempa riwayat waktu (*time history excitation*) dengan tinjauan simpangan, gaya geser dasar dan momen guling dengan program *SAP 2000*.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

Landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, prinsip bangunan geser, distribusi dinding geser, koefisien distribusi untuk dinding geser berlubang, simpangan relatif, simpangan antar tingkat, gaya geser dasar dan momen guling, sebagaimana yang akan dijelaskan berikut ini.

#### **3.1 Prinsip Shear Building**

Apabila suatu struktur bangunan bertingkat banyak bergoyang ke arah horisontal , maka umumnya terdapat 3 macam pola goyangan yang terjadi. Kombinasi antara kelangsingan struktur, jenis struktur utama penahan beban dan jenis bahan yang dipakai akan berpengaruh terhadap pola goyangan yang dimaksud.

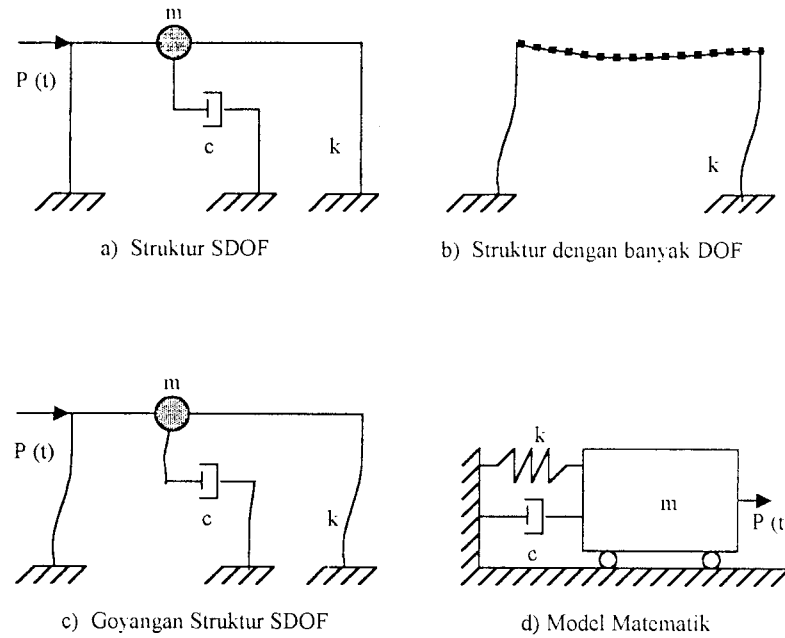
Pola goyangan yang pertama adalah bangunan yang bergoyang dengan dominasi geser (*shear mode*). Pola bangunan seperti ini akan terjadi pada bangunan bertingkat banyak dengan portal terbuka sebagai struktur utama. Secara keseluruhan bangunan seperti ini akan relatif fleksibel, sementara plat-plat lantai relatif kaku terhadap arah horisontal . Pola goyangan yang kedua adalah pola goyangan bangunan yang didominasi oleh lentur (*flexural mode*). Bangunan yang mempunyai pola goyangan seperti ini adalah bangunan yang mempunyai struktur dinding yang kaku baik pada *frame-walls* atau *cantilever wall* yang kedua-duanya

dijepit secara kaku pada pondasinya. Pola goyangan yang ketiga adalah kombinasi diantara dua pola goyangan di atas.

Pada analisis dinamika struktur pola goyangan pertamalah yang umumnya diadopsi, artinya struktur cukup fleksibel dengan lantai-lantai tingkat yang relatif kaku. Untuk sampai pada anggapan hanya terdapat satu derajat kebebasan pada setiap tingkat, maka terdapat 3 penyederhanaan sebagai berikut ini .

1. Massa struktur dianggap terkonsentrasi pada tiap lantai tingkat. Massa yang dimaksud adalah massa struktur akibat berat sendiri, beban berguna, beban hidup dan berat kolom pada  $\frac{1}{2}$  tingkat di bawah dan di atas tingkat yang bersangkutan. Massa itu semua kemudian dianggap terkonsentrasi pada satu titik (*lumped mass*) pada elevasi tingkat yang bersangkutan. Hal ini bertujuan agar struktur yang terdiri atas tak terhingga derajat kebebasan berkurang menjadi satu derajat kebebasan saja.
2. Lantai – lantai tingkat dianggap sangat kaku dibanding dengan kolom – kolomnya karena balok – balok portal disatukan secara monolit oleh plat lantai. Hal ini berarti bahwa *beam column joint* dianggap tidak rotasi sehingga lantai tingkat tetap horisontal sebelum dan sesudah terjadi penggoyangan seperti tampak pada Gambar 3.1.
3. Simpangan massa dianggap tidak dipengaruhi oleh beban aksial kolom atau deformasi aksial kolom diabaikan. Disamping itu pengaruh P-delta terhadap momen kolom juga diabaikan.

Dengan anggapan – anggapan tersebut di atas maka portal seolah – olah menjadi bangunan yang bergoyang akibat gaya lintang saja (lentur balok dianggap tidak ada) atau bangunan yang pola goyongannya didominasi oleh geser (*shear mode*) (Widodo 2000).



**Gambar 3.1.** Bangunan Dengan Perilaku *Shear Building*

### 3.2 Distribusi Dinding Geser

Interaksi dinding geser dan portal dilakukan untuk memperbesar kekakuan struktur dalam mendukung gaya pada arah horisontal . Namun karena lendutan pada dinding maupun portal memiliki karakteristik lendutan yang berbeda jauh maka perpindahan relatif tingkat yang diterima oleh struktur bagian yang lebih atas dan yang lebih bawah akan berlainan. Menurut Muto (1974), distribusi gaya

geser pada portal dan dinding tersebut bisa dijabarkan dalam kesimpulan-kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Koefisien distribusi gaya geser dipengaruhi oleh karakteristik ketegaran (*rigidity*) lentur dinding dan umumnya gaya geser yang dipikul di tingkat-tingkat atas jauh lebih kecil. Khususnya bila dinding sangat tinggi dan langsing serta ketegaran lenturnya kecil, kapasitas pemikul gaya geser akan hilang dan pengaruh yang merugikan juga dijumpai pada beberapa kasus serta gaya geser pada kolom menjadi besar.
2. Pada beberapa kasus, struktur akan lebih efektif bila dinding geser yang kecil (sempit) dibatasi hanya sampai pada tingkat-tingkat tengah dan tidak diperpanjang hingga tingkat-tingkat atas.
3. Bila derajat jepitan di perletakan tidak memadai maka koefisien gaya geser akan mengecil.

### 3.3 Koefisien Distribusi untuk Dinding Geser Berlubang

Koefisien distribusi gaya geser untuk dinding geser berlubang dihitung dengan rumus berikut yang didasarkan pada perpindahan relatif  $\delta n$  akibat gaya geser hipotesis  $Qn$ .

$$\text{Rumus praktis } Dn = \frac{Qn}{\delta n} \quad (3.0)$$

yang satuannya adalah  $12EK/h^2$ .

Perpindahan relatif  $\delta n$  diakibatkan oleh deformasi lentur, deformasi geser dan deformasi akibat rotasi pondasi. Untuk kasus ini, deformasi geser dinyatakan



sebagai  $\delta_F$ , yakni deformasi geser yang timbul akibat adanya lubang. Perhitungan  $\delta_F$  bervariasi sesuai dengan ukuran lubang dan karenanya metode analisa dibedakan atas metode untuk kasus lubang yang kecil dan kasus lubang yang besar.

### 3.3.1 Kasus Lubang Kecil

Deformasi geser pada dinding geser dengan lubang yang kecil bisa diperoleh dengan mengalikan deformasi geser untuk dinding geser tanpa lubang dengan suatu faktor koreksi. Bila dinyatakan dalam angka ketegaran, ketegaran geser dinding berlubang,  $D_F$ , bisa dihitung dengan mengalikan ketegaran geser dinding tanpa lubang,  $D_S$ , dengan faktor reduksi ketegaran  $\gamma$  :

$$D_F = D_S \times \gamma \quad (3.1)$$

di mana  $\gamma = 1 - 1,25p$ , merupakan faktor reduksi ketegaran akibat adanya lubang. Adapun  $p$  dapat diperoleh dari persamaan (3.2).

$$p = \sqrt{\frac{A_o}{A_w}} \quad (3.2)$$

di mana :

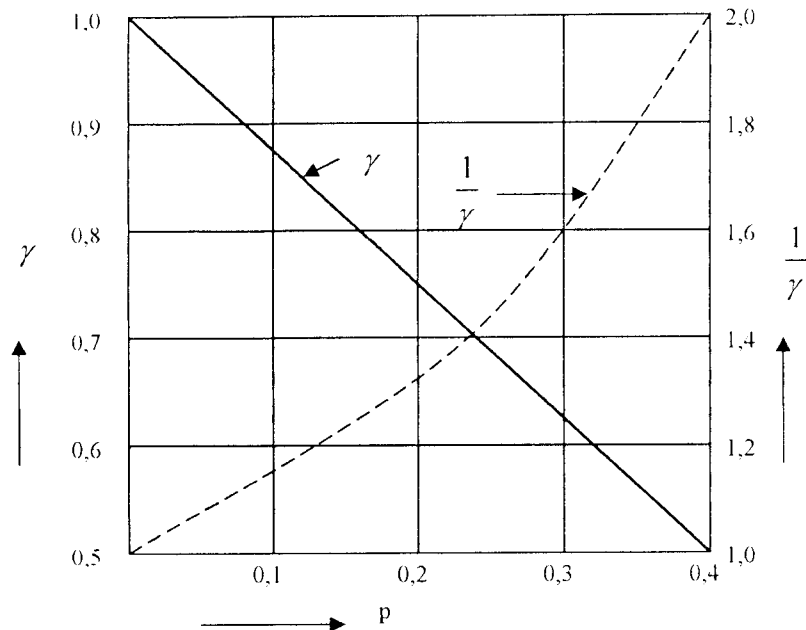
$A_o$  : luas lubang,

$A_w$  : luas bagian dinding atau luas yang dikelilingi garis as kolom dan balok.

Persamaan (3.2) hanya bisa diterapkan bila  $p < 0,4$ , bila dinyatakan dalam perpindahan relatif, persamaan yang selaras adalah :

$$\delta_F = \frac{1}{\gamma} \times \delta_S \quad (3.3)$$

Faktor  $\gamma$  dan  $\frac{1}{\gamma}$  ditunjukkan pada Gambar 3.2



**Gambar 3.2** Faktor  $\gamma$  dan  $\frac{1}{\gamma}$   
(Muto, 1974)

### 3.3.2 Kasus Lubang Besar

Bila ukuran lubang besar, sifat-sifat dinding akan mendekati sifat-sifat portal dan deformasi geser  $\delta_F$  bisa diperoleh dengan memperluas teori portal. Metode perhitungan  $\delta_F$  dari portal yang ekuivalen dan metode penentuan tegangan pada berbagai bagian portal seperti ini bisa diringkas sebagai berikut.

*Metode eksak* : Dinding berlubang dinyatakan dengan garis as kolom dinding dan balok dinding, dan diselesaikan dengan metode analisa portal yang memperhitungkan deformasi lentur, deformasi geser dan daerah tegar.

*Metode pendekatan* : Bila dinding memiliki lubang – lubang yang beraturan, metode pendekatan yang sama seperti untuk portal dinding dapat diterapkan.

### 3.4 Simpangan relatif lantai

Simpangan massa ke- $i$  atau  $Y_i$  diperoleh dengan menjumlahkan pengaruh atau kontribusi tiap-tiap mode. Kontribusi mode ke –  $i$  terhadap simpangan horisontal massa ke –  $j$  dinyatakan dalam produk antara  $\Phi_{ij}$  dengan suatu modal amplitudo  $Z_j$ .

$$Y_{ij} = \sum \Phi_{ij} \cdot Z_j \quad (3.4)$$

Dengan;  $Y_{ij}$  = Simpangan relatif lantai ke –  $i$ ,

$\Phi_{ij}$  = mode shape lantai  $i$ , mode  $j$ , dan

$Z_j$  = modal amplitudo mode  $j$ .

Nilai simpangan relatif lantai akan semakin besar untuk lantai yang lebih tinggi, hal ini sesuai dengan pola goyangan pada mode pertama.

### 3.5 Simpangan antar tingkat

Simpangan antar tingkat (*inter-story drift*) adalah simpangan yang terjadi pada tiap lantai struktur, simpangan ini dihitung dengan cara simpangan relatif lantai atas dikurangi simpangan relatif lantai di bawahnya. *Inter-story drift* sangat mungkin terjadi pada tingkat yang lemah. Terjadinya distribusi kekakuan struktur secara vertikal yang tidak merata akan menyebabkan adanya suatu tingkat yang lemah tersebut. *Inter-story drift* dapat dihitung dengan rumus,

$$\Delta Y_i(t) = Y_i(t) - Y_{i-1}(t) \quad (3.5)$$

Dengan;  $\Delta Y_i(t)$  = simpangan antar tingkat,

$Y_i$  = Simpangan relatif lantai ke  $-i$ , dan

$Y_{i-1}(t)$  = Simpangan relatif lantai ke  $-(i-1)$ .

### 3.6 Gaya geser dasar

Gaya horisontal lantai atau gaya lantai maksimum yang bekerja pada suatu massa ke  $-i$  sebagai akibat dari mode ke  $-j$  dapat dicari yaitu :

$$F_i = k \cdot y_i \quad (3.6)$$

Dengan;  $F_i$  = Gaya lantai ke  $-i$ ,

$k$  = kekakuan total kolom,

$y_i$  = simpangan relatif tingkat ke- $i$

Gaya geser tingkat ke- $i$  dapat dicari dengan rumus,

$$S_i = -\left( \sum_i^n F_i \right) \quad (3.7)$$

Dengan;  $S_i$  = Gaya geser tingkat ke- $i$ ,

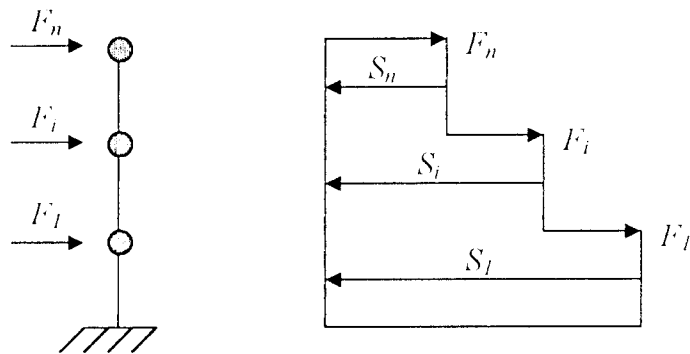
$F_i$  = Gaya horisontal massa ke- $i$ .

Sedangkan gaya geser dasar merupakan penjumlahan dari gaya lantai tetapi arahnya berlawanan. Gaya geser dasar dicari dengan rumus,

$$S_l = -\left( \sum_{i=1}^n F_i \right) \quad (3.8)$$

Dengan;  $S_l$  = Gaya geser dasar,

$F_i$  = Gaya horisontal massa ke- $i$ .



**Gambar 3.3.** Model Struktur Gaya geser

Keterangan :  $S_n = F_n$

$$S_i = F_n + F_i$$

$$S_l = F_n + F_i + F_l$$

$S_l$  Gaya geser dasar.

### 3.7 Momen Guling

Momen guling didapat dengan mengalikan gaya lantai yang terjadi pada setiap tingkat ( $F_i$ ) dengan tinggi lantai ( $h_i$ ), maka,

$$M_i = \sum_{k=i}^n F_k \cdot (h_k - h_{(k-1)}) \quad (3.9)$$

Dengan;  $M_i$  = Momen guling lantai ke- $i$ ,

$F_k$  = Gaya horisontal lantai ke- $k$ ,

$h_k$  = elevasi lantai ke- $k$  terhadap dasar bangunan,

$h_{(k-1)}$  = elevasi lantai ke- $(k-1)$  terhadap dasar bangunan,

$h_0 = 0$ .

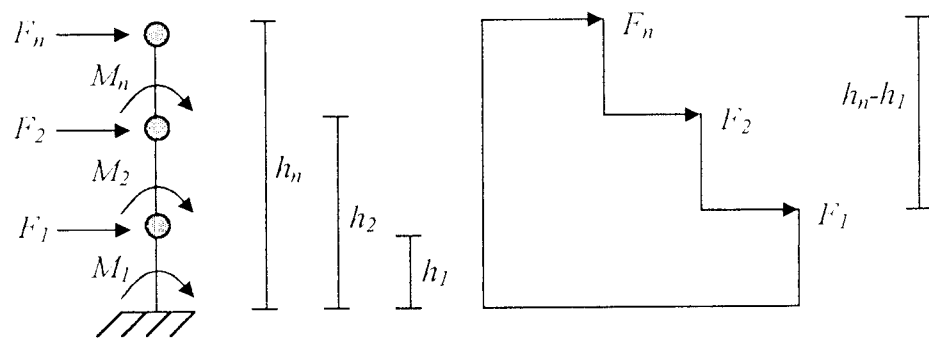
Sedangkan momen guling dasar dapat dicari dengan rumus,

$$M_I = \sum_{k=1}^n F_k \cdot h_k \quad (3.10)$$

Dengan;  $M_I$  = Momen guling dasar,

$F_k$  = Gaya horisontal lantai ke- $k$ ,

$h_k$  = elevasi lantai ke- $k$  terhadap dasar bangunan.



**Gambar 3.4.** Model Struktur Momen guling

Keterangan :  $M_I = F_1 \cdot h_1 + F_2 \cdot h_2 + F_n \cdot h_n$

$M_2 = F_2 \cdot (h_2 - h_1) + F_n \cdot (h_n - h_1)$

$M_n = F_n \cdot (h_n - h_{(n-1)})$

$M_I$  = Momen guling dasar.

### 3.7 Resonansi

Beban dinamik akan mengakibatkan respon atau simpangan yang lebih besar daripada simpangan statik ( $Y_{st}$ ). Persamaan differensial suatu massa SDOF tanpa redaman dengan beban harmonik sederhana dinyatakan dalam bentuk :

$$Y(t) = \frac{P_0}{k} \cdot \frac{1}{1-r^2} \{ \sin(\Omega t) - r \sin(\omega t) \} \quad (3.11)$$

$$\text{Dengan } r = \frac{\Omega}{\omega}$$

*Dynamic Load Factor (DLF)* merupakan suatu perbandingan antara simpangan akibat beban dinamik  $Y(t)$  dan simpangan akibat beban static  $Y_{st}$  pada saat tertentu, maka nilai  $DLF$  adalah suatu nilai yang berada dibelakang simpangan statik. Persamaan (3.11) dapat menjadi :

$$y(t) = y_{st} DLF \quad (3.12)$$

$$\text{dengan } DLF = \frac{1}{|1-r^2|} \{ \sin(\Omega t) - r \sin(\omega t) \} \quad (3.13)$$

Pada persamaan (3.11) tersebut bahwa respon struktur akan dipengaruhi oleh frekuensi beban dinamik ( $\Omega$ ) dan frekuensi sudut ( $\omega$ ) dari struktur yang bersangkutan. Apabila frekuensi sudut beban sama dengan frekuensi sudut struktur, maka penyebut pada persamaan (3.11) akan sama dengan nol, sehingga secara teoritik respon struktur akan menjadi tak terhingga. Kondisi seperti itu umumnya dinamakan peristiwa resonansi. Sesuatu yang memberikan indikasi

adalah tingkat kedekatan frekuensi, semakin dekat antara dua frekuensi tersebut maka respon struktur akan semakin besar dan sebaliknya.

Plot hubungan antara *Dynamic Load Factor (DLF)* dan rasio frekuensi  $r$  disajikan pada gambar 3.5. Pada gambar tersebut tampak bahwa nilai *DLF* akan besar sekali pada nilai rasio frekuensi yang mendekati satu, hal ini sesuai prinsip resonansi seperti yang dibahas sebelumnya. Juga terlihat bahwa nilai *DLF* akan semakin kecil jika nilai rasio frekuensi menjauhi satu.



## BAB IV

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan prosedur atau tata cara pelaksanaan penelitian yang diuraikan secara sistematis termasuk metode yang dipakai. Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini meliputi pengumpulan data, pengolahan data dan pengujian, yang selanjutnya akan diuraikan sebagai berikut ini.

#### 4.1 Data

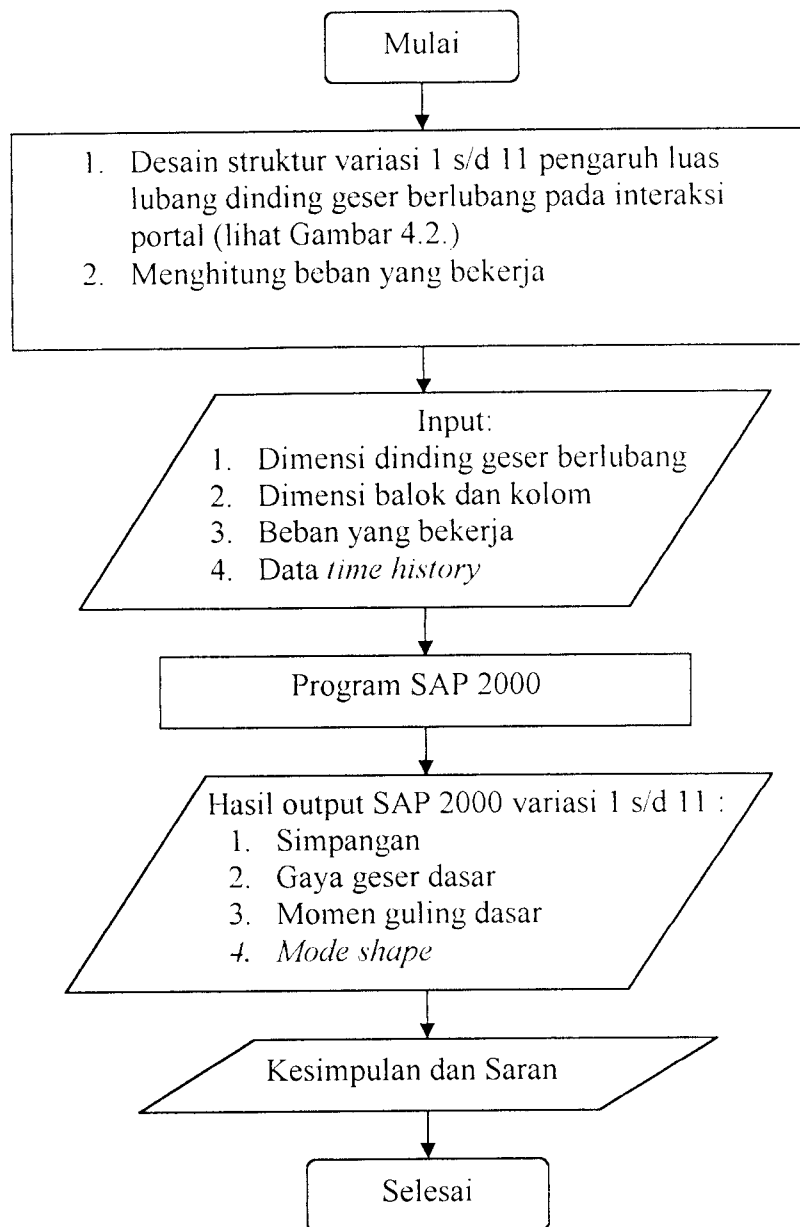
Data yang digunakan meliputi data struktur, parameter bahan dan pembebanan pada struktur gedung 20 (dua puluh) lantai ini adalah sebagai berikut:

1. Model struktur adalah portal beton bertulang 3 dimensi,
2. Mutu beton dipakai  $f'_c = 35 \text{ MPa} = 35000 \text{ kN/m}^2$
3. Modulus elastisitas beton  $E'_c = 2.10^4 \text{ MPa} = 2.10^7 \text{ kN/m}^2$
4. Mutu baja tulangan longitudinal dipakai  $f_y = 400 \text{ MPa} = 400000 \text{ kN/m}^2$ , dan mutu baja tulangan geser  $f_{ys} = 240 \text{ MPa} = 240000 \text{ kN/m}^2$
5. Dimensi kolom  $0,6 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$ ,
6. Dimensi balok  $0,3 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$ ,
7. Dimensi dinding geser  $3,4 \text{ m} \times 5,4 \text{ m}$ ,
8. Tebal dinding geser berlubang adalah  $0,3 \text{ m}$ ,

9. Tebal plat atap dan lantai 1,2 m,
10. Tata guna ruang sebagai apartemen dengan beban hidup lantai 250 kg/m<sup>2</sup> dan beban hidup atap 100 kg/m<sup>2</sup>,
11. Analisis dinamis menggunakan beban riwayat waktu gempa El Centro 1940 arah *N-S*, *E-W* dan Vertikal.

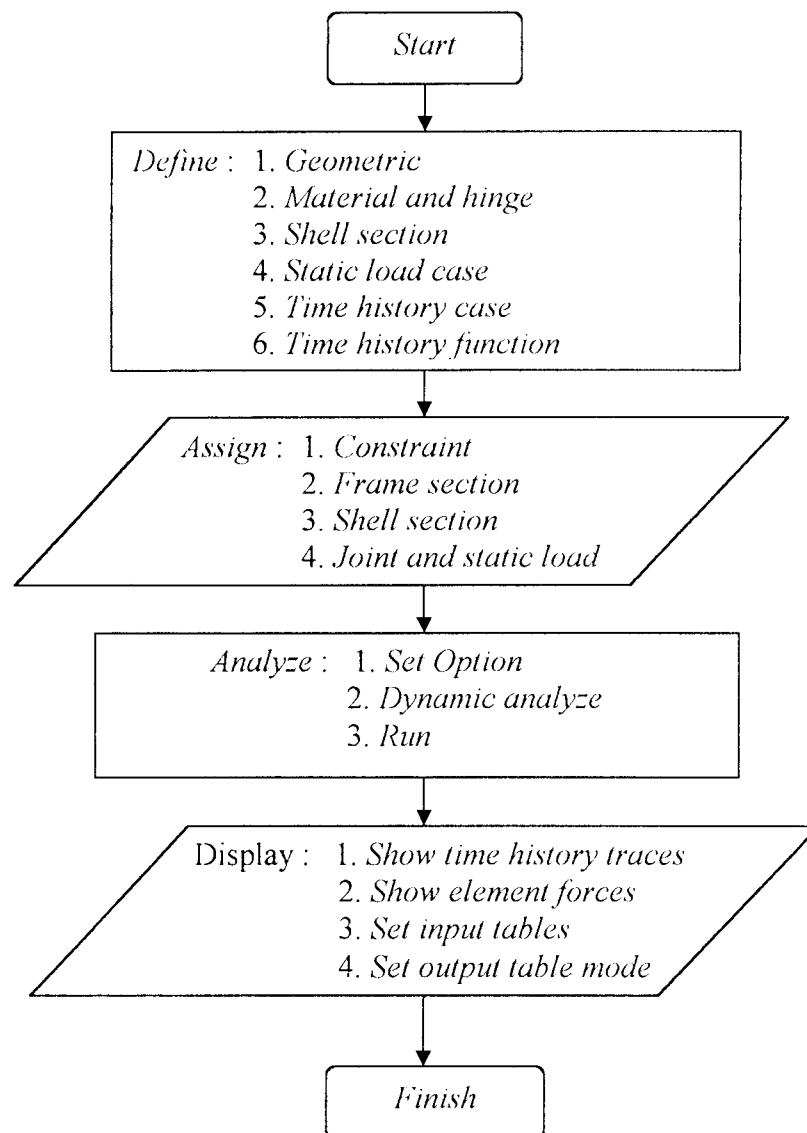
#### **4.2 Pengolahan Data**

Setelah semua data ditentukan, selanjutnya dilakukan pengolahan dan analisis data dengan langkah-langkah seperti pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1.** Bagan alir pengolahan data

Sedangkan untuk mendapatkan hasil out put dari program SAP 2000 dilakukan langkah-langkah seperti pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2.** Bagan alir analisis SAP 2000

## 4.2 Model Struktur

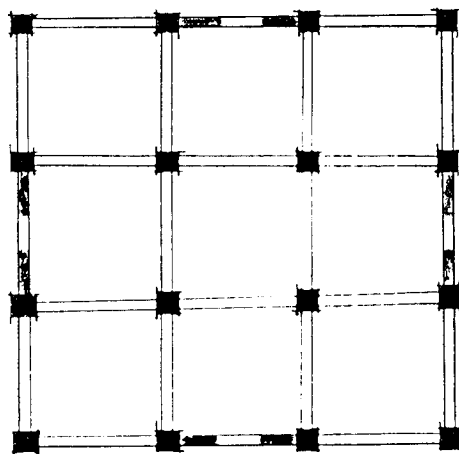
Model Struktur yang digunakan pada analisis ini ada variasi luas lubang pada dinding geser berlubang dengan bentuk lubang memanjang horisontal pada bangunan 20 lantai. Adapun variasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1, dan

untuk gambar variasi luas lubang dinding geser berlubang tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4 sampai dengan Gambar 4.14.

**Tabel 4.1.** Variasi rasio luas lubang dinding geser berlubang

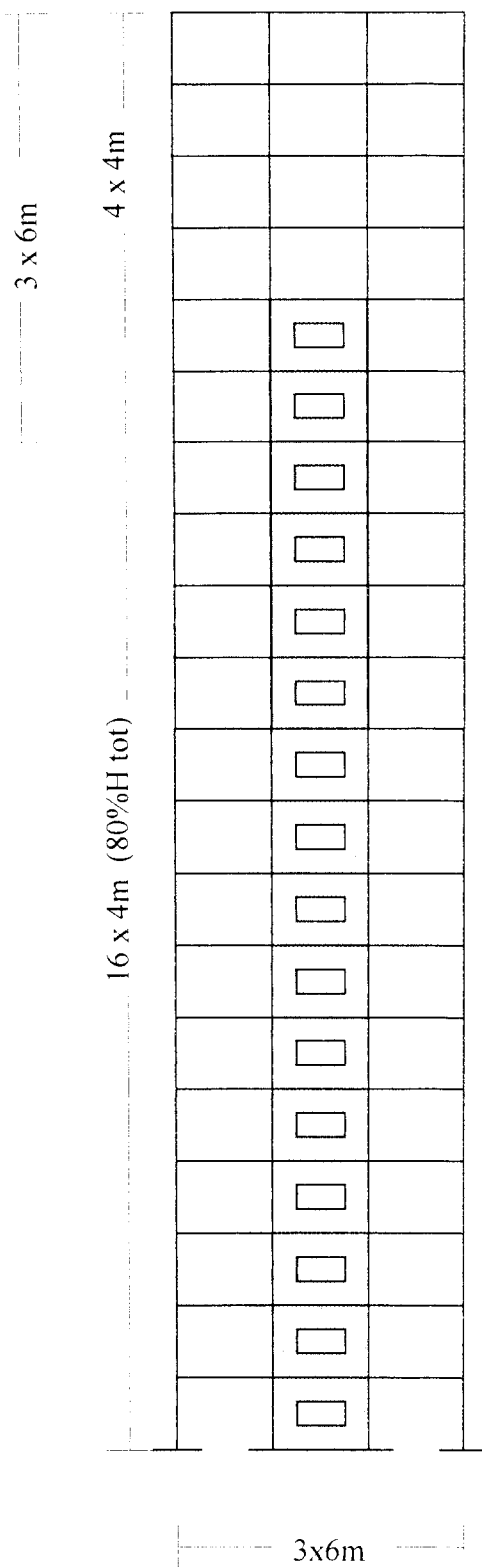
Variasi	Dinding Geser (3,4 x 5,4) m <sup>2</sup>	Rasio Luas Lubang	Lubang Memanjang Horizontal			Keterangan
			Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	
1.	18,360	0 %	0	0	0	Dinding geser penuh
2.	18,360	10 %	1,708	1,075	1,836	Dinding geser berlubang
3.	18,360	20 %	2,414	1,521	3,672	Dinding geser berlubang
4.	18,360	30 %	2,958	1,860	5,508	Dinding geser berlubang
5.	18,360	40 %	3,414	2,151	7,344	Dinding geser berlubang
6.	18,360	50 %	3,817	2,405	9,180	Dinding geser berlubang
7.	18,360	60 %	4,184	2,633	11,016	Dinding geser berlubang
8.	18,360	70 %	4,519	2,844	12,852	Dinding geser berlubang
9.	18,360	80 %	4,830	3,041	14,688	Dinding geser berlubang
10.	18,360	90 %	5,122	3,226	16,524	Dinding geser berlubang
11.	18,360	100 %	5,40	3,40	18,360	Portal tanpa dinding geser

Perhitungan menggunakan program aplikasi *SAP 2000* versi 7.42 dengan analisis dinamis menggunakan eksitasi beban gempa riwayat waktu (*time history*) El Centro dengan parameter-parameter respon struktur berupa simpangan relatif, gaya geser dasar dan momen guling. Model struktur dapat dilihat pada Gambar 4.3.



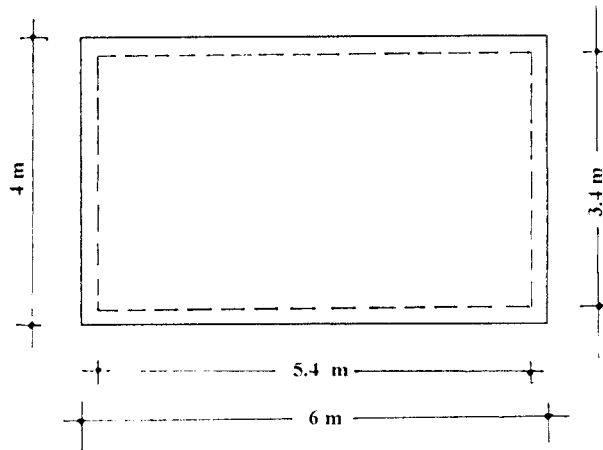
3 x 6m

a) Denah Struktur

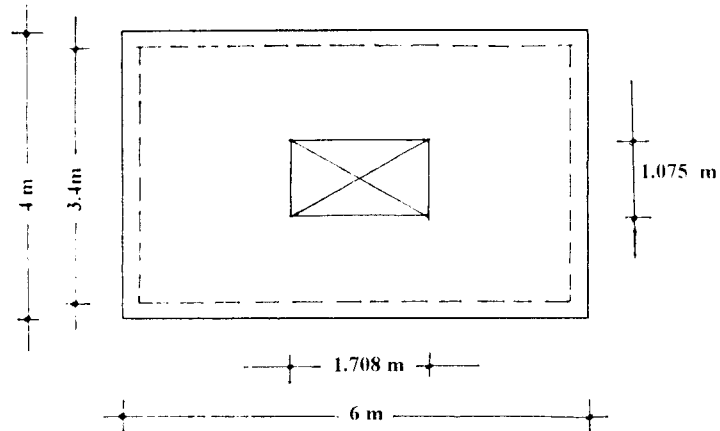


b) Tampak Depan

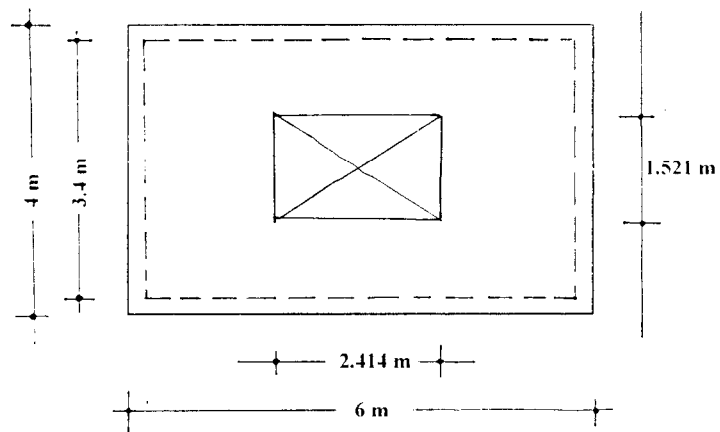
**Gambar 4.3** Peletakan Dinding Geser Berlubang - Portal



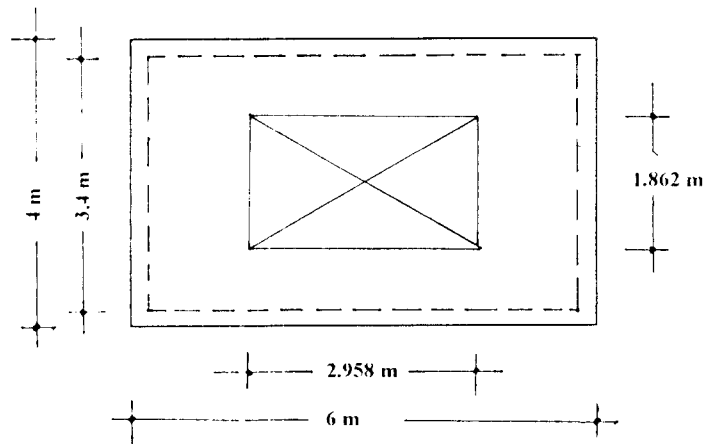
**Gambar 4.4** Variasi 1  
Rasio Luas Lubang 0% Luas Dinding



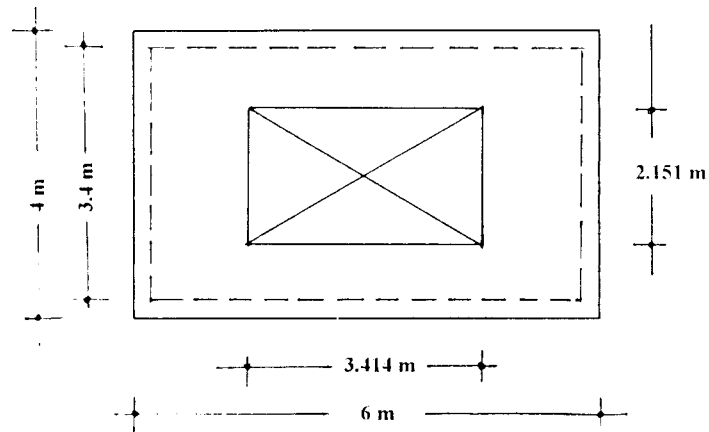
**Gambar 4.5** Variasi 2  
Rasio Luas Lubang 10% Luas Dinding



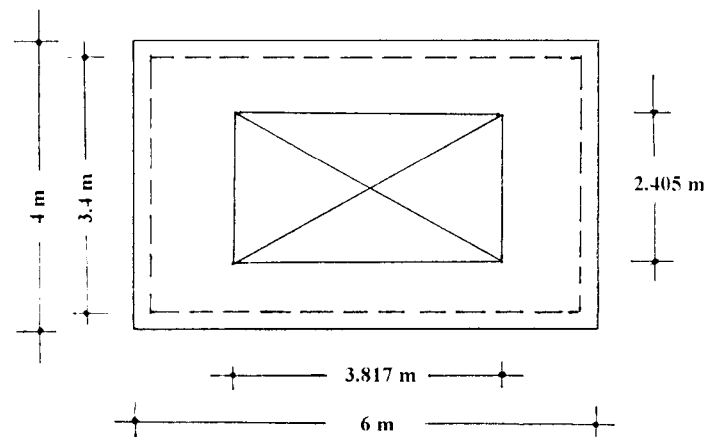
**Gambar 4.6** Variasi 3  
Rasio Luas Lubang 20% Luas Dinding



**Gambar 4.7** Variasi 4  
Rasio Luas Lubang 30% Luas Dinding

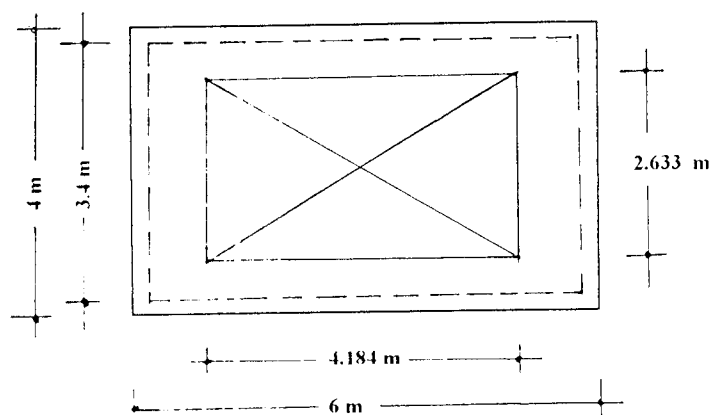


**Gambar 4.8** Variasi 5  
Rasio Luas Lubang 40% Luas Dinding

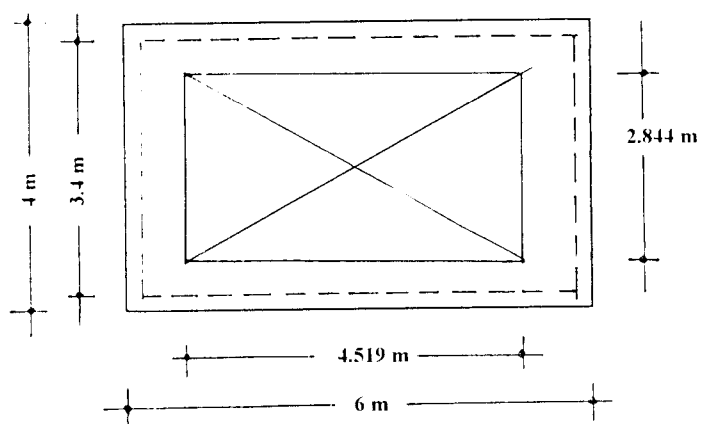


**Gambar 4.9** Variasi 6  
Rasio Luas Lubang 50% Luas Dinding

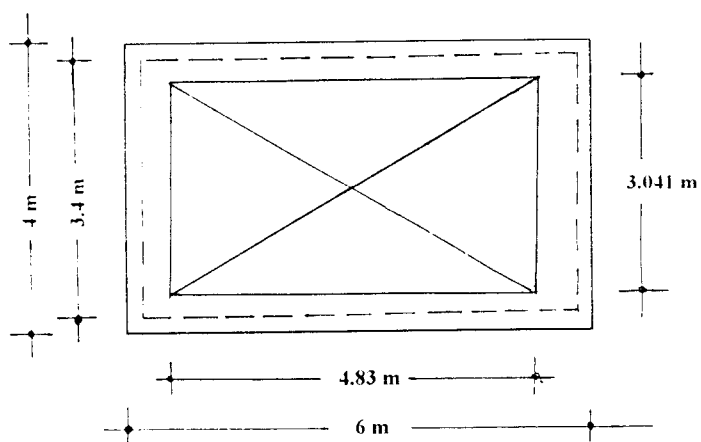




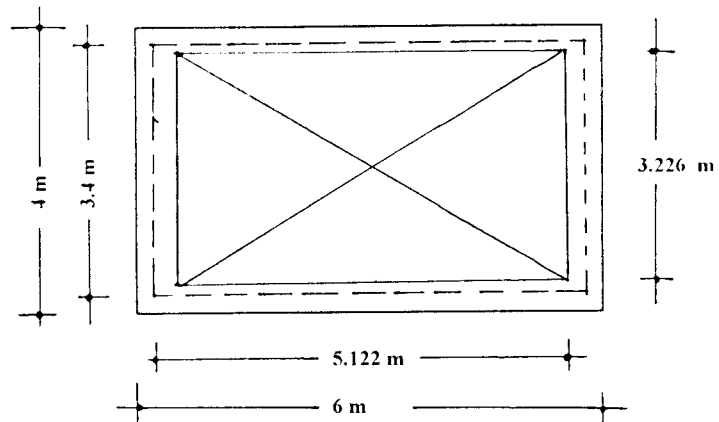
**Gambar 4.10** Variasi 7  
Rasio Luas Lubang 60% Luas Dinding



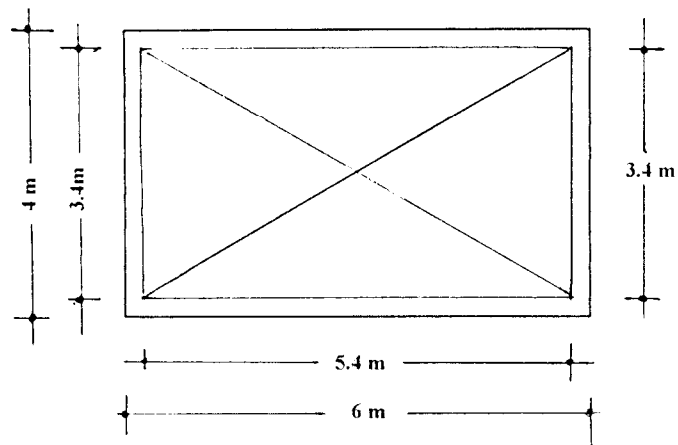
**Gambar 4.11** Variasi 8  
Rasio Luas Lubang 70% Luas Dinding



**Gambar 4.12** Variasi 9  
Rasio Luas Lubang 80% Luas Dinding



**Gambar 4.13** Variasi 10  
Rasio Luas Lubang 90% Luas Dinding



**Gambar 4.14** Variasi 11  
Rasio Luas Lubang 100% Luas Dinding  
(Portal tanpa dinding geser)

## BAB V

### PERHITUNGAN DAN ANALISIS STRUKTUR

Pada bab ini membahas tentang perhitungan dan analisis pengaruh variasi rasio luas lubang dinding geser berlubang-portal terhadap simpangan, gaya geser dasar, dan momen guling akibat beban gempa El Centro. Hasil perhitungan pengaruh variasi luas lubang dinding geser berlubang-portal disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Di sini juga dibahas mengenai *A/V ratio* maksimum (Hz) gempa El Centro 1940 arah x (E-W) dan arah y (N-S) dibandingkan dengan frekuensi *mode* (Hz) bangunan tiap variasi (diambil 3 *mode*) untuk diteliti apakah terjadi resonansi (frekuensi gempa sama dengan frekuensi bangunan) pada struktur yang diteliti dan hasilnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik pada Lampiran III.

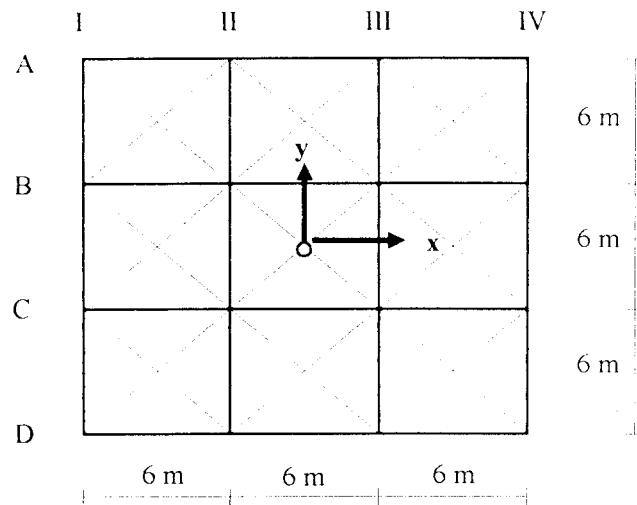
Dalam menganalisis struktur diperlukan asumsi dimensi dari seluruh struktur yang akan dianalisis yang selanjutnya akan diproses oleh program SAP 2000 untuk mendapatkan simpangan relatif, gaya geser dasar, dan momen guling dasar.

Sebagai bahan penelitian yaitu gedung apartemen 20 lantai dengan variasi luas lubang dinding geser berlubang memanjang horizontal adalah 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% dan 100% dari luas dinding geser berlubang. Denah bangunan berbentuk bujur sangkar dengan letak dinding geser berlubang simetris dalam dua arah dengan keempat sisi berlubang. Pembebanan dengan beban gempa *time history* El Centro arah N-S, E-W, dan Vertikal.

### 5.1. Asumsi Yang Digunakan

1. Tebal pelat atap = 0,12 m
2. Tebal pelat lantai = 0,12 m
3. Dimensi kolom = 0,6 x 0,6 m
4. Dimensi balok = 0,30 x 0,6 m
5. Dimensi dinding geser = 3,4x3,4 m dengan lubang memanjang horizontal yang terletak ditengah dinding geser.
6. Tebal dinding geser berlubang = 0,30 m
7. Berat volume beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>
8. Tata guna ruang sebagai apartemen dengan beban hidup lantai = 250 kg/m<sup>2</sup> dan beban hidup atap = 100 kg/m<sup>2</sup>
9. Bangunan dirancang simetri dua arah, sehingga pusat massa struktur saling berhimpit dan faktor puntir tidak diperhitungkan.

Denah bangunan dapat dilihat pada Gambar 5.1.



**Gambar 5.1.** Denah bangunan

## 5.2. Perhitungan Beban Atap dan Lantai

- a. Beban mati atap :
- Berat pelat 12 cm =  $0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$
  - Berat penggantung =  $7 \text{ kg/m}^2$
  - Berat plafon =  $11 \text{ kg/m}^2$ +
- DL =  $306 \text{ kg/m}^2$
- Beban hidup atap LL =  $100 \text{ kg/m}^2$
- b. Beban mati lantai :
- Berat pelat 12 cm =  $0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$
  - Berat pasir, 3 cm =  $0,03 \times 1600 = 48 \text{ kg/m}^2$
  - Berat spesi/cm, 2 cm =  $0,02 \times 2100 = 42 \text{ kg/m}^2$
  - Berat keramik, 1 cm =  $0,01 \times 2400 = 24 \text{ kg/m}^2$
  - Berat penggantung =  $7 \text{ kg/m}^2$
  - Berat plafon =  $11 \text{ kg/m}^2$  +
- DL =  $420 \text{ kg/m}^2$

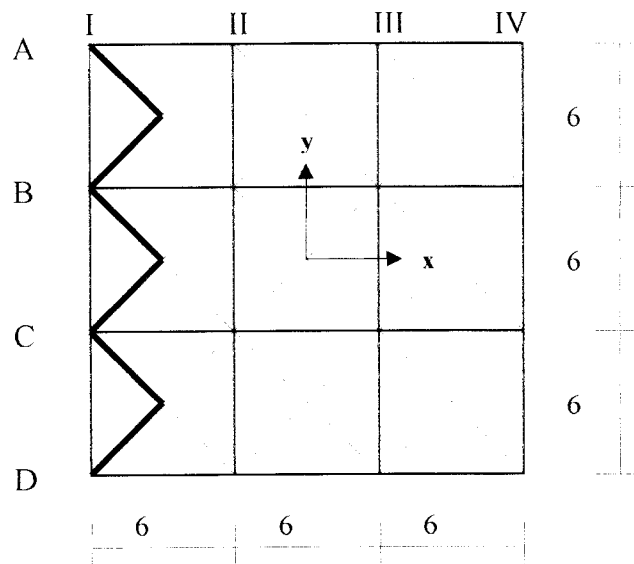
- Beban hidup lantai :beban untuk apartemen LL = 250 kg/m<sup>2</sup>
- c. Berat tembok ½ bata = 250 kg/m<sup>2</sup>

### 5.3. Mekanisme Pembebanan

#### Pembebanan Untuk Portal Arah X = Portal Arah Y

##### a. Portal as-A = as-D = as-I = as-IV

Luas lantai yang membebani portal as-A adalah seperti pada Gambar 5.2. dengan bentuk beban *trapezoidal*.



Gambar 5.2. Beban *trapezoidal* portal as -A

#### 1. Beban gravitasi pada balok atap as-A = as-D = as-I = as IV

##### a. Beban mati pada atap tiap meter;

- Pelat = 3 x 288 = 864 kg/m

- Plafon dan pengantung = 3 x 18 = 54 kg/m +

DL *trapezoidal* = 918 kg/m

$$\text{- Dinding (DL uniform)} = (2-0,3) \times 250 = \mathbf{425 \text{ kg/m}}$$

b. Beban hidup pada atap tiap meter

$$\text{- Beban hidup (LL trapezoidal)} = 3 \times 100 = \mathbf{300 \text{ kg/m}}$$

2. Beban gravitasi balok lantai 1 s/d 19 di as-A = as-D = as-I = as IV

a. Beban mati pada lantai tiap meter;

$$\text{- Pelat} = 3 \times 288 = 864 \text{ kg/m}$$

$$\text{- Pasir, 3 cm} = 3 \times 48 = 144 \text{ kg/m}$$

$$\text{- Spesi, 2 cm} = 3 \times 42 = 126 \text{ kg/m}$$

$$\text{- Keramik, 1 cm} = 3 \times 24 = 72 \text{ kg/m}$$

$$\text{- Plafon dan penggantung} = 3 \times 18 = \underline{54 \text{ kg/m} +}$$

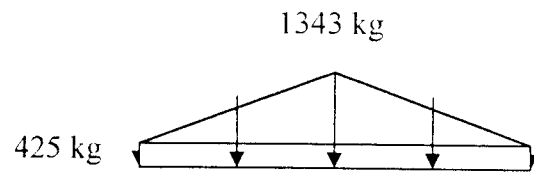
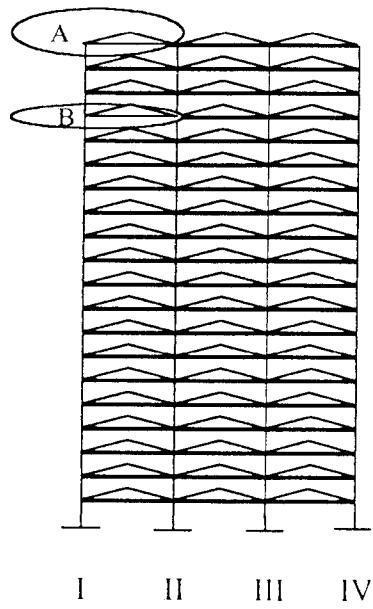
$$\text{DL trapezoidal} = \mathbf{1260 \text{ kg/m}}$$

$$\text{- Dinding (DL uniform)} = (4-0,6) \times 250 = \mathbf{850 \text{ kg/m}}$$

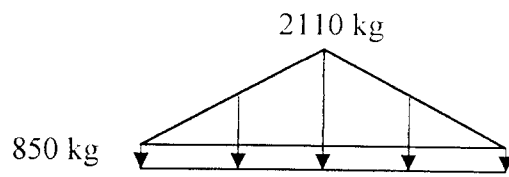
b. Beban hidup pada lantai tiap meter;

$$\text{- Beban hidup (LL trapezoidal)} = 3 \times 250 = \mathbf{750 \text{ kg/m}}$$

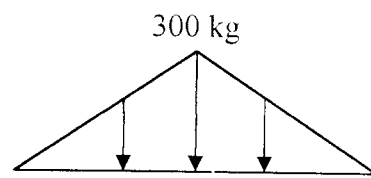
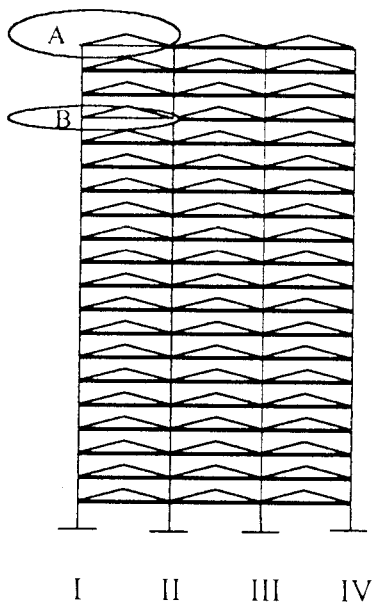
Hasil perhitungan beban mati dan beban hidup pada atap dan lantai untuk portal as-A dapat dilihat pada Gambar 5.3.



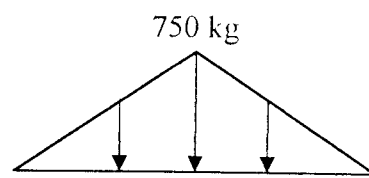
Detail A



Detail B

Beban Mati

Detail A



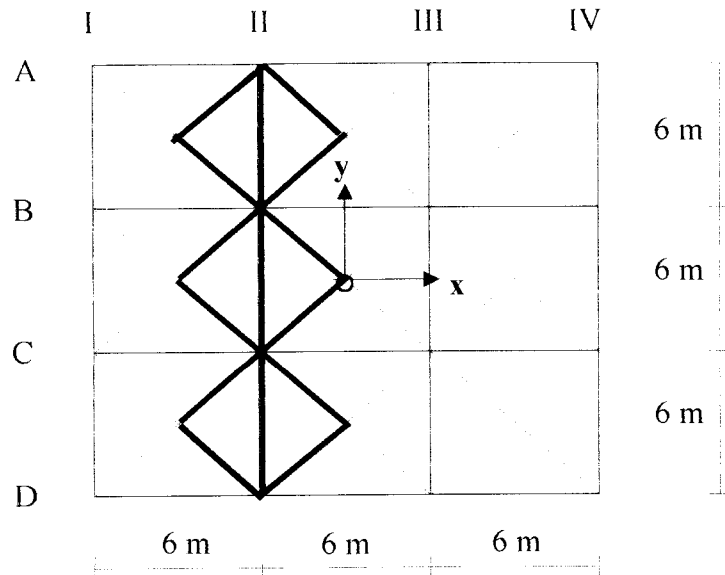
Detail B

Beban Hidup**Gambar 5.3.** Beban mati dan beban hidup portal as-A



**b. Portal as-B = as- C = as- II = as III**

Luas pembebanan lantai yang membebani portal as-B adalah dua kali luas pembebanan lantai yang membebani portal as-A seperti pada Gambar 5.4. dengan bentuk beban *trapezoidal*.



**Gambar 5.4.** Beban *trapezoidal* portal as-B

1. Beban gravitasi pada balok atap as-B = as-C = as-II = as III

a. Beban mati pada atap / meter

- Pelat  $= 2 \times 3 \times 288 = 1728 \text{ kg/m}$

- Plafon dan pengantung  $= 2 \times 3 \times 18 = 108 \text{ kg/m} +$

*DL trapezoidal*  $= 1836 \text{ kg/m}$

- Dinding (*DL uniform*)  $= (2-0,3) \times 250 = 425 \text{ kg/m}$

b. Beban hidup pada atap tiap meter

- Beban hidup (*LL trapezoidal*)  $= 2 \times 3 \times 100 = 600 \text{ kg/m}$

## 2. Beban gravitasi balok lantai 1 s/d 19

di as-B = as-C = as-II = as III

## a. Beban mati pada lantai tiap meter

$$\text{- Pelat} = 2 \times 3 \times 288 = 1728 \text{ kg/m}$$

$$\text{- Pasir} = 2 \times 3 \times 48 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{- Spesi} = 2 \times 3 \times 42 = 252 \text{ kg/m}$$

$$\text{- Keramik} = 2 \times 3 \times 24 = 144 \text{ kg/m}$$

$$\text{- Plafon dan penggantung} = 2 \times 3 \times 18 = \underline{108 \text{ kg/m}} +$$

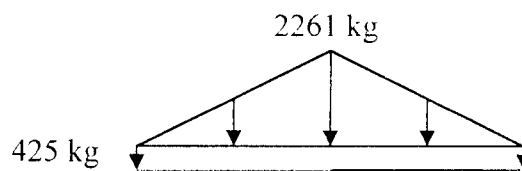
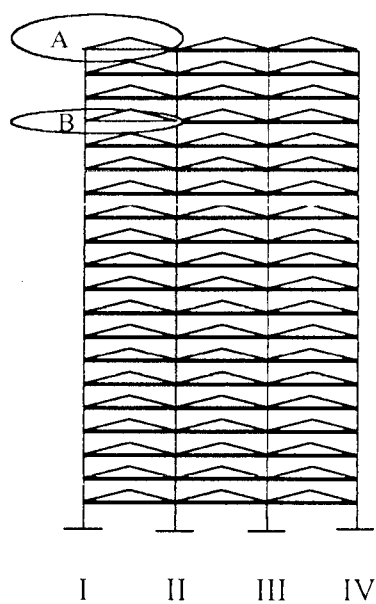
$$\text{DL trapezoidal} = \mathbf{2520 \text{ kg/m}}$$

$$\text{- Dinding (DL uniform)} = (4-0,6) \times 250 = \mathbf{850 \text{ kg/m}}$$

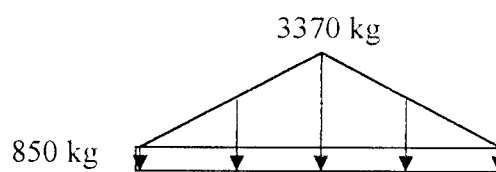
## b. Beban hidup pada lantai tiap meter

$$\text{- Beban hidup (LL trapezoidal)} = 2 \times 3 \times 250 = \mathbf{1500 \text{ kg/m}}$$

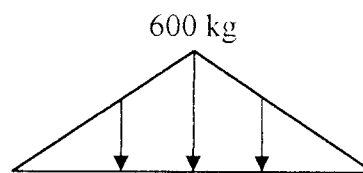
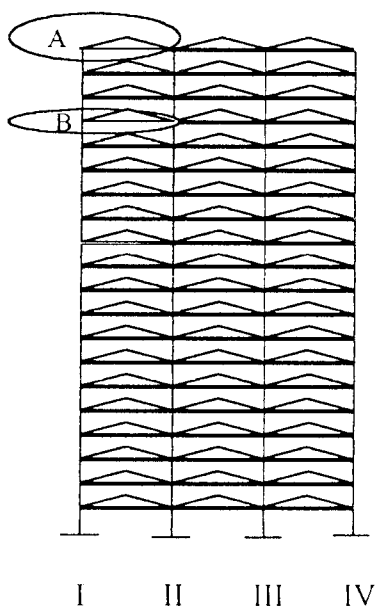
Hasil perhitungan beban mati dan beban hidup pada atap dan lantai untuk portal as-B dapat dilihat pada Gambar 5.5.



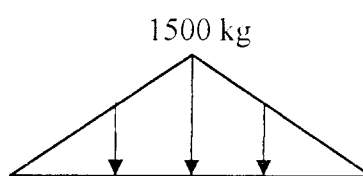
Detail A



Detail B

Beban Mati

Detail A



Detail B

Beban Hidup**Gambar 5.5.** Beban mati dan beban hidup portal as-B

#### 5.4. *Input SAP 2000*

*Input* yang kii,kpertaia yaitu penentuan bentuk (*geometric*) struktur dan ukurannya serta jenis material struktur yang dipakai, dalam penelitian ini digunakan struktur beton bertulang. Kemudian menentukan dimensi struktur yaitu kolom, balok, dan dimensi dinding geser berlubang yang selanjutnya *joint* tiap lantai dikekang (*joint constraint*) sebagai diafragma (*diaphragm*) agar sesuai dengan prinsip dinding geser baik penuh maupun berlubang yaitu:

1. Massa lantai dari struktur termasuk beban yang harus didukung dianggap terkonsentrasi pada satu titik (*lumped mass*) ditengah bentang atau kolom dan lantai dianggap tidak bermassa.
2. Balok serta pelat lantai dianggap relatif sangat kaku dibanding kolom, *beam coloumn joint* mampu menahan rotasi (*joint* tidak berotasi dan simpangan hanya kearah horizontal tanpa adanya puntir).

Pembebanan untuk semua variasi dinding geser berlubang-portal dilakukan melalui perhitungan kasus beban-beban statis (*static load case*) yaitu beban mati dan beban hidup serta beban berupa percepatan tanah dari kasus riwayat waktu ( *time history case*) gempa El Centro arah Utara-Selatan, Timur-Barat, dan Vertikal. Langkah-langkah pengerjaan dengan SAP 2000 dapat dilihat di Gambar 4.3. pada Bab IV. Contoh input data pada SAP 2000 diambil variasi 7 yaitu rasio luas lubang 60% dari luas dinding geser berlubang, dapat dilihat pada Lampiran I.

## 5.5. Output SAP 2000

Hasil analisis dengan program SAP 2000 berupa simpangan relatif arah x dan y, gaya geser dasar arah x dan y, serta momen guling dasar arah x dan y. Contoh hasil *output* dari SAP 2000 diambil variasi 6 yaitu rasio luas lubang 50% dari dinding geser berlubang, dapat dilihat pada Lampiran II.

### 5.5.1 Simpangan Relatif Lantai

Nilai simpangan relatif diambil dari nilai *joint displacement* pada *joint* di perpotongan as-D dengan as-IV pada setiap lantai (lihat Gambar 5.1), yang merupakan sudut bangunan yang relatif memiliki simpangan besar. Disini diambil *joint* 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, dan 21 yaitu *joint* perpotongan as-D dengan as-IV (lihat Lampiran II *Output joint displacement*). Simpangan relatif maksimum arah x dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Gambar 5.6, simpangan relatif maksimum arah y dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Gambar 5.7.

Tabel 5.1. Simpangan relatif maksimum arah x

Lt	Var. 1 (0%)	Var. 2 (10%)	Var. 3 (20%)	Var. 4 (30%)	Var. 5 (40%)	Var. 6 (50%)	Var. 7 (60%)	Var. 8 (70%)	Var. 9 (80%)	Var. 10 (90%)	Var.11 (100%)
1	0.00135	0.00213	0.00219	0.00221	0.0024	0.00276	0.0032	0.00381	0.00456	0.00567	0.01316
2	0.00467	0.00648	0.00672	0.00675	0.00721	0.00803	0.00899	0.01027	0.0119	0.01429	0.03614
3	0.0096	0.01229	0.0127	0.01272	0.01336	0.01462	0.01604	0.01795	0.0204	0.024	0.06096
4	0.01587	0.0193	0.01988	0.01985	0.02062	0.0223	0.02412	0.0266	0.02986	0.0346	0.08568
5	0.02322	0.02728	0.02805	0.02791	0.02878	0.03085	0.03301	0.03601	0.04005	0.04589	0.10964
6	0.03143	0.03607	0.03697	0.0367	0.03766	0.04006	0.0425	0.04597	0.05079	0.0576	0.13244
7	0.04027	0.04544	0.04647	0.04603	0.04708	0.04975	0.05246	0.05635	0.06186	0.06954	0.15381
8	0.04956	0.05525	0.05636	0.05572	0.05687	0.05974	0.06269	0.06693	0.07309	0.08152	0.17355
9	0.05914	0.06533	0.06649	0.06564	0.06689	0.06991	0.07305	0.07762	0.08435	0.09339	0.19154
10	0.06887	0.07556	0.07675	0.07573	0.07699	0.08022	0.08344	0.08836	0.0956	0.10512	0.20771
11	0.0792	0.08623	0.08726	0.08613	0.08714	0.09049	0.09385	0.09899	0.10664	0.11658	0.22204

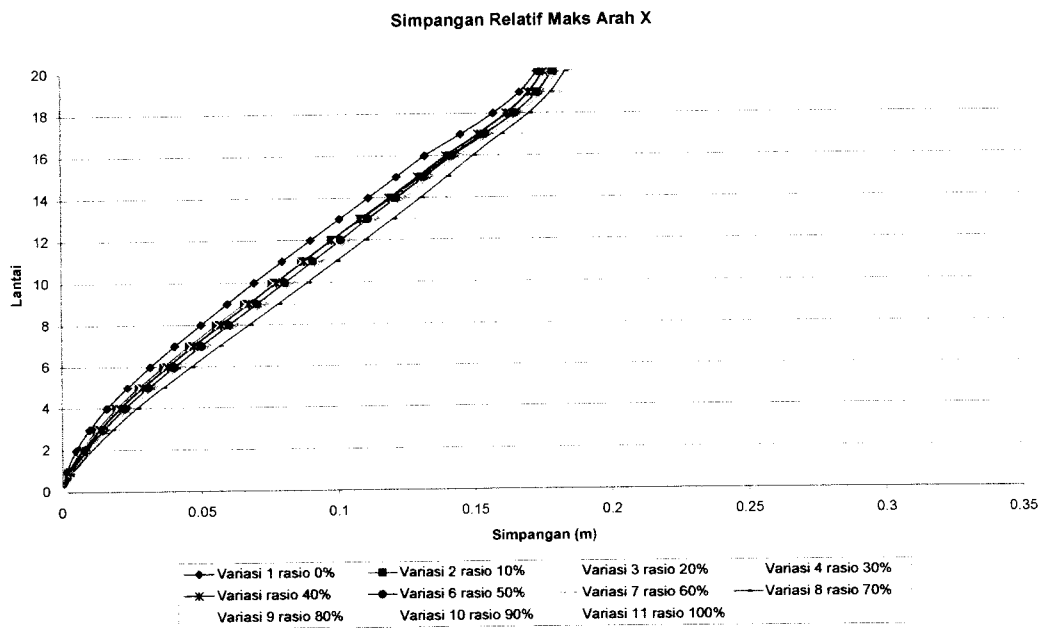


Tabel 5.1. Lanjutan

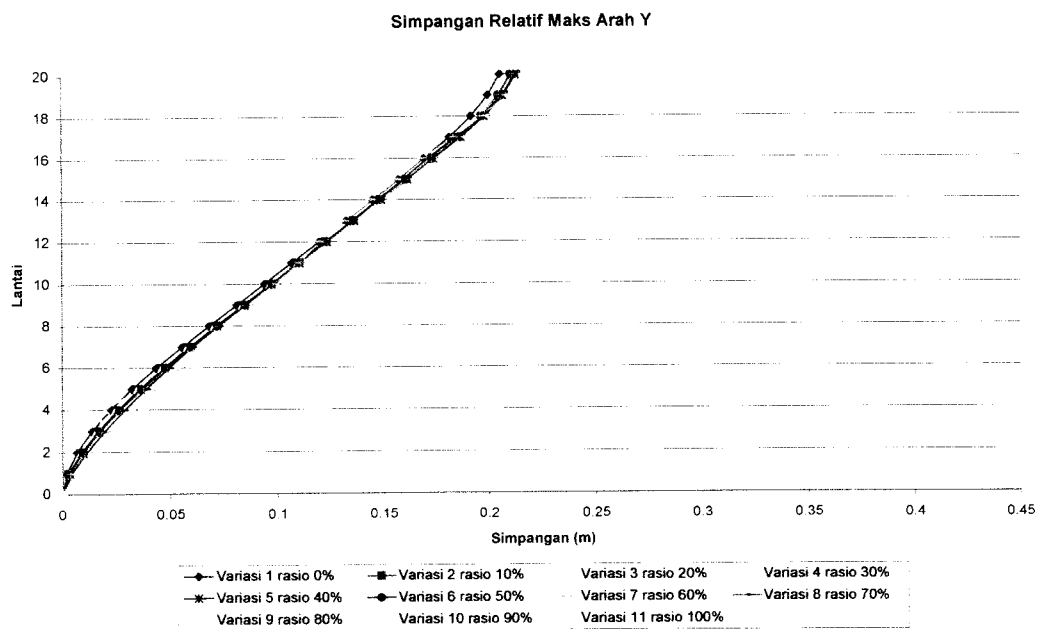
Lt	Var. 1 (0%)	Var. 2 (10%)	Var. 3 (20%)	Var. 4 (30%)	Var. 5 (40%)	Var. 6 (50%)	Var. 7 (60%)	Var. 8 (70%)	Var. 9 (80%)	Var. 10 (90%)	Var.11 (100%)
12	0.08969	0.0973	0.09829	0.09702	0.09726	0.10065	0.10411	0.10956	0.11741	0.12766	0.23473
13	0.10032	0.10837	0.10931	0.1079	0.10785	0.11064	0.11421	0.11987	0.12793	0.13828	0.24591
14	0.11087	0.11937	0.12023	0.11869	0.11845	0.12107	0.12416	0.12988	0.13814	0.14852	0.25553
15	0.12124	0.13022	0.131	0.12931	0.12886	0.13146	0.13399	0.13969	0.14795	0.15838	0.26408
16	0.13164	0.14103	0.14169	0.13988	0.13921	0.14182	0.14425	0.14921	0.15738	0.16777	0.27153
17	0.14477	0.15352	0.15372	0.15198	0.15111	0.15396	0.15622	0.15973	0.16699	0.1772	0.27821
18	0.15702	0.16453	0.1642	0.16262	0.16173	0.16476	0.1669	0.16991	0.17515	0.18533	0.28423
19	0.16661	0.17288	0.17221	0.17071	0.1698	0.17302	0.1751	0.17784	0.18166	0.1919	0.28949
20	0.17303	0.17854	0.1777	0.17622	0.17531	0.17866	0.18071	0.18336	0.18631	0.19655	0.29391

Tabel 5.2. Simpangan relatif maksimum arah y

Lt	Var. 1 (0%)	Var. 2 (10%)	Var. 3 (20%)	Var. 4 (30%)	Var. 5 (40%)	Var. 6 (50%)	Var. 7 (60%)	Var. 8 (70%)	Var. 9 (80%)	Var. 10 (90%)	Var.11 (100%)
1	0.00192	0.00265	0.00263	0.00277	0.00291	0.00314	0.00347	0.00411	0.00501	0.00655	0.01273
2	0.00653	0.00811	0.00817	0.00852	0.00881	0.00927	0.00981	0.01107	0.01298	0.0161	0.03483
3	0.01334	0.0154	0.0155	0.01605	0.01639	0.01699	0.01768	0.01928	0.02213	0.02655	0.05851
4	0.02196	0.02421	0.02435	0.01985	0.0254	0.02608	0.02683	0.02851	0.03223	0.03773	0.08191
5	0.03201	0.03428	0.03445	0.03531	0.03559	0.03629	0.03708	0.03851	0.043	0.04965	0.10436
6	0.04314	0.04535	0.04558	0.04653	0.04671	0.0474	0.04822	0.04904	0.0542	0.06185	0.12568
7	0.05513	0.05723	0.05749	0.05851	0.05855	0.05919	0.06003	0.05988	0.0656	0.07407	0.14591
8	0.06766	0.06971	0.06999	0.07103	0.07092	0.07157	0.07231	0.07192	0.077	0.08611	0.16545
9	0.0805	0.08258	0.08288	0.08394	0.08368	0.0843	0.08491	0.08433	0.08825	0.09782	0.18485
10	0.09347	0.09569	0.09599	0.09715	0.0967	0.0972	0.0978	0.09687	0.09921	0.10907	0.20468
11	0.10644	0.10889	0.1092	0.11046	0.10978	0.11014	0.11072	0.10963	0.1098	0.11978	0.2254
12	0.11938	0.12207	0.1225	0.12374	0.12282	0.12298	0.12353	0.12229	0.11995	0.13055	0.24768
13	0.13212	0.13519	0.13573	0.13691	0.13572	0.13576	0.13613	0.13473	0.13173	0.14235	0.2723
14	0.14457	0.14824	0.14879	0.14989	0.14841	0.14836	0.14845	0.14694	0.14422	0.15428	0.29806
15	0.15672	0.16108	0.16163	0.16262	0.16083	0.16067	0.16054	0.15891	0.15633	0.16627	0.32299
16	0.16867	0.17373	0.17428	0.17514	0.17316	0.17271	0.17244	0.17069	0.16837	0.17862	0.34608
17	0.1808	0.18673	0.18728	0.18841	0.18623	0.18507	0.18488	0.18403	0.18299	0.19432	0.36648
18	0.19105	0.19807	0.1987	0.1997	0.19725	0.19584	0.19576	0.19623	0.19624	0.20948	0.38347
19	0.19914	0.20678	0.20734	0.20827	0.20589	0.20407	0.20451	0.2057	0.20786	0.22146	0.39668
20	0.2048	0.2128	0.21331	0.21448	0.21199	0.20988	0.21063	0.21232	0.21572	0.22952	0.40634



**Gambar 5.6.** Grafik simpangan relatif maksimum arah x



**Gambar 5.7.** Grafik simpangan relatif maksimum arah y

### 5.5.2. Simpangan Antar Tingkat

Simpangan antar tingkat diperoleh dari selisih simpangan relatif lantai atas dengan simpangan relatif lantai bawah. Hasil perhitungan simpangan antar tingkat arah x dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Gambar 5.8. Dan hasil perhitungan simpangan antar tingkat arah y dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.9.

**Tabel 5.3.** Simpangan antar tingkat maksimum arah x

Lt	Var. 1 (0%)	Var. 2 (10%)	Var. 3 (20%)	Var. 4 (30%)	Var. 5 (40%)	Var. 6 (50%)	Var. 7 (60%)	Var. 8 (70%)	Var. 9 (80%)	Var. 10 (90%)	Var.11 (100%)
1	0.00135	0.00213	0.00219	0.00221	0.0024	0.00276	0.0032	0.00381	0.00456	0.00567	0.01316
2	0.00332	0.00435	0.00453	0.00454	0.00481	0.00527	0.00579	0.00646	0.00734	0.00862	0.02298
3	0.00493	0.00581	0.00598	0.00597	0.00615	0.00659	0.00705	0.00768	0.0085	0.00971	0.02482
4	0.00627	0.00701	0.00718	0.00713	0.00726	0.00768	0.00808	0.00865	0.00946	0.0106	0.02472
5	0.00735	0.00798	0.00817	0.00806	0.00816	0.00855	0.00889	0.00941	0.01019	0.01129	0.02396
6	0.00821	0.00879	0.00892	0.00879	0.00888	0.00921	0.00949	0.00996	0.01074	0.01171	0.0228
7	0.00884	0.00937	0.0095	0.00933	0.00942	0.00969	0.00996	0.01038	0.01107	0.01194	0.02137
8	0.00929	0.00981	0.00989	0.00969	0.00979	0.00999	0.01023	0.01058	0.01123	0.01198	0.01974
9	0.00958	0.01008	0.01013	0.00992	0.01002	0.01017	0.01036	0.01069	0.01126	0.01187	0.01799
10	0.00973	0.01023	0.01026	0.01009	0.0101	0.01031	0.01039	<b>0.01074</b>	0.01125	0.01173	0.01617
11	0.01033	0.01067	0.01051	0.0104	0.01015	0.01027	0.01041	0.01063	0.01104	0.01146	0.01433
12	0.01049	0.01107	0.01103	0.01089	0.01012	0.01016	0.01026	0.01057	0.01077	0.01108	0.01269
13	0.01063	0.01107	0.01102	0.01088	0.01059	0.00999	0.0101	0.01031	0.01052	0.01062	0.01118
14	0.01055	0.011	0.01092	0.01079	0.0106	0.01043	0.00995	0.01001	0.01021	0.01024	0.00962
15	0.01037	0.01085	0.01077	0.01062	0.01041	0.01039	0.00983	0.00981	0.00981	0.00986	0.00855
16	0.0104	0.01081	0.01069	0.01057	0.01035	0.01036	0.01026	0.00952	0.00943	0.00939	0.00745
17	0.01313	0.01249	0.01203	0.0121	0.0119	0.01214	0.01197	0.01052	0.00961	0.00943	0.00668
18	0.01225	0.01101	0.01048	0.01064	0.01062	0.0108	0.01068	0.01018	0.00816	0.00813	0.00602
19	0.00959	0.00835	0.00801	0.00809	0.00807	0.00826	0.0082	0.00793	0.00651	0.00657	0.00526
20	0.00642	0.00566	0.00549	0.00551	0.00551	0.00564	0.00561	0.00552	0.00465	0.00465	0.00442
max	0.01313	0.01249	0.01203	0.0121	0.0119	0.01214	0.01197	<b>0.01074</b>	0.01126	0.01198	0.02482

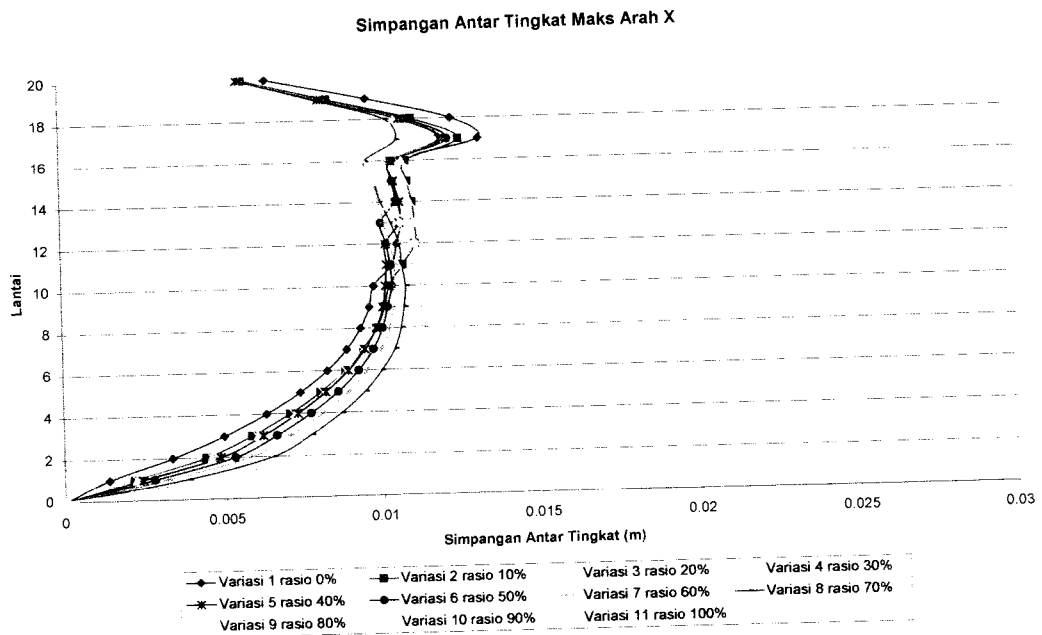
**Tabel 5.4.** Simpangan antar tingkat maksimum arah y

Lt	Var. 1 (0%)	Var. 2 (10%)	Var. 3 (20%)	Var. 4 (30%)	Var. 5 (40%)	Var. 6 (50%)	Var. 7 (60%)	Var. 8 (70%)	Var. 9 (80%)	Var. 10 (90%)	Var.11 (100%)
1	0.00192	0.00265	0.00263	0.00277	0.00291	0.00314	0.00347	0.00411	0.00501	0.00655	0.01273
2	0.00461	0.00546	0.00554	0.00575	0.0059	0.00613	0.00634	0.00696	0.00797	0.00955	0.0221
3	0.00681	0.00729	0.00733	0.00753	0.00758	0.00772	0.00787	0.00821	0.00915	0.01045	0.02368

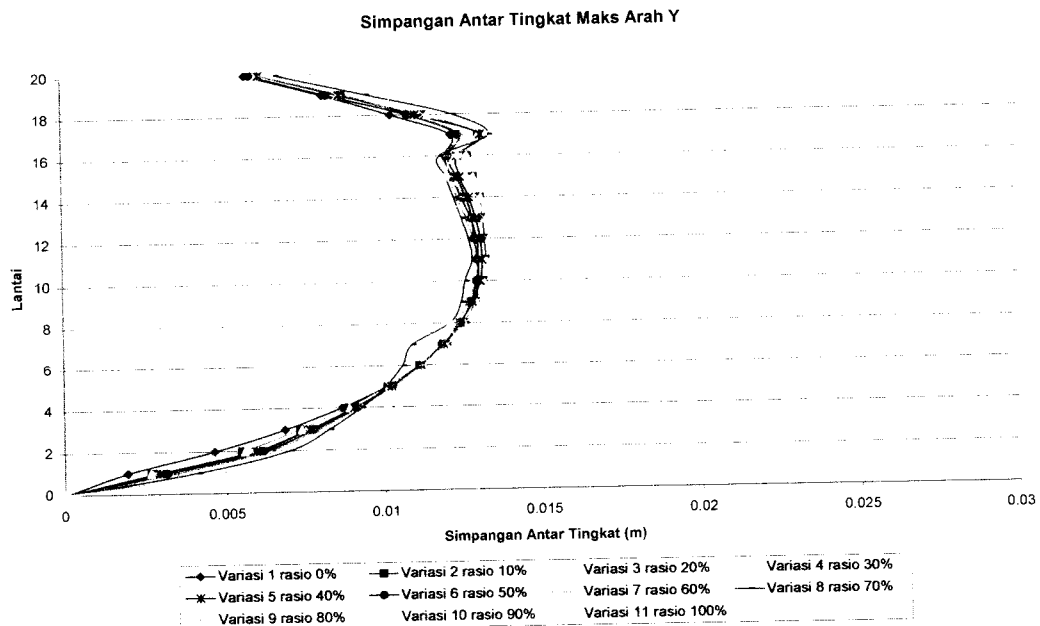


Tabel 5.4. Lanjutan

Lt	Var. 1 (0%)	Var. 2 (10%)	Var. 3 (20%)	Var. 4 (30%)	Var. 5 (40%)	Var. 6 (50%)	Var. 7 (60%)	Var. 8 (70%)	Var. 9 (80%)	Var. 10 (90%)	Var. 11 (100%)
4	0.00862	0.00881	0.00885	0.0038	0.00901	0.00909	0.00915	0.00923	0.0101	0.01118	0.0234
5	0.01005	0.01007	0.0101	0.01546	0.01019	0.01021	0.01025	0.01	0.01077	0.01192	0.02245
6	0.01113	0.01107	0.01113	0.01122	0.01112	0.01111	0.01114	0.01053	0.0112	0.0122	0.02132
7	0.01199	0.01188	0.01191	0.01198	0.01184	0.01179	0.01181	0.01084	0.0114	0.01222	0.02023
8	0.01253	0.01248	0.0125	0.01252	0.01237	0.01238	0.01228	0.01204	0.0114	0.01204	0.01954
9	0.01284	0.01287	0.01289	0.01291	0.01276	0.01273	0.0126	0.01241	0.01125	0.01171	0.0194
10	0.01297	0.01311	0.01311	0.01321	0.01302	0.0129	0.01289	0.01254	0.01096	0.01125	0.01983
11	0.01297	0.0132	0.01321	0.01331	0.01308	0.01294	<b>0.01292</b>	0.01276	0.01059	0.01071	0.02072
12	0.01294	0.01318	0.0133	0.01328	0.01304	0.01284	0.01281	0.01266	0.01015	0.01077	0.02228
13	0.01274	0.01312	0.01323	0.01317	0.0129	0.01278	0.0126	0.01244	0.01178	0.0118	0.02462
14	0.01245	0.01305	0.01306	0.01298	0.01269	0.0126	0.01232	0.01221	0.01249	0.01193	0.02576
15	0.01215	0.01284	0.01284	0.01273	0.01242	0.01231	0.01209	0.01197	0.01211	0.01199	0.02493
16	0.01195	0.01265	0.01265	0.01252	0.01233	0.01204	0.0119	0.01178	0.01204	0.01235	0.02309
17	0.01213	0.013	0.013	0.01327	0.01307	0.01236	0.01244	0.01334	0.01462	0.0157	0.0204
18	0.01025	0.01134	0.01142	0.01129	0.01102	0.01077	0.01088	0.0122	0.01325	0.01516	0.01699
19	0.00809	0.00871	0.00864	0.00857	0.00864	0.00823	0.00875	0.00947	0.01162	0.01198	0.01321
20	0.00566	0.00602	0.00597	0.00621	0.0061	0.00581	0.00612	0.00662	0.00786	0.00806	0.00966
max	0.01297	0.0132	0.0133	0.01546	0.01308	0.01294	<b>0.01292</b>	0.01334	0.01462	0.0157	0.02576



Gambar 5.8. Grafik simpangan antar tingkat maksimum arah x



**Gambar 5.9.** Grafik simpangan antar tingkat maksimum arah y

### 5.5.3. Gaya Geser Dasar (*Base Shear*)

Salah satu fungsi utama dinding geser adalah menahan gaya geser yang terjadi akibat beban lateral gempa. Nilai gaya geser dasar diperoleh dari *output* SAP 2000 (*Display Time History Traces*) yaitu nilai maksimum gaya geser yang terjadi pada kolom lantai pertama (*base*) pada arah x dan y. Gaya geser dasar maksimum arah x dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Gambar 5.10, gaya geser dasar maksimum arah y dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Gambar 5.11.

**Tabel 5.5.** Gaya geser dasar maksimum arah x

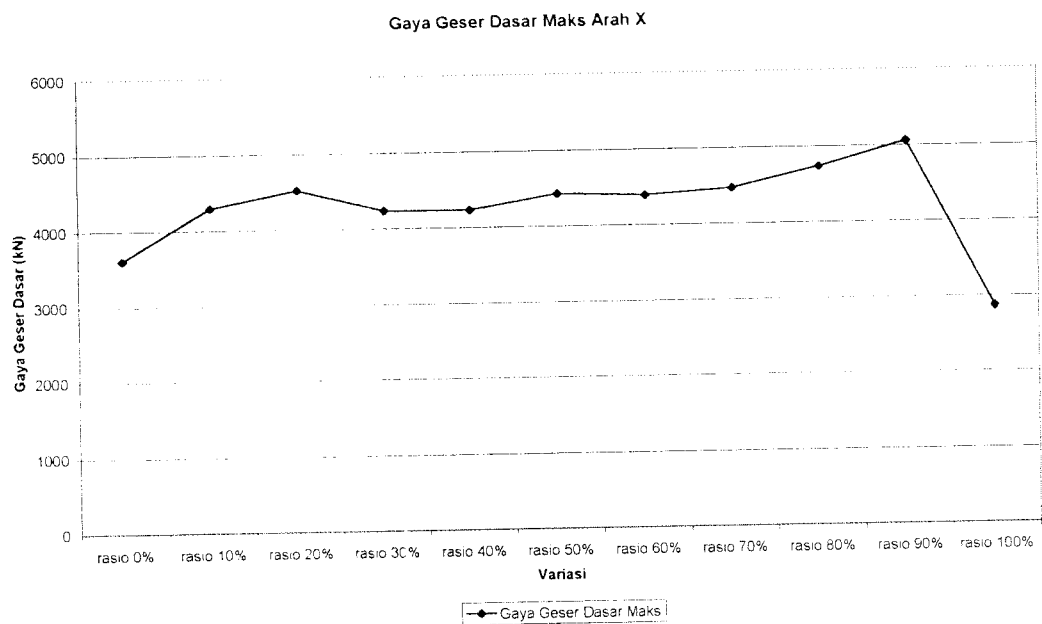
Variasi	Gaya Geser Dasar (kN)
1	3610.138
2	4293.336
3	4519.651
4	4238.625
5	4227.803

Tabel 5.5. Lanjutan

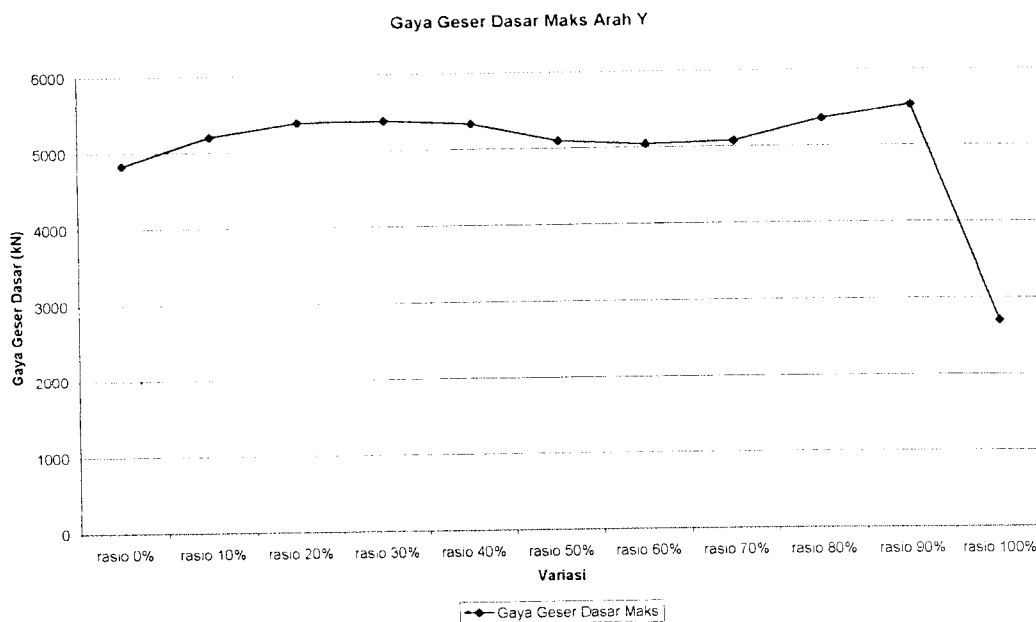
Variasi	Gaya geser dasar (kN)
6	4424.026
7	4393.079
8	4466.391
9	4738.481
10	5063.371
11	2865.647

Tabel 5.6. Gaya geser dasar maksimum arah y

Variasi	Gaya geser dasar (kN)
1	4831.233
2	5202.659
3	5374.851
4	5388.865
5	5334.081
6	5096.823
7	5044.306
8	5078.008
9	5359.542
10	5537.955
11	2707.391



Gambar 5.10. Grafik gaya geser dasar maksimum arah x



**Gambar 5.11.** Grafik gaya geser dasar maksimum arah y

#### 5.5.4. Momen Guling Dasar (*Base Moment*)

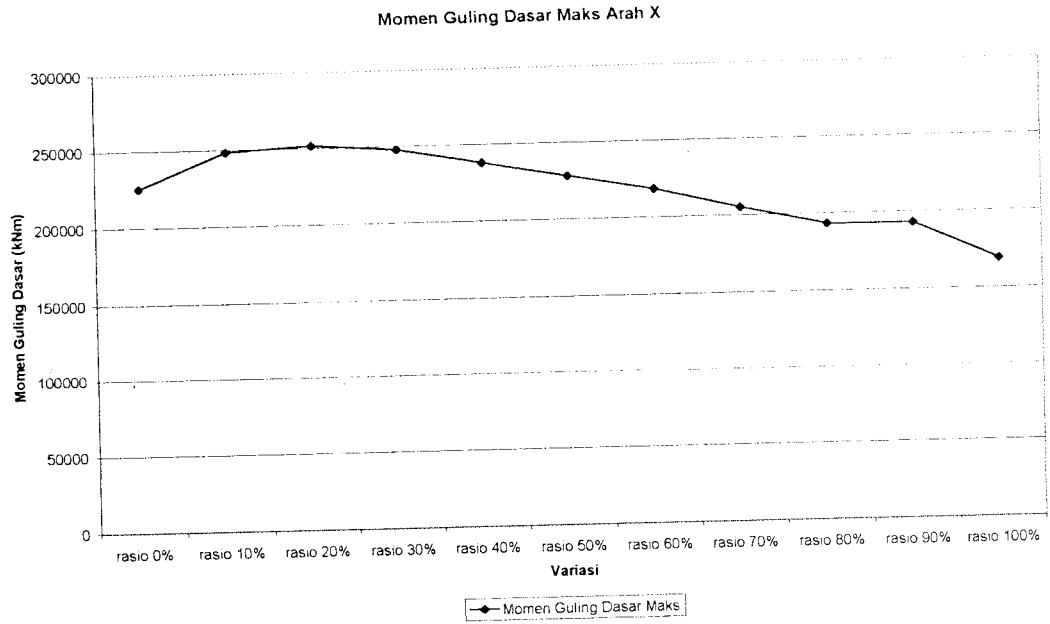
Besar momen guling dasar didapat dari hasil kali gaya gempa horizontal dengan tinggi setiap tingkatnya. Nilai momen guling dasar diperoleh dari *output* SAP 2000 (*Display Time History Traces*) yaitu nilai maksimum momen guling yang terjadi pada kolom lantai pertama (*base*) pada arah x dan y. Momen guling dasar arah x dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Gambar 5.12, momen guling dasar arah y dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Gambar 5.13.

**Tabel 5.7.** Momen guling dasar maksimum arah x

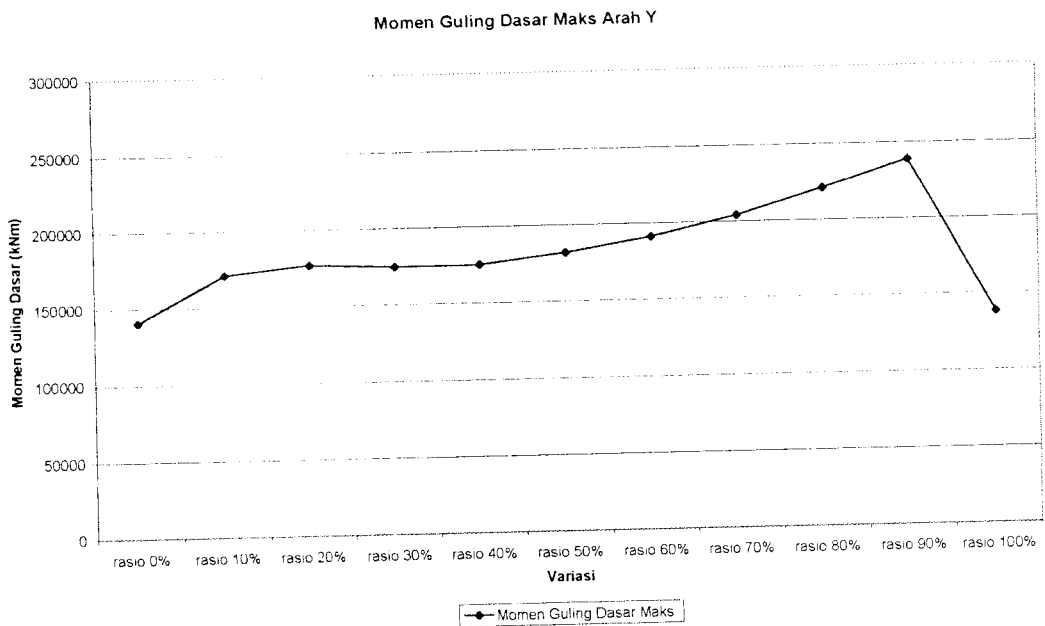
Variasi	Momen guling (kN-m)
1	225506.9
2	248343.1
3	251557.8
4	247787.1
5	238245.2
6	228375.2
7	218502.3
8	205381.7
9	193404.9
10	193125.1
11	169154.5

**Tabel 5.8.** Momen guling dasar maksimum arah y

Variasi	Momen guling (kN-m)
1	140654.7
2	171451.3
3	177189.1
4	175038.6
5	175238.8
6	181839.9
7	191555.5
8	204364.5
9	221091.0
10	239059.3
11	138280.2



**Gambar 5.12.** Grafik momen guling dasar maksimum arah x



**Gambar 5.13.** Grafik momen guling dasar maksimum arah y

## 5.6. Pembahasan

Dari hasil *output* SAP 2000 dan hitungan dengan *microsoft excel* berupa tabel dan grafik seperti diatas, kemudian dibahas satu-persatu yaitu simpangan relatif lantai, simpangan antar tingkat, gaya geser dasar, momen guling dasar, dan *slv ratio* maksimum El Centro 1940 vs frekuensi bangunan yang akan digunakan sebagai dasar dalam pengambilan kesimpulan pada penelitian ini.

### 5.6.1. Simpangan Relatif Lantai

Pada simpangan relatif maksimum arah x di Tabel 5.1. dan Gambar 5.6, nampak bahwa terjadi kenaikan simpangan relatif yang cenderung konstan pada variasi 1 sampai dengan variasi 10. Pada Gambar 5.6 terlihat berupa garis linier pada seluruh lantai karena seluruh lantai struktur didominasi oleh dinding geser. Demikian juga pada simpangan relatif maksimum arah y di Tabel 5.2. dan Gambar 5.7. Simpangan relatif yang terbesar terjadi pada variasi 11. Hal ini dikarenakan struktur pada variasi 11 berupa portal tanpa dinding geser.

### 5.6.2. Simpangan Antar Tingkat (*Inter-story Drift*)

Simpangan antar tingkat dihitung untuk menentukan rasio luas lubang dinding geser berlubang yang efektif. Pada pasal 2.6.3. Pedoman Perencanaan Gempa Untuk Rumah dan Gedung 1987 (PPKGURG 1987) menyebutkan adanya pembatasan simpangan antar tingkat, yang mana perbandingan antara simpangan antar tingkat dengan tinggi tingkat yang bersangkutan tidak boleh melampaui 0.5% atau 0.005 dikali tinggi tingkat =  $0.005 \times 4 \text{ m} = 2 \text{ cm}$ , berarti simpangan

antar tingkat yang terjadi tidak boleh lebih besar dari 2 cm. Dengan melihat hasil simpangan antar tingkat arah x dan y (lihat Tabel 5.3. dan Tabel 5.4.), pada variasi 1 sampai 10, struktur aman sesuai dengan syarat PPKGURG 1987. Sedangkan pada variasi 11 terjadi simpangan antar tingkat arah x dan y yang tidak memenuhi syarat diatas, sehingga struktur tidak aman.

Pada simpangan antar tingkat maksimum arah x di Tabel 5.3. didapat hasil simpangan antar tingkat maksimum dari tiap variasi yang terkecil (paling efektif) pada variasi 8 yaitu rasio luas lubang 70% , dengan besar simpangan antar tingkat yang terjadi adalah  $0.01074 \text{ m} = 1,074 \text{ cm}$  pada lantai 10.

Sedangkan pada Gambar 5.8, diperoleh simpangan antar tingkat maksimum arah x yang mengalami kenaikan berupa garis linier yang relatif konstan dari variasi 1 sampai dengan variasi 10, pada lantai 1 sampai lantai 16. Setelah itu pada lantai 17 yang merupakan portal biasa tanpa dinding geser, garis menjadi tidak linier. Pada variasi 11, struktur portal tanpa dinding geser, diperoleh hasil simpangan antar tingkat yang paling besar.

Pada simpangan antar tingkat maksimum arah y di Tabel 5.4. didapat hasil simpangan antar tingkat maksimum dari tiap variasi yang terkecil (paling efektif) pada variasi 7 yaitu rasio luas lubang 60% dari luas dinding geser berlubang, dengan besar simpangan antar tingkat yang terjadi adalah  $0.01292 \text{ m} = 1,292 \text{ cm}$  pada lantai 11.

Dari Gambar 5.9, diperoleh simpangan antar tingkat maksimum arah y mengalami kenaikan berupa garis linier yang relatif konstan dari variasi 1 sampai dengan variasi 8 pada lantai 1 sampai 7, sedangkan pada lantai 8 terjadi



grafik variasi 11. Hal ini disebabkan struktur mempunyai lubang dinding geser yang besar (rasio 80% dan 90%) sehingga keadaannya mendekati keadaan portal tanpa dinding geser. Hasil secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran III.

### 5.6.3. Gaya Geser Dasar

Besar gaya geser dasar dipengaruhi oleh kekakuan tingkat, gaya geser dasar disini ditinjau dari nilai maksimum gaya geser yang terjadi pada kolom lantai pertama (*base shear*).

Pada penelitian dinding geser berlubang ini besarnya gaya geser dasar yang terjadi nilainya fluktuatif karena pengaruh perbedaan kekakuan tingkat, pengaruh massa struktur yang bertambah karena dinding geser berlubang, dan pengaruh beban gempa dinamik yang fluktuatif terhadap waktu.

Pada gaya geser dasar maksimum arah x di Tabel 5.5. dan Gambar 5.10, nampak bahwa urutan gaya geser dasar maksimum yang terkecil terjadi pada variasi 11, rasio luas lubang 100% (portal tanpa dinding geser) yaitu sebesar 2865.64673 kN, kemudian pada variasi 1 (rasio 0%) yaitu sebesar 3610.13818 kN, setelah itu pada variasi 5 (rasio 40%) yaitu sebesar 4227.80273 kN.

Pada gaya geser dasar maksimum arah y di Tabel 5.6. dan Gambar 5.11, nampak bahwa urutan gaya geser dasar maksimum yang terkecil yaitu pada variasi 11, rasio luas lubang 100% (portal tanpa dinding geser) yaitu sebesar 2707.39136 kN, kemudian pada variasi 1 (rasio 0%) sebesar 4831.23291 kN, setelah itu pada variasi 7 (rasio 60%) yaitu sebesar 5044.30615 kN.

2707.39136 kN, kemudian pada variasi 1 (rasio 0%) sebesar 4831.23291 kN, setelah itu pada variasi 7 (rasio 60%) yaitu sebesar 5044.30615 kN.

Dari hasil nilai efektif gaya geser dasar kedua arah yaitu arah x dan y dapat diketahui gaya geser pada dinding geser berlubang yang paling efektif adalah nilai terkecil gaya geser dari kedua arah tersebut yaitu pada variasi 11, rasio luas lubang 100% (portal tanpa dinding geser). Tetapi karena struktur portal tanpa dinding geser tersebut tidak aman, sedangkan nilai gaya geser dasar yang diperoleh pada variasi 1 (dinding geser penuh) digunakan sebagai pembanding dalam penelitian ini. Maka yang dipakai sebagai gaya geser dasar efektif yaitu sebesar 5044.30615 kN pada variasi 7 (rasio 60%).

#### **5.6.4. Momen Guling Dasar**

Momen guling dipengaruhi oleh gaya lantai dan elevasi lantai. Momen guling disini ditinjau dari nilai maksimum momen guling yang terjadi pada kolom lantai pertama (*base moment*).

Pada momen guling dasar maksimum arah x di Tabel 5.7. dan Gambar 5.12, nampak bahwa momen guling dasar maksimum yang terkecil pada variasi 11, rasio luas lubang 100% (portal tanpa dinding geser) yaitu sebesar 169154.516 kN.m.

Pada momen guling dasar maksimum arah y di Tabel 5.8. dan Gambar 5.13, nampak bahwa momen guling dasar maksimum yang terkecil juga terjadi pada variasi 11, rasio luas lubang 100% (portal tanpa dinding geser) yaitu sebesar 138280.172 kN.m.

efektif yaitu nilai terkecil gaya geser dari kedua arah tersebut yaitu pada variasi 11, rasio luas lubang 100% (portal tanpa dinding geser). Tetapi karena struktur tersebut tidak aman, maka momen guling yang efektif yang kedua didapat pada variasi 10 (rasio 90%) yaitu sebesar 193125.094 kN.m.

#### **5.6.5. *A/V ratio* maksimum El Centro 1940 vs frekuensi bangunan**

Getaran tanah akibat gempa mengandung frekuensi yang lebar (*wide range frequency*), kandungan frekuensi gempa dapat dinyatakan secara praktis dengan rasio  $A/V$ , dimana  $A$  adalah percepatan maksimum tanah dan  $V$  adalah kecepatan maksimum tanah.  $A/V$  *ratio* maksimum gempa El Centro arah  $x$  (E-W) adalah 5.691653 Hz dan arah  $y$  (N-S) adalah 10.21537 Hz sedangkan frekuensi bangunan yang terjadi pada variasi 1 s/d variasi 11 adalah bernilai antara 0.519792 Hz s/d 2.241458 Hz, ini berarti bahwa frekuensi keduanya sangat berbeda jauh, maka tidak terjadi resonansi pada bangunan yang diteliti atau tidak terjadi respon yang sangat besar pada bangunan akibat beban gempa karena frekuensinya berbeda sehingga tidak memperparah kerusakan struktur bangunan. Gambaran lebih jauh mengenai hal ini dapat dilihat pada Lampiran IV.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan diambil berdasarkan pembahasan pada Bab V yang merupakan hasil analisis pengaruh 11 variasi rasio luas lubang dinding pada dinding geser berlubang – portal 3 dimensi terhadap simpangan relatif, simpangan antar tingkat, gaya geser dasar, dan momen guling dasar, yang menggunakan eksitasi gempa El Centro 1940 arah N-S, E-W, dan vertikal dengan program SAP 2000. Kemudian hasil yang diperoleh dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya maupun dari referensi yang ada.

Mengingat berbagai keterbatasan dalam penulisan Tugas Akhir ini, maka penulis memberikan saran-saran yang diharapkan dapat menjadi acuan untuk penyempurnaan penelitian selanjutnya yang lebih sempurna.

#### **6.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan penelitian tentang analisis dinamis pengaruh luas lubang dinding geser berlubang - portal 3 dimensi terhadap simpangan, gaya geser, dan momen guling dengan eksitasi gempa El Centro 1940 arah N-S, E-W, dan vertikal dihasilkan kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Penggunaan dinding geser berlubang akan memperkaku struktur bangunan. Semakin besar rasio luas lubang dinding geser berlubang akan

mengurangi kekakuan struktur sehingga simpangan relatifnya semakin besar.

2. Berdasarkan perhitungan SAP 2000, simpangan antar tingkat pada struktur dinding geser berlubang-portal pada arah x dan y pada variasi 1 sampai dengan variasi 10, struktur aman sesuai dengan persyaratan simpangan antar tingkat pasal 2.6.3 PPKGURG 1987. Sedangkan pada variasi 11, terjadi simpangan antar tingkat yang melebihi syarat yang ditentukan.
3. Diperoleh rasio luas lubang dinding geser berlubang yang efektif (diambil dari nilai maksimum simpangan hasil simpangan antar tingkat maksimum yang paling terkecil) yaitu pada simpangan antar tingkat maksimum arah y dari tabel 5.4, yaitu pada variasi 7 dengan rasio luas lubang 60% dari luas dinding geser berlubang dengan hasil simpangan = 0.01292 m = 1.292 cm pada lantai 11.
4. Nilai gaya geser dasar pada variasi 7, rasio luas lubang 60% diperoleh sebesar 5044.30615 kN.
5. Nilai momen guling dasar yang terkecil pada variasi 10, rasio luas lubang 90% luas dinding geser, yaitu sebesar 193125.094 kNm.
6. Pada penelitian dinding geser berlubang ini besarnya simpangan, gaya geser dasar dan momen guling yang terjadi nilainya fluktuatif karena pengaruh perbedaan kekakuan tingkat, pengaruh perbedaan massa struktur karena perbedaan rasio luas lubang dinding geser berlubang, dan pengaruh beban gempa dinamik yang fluktuatif terhadap waktu.

7. Pada bangunan yang diteliti mempunyai frekuensi bangunan antara 0.519792 Hz sampai dengan 2.241458 Hz. Sedangkan A/V rasio maksimum gempa El Centro arah x (E-W) adalah 5.691653 Hz dan arah y (N-S) adalah 10.21537 Hz, sehingga tidak terjadi resonansi.

## 6.2. Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan guna penyempurnaan pada penelitian selanjutnya adalah perlu diadakan :

1. model penelitian serupa yang memperhitungkan *P- $\Delta$  effect*,
2. model penelitian serupa yang menggunakan pembebanan dinamik dengan data gempa yang terbaru (selain El Centro 1940),
3. model penelitian serupa yang menggunakan pembebanan dinamik dengan beban gempa fungsi respon spektrum (*response spectrum functions*) secara 3D arah x, y, dan z,
4. model penelitian serupa yang memperhitungkan variasi jenis lubang yang lain selain bentuk lubang memanjang horizontal,
5. penelitian dengan memvariasi denah peletakan komponen struktur dinding geser berlubang dengan memperhitungkan rotasi akibat momen puntir, dan
6. penelitian yang serupa tetapi pada bentuk struktur bangunan yang tidak simetris.

## DAFTAR PUSTAKA

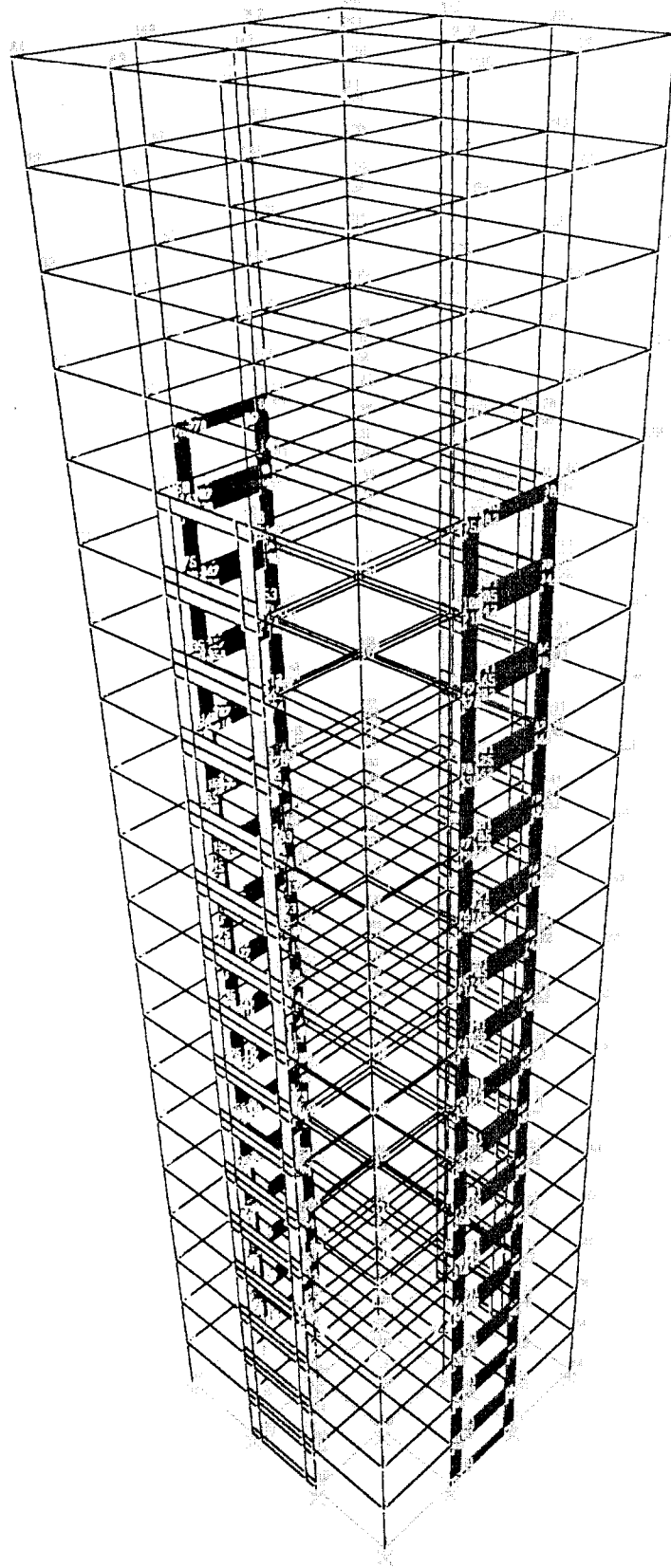
- Arnold, C. dan R. Reitherman (1982), **Building Configuration and Seismic Design**, John Wiley and Sons, Inc., Canada.
- Bowo, N.H dan R. T. Bowo (2000), **Pengaruh Penambahan Dinding Pengisi Bata merah Terhadap Simpangan,. Gaya Geser, dan Momen Guling Pada Gedung Bertingkat Empat**, Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia.
- Computers and Structures, Inc. (2002), **Manual SAP 2000**, 1995, University Avenue, Berkeley, California, USA.
- Dipohusodo, I.(1995), **Struktur Beton Bertulang**, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum (1987), **Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung**, Yayasan Badan Penerbit PU.
- Ghali, A. dan A. M. Neville (1986), **Analisa Struktur**, edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- Gunawan, Y. dan S. Adinata (2002), **Analisis Dinamis 3D Pengaruh Jumlah dan Ketinggian Dinding Geser Portal Terhadap Simpangan,. Gaya Geser, dan Momen Guling Menggunakan Eksitasi Gempa El Centro**, Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia
- Muto, K. (1974), **Aseismic Design Analysis of Buildings**, Maruzen Company, LTD., Tokyo.

- Muto, K (1987), **Analisis Perancangan Gedung Tahan Gempa**, Erlangga, Jakarta.
- Naeim, F. dan J. M. Kelly (1999), **Design of Seismic Isolated Structures from Theory to Practice**, John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- Novianto , **Aplikasi Analisis Struktur Frame Menggunakan SAP 2000 Versi 7.42**, Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia, Jogjakarta.
- Setyoadi, M dan A. Wibowo (2003), **Analisis Dinamis 3D Pengaruh Ketinggian Dinding Geser Berlubang-Portal Terhadap Simpangan, Gaya Geser, dan Momen Guling Menggunakan Eksitasi Gempa El Centro**, Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia.
- Widodo (1998), **Teknik Gempa**, Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Widodo (2001), **Respons Dinamik Struktur Elastik**, UII Press, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum (1987), **Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum (1987), **Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.



## **LAMPIRAN I**

**Contoh input SAP 2000 variasi 7 rasio luas lubang 60%**









SAP2000 v7.42 File: REVISIBASICA60 KN-m Units PAGE 1  
10/22/03 6:29:35

STATIC LOAD CASES

STATIC CASE	CASE TYPE	SELF WT FACTOR
DL	DEAD	1.0000
LL	DEAD	0.0000

TIME HISTORY CASES

HISTORY CASE	HISTORY TYPE	NUMBER OF TIME STEPS	TIME STEP INCREMENT
ELCENTRO	LINEAR	500	0.02000

SAP2000 v7.42 File: REVISIBASICA60 KN-m Units PAGE 2  
10/22/03 6:29:35

JOINT DATA

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS	ANGLE-A	ANGLE-B	ANGLE-C
1	-9.00000	-9.00000	0.00000	1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
2	-9.00000	-9.00000	4.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
3	-9.00000	-9.00000	8.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
4	-9.00000	-9.00000	12.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
5	-9.00000	-9.00000	16.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
6	-9.00000	-9.00000	20.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
7	-9.00000	-9.00000	24.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
8	-9.00000	-9.00000	28.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
9	-9.00000	-9.00000	32.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
10	-9.00000	-9.00000	36.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
11	-9.00000	-9.00000	40.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
12	-9.00000	-9.00000	44.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
13	-9.00000	-9.00000	48.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
14	-9.00000	-9.00000	52.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
15	-9.00000	-9.00000	56.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
16	-9.00000	-9.00000	60.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
17	-9.00000	-9.00000	64.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
18	-9.00000	-9.00000	68.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
19	-9.00000	-9.00000	72.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
20	-9.00000	-9.00000	76.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
21	-9.00000	-9.00000	80.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
22	-9.00000	-3.00000	0.00000	1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
23	-9.00000	-3.00000	4.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
24	-9.00000	-3.00000	8.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
25	-9.00000	-3.00000	12.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
26	-9.00000	-3.00000	16.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
27	-9.00000	-3.00000	20.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
28	-9.00000	-3.00000	24.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
29	-9.00000	-3.00000	28.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
30	-9.00000	-3.00000	32.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
31	-9.00000	-3.00000	36.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
32	-9.00000	-3.00000	40.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
33	-9.00000	-3.00000	44.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
34	-9.00000	-3.00000	48.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
35	-9.00000	-3.00000	52.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
36	-9.00000	-3.00000	56.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
37	-9.00000	-3.00000	60.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
38	-9.00000	-3.00000	64.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
39	-9.00000	-3.00000	68.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
40	-9.00000	-3.00000	72.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
41	-9.00000	-3.00000	76.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
42	-9.00000	-3.00000	80.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
43	-9.00000	3.00000	0.00000	1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
44	-9.00000	3.00000	4.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
45	-9.00000	3.00000	8.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
46	-9.00000	3.00000	12.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
47	-9.00000	3.00000	16.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
48	-9.00000	3.00000	20.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
49	-9.00000	3.00000	24.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
50	-9.00000	3.00000	28.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
51	-9.00000	3.00000	32.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
52	-9.00000	3.00000	36.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
53	-9.00000	3.00000	40.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
54	-9.00000	3.00000	44.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
55	-9.00000	3.00000	48.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
56	-9.00000	3.00000	52.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
57	-9.00000	3.00000	56.00000	0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000

SAP2000 v7.42 File: REVISIBASICA60 KN-m Units PAGE 3  
10/22/03 6:29:35

## JOINT CONSTRAINT DATA

JOINT	TYPE
2	DIAPH1
23	DIAPH1
44	DIAPH1
65	DIAPH1
86	DIAPH1
107	DIAPH1
128	DIAPH1
149	DIAPH1
170	DIAPH1
191	DIAPH1
212	DIAPH1
233	DIAPH1
254	DIAPH1
275	DIAPH1
296	DIAPH1
317	DIAPH1
337	DIAPH1
338	DIAPH1
339	DIAPH1
340	DIAPH1
341	DIAPH1
342	DIAPH1
343	DIAPH1
344	DIAPH1
3	DIAPH2
24	DIAPH2
45	DIAPH2
66	DIAPH2
87	DIAPH2
108	DIAPH2
129	DIAPH2
150	DIAPH2
171	DIAPH2
192	DIAPH2
213	DIAPH2
234	DIAPH2
255	DIAPH2
276	DIAPH2
297	DIAPH2
318	DIAPH2
385	DIAPH2
386	DIAPH2
387	DIAPH2
388	DIAPH2
389	DIAPH2
390	DIAPH2
391	DIAPH2
392	DIAPH2
4	DIAPH3
25	DIAPH3
46	DIAPH3
67	DIAPH3
88	DIAPH3
109	DIAPH3
130	DIAPH3
151	DIAPH3
172	DIAPH3
193	DIAPH3
214	DIAPH3
235	DIAPH3
256	DIAPH3
277	DIAPH3
298	DIAPH3
319	DIAPH3
425	DIAPH3
426	DIAPH3
427	DIAPH3
428	DIAPH3
429	DIAPH3
430	DIAPH3
431	DIAPH3
432	DIAPH3
5	DIAPH4
26	DIAPH4
47	DIAPH4
68	DIAPH4
89	DIAPH4

SAP2000 v7.42 File: REVISIBASICA60 KN-m Units PAGE 4  
 10/22/03 6:29:35

FRAME ELEMENT DATA			SECTION	ANGLE	RELEASES	SEGMENTS	R1	R2	FACTOR	LENGTH
FRAME	JNT-1	JNT-2								
1	1	2	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
2	2	3	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
3	3	4	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
4	4	5	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
5	5	6	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
6	6	7	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
7	7	8	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
8	8	9	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
9	9	10	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
10	10	11	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
11	11	12	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
12	12	13	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
13	13	14	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
14	14	15	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
15	15	16	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
16	16	17	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
17	17	18	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
18	18	19	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
19	19	20	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
20	20	21	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
22	23	24	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
23	24	25	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
24	25	26	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
25	26	27	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
26	27	28	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
27	28	29	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
28	29	30	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
29	30	31	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
30	31	32	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
31	32	33	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
32	33	34	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
33	34	35	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
34	35	36	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
35	36	37	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
36	37	38	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
37	38	39	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
38	39	40	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
39	40	41	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
40	41	42	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
42	44	45	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
43	45	46	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
44	46	47	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
45	47	48	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
46	48	49	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
47	49	50	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
48	50	51	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
49	51	52	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
50	52	53	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
51	53	54	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
52	54	55	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
53	55	56	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
54	56	57	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
55	57	58	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
56	58	59	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
57	59	60	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
58	60	61	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
59	61	62	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
60	62	63	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
61	64	65	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
62	65	66	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
63	66	67	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
64	67	68	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
65	68	69	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
66	69	70	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
67	70	71	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
68	71	72	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
69	72	73	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
70	73	74	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
71	74	75	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
72	75	76	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
73	76	77	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
74	77	78	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
75	78	79	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
76	79	80	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000
77	80	81	K60X60	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.000



SAP2000 v7.42 File: REVISIBASICA60 KN-m Units PAGE 5  
10/22/03 6:29:35

## S H E L L E L E M E N T D A T A

SHELL	JNT-1	JNT-2	JNT-3	JNT-4	SECTION	ANGLE	AREA
5	274	349	365	369	DDGSR	0.000	0.621
6	365	369	366	370	DDGSR	0.000	2.391
7	366	370	275	343	DDGSR	0.000	0.621
8	349	350	369	371	DDGSR	0.000	2.860
10	370	372	343	344	DDGSR	0.000	2.860
11	350	295	371	367	DDGSR	0.000	0.621
12	371	367	372	368	DDGSR	0.000	2.391
13	372	368	344	296	DDGSR	0.000	0.621
14	22	351	353	373	DDGSR	0.000	0.621
15	353	373	354	374	DDGSR	0.000	2.391
16	354	374	23	341	DDGSR	0.000	0.621
17	351	352	373	375	DDGSR	0.000	2.860
19	374	376	341	342	DDGSR	0.000	2.860
20	352	43	375	355	DDGSR	0.000	0.621
21	375	355	376	356	DDGSR	0.000	2.391
22	376	356	342	44	DDGSR	0.000	0.621
23	148	345	359	377	DDGSR	0.000	2.391
24	359	377	360	378	DDGSR	0.000	0.621
25	360	378	149	339	DDGSR	0.000	0.621
26	345	346	377	379	DDGSR	0.000	2.860
28	378	380	339	340	DDGSR	0.000	2.860
29	346	232	379	363	DDGSR	0.000	0.621
30	379	363	380	364	DDGSR	0.000	2.391
31	380	364	340	233	DDGSR	0.000	0.621
32	85	347	357	381	DDGSR	0.000	0.621
33	357	381	358	382	DDGSR	0.000	2.391
34	358	382	86	337	DDGSR	0.000	0.621
35	347	348	381	383	DDGSR	0.000	2.860
37	382	384	337	338	DDGSR	0.000	2.860
38	348	169	383	361	DDGSR	0.000	0.621
39	383	361	384	362	DDGSR	0.000	2.391
40	384	362	338	170	DDGSR	0.000	0.621
41	275	343	405	409	DDGSR	0.000	0.621
42	405	409	406	410	DDGSR	0.000	2.391
43	406	410	276	391	DDGSR	0.000	0.621
44	343	344	409	411	DDGSR	0.000	2.860
45	410	412	391	392	DDGSR	0.000	2.860
46	344	296	411	407	DDGSR	0.000	0.621
47	411	407	412	408	DDGSR	0.000	2.391
48	412	408	392	297	DDGSR	0.000	0.621
49	23	341	393	413	DDGSR	0.000	0.621
50	393	413	394	414	DDGSR	0.000	2.391
51	394	414	24	389	DDGSR	0.000	0.621
52	341	342	413	415	DDGSR	0.000	2.860
53	414	416	389	390	DDGSR	0.000	2.860
54	342	44	415	395	DDGSR	0.000	0.621
55	415	395	416	396	DDGSR	0.000	2.391
56	416	396	390	45	DDGSR	0.000	0.621
57	149	339	399	417	DDGSR	0.000	2.391
58	399	417	400	418	DDGSR	0.000	0.621
59	400	418	150	387	DDGSR	0.000	0.621
60	339	340	417	419	DDGSR	0.000	2.860
61	418	420	387	388	DDGSR	0.000	2.860
62	340	233	419	403	DDGSR	0.000	0.621
63	419	403	420	404	DDGSR	0.000	2.391
64	420	404	388	234	DDGSR	0.000	0.621
65	86	337	397	421	DDGSR	0.000	0.621
66	397	421	398	422	DDGSR	0.000	2.391
67	398	422	87	385	DDGSR	0.000	0.621
68	337	338	421	423	DDGSR	0.000	2.860
69	422	424	385	386	DDGSR	0.000	2.860
70	338	170	423	401	DDGSR	0.000	0.621
71	423	401	424	402	DDGSR	0.000	2.391
72	424	402	386	171	DDGSR	0.000	0.621
73	276	391	445	449	DDGSR	0.000	0.621
74	445	449	446	450	DDGSR	0.000	2.391
75	446	450	277	431	DDGSR	0.000	0.621
76	391	392	449	451	DDGSR	0.000	2.860
77	450	452	431	432	DDGSR	0.000	2.860
78	392	297	451	447	DDGSR	0.000	0.621
79	451	447	452	448	DDGSR	0.000	2.391
80	452	448	432	298	DDGSR	0.000	0.621
81	24	389	433	453	DDGSR	0.000	0.621
82	433	453	434	454	DDGSR	0.000	2.391
83	434	454	25	429	DDGSR	0.000	0.621
84	389	390	453	455	DDGSR	0.000	2.860
85	454	456	429	430	DDGSR	0.000	2.860
86	390	45	455	435	DDGSR	0.000	0.621
87	455	435	456	436	DDGSR	0.000	2.391
88	456	436	430	46	DDGSR	0.000	0.621

SAP2000 v7.42 File: REVISIBASICA60 KN-m Units PAGE 6  
10/22/03 6:29:35

FRAME SPAN DISTRIBUTED LOADS Load Case DL						
FRAME	TYPE	DIRECTION	DISTANCE-A	VALUE-A	DISTANCE-B	VALUE-B
580	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
600	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
620	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
760	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
780	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
800	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
580	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-9.1800
580	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-9.1800	1.0000	0.0000
600	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-9.1800
600	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-9.1800	1.0000	0.0000
620	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-9.1800
620	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-9.1800	1.0000	0.0000
760	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-9.1800
760	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-9.1800	1.0000	0.0000
780	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-9.1800
780	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-9.1800	1.0000	0.0000
800	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-9.1800
800	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-9.1800	1.0000	0.0000
800	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
340	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
360	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
380	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
520	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
540	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
560	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-9.1800
340	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-9.1800	1.0000	0.0000
340	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-9.1800
360	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-9.1800	1.0000	0.0000
360	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-9.1800	1.0000	0.0000
380	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-9.1800
380	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-9.1800	1.0000	0.0000
380	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-9.1800
520	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-9.1800
520	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-9.1800	1.0000	0.0000
540	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-9.1800
540	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-9.1800	1.0000	0.0000
560	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-9.1800
560	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-9.1800	1.0000	0.0000
400	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
420	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
440	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
460	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
480	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
500	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
400	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-18.3600
400	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-18.3600	1.0000	0.0000
420	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-18.3600
420	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-18.3600	1.0000	0.0000
440	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-18.3600
440	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-18.3600	1.0000	0.0000
460	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-18.3600
460	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-18.3600	1.0000	0.0000
480	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-18.3600
480	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-18.3600	1.0000	0.0000
500	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-18.3600
500	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-18.3600	1.0000	0.0000
640	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
660	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
680	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
700	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
720	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
740	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-4.2500	1.0000	-4.2500
640	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-18.3600
640	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-18.3600	1.0000	0.0000
660	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-18.3600
660	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-18.3600	1.0000	0.0000
680	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-18.3600
680	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-18.3600	1.0000	0.0000
700	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-18.3600
700	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-18.3600	1.0000	0.0000
720	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-18.3600
720	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-18.3600	1.0000	0.0000
740	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	0.0000	0.5000	-18.3600
740	FORCE	GLOBAL-Z	0.5000	-18.3600	1.0000	0.0000
561	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-8.5000	1.0000	-8.5000
562	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-8.5000	1.0000	-8.5000
563	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-8.5000	1.0000	-8.5000
564	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-8.5000	1.0000	-8.5000
565	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-8.5000	1.0000	-8.5000
566	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-8.5000	1.0000	-8.5000
567	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-8.5000	1.0000	-8.5000
568	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-8.5000	1.0000	-8.5000



## **LAMPIRAN II**

**Contoh output SAP 2000 variasi 7 rasio luas lubang 60%**

TIME	FUNCTION		FUNCTION		FUNCTION		FUNCTION		FUNCTION		FUNCTION		FUNCTION		FUNCTION		FUNCTION		FUNCTION		FUNCTION	
	Joint2	Joint3	Joint4	Joint5	Joint6	Joint7	Joint8	Joint9	Joint10	Joint11	Joint12	Joint13	Joint14	Joint15	Joint16	Joint17	Joint18	Joint19	Joint20	Joint21	Joint22	Joint23
0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Table with 4 columns: Index (e.g., 2.1, 2.12, 2.14), Row 1 values, Row 2 values, Row 3 values. The table contains a dense grid of numerical data points, likely representing a statistical or financial dataset, with values ranging from approximately -1.5 to 1.5.

Table with 5 columns containing numerical values ranging from -0.0011 to 2.058-04. The values are arranged in a grid-like format with some rows containing multiple values per row.



Table with multiple columns of numerical data, including labels such as 4.78, 4.8, 4.82, 4.84, etc., and values ranging from -0.00000 to 0.15000. The data appears to be a sequence of points or values, possibly from a scientific or mathematical context.



Table with 10 columns of numerical data, ranging from -0.00125 to -0.04664. The values are arranged in a grid-like pattern across the page.





















SAP2000 v7.42 File: REVISIBASICA60 KN-m Units PAGE 1  
 10/19/2003 14:40:06

T I M E H I S T O R Y D A T A

FUNCTION Base	Shear	X:	Base	Shear	X
FUNCTION Base	Shear	Y:	Base	Shear	Y
FUNCTION Base	Moment	X:	Base	Mom	X
FUNCTION Base	Moment	Y:	Base	Mom	Y

TIME	FUNCTION BaseShear	FUNCTION BaseShear	FUNCTION BaseMoment	FUNCTION BaseMoment
0	0	0	0	0
0.02	0.19455	-0.8075	17.11382	3.76451
0.04	1.38365	-4.83005	102.77115	27.68647
0.06	4.37225	-12.26197	262.63809	90.72221
0.08	8.4641	-22.41719	486.15784	179.00459
0.1	13.44263	-35.11821	774.15704	289.51974
0.12	19.81501	-50.70977	1138.83923	435.65173
0.14	27.93615	-69.26604	1587.65979	628.07196
0.16	36.85053	-89.78209	2106.83887	848.92419
0.18	45.49741	-110.89661	2675.10303	1078.14514
0.2	54.55373	-131.45387	3273.36475	1334.73621
0.22	65.53838	-151.29037	3901.78638	1656.11243
0.24	78.22208	-171.34166	4584.32813	2039.32532
0.26	91.24495	-192.54601	5345.22363	2455.67871
0.28	104.38457	-215.05199	6190.41553	2902.6106
0.3	118.3332	-237.89052	7100.61572	3398.99414
0.32	131.73698	-259.86523	8052.32715	3916.80005
0.34	145.31563	-279.82773	9019.66699	4474.41504
0.36	161.15703	-296.95306	9980.45605	5120.91064
0.38	179.98717	-310.5181	10913.5693	5874.74072
0.4	199.32462	-321.24213	11829.0947	6680.27051
0.42	216.30548	-331.17587	12764.2598	7471.07031
0.44	227.7525	-342.12103	13750.7627	8171.57031
0.46	232.0453	-353.93338	14777.71	8740.03223
0.48	230.5201	-363.5051	15768.3545	9201.27148
0.5	225.11604	-367.81409	16645.9297	9591.32422
0.52	218.13219	-365.66946	17370.0879	9951.49414
0.54	212.03189	-362.29575	18035.5234	10321.2227
0.56	208.99629	-361.58328	18709.6582	10735.7314
0.58	210.57506	-365.27966	19417.2031	11219.8018
0.6	216.27652	-375.26498	20190.793	11754.2266
0.62	223.45389	-393.11008	21062.5254	12273.0479
0.64	231.79115	-419.96225	22058.3145	12765.1377
0.66	242.08488	-454.16507	23148.2031	13248.6152
0.68	254.11539	-491.50745	24252.0723	13722.2803
0.7	268.20541	-530.47296	25348.5605	14196.6191
0.72	284.18356	-569.26111	26411.5586	14672.7344
0.74	300.2952	-605.90125	27412.5508	15117.0176
0.76	313.4808	-636.44183	28280.4609	15467.999
0.78	318.75574	-656.4563	28932.2988	15619.2227
0.8	310.57104	-661.48743	29279.4473	15447.6074
0.82	283.91095	-648.92413	29265.1406	14834.6201
0.84	237.29765	-618.67773	28875.8457	13732.7314
0.86	174.69756	-570.4361	28081.4531	12211.8584
0.88	100.82437	-503.70343	26840.4238	10354.6895
0.9	18.23859	-420.83673	25167.8398	8190.23877
0.92	-72.84345	-327.05423	23137.9121	5690.68311
0.94	-171.32022	-228.09096	20834.3418	2847.69678
0.96	-274.6076	-129.80818	18344.7656	-312.31702
0.98	-379.39627	-35.74519	15712.0918	-3741.637
1	-483.20563	54.64926	12899.4805	-7403.396
1.02	-584.91626	142.97668	9855.34766	-11285.182
1.04	-684.47394	232.21544	6505.49121	-15391.568
1.06	-780.2218	325.41409	2777.39624	-19684.123
1.08	-870.08459	424.27625	-1369.7578	-24108.893
1.1	-951.76099	526.5849	-5890.265	-28602.316
1.12	-1022.9742	629.00623	-10710.543	-33094
1.14	-1081.8418	726.36774	-15711.864	-37515.39
1.16	-1128.1075	815.79132	-20815.924	-41824.45
1.18	-1162.5524	886.83228	-25773.393	-46001.63
1.2	-1181.395	923.6217	-30209.393	-49921.09
1.22	-1179.1484	919.76001	-33933.91	-53402.23
1.24	-1152.3975	882.29993	-37024.17	-56291.49
1.26	-1104.1542	821.57214	-39609.23	-58571.05
1.28	-1048.0284	751.36316	-41876.83	-60458.32
1.3	-998.62628	684.92029	-44004.02	-62198.09

1.32	-971.45642	634.41614	-46152.94	-64068.54
1.34	-979.99841	610.16766	-48462.94	-66322.48
1.36	-1029.4451	620.37317	-51055.39	-69050.04
1.38	-1118.7769	671.73383	-54048.87	-72226.48
1.4	-1245.3289	770.32745	-57576.65	-75814.39
1.42	-1403.6908	919.5011	-61744.38	-79737.9
1.44	-1588.3043	1120.11768	-66633.26	-83937.99
1.46	-1797.6787	1362.13013	-72114.03	-88472.46
1.48	-2030.2859	1627.86731	-77912.88	-93417.38
1.5	-2274.0552	1900.08435	-83782.16	-98616.43
1.52	-2516.8733	2167.27539	-89596.09	-103908.42
1.54	-2745.8362	2421.1499	-95291.25	-109105.04
1.56	-2948.6494	2653.49268	-100793.21	-114018.38
1.58	-3114.3811	2860.8894	-106112.54	-118467.73
1.6	-3234.329	3044.11865	-111329.31	-122294.62
1.62	-3300.943	3202.19849	-116467.3	-125339.7
1.64	-3306.207	3305.5271	-120918.34	-127425.7
1.66	-3242.161	3306.59229	-123654.23	-128357.84
1.68	-3105.99	3189.16821	-124256.14	-127996.91
1.7	-2899.012	2963.06201	-122803.46	-126242.18
1.72	-2625.4443	2643.74634	-119449.15	-123024.51
1.74	-2295.1733	2253.70532	-114457.8	-118374.13
1.76	-1926.9025	1814.79382	-108054.05	-112508.34
1.78	-1537.1327	1344.80103	-100371.87	-105594.75
1.8	-1139.948	859.58246	-91511.77	-97754.88
1.82	-746.37091	373.02979	-81550.91	-89058.11
1.84	-372.88586	-97.19641	-70667.72	-79719.37
1.86	-40.30595	-532.25092	-59098.2	-70085.39
1.88	226.39975	-915.88544	-47064.68	-60644.72
1.9	396.66312	-1233.6937	-34798.04	-52072.28
1.92	461.87979	-1475.615	-22512.945	-44612.25
1.94	430.22238	-1635.4576	-10415.827	-38194.26
1.96	310.91779	-1710.4648	1299.83179	-32784.29
1.98	119.12885	-1700.4952	12434.7627	-28263.635
2	-128.68283	-1608.0757	22793.8008	-24522.848
2.02	-415.30075	-1436.6945	32156.434	-21460.109
2.04	-723.46228	-1191.6112	40302.238	-18985.049
2.06	-1036.5457	-877.59186	46971.469	-17019.615
2.08	-1338.7627	-502.08395	51941.656	-15492.907
2.1	-1615.1573	-74.03198	55012.18	-14328.821
2.12	-1850.2032	395.06799	56036.098	-13404.38
2.14	-2029.5192	890.4082	54948.98	-12579.965
2.16	-2133.198	1380.01416	52073.109	-11549.933
2.18	-2139.3755	1814.22351	48151.813	-9914.554
2.2	-2031.0598	2092.58057	45094.863	-7355.26
2.22	-1816.3535	2173.16162	43703.539	-4000.838
2.24	-1514.8022	2075.23706	43609.031	-122.32661
2.26	-1151.0193	1819.11316	44537.922	3948.00586
2.28	-754.96301	1445.10632	45891.898	7810.31934
2.3	-358.18539	993.15656	47155.742	11046.9229
2.32	17.90576	503.83527	47841.988	13473.3418
2.34	364.6752	10.42896	47634.141	15179.6172
2.36	676.88684	-455.48062	46254.934	16313.8779
2.38	954.35181	-867.16827	43512.895	17111.8496
2.4	1200.10498	-1202.4709	39281.406	17852.7461
2.42	1419.57703	-1447.6843	33568.82	18836.0762
2.44	1619.61707	-1643.556	27497.5156	20320.6953
2.46	1801.37646	-1862.9564	22856.2793	22382.1152
2.48	1957.39417	-2095.2422	19654.0293	24942.5957
2.5	2078.52589	-2327.4675	17836.0254	27856.1836
2.52	2152.03589	-2533.3159	17039.623	30870.0957
2.54	2166.0061	-2685.5486	16841.8262	33709.832
2.56	2110.45532	-2760.7615	16846.1387	36096.875
2.58	1989.42627	-2778.6035	17503.2305	37990.395
2.6	1819.63379	-2770.3013	19452.4668	39589.711
2.62	1615.97009	-2733.1406	22572.2344	41052.816
2.64	1393.90039	-2663.1819	26673.8398	42532.918
2.66	1168.83313	-2554.1624	31477.8359	44175.164
2.68	955.56085	-2399.6206	36658.633	46112.023
2.7	762.94818	-2195.4866	41904.25	48348.926
2.72	586.69312	-1939.5245	46912.457	50604.309
2.74	420.92914	-1633.3927	51428.465	52572.793
2.76	263.3779	-1282.6989	55247.898	54042.883
2.78	125.57296	-898.50391	58248.82	55132.313
2.8	21.76787	-498.05386	60428.438	56042.059
2.82	-29.1767	-113.02573	62093.328	57100.648
2.84	-9.0909	220.43294	63672.594	58660.805
2.86	96.43459	468.39496	65599.102	61042.488
2.88	291.1077	610.15625	68098.68	64387.922
2.9	563.87537	640.36298	71158.383	68568.195
2.92	897.70746	559.58618	74723.594	73366.969
2.94	1270.74756	376.77768	78644.008	78497.414
2.96	1660.03979	106.46406	82724.906	83671.133
2.98	2051.57422	-232.19058	86729.578	88813.828
3	2436.20947	-617.54199	90416.977	93961.375
3.02	2804.96191	-1030.8668	93647.484	99139.992
3.04	3147.91455	-1471.7913	96702.922	104320.523
3.06	3453.12061	-1928.5411	99646.773	109410.867

3.08	3708.24634	-2372.918	102202.055	114289.773
3.1	3902.7124	-2778.7166	104124.336	118832.93
3.12	4029.73633	-3117.6309	105095.641	122957.766
3.14	4088.17017	-3365.449	104838.406	126657.734
3.16	4079.72754	-3501.235	103086.555	129940.414
3.18	4007.54956	-3510.369	99640.688	132794.781
3.2	3868.5752	-3391.758	94522.133	135013.797
3.22	3660.87061	-3174.726	88331.508	136348.969
3.24	3387.52759	-2871.3794	81241.82	136643.281
3.26	3065.63013	-2484.7563	73169.93	136036.922
3.28	2716.4165	-2025.4086	64143.973	134742.078
3.3	2361.58984	-1497.7698	54023.324	132984.672
3.32	2022.70996	-914.42273	42810.895	130992.57
3.34	1720.85901	-298.41107	30713.1582	128999.523
3.36	1475.95837	262.24106	19328.6523	127196.063
3.38	1292.24341	730.34613	9227.84082	125505.969
3.4	1166.1593	1109.776	166.612	123760.43
3.42	1095.27917	1406.17407	-8083.955	121867.477
3.44	1081.17493	1636.68347	-15950.45	119885.297
3.46	1124.63525	1810.08203	-23636.979	117895.867
3.48	1229.36902	1890.68408	-30355.959	116057.531
3.5	1388.11169	1869.66797	-35825.84	114346.383
3.52	1576.65198	1767.28906	-40317.23	112412.695
3.54	1768.66919	1601.69714	-44012.92	109877.664
3.56	1938.4115	1398.93921	-47236.32	106387.719
3.58	2064.31494	1183.06287	-50258.9	101674.063
3.6	2134.91577	976.01782	-53317.26	95676.164
3.62	2144.94507	787.89087	-56413.48	88437.531
3.64	2093.3252	614.87061	-59274.84	80054.43
3.66	1980.24878	465.97165	-61923.94	70630.078
3.68	1810.09216	345.77286	-64318.73	60326.191
3.7	1589.31921	259.60388	-66464.74	49321.539
3.72	1326.0863	210.86385	-68360.45	37803.949
3.74	1029.573	203.94853	-70061.02	25961.8906
3.76	709.90131	240.36893	-71596.63	13984.4668
3.78	377.62128	315.73633	-72906.91	2052.7793
3.8	42.82593	414.14688	-73715.46	-9679.148
3.82	-291.71918	521.47113	-73798.91	-21225.146
3.84	-627.50275	629.95276	-73080.68	-32691.26
3.86	-967.05414	744.6001	-71767.13	-44196.84
3.88	-1305.0764	870.22479	-70079.48	-55682.39
3.9	-1630.322	1014.65686	-68321.66	-66945.29
3.92	-1933.7307	1185.20557	-66799.46	-77823.1
3.94	-2210.5806	1390.22412	-65853.42	-88237.55
3.96	-2468.6807	1635.87769	-65783.98	-98383.96
3.98	-2715.3735	1916.12463	-66647.86	-108447.43
4	-2944.8647	2190.63965	-67787.13	-118334.27
4.02	-3143.0408	2434.02563	-68855.16	-127736.21
4.04	-3302.294	2640.67065	-69897.38	-136459.53
4.06	-3420.209	2802.88086	-70881.58	-144412.2
4.08	-3495.068	2905.52686	-71581.07	-151506.33
4.1	-3523.183	2940.91699	-71886.94	-157585.03
4.12	-3505.241	2912.84131	-71886.8	-162564.08
4.14	-3455.368	2826.771	-71649.96	-166650.56
4.16	-3415.506	2696.17749	-71354.18	-170678.64
4.18	-3388.052	2530.68359	-71096.93	-174597.92
4.2	-3372.833	2343.17017	-71021.84	-178311.63
4.22	-3362.578	2145.39185	-71236.51	-181577.05
4.24	-3346.759	1951.41443	-71890.2	-184087.31
4.26	-3313.589	1774.11389	-73105.9	-185515.84
4.28	-3254.168	1626.78003	-75019.09	-185605.41
4.3	-3160.9592	1515.29126	-77619.08	-184137.02
4.32	-3034.626	1446.73975	-80931.86	-181077.19
4.34	-2881.1104	1419.68762	-84818.84	-176521.52
4.36	-2705.3411	1411.79077	-88716.85	-170565.06
4.38	-2511.9241	1372.73022	-91473.01	-163326.8
4.4	-2308.7371	1312.672	-93215.87	-154959.14
4.42	-2096.6658	1247.44226	-94203.99	-145463.34
4.44	-1872.5378	1182.14148	-94481.3	-134769.78
4.46	-1641.8438	1102.91187	-93691.43	-123034.98
4.48	-1406.7305	994.8811	-91465.59	-110354.27
4.5	-1172.6854	846.3031	-87500.05	-96911.39
4.52	-950.78577	671.82343	-82050.49	-83011.56
4.54	-775.06641	490.76187	-75462.79	-69503.53
4.56	-650.55804	322.55057	-68129.2	-56607.5
4.58	-576.16089	183.02962	-60397.98	-44437.52
4.6	-548.49127	89.23475	-52678.73	-33081.26
4.62	-557.80627	53.05574	-45315.89	-22506.295
4.64	-596.85205	85.51773	-38675.19	-12750.004
4.66	-664.3634	192.18004	-33043.39	-3997.237
4.68	-744.56512	359.23486	-28345.963	3882.06226
4.7	-816.5614	526.15057	-23537.383	11107.5244
4.72	-862.23071	664.71436	-18252.307	17888.0332
4.74	-866.41425	771.15057	-12625.442	24421.2988
4.76	-815.20087	843.25696	-6800.552	30922.1934
4.78	-698.97424	888.70349	-1102.0851	37566.961
4.8	-510.19998	917.96204	4112.29199	44541.691
4.82	-248.58345	944.70081	8444.76758	51926.359

4.84	77.61997	981.03326	11554.9375	59657.547
4.86	459.72119	996.11578	14036.6641	67671.305
4.88	890.11359	920.64252	17342.666	75934.234
4.9	1353.73096	754.61615	21513.8848	84331.617
4.92	1835.85901	511.97775	26347.9941	92787.375
4.94	2315.74292	214.60246	31523.2695	101100.961
4.96	2773.04468	-114.40435	36722.438	109074.844
4.98	3193.32104	-479.98535	42242.711	116601.922
5	3567.24634	-888.66138	48431.902	123660.969
5.02	3885.51245	-1319.5133	55068.629	130217.984
5.04	4137.17725	-1755.3921	62016.367	136155.391
5.06	4309.20752	-2174.5085	69032.93	141262.234
5.08	4393.0791	-2559.0168	75935.727	145371.953
5.1	4389.30518	-2893.1323	82547.859	148465.688
5.12	4309.37451	-3167.889	88790.172	150716.172
5.14	4175.50244	-3389.116	94848.664	152484.859
5.16	4007.9519	-3576.551	101171.328	154046.781
5.18	3804.75684	-3736.345	107906.438	155160.813
5.2	3565.86865	-3870.06	115076.117	155615.406
5.22	3308.14966	-3978.999	122657.656	155573.797
5.24	3051.47412	-4056.509	130431.602	155276.125
5.26	2813.3689	-4096.504	138166.891	154922.203
5.28	2609.90503	-4092.705	145602.359	154703.266
5.3	2453.12671	-4070.057	153122.547	154725.828
5.32	2343.83618	-4049.813	161033.141	154882.406
5.34	2267.55493	-4018.334	168904.875	154785.047
5.36	2210.57007	-3969.458	176459.891	154089.172
5.38	2167.323	-3890.18	183258.656	152669.547
5.4	2131.36987	-3771.309	188931.969	150402.078
5.42	2097.83936	-3603.692	193097.047	147219.609
5.44	2057.1106	-3382.923	195462.938	142959.781
5.46	1996.48096	-3113.9302	195929.688	137392.734
5.48	1910.06042	-2819.23	194764.375	130433.695
5.5	1798.81775	-2523.6108	192288.828	122154.125
5.52	1666.97131	-2247.1399	188747.422	112705.172
5.54	1521.93359	-1997.3081	184149.719	102324.102
5.56	1371.79736	-1779.7245	178505.953	91270.031
5.58	1223.71924	-1594.8926	171763.484	79791.805
5.6	1083.88525	-1441.3048	163873.797	68126.055
5.62	957.52515	-1313.8021	154756.734	56499.723
5.64	850.43036	-1205.502	144337.297	45163.758
5.66	758.22656	-1110.8431	132615.391	34145.004
5.68	668.84064	-1040.3435	119976.133	23284.3223
5.7	572.98242	-1006.5807	106884.594	12480.5088
5.72	459.42072	-1010.8681	93605.891	1587.64917
5.74	319.75943	-1038.2941	80088.781	-9478.061
5.76	151.00641	-1070.3101	66219.414	-20694.713
5.78	-44.88346	-1089.2256	51903.996	-31950.58
5.8	-266.02097	-1086.5302	37238.566	-43165.2
5.82	-519.6828	-1055.9219	22359.7559	-54491.94
5.84	-811.53754	-987.04718	7293.82324	-66070.33
5.86	-1133.8734	-869.91364	-7968.399	-77761
5.88	-1477.9443	-700.36938	-23351.391	-89427.23
5.9	-1830.9691	-476.20807	-38784.8	-100857.38
5.92	-2179.2419	-195.79362	-54232.96	-111827.38
5.94	-2511.7197	140.52289	-69662.99	-122176.22
5.96	-2828.0105	533.12659	-85095.87	-131981.05
5.98	-3129.0776	980.20422	-100550.76	-141346.36
6	-3410.493	1472.78198	-115941.52	-150252.61
6.02	-3661.08	1986.92456	-130902.8	-158527.47
6.04	-3870.225	2495.14746	-145013	-165996.94
6.06	-4026.657	2972.55371	-157910.97	-172446.91
6.08	-4123.009	3411.2146	-169587.39	-177710.48
6.1	-4155.894	3807.427	-180107.73	-181678.28
6.12	-4129.05	4155.00146	-189462.19	-184376.59
6.14	-4051.208	4441.32813	-197477.77	-185926.25
6.16	-3933.929	4664.52979	-204180.25	-186484.92
6.18	-3790.719	4829.23047	-209704.34	-186238.2
6.2	-3632.458	4942.39697	-214211.13	-185306.97
6.22	-3460.795	5012.25391	-217873.97	-183603.38
6.24	-3275.479	5044.30615	-220791.66	-181004.02
6.26	-3074.1658	5034.01367	-222834.02	-177353.66
6.28	-2860.4468	4979.79004	-223911.52	-172638.8
6.3	-2649.4902	4886.37793	-224044.14	-167118.72
6.32	-2455.958	4763.38574	-223344.77	-161059.23
6.34	-2292.946	4619.2251	-221896.64	-154720.58
6.36	-2167.5464	4457.54346	-219685.61	-148264.16
6.38	-2077.4358	4278.62256	-216635.17	-141674.58
6.4	-2017.5256	4085.47681	-212732.55	-134903.17
6.42	-1979.5491	3880.62207	-207962.53	-127856.74
6.44	-1953.1929	3666.47998	-202317.03	-120416.8
6.46	-1927.5724	3444.12549	-195768.86	-112467.05
6.48	-1892.3663	3209.70728	-188194.66	-103914.73
6.5	-1841.1104	2957.43481	-179434.16	-94756.6
6.52	-1768.8761	2686.62061	-169440.61	-85014.63
6.54	-1671.7229	2404.09692	-158334.25	-74717.05
6.56	-1543.6954	2115.11572	-146213.89	-63833.27
6.58	-1383.9696	1825.9679	-133209.27	-52430.86



6.6	-1196.02	1543.83289	-119481.41	-40655.6
6.62	-984.3468	1277.64343	-105246.98	-28656.783
6.64	-755.51898	1035.47034	-90725.2	-16614.869
6.66	-515.53174	814.27051	-75922.33	-4692.333
6.68	-271.17197	614.60748	-60942.06	6945.02881
6.7	-23.76576	437.09918	-45913.94	18265.332
6.72	230.84634	277.8967	-30894.648	29367.4219
6.74	496.17987	132.7746	-15945.811	40346.047
6.76	768.72595	-1.63883	-1150.437	51147.238
6.78	1041.73352	-127.42667	13378.6924	61651.953
6.8	1309.56799	-247.11989	27536.2344	71770.391
6.82	1564.1676	-361.91379	41193.141	81359.133
6.84	1798.07397	-472.53146	54216.043	90285.289
6.86	2004.151	-576.34668	66408.797	98418.813
6.88	2178.44482	-679.93628	77780.289	105683.961
6.9	2321.15918	-805.75299	88693.805	112074.703
6.92	2430.48169	-971.07458	99435.023	117531.727
6.94	2511.06006	-1177.1212	109979.125	122145.359
6.96	2571.41138	-1420.1187	120229.102	126090.438
6.98	2623.47876	-1693.5046	130060.836	129618.969
7	2681.40601	-1996.0525	139494.516	133031.484
7.02	2750.02344	-2328.5142	148631.375	136422.625
7.04	2822.95776	-2687.0154	157512.281	139643.969
7.06	2890.10034	-3057.7593	165992.875	142475.547
7.08	2935.20752	-3420.006	173798.984	144563.203
7.1	2942.54199	-3753.063	180657.875	145557.188
7.12	2901.61743	-4037.854	186316	145213
7.14	2813.93042	-4259.861	190585.609	143540.344
7.16	2688.44238	-4412.038	193403.359	140700.453
7.18	2533.00684	-4499.508	194935.281	136811.531
7.2	2348.1582	-4529.736	195374.359	131818.844
7.22	2138.55713	-4506.254	194799.719	125762.68
7.24	1918.17749	-4431.811	193240.703	118898.82
7.26	1701.7959	-4314.573	190819.094	111506.641
7.28	1502.96228	-4160.628	187595.594	103856.18
7.3	1333.6189	-3975.106	183597.922	96204.539
7.32	1202.37793	-3762.682	178836.703	88760.766
7.34	1113.00806	-3527.781	173315.063	81653.523
7.36	1061.47974	-3273.759	167017.078	74863.586
7.38	1039.71289	-3007.4077	160004.297	68301.148
7.4	1038.66064	-2738.0693	152399.234	61871.066
7.42	1047.53809	-2471.3608	144257.234	55453.949
7.44	1054.47205	-2204.4077	135466.547	48917.625
7.46	1045.39539	-1932.126	125882.195	42078.484
7.48	1006.81384	-1655.1694	115492.031	34749.238
7.5	930.19635	-1382.5009	104469.82	26829.3848
7.52	817.46515	-1121.0504	92953.836	18435.4668
7.54	673.10724	-875.80286	81057.813	9721.24805
7.56	502.29947	-648.04785	68836.328	837.789
7.58	304.22714	-435.61069	56294.426	-8218.207
7.6	78.20515	-235.46057	43435.789	-17467.518
7.62	-175.65869	-42.01133	30222.8242	-26931.625
7.64	-451.49127	149.58795	16638.6348	-36520.43
7.66	-739.66156	343.60675	2681.68945	-46073.51
7.68	-1028.1443	540.10217	-11558.599	-55388.4
7.7	-1303.3195	735.55627	-25915.83	-64231.28
7.72	-1552.3666	929.0929	-40277.53	-72379.01
7.74	-1767.7833	1125.66956	-54651.54	-79713.29
7.76	-1949.3888	1329.50366	-69028.3	-86268.96
7.78	-2097.4924	1533.91858	-83171.71	-92086.29
7.8	-2214.3904	1737.30518	-96957.42	-97231.44
7.82	-2302.9744	1932.59863	-110149.88	-101774.73
7.84	-2367.8938	2113.03394	-122522.1	-105813.83
7.86	-2414.6089	2277.82031	-133977.08	-109449.89
7.88	-2446.6038	2426.07617	-144421.81	-112731.8
7.9	-2464.158	2559.27954	-153822.03	-115627.73
7.92	-2466.6946	2679.04126	-162154.61	-118081.3
7.94	-2457.8569	2788.73218	-169440.09	-120127.1
7.96	-2443.8933	2893.01904	-175736.45	-121857.33
7.98	-2431.3228	3004.21045	-181280.39	-123366.83
8	-2425.7693	3128.01758	-186189.78	-124742.14
8.02	-2430.5317	3253.57446	-190251.81	-126040.19
8.04	-2446.0625	3368.91211	-193247.53	-127264.61
8.06	-2467.9011	3468.45898	-195108.47	-128311.95
8.08	-2491.2986	3551.20068	-195870.97	-129076.45
8.1	-2514.3213	3613.28931	-195513.98	-129525.35
8.12	-2540.6958	3652.92212	-194058.06	-129759.45
8.14	-2569.8804	3666.76831	-191495.3	-129790.57
8.16	-2596.5891	3651.92358	-187828.88	-129527.44
8.18	-2614.2708	3605.18701	-183052.09	-128852.52
8.2	-2616.6313	3523.51025	-177154.44	-127653
8.22	-2597.6809	3403.96802	-170118.45	-125818.52
8.24	-2561.813	3248.50122	-162011.23	-123465.57
8.26	-2514.0862	3062.45264	-152962.28	-120719.3
8.28	-2451.1101	2852.67896	-143133.47	-117507.81
8.3	-2371.6047	2627.84741	-132719.45	-113801.33
8.32	-2272.6567	2396.48193	-121912.98	-109527.74
8.34	-2153.3657	2163.62012	-110833.61	-104657.53

8.36	-2021.2134	1933.96045	-99591.2	-99347.52
8.38	-1885.592	1710.65991	-88267.36	-93798.3
8.4	-1755.5784	1496.0697	-76933.93	-88207
8.42	-1640.1746	1290.46814	-65625.76	-82777.92
8.44	-1547.433	1093.65173	-54374.83	-77704.84
8.46	-1481.6802	901.74365	-43142.96	-73113.16
8.48	-1433.3577	713.57007	-31964.22	-68822.05
8.5	-1382.2908	526.02777	-20841.572	-64416.14
8.52	-1306.9955	333.75958	-9729.879	-59448.15
8.54	-1190.6797	104.23204	2008.17407	-53587.5
8.56	-1032.2617	-179.54973	14714.1025	-46830.43
8.58	-827.91296	-516.71783	28372.8203	-39076.52
8.6	-579.14386	-900.26086	42867.496	-30322.32
8.62	-297.20233	-1316.5754	57968.883	-20764.158
8.64	-2.28621	-1748.9712	73401.82	-10790.912
8.66	299.27713	-2180.8508	88885	-474.20053
8.68	601.00671	-2596.4006	104149.281	10107.6309
8.7	897.93414	-2980.7979	118932.914	20904.0586
8.72	1168.21851	-3319.44	132973.672	31468.1504
8.74	1399.74658	-3602.258	146072.047	41550.344
8.76	1590.8479	-3828.424	158188.328	51107.48
8.78	1738.45911	-4001.286	169346	60036.855
8.8	1844.14221	-4122.996	179514.734	68318.148
8.82	1915.18774	-4193.691	188594.422	76042.211
8.84	1964.95142	-4219.196	196581.906	83418.055
8.86	2006.87073	-4209.674	203553.375	90645.352
8.88	2047.71423	-4167.788	209423.781	97777.461
8.9	2085.3457	-4091.221	214005.406	104671.563
8.92	2118.67749	-3977.679	217107.781	111212.211
8.94	2148.74707	-3823.208	218502.344	117338.68
8.96	2185.79077	-3627.101	218021.828	123205.469
8.98	2245.51221	-3422.48	216221.891	129077.805
9	2339.01318	-3266.721	214207.5	135117.266
9.02	2467.15454	-3158.1489	211879.25	141327.703
9.04	2625.96899	-3091.7114	209113.484	147630.938
9.06	2804.65576	-3062.533	205837.125	153814.359
9.08	2996.27026	-3077.9521	202273.953	159759.406
9.1	3194.71509	-3126.304	198280.125	165395.516
9.12	3393.82422	-3195.271	193728.047	170659.688
9.14	3588.45093	-3275.58	188576.625	175514.219
9.16	3773.78809	-3352.142	182674.938	179935.203
9.18	3944.15796	-3400.958	175686.25	183883.922
9.2	4091.75049	-3398.619	167278.297	187266.422
9.22	4197.84082	-3318.053	157026.844	189730.531
9.24	4254.35547	-3145.3677	144744.141	191135.844
9.26	4264.8374	-2901.6677	130941.719	191555.5
9.28	4233.36475	-2609.1335	116126.5	191054.547
9.3	4166.15869	-2276.4763	100496.742	189741.609
9.32	4071.00635	-1925.1779	84507.813	187737.391
9.34	3955.77466	-1574.729	68568.617	185157.906
9.36	3825.15161	-1244.8606	53100.75	182042.391
9.38	3679.01099	-950.93152	38449.641	178322.406
9.4	3516.02075	-703.13495	24870.1348	173905.625
9.42	3332.77271	-498.97241	12368.4932	168662.547
9.44	3128.13379	-323.34308	696.02905	162525.422
9.46	2904.82031	-156.32141	-10495.694	155518.688
9.48	2664.42896	22.78997	-21574.877	147644.031
9.5	2408.72363	237.0141	-32974.73	138912.484
9.52	2136.83936	509.78302	-45161.79	129280.109
9.54	1842.81689	844.48608	-58206.81	118573.5
9.56	1527.34485	1198.79041	-71240.88	106734.242
9.58	1198.77026	1563.08154	-84114.01	93910.75
9.6	869.84204	1930.24084	-96744.39	80363.164
9.62	556.58673	2293.42578	-109065.95	66442.063
9.64	272.75052	2648.80103	-121077.99	52470.676
9.66	22.22045	2998.59912	-132901.89	38578.684
9.68	-202.47662	3336.8855	-144475.19	24654.5898
9.7	-409.9801	3631.56738	-155168.41	10557.7588
9.72	-609.11298	3863.98633	-164615.83	-3830.765
9.74	-808.75836	4037.52832	-172894.2	-18603.895
9.76	-1005.0409	4151.99756	-179988.27	-33561.8
9.78	-1190.6039	4209.93848	-185918.06	-48417.68
9.8	-1354.4884	4216.80957	-190744.94	-62793.21
9.82	-1494.48	4184.83057	-194647.61	-76495.46
9.84	-1616.6554	4126.93848	-197800.64	-89514.75
9.86	-1728.8304	4055.68042	-200363.78	-101881.89
9.88	-1835.6847	3978.93921	-202401.63	-113566.13
9.9	-1938.6655	3897.05322	-203826.33	-124479.25
9.92	-2038.7938	3806.96387	-204484.98	-134538.72
9.94	-2141.5913	3707.55371	-204269.52	-143778.34
9.96	-2257.8674	3602.47412	-203178.33	-152368.78
9.98	-2397.3997	3487.14307	-201046.13	-160490.11
10	-2569.8235	3365.70288	-197904.67	-168342.56
	4393.0791	5044.30615	218502.344	191555.5
	-4155.894	-4529.736	-224044.14	-186484.92

Program SAP2000 Nonlinear Version 7.42      File:sap variasi 50%.OUT  
Page 4

M O D A L   P E R I O D S   A N D   F R E Q U E N C I E S

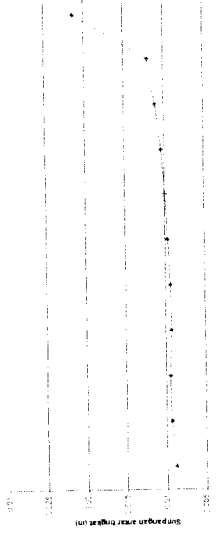
MODE	PERIOD (TIME)	FREQUENCY (CYC/TIME)	FREQUENCY (RAD/TIME)	EIGENVALUE (RAD/TIME)**2
1	1.330961	0.751337	4.720789	22.285853
2	1.330961	0.751337	4.720789	22.285853
3	0.870565	1.148679	7.217361	52.090297
4	0.378645	2.640994	16.593852	275.355934
5	0.378645	2.640994	16.593853	275.355941
6	0.342279	2.921590	18.356889	336.975373
7	0.230061	4.346677	27.310980	745.889608

## **LAMPIRAN III**

**Grafik simpangan antar tingkat maks tiap variasi**



Simpangan Antar-Tingkat Maks Amih X  
Lantai 7



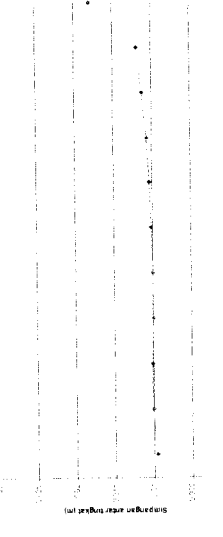
Warna  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)

Simpangan Antar-Tingkat Maks Amih X  
Lantai 6



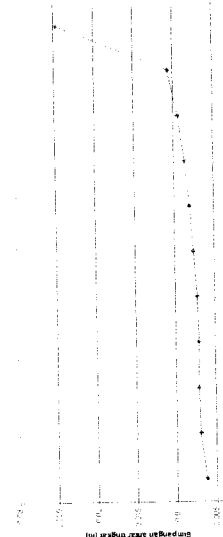
Warna  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)

Simpangan Antar-Tingkat Maks Amih X  
Lantai 9



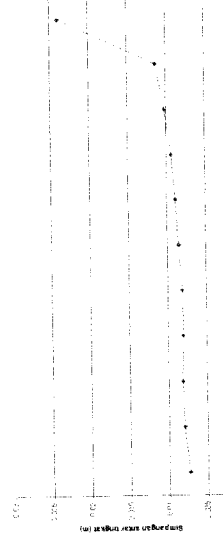
Warna  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)

Simpangan Antar-Tingkat Maks Amih X  
Lantai 4



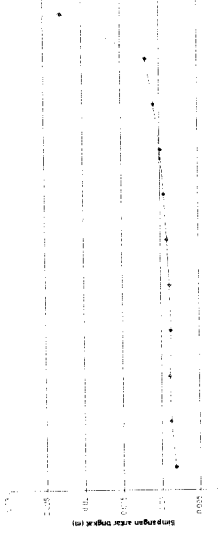
Warna  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)

Simpangan Antar-Tingkat Maks Amih X  
Lantai 3



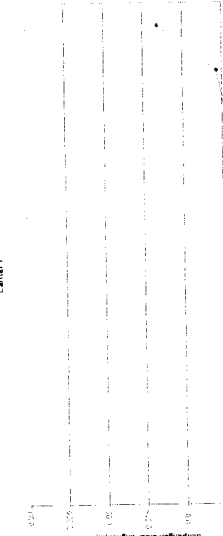
Warna  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)

Simpangan Antar-Tingkat Maks Amih X  
Lantai 6



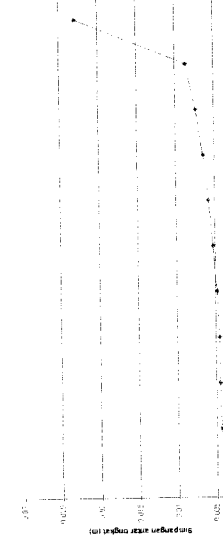
Warna  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)

Simpangan Antar-Tingkat Maks Amih X  
Lantai 1



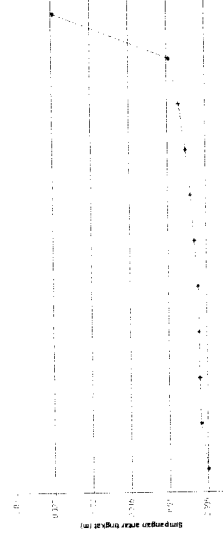
Warna  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)

Simpangan Antar-Tingkat Maks Amih X  
Lantai 2



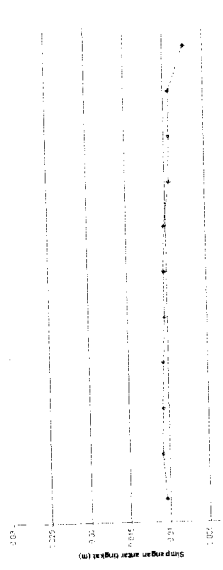
Warna  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)

Simpangan Antar-Tingkat Maks Amih X  
Lantai 3



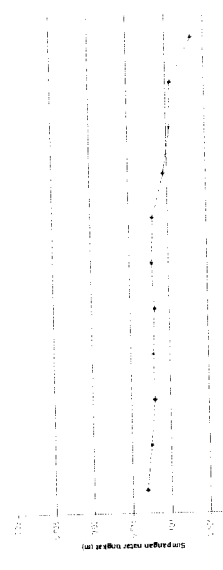
Warna  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)  
 - - - - - Simpangan antar tingkat (mm)

Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 16



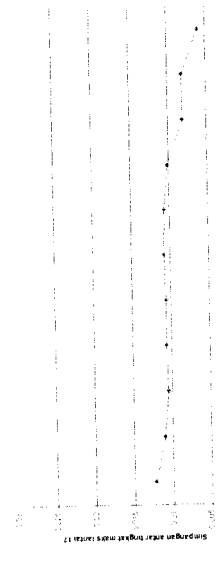
$\sigma_{max} = \frac{1}{E} \sum_{i=1}^n \frac{F_i \cdot H_i}{A_i}$   
 Variasi  
 [Lampiran 10]

Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 17



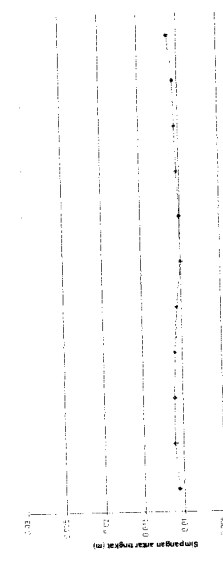
$\sigma_{max} = \frac{1}{E} \sum_{i=1}^n \frac{F_i \cdot H_i}{A_i}$   
 Variasi  
 [Lampiran 10]

Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 18



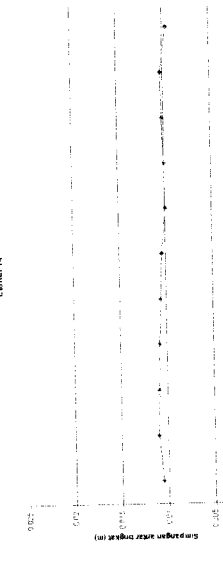
$\sigma_{max} = \frac{1}{E} \sum_{i=1}^n \frac{F_i \cdot H_i}{A_i}$   
 Variasi  
 [Lampiran 10]

Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 13



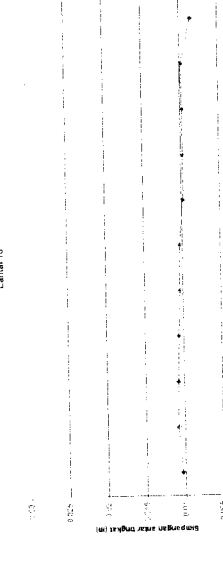
$\sigma_{max} = \frac{1}{E} \sum_{i=1}^n \frac{F_i \cdot H_i}{A_i}$   
 Variasi  
 [Lampiran 10]

Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 14



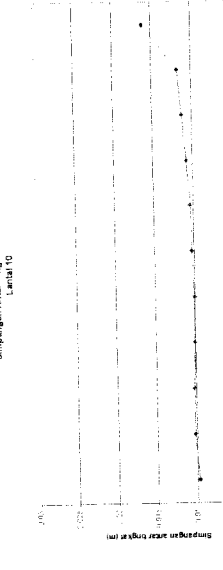
$\sigma_{max} = \frac{1}{E} \sum_{i=1}^n \frac{F_i \cdot H_i}{A_i}$   
 Variasi  
 [Lampiran 10]

Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 15



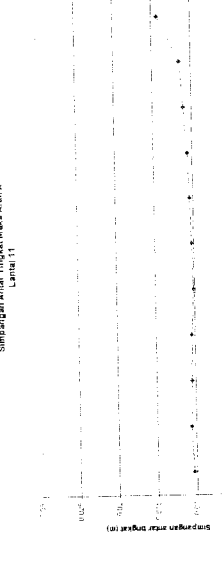
$\sigma_{max} = \frac{1}{E} \sum_{i=1}^n \frac{F_i \cdot H_i}{A_i}$   
 Variasi  
 [Lampiran 10]

Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 10



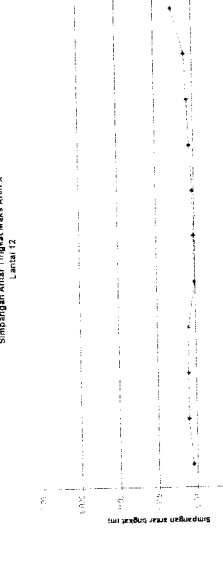
$\sigma_{max} = \frac{1}{E} \sum_{i=1}^n \frac{F_i \cdot H_i}{A_i}$   
 Variasi  
 [Lampiran 10]

Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 11



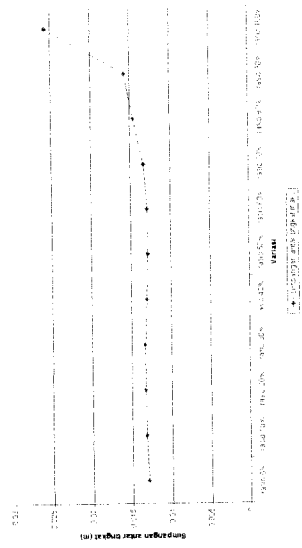
$\sigma_{max} = \frac{1}{E} \sum_{i=1}^n \frac{F_i \cdot H_i}{A_i}$   
 Variasi  
 [Lampiran 10]

Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 12

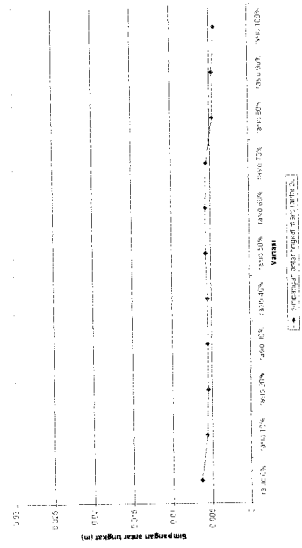


$\sigma_{max} = \frac{1}{E} \sum_{i=1}^n \frac{F_i \cdot H_i}{A_i}$   
 Variasi  
 [Lampiran 10]

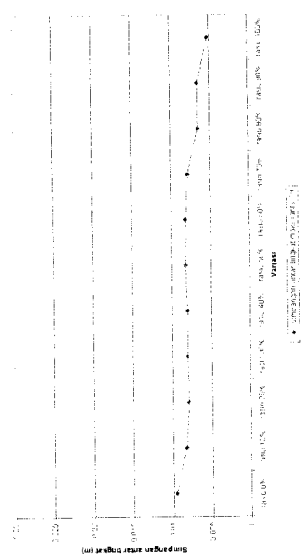
Simpangan Antar-Tingkat Mast Anah Y  
Mast Tab. Anah



Simpangan Antar-Tingkat Mast Anah X  
Lantai 20



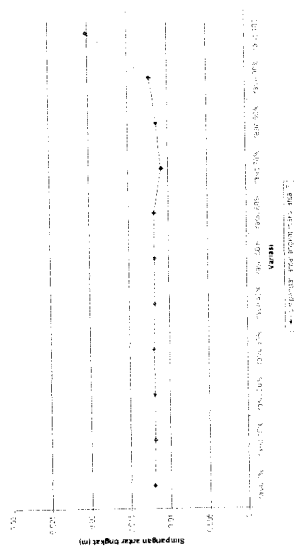
Simpangan Antar-Tingkat Mast Anah X  
Lantai 19



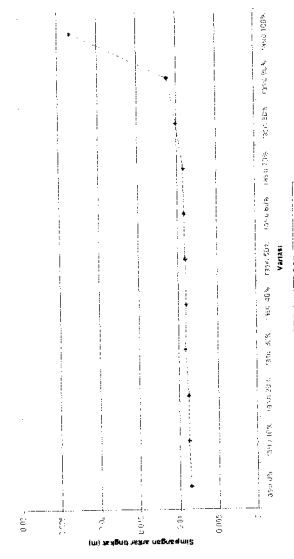




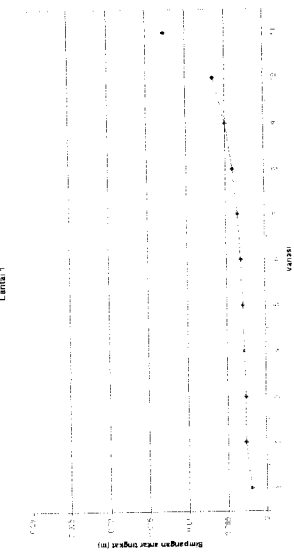
Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 1



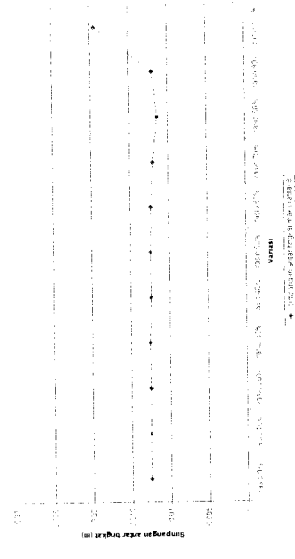
Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 4



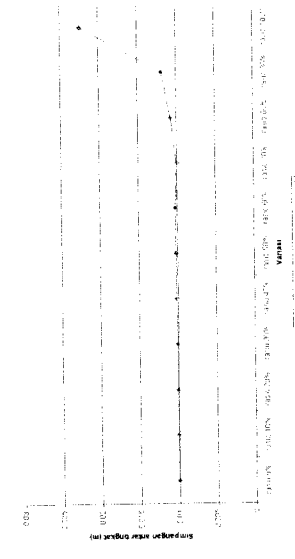
Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 7



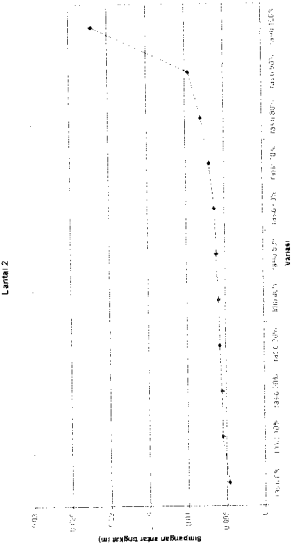
Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 8



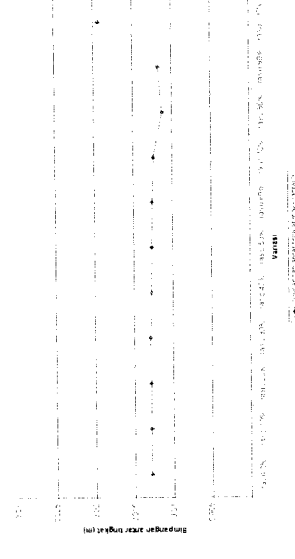
Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 6



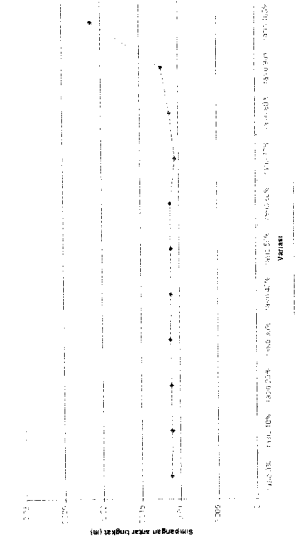
Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 2



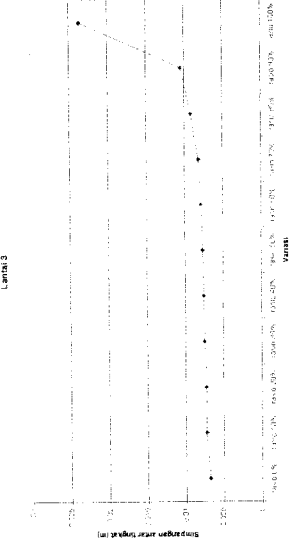
Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 9



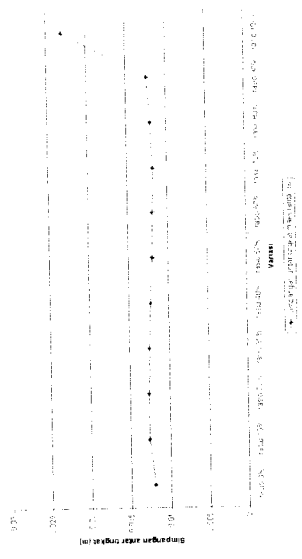
Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 5



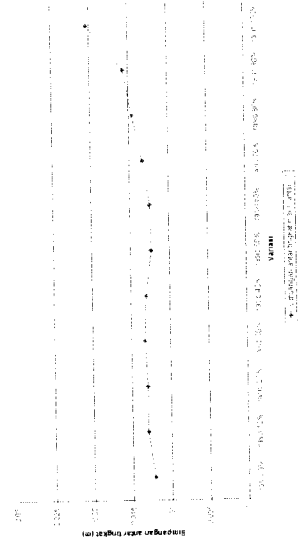
Simpangan Antar-Tingkat Maksimum  
Lantai 3



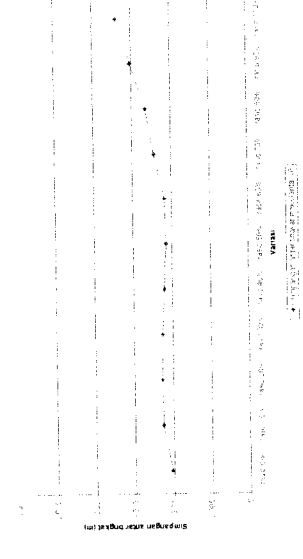
Simpangan Antar-Tingkat Maks Arshy  
Lantai 16



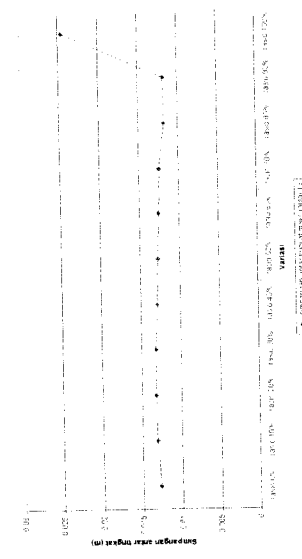
Simpangan Antar-Tingkat Maks Arshy  
Lantai 17



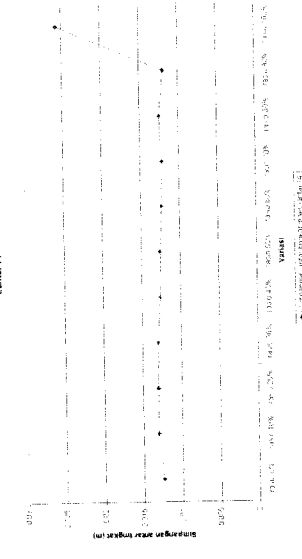
Simpangan Antar-Tingkat Maks Arshy  
Lantai 19



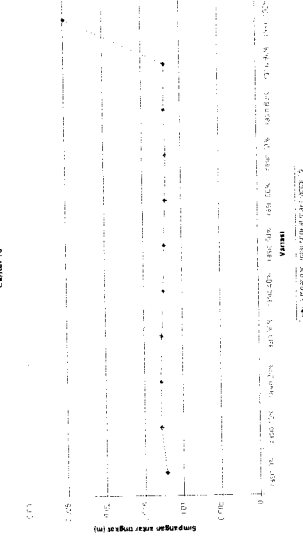
Simpangan Antar-Tingkat Maks Arshy  
Lantai 13



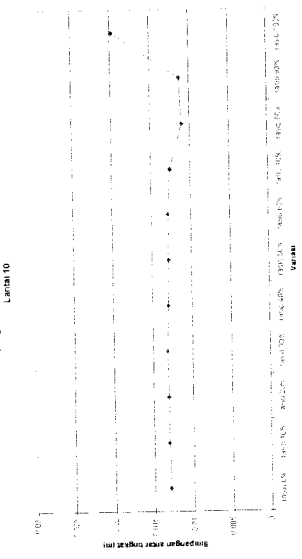
Simpangan Antar-Tingkat Maks Arshy  
Lantai 14



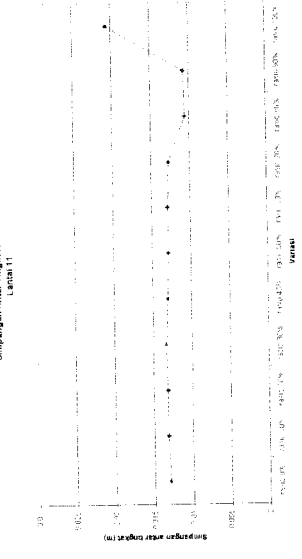
Simpangan Antar-Tingkat Maks Arshy  
Lantai 15



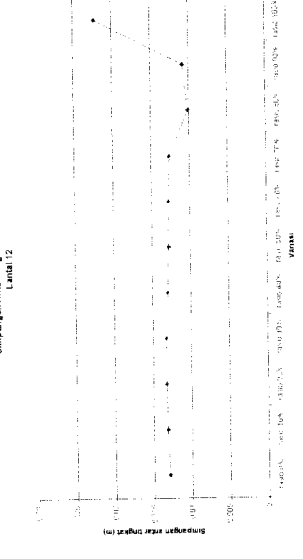
Simpangan Antar-Tingkat Maks Arshy  
Lantai 10



Simpangan Antar-Tingkat Maks Arshy  
Lantai 11

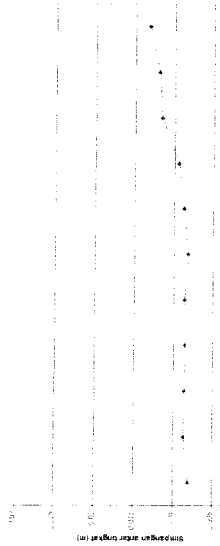


Simpangan Antar-Tingkat Maks Arshy  
Lantai 12



atio r

Simpangan Antar-Tinggal Males Amby  
Lantai 19



9. Untuk memahami dan menganalisis pengaruh gaya geser terhadap pergeseran lateral pada gedung bertingkat, dilakukan uji coba dengan cara berikut:

ANALISA STATIS DAN DINAMIS TERHADAP PERGESERAN LATERAL PADA GEDUNG BERTINGKAT.

**Tujuan**

• Mengetahui pengaruh gaya geser terhadap pergeseran lateral pada gedung bertingkat.

Simpangan Antar-Tinggal Males Amby  
Lantai 20



10. Untuk memahami dan menganalisis pengaruh gaya geser terhadap pergeseran lateral pada gedung bertingkat, dilakukan uji coba dengan cara berikut:

ANALISA STATIS DAN DINAMIS TERHADAP PERGESERAN LATERAL PADA GEDUNG BERTINGKAT.

**Tujuan**

• Mengetahui pengaruh gaya geser terhadap pergeseran lateral pada gedung bertingkat.

Simpangan Antar-Tinggal Males Amby  
Maka Tiga Variasi



11. Untuk memahami dan menganalisis pengaruh gaya geser terhadap pergeseran lateral pada gedung bertingkat, dilakukan uji coba dengan cara berikut:

ANALISA STATIS DAN DINAMIS TERHADAP PERGESERAN LATERAL PADA GEDUNG BERTINGKAT.

**Tujuan**

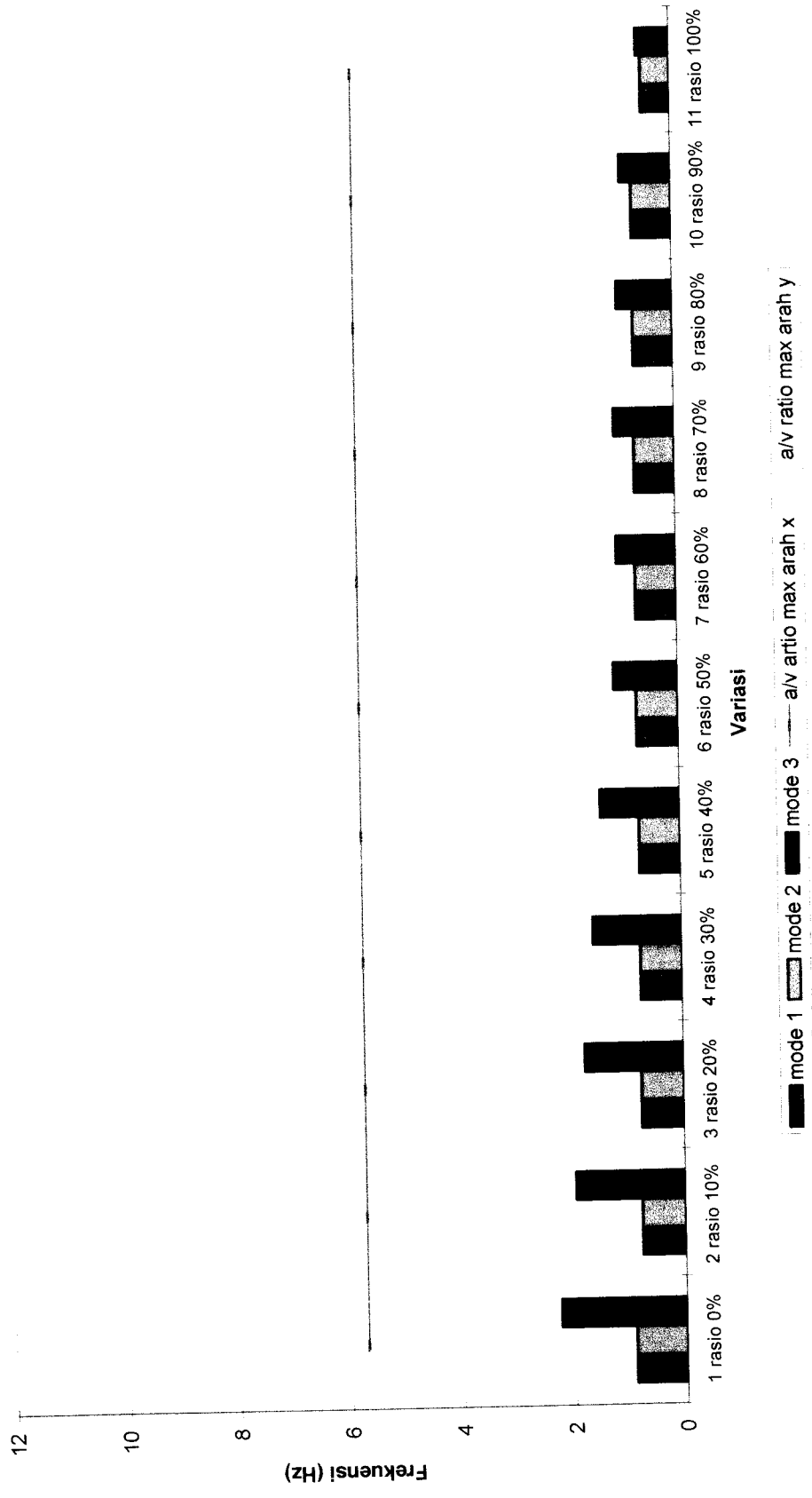
• Mengetahui pengaruh gaya geser terhadap pergeseran lateral pada gedung bertingkat.

Tabel. a/v ratio maks arah x dan y Vs frekuensi mode tiap variasi

Mode	Variasi 1 rasio 0%	Variasi 2 rasio 10%	Variasi 3 rasio 20%	Variasi 4 rasio 30%	Variasi 5 rasio 40%	Variasi 6 rasio 50%	Variasi 7 rasio 60%	Variasi 8 rasio 70%	Variasi 9 rasio 80%	Variasi 10 rasio 90%	Variasi 11 rasio 100%
1	0.912666	0.778159	0.757704	0.745752	0.737268	0.751337	0.742028	0.722281	0.718813	0.71383	0.519792
2	0.912666	0.778159	0.757705	0.745752	0.737268	0.751337	0.742028	0.722281	0.718813	0.71383	0.519792
3	2.241458	1.953627	1.769394	1.585257	1.423163	1.148679	1.067728	1.082431	0.998616	0.916909	0.594031
a/v ratio arah x	5.691654	5.691654	5.691654	5.691654	5.691654	5.691654	5.691654	5.691654	5.691654	5.691654	5.691654
a/v ratio arah y	10.21537	10.21537	10.21537	10.21537	10.21537	10.21537	10.21537	10.21537	10.21537	10.21537	10.21537

arah x (E-W) 210.1423  
 arah y (N-S) 341.6953  
 a max 36.92113  
 v max 33.44914  
 arah x 5.691654  
 arah y 10.21537  
 a/v  
 arah x 5.691654  
 arah y 10.21537

### A/V Ratio Max Arah X dan Y Vs Frekuensi Mode tiap Variasi



**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Untung S	98511199	Teknik Sipil
2	Amalia Ratnasari	98511095	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR :**

*.Anallsis dinamis 3.D pengaruh luas lubang dinding geser berlubang-portal terhadap simpangan, gaya geser, momen guling menggunakan eksitasi gempa el'centro.*

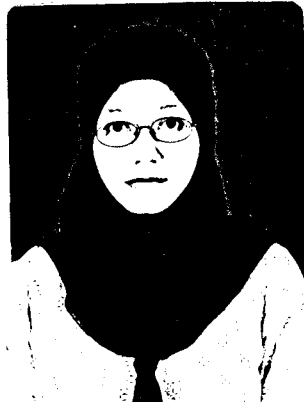
**PERIODE III : MARET - AGUSTUS**

**TAHUN : 2002 / 2003**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Mar.	Apr.	Mei.	Jun.	Jul.	Aug.
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.**  
: ...**Tri. Fajar Budiono, ST, MT.**



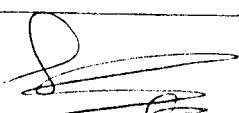



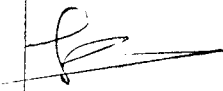



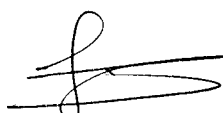
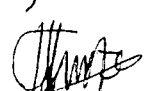
Yogyakarta, ...**01 April 2003.**  
a.n. Dekan,

(.....**Ir. H. Munadhir, MS**.....)

**Catatan.**

Seminar : **26 Mei 2003**  
Sidang : **1 Oktober 2003**  
Pendadaran : .....

## CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
01	02/05/2003	- Perbaiki Spm proposal - Mini skema dan Analisa	
2	09/05/2003	- Skema Samian proses	
3	9/5/03	- Perbaiki proposal	
3.	12/7/03	- Perbaiki betan world, perbaiki Rumus.	
4	19/7/03	Lanjutan. Lampiran - ke DP I	
5.	22/07/03	- Perbaiki perbandingan	
6.	12/08/03	- Cele Input: Satuan dan Besarnya/ Nilai - Btw ada yang rgo, diskusikan dg DP II - Patanti koli dan hasil dinamis	
7	24/08/2003	→ DP I sk untuk sidang → ke DP II untuk cek listya dan peratijuan sidang	
8	8/9/03	→ all sidang	
9	21/10/2003	→ ke DP II dulu. Tolong di-Cele dan yelurken input beke? be- nar dan menyenti, termasuk outputnya.	
10	21/10/2003	all DP II	

- 11 24/10/2003. Kalau sudah ada waltra  
tolong ke DP II <sup>atau ke DP I</sup> lagi untuk  
memastikan input dan output  
dimengerti.  
• Selesai dan lanjut ke Perbandingan