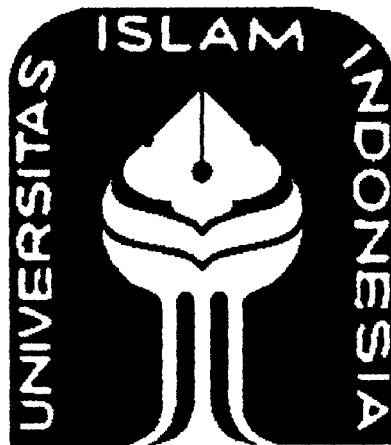
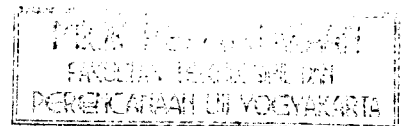


TUGAS AKHIR

**MENGHITUNG ULANG MENARA KARTINI  
PADA BANGUNAN REAKTOR NUKLIR  
DI BATAN  
MENGUNAKAN SAP 90**



Disusun oleh :



**AGUS DARMOJO**

No. Mhs. 86 310 047

Nirm. 865014330040

**IMAWAN WIBISANA**

No. Mhs. 86 310 210

Nirm. 865014330189

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
1999**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Setelah sekian lama menjadi sesuatu yang harus diperhatikan dan menjadi suatu beban, pada akhirnya “*tugas berat*” ini terselesaikan juga.

Sungguh semuanya telah menjadi suatu keharusan yang harus penulis lintasi dan hanya atas limpahan rahmat dan kemurahan Nya. Dan juga usaha penulis serta yang tak dapat dikesampingkan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak.

Oleh karenanyalah, dalam setiap panjatan di keheningan do'a dan segala puji syukur yang penulis haturkan kehadirat Allah swt, tak lepas jua penulis hendak mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada,

1. Bapak DR. Ir. Widodo, Phd., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. HM. Samsudin, MT, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Ir. H. Ilman Noor, MSCE, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Ir. Syarip, selaku Kepala Bidang Reaktor Pusat Penelitian Nuklir Badan Tenaga Atom Nasional Kartini Yogyakarta.
6. Bapak Drs. Supriyono, M.Sc, selaku Staf Peneliti Pusat Penelitian Nuklir Badan Tenaga Atom Nasional Kartini Yogyakarta.

## DAFTAR ISI

	Hal.
<b>JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>INTISARI</b> .....	ix
<b>MOTTO</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.1.1 Permasalahan</b> .....	3
<b>1.1.2 Manfaat</b> .....	4
<b>1.2 Tujuan</b> .....	4
<b>1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah</b> .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Menghitung Ulang</b> .....	7
<b>2.2 Menara Kartini</b> .....	7
<b>2.3 Gaya Gempa</b> .....	7

	Hal.
<b>2.4 SAP 90</b> .....	8
<b>2.4.1 Baris judul</b> .....	9
<b>2.4.2 Blok data SYSTEM</b> .....	9
<b>2.4.3 Blok data JOINTS</b> .....	10
<b>2.4.4 Blok data RESTRAINTS</b> .....	11
<b>2.4.5 Blok data SHELL</b> .....	12
<b>2.4.6 Blok data COMBO</b> .....	14
<b>2.4.7 Blok data SPEC</b> .....	14

### **BAB III LANDASAN TEORI**

<b>3.1 Metode Elemen Hingga</b> .....	16
<b>3.2 Langkah-langkah Dalam Metode Elemen Hingga</b> .....	17
<b>3.2.1 Diskritisasi dan pemilihan konfigurasi elemen</b> .....	17
<b>3.2.2 Pemilihan model atau fungsi pendekatan</b> .....	18
<b>3.2.3 Menentukan hubungan tegangan-regangan atau gradien-besaran yang dicari</b> .....	18
<b>3.2.4 Menurunkan persamaan elemen</b> .....	19
<b>3.2.5 Penggabungan persamaan-persamaan elemen untuk memperoleh persamaan global dan memasukkan syarat-syarat batas</b> .....	21
<b>3.2.6 Menyelesaikan primary unknown</b> .....	22
<b>3.2.7 Analisis dinamis</b> .....	22
<b>3.2.8 Analisis kekuatan bahan</b> .....	22

	Hal.
3.2.9 Analisis pergeseran maksimum .....	29
<b>BAB IV PENGHITUNGAN ULANG</b>	
4.1 Pemodelan .....	30
4.2 Eksekusi Program SAP 90 .....	50
<b>BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	
5.1 Data .....	61
5.2 Perhitungan Pada Badan Menara (dipandang sebagai satuan shell) .....	62
5.3 Perhitungan Pada Sayap Menara ( <i>lateral support</i> ) (dipandang sebagai satuan shell) .....	73
5.3.1 Kontrol terhadap tulangan minimum badan menara (arah axial) .....	77
5.3.2 Kontrol terhadap tulangan minimum badan menara (arah mendatar) .....	78
5.3.3 Kontrol terhadap tulangan minimum sayap (arah axial) .....	78
5.4 Perhitungan Pada Badan Menara (dipandang sebagai kesatuan shell) .....	78
5.4 Pergeseran ( <i>displacement</i> ) Joint Ujung Menara .....	84
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1 Kesimpulan .....	86
6.2 Saran .....	87

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 1.1 Menara Kartini BATAN .....	3
Gambar 1.2 Potongan Tegak .....	6
Gambar 3.1 Alokasi dan Arah Gaya Pada Shell .....	24
Gambar 3.2 Alokasi dan Arah Momen Pada Shell .....	25
Gambar 3.3 Distribusi Gaya dan Momen .....	25
Gambar 4.1 Penomoran Joint dan Shell Tower Utama .....	31
Gambar 4.2 Penomoran Joint dan Shell Sayap .....	33
Gambar 4.3 Momen $M_{22}$ Pada Kombinasi Beban 3 .....	51
Gambar 4.4 Momen $M_{11}$ Pada Kombinasi Beban 3 .....	52
Gambar 4.5 Momen $M_{min}$ Pada Kombinasi Beban 3 .....	53
Gambar 4.6 Gaya $F_{max}$ Pada Kombinasi Beban 3 .....	54
Gambar 4.7 Momen $M_{max}$ Pada Kombinasi Beban 3 .....	55
Gambar 4.8 Gaya $F_{min}$ Pada Kombinasi Beban 3 .....	56
Gambar 4.9 Gaya $F_{22}$ Pada Kombinasi Beban 3 .....	57
Gambar 4.10 Gaya $F_{12}$ Pada Kombinasi Beban 3 .....	58
Gambar 4.11 Gaya $F_{11}$ Pada Kombinasi Beban 3 .....	59
Gambar 4.12 Momen $M_{12}$ Pada Kombinasi Beban 3 .....	60
Gambar 5.1 Menara Kartini (tampak atas) .....	61
Gambar 5.2 Detail Posisi Joint Pada Badan Menara .....	63
Gambar 5.3 Detail Posisi Joint Pada Badan Menara .....	63

	Hal.
Gambar 5.4 Detail Posisi Joint Pada Badan Menara .....	64
Gambar 5.5 Detail Posisi Joint Pada Badan Menara .....	64
Gambar 5.6 Detail Posisi Joint Pada Badan Menara .....	65
Gambar 5.7 Detail Posisi Joint Pada Badan Menara .....	65
Gambar 5.8 Detail Posisi Joint Pada Badan Menara .....	66
Gambar 5.9 Detail Posisi Joint Pada Badan Menara .....	66
Gambar 5.10 Detail Posisi Joint Pada Badan Menara .....	67
Gambar 5.11 Detail Posisi Joint Pada Badan Menara .....	67
Gambar 5.12 Posisi Joint 28 Pada Badan Menara .....	68
Gambar 5.13 Kolom Pada Badan Menara dan Beban Vertikal .....	69
Gambar 5.14 Potongan Kolom Pada Badan Menara .....	69
Gambar 5.15 Kolom Pada Badan Menara dan Beban Lateral .....	71
Gambar 5.16 Potongan Kolom Pada Badan Menara .....	71
Gambar 5.17 Posisi Joint 2647 Pada <i>Lateral Support</i> 1 .....	74
Gambar 5.18 Kolom Pada Sayap Menara dan Beban Vertikal .....	74
Gambar 5.19 Potongan Melintang Kolom Pada Sayap Menara .....	75
Gambar 5.20 Kolom Pada Sayap Menara dan Beban Lateral .....	76
Gambar 5.21 Potongan Melintang Kolom Pada Sayap Menara .....	76
Gambar 5.22 Potongan Melintang Kolom Badan Menara .....	79



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.a Pembagian daerah gempa Indonesia
- Lampiran 1.b Koefisien gempa dasar berbagai wilayah gempa
- Lampiran 2 Data gempa di Indonesia Badan Meteorologi dan Geofisika
- Lampiran 3 Gambar struktur menara Kartini

## INTISARI

Gempa merupakan fenomena alam yang setiap saat dapat terjadi, terutama pada daerah-daerah rawan gempa. Untuk mengantisipasi hal tersebut pada bangunan-bangunan teknik sipil sudah barang tentu direncanakan tahan terhadap gempa.

Pada perkembangannya tidak dapat dihindari lagi penggunaan sumber energi nuklir sebagai sumber pembangkit tenaga alternatif (tak terkecuali listrik). Sebagai bangunan yang beresiko tinggi terhadap keselamatan lingkungan, bangunan instalasi nuklir Kartini pada Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta dituntut memenuhi beberapa kriteria keamanan. Disamping terhadap analisa mengenai dampak lingkungan, terutama terhadap struktur bangunannya sendiri.

Berkenaan dengan aspek keamanan itulah dalam Tugas Akhir ini dilakukan penghitungan ulang terhadap menara (*tower*) yang merupakan salah satu perangkat instalasi pada Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta dengan menggunakan perangkat lunak (*soft ware*) SAP 90. Studi yang dilakukan yaitu tinjauan keamanan bangunan terhadap gaya gempa di Yogyakarta.

Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa bangunan masih aman terhadap adanya gaya gempa yang ada, dimana momen yang terjadi akibat gaya gempa masih berada di bawah momen yang dapat ditahan oleh struktur bangunan.

## MOTTO

◆ .....

*Bocah angon*

*Penekno blimbing kuwi*

*Lunyu-lunyu penekno*

*Kanggo mbasuh dodot iro*

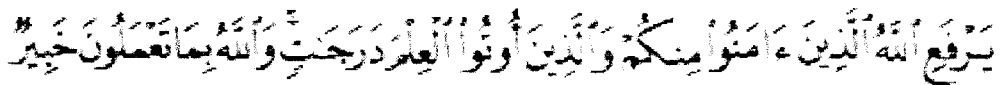
.....

*Mumpung padang rembulane*

*Mumpung jembar kalangane*

.....

*(MH Aimun Nadjib, Menyorong Rembulan)*

◆ 

*“... Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang berilmu pengetahuan ...”*

*( QS Al-Mujaadilah, ayat 11)*

◆ 

*“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu terdapat kemudahan.*

*Sesungguhnya sesudah kesulitan itu terdapat kemudahan”*

TUGAS AKHIR

**MENGHITUNG ULANG MENARA KARTINI  
PADA BANGUNAN REAKTOR NUKLIR  
DI BATAN  
MENGUNAKAN SAP 90**

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka  
Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil Pada  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh :

**AGUS DARMOJO**

No. Mhs. 86 310 047

Nirm. 865014330040

**IMAWAN WIBISANA**

No. Mhs. 86 310 210

Nirm. 865014330189

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
1999**

TUGAS AKHIR

**MENGHITUNG ULANG MENARA KARTINI  
PADA BANGUNAN REAKTOR NUKLIR  
DI BATAN  
MENGUNAKAN SAP 90**

Disusun oleh :

**AGUS DARMOJO**

No. Mhs. 86 310 047

Nirm. 865014330040

**IMAWAN WIBISANA**

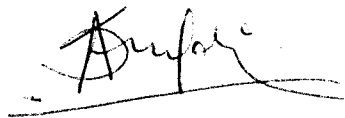
No. Mhs. 86 310 210

Nirm. 865014330189

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. HM Samsudin, MT  
Dosen Pembimbing I

Ir. H Ilman Noor, MSCE  
Dosen Pembimbing II



Tanggal : 6/10/99

Tanggal : 29/9/1999

7. Pak Har, Pak Fath, Bapaknya Bella, Purwanto dan Saridul, atas bantuan dan persaudaraan selama ini, semoga takkan pernah berakhir.

8. Rekan lain yang turut serta memberikan warna dalam persahabatan selama ini hingga nanti, insya Allah.

Semoga segala apa yang telah penulis dapatkan dari mereka dapat bermanfaat untuk hari-hari mendatang, dan tiada balasan yang pantas selain ridho Nya. Amien

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالصَّلَاةُ لِلَّهِ وَالزَّكَاةُ لِلَّهِ وَالطَّوَابُ لِلَّهِ

Yogyakarta,     Maret 1999

*Penulis*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

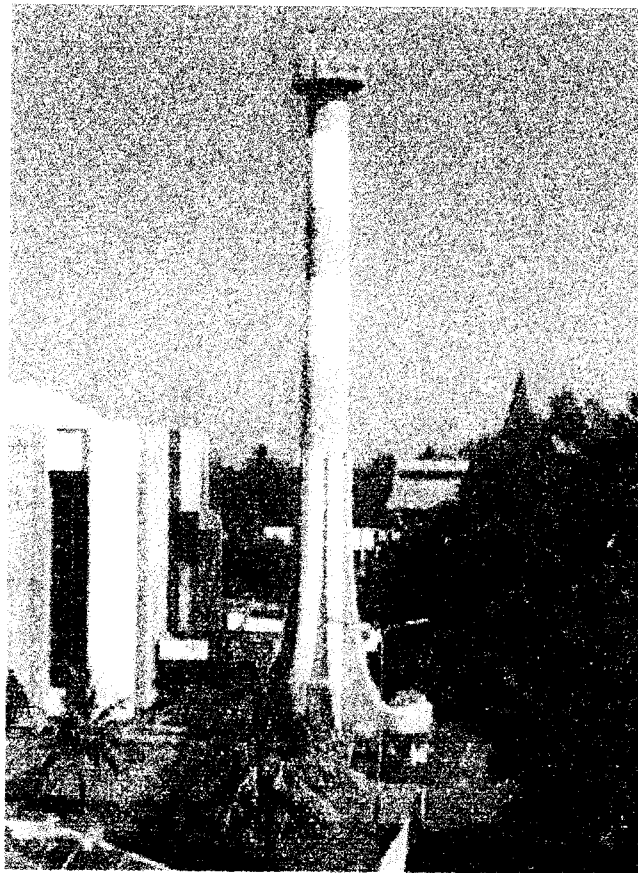
#### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan kemajuan jaman dibarengi pula dengan meningkatnya kebutuhan energi sebagai sumber tenaga untuk melaksanakan pembangunan, salah satu sumber energi yang sangat dibutuhkan di era akan datang adalah energi listrik, disamping tentu saja minyak dan gas. Setiap tahap PELITA kebutuhan energi meningkat dua kali lipat. Diperkirakan bahwa pada tahun 2015 dibutuhkan kapasitas listrik terpasang akan mencapai 64.000 MW, padahal dalam kenyataannya kapasitas yang dapat dibangkitkan menggunakan minyak bumi hanya dua pertiga saja sedang kapasitas selebihnya disangga dengan tenaga selain minyak, antara lain dengan waduk.

Terbatasnya minyak bumi menjadi penyebab untuk segera diadakannya suatu inovasi teknologi sebagai upaya mencari sumber daya lain. Pemanfaatan sumber pembangkit tenaga listrik yang diupayakan di Indonesia selama ini adalah pemberdayaan tenaga air dengan cara membendung sungai yang selanjutnya diubah menjadi energi listrik dengan bantuan turbin-turbin yang digerakkan dengan tenaga dorong air bendungan tersebut.

Melihat kenyataan bahwa lahan yang dibutuhkan untuk merealisasikan bangunan bendungan berikut prasarannya sangatlah luas, dimana perlu dikemukakan di sini bahwa dalam hal pembangunan suatu sarana untuk memakmurkan masyarakat, dituntut pula studi pendahuluan agar dapat meminimalkan kemungkinan timbulnya masalah

dan mempunyai angka keamanan yang cukup tinggi khususnya terhadap gaya-gaya yang terjadi/bekerja pada menara tersebut. Gaya-gaya tersebut antara lain berat sendiri bangunan, dan gaya angin serta adanya gaya gempa yang sewaktu-waktu dapat terjadi di daerah Yogyakarta yang termasuk dalam daerah gempa III (Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 1987).



Gambar 1.1 Menara Kartini BATAN

### **1.1.1 Permasalahan**

Untuk memenuhi syarat keamanan pada bangunan beresiko tinggi seperti Menara Kartini, harus diketahui terlebih dahulu kekuatan konstruksi untuk menahan beban akibat berat sendiri maupun gaya akibat beban gempa.



### **1.1.2 Manfaat**

Dengan melakukan perhitungan ulang pada Menara Kartini terhadap gaya gempa dapat diketahui seberapa besar kekuatan konstruksi bangunan terhadap gempa yang terjadi.

### **1.2 Tujuan**

Perhitungan ulang ini dilakukan sebagai salah satu upaya untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak diinginkan.

Dengan diketahuinya kekuatan bangunan khususnya terhadap gaya gempa, maka segala resiko yang terjadi dapat diantisipasi sedini mungkin. Hal ini mengingat dampak yang dapat ditimbulkan dapat membahayakan bagi keselamatan manusia dan lingkungan di sekitar bangunan.

### **1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah**

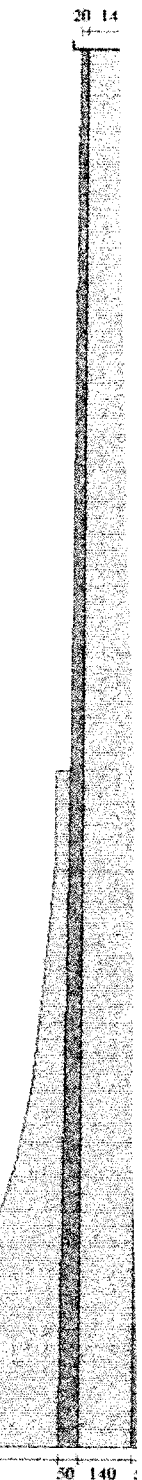
Ruang Lingkup yang diperhitungkan dalam tugas akhir ini adalah perhitungan ulang kekuatan struktur bangunan terhadap gaya gempa dan berat sendiri yang bekerja pada menara. Analisa yang dilakukan yaitu tinjauan kekuatan bahan terhadap gaya dan momen yang terjadi akibat gempa dan berat sendiri, serta defleksi maksimum yang ditimbulkan, khususnya pada puncak menara.

Gaya gempa yang bekerja pada menara adalah gaya gempa yang terjadi di daerah Yogyakarta, yaitu standar wilayah gempa 3.



Batasan-batasan yang digunakan dalam perhitungan menara adalah :

1. Ketinggian Menara 30 meter dari muka tanah
2. Tebal bagian puncak menara 0,20 m dan bagian bawah menara 0,50 m
3. Diameter menara bagian dalam untuk puncak dan bawah sama (1,40 m)
4. Mutu beton yang dipakai  $f_c' = 14,5$  Mpa (K175)
5. Mutu baja yang dipakai  $f_y = 240$  Mpa (U24)
6. Modulus elastisitas Beton  $E_c = 4700 \sqrt{f_c'} = 17906$  Mpa
7. Modulus elastisitas Baja  $E_s = 200.000$  Mpa
8. Menara mempunyai 8 perkuatan (*lateral support*) dengan ketinggian 12,5 m (dari muka tanah) dan ketebalan 0,25 m (PATN/PPNY, 1998).



al dalam met

Potongan t

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Menghitung Ulang

Yaitu melakukan perhitungan kembali pada suatu bangunan, apakah bangunan tersebut memenuhi syarat keamanan yang diakibatkan gaya yang mengenai bangunan tersebut. Di dalam perhitungan, gaya yang diaplikasikan adalah gaya yang terjadi akibat berat sendiri dan gaya gempa.

#### 2.2 Menara Kartini

Menara Kartini adalah sebuah menara yang merupakan salah satu fasilitas instalasi sistem ventilasi pada reaktor nuklir Kartini yang terletak di Batan, Babarsari, Yogyakarta. Menara ini mempunyai fungsi sebagai perlengkapan bantu ventilasi yang dimaksudkan untuk melakukan pergantian udara dalam ruang reaktor (Sistem Bantu Reaktor Triga, 1998). Tujuan utamanya adalah :

1. Agar udara di dalam reaktor selalu baru dan bersih.
2. Menghindari terjadinya akumulasi gas-gas yang terkontaminasi di dalam ruang reaktor.
3. Mempertahankan suhu reaktor tetap pada suhu kamar sehingga akumulasi panas dan terjadinya kenaikan suhu dapat dihindari.

#### 2.3 Gaya Gempa

Gaya gempa merupakan gaya yang timbul saat terjadi gempa di suatu daerah. Gaya gempa yang digunakan nantinya dalam perhitungan adalah gempa yang terjadi

pada daerah wilayah 3 (pembagian daerah gempa lihat lampiran). Data gempa ini didapat dari buku Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum (1987). Dari data tersebut didapatkan waktu getar alami (det.) dan percepatan spektrum.

#### 2.4 SAP90

SAP 90 (*Structural Analysis Program 90*) adalah program aplikasi komputer yang digunakan untuk menganalisis suatu struktur terutama digunakan untuk bidang Teknik Sipil, yang dikembangkan di University of California, Berkeley oleh Prof. Edward L Wilson.

Di dalam Teknik Sipil, perangkat lunak (*software*) SAP90 digunakan sebagai alat bantu untuk mempermudah melakukan perhitungan konstruksi bangunan dengan tingkat kesukaran tinggi (struktur kompleks dan atau bertingkat banyak).

Digunakannya program SAP90 dalam perhitungan ini karena program tersebut mudah diaplikasikan serta dapat digunakan untuk analisa terhadap beban statis maupun dinamis dengan ketepatan yang tinggi. Disamping itu SAP90 dapat untuk menganalisa elemen-elemen yang berbentuk lengkung, elemen-elemen miring, disamping elemen-elemen lurus horizontal maupun vertikal, baik dalam dua dimensi maupun tiga dimensi, sehingga akan dapat diketahui perilaku dari struktur yang dianalisa secara lebih akurat. (Buku 1 SAP 90, JTS UII, 1993).

Didalam menganalisa struktur dengan program SAP90 yang paling penting untuk diperhatikan adalah pemodelan. Yaitu penterjemahan bentuk bangunan yang ada kedalam baris-baris data, sehingga dari data tersebut dapat dianalisa dan mengha-

silkan output yang diinginkan, disamping dapat memvisualisasikan menjadi model/gambar yang sesuai dengan dengan konstruksi yang ada. Kesalahan dalam menentukan jenis data akan membuat program berhenti (*error*), karena program hanya berjalan apabila data yang telah dimasukkan sudah benar.

Untuk menganalisa menara Kartini yang mempunyai bentuk seperti menara dan dibagian tengah sampai bawah menara ada perkuatan (*lateral support*) yang berjumlah 8 buah akan sangat sulit bila bangunan diasumsikan sebagai *FRAME*. Sehingga untuk menganalisa menara Kartini tersebut dimodelkan dengan asumsi struktur tersusun oleh *SHELL*, karena dengan mangasumsikan sebagai *SHELL* akan lebih mendekati untuk mewakili keadaan yang sebenarnya dari menara yang sedang dianalisa.

Blok-Blok data yang diperlukan untuk menganalisa menara Kartini yang mendapat beban gempa dan berat sendiri adalah :

#### **2.4.1 Baris judul**

Baris Judul adalah satu baris pernyataan yang dipergunakan sebagai label output dari hasil program, baris judul ini maksimum terdiri atas 70 karakter. Baris judul ini harus diletakkan pada baris pertama dari struktur data SAP90, blok data ini sifatnya mandatory artinya harus ada/dipersiapkan dan tidak boleh merupakan kata dari salah satu kata yang digunakan sebagai *separator line* (seperti *JOINTS*, *COMBO*, dan sebagainya).

#### **2.4.2. Blok data SYSTEM**

Blok data SYSTEM berfungsi sebagai informasi pengontrol dari struktur yang akan dianalisis. Blok data ini juga bersifat Mandatory dan bentuknya seperti berikut:

**Separator**

SYSTEM

**Infomasi Pengontrol**

Informasi pengontrol diletakkan dibawah separator SYSTEM dengan bentuk :

$$L=nld \quad V=nfq$$

Keterangan :

nld = Jumlah kondisi pembebanan (nilai default=0)

Adalah suatu parameter yang berfungsi untuk menginformasian kepada SAP90 jumlah pengklasifikasian/pembagian pembeban pada struktur.

Misalnya diberi harga 1, berarti pembebanan yang terjadi diasumsikan hanya satu jenis saja.

nfq = Jumlah eigenvalue yang ingin dihitung (nilai default = 0)

Adalah suatu parameter yang berfungsi untuk menginformasikan jumlah mode shape gempa dinamis yang diinginkan. Untuk struktur bertingkat harga ini biasanya mengikuti banyaknya tingkat/lantai.

**2.4.3 Blok data JOINTS**

Blok data JOINTS berfungsi mendefinisikan kedudukan geometri join-join dari struktur terhadap sumbu X-Y (untuk struktur 2 dimensi) dan terhadap sumbu X-Y-Z (untuk struktur 3 dimensi) sesuai dengan koordinatnya.

Blok data ini bersifat mandatory dan mengambil bentuk :

**Separator**

JOINTS

### Data Join

jid X=x Y=y Z=z G=g1,g2,i,r Q=q1,q2,q3,q4,in,jn  
A=c1,c2,c3,nc,ic,a

#### Keterangan :

jid = nomor join

x,y,z = ordinat join jid pada sumbu X,Y,Z global

g1 = generasi linier join 1

g2 = generasi linier join 2

i = kenaikan nomor join

r = rasio antara jarak pertama terhadap jarak terakhir.

q1,q2,q3,q4 = penggenerasian quadrilateral untuk join 1,2,3,4

in = kenaikan nomor join pada sumbu i

jn = kenaikan nomor join pada sumbu j

c1,c2,c3 = penggenerasian cylindrical pada join 1,2,3

nc = jumlah cylindrical join yang akan dibuat

ic = kenaikan join pada cylindrical join generation

a = sudut kenaikan (harus lebih kecil dari  $90^\circ$ )

#### 2.4.4 Blok data RESTRAINTS

Blok data restraints adalah blok data yang digunakan untuk menyatakan derajat kebebasan dari sebuah titik terutama pada titik-titik tumpuan. Setiap titik mempunyai enam komponen perpindahan yaitu tiga buah pergeseran global X, Y, dan Z dan tiga perputaran global RX, RY, dan RZ. Enam komponen perpindahan tersebut sering



disebut *degrees of freedom* (derajat kebebasan). Data Restraints dari satu join terdiri dari enam konstanta, masing-masing konstanta mempresentasikan ke enam derajat kebebasan dari join. Konstanta tersebut dapat memiliki nilai 0 atau 1, dengan definisi untuk nilai restraints 1 menyatakan derajat kebebasan tidak aktif, sedangkan nilai restraints 0 menyatakan derajat kebebasan aktif.

Blok data Restraints ini berbentuk :

### Separator

RESTRAINTS

### Data Restraints

j1 j2 inc R=r1,r2,r3,r4,r5,r6

Keterangan :

j1 = nomor join awal

j2 = nomor join akhir

inc = kenaikan nomor join

r1,r2,r3 = konstanta restraints translasional arah sumbu – X,Y,Z

r4,r5,r6 = konstanta restraints rotasional arah sumbu – X,Y,Z

### 2.4.5 Blok data SHELL

Blok data Shell digunakan untuk menyatakan bentuk, ukuran, nomor, modulus bahan serta ketebalan Shell.

Bentuk blok data Shell berbentuk :

### Separator

SHELL

### Informasi Pengontrol

NM=nmat

Keterangan :

nmat = nomor elemen material

### Data Sifat Material

nm E=e U=u W=w M=m

Keterangan :

nm = nomor material

e = modulus elastisitas

u = rasio Poisson's

w = berat/volume

m = massa/volume

### Data Lokasi Elemen Shell

Nel JQ=ji,jj,jk,jl ETYPE=et M=mat TH=th1 Lp=n G=g1,g2

Keterangan :

nel = nomor elemen

ji,jj,jk,jl = nomor join elemen

et = tipe elemen

mat = tipe material elemen

th1 = tebal elemen membrane

g1, g2 = parameter-parameter generation elemen.

#### 2.4.6 Blok data COMBO

Blok data COMBO digunakan untuk mendefinisikan kombinasi pembebanan yang bekerja pada struktur. Kombinasi pembebanan didefinisikan sebagai kombinasi linier dari kondisi pembebanan nld yang didefinisikan sebelumnya dan beban dinamis. Jika blok COMBO tak didefinisikan maka hasil program yang berhubungan dengan kondisi beban nld dan kondisi beban dinamis akan diperoleh tanpa adanya kombinasi.

Bentuk dari blok data COMBO adalah seperti berikut :

##### Separator

COMBO

##### Data Kombinasi

i C=c1,c2, ..., cnld D=d

Keterangan :

i = nomor kombinasi pembebanan

c1 = faktor pengali untuk kondisi pembebanan ke-1

c2 = faktor pengali untuk kondisi pembebanan ke-2

d = faktor pengali untuk beban dinamis

#### 2.4.7 Blok data SPEC

Blok data Spec dipakai untuk mendefinisikan data yang berhubungan dengan *respon spectrum dynamic analysis*. Dalam analisis respon spektrum selain data blok Spec ini harus didefinisikan, pada blok data System harus pula didefinisikan nilai  $nfq$  yaitu  $V=nfq$ .

Bentuk blok data dari SPEC adalah :

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Metode Elemen Hingga

Dalam merencanakan suatu bangunan, perlu sekali untuk memperhatikan adanya faktor-faktor gaya/reaksi yang muncul pada struktur bangunan akibat adanya aksi. Aksi tersebut dapat berupa gaya yang diakibatkan oleh pengaruh luar, antara lain : gempa bumi, pergerakan tanah, pengaruh angin, dan sebagainya, maupun dari dalam yaitu beban tetap seperti beban berat sendiri dan beban hidup.

Untuk menghitung besarnya gaya-gaya tersebut banyak metode (teori) yang didapat di perkuliahan maupun perangkat lunak yang dapat digunakan, salah satu perangkat lunak yang digunakan adalah program SAP90.

Dasar metode yang digunakan dalam SAP90 adalah Metode Elemen Hingga (*FEM/Finite Elemen Method*). Metode ini sekarang sedang populer digunakan baik oleh para praktisi maupun para peneliti karena metode ini merupakan pendekatan terbaik yang dapat digunakan dalam analisa numerik suatu kontinum, baik karena kepraktisannya serta keakuratannya, maupun dalam hal banyaknya referensi yang dapat dijadikan sebagai rujukan pemecahan.

Sebagai suatu metode yang dapat memecahkan kerumitan-kerumitan mendasar seperti faktor-faktor geometri yang tidak teratur, tidak homogen, sifat tak linier dan kondisi pembebanan yang sembarang. Metode Elemen Hingga dalam proses perumusan dan penerapannya ada beberapa langkah yang harus ditempuh.

## 3.2 Langkah-langkah Dalam Metode Elemen Hingga

Terdapat beberapa langkah dalam merumuskan dan menerapkan Metode Elemen Hingga, yang antara lain seperti disebutkan berikut ini.

### 3.2.1 Diskritisasi dan pemilihan konfigurasi elemen

Konsep yang mendasari Metode Elemen Hingga bukanlah hal yang baru. Prinsip “*descretization*” dipergunakan hampir pada semua bentuk usaha manusia. Langkah yang diambil sehingga digunakannya “*discretizing*” atau membagi sesuatu menjadi bentuk yang lebih kecil dan dapat dimengerti timbul dari keterbatasan manusia, karena manusia tidak dapat menjangkau sekelilingnya dalam totalitasnya. Langkah ini akan menghasilkan suatu harga pendekatan terhadap keadaan sesungguhnya, jadi bukan merupakan solusi eksak.

Seberapa kecil ukuran pembagian ini harus ditentukan tergantung dari macam elemen yang dipakai, misalnya untuk suatu struktur yang berbentuk batang maka elemen yang dipakai adalah elemen garis, sedangkan untuk massa berbentuk plat maka bentuk elemen dapat berupa segi tiga atau segi empat (Winarni H, Ir., Paulus PR, Ir., MSCE., 1985).

Reaktor nuklir sebagai bangunan yang dirancang dengan konfigurasi yang khas dan dengan struktur yang kompleks sehingga dalam mendiskritisasi elemennya dipilih bentuk elemen yang cocok yaitu elemen SHELL berbentuk segi empat, sehingga diharapkan dalam perhitungannya dapat dihasilkan nilai aproksimasi yang mendekati sempurna.

### 3.2.2 Pemilihan model atau fungsi pendekatan

Dipilih sebuah pola atau bentuk untuk distribusi dari besaran yang dicari (misalnya  $u$ ,  $T$ ,  $\phi$ , dll.). Titik-titik nodal elemen merupakan titik yang dipilih sebagai fungsi matematis atau menggambarkan bentuk distribusi dari besaran yang dicari pada suatu elemen. Pada umumnya fungsi polinom dipergunakan sebagai fungsi pendekatan karena sederhana untuk perumusan pada “*finite element*”.

Bila deformasi ( $u$ ) sebagai besaran yang dicari, maka fungsi interpolasi polinom dapat dinyatakan :

$$u = N_1u_1 + N_2u_2 + \dots + N_mu_m \quad (1.1)$$

Di sini  $u_1, u_2, \dots, u_m$  adalah deformasi yang dicari pada titik-titik nodal dan  $N_1, N_2, \dots, N_m$  merupakan fungsi interpolasi. Dengan demikian untuk elemen shell segi empat dengan empat titik nodal pada ujung-ujungnya, dapat dipergunakan  $u_1, u_2, u_3$ , dan  $u_4$  sebagai besaran yang dicari. Untuk selanjutnya besaran tersebut didefinisikan sebagai derajat kebebasan (*DOF/Degress Of Fredom*).

### 3.2.3 Menentukan hubungan tegangan-regangan atau gradien besaran yang dicari.

Digunakan suatu prinsip (misalnya prinsip energi potensial minimum) untuk mendapatkan persamaan elemen dengan mendefinisikan besaran-besaran yang tercakup yang akan muncul dalam prinsip tersebut. Untuk “*stress deformation problem*” besaran tersebut adalah regangan dari peralihan titik, misalnya untuk deformasi yang terjadi hanya dalam satu arah  $y$ , regangan  $\epsilon_y$  dianggap cukup kecil dan dapat dinyatakan :

$$\epsilon_y = \frac{dy}{dy} \quad (1.2)$$

dimana  $v$  deformasi dalam arah  $y$ .

Sebagai ilustrasi, hukum Hooke dapat dipakai untuk mendefinisikan hubungan tegangan-regangan pada suatu massa yang masif.

$$\sigma_y = E_y \cdot \epsilon_y \quad (1.3)$$

dimana :

$\sigma_y$  = Tegangan dalam arah vertikal

$E_y$  = Modulus elastisitas

Dengan substitusi diperoleh :

$$\sigma_y = E_y \cdot \frac{dv}{dy} \quad (1.4)$$

### 3.2.4 Menurunkan persamaan elemen

Dengan menggunakan hukum-hukum atau prinsip yang berlaku, dapat diperoleh persamaan yang menentukan tingkah laku (*behavior*), sifat-sifat serta keadaan elemen. Persamaan yang diperoleh dalam bentuk umum sehingga dapat digunakan untuk semua elemen dalam massa yang telah dibagi-bagi (*discretized body*).

Cara yang dipakai untuk menurunkan persamaan tersebut adalah cara Energi. Prosedur pada cara ini didasarkan pada ide memperoleh kondisi yang konsisten dari suatu massa atau struktur sehubungan dengan nilai-nilai stationer dari besaran skalar yang dimiliki oleh massa/struktur yang dibebani. Dalam ilmu teknik besaran ini adalah suatu ukuran energi atau usaha.

Istilah stationer dapat diterapkan pada suatu fungsi  $F(y)$  dalam arti nilai maksimum, minimum atau titik baliknya. Untuk mendapatkan nilai stationer, secara matematik diberikan suatu syarat :

$$\frac{dF}{dx} = 0 \quad (1.5)$$

Dalam kasus analisa Stress-Deformasi, fungsi  $F$  dinyatakan sebagai suatu fungsi energi. Pada sebuah massa yang dibebani,  $F$  dapat didefinisikan sebagai energi potensial (simbol  $\Phi_p$ ).

Energi potensial  $\Phi_p$  adalah jumlah energi regangan dalam (*internal strain energy*)  $U$  dan potensial dari beban luar  $W_p$ , dimana  $W$  menunjukkan kerja yang dilakukan oleh kapasitas beban sebesar  $p$  sehingga terjadi deformasi sebesar  $V$ , misalnya pada pemendekan kolom akibat beban aksial.

$$\Phi_p = U + W_p \quad (1.6)$$

Bila diterapkan prinsip energi potensial minimum pada hakekatnya menurunkan  $\Phi_p$  dan menyamakan turunan tersebut berharga = 0

$$\partial \Phi_p = \partial U - \partial W_p = 0 \quad (1.7)$$

Simbol  $\partial$  menunjukkan variasi dari energi potensial  $\Phi_p$  yang terjadi dari penurunan partial. Sehingga dapat digunakan hubungan antara variasi dari potensial akibat beban luar serta kerja yang dilakukan sebagai,

$$\partial U = - \partial W_p \quad (1.8)$$

Selanjutnya akan diperoleh persamaan :

$$[K]\{q\} = \{Q\} \quad (1.9)$$



dimana :

$[K]$  = matrik kekakuan

$\{q\}$  = vektor peralihan titik nodal

$\{Q\}$  = vektor gaya titik nodal

### 3.2.5 Penggabungan persamaan-persamaan elemen untuk memperoleh persamaan global dan memasukkan syarat-syarat batas

Tujuan akhir adalah untuk memperoleh persamaan-persamaan untuk seluruh sistem yang menentukan pendekatan tingkah laku struktur secara keseluruhan.

Proses penggabungan ini berdasarkan pada hukum kompatibilitas atau kontinuitas/kesinambungan. Dalam hukum tersebut diisyaratkan bahwa sistem harus tetap berkesinambungan, artinya titik-titik yang bersebelahan akan tetap berada berdampingan setelah beban luar dikenakan. Dengan perkataan lain peralihan dua buah titik yang bersebelahan harus tetap sama. Pada akhirnya diperoleh persamaan yang dinyatakan dengan matrik :

$$[K] \{r\} = \{R\} \quad (1.10)$$

dimana :

$[K]$  = matrik penggabungan

$\{r\}$  = vektor penggabungan dari besaran yang dicari

$\{R\}$  = vektor penggabungan dari beban luar

Syarat batas adalah kondisi fisik yang membatasi struktur sehingga sistem tersebut dapat berdiri dalam suatu ruang (*space*). Macam-macam syarat batas :

1. Syarat batas paksa atau syarat batas geometri ialah syarat batas yang dinyatakan oleh besarnya peralihan.

2. Natural bounday condition terjadi bila turunan kedua dari peralihan = 0

Untuk menunjukkan syarat batas dalam pendekatan Metode Elemen Hingga perlu dilakukan modifikasi terhadap sistem persamaan yang telah digabungkan, hingga akhirnya didapat persamaan yang telah dimodifikasi menjadi :

$$[\bar{K}]\{\bar{r}\} = \{\bar{R}\} \quad (1.11)$$

### 3.2.6 Menyelesaikan primary unknown

Persamaan gabungan yang telah dimodifikasi dengan memasukkan syarat-syarat batas itu akan merupakan sistem persamaan linier. Sistem persamaan ini dapat diselesaikan dengan cara eliminasi Gauss atau iterasi

### 3.2.7 Analisis dinamis

Rumus yang digunakan dalam analisis dinamis adalah :

$$K\delta = M\delta\Omega^2 \quad (1.12)$$

dengan :

K = matrik kekakuan

M = massa diagonal matrik

$\Omega^2$  = matrik eigen value

### 3.2.8 Analisis kekuatan bahan

Analisis terhadap kekuatan bahan dilakukan setelah didapat hasil/*running program*. Dari beberapa *file* keluaran hasil perhitungan SAP'90, *file* yang memuat gaya-gaya yang diperlukan dalam tahap analisa kekuatan bahan terdapat pada *file* dengan *extention* F4F (RECALC.F4F).

Format keluaran *file* RECALC.F4F tersebut adalah sebagai berikut :

**S H E L L   E L E M E N T   F O R C E S**

MEMBRANE FORCES ARE IN FORCE PER UNIT LENGTH  
BENDING MOMENTS ARE IN MOMENTS PER UNIT LENGTH

```

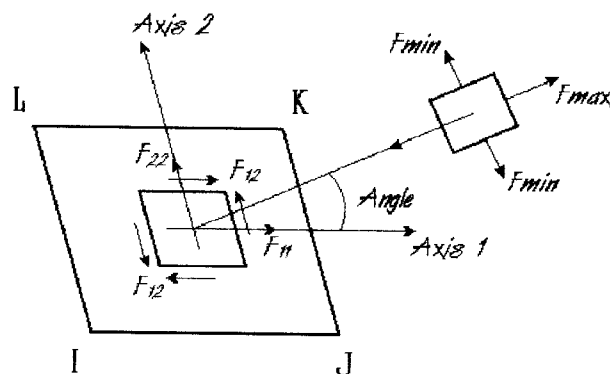
ELEMENT ID      75 -----
LOAD COMBO      1 -----
JOINT           F11           F22           F12           FMAX           FMIN           ANGLE
2212 -1.4487E+02 -1.4206E+01  3.0270E+00 -1.4136E+01 -1.4494E+02  88.67
2213 -1.4319E+02 -5.8149E+00  2.8855E+00 -5.7543E+00 -1.4325E+02  88.80
2277 -1.4556E+02 -1.4344E+01  1.4918E+00 -1.4327E+01 -1.4558E+02  89.35
2278 -1.4388E+02 -5.9533E+00  1.3520E+00 -5.9400E+00 -1.4389E+02  89.44
JOINT           M11           M22           M12           MMAX           MMIN           ANGLE
2212  6.3576E-01  1.3368E-01  3.4648E-02  6.3814E-01  1.3130E-01  3.93
2213  4.2511E-01  5.5450E-02  5.1901E-02  4.3226E-01  4.8302E-02  7.84
2277  2.4015E-01  -5.2032E-01  4.7720E-02  2.4313E-01  -5.2330E-01  3.58
2278  6.6590E-01  -1.8785E-01  6.4978E-02  6.7082E-01  -1.9276E-01  4.33
MIDPT           V1           V2           VMAX           ANGLE
3.0311E-01 -2.9851E+00  3.0004E+00 -84.20
LOAD COMBO      2 -----
JOINT           F11           F22           F12
2212 -1.1584E+02 -1.3289E+01  8.9478E+00
2213 -1.1447E+02 -4.5427E+00  8.2923E+00
2277 -1.1644E+02 -1.3610E+01  5.8379E+00
2278 -1.1508E+02 -4.6562E+00  5.1730E+00
JOINT           M11           M22           M12
2212  1.0928E+00  1.8629E-01  8.3473E-02
2213  9.4015E-01  1.0213E-01  8.9062E-02
2277  6.8237E-01  -4.7417E-01  9.4558E-02
2278  1.1918E+00  -7.1284E-02  9.6897E-02
MIDPT           V1           V2
4.7691E-01 -2.9261E+00
LOAD COMBO      3 -----
JOINT           F11           F22           F12
2212 -1.7390E+02 -1.5123E+01 -2.8938E+00
2213 -1.7190E+02 -7.0870E+00 -2.5212E+00
2277 -1.7467E+02 -1.5078E+01 -2.8543E+00
2278 -1.7268E+02 -7.2504E+00 -2.4690E+00
JOINT           M11           M22           M12
2212  1.7870E-01  8.1061E-02 -1.4178E-02
2213 -8.9922E-02  8.7698E-03  1.4740E-02
2277 -2.0207E-01 -5.6647E-01  8.8117E-04
2278  1.3996E-01 -3.0441E-01  3.3059E-02
MIDPT           V1           V2
1.2931E-01 -3.0440E+00
    
```

**Keterangan :**

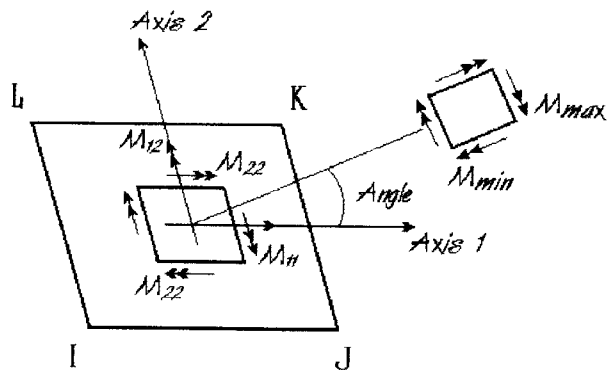
1. *Shell Element Force* menunjukkan, bahwa data keluaran memuat gaya-gaya yang ditimbulkan oleh shell akibat beban yang bekerja pada shell.
2. *Element ID 75*, data yang ditunjukkan adalah gaya-gaya yang timbul pada elemen dengan nomor shell 75.
3. *Load Combo 1,2,3*, adalah variasi beban yang bekerja pada elemen shell, dimana bila 1, kondisi pembebanan 1 (1.4xbeban statis)

- 2, kondisi pembebanan 2 (1.6x beban dinamis)
- 3, kondisi pembebanan 3 (1.2x beban statis + 1.6x beban dinamis).
4. *Joint* merupakan titik-titik sudut yang membentuk shell dimaksud.
5.  $F_{11}$ ,  $F_{22}$ ,  $F_{12}$ , menunjukkan arah gaya yang ditimbulkan oleh shell dengan berpedoman pada koordinat lokal.
6.  $M_{11}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{12}$ , menunjukkan arah momen yang ditimbulkan oleh shell dengan berpedoman pada koordinat lokal.
7.  $F_{max}$ ,  $F_{min}$ ,  $M_{max}$ ,  $M_{min}$ , adalah gaya dan momen maximum dan minimum yang terjadi pada shell yang ditunjukkan.
8. *Angle* adalah arah datangnya gaya gempa dengan sudut yang ditunjukkan.
9. *Midpt* dan  $V1$  serta  $V2$  menunjukkan besarnya gaya pada *midpoint* atau titik tengah shell.

Secara grafis, pengalokasian dan arah gaya serta momen dapat dilihat pada gambar berikut ini.

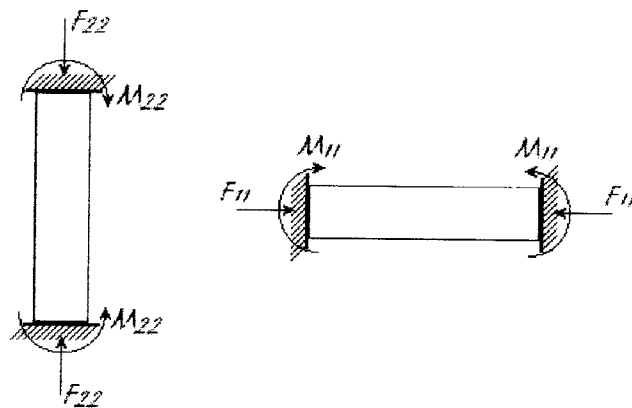


Gambar 3.1 Alokasi dan arah gaya pada shell



Gambar 3.2 Alokasi dan arah momen pada shell

Perhitungan kekuatan shell terhadap momen dan gaya yang terjadi, shell diasumsikan sebagai kolom yang terjepit di atas dan di bawah. Kombinasi yang digunakan adalah gaya desak serta momen terbesar yang dapat menimbulkan kerusakan.



Gambar 3.3 Distribusi gaya dan momen

Dalam perhitungan pembebanan,  $F_{11}$  berpasangan dengan  $M_{11}$  dan  $F_{22}$  berpasangan dengan  $M_{22}$ .

Pada dasarnya kolom dibedakan atas kolom pendek dan kolom langsing (Struktur Beton Bertulang, 1985), dimana kolom dikatakan langsing apabila memenuhi ketentuan,

$$\frac{Klu}{r} \geq 20 \quad (1.13)$$

dengan :

K = faktor panjang efektif komponen struktur tekan

lu = panjang struktur tekan yang tidak ditopang

r = jari-jari putaran (*radius of gyration*).

Pada perhitungan, hasil yang didapatkan jauh lebih kecil dari 20, maka shell dianalisa sebagai kolom pendek.

Ketentuan lain yang digunakan dalam analisa kekuatan bahan adalah,

a. Untuk menghitung kolom dengan beban sentris digunakan rumus :

$$P_{n(max)} = 0,80 \times \{0,85 \times f'c \times (A_g + A_{st}) + f_y \times A_{st}\} \quad (1.14)$$

0,8 = faktor reduksi kekuatan (untuk kolom dengan sengkang digunakan 0.65)

$f'c$  = kuat tekan beton (Mpa)

$A_g$  = luas kotor penampang lintang kolom ( $mm^2$ )

$A_{st}$  = luas total penampang penulangan memanjang ( $mm^2$ )

$f_y$  = tegangan luluh baja (Mpa)

b. Untuk menghitung kolom dengan eksentrisitas atau kolom dengan beban eksentris, anggapan-anggapan pada keadaan batas runtuh adalah :

1. regangan beton maksimum ( $\epsilon_c$ ) = 0,003,

2. bila regangan baja tarik ( $\epsilon_s$ ) < regangan luluh baja ( $\epsilon_y$ ), maka  $f_s < f_y$ ,

3. bila  $\epsilon_s \geq \epsilon_y$ , maka  $f_s = f_y$ ,

4. bila  $\epsilon_s' < \epsilon_y$ , maka  $f_s' < f_y$ ,

5. bila  $\epsilon_s' \geq \epsilon_y$ , maka  $f_s' < f_y$ .

Dalam perhitungan kolom dengan beban eksentris dalam perhitungan dibedakan menjadi tiga macam menurut jenis keruntuhan yang terjadi, yaitu :

1. Keruntuhan seimbang (*balanced*)

$$\frac{cb}{d} = \frac{0,003}{0,003 - \frac{fy}{Es}} \quad (1.15)$$

dengan harga  $Es = 2E+05$  Mpa, maka

$$cb = \frac{600}{600 + fy} d \quad (1.16)$$

$$ab = \beta l \times cb = \beta l \times d \frac{600}{600 + fy} \quad (1.17)$$

Beban aksial pada kondisi *balanced* ( $P_{nb}$ ) dan eksentrisitas ( $e_b$ ) dapat ditentukan dengan menggunakan  $ab$  :

$$P_{nb} = 0,85 \times f_c' \times b \times ab + A_s' \times f_s' - A_s \times f_s \quad (1.18)$$

$$M_{nb} = 0,85 \times f_c' \times b \times ab \times (\bar{y} - \frac{1}{2}a) + A_s' \times f_s' \times (\bar{y} - d') + A_s \times f_y \times (d - \bar{y}) \quad (1.19)$$

dimana harga  $f_s' = 0,003 \times E_s \times \frac{cb - d'}{cb} \leq f_y$  (1.20)

2. Keruntuhan tarik

Awal keruntuhan pada eksentrisitas yang besar dapat terjadi dengan lelehnya tulangan baja yang menderita beban tarik. Peralihan dari keruntuhan tekan ke keruntuhan tarik terjadi pada  $e = e_b$ . Dimana jika  $e$  lebih besar dari  $e_b$  atau  $P_n < P_{nb}$ , maka yang terjadi adalah keruntuhan tarik yang diawali oleh lelehnya tulangan tarik. Apabila tulangan tekan diasumsikan telah leleh, dan  $A_s' = A_s$ , maka persamaan menjadi :

## BAB IV

### PENGHITUNGAN ULANG

#### 4.1 Pemodelan

Sesuai dengan konsep dasar metode elemen yaitu membagi-bagi suatu bagian yang besar menjadi sub-bagian yang lebih kecil, yaitu dengan mengambil bentuk geometri tertentu yang sederhana guna mendekati bentuk struktur bangunan utuh (P.J. Soedarjana, Ir., 1992).

Perlu dikedepankan di sini, bahwa pada elemen tertentu khususnya pada struktur perkuatan (*lateral support*) terdapat bagian/sisi yang dalam pendekatannya tidak memungkinkan untuk diambil bentuk segi empat yang simetris.

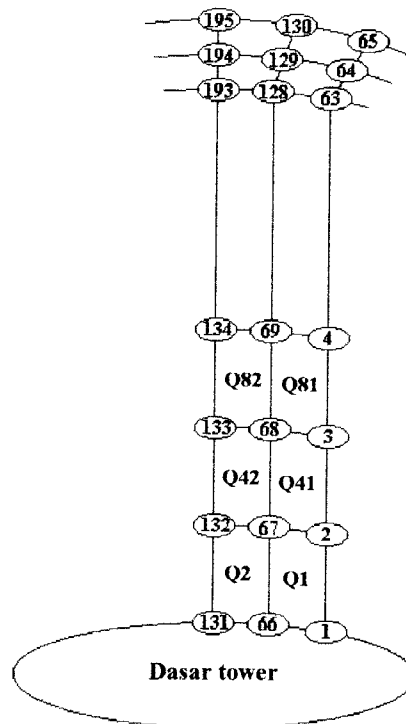
Hal ini dilakukan sebagai upaya agar didapatkan model yang menyerupai bangunan aslinya, disamping dalam studi kasus permasalahan yang dijumpai sangat berbeda kondisinya dengan perencanaan. Dalam perencanaan struktur bangunan, bentuk bangunan dimaksud dapat direncanakan sesuai dengan keinginan dan kebutuhan perencana. Akan tetapi pada studi kasus bangunan telah ada, sehingga bagaimanapun kondisinya, penulis harus sedapat mungkin mengaktualisasikan dan menerjemahkan bentuk bangunan menjadi data masukan pada SAP 90 hingga akhirnya dapat divisualisasikan mendekati kenyataan.

Langkah awal yang dikerjakan dalam menuliskan data masukan yaitu setelah mempelajari gambar bangunan, maka ditentukan koordinat-koordinat dengan meng-



sumsikan badan bangunan tersusun dari elemen-elemen *shell* segi empat, terhadap sumbu-sumbu koordinat global X, Y dan Z (tiga dimensi).

Pada bangunan menara utama penomoran joint dimulai dari nomor joint 1 hingga nomor joint 2600, sedangkan shell dimulai dari nomor shell 1 hingga nomor shell 2560. Seperti dapat dilihat pada gambar berikut,



Gambar 4.1 Penomoran joint dan shell tower utama

Keterangan :

- a. Menara berbentuk lingkaran dengan garis tengah dalam 140 cm.
- b. Keliling menara dibagi menjadi 40 pias, dengan pias pertama dimulai dari nomor joint 1 sampai 65, demikian seterusnya hingga pias ke 40 dengan nomor joint 2536 sampai 2600.

Dari penomoran koordinat dan shell yang telah dilakukan di atas, maka selanjutnya dituliskan dalam baris-baris input data sesuai aturan penulisan SAP 90, sebagai mana disajikan berikut ini.

*Fugus Albi*  
**RECALCULATE MENARA KARTINI BATAN YOGYAKARTA**



```

SYSTEM
L=2 V=7
JOINTS
C ----- TOWER -----
8000 X=0 Y=0 Z=0
8001 X=0 Y=0 Z=30.75
  1 X=0.950 Y=0 Z=-1.75 A=8000,8001, 1,39,65,9
  2 X=0.947637 Y=0 Z=-1.00 A=8000,8001, 2,39,65,9
  3 X=0.946062 Y=0 Z=-.50 A=8000,8001, 3,39,65,9
  4 X=0.944488 Y=0 Z= .0 A=8000,8001, 4,39,65,9
  5 X=0.942913 Y=0 Z= .50 A=8000,8001, 5,39,65,9
  6 X=0.941338 Y=0 Z= 1.00 A=8000,8001, 6,39,65,9
  7 X=0.939763 Y=0 Z= 1.50 A=8000,8001, 7,39,65,9
  8 X=0.938188 Y=0 Z= 2.00 A=8000,8001, 8,39,65,9
  9 X=0.936614 Y=0 Z= 2.50 A=8000,8001, 9,39,65,9
 10 X=0.934251 Y=0 Z= 3.25 A=8000,8001,10,39,65,9
 11 X=0.932677 Y=0 Z= 3.75 A=8000,8001,11,39,65,9
 12 X=0.931102 Y=0 Z= 4.25 A=8000,8001,12,39,65,9
 13 X=0.929527 Y=0 Z= 4.75 A=8000,8001,13,39,65,9
 14 X=0.927952 Y=0 Z= 5.25 A=8000,8001,14,39,65,9
 15 X=0.926377 Y=0 Z= 5.75 A=8000,8001,15,39,65,9
 16 X=0.924803 Y=0 Z= 6.25 A=8000,8001,16,39,65,9
 17 X=0.923228 Y=0 Z= 6.75 A=8000,8001,17,39,65,9
 18 X=0.921653 Y=0 Z= 7.25 A=8000,8001,18,39,65,9
 19 X=0.920078 Y=0 Z= 7.75 A=8000,8001,19,39,65,9
 20 X=0.918503 Y=0 Z= 8.25 A=8000,8001,20,39,65,9
 21 X=0.916929 Y=0 Z= 8.75 A=8000,8001,21,39,65,9
 22 X=0.915354 Y=0 Z= 9.25 A=8000,8001,22,39,65,9
 23 X=0.913779 Y=0 Z= 9.75 A=8000,8001,23,39,65,9
 24 X=0.912204 Y=0 Z=10.25 A=8000,8001,24,39,65,9
 25 X=0.910629 Y=0 Z=10.75 A=8000,8001,25,39,65,9
 26 X=0.909055 Y=0 Z=11.25 A=8000,8001,26,39,65,9
 27 X=0.907480 Y=0 Z=11.75 A=8000,8001,27,39,65,9
 28 X=0.905905 Y=0 Z=12.50 A=8000,8001,28,39,65,9
 29 X=0.904330 Y=0 Z=13.00 A=8000,8001,29,39,65,9
 30 X=0.902755 Y=0 Z=13.50 A=8000,8001,30,39,65,9
 31 X=0.901181 Y=0 Z=14.00 A=8000,8001,31,39,65,9
 32 X=0.899606 Y=0 Z=14.50 A=8000,8001,32,39,65,9
 33 X=0.898031 Y=0 Z=15.00 A=8000,8001,33,39,65,9
 34 X=0.896456 Y=0 Z=15.50 A=8000,8001,34,39,65,9
 35 X=0.894881 Y=0 Z=16.00 A=8000,8001,35,39,65,9
 36 X=0.893307 Y=0 Z=16.50 A=8000,8001,36,39,65,9
 37 X=0.891732 Y=0 Z=17.00 A=8000,8001,37,39,65,9
 38 X=0.890157 Y=0 Z=17.50 A=8000,8001,38,39,65,9
 39 X=0.888582 Y=0 Z=18.00 A=8000,8001,39,39,65,9
 40 X=0.887007 Y=0 Z=18.50 A=8000,8001,40,39,65,9
 41 X=0.885433 Y=0 Z=19.00 A=8000,8001,41,39,65,9
 42 X=0.883858 Y=0 Z=19.50 A=8000,8001,42,39,65,9
 43 X=0.882283 Y=0 Z=20.00 A=8000,8001,43,39,65,9
 44 X=0.880708 Y=0 Z=20.50 A=8000,8001,44,39,65,9
 45 X=0.879133 Y=0 Z=21.00 A=8000,8001,45,39,65,9
 46 X=0.877559 Y=0 Z=21.50 A=8000,8001,46,39,65,9
 47 X=0.875984 Y=0 Z=22.00 A=8000,8001,47,39,65,9
 48 X=0.874409 Y=0 Z=22.50 A=8000,8001,48,39,65,9
 49 X=0.872834 Y=0 Z=23.00 A=8000,8001,49,39,65,9
 50 X=0.871259 Y=0 Z=23.50 A=8000,8001,50,39,65,9
 51 X=0.869685 Y=0 Z=24.00 A=8000,8001,51,39,65,9

```

52	X=0.868110	Y=0	Z=24.50	A=8000,8001,52,39,65,9
53	X=0.866535	Y=0	Z=25.00	A=8000,8001,53,39,65,9
54	X=0.864960	Y=0	Z=25.50	A=8000,8001,54,39,65,9
55	X=0.863385	Y=0	Z=26.00	A=8000,8001,55,39,65,9
56	X=0.861811	Y=0	Z=26.50	A=8000,8001,56,39,65,9
57	X=0.860236	Y=0	Z=27.00	A=8000,8001,57,39,65,9
58	X=0.858661	Y=0	Z=27.50	A=8000,8001,58,39,65,9
59	X=0.857086	Y=0	Z=28.00	A=8000,8001,59,39,65,9
60	X=0.855511	Y=0	Z=28.50	A=8000,8001,60,39,65,9
61	X=0.853937	Y=0	Z=29.00	A=8000,8001,61,39,65,9
62	X=0.852362	Y=0	Z=29.50	A=8000,8001,62,39,65,9
63	X=0.850	Y=0	Z=30.00	A=8000,8001,63,39,65,9
64	X=1.35	Y=0	Z=30.00	A=8000,8001,64,39,65,9
65	X=1.85	Y=0	Z=30.00	A=8000,8001,65,39,65,9

C ----- SAYAP 1 (X+ ; Yo) -----

2601	X=1.25	Y=0	Z=-1.75	
2602	X=1.25	Y=0	Z=-1.00	Q= 1,2601, 2,2602,2600,1
2609	X=1.25	Y=0	Z= 2.50	Q= 2,2602, 9,2609,2600,1
2610	X=1.25	Y=0	Z= 3.25	Q= 9,2609,10,2610,2600,1
2627	X=1.25	Y=0	Z=11.75	Q=10,2610,27,2627,2600,1
2628	X=1.25	Y=0	Z=12.50	Q=27,2627,28,2628,2600,1
2629	X=1.50	Y=0	Z=-1.75	
2630	X=1.50	Y=0	Z=-1.00	Q=2601,2629,2602,2630,28,1
2637	X=1.50	Y=0	Z= 2.50	Q=2602,2630,2609,2637,28,1
2638	X=1.50	Y=0	Z= 3.25	Q=2609,2637,2610,2638,28,1
2645	X=1.50	Y=0	Z= 6.75	Q=2610,2638,2617,2645,28,1
2651	X=1.50	Y=0	Z= 7.00	Q=2617,2645,2623,2651,28,6
2652	X=2.00	Y=0	Z=-1.75	
2653	X=2.00	Y=0	Z=-1.00	Q=2629,2652,2630,2653,23,1
2660	X=2.00	Y=0	Z= 2.50	Q=2630,2653,2637,2660,23,1
2661	X=2.00	Y=0	Z= 3.25	Q=2637,2660,2638,2661,23,1
2662	X=2.00	Y=0	Z= 3.75	Q=2638,2661,2639,2662,23,1
2674	X=2.00	Y=0	Z= 4.00	Q=2639,2662,2651,2674,23,12
2675	X=2.50	Y=0	Z=-1.75	
2676	X=2.50	Y=0	Z=-1.00	Q=2652,2675,2653,2676,23,1
2682	X=2.50	Y=0	Z= 2.00	Q=2653,2676,2659,2682,23,1
2697	X=2.50	Y=0	Z= 2.25	Q=2659,2682,2674,2697,23,15
2698	X=3.00	Y=0	Z=-1.75	
2699	X=3.00	Y=0	Z=-1.00	Q=2675,2698,2676,2699,23,1
2702	X=3.00	Y=0	Z= .50	Q=2676,2699,2679,2702,23,1
2720	X=3.00	Y=0	Z= 1.00	Q=2679,2702,2697,2720,23,18
2721	X=3.50	Y=0	Z=-1.75	
2722	X=3.50	Y=0	Z=-1.00	Q=2698,2721,2699,2722,23,1
2724	X=3.50	Y=0	Z= .00	Q=2699,2722,2701,2724,23,1
2743	X=3.50	Y=0	Z= .25	Q=2701,2724,2720,2743,23,19
2744	X=4.00	Y=0	Z=-1.75	
2745	X=4.00	Y=0	Z=-1.00	Q=2721,2744,2722,2745,23,1
2746	X=4.00	Y=0	Z= -.50	Q=2722,2745,2723,2746,23,1
2766	X=4.00	Y=0	Z= -.10	Q=2723,2746,2743,2766,23,20
2767	X=4.25	Y=0	Z= -.40	
2787	X=4.25	Y=0	Z= -.20	Q=2746,2767,2766,2787,21,20
2788	X=4.50	Y=0	Z= -.40	
2808	X=4.50	Y=0	Z= -.20	Q=2767,2788,2787,2808,21,20

C ----- SAYAP 2 (X+ ; Y+) -----

2809	X= .883884	Y= .883884	Z=-1.75	
2810	X= .883884	Y= .883884	Z=-1.00	Q=326,2809,327,2810,2483,1
2817	X= .883884	Y= .883884	Z= 2.50	Q=327,2810,334,2817,2483,1
2818	X= .883884	Y= .883884	Z= 3.25	Q=334,2817,335,2818,2483,1
2835	X= .883884	Y= .883884	Z=11.75	Q=335,2818,352,2835,2483,1
2836	X= .883884	Y= .883884	Z=12.50	Q=352,2835,353,2836,2483,1
2837	X=1.060660	Y=1.060660	Z=-1.75	
2838	X=1.060660	Y=1.060660	Z=-1.00	Q=2809,2837,2810,2838,28,1
2845	X=1.060660	Y=1.060660	Z= 2.50	Q=2810,2838,2817,2845,28,1
2846	X=1.060660	Y=1.060660	Z= 3.25	Q=2817,2845,2818,2846,28,1
2853	X=1.060660	Y=1.060660	Z= 6.75	Q=2818,2846,2825,2853,28,1
2859	X=1.060660	Y=1.060660	Z= 7.00	Q=2825,2853,2831,2859,28,6
2860	X=1.414214	Y=1.414214	Z=-1.75	

2861	X=1.414214	Y=1.414214	Z=-1.00	Q=2837,2860,2838,2861,23,1
2868	X=1.414214	Y=1.414214	Z= 2.50	Q=2838,2861,2845,2868,23,1
2869	X=1.414214	Y=1.414214	Z= 3.25	Q=2845,2868,2846,2869,23,1
2870	X=1.414214	Y=1.414214	Z= 3.75	Q=2846,2869,2847,2870,23,1
2882	X=1.414214	Y=1.414214	Z= 4.00	Q=2847,2870,2859,2882,23,12
2883	X=1.767768	Y=1.767768	Z=-1.75	
2884	X=1.767768	Y=1.767768	Z=-1.00	Q=2860,2883,2861,2884,23,1
2890	X=1.767768	Y=1.767768	Z= 2.00	Q=2861,2884,2867,2890,23,1
2905	X=1.767768	Y=1.767768	Z= 2.25	Q=2867,2890,2882,2905,23,15
2906	X=2.121321	Y=2.121321	Z=-1.75	
2907	X=2.121321	Y=2.121321	Z=-1.00	Q=2883,2906,2884,2907,23,1
2910	X=2.121321	Y=2.121321	Z= .50	Q=2884,2907,2887,2910,23,1
2928	X=2.121321	Y=2.121321	Z= 1.00	Q=2887,2910,2905,2928,23,18
2929	X=2.474875	Y=2.474875	Z=-1.75	
2930	X=2.474875	Y=2.474875	Z=-1.00	Q=2906,2929,2907,2930,23,1
2932	X=2.474875	Y=2.474875	Z= .00	Q=2907,2930,2909,2932,23,1
2951	X=2.474875	Y=2.474875	Z= .25	Q=2909,2932,2928,2951,23,19
2952	X=2.828429	Y=2.828429	Z=-1.75	
2953	X=2.828429	Y=2.828429	Z=-1.00	Q=2929,2952,2930,2953,23,1
2954	X=2.828429	Y=2.828429	Z= -.50	Q=2930,2953,2931,2954,23,1
2974	X=2.828429	Y=2.828429	Z= -.10	Q=2931,2954,2951,2974,23,20
2975	X=3.005205	Y=3.005205	Z= -.40	
2995	X=3.005205	Y=3.005205	Z= -.20	Q=2954,2975,2974,2995,21,20
2996	X=3.181982	Y=3.181982	Z= -.40	
3016	X=3.181982	Y=3.181982	Z= -.20	Q=2975,2996,2995,3016,21,20

C ----- SAYAP 3 (Xo ; Y+) -----

3017	X=0	Y=1.25	Z=-1.75	
3018	X=0	Y=1.25	Z=-1.00	Q=651,3017,652,3018,2366,1
3025	X=0	Y=1.25	Z= 2.50	Q=652,3018,659,3025,2366,1
3026	X=0	Y=1.25	Z= 3.25	Q=659,3025,660,3026,2366,1
3043	X=0	Y=1.25	Z=11.75	Q=660,3026,677,3043,2366,1
3044	X=0	Y=1.25	Z=12.50	Q=677,3043,678,3044,2366,1
3045	X=0	Y=1.50	Z=-1.75	
3046	X=0	Y=1.50	Z=-1.00	Q=3017,3045,3018,3046,28,1
3053	X=0	Y=1.50	Z= 2.50	Q=3018,3046,3025,3053,28,1
3054	X=0	Y=1.50	Z= 3.25	Q=3025,3053,3026,3054,28,1
3061	X=0	Y=1.50	Z= 6.75	Q=3026,3054,3033,3061,28,1
3067	X=0	Y=1.50	Z= 7.00	Q=3033,3061,3039,3067,28,6
3068	X=0	Y=2.00	Z=-1.75	
3069	X=0	Y=2.00	Z=-1.00	Q=3045,3068,3046,3069,23,1
3076	X=0	Y=2.00	Z= 2.50	Q=3046,3069,3053,3076,23,1
3077	X=0	Y=2.00	Z= 3.25	Q=3053,3076,3054,3077,23,1
3078	X=0	Y=2.00	Z= 3.75	Q=3054,3077,3055,3078,23,1
3090	X=0	Y=2.00	Z= 4.00	Q=3055,3078,3067,3090,23,12
3091	X=0	Y=2.50	Z=-1.75	
3092	X=0	Y=2.50	Z=-1.00	Q=3068,3091,3069,3092,23,1
3098	X=0	Y=2.50	Z= 2.00	Q=3069,3092,3075,3098,23,1
3113	X=0	Y=2.50	Z= 2.25	Q=3075,3098,3090,3113,23,15
3114	X=0	Y=3.00	Z=-1.75	
3115	X=0	Y=3.00	Z=-1.00	Q=3091,3114,3092,3115,23,1
3118	X=0	Y=3.00	Z= .50	Q=3092,3115,3095,3118,23,1
3136	X=0	Y=3.00	Z= 1.00	Q=3095,3118,3113,3136,23,18
3137	X=0	Y=3.50	Z=-1.75	
3138	X=0	Y=3.50	Z=-1.00	Q=3114,3137,3115,3138,23,1
3140	X=0	Y=3.50	Z= .00	Q=3115,3138,3117,3140,23,1
3159	X=0	Y=3.50	Z= .25	Q=3117,3140,3136,3159,23,19
3160	X=0	Y=4.00	Z=-1.75	
3161	X=0	Y=4.00	Z=-1.00	Q=3137,3160,3138,3161,23,1
3162	X=0	Y=4.00	Z= -.50	Q=3138,3161,3139,3162,23,1
3182	X=0	Y=4.00	Z= -.10	Q=3139,3162,3159,3182,23,20
3183	X=0	Y=4.25	Z= -.40	
3203	X=0	Y=4.25	Z= -.20	Q=3162,3183,3182,3203,21,20
3204	X=0	Y=4.50	Z= -.40	
3224	X=0	Y=4.50	Z= -.20	Q=3183,3204,3203,3224,21,20

C ----- SAYAP 4 (X- ; Y+) -----

3225	X=-.883884	Y=.883884	Z=-1.75	
3226	X=-.883884	Y=.883884	Z=-1.00	Q= 976,3225, 977,3226,2249,1

3233	X=-.883884	Y=.883884	Z= 2.50	Q= 977,3226, 984,3233,2249,1
3234	X=-.883884	Y=.883884	Z= 3.25	Q= 984,3233, 985,3234,2249,1
3251	X=-.883884	Y=.883884	Z=11.75	Q= 985,3234,1002,3251,2249,1
3252	X=-.883884	Y=.883884	Z=12.50	Q=1002,3251,1003,3252,2249,1
3253	X=-1.060660	Y=1.060660	Z=-1.75	
3254	X=-1.060660	Y=1.060660	Z=-1.00	Q=3225,3253,3226,3254,28,1
3261	X=-1.060660	Y=1.060660	Z= 2.50	Q=3226,3254,3233,3261,28,1
3262	X=-1.060660	Y=1.060660	Z= 3.25	Q=3233,3261,3234,3262,28,1
3269	X=-1.060660	Y=1.060660	Z= 6.75	Q=3234,3262,3241,3269,28,1
3275	X=-1.060660	Y=1.060660	Z= 7.00	Q=3241,3269,3247,3275,28,6
3276	X=-1.414214	Y=1.414214	Z=-1.75	
3277	X=-1.414214	Y=1.414214	Z=-1.00	Q=3253,3276,3254,3277,23,1
3284	X=-1.414214	Y=1.414214	Z= 2.50	Q=3254,3277,3261,3284,23,1
3285	X=-1.414214	Y=1.414214	Z= 3.25	Q=3261,3284,3262,3285,23,1
3286	X=-1.414214	Y=1.414214	Z= 3.75	Q=3262,3285,3263,3286,23,1
3298	X=-1.414214	Y=1.414214	Z= 4.00	Q=3263,3286,3275,3298,23,12
3299	X=-1.767768	Y=1.767768	Z=-1.75	
3300	X=-1.767768	Y=1.767768	Z=-1.00	Q=3276,3299,3277,3300,23,1
3306	X=-1.767768	Y=1.767768	Z= 2.00	Q=3277,3300,3283,3306,23,1
3321	X=-1.767768	Y=1.767768	Z= 2.25	Q=3283,3306,3298,3321,23,15
3322	X=-2.121321	Y=2.121321	Z=-1.75	
3323	X=-2.121321	Y=2.121321	Z=-1.00	Q=3299,3322,3300,3323,23,1
3326	X=-2.121321	Y=2.121321	Z= .50	Q=3300,3323,3303,3326,23,1
3344	X=-2.121321	Y=2.121321	Z= 1.00	Q=3303,3326,3321,3344,23,18
3345	X=-2.474875	Y=2.474875	Z=-1.75	
3346	X=-2.474875	Y=2.474875	Z=-1.00	Q=3322,3345,3323,3346,23,1
3348	X=-2.474875	Y=2.474875	Z= .00	Q=3323,3346,3325,3348,23,1
3367	X=-2.474875	Y=2.474875	Z= .25	Q=3325,3348,3344,3367,23,19
3368	X=-2.828429	Y=2.828429	Z=-1.75	
3369	X=-2.828429	Y=2.828429	Z=-1.00	Q=3345,3368,3346,3369,23,1
3370	X=-2.828429	Y=2.828429	Z= -.50	Q=3346,3369,3347,3370,23,1
3390	X=-2.828429	Y=2.828429	Z= -.10	Q=3347,3370,3367,3390,23,20
3391	X=-3.005205	Y=3.005205	Z= -.40	
3411	X=-3.005205	Y=3.005205	Z= -.20	Q=3370,3391,3390,3411,21,20
3412	X=-3.181982	Y=3.181982	Z= -.40	
3432	X=-3.181982	Y=3.181982	Z= -.20	Q=3391,3412,3411,3432,21,20
<b>C ----- SAYAP 5 (X- ; Yo) -----</b>				
3433	X=-1.25	Y=0	Z=-1.75	
3434	X=-1.25	Y=0	Z=-1.00	Q=1301,3433,1302,3434,2132,1
3441	X=-1.25	Y=0	Z= 2.50	Q=1302,3434,1309,3441,2132,1
3442	X=-1.25	Y=0	Z= 3.25	Q=1309,3441,1310,3442,2132,1
3459	X=-1.25	Y=0	Z=11.75	Q=1310,3442,1327,3459,2132,1
3460	X=-1.25	Y=0	Z=12.50	Q=1327,3459,1328,3460,2132,1
3461	X=-1.50	Y=0	Z=-1.75	
3462	X=-1.50	Y=0	Z=-1.00	Q=3433,3461,3434,3462,28,1
3469	X=-1.50	Y=0	Z= 2.50	Q=3434,3462,3441,3469,28,1
3470	X=-1.50	Y=0	Z= 3.25	Q=3441,3469,3442,3470,28,1
3477	X=-1.50	Y=0	Z= 6.75	Q=3442,3470,3449,3477,28,1
3483	X=-1.50	Y=0	Z= 7.00	Q=3449,3477,3455,3483,28,6
3484	X=-2.00	Y=0	Z=-1.75	
3485	X=-2.00	Y=0	Z=-1.00	Q=3461,3484,3462,3485,23,1
3492	X=-2.00	Y=0	Z= 2.50	Q=3462,3485,3469,3492,23,1
3493	X=-2.00	Y=0	Z= 3.25	Q=3469,3492,3470,3493,23,1
3494	X=-2.00	Y=0	Z= 3.75	Q=3470,3493,3471,3494,23,1
3506	X=-2.00	Y=0	Z= 4.00	Q=3471,3494,3483,3506,23,12
3507	X=-2.50	Y=0	Z=-1.75	
3508	X=-2.50	Y=0	Z=-1.00	Q=3484,3507,3485,3508,23,1
3514	X=-2.50	Y=0	Z= 2.00	Q=3485,3508,3491,3514,23,1
3529	X=-2.50	Y=0	Z= 2.25	Q=3491,3514,3506,3529,23,15
3530	X=-3.00	Y=0	Z=-1.75	
3531	X=-3.00	Y=0	Z=-1.00	Q=3507,3530,3508,3531,23,1
3534	X=-3.00	Y=0	Z= .50	Q=3508,3531,3511,3534,23,1
3552	X=-3.00	Y=0	Z= 1.00	Q=3511,3534,3529,3552,23,18
3553	X=-3.50	Y=0	Z=-1.75	
3554	X=-3.50	Y=0	Z=-1.00	Q=3530,3553,3531,3554,23,1
3556	X=-3.50	Y=0	Z= .00	Q=3531,3554,3533,3556,23,1
3575	X=-3.50	Y=0	Z= .25	Q=3533,3556,3552,3575,23,19

3576	X=-4.00	Y=0	Z=-1.75	
3577	X=-4.00	Y=0	Z=-1.00	Q=3553, 3576, 3554, 3577, 23, 1
3578	X=-4.00	Y=0	Z= - .50	Q=3554, 3577, 3555, 3578, 23, 1
3598	X=-4.00	Y=0	Z= - .10	Q=3555, 3578, 3575, 3598, 23, 20
3599	X=-4.25	Y=0	Z= - .40	
3619	X=-4.25	Y=0	Z= - .20	Q=3578, 3599, 3598, 3619, 21, 20
3620	X=-4.50	Y=0	Z= - .40	
3640	X=-4.50	Y=0	Z= - .20	Q=3599, 3620, 3619, 3640, 21, 20
<b>C ----- SAYAP 6 (X- ; Y-) -----</b>				
3641	X=- .883884	Y=- .883884	Z=-1.75	
3642	X=- .883884	Y=- .883884	Z=-1.00	Q=1626, 3641, 1627, 3642, 2015, 1
3649	X=- .883884	Y=- .883884	Z= 2.50	Q=1627, 3642, 1634, 3649, 2015, 1
3650	X=- .883884	Y=- .883884	Z= 3.25	Q=1634, 3649, 1635, 3650, 2015, 1
3667	X=- .883884	Y=- .883884	Z=11.75	Q=1635, 3650, 1652, 3667, 2015, 1
3668	X=- .883884	Y=- .883884	Z=12.50	Q=1652, 3667, 1653, 3668, 2015, 1
3669	X=-1.060660	Y=-1.060660	Z=-1.75	
3670	X=-1.060660	Y=-1.060660	Z=-1.00	Q=3641, 3669, 3642, 3670, 28, 1
3677	X=-1.060660	Y=-1.060660	Z= 2.50	Q=3642, 3670, 3649, 3677, 28, 1
3678	X=-1.060660	Y=-1.060660	Z= 3.25	Q=3649, 3677, 3650, 3678, 28, 1
3685	X=-1.060660	Y=-1.060660	Z= 6.75	Q=3650, 3678, 3657, 3685, 28, 1
3691	X=-1.060660	Y=-1.060660	Z= 7.00	Q=3657, 3685, 3663, 3691, 28, 6
3692	X=-1.414214	Y=-1.414214	Z=-1.75	
3693	X=-1.414214	Y=-1.414214	Z=-1.00	Q=3669, 3692, 3670, 3693, 23, 1
3700	X=-1.414214	Y=-1.414214	Z= 2.50	Q=3670, 3693, 3677, 3700, 23, 1
3701	X=-1.414214	Y=-1.414214	Z= 3.25	Q=3677, 3700, 3678, 3701, 23, 1
3702	X=-1.414214	Y=-1.414214	Z= 3.75	Q=3678, 3701, 3679, 3702, 23, 1
3714	X=-1.414214	Y=-1.414214	Z= 4.00	Q=3679, 3702, 3691, 3714, 23, 12
3715	X=-1.767768	Y=-1.767768	Z=-1.75	
3716	X=-1.767768	Y=-1.767768	Z=-1.00	Q=3692, 3715, 3693, 3716, 23, 1
3722	X=-1.767768	Y=-1.767768	Z= 2.00	Q=3693, 3716, 3699, 3722, 23, 1
3737	X=-1.767768	Y=-1.767768	Z= 2.25	Q=3699, 3722, 3714, 3737, 23, 15
3738	X=-2.121321	Y=-2.121321	Z=-1.75	
3739	X=-2.121321	Y=-2.121321	Z=-1.00	Q=3715, 3738, 3716, 3739, 23, 1
3742	X=-2.121321	Y=-2.121321	Z= .50	Q=3716, 3739, 3719, 3742, 23, 1
3760	X=-2.121321	Y=-2.121321	Z= 1.00	Q=3719, 3742, 3737, 3760, 23, 18
3761	X=-2.474875	Y=-2.474875	Z=-1.75	
3762	X=-2.474875	Y=-2.474875	Z=-1.00	Q=3738, 3761, 3739, 3762, 23, 1
3764	X=-2.474875	Y=-2.474875	Z= .00	Q=3739, 3762, 3741, 3764, 23, 1
3783	X=-2.474875	Y=-2.474875	Z= .25	Q=3741, 3764, 3760, 3783, 23, 19
3784	X=-2.828429	Y=-2.828429	Z=-1.75	
3785	X=-2.828429	Y=-2.828429	Z=-1.00	Q=3761, 3784, 3762, 3785, 23, 1
3786	X=-2.828429	Y=-2.828429	Z= -.50	Q=3762, 3785, 3763, 3786, 23, 1
3806	X=-2.828429	Y=-2.828429	Z= -.10	Q=3763, 3786, 3783, 3806, 23, 20
3807	X=-3.005205	Y=-3.005205	Z= -.40	
3827	X=-3.005205	Y=-3.005205	Z= -.20	Q=3786, 3807, 3806, 3827, 21, 20
3828	X=-3.181982	Y=-3.181982	Z= -.40	
3848	X=-3.181982	Y=-3.181982	Z= -.20	Q=3807, 3828, 3827, 3848, 21, 20
<b>C ----- SAYAP 7 (Xo ; Y-) -----</b>				
3849	X=0	Y=-1.25	Z=-1.75	
3850	X=0	Y=-1.25	Z=-1.00	Q=1951, 3849, 1952, 3850, 1898, 1
3857	X=0	Y=-1.25	Z= 2.50	Q=1952, 3850, 1959, 3857, 1898, 1
3858	X=0	Y=-1.25	Z= 3.25	Q=1959, 3857, 1960, 3858, 1898, 1
3875	X=0	Y=-1.25	Z=11.75	Q=1960, 3858, 1977, 3875, 1898, 1
3876	X=0	Y=-1.25	Z=12.50	Q=1977, 3875, 1978, 3876, 1898, 1
3877	X=0	Y=-1.50	Z=-1.75	
3878	X=0	Y=-1.50	Z=-1.00	Q=3849, 3877, 3850, 3878, 28, 1
3885	X=0	Y=-1.50	Z= 2.50	Q=3850, 3878, 3857, 3885, 28, 1
3886	X=0	Y=-1.50	Z= 3.25	Q=3857, 3885, 3858, 3886, 28, 1
3893	X=0	Y=-1.50	Z= 6.75	Q=3858, 3886, 3865, 3893, 28, 1
3899	X=0	Y=-1.50	Z= 7.00	Q=3865, 3893, 3871, 3899, 28, 6
3900	X=0	Y=-2.00	Z=-1.75	
3901	X=0	Y=-2.00	Z=-1.00	Q=3877, 3900, 3878, 3901, 23, 1
3908	X=0	Y=-2.00	Z= 2.50	Q=3878, 3901, 3885, 3908, 23, 1
3909	X=0	Y=-2.00	Z= 3.25	Q=3885, 3908, 3886, 3909, 23, 1
3910	X=0	Y=-2.00	Z= 3.75	Q=3886, 3909, 3887, 3910, 23, 1
3922	X=0	Y=-2.00	Z= 4.00	Q=3887, 3910, 3899, 3922, 23, 12
3923	X=0	Y=-2.50	Z=-1.75	

3924	X=0	Y=-2.50	Z=-1.00	Q=3900, 3923, 3901, 3924, 23, 1
3930	X=0	Y=-2.50	Z= 2.00	Q=3901, 3924, 3907, 3930, 23, 1
3945	X=0	Y=-2.50	Z= 2.25	Q=3907, 3930, 3922, 3945, 23, 15
3946	X=0	Y=-3.00	Z=-1.75	
3947	X=0	Y=-3.00	Z=-1.00	Q=3923, 3946, 3924, 3947, 23, 1
3950	X=0	Y=-3.00	Z= .50	Q=3924, 3947, 3927, 3950, 23, 1
3968	X=0	Y=-3.00	Z= 1.00	Q=3927, 3950, 3945, 3968, 23, 18
3969	X=0	Y=-3.50	Z=-1.75	
3970	X=0	Y=-3.50	Z=-1.00	Q=3946, 3969, 3947, 3970, 23, 1
3972	X=0	Y=-3.50	Z= .00	Q=3947, 3970, 3949, 3972, 23, 1
3991	X=0	Y=-3.50	Z= .25	Q=3949, 3972, 3968, 3991, 23, 19
3992	X=0	Y=-4.00	Z=-1.75	
3993	X=0	Y=-4.00	Z=-1.00	Q=3969, 3992, 3970, 3993, 23, 1
3994	X=0	Y=-4.00	Z= -.50	Q=3970, 3993, 3971, 3994, 23, 1
4014	X=0	Y=-4.00	Z= -.10	Q=3971, 3994, 3991, 4014, 23, 20
4015	X=0	Y=-4.25	Z= -.40	
4035	X=0	Y=-4.25	Z= -.20	Q=3994, 4015, 4014, 4035, 21, 20
4036	X=0	Y=-4.50	Z= -.40	
4056	X=0	Y=-4.50	Z= -.20	Q=4015, 4036, 4035, 4056, 21, 20
<b>C ----- SAYAP 8 (X+ ; Y-) -----</b>				
4057	X= .883884	Y=- .883884	Z=-1.75	
4058	X= .883884	Y=- .883884	Z=-1.00	Q=2276, 4057, 2277, 4058, 1781, 1
4065	X= .883884	Y=- .883884	Z= 2.50	Q=2277, 4058, 2284, 4065, 1781, 1
4066	X= .883884	Y=- .883884	Z= 3.25	Q=2284, 4065, 2285, 4066, 1781, 1
4083	X= .883884	Y=- .883884	Z=11.75	Q=2285, 4066, 2302, 4083, 1781, 1
4084	X= .883884	Y=- .883884	Z=12.50	Q=2302, 4083, 2303, 4084, 1781, 1
4085	X=1.060660	Y=-1.060660	Z=-1.75	
4086	X=1.060660	Y=-1.060660	Z=-1.00	Q=4057, 4085, 4058, 4086, 28, 1
4093	X=1.060660	Y=-1.060660	Z= 2.50	Q=4058, 4086, 4065, 4093, 28, 1
4094	X=1.060660	Y=-1.060660	Z= 3.25	Q=4065, 4093, 4066, 4094, 28, 1
4101	X=1.060660	Y=-1.060660	Z= 6.75	Q=4066, 4094, 4073, 4101, 28, 1
4107	X=1.060660	Y=-1.060660	Z= 7.00	Q=4073, 4101, 4079, 4107, 28, 6
4108	X=1.414214	Y=-1.414214	Z=-1.75	
4109	X=1.414214	Y=-1.414214	Z=-1.00	Q=4085, 4108, 4086, 4109, 23, 1
4116	X=1.414214	Y=-1.414214	Z= 2.50	Q=4086, 4109, 4093, 4116, 23, 1
4117	X=1.414214	Y=-1.414214	Z= 3.25	Q=4093, 4116, 4094, 4117, 23, 1
4118	X=1.414214	Y=-1.414214	Z= 3.75	Q=4094, 4117, 4095, 4118, 23, 1
4130	X=1.414214	Y=-1.414214	Z= 4.00	Q=4095, 4118, 4107, 4130, 23, 12
4131	X=1.767768	Y=-1.767768	Z=-1.75	
4132	X=1.767768	Y=-1.767768	Z=-1.00	Q=4108, 4131, 4109, 4132, 23, 1
4138	X=1.767768	Y=-1.767768	Z= 2.00	Q=4109, 4132, 4115, 4138, 23, 1
4153	X=1.767768	Y=-1.767768	Z= 2.25	Q=4115, 4138, 4130, 4153, 23, 15
4154	X=2.121321	Y=-2.121321	Z=-1.75	
4155	X=2.121321	Y=-2.121321	Z=-1.00	Q=4131, 4154, 4132, 4155, 23, 1
4158	X=2.121321	Y=-2.121321	Z= .50	Q=4132, 4155, 4135, 4158, 23, 1
4176	X=2.121321	Y=-2.121321	Z= 1.00	Q=4135, 4158, 4153, 4176, 23, 18
4177	X=2.474875	Y=-2.474875	Z=-1.75	
4178	X=2.474875	Y=-2.474875	Z=-1.00	Q=4154, 4177, 4155, 4178, 23, 1
4180	X=2.474875	Y=-2.474875	Z= .00	Q=4155, 4178, 4157, 4180, 23, 1
4199	X=2.474875	Y=-2.474875	Z= .25	Q=4157, 4180, 4176, 4199, 23, 19
4200	X=2.828429	Y=-2.828429	Z=-1.75	
4201	X=2.828429	Y=-2.828429	Z=-1.00	Q=4177, 4200, 4178, 4201, 23, 1
4202	X=2.828429	Y=-2.828429	Z= -.50	Q=4178, 4201, 4179, 4202, 23, 1
4222	X=2.828429	Y=-2.828429	Z= -.10	Q=4179, 4202, 4199, 4222, 23, 20
4223	X=3.005205	Y=-3.005205	Z= -.40	
4243	X=3.005205	Y=-3.005205	Z= -.20	Q=4202, 4223, 4222, 4243, 21, 20
4244	X=3.181982	Y=-3.181982	Z= -.40	
4264	X=3.181982	Y=-3.181982	Z= -.20	Q=4223, 4244, 4243, 4264, 21, 20

**RESTRAINTS**

8000	8001	1	R=1, 1, 1, 1, 1, 1	: JOINT PUSAT TOWER
1	2536	65	R=1, 1, 1, 1, 1, 1	: JOINT DASAR TOWER
2601	2629	28	R=1, 1, 1, 1, 1, 1	: JOINT DASAR SAYAP 1
2629	2744	23	R=1, 1, 1, 1, 1, 1	
2809	2837	28	R=1, 1, 1, 1, 1, 1	: JOINT DASAR SAYAP 2
2837	2952	23	R=1, 1, 1, 1, 1, 1	
3017	3045	28	R=1, 1, 1, 1, 1, 1	: JOINT DASAR SAYAP 3

3045	3160	23	R=1,1,1,1,1,1	
3225	3253	28	R=1,1,1,1,1,1	: JOINT DASAR SAYAP 4
3253	3368	23	R=1,1,1,1,1,1	
3433	3461	28	R=1,1,1,1,1,1	: JOINT DASAR SAYAP 5
3461	3576	23	R=1,1,1,1,1,1	
3641	3669	28	R=1,1,1,1,1,1	: JOINT DASAR SAYAP 6
3669	3784	23	R=1,1,1,1,1,1	
3849	3877	28	R=1,1,1,1,1,1	: JOINT DASAR SAYAP 7
3877	3992	23	R=1,1,1,1,1,1	
4057	4085	28	R=1,1,1,1,1,1	: JOINT DASAR SAYAP 8
4085	4200	23	R=1,1,1,1,1,1	

SHELL

C CONTROL INFORMATION DATA

C ----- TOWER -----

NM=1 Z=-1

C ----- MATERIAL SECTOR PROPERTIES -----

1 E=1.79125E7 U=0.2 W=24 M=24/9.8

C ----- ELEMENT LOCATION DATA -----

1	JQ=	1,	2,	66,	67	G=1,39	TH=.50	M=1	ETYPE=0
41	JQ=	2,	3,	67,	68	G=1,39	TH=.492913	M=1	ETYPE=0
81	JQ=	3,	4,	68,	69	G=1,39	TH=.488188	M=1	ETYPE=0
121	JQ=	4,	5,	69,	70	G=1,39	TH=.483465	M=1	ETYPE=0
161	JQ=	5,	6,	70,	71	G=1,39	TH=.478740	M=1	ETYPE=0
201	JQ=	6,	7,	71,	72	G=1,39	TH=.474016	M=1	ETYPE=0
241	JQ=	7,	8,	72,	73	G=1,39	TH=.469291	M=1	ETYPE=0
281	JQ=	8,	9,	73,	74	G=1,39	TH=.464567	M=1	ETYPE=0
321	JQ=	9,	10,	74,	75	G=1, 1	TH=.459843	M=1	ETYPE=0
325	JQ=	269,	270,	334,	335	G=1,35	TH=.459843	M=1	ETYPE=0
361	JQ=	10,	11,	75,	76	G=1,39	TH=.452756	M=1	ETYPE=0
401	JQ=	11,	12,	76,	77	G=1,39	TH=.448031	M=1	ETYPE=0
441	JQ=	12,	13,	77,	78	G=1,39	TH=.443307	M=1	ETYPE=0
481	JQ=	13,	14,	78,	79	G=1,39	TH=.438583	M=1	ETYPE=0
521	JQ=	14,	15,	79,	80	G=1,39	TH=.433858	M=1	ETYPE=0
561	JQ=	15,	16,	80,	81	G=1,39	TH=.424134	M=1	ETYPE=0
601	JQ=	16,	17,	81,	82	G=1,39	TH=.424406	M=1	ETYPE=0
641	JQ=	17,	18,	82,	83	G=1,39	TH=.419685	M=1	ETYPE=0
681	JQ=	18,	19,	83,	84	G=1,39	TH=.414961	M=1	ETYPE=0
721	JQ=	19,	20,	84,	85	G=1,39	TH=.405512	M=1	ETYPE=0
761	JQ=	20,	21,	85,	86	G=1,39	TH=.400787	M=1	ETYPE=0
801	JQ=	21,	22,	86,	87	G=1,39	TH=.396063	M=1	ETYPE=0
841	JQ=	22,	23,	87,	88	G=1,39	TH=.391339	M=1	ETYPE=0
881	JQ=	23,	24,	88,	89	G=1,39	TH=.386614	M=1	ETYPE=0
921	JQ=	24,	25,	89,	90	G=1,39	TH=.381890	M=1	ETYPE=0
961	JQ=	25,	26,	90,	91	G=1,39	TH=.377165	M=1	ETYPE=0
1001	JQ=	26,	27,	91,	92	G=1,39	TH=.372441	M=1	ETYPE=0
1041	JQ=	27,	28,	92,	93	G=1,39	TH=.365354	M=1	ETYPE=0
1081	JQ=	28,	29,	93,	94	G=1,39	TH=.360630	M=1	ETYPE=0
1121	JQ=	29,	30,	94,	95	G=1,39	TH=.355906	M=1	ETYPE=0
1161	JQ=	30,	31,	95,	96	G=1,39	TH=.351181	M=1	ETYPE=0
1201	JQ=	31,	32,	96,	97	G=1,39	TH=.346457	M=1	ETYPE=0
1241	JQ=	32,	33,	97,	98	G=1,39	TH=.341732	M=1	ETYPE=0
1281	JQ=	33,	34,	98,	99	G=1,39	TH=.337008	M=1	ETYPE=0
1321	JQ=	34,	35,	99,	100	G=1,39	TH=.332283	M=1	ETYPE=0
1361	JQ=	35,	36,	100,	101	G=1,39	TH=.327559	M=1	ETYPE=0
1401	JQ=	36,	37,	101,	102	G=1,39	TH=.322835	M=1	ETYPE=0
1441	JQ=	37,	38,	102,	103	G=1,39	TH=.318110	M=1	ETYPE=0
1481	JQ=	38,	39,	103,	104	G=1,39	TH=.313386	M=1	ETYPE=0
1521	JQ=	39,	40,	104,	105	G=1,39	TH=.308661	M=1	ETYPE=0
1561	JQ=	40,	41,	105,	106	G=1,39	TH=.303937	M=1	ETYPE=0
1601	JQ=	41,	42,	106,	107	G=1,39	TH=.299213	M=1	ETYPE=0
1641	JQ=	42,	43,	107,	108	G=1,39	TH=.294488	M=1	ETYPE=0
1681	JQ=	43,	44,	108,	109	G=1,39	TH=.289764	M=1	ETYPE=0
1721	JQ=	44,	45,	109,	110	G=1,39	TH=.285039	M=1	ETYPE=0
1761	JQ=	45,	46,	110,	111	G=1,39	TH=.280315	M=1	ETYPE=0
1801	JQ=	46,	47,	111,	112	G=1,39	TH=.275591	M=1	ETYPE=0
1841	JQ=	47,	48,	112,	113	G=1,39	TH=.270866	M=1	ETYPE=0



1881	JQ=	48,	49,113,114	G=1,39	TH=.266142	M=1	ETYPE=0
1921	JQ=	49,	50,114,115	G=1,39	TH=.261417	M=1	ETYPE=0
1961	JQ=	50,	51,115,116	G=1,39	TH=.256693	M=1	ETYPE=0
2001	JQ=	51,	52,116,117	G=1,39	TH=.251969	M=1	ETYPE=0
2041	JQ=	52,	53,117,118	G=1,39	TH=.247244	M=1	ETYPE=0
2081	JQ=	53,	54,118,119	G=1,39	TH=.242520	M=1	ETYPE=0
2121	JQ=	54,	55,119,120	G=1,39	TH=.237795	M=1	ETYPE=0
2161	JQ=	55,	56,120,121	G=1,39	TH=.233071	M=1	ETYPE=0
2201	JQ=	56,	57,121,122	G=1,39	TH=.228346	M=1	ETYPE=0
2241	JQ=	57,	58,122,123	G=1,39	TH=.223622	M=1	ETYPE=0
2281	JQ=	58,	59,123,124	G=1,39	TH=.218898	M=1	ETYPE=0
2321	JQ=	59,	60,124,125	G=1,39	TH=.214173	M=1	ETYPE=0
2361	JQ=	60,	61,125,126	G=1,39	TH=.209449	M=1	ETYPE=0
2401	JQ=	61,	62,126,127	G=1,39	TH=.204724	M=1	ETYPE=0
2441	JQ=	62,	63,127,128	G=1,39	TH=.20	M=1	ETYPE=0
2481	JQ=	63,	64,128,129	G=1,39	TH=.20	M=1	ETYPE=0
2521	JQ=	64,	65,129,130	G=1,39	TH=.20	M=1	ETYPE=0
40	JQ=	2536,	2537, 1, 2	G=1,1	TH=.50	M=1	ETYPE=0
80	JQ=	2537,	2538, 2, 3	G=1,1	TH=.492913	M=1	ETYPE=0
120	JQ=	2538,	2539, 3, 4	G=1,1	TH=.488188	M=1	ETYPE=0
160	JQ=	2539,	2540, 4, 5	G=1,1	TH=.483465	M=1	ETYPE=0
200	JQ=	2540,	2541, 5, 6	G=1,1	TH=.478740	M=1	ETYPE=0
240	JQ=	2541,	2542, 6, 7	G=1,1	TH=.474016	M=1	ETYPE=0
280	JQ=	2542,	2543, 7, 8	G=1,1	TH=.469291	M=1	ETYPE=0
320	JQ=	2543,	2544, 8, 9	G=1,1	TH=.464567	M=1	ETYPE=0
360	JQ=	2544,	2545, 9, 10	G=1,1	TH=.459843	M=1	ETYPE=0
400	JQ=	2545,	2546, 10, 11	G=1,1	TH=.452756	M=1	ETYPE=0
440	JQ=	2546,	2547, 11, 12	G=1,1	TH=.448031	M=1	ETYPE=0
480	JQ=	2547,	2548, 12, 13	G=1,1	TH=.443307	M=1	ETYPE=0
520	JQ=	2548,	2549, 13, 14	G=1,1	TH=.438583	M=1	ETYPE=0
560	JQ=	2549,	2550, 14, 15	G=1,1	TH=.433858	M=1	ETYPE=0
600	JQ=	2550,	2551, 15, 16	G=1,1	TH=.424134	M=1	ETYPE=0
640	JQ=	2551,	2552, 16, 17	G=1,1	TH=.424406	M=1	ETYPE=0
680	JQ=	2552,	2553, 17, 18	G=1,1	TH=.419685	M=1	ETYPE=0
720	JQ=	2553,	2554, 18, 19	G=1,1	TH=.414961	M=1	ETYPE=0
760	JQ=	2554,	2555, 19, 20	G=1,1	TH=.405512	M=1	ETYPE=0
800	JQ=	2555,	2556, 20, 21	G=1,1	TH=.400787	M=1	ETYPE=0
840	JQ=	2556,	2557, 21, 22	G=1,1	TH=.396063	M=1	ETYPE=0
880	JQ=	2557,	2558, 22, 23	G=1,1	TH=.391339	M=1	ETYPE=0
920	JQ=	2558,	2559, 23, 24	G=1,1	TH=.386614	M=1	ETYPE=0
960	JQ=	2559,	2560, 24, 25	G=1,1	TH=.381890	M=1	ETYPE=0
1000	JQ=	2560,	2561, 25, 26	G=1,1	TH=.377165	M=1	ETYPE=0
1040	JQ=	2561,	2562, 26, 27	G=1,1	TH=.372441	M=1	ETYPE=0
1080	JQ=	2562,	2563, 27, 28	G=1,1	TH=.365354	M=1	ETYPE=0
1120	JQ=	2563,	2564, 28, 29	G=1,1	TH=.360630	M=1	ETYPE=0
1160	JQ=	2564,	2565, 29, 30	G=1,1	TH=.355906	M=1	ETYPE=0
1200	JQ=	2565,	2566, 30, 31	G=1,1	TH=.351181	M=1	ETYPE=0
1240	JQ=	2566,	2567, 31, 32	G=1,1	TH=.346457	M=1	ETYPE=0
1280	JQ=	2567,	2568, 32, 33	G=1,1	TH=.341732	M=1	ETYPE=0
1320	JQ=	2568,	2569, 33, 34	G=1,1	TH=.337008	M=1	ETYPE=0
1360	JQ=	2569,	2570, 34, 35	G=1,1	TH=.332283	M=1	ETYPE=0
1400	JQ=	2570,	2571, 35, 36	G=1,1	TH=.327559	M=1	ETYPE=0
1440	JQ=	2571,	2572, 36, 37	G=1,1	TH=.322835	M=1	ETYPE=0
1480	JQ=	2572,	2573, 37, 38	G=1,1	TH=.318110	M=1	ETYPE=0
1520	JQ=	2573,	2574, 38, 39	G=1,1	TH=.313386	M=1	ETYPE=0
1560	JQ=	2574,	2575, 39, 40	G=1,1	TH=.308661	M=1	ETYPE=0
1600	JQ=	2575,	2576, 40, 41	G=1,1	TH=.303937	M=1	ETYPE=0
1640	JQ=	2576,	2577, 41, 42	G=1,1	TH=.299213	M=1	ETYPE=0
1680	JQ=	2577,	2578, 42, 43	G=1,1	TH=.294488	M=1	ETYPE=0
1720	JQ=	2578,	2579, 43, 44	G=1,1	TH=.289764	M=1	ETYPE=0
1760	JQ=	2579,	2580, 44, 45	G=1,1	TH=.285039	M=1	ETYPE=0
1800	JQ=	2580,	2581, 45, 46	G=1,1	TH=.280315	M=1	ETYPE=0
1840	JQ=	2581,	2582, 46, 47	G=1,1	TH=.275591	M=1	ETYPE=0
1880	JQ=	2582,	2583, 47, 48	G=1,1	TH=.270866	M=1	ETYPE=0
1920	JQ=	2583,	2584, 48, 49	G=1,1	TH=.266142	M=1	ETYPE=0
1960	JQ=	2584,	2585, 49, 50	G=1,1	TH=.261417	M=1	ETYPE=0
2000	JQ=	2585,	2586, 50, 51	G=1,1	TH=.256693	M=1	ETYPE=0

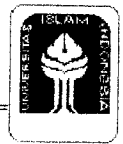


2040	JQ=2586,2587, 51, 52	G=1,1	TH=.251969	M=1	ETYPE=0
2080	JQ=2587,2588, 52, 53	G=1,1	TH=.247244	M=1	ETYPE=0
2120	JQ=2588,2589, 53, 54	G=1,1	TH=.242520	M=1	ETYPE=0
2160	JQ=2589,2590, 54, 55	G=1,1	TH=.237795	M=1	ETYPE=0
2200	JQ=2590,2591, 55, 56	G=1,1	TH=.233071	M=1	ETYPE=0
2240	JQ=2591,2592, 56, 57	G=1,1	TH=.228346	M=1	ETYPE=0
2280	JQ=2592,2593, 57, 58	G=1,1	TH=.223622	M=1	ETYPE=0
2320	JQ=2593,2594, 58, 59	G=1,1	TH=.218898	M=1	ETYPE=0
2360	JQ=2594,2595, 59, 60	G=1,1	TH=.214173	M=1	ETYPE=0
2400	JQ=2595,2596, 60, 61	G=1,1	TH=.209449	M=1	ETYPE=0
2440	JQ=2596,2597, 61, 62	G=1,1	TH=.204724	M=1	ETYPE=0
2480	JQ=2597,2598, 62, 63	G=1,1	TH=.20	M=1	ETYPE=0
2520	JQ=2598,2599, 63, 64	G=1,1	TH=.20	M=1	ETYPE=0
2560	JQ=2599,2600, 64, 65	G=1,1	TH=.20	M=1	ETYPE=0
C ----- SAYAP 1 (X+ ; Yo) -----					
2561	JQ= 1,2601, 2,2602	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2562	JQ= 2,2602, 3,2603	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2569	JQ= 9,2609, 10,2610	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2570	JQ= 10,2610, 11,2611	G=1, 17	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2587	JQ= 27,2627, 28,2628	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2588	JQ=2601,2629,2602,2630	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2589	JQ=2602,2630,2603,2631	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2596	JQ=2609,2637,2610,2638	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2597	JQ=2610,2638,2611,2639	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2604	JQ=2617,2645,2623,2651	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2605	JQ=2629,2652,2630,2653	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2606	JQ=2630,2653,2631,2654	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2613	JQ=2637,2660,2638,2661	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2614	JQ=2638,2661,2639,2662	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2615	JQ=2639,2662,2651,2674	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2616	JQ=2652,2675,2653,2676	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2617	JQ=2653,2676,2654,2677	G=1, 6	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2623	JQ=2659,2682,2674,2697	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2624	JQ=2675,2698,2676,2699	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2625	JQ=2676,2699,2677,2700	G=1, 3	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2628	JQ=2679,2702,2697,2720	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2629	JQ=2698,2721,2699,2722	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2630	JQ=2699,2722,2700,2723	G=1, 2	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2632	JQ=2701,2724,2720,2743	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2633	JQ=2721,2744,2722,2745	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2634	JQ=2722,2745,2723,2746	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2635	JQ=2723,2746,2743,2766	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2636	JQ=2746,2767,2766,2787	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2637	JQ=2767,2788,2787,2808	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
C ----- SAYAP 2 (X+ ; Y+) -----					
2638	JQ= 326,2809, 327,2810	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2639	JQ= 327,2810, 328,2811	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2646	JQ= 334,2817, 335,2818	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2647	JQ= 335,2818, 336,2819	G=1, 17	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2664	JQ= 352,2835, 353,2836	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2665	JQ=2809,2837,2810,2838	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2666	JQ=2810,2838,2811,2839	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2673	JQ=2817,2845,2818,2846	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2674	JQ=2818,2846,2819,2847	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2681	JQ=2825,2853,2831,2859	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2682	JQ=2837,2860,2838,2861	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2683	JQ=2838,2861,2839,2862	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2690	JQ=2845,2868,2846,2869	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2691	JQ=2846,2869,2847,2870	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2692	JQ=2847,2870,2859,2882	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2693	JQ=2860,2883,2861,2884	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2694	JQ=2861,2884,2862,2885	G=1, 6	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2700	JQ=2867,2890,2882,2905	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2701	JQ=2883,2906,2884,2907	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2702	JQ=2884,2907,2885,2908	G=1, 3	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2705	JQ=2887,2910,2905,2928	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2706	JQ=2906,2929,2907,2930	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0

2707	JQ=2907, 2930, 2908, 2931	G=1, 2	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2709	JQ=2909, 2932, 2928, 2951	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2710	JQ=2929, 2952, 2930, 2953	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2711	JQ=2930, 2953, 2931, 2954	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2712	JQ=2931, 2954, 2951, 2974	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2713	JQ=2954, 2975, 2974, 2995	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2714	JQ=2975, 2996, 2995, 3016	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
C ----- SAYAP 3 (Xo ; Y+) -----					
2715	JQ= 651, 3017, 652, 3018	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2716	JQ= 652, 3018, 653, 3019	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2723	JQ= 659, 3025, 660, 3026	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2724	JQ= 660, 3026, 661, 3027	G=1, 17	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2741	JQ= 677, 3043, 678, 3044	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2742	JQ=3017, 3045, 3018, 3046	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2743	JQ=3018, 3046, 3019, 3047	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2750	JQ=3025, 3053, 3026, 3054	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2751	JQ=3026, 3054, 3027, 3055	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2758	JQ=3033, 3061, 3039, 3067	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2759	JQ=3045, 3068, 3046, 3069	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2760	JQ=3046, 3069, 3047, 3070	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2767	JQ=3053, 3076, 3054, 3077	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2768	JQ=3054, 3077, 3055, 3078	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2769	JQ=3055, 3078, 3067, 3090	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2770	JQ=3068, 3091, 3069, 3092	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2771	JQ=3069, 3092, 3070, 3093	G=1, 6	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2777	JQ=3075, 3098, 3090, 3113	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2778	JQ=3091, 3114, 3092, 3115	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2779	JQ=3092, 3115, 3093, 3116	G=1, 3	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2782	JQ=3095, 3118, 3113, 3136	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2783	JQ=3114, 3137, 3115, 3138	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2784	JQ=3115, 3138, 3116, 3139	G=1, 2	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2786	JQ=3117, 3140, 3136, 3159	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2787	JQ=3137, 3160, 3138, 3161	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2788	JQ=3138, 3161, 3139, 3162	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2789	JQ=3139, 3162, 3159, 3182	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2790	JQ=3162, 3183, 3182, 3203	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2791	JQ=3183, 3204, 3203, 3224	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
C ----- SAYAP 4 (X- ; Y+) -----					
2792	JQ= 976, 3225, 977, 3226	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2793	JQ= 977, 3226, 978, 3227	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2800	JQ= 984, 3233, 985, 3234	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2801	JQ= 985, 3234, 986, 3235	G=1, 17	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2818	JQ=1002, 3251, 1003, 3252	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2819	JQ=3225, 3253, 3226, 3254	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2820	JQ=3226, 3254, 3227, 3255	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2827	JQ=3233, 3261, 3234, 3262	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2828	JQ=3234, 3262, 3235, 3263	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2835	JQ=3241, 3269, 3247, 3275	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2836	JQ=3253, 3276, 3254, 3277	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2837	JQ=3254, 3277, 3255, 3278	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2844	JQ=3261, 3284, 3262, 3285	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2845	JQ=3262, 3285, 3263, 3286	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2846	JQ=3263, 3286, 3275, 3298	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2847	JQ=3276, 3299, 3277, 3300	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2848	JQ=3277, 3300, 3278, 3301	G=1, 6	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2854	JQ=3283, 3306, 3298, 3321	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2855	JQ=3299, 3322, 3300, 3323	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2856	JQ=3300, 3323, 3301, 3324	G=1, 3	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2859	JQ=3303, 3326, 3321, 3344	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2860	JQ=3322, 3345, 3323, 3346	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2861	JQ=3323, 3346, 3324, 3347	G=1, 2	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2863	JQ=3325, 3348, 3344, 3367	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2864	JQ=3345, 3368, 3346, 3369	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2865	JQ=3346, 3369, 3347, 3370	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2866	JQ=3347, 3370, 3367, 3390	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2867	JQ=3370, 3391, 3390, 3411	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0
2868	JQ=3391, 3412, 3411, 3432	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYPE=0



C ----- SAYAP 5 (X- ; Yo) -----						
2869	JQ=1301, 3433, 1302, 3434	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2870	JQ=1302, 3434, 1303, 3435	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2877	JQ=1309, 3441, 1310, 3442	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2878	JQ=1310, 3442, 1311, 3443	G=1, 17	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2895	JQ=1327, 3459, 1328, 3460	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2896	JQ=3433, 3461, 3434, 3462	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2897	JQ=3434, 3462, 3435, 3463	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2904	JQ=3441, 3469, 3442, 3470	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2905	JQ=3442, 3470, 3443, 3471	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2912	JQ=3449, 3477, 3455, 3483	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2913	JQ=3461, 3484, 3462, 3485	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2914	JQ=3462, 3485, 3463, 3486	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2921	JQ=3469, 3492, 3470, 3493	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2922	JQ=3470, 3493, 3471, 3494	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2923	JQ=3471, 3494, 3483, 3506	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2924	JQ=3484, 3507, 3485, 3508	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2925	JQ=3485, 3508, 3486, 3509	G=1, 6	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2931	JQ=3491, 3514, 3506, 3529	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2932	JQ=3507, 3530, 3508, 3531	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2933	JQ=3508, 3531, 3509, 3532	G=1, 3	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2936	JQ=3511, 3534, 3529, 3552	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2937	JQ=3530, 3553, 3531, 3554	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2938	JQ=3531, 3554, 3532, 3555	G=1, 2	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2940	JQ=3533, 3556, 3552, 3575	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2941	JQ=3553, 3576, 3554, 3577	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2942	JQ=3554, 3577, 3555, 3578	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2943	JQ=3555, 3578, 3575, 3598	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2944	JQ=3578, 3599, 3598, 3619	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2945	JQ=3599, 3620, 3619, 3640	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
C ----- SAYAP 6 (X- ; Y-) -----						
2946	JQ=1626, 3641, 1627, 3642	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2947	JQ=1627, 3642, 1628, 3643	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2954	JQ=1634, 3649, 1635, 3650	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2955	JQ=1635, 3650, 1636, 3651	G=1, 17	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2972	JQ=1652, 3667, 1653, 3668	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2973	JQ=3641, 3669, 3642, 3670	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2974	JQ=3642, 3670, 3643, 3671	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2981	JQ=3649, 3677, 3650, 3678	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2982	JQ=3650, 3678, 3651, 3679	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2989	JQ=3657, 3685, 3662, 3691	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2990	JQ=3669, 3692, 3670, 3693	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2991	JQ=3670, 3693, 3671, 3694	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2998	JQ=3677, 3700, 3678, 3701	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
2999	JQ=3678, 3701, 3679, 3702	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3000	JQ=3679, 3702, 3691, 3714	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3001	JQ=3692, 3715, 3693, 3716	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3002	JQ=3693, 3716, 3694, 3717	G=1, 6	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3008	JQ=3699, 3722, 3714, 3737	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3009	JQ=3715, 3738, 3716, 3739	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3010	JQ=3716, 3739, 3717, 3740	G=1, 3	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3013	JQ=3719, 3742, 3737, 3760	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3014	JQ=3738, 3761, 3739, 3762	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3015	JQ=3739, 3762, 3740, 3763	G=1, 2	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3017	JQ=3741, 3764, 3760, 3783	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3018	JQ=3761, 3784, 3762, 3785	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3019	JQ=3762, 3785, 3763, 3786	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3020	JQ=3763, 3786, 3783, 3806	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3021	JQ=3786, 3807, 3806, 3827	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3022	JQ=3807, 3828, 3827, 3848	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
C ----- SAYAP 7 (Xo ; Y-) -----						
3023	JQ=1951, 3849, 1952, 3850	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3024	JQ=1952, 3850, 1953, 3851	G=1, 7	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3031	JQ=1959, 3857, 1960, 3858	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3032	JQ=1960, 3858, 1961, 3859	G=1, 17	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3049	JQ=1977, 3875, 1978, 3876	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0
3050	JQ=3849, 3877, 3850, 3878	G=1, 1	TH=.25	M=1	ETYP	E=0



3051 JQ=3850, 3878, 3851, 3879 G=1, 7 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3058 JQ=3857, 3885, 3858, 3886 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3059 JQ=3858, 3886, 3859, 3887 G=1, 7 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3066 JQ=3865, 3893, 3871, 3899 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3067 JQ=3877, 3900, 3878, 3901 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3068 JQ=3878, 3901, 3879, 3902 G=1, 7 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3075 JQ=3885, 3908, 3886, 3909 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3076 JQ=3886, 3909, 3887, 3910 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3077 JQ=3887, 3910, 3899, 3922 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3078 JQ=3900, 3923, 3901, 3924 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3079 JQ=3901, 3924, 3902, 3925 G=1, 6 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3085 JQ=3907, 3930, 3922, 3945 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3086 JQ=3923, 3946, 3924, 3947 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3087 JQ=3924, 3947, 3925, 3948 G=1, 3 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3090 JQ=3927, 3950, 3945, 3968 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3091 JQ=3946, 3969, 3947, 3970 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3092 JQ=3947, 3970, 3948, 3971 G=1, 2 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3094 JQ=3949, 3972, 3968, 3991 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3095 JQ=3969, 3992, 3970, 3993 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3096 JQ=3970, 3993, 3971, 3994 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3097 JQ=3971, 3994, 3991, 4014 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3098 JQ=3994, 4015, 4014, 4035 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3099 JQ=4015, 4036, 4035, 4056 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0

C ----- SAYAP 8 (X+ ; Y-) -----

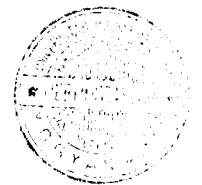
3100 JQ=2276, 4057, 2277, 4058 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3101 JQ=2277, 4058, 2278, 4059 G=1, 7 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3108 JQ=2284, 4065, 2285, 4066 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3109 JQ=2285, 4066, 2286, 4067 G=1, 17 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3126 JQ=2302, 4083, 2303, 4084 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3127 JQ=4057, 4085, 4058, 4086 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3128 JQ=4058, 4086, 4059, 4087 G=1, 7 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3135 JQ=4065, 4093, 4066, 4094 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3136 JQ=4066, 4094, 4067, 4095 G=1, 7 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3143 JQ=4073, 4101, 4079, 4107 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3144 JQ=4085, 4108, 4086, 4109 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3145 JQ=4086, 4109, 4087, 4110 G=1, 7 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3152 JQ=4093, 4116, 4094, 4117 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3153 JQ=4094, 4117, 4095, 4118 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3154 JQ=4095, 4118, 4107, 4130 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3155 JQ=4108, 4131, 4109, 4132 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3156 JQ=4109, 4132, 4110, 4133 G=1, 6 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3162 JQ=4115, 4138, 4130, 4153 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3163 JQ=4131, 4154, 4132, 4155 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3164 JQ=4132, 4155, 4133, 4156 G=1, 3 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3167 JQ=4135, 4158, 4153, 4176 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3168 JQ=4154, 4177, 4155, 4178 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3169 JQ=4155, 4178, 4156, 4179 G=1, 2 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3171 JQ=4157, 4180, 4176, 4199 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3172 JQ=4177, 4200, 4178, 4201 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3173 JQ=4178, 4201, 4179, 4202 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3174 JQ=4179, 4202, 4199, 4222 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3175 JQ=4202, 4223, 4222, 4243 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0  
 3176 JQ=4223, 4244, 4243, 4264 G=1, 1 TH=.25 M=1 ETYPE=0

:

SPEC

A=45 D=0.05 S=9.8

C	T	AP1	AP2	AP3
	.0	.0500	.0500	
	0.5	.0490	.0490	
	1.0	.0410	.0410	
	2.0	.0260	.0260	
	3.0	.0250	.0250	
	5.0	.0230	.0230	
	10.0	.0180	.0180	



```

15.0 .0130 .0130
20.0 .0080 .0080
25.0 .0030 .0030
28.0 .0000 .0000
:
COMBO
1 C=1.2
2 C=0.9 D= 0.9
3 C=0.9 D=-0.9
    
```

Keterangan penulisan data masukan.

a. Format penulisan system yaitu,

```

SYSTEM
L=2 V=7
    
```

1. SYSTEM adalah judul (*sparator line*)
2. L=2, menunjukkan bahwa jenis beban yang bekerja pada struktur adalah 2 yaitu berat sendiri struktur dan beban gempa.
3. V=7, adalah *eigen value* yang digunakan dalam analisa perhitungan adalah 7.

b. Format penulisan joint pada struktur tower utama yaitu,

```

JOINTS
C ----- TOWER -----
8000 X=0 Y=0 Z=0
8001 X=0 Y=0 Z=30.75
1 X=0.950 Y=0 Z=-1.75 A=8000,8001, 1,39,65,9
    
```

1. JOINT adalah judul (*sparator line*)
2. C --, merupakan baris komentar yang digunakan untuk memberi keterangan.
3. 8000 X=0 Y=0 Z=0  
8000 = adalah nomor joint sembarang (syarat tidak boleh sama dengan nomor joint struktur), untuk menentukan pusat struktur bagian dasar.  
X, Y, Z = 0 adalah asumsi koordinat pusat bagian bawah.
4. 8001 X=0 Y=0 Z=30.75  
8001 = adalah nomor joint pusat dasar struktur bagian puncak.

X, Y, Z = adalah asumsi koordinat pusat puncak (30.75 menunjukkan ketinggian puncak tower).

5. A=8000,8001,1,39,65,9

A = menunjukkan penggenerasian bentuk silinder (*cylindrical generation*).

8000 = joint pusat dasar tower.

8001 = joint pusat puncak tower.

1 = joint permulaan yang ditentukan.

39 = jumlah nomor joint yang akan dibuat.

65 = penambahan nomor joint arah horizontal (melingkar).

6. 9, merupakan penambahan sudut dalam derajat (syarat  $< 90^\circ$ ).

c. Format penulisan joint pada struktur perkuatan samping (sayap) yaitu,

```
C ----- SAYAP 1 (X+ ; Yo) -----
2609 X=1.25 Y=0 Z=-1.75
2609 X=1.25 Y=0 Z=-1.00 Q= 1,2601, 2,2602,2600,1
2609 X=1.25 Y=0 Z= 2.50 Q= 2,2602, 9,2609,2600,1
```

Q=1,2601,2,2602,2600,1

1. 1,2601,2,2602 nomor joint pembentuk shell (*quadrilateral generation*).

2. 2600,1 adalah penambahan nomor joint.

c. Format penulisan restraints yaitu,

```
RESTRAINTS
8000 8001 1 R=1,1,1,1,1,1 : JOINT PUSAT TOWER
1 2536 65 R=1,1,1,1,1,1 : JOINT DASAR TOWER
2601 2629 28 R=1,1,1,1,1,1 : JOINT DASAR SAYAP 1
2629 2744 23 R=1,1,1,1,1,1
2809 2837 28 R=1,1,1,1,1,1 : JOINT DASAR SAYAP 2
```

1. RESTRAINTS adalah judul (*sparator line*)

2. 1 2536 65

1 = nomor joint awal (batas awal *generate*).

2536 = nomor joint akhir (batas akhir *generate*).

65 = penambahan joint.

3. R=1,1,1,1,1

1,1,1 = *restraint* untuk translasi arah X,Y,Z.

1,1,1 = code *restraint* untuk rotasi arah X,Y,Z.

d. Format penulisan shell yaitu,

```
SHELL
C CONTROL INFORMATION DATA
C ----- TOWER -----
NM=1  Z=-1
C ----- MATERIAL SECTOR PROPERTIES -----
1 E=1.79125E7  U=0.2  W=24  M=24/9.8
C ----- ELEMENT LOCATION DATA -----
1  JQ= 1, 2, 66, 67  G=1,39  TH=.50  M=1  ETYPE=0
41 JQ= 2, 3, 67, 68  G=1,39  TH=.492913  M=1  ETYPE=0
```

1. SHELL adalah judul (*sparator line*)

2. NM=1 menunjukkan bahwa *number of material* (material pendukung) 1 jenis.

3. Z=-1 arah beban gravitasi pada sumbu -Z.

4. E=1.79125E7 U=0.2 W=24 M=24/9.8

E = adalah modulus elastisitas bahan.

U = angka poisson (*poisson ratio*).

W = berat jenis bahan.

M = massa jenis bahan.

4. 1 JQ=1,2,66,67 G=1,39 TH=.50 M=1 ETYPE=0

1 = nomor shell yang ditunjuk.

JQ = nomor-nomor joint pembentuk shell.

G = parameter penggenerasian shell.



TH = ketebalan shell.

M = nomor jenis material.

e. Format penulisan spec yaitu,

```

SPEC
A=45 D=0.05 S=9.8
C      T      AP1      AP2      AP3
      .0      .0500    .0500
  
```

1. SPEC adalah judul (*separator line*)

2. A=45 D=0.05 S=9.8

A = sudut (*angle*) datang gempa.

D = damping rasio struktur.

S = faktor skala respon spektrum.

3. T AP1 AP2 AP3

T = periode.

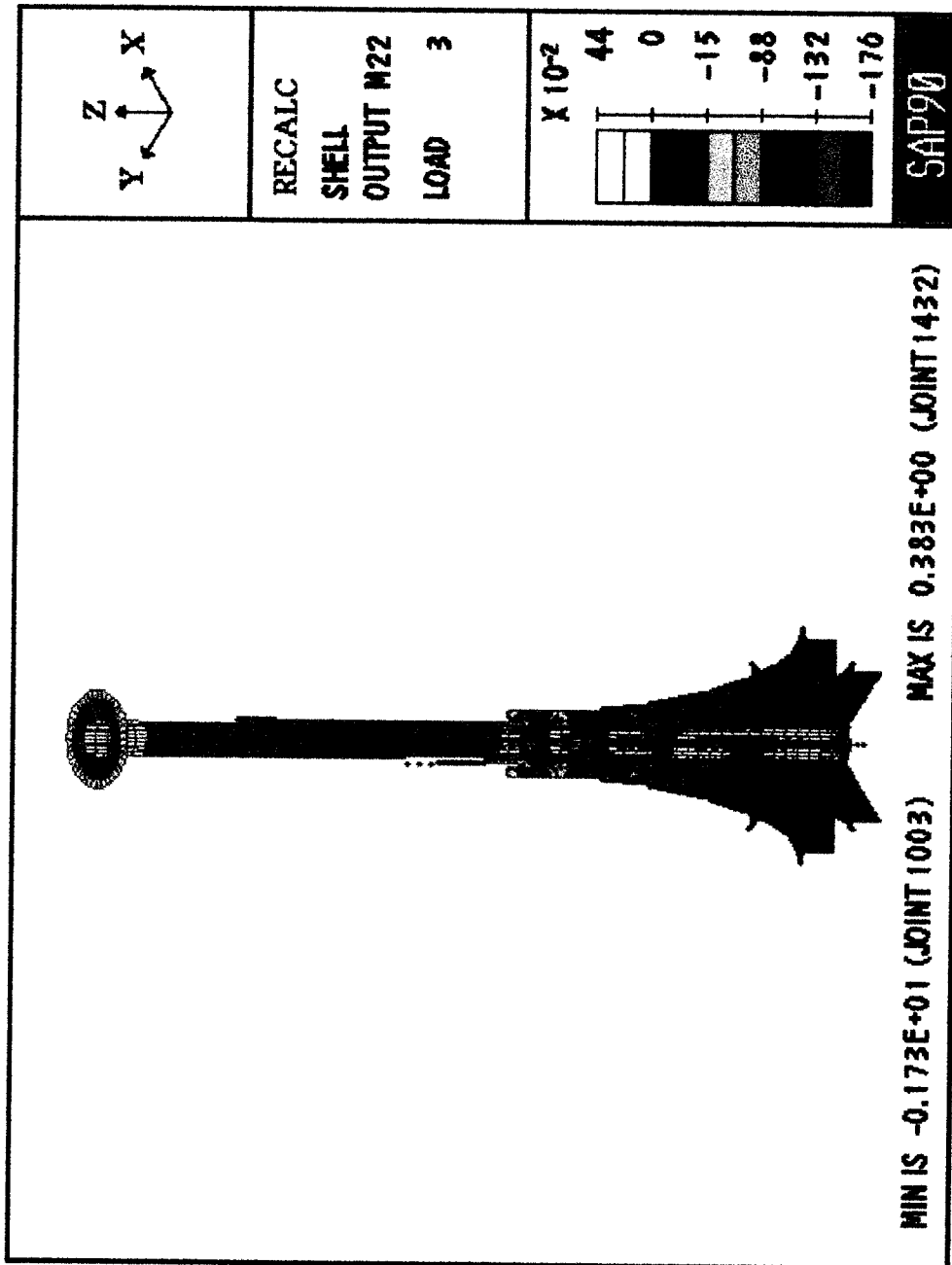
AP1, AP2, AP3 adalah nilai spektrum pada periode dan arah yang ditunjuk.

Dalam kasus ini berdasarkan grafik pembagian wilayah gempa (lihat lampiran

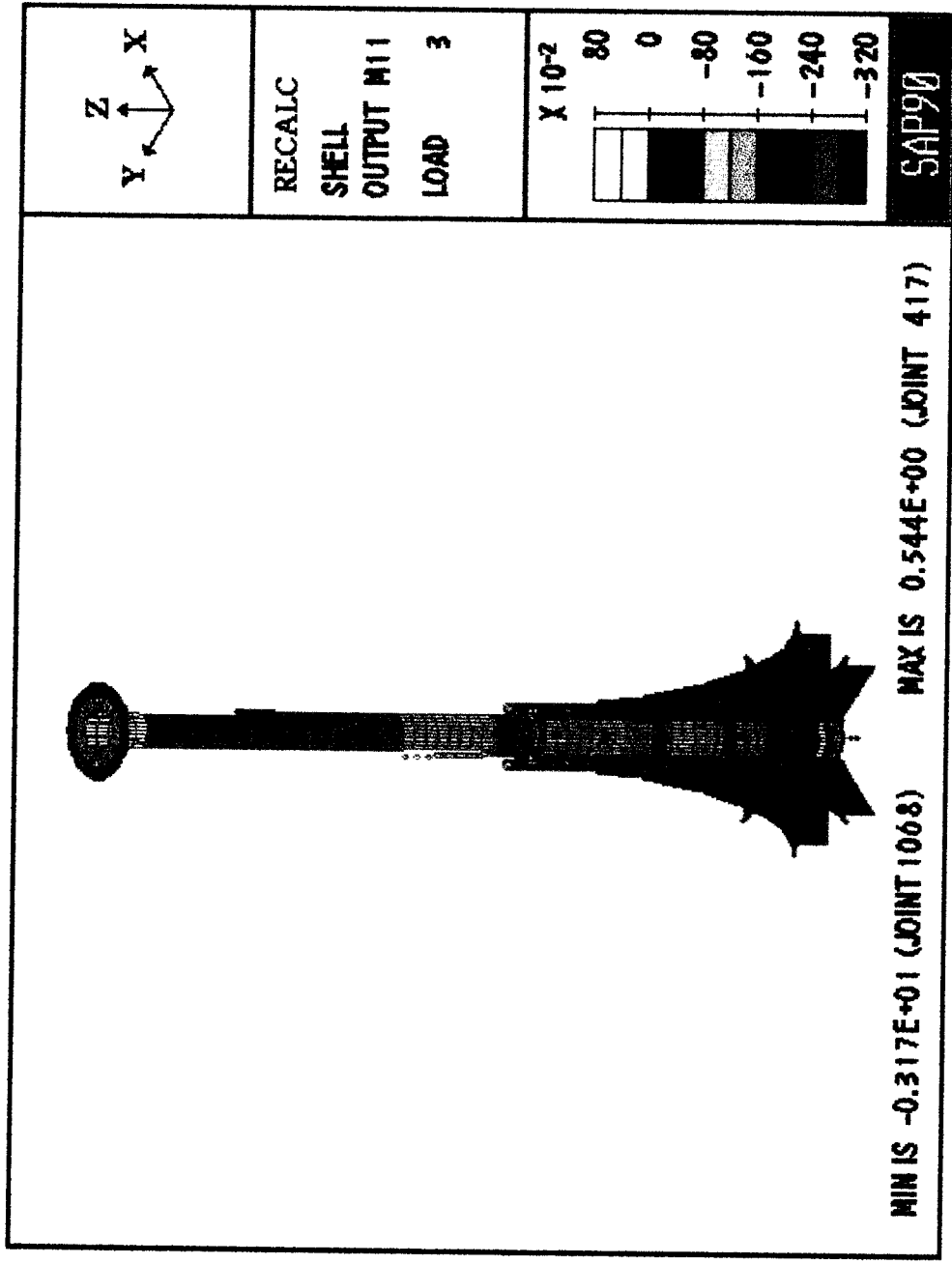
2.b) dan setelah dilakukan interpolasi, maka nilai T dan AP yang digunakan ada-

lah (diambil waktu dari 0-28 detik) :

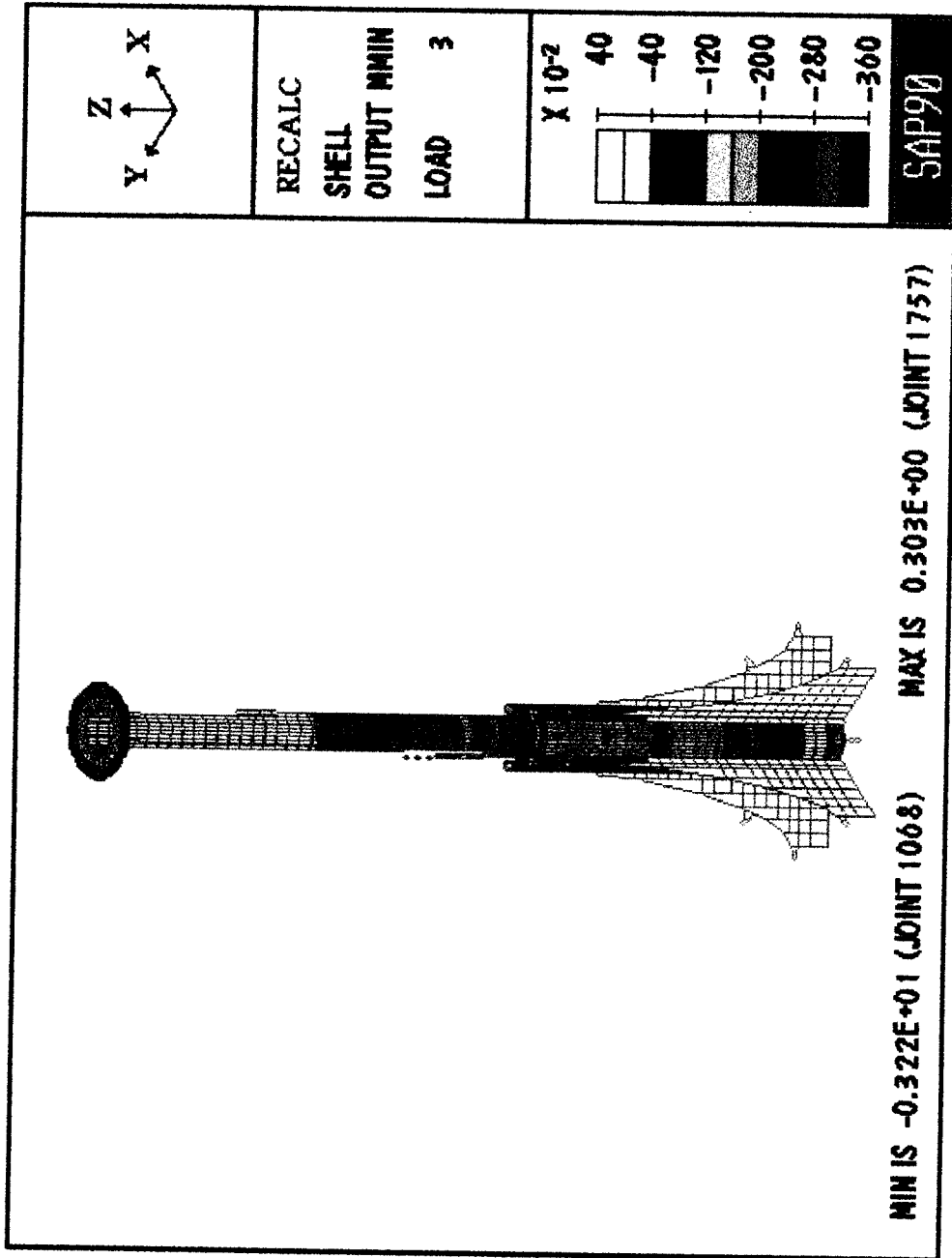
T	AP1	AP2
.0	.0500	.0500
0.5	.0490	.0490
1.0	.0410	.0410
2.0	.0260	.0260
T	AP1	AP2
3.0	.0250	.0250
5.0	.0230	.0230
10.0	.0180	.0180
15.0	.0130	.0130
20.0	.0080	.0080
25.0	.0030	.0030
28.0	.0000	.0000



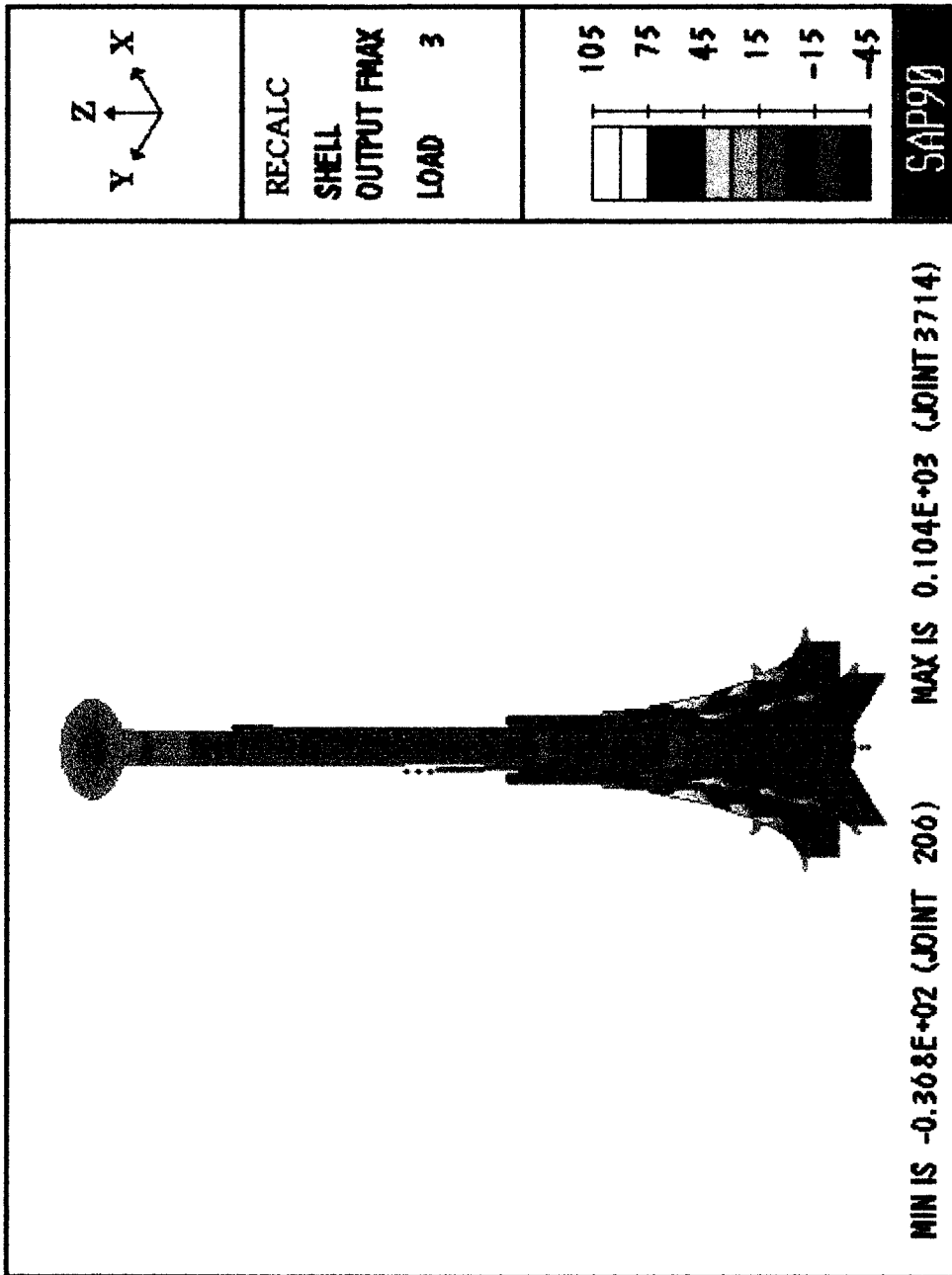
Gambar 4.3 Momen M22 pada kombinasi beban 3



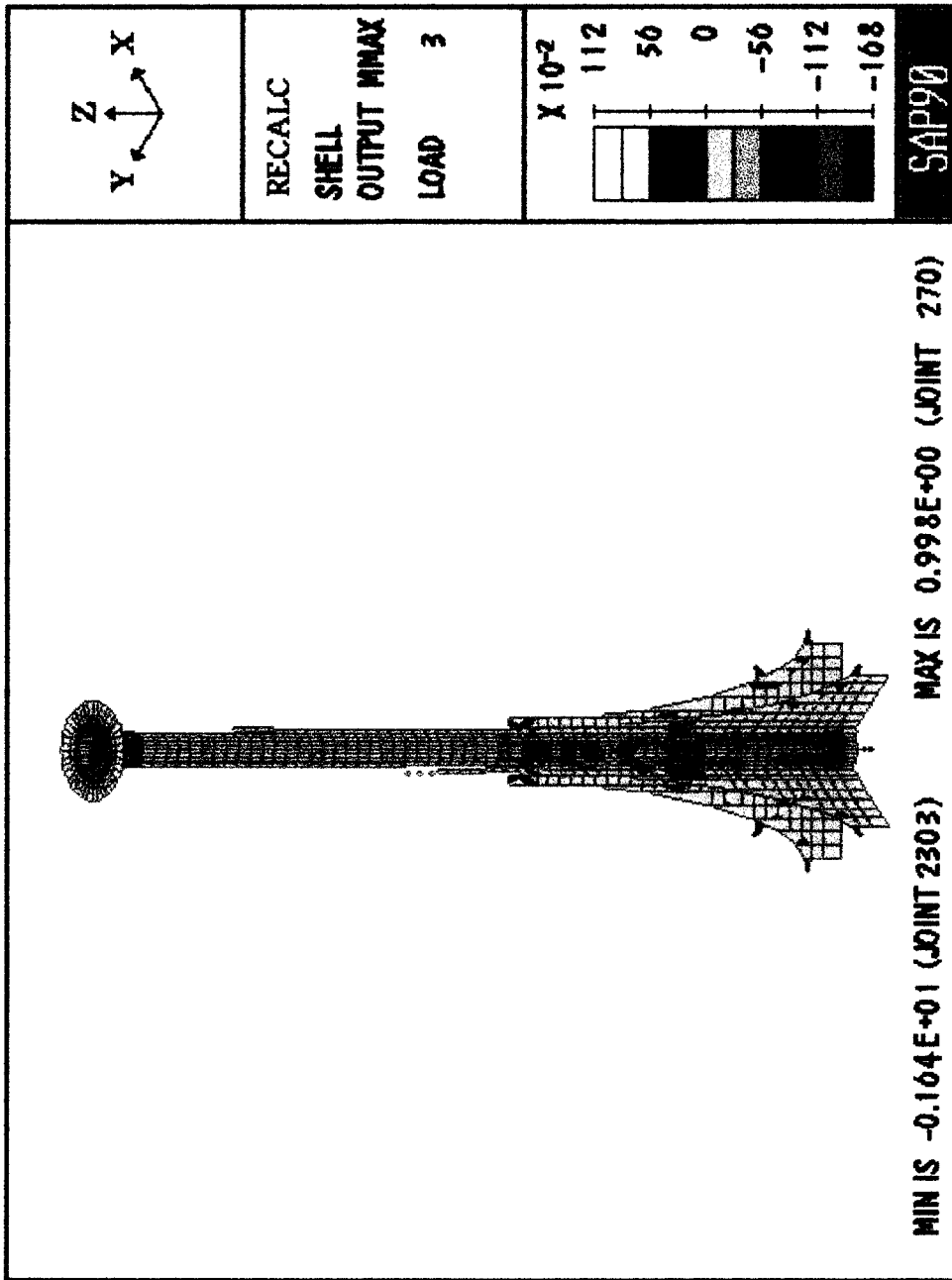
Gambar 4.4 Momen M11 pada kombinasi beban 3



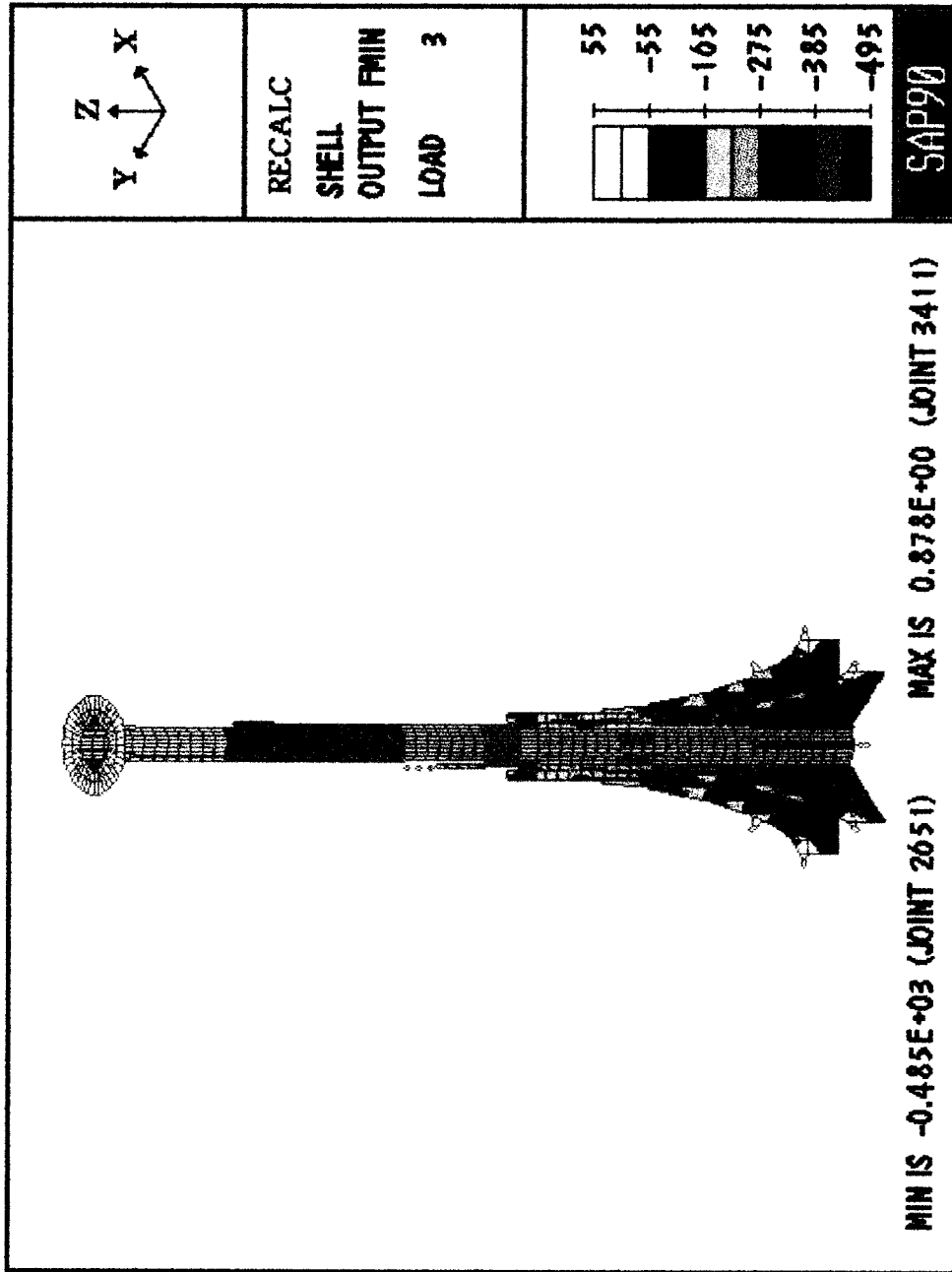
Gambar 4.5 Momen Mmin pada kombinasi beban 3



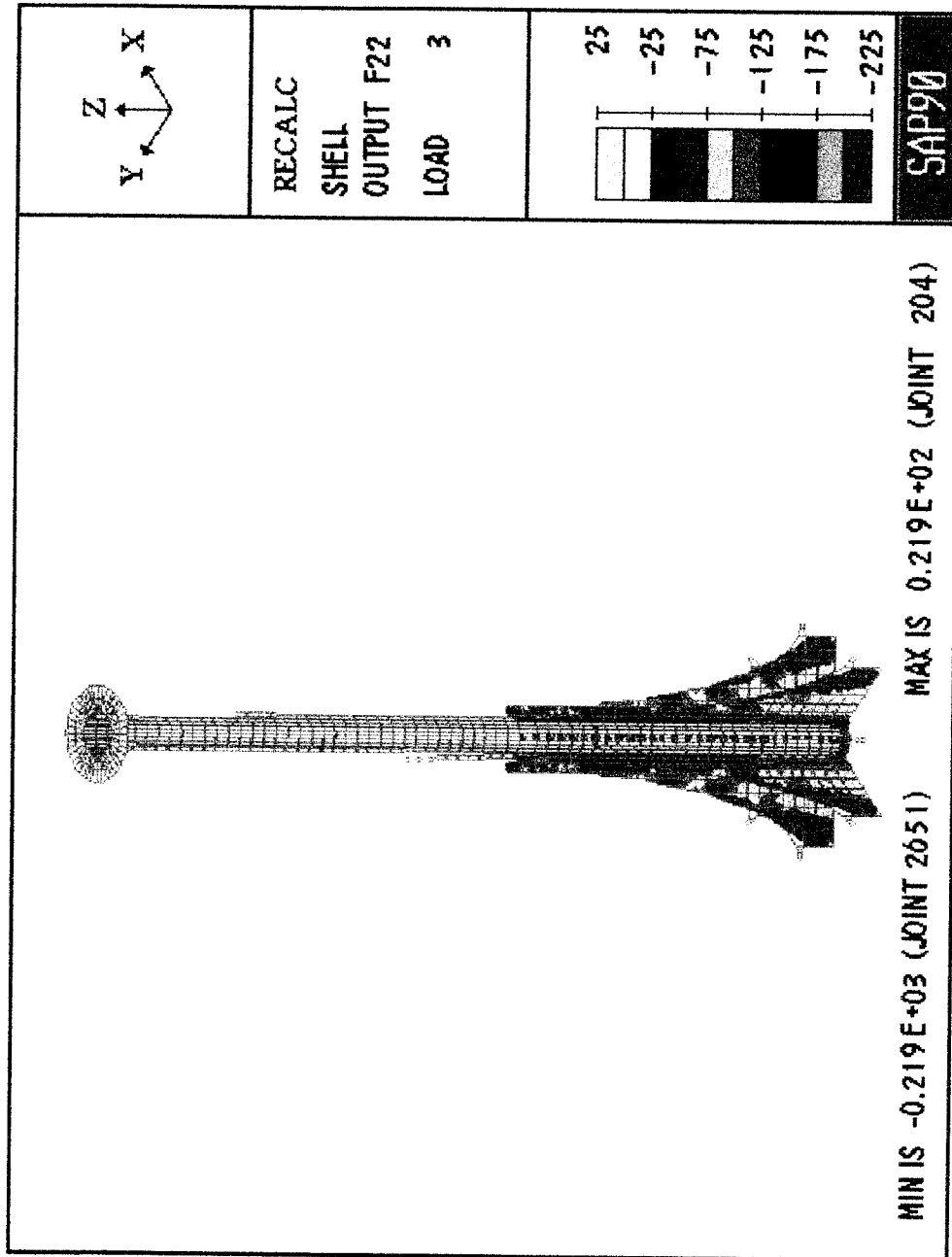
Gambar 4 6 Momen Fmax pada kombinasi beban 3



Gambar 4.7 Momen Mmax pada kombinasi beban 3

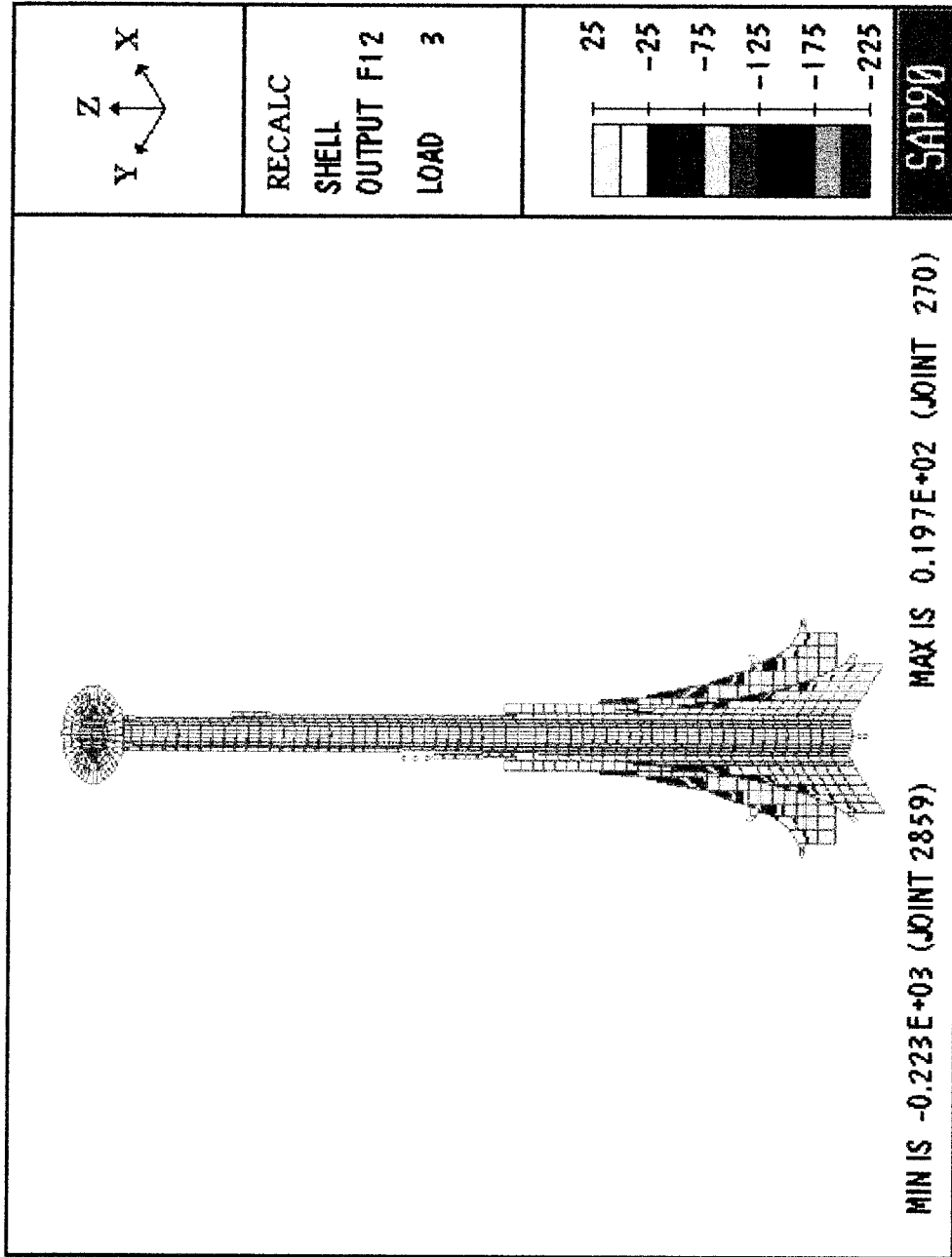


Gambar 4.8 Momen Fmin pada kombinasi beban 3



Gambar 4.9 Momen F22 pada kombinasi beban 3





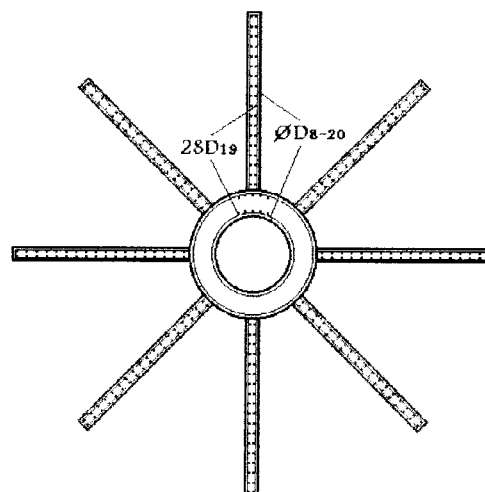
Gambar 4 10 Momen F12 pada kombinasi beban 3

## BAB V

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Data

- a.  $f_c = 14.5 \text{ Mpa}$
  - b.  $f_y = 240.0 \text{ Mpa}$
  - c.  $E_c = 1.79125 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$
  - d.  $E_y = 2.00000 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$
- Sesuai dengan data pada gambar 1.2,
- e. ketinggian menara 30.0 m
  - f. ketinggian perkuatan samping (*lateral support*) 12.5 m
  - g. ketebalan menara bagian bawah 0.50 m
  - h. ketebalan menara bagian atas 0.20 m
  - i. tulangan memanjang dipakai  $\frac{3}{4}'' \approx D19 = 283.5 \text{ mm}^2$



Gambar 5.1 Tampak atas



- j. tulangan sengkang dipakai  $\frac{5}{16}'' \approx D8 = 50.3 \text{ mm}^2$
- k. tulangan vertikal total 56 D19

## 5.2 Perhitungan Pada Badan Menara (dipandang sebagai satuan shell)

Dari data yang diperlihatkan gambar-gambar pada Bab IV di muka, diketahui gaya maksimum dan minimum, serta momen maksimum dan minimum yang selanjutnya data tersebut diaplikasikan pada perhitungan analisa kekuatan bahan. Gaya dan momen dimaksud diakibatkan oleh kondisi pembebanan (*load combo*) 3 yang terjadi pada elemen shell 1080, pada joint 28 dengan gaya sebesar  $-1.8911\text{E}+01$  dan momen  $-2.3856\text{E}+00$ .

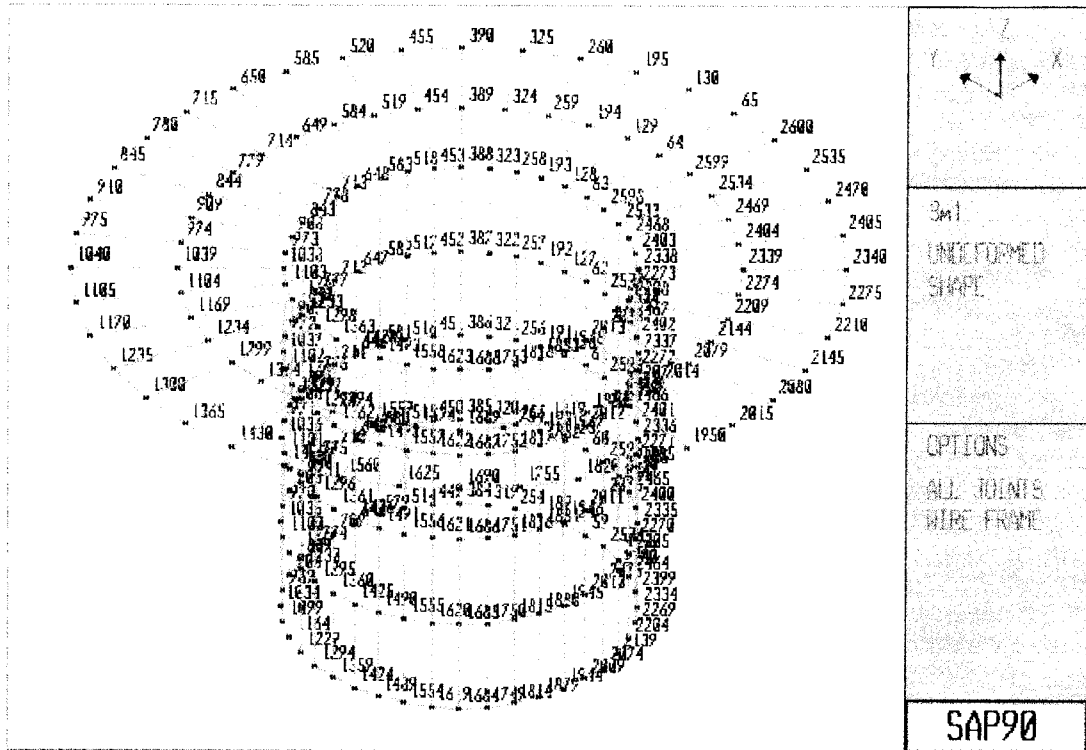
```

ELEMENT ID 1080 -----
LOAD COMBO      3 -----
JOINT          F11          F22          F12
 28  -2.6999E+02  -1.8911E+01  -1.6210E+01
 29  -2.6813E+02  -9.0690E+00  -9.2199E+01
 93  -2.3912E+02  -1.1273E+01  -2.3121E+01
 94  -2.3725E+02  -4.5115E+00  -1.2764E+01
JOINT          M11          M22          M12
 28  -5.4151E+00  -2.3856E+00  -4.8255E-01
 29  -3.5008E-01  -3.2018E-02  -1.3375E-01
 93  -3.3410E+00  -3.9902E-01  -3.9885E-01
 94  -1.4723E+00  -1.3467E-00  -1.8513E-01

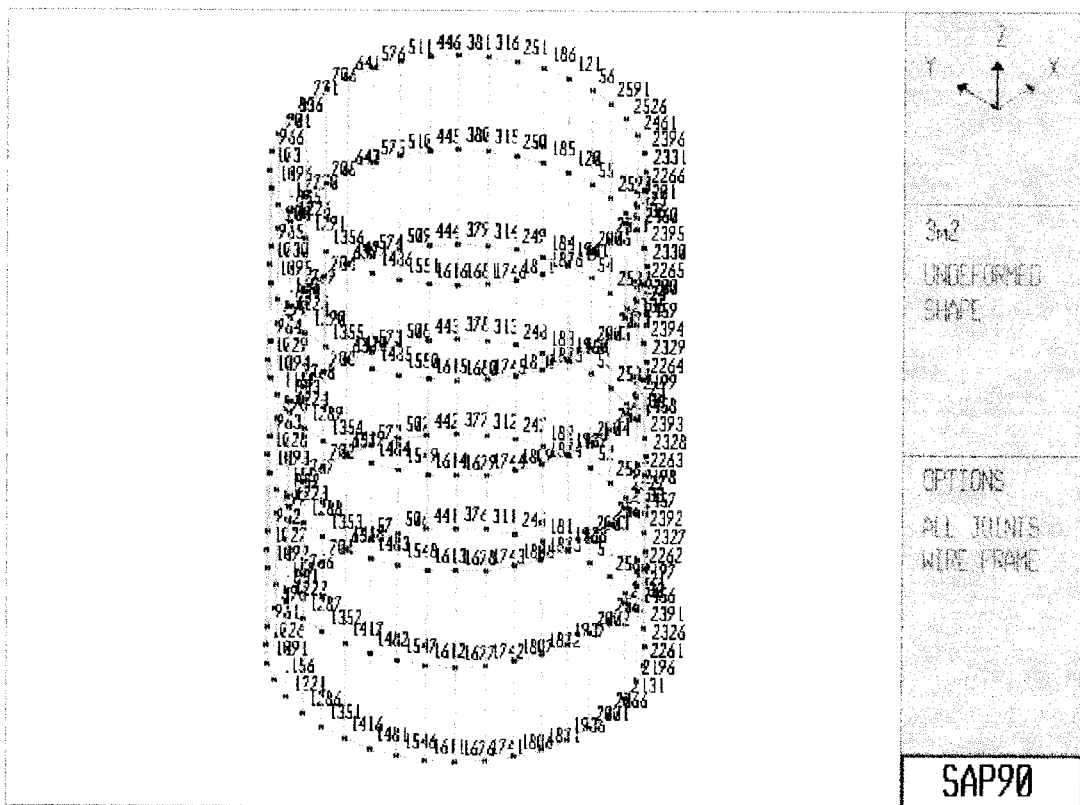
```

Sebagai gambaran agar lebih jelas, posisi joint yang memuat gaya dan momen terbesar tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini.

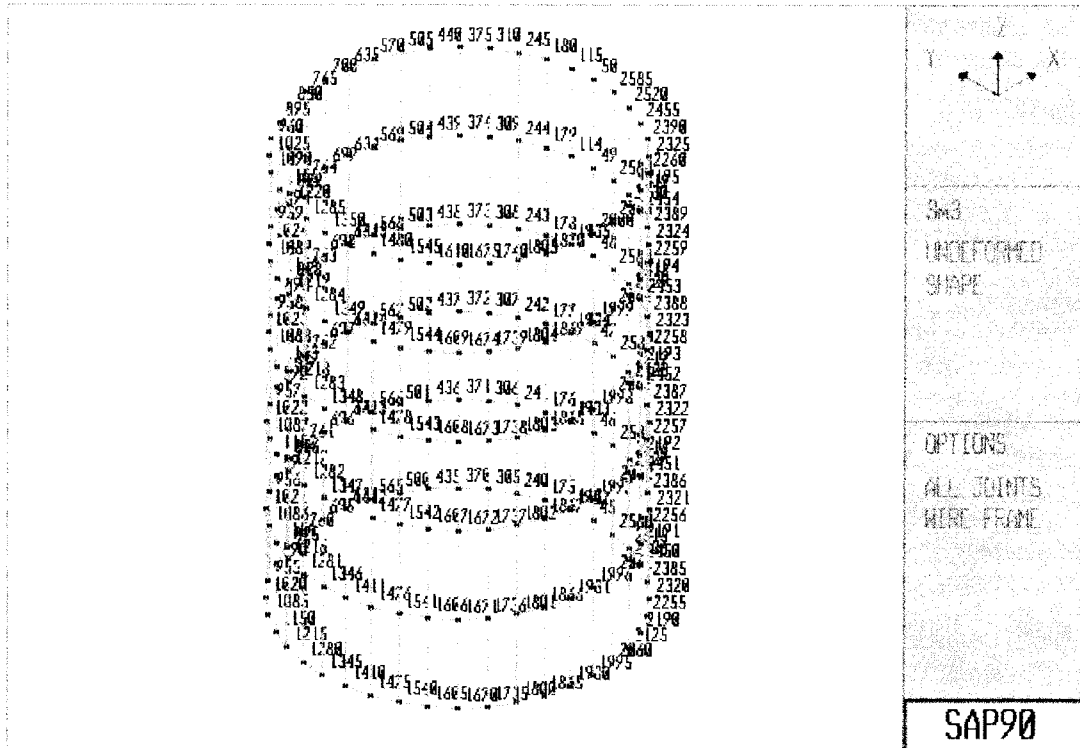
Gambar 5.2 .....



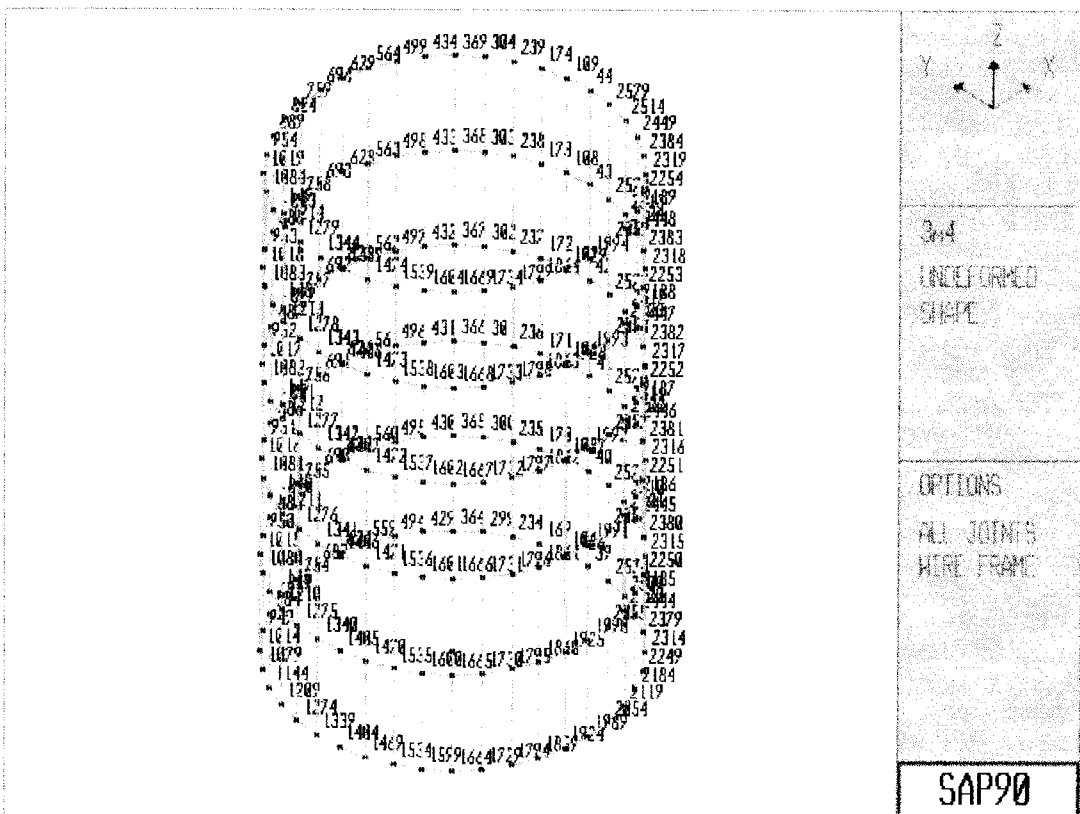
Gambar 5.2 Detail posisi joint pada badan menara



Gambar 5.3 Detail posisi joint pada badan menara

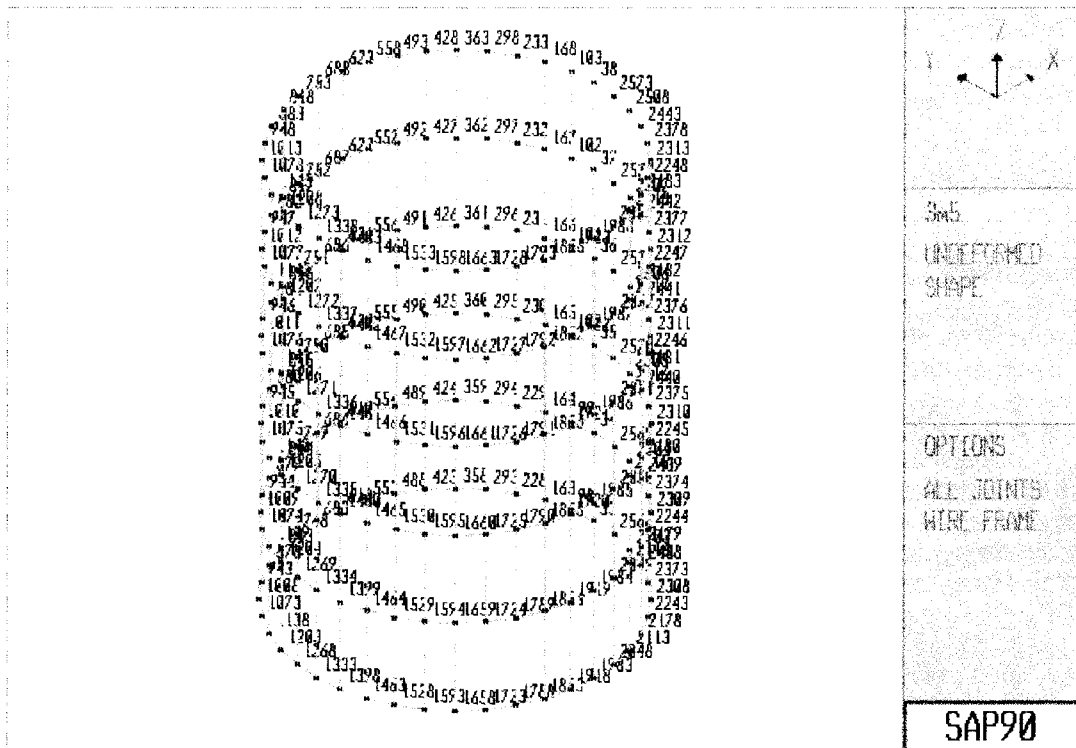


Gambar 5.4 Detail posisi joint pada badan menara



Gambar 5.5 Detail posisi joint pada badan menara

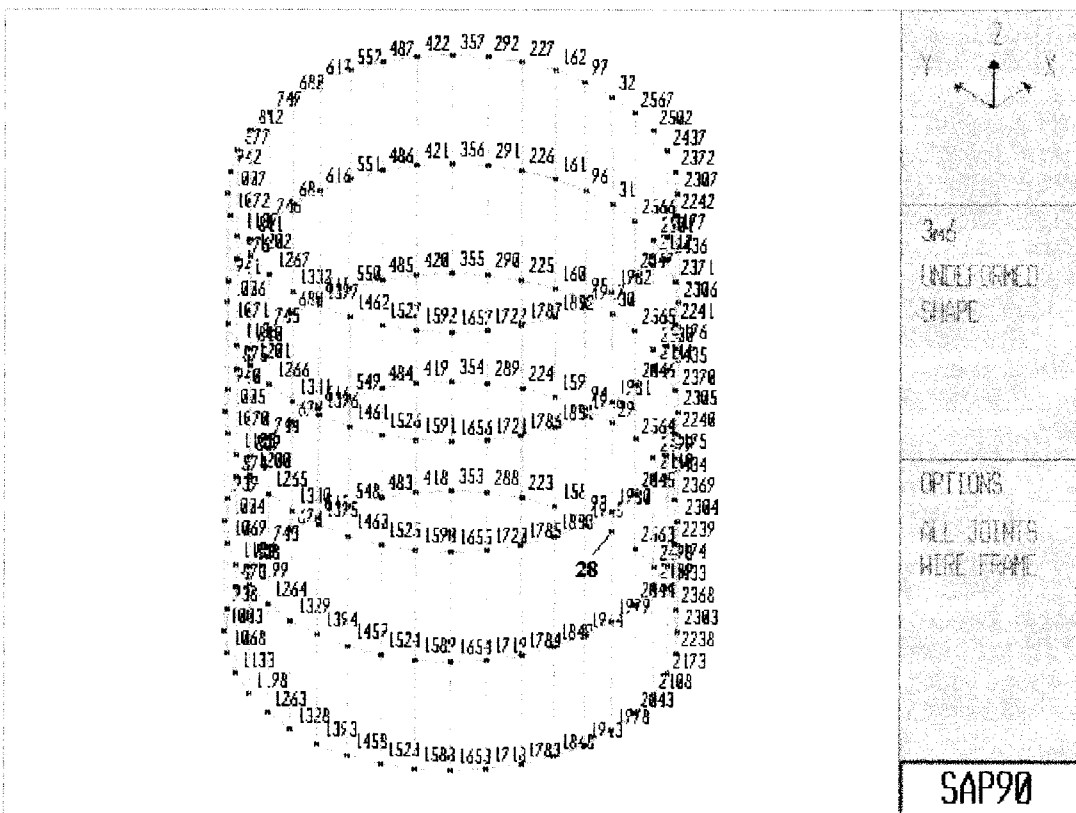
2.  
877  
877  
917  
902  
106774  
886  
936  
607  
106574  
886  
935  
1600  
106575  
886  
934  
959  
106478  
886  
933  
958  
106478  
886  
932  
957  
1064  
1127  
1197  
125



Gambar

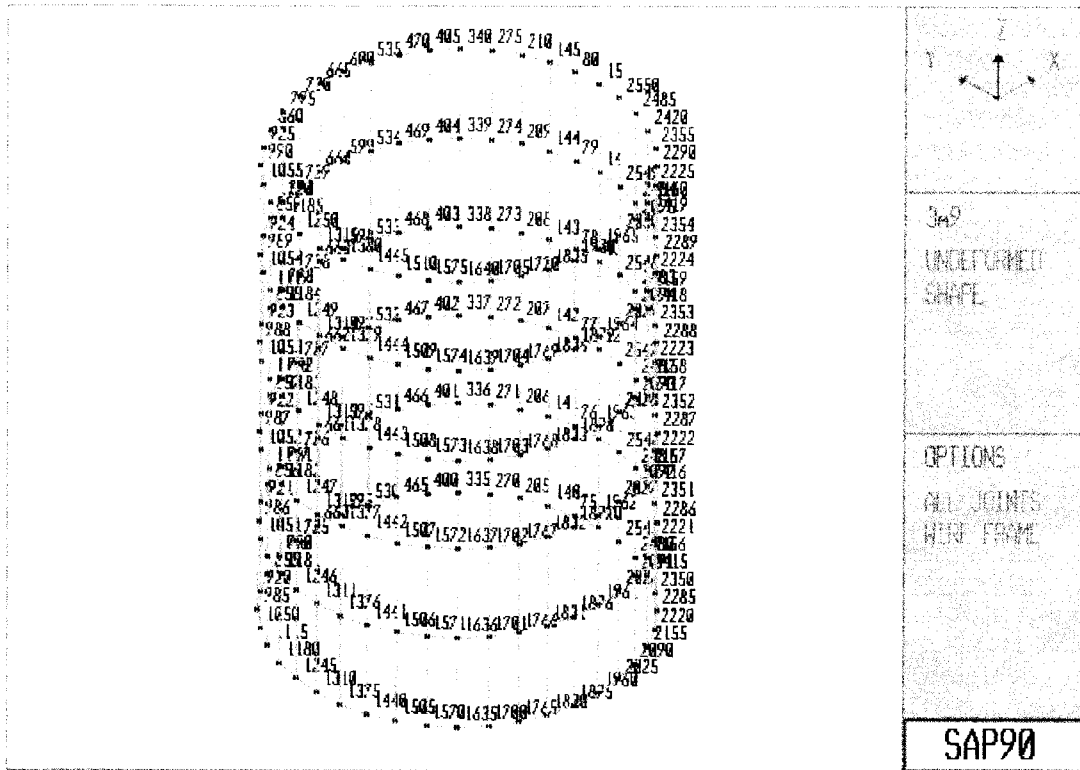
Gambar 5.6 Detail posisi joint pada badan menara

2.  
88  
931  
956  
106171  
1000  
930  
995  
106073  
1000  
929  
994  
105975  
908  
930  
953  
105875  
807  
94308  
927  
952  
105775  
807  
925  
951  
1056  
1121  
1186  
125

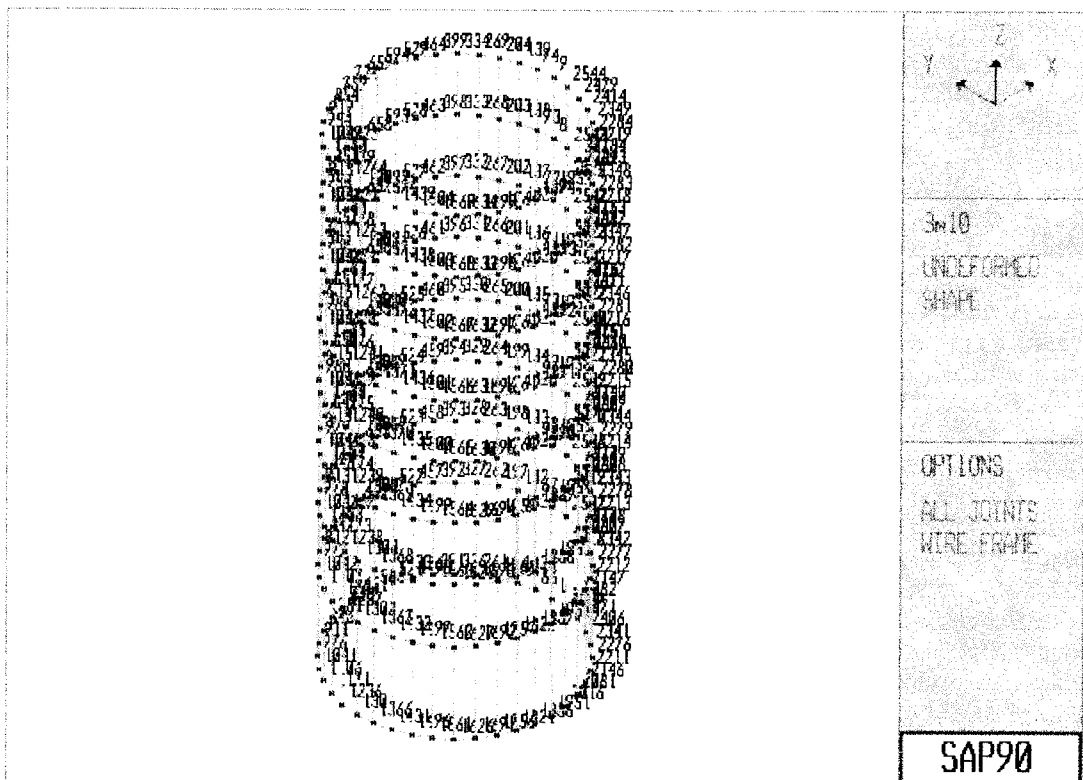


Gambar

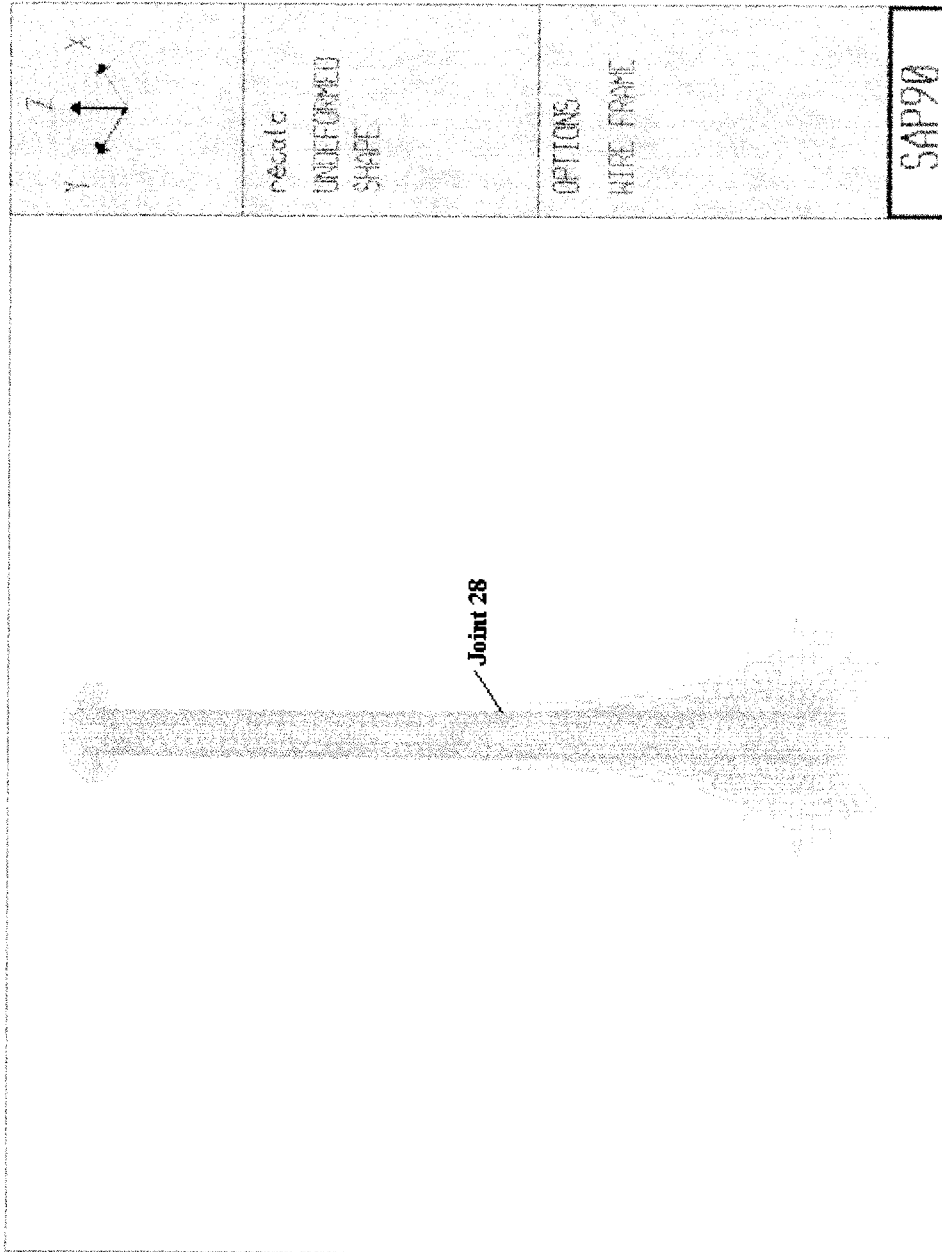
Gambar 5.7 Detail posisi joint pada badan menara



Gambar 5.10 Detail posisi joint pada badan menara

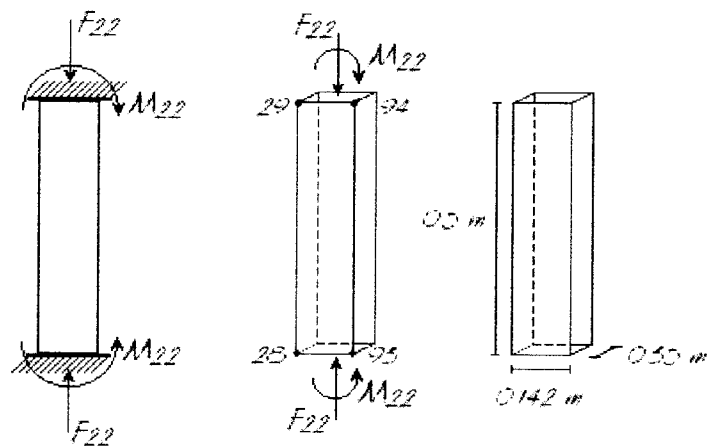


Gambar 5.11 Detail posisi joint pada badan menara

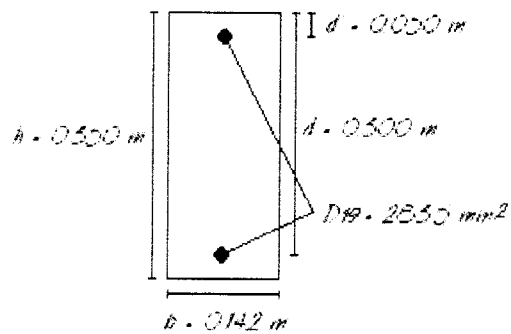


Gambar 5.12 Posisi joint 28 pada badan menara





Gambar 5.13 Kolom pada Badan Menara dan Beban Vertikal



Gambar 5.14 Potongan Kolom pada Badan Menara

$$F_{22} = -1,8911 \text{ E } +01 \text{ kN}$$

$$M_{22} = -2,3856 \text{ E } +00 \text{ kNm}$$

$$e = \frac{M_{22}}{F_{22}} = \frac{2,3856 \text{ E } +00}{1,8911 \text{ E } +01} = 0,126 \text{ m} = 126 \text{ mm}$$

dengan  $k = 0,5$  dan  $l_u = 0,5$  maka

$$I = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} 142 \times 350^3 = 507354166 \text{ mm}^4$$

$$A = b \times h = 142 \times 350 = 50050 \text{ mm}^2$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{507354166}{50050}} = 100,6824$$

$$\frac{k l u}{r} = \frac{0,5 \times 500}{100,6824} = 2,48 < 22$$

Dengan demikian kolom dapat diklasifikasikan kedalam kolom pendek dan karena mempunyai eksentrisitas, maka didefinisikan sebagai kolom pendek dengan eksentrisitas, sehingga rumus yang digunakan adalah

$$P_n = 0,85 \times f'c \times b \left[ \left( \frac{h}{2} - e \right) + \sqrt{\left( \frac{h}{2} - e \right)^2 + \frac{2 \times A_s \times f_y (d - d')}{0,85 \times f'c \times b}} \right]$$

$$d = 300 \text{ mm} \quad d' = 50 \text{ mm} \quad b = 142 \text{ mm}$$

$$e = 126 \text{ mm} \quad h = 350 \text{ mm} \quad f'c = 14,5 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa} \quad E_c = 1,79125E+04 \text{ Mpa}$$

$$E_y = 2E+05 \text{ Mpa} \quad A_s = 283,5 \text{ mm}^2$$

$$P_n = 0,85 \times 14,5 \times 142 \left[ \left( \frac{350}{2} - 126 \right) + \sqrt{\left( \frac{350}{2} - 126 \right)^2 + \frac{2 \times 283,5 \times 240 (300 - 50)}{0,85 \times 14,5 \times 142}} \right]$$

$$P_n = 344397 \text{ N} = 344,4 \text{ kN}$$

$$\phi P_n = 0,7 \times 344,4 = 241,08 \text{ kN} > F_{22} = 18,911 \text{ kN}$$

$$\phi M_n = \phi P_n \times e = 241,08 \times 0,126 = 30,37608 \text{ kNm} > M_{22}$$

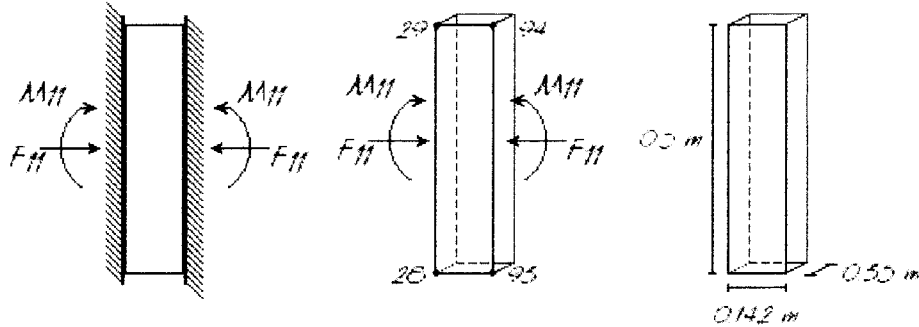
Periksa tulangan tekan

$$a = \frac{344,4 \times 10^3}{0,85 \times 14,5 \times 142} = 197 \text{ mm}$$

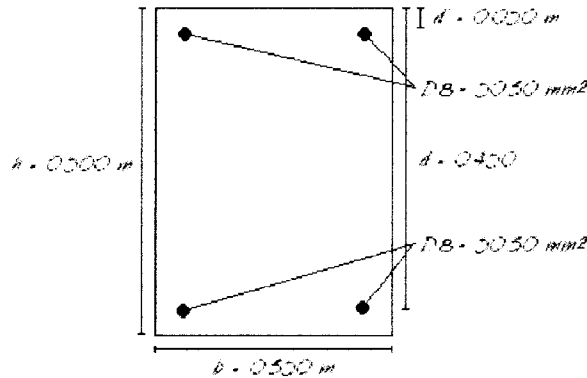
$$c = \frac{a}{0,85} = \frac{197}{0,85} = 232 \text{ mm}$$

$$f's = \frac{0,003(2 \times 10^5)(232 - 50)}{232} = 470 \text{ Mpa} > f_y = 240 \text{ Mpa}$$

Kolom mampu menahan beban.



Gambar 5.15 Kolom pada Badan dan Beban Lateral



Gambar 5.16 Potongan Kolom pada Badan Menara

$$e = \frac{M_{11}}{F_{11}} = \frac{5,4151 \text{ E} + 00}{2,6999 \text{ E} + 02} = 0,0201 \text{ m} = 20,1 \text{ mm}$$

dengan  $k = 0,5$  dan  $lu = 0,142$  maka

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3 = \frac{1}{12} \times 0,35 \times 0,5^2 = 3,6458 \text{ E} - 03$$

$$A = b \times h = 0,35 \times 0,5 = 0,175$$

$$r = \sqrt{\frac{3,6458 \text{ E} - 03}{0,175}} = 0,144$$

Dengan melihat hasil yang ada, maka anggapan pertama bahwa tulangan baja telah mengalami luluh adalah benar. Dari analisa di atas ternyata badan menara mampu untuk menahan beban gempa maupun beban tetap yang dipikul badan menara.

### 5.3 Perhitungan Pada Sayap Menara (*lateral support*) (dipandang sebagai satuan shell)

Untuk mengetahui kemampuan sayap dalam menerima beban, seperti halnya pada analisa badan menara, dipakai sebagai analisa perhitungan adalah gaya momen atau gaya tekan yang menimbulkan resiko terbesar yang terjadi. Dimana dari hasil *output* SAP 90 didapatkan kondisi maksimum terjadi pada elemen shell 2615, pada joint 2674 dengan gaya sebesar  $-1.6323E+02$  dan momen  $-1.2458E-01$ .

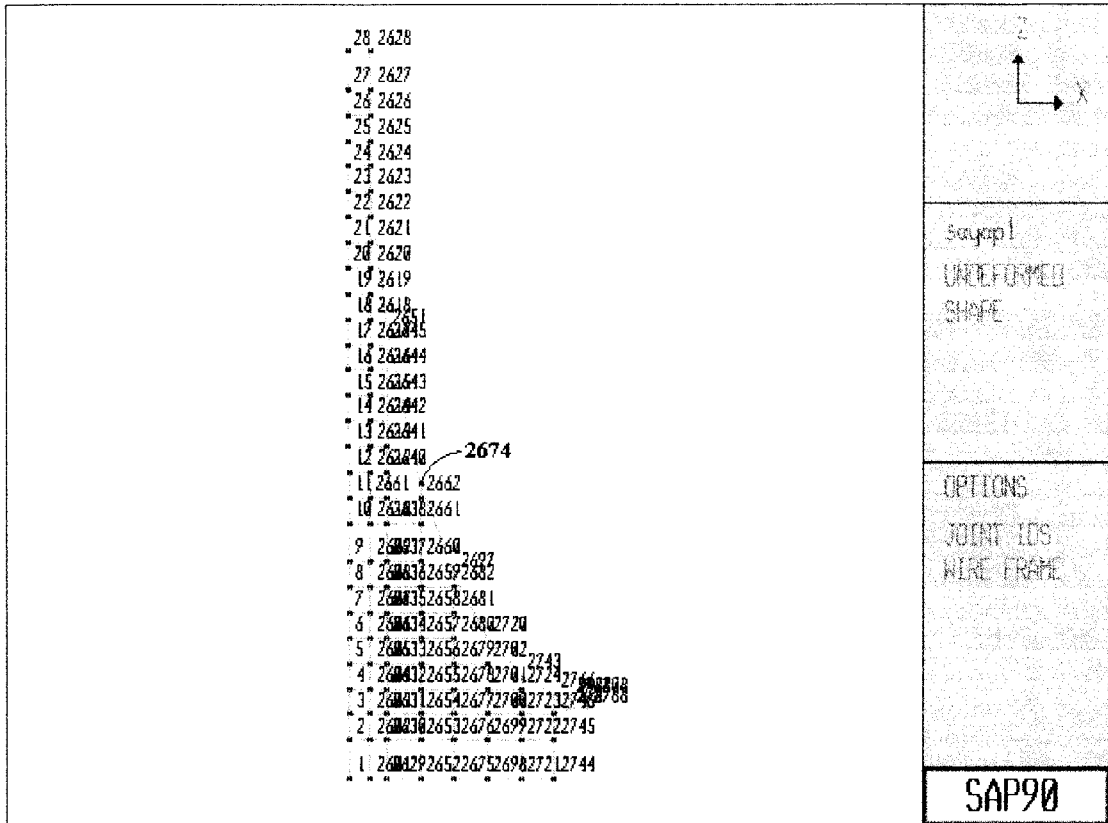
```

ELEMENT ID 2615 -----
LOAD COMBO      3 -----
JOINT          F11          F22          F12
2639 -1.4071E+02 -1.9693E+01 -6.3066E-01
2662  2.4323E+01  1.4085E+01  2.4005E+00
2651 -1.7110E+02 -5.1505E+00  4.6074E+00
2674 -3.2813E+02 -1.6323E+02 -4.1005E+02
JOINT          M11          M22          M12
2639 -1.8714E-01 -8.7670E-03 -7.5496E-02
2662 -2.3199E-01 -1.8591E-02 -4.5778E-02
2651 -2.8312E-01 -8.6108E-02 -8.4648E-02
2674 -2.7536E-01 -1.2458E-01 -3.4701E-01

```

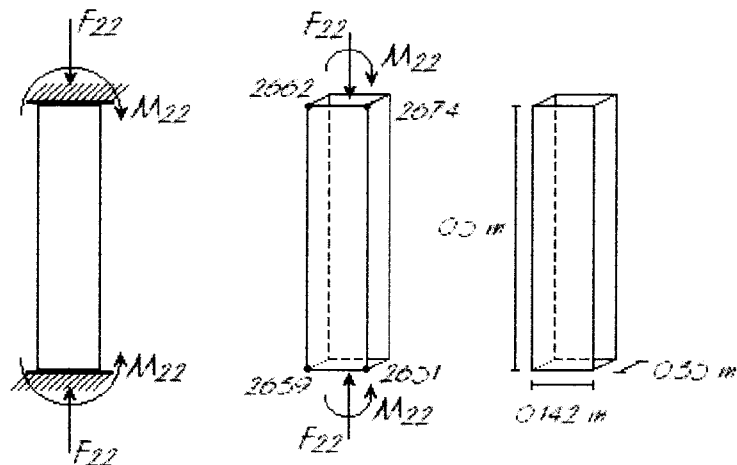
Sebagai gambaran agar lebih jelas, posisi joint yang memuat gaya dan momen terbesar tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Gambar 5.17 .....

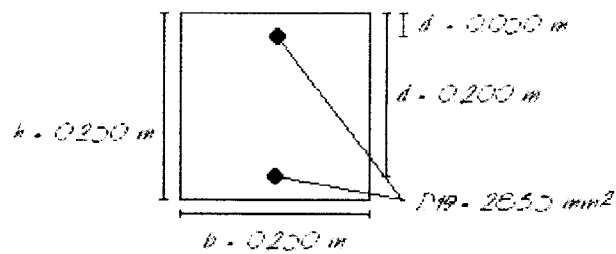


Gambar 5.17 Posisi joint 2674 pada lateral support 1

Berpijak pada dasar teori di muka tentang deskritisasi, maka gaya dan momen yang terjadi pada joint 2674 digunakan sebagai analisa kekuatan bahan.



Gambar 5.18 Kolom pada Sayap Menara dan Beban Vertikal



Gambar 5.19 Potongan Melintang Kolom pada Sayap Menara

$$e = \frac{M_{22}}{F_{22}} = \frac{1,2458E - 01}{1,6323E + 02} = 0,0076 \text{ m} = 0,76 \text{ mm} \approx 0 \text{ (sentris)}$$

dengan  $k = 0,5$  dan  $lu = 0,5$  maka

$$I = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} 250 \times 250^3 = 325520833 \text{ mm}^4$$

$$A = b \times h = 250 \times 250 = 62500 \text{ mm}^2$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{325520833}{62500}} = 72,1688$$

$$\frac{k lu}{r} = \frac{0,5 \times 500}{72,1688} = 3,464 < 22$$

Dengan demikian berarti kolom dapat dikategorikan kolom pendek dan karena eksentrisitasnya sangat kecil/hampir sama dengan nol (0) maka kolom adalah kolom pendek dengan beban sentris.

$$P_{n(\max)} = 0,80 \{ 0,85 \times f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \times A_{st} \}$$

$$d = 200 \text{ mm} \quad d' = 50 \text{ mm} \quad b = 250 \text{ mm}$$

$$h = 250 \text{ mm} \quad f'_c = 14,5 \text{ Mpa} \quad E_y = 2E+05 \text{ Mpa}$$

$$A_s = 283,5 \text{ mm}^2 \quad F_y = 240 \text{ Mpa} \quad E_c = 1,79125E+04 \text{ Mpa}$$

$$A_g = b \times h = 250 \times 250 = 62500 \text{ mm}^2$$

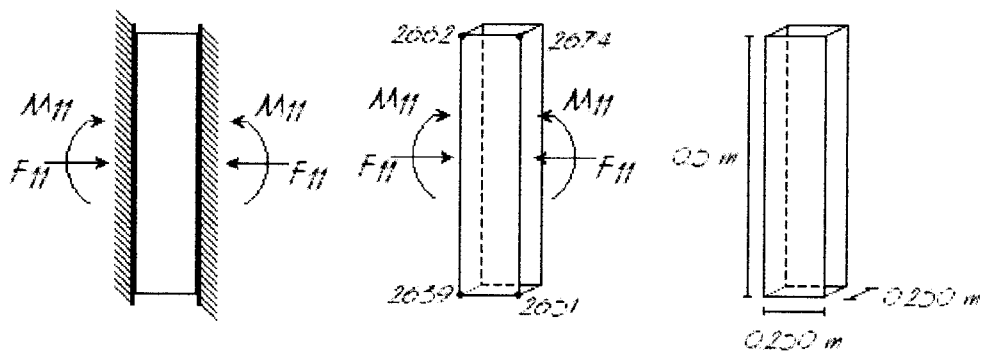
$$A_{st} = 2 \times A_s = 2 \times 283,5 = 567 \text{ mm}^2$$

$$P_{n(\max)} = 0,80\{0,85 \times 14,5(62500-567) + 240 \times 567\}$$

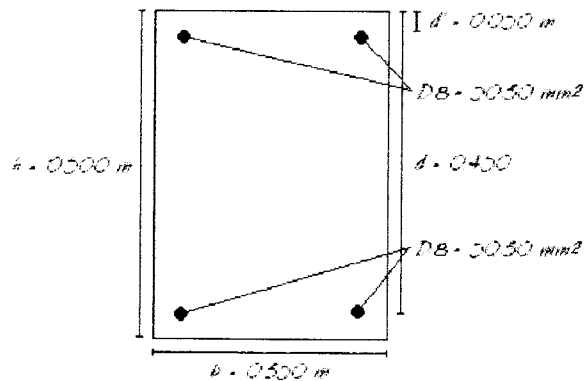
$$P_{n(\max)} = 719523,4 \text{ N} = 719,5234 \text{ kN} > F_{22} = 163,23 \text{ kN}$$

$$P_{o(\max)} = 0,7 \times 719,5234 = 503,6664 \text{ kN} > F_{22} = 163,23 \text{ kN}$$

Perhitungan kekuatan kolom karena beban  $F_{11}$



Gambar 5.20 Kolom pada Sayap Menara dan Beban Lateral



Gambar 5.21 Potongan Melintang Kolom pada Sayap Menara

$$e = \frac{M_{11}}{F_{11}} = \frac{2,7836 \text{ E} - 01}{3,2813 \text{ E} + 02} = 0,085 \text{ m} = 0,85 \text{ mm} \approx 0 \text{ (sentris)}$$

dengan  $k = 0,5$  dan  $l_u = 0,25$  maka

$$I = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}250 \times 500^3 = 2604166667 \text{ mm}^4$$

$$A = b \times h = 250 \times 500 = 125000 \text{ mm}^2$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{2604166667}{125000}} = 144,3375$$

$$\frac{kl}{r} = \frac{0,5 \times 250}{144,3375} = 0,86 < 22$$

Kolom adalah kolom pendek dengan beban sentris.

$$P_{n(\max)} = 0,80 \{ 0,85 \times f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \times A_{st} \}$$

$$d = 450 \text{ mm} \quad d' = 50 \text{ mm} \quad b = 250 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm} \quad f'_c = 14,5 \text{ Mpa} \quad E_y = 2E+05 \text{ Mpa}$$

$$F_y = 240 \text{ Mpa} \quad A_s = 100,6 \text{ mm}^2 \quad E_c = 1,79125E+04 \text{ Mpa}$$

$$A_g = b \times h = 250 \times 500 = 125000 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} = 3 \times A_s = 3 \times 100,6 = 301,8 \text{ mm}^2$$

$$P_{n(\max)} = 0,80 \{ 0,85 \times 14,5 \times (125000 - 301,8) + 240 \times 301,8 \}$$

$$P_{n(\max)} = 1287469,8 \text{ N} = 1287,4698 \text{ kN} > F_{11} = 328,13 \text{ kN}$$

$$P_{o(\max)} = 0,7 \times 1287,4698 = 901,2289 \text{ kN} > F_{11} = 328,13 \text{ kN}$$

### 5.3.1 Kontrol terhadap tulangan minimum badan menara (arah axial)

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

tulangan pada kolom tersebut adalah,

$$\rho = \frac{A_s}{(b \times d)} = \frac{283,5}{(142 \times 300)} = 0,0067 > \rho_{\min}$$

Dengan demikian kolom memenuhi syarat tulangan minimum, kondisi ini dilihat dari perbedaan jumlah tulangan pada kolom dengan tulangan minimum sedikit, se-



dangkan kemampuan kolom dalam menahan beban jauh lebih besar dari beban yang direncanakan untuk memenuhi jumlah tulangan minimum.

### 5.3.2 Kontrol terhadap tulangan minimum badan menara (arah mendatar)

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

tulangan pada kolom tersebut adalah

$$\rho = \frac{A_s}{(b \times d)} = \frac{100,6}{(350 \times 450)} = 0,00063 > \rho_{\min}$$

Dalam arah ini tidak diperhitungkan tulangan minimum karena penulangan dalam arah ini hanya ditahan oleh sengkang, dan sesuai perhitungan sudah lebih dari cukup. Karena beban yang diterima dalam arah ini hanya menimbulkan tegangan tarik yang kecil.

### 5.3.3 Kontrol terhadap tulangan minimum sayap (arah axial)

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

tulangan pada kolom tersebut adalah,

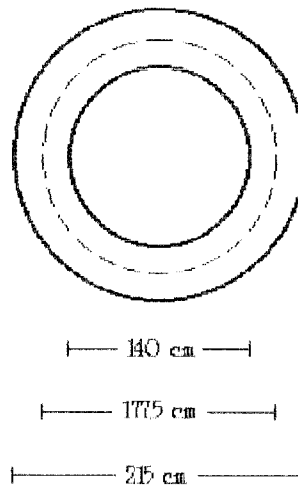
$$\rho = \frac{A_s}{(b \times d)} = \frac{283,5}{(142 \times 300)} = 0,0067 > \rho_{\min}$$

Dengan demikian kolom memenuhi syarat tulangan minimum.

## 5.4 Perhitungan Pada Badan Menara (dipandang sebagai kesatuan shell)

Dari hasil perhitungan SAP didapatkan momen dan gaya desak maksimum terjadi pada joint 28, yang besarnya sebagai berikut ini.

$$F_{22} = -1,8911E+00 = -18,911 \text{ kN} \text{ dan } M_{22} = -2,3856 \text{ kNm}$$



Gambar 5.22 Potongan Melintang Badan Menara

$$\begin{aligned} \text{Panjang keliling lingkaran} &= \pi \cdot D = \pi \cdot 177,5 \\ &= 557,6 \text{ cm} = 5,576 \text{ m} \end{aligned}$$

sehingga gaya total yang terjadi pada menara adalah

$$F_{22} = -18,911 \cdot 5,576 = 105,4478 \text{ kN}$$

$$M_{22} = -2,3856 \cdot 5,576 = 13,3021 \text{ kNm}$$

dari hasil tersebut dapat diketahui eksentrisitas yang terjadi, yaitu

$$e = \frac{M_{22}}{F_{22}} = 0,126 \text{ m}$$

Pada perhitungan analisis kekuatan berikut, momen maksimum yang terjadi diaplikasikan pada badan menara, dengan mengasumsikan menara sebagai kolom berbentuk pipa vertikal, dan tinjauan yang dilakukan diambil pada tinggi kolom 3 m.

$$\blacklozenge \text{ Luas lingkaran dalam} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1,4^2$$

$$A_1 = 1,539 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas lingkaran luar} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 2,15^2$$

$$A_2 = 3,631 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas dinding menara} = A_2 - A_1$$

$$A_d = 3,631 - 1,539 = 2,092 \text{ m}^2$$

$$\blacklozenge \text{ Momen inertia dalam} = \frac{1}{64} \cdot d_1^4 = \frac{1}{64} \cdot 140^4$$

$$I_1 = 18857410 \text{ cm}^4$$

$$\text{Momen inertia dalam} = \frac{1}{64} \cdot d_2^4 = \frac{1}{64} \cdot 215^4$$

$$I_2 = 104887501 \text{ cm}^4$$

$$\text{Momen inertia dinding} = I_2 - I_1$$

$$I_d = 86030091 \text{ cm}^4$$

$$\blacklozenge \text{ Jari-jari inertia, } r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{86030091}{20920}}$$

$$= 64,13 \text{ cm}$$

$$\text{Kekakuan kolom, } K = 2 \text{ (jepit-jepit)}$$

$$\text{Panjang kolom, } L = 300 \text{ cm}$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{2 \cdot 300}{64,13} = 9,36 < 22$$

Dari hitungan di atas, kolom dapat diklasifikasikan sebagai kolom pendek. Pada analisa selanjutnya, karena pada kenyataannya badan menara berbentuk lingkaran, maka dilakukan perhitungan dengan cara pendekatan empiris, dalam hal ini kolom diasumsikan sebagai kolom segi empat.

$$d = 50 \text{ mm} \quad f'_c = 240 \text{ Mpa} \quad E_y = 2E+05 \text{ Mpa}$$

$$F_y = 240 \text{ Mpa} \quad E_c = 1,79125E+04 \text{ Mpa} \quad A_s = A_s' = 3969 \text{ mm}^2$$

$$\blacklozenge \text{ Tebal (tinggi) penampang luar segi empat} = 0,8 \cdot 2150 = 1720 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar penampang luar segi empat} = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot 2150^2}{1720} = 2111 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi penampang dalam segi empat} = 0,8 \cdot 1400 = 1120 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar penampang dalam segi empat} = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot 1400^2}{1120} = 1375 \text{ mm}$$

$$d-d' = \frac{2}{3} \cdot 2150 = 1367 \text{ mm}$$

$$d' = \frac{1720 - 1367}{2} = \frac{353}{2} = 176,5 \text{ mm}$$

$$d = 1367 + 176,5 = 1543,5 \text{ mm}$$

$$c_b = \frac{600 \cdot 1543,5}{600 + 240} = 1102,5$$

$$a_b = 0,85 \cdot 1102,5 = 937,1 \text{ mm}$$

$$f'_s = \frac{0,003 \cdot 2 \cdot 10 \cdot (1102,5 - 176,5)}{1102,5} = 503,9 \text{ Mpa} > F_y = 240 \text{ (leleh)}$$

$$f_y = \frac{0,003 \cdot 2 \cdot 10 \cdot (1543,5 - 1102,5)}{1102,5} = 240 \text{ Mpa} = F_y = 240 \text{ (leleh)}$$

$$P_{ub} = 0,85 \cdot f'_c \cdot (a_b \cdot L_2 - ((a_b - 300) \cdot L_1)) + A'_s \cdot f'_c + A_s \cdot f_y$$

$$= 0,85 \cdot 14,5 \cdot (937,1 \cdot 2111 - ((937,1 - 300) \cdot 1375)) + 3964 \cdot 240 + 3964 \cdot 240$$

$$= 13582082 \text{ N} = 13582 \text{ kN}$$

$$M_{ub} = 0,85 \cdot f'_c \cdot 300 \cdot L_2 \cdot (e_b - \frac{1}{2} \cdot 300) + 0,85 \cdot f'_c \cdot (L_2 - L_1) \cdot (a_b - 300) \cdot \frac{1}{2} \cdot (a_b - 300)$$

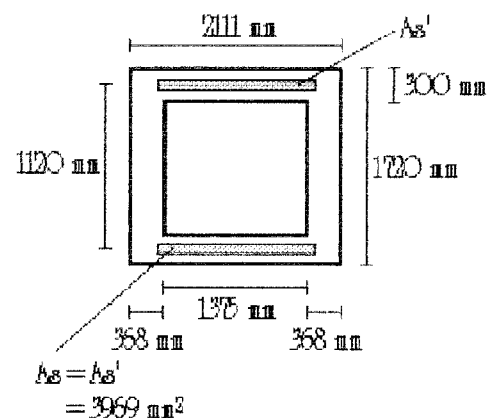
$$+ A'_s \cdot f'_s \cdot (c_b - d') + A_s \cdot f_y \cdot (d - e_b)$$

$$= 0,85 \cdot 14,5 \cdot 300 \cdot 2111 \cdot (1102,5 - \frac{1}{2} \cdot 300) + 0,85 \cdot 14,5 \cdot (2111 - 1375)$$

$$\cdot (937,1 - 300) \cdot \frac{1}{2} \cdot (937,1 - 300) + 3969 \cdot 240 \cdot (1102,5 - 176,5)$$

$$+ 3969 \cdot 240 \cdot (1543,5 - 1102,5)$$

$$= 1,058 \cdot 10^{10} = 10578 \text{ kNm}$$



$$e_b = \frac{M_{ub}}{P_{ub}} = \frac{1057}{13582} = 0,779 \text{ m} > e = 0,126 \text{ m}$$

Dengan demikian kolom adalah kolom pendek dengan eksentrisitas dan kehancuran ditentukan oleh desak, sehingga analisa menjadi :

$$N_{D1} = 0,85 \cdot f'_c \cdot 300 \cdot b + 0,85 \cdot f'_c \cdot (a-300) \cdot b$$

untuk  $a = 0,85 \cdot e$ , maka

$$= 0,85 \cdot f'_c \cdot 300 \cdot L + 0,85 \cdot f'_c (0,85 \cdot e - 300) \cdot b$$

$$= 0,85 \cdot 14,5 \cdot 300 \cdot 2111 + 0,85 \cdot 14,5 (0,85 \cdot e - 300) \cdot 2111$$

$$= 7805422,5 + 22115,4 \cdot e - 7805422,5$$

$$= 22115,4 \cdot e$$

$$N_{D2} = f_y \cdot A_s^2 - 0,85 \cdot f'_c \cdot A_s^2 = 240 \cdot 3969 - 0,85 \cdot 15,5 \cdot 3969$$

$$= 903642$$

$$N_T = f_s \cdot A_s = \epsilon_s \cdot E_s \cdot A_s = \frac{600 - (d - c)}{c} \cdot (A_s)$$

$$= \frac{600 - (1543,5 - c)}{c} \cdot (3969) = \frac{3675690900}{c} - (2381400)$$

Keseimbangan gaya  $\Sigma$  (gaya) = 0

$$P_n = N_{D1} + N_{D2} - N_T = 22115,4 \cdot c + 903642 - \left( \frac{3675690900}{c} - 2381400 \right)$$

$$P_n = 2115,4 \cdot c + 3285042 - \frac{3675690900}{c}$$

Keseimbangan momen terhadap  $N_T$ ,  $\Sigma$  (momen) = 0

$$P_n(809,5) = 7805422,5 \cdot (1543,5 - 150) + (22115,4 \cdot c - 7805422,5) \cdot \frac{1}{2}(a - 300) \\ + A_s^2 \cdot f_y \cdot (1543,5 - 176,5)$$

$$P_n(809,5) = 9399,045 \cdot c^2 - 3648989,6 \cdot c + 117063375$$

Se

$$P_n = 11,611 \cdot c^2 - 4507,708 \cdot c + 144611,952$$

Bila  $P_n$  keseimbangan gaya dan  $P_n$  keseimbangan momen dibandingkan, maka akan didapatkan,

$$2115,4 \cdot c + 3285042 - \frac{3675690900}{c} = 11,611 \cdot c^2 - 4507,708 \cdot c + 144611,952$$

ter

$$11,611c^2 - 6623,108 \cdot c - 3140430 - \frac{3675690900}{c} = 0$$

bila dikalikan dengan faktor pengali  $c$ , maka didapat

$$11,611c^3 - 6623,108 \cdot c^2 - 3140430 \cdot c - 3675690900 = 0$$

dengan rumus persamaan pangkat tiga, didapatkan nilai

$$c = 1087,09438 \text{ mm}$$

## 5.5

Substitusi nilai  $c$  ke dalam persamaan awal keseimbangan momen, akan menghasilkan nilai

ge

$$P_n = 11,611 \cdot c^2 - 4507,708 \cdot c + 144611,952$$

ja

$$= 8965880 \text{ N} = 8965,88 \text{ kN}$$

$$\phi P_n = 0,65 \cdot 8965,88 = 5822,82 \text{ kN}$$

pr

Pemeriksaan terhadap asumsi awal,

REC

$$\epsilon_s' = \frac{0,033 \cdot (1087,094 - 176,5)}{1087,094} = 251 > f_y = 240$$

J C  
LOA

dengan demikian dari hasil  $\epsilon_s' > f_y$ , maka dapat dikatakan asumsi awal terpenuhi.

DIS  
JOI

$$M_R = \phi P_n \cdot e = 5822,82 \cdot 126 = 733,6753 \text{ kNm}$$

Kesimpulan akhir dari analisa kekuatan menara adalah,

6  
13  
19  
26  
39  
45  
52  
58  
71

$$\phi P_n = 5822,82 \text{ kN}$$

84  
91  
104

$$M_R = 733,6753 \text{ kNm}$$

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 KESIMPULAN

Sebelum kesimpulan penulis kemukakan di sini, ada catatan yang ingin disampaikan agar tidak terjadi kesalahan dalam memahami/mencermati hasil yang didapat dari perhitungan.

Catatan tersebut adalah, bahwa dalam perhitungan gaya gempa yang diberikan adalah gaya gempa di daerah gempa III, sedangkan keadaan yang sebenarnya gempa yang terjadi di Yogyakarta khususnya tidak tercatat di Badan Meteorologi dan Geofisika (lampiran). Hal ini disebabkan karena di Yogyakarta selama ini tidak pernah terjadi gempa yang dapat berakibat pada kekuatan bangunan, khususnya bangunan teknik sipil.

Dari hitungan yang telah dilakukan di depan didapatkan,

1. Pada badan menara (arah vertikal).
  - a. Gaya yang dapat ditahan badan menara,  $\phi P_n = 344,4$  kN lebih besar dari gaya yang timbul akibat gaya gempa dan berat sendiri, yaitu  $F_{22} = 18,911$  kN.
  - b. Momen yang dapat ditahan badan menara,  $\phi M_n = 30,37608$  kNm lebih besar dari momen akibat gaya gempa dan berat sendiri, yaitu  $M_{22} = 2,3856$  kNm.
2. Pada badan menara (arah horizontal).
  - a. Gaya yang dapat ditahan badan menara,  $\phi P_n = 1418,9133$  kN lebih besar dari gaya yang timbul akibat gaya gempa dan berat sendiri, yaitu  $F_{11} = 269,999$  kN.

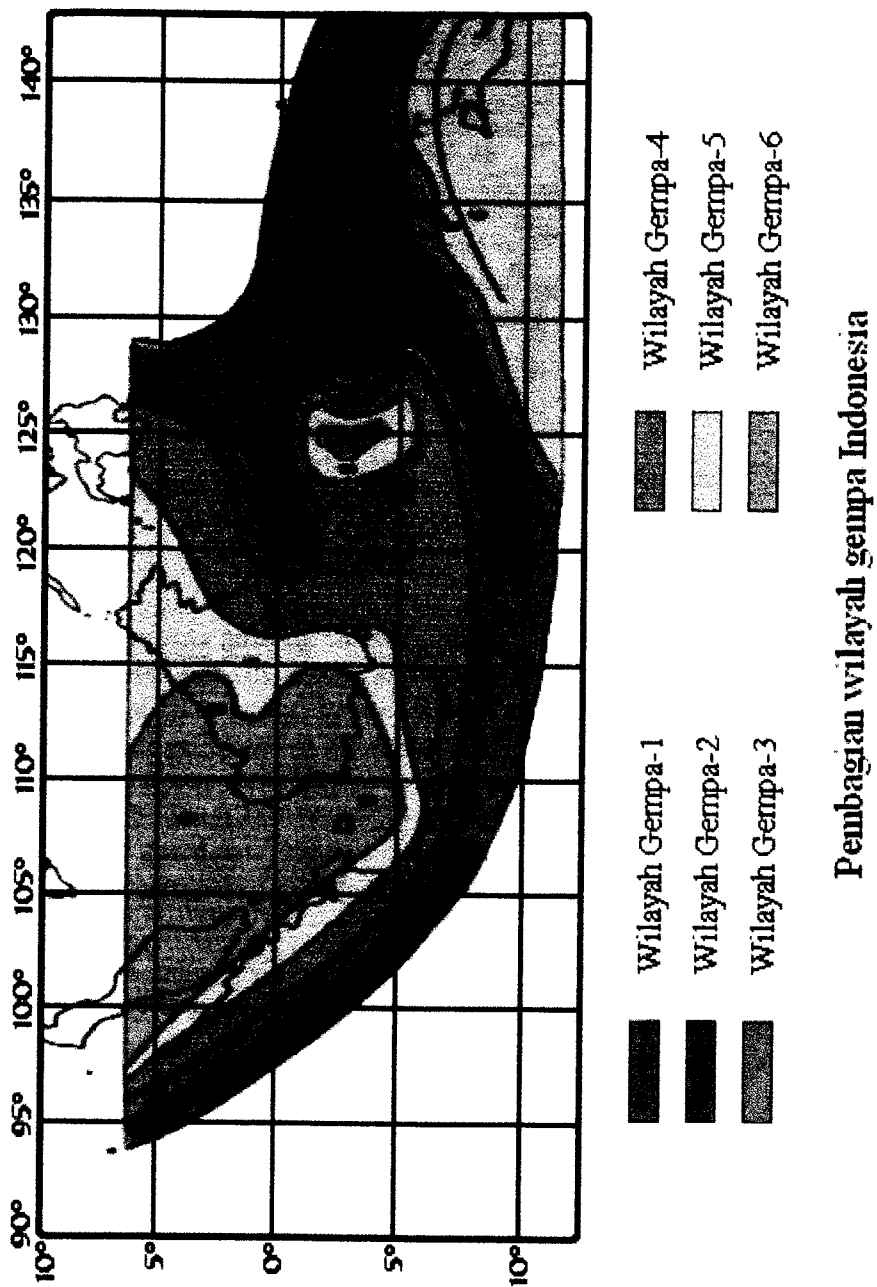
## DAFTAR PUSTAKA

1. \_\_\_\_\_, TATA CARA PERHITUNGAN STRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG SK SNI T-15-1991-03, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung, 1991.
2. \_\_\_\_\_, ANALISIS STRUKTUR DENGAN SAP90, Andi Offset, Yogyakarta, 1997.
3. \_\_\_\_\_, SAP90 A SERIES OF COMPUTER PROGRAMS FOR THE FINITE ELEMENT ANALISIS OF STRUKTUR, Computers and Structures, Inc. 1995 University Avenue Berkeley, California 94704 USA, 1992.
4. \_\_\_\_\_, PEDOMAN PERENCANAAN KETAHANAN GEMPA UNTUK RUMAH DAN GEDUNG, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 1992.
5. Dipohusodo Istimawan, STRUKTUR BETON BERTULANG, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1994.
6. Rudolph Szilard, TEORI DAN ANALISIS PELAT METODE KLASIK DAN NUMERIK, Erlangga, Jakarta, 1989.
7. William Weaver, JR & Paul R. Johnston, ELEMEN HINGGA UNTUK ANALISIS STRUKTUR, Eresco, 1993.
8. Winarni Hadipratomo, Ir., dan Paulus P. Raharja, Ir., MSCE., METODE ELEMEN HINGGA PADA TEKNIK SIPIL., Nova, Bandung, 1985.
9. Yudi Aningtyas, RA., dan Holly Hazumi Polani, ANALISIS DAYA SERAP BETON DENGAN VARIASI AGREGAT KASAR TERHADAP SINAR RADIASI NEUTRON, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 1995.



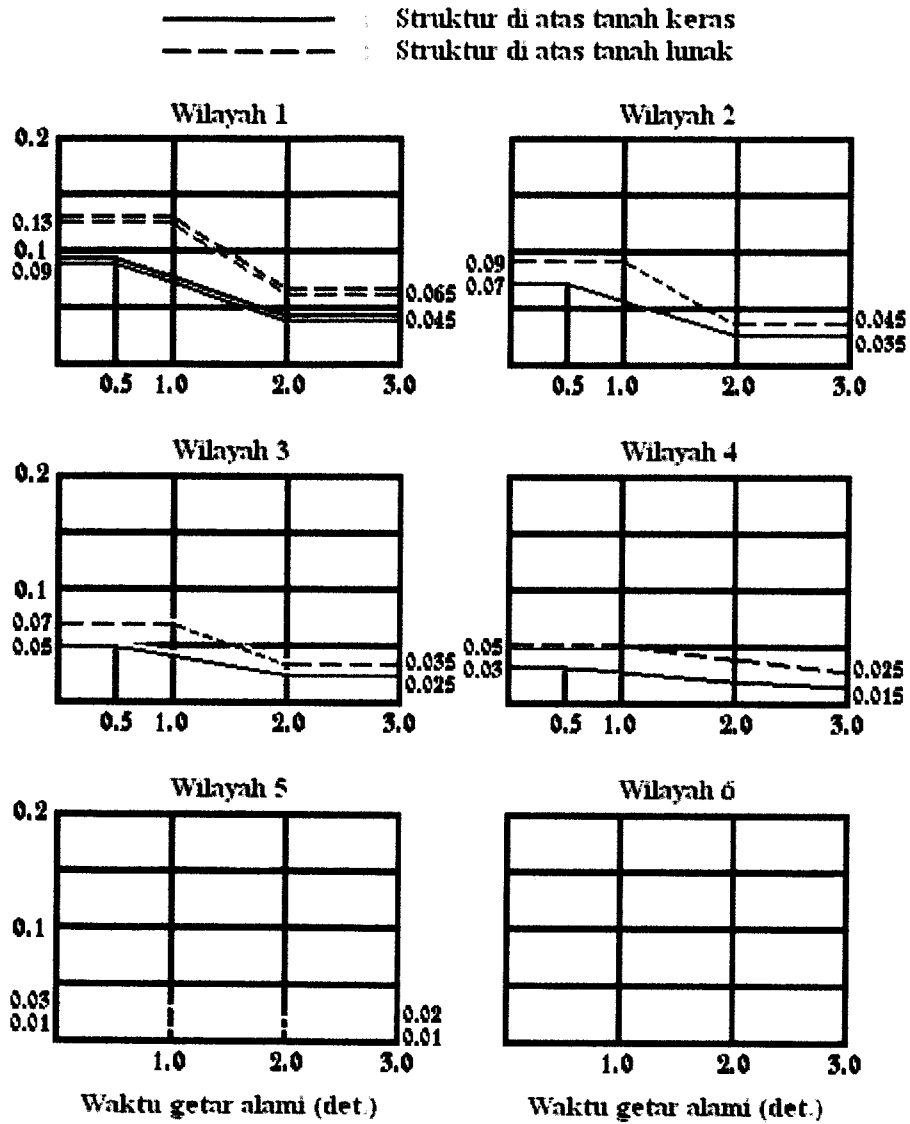
# LAMPIRAN

Lampiran 1.a



Sumber : Buku Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung

Lampiran 1.b



Koefisien gempa dasar untuk berbagai wilayah

Sumber : Buku Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung

## Lampiran 2

### BMG'S QUICK EPICENTER DETERMINATIONS

Last update: 03 Juli, 1998

The following are events for which data have been acquired:

Date	Time (UTC)			Latitud	Longitud	Depth (Km)	Magnitude (Richter)	Regions	REMARKS
	Hour	Minut	Second						
980703	00	36	24.00	01.14 S	116.28 E	33	5.0	On land about 70 km west of Balikpapan	III MMI at Balikpapan (East Kalimantan)
980629	06	12	14.90	08.27 S	115.88 E	33	5.0	At sea about 35 km Northwest Mataram	III MMI at Mataram (Lombok)
980627	17	07	04.18	0.60 N	126.51 E	33	5.8	Molucca sea about 115 km Northwest Ternate	III MMI at Ternate
980605	00	21	49.52	01.08 S	121.24 E	100	4.9	At Tomini Gulf about 63 km northeast Poso	II MMI at Poso (Sulawesi)
980528	00	58	32.5	01.19 S	116.60 E	33	5.2	On land about 65 Km West of Balikpapan	II-III MMI at Balikpapan (East Kalimantan)
980527	01	42	07.0	04.00 S	127.80 E	33	5.5	Banda Sea about 50 Km South West of Ambon	III MMI at Ambon
980526	19	27	36.24	08.58 S	116.37 E	33	4.3	On land about 20 Km North of Praya	II MMI at Lombok (Mataram Island)
980219	14	14	50.3	04.45 S	129.25 E	33	6.0	Banda sea about 163 km Southeast Ambon	III - IV MMI at Ambon
980215	08	08	04.8	00.65 N	125.96 E	27	5.0	Molucca sea about 136 km Southeast Tondano	I - II MMI at Tondano
980212	15	46	52.1	05.74 S	105.34 E	78	4.9	Sunda Strait about 25 km South of Bandar Lampung	III - IV MMI at Tanjung Karang and II -III MMI at Kotabumi
980206	12	32	48.5	00.17 S	133.14 E	33	5.7	Pasific Ocean about 216 km Northeast Sorong	III MMI at Sorong
980128	22	52	53.1	06.76 S	106.95 E	21	4.5	On Land about 19 km North of Sukabumi	I - II MMI at Citeko
980117	17	40	56.6	06.89 S	112.27 E	172	5.0	On land about 24 km East of Tuban	II - III MMI at Gresik

980117	00	29	47.03	06.46 S	133.67 E	33	5.3	On the Sea about 137 km Southeast Tual	I - II MMI at Tual
980113	09	50	10.0	03.58 S	129.31 E	64	5.8	Molucca Sea about 140 km East of Ambon	II MMI at Ambon
971218	05	46	41.45	02.55 S	098.12 E	33	5.7	Hindia Ocean about 305 km Southwest of Padang	III - IV MMI at Padang
971211	09	50	31.11	02.94 N	126.95 E	26	5.2	Molucca Sea about 250 km Northeast of Bitung (North Sulawesi)	II - III MMI at North Moluca
971205	13	56	21.7	00.88 N	124.00 E	83	5.6	Sulawesi Sea about 40 km Northwest of Kotamubagu North Sulawesi	II - III MMI at Manado and III - IV MMI at Tondano
971129	03	41	54.71	02.90 N	126.55 E	30	5.5	Molucca Sea about 210 km Northeast of Bitung	I - II MMI at Bitung and II-III MMI at Tondano
971127	00	20	23.07	05.20 S	101.11 E	55	5.4	Hindian Ocean about 200 km Southwest of Bengkulu	II MMI at Bengkulu
971125	12	14	36.05	01.27 N	122.56 E	40	6.8	On the sea about 78 km Northwest of Gorontalo	V - VI MMI at Gorontalo and II-III MMI at Manado
971123	08	35	42.04	05.91 S	101.91 E	80	5.3	On the sea about 200 km south west of Manna (Bengkulu)	II MMI at Liwa and Kapahiyang
971116	08	18	10.04	05.69 S	102.41 E	91	5.5	Hindian Ocean about 154km South of Manna (Bengkulu)	II - III MMI at Bengkulu
971114	23	29	07.28	07.79 S	106.33 E	87	4.9	Hindian Ocean about 88 km South of Pelabuhan Ratu	I - II MMI at Gunung Salak
971113	02	55	38.40	07.53 S	106.78 E	74	5.2	On Land about 61 km Southeast of Pelabuhan Ratu	II - III MMI at Sukabumi
971030	23	06	10.79	00.88 S	122.50 E	Normal	5.0	On Land about 35 km Northeast of Luwuk	III MMI at Luwuk
971029	04	55	50.13	06.95 S	103.42 E	33	6.0	Hindian Ocean about 201 km West of Panaitan Island	II MMI at West of Lampung

971023	01	16	00.9	09.00 S	116.90 E	176	5.8	South of P.Sumbawa about 52 km southeast of Selong (NTB)	II - III MMI at Denpasar Waingapu and Mataram II at Ruteng
971015	06	03	30.5	06.75 S	106.95 E	20	5.0	On Land about 20 km North of Sukabumi (West Java)	IV MMI at Citeko II MMI at Jakarta III MMI at Bandung
971012	04	09	28.5	02.40 N	126.20 E	33	5.1	Malucca Sea about 163 km northeast of Bitung	I - II MMI at Manado and Bitung
971008	14	59	28.7	00.21 S	119.72 E	33	5.0	Makassar shelf about 50 km north of Donggala	II - III MMI at Palu
970929	13	21	03.5	06.73 S	106.95 E	12	3.7	On Land about 4 km South East of Cisarua (Bogor)	II MMI at Citeko and Puncak
970928	01	38	28.8	03.90 S	119.70 E	33	6.0	On Land about 20 km north of Parepare	V - VI MMI at Parepare III - IV MMI at Majene and II - III at Ujungpandang
970923	17	42	00.0	02.63 S	140.74 E	33	4.6	On Land about 15 km South East of Jayapura	II-III MMI at Jayapura
970917	14	50	34.0	02.50 N	126.49 E	33	5.9	Molluca Sea about 182 km North East of Bitung (North Sulawesi )	II-III MMI at Bitung
970917	06	41	13.1	03.06 S	140.74 E	33	5.0	On land, about 59 km South East of Jayapura	II-III MMI at Jayapura
970917	01	16	32.5	04.45 N	96.79 E	33	4.9	On Land about 15 km South of Takengon (Banda Aceh )	II-III MMI at Banda Aceh
970916	05	07	33.3	06.28 S	101.33 E	33	5.0	Hindian Ocean about 271 km South West of Manna (Bengkulu)	II MMI at Bengkulu
970915	06	27	33.2	05.15 S	101.98 E	100	5.1	At Hindia Ocean about 145 km South West of Manna Bengkulu	II - III MMI at Kepahiyang and Manna
970913	06	45	50.9	05.41 S	101.68 E	100	5.3	At Hindia Ocean about 175 km South West of Manna Bengkulu	II - III MMI at Bengkulu and Manna

970825	21	23	57.6	02.92 S	098.62 E	Normal	5.5	At Hindia Ocean about 300 km South West of Padang	III - IV MMI at Padang and II - III MMI at Padang Panjang
970820	07	15	10.0	03.40 N	095.60 E	33	5.8	100 km South of Meulaboh and Medan	II - III MMI at Meulaboh
970817	08	04	55.0	08.60 S	107.25 E	100	5.0	Hindia Ocean about 170 km South west of Garut	II - III MMI at Garut and Tasikmalaya, I - II MMI at Sukabumi
970817	04	53	15.7	10.93 S	122.50 E	Normal	5.2	Laut Sea about 150 km South West of Kupang	II - III MMI at Waingapu and Kupang
970803	19	09	10.0	0.28 S	136.05 E	100	5.3	Pacific Ocean 101 km North of Biak	II - III MMI at Biak
970731	21	54	20.5	07.68 S	131.25 E	100	6.0	At Tanimbar about 40 Km Northwest of Saumlaki	III-IV MMI at Saumlaki
970729	22	05	30.2	01.09 N	127.35 E	86	4.9	Maluku Sea about 35 km North of Ternate	II-III MMI at Ternate
970727	22	35	52.0	06.49 S	103.22 E	65	5.9	Indian Ocean South West of Kotabumi	II-III MMI at Bengkulu
970727	20	22	16.0	00.80 N	127.63 E	33	4.5	At Halmahera 40 km East of Ternate	IV MMI at Ternate
970727	16	47	41.3	06.71 S	103.15 E	50	5.5	Indian Ocean South West of Kotabumi	II-III MMI at Bengkulu
970723	03	23	42.2	00.37 N	122.99 E	100	5.7	Tomini bay South East of Gorontalo	II-III MMI at Gorontalo
970717	12	42	52.4	10.20 S	119.26 E	80	5.2	Indian Ocean South West of Waingapu	II-III MMI at Waingapu
970713	14	43	00.3	07.56 S	126.68 E	200	5.5	Banda Sea 168 km North East of Dili	II-III MMI at Dili
970711	12	35	47.2	01.59 N	126.03 E	33	5.5	Maluku Sea 123 km East of Manado	II-III MMI at Manado and Ternate
970710	13	10	51.6	10.52 S	113.48 E	33	5.1	Indian Ocean 263 km South of Jember	II MMI at Denpasar
970707	11	24	31.7	00.53 N	96.91 E	33	5.4	Indian Ocean, 113 km South West of Gunung Sitoli	III MMI at Gunung Sitoli

970629	20	02	55.9	07.64 S	129.85 E	151	5.9	Banda Sea, 387 km South West of Tual	II-III MMI at Saumlaki
970626	20	56	52.9	09.07 S	114.66 E	100	4.7	71 km South West of Denpasar	II - III MMI at Denpasar
970626	05	08	02.5	04.90 S	101.33 E	100	5.5	161 km South West of Bengkulu	II MM at West of Lampung II - III MMI at Kepahiyang III - IV MMI at Bengkulu
970624	23	04	57.3	02.11 S	128.28 E	100	5.8	At Seram Sea 162 km North of Ambon	II - III MMI at Ambon, Ternate, Sorong
970407	13	14	18.7	00.26 N	125.51 E	100	5.5	160 km South East Manado	III MMI at Tondano
970325	05	55	31.0	08.30 S	107.60 E	100	5.5	200 km South of Pelabuhan Ratu	II - III MMI at Pangandaran, Cilacap and Sukabumi
970324	22	21	43.2	01.63 N	126.89 E	28	5.3	100 km North West of Ternate	II - III MMI at Tondano and Bitung
970317	08	05	47.0	07.47 S	104.66 E	33	6.0	300 km South West of Jakarta	IV-V MMI at Jakarta
961209	03	54	09.9	08.77 S	107.07 E	Normal	6.6	200 km South of Bandung	II MMI at Jakarta II-III MMI at Bandung
961125	13	23	55.4	03.23 S	139.92 E	Normal	5.7	130 km South of Jayapura	II-III MMI at Jayapura and Wamena
961125	11	15	56.7	03.40 S	139.75 E	Normal	5.5	140 km S of Jayapura	II-III MMI at Jayapura and Wamena
960906	08	41	45.1	08.00 S	106.10 E	83	4.5	Indian Ocean	II MMI at Bogor
960919	17	24	26.6	08.00 S	120.40 E	200	4.8	Flores Sea	III-IV MMI at Ruteng

Enquiry SuBID AG, BMG, Phone (21)-3156155 ext.377  
E-mail: [bmg@cbn.net.id](mailto:bmg@cbn.net.id)

[Home.gif (3460 bytes)]

---