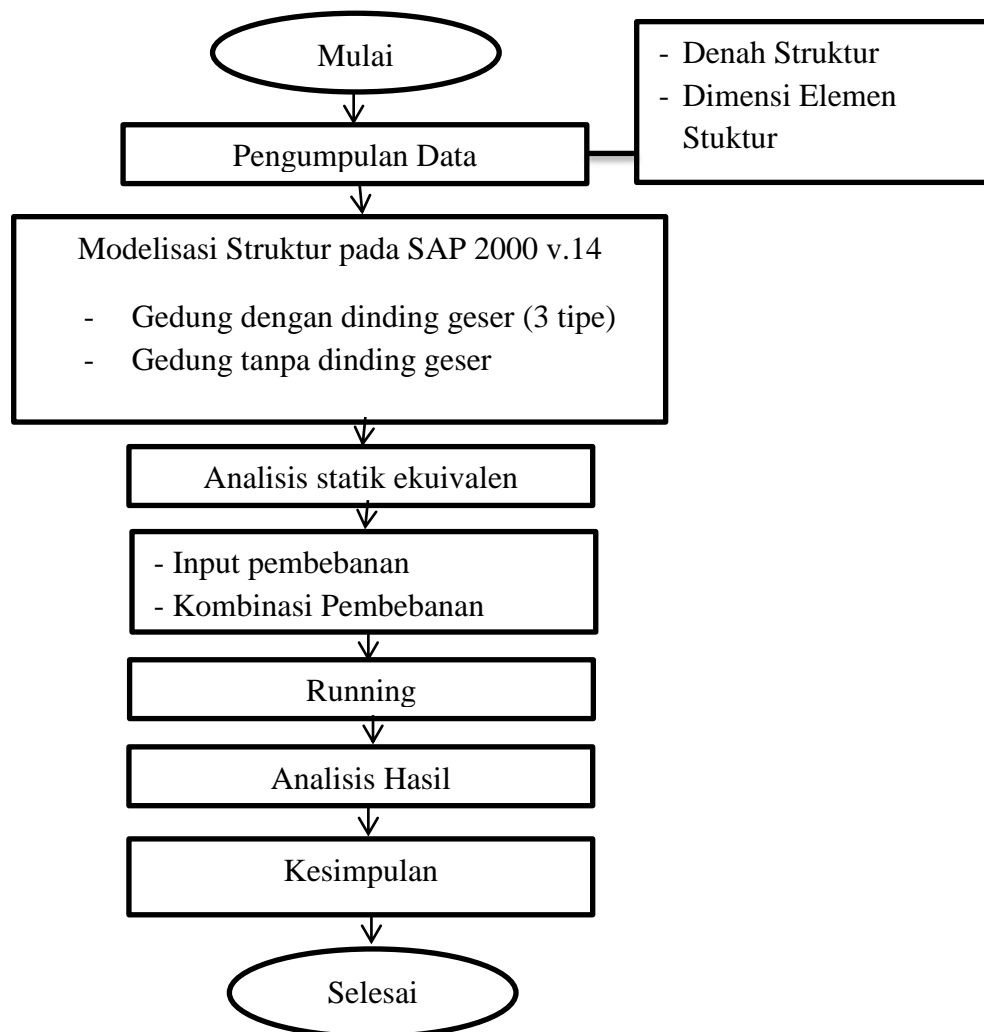


## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini adalah metode analisis yang dibantu dengan software SAP 2000 v.14. Analisis dilakukan dengan cara pemodelan struktur gedung secara 3 dimensi dari mulai kolom, balok, pelat lantai, dan komponen struktur gedung lainnya kedalam software. Setelah pemodelan selesai baru dilakukan analisis dari hasil output SAP 2000 v.14. Berikut ini merupakan diagram alir untuk menjelaskan kerangka pemikiran yang ada, yaitu :



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.2 Pengumpulan Data

Bangunan yang dianalisis dalam penelitian ini adalah gedung M-Square Apartment 31 lantai dengan tinggi gedung 97 meter. Bangunan ini berlokasi di Cibaduyut, Bandung dengan jenis tanah sedang. Struktur bangunan ini didesain berdasarkan metode SRPMK atau Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus. Sistem ini didesain agar bangunan tidak roboh atau runtuh saat terjadi gempa yang melebihi gempa yang telah didesain. Pada model SRPMK ini didesain agar sendi-sendi plastis terletak pada titik tertentu.

Data umum bangunan gedung yang ditinjau adalah sebagai berikut :

- Nama Gedung : Apartemen Mekarwangi Square
- Lokasi Gedung : Jl. Cibaduyut no.142 Bandung
- Fungsi Bangunan : Apartemen
- Jenis pondasi : *Bor Pile*
- Luas Tanah : 3221,843 m<sup>2</sup>
- Luas Bangunan : 261567 m<sup>2</sup>

Lokasi lahan untuk proyek dapat dilihat pada gambar berikut yang masing-masing sisi berbatasan dengan:

- 1 Sebelah utara : Pertokoan dan rumah tinggal
- 2 Sebelah selatan : Pertokoan dan rumah tinggal
- 3 Sebelah timur : Pertokoan dan rumah tinggal
- 4 Sebelah barat : Pertokoan dan Jalan Cibaduyut Raya





Gambar 3.2 Lokasi Proyek

Table 3.1 Dimensi elemen struktur dan dinding geser

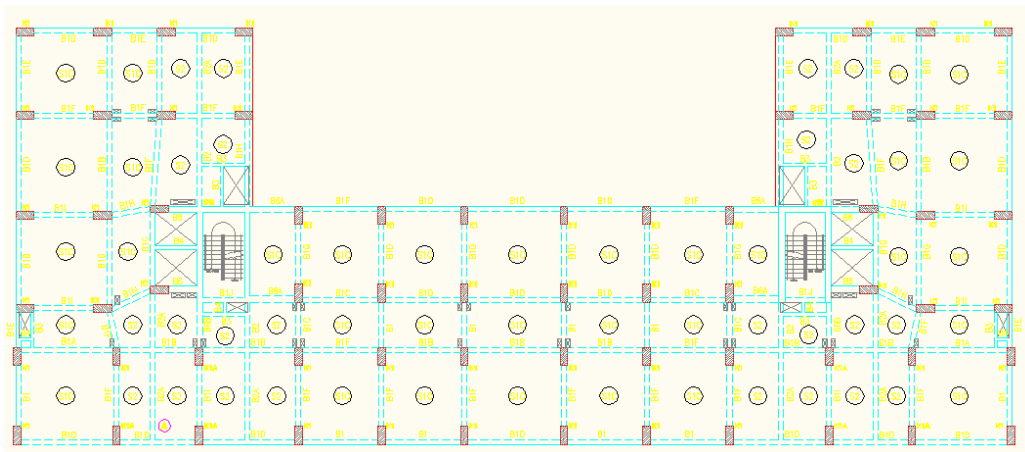
Elemen Struktur		Dimensi (mm)	Material
Kolom	K1	450x1200	L0-L10 .K-450 L11-L31 . K400
	K1A	450x1200	
	K2	450x450	
Balok	B1	300x500	L0-L10 .K-350 L11-L31 . K-300
	B1A	300x500	
	B1B	300x600	
	B2	300x400	
	B3	200x400	
	B4	200x300	
	B5	350x400	
B5A	350x400		
Pelat	S1	t = 150 mm	
	S2	t = 130 mm	
Shearwall	SW1	t = 400 mm	L0-L10 .K-450 L11-L31 . K400

### 3.3 Modelisasi Struktur pada SAP 2000

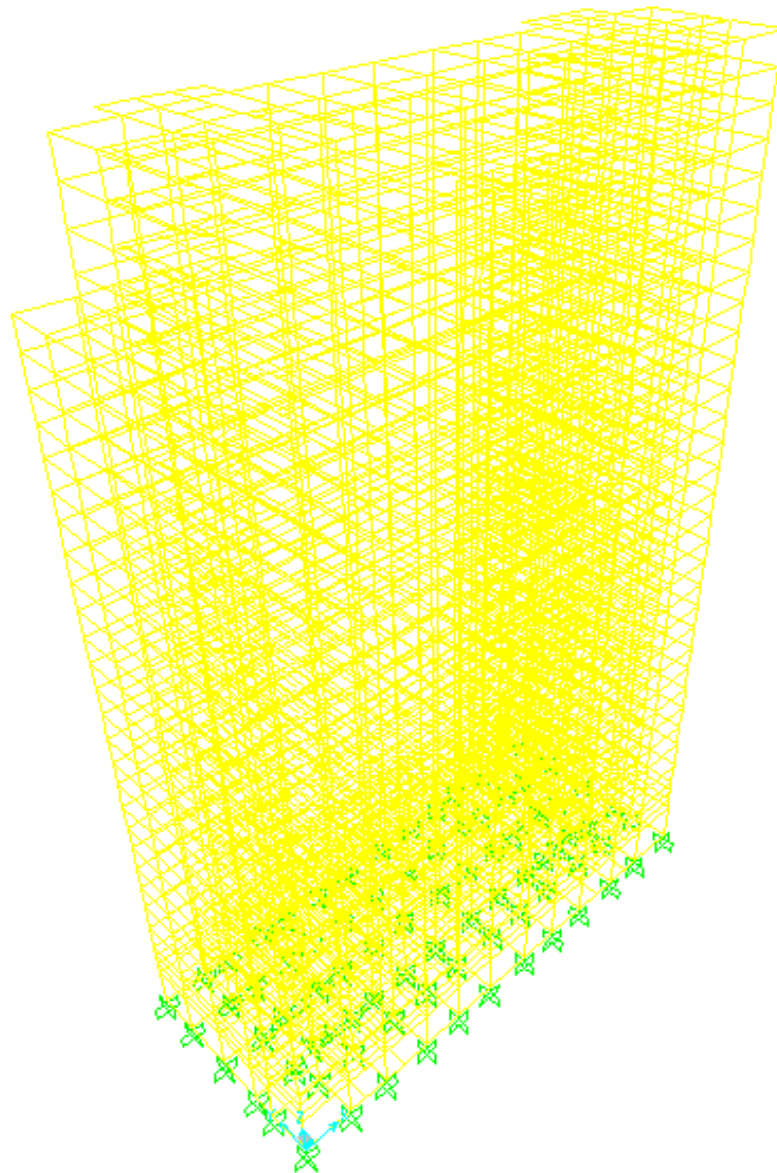
Pada tugas akhir ini akan dibahas struktur bertingkat banyak tiga dimensi dengan variasi lokasi letak dinding geser.

#### 1. Struktur tipe I

Pada struktur tipe I, struktur dimodelkan tiga dimensi dan tanpa menggunakan dinding geser.



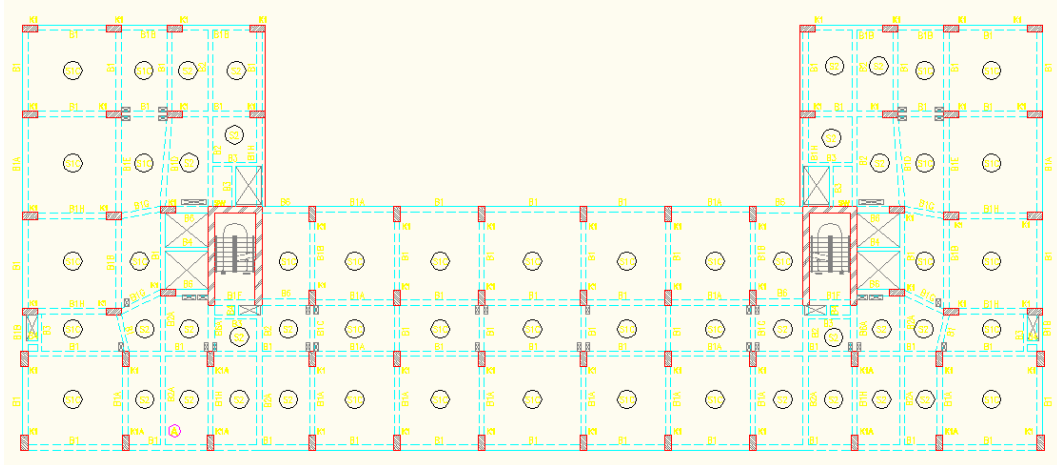
Gambar 3.3 denah struktur tipe I (tanpa dinding geser)



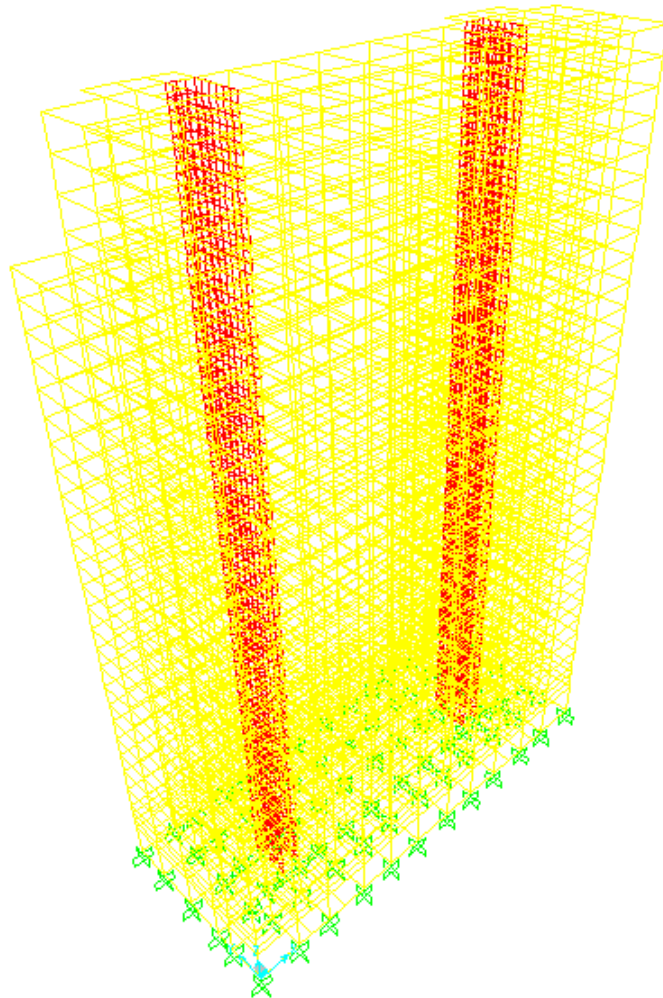
Gambar 3.4 Model struktur bangunan gedung M-Square Apartment tanpa dinding geser (tipe I) pada SAP 2000 v.14

## 2. Struktur tipe II

Pada struktur tipe II, struktur dimodelkan tiga dimensi dengan menggunakan dinding geser. Dinding geser terletak pada lokasi eksisting sesuai dengan data perencanaan yang didapatkan.



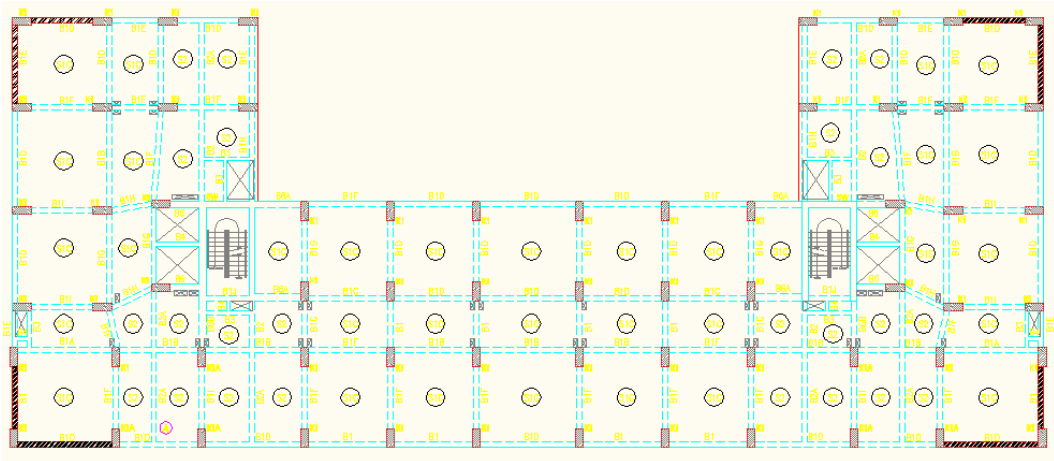
Gambar 3.5 denah struktur tipe II (eksisting)



Gambar 3.6 Model struktur bangunan gedung M-Square Apartment dengan dinding geser (tipe II, eksisting) pada SAP 2000 v.14

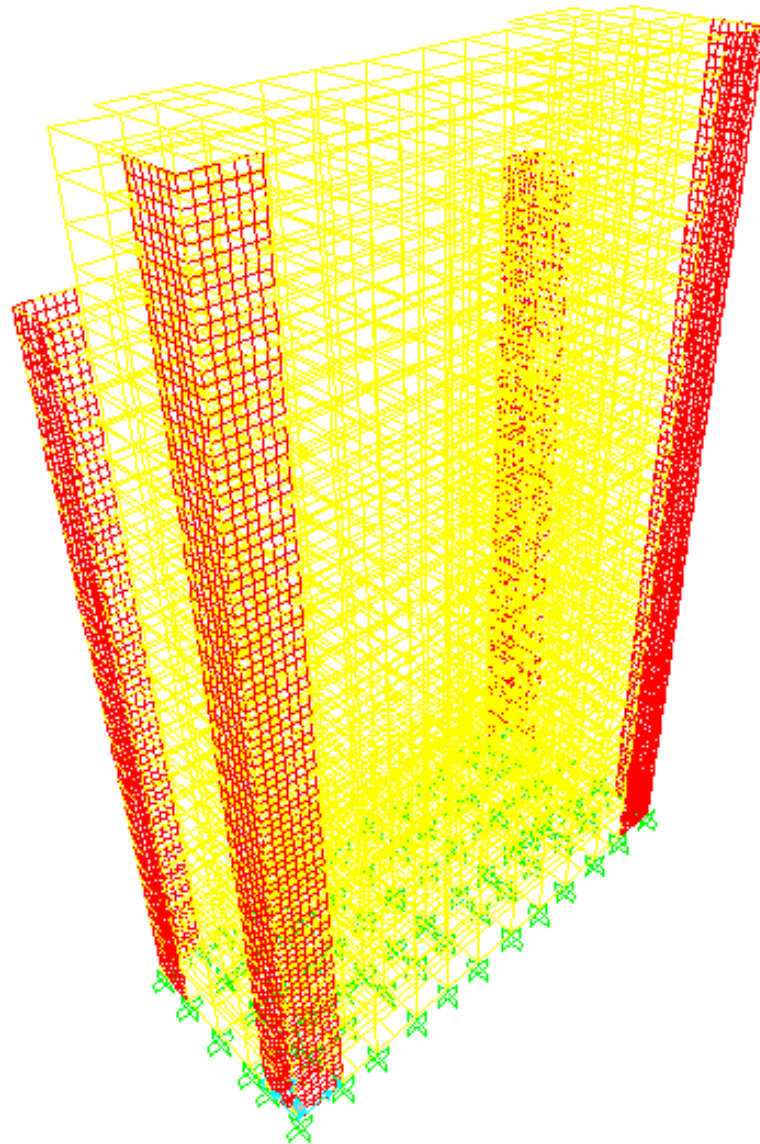
### 3. Struktur tipe III

Pada struktur tipe III, struktur dimodelkan tiga dimensi dengan menggunakan dinding geser. Dinding geser terletak pada empat sudut gedung.



Gambar 3.7 denah struktur tipe III



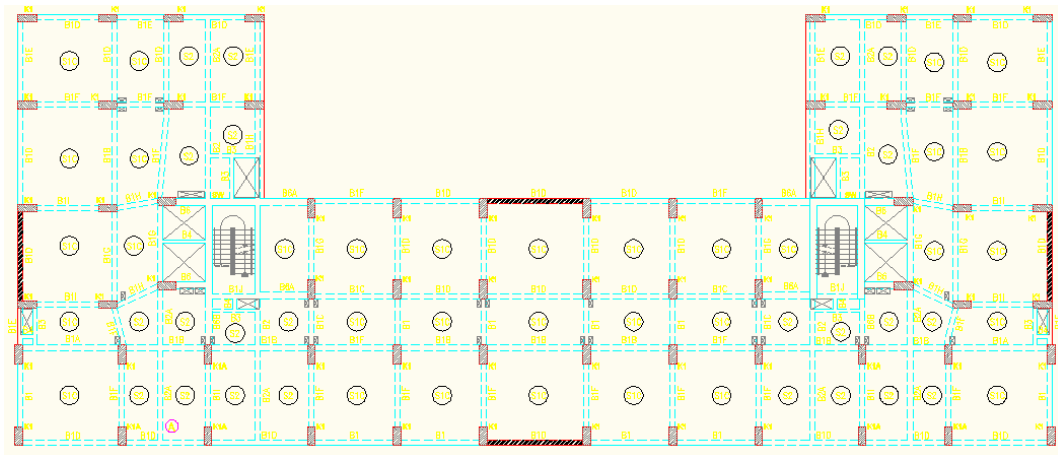


Gambar 3.8 Model struktur bangunan gedung M-Square Apartment dengan dinding geser (tipe III) pada SAP 2000 v.14

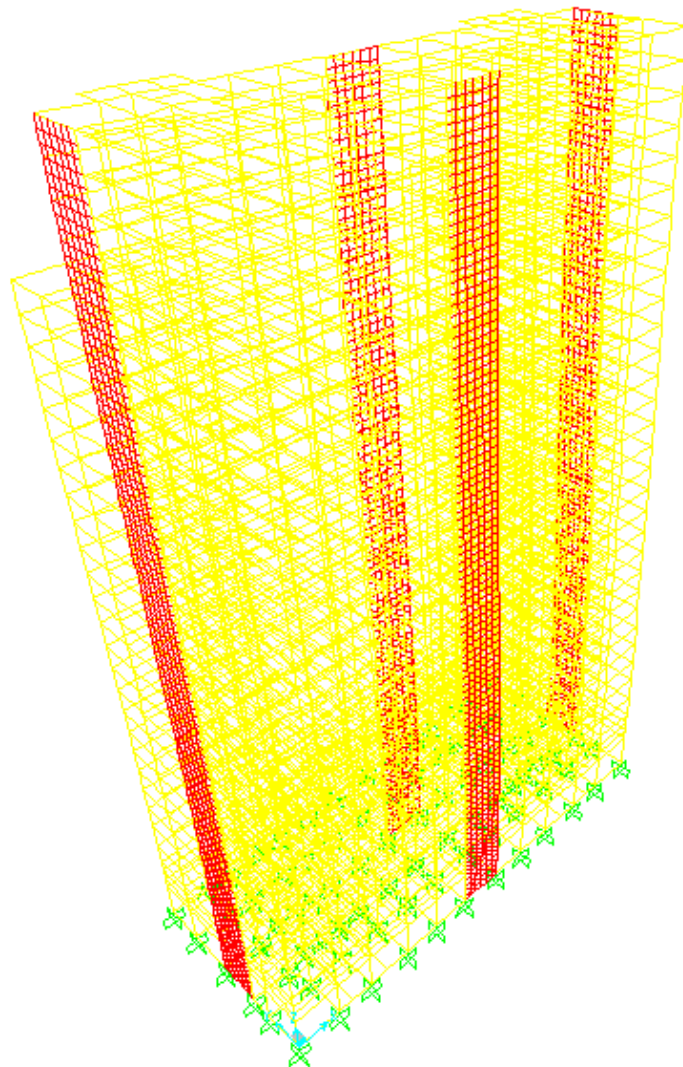
#### 4. Struktur tipe IV

Pada struktur tipe II, struktur dimodelkan tiga dimensi dengan menggunakan dinding geser. Dinding geser terletak di tengah empat sisi gedung.





Gambar 3.9 denah struktur tipe IV



Gambar 3.10 Model struktur bangunan gedung M-Square Apartment dengan dinding geser (tipe IV) pada SAP 2000 v.14

### 3.4 Analisis Statik Ekuivalen

Analisis statik ekuivalen merupakan salah satu metode menganalisis struktur gedung terhadap pembebanan gempa dengan menggunakan beban gempa nominal statik ekuivalen. Beban geser dasar nominal statik ekuivalen  $V$  (*base shear*) yang terjadi di tingkat dasar dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V = \frac{C1.I}{R} Wt$$

$C1$  = nilai faktor respons gempa

$I$  = faktor keutamaan gedung

$R$  = faktor reduksi gempa

$Wt$  = berat total gedung

Beban geser dasar nominal  $V$  tersebut harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen  $F_i$  pada pusat massa lantai tingkat ke- $i$  dengan persamaan :

$$F_i = \frac{W_i \cdot Z_i^k}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot Z_i} * V$$

Dimana :

$W_i$  = berat lantai tingkat ke- $i$

$z_i$  = ketinggian lantai tingkat ke- $i$

$n$  = nomor lantai tingkat paling atas

Kemudian beban gempa tersebut didistribusikan menjadi beban-beban terpusat yang bekerja di setiap lantai tingkat di sepanjang tinggi bangunan pada arah  $x$  dan arah  $y$  yang telah dimodelkan di program SAP 2000 v.14.

### 3.5 Pembebanan

Beban-beban yang dimasukkan dalam model gedung ini terdiri dari beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Beban mati terdiri dari beban dinding, plafond, keramik, dan adukan. Beban dinding didistribusikan secara merata ke balok, sedangkan beban plafond, dinding, keramik dan beban hidup didistribusikan merata ke pemodelan plat lantai. Untuk beban gempa pada struktur permodelan ini berdasarkan pada peraturan gempa Indonesia, yaitu SNI 03-1726-

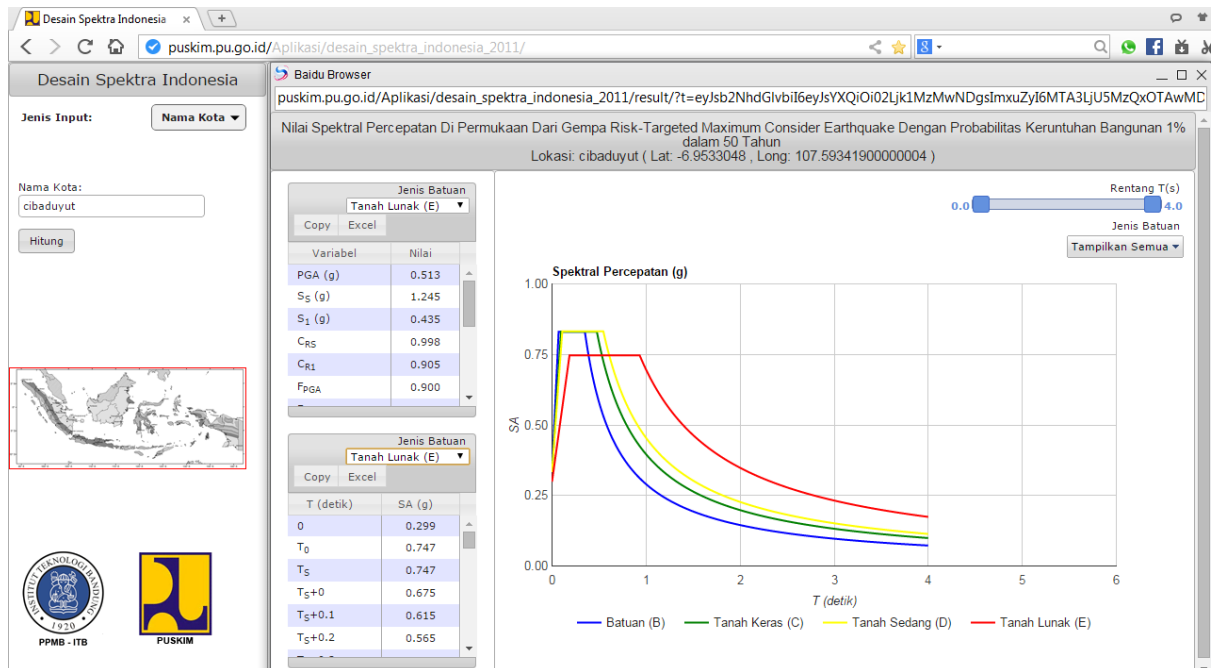
2012. Syarat-syarat perencanaan struktur bangunan gedung dan non gedung tahan gempa yang ditetapkan dalam tata cara ini tidak berlaku untuk bangunan sebagai berikut :

- Struktur bangunan dengan sistem struktur yang tidak umum atau yang masih memerlukan pembuktian tentang kelayakannya.
- Struktur jembatan kendaraan lalu lintas (jalan raya dan kereta api), struktur reactor energy, struktur bangunan irigasi dan bendungan, struktur menara transmisi listrik serta struktur anjungan pelabuhan, anjungan lepas pantai dan struktur penahan gelombang.

Untuk struktur-struktur yang disebutkan dalam batasan tersebut di atas, perencanaan harus dilakukan dengan menggunakan Tata Cara dan Pedoman Perencanaan yang terkait, dan melibatkan tenaga-tenaga ahli utama di bidang rekayasa struktur dan geoteknik.

Gempa rencana ditetapkan mempunyai periode ulang 2500 tahun, agar probabilitas terjadinya terbatas pada 2% selama umur gedung 50 tahun. Terdapat 2 buah peta wilayah gempa, yaitu untuk gempa dengan periode sangat singkat ( $T = 0,2$  detik) dan gempa dengan periode 1 detik ( $T = 1$  detik), seperti terdapat pada gambar 2.2 dan gambar 2.3. grafik respons spectrum tidak disediakan, melainkan harus dirancang sendiri menggunakan parameter-parameter percepatan yang dapat dihitung berdasarkan wilayah gempa dan struktur gedung yang akan dibangun. Berikut ini adalah langkah-langkah membuat respons spectrum desain yang terdapat dalam pasal 6 SNI 03-1726-2012 :

- a. Menentukan  $S_s$  ( di dapat dari peta gempa dengan periode ulang 2500 tahun dan  $T=0,2$  detik) dan  $S_1$  (di dapat dari peta gempa dengan periode ulang 2500 tahun dan  $T=1$  detik)



Gambar 3.11 Menentukan nilai spectral percepatan gempa

- b. Menentukan jenis tanah dan koefisien situs. Setelah jenis tanah ditentukan, dengan nilai  $S_s$  dan  $S_1$  yang diperoleh di langkah 1, maka di dapat  $F_a$  dan  $F_v$  dengan table di bawah ini

Tabel 3.2 koefisien situs,  $F_a$

Kelas situs	Parameter respons spectral percepatan gempa $MCE_R$ terpetakan pada perioda pendek, $T=0,2$ detik, $S_s$				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	$SS^b$				

CATATAN :

- (a) Untuk nilai-nilai antara  $S_s$  dapat dilakukan interpolasi linier  
 (b)  $S_s =$  situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs spesifik

Sumber : SNI 03-1726-2012

Tabel 3.3 Koefisien situs,  $F_v$ 

Kelas situs	Parameter respons spectral percepatan gempa $MCE_R$ terpetakan pada perioda 1 detik, $S_1$				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	$SS^b$				

CATATAN :

- (c) Untuk nilai-nilai antara  $S_s$  dapat dilakukan interpolasi linier  
 (d)  $S_s$  = situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs spesifik

Sumber : SNI 03-1726-2012

- c. Menghitung  $S_{MS}$  dan  $S_{M1}$  (parameter spectrum respons percepatan pada perioda pendek dan perioda 1 detik) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut :

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s$$

$$S_{M1} = F_v \cdot S_1$$

- d. Menghitung parameter percepatan spectral desain untuk perioda pendek,  $S_{DS}$  dan perioda 1 detik,  $S_{D1}$  ditentukan melalui perumusan berikut :

$$S_{DS} = 2/3 S_{MS}$$

$$S_{D1} = 2/3 S_{M1}$$

- e. Spectrum respons desain
- Untuk perioda yang lebih kecil dari  $T_0$ , spectrum respon percepatan desain,  $S_a$ , harus diambil dari persamaan :

$$S_a = S_{DS}(0,4 + 0,6 T/T_0)$$

- Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil atau sama dengan  $T_S$ , spectrum respons percepatan desain,  $S_a$ , sama dengan  $S_{DS}$
- Untuk perioda lebih besar dari  $T_S$ , spectrum respons percepatan desain,  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan :

$$T_0 = 0,2 S_{D1}/S_{DS} \quad T_s = S_{D1}/S_{DS} \quad S_a = S_{D1}/T$$

Keterangan :

$S_{DS}$  adalah parameter respon spectral percepatan desain pada perioda pendek.  $S_{D1}$  adalah parameter respons spectral percepatan desain pada perioda 1 detik.  $T$  adalah perioda getar fundamental struktur.

Dari langkah-langkah di atas, sehingga akan di dapatkan grafik respons desain.

### 3.6 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan memperhitungkan pembebanan akibat beban gravitasi baik beban mati maupun beban hidup dan beba gempa dengan efek orthogonal untuk model tiga dimensi. Adapun kombinasi pembebanan yang digunakan mengacu pada Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013 seperti di bawah ini :

1. COMB 1 = 1,4 D
2. COMB 2 = 1,2 D + 1,6 L
3. COMB 3 = 1,2 D + L
4. COMB 4 = 1,2 D + L + SPEC1
5. COMB 5 = 1,2 D + L + SPEC2
6. COMB 6 = 1,2 D + L – SPEC1
7. COMB 7 = 1,2 D + L – SPEC2
8. COMB 8 = 0,9 D + SPEC1
9. COMB 9 = 0,9 D + SPEC2
- 10.COMB 10 = 0,9 D – SPEC1
- 11.COMB 11 = 0,9 D – SPEC2

Dimana :

D	= Beban Mati / <i>Dead Load</i>
L	= Beban Hidup / <i>Live Load</i>
SPEC 1	= 1,0 EQx + 0,3 EQy
SPEC 2	= 1,0 EQy + 0,3 EQx
EQx	= beban lateral arah-x
EQy	= beban lateral arah-y

### 3.7 Analisis Kinerja

Dari hasil analisis SAP 2000 akan didapat besar *displacement* tiap lantai pada gedung M-Square Apartment. Hasil analisis program SAP 2000 dapat menentukan nilai *story drift roof* dengan persamaan :

$$\text{Maksimal drift} = \frac{Dt}{H}$$

$$\text{Maksimal In-elastic drift} = \frac{Dt-D1}{H}$$

Dimana :

Dt = displacement roof

D1 = displacement pada lantai dasar

H = tinggi bangunan

Dari hasil perhitungan tersebut, dapat ditentukan level kinerja gedung berdasarkan tabel batasan rasio drift menurut ATC 40 pada 2.7.