

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tahapan Penelitian

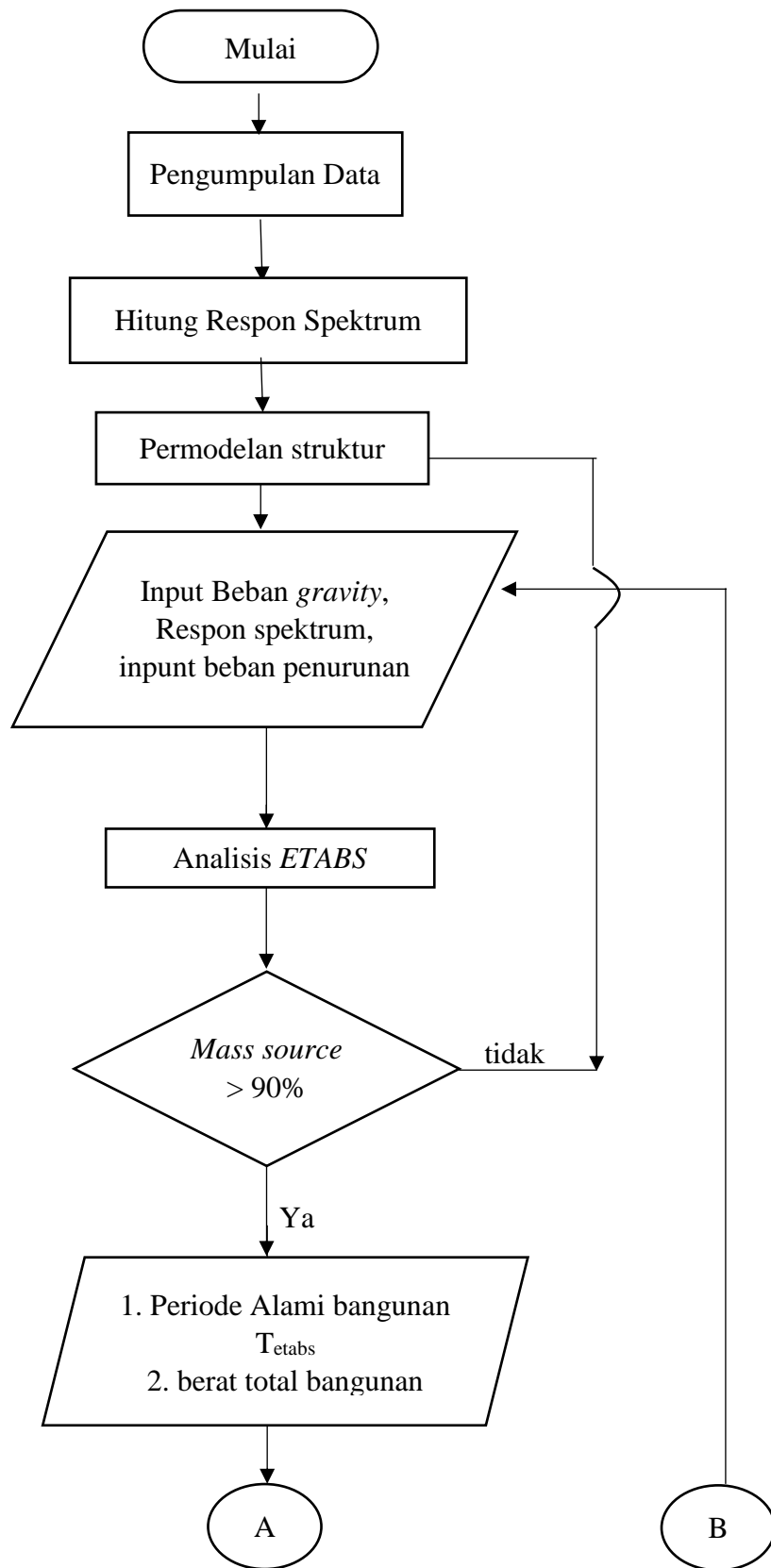
Guna mendapatkan hasil yang diharapkan perhitungan haruslah sesuai dengan urutan yang telah ditetapkan sehingga tidak menyalahi aturan dan persyaratan. Analisis yang dilakukan pada penelitian menggunakan bantuan aplikasi *ETABS* kemudian diperoleh gaya dalam yang kemudian dilakukan analisis menggunakan aplikasi *Microsoft office excel*. Gedung yang digunakan pada penelitian ini adalah gedung K.H Ibrahim (*twin bulding*) UMY seperti yang di tunjukkan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2



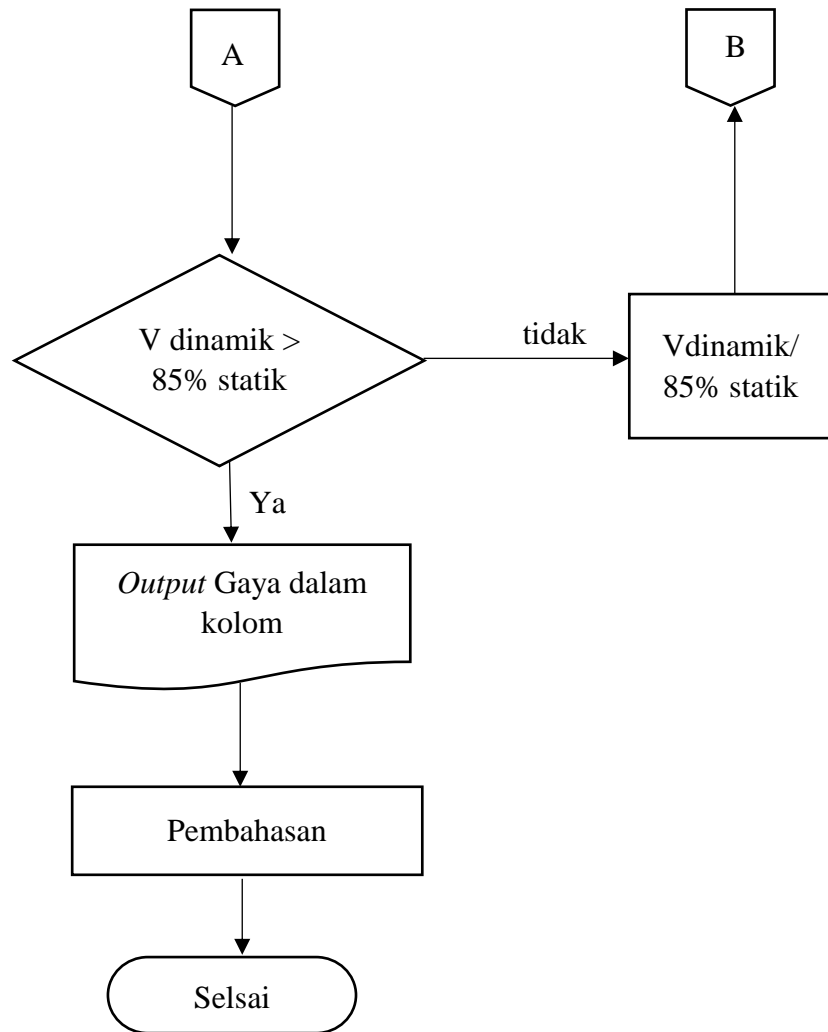
Gambar 3.1 Lokasi gedung K.H Ibrahim (Google inc, 2018)



Gambar 3.2 Letak gedung K.H Ibrahim (Google inc, 2018)



Gambar 3.3 Bagan alir penelitian



Gambar 3.3 Bagan alir penelitian (Lanjutan)

### 3.2. Pwngumpulan Data

Data yang diperlukan adalah data dari gedung guna dilakukan permodelan struktur dalam bentuk 3 dimensi. Gedung yang ditinjau adalah gedung K.H Ibrahim (*twin bulding*) UMY. Pengumpulan data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah data gambar perencanaan struktur, arsitektural dan laporan hasil penyelidikan tanah.

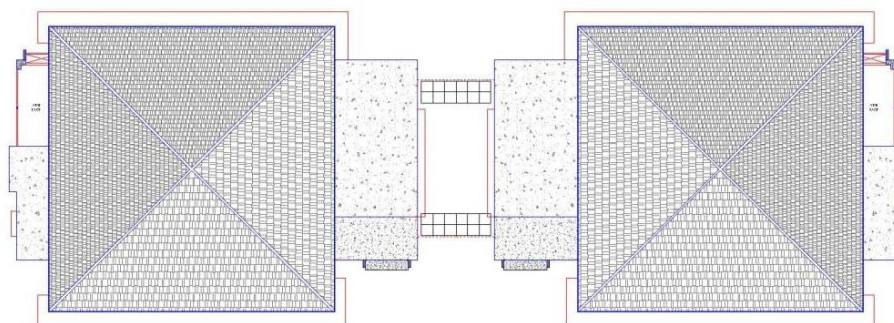
Permodelan 3 dimensi dibuat sesuai keadaan sebenarnya dan sesuai dengan gambar perencanaan sehingga hasil yang didapat mendekati keadaan yang sebenarnya guna pembebanan dan ukuran dari gedung diperhitungkan sesuai dengan fungsi tiap frame dan ruangan.

Data Umum

Fungsi Gedung	:	Pendidikan / Ruang Kuliah
Sistem Struktur	:	Dua sistem SRPMK dan Dinding Geser
Elevasi Tertinggi Gedung	:	+30,5 m
Jumlah Lantai	:	7 lantai
Tinggi Lantai Semi Basement	:	3,2 m
Tinggi Lantai Tipikal	:	4 m
Tinggi Lantai 5	:	6 m
Tinggi Lantai Ruang Mesin	:	2 m



Gambar 3.4 Tampak Depan Gedung Twin UMY  
(MPK, 2015)



Gambar 3.5 Tampak Atas Gedung Twin UMY  
(MPK, 2015)



Gambar 3.6 Tampak Belakang Gedung Twin UMY  
(MPK, 2015)



Gambar 3.7 Tampak Samping Gedung Twin UMY  
(MPK, 2015)

1. Data Spesifikasi Beton

Kuat desak silinder  $f_c' = 25$  MPa

Modulus Elastisitas Beton

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'}$$

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{25} = 23500 \text{ MPa}$$

2. Data Baja Tulangan

Untuk tulangan diameter  $> 12$  mm  $f_y = 400$  Mpa

$$f_u = 520 \text{ MPa}$$

Untuk tulangan diameter  $\leq 12$  mm  $f_y = 240$  MPa

$f_u = 370$  MPa

Modulus Elastisitas Baja  $E_s = 200000$  Mpa

### 3. Dimensi Elemen Struktur

#### a) Balok

Balok merupakan elemen penting dari sebuah gedung, maka dari itu pada tahap pemodelan 3 dimensi balok juga harus dimodelkan guna melihat pengaruhnya sehingga hasil yang didapat mendekati sebenarnya. Tip dan ukuran balok di tunjukkan pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Dimensi Elemen Balok.

Tipe/Kode Balok	Dimensi (mm)
S1	400x700
S2	400x700
B1	400x700

Tabel 3.2 Dimensi Elemen Balok.

Tipe/Kode Balok	Dimensi (mm)
B3	300x500
B4	200x500
B5	400x700
B5A	400x700
B6	300x450
B7	200x450
B8	120x450
B9	200x300
BT1	200x400
BT2	250x350
BT3	250x450

## b) Plat

Seperti halnya balok elemen gedung lainnya yang harus dimodelkan pada pemodelan 3 Dimensi adalah plat lantai, plat lantai diperuntukkan juga sebagai penerima beban yang kemudian disalurkan ke elemen penunjang lainnya. Dimensi dan tipe pslt ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tipe/Kode Plat	Dimensi, h (mm)
T1	200
T2	120
T3	120

## c) Kolom

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kondisi kolom maka kolom – kolom yang digunakan pada gedung K.H Ibrahim harus dimodelkan sehingga data yang didapat diharapkan mendekati pada kenyataannya. Tipe dan dimensi kolom yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tipe/Kode Kolom	Dimensi, b x h (mm)
K1	800x800
K1A	800x800
K2	800x800
K3	800x800
K4	400x800
K5	400x800
K6	600x600
K7	200x400
K8	250x500
KT	250x400

d) *Shearwall*

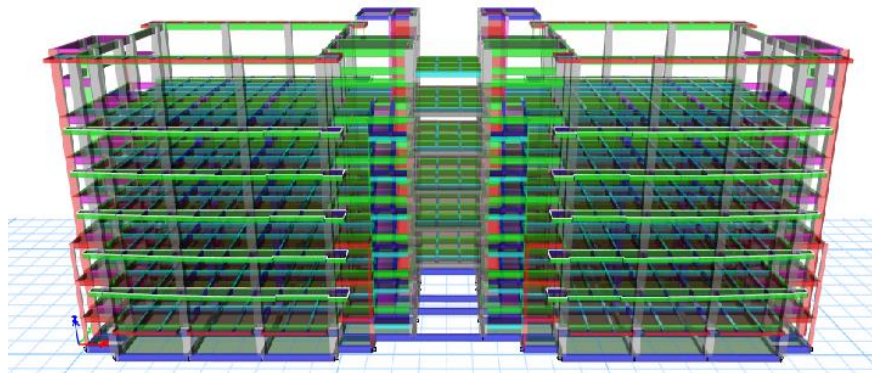
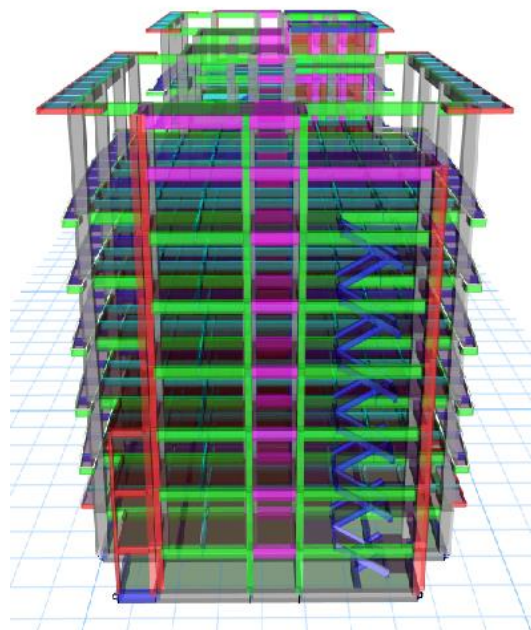
Dinding geser atau *shearwall* juga digunakan pada gedung K.H Ibrahim maka dinding geser haruslah dimodelkan pada 3 dimensi. Tipe dan ketebalan dari *shearwall* ditunjukkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Dimensi Elemen *Shearwall*.

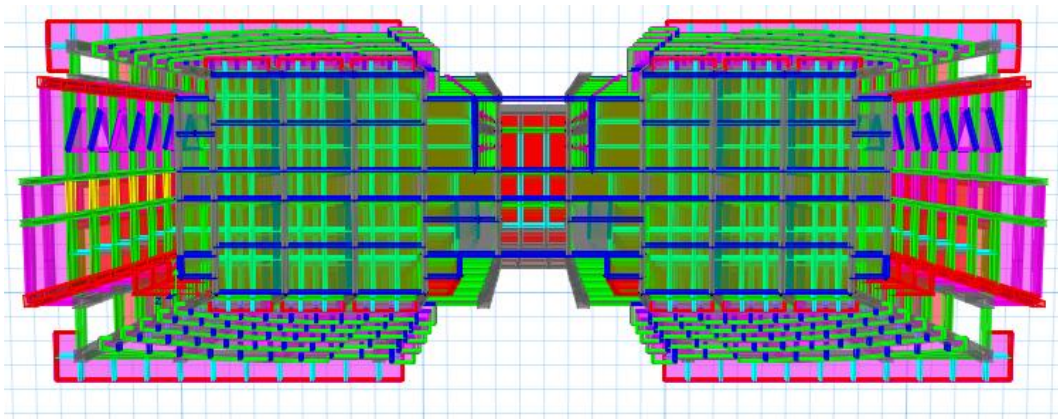
Tipe/Kode Dinding	Tebal (mm)
D1	250

### 3.3. Permodelan Struktur 3 dimensi

Permodelan dilakukan dengan menggunakan software *ETABS*. Elemen seperti balok kolom plat dilakukan pada tahap awal permodelan dan sesuai gambar perencanaan kemudian tiap frame dan material yang didefinisikan disusun menjadi sebuah model struktur. Elemen seperti plafond keramik dan lainnya merupakan elemen tambahan yang nantinya diperhitungkan sebagai beban struktur tersebut.

Gambar 3.4 Permodelan *Etabs* tampak depanGambar 3.5 Permodelan *Etabs* tampak samping



Gambar 3.6 Permodelan *Etabs* tampak atas

### 3.4. Pembebanan

#### A. Beban Gempa

##### 1. Penentuan Klasifikasi Situs

Berdasarkan nilai  $\bar{N}$  yang diperoleh dari 2 kali pengujian di lapangan dengan kedalaman 30 m didapati nilai  $\bar{N}$  48,6. maka jenis tanah termasuk SD (tanah sedang).

Tabel 3.6 Penentuan Klasifikasi Situs

z (m)	N BM1	N BM2	z (m)	N BM1	N BM2
0	0	0	18	30	67
2	36	58	20	43	57
4	28	54	22	86	62
6	20	31	24	93	95
8	19	34	26	73	77
10	21	20	28	73	70
12	24	31	30	76	80
14	27	30	$\bar{N}$	44,53	52.67
16	19	24	$\bar{N}$	<b>48,6</b>	

a) Kategori Risiko Bangunan IV.

b) Faktor Keutamaan Bangunan ( $I_e$ ) = 1,50.

c) Koefisien Modifikasi Respon ( $R$ ) = 7.

d) Faktor Pembesaran Defleksi ( $C_d$ ) = 5,5.

##### 1. Penentuan Periode Getar Alami Struktur

a) Periode Getar Struktur Pendekatan

$$S_{D1} = 0,6$$

$$C_u = 1,4$$

$$C_t = 0,488$$

$$x = 0,75$$

$$h_n = 31,6 \text{ m}$$

b) Perhitungan periode getar pendekatan untuk arah

X dan Y.  $T_a$

$$= C_t \cdot h_n^x$$

$$T_a = C_t \cdot h_n^x T_a$$

$$= 0,488 \cdot 31,6^{0,75}$$

$$T_a = 0,650$$

c) Perhitungan periode getar pendekatan maksimum untuk arah X dan Y.

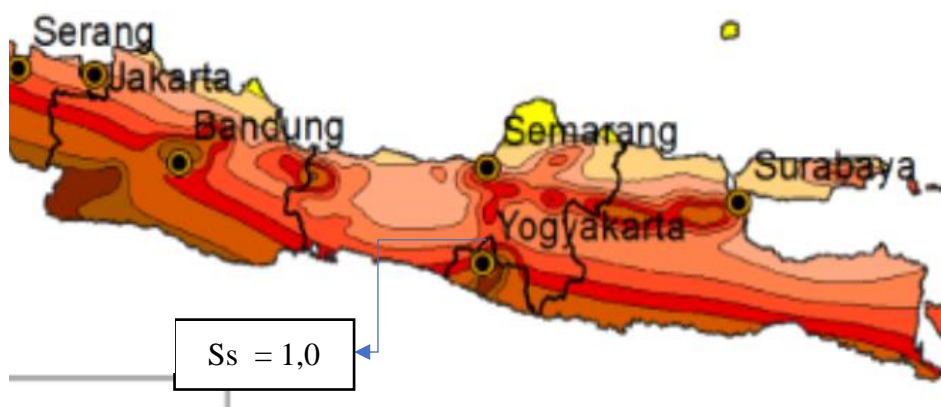
$$T_{\max} = C_u \cdot T_a$$

$$T_{\max} = 1,4 \cdot 0,650$$

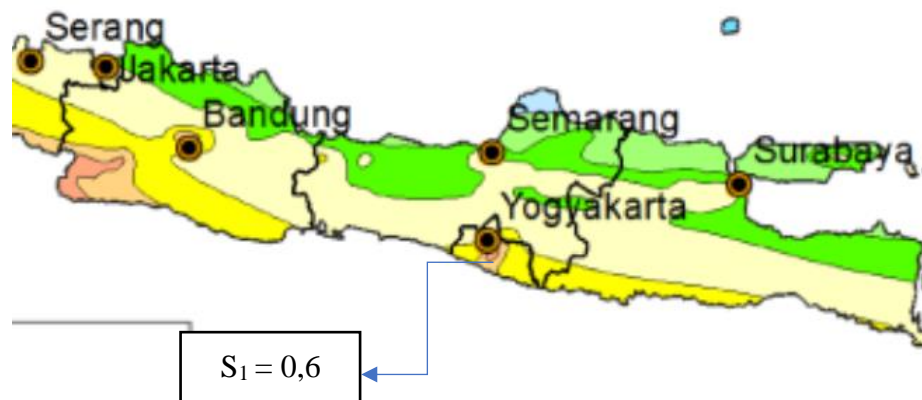
$$T_{\max} = 0,910$$

d) Klasifikasi Situs

Nilai  $S_s$  percepatan periode pendek sedangkan nilai  $S_1$  merupakan dan periode 1 detik yang kemudian didapat nilai koefisien situs. Nilai – nilai tersebut didapat dari peta *hazard* 2017 kategori resiko berdasarkan zonasi sesuai daerah yang telah di tentukan seperti yang ditunjukkan Gambar 3.7 dan Gambar 3.8 :



Gambar 3.7 Nilai  $S_s$  periode pendek  
(Pusat Studi Gempa Nasional, 2017)



Gambar 3.8 Nilai  $S_1$  periode 1 detik  
(Pusat Studi Gempa Nasional, 2017)

e) Data Gempa

Koefisien situs untuk periode pendek (0,2 detik),  $F_a$  = 1,0

Parameter percepatan respon spektral perioda 1 detik  $S_1$  = 0,6

Koefisien situs untuk perioda panjang (1 detik),  $F_v$  = 1,5

Parameter percepatan respons spektral periode pendek,  $S_s$  = 1,5

Penyelesaian Spektrum Respon Desain:

- 1) Nilai percepatan respon spektral sesuai kelas situs

$$\begin{aligned} S_{MS} &= F_a \times S_s \\ &= 1,0 \times 1,5 = 1,5 \end{aligned}$$

- 2) Nilai percepatan respon spektral periode 1 detik sesuai kelas situs

$$\begin{aligned} S_{M1} &= F_v \times S_1 \\ &= 1,5 \times 0,6 = 0,9 \end{aligned}$$

- 3) Nilai parameter percepatan respon spektral pada periode pendek

$$\begin{aligned} S_{DS} &= \frac{2}{3} \times S_{MS} \\ &= \frac{2}{3} \times 1,5 = 1,0 \end{aligned}$$

- 4) Nilai percepatan respon spektral pada periode 1 detik

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times S_{M1} = \frac{2}{3} \times 0,9 = 0,6$$

- 5) Nilai  $T_0$

$$T_0 = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,2 \times \frac{0,6}{1,0} = 0,12$$

6) Nilai Ts

$$\begin{aligned} T_s &= \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \\ &= \frac{0,6}{1,0} = 0,6 \end{aligned}$$

7) Perhitungan Sa

Untuk nilai  $T < T_0$

$$\begin{aligned} S_a &= S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \\ S_a &= 1,0 \left( 0,4 + 0,6 \frac{0}{0,12} \right) \\ &= 0,40 \end{aligned}$$

Untuk nilai Sa ( $T_0 < T < T_s$ ) maka nilai SA = S<sub>DS</sub>

$$S_{DS} = S_a = 1,0$$

Untuk nilai Sa ( $T_s < T$ )

$$\begin{aligned} S_a &= \frac{S_{D1}}{T} \\ &= \frac{0,60}{2} \\ &= 0,3 \end{aligned}$$

Tabel 3.7 Nilai  $T < T_0$

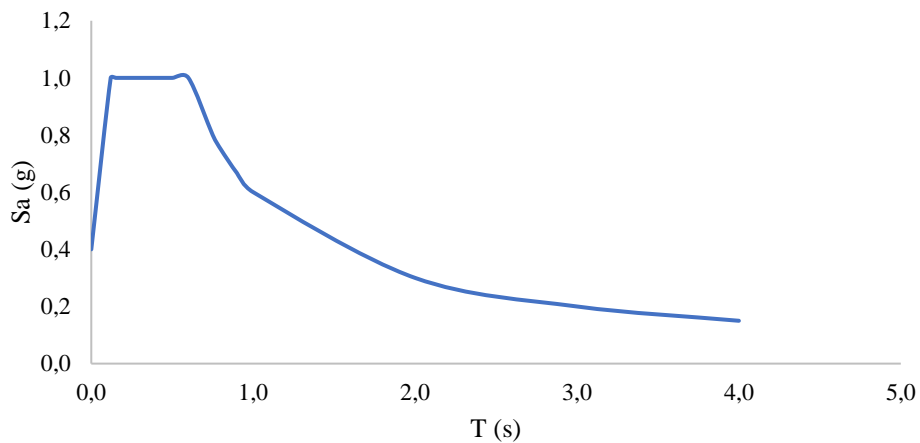
T (s)	S a (g)
0,0000	0,4000
0,1200	1,0000

Tabel 3.8 Nilai Sa ( $T_0 < T < T_s$ )

T (s)	Sa (g)
0,1200	1,0000
0,1500	1,0000
0,2000	1,0000
0,3000	1,0000
0,4000	1,0000
0,5000	1,0000
0,6000	1,0000

Tabel 3.9 Nilai Sa ( Ts &lt; T )

T (s)	Sa (g)
0,6000	1,0000
0,7500	0,8000
0,8000	0,7500
0,9000	0,6667
1,0000	0,6000
2,0000	0,3000
3,0000	0,2000
4,0000	0,1500



Gambar 3.9 Grafik respon spektrum tanah sedang

## Geser Dasar seismik rencana

a. Koefisien respons Seismik ( $C_s$ )

$$S_{DS} = 1,0$$

$$R = 7$$

$$I_e = 1,5$$

$$T = 0,910$$

## b. Penyelesaian

$$\begin{aligned} C_{s \max} &= S_{DS} \times \frac{I_e}{R} \\ &= 1,0 \times \frac{1,5}{7} \\ &= 0,214 \end{aligned}$$

## Koefisien Respons Seismik Minimum

$$\begin{aligned}
 C_{s \text{ min}} &= 0,044 S_{DS} I_e \\
 &= 0,044 \times 1,0 \times 1,5 \\
 &= 0,066
 \end{aligned}$$

## Koefisien Respons Seismik Maksimum

$$\begin{aligned}
 C_s &= \frac{S_{D1}}{T_a \left( \frac{R}{I_e} \right)} \\
 &= \frac{0,60}{0,910 \left( \frac{7}{1,5} \right)} \\
 &= 0,141
 \end{aligned}$$

- c. Berdasarkan SNI 1726:2012 (BSN, 2012) menyatakan bahwa beberapa persyaratan dalam analisis koefisien seismik yang diantaranya adalah menentukan batasan koefisien dasar seismic. Untuk Struktur Bangunan Gedung Non Gedung nilai  $C_s$  tidak perlu melebihi  $C_s \text{ max}$ , jadi nilai  $C_s$  yang digunakan adalah nilai  $C_s \text{ max}$  yaitu sebesar = 0,141

## Geser Dasar Seismik

$$\begin{aligned}
 V &= V_x = V_y = C_s W_t \\
 V &= C_s W_t \\
 &= 0,141 \times 168097,44 \\
 &= 23701,78133
 \end{aligned}$$

## B. Data pembebanan seismik

Tabel 3.10 Beban mati tambahan lantai dasar sampai 5

Material	Dimensi	Berat	Jumlah	sat
Pasir	0,02	1600 kg/m <sup>2</sup>	32	kg/m <sup>2</sup>
Keramik	0,01	1700kg/m <sup>2</sup>	17	kg/m <sup>2</sup>
Adukan Semen	0,02	21 kg/m <sup>2</sup>	42	kg/m <sup>2</sup>
Plafon			11	kg/m <sup>2</sup>
Penggantung			7	kg/m <sup>2</sup>
Instalasi Listrik			7	kg/m <sup>2</sup>
			116	kg/m <sup>2</sup>
		TOTAL	1,13757	kN/m <sup>2</sup>

Tabel 3.11 Beban mati tambahan lantai atap dan ruang mesin

Material	Dimensi	Berat	Jumlah	sat
<i>Waterproof</i>	2 cm	14 kg/m <sup>2</sup>	28	kg/m <sup>2</sup>
Plafon			11	kg/m <sup>2</sup>
Penggantung			7	kg/m <sup>2</sup>
Instalasi Listrik			7	kg/m <sup>2</sup>
			53	kg/m <sup>2</sup>
			0.51975	kN/m <sup>2</sup>

Tabel 3.12 Beban mati tambahan unntuk tangga dan bordes

Material	Dimensi	Berat	Jumlah	sat
Pasir	0,02	1600 kg/m <sup>2</sup>	32	kg/m <sup>2</sup>
Keramik	0,01	1700 kg/m <sup>2</sup>	17	kg/m <sup>2</sup>
Adukan Semen	0,02	21 kg/m <sup>2</sup>	42	kg/m <sup>2</sup>
			91	kg/m <sup>2</sup>
			0,89241	kN/m <sup>2</sup>

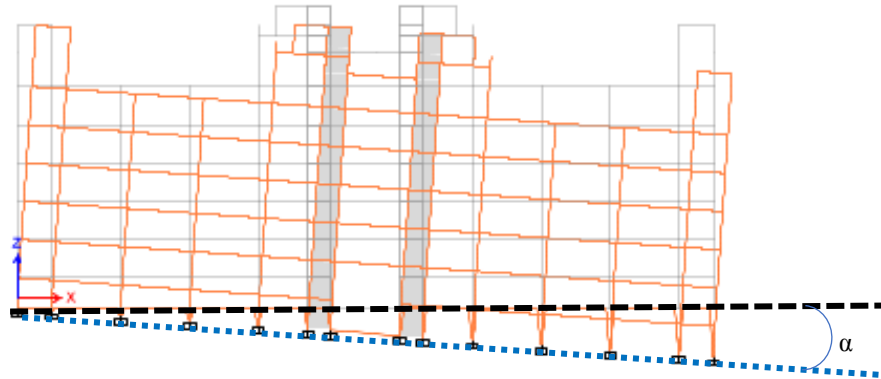
Tabel 3.13 Beban hidup merata pada plat lantai

No.	Fungsi Ruang	Beban Hidup (kN/m <sup>2</sup> )	Faktor Reduksi	Beban Hidup Tereduksi (kN/m <sup>2</sup> )
1.	Ruang Kuliah/Kelas	1,92	0,5	0,96
2.	Ruang pertemuan(Hall)	4,79	0,5	2,395
3.	Tangga/Bordes	4,79	0,5	2,395
4.	Dak atap	0,96	0,5	0,48
5.	Lantai Parkir	1,92	0,5	0,96

### C. Beban Penurunan

Menurut Muntohar (2010) penurunan yang terjadi pada Universitas muhammadiyah Yogyakarta berkisar antara 2,5 cm sampai dengan 13,5 cm, maka

ditentukan sudut penurunan untuk mendapatkan penurunan maksimum yang berkisar antar 2,5 cm sampai 13,5 cm. Sudut penurunan disimbolkan dengan ( $\alpha$ ).



Gambar 3.10 Sudut penurunan

#### D. Kombinasi pembebanan

Beban *displacement* pada pemodelan 3D masuk dalam kategori beban mati tambahan dan direduksi sesuai dengan faktor reduksi yang ada pada beban mati sesuai dengan SNI 2847:2013 (BSN, 2013). Beban *displacement* dimasukkan pada tiap jenis kombinasi yang ada. Berikut kombinasi pembebanan yang digunakan pada penelitian ini.

1.  $U = 1,4 D$
2.  $U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
3.  $U = 1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + (1,0 L \text{ atau } 0,5 W)$
4.  $U = 1,2 D + 1,0 W + 1,0 L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
5.  $U = 1,2 D + 1,0 E + 1,0 L$
6.  $U = 0,9 D + 1,0 W$
7.  $U = 0,9 D + 1,0 E$