

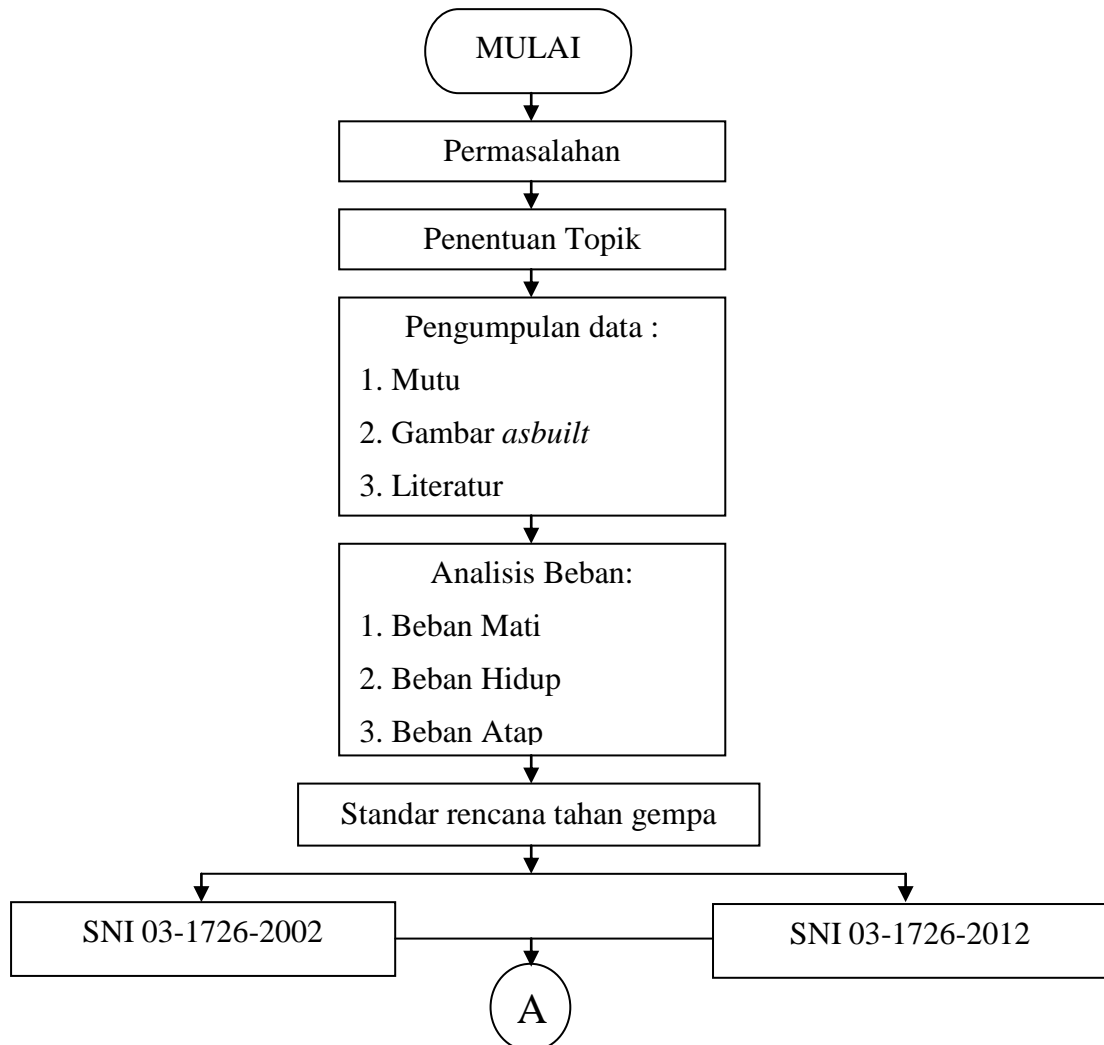
## BAB IV

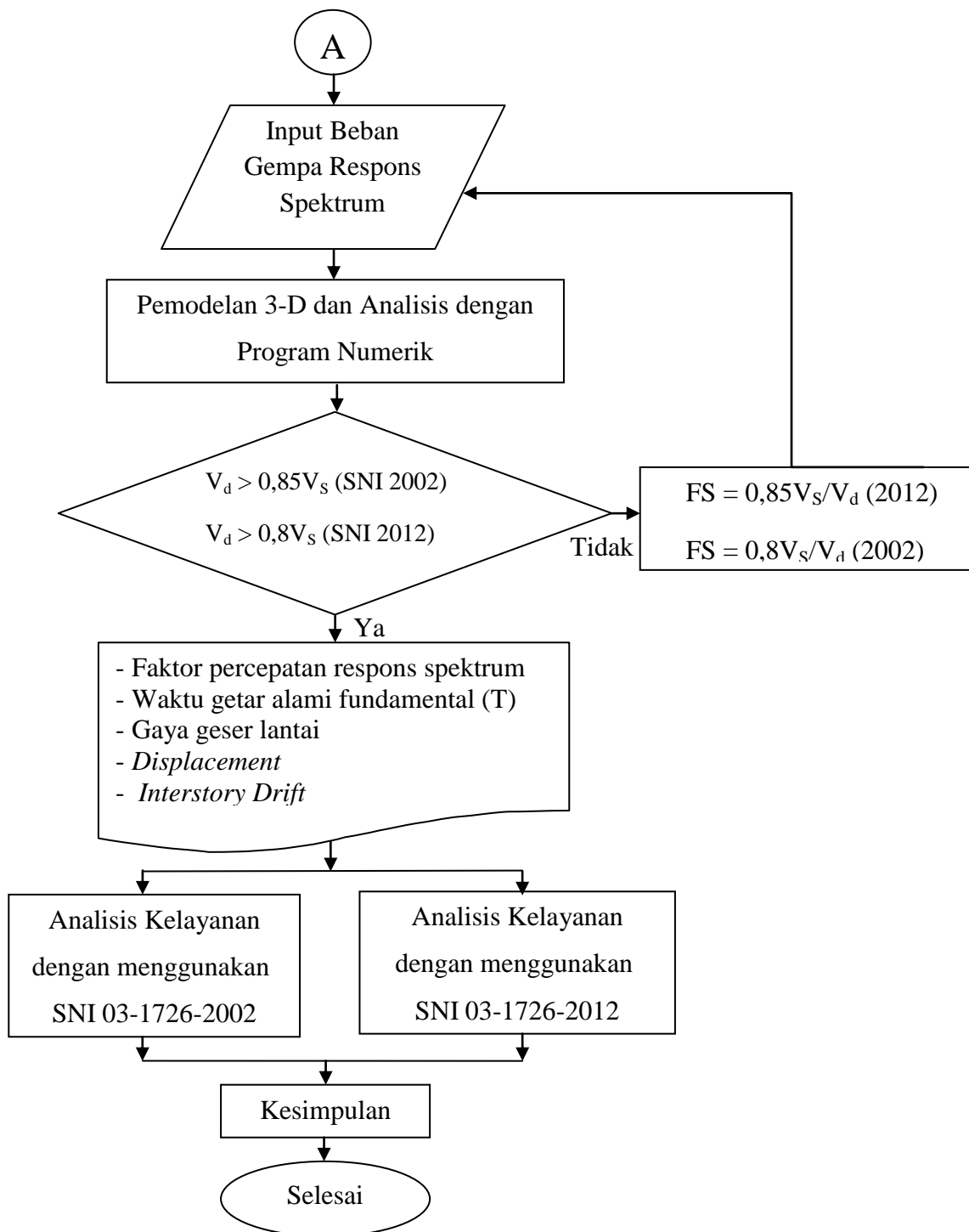
### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Tahapan Penelitian

##### 1. Tahapan penelitian secara umum

Langkah-langkah yang dilaksanakan dalam penelitian analisis komparasi antara SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 dengan studi kasus pada gedung AR-Fachruddin dapat dilihat pada *flowchart* 4.1





Gambar 4.1 *Flowchart* proses pelaksanaan penelitian secara umum.

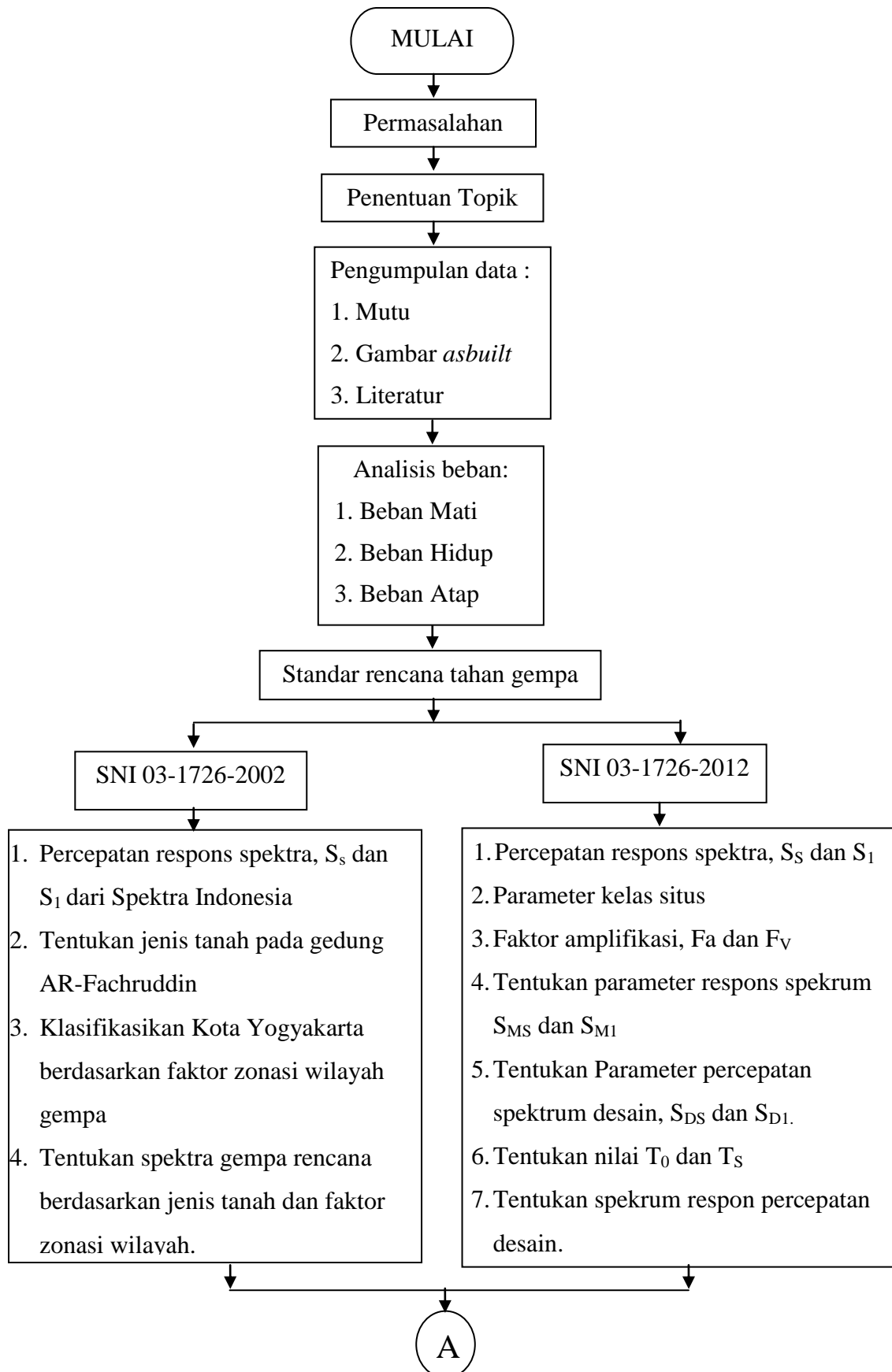
*Flowchart* diatas pada Gambar 4.1 menjelaskan tentang tata cara pelaksanaan penelitian ini secara umum dari awal hingga akhir penelitian.

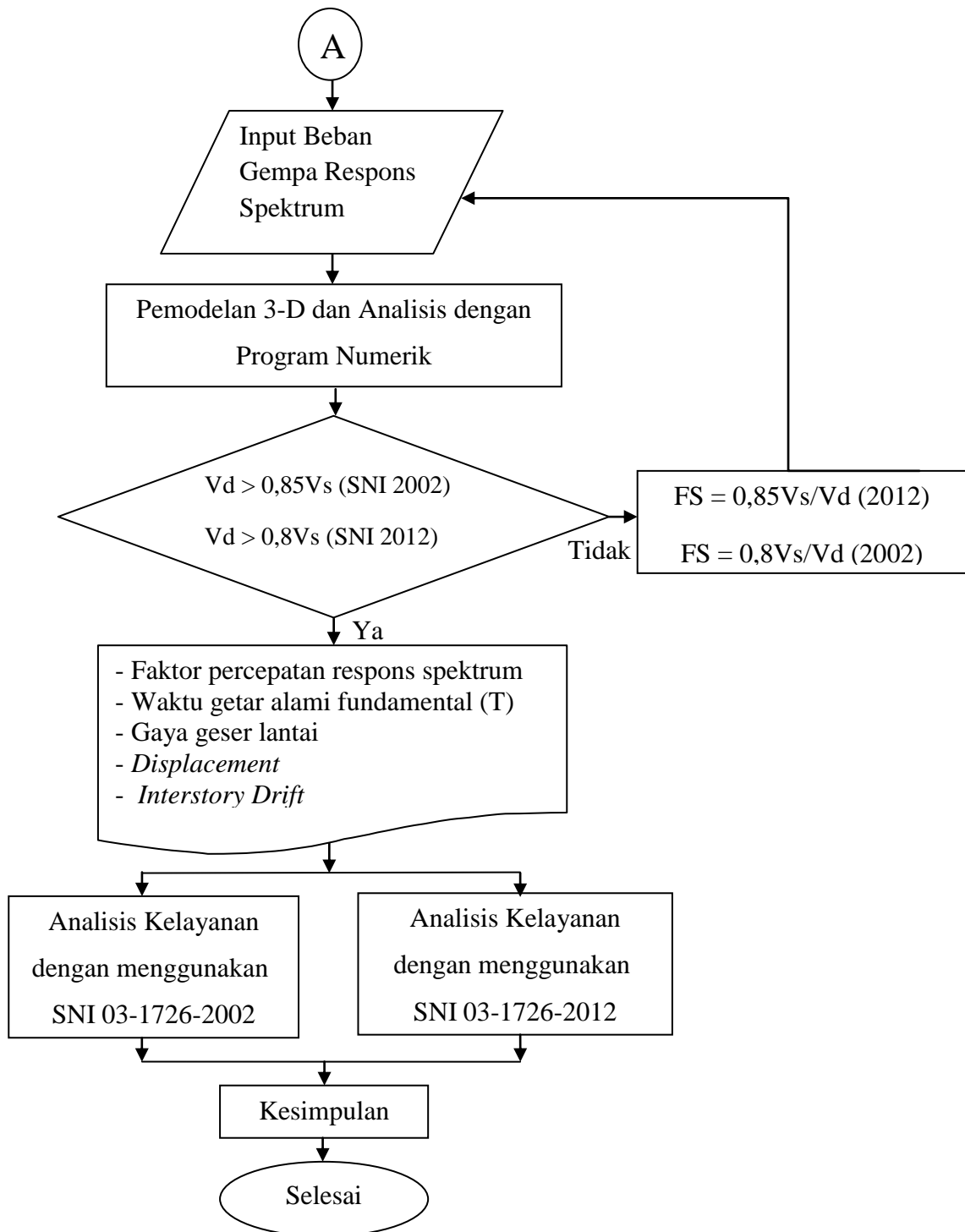
Penelitian ini dimulai dari menentukan permasalahan yang akan di teliti, dan kemudian dari permasalahan tersebut dapat dijadikan sebuah topik yang akan dibahas. Setelah menentukan sebuah topik, selanjutnya mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian seperti mutu beton dan baja yang digunakan, gambar struktur serta literatur – literatur yang berkaitan dengan penelitian. Kemudian, menghitung pembebanan portal secara manual yaitu beban mati, beban hidup, dan beban atap. Setelah semua beban telah dihitung, selanjutnya yaitu menentukan standar rencana tahan gempa yaitu SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012, kemudian membuat pemodelan serta menganalisis SNI 2002 dan 2012 dengan menggunakan program numerik yaitu *ETABS* v9.7.4. Nilai simpangan antar lantai dapat digunakan apabila telah memenuhi persyaratan  $V_d > 0,85V_s$  (SNI 2002) dan  $V_d > 0,8V_s$  (SNI 2012) jika tidak memenuhi maka nilai faktor skala lama harus dikalikan dengan nilai faktor skala yang baru.

Hasil *output* dari analisis tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung faktor percepatan respons spektrum, waktu getar alami fundamental (T) dan *Story Drift* pada gedung AR-Fachruddin. setelah itu, dapat diketahui kelayakan Gedung AR. Fachruddin berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012. Kemudian dari hasil analisis kelayakan tersebut dapat diperoleh kesimpulan. Setelah memperoleh kesimpulan penelitian ini telah selesai.

## 2. Tahapan penelitian respons spektrum

Langkah-langkah penelitian untuk respons spektrum sesuai dengan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 dengan studi kasus pada gedung AR-Fachruddin dapat dilihat pada *flowchart* 4.2





Gambar 4.2 *Flowchart* proses pelaksanaan penelitian respons spektrum.

*Flowchart* pada Gambar 4.2 menjelaskan tentang tata cara pelaksanaan penelitian ini secara khusus mengenai respons spektrum dari

awal hingga akhir penelitian. *Flowchart* ini hampir sama dengan *flowchart* penelitian secara umum, namun yang menjadi perbedaan adalah pada *flowchart* ini menjelaskan langkah-langkah pembuatan respons spektrum pada SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012. Langkah-langkah SNI 03-1726-2002 dimulai dari menentukan percepatan respons spektrum periode pendek ( $S_s$ ) dan 1 detik ( $S_1$ ) dari Spektra Indonesia. Kemudian menentukan jenis tanah pada gedung AR-Fachruddin lalu mengklasifikasikan Kota Yogyakarta berdasarkan faktor zonasi wilayah gempa, sehingga dapat ditentukan spektra gempa rencana berdasarkan jenis tanah dan faktor zonasi wilayah. Sedangkan untuk langkah-langkah SNI 03-1726-2012 dimulai dari menentukan percepatan respons spektrum periode pendek ( $S_s$ ) dan 1 detik ( $S_1$ ) dari Spektra Indonesia. kemudian menentukan parameter kelas situs. Selanjutnya, menentukan faktor amplifikasi getaran periode pendek ( $F_a$ ) dan periode 1 detik ( $F_v$ ). Kemudian menentukan parameter respons spektrum  $S_{MS}$  dan  $S_{MI}$  lalu menentukan Parameter percepatan spektrum desain,  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$ . Selanjutnya, tentukan nilai  $T_0$  dan  $T_s$  dan terakhir menentukan spektrum respon percepatan desain,  $S_a$  untuk periode lebih besar dari  $T_s$ . Langkah-langkah selanjutnya untuk SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 sama dengan langkah-langkah *flowchart* secara umum.

## **B. Peraturan-Peraturan yang Digunakan**

Standar yang digunakan dalam perancangan struktur gedung ini adalah :

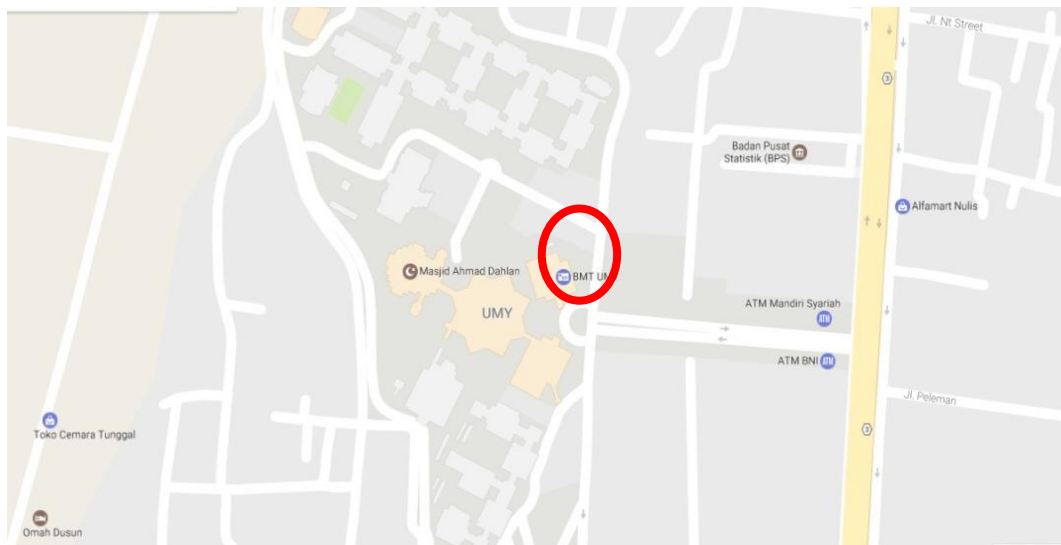
1. SNI 03-1726-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung.
2. SNI 03-1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
3. PPIUG 1983 tentang Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung.

### C. Pengumpulan Data

Adapun beberapa data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Gedung AR-Fachruddin B Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Jl. Lingkar Selatan, Kasihan, Tamantirto, Bantul, Tamantirto, Kasihan, Yogya, Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 4.3 Peta lokasi gedung.

Sumber: *Google Maps* (2016)

Dengan batasan wilayah sebagai berikut :

Batas Utara : Jalan Desa Tegal Rejo.

Batas Selatan` : Jalan Rajawali.

Batas Barat : Desa Ngebel.

Batas Timur : Jalan Lingkar Selatan RingRoad.

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta memiliki 2 Gedung AR-Fachruddin yaitu Gedung AR-Fachruddin A dan B dengan jumlah lantai yaitu 6 lantai dan bangunan berada diatas tanah dengan jenis tanah sedang.

Penelitian menggunakan Gedung AR-Fachruddin B sebagai objek penelitian.

## 2. Data Perancangan

Data perancangan merupakan data yang diperoleh dari Biro Aset Universitas Muhammadiyah Yogyakarta maupun literatur-literatur seperti buku-buku, jurnal-jurnal, peraturan-peraturan yang telah dilegalisirs serta situs-situs yang bersumber dari pemerintah. Adapun data perancangan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah :

### a. Gambar *Asbuilt*

- 1) Denah lantai 1-6 dan denah struktur portal lantai 1-6
- 2) Denah atap dan denah balok atap

### b. Mutu Beton

- 1) Mutu beton yang digunakan adalah  $f_c' = 25$  MPa

- 2) Modulus elastisitas beton ( $E_c$ ) =  $4700\sqrt{f_c'}$

$$= 4700\sqrt{25}$$

$$= 23500 \text{ MPa}$$

- 3) Modulus elastisitas baja = 200.000 MPa

### c. Dimensi-dimensi yang digunakan

- 1) Dimensi balok yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a) B1 = 300mm x 400 mm

- b) B1A = 250mm x 400 mm

- c) B2 = 300mm x 600mm

- d) B3 = 250mm x 400mm

- e) B4 = 200mm x 600mm

- f) B2 = 250mm x 400mm

- g) G = 600mm x 600mm



2) Ukuran kolom yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a) K1A = 600mm x 600mm
- b) K1B = 600mm x 600mm
- c) K1C = 600mm x 600mm
- d) K2 = 600mm x 600mm
- e) K3 = 600mm x 600mm
- f) K4 = 300mm x 600mm
- g) K5 = 300mm x 600mm
- h) K6 = 250mm x 600mm
- i) K8 = 400mm x 400mm

3) Tebal pelat yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a) Lantai = 120mm
- b) Bordes = 150mm
- c) Tangga = 200mm

4) Tipe atap yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a) Pelana
- b) Tajuk

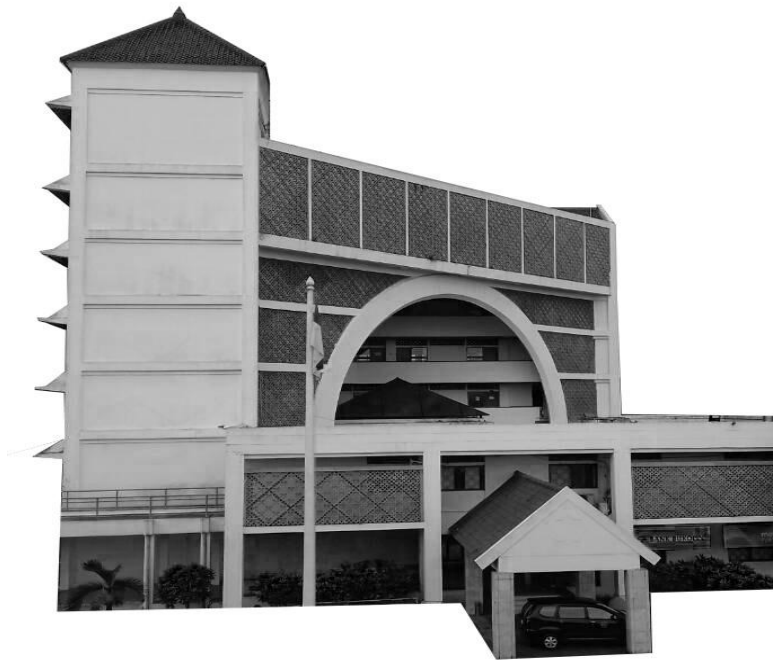
d. Situs web

Situs web yang digunakan pada penelitian ini adalah [www.puskim.pu.go.id](http://www.puskim.pu.go.id). Situs ini merupakan situs yang menyediakan data-data yang akan digunakan untuk menghitung parameter-parameter respons spektrum. Data-data yang digunakan adalah data percepatan respons spektrum periode pendek ( $S_S$ ) dan 1 detik ( $S_1$ ) serta nilai faktor amplifikasi getaran periode pendek ( $F_a$ ) dan 1 detik ( $F_v$ ) untuk wilayah 3 dengan jenis tanah yaitu tanah sedang.

## D. Pemodelan

1. Pemodelan struktur menggunakan program numerik yaitu software *ETABS v.9.2.4*.

2. Menghitung secara manual jumlah beban mati dan beban angin secara manual.
3. Memasukkan semua beban yang bekerja ke dalam program *ETABS*.
4. Tumpuan yang digunakan pada struktur bangunan berjenis jepit karena struktur bangunan diharapkan mampu menahan gaya dari segala arah dan momen yang terjadi sedangkan pada atap berjenis sendi dan roll karena pada kedua tumpuan ini diharapkan mampu menahan beban yang berubah-ubah untuk disalurkan ke kolom yang ada dibawahnya.
5. Pemodelan kolom dan balok pada program *ETABS* dimodelkan sebagai elemen satu dimensi atau elemen garis lurus. Elemen garis merupakan elemen yang panjang dan langsing dengan potongan melintang nya lebih kecil dibandingkan ukuran panjangnya. Elemen garis dapat dibedakan menjadi elemen lurus dan elemen melengkung.
6. Pemodelan plat lantai dimodelkan sebagai elemen 2 dimensi atau elemen datar. Elemen datar adalah elemen yang ketebalannya lebih kecil dari pada ukuran panjangnya.
7. Massa yang diperhitungkan sebagai beban gempa, terdiri dari 100 % beban mati dan 30% beban hidup.
8. Pemodelan tangga dan kuda-kuda dimodelkan secara terpisah, hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam proses pemodelan.



Gambar 4.2 tampak depan Gedung AR-Facruddin

## E. Perhitungan Pembebanan

### 1. Pembebanan Plat Lantai

$$\begin{aligned}
 P_{\text{Spesi}} &= 2100 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Purugan pasir (5 cm)} &= 80 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Tebal Spesi} &= 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m} \\
 \text{Beban Mati (DL)} & \\
 Q_{\text{Kramik}} &= 2400 = 24 \text{ kg/m}^2 \\
 Q_{\text{Spesi}} &= 0,02 \times 2100 = 42 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Qurugan pasir (5cm)} &= 80 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Total DL} &= Q_{\text{Kramik}} + Q_{\text{Spesi}} + Q_{\text{Qurugan pasir}} \\
 &= 24 + 42 + 80 \\
 &= 146 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Beban Hidup (LL)} &= 250 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Beban Hidup didapat dari PPIUG 1987 untuk gedung perkantoran

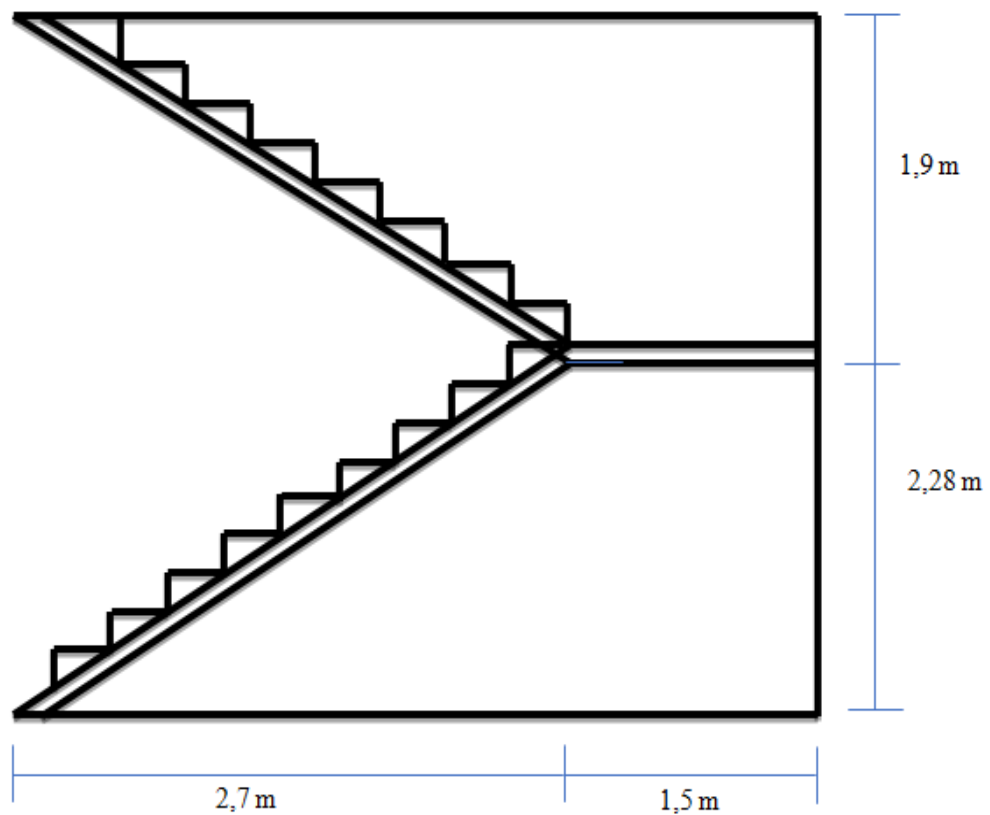
### 2. Pembebanan Plat Bordes

$$P_{\text{Kramik}} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{Spesi}} &= 2100 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Total Spesi} &= 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m} \\
 \text{Beban Mati (DL)} & \\
 Q_{\text{Kramik}} &= 2400 = 24 \text{ kg/m}^2 \\
 Q_{\text{Spesi}} &= 0,02 \times 2100 = 42 \text{ kg/m}^2 \\
 \\ 
 \text{Total DL} &= Q_{\text{Kramik}} + Q_{\text{Spesi}} \\
 &= 24 + 42 \\
 &= 66 \text{ kg/m}^2 \\
 \\ 
 \text{Beban Hidup (LL)} &= 300 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Beban Hidup didapat dari PPIUG 1987 untuk gedung perkantoran} &
 \end{aligned}$$

### 3. Pembebanan Tangga

#### a. Pembebanan Tangga Tipe 1



Gambar 4.4 tangga tipe 1

Diketahui :

$$\text{Panjang ruang tangga} = 4,2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar ruang tangga} = 2,4 \text{ m}$$

$$\text{Panjang bordes} = 2,4 \text{ m}$$

$$\text{Lebar bordes} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Panjang datar tangga} = 2,7 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi antar tangga (1)} = 2,28 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi antar tangga (2)} = 1,9 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi tangga} = 4,18 \text{ m}$$

$$\text{Panjang miring tangga} = \sqrt{2,7^2 + 2,28^2}$$

$$= 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Panjang miring tangga} = \sqrt{2,7^2 + 1,9^2}$$

$$= 3,3 \text{ m}$$

Pembebanan plat tangga :

$$\text{Tinggi } U_{ptrede} = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar } A_{ntrede} = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah anak tangga tiap 1m} = 3,33 \text{ buah}$$

$$Q_{\text{Kramik}} = 2400 = 24 \text{ kg/m}^2$$

$$Q_{\text{Spesi}} = 0,02 \times 2100 = 42 \text{ kg/m}^2$$

Beban Mati (DL)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat anak tangga (beton)} &= \text{Tinggi } U_{ptrede} \times \text{Lebar } A_{ntrede} \times \\
 &\quad \text{jumlah anak tangga tiap 1 m} \\
 &\quad \times 0,5 \times Q_{Kramik} \times \text{lebar tangga} \\
 &= 0,2 \times 0,3 \times 3,33 \times 0,5 \times 24 \times 2,4 \\
 &= 5,75 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat keramik} &= (\text{Tinggi } U_{ptrede} + \text{Lebar } A_{ntrede}) \\
 &\quad \times \text{jumlah anak tangga tiap 1 m} \times \\
 &\quad Q_{Kramik} \times \text{lebar tangga} \\
 &= (0,2 + 0,3) \times 3,33 \times 24 \times 2,4 \\
 &= 96 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

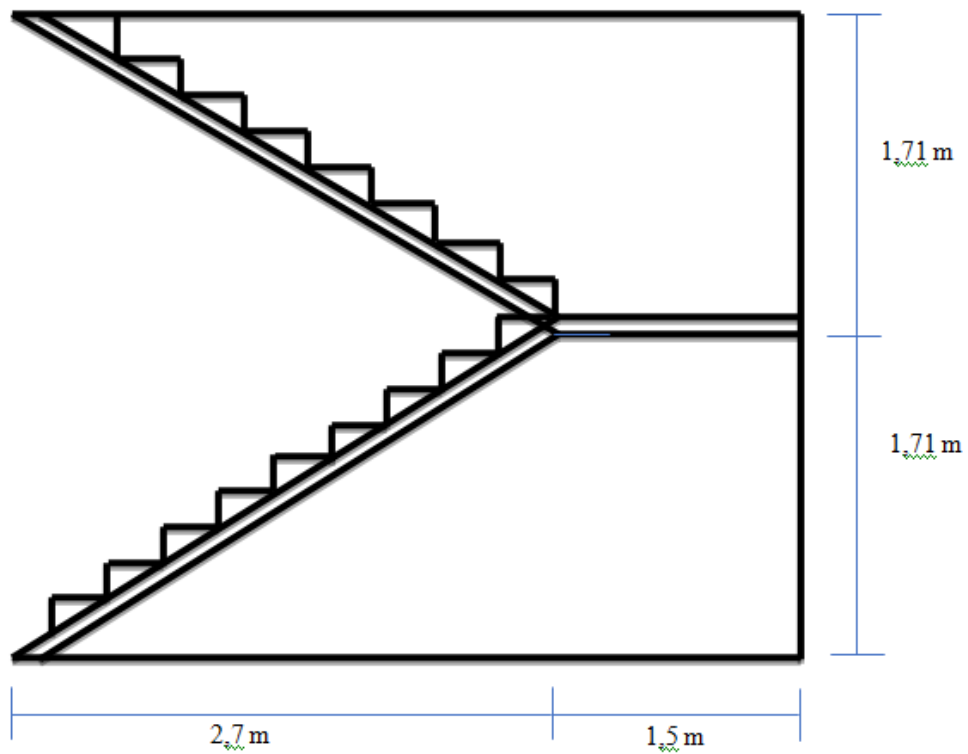
$$\begin{aligned}
 \text{Berat Spesi} &= (\text{Tinggi } U_{ptrede} + \text{Lebar } A_{ntrede}) \\
 &\quad \times \text{jumlah anak tangga tiap 1 m} \times \\
 &\quad Q_{Spesi} \times \text{lebar tangga} \\
 &= (0,2 + 0,3) \times 3,33 \times 42 \times 2,4 \\
 &= 164,8 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total beban mati} &= \text{Berat anak tangga (beton)} + \text{Berat} \\
 &\quad \text{keramik} + \text{Berat spesi} \\
 &= 5,75 + 96 + 164,8 \\
 &= 266,55 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Beban Hidup (LL)} = 300 \text{ kg/m}^2$$

Beban Hidup didapat dari PPIUG 1987 untuk gedung perkantoran

## b. Pembebanan tangga tipe 2



Gambar 4.5 Tangga tipe 2

Diketahui :

Panjang ruang tangga = 4,2 m

Lebar ruang tangga = 2,4 m

Panjang bordes = 2,4 m

Lebar bordes = 1,5 m

Panjang datar tangga = 2,7 m

Tinggi antar tangga = 1,71 m

Tinggi tangga = 3,42 m

Panjang miring tangga =  $\sqrt{2,7^2 + 1,71^2} = 3,2 \text{ m}$

Pembebanan plat tangga :

$$\text{Tinggi } Uptrede = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Lebar } Antrede = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah anak tangga tiap 1m} = 3,33 \text{ buah}$$

$$Q_{\text{Kramik}} = 2400 = 24 \text{ kg/m}^2$$

$$Q_{\text{Spesi}} = 0,02 \times 2100 = 42 \text{ kg/m}^2$$

Beban Mati (DL)

$$\begin{aligned} \text{Berat anak tangga (beton)} &= \text{Tinggi } Uptrede \times \text{Lebar } Antrede \times \\ &\quad \text{jumlah anak tangga tiap 1 m} \\ &\quad \times 0,5 \times Q_{\text{Kramik}} \times \text{lebar tangga} \\ &= 0,2 \times 0,3 \times 3,33 \times 0,5 \times 24 \times 2,4 \\ &= 5,75 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat keramik} &= (\text{Tinggi } Uptrede + \text{Lebar } Antrede) \\ &\quad \times \text{jumlah anak tangga tiap 1 m} \times \\ &\quad Q_{\text{Kramik}} \times \text{lebar tangga} \\ &= (0,2 + 0,3) \times 3,33 \times 24 \times 2,4 \\ &= 96 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat spesi} &= (\text{Tinggi } Uptrede + \text{Lebar } Antrede) \\ &\quad \times \text{jumlah anak tangga tiap 1 m} \times \\ &\quad Q_{\text{Spesi}} \times \text{lebar tangga} \\ &= (0,2 + 0,3) \times 3,33 \times 42 \times 2,4 \\ &= 164,8 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total beban mati} &= \text{Berat anak tangga (beton)} + \text{Berat} \\ &\quad \text{keramik} + \text{Berat spesi} \\ &= 5,75 + 96 + 164,8 \end{aligned}$$



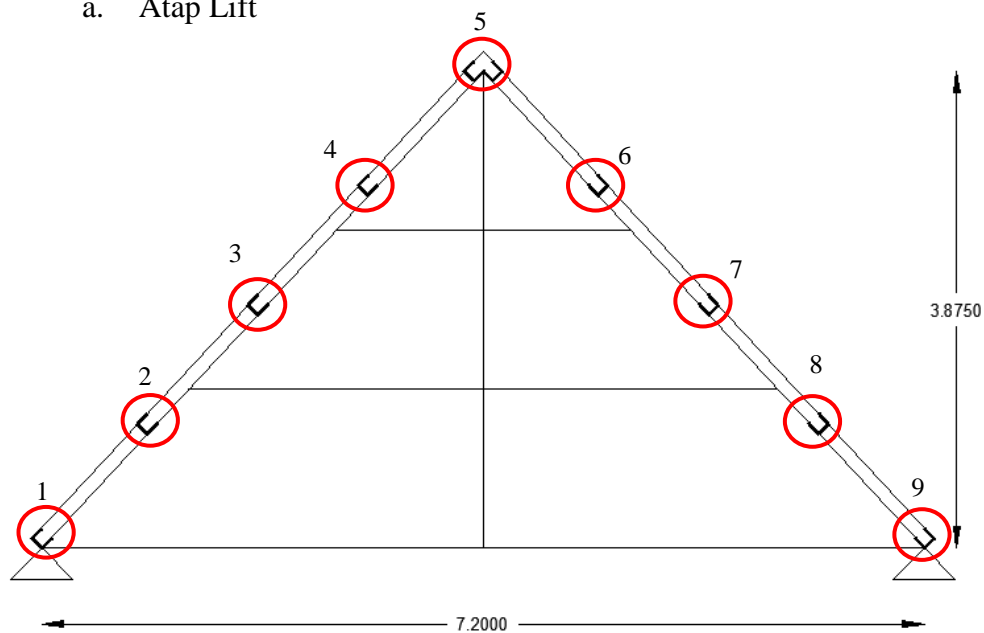
$$= 266,55 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban Hidup (LL)} = 300 \text{ kg/m}^2$$

Beban Hidup didapat dari PPPURG 1983 untuk gedung perkantoran

#### 4. Pembebanan Atap

##### a. Atap Lift



Gambar 4.6 Rangka atap lift

##### 1) Beban mati

Diketahui berat jenis genteng =  $50 \text{ kg/m}^2$

$$\frac{1}{2} \times \text{Jarak} \times \text{BJ Genteng} = \dots \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 1} = \frac{1}{2} \times 0,5 \times 50 = 12,5 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 2} = \left( \left( \frac{1}{2} \times 0,5 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) \right) \times 50 = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 3} = \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) \right) \times 50 = 55 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Titik 4} &= \left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) \times 50 &= 55 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Titik 5} &= \left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,37\right) \times 50 &= 61,75 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Titik 6} &= \left(\frac{1}{2} \times 1,37\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,37\right) \times 50 &= 68,5 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Titik 7} &= \left(\frac{1}{2} \times 1,37\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) \times 50 &= 61,75 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Titik 8} &= \left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) \times 50 &= 55 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Titik 9} &= \left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) \times 50 &= 55 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Titik 10} &= \left(\frac{1}{2} \times 0,5\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) \times 50 &= 40 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Titik 11} &= \frac{1}{2} \times 0,5 \times 50 &= 12,5 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

## 2) Beban hidup

Beban hidup didapat dari PPIUG 1987 untuk gedung perkantoran yaitu 100 kg

## 3) Beban Angin

Diketahui:

$$\text{Kecepatan Angin} = 25 \text{ m/s}$$

$$\text{Beban Angin } P = \frac{v^2}{16} = \frac{25^2}{16} = 39,06 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Koefisien angin desak} = 0,3$$

$$\text{Koefisien angin hisap} = -0,4$$

Angin Desak

$$\begin{aligned}
 \text{Titik 1} &= P \times \text{Koef angin desak} \times \left(\frac{1}{2} \times \text{jarak}\right) = \dots \text{ kg/m}^2 \\
 &= 39,06 \times 0,3 \times \left(\frac{1}{2} \times 0,5\right) \\
 &= 2,9295 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 2} &= 39,06 \times 0,3 \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 0,5 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) \right) \\ &= 9,3744 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 3} &= 39,06 \times 0,3 \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) \right) \\ &= 12,8898 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 4} &= 39,06 \times 0,3 \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) \right) \\ &= 12,8898 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 5} &= 39,06 \times 0,3 \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,37 \right) \right) \\ &= 14,47173 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 6} &= 39,06 \times 0,3 \times \left( \frac{1}{2} \times 1,37 \right) \\ &= 8,02683 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

#### Angin Hisap

$$\begin{aligned}\text{Titik 7} &= P \times \text{Koef angin hisap} \times \left( \frac{1}{2} \times \text{jarak} \right) = \dots \text{ kg/m}^2 \\ &= 39,06 \times (-0,4) \times \left( \frac{1}{2} \times 1,37 \right) \\ &= -10,70244 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 8} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,37 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) \right) \\ &= -19,29564 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 9} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) \right) \\ &= -17,1864 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\text{Titik 10} = 39,06 \times (-0,4) \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) \right)$$

$$= -17,1864 \text{ kg/m}$$

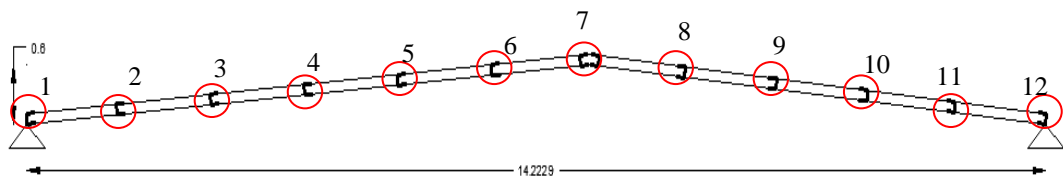
$$\text{Titik 11} = 39,06 \times (-0,4) \times \left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) + \left(\frac{1}{2} \times 0,5\right)$$

$$= -12,4992 \text{ kg/m}$$

$$\text{Titik 12} = 39,06 \times (-0,4) \times \left(\frac{1}{2} \times 0,5\right)$$

$$= -8,5932 \text{ kg/m}$$

b. Atap tipe KB 1



Gambar 4.7 Rangka atap tipe KB1

1) Beban mati

Diketahui berat jenis geteng =  $50 \text{ kg/m}^2$

$$\frac{1}{2} \times \text{Jarak} \times \text{BJ Genteng} = \dots \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 1} = \frac{1}{2} \times 1,2 \times 50 = 30 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 2} = \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 3} = \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 4} = \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 5} = \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 6} = \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 7} = \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 8} = \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 9} = \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 10} = \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 11} = \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 12} = \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 13} = \frac{1}{2} \times 1,2 \times 50 = 30 \text{ kg/m}^2$$

## 2) Beban hidup

Beban Hidup didapat dari PPIUG 1987 untuk gedung perkantoran yaitu 100 kg

## 3) Beban angin

Diketahui

$$\text{Kecepatan Angin} = 25 \text{ m/s}$$

$$\text{Beban Angin } P = \frac{v^2}{16} = \frac{25^2}{16} = 39,06 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Koefisien angin desak} = 0,3$$

$$\text{Koefisien angin hisap} = -0,4$$

Angin Desak

$$\text{Titik 1} = P \times \text{Koef angin desak} \times \left(\frac{1}{2} \times \text{jarak}\right) = \dots \text{ kg/m}^2$$

$$= 39,06 \times 0,3 \times \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)$$

$$= 7,0308 \text{ kg/m}$$

$$\text{Titik 2} = 39,06 \times 0,3 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right)$$

$$= 14,0616 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 3} &= 39,06 \times 0,3 \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right) \\ &= 14,0616 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 4} &= 39,06 \times 0,3 \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right) \\ &= 14,0616 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 5} &= 39,06 \times 0,3 \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right) \\ &= 14,0616 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 6} &= 39,06 \times 0,3 \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right) \\ &= 14,0616 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 7} &= 39,06 \times 0,3 \times \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \\ &= 7,0308 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### Angin Hisap

$$\begin{aligned} \text{Titik 8} &= P \times \text{Koef angin hisap} \times \left( \frac{1}{2} \times \text{jarak} \right) = \dots \text{ kg/m}^2 \\ &= 39,06 \times (-0,4) \times \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \\ &= -10,70244 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 9} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right) \\ &= -21,40488 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik 10} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right) \\ &= -21,40488 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\text{Titik 11} = 39,06 \times (-0,4) \times \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right)$$

$$= -21,40488 \text{ kg/m}$$

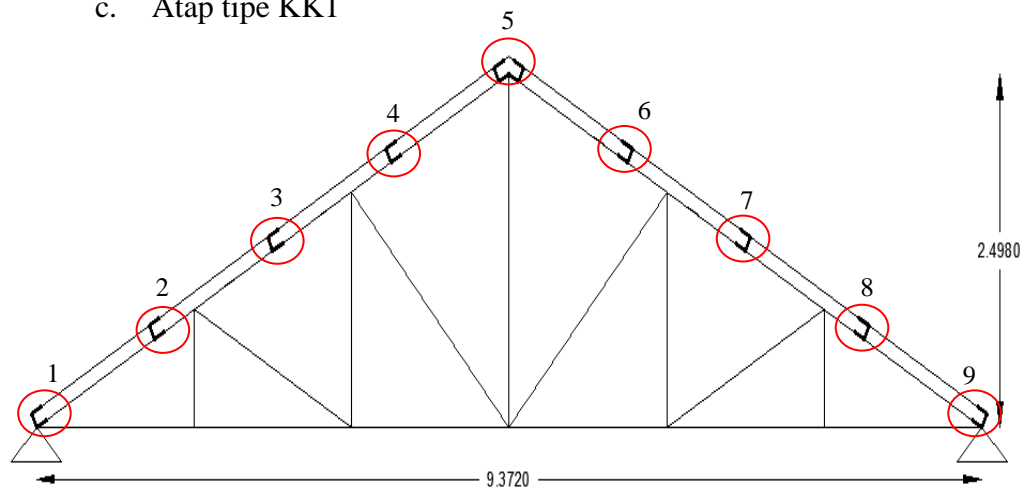
$$\text{Titik 12} = 39,06 \times (-0,4) \times \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right)$$

$$= -21,40488 \text{ kg/m}$$

$$\text{Titik 13} = 39,06 \times (-0,4) \times \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right)$$

$$= -10,70244 \text{ kg/m}$$

c. Atap tipe KK1



Gambar 4.8 Rangka atap tipe KK1

1) Beban mati

Diketahui berat jenis genteng =  $50 \text{ kg/m}^2$

Titik 1

$$\frac{1}{2} \times \text{Jarak} \times \text{BJ Genteng} = \dots \text{ kg/m}^2$$

$$\frac{1}{2} \times 1,025 \times 50 = 25,625 \text{ kg/m}^2$$

Titik 2

$$\left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) \times 50 = 51,25 \text{ kg/m}^2$$

Titik 3

$$\left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) \times 50 = 51,25 \text{ kg/m}^2$$

Titik 4

$$\left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) \times 50 = 51,25 \text{ kg/m}^2$$

Titik 5

$$\left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) \times 50 = 51,25 \text{ kg/m}^2$$

Titik 6

$$\left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) \times 50 = 51,25 \text{ kg/m}^2$$

Titik 7

$$\left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) \times 50 = 51,25 \text{ kg/m}^2$$

Titik 8

$$\left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) \times 50 = 51,25 \text{ kg/m}^2$$

Titik 9

$$\frac{1}{2} \times 1,025 \times 50 = 25,625 \text{ kg/m}^2$$

## 2) Beban hidup

Beban hidup didapat dari PPIUG 1987 untuk gedung perkantoran yaitu 100 kg



## 3) Beban angin

$$\text{Kecepatan Angin} = 25 \text{ m/s}$$

$$\text{Beban Angin } P = \frac{v^2}{16} = \frac{25^2}{16} = 39,06 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Koefisien angin desak} = 0,3$$

$$\text{Koefisien angin hisap} = -0,4$$

## Angin Desak

$$\text{Titik 1} = P \times \text{Koef angin desak} \times \left(\frac{1}{2} \times \text{jarak}\right) = \dots \text{ kg/m}^2$$

$$= 39,06 \times 0,3 \times \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right)$$

$$= 6,005475 \text{ kg/m}$$

$$\text{Titik 2} = 39,06 \times 0,3 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right)\right)$$

$$= 12,01095 \text{ kg/m}$$

$$\text{Titik 3} = 39,06 \times 0,3 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right)\right)$$

$$= 12,01095 \text{ kg/m}$$

$$\text{Titik 4} = 39,06 \times 0,3 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right)\right)$$

$$= 12,01095 \text{ kg/m}$$

$$\text{Titik 5} = 39,06 \times 0,3 \times \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right)$$

$$= 6,005475 \text{ kg/m}$$

## Angin Hisap

$$\text{Titik 6} = P \times \text{Koef angin hisap} \times \left(\frac{1}{2} \times \text{jarak}\right) = \dots \text{ kg/m}^2$$

$$= 39,06 \times (-0,4) \times \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right)$$

$$= -8,0073 \text{ kg/m}$$

$$\text{Titik 7} = 39,06 \times (-0,4) \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right)$$

$$= -16,0146 \text{ kg/m}$$

$$\text{Titik 8} = 39,06 \times (-0,4) \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right)$$

$$= -16,0146 \text{ kg/m}$$

$$\text{Titik 9} = 39,06 \times (-0,4) \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right)$$

$$= -16,0146 \text{ kg/m}$$

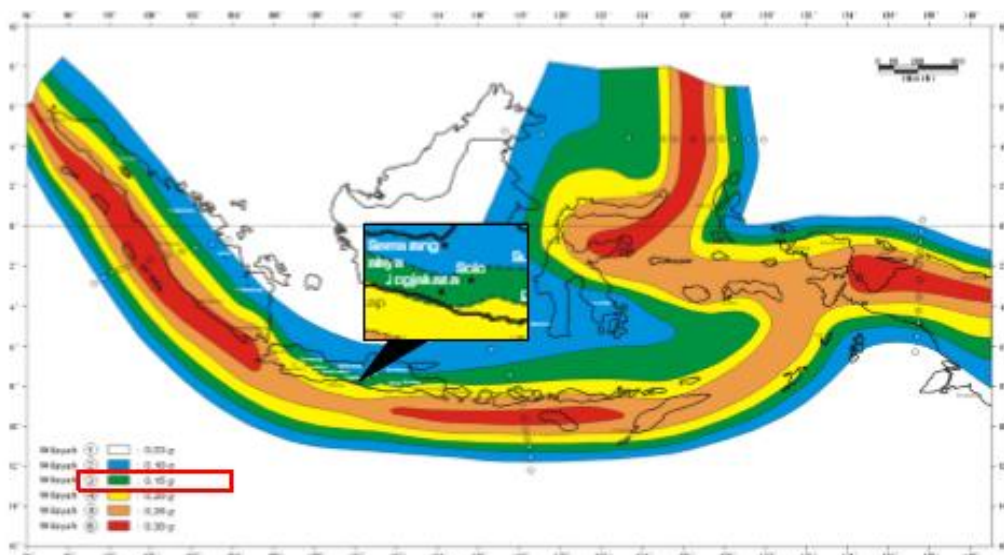
$$\text{Titik 10} = 39,06 \times (-0,4) \times \left( \frac{1}{2} \times 1,025 \right)$$

$$= -8,0073 \text{ kg/m}$$

## F. Perhitungan beban gempa respons spektrum

### 1. SNI 03-1726-2002

Berdasarkan SNI 03-1726-2002, studi kasus penelitian ini terletak pada zona wilayah gempa 3 dengan asumsi jenis tanah sedang.



Gambar 4.9 Wilayah Gempa Indonesia

Sumber: SNI 03-1726-2002

- a. Percepatan puncak batuan dasar dan muka tanah,  $A_0$ , disesuaikan dengan wilayah gempa dan jenis tanah di lokasi penelitian yaitu wilayah gempa 3 dengan jenis tanah sedang.

Tabel 4.1 Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing Wilayah Gempa Indonesia.

Sumber : SNI 03-1726-2002

Wilayah Gempa	Percepatan puncak batuan dasar ('g')	Percepatan puncak muka tanah $A_0$ ('g')			
		Tanah Keras	Tanah Sedang	Tanah Lunak	Tanah Khusus
1	0.03	0.03	0.04	0.08	Diperlukan evaluasi khusus di setiap lokasi
2	0.10	0.12	0.15	0.23	
3	0.15	0.18	0.22	0.30	
4	0.20	0.24	0.28	0.34	
5	0.25	0.29	0.33	0.36	
6	0.30	0.33	0.36	0.36	

Percepatan puncak batuan dasar untuk wilayah gempa 3 yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 yaitu 0.15 dan percepatan puncak muka tanah  $A_0$  yaitu 0.22 ('g').

- b. Menentukan percepatan respons maksimum ( $A_m$ ) dan faktor respons gempa C ( $A_r$ ) berdasarkan Tabel 6 pada SNI 03-1726-2002 yang disesuaikan dengan wilayah gempa dan jenis tanahnya.

Tabel 4.2 Spektrum respons gempa rencana

Sumber : SNI 03-1726-2002

Wilayah Gempa	Tanah Keras Tc = 0,5 detik		Tanah Sedang Tc = 0,6 detik		Tanah Lunak Tc = 1,0 detik	
	$A_m$	$A_r$	$A_m$	$A_r$	$A_m$	$A_r$
1	0,10	0,05	0,13	0,06	0,20	0,20
2	0,30	0,15	0,38	0,23	0,50	0,50
3	0,45	0,23	0,55	0,33	0,75	0,75
4	0,60	0,30	0,70	0,42	0,85	0,85
5	0,70	0,35	0,83	0,50	0,90	0,90
6	0,83	0,42	0,90	0,54	0,95	0,95

Nilai  $A_m$  dan  $A_r$  berdasarkan wilayah gempa 3 dengan jenis tanah sedang yaitu 0,55 dan 0,33.

- c. Menentukan nilai T dan  $T_C$  yaitu 0,2 dan 0,6 detik
- d. Menghitung faktor respons gempa, C dengan menggunakan rumus pada persamaan (2), (3) dan (4).

untuk:  $T = 0$  :

$$C = A_r$$

$$C = 0,33$$

untuk  $T < T_C$

$$C = A_m$$

$$C = 0,55$$

Untuk  $T > T_C$

$$C = \frac{A_r}{T}$$

$$A_r = A_m T_C = 0,55 \cdot 0,6 = 0,33$$

$$C = \frac{A_r}{T} = \frac{0,33}{0,8} = 0,413$$

$$C = \frac{A_r}{T} = \frac{0,33}{1} = 0,330$$

$$C = \frac{A_r}{T} = \frac{0,33}{1,2} = 0,275$$

Tabel 4.3 Kondisi I Respons Spektrum SNI 03-1726-2002 ( $T = 0$ )

T (detik)	C (g)
0	0.330

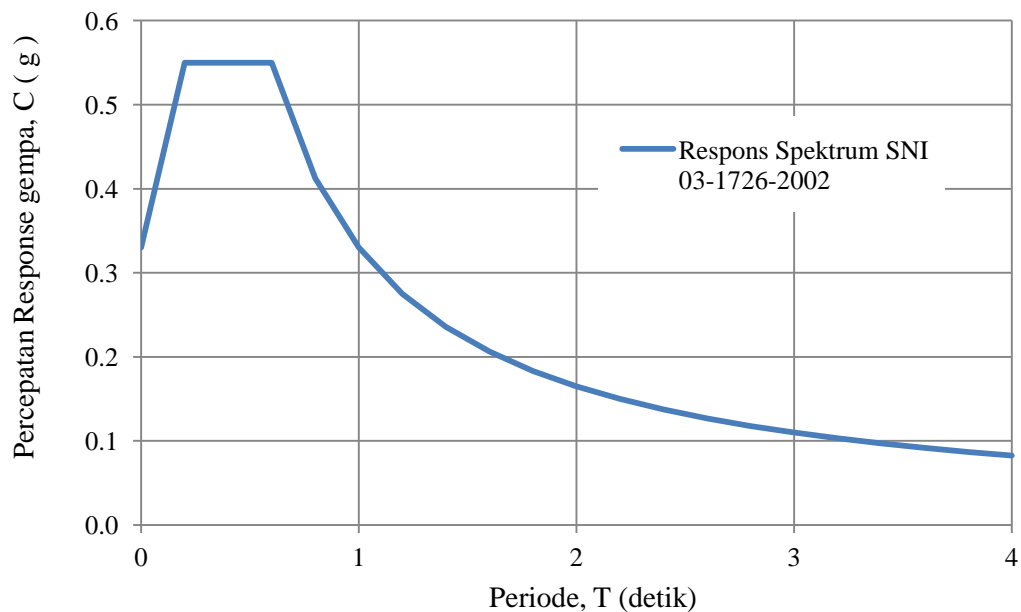
Tabel 4.4 Kondisi II Respons Spektrum SNI 03-1726-2002 ( $T < T_C$ )

T (detik)	C (g)
0.2	0.550
0.3	0.550
0.4	0.550
0.5	0.550
0.6	0.550

Tabel 4.5 Kondisi III Respons Spektrum SNI 03-1726-2002 ( $T > T_C$ )

T (detik)	C (g)
0.8	0.413
1	0.330
1.2	0.275
1.4	0.236
1.6	0.206
1.8	0.183
2	0.165
2.2	0.150
2.4	0.138
2.6	0.127
2.8	0.118
3	0.110
3.2	0.103
3.4	0.097
3.6	0.092
3.8	0.087
4	0.083

- e. Membuat grafik respons spektrum dengan hubungan antara waktu (T) dan faktor respon gempa (C).



Gambar 4.10 Respons spektrum SNI 03-1726-2002

## 2. SNI 03-1726-2012

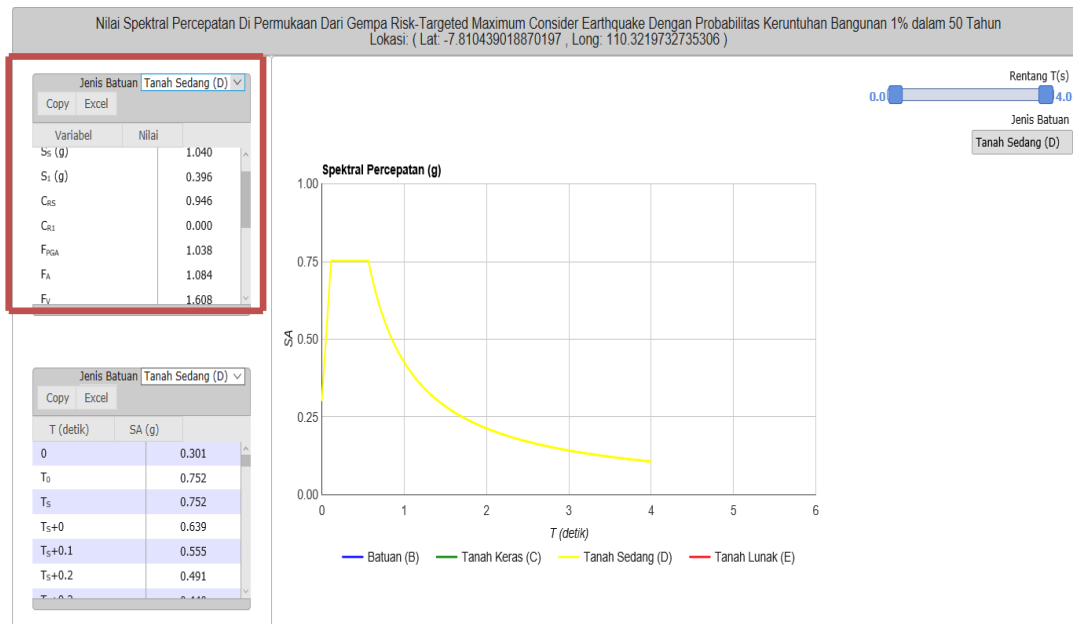
- a. Menentukan nilai percepatan batuan dasar dan faktor amplifikasi getaran berdasarkan titik kordinat Gedung AR-Fachruddin dan jenis tanah pada situs web *www.puskim.pu.go.id*. Titik koordinat Gedung AR-Fachruddin yaitu Lintang = -7.810439018870197 dan Bujur = 110.3219732735306. Setelah memasukkan titik koordinat tersebut maka akan didapatkan parameter-parameter seperti pada gambar 4.11 yaitu yaitu :

$$S_s = 1.04$$

$$S_1 = 0.396$$

$$F_a = 1.084$$

$$F_v = 1.608$$



Gambar 4.11 Data respons spektrum

Sumber : [www.puskim.go.id](http://www.puskim.go.id), 2017

- b. Parameter-parameter yang telah didapatkan dari situs tersebut, selanjutnya akan digunakan untuk menghitung nilai parameter percepatan respons spektrum dan percepatan spektrum desain dengan menggunakan rumus pada persamaan (3.9) – (3.12).

$$S_{MS} = F_a S_s$$

$$= (1,084) (1,04) = 1,127$$

$$S_{M1} = F_v S_1$$

$$= (1,608)(0,396) = 0,637$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$= \frac{2}{3} (1,127) = 0,752$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

$$= \frac{2}{3} (0,637) = 0,425$$

- c. Menentukan periode getar fundamental dengan menggunakan rumus pada persamaan (3.15) dan (3.16)

$$\begin{aligned} T_0 &= 0,2 \frac{SD1}{SDS} \\ &= 0,2 \frac{0,425}{0,752} = 0,113 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= \frac{SD1}{SDS} \\ &= \frac{0,425}{0,752} = 0,565 \end{aligned}$$

- d. Menentukan nilai spektrum respons desain

Untuk  $T \leq T_0$ , menggunakan persamaan (3.13) :

$$Sa = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

$$Sa = 0,754 \left( 0,4 + 0,6 \frac{0}{0,113} \right) = 0,301$$

$$Sa = 0,754 \left( 0,4 + 0,6 \frac{0,2}{0,113} \right) = 0,380$$

$$Sa = 0,754 \left( 0,4 + 0,6 \frac{0,4}{0,113} \right) = 0,460$$

Untuk  $T_0 \leq T \leq T_s$ , maka nilai  $Sa = S_{DS}$

$$T = 0,113 \text{ maka } Sa = 0,752$$

$$T = 0,2 \text{ maka } Sa = 0,752$$

$$T = 0,3 \text{ maka } Sa = 0,752$$

Untuk  $T \geq T_s$ , maka menggunakan persamaan (3.14) untuk menghitung nilai  $Sa$ .

$$Sa = \frac{SD1}{T}$$

$$Sa = \frac{0,425}{0,6} = 0,708$$

$$Sa = \frac{0,425}{0,8} = 0,531$$

$$Sa = \frac{0,425}{1} = 0,425$$



Tabel 4.6 Kondisi I Respons Spektrum SNI 03-1726-2012 ( $T \leq T_0$ )

T (detik)	Sa (g)
0	0.301
0.02	0.380
0.04	0.460
0.06	0.540
0.08	0.620
0.1	0.700

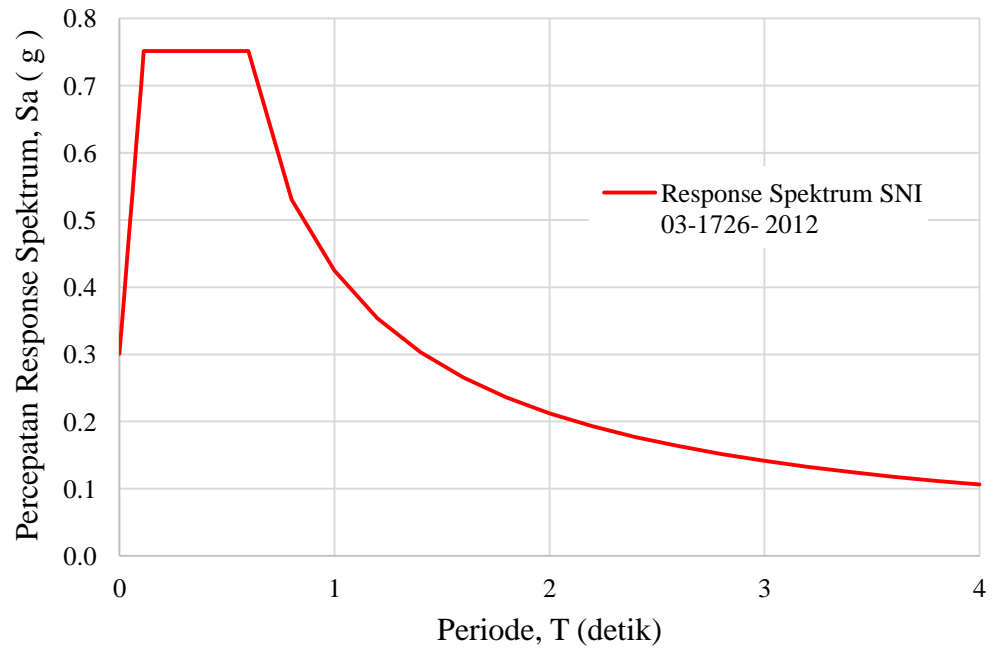
Tabel 4.7 Kondisi II Respons Spektrum SNI 03-1726-2012 ( $T_0 \leq T \leq T_s$ )

T (detik)	Sa (g)
0.113	0.752
0.2	0.752
0.3	0.752
0.4	0.752
0.5	0.752

Tabel 4.8 Kondisi III Respons Spektrum SNI 03-1726-2012 ( $T \geq T_s$ )

T (detik)	Sa (g)
0.6	0.752
0.8	0.531
1	0.425
1.2	0.354
1.4	0.303
1.6	0.265
1.8	0.236
2	0.212
2.2	0.193
2.4	0.177
2.6	0.163
2.8	0.152
3	0.142
3.2	0.133
3.4	0.125
3.6	0.118
3.8	0.112
4	0.106

- e. Membuat grafik respons spektrum dengan hubungan antara waktu (T) dan faktor respon gempa ( $S_a$ ).



Gambar 4.12 Respons spektrum SNI 03-1726-2012