

## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

### 4.1 Tahapan Penelitian

#### 1. Langkah-langkah 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 gambar 4.1 berikut.



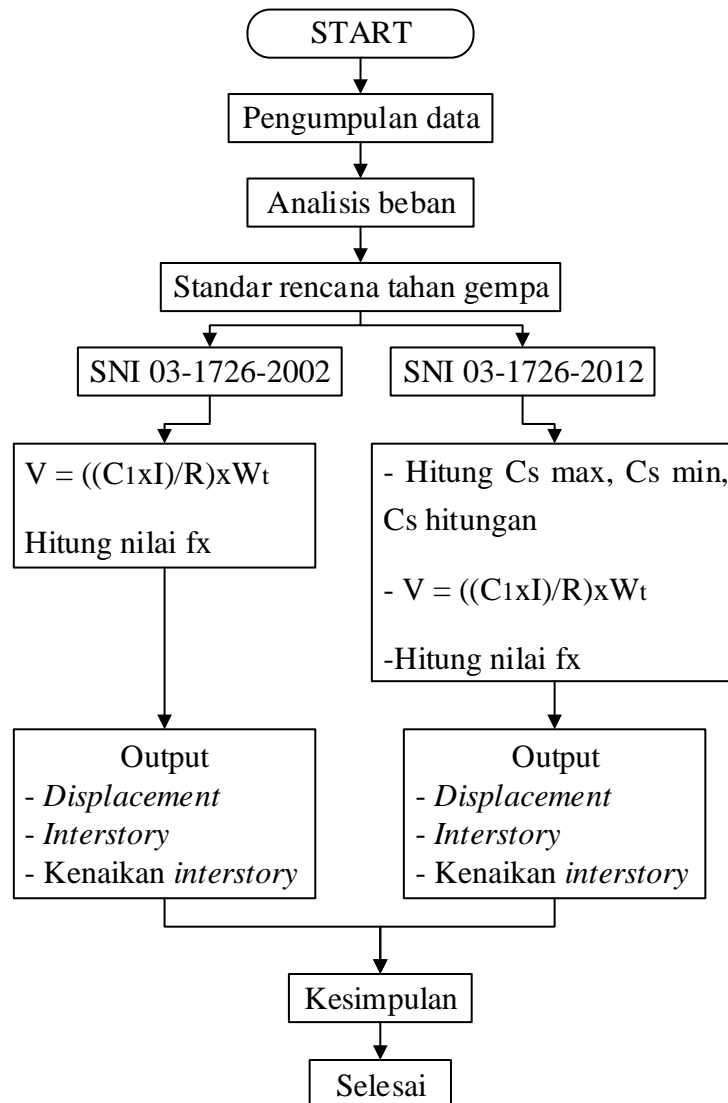
**Gambar 4.1** Proses pelaksanaan secara umum

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 diteliti, 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 v9.7.2*. 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.

## 2. Langkah-langkah Penelitian Statik Ekuivalen

Langkah-langkah penelitian untuk response spektrum sesuai dengan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 dengan studi kasus pada gedung AR-Fachruddin dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



**Gambar 4.2** Proses pelaksanaan statik ekuivalen

#### 4.2 Lokasi Gedung

Lokasi gedung ini berada di Jl. Lingkar Selatan, Kasihan, Tamantirto, Bantul, Tamantirto, Kasihan, Yogya, Daerah Istimewa Yogyakarta.

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

Gedung AR Fachruddin yang dimiliki oleh Universitas Muhammadiyah Yogyakarta memiliki 2 gedung kembar, dengan masing-masing gedung memiliki 6 lantai. Gedung AR Fachruddin ini difungsikan sebagai gedung kesekretariatan dan pada gedung lantai 5 berfungsi sebagai aula pertemuan.

#### **4.3 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.

#### **4.4 Data Struktur**

1. Data Umum

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 :

Fungsi Gedung	: Gedung kesekretariatan
Sistem Struktur	: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
Elevasi Tertinggi Gedung	: 24,7 m
Jumlah Lantai	: 6 Lantai
Tinggi Lantai Dasar – 1	: 4,18 m
Tinggi Lantai 1 – 6	: 3,42 m

## 2. Data Beton

Mutu Beton  $F'_c$  : 25 MPa

## 3. Dimensi Element Struktur

### a. Balok

- B1 = 300mm x 400mm
- B1A = 250mm x 400mm
- B2 = 300mm x 600mm
- B3 = 250mm x 400mm
- B4 = 200mm x 600mm
- B2 = 250mm x 400mm
- G = 600mm x 600mm

### b. Kolom

- K1A = 600mm x 600mm
- K1B = 600mm x 600mm
- K1C = 600mm x 600mm
- K2 = 600mm x 600mm
- K3 = 600mm x 600mm
- K4 = 300mm x 600mm
- K5 = 300mm x 600mm
- K6 = 250mm x 600mm
- K8 = 400mm x 400mm

### c. Pelat Lantai

- Lantai = 120mm
- Bordes = 150mm
- Tangga = 200mm

#### 4.5 Pemodelan

- A. Pemodelan struktur menggunakan program numerik yaitu *software ETABS v.9.1.2*.
- B. Menghitung secara manual jumlah beban mati dan beban angin secara manual.
- C. Memasukkan semua beban yang bekerja ke dalam program *ETABS*.
- D. 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.
- E. 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.
- F. Pemodelan plat lantai dimodelkan sebagai elemen 2 dimensi atau elemen datar. Elemen datar adalah elemen yang ketebalannya lebih kecil dari pada ukuran panjangnya.
- G. Massa yang diperhitungkan sebagai beban gempa, terdiri dari 100 % beban mati dan 30% beban hidup.
- H. Pemodelan tangga dan kuda-kuda dimodelkan secara terpisah, hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam proses pemodelan.



**Gambar 4.3** Tampak depan Gedung AR-Fachruddin

#### 4.6 Perhitungan Pembebanan Struktur

##### 1. Pembebanan Pelat Lantai

$$\begin{aligned}
 P_{\text{spesi}} &= 2100 \text{ kg/m}^3 \\
 P_{\text{urugan pasir (5 cm)}} &= 80 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Tebal Spesi} &= 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}
 \end{aligned}$$

##### Beban Mati (DL)

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{kramik}} &= 2400 = 24 \text{ kg/m}^2 \\
 Q_{\text{spesi}} &= 0,02 \times 2100 = 42 \text{ kg/m}^2 \\
 Q_{\text{urugan pasir (5cm)}} &= 80 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Total DL} &= Q_{\text{kramik}} + Q_{\text{spesi}} + Q_{\text{urugan pasir}} \\
 &= 24 + 42 + 80 \\
 &= 146 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Beban Hidup (LL)} = 250 \text{ kg/m}^2$$

Beban Hidup didapat dari PPPURG 1983 untuk gedung perkantoran

## 2. Pembebanan Pelat Bordes

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

$$P_{\text{spesi}} = 2100 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Total Spesi} = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

Beban Mati (DL)

$$Q_{\text{keramik}} = 2400 \times 0,02 = 24 \text{ kg/m}^2$$

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

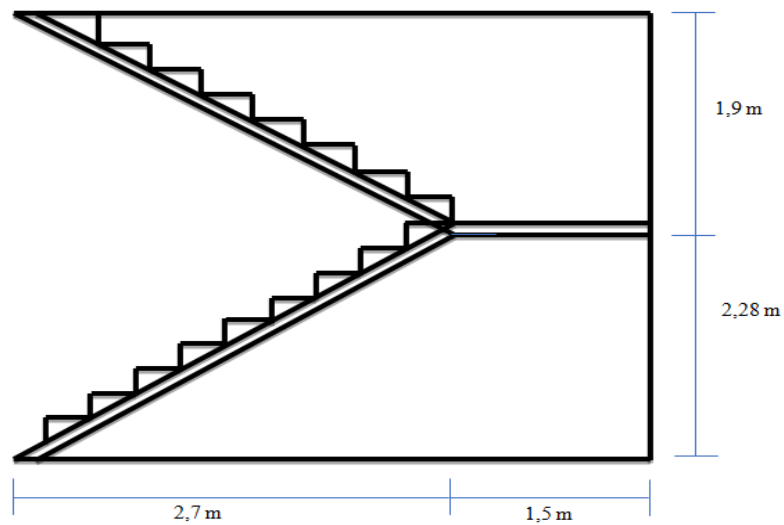
$$\begin{aligned} \text{Total DL} &= Q_{\text{keramik}} + Q_{\text{spesi}} \\ &= 24 + 42 \\ &= 66 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

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

Beban Hidup didapat dari PPPURG 1983 untuk gedung perkantoran

## 3. Pembebanan Tangga

### a. Pembebanan Tangga Tipe 1



**Gambar 4.4** Tangga tipe 1



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)	= 2,28 m
Tinggi antar tangga (2)	= 1,9 m
Tinggi tangga	= 4,18 m
Panjang miring tangga	= $\sqrt{2,7^2+2,28^2}$ = 3,5 m
Panjang miring tangga	= $\sqrt{2,7^2+1,9^2}$ = 3,3 m

Pembebanan plat tangga :

Tinggi <i>Uptrede</i>	= 20 cm = 0,2 m
Lebar <i>Antrede</i>	= 30 cm = 0,3 m
Jumlah anak tangga tiap 1m	= 3,33 buah
$Q_{\text{keramik}}$	= 2400 = 24 kg/m <sup>2</sup>
$Q_{\text{spesi}}$	= 0,02 x 2100 = 42 kg/m <sup>2</sup>

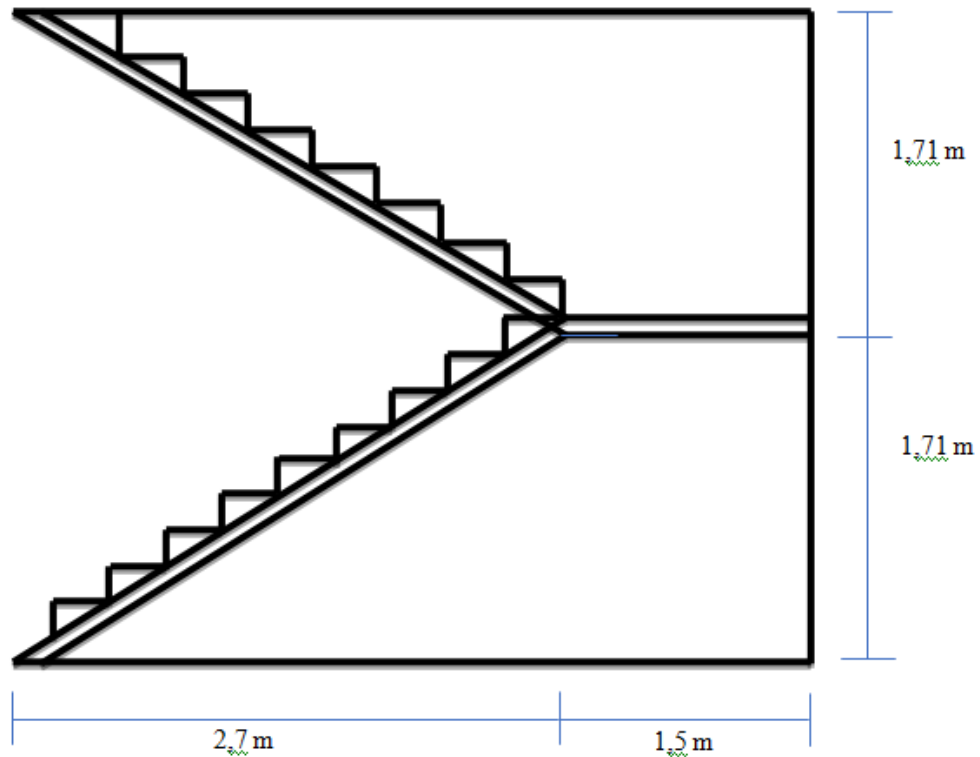
Beban Mati (DL)

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

$$\begin{aligned} \text{Berat keramik} &= (\text{Tinggi } Uptrede + \text{Lebar } Antrede) \times \\ &\quad \text{jumlah anak tangga tiap 1 m} \times Q_{\text{keramik}} \\ &\quad \times \text{lebar tangga} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= (0,2 + 0,3) \times 3,33 \times 24 \times 2,4 \\
 &= 96 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Berat spesi} &= (\text{Tinggi } Uptrede + \text{Lebar } Antrede) \times \\
 &\quad \text{jumlah anak tangga tiap 1 m} \times Q_{\text{spesi}} \times \\
 &\quad \text{lebar tangga} \\
 &= (0,2 + 0,3) \times 3,33 \times 42 \times 2,4 \\
 &= 164,8 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Total beban mati} &= \text{Berat anak tangga (beton)} + \text{Berat} \\
 &\quad \text{keramik} + \text{Berat spesi} \\
 &= 5,75 + 96 + 164,8 \\
 &= 266,55 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Beban Hidup (LL)} &= 300 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Beban Hidup didapat dari PPPURG 1983 untuk gedung perkantoran}
 \end{aligned}$$

**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 m

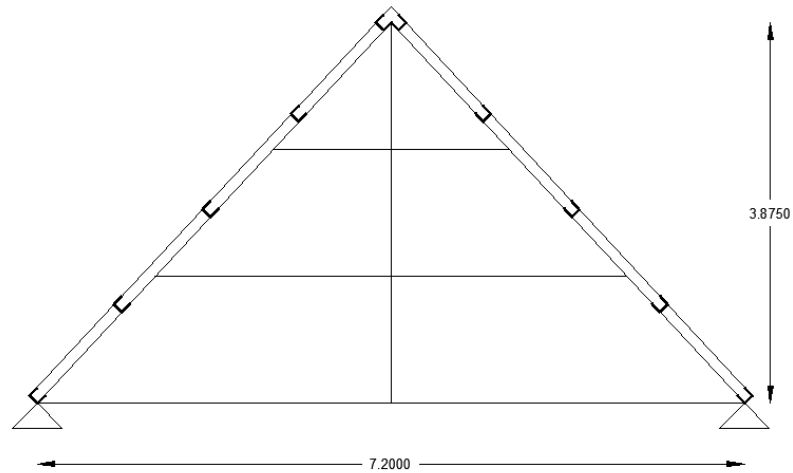
Pembebanan plat tangga :

Tinggi *Uptrede* = 20 cm = 0,2 m

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar Antrede} &= 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m} \\
 \text{Jumlah anak tangga tiap 1m} &= 3,33 \text{ buah} \\
 Q_{\text{keramik}} &= 2400 = 24 \text{ kg/m}^2 \\
 Q_{\text{spesi}} &= 0,02 \times 2100 = 42 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Beban Mati (DL)} & \\
 \text{Berat anak tangga (beton)} &= \text{Tinggi Uptrede} \times \text{Lebar Antrede} \times \\
 &\quad \text{jumlah anak tangga tiap 1 m} \\
 &\quad \times 0,5 \times Q_{\text{keramik}} \times \text{lebar tangga} \\
 &= 0,2 \times 0,3 \times 3,33 \times 0,5 \times 24 \times 2,4 \\
 &= 5,75 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Berat keramik} &= (\text{Tinggi Uptrede} + \text{Lebar Antrede}) \times \\
 &\quad \text{jumlah anak tangga tiap 1 m} \times Q_{\text{keramik}} \\
 &\quad \times \text{lebar tangga} \\
 &= (0,2 + 0,3) \times 3,33 \times 24 \times 2,4 \\
 &= 96 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Berat spesi} &= (\text{Tinggi Uptrede} + \text{Lebar Antrede}) \times \\
 &\quad \text{jumlah anak tangga tiap 1 m} \times Q_{\text{spesi}} \times \\
 &\quad \text{lebar tangga} \\
 &= (0,2 + 0,3) \times 3,33 \times 42 \times 2,4 \\
 &= 164,8 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Total beban mati} &= \text{Berat anak tangga (beton)} + \text{Berat} \\
 &\quad \text{keramik} + \text{Berat spesi} \\
 &= 5,75 + 96 + 164,8 \\
 &= 266,55 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Beban Hidup (LL)} &= 300 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Beban Hidup didapat dari PPPURG 1983 untuk gedung perkantoran} &
 \end{aligned}$$

## 4. Pembebanan Atap

## a. Atap Lift

**Gambar 4.6** Rangka atap lift

Tipe Tajuk

Memiliki bentang = 7,2 m

Profil kuda-kuda

- Tiang penyanggah = Pipa  $\phi$  4"
- Kaki kuda-kuda = Pipa  $\phi$  4"
- Ikatan antar *truss* = Pipa  $\phi$  3"

## 1) Beban mati

Diketahui berat jenis genteng =  $50 \text{ kg/m}^2$  (PBI 1983)

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

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

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

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

$$\text{Titik 4} = \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) \right) \times 50 = 55 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Titik 5} = \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,37 \right) \right) \times 50 = 61,75 \text{ kg/m}^2$$

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

2) Beban hidup

Beban hidup didapat dari PPPURG 1983 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

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

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

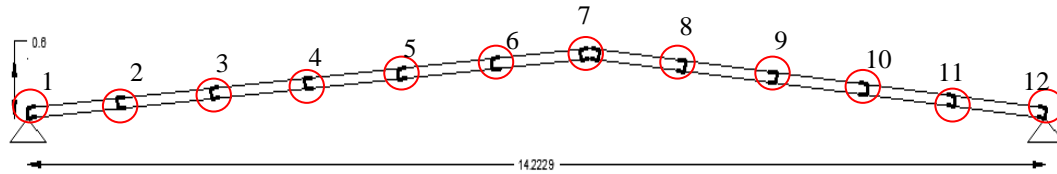
$$\begin{aligned}\text{Titik 9} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,1\right)\right) \\ &= -17,1864 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 10} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,1\right)\right) \\ &= -17,1864 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 11} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) + \left(\frac{1}{2} \times 0,5\right)\right) \\ &= -12,4992 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 12} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left(\frac{1}{2} \times 0,5\right) \\ &= -8,5932 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

**b. Atap tipe KB 1**



**Gambar 4.7** Rangka atap tipe KB1

Tipe KB1

a. Spesifikasi atap

- 1) Jenis material : Baja
- 2) Bentuk atap : Pelana
- 3) Penutup Atap : Genteng tanah liat
- 4) Bentang kuda-kuda : 14,223m

b. Spesifikasi bahan

- 1) Berat jenis baja : 7850 kg/m<sup>3</sup>
- 2) Mutu baja profil : BJ-37
- 3) Modulus elastisitas : 200.000 MPa
- 4) *Poisson ratio* : 0,02
- 5) Profil Baja : IWF 300x150x6,5x9  
2L 50x50x5  
2L 60x60x6  
LLC 150x65x20x3,2

1) Beban mati

Diketahui berat jenis genteng = 50kg/m<sup>2</sup> (PBI 1983)

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

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

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

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



$$\begin{aligned}
\text{Titik 4} &= \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2 \\
\text{Titik 5} &= \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2 \\
\text{Titik 6} &= \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2 \\
\text{Titik 7} &= \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2 \\
\text{Titik 8} &= \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2 \\
\text{Titik 9} &= \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2 \\
\text{Titik 10} &= \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2 \\
\text{Titik 11} &= \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2 \\
\text{Titik 12} &= \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) \times 50 = 60 \text{ kg/m}^2 \\
\text{Titik 13} &= \frac{1}{2} \times 1,2 \times 50 = 30 \text{ kg/m}^2
\end{aligned}$$

Beban hidup

Beban Hidup didapat dari PPPURG 1983 untuk gedung perkantoran yaitu 100 kg

## 2) 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

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

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

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

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

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

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

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

Angin Hisap

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

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

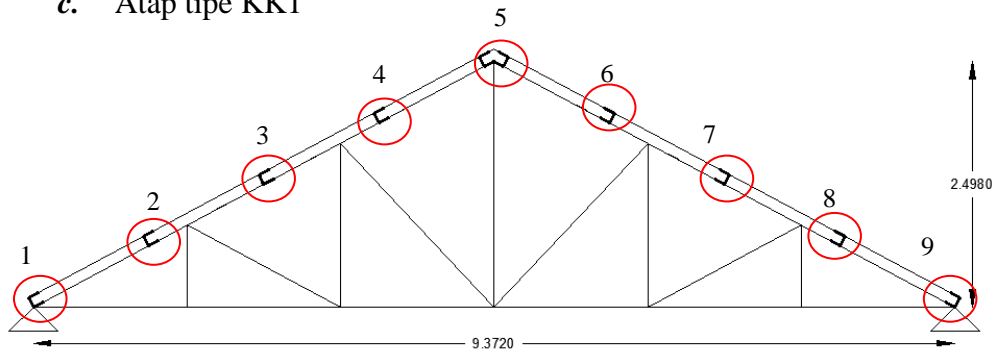
$$\begin{aligned}\text{Titik 10} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right) \\ &= -21,40488 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 11} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right) \\ &= -21,40488 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 12} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right) \\ &= -21,40488 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 13} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) \\ &= -10,70244 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

c. Atap tipe KK1



**Gambar 4.8** Rangka atap tipe KK1

Tipe KK 1

a. Spesifikasi atap

- 1) Jenis material : Baja
- 2) Bentuk atap : Pelana
- 3) Penutup Atap : Genteng tanah liat
- 4) Bentang kuda-kuda : 9,327m

b. Spesifikasi bahan

- 1) Berat jenis baja : 7850 kg/m<sup>3</sup>
- 2) Mutu baja profil : BJ-37
- 3) Modulus elastisitas : 200.000 MPa
- 4) Poisson ratio : 0,02
- 5) Profil Baja : Pipa  $\phi$  6"  
2L 50x50x5  
2L 60x60x6  
LLC 150x65x20x2,3

## 1) Beban mati

Diketahui berat jenis genteng =  $50\text{kg/m}^2$  (PBI 1983)

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 PPPURG 1983 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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned}\text{Titik 8} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) \\ &= -16,0146 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 9} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) \\ &= -16,0146 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Titik 10} &= 39,06 \times (-0,4) \times \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) \\ &= -8,0073 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

Berat Struktur Total

**Tabel 4.1** Berat Struktur Total

LANTAI	<i>DEAD</i> <i>LOAD</i>	<i>LIVE</i> <i>LOAD</i>	BERAT (kN)
LANTAI 1	9045.79	2113.89	9679.96
LANTAI 2	8692.9	2113.88	9327.06
LANTAI 3	4304.87	993.25	4602.85
LANTAI 4	4304.87	993.25	4602.85
LANTAI 5	5625.65	1381.6	6040.13
LANTAI 6	1238.95	317.44	1334.18
ATAP	363.7	9.04	366.41
BERAT TOTAL			35953.44

Geser Dasar Seismik Rencana Tahun 2002

$$I = 1$$

$$R = 8,5$$

$$T = 0,9436$$

$$\begin{aligned}C &= \frac{0,33}{T} \\ &= \frac{0,33}{0,9436} = 0,3497\end{aligned}$$

$$V = \frac{C_1 \times I}{R} W_t$$

$$V = \frac{0,3497 \times 1}{8,5} 35953,435 \text{ kN}$$

$$V = 1479,27 \text{ kN}$$

**Tabel 4.2** Analisis Beban Gempa Statik Ekuivalen SNI 2002

LANTAI	$h_x$ (m)	$W_x$ (kN)	$W_x \cdot h_x$	$C_{vx}$	$f_x = C_{vx} \cdot V$	$f_x$
ATAP	24.70	366.41	9050.38	0.02	35.83	35.83
LANTAI 6	21.28	1334.18	28391.39	0.08	112.39	148.22
LANTAI 5	17.86	6040.13	107876.72	0.29	427.06	575.28
LANTAI 4	14.40	4602.85	66280.97	0.18	262.39	837.67
LANTAI 3	11.02	4602.85	50723.35	0.14	200.80	1038.47
LANTAI 2	7.60	9327.06	70885.69	0.19	280.62	1319.09
LANTAI 1	4.18	9679.96	40462.22	0.11	160.18	1479.27
JUMLAH			373670.72	1.00	1479.27	

#### Geser Dasar Seismik Rencana Tahun 2012

##### a. Koefisien Rencana Seismik ( $C_s$ )

$$S_{ds} = 0,752$$

$$R = 8$$

$$I_c = 1,5$$

$$T = 0,9436$$

$$C_{s \max} = \frac{S_{ds}}{R/I_c}$$

$$C_{s \max} = \frac{0,752}{8/1,25}$$

$$C_{s \max} = 0,1175$$

##### Koefisien Respon Seismik Minimum

$$C_{s \min} = 0,044 \times S_{DS} \times I_c$$

$$C_{s \min} = 0,044 \times 0,752 \times 1,25$$

$$C_{s \min} = 0,04136$$

## Koefisien Respon Seismik Maksimum

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T(R/I_c)}$$

$$C_s = \frac{0.425}{0.9436(8/1.5)} h$$

$$C_s = 0,1494$$

## Geser Dasar Seismik

$$V = V_x = V_y = C_s W_t$$

$$V = 0,1494 \times 35953,435$$

$$V = 5372,44 \text{ kN}$$

$$K = 0,5 \times T + 0,75$$

$$K = (0,5 \times 0,9436) + 0,75$$

$$K = 1,221$$

**Tabel 4.3** Analisis Beban Gempa Statik Ekuivalen SNI 2012

LANTAI	$h_x$ (m)	$W_x$ (kN)	$W_x \cdot h_x^K$	$C_{vx}$	$f_x = C_{vx} \cdot V$	$f_x$
ATAP	24.70	366.41	18431.76	0.03	151.95	151.95
LANTAI 6	21.28	1334.18	55941.07	0.09	461.18	613.13
LANTAI 5	17.86	6040.13	204453.73	0.31	1685.52	2298.65
LANTAI 4	14.40	4602.85	119760.51	0.18	987.31	3285.95
LANTAI 3	11.02	4602.85	86370.18	0.13	712.04	3997.99
LANTAI 2	7.60	9327.06	111153.46	0.17	916.35	4914.34
LANTAI 1	4.18	9679.96	55568.24	0.09	458.10	5372.44
JUMLAH			651678.96	1.00	5372.44	