

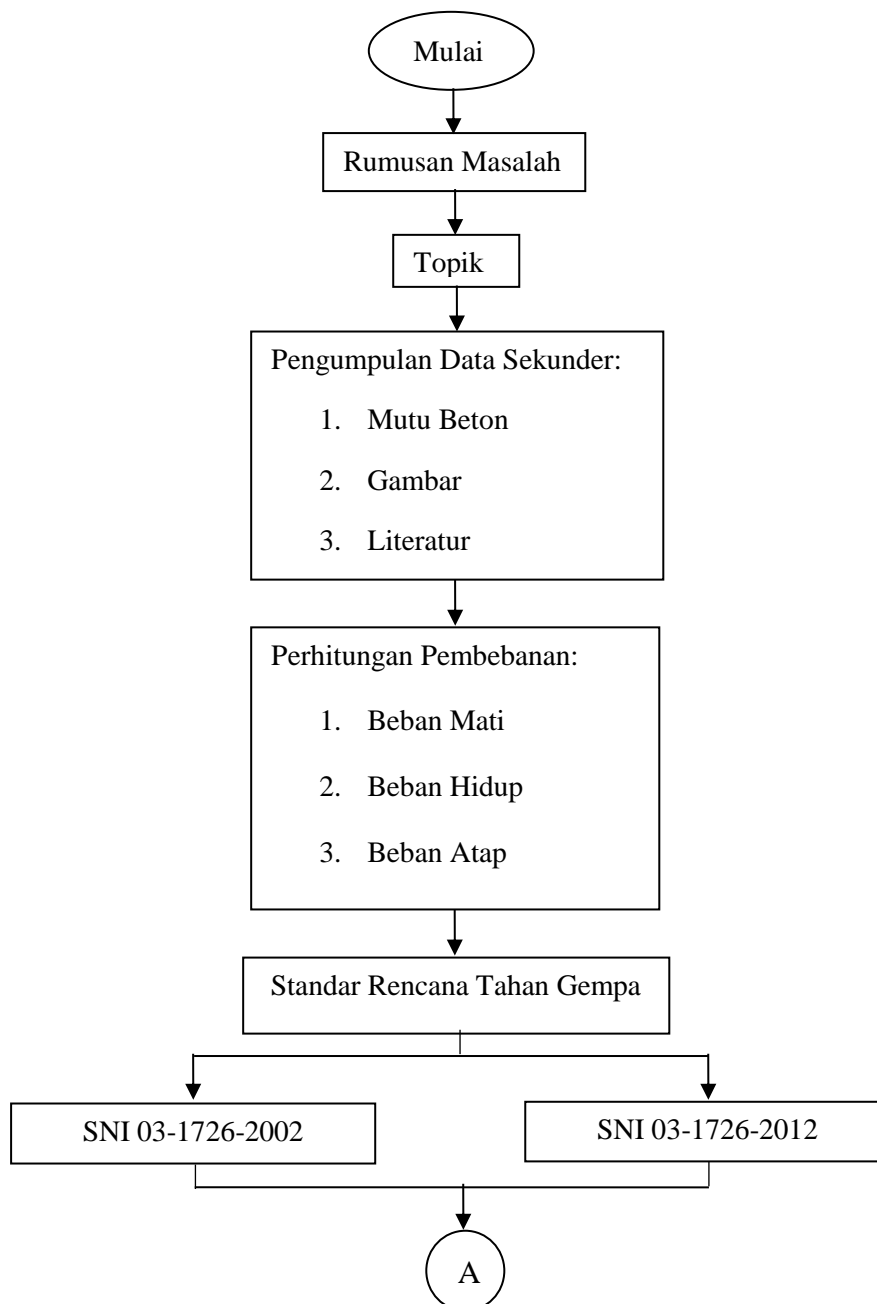
## BAB IV

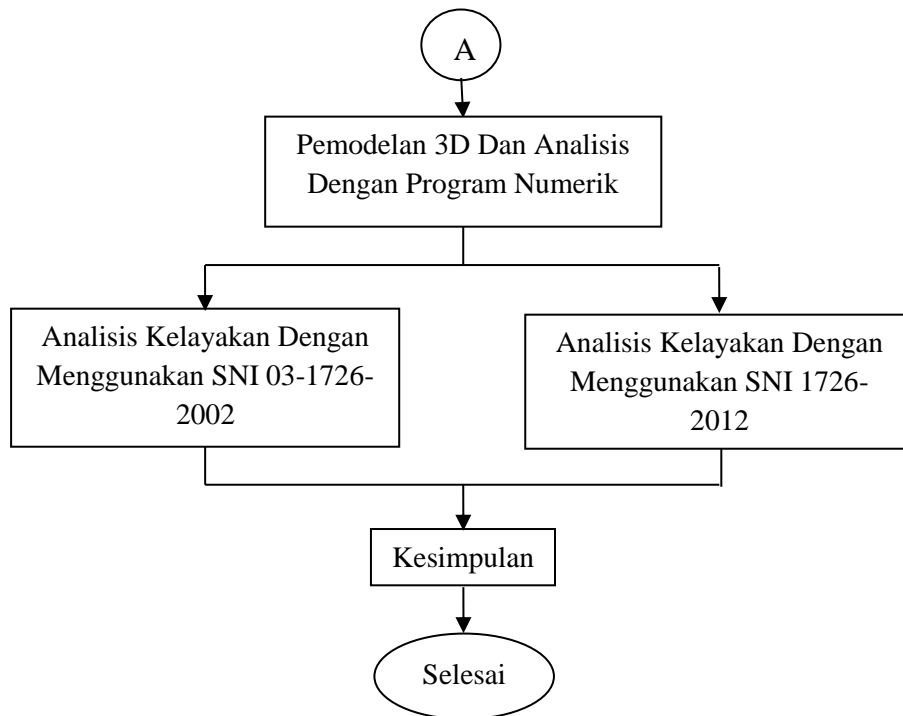
### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Langkah Langkah Perancangan

##### 1. Langkah langkah Secara Umum

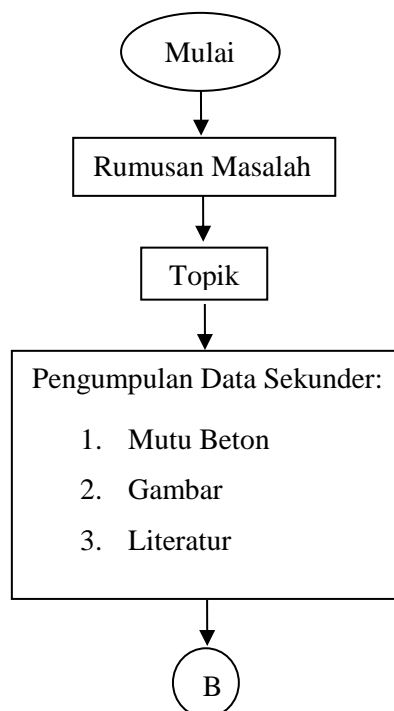
Langkah langkah yang akan dilaksanakan dapat dilihat pada bagan alir dibawah ini:

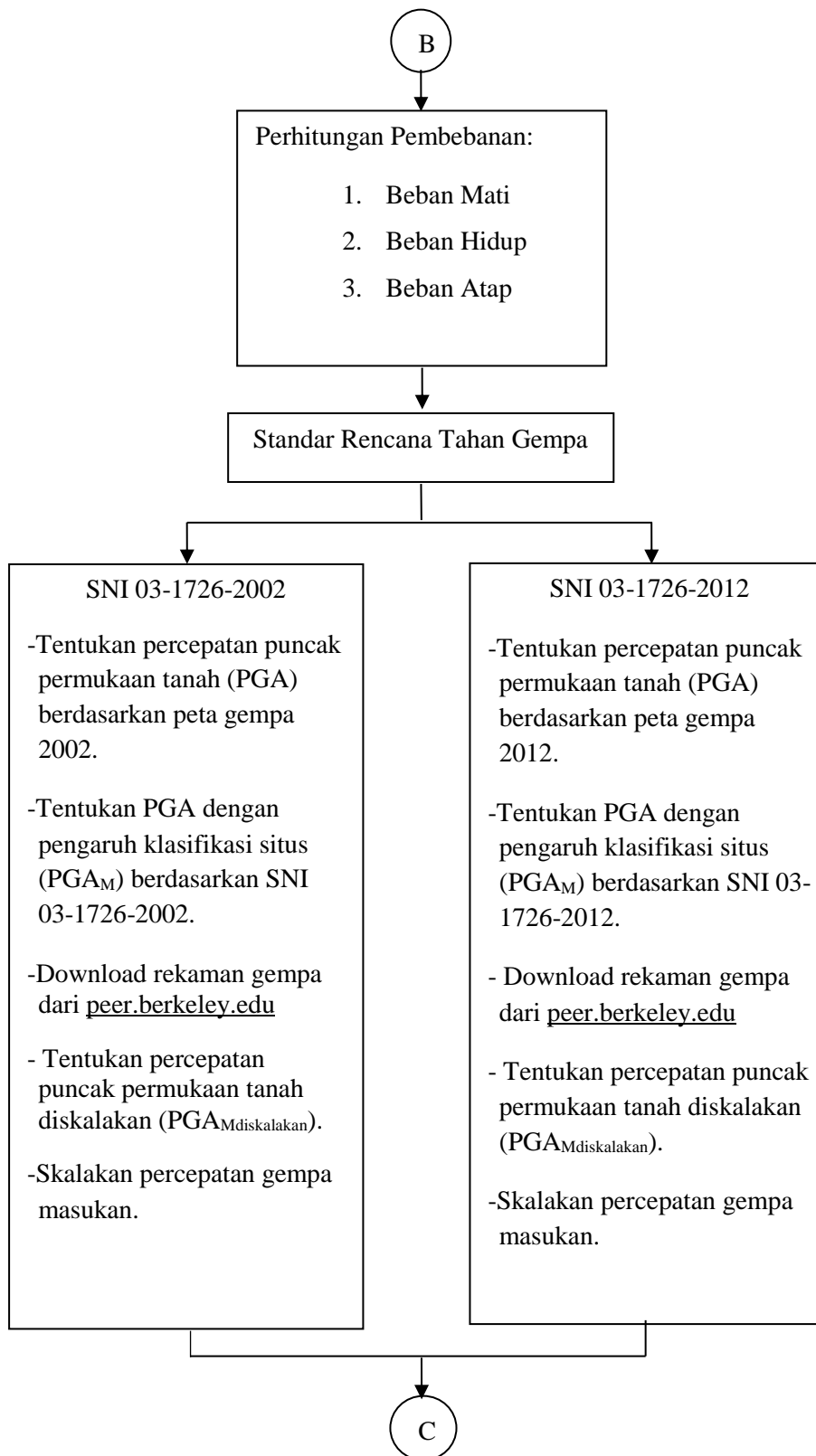


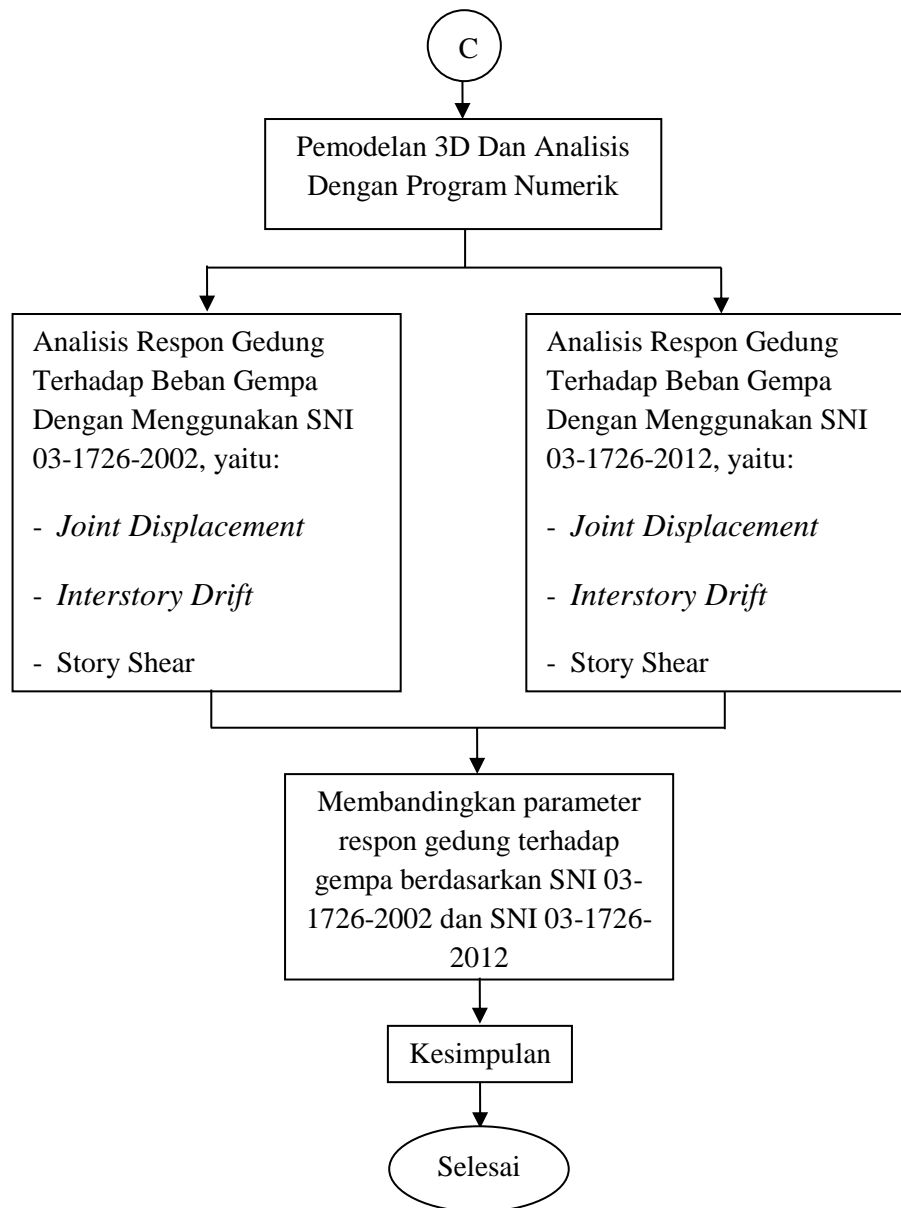


Gambar 4.1 Bagan alir secara umum

## 2. Langkah Langkah Analisis *Time History*







Gambar 4.2 Bagan alir secara khusus

## **B. Spesifikasi Data Teknis Bangunan**

### **1. Tampak Bangunan**



Gambar 4.3 Tampak Depan Bangunan

### **2. Lokasi Bangunan**

Gedung A.R. Fakhruddin terletak di Jl. Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

### **3. Fungsi Bangunan**

Gedung ini berfungsi sebagai gedung sekretariat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan jumlah lantai 5.

## **C. Data Perancangan**

Data yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini terdiri dari 2 bagian yaitu:

### **1. Data Primer**

Data Primer adalah data yang diperoleh dari Biro Aset Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terdiri dari:

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 yang digunakan adalah  $f'_c = 25 \text{ MPa}$

c. Modulus elastisitas beton ( $E_c$ ) =  $4700\sqrt{f'_c}$

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

d. Ukuran balok yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) B1 = 300mm x 400mm
- 2) B1A = 250mm x 400mm
- 3) B2 = 300mm x 600mm
- 4) B3 = 250mm x 400mm
- 5) B4 = 200mm x 600mm
- 6) B2 = 250mm x 400mm
- 7) G = 600mm x 600mm

e. Ukuran kolom yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) K1A = 600mm x 600mm
- 2) K1B = 600mm x 600mm
- 3) K1C = 600mm x 600mm
- 4) K2 = 600mm x 600mm
- 5) K3 = 600mm x 600mm
- 6) K4 = 300mm x 600mm
- 7) K5 = 300mm x 600mm
- 8) K6 = 250mm x 600mm
- 9) K8 = 400mm x 400mm

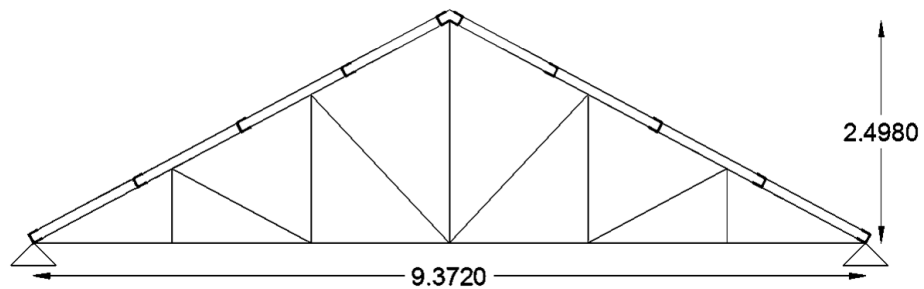
f. Tebal pelat yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Lantai = 120mm

- 2) Bordes = 150mm  
 3) Tangga= 200mm  
 g. Tipe atap yang digunakan adalah sebagai berikut:

1) Tipe KK21

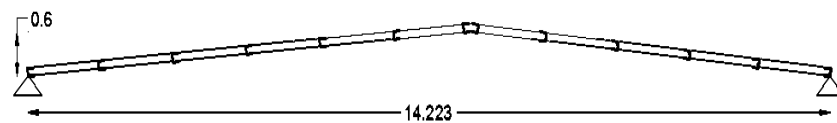
- a) Bentang = 9,372 m  
 b) Kaki kuda-kuda = 2L 60x60x6  
 c) Truss kuda-kuda = 2L 50x50x5  
 d) Tiang penyangga = pipa Ø 6 in  
 e) Gording = LLC 150x65x20x2.3



Gambar 4.4 Kuda-kuda tipe KK1

2) Tipe KB1

- a) Bentang = 14,223 m  
 b) Kaki kuda-kuda = IWF 300x150x6,5x9  
 c) Gording = LLC 150x 65x 20x3,2

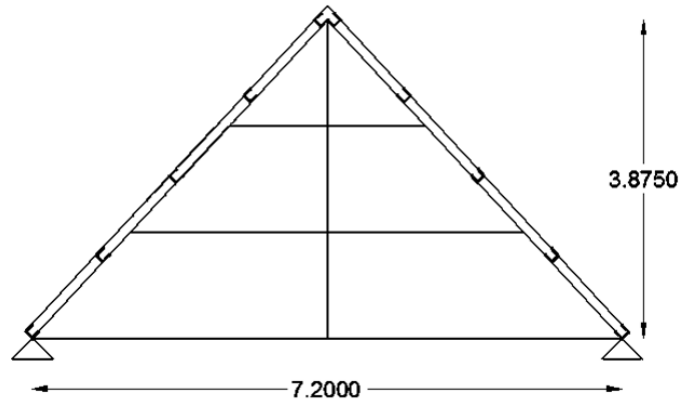


Gambar 4.5 Kuda-kuda tipe KB1

3) Tipe Tajuk

- a) Bentang = 7,2 m  
 b) Kaki kuda-kuda = pipa Ø 4 in  
 c) Tiang penyangga = pipa Ø 4 in

d) Ikatan antar truss = pipa Ø 3 in



Gambar 4.6 Kuda-kuda tipe Tajuk

Mutu baja yang digunakan pada kuda-kuda adalah  $f_y = 240$  MPa dengan modulus elastisitas baja 200,000 MPa.

- h. Bangunan terletak diatas tanah sedang.
- i. Bangunan terletak dalam wilayah gempa sedang (zona 3) SNI 03-1726-2002

## 2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari jurnal-jurnal, buku-buku, peraturan-peraturan serta literatur lain yang menunjang dalam penyelesaian tugas akhir ini.

### D. Pemodelan

1. Tumpuan yang digunakan pada struktur bangunan berjenis jepit sedangkan pada atap berjenis sendi dan roll.
2. Kolom dan balok dimodelkan sebagai elemen satu dimensi.
3. Plat lantai, plat tangga dan plat bordes dimodelkan sebagai elemen dua dimensi.



4. Massa yang diperhitungkan sebagai beban gempa terdiri dari 100% beban mati dan 30% beban hidup.
5. Tangga dan atap dimodelkan secara terpisah sehingga dapat mempermudah dalam proses pemodelan.

#### **E. Peraturan Perancangan**

Dalam analisis ini peraturan-peraturan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002)
2. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 03-1726-2012).
3. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1987).

Terdapat perbedaan dalam peraturan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 dalam hal analisis gempa dengan metode *time history* yaitu pada skala percepatan gempa masukan.

#### **F. Proses Penelitian**

Penulisan Tugas Akhir ini menggunakan kajian literatur dan langkah-langkah perancangan sebagai berikut:

1. Materi yang diperlukan disiapkan guna menunjang kelancaran Tugas Akhir ini.
2. Beban yang diterima struktur dirancang dengan mengacu pada peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1987).
3. Analisis beban gempa menggunakan metode analisis *time history* dengan empat percepatan gempa masukan.
4. Analisis struktur menggunakan bantuan program numerik.

Untuk menjalankan program numerik dilakukan pemodelan struktur sebagai berikut:

- a. Struktur merupakan jenis portal
- b. Pembebanan pada atap terdiri dari beban mati, beban hidup dan beban angin. Sedangkan pada pelat lantai terdiri dari beban mati dan beban hidup.
- c. Beban dinding diabaikan.
- d. Pembebanan tangga dan bordes terdiri dari beban mati dan beban hidup dengan pembebanan merata.
- e. Balok dan kolom sebagai komponen struktur portal.
- f. Output program numerik ini digunakan untuk menganalisis beban gempa dengan metode *time history* berdasarkan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012.

## G. Pembebanan Struktur

### 1. Pembebanan Pelat Lantai

Diketahui:

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

$$\text{Purugan pasir (5 cm)} = 80 \text{ kg/m}^2$$

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

#### a. Beban Mati (DL)

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

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

$$Q_{\text{urugan pasir (5cm)}} = 80 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total DL} &= Q_{\text{keramik}} + Q_{\text{spesi}} + Q_{\text{urugan pasir}} \\
 &= 24 + 42 + 80 \\
 &= 146 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

b. Beban Hidup (LL)

Beban Hidup didapat dari PPIUG 1987 untuk gedung perkantoran yaitu  $250 \text{ kg/m}^2$ .

2. Pembebanan Pelat Bordes

Diketahui:

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

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

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

a. Beban Mati (DL)

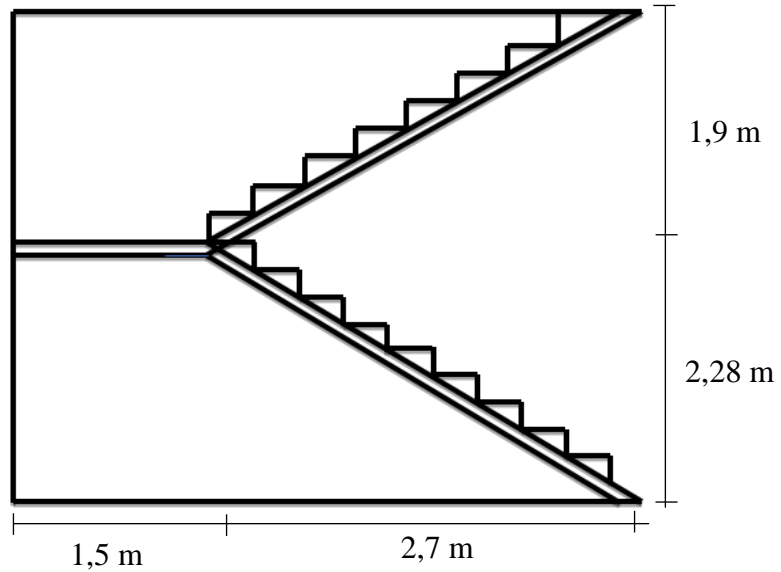
$$Q_{\text{kramik}} = 2400 = 24 \text{ kg/m}^2$$

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

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

b. Beban Hidup (LL)

Beban Hidup didapat dari PPIUG 1987 untuk gedung perkantoran adalah  $300 \text{ kg/m}^2$ .



Gambar 4.7 Perencanaan Tangga

Diketahui :

Tinggi Uptrede = 20 cm = 0,2 m

Lebar Antrede = 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>

a. Beban Mati (DL)

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

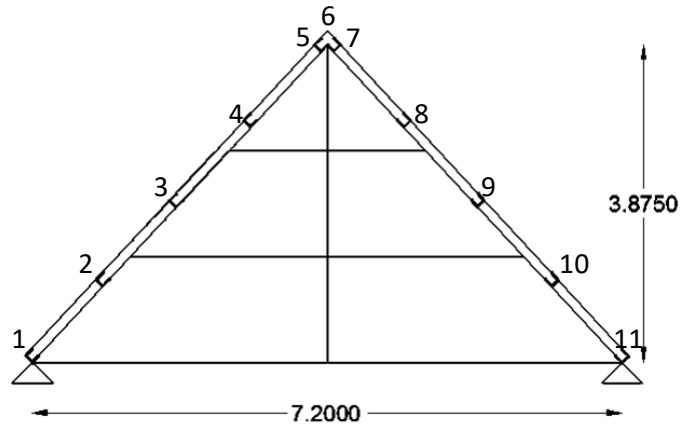
$$\begin{aligned}
 \text{Berat keramik} &= (\text{Tinggi Uptrede} + \text{Lebar Antrede}) \times \\
 &\text{jumlah anak tangga tiap 1 m} \times Q_{\text{keramik}} \times \\
 &\text{lebar tangga} \\
 &= (0,2 + 0,3) \times 3,33 \times 24 \times 2,4 \\
 &= 96 \text{ kg/m}^2 \\
 \\
 \text{Berat spesi} &=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

b. Beban Hidup (LL)

Beban Hidup didapat dari PPIUG 1987 untuk gedung perkantoran adalah  $300 \text{ kg/m}^2$ .

### 3. Pembebanan Atap

#### a. Atap Lift



Gambar 4.8 Letak Gording Kuda-kuda tipe Tajuk

#### 1) Beban Mati

Diketahui berat jenis genteng = 50 kg/m<sup>2</sup> (PPIUG 1987)

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

- Titik 1 =  $\frac{1}{2} \times 0,5 \times 50 = 12,5 \text{ kg/m}^2$
- Titik 2 =  $((\frac{1}{2} \times 0,5) + (\frac{1}{2} \times 1,1)) \times 50 = 40 \text{ kg/m}^2$
- Titik 3 =  $((\frac{1}{2} \times 1,1) + (\frac{1}{2} \times 1,1)) \times 50 = 55 \text{ kg/m}^2$
- Titik 4 =  $((\frac{1}{2} \times 1,1) + (\frac{1}{2} \times 1,1)) \times 50 = 55 \text{ kg/m}^2$
- Titik 5 =  $((\frac{1}{2} \times 1,1) + (\frac{1}{2} \times 1,37)) \times 50 = 61,75 \text{ kg/m}^2$
- Titik 6 =  $((\frac{1}{2} \times 1,37) + (\frac{1}{2} \times 1,37)) \times 50 = 68,5 \text{ kg/m}^2$
- Titik 7 =  $((\frac{1}{2} \times 1,37) + (\frac{1}{2} \times 1,1)) \times 50 = 61,7 \text{ kg/m}^2$
- Titik 8 =  $((\frac{1}{2} \times 1,1) + (\frac{1}{2} \times 1,1)) \times 50 = 55 \text{ kg/m}^2$
- Titik 9 =  $((\frac{1}{2} \times 1,1) + (\frac{1}{2} \times 1,1)) \times 50 = 55 \text{ kg/m}^2$
- Titik 10 =  $((\frac{1}{2} \times 0,5) + (\frac{1}{2} \times 1,1)) \times 50 = 40 \text{ kg/m}^2$
- Titik 11 =  $\frac{1}{2} \times 0,5 \times 50 = 12,5 \text{ kg/m}^2$

## 2) Beban Hidup

Beban orang = 100 kg/m<sup>2</sup> (PPIUG 1987)

## 3) Beban Angin

Kecepatan Angin = 25 m/s

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

Koefisien angin desak = 0,3

Koefisien angin hisap = -0,4

## a. Angin Desak

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

## • Titik 1

$$39,06 \times 0,3 \times \left(\frac{1}{2} \times 0,5\right) = 2,9295 \text{ kg/m}^2$$

## • Titik 2

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

## • Titik 3

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

## • Titik 4

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

## • Titik 5

$$39,06 \times 0,3 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,1\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,37\right)\right) = 14,47173 \text{ kg/m}^2$$

## • Titik 6

$$39,06 \times 0,3 \times \left(\frac{1}{2} \times 1,37\right) = 8,02683 \text{ kg/m}^2$$

## b. Angin Hisap

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

## • Titik 7

$$39,06 \times -0,4 \times \left(\frac{1}{2} \times 1,37\right) = -10,70244 \text{ kg/m}^2$$

## • Titik 8

$$39,06 \times -0,4 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,37\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,1\right)\right) = -19,29564 \text{ kg/m}^2$$

- Titik 9

$$39,06 \times -0,4 \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) \right) = -17,1864 \text{ kg/m}^2$$

- Titik 10

$$39,06 \times -0,4 \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) \right) = -17,1864 \text{ kg/m}^2$$

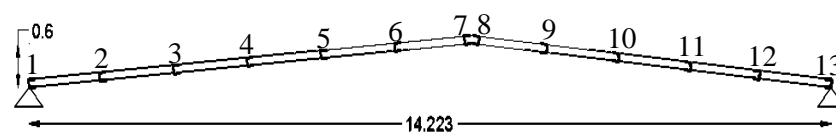
- Titik 11

$$39,06 \times -0,4 \times \left( \frac{1}{2} \times 1,1 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 0,5 \right) = -12,4992 \text{ kg/m}^2$$

- Titik 12

$$39,06 \times -0,4 \times \left( \frac{1}{2} \times 0,5 \right) = -8,5932 \text{ kg/m}^2$$

b. Atap Tipe KB1



Gambar 4.9 Letak Gording Kuda-kuda tipe KB1

1) Beban Mati

Diketahui berat jenis geteng = 50 kg/m<sup>2</sup> (PPIUG 1987)

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

- Titik 1

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

- Titik 2

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

- Titik 3

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



- Titik 4

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

- Titik 5

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

- Titik 6

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

- Titik 7

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

- Titik 8

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

- Titik 9

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

- Titik 10

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

- Titik 11

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

- Titik 12

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

- Titik 13

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

2) Beban Hidup

Menurut PPIUG (1987) nilai beban hidup adalah  $100 \text{ kg/m}^2$

3) Beban Angin

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

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

Koefisien angin desak =  $0,3$

Koefisien angin hisap =  $-0,4$

a. Angin desak

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

- Titik 1

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

- Titik 2

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

- Titik 3

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

- Titik 4

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

- Titik 5

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

- Titik 6

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

- Titik 7

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

## b. Angin Hisap

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

## • Titik 8

$$39,06 \times -0,4 \times \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) = -10,70244 \text{ kg/m}^2$$

## • Titik 9

$$39,06 \times -0,4 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) = -21,40488 \text{ kg/m}^2$$

## • Titik 10

$$39,06 \times -0,4 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) = -21,40488 \text{ kg/m}^2$$

## • Titik 11

$$39,06 \times -0,4 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) = -21,40488 \text{ kg/m}^2$$

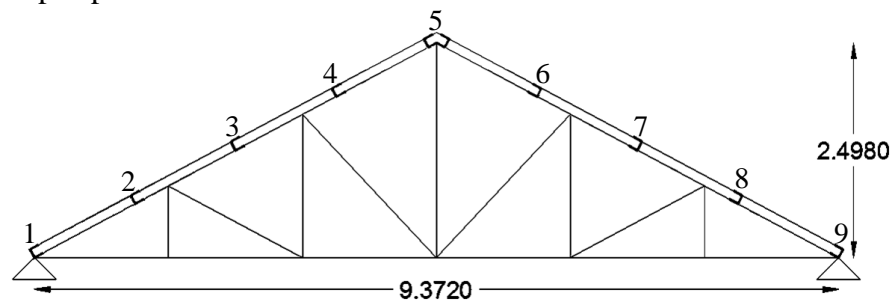
## • Titik 12

$$39,06 \times -0,4 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) = -21,40488 \text{ kg/m}^2$$

## • Titik 13

$$39,06 \times -0,4 \times \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) = -10,70244 \text{ kg/m}^2$$

## b. Atap Tipe KK1



Gambar 4.10 Letak Gording Kuda-Kuda Tipe KK1

## 1) Beban mati

Diketahui berat jenis genteng = 50 kg/m<sup>2</sup> (PPIUG 1987)

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

- Titik 1

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

- Titik 2

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

- Titik 3

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

- Titik 4

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

- Titik 5

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

- Titik 6

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

- Titik 7

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

- Titik 8

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

- Titik 9

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

## 2) Beban hidup

Menurut PPIUG (1987) nilai beban hidup adalah  $100 \text{ kg/m}^2$ .

## 3) Beban angin

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

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

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

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

## a) Angin desak

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

## • Titik 1

$$39,06 \times 0,3 \times \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) = 6,005475 \text{ kg/m}^2$$

## • Titik 2

$$39,06 \times 0,3 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right)\right) = 12,01095 \text{ kg/m}^2$$

## • Titik 3

$$39,06 \times 0,3 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right)\right) = 12,01095 \text{ kg/m}^2$$

## • Titik 4

$$39,06 \times 0,3 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right)\right) = 12,01095 \text{ kg/m}^2$$

## • Titik 5

$$39,06 \times 0,3 \times \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) = 6,005475 \text{ kg/m}^2$$

## b) Angin hisap

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

## • Titik 6

$$39,06 \times -0,4 \times \left(\frac{1}{2} \times 1,025\right) = -8,0073 \text{ kg/m}^2$$

## • Titik 7

$$39,06 \times -0,4 \times \left(\left(\frac{1}{2} \times 1,2\right) + \left(\frac{1}{2} \times 1,2\right)\right) = -16,0146 \text{ kg/m}^2$$

- Titik 8

$$39,06 \times -0,4 \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right) = -16,0146 \text{ kg/m}^2$$

- Titik 9

$$39,06 \times -0,4 \times \left( \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 1,2 \right) \right) = -16,0146 \text{ kg/m}^2$$

- Titik 10

$$39,06 \times -0,4 \times \left( \frac{1}{2} \times 1,025 \right) = -8,0073 \text{ kg/m}^2$$

## H. Pembebanan Gempa SNI 03-1726-2002

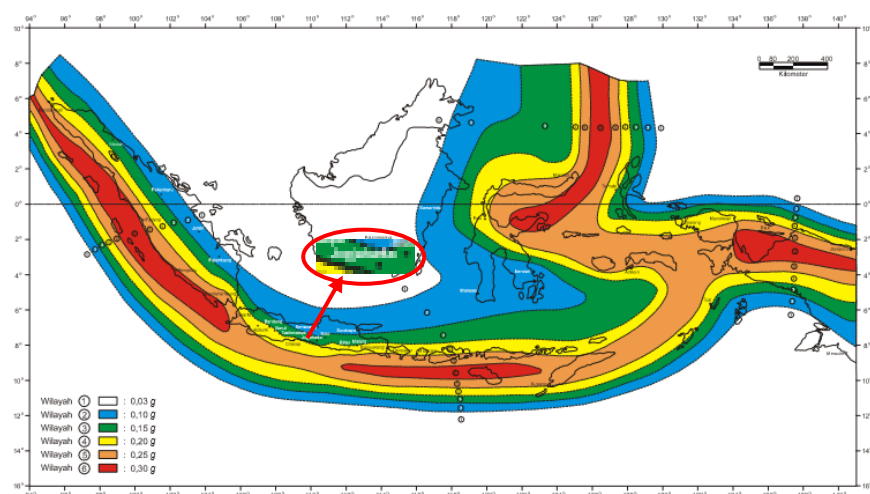
### 1. Parameter Beban Gempa

#### a. Waktu getar bangunan

Perhitungan beban gempa atau perhitungan gaya geser lantai pada struktur bangunan gedung ini menggunakan metode analisis dinamik linier riwayat waktu. Dari hasil analisis *ETABS* diperoleh periode alami bangunan sebesar 0,9.

#### b. Percepatan puncak permukaan tanah ( $A_0$ )

Bangunan terletak diwilayah gempa 3 dengan jenis tanah sedang, sehingga menurut peta gempa dan Tabel 5 SNI 03-1726-2002 percepatan puncak permukaan tanahnya adalah 0,23 g.



Gambar 4.11 Peta Wilayah Gempa Indonesia

Sumber: SNI 03-1726-2002

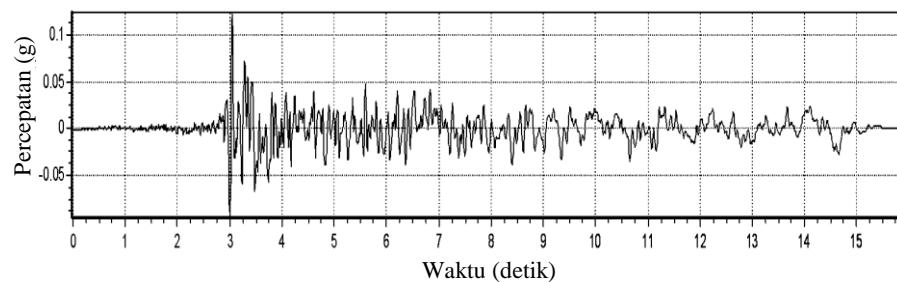
c. Faktor keutamaan (I) dan faktor reduksi beban gempa (R)

Gedung termasuk kategori umum sehingga menurut tabel 1 SNI 03-1726-2002, faktor  $I = 1$ , taraf kinerja struktur dianggap daktail penuh maka dalam tabel 9 SNI 03-1726-2002 Faktor reduksi ( $R$ ) = 8,5.

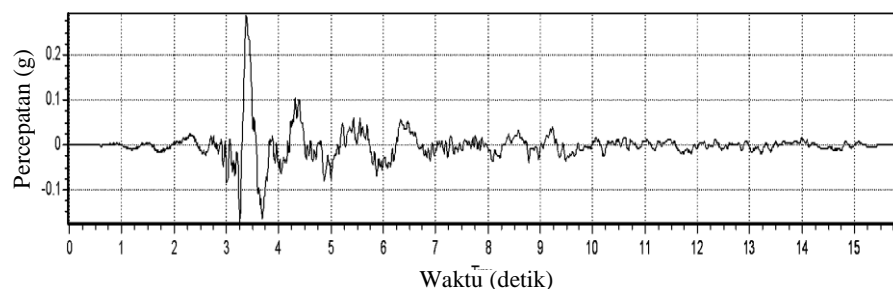
d. Gempa Masukan

Digunakan 4 rekaman gempa masukan dalam penelitian ini yaitu Imperial Valley, Northern California, Morgan Hill dan Superstition Hills. Seluruh rekaman diperoleh dari situs [peer.berkeley.edu](http://peer.berkeley.edu), dengan memasukkan data respon spektrum wilayah gedung, sehingga akan didapatkan rekaman gempa yang konvergen.

1) Gempa Imperial Valley yang terjadi tahun 1979 berdurasi 25.9 detik. Dengan kekuatan 6.5 skala richter, percepatan puncak permukaan tanah ( $A_0$ ) adalah 0,12276 dan 0,07784.

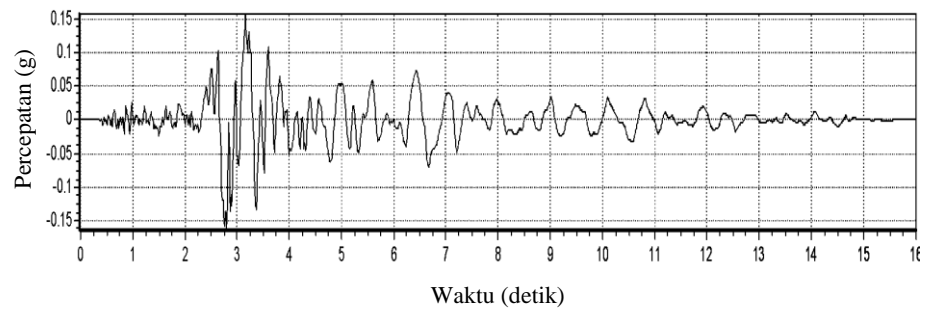


Gambar 4.12 Akselerogram Gempa Imperial Valley arah X SNI 2002

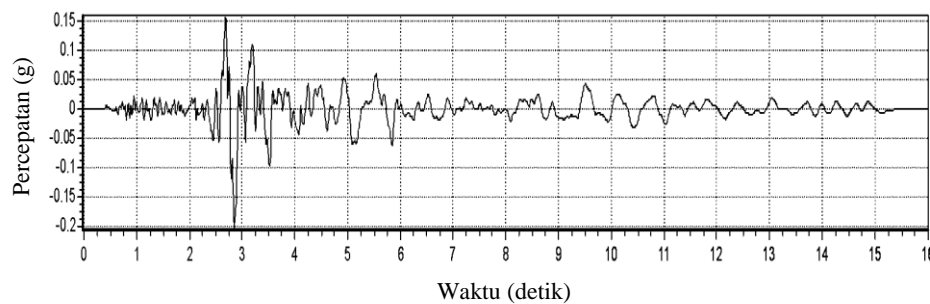


Gambar 4.13 Akselerogram Gempa Imperial Valley arah Y SNI 2002

- 2) Gempa Northern California terjadi tahun 1954 berdurasi 19,4 detik dengan kekuatan 6.5 skala richter dengan percepatan puncak permukaan tanah ( $A_0$ ) 0,16164 dan 0,20334.

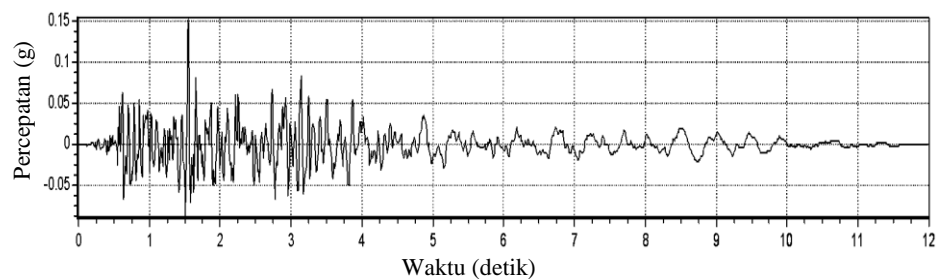


Gambar 4.14 Akselerogram Gempa Northern California arah X  
SNI 2002



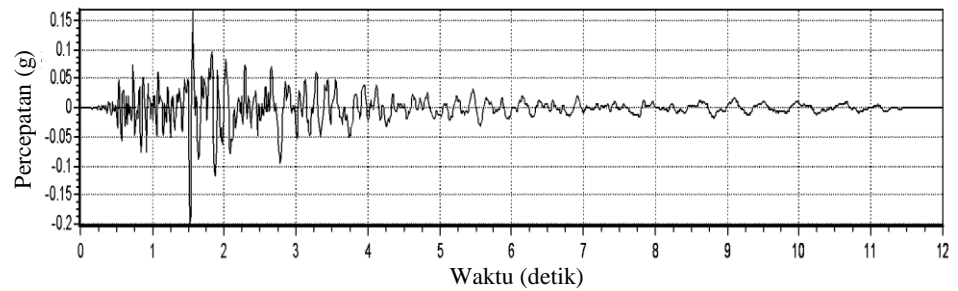
Gambar 4.15 Akselerogram Gempa Northern California arah Y  
SNI 2002

- 3) Gempa Morgan Hill terjadi tahun 1984 berdurasi 16,6 detik dengan kekuatan 6.19 skala richter dengan percepatan puncak permukaan tanah ( $A_0$ ) 0,15115 dan 0,19999.



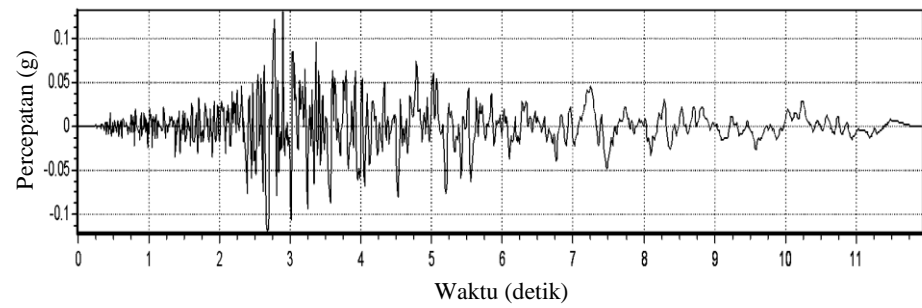
Gambar 4.16 Akselerogram Gempa Morgan Hill arah X SNI 2002



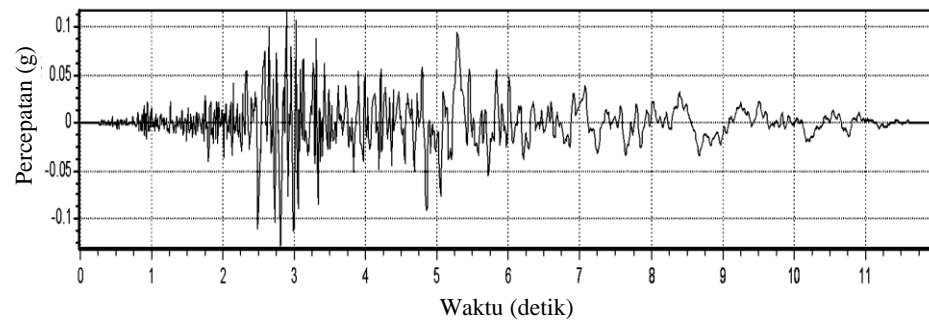


Gambar 4.17 Akselerogram Gempa Morgan Hill arah Y SNI 2002

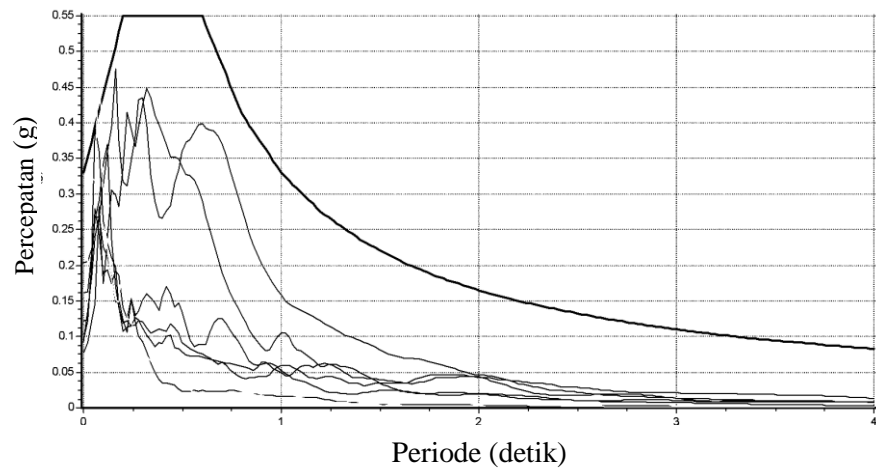
- 4) Gempa Superstition Hills terjadi tahun 1987 berdurasi 15,2 detik dengan kekuatan 6,22 skala richter dengan percepatan puncak permukaan tanah ( $A_0$ ) 0,12984 dan 0.13008.



Gambar 4.18 Akselerogram Gempa Westmorland arah X SNI 2002



Gambar 4.19 Akselerogram Gempa Westmorland arah Y SNI 2002

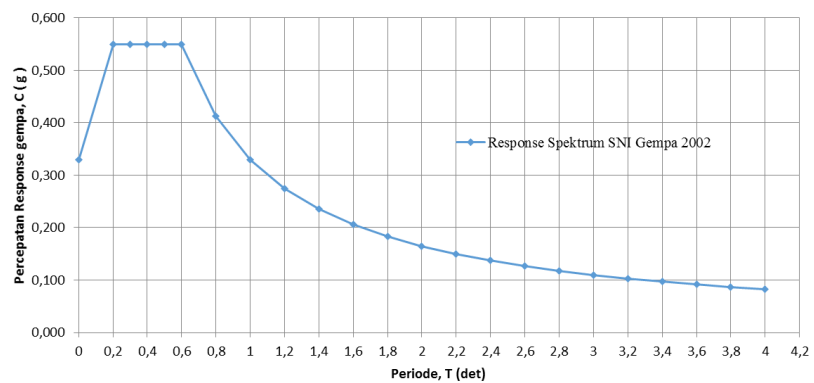


Gambar 4.20 Akselerogram sebelum dimodifikasi terhadap respon spektrum SNI 2002

#### e. Modifikasi Akselerogram

Berhubung gerakan tanah akibat gempa pada suatu lokasi tidak mungkin dapat diperkirakan dengan tepat, maka sebagai gempa masukan dapat juga dipakai gerakan tanah yang disimulasikan. Parameter-parameter yang menentukan gerakan tanah yang disimulasikan ini antara lain terdiri dari waktu getar dominan tanah, konfigurasi spektrum respons, jangka waktu gerakan dan intensitas gempanya (SNI 1726-2002).

Untuk mengkonfigurasi rekaman gempa dengan respons spektrum desain digunakan bantuan program *Seismomatch*.

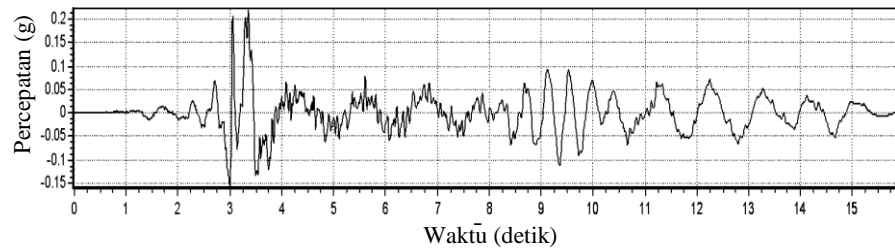


Gambar 4.21 Respon spektrum Yogyakarta SNI 03-1726-2002

Setelah dilakukan konfigurasi rekaman akselerogram dengan respon spektrum menggunakan *seismomatch* maka akan diperoleh hasil berupa akselerogram modifikasi sebagai berikut:

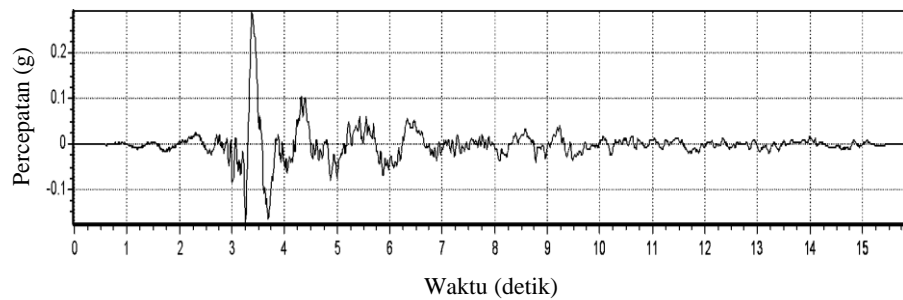
1) Gempa Imperial Valley

$A_0$  Modifikasi = 0,21795 dan 0,28311



Gambar 4.22 Akselerogram Gempa Imperial Valley arah X

Modifikasi SNI 2002

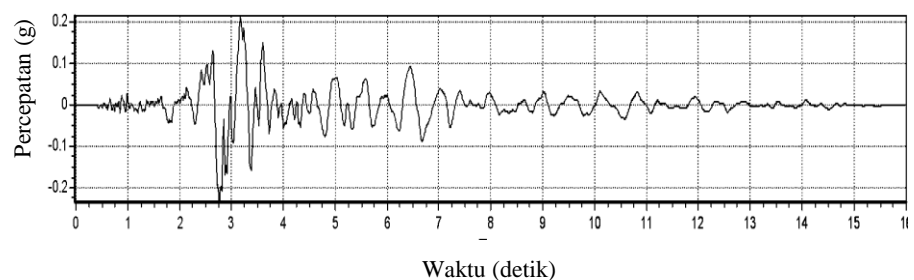


Gambar 4.23 Akselerogram Gempa Imperial Valley arah Y

Modifikasi SNI 2002

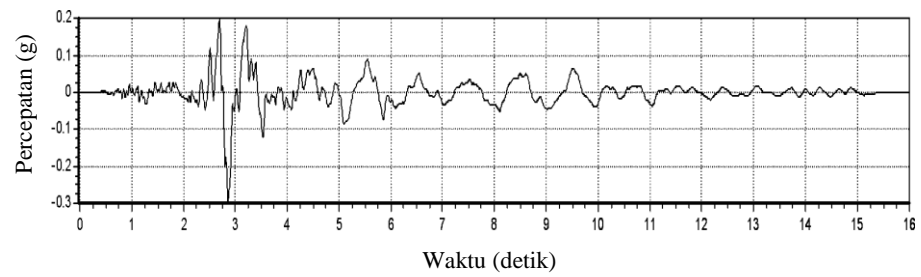
2) Gempa Northern California

$A_0$  Modifikasi = 0,24333 dan 0,30553



Gambar 4.24 Akselerogram Gempa Northern California arah X

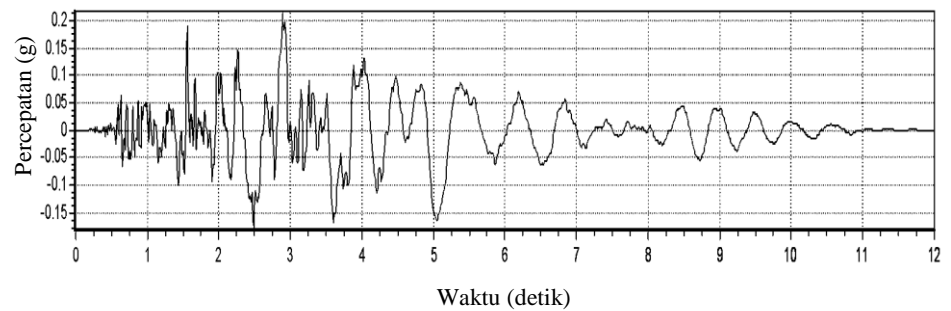
Modifikasi SNI 2002



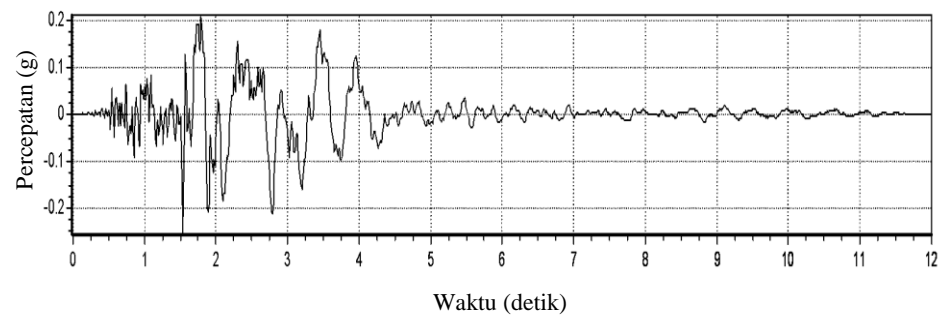
Gambar 4.25 Akselerogram Gempa Northern California arah Y  
Modifikasi SNI 2002

### 3) Gempa Morgan Hill

$A_0$  Modifikasi = 0,21369 dan 0,25292



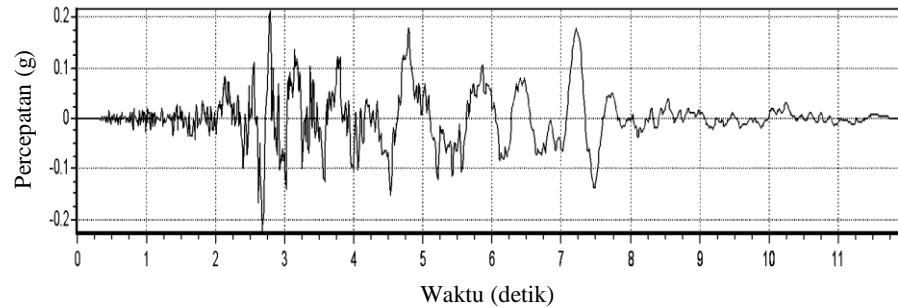
Gambar 4.26 Akselerogram Gempa Morgan Hill arah X  
Modifikasi SNI 2002



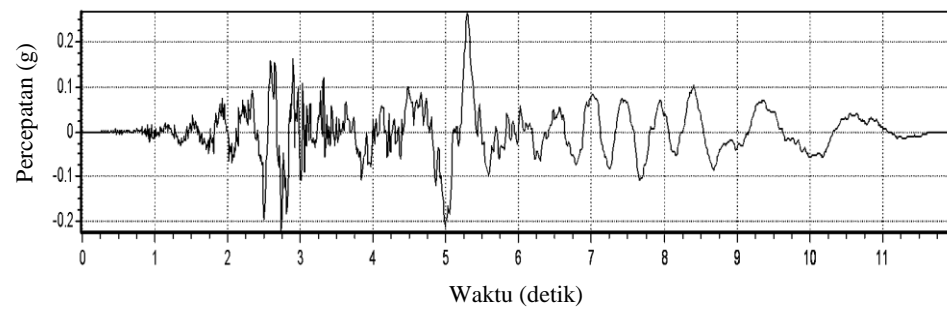
Gambar 4.27 Akselerogram Gempa Morgan Hill arah Y  
Modifikasi SNI 2002

## 4) Gempa Superstition Hills

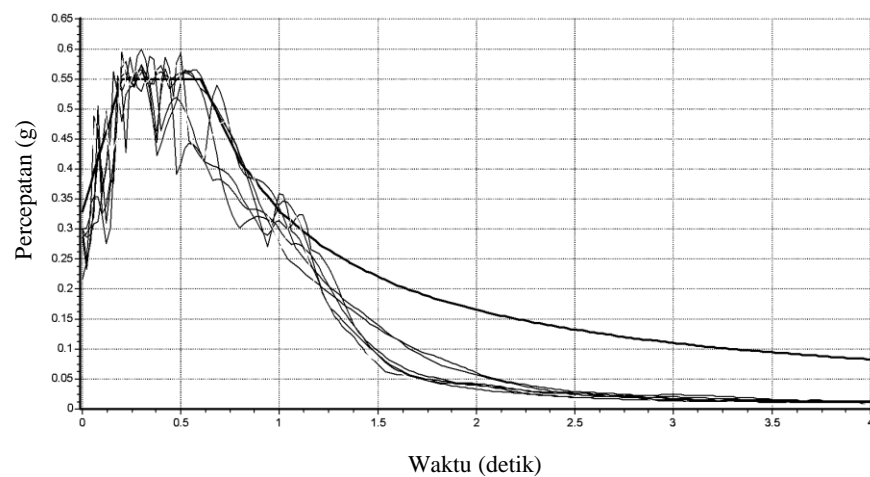
$A_0$  Modifikasi = 0,22361 dan 0,26338



Gambar 4.28 Akselerogram Gempa Superstition Hills arah X  
Modifikasi SNI 2002



Gambar 4.29 Akselerogram Gempa Superstition Hills arah Y  
Modifikasi SNI 2002



Gambar 4.30 Akselerogram setelah dimodifikasi terhadap respon  
spektrum SNI 2002

f. Penskalaan percepatan puncak permukaan tanah

SNI 1726-2002 mensyaratkan untuk perencanaan struktur gedung melalui analisis dinamik linier riwayat waktu terhadap pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan gempa nominal, percepatan muka tanah asli dari gempa masukan harus diskalakan ke taraf pembebanan gempa nominal tersebut, sehingga nilai percepatan puncaknya A menjadi :

$$A = \frac{A_0 \times I}{R}$$

$$A = \frac{0,23 \times 1}{8,5} = 0,027$$

Tabel 4.1 Perhitungan Faktor Skala Gempa SNI 2002

Gempa	Arah	PGAmax (g)	PGAscaled (g)	Skala (g)	Faktor Skala
		A	B	C= B/A	FS = C.g
Imperial Valley	X	0,21795	0,027	0,1239	1,215
	Y	0,28311	0,027	0,0953	0,935
Northern California	X	0,24333	0,027	0,1109	1,088
	Y	0,30553	0,027	0,0883	0,866
Morgan Hills	X	0,21369	0,027	0,1264	1,240
	Y	0,25292	0,027	0,1067	1,047
Superstition hills	X	0,22361	0,027	0,1207	1,184
	Y	0,26338	0,027	0,1025	1,006

g. Evaluasi Kinerja Batas Layan

Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar-tingkat akibat pengaruh Gempa Rencana. Simpangan antar-tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung tersebut akibat pengaruh Gempa Nominal yang telah dibagi Faktor Skala.

Kinerja batas layan menurut SNI 1726-2002 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\frac{0,03}{R} \times \text{Tinggi tingkat yang bersangkutan}$$

Untuk perhitungan akan ditampilkan dalam Tabel.

Tabel 4.2 Perhitungan Simpangan Antar Lantai Ijin SNI 2002

Lantai	Tinggi Story (mm)	Simpangan antar lantai ijin (mm)
5	3420	12,07
4	3420	12,07
3	3420	12,07
2	3420	12,07
1	3420	12,07
Base	4180	14,75

## I. Pembebanan Gempa SNI 03-1726-2012

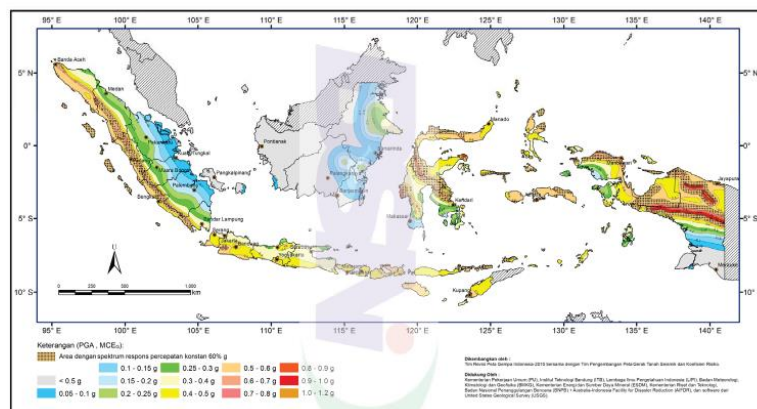
### 1. Parameter Beban Gempa

#### a. Waktu getar bangunan

Perhitungan beban gempa atau perhitungan gaya geser lantai pada struktur bangunan gedung ini menggunakan metode analisis dinamik linier riwayat waktu. Dari hasil analisis *ETABS* diperoleh periode alami bangunan sebesar 0,9.

#### b. Percepatan puncak permukaan tanah (PGA)

Nilai PGA didapatkan dari website [puskim.pu.go.id](http://puskim.pu.go.id) dengan memasukkan koordinat lokasi bangunan. Didapat nilai PGA = 0,462 g.



Gambar 4.31 Peta Wilayah Gempa Indonesia SNI 1726-2012

Sumber: SNI 03-1726-2012

c. Faktor keutamaan (I) dan faktor reduksi beban gempa (R)

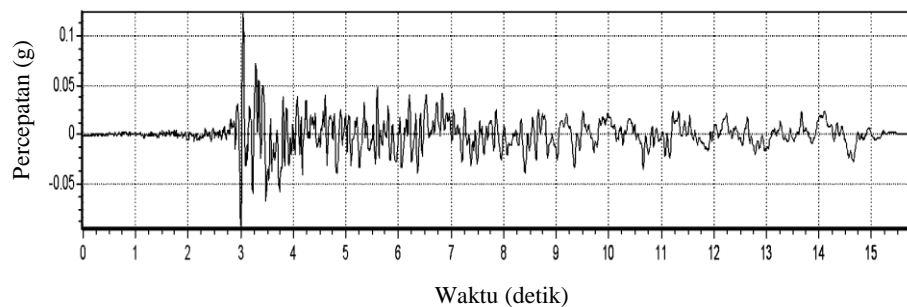
Gedung termasuk kategori IV sehingga menurut tabel 2 SNI 03-1726-2012, faktor  $I = 1,5$  faktor modifikasi respons (R) untuk rangka beton bertulang pemikul momen khusus ditentukan dalam tabel 9 SNI 03-1726-2012 Faktor modifikasi respons (R) = 8.

d. Gempa Masukan

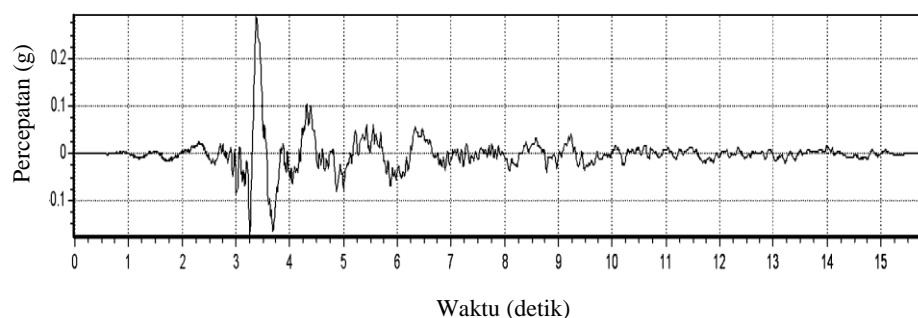
Digunakan 4 rekaman gempa masukan dalam penelitian ini yaitu Imperial Valley, Northern California, Victoria, dan Westmorland. Seluruh rekaman diperoleh dari situs [peer.berkeley.edu](http://peer.berkeley.edu), dengan memasukkan data respon spektrum wilayah gedung, sehingga akan didapatkan rekaman gempa yang konvergen.

1) Gempa Imperial Valley yang terjadi tahun 1979 berdurasi 25.9 detik.

Dengan kekuatan 6.5 skala richter. Percepatan puncak permukaan tanah ( $A_0$ ) adalah 0,12276 dan 0,07784.



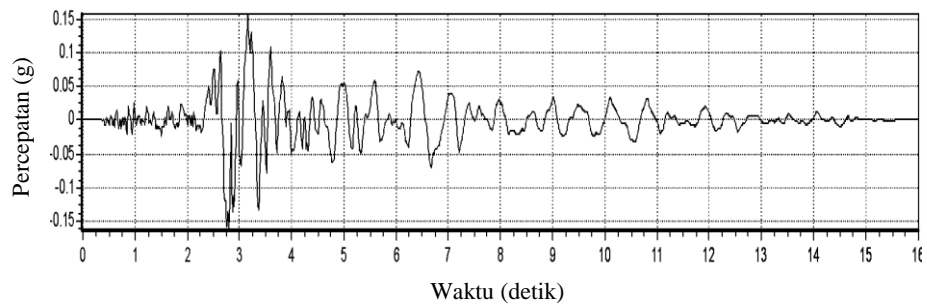
Gambar 4.32 Akselerogram Gempa Imperial Valley arah X SNI 2012



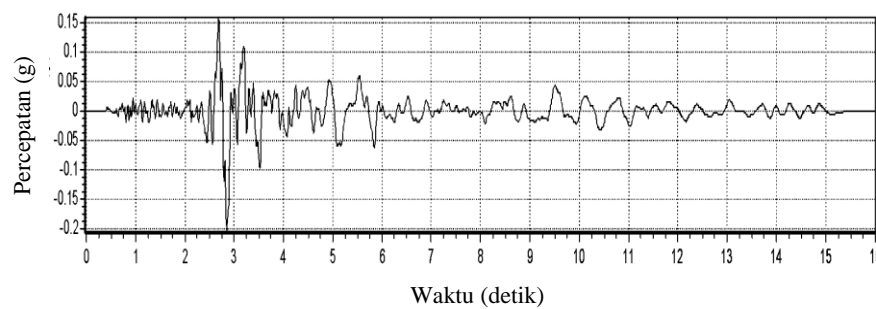
Gambar 4.33 Akselerogram Gempa Imperial Valley arah Y SNI 2012

2) Gempa Northern California terjadi tahun 1954 berdurasi 19.4 detik dengan kekuatan 6.5 skala richter dengan percepatan puncak permukaan tanah ( $A_0$ ) 0,16164 dan 0,20334.



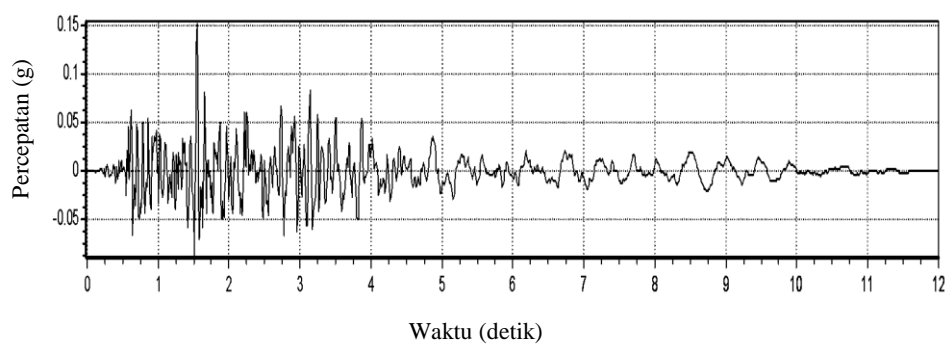


Gambar 4.34 Akselerogram Gempa Northern California arah X SNI  
2012

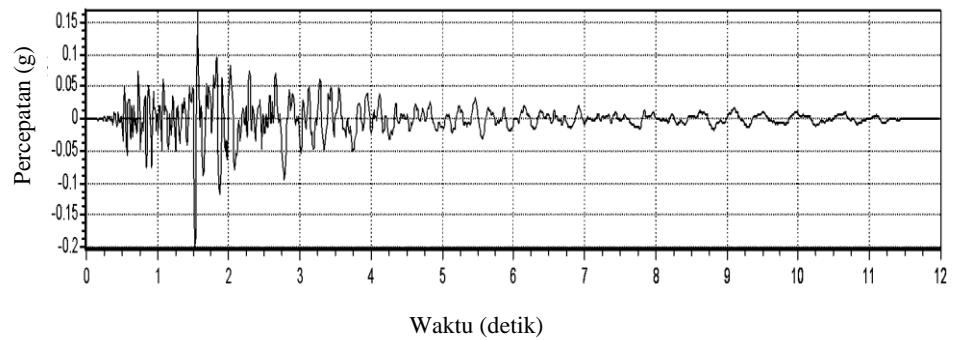


Gambar 4.35 Akselerogram Gempa Northern California arah Y SNI  
2012

- 3) Gempa Morgan Hill terjadi tahun 1984 berdurasi 16,6 detik dengan kekuatan 6.19 skala richter dengan percepatan puncak permukaan tanah ( $A_0$ ) 0,15115 dan 0,19999.

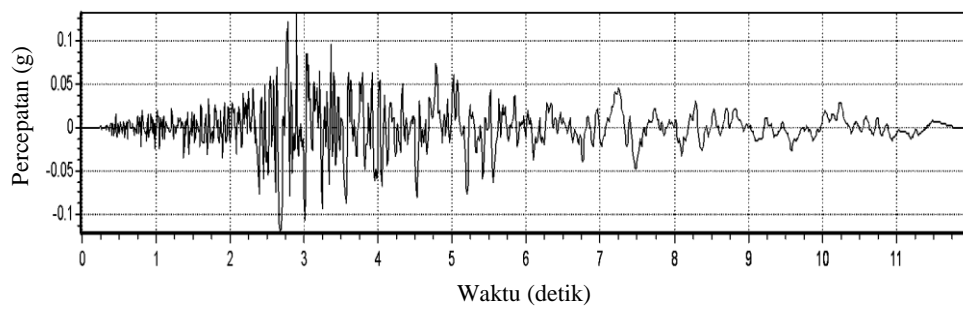


Gambar 4.36 Akselerogram Gempa Morgan Hill arah X SNI 2012

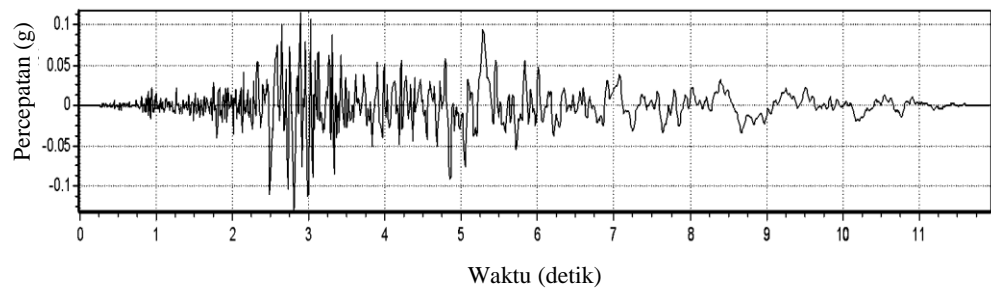


Gambar 4.37 Akselerogram Gempa Morgan Hill arah Y SNI 2012

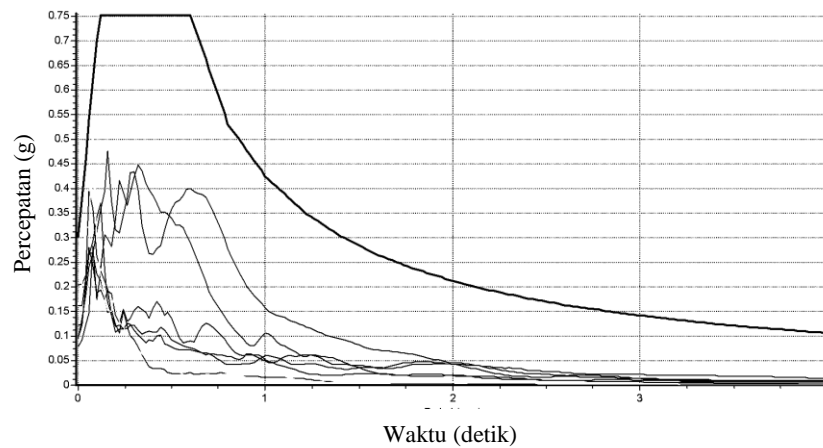
- 4) Gempa Superstition Hills terjadi tahun 1987 berdurasi 15,2 detik dengan kekuatan 6,22 skala richter dengan percepatan puncak permukaan tanah ( $A_0$ ) 0,12984 dan 0.13008.



Gambar 4.38 Akselerogram Gempa Westmorland arah X SNI 2012



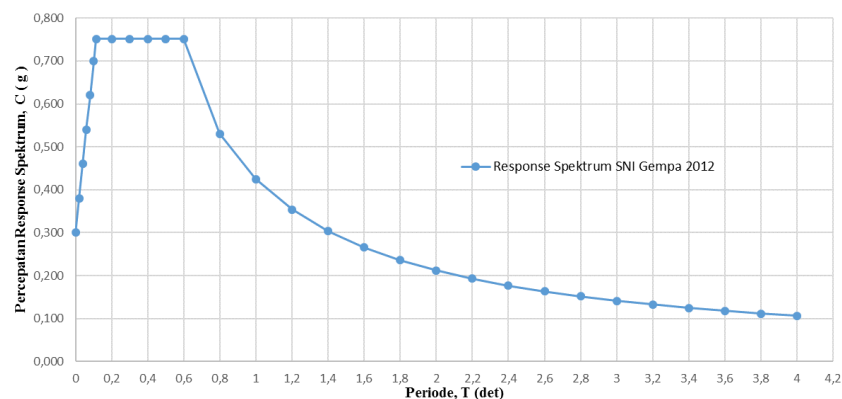
Gambar 4.39 Akselerogram Gempa Westmorland arah Y SNI  
2012



Gambar 4.40 Akselerogram sebelum dimodifikasi terhadap respon spektrum SNI 2012

e. Modifikasi Akselerogram

Gerak tanah harus diskalakan sedemikian rupa sehingga nilai rata-rata spektrum respons dengan redaman 5 persen dari semua gerak tanah yang sesuai di situs tersebut tidak boleh kurang dari spektrum respons desain setempat untuk rentang perioda dari  $0,2T$  hingga  $1,5T$  di mana  $T$  adalah perioda getar alami struktur dalam ragam getar fundamental untuk arah respons yang dianalisis (SNI 03-1726-2012).



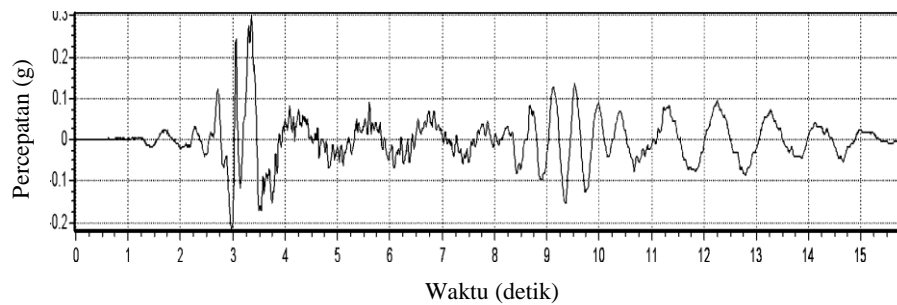
Gambar 4.41 Respon Spektrum lokasi bangunan SNI 03-1726-2012

Untuk mendapatkan rekaman gempa yang konvergen dengan nilai respon spektrum desain, pada tugas akhir ini menggunakan bantuan program Seismomatch. Gempa disesuaikan dengan respon spektrum desain

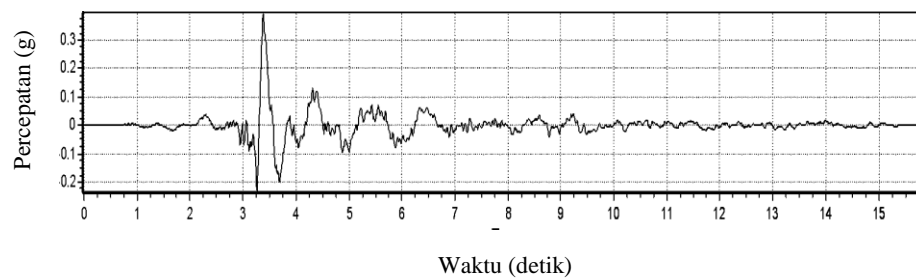
sehingga pada rentang  $0,2T$  hingga  $1,5T$  nilai percepatannya akan mendekati.

1) Gempa Imperial Valley

PGA Modifikasi = 0,30335 dan 0,37160



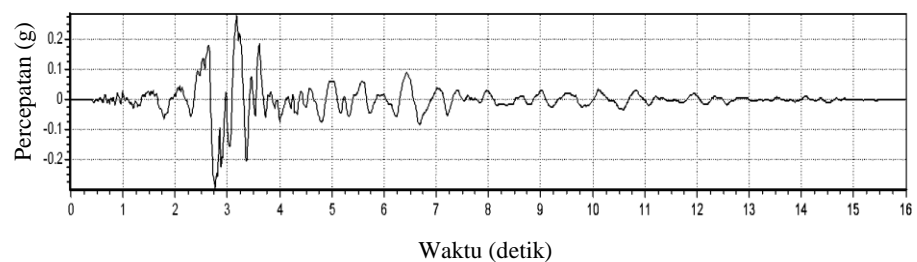
Gambar 4.42 Akselerogram Gempa Imperial Valley arah X Modifikasi SNI 2012



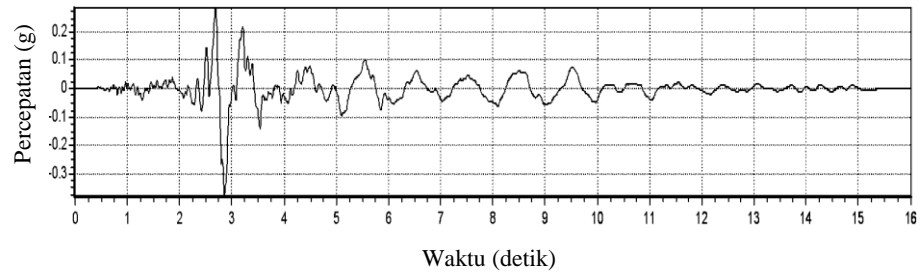
Gambar 4.43 Akselerogram Gempa Imperial Valley arah Y Modifikasi SNI 2012

2) Gempa Northern California

PGA Modifikasi = 0,32143 dan 0,38967



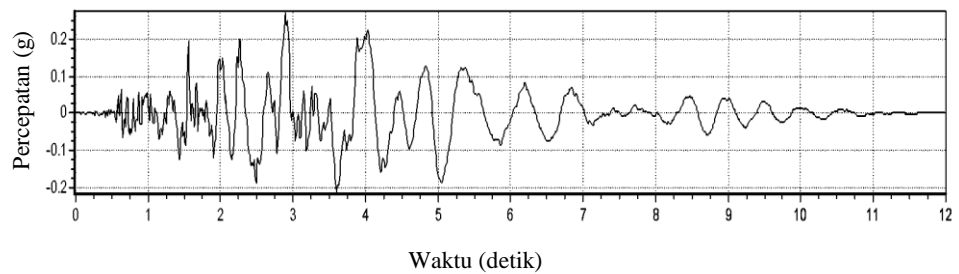
Gambar 4.44 Akselerogram Gempa Northern California arah X Modifikasi SNI 2012



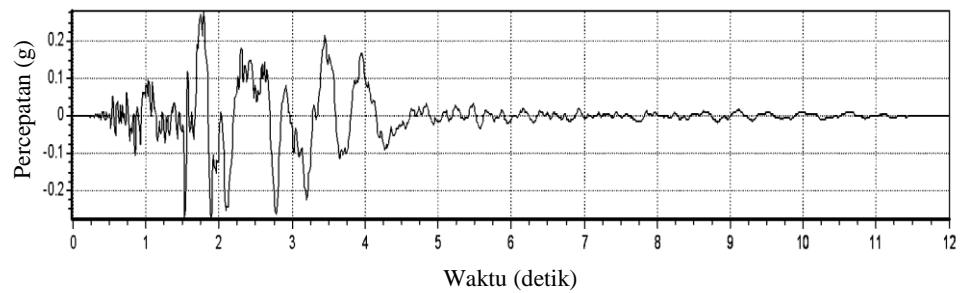
Gambar 4.45 Akselerogram Gempa Northern California arah Y  
Modifikasi SNI 2012

### 3) Gempa Morgan Hill

PGA Modifikasi = 0,27051 dan 0,27463



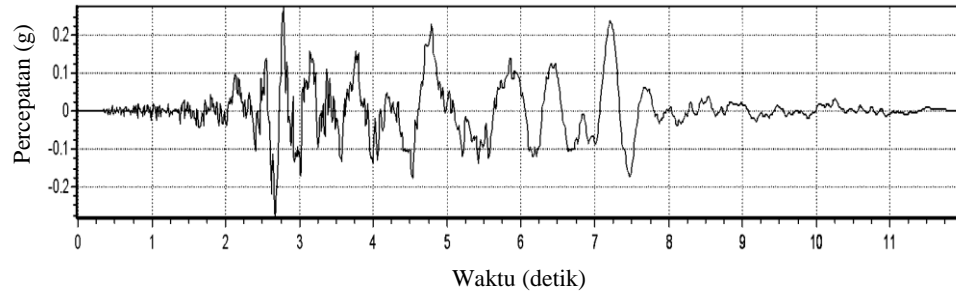
Gambar 4.46 Akselerogram Gempa Morgan Hill arah X Modifikasi  
SNI 2012



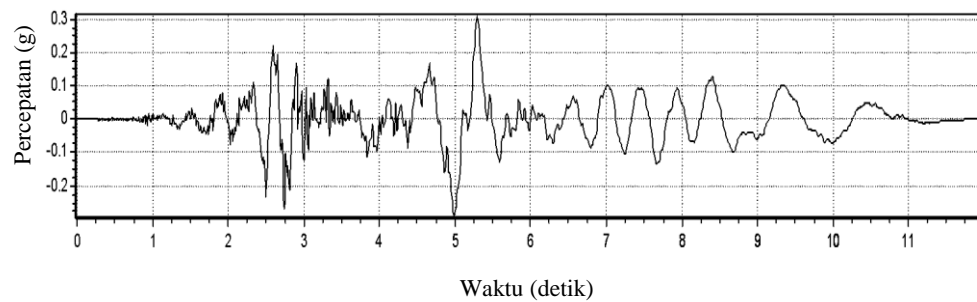
Gambar 4.47 Akselerogram Gempa Morgan Hill arah Y Modifikasi  
SNI 2012

## 4) Gempa Superstition Hills

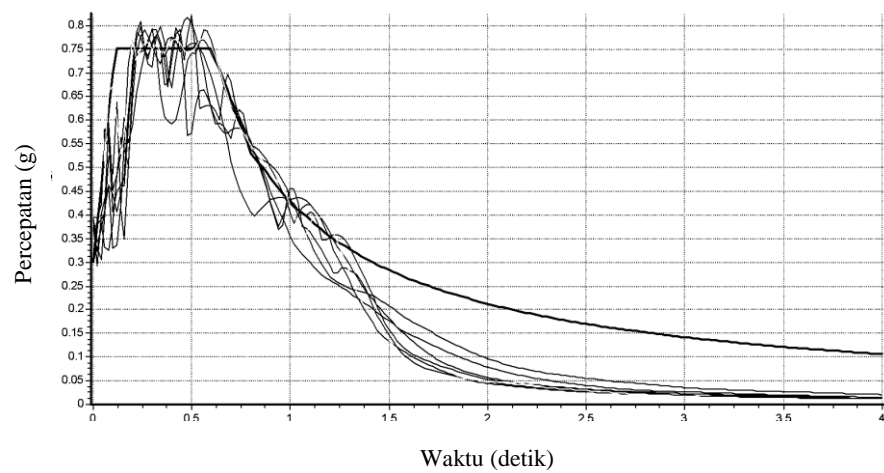
PGA Modifikasi = 0,27673 dan 0,31137



Gambar 4.48 Akselerogram Gempa Westmorland arah X Modifikasi SNI 2012



Gambar 4.49 Akselerogram Gempa Superstition Hills arah Y Modifikasi SNI 2012



Gambar 4.50 Akselerogram setelah dimodifikasi terhadap respon spektrum SNI 2012

## f. Koefisien Situs

Nilai percepatan puncak permukaan tanah (PGA) dipengaruhi oleh kelas situs. Nilai PGA sesuai kelas situs dapat dilihat pada tabel 8 SNI 1726-2012.

Nilai PGA 0,462 tidak terdapat dalam tabel 8 SNI 1726-2012 sehingga perlu dilakukan Interpolasi linier antara  $F_{PGA}=1,1$  dan  $PGA=0,4$  dengan  $F_{PGA}=1$  dan  $PGA=0,5$  untuk  $PGA=0,461$ .

$$Y = Y_1 + \frac{(X-X_1)}{(X_2-X_1)} \times (Y_2 - Y_1)$$

$$Y = 1 + \frac{(0,462 - 0,4)}{(0,5 - 0,4)} \times (1,1 - 1)$$

$$Y = F_{PGA} = 1,0620$$

$$PGA_M = F_{PGA} \times PGA$$

$$PGA_M = 1,0620 \times 0,462$$

$$PGA_M = 0,491 \text{ g}$$

## g. Penskalaan PGA

Pasal 11.1.4 SNI 1726-2012 menjelaskan mengenai parameter respons menetapkan setiap gerak tanah dalam analisis harus diskalakan dengan I/R.

$$PGA_{Mdiskalakan} = PGA_M \times (I/R)$$

$$= 0,491 \times (1,5/8)$$

$$= 0,092 \text{ g}$$

Tabel 4.3 Perhitungan Faktor Skala Gempa SNI 2012

Gempa	Arah	PGAmax (g)	PGAscaled (g)	Skala (g)	Faktor Skala
		A	B	C= B/A	FS = C.g
Imperial Valley	X	0,30035	0,092	0,3060	3,002
	Y	0,37160	0,092	0,2475	2,428
Northern California	X	0,32143	0,092	0,2862	2,808
	Y	0,38967	0,092	0,2361	2,316
Morgan Hill	X	0,27051	0,092	0,3401	3,336
	Y	0,27463	0,092	0,3349	3,285
Superstition Hills	X	0,27673	0,092	0,3325	3,262
	Y	0,31137	0,092	0,2955	2,899

#### h. Evaluasi Kinerja Batas Layan

Simpangan antar lantai tingkat desain ( $\Delta$ ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat ijin ( $\Delta_a$ ) hal ini diatur dalam SNI 1726-2012 pasal 7.12.1 tabel 16. Struktur gedung termasuk kategori resiko IV sehingga simpangan antar lantai ijin adalah 1 % dari tinggi perlantai.

Tabel 4.4 Perhitungan Simpangan Antar Lantai Ijin SNI 2012

Lantai	Tinggi Story (mm)	Simpangan antar lantai ijin (mm)
5	3420	34,2
4	3420	34,2
3	3420	34,2
2	3420	34,2
1	3420	34,2
Base	4180	41,8



