

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah tata cara pelaksanaan penelitian yang diuraikan menurut suatu urutan yang sistematis. Metode yang dipergunakan dalam penelitian tugas akhir ini meliputi pengumpulan data, pengolahan data dan pengujian yang akan dilakukan, sebagaimana yang akan diuraikan berikut ini.

#### 4.1 Data yang Diperlukan

Penelitian tugas akhir ini menggunakan suatu model *shear building* yang paling sederhana, untuk mempermudah melihat perbedaan hasil yang akan diteliti. Pengumpulan data tata letak dan fungsi struktur.

1. Struktur yang ditinjau menggunakan *time history* dari gempa El Centro(1940), yang diambil dari buku *Dynamics of Structures* oleh Chopra, (1995).
2. Struktur merupakan suatu model dari *shear building* dengan 5 mode dengan massa dan kekakuan yang telah ditentukan , yang diambil dari buku *Elements of Structural Dynamics* oleh Berg, 1988.
3. Struktur berada diatas tanah keras.

## 4.2 Pengolahan Data

Setelah semua data ditentukan, selanjutnya dilakukan pengolahan dan analisis data dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. menentukan matrik massa  $[M]$  dan kekakuan kolom  $[K]$  tiap tingkat,
2. membuat persamaan *eigenproblem* untuk menghitung *mode shape* ( $\phi_j$ ),
3. mengubah tata letak redaman pada tiap-tiap tingkat dan menentukan matrik redaman  $[C]$ ,
4. menghitung matrik massa efektif  $[M^*]$  dan matrik kekakuan efektif  $[K^*]$ ,
5. menghitung matrik redaman efektif  $[C^*]$ , yang kemudian hanya digunakan matrik redaman diagonal efektif,
6. menghitung frekuensi sudut ( $\omega$ ),
7. menghitung nilai partisipasi faktor ( $\Gamma$ ),
8. menghitung rasio redaman ( $\xi$ ),
9. mencari nilai  $q$ ,
10. menghitung simpangan horizontal  $y(t)$ .

## 4.3 Pengujian

Dalam tugas akhir ini pengujian yang dilakukan mencakup pengaruh penggunaan *Magnetorheological damper* terhadap nilai simpangan yang terjadi, sehingga dengan penggunaan alat peredam tersebut diharapkan bangunan tingkat tinggi dapat terhindar dari simpangan yang besar yang dapat mengakibatkan

keruntuhan bangunan. Peredam yang digunakan pada tugas akhir ini adalah peredam ganda yaitu sebesar 283,5 kg/(cm/sec) untuk satu buah redaman.

Pengujian data menggunakan program komputer untuk mempermudah pengujian dan ketepatan perhitungan. Program komputer yang digunakan adalah Mat Lab untuk mengolah data dan Excel untuk mengolah grafik.

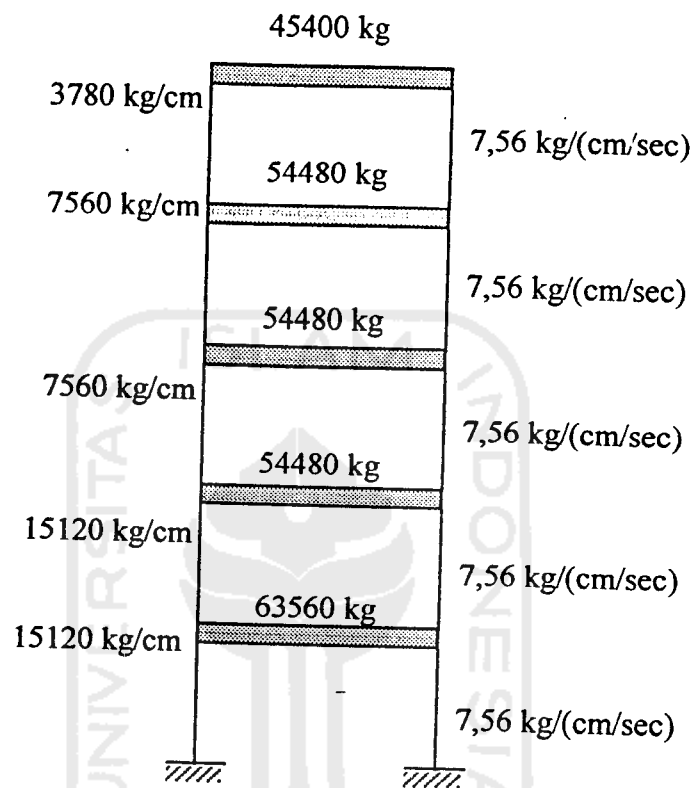
**Tabel 4.1** Pengujian terhadap Perletakan *Magnetorheological Damper*

| Variasi Peredam | Letak Peredam                         | Gambar no. | Persamaan Matrik |
|-----------------|---------------------------------------|------------|------------------|
| 1               | Tanpa Peredam Tambahan                | (4.1)      | (4.1)            |
| 2               | Kedua <i>MR Damper</i> pada Tingkat 1 | (4.2)      | (4.2)            |
| 3               | Kedua <i>MR Damper</i> pada Tingkat 2 | (4.3)      | (4.3)            |
| 4               | Kedua <i>MR Damper</i> pada Tingkat 3 | (4.4)      | (4.4)            |
| 5               | Kedua <i>MR Damper</i> pada Tingkat 4 | (4.5)      | (4.5)            |
| 6               | Kedua <i>MR Damper</i> pada Tingkat 5 | (4.6)      | (4.6)            |
| 7               | <i>MR Damper</i> pada Tingkat 1 dan 2 | (4.7)      | (4.7)            |
| 8               | <i>MR Damper</i> pada Tingkat 2 dan 3 | (4.8)      | (4.8)            |
| 9               | <i>MR Damper</i> pada Tingkat 3 dan 4 | (4.9)      | (4.9)            |
| 10              | <i>MR Damper</i> pada Tingkat 4 dan 5 | (4.10)     | (4.10)           |

Tabel 4.1 Lanjutan

| Variasi Peredam | Letak Peredam                            | Gambar no. | Persamaan Matrik |
|-----------------|--|------------|------------------|
| 11              | <i>MR Damper</i> pada Tingkat<br>1 dan 3 | (4.11)     | (4.11)           |
| 12              | <i>MR Damper</i> pada Tingkat<br>1 dan 4 | (4.12)     | (4.12)           |
| 13              | <i>MR Damper</i> pada Tingkat<br>1 dan 5 | (4.13)     | (4.13)           |
| 14              | <i>MR Damper</i> pada Tingkat<br>2 dan 4 | (4.14)     | (4.14)           |
| 15              | <i>MR Damper</i> pada Tingkat<br>2 dan 5 | (4.15)     | (4.15)           |
| 16              | <i>MR Damper</i> pada Tingkat<br>3 dan 5 | (4.16)     | (4.16)           |

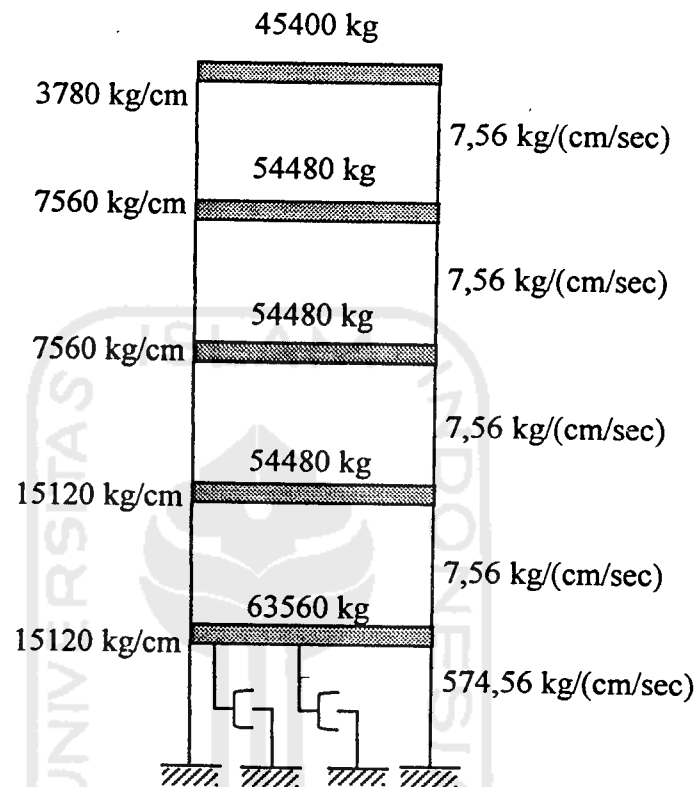
## 1. Posisi tanpa peredam tambahan.



Gambar 4.1 Struktur tanpa peredam tambahan (hanya redaman dalam struktur)

$$[C_1] = \begin{bmatrix} 15,12 & -7,56 & 0 & 0 & 0 \\ -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 & 0 \\ 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 \\ 0 & 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 \\ 0 & 0 & 0 & -7,56 & 7,56 \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

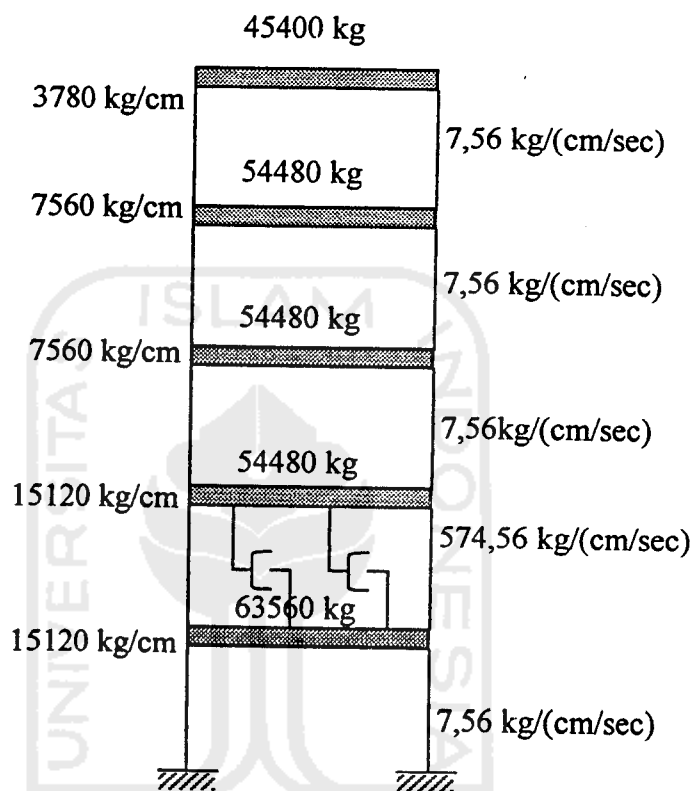
2. Posisi kedua *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat pertama



Gambar 4.2 Struktur dengan posisi kedua MR *damper* pada tingkat pertama

$$[C_2] = \begin{bmatrix} 582,12 & -7,56 & 0 & 0 & 0 \\ -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 & 0 \\ 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 \\ 0 & 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 \\ 0 & 0 & 0 & -7,56 & 7,56 \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

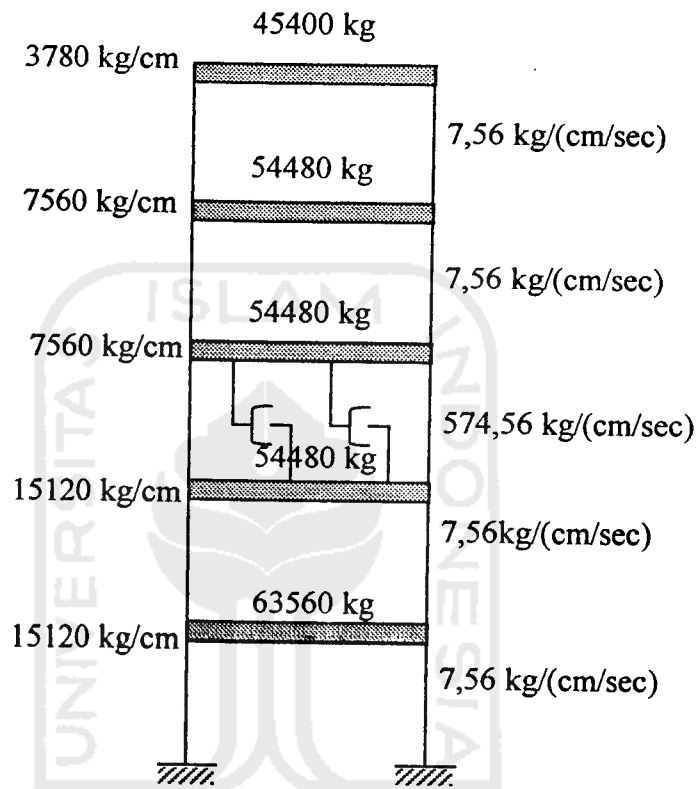
3. Posisi kedua *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat kedua



Gambar 4.3 Struktur dengan posisi kedua MR *damper* pada tingkat kedua

$$[C_3] = \begin{bmatrix} 582,12 & -574,56 & 0 & 0 & 0 \\ -574,56 & 582,12 & -7,56 & 0 & 0 \\ 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 \\ 0 & 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 \\ 0 & 0 & 0 & -7,56 & 7,56 \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

4. Posisi kedua *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat ketiga

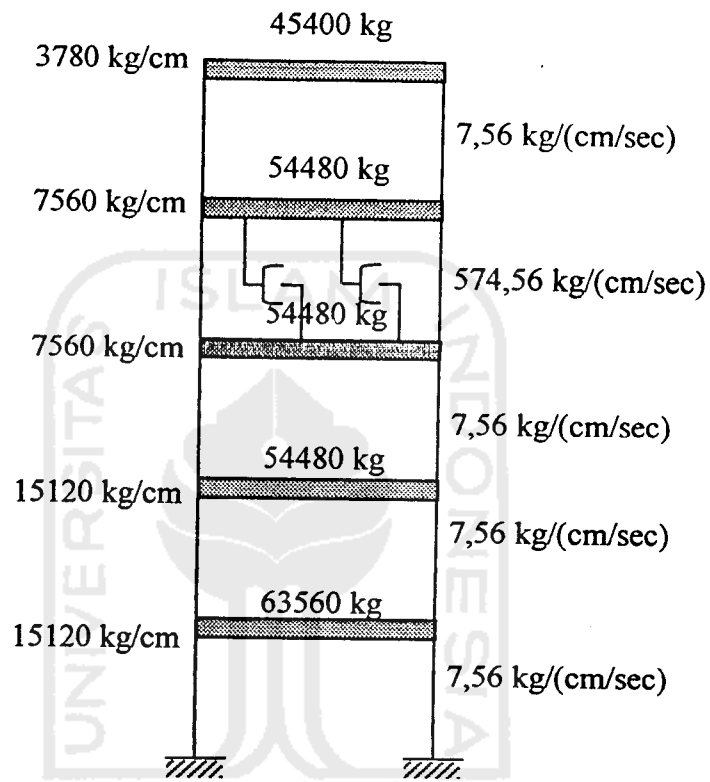


**Gambar 4.4** Struktur dengan posisi kedua MR *damper* pada tingkat ketiga

$$[C_4] = \begin{bmatrix} 15,12 & -7,56 & 0 & 0 & 0 \\ -7,56 & 582,12 & -574,56 & 0 & 0 \\ 0 & -574,56 & 582,12 & -7,56 & 0 \\ 0 & 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 \\ 0 & 0 & 0 & -7,56 & 7,56 \end{bmatrix} \quad (4.4)$$



5. Posisi kedua *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat keempat

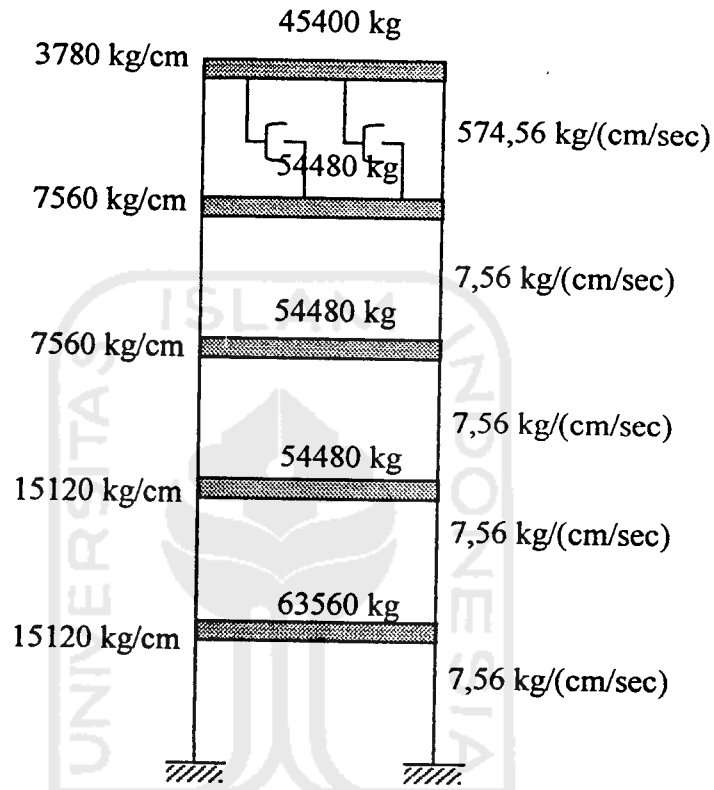


Gambar 4.5 Struktur dengan posisi kedua MR *damper* pada tingkat keempat

$$[C_s] = \begin{bmatrix} 15,12 & -7,56 & 0 & 0 & 0 \\ -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 & 0 \\ 0 & -7,56 & 582,12 & -574,56 & 0 \\ 0 & 0 & -574,56 & 582,12 & -7,56 \\ 0 & 0 & 0 & -7,56 & 7,56 \end{bmatrix} \quad (4.5)$$



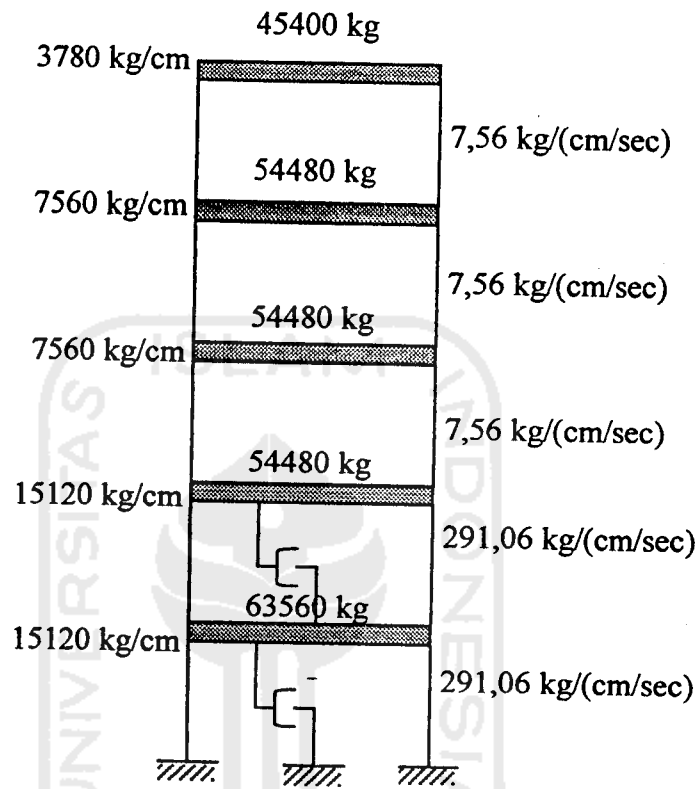
6. Posisi kedua *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat kelima



**Gambar 4.6** Struktur dengan posisi kedua MR *dampers* pada tingkat kelima

$$[C_6] = \begin{bmatrix} 15,12 & -7,56 & 0 & 0 & 0 \\ -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 & 0 \\ 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 \\ 0 & 0 & -7,56 & 582,12 & -574,56 \\ 0 & 0 & 0 & -574,56 & 574,56 \end{bmatrix} \quad (4.6)$$

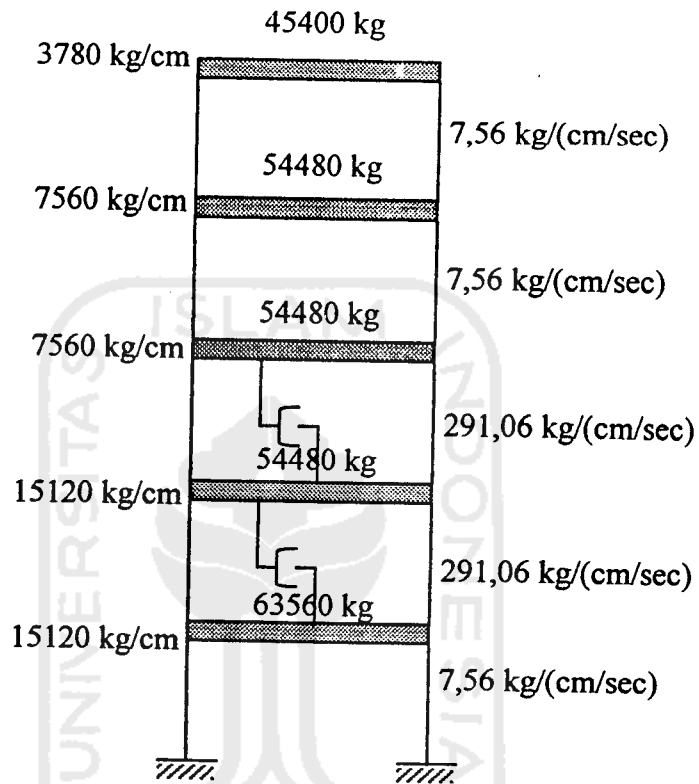
7. Posisi *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat pertama dan kedua



Gambar 4.7 Struktur dengan posisi MR *damper* pada tingkat pertama dan kedua

$$[C_7^*] = \begin{bmatrix} 582,12 & -291,06 & 0 & 0 & 0 \\ -291,06 & 298,62 & -7,56 & 0 & 0 \\ 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 \\ 0 & 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 \\ 0 & 0 & 0 & -7,56 & 7,56 \end{bmatrix} \quad (4.7)$$

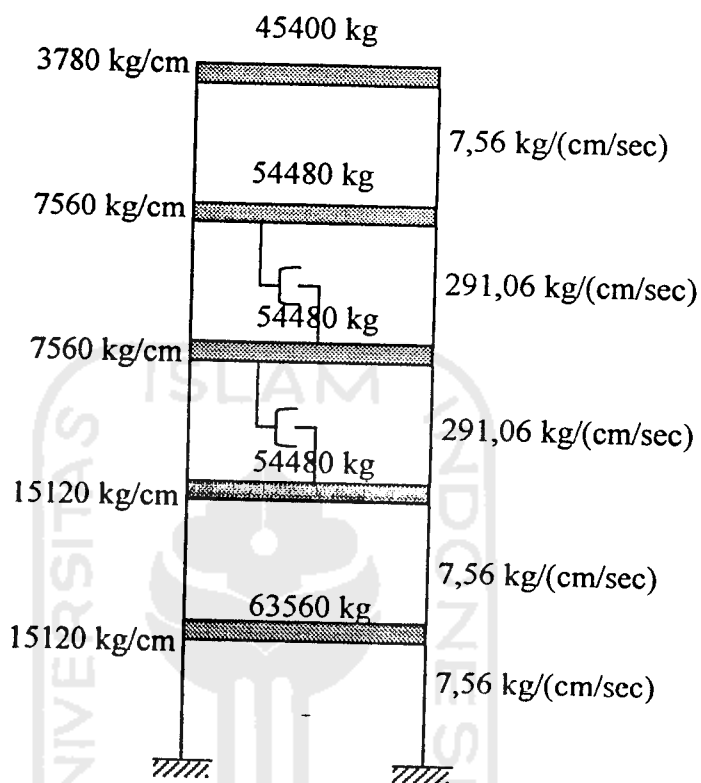
8. Posisi *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat kedua dan ketiga



Gambar 4.8 Struktur dengan posisi MR *damper* pada tingkat kedua dan ketiga

$$[C_8] = \begin{bmatrix} 298,62 & -291,06 & 0 & 0 & 0 \\ -291,06 & 582,12 & -291,06 & 0 & 0 \\ 0 & -291,06 & 298,62 & -7,56 & 0 \\ 0 & 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 \\ 0 & 0 & 0 & -7,56 & 7,56 \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

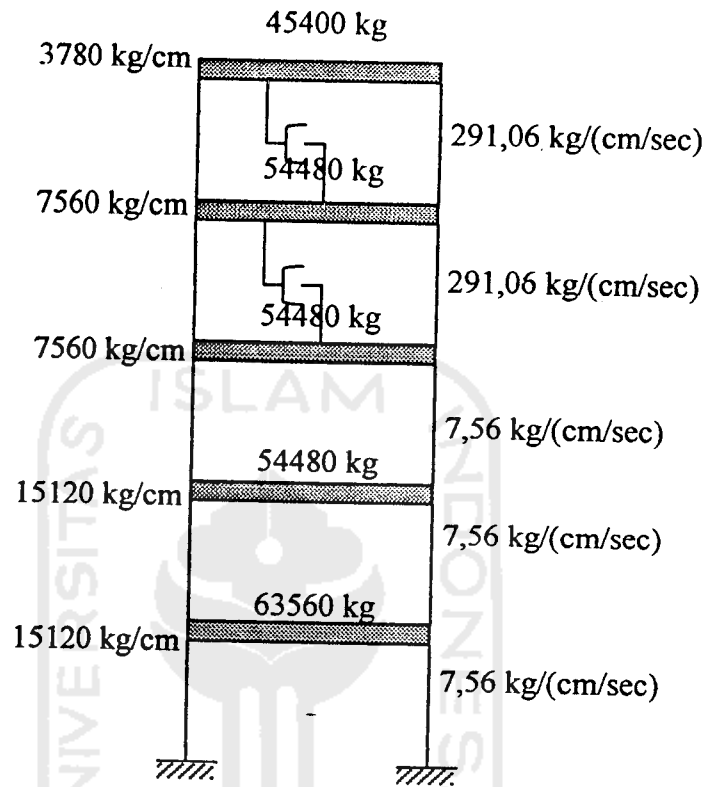
9. Posisi *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat ketiga dan keempat



Gambar 4.9 Struktur dengan posisi MR *damper* pada tingkat ketiga dan keempat

$$[C_9] = \begin{bmatrix} 15,12 & -7,56 & 0 & 0 & 0 \\ -7,56 & 298,62 & -291,06 & 0 & 0 \\ 0 & -291,06 & 582,12 & -291,06 & 0 \\ 0 & 0 & -291,06 & 298,62 & -7,56 \\ 0 & 0 & 0 & -7,56 & 7,56 \end{bmatrix} \quad (4.9)$$

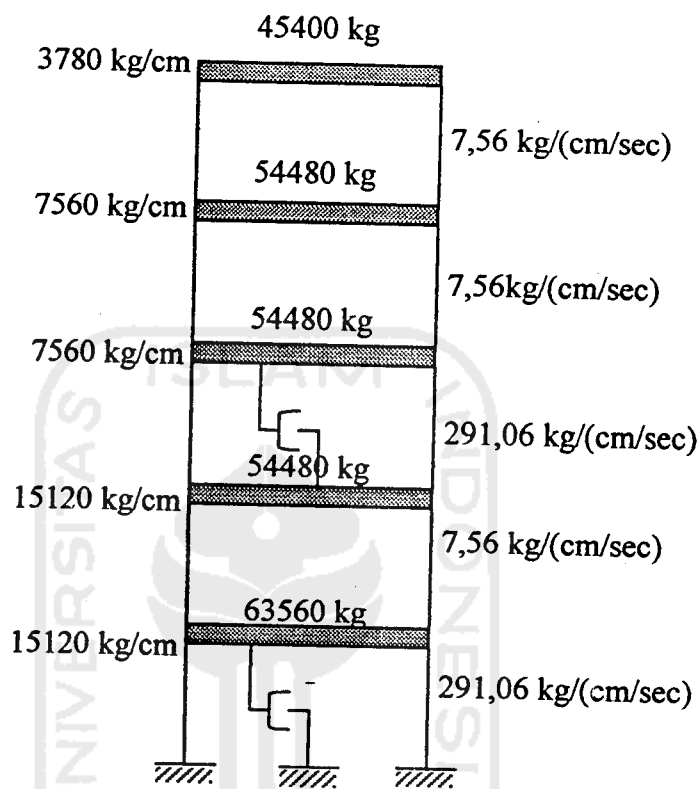
10. Posisi *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat keempat dan kelima



Gambar 4.10 Struktur dengan posisi MR *damper* pada tingkat keempat dan kelima

$$[C_{10}] = \begin{bmatrix} 15,12 & -7,56 & 0 & 0 & 0 \\ -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 & 0 \\ 0 & -7,56 & 298,62 & -291,06 & 0 \\ 0 & 0 & -291,06 & 582,12 & -291,06 \\ 0 & 0 & 0 & -291,06 & 291,06 \end{bmatrix} \quad (4.10)$$

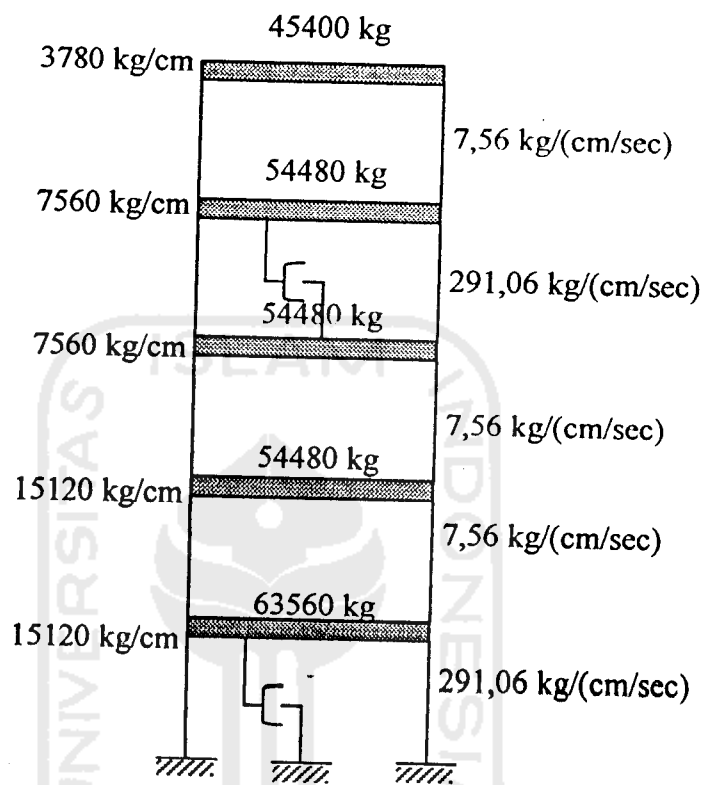
11. Posisi *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat pertama dan ketiga



Gambar 4.11 Struktur dengan posisi MR *damper* pada tingkat pertama dan ketiga

$$[C_{11}] = \begin{bmatrix} 298,62 & -7,56 & 0 & 0 & 0 \\ -7,56 & 298,62 & -291,06 & 0 & 0 \\ 0 & -291,06 & 298,62 & -7,56 & 0 \\ 0 & 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 \\ 0 & 0 & 0 & -7,56 & 7,56 \end{bmatrix} \quad (4.11)$$

12. Posisi *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat pertama dan keempat

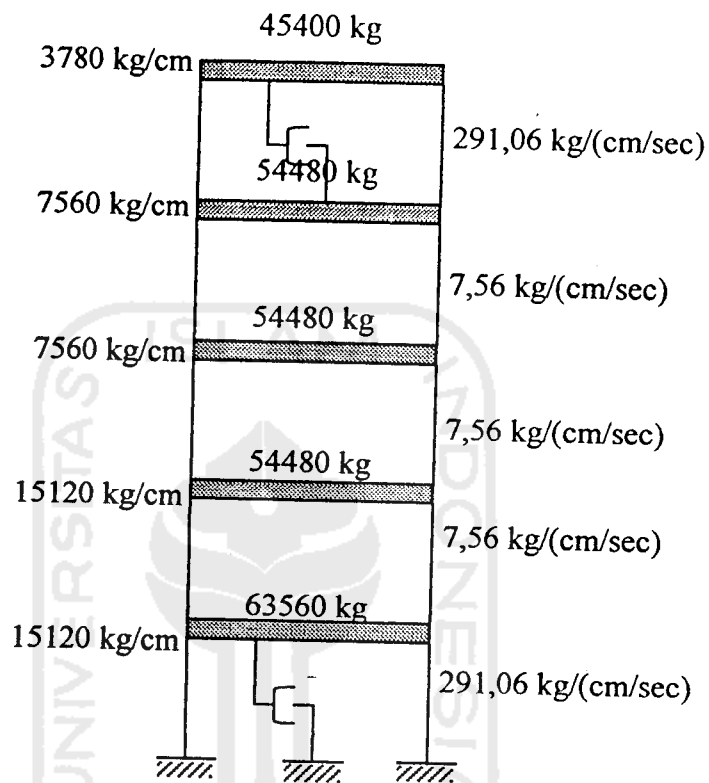


Gambar 4.12 Struktur dengan posisi MR *damper* pada tingkat pertama dan keempat

$$[C_{12}] = \begin{bmatrix} 298,62 & -7,56 & 0 & 0 & 0 \\ -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 & 0 \\ 0 & -7,56 & 298,62 & -291,06 & 0 \\ 0 & 0 & -291,06 & 298,62 & -7,56 \\ 0 & 0 & 0 & -7,56 & 7,56 \end{bmatrix} \quad (4.12)$$



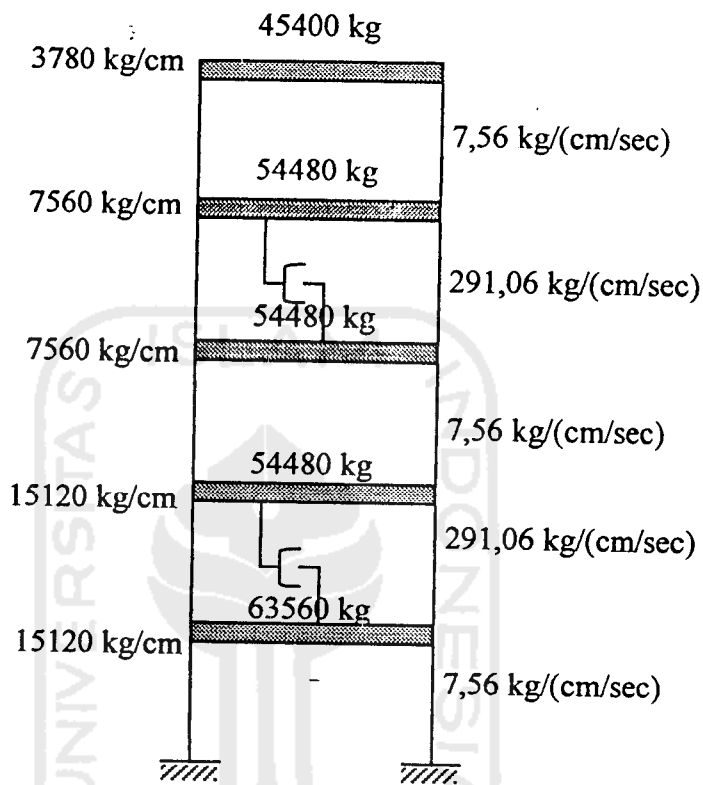
13. Posisi *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat pertama dan kelima



Gambar 4.13 Struktur dengan posisi MR *damper* pada tingkat pertama dan kelima

$$[C_{13}] = \begin{bmatrix} 298,62 & -7,56 & 0 & 0 & 0 \\ -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 & 0 \\ 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 \\ 0 & 0 & -7,56 & 298,62 & -291,06 \\ 0 & 0 & 0 & -291,06 & 291,06 \end{bmatrix} \quad (4.13)$$

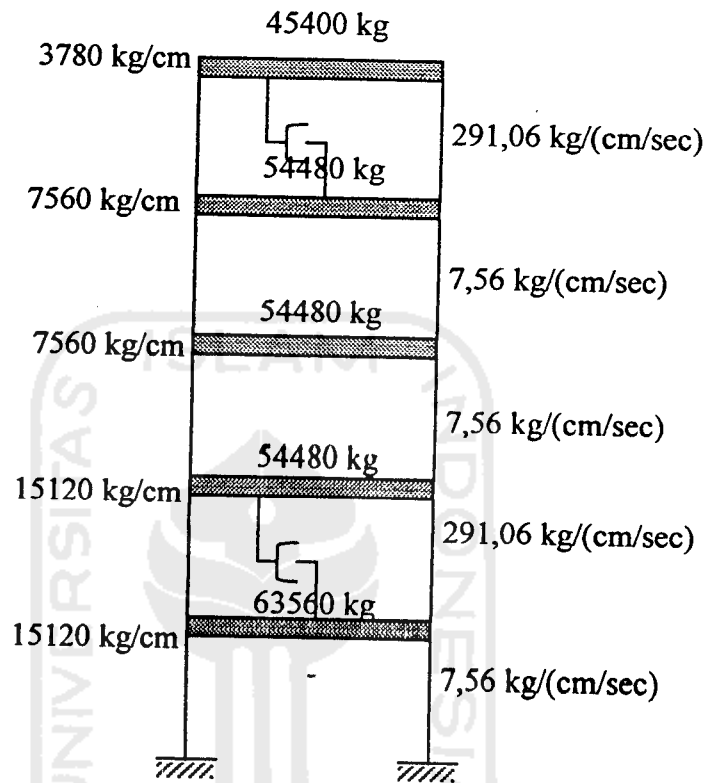
14. Posisi *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat kedua dan keempat



**Gambar 4.14** Struktur dengan posisi MR *damper* pada tingkat kedua dan keempat

$$[C_{14}] = \begin{bmatrix} 298,62 & -291,06 & 0 & 0 & 0 \\ -291,06 & 298,62 & -7,56 & 0 & 0 \\ 0 & -7,56 & 298,62 & -291,06 & 0 \\ 0 & 0 & -291,06 & 298,62 & -7,56 \\ 0 & 0 & 0 & -7,56 & 7,56 \end{bmatrix} \quad (4.14)$$

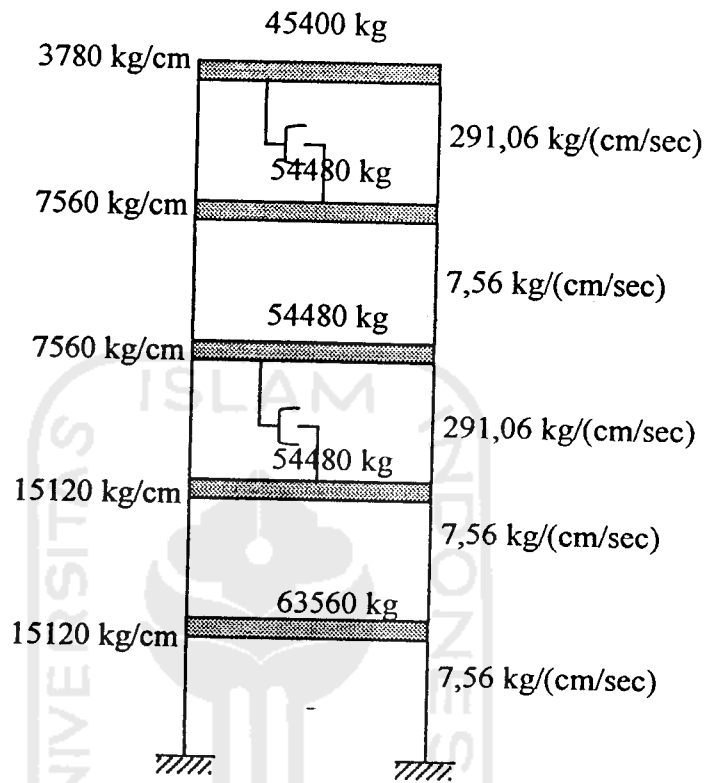
15. Posisi *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat kedua dan kelima



Gambar 4.15 Struktur dengan posisi MR *dampers* pada tingkat kedua dan kelima

$$[C_{15}] = \begin{bmatrix} 298,62 & -291,06 & 0 & 0 & 0 \\ -291,06 & 298,62 & -7,56 & 0 & 0 \\ 0 & -7,56 & 15,12 & -7,56 & 0 \\ 0 & 0 & -7,56 & 298,62 & -291,06 \\ 0 & 0 & 0 & -291,06 & 291,06 \end{bmatrix} \quad (4.15)$$

16. Posisi *Magnetorheological Damper* diletakkan pada tingkat ketiga dan kelima



Gambar 4.16 Struktur dengan posisi MR *damper* pada tingkat ketiga dan kelima

$$[C_{16}] = \begin{bmatrix} 15,12 & -7,56 & 0 & 0 & 0 \\ -7,56 & 298,62 & -291,06 & 0 & 0 \\ 0 & -291,06 & 298,62 & -7,56 & 0 \\ 0 & 0 & -7,56 & 298,62 & -291,06 \\ 0 & 0 & 0 & -291,06 & 291,06 \end{bmatrix} \quad (4.16)$$