

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan prosedur atau tata cara pelaksanaan penelitian yang diuraikan secara sistematis termasuk metode yang dipakai. Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini meliputi pengumpulan data, pengolahan data dan pengujian, yang selanjutnya akan diuraikan berikut ini.

#### 4.1 Data yang Diperlukan

Penelitian tugas akhir ini menggunakan model *shear building* yang paling sederhana, untuk mempermudah melihat perbedaan hasil yang akan diteliti. Data yang diperlukan meliputi:

1. struktur yang ditinjau dikenai eksitasi (goncangan) *time history* gempa El Centro (Tahun 1940) yang diambil dari data tugas akhir dari Prasetyo dan Risdiwiyanta (Tahun 2003),
2. struktur merupakan suatu model dari *shear building* dengan empat mode massa dan kekakuan yang telah ditentukan. Model tersebut merupakan modifikasi dari model struktur yang diambil dari buku *Elements of Structural Dynamics* oleh Berg (1988), dan
3. struktur dianggap memiliki dukungan jepit penuh.

## 4.2 Pengolahan Data

Setelah semua data ditentukan, selanjutnya dilakukan pengolahan dan analisis data dengan langkah-langkah berikut ini.

1. Menentukan matrik massa  $[M]$  dan kekakuan kolom  $[K]$  tiap tingkat,
2. Membuat persamaan *eigenproblem* untuk menghitung *mode shape* ( $\phi_n$ ),
3. Menghitung matrik massa efektif  $[M^*]$  dan matrik kekakuan efektif  $[K^*]$ ,
4. Menghitung frekuensi sudut ( $\omega$ ),
5. Dengan *trial and error* menentukan nilai koefisien redaman ( $c$ ) sehingga didapat nilai rasio redaman untuk mode pertama pada struktur tanpa *MR-Damper* (kombinasi 0) sebesar 2 %,
6. Mengubah letak *MR-Damper* pada tiap-tiap tingkat dan menentukan matrik redaman  $[C]$ ,
7. Menghitung matrik redaman efektif  $[C^*]$ ,
8. Menghitung rasio redaman ( $\xi$ ),
9. Menghitung nilai partisipasi faktor ( $I$ ),
10. Mencari nilai  $g$  dengan *Central Difference Method*, dan
11. Menghitung simpangan relatif ( $Y$ ), sehingga didapat simpangan antar tingkat.

### 4.3 Pengujian

Dalam tugas akhir ini, pengujian dilakukan mencakup pengaruh penggunaan *MR-Damper* ganda terhadap nilai simpangan yang terjadi, sehingga dengan penggunaan alat peredam tersebut, bangunan bertingkat tinggi dapat terhindar dari simpangan berlebihan yang dapat mengakibatkan keruntuhan bangunan. Peredam tambahan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *MR-Damper* ganda dengan kapasitas total 30 kips/(in/det) yang terdiri atas 3 variasi kapasitas sebagaimana yang tertera pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Variasi nilai kapasitas *MR-Damper*

No	Variasi <i>MR-Damper</i>	Kapasitas A kips/(in/det)	Kapasitas B kips/(in/det)
1	<i>MR-Damper</i> 1 ( <b>R1</b> )	15% x 30 = 4,5	85 % x 30 = 25,5
2	<i>MR-Damper</i> 2 ( <b>R2</b> )	30% x 30 = 9	70% x 30 = 21
3	<i>MR-Damper</i> 3 ( <b>R3</b> )	50% x 30 = 15	50% x 30 = 15

Pengujian data menggunakan program komputer untuk mempermudah pengujian dan ketepatan perhitungan. Program komputer yang digunakan adalah *MATLAB* untuk mengolah data dan *Microsoft Excel* untuk mengolah grafik.

Pemakaian pemberian simbol pada kombinasi penempatan *MR-Damper*, misalnya R1A pada tingkat 1 dan R1B pada tingkat 2 (Kombinasi 5), artinya variasi 1 dengan kapasitas A = 4,5 kips/(in/det) diletakkan pada tingkat 1 dan kapasitas B = 25,5 kips/(in/det) diletakkan pada tingkat 2. Kemudian untuk kombinasi variasi nilai dan penempatan *MR-Damper*, lebih jelasnya dapat dilihat dari Tabel 4.2.

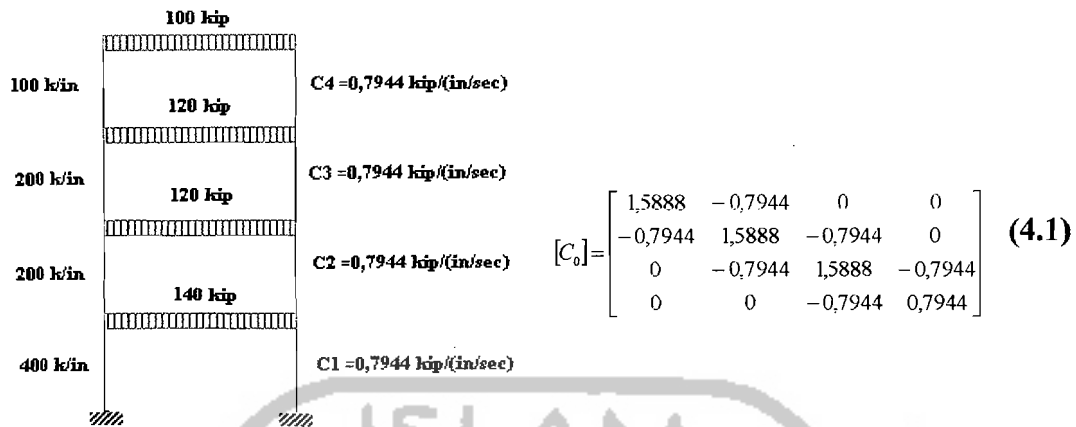
**Tabel 4.2** Kombinasi Penempatan *MR-Damper*

Kombinasi	Letak dan Variasi Peredam	No. Gambar	Pers. Matrik
0	Tanpa Peredam Tambahan	( 4 . 1 )	( 4 . 1 )
1	<i>MR-Damper</i> Ganda Variasi 1 pada tingkat 1	( 4 . 2 )	( 4 . 2 )
2	<i>MR-Damper</i> Ganda Variasi 1 pada tingkat 2	( 4 . 3 )	( 4 . 3 )
3	<i>MR-Damper</i> Ganda Variasi 1 pada tingkat 3	( 4 . 4 )	( 4 . 4 )
4	<i>MR-Damper</i> Ganda Variasi 1 pada tingkat 4	( 4 . 5 )	( 4 . 5 )
5	R1A pada tingkat 1 dan R1B pada tingkat 2	( 4 . 6 )	( 4 . 6 )
6	R1A pada tingkat 1 dan R1B pada tingkat 3	( 4 . 7 )	( 4 . 7 )
7	R1A pada tingkat 1 dan R1B pada tingkat 4	( 4 . 8 )	( 4 . 8 )
8	R1A pada tingkat 2 dan R1B pada tingkat 3	( 4 . 9 )	( 4 . 9 )
9	R1A pada tingkat 2 dan R1B pada tingkat 4	( 4 . 10 )	( 4 . 10 )
10	R1A pada tingkat 3 dan R1B pada tingkat 4	( 4 . 11 )	( 4 . 11 )
11	R1A pada tingkat 2 dan R1B pada tingkat 1	( 4 . 12 )	( 4 . 12 )
12	R1A pada tingkat 3 dan R1B pada tingkat 1	( 4 . 13 )	( 4 . 13 )
13	R1A pada tingkat 4 dan R1B pada tingkat 1	( 4 . 14 )	( 4 . 14 )
14	R1A pada tingkat 3 dan R1B pada tingkat 2	( 4 . 15 )	( 4 . 15 )
15	R1A pada tingkat 4 dan R1B pada tingkat 2	( 4 . 16 )	( 4 . 16 )
16	R1A pada tingkat 4 dan R1B pada tingkat 3	( 4 . 17 )	( 4 . 17 )
17	<i>MR-Damper</i> Ganda Variasi 2 pada tingkat 1	( 4 . 18 )	( 4 . 18 )
18	<i>MR-Damper</i> Ganda Variasi 2 pada tingkat 2	( 4 . 19 )	( 4 . 19 )
19	<i>MR-Damper</i> Ganda Variasi 2 pada tingkat 3	( 4 . 20 )	( 4 . 20 )
20	<i>MR-Damper</i> Ganda Variasi 2 pada tingkat 4	( 4 . 21 )	( 4 . 21 )
21	R2A pada tingkat 1 dan R2B pada tingkat 2	( 4 . 22 )	( 4 . 22 )
22	R2A pada tingkat 1 dan R2B pada tingkat 3	( 4 . 23 )	( 4 . 23 )
23	R2A pada tingkat 1 dan R2B pada tingkat 4	( 4 . 24 )	( 4 . 24 )
24	R2A pada tingkat 2 dan R2B pada tingkat 3	( 4 . 25 )	( 4 . 25 )
25	R2A pada tingkat 2 dan R2B pada tingkat 4	( 4 . 26 )	( 4 . 26 )
26	R2A pada tingkat 3 dan R2B pada tingkat 4	( 4 . 27 )	( 4 . 27 )
27	R2A pada tingkat 2 dan R2B pada tingkat 1	( 4 . 28 )	( 4 . 28 )
28	R2A pada tingkat 3 dan R2B pada tingkat 1	( 4 . 29 )	( 4 . 29 )
29	R2A pada tingkat 4 dan R2B pada tingkat 1	( 4 . 30 )	( 4 . 30 )
30	R2A pada tingkat 3 dan R2B pada tingkat 2	( 4 . 31 )	( 4 . 31 )
31	R2A pada tingkat 4 dan R2B pada tingkat 2	( 4 . 32 )	( 4 . 32 )
32	R2A pada tingkat 4 dan R2B pada tingkat 3	( 4 . 33 )	( 4 . 33 )

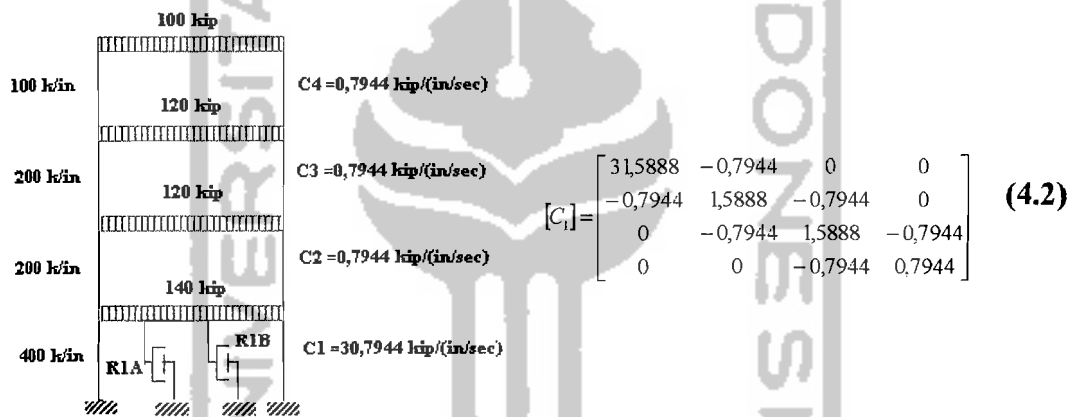
**Tabel 4.2** Lanjutan

Kombinasi	Letak dan Variasi Peredam	No. Gambar	Pers. Matrik
33	<i>MR-Damper</i> Ganda Variasi 3 pada tingkat 1	( 4 . 34 )	( 4 . 34 )
34	<i>MR-Damper</i> Ganda Variasi 3 pada tingkat 2	( 4 . 35 )	( 4 . 35 )
35	<i>MR-Damper</i> Ganda Variasi 3 pada tingkat 3	( 4 . 36 )	( 4 . 36 )
36	<i>MR-Damper</i> Ganda Variasi 3 pada tingkat 4	( 4 . 37 )	( 4 . 37 )
37	R3A pada tingkat 1 dan R3B pada tingkat 2	( 4 . 38 )	( 4 . 38 )
38	R3A pada tingkat 1 dan R3B pada tingkat 3	( 4 . 39 )	( 4 . 39 )
39	R3A pada tingkat 1 dan R3B pada tingkat 4	( 4 . 40 )	( 4 . 40 )
40	R3A pada tingkat 2 dan R3B pada tingkat 3	( 4 . 41 )	( 4 . 41 )
41	R3A pada tingkat 2 dan R3B pada tingkat 4	( 4 . 42 )	( 4 . 42 )
42	R3A pada tingkat 3 dan R3B pada tingkat 4	( 4 . 43 )	( 4 . 43 )

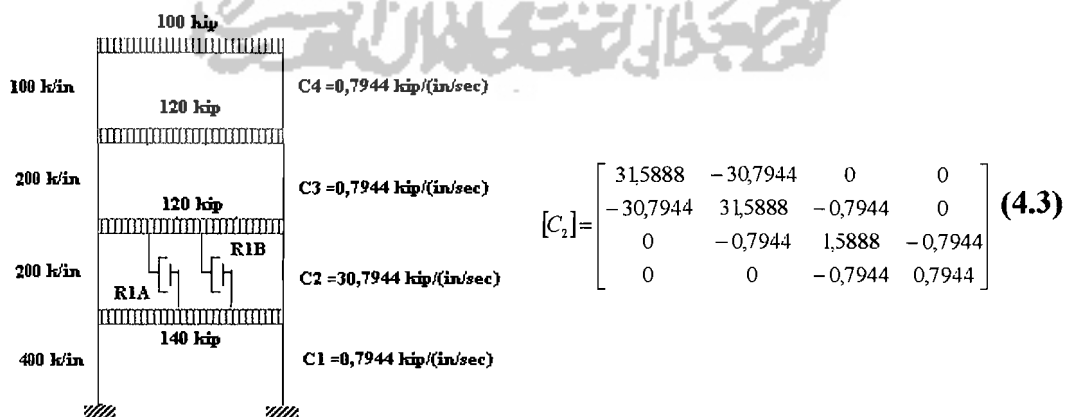
Selanjutnya letak peredam dari masing-masing kombinasi pada Tabel 4.2, akan lebih diperjelas dengan gambar-gambar model struktur dan persamaan matrik redaman dapat dilihat pada halaman berikutnya.



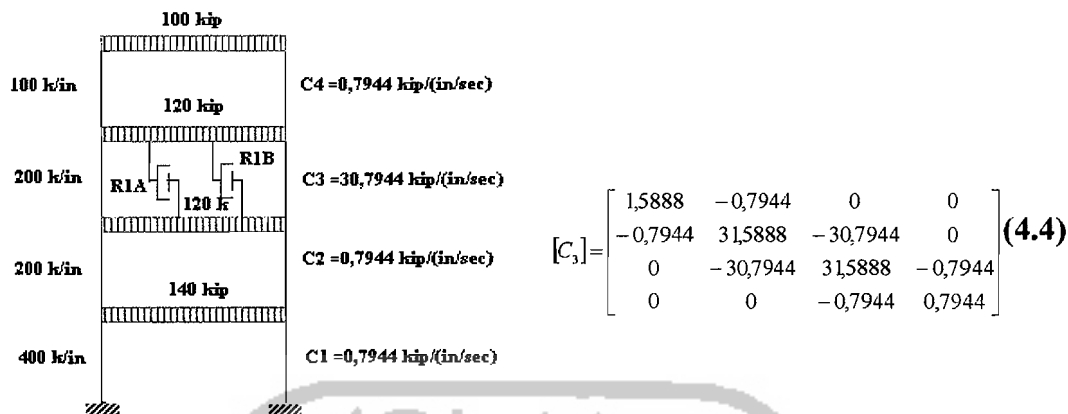
Gambar 4.1 Kombinasi 0  
Tanpa MR Damper



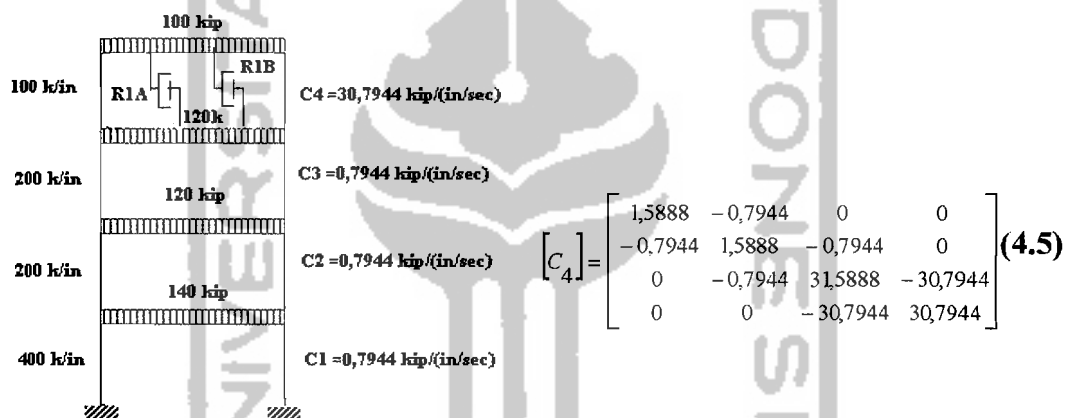
Gambar 4.2 Kombinasi 1  
Sepasang MR Damper 1 di tingkat 1



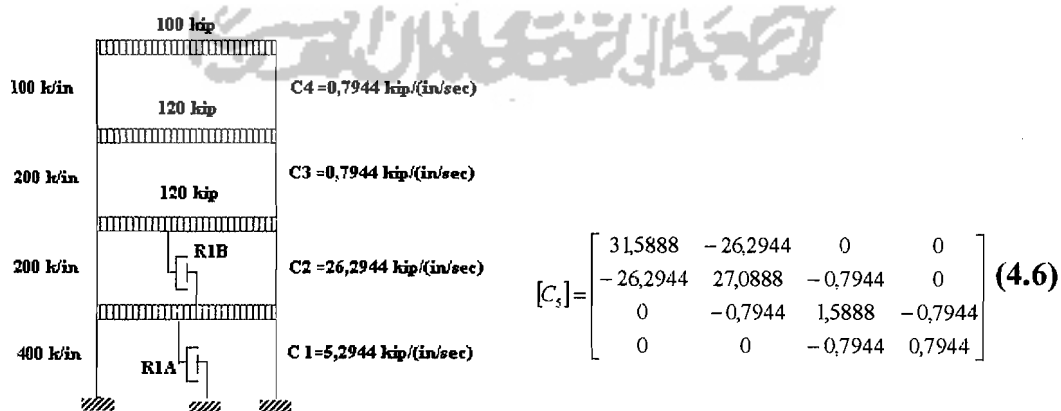
Gambar 4.3 Kombinasi 2  
Sepasang MR Damper 1 di tingkat 2



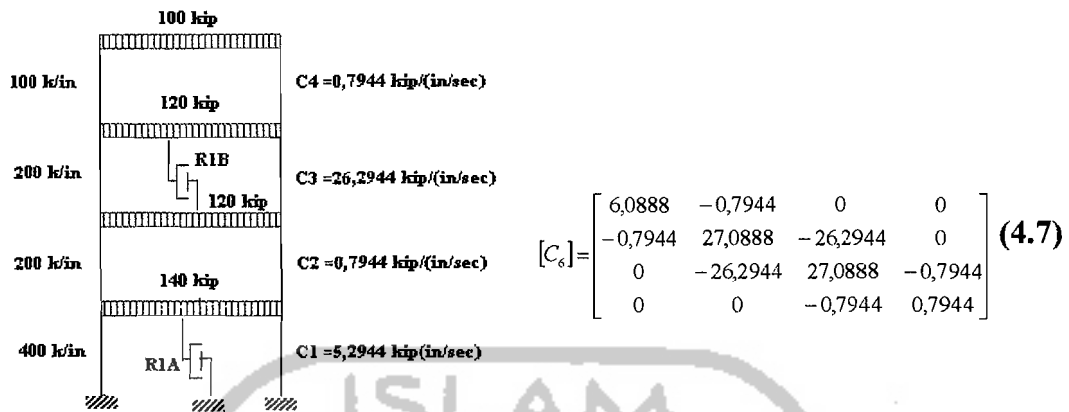
**Gambar 4.4** Kombinasi 3  
Sepasang MR Damper 1 di tingkat 3



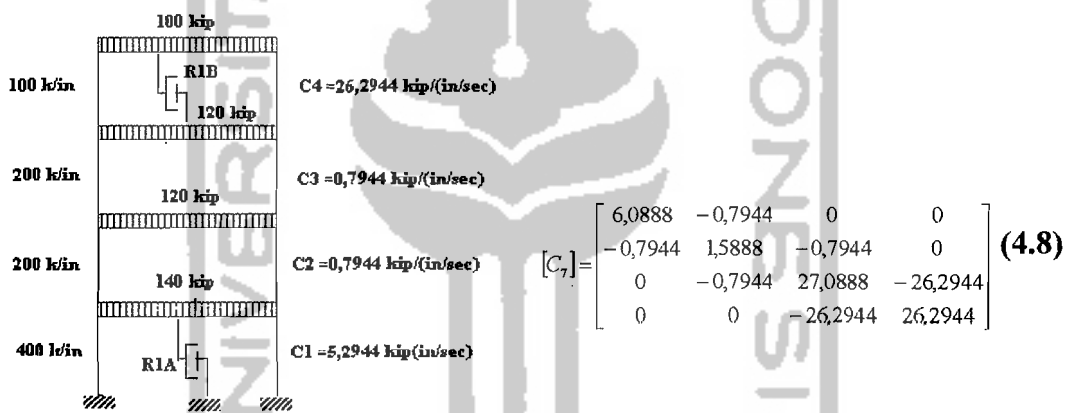
**Gambar 4.5** Kombinasi 4  
Sepasang MR Damper 1 di tingkat 4



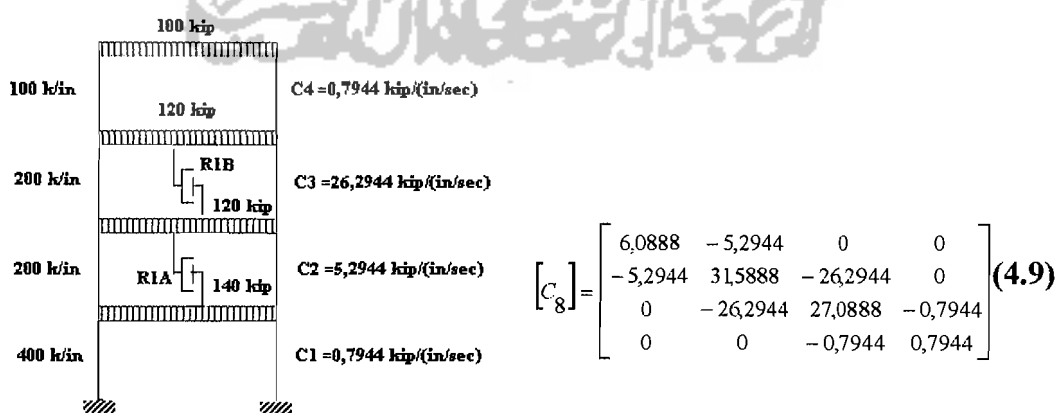
**Gambar 4.6** Kombinasi 5  
Sepasang MRD 1 di tingkat 1 dan 2



Gambar 4.7 Kombinasi 6  
Sepasang MRD 1 di tingkat 1 dan 3

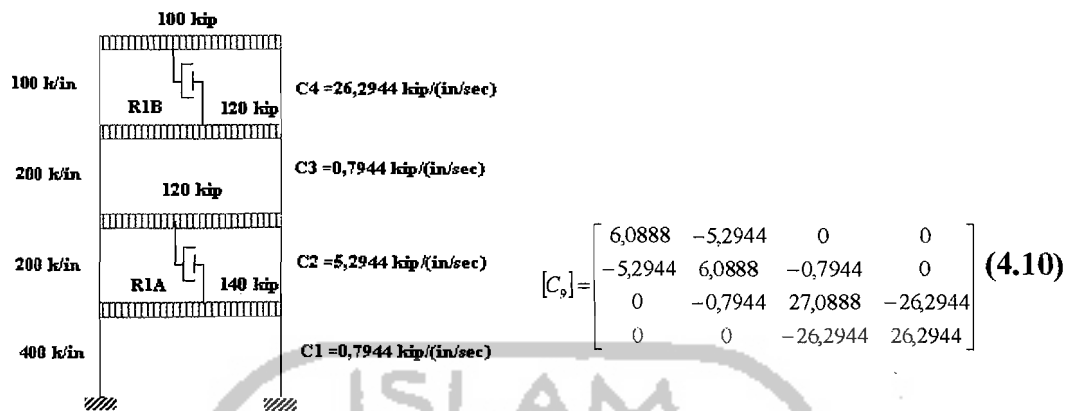


Gambar 4.8 Kombinasi 7  
Sepasang MRD 1 di tingkat 1 dan 4

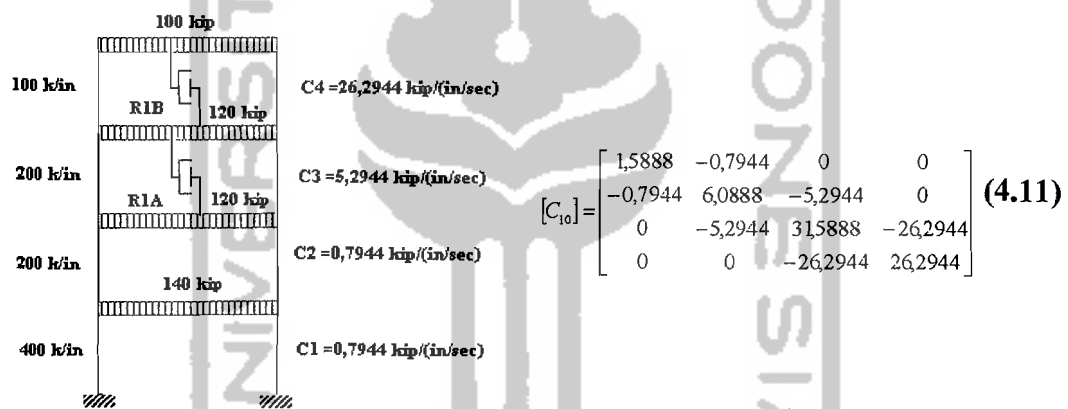


Gambar 4.9 Kombinasi 8  
Sepasang MRD 1 di tingkat 2 dan 3

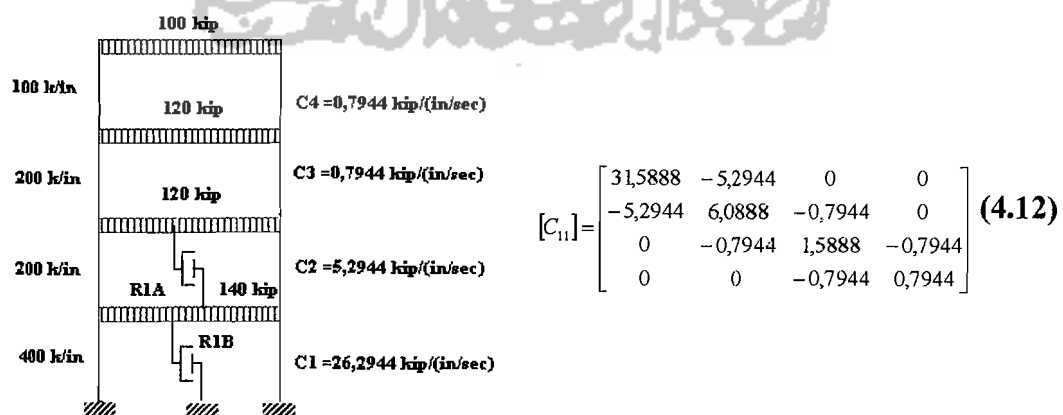




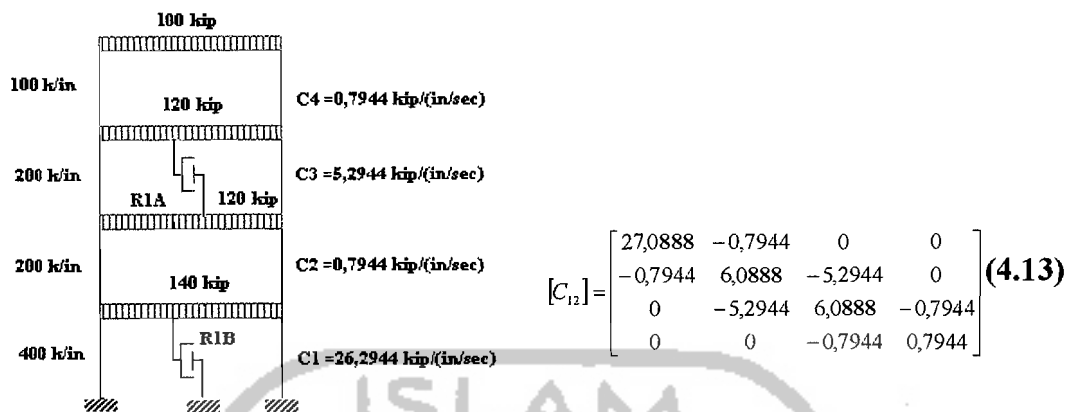
**Gambar 4.10** Kombinasi 9  
Sepasang MRD 1 di tingkat 2 dan 4



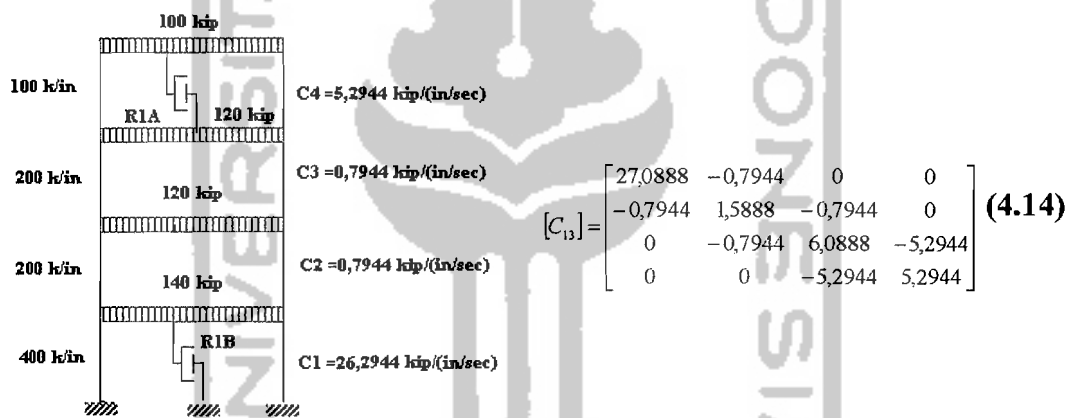
**Gambar 4.11** Kombinasi 10  
Sepasang MRD 1 di tingkat 3 dan 4



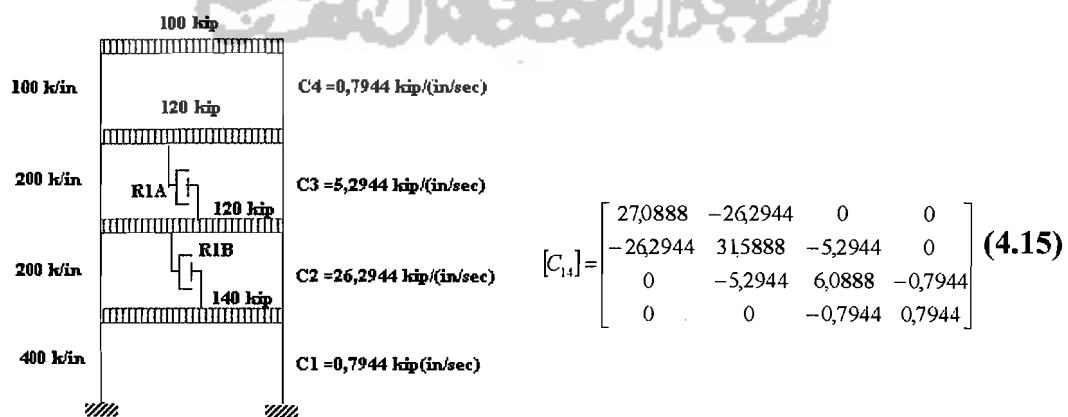
**Gambar 4.12** Kombinasi 11  
Sepasang MRD 1 di tingkat 2 dan 1



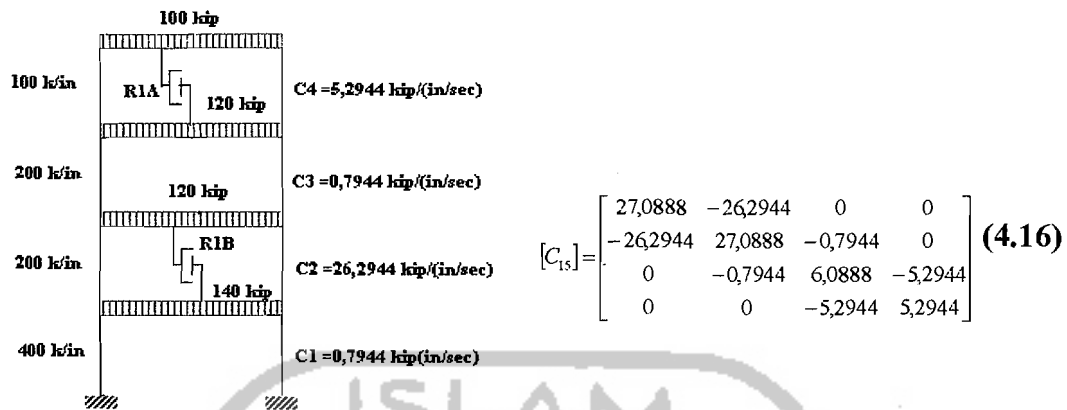
Gambar 4.13 Kombinasi 12  
Sepasang MRD 1 di tingkat 3 dan 1



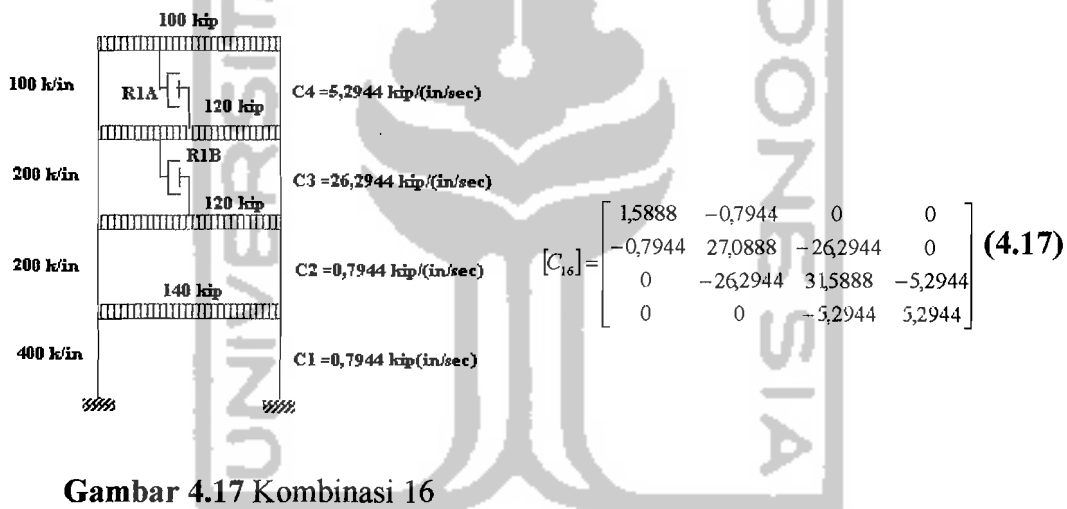
Gambar 4.14 Kombinasi 13  
Sepasang MRD 1 di tingkat 4 dan 1



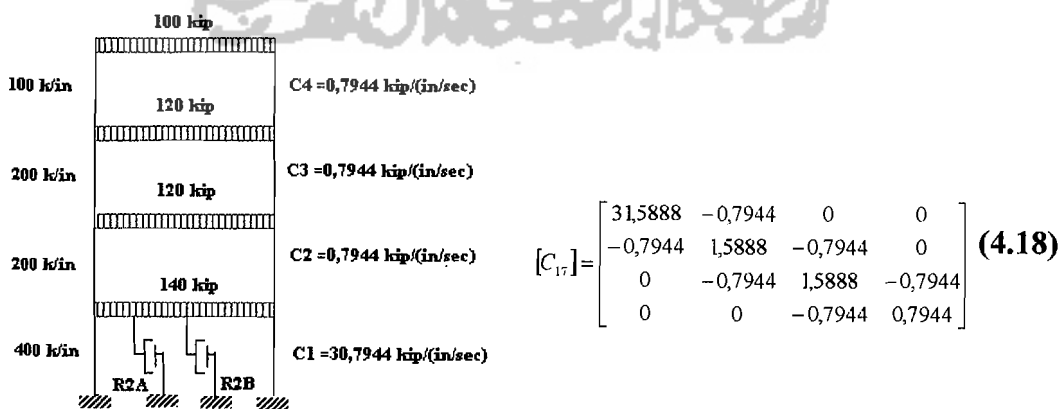
Gambar 4.15 Kombinasi 14  
Sepasang MRD 1 di tingkat 3 dan 2



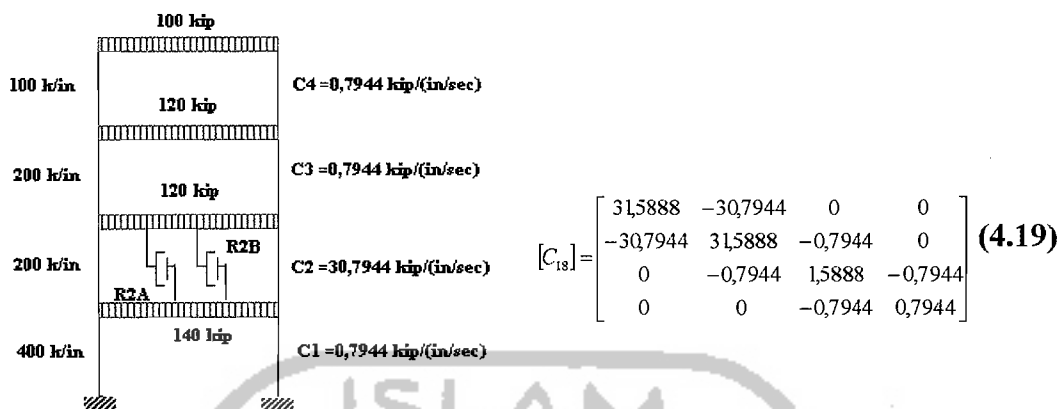
**Gambar 4.16** Kombinasi 15  
Sepasang MRD 1 di tingkat 4 dan 2



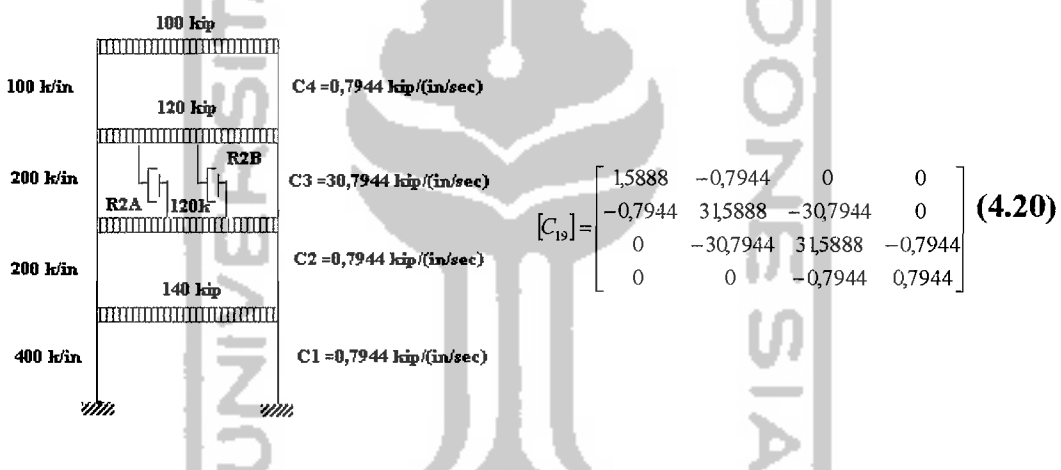
**Gambar 4.17** Kombinasi 16  
Sepasang MRD 1 di tingkat 4 dan 3



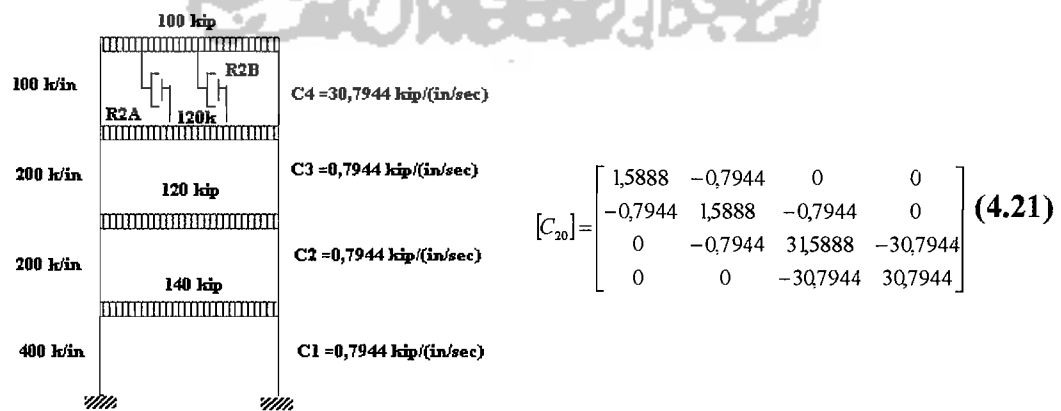
**Gambar 4.18** Kombinasi 17  
Sepasang MR Damper 2 di tingkat 1



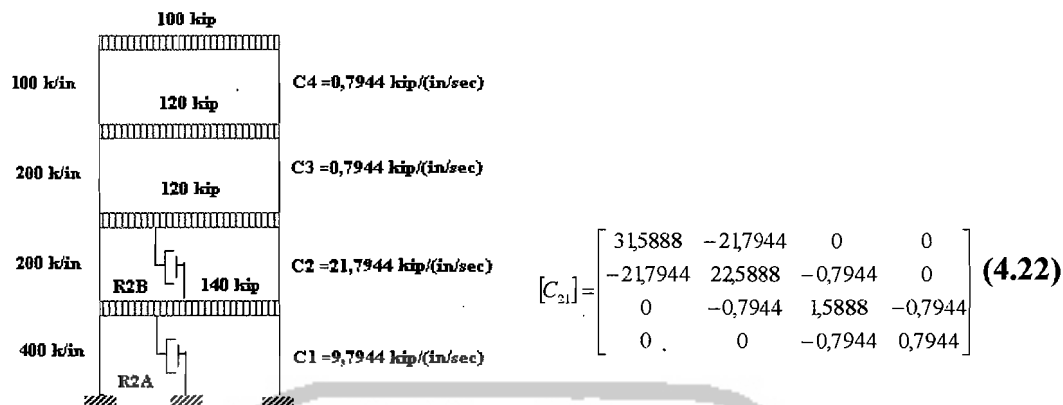
Gambar 4.19 Kombinasi 18  
Sepasang MR Damper 2 di tingkat 2



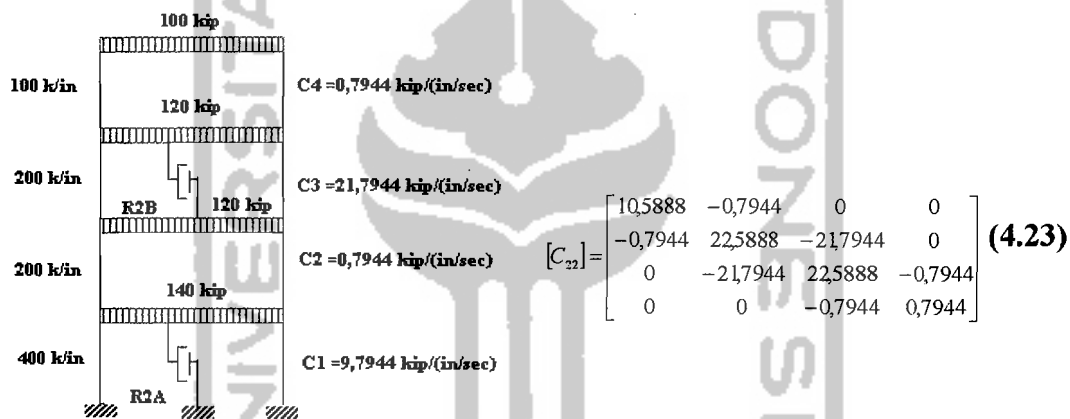
Gambar 4.20 Kombinasi 19  
Sepasang MR Damper 2 di tingkat 3



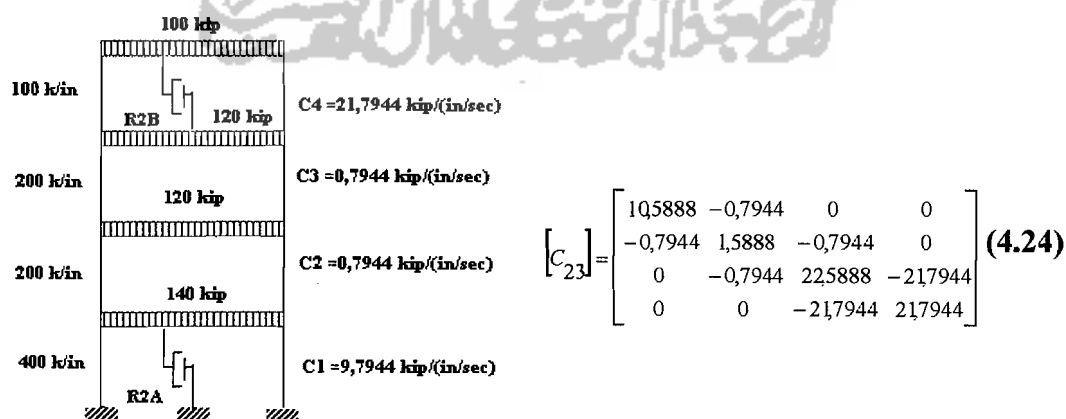
Gambar 4.21 Kombinasi 20  
Sepasang MR Damper 2 di tingkat 4



**Gambar 4.22** Kombinasi 21  
Sepasang MRD 2 di tingkat 1 dan 2

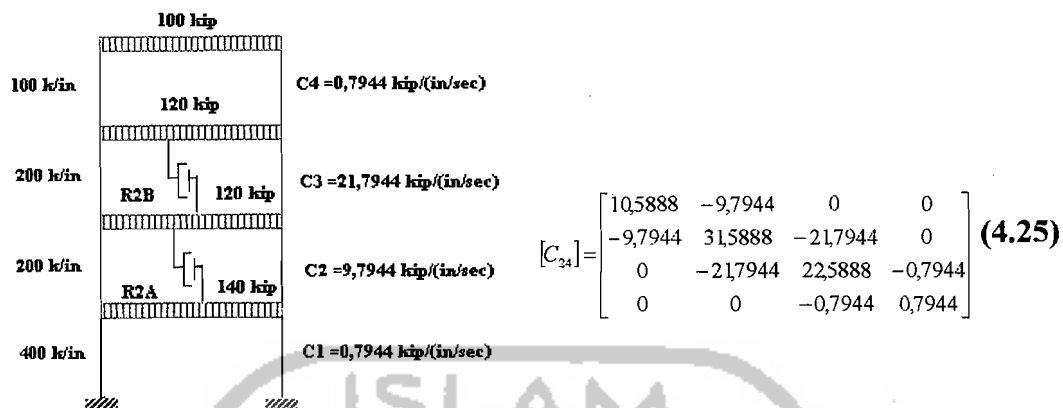


**Gambar 4.23** Kombinasi 22  
Sepasang MRD 2 di tingkat 1 dan 3

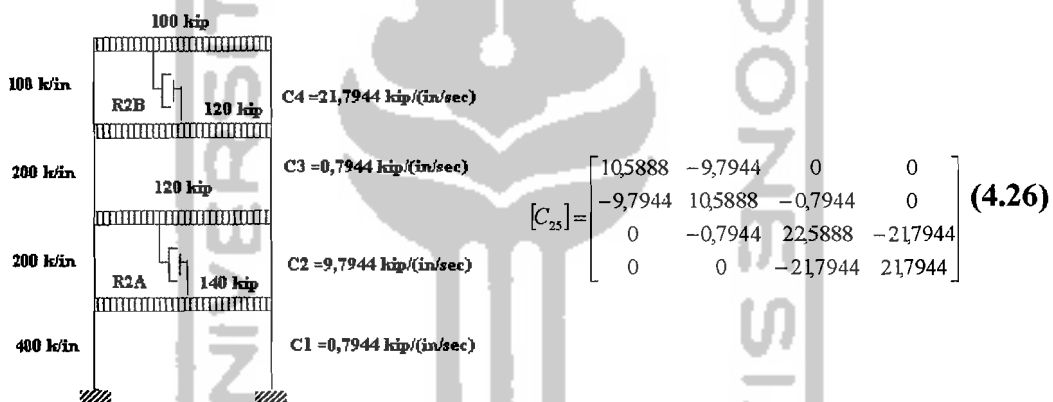


**Gambar 4.24** Kombinasi 23  
Sepasang MRD 2 di tingkat 1 dan 4

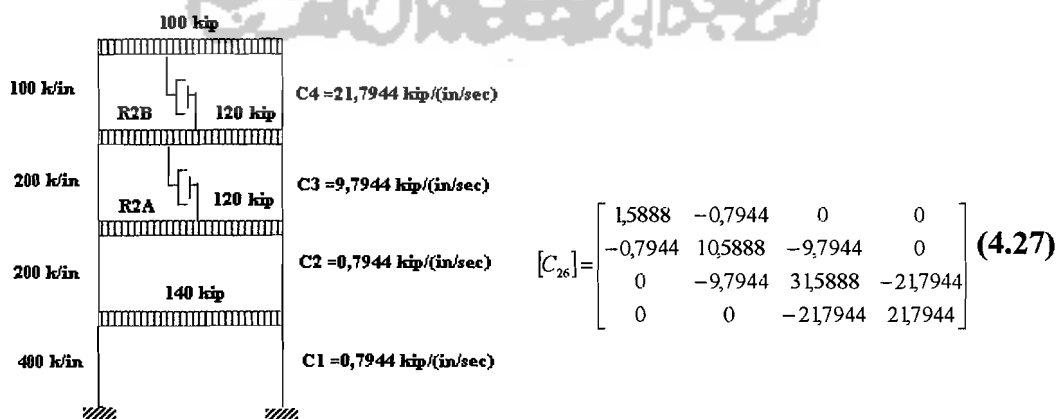




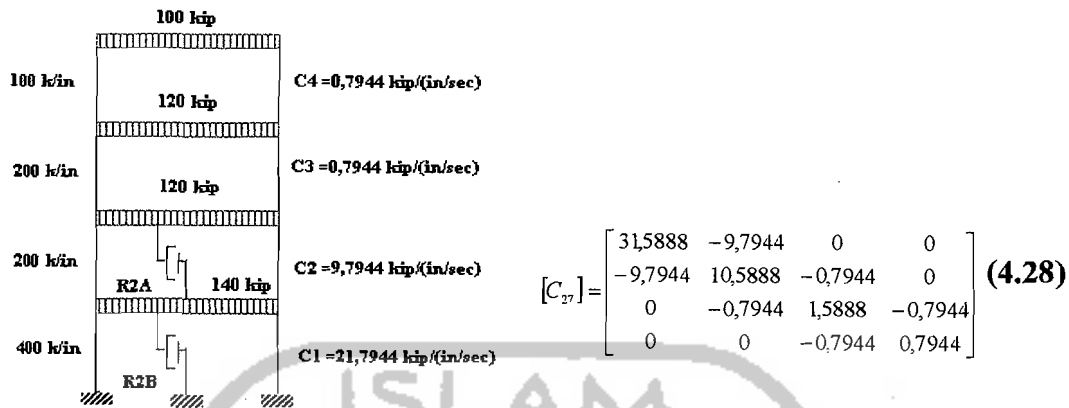
**Gambar 4.25** Kombinasi 24  
Sepasang MRD 2 di tingkat 2 dan 3



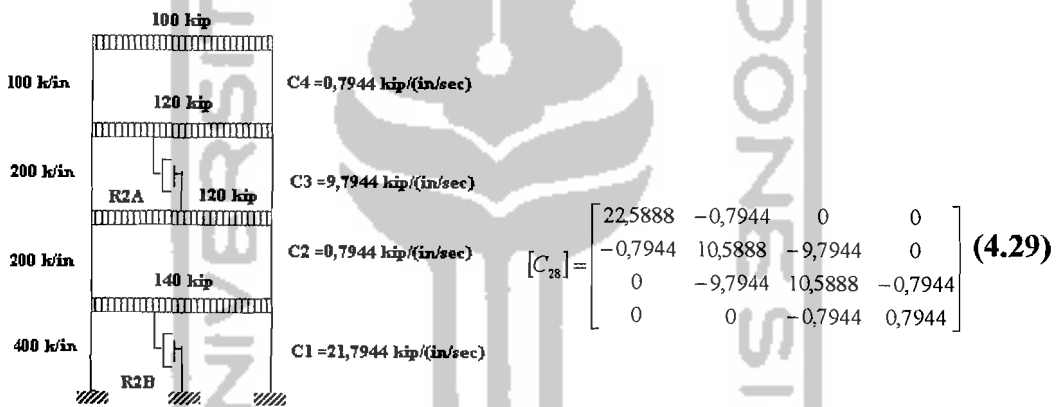
**Gambar 4.26** Kombinasi 25  
Sepasang MRD 2 di tingkat 2 dan 4



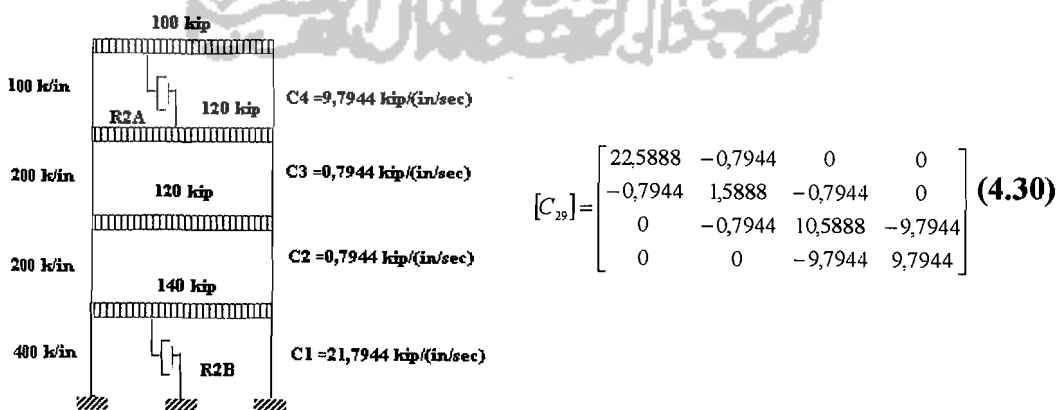
**Gambar 4.27** Kombinasi 26  
Sepasang MRD 2 di tingkat 3 dan 4



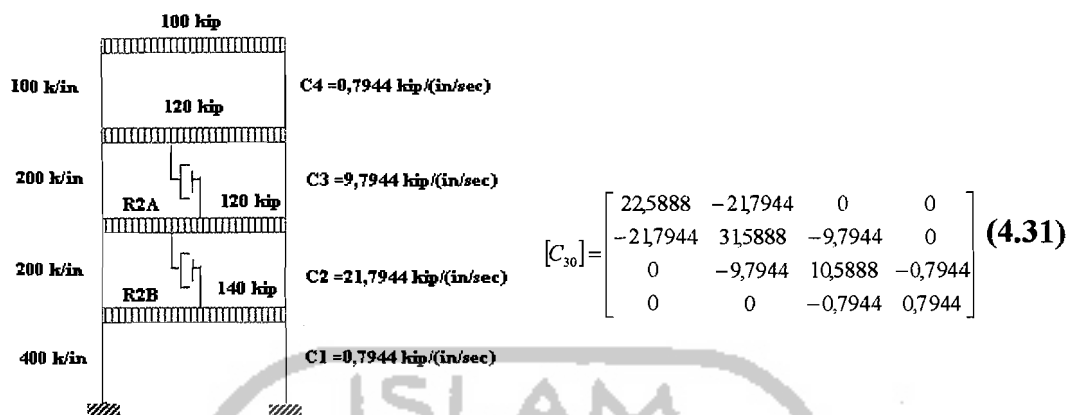
Gambar 4.28 Kombinasi 27  
Sepasang MRD 2 di tingkat 2 dan 1



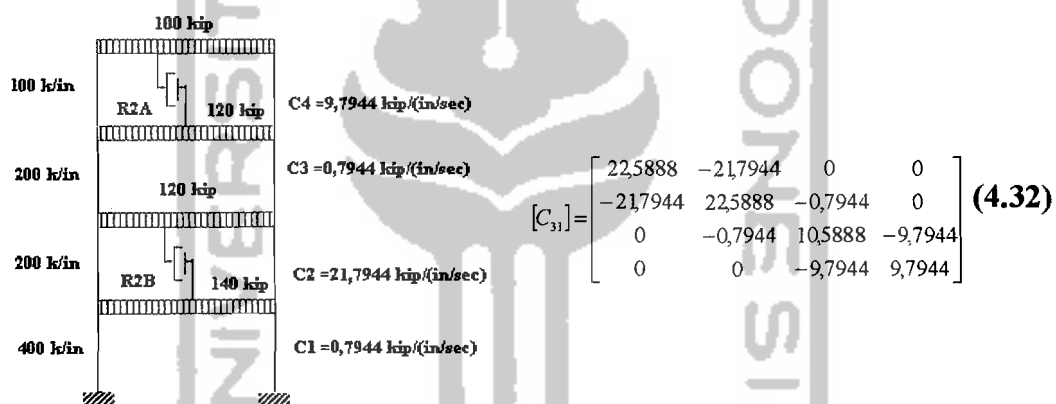
Gambar 4.29 Kombinasi 28  
Sepasang MRD 2 di tingkat 3 dan 1



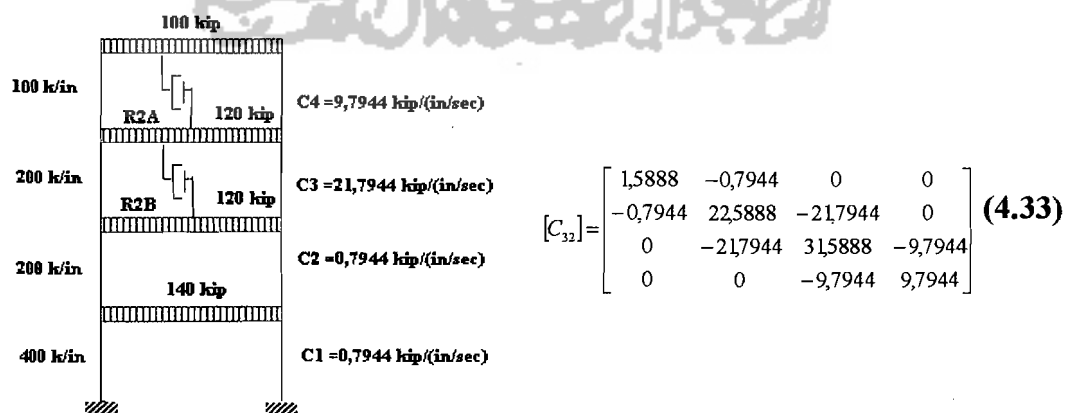
Gambar 4.30 Kombinasi 29  
Sepasang MRD 2 di tingkat 4 dan 1



**Gambar 4.31** Kombinasi 30  
Sepasang MRD 2 di tingkat 3 dan 2

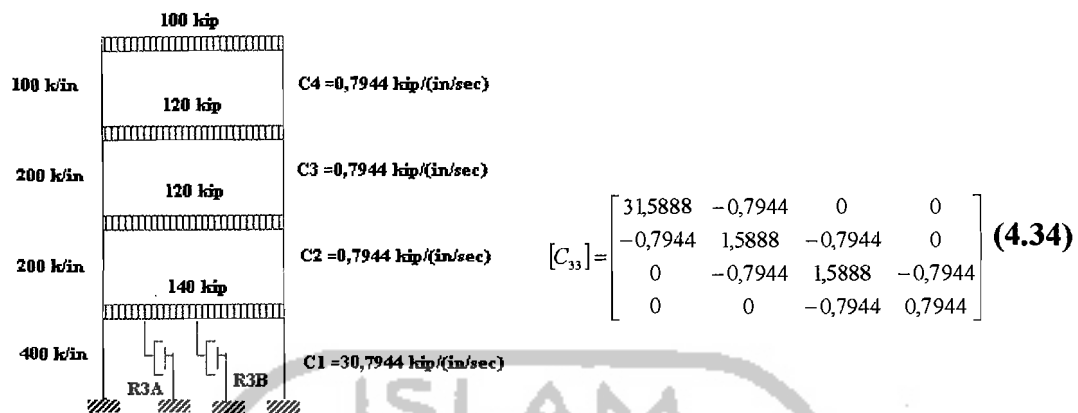


**Gambar 4.32** Kombinasi 31  
Sepasang MRD 2 di tingkat 4 dan 2

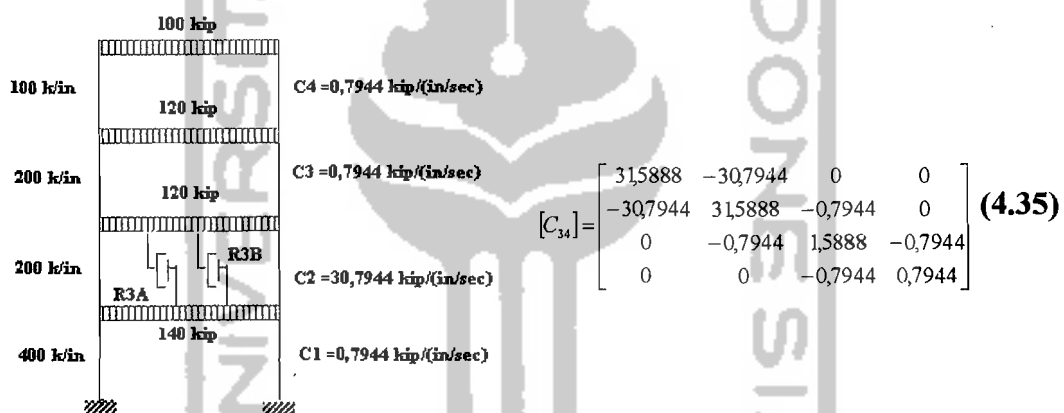


**Gambar 4.33** Kombinasi 32  
Sepasang MRD 2 di tingkat 4 dan 3

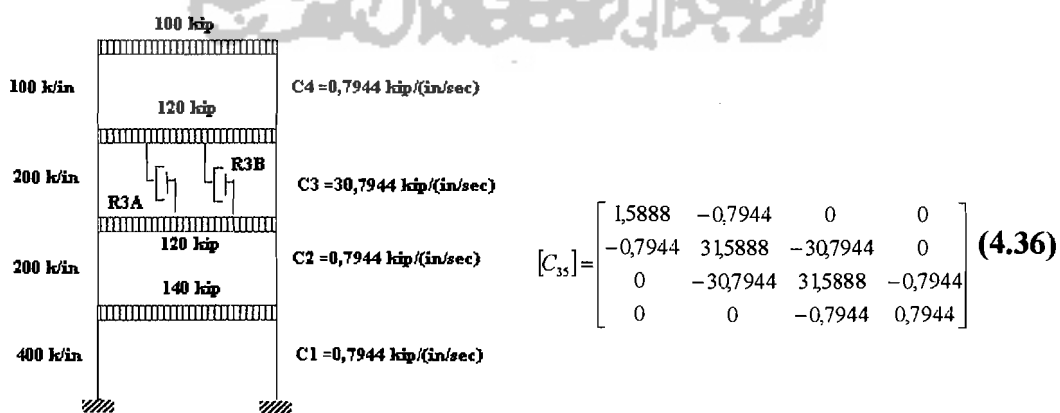




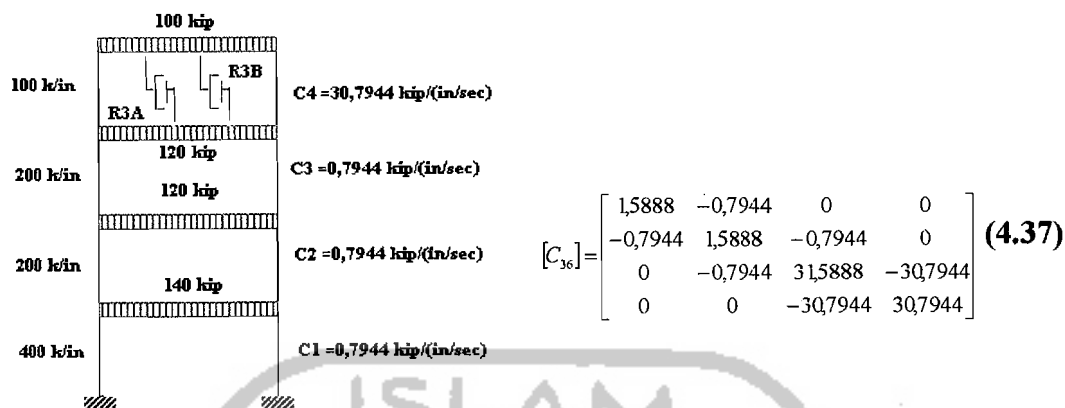
**Gambar 4.34** Kombinasi 33  
Sepasang MR Damper 3 di tingkat 1



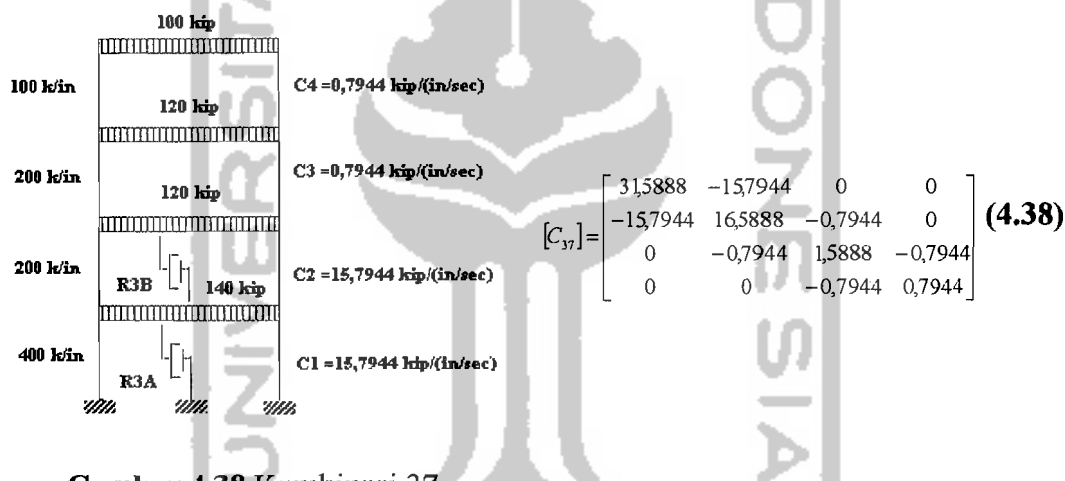
**Gambar 4.35** Kombinasi 34  
Sepasang MR Damper 3 di tingkat 2



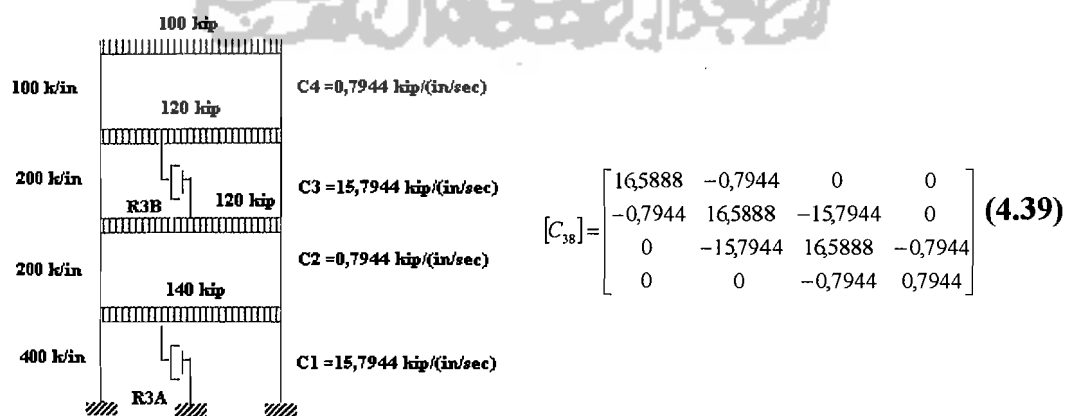
**Gambar 4.36** Kombinasi 35  
Sepasang MR Damper 3 di tingkat 3



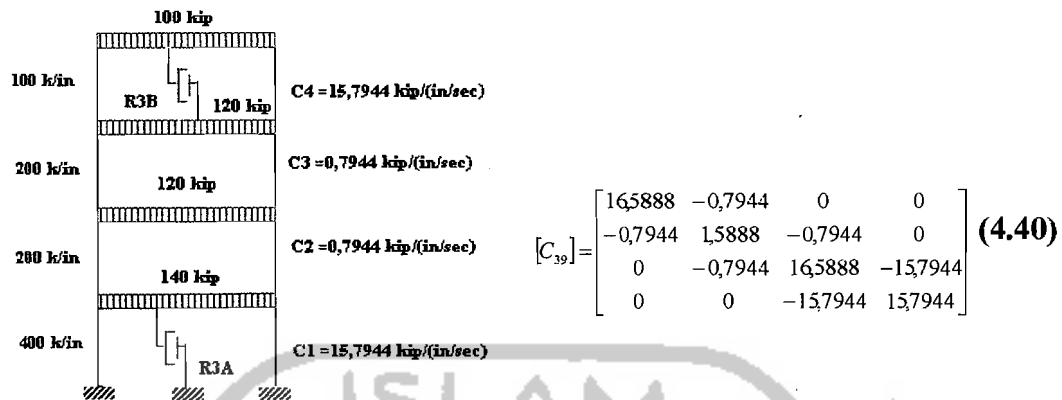
**Gambar 4.37** Kombinasi 36  
Sepasang MR Damper 3 di tingkat 4



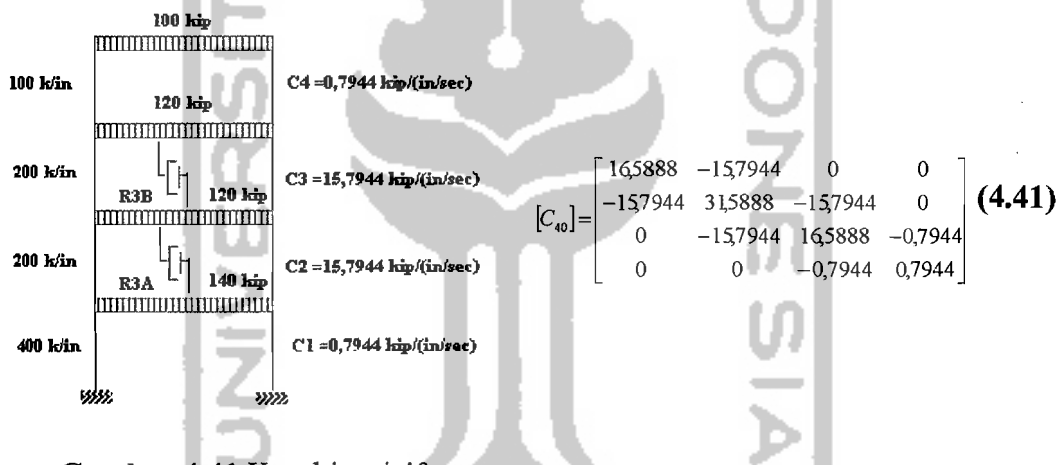
**Gambar 4.38** Kombinasi 37  
Sepasang MRD 3 di tingkat 1 dan 2



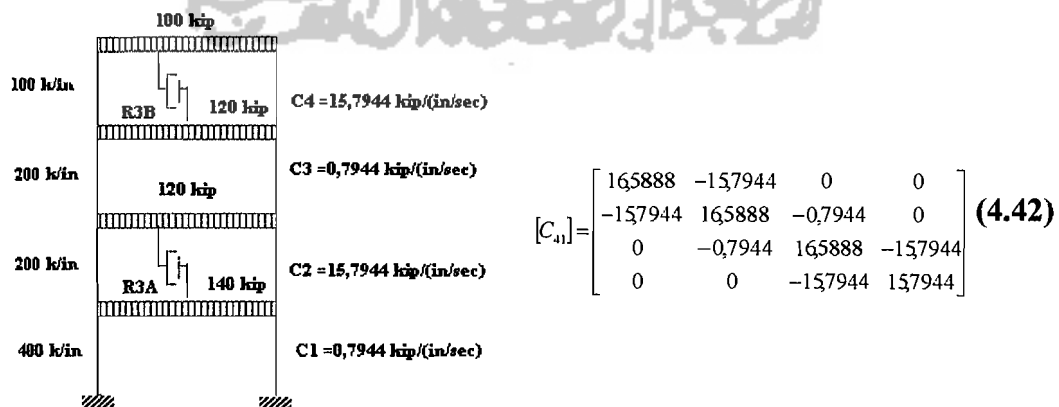
**Gambar 4.39** Kombinasi 38  
Sepasang MRD 3 di tingkat 1 dan 3



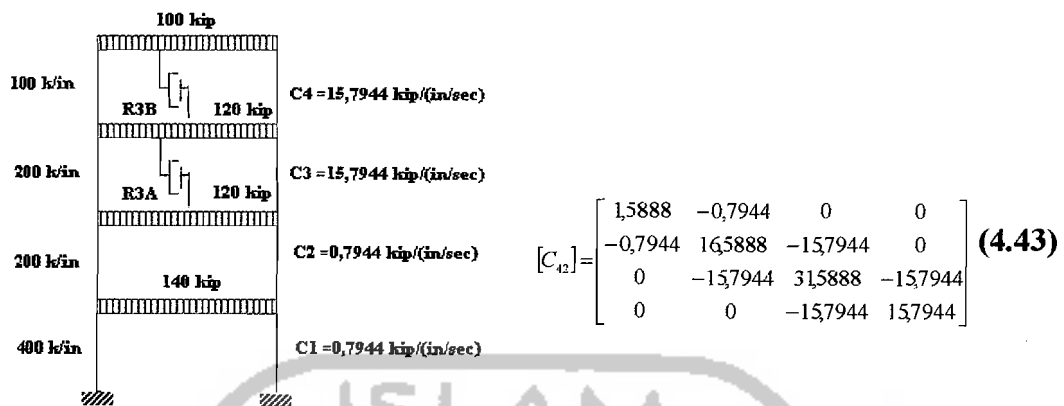
**Gambar 4.40** Kombinasi 39  
Sepasang MRD 3 di tingkat 1 dan 4



**Gambar 4.41** Kombinasi 40  
Sepasang MRD 3 di tingkat 2 dan 3



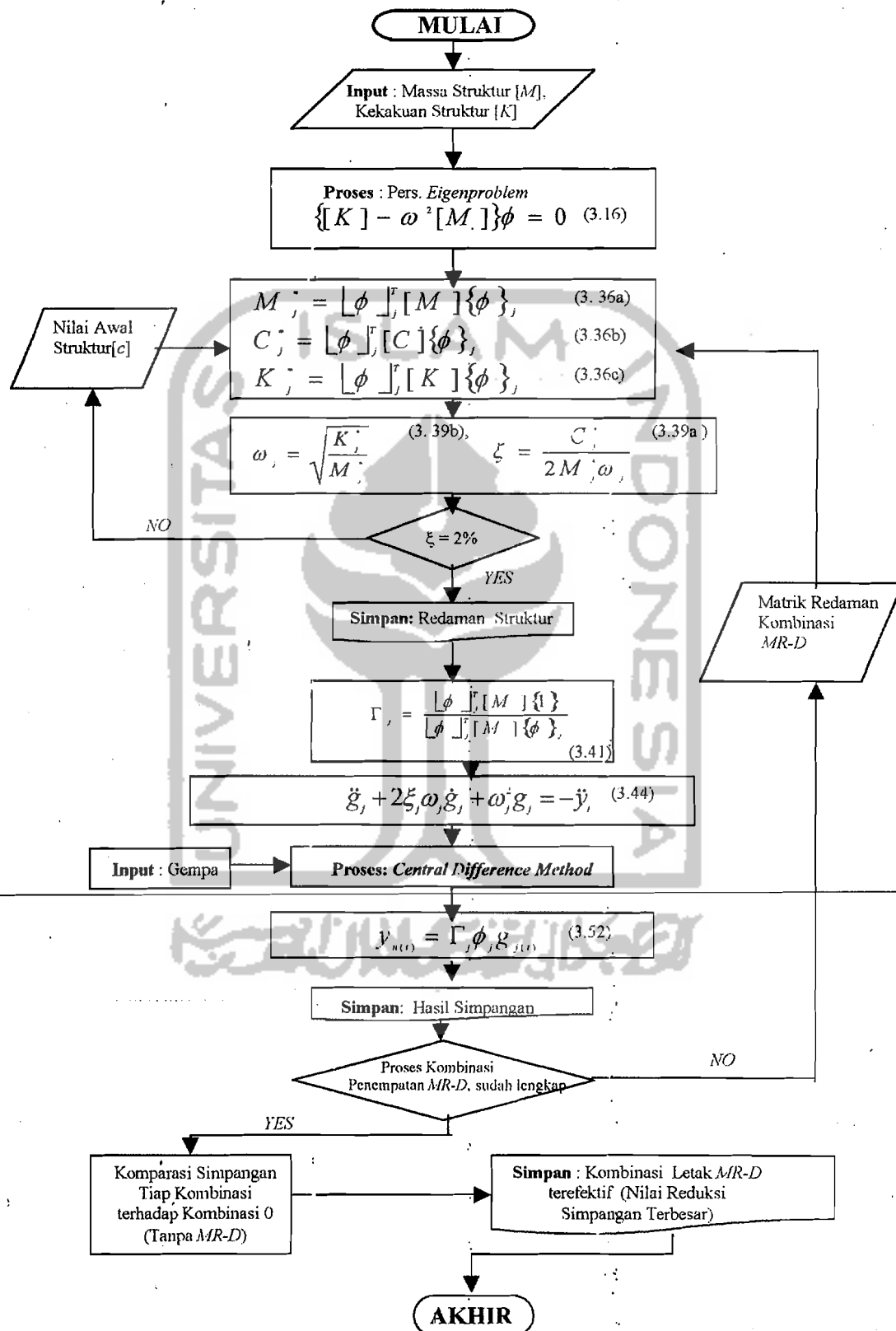
**Gambar 4.42** Kombinasi 41  
Sepasang MRD 3 di tingkat 2 dan 4



**Gambar 4.43** Kombinasi 42  
Sepasang MRD 3 di tingkat 3 dan 4



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



Gambar 4.44 Bagan Alir Proses Analisis (Priyohutomo dan Modita 2003)