

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xvi
INTISARI.....	xx
BAB I PENDAHULUAN .....	i
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.3 Manfaat Penelitian .....	5
1.4 Batasan Masalah .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Pendahuluan.....	7
2.2 Permasalahan Yang Akan Diteliti.....	10
BAB III LANDASAN TEORI.....	12
3.1 Pendahuluan .....	12
3.2 Persamaan Gerak Derajat Kebebasan Tunggal (SDOF).....	13

3.3	Persamaan Gerak Derajat Kebebasan Banyak.....	16
3.4	Mode Shape dan frekuensi.....	20
3.5	Persamaan Gerak Akibat Beban Gempa.....	22
3.6	Persamaan Diferensial Independen ( <i>Uncoupling</i> ).....	24
3.7	Respon Terhadap Beban Gempa.....	27
3.8	Parameter Gerakan Tanah.....	29
3.8.1	Nilai Maksimum Percepatan Tanah.....	30
3.8.2	Simpangan dan Kecepatan Maksimum Tanah.....	30
3.8.3	Respon Spektra.....	30
3.8.4	Durasi Gempa.....	31
3.8.5	Kandungan Frekuensi.....	31
BAB IV METODE PENELITIAN.....		35
4.1	Pengumpulan Data.....	35
4.1.1	Data Struktur.....	35
4.1.2	Data Beban Gempa.....	37
4.2	Pengolahan Data.....	39
4.3	Pengujian.....	40
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		42
5.1	Pendahuluan.....	42
5.2	Perhitungan Pembebanan Struktur.....	42
5.3	Perhitungan Massa dan Kekakuan.....	45
5.3.1	Perhitungan Massa Tingkat.....	45
5.3.2	Perhitungan Kekakuan.....	46

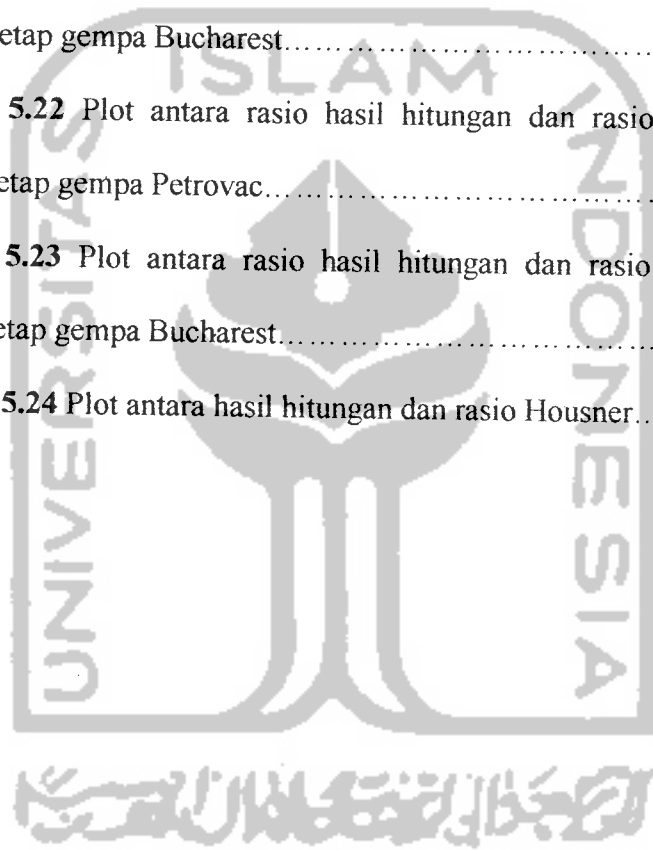
5.4	Frekuensi Struktur.....	47
5.5	Kandungan Frekuensi Beban Gempa.....	48
5.6	Perhitungan Simpangan Relatif Tingkat.....	49
5.7	Perhitungan Simpangan Antar Tingkat ( <i>Inter Story Drift</i> ).....	56
5.8	Perhitungan Gaya Geser Tingkat dan Gaya Geser Dasar .....	58
5.9	Pembahasan.....	60
5.9.1	Simpangan Relatif Tingkat.....	61
5.9.2	Simpangan Antar Tingkat ( <i>Inter Story Drift</i> ).....	66
5.9.3	Gaya Geser Tingkat.....	72
5.9.4	Tinjauan Respon Struktur Terhadap A/V Rasio.....	79
5.10	Contoh Perhitungan Respon Struktur Dengan 3 Metode.....	85
5.11	Tinjauan Pengaruh Kandungan Frekuensi Dengan Rumus Housner.....	88
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		93
6.1	Kesimpulan .....	93
6.2	Saran .....	95
DAFTAR PUSTAKA.....		xxi
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

1. <b>Gambar 3.1</b> Model struktur, model matematik, dan <i>free body</i> diagram akibat beban dinamik pada struktur SDOF .....	14
2. <b>Gambar 3.2.a</b> Model struktur MDOF .....	16
3. <b>Gambar 3.2.b</b> Model matematik struktur MDOF .....	16
4. <b>Gambar 3.2.c</b> Model keseimbangan gaya .....	17
5. <b>Gambar 3.3</b> Sistem derajat kebebasan tunggal dengan beban gempa.....	23
6. <b>Gambar 3.4</b> Grafik DLF lawan frekuensi rasio .....	32
7. <b>Gambar 4.1</b> Denah model struktur.....	36
8. <b>Gambar 4.2</b> Potongan portal E.....	36
9. <b>Gambar 4.3</b> Percepatan tanah lawan waktu akibat gempa Koyna.....	39
10. <b>Gambar 5.1</b> Contoh plot simpangan relatif lawan waktu akibat gempa Bucharest.....	54
11. <b>Gambar 5.2</b> Contoh plot simpangan relatif lawan waktu akibat gempa Parkfield.....	55
12. <b>Gambar 5.3</b> Contoh plot simpangan relatif lawan waktu akibat gempa Koyna.....	55
13. <b>Gambar 5.4</b> Contoh plot simpangan antar tingkat lawan waktu akibat gempa Bucharest.....	56

14. <b>Gambar 5.5</b> Contoh plot simpangan antar tingkat lawan waktu akibat gempa Parkfield.....	57
15. <b>Gambar 5.6</b> Contoh plot simpangan antar tingkat lawan waktu akibat gempa Koyna.....	57
16. <b>Gambar 5.7</b> Contoh plot antara gaya geser tingkat lawan waktu akibat gempa Bucharest.....	58
17. <b>Gambar 5.8</b> Contoh plot antara gaya geser tingkat lawan waktu akibat gempa Parkfield.....	59
18. <b>Gambar 5.9</b> Contoh plot antara gaya geser tingkat lawan waktu akibat gempa Bucharest.....	59
19. <b>Gambar 5.10</b> Contoh plot antara gaya geser dasar lawan waktu akibat 3 beban gempa .....	60
20. <b>Gambar 5.11</b> Simpangan relatif maksimum akibat 15 beban gempa.....	61
21. <b>Gambar 5.12</b> Simpangan antar tingkat maksimum akibat 15 beban gempa.....	67
22. <b>Gambar 5.13</b> Gaya geser tingkat maksimum akibat 15 beban gempa .....	73
23. <b>Gambar 5.14</b> Plot antara A/V rasio lawan simpangan relatif maksimum....	80
24. <b>Gambar 5.15</b> Plot antara A/V rasio lawan simpangan antar tingkat maksimum .....	81
25. <b>Gambar 5.16</b> Plot antara A/V rasio lawan gaya geser tingkat maksimum .....	82
26. <b>Gambar 5.17</b> Plot antara A/V rasio lawan gaya geser dasar akibat gempa .....	83

27. <b>Gambar 5.18</b> Simpangan relatif akibat gempa Bucharest dengan 3 metode.....	86
28. <b>Gambar 5.19</b> Simpangan antar tingkat akibat gempa Bucharest dengan 3 metode.....	87
29. <b>Gambar 5.20</b> Gaya geser tingkat akibat gempa Bucharest dengan 3 metode.....	87
30. <b>Gambar 5.21</b> Plot antara rasio hasil hitungan dan rasio Housner dengan variabel tetap gempa Bucharest.....	90
31. <b>Gambar 5.22</b> Plot antara rasio hasil hitungan dan rasio Housner dengan variabel tetap gempa Petrovac.....	91
32. <b>Gambar 5.23</b> Plot antara rasio hasil hitungan dan rasio Housner dengan variabel tetap gempa Bucharest.....	91
33. <b>Gambar 5.24</b> Plot antara hasil hitungan dan rasio Housner.....	92



## DAFTAR TABEL

1. <b>Tabel 4.1</b> Data dimensi kolom.....	37
2. <b>Tabel 4.2</b> Data dimensi balok.....	37
3. <b>Tabel 4.3</b> Data beban gempa.....	38
4. <b>Tabel 5.1</b> Data pembebanan tiap lantai .....	44
5. <b>Tabel 5.2</b> Hasil perhitungan massa .....	45
6. <b>Tabel 5.3</b> Hasil perhitungan kekakuan.....	47
7. <b>Tabel 5.4</b> Data kandungan frekuensi beban gempa (A/V rasio).....	49
8. <b>Tabel 5.5</b> Simpangan relatif maksimum akibat gempa Bucharest.....	62
9. <b>Tabel 5.6</b> Simpangan relatif maksimum akibat gempa Koyna.....	62
10. <b>Tabel 5.7</b> Simpangan relatif maksimum akibat gempa Park Field.....	63
11. <b>Tabel 5.8</b> Simpangan relatif maksimum akibat gempa Gilroy.....	63
12. <b>Tabel 5.9</b> Simpangan relatif maksimum akibat gempa Coralitos.....	63
13. <b>Tabel 5.10</b> Simpangan relatif maksimum akibat gempa Coalinga.....	63
14. <b>Tabel 5.11</b> Simpangan relatif maksimum akibat gempa Santa Cruz.....	64
15. <b>Tabel 5.12</b> Simpangan relatif maksimum akibat gempa Tlahuac Bombas....	64
16. <b>Tabel 5.13</b> Simpangan relatif maksimum akibat gempa Ulcinj.....	64
17. <b>Tabel 5.14</b> Simpangan relatif maksimum akibat gempa Bar Montenegro....	64
18. <b>Tabel 5.15</b> Simpangan relatif maksimum akibat gempa Petrovac.....	65
19. <b>Tabel 5.16</b> Simpangan relatif maksimum akibat gempa Miyagi.....	65

20. Tabel 5.17	Simpangan relatif maksimum akibat gempa Corinch.....	65
21. Tabel 5.18	Simpangan relatif maksimum akibat gempa Mexico.....	65
22. Tabel 5.19	Simpangan relatif maksimum akibat gempa Lolleo.....	66
23. Tabel 5.20	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Buchares ....	68
24. Tabel 5.21	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Koyna.....	68
25. Tabel 5.22	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Park Field...	69
26. Tabel 5.23	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Gilroy.....	69
27. Tabel 5.24	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Coralitos.....	69
28. Tabel 5.25	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Coalinga.....	69
29. Tabel 5.26	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Santa Cruz..	70
30. Tabel 5.27	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Tlahuac Bombas .....	70
31. Tabel 5.28	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Ulcinj .....	70
32. Tabel 5.29	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Bar Montenegro .....	70
33. Tabel 5.30	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Petrovac .....	71
34. Tabel 5.31	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Miyagi .....	71
35. Tabel 5.32	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Corint .....	71
36. Tabel 5.33	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Mexico .....	71
37. Tabel 5.34	Simpangan antar tingkat maksimum akibat gempa Lolleo .....	72
38. Tabel 5.35	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Bucharest .....	74
39. Tabel 5.36	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Koyna .....	74
40. Tabel 5.37	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Park Field .....	74



41. Tabel 5.38	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Gilroy .....	74
42. Tabel 5.39	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Coralitos .....	75
43. Tabel 5.40	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Coalinga .....	75
44. Tabel 5.41	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Santa Cruz .....	75
45. Tabel 5.42	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Tlahuac Bombas ..	75
46. Tabel 5.43	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Ulcinj .....	76
47. Tabel 5.44	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Bar Montenegro ..	76
48. Tabel 5.45	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Petrovac .....	76
49. Tabel 5.46	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Miyagi .....	76
50. Tabel 5.47	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Corint .....	77
51. Tabel 5.48	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Miyagi .....	77
52. Tabel 5.49	Gaya geser tingkat maksimum akibat gempa Lolleo .....	77
53. Tabel 5.50	Percepatan tanah maksimum dan waktunya setelah dinormalisasi.....	78
54. Tabel 5.51	Hasil perhitungan rasio perpotongan rekaman gempa dengan sumbu waktu.....	89
55. Tabel 5.52	Hasil perhitungan rasio simpangan maksimum.....	90



## DAFTAR NOTASI

- $a$  : percepatan massa
- $c$  : redaman
- $[C]$  : matrik redaman
- $C_n^*$  : matrik redaman efektif mode ke- $n$
- $F$  : Resultan gaya
- $k$  : kekakuan
- $[K]$  : matrik kekakuan
- $K_n^*$  : matrik kekakuan efektif mode ke- $n$
- $m$  : massa
- $[M]$  : matrik massa
- $M_n^*$  : matrik kekakuan efektif mode ke- $n$
- $p(t)$  : gaya luar
- $p_n^*$  : vektor beban efektif mode ke- $n$
- $\{p(t)\}$  : vektor beban
- $t$  : waktu
- $\Delta t$  : perbedaan waktu
- $y$  : simpangan
- $yy$  : simpangan antar tingkat
- $\dot{y}$  : kecepatan

- $\ddot{y}$  : percepatan  
 $\ddot{y}_g$  : percepatan tanah  
 $y(t)$  : perpindahan relatif antara massa dan tanah  
 $y_g$  : perpindahan tanah  
 $y_{tot}$  : perpindahan total  
 $\{y\}$  : vektor simpangan  
 $\{\dot{y}\}$  : vektor kecepatan  
 $\{\ddot{y}\}$  : vektor percepatan  
 $z_n$  : modal amplitudo mode ke-n  
 $\dot{z}_n$  : turunan pertama modal amplitudo mode ke-n  
 $\ddot{z}_n$  : turunan kedua modal amplitudo mode ke-n  
 $\phi_n$  : mode shape/ ragam bentuk ke-n  
 $\omega_n$  : frekuensi mode ke-n  
 $\xi$  : rasio redaman mode ke-n  
 $\Gamma_n$  : partisipasi faktor mode ke-n  
 $V$  : gaya geser dasar  
 $P_0$  : beban harmonik  
 $\Omega$  : frekuensi sudut beban dinamik  
DLF : faktor beban dinamik  
 $S_d(k, \omega)$  : simpangan gempa frekuensi tinggi  
 $S_d(\omega)$  : simpangan gempa frekuensi rendah  
 $f$  : frekuensi getar struktur  
 $\lambda$  : vektor frekuensi sudut struktur

$T$  : periode getar struktur

$g$  : percepatan gravitasi

$w$  : berat

$b$  : lebar kolom

$h$  : tinggi kolom

$H$  : tinggi tingkat

$I$  : inersia

$E$  : modulus elastisitas

buc : Bucharest

koy : Koyna

park : Park Field

glry : Gilroy

cora : Coralitos

coli : Coalinga

stciz : Santa Cruz

boms : Tlahuac Bombas

ulci : Ulcinj

bar : Bar Montenegro

pet : Petrovac

miya : Miyagi

corin : Corinch

mex : Mexico

loll : Lolleo



## DAFTAR LAMPIRAN

1. **Lampiran 1** Gambar beban gempa yang digunakan
2. **Lampiran 2** Verifikasi perhitungan respon struktur dengan aplikasi program Matlab dan perhitungan manual dengan program Exel
3. **Lampiran 3** Aplikasi program Matlab
4. **Lampiran 4** Contoh hasil perhitungan respon beban gempa Bucharest dengan aplikasi program Matlab
5. **Lampiran 5** Tabel perbandingan hasil hitungan respon struktur dengan 3 metode

