

## DAFTAR ISI

|   |       |
|---|-------|
| Halaman Judul   | i     |
| Halaman Pengesahan  | ii    |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI   | iii   |
| DEDIKASI  | iv    |
| KATA PENGANTAR  | v     |
| DAFTAR ISI  | vi    |
| DAFTAR TABEL  | x     |
| DAFTAR GAMBAR   | xv    |
| DAFTAR LAMPIRAN   | xxxv  |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN   | xxxvi |
| ABSTRAK   | xli   |
| <i>ABSTRACT</i>   | xlii  |
| BAB I PENDAHULUAN   | 1     |
| 1.1 Latar Belakang  | 1     |
| 1.2 Rumusan Masalah   | 3     |
| 1.3 Tujuan Penelitian   | 3     |
| 1.4 Manfaat Penelitian  | 4     |
| 1.5 Batasan Penelitian  | 4     |
| 1.6 Definisi Operasional  | 6     |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA   | 7     |
| 2.1 Penelitian Terdahulu  | 7     |
| 2.1.1 Respon Dinamik 2 Arah   | 7     |
| 2.1.2 Respon Dinamik Bangunan Bertingkat Banyak                       | 8     |
| 2.1.3 Pengaruh Frekuensi Beban Gempa                                  | 9     |
| 2.1.4 Pengaruh Kekakuan dan Redaman Tanah                             | 10    |
| 2.1.5 Pengaruh Rotasi Fondasi pada Respon Dinamik Bangunan Bertingkat | 11    |
| 2.2 Keaslian Penelitian   | 13    |

|  |    |
|--|----|
| BAB III LANDASAN TEORI   | 19 |
| 3.1 Respon Dinamik Struktur <i>Couple</i> dan <i>Uncouple</i>            | 19 |
| 3.2 Bangunan Beraturan   | 19 |
| 3.3 Beban Gempa dan Kandungan Frekuensi                                  | 21 |
| 3.4 Derajat Kebebasan ( <i>Degree of Freedom</i> , DOF)                  | 22 |
| 3.5 Prinsip <i>Shear Building</i>  | 23 |
| 3.6 Karakteristik Dinamik Struktur Bangunan Gedung                       | 24 |
| 3.6.1 Massa Struktur   | 24 |
| 3.6.2 Kekakuan Struktur  | 25 |
| 3.6.3 Redaman Struktur   | 30 |
| 3.7 Getaran Bebas pada Struktur <i>Multi Degree of Freedom</i> (MDOF)    | 35 |
| 3.7.1 Nilai Karakteristik Diri ( <i>Eigenproblem</i> )                   | 36 |
| 3.8 Karakteristik Statik dan Dinamik Tanah                               | 38 |
| 3.8.1 Karakteristik Statik   | 38 |
| 3.8.2 Karakteristik Dinamik  | 40 |
| 3.9 Pemodelan Tanah pada <i>Rocking Vibrations</i>                       | 48 |
| 3.10 Karakteristik Dinamik Struktur Tanah dengan Fondasi                 | 50 |
| 3.10.1 Kekakuan Interaksi Tanah dengan Struktur Fondasi                  | 53 |
| 3.10.2 Redaman Interaksi Tanah dengan Struktur Fondasi                   | 57 |
| 3.11 Momen Inersia Polar ( $I_G$ )                                       | 59 |
| 3.12 Struktur dengan Memperhitungkan Rotasi Fondasi Akibat Gerakan Tanah | 60 |
| 3.13 Metode Integrasi $\beta$ - <i>Newmark</i>                           | 65 |
| 3.14 Respon Struktur   | 68 |
| BAB IV METODE PENELITIAN   | 72 |
| 4.1 Waktu dan Lokasi Penelitian  | 72 |
| 4.2 Jenis Penelitian   | 72 |
| 4.3 Model Struktur   | 72 |
| 4.3.1 Struktur Atas  | 72 |
| 4.3.2 Struktur Bawah   | 73 |
| 4.4 Pengumpulan Data   | 74 |

|                                    |  |     |
|------------------------------------|--|-----|
| 4.5                                | Alat   | 75  |
| 4.6                                | Tahapan Penelitian   | 75  |
| 4.7                                | Diagram Alir Penelitian  | 78  |
| BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN |  | 80  |
| 5.1                                | Pendahuluan  | 80  |
| 5.2                                | Berat Struktur Atas Bangunan                                   | 80  |
| 5.2.1                              | Perhitungan Berat Pelat  | 82  |
| 5.2.2                              | Perhitungan Berat Balok  | 84  |
| 5.2.3                              | Perhitungan Berat Kolom  | 85  |
| 5.2.4                              | Perhitungan Berat Dinding                                      | 86  |
| 5.2.5                              | Perhitungan Berat Total Setiap Lantai                          | 87  |
| 5.3                                | Perhitungan Karakteristik Dinamik Struktur Atas Bangunan       | 87  |
| 5.3.1                              | Perhitungan Massa Struktur Atas                                | 88  |
| 5.3.2                              | Perhitungan Kekakuan Struktur Atas                             | 89  |
| 5.3.3                              | Perhitungan Redaman Struktur Atas                              | 119 |
| 5.4                                | Perhitungan Properti Dinamik Tanah                             | 120 |
| 5.4.1                              | Perhitungan Rapat Massa Tanah ( $\rho$ )                       | 121 |
| 5.4.2                              | Perhitungan Modulus Geser Tanah ( $G$ )                        | 123 |
| 5.4.3                              | Perhitungan Kecepatan Gelombang Geser ( $V_s$ )                | 134 |
| 5.5                                | Kekakuan dan Redaman Struktur Bawah (Fondasi)                  | 135 |
| 5.5.1                              | Perhitungan Kekakuan Interaksi Tanah dengan Fondasi            | 136 |
| 5.5.2                              | Perhitungan Redaman Interaksi Tanah dengan Fondasi             | 140 |
| 5.6                                | Massa Lantai Dasar ( $m_0$ ) dan Momen Inersia Polar ( $I_G$ ) | 143 |
| 5.6.1                              | Perhitungan Massa Lantai Dasar ( $m_0$ )                       | 144 |
| 5.6.2                              | Perhitungan Momen Inersia Polar ( $I_G$ )                      | 146 |
| 5.7                                | Respon Dinamik Struktur  | 147 |
| 5.7.1                              | Karakteristik Vibrasi  | 150 |
| 5.7.2                              | Simpangan Netto  | 157 |
| 5.7.3                              | Sudut Rotasi   | 199 |
| 5.7.4                              | Simpangan Rotasi   | 224 |
| 5.7.5                              | Simpangan Total  | 264 |

|                             |   |     |
|-----------------------------|---|-----|
| 5.7.6                       | Nilai Maksimum Simpangan Netto, Rotasi, dan Total | 306 |
| 5.7.7                       | <i>Interstorey Drift Ratio</i>                    | 320 |
| 5.7.8                       | Gaya Horizontal Tingkat                           | 361 |
| 5.7.9                       | Gaya Geser Tingkat                                | 402 |
| 5.7.10                      | Momen Guling                                      | 444 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN |   | 486 |
| 6.1                         | Kesimpulan  | 486 |
| 6.2                         | Saran   | 487 |
| DAFTAR PUSTAKA              |   | 489 |
| LAMPIRAN                    |   | 491 |

## DAFTAR TABEL

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Tabel 2.1  | Detail Komponen Frame  | 8   |
| Tabel 2.2  | Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan | 14  |
| Tabel 3.1  | Nilai-Nilai Rasio Redaman Untuk Berbagai Jenis dan Kondisi         | 31  |
| Tabel 3.2  | Nilai k Menurut <i>Plasticity Index (PI)</i>                       | 43  |
| Tabel 5.1  | Berat dan Massa Struktur Atas Bangunan                             | 88  |
| Tabel 5.2  | Kekakuan Muto Bangunan Reguler Arah X dan Arah Y                   | 119 |
| Tabel 5.3  | Data Awal Properti Tanah   | 120 |
| Tabel 5.4  | Hasil Perhitungan Rapat Massa Tanah ( $\rho$ )                     | 123 |
| Tabel 5.5  | Hasil Modulus Geser Tanah ( $G$ )                                  | 134 |
| Tabel 5.6  | Nilai Kekakuan Interaksi Tanah dengan Fondasi                      | 143 |
| Tabel 5.7  | Nilai Redaman Interaksi Tanah dengan Fondasi                       | 143 |
| Tabel 5.8  | Frekuensi Sudut Bangunan Reguler                                   | 152 |
| Tabel 5.9  | Frekuensi Natural Bangunan Reguler                                 | 153 |
| Tabel 5.10 | Periode Getar Struktur Bangunan Reguler                            | 155 |
| Tabel 5.11 | Simp Netto Maks Bang Dengan Rotasi Gempa Frek Rendah               | 169 |
| Tabel 5.12 | Simp Netto Maks Bang Dengan Rotasi Gempa Frek Sedang               | 169 |
| Tabel 5.13 | Simp Netto Maks Bang Dengan Rotasi Gempa Frek Tinggi               | 170 |
| Tabel 5.14 | Resultan Simpangan Netto Maks Bangunan Dengan Rotasi               | 170 |
| Tabel 5.15 | Simp Netto Maks Bang Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah                | 184 |
| Tabel 5.16 | Simp Netto Maks Bang Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang                | 184 |
| Tabel 5.17 | Simp Netto Maks Bang Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi                | 185 |
| Tabel 5.18 | Resultan Simpangan Netto Maks Bangunan Tanpa Rotasi                | 185 |
| Tabel 5.19 | Perbandingan Simp Netto Maks Gempa Frek Rendah Dom-X               | 190 |
| Tabel 5.20 | Perbandingan Simp Netto Maks Gempa Frek Rendah Dom-Y               | 190 |
| Tabel 5.21 | Perbandingan Simp Netto Maks Gempa Frek Sedang Dom-X               | 191 |
| Tabel 5.22 | Perbandingan Simp Netto Maks Gempa Frek Sedang Dom-Y               | 191 |
| Tabel 5.23 | Perbandingan Simp Netto Maks Gempa Frek Tinggi Dom-X               | 192 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Tabel 5.24 | Perbandingan Simp Netto Maks Gempa Frek Tinggi Dom-Y     | 192 |
| Tabel 5.25 | Perbandingan Resultan Simp Netto Maks Gempa Frek Rendah  | 193 |
| Tabel 5.26 | Perbandingan Resultan Simp Netto Maks Gempa Frek Sedang  | 193 |
| Tabel 5.27 | Perbandingan Resultan Simp Netto Maks Gempa Frek Tinggi  | 194 |
| Tabel 5.28 | Sudut Rotasi Maksimum Bangunan Dengan Rotasi             | 211 |
| Tabel 5.29 | Sudut Rotasi Maksimum Bangunan Tanpa Rotasi              | 222 |
| Tabel 5.30 | Perbandingan Sudut Rotasi Maksimum Gempa Frek Rendah     | 222 |
| Tabel 5.31 | Perbandingan Sudut Rotasi Maksimum Gempa Frek Sedang     | 223 |
| Tabel 5.32 | Perbandingan Sudut Rotasi Maksimum Gempa Frek Tinggi     | 223 |
| Tabel 5.33 | Simp Rotasi Maks Bang Dengan Rotasi Gempa Frek Rendah    | 236 |
| Tabel 5.34 | Simp Rotasi Maks Bang Dengan Rotasi Gempa Frek Sedang    | 236 |
| Tabel 5.35 | Simp Rotasi Maks Bang Dengan Rotasi Gempa Frek Tinggi    | 237 |
| Tabel 5.36 | Resultan Simpangan Rotasi Maks Bangunan Dengan Rotasi    | 237 |
| Tabel 5.37 | Simp Rotasi Maks Bang Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah     | 251 |
| Tabel 5.38 | Simp Rotasi Maks Bang Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang     | 251 |
| Tabel 5.39 | Simp Rotasi Maks Bang Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi     | 252 |
| Tabel 5.40 | Resultan Simpangan Rotasi Maks Bangunan Tanpa Rotasi     | 252 |
| Tabel 5.41 | Perbandingan Simp Rotasi Maks Gempa Frek Rendah Dom-X    | 255 |
| Tabel 5.42 | Perbandingan Simp Rotasi Maks Gempa Frek Rendah Dom-Y    | 255 |
| Tabel 5.43 | Perbandingan Simp Rotasi Maks Gempa Frek Sedang Dom-X    | 256 |
| Tabel 5.44 | Perbandingan Simp Rotasi Maks Gempa Frek Sedang Dom-Y    | 256 |
| Tabel 5.45 | Perbandingan Simp Rotasi Maks Gempa Frek Tinggi Dom-X    | 257 |
| Tabel 5.46 | Perbandingan Simp Rotasi Maks Gempa Frek Tinggi Dom-Y    | 257 |
| Tabel 5.47 | Perbandingan Resultan Simp Rotasi Maks Gempa Frek Rendah | 258 |
| Tabel 5.48 | Perbandingan Resultan Simp Rotasi Maks Gempa Frek Sedang | 258 |
| Tabel 5.49 | Perbandingan Resultan Simp Rotasi Maks Gempa Frek Tinggi | 259 |
| Tabel 5.50 | Simp Total Maks Bang Dengan Rotasi Gempa Frek Rendah     | 276 |
| Tabel 5.51 | Simp Total Maks Bang Dengan Rotasi Gempa Frek Sedang     | 276 |
| Tabel 5.52 | Simp Total Maks Bang Dengan Rotasi Gempa Frek Tinggi     | 277 |
| Tabel 5.53 | Resultan Simpangan Total Maks Bangunan Dengan Rotasi     | 277 |
| Tabel 5.54 | Simp Total Maks Bang Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah      | 291 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Tabel 5.55 | Simp Total Maks Bang Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang             | 291 |
| Tabel 5.56 | Simp Total Maks Bang Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi             | 292 |
| Tabel 5.57 | Resultan Simpangan Total Maks Bangunan Tanpa Rotasi             | 292 |
| Tabel 5.58 | Perbandingan Simp Total Maks Gempa Frek Rendah Dom-X            | 297 |
| Tabel 5.59 | Perbandingan Simp Total Maks Gempa Frek Rendah Dom-Y            | 297 |
| Tabel 5.60 | Perbandingan Simp Total Maks Gempa Frek Sedang Dom-X            | 298 |
| Tabel 5.61 | Perbandingan Simp Total Maks Gempa Frek Sedang Dom-Y            | 298 |
| Tabel 5.62 | Perbandingan Simp Total Maks Gempa Frek Tinggi Dom-X            | 299 |
| Tabel 5.63 | Perbandingan Simp Total Maks Gempa Frek Tinggi Dom-Y            | 299 |
| Tabel 5.64 | Perbandingan Resultan Simp Total Maks Gempa Frek Rendah         | 300 |
| Tabel 5.65 | Perbandingan Resultan Simp Total Maks Gempa Frek Sedang         | 300 |
| Tabel 5.66 | Perbandingan Resultan Simp Total Maks Gempa Frek Tinggi         | 301 |
| Tabel 5.67 | <i>Interstorey Drift</i> Maks Bang Dengan Rotasi Frek Rendah    | 332 |
| Tabel 5.68 | <i>Interstorey Drift</i> Maks Bang Dengan Rotasi Frek Sedang    | 332 |
| Tabel 5.69 | <i>Interstorey Drift</i> Maks Bang Dengan Rotasi Frek Tinggi    | 333 |
| Tabel 5.70 | Resultan <i>Interstorey Drift</i> Maks Bangunan Dengan Rotasi   | 333 |
| Tabel 5.71 | <i>Interstorey Drift</i> Maks Bang Tanpa Rotasi Frek Rendah     | 347 |
| Tabel 5.72 | <i>Interstorey Drift</i> Maks Bang Tanpa Rotasi Frek Sedang     | 347 |
| Tabel 5.73 | <i>Interstorey Drift</i> Maks Bang Tanpa Rotasi Frek Tinggi     | 348 |
| Tabel 5.74 | Resultan <i>Interstorey Drift</i> Maks Bangunan Tanpa Rotasi    | 348 |
| Tabel 5.75 | Perbandingan <i>Interstorey Drift</i> Maks Frek Rendah Dom-X    | 352 |
| Tabel 5.76 | Perbandingan <i>Interstorey Drift</i> Maks Frek Rendah Dom-Y    | 352 |
| Tabel 5.77 | Perbandingan <i>Interstorey Drift</i> Maks Frek Sedang Dom-X    | 353 |
| Tabel 5.78 | Perbandingan <i>Interstorey Drift</i> Maks Frek Sedang Dom-Y    | 353 |
| Tabel 5.79 | Perbandingan <i>Interstorey Drift</i> Maks Frek Tinggi Dom-X    | 354 |
| Tabel 5.80 | Perbandingan <i>Interstorey Drift</i> Maks Frek Tinggi Dom-Y    | 354 |
| Tabel 5.81 | Perbandingan Resultan <i>Interstorey Drift</i> Maks Frek Rendah | 355 |
| Tabel 5.82 | Perbandingan Resultan <i>Interstorey Drift</i> Maks Frek Sedang | 355 |
| Tabel 5.83 | Perbandingan Resultan <i>Interstorey Drift</i> Maks Frek Tinggi | 356 |
| Tabel 5.84 | Gaya Horizontal Tkt Maks Bang Dengan Rotasi Frek Rendah         | 373 |
| Tabel 5.85 | Gaya Horizontal Tkt Maks Bang Dengan Rotasi Frek Sedang         | 373 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Tabel 5.86  | Gaya Horizontal Tkt Maks Bang Dengan Rotasi Frek Tinggi  | 374 |
| Tabel 5.87  | Resultan Gaya Horizontal Tkt Maks Bangunan Dengan Rotasi | 374 |
| Tabel 5.88  | Gaya Horizontal Tkt Maks Bang Tanpa Rotasi Frek Rendah   | 388 |
| Tabel 5.89  | Gaya Horizontal Tkt Maks Bang Tanpa Rotasi Frek Sedang   | 388 |
| Tabel 5.90  | Gaya Horizontal Tkt Maks Bang Tanpa Rotasi Frek Tinggi   | 389 |
| Tabel 5.91  | Resultan Gaya Horizontal Tkt Maks Bangunan Tanpa Rotasi  | 389 |
| Tabel 5.92  | Perbandingan Gaya Horizontal Tkt Maks Frek Rendah Dom-X  | 393 |
| Tabel 5.93  | Perbandingan Gaya Horizontal Tkt Maks Frek Rendah Dom-Y  | 393 |
| Tabel 5.94  | Perbandingan Gaya Horizontal Tkt Maks Frek Sedang Dom-X  | 394 |
| Tabel 5.95  | Perbandingan Gaya Horizontal Tkt Maks Frek Sedang Dom-Y  | 394 |
| Tabel 5.96  | Perbandingan Gaya Horizontal Tkt Maks Frek Tinggi Dom-X  | 395 |
| Tabel 5.97  | Perbandingan Gaya Horizontal Tkt Maks Frek Tinggi Dom-Y  | 395 |
| Tabel 5.98  | Perbandingan Resultan Gaya Hor Tingkat Maks Frek Rendah  | 396 |
| Tabel 5.99  | Perbandingan Resultan Gaya Hor Tingkat Maks Frek Sedang  | 396 |
| Tabel 5.100 | Perbandingan Resultan Gaya Hor Tingkat Maks Frek Tinggi  | 397 |
| Tabel 5.101 | Gaya Geser Tingkat Maks Bang Dengan Rotasi Frek Rendah   | 414 |
| Tabel 5.102 | Gaya Geser Tingkat Maks Bang Dengan Rotasi Frek Sedang   | 414 |
| Tabel 5.103 | Gaya Geser Tingkat Maks Bang Dengan Rotasi Frek Tinggi   | 415 |
| Tabel 5.104 | Resultan Gaya Geser Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi  | 415 |
| Tabel 5.105 | Gaya Geser Tingkat Maks Bang Tanpa Rotasi Frek Rendah    | 429 |
| Tabel 5.106 | Gaya Geser Tingkat Maks Bang Tanpa Rotasi Frek Sedang    | 429 |
| Tabel 5.107 | Gaya Geser Tingkat Maks Bang Tanpa Rotasi Frek Tinggi    | 430 |
| Tabel 5.108 | Resultan Gaya Geser Tingkat Maks Bangunan Tanpa Rotasi   | 430 |
| Tabel 5.109 | Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maks Frek Rendah Dom-X   | 435 |
| Tabel 5.110 | Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maks Frek Rendah Dom-Y   | 435 |
| Tabel 5.111 | Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maks Frek Sedang Dom-X   | 436 |
| Tabel 5.112 | Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maks Frek Sedang Dom-Y   | 436 |
| Tabel 5.113 | Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maks Frek Tinggi Dom-X   | 437 |
| Tabel 5.114 | Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maks Frek Tinggi Dom-Y   | 437 |
| Tabel 5.115 | Perbandingan Resultan Gaya Geser Tkt Maks Fre Rendah     | 438 |
| Tabel 5.116 | Perbandingan Resultan Gaya Geser Tkt Maks Frek Sedang    | 438 |



|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Tabel 5.117 | Perbandingan Resultan Gaya Geser Tkt Maks Frek Tinggi | 439 |
| Tabel 5.118 | Momen Guling Maks Bang Dengan Rotasi Frek Rendah      | 456 |
| Tabel 5.119 | Momen Guling Maks Bang Dengan Rotasi Frek Sedang      | 456 |
| Tabel 5.120 | Momen Guling Maks Bang Dengan Rotasi Frek Tinggi      | 457 |
| Tabel 5.121 | Resultan Momen Guling Maks Bangunan Dengan Rotasi     | 457 |
| Tabel 5.122 | Momen Guling Maks Bang Tanpa Rotasi Frek Rendah       | 472 |
| Tabel 5.123 | Momen Guling Maks Bang Tanpa Rotasi Frek Sedang       | 472 |
| Tabel 5.124 | Momen Guling Maks Bang Tanpa Rotasi Frek Tinggi       | 473 |
| Tabel 5.125 | Resultan Momen Guling Maks Bangunan Tanpa Rotasi      | 473 |
| Tabel 5.126 | Perbandingan Momen Guling Maks Frek Rendah Dom-X      | 477 |
| Tabel 5.127 | Perbandingan Momen Guling Maks Frek Rendah Dom-Y      | 477 |
| Tabel 5.128 | Perbandingan Momen Guling Maks Frek Sedang Dom-X      | 478 |
| Tabel 5.129 | Perbandingan Momen Guling Maks Frek Sedang Dom-Y      | 478 |
| Tabel 5.130 | Perbandingan Momen Guling Maks Frek Tinggi Dom-X      | 479 |
| Tabel 5.131 | Perbandingan Momen Guling Maks Frek Tinggi Dom-Y      | 479 |
| Tabel 5.132 | Perbandingan Resultan Momen Guling Maks Frek Rendah   | 480 |
| Tabel 5.133 | Perbandingan Resultan Momen Guling Maks Frek Sedang   | 480 |
| Tabel 5.134 | Perbandingan Resultan Momen Guling Maks Frek Tinggi   | 481 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1  | Pemodelan Struktur pada <i>Software</i> ABAQUS                              | 7  |
| Gambar 2.2  | Denah Bangunan dan Model Struktur Bangunan                                  | 10 |
| Gambar 3.1  | Bentuk Bangunan Beraturan   | 21 |
| Gambar 3.2  | Pola Goyangan Struktur Bertingkat Banyak                                    | 24 |
| Gambar 3.3  | Kekakuan Kolom Jepit-Jepit  | 26 |
| Gambar 3.4  | Kekakuan Relatif Balok dan Kolom Menurut Muto                               | 28 |
| Gambar 3.5  | Kondisi Pengekangan Kolom Oleh Balok  | 29 |
| Gambar 3.6  | Pemodelan Struktur MDOF   | 36 |
| Gambar 3.7  | <i>Plasticity Index (PI)</i> vs Sudut Gesek Dalam ( $\phi$ )                | 40 |
| Gambar 3.8  | Elemen Tanah Akibat Gelombang Geser Vertikal dan<br><i>Hysteretic Loops</i> | 41 |
| Gambar 3.9  | <i>Shear Modulus and Damping Reduction Curves</i>                           | 42 |
| Gambar 3.10 | Modulus Geser Tanah dan Redaman vs <i>Shear Strain</i>                      | 46 |
| Gambar 3.11 | Model Tanah dan Struktur Bangunan   | 49 |
| Gambar 3.12 | Mode Getaran Pada Fondasi   | 50 |
| Gambar 3.13 | Pemodelan Kekakuan dan Redaman Interaksi Tanah dengan<br>Fondasi            | 51 |
| Gambar 3.14 | Pemodelan Fondasi Metode Gazetas (1991)                                     | 52 |
| Gambar 3.15 | Momen Inersia Polar Fondasi Persegi Panjang                                 | 60 |
| Gambar 3.16 | Struktur MDOF dengan Rotasi pada Fondasi                                    | 62 |
| Gambar 3.17 | Simpangan Struktur Bangunan Bertingkat Banyak                               | 68 |
| Gambar 4.1  | Model Struktur Atas Bangunan Reguler  | 73 |
| Gambar 4.2  | Model Struktur Bawah Bangunan Reguler                                       | 74 |
| Gambar 4.3  | Diagram Alir Penelitian   | 79 |
| Gambar 5.1  | Model 3D Bangunan Reguler   | 81 |
| Gambar 5.2  | Denah Balok   | 84 |
| Gambar 5.3  | Inersia Kolom Terhadap Sumbu Y  | 89 |
| Gambar 5.4  | Inersia Kolom Terhadap Sumbu X  | 90 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Gambar 5.5  | Potongan Balok Tampang T Portal Tengah   | 91  |
| Gambar 5.6  | Potongan Balok Tampang T Portal Tepi   | 97  |
| Gambar 5.7  | Ilustrasi Lapisan Tanah dan Parameternya   | 121 |
| Gambar 5.8  | Model Fondasi Sesuai Gazetas (1991)  | 136 |
| Gambar 5.9  | Model 3D Struktur <i>Mat Foundations</i>   | 144 |
| Gambar 5.10 | Plot Percepatan Gempa Duzce (Frekuensi Rendah)   | 148 |
| Gambar 5.11 | Plot Percepatan Gempa EL-Centro 1940 (Frekuensi Sedang)  | 149 |
| Gambar 5.12 | Plot Percepatan Gempa Manjil (Frekuensi Tinggi)  | 150 |
| Gambar 5.13 | Perbandingan Nilai Frekuensi Sudut Bangunan Reguler  | 152 |
| Gambar 5.14 | Perbandingan Nilai Frekuensi Natural Bangunan Reguler  | 154 |
| Gambar 5.15 | Perbandingan Nilai Periode Getar Struktur Bangunan Reguler   | 155 |
| Gambar 5.16 | Ilustrasi Simpangan Netto Struktur Bangunan Dengan Rotasi<br>Pembebanan Dominan X                            | 159 |
| Gambar 5.17 | Simpangan Netto Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X   | 160 |
| Gambar 5.18 | Simpangan Netto Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X   | 161 |
| Gambar 5.19 | Resultan Simpangan Netto Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X | 162 |
| Gambar 5.20 | Tampak Atas Simpangan Netto Setiap Frek Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X   | 163 |
| Gambar 5.21 | Ilustrasi Simpangan Netto Struktur Bangunan Dengan Rotasi<br>Pembebanan Dominan Y                            | 164 |
| Gambar 5.22 | Simpangan Netto Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 165 |
| Gambar 5.23 | Simpangan Netto Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 166 |
| Gambar 5.24 | Resultan Simpangan Netto Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y | 167 |
| Gambar 5.25 | Tampak Atas Simpangan Netto Setiap Frek Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 168 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Gambar 5.26 | Simpangan Netto Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X | 171 |
| Gambar 5.27 | Simpangan Netto Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y | 171 |
| Gambar 5.28 | Resultan Simpangan Netto Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi             | 172 |
| Gambar 5.29 | Ilustrasi Simpangan Netto Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X                             | 174 |
| Gambar 5.30 | Simpangan Netto Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 175 |
| Gambar 5.31 | Simpangan Netto Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 176 |
| Gambar 5.32 | Resultan Simpangan Netto Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X  | 177 |
| Gambar 5.33 | Tampak Atas Simpangan Netto Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 178 |
| Gambar 5.34 | Ilustrasi Simpangan Netto Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y                             | 179 |
| Gambar 5.35 | Simpangan Netto Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 180 |
| Gambar 5.36 | Simpangan Netto Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 181 |
| Gambar 5.37 | Resultan Simpangan Netto Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y  | 182 |
| Gambar 5.38 | Tampak Atas Simpangan Netto Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 183 |
| Gambar 5.39 | Simpangan Netto Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X  | 186 |
| Gambar 5.40 | Simpangan Netto Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y  | 186 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Gambar 5.41 | Resultan Simpangan Netto Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi                 | 187 |
| Gambar 5.42 | Perbandingan Simpangan Netto Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah Pembebanan Dom-X | 194 |
| Gambar 5.43 | Perbandingan Simpangan Netto Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah Pembebanan Dom-Y | 195 |
| Gambar 5.44 | Perbandingan Resultan Simpangan Netto Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah         | 195 |
| Gambar 5.45 | Perbandingan Simpangan Netto Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang Pembebanan Dom-X | 196 |
| Gambar 5.46 | Perbandingan Simpangan Netto Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang Pembebanan Dom-Y | 196 |
| Gambar 5.47 | Perbandingan Resultan Simpangan Netto Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang         | 197 |
| Gambar 5.48 | Perbandingan Simpangan Netto Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi Pembebanan Dom-X | 197 |
| Gambar 5.49 | Perbandingan Simpangan Netto Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi Pembebanan Dom-Y | 198 |
| Gambar 5.50 | Perbandingan Resultan Simpangan Netto Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi         | 198 |
| Gambar 5.51 | Ilustrasi Sudut Rotasi Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X                                  | 201 |
| Gambar 5.52 | Sudut Rotasi Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X         | 202 |
| Gambar 5.53 | Sudut Rotasi Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X         | 203 |
| Gambar 5.54 | Resultan Sudut Rotasi Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X       | 204 |
| Gambar 5.55 | Tampak Atas Sudut Rotasi Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X         | 205 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Gambar 5.56 | Ilustrasi Sudut Rotasi Struktur Bangunan Dengan Rotasi<br>Pembebanan Dominan Y                            | 206 |
| Gambar 5.57 | Sudut Rotasi Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur<br>Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 207 |
| Gambar 5.58 | Sudut Rotasi Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur<br>Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 208 |
| Gambar 5.59 | Resultan Sudut Rotasi Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur<br>Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y | 209 |
| Gambar 5.60 | Tampak Atas Sudut Rotasi Setiap Frek Gempa Pada Struktur<br>Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 210 |
| Gambar 5.61 | Ilustrasi Sudut Rotasi Struktur Bangunan Tanpa Rotasi<br>Pembebanan Dominan X                             | 212 |
| Gambar 5.62 | Sudut Rotasi Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur<br>Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 213 |
| Gambar 5.63 | Sudut Rotasi Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur<br>Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 214 |
| Gambar 5.64 | Resultan Sudut Rotasi Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur<br>Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X  | 215 |
| Gambar 5.65 | Tampak Atas Sudut Rotasi Setiap Frek Gempa Pada Struktur<br>Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 216 |
| Gambar 5.66 | Ilustrasi Sudut Rotasi Struktur Bangunan Tanpa Rotasi<br>Pembebanan Dominan Y                             | 217 |
| Gambar 5.67 | Sudut Rotasi Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur<br>Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 218 |
| Gambar 5.68 | Sudut Rotasi Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur<br>Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 219 |
| Gambar 5.69 | Resultan Sudut Rotasi Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur<br>Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y  | 220 |
| Gambar 5.70 | Tampak Atas Sudut Rotasi Setiap Frek Gempa Pada Struktur<br>Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 221 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Gambar 5.71 | Ilustrasi Simpangan Rotasi Struktur Bangunan Dengan Rotasi<br>Pembebanan Dominan X                            | 226 |
| Gambar 5.72 | Simpangan Rotasi Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X   | 227 |
| Gambar 5.73 | Simpangan Rotasi Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X   | 228 |
| Gambar 5.74 | Resultan Simpangan Rotasi Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X | 229 |
| Gambar 5.75 | Tampak Atas Simpangan Rotasi Setiap Frek Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X   | 230 |
| Gambar 5.76 | Ilustrasi Simpangan Rotasi Struktur Bangunan Dengan Rotasi<br>Pembebanan Dominan Y                            | 231 |
| Gambar 5.77 | Simpangan Rotasi Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 232 |
| Gambar 5.78 | Simpangan Rotasi Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 233 |
| Gambar 5.79 | Resultan Simpangan Rotasi Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y | 234 |
| Gambar 5.80 | Tampak Atas Simpangan Rotasi Setiap Frek Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 235 |
| Gambar 5.81 | Simpangan Rotasi Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X | 238 |
| Gambar 5.82 | Simpangan Rotasi Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y | 238 |
| Gambar 5.83 | Resultan Simpangan Rotasi Maksimum Setiap Frekuensi<br>Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi             | 239 |
| Gambar 5.84 | Ilustrasi Simpangan Rotasi Struktur Bangunan Tanpa Rotasi<br>Pembebanan Dominan X                             | 241 |
| Gambar 5.85 | Simpangan Rotasi Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 242 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Gambar 5.86  | Simpangan Rotasi Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X       | 243 |
| Gambar 5.87  | Resultan Simpangan Rotasi Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X     | 244 |
| Gambar 5.88  | Tampak Atas Simpangan Rotasi Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X       | 245 |
| Gambar 5.89  | Ilustrasi Simpangan Rotasi Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y                                | 246 |
| Gambar 5.90  | Simpangan Rotasi Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y       | 247 |
| Gambar 5.91  | Simpangan Rotasi Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y       | 248 |
| Gambar 5.92  | Resultan Simpangan Rotasi Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y     | 249 |
| Gambar 5.93  | Tampak Atas Simpangan Rotasi Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y       | 250 |
| Gambar 5.94  | Simpangan Rotasi Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X     | 253 |
| Gambar 5.95  | Simpangan Rotasi Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y     | 253 |
| Gambar 5.96  | Resultan Simpangan Rotasi Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi                 | 254 |
| Gambar 5.97  | Perbandingan Simpangan Rotasi Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah Pembebanan Dom-X | 259 |
| Gambar 5.98  | Perbandingan Simpangan Rotasi Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah Pembebanan Dom-Y | 260 |
| Gambar 5.99  | Perbandingan Resultan Simpangan Rotasi Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah         | 260 |
| Gambar 5.100 | Perbandingan Simpangan Rotasi Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang Pembebanan Dom-X | 261 |



|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Gambar 5.101 | Perbandingan Simpangan Rotasi Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang Pembebanan Dom-Y | 261 |
| Gambar 5.102 | Perbandingan Resultan Simpangan Rotasi Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang         | 262 |
| Gambar 5.103 | Perbandingan Simpangan Rotasi Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi Pembebanan Dom-X | 262 |
| Gambar 5.104 | Perbandingan Simpangan Rotasi Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi Pembebanan Dom-Y | 263 |
| Gambar 5.105 | Perbandingan Resultan Simpangan Rotasi Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi         | 263 |
| Gambar 5.106 | Ilustrasi Simpangan Total Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X                                | 266 |
| Gambar 5.107 | Simpangan Total Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X       | 267 |
| Gambar 5.108 | Simpangan Total Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X       | 268 |
| Gambar 5.109 | Resultan Simpangan Total Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X     | 269 |
| Gambar 5.110 | Tampak Atas Simpangan Total Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X       | 270 |
| Gambar 5.111 | Ilustrasi Simpangan Total Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y                                | 271 |
| Gambar 5.112 | Simpangan Total Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y       | 272 |
| Gambar 5.113 | Simpangan Total Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y       | 273 |
| Gambar 5.114 | Resultan Simpangan Total Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y     | 274 |
| Gambar 5.115 | Tampak Atas Simpangan Total Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y       | 275 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Gambar 5.116 | Simpangan Total Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X | 278 |
| Gambar 5.117 | Simpangan Total Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y | 278 |
| Gambar 5.118 | Resultan Simpangan Total Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi             | 279 |
| Gambar 5.119 | Ilustrasi Simpangan Total Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X                             | 281 |
| Gambar 5.120 | Simpangan Total Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 282 |
| Gambar 5.121 | Simpangan Total Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 283 |
| Gambar 5.122 | Resultan Simpangan Total Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X  | 284 |
| Gambar 5.123 | Tampak Atas Simpangan Total Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 285 |
| Gambar 5.124 | Ilustrasi Simpangan Total Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y                             | 286 |
| Gambar 5.125 | Simpangan Total Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 287 |
| Gambar 5.126 | Simpangan Total Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 288 |
| Gambar 5.127 | Resultan Simpangan Total Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y  | 289 |
| Gambar 5.128 | Tampak Atas Simpangan Total Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 290 |
| Gambar 5.129 | Simpangan Total Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X  | 293 |
| Gambar 5.130 | Simpangan Total Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y  | 293 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Gambar 5.131 | Resultan Simpangan Total Maksimum Setiap Frekuensi<br>Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi                 | 294 |
| Gambar 5.132 | Perbandingan Simpangan Total Maks Bangunan Dengan Rotasi<br>dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah Pembebanan Dom-X | 301 |
| Gambar 5.133 | Perbandingan Simpangan Total Maks Bangunan Dengan Rotasi<br>dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah Pembebanan Dom-Y | 302 |
| Gambar 5.134 | Perbandingan Resultan Simpangan Total Maks Bangunan Dengan<br>Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah         | 302 |
| Gambar 5.135 | Perbandingan Simpangan Total Maks Bangunan Dengan Rotasi<br>dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang Pembebanan Dom-X | 303 |
| Gambar 5.136 | Perbandingan Simpangan Total Maks Bangunan Dengan Rotasi<br>dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang Pembebanan Dom-Y | 303 |
| Gambar 5.137 | Perbandingan Resultan Simpangan Total Maks Bangunan<br>Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang         | 304 |
| Gambar 5.138 | Perbandingan Simpangan Total Maks Bangunan Dengan Rotasi<br>dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi Pembebanan Dom-X | 304 |
| Gambar 5.139 | Perbandingan Simpangan Total Maks Bangunan Dengan Rotasi<br>dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi Pembebanan Dom-Y | 305 |
| Gambar 5.140 | Perbandingan Resultan Simpangan Total Maks Bangunan<br>Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi         | 305 |
| Gambar 5.141 | Simpangan Maksimum Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X   | 307 |
| Gambar 5.142 | Simpangan Maksimum Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X   | 308 |
| Gambar 5.143 | Resultan Simpangan Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X | 309 |
| Gambar 5.144 | Simpangan Maksimum Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 310 |
| Gambar 5.145 | Simpangan Maksimum Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 311 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Gambar 5.146 | Resultan Simpangan Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y             | 312 |
| Gambar 5.147 | Simpangan Maksimum Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X                | 314 |
| Gambar 5.148 | Simpangan Maksimum Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X                | 315 |
| Gambar 5.149 | Resultan Simpangan Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X              | 316 |
| Gambar 5.150 | Simpangan Maksimum Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y                | 317 |
| Gambar 5.151 | Simpangan Maksimum Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y                | 318 |
| Gambar 5.152 | Resultan Simpangan Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y              | 319 |
| Gambar 5.153 | Ilustrasi <i>Interstorey Drift Ratio</i> Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X                            | 322 |
| Gambar 5.154 | <i>Interstorey Drift Ratio</i> Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X   | 323 |
| Gambar 5.155 | <i>Interstorey Drift Ratio</i> Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X   | 324 |
| Gambar 5.156 | Resultan <i>Interstorey Drift Ratio</i> Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X | 325 |
| Gambar 5.157 | Tampak Atas <i>Interstorey Drift Ratio</i> Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X   | 326 |
| Gambar 5.158 | Ilustrasi <i>Interstorey Drift Ratio</i> Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y                            | 327 |
| Gambar 5.159 | <i>Interstorey Drift Ratio</i> Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 328 |
| Gambar 5.160 | <i>Interstorey Drift Ratio</i> Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 329 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Gambar 5.161 | Resultan <i>Interstorey Drift Ratio</i> Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y | 330 |
| Gambar 5.162 | Tampak Atas <i>Interstorey Drift Ratio</i> Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 331 |
| Gambar 5.163 | <i>Interstorey Drift Ratio</i> Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X | 334 |
| Gambar 5.164 | <i>Interstorey Drift Ratio</i> Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y | 334 |
| Gambar 5.165 | Resultan <i>Interstorey Drift Ratio</i> Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi             | 335 |
| Gambar 5.166 | Ilustrasi <i>Interstorey Drift Ratio</i> Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X                             | 337 |
| Gambar 5.167 | <i>Interstorey Drift Ratio</i> Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 338 |
| Gambar 5.168 | <i>Interstorey Drift Ratio</i> Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 339 |
| Gambar 5.169 | Resultan <i>Interstorey Drift Ratio</i> Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X  | 340 |
| Gambar 5.170 | Tampak Atas <i>Interstorey Drift Ratio</i> Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 341 |
| Gambar 5.171 | Ilustrasi <i>Interstorey Drift Ratio</i> Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y                             | 342 |
| Gambar 5.172 | <i>Interstorey Drift Ratio</i> Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 343 |
| Gambar 5.173 | <i>Interstorey Drift Ratio</i> Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 344 |
| Gambar 5.174 | Resultan <i>Interstorey Drift Ratio</i> Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y  | 345 |
| Gambar 5.175 | Tampak Atas <i>Interstorey Drift Ratio</i> Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 346 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Gambar 5.176 | <i>Interstorey Drift Ratio</i> Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X | 349 |
| Gambar 5.177 | <i>Interstorey Drift Ratio</i> Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y | 349 |
| Gambar 5.178 | Resultan <i>Interstorey Drift Ratio</i> Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi             | 350 |
| Gambar 5.179 | Perbandingan <i>Interstorey Drift</i> Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah Pembebanan Dom-X   | 356 |
| Gambar 5.180 | Perbandingan <i>Interstorey Drift</i> Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah Pembebanan Dom-Y   | 357 |
| Gambar 5.181 | Perbandingan Resultan <i>Interstorey Drift</i> Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah           | 357 |
| Gambar 5.182 | Perbandingan <i>Interstorey Drift</i> Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang Pembebanan Dom-X   | 358 |
| Gambar 5.183 | Perbandingan <i>Interstorey Drift</i> Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang Pembebanan Dom-Y   | 358 |
| Gambar 5.184 | Perbandingan Resultan <i>Interstorey Drift</i> Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang           | 359 |
| Gambar 5.185 | Perbandingan <i>Interstorey Drift</i> Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi Pembebanan Dom-X   | 359 |
| Gambar 5.186 | Perbandingan <i>Interstorey Drift</i> Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi Pembebanan Dom-Y   | 360 |
| Gambar 5.187 | Perbandingan Resultan <i>Interstorey Drift</i> Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi           | 360 |
| Gambar 5.188 | Ilustrasi Gaya Horizontal Tingkat Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X                                  | 363 |
| Gambar 5.189 | Gaya Horizontal Tingkat Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X         | 364 |
| Gambar 5.190 | Gaya Horizontal Tingkat Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X         | 365 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Gambar 5.191 | Resultan Gaya Horizontal Tingkat Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X | 366 |
| Gambar 5.192 | Tampak Atas Gaya Horizontal Tkt Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X       | 367 |
| Gambar 5.193 | Ilustrasi Gaya Horizontal Tingkat Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y                            | 368 |
| Gambar 5.194 | Gaya Horizontal Tingkat Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 369 |
| Gambar 5.195 | Gaya Horizontal Tingkat Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 370 |
| Gambar 5.196 | Resultan Gaya Horizontal Tingkat Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y | 371 |
| Gambar 5.197 | Tampak Atas Gaya Horizontal Tkt Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y       | 372 |
| Gambar 5.198 | Gaya Horizontal Tkt Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X     | 375 |
| Gambar 5.199 | Gaya Horizontal Tkt Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y     | 375 |
| Gambar 5.200 | Resultan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi             | 376 |
| Gambar 5.201 | Ilustrasi Gaya Horizontal Tingkat Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X                             | 378 |
| Gambar 5.202 | Gaya Horizontal Tingkat Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 379 |
| Gambar 5.203 | Gaya Horizontal Tingkat Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 380 |
| Gambar 5.204 | Resultan Gaya Horizontal Tingkat Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X  | 381 |
| Gambar 5.205 | Tampak Atas Gaya Horizontal Tkt Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X        | 382 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Gambar 5.206 | Ilustrasi Gaya Horizontal Tingkat Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y                            | 383 |
| Gambar 5.207 | Gaya Horizontal Tingkat Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 384 |
| Gambar 5.208 | Gaya Horizontal Tingkat Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 385 |
| Gambar 5.209 | Resultan Gaya Horizontal Tingkat Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y | 386 |
| Gambar 5.210 | Tampak Atas Gaya Horizontal Tkt Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y       | 387 |
| Gambar 5.211 | Gaya Horizontal Tkt Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X     | 390 |
| Gambar 5.212 | Gaya Horizontal Tkt Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y     | 390 |
| Gambar 5.213 | Resultan Gaya Horizontal Tingkat Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi             | 391 |
| Gambar 5.214 | Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Frek Rendah Pembebanan Dom-X   | 397 |
| Gambar 5.215 | Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Frek Rendah Pembebanan Dom-Y   | 398 |
| Gambar 5.216 | Perbandingan Resultan Horizontal Geser Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah    | 398 |
| Gambar 5.217 | Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Frek Sedang Pembebanan Dom-X   | 399 |
| Gambar 5.218 | Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Frek Sedang Pembebanan Dom-Y   | 399 |
| Gambar 5.219 | Perbandingan Resultan Gaya Horizontal Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang     | 400 |
| Gambar 5.220 | Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Frek Tinggi Pembebanan Dom-X   | 400 |



|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Gambar 5.221 | Perbandingan Gaya Horizontal Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Frek Tinggi Pembebanan Dom-Y | 401 |
| Gambar 5.222 | Perbandingan Resultan Gaya Horizontal Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi   | 401 |
| Gambar 5.223 | Ilustrasi Gaya Geser Tingkat Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X                              | 404 |
| Gambar 5.224 | Gaya Geser Tingkat Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X     | 405 |
| Gambar 5.225 | Gaya Geser Tingkat Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X     | 406 |
| Gambar 5.226 | Resultan Gaya Geser Tingkat Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X   | 407 |
| Gambar 5.227 | Tampak Atas Gaya Geser Tingkat Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X     | 408 |
| Gambar 5.228 | Ilustrasi Gaya Geser Tingkat Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y                              | 409 |
| Gambar 5.229 | Gaya Geser Tingkat Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y     | 410 |
| Gambar 5.230 | Gaya Geser Tingkat Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y     | 411 |
| Gambar 5.231 | Resultan Gaya Geser Tingkat Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 412 |
| Gambar 5.232 | Tampak Atas Gaya Geser Tingkat Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y     | 413 |
| Gambar 5.233 | Gaya Geser Tingkat Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X   | 416 |
| Gambar 5.234 | Gaya Geser Tingkat Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 416 |
| Gambar 5.235 | Resultan Gaya Geser Tingkat Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi               | 417 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Gambar 5.236 | Ilustrasi Gaya Geser Tingkat Struktur Bangunan Tanpa Rotasi<br>Pembebanan Dominan X                            | 419 |
| Gambar 5.237 | Gaya Geser Tingkat Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X   | 420 |
| Gambar 5.238 | Gaya Geser Tingkat Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X   | 421 |
| Gambar 5.239 | Resultan Gaya Geser Tingkat Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X | 422 |
| Gambar 5.240 | Tampak Atas Gaya Geser Tingkat Setiap Frek Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X   | 423 |
| Gambar 5.241 | Ilustrasi Gaya Geser Tingkat Struktur Bangunan Tanpa Rotasi<br>Pembebanan Dominan Y                            | 424 |
| Gambar 5.242 | Gaya Geser Tingkat Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 425 |
| Gambar 5.243 | Gaya Geser Tingkat Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 426 |
| Gambar 5.244 | Resultan Gaya Geser Tingkat Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y | 427 |
| Gambar 5.245 | Tampak Atas Gaya Geser Tingkat Setiap Frek Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 428 |
| Gambar 5.246 | Gaya Geser Tingkat Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X | 431 |
| Gambar 5.247 | Gaya Geser Tingkat Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada<br>Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y | 431 |
| Gambar 5.248 | Resultan Gaya Geser Tingkat Maksimum Setiap Frekuensi<br>Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi             | 432 |
| Gambar 5.249 | Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maks Bangunan Dengan<br>Rotasi dan Tanpa Rotasi Frek Rendah Pembebanan Dom-X   | 439 |
| Gambar 5.250 | Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maks Bangunan Dengan<br>Rotasi dan Tanpa Rotasi Frek Rendah Pembebanan Dom-Y   | 440 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Gambar 5.251 | Perbandingan Resultan Gaya Geser Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah   | 440 |
| Gambar 5.252 | Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Frek Sedang Pembebanan Dom-X | 441 |
| Gambar 5.253 | Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Frek Sedang Pembebanan Dom-Y | 441 |
| Gambar 5.254 | Perbandingan Resultan Gaya Geser Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang   | 442 |
| Gambar 5.255 | Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Frek Tinggi Pembebanan Dom-X | 442 |
| Gambar 5.256 | Perbandingan Gaya Geser Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Frek Tinggi Pembebanan Dom-Y | 443 |
| Gambar 5.257 | Perbandingan Resultan Gaya Geser Tingkat Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi   | 443 |
| Gambar 5.258 | Ilustrasi Momen Guling Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X                               | 446 |
| Gambar 5.259 | Momen Guling Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X      | 447 |
| Gambar 5.260 | Momen Guling Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X      | 448 |
| Gambar 5.261 | Resultan Momen Guling Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X    | 449 |
| Gambar 5.262 | Tampak Atas Momen Guling Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X      | 450 |
| Gambar 5.263 | Ilustrasi Momen Guling Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y                               | 451 |
| Gambar 5.264 | Momen Guling Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y      | 452 |
| Gambar 5.265 | Momen Guling Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y      | 453 |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| Gambar 5.266 | Resultan Momen Guling Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y | 454 |
| Gambar 5.267 | Tampak Atas Momen Guling Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y   | 455 |
| Gambar 5.268 | Momen Guling Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan X | 458 |
| Gambar 5.269 | Momen Guling Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi Pembebanan Dominan Y | 458 |
| Gambar 5.270 | Resultan Momen Guling Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Dengan Rotasi             | 459 |
| Gambar 5.271 | Ilustrasi Momen Guling Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X                             | 462 |
| Gambar 5.272 | Momen Guling Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 463 |
| Gambar 5.273 | Momen Guling Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 464 |
| Gambar 5.274 | Resultan Momen Guling Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X  | 465 |
| Gambar 5.275 | Tampak Atas Momen Guling Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X    | 466 |
| Gambar 5.276 | Ilustrasi Momen Guling Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y                             | 467 |
| Gambar 5.277 | Momen Guling Arah X Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 468 |
| Gambar 5.278 | Momen Guling Arah Y Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 469 |
| Gambar 5.279 | Resultan Momen Guling Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y  | 470 |
| Gambar 5.280 | Tampak Atas Momen Guling Setiap Frek Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y    | 471 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| Gambar 5.281 | Momen Guling Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan X     | 474 |
| Gambar 5.282 | Momen Guling Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi Pembebanan Dominan Y     | 474 |
| Gambar 5.283 | Resultan Momen Guling Maksimum Setiap Frekuensi Gempa Pada Struktur Bangunan Tanpa Rotasi                 | 475 |
| Gambar 5.284 | Perbandingan Momen Guling Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah Pembebanan Dom-X | 481 |
| Gambar 5.285 | Perbandingan Momen Guling Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah Pembebanan Dom-Y | 482 |
| Gambar 5.286 | Perbandingan Resultan Momen Guling Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Rendah         | 482 |
| Gambar 5.287 | Perbandingan Momen Guling Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang Pembebanan Dom-X | 483 |
| Gambar 5.288 | Perbandingan Momen Guling Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang Pembebanan Dom-Y | 483 |
| Gambar 5.289 | Perbandingan Resultan Momen Guling Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Sedang         | 484 |
| Gambar 5.290 | Perbandingan Momen Guling Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi Pembebanan Dom-X | 484 |
| Gambar 5.291 | Perbandingan Momen Guling Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi Pembebanan Dom-Y | 485 |
| Gambar 5.292 | Perbandingan Resultan Momen Guling Maks Bangunan Dengan Rotasi dan Tanpa Rotasi Gempa Frek Tinggi         | 485 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Lampiran 1 | Verifikasi Keamanan Model Struktur                    | 491 |
| Lampiran 2 | Rekaman Beban Gempa                                   | 506 |
| Lampiran 3 | Verifikasi Perhitungan Manual dan MATLAB              | 509 |
| Lampiran 4 | Cek Respon Struktur <i>Couple</i> dan <i>Uncouple</i> | 547 |
| Lampiran 5 | <i>Dependent Dynamic Analysis Program</i> (DDAP)      | 550 |

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| $\bar{\sigma}_0$                   | = <i>Effective Confining Pressure</i>              |
| $\gamma_{ss}$                      | = Regangan Geser Permukaan Tanah                   |
| $\sigma_1$                         | = Tegangan Vertikal Efektif                        |
| $\sigma_2$                         | = Tegangan Horizontal                              |
| $\sigma_3$                         | = Tegangan Horizontal                              |
| [C]                                | = Matriks Redaman                                  |
| [K]                                | = Matriks Kekakuan                                 |
| [M]                                | = Matriks Massa                                    |
| $\{\dot{Y}\}$ atau $\{\dot{y}\}$   | = Vektor Kecepatan                                 |
| $\{\ddot{Y}\}$ atau $\{\ddot{y}\}$ | = Vektor Percepatan                                |
| $\{Y\}$ atau $\{y\}$               | = Vektor Simpangan                                 |
| 2D                                 | = 2 Dimensi  |
| 3D                                 | = 3 Dimensi  |
| A                                  | = Luas   |
| $A_b$                              | = Luas Dasar Fondasi                               |
| $A_w$                              | = Luas Sisi Kontak Fondasi dengan Tanah            |
| B                                  | = Lebar  |
| $B_e$                              | = Lebar Efektif                                    |
| c                                  | = Kohesi   |
| $c_h$                              | = Redaman Horizontal Tanah                         |
| $C_m$                              | = Koefisien Muto                                   |
| $c_r$                              | = Redaman Rotasi Tanah                             |
| $C_{rx}$                           | = Redaman Rotasi Searah Sumbu X                    |
| $C_{rx,emb}$                       | = Redaman Rotasi Fondasi Tertanam Searah Sumbu X   |
| $C_{ry}$                           | = Redaman Rotasi Searah Sumbu Y                    |
| $C_{ry,emb}$                       | = Redaman Rotasi Fondasi Tertanam Searah Sumbu Y   |
| $C_x$                              | = Redaman Horizontal Arah Sumbu X                  |
| $C_{x,emb}$                        | = Redaman Horizontal Fondasi Tertanam Arah Sumbu X |

|             |  |
|-------------|--|
| $C_y$       | = Redaman Horizontal Arah Sumbu Y                  |
| $C_{y,emb}$ | = Redaman Horizontal Fondasi Tertanam Arah Sumbu Y |
| $d$         | = Kedalaman Tertanam                               |
| $D$         | = Redaman Tanah                                    |
| DDAP        | = <i>Dependent Dynamic Analysis Program</i>        |
| DOF         | = <i>Degree of Freedom</i> (Derajat Kebebasan)     |
| DR          | = <i>Interstorey Drift Ratio</i>                   |
| $D_r$       | = Kepadatan Relatif                                |
| $e$         | = <i>Void Ratio</i>                                |
| $E_c$       | = Modulus Elastisitas Beton                        |
| EW          | = <i>East-West</i>                                 |
| $f$         | = Frekuensi Natural                                |
| $F$         | = Gaya Horizontal Tingkat                          |
| $f'_c$      | = Mutu Beton                                       |
| $F_c$       | = Gaya Akibat Redaman                              |
| $F_i$       | = Gaya Akibat Inersia                              |
| $F_k$       | = Gaya Akibat Kekakuan                             |
| $f_y$       | = Mutu Baja  |
| $G$         | = Modulus Geser Tanah                              |
| $g$         | = Percepatan Gravitasi                             |
| $G_o$       | = Modulus Geser Maksimum                           |
| $h$         | = Tebal  |
| $H$         | = Tinggi   |
| $h_f$       | = Tebal Pelat                                      |
| $H_n$       | = Tinggi Bersih                                    |
| $I$         | = Momen Inersia                                    |
| $I_b$       | = Momen Inersia Balok                              |
| $I_{bx}$    | = Momen Inersia Dasar Fondasi Terhadap Sumbu X     |
| $I_{by}$    | = Momen Inersia Dasar Fondasi Terhadap Sumbu Y     |
| $I_c$       | = Momen Inersia Kolom                              |
| $I_G$       | = Momen Inersia Polar                              |



|                |   |
|----------------|---|
| $I_{x0}$       | = Inersia Pusat Massa Terhadap Sumbu X                      |
| $I_{y0}$       | = Inersia Pusat Massa Terhadap Sumbu Y                      |
| $I_{\theta x}$ | = Momen Inersia Massa Terhadap Sumbu X                      |
| $I_{\theta y}$ | = Momen Inersia Massa Terhadap Sumbu Y                      |
| $K$            | = Kekakuan  |
| $k'$           | = Kekakuan Relatif  |
| $k_b$          | = Kekakuan Balok  |
| $k_c$          | = Kekakuan Kolom  |
| $K_f$          | = Kekakuan <i>Shear Building</i>                            |
| $k_h$          | = Kekakuan Horizontal Tanah                                 |
| $Kk_b$         | = Kekakuan Relatif Balok                                    |
| $Kk_c$         | = Kekakuan Relatif Kolom                                    |
| $K_m$          | = Kekakuan Muto   |
| $K_o$          | = Tekanan Lateral Tanah Saat Diam                           |
| $k_r$          | = Kekakuan Rotasi Tanah                                     |
| $K_{rx}$       | = Kekakuan Rotasi Searah Sumbu X                            |
| $K_{rx,emb}$   | = Kekakuan Rotasi Fondasi Tertanam Searah Sumbu X           |
| $K_{ry}$       | = Kekakuan Rotasi Searah Sumbu Y                            |
| $K_{ry,emb}$   | = Kekakuan Rotasi Fondasi Tertanam Searah Sumbu Y           |
| $K_x$          | = Kekakuan Horizontal Arah Sumbu X                          |
| $K_{x,emb}$    | = Kekakuan Horizontal Fondasi Tertanam Arah Sumbu X         |
| $K_y$          | = Kekakuan Horizontal Arah Sumbu Y                          |
| $K_{y,emb}$    | = Kekakuan Horizontal Fondasi Tertanam Arah Sumbu Y         |
| $L$            | = Panjang   |
| $L_n$          | = Panjang Bersih  |
| $m$            | = Massa   |
| $M$            | = Momen   |
| MDOF           | = <i>Multi Degree of Freedom</i> (Derajat Kebebasan Banyak) |
| $n$            | = Jumlah  |
| NS             | = <i>North-South</i>  |
| OCR            | = <i>Over Consolidated Ratio</i>                            |

|                |  |
|----------------|--|
| PA             | = Pelat Atap   |
| PI             | = Indeks Plastisitas                                       |
| PL             | = Pelat Lantai   |
| PPPURG         | = Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung    |
| PPTGIUG        | = Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung |
| $Q_D$          | = Beban Mati   |
| $Q_L$          | = Beban Hidup  |
| R              | = Jarak Episenter Gempa                                    |
| SNI            | = Standar Nasional Indonesia                               |
| T              | = Periode Getar Struktur                                   |
| t              | = Waktu  |
| $u_g$          | = Simpangan Tanah Bebas                                    |
| $u_i$          | = Simpangan Relatif Tingkat                                |
| $u_o$          | = Simpangan Tanah Dasar                                    |
| $u_r$          | = Simpangan Akibat Rotasi Fondasi                          |
| $u_t$          | = Simpangan Total  |
| V              | = Gaya Geser Tingkat                                       |
| $V_{LA}$       | = Kecepatan Semu Gelombang Longitudinal Lymner             |
| $V_s$          | = Kecepatan Gelombang Geser                                |
| W              | = Berat  |
| $\dot{y}$      | = Kecepatan  |
| $\ddot{y}$     | = Percepatan   |
| y              | = Simpangan  |
| $y_0$          | = Simpangan Fondasi  |
| $y_n$          | = Simpangan Netto  |
| $y_r$          | = Simpangan Rotasi   |
| $y_t$          | = Simpangan Total  |
| $\gamma$       | = Berat Volume   |
| $\gamma'$      | = Berat Volume Efektif                                     |
| $\gamma_{sat}$ | = Berat Volume Tanah dalam Keadaan Jenuh                   |
| $\gamma_{wet}$ | = Berat Volume Tanah dalam Keadaan Basah                   |

|                   |                              |
|-------------------|------------------------------|
| $\Delta P$        | = Perubahan Intensitas Beban |
| $\Delta \dot{y}$  | = Perubahan Kecepatan        |
| $\Delta \ddot{y}$ | = Perubahan Percepatan       |
| $\Delta y$        | = Perubahan Simpangan        |
| $\theta$          | = Sudut Rotasi               |
| $\nu$             | = <i>Poisson Ratio</i>       |
| $\zeta$           | = Rasio Redaman              |
| $\rho$            | = Rapat Massa Tanah          |
| $\tau$            | = Tegangan Geser             |
| $\varphi$         | = Sudut Gesek Dalam          |
| $\omega$          | = Frekuensi Sudut            |