

# **ANALISIS DAN DESAIN PADA STRUKTUR BAJA DENGAN SISTEM RANGKA BRESING KONSENTRIK BIASA (SRBKB) DAN SISTEM RANGKA BRESING KONSENTRIK KHUSUS (SRBKK)**

**ROSINDO  
NRP : 0821060**

**Pembimbing : Ir. GINARDY HUSADA, M.T  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA  
BANDUNG**

---

## **ABSTRAK**

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki ancaman gempa bumi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, dalam merencanakan suatu bangunan sangat penting untuk memperhitungkan beban gempa. Dalam hal ini akan direncanakan bangunan kantor 5 lantai didesain pada wilayah 3 dan jenis tanah keras dengan Sistem Rangka Bresing Konsentrik Biasa (SRBKB) dan Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus (SRBKK). Dalam analisis beban gempa digunakan metoda analisis statik ekuivalen.

Sebagai hasil dari analisis dan desain bangunan tersebut diatas diperoleh tingkat distribusi beban lateral pada bresing SRBKK 58,613% lebih besar daripada SRBKB 58,173%. Berat struktur SRBKB 3405976,3 kg lebih besar daripada SRBKK 3398128,4 kg. Simpangan elastis maksimum SRBKB sebesar 24.8309 mm, lebih besar dari pada SRBKK sebesar 22.2769 mm. Simpangan inelastis maksimum SRBKB sebesar 97,33713 mm lebih kecil daripada SRBKK sebesar 103,668 mm. Namun daktilitas struktur SRBKK lebih baik dibandingkan SRBKB. Oleh karena itu jenis struktur SRBKK lebih cocok untuk diterapkan di wilayah gempa kuat.

**Kata Kunci:** Sistem Rangka Bresing Konsentrik Biasa, Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus, analisis statik ekuivalen.

# **ANALYSIS AND DESIGN ON STEEL STRUCTURE WITH ORDINARY CONCENTRICALLY BRACED FRAMES (OCBF) AND SPECIAL CONCENTRICALLY BRACED FRAMES (SCBF)**

**ROSINDO  
NRP : 0821060**

**Advisor : Ir. GINARDY HUSADA, M.T  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
MARANATHA CHRISTIAN UNIVERSITY  
BANDUNG**

---

## **ABSTRACT**

Indonesia is an archipelago which has the threat of earthquakes is high enough. Therefore, in planning a building is very important to take account earthquake loading. In this case will be planned office building 5 floors designed in regions 3 and kind of hard soil with Ordinary Centrically Braced Frames (OCBF) And Special Centrically Braced Frames (SCBF). In the analysis of seismic equivalent static analysis method is used.

As a result of the analysis and design of the building above the level obtained by the lateral load distribution on the bracing SCBF is 58,613 % greater than OCBF is 58,173%. Weight OCBF structure is 3405976,3 kg greater than SCBF is 3398128,4 kg. OCBF maximum elastic deflection is 24,8309 mm, larger than the SCBF is 22,2769 mm. OCBF maximum inelastic deviation is 97,33713 mm smaller than SCBF is 103,668 mm. However SCBF better ductility compared OCBF. Therefore SCBF type structure is more suitable for application in strong earthquake areas.

**Key word:** Ordinary Centrically Braced Frames (OCBF), Special Centrically Braced Frames (SCBF), and static equivalent analysis.

# DAFTAR ISI

|                                                                           |       |
|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| Halaman Judul .....                                                       | i     |
| Surat Keterangan Tugas Akhir .....                                        | ii    |
| Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir .....                                | iii   |
| Lembar Pengesahan .....                                                   | iv    |
| Pernyataan Orisinalitas Laporan Tugas Akhir .....                         | v     |
| Abstrak .....                                                             | vii   |
| Abstract .....                                                            | viii  |
| Kata Pengantar .....                                                      | xiv   |
| Daftar Isi .....                                                          | xi    |
| Daftar Gambar .....                                                       | xv    |
| Daftar Tabel .....                                                        | xvi   |
| Daftar Notasi .....                                                       | xix   |
| Daftar Lampiran .....                                                     | xxi   |
| <br><b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                                        | <br>1 |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                  | 1     |
| 1.2 Tujuan Penelitian .....                                               | 1     |
| 1.3 Ruang Lingkup Pembahasan .....                                        | 2     |
| 1.4 Sistematika Penulisan .....                                           | 3     |
| <br><b>BAB II DASAR TEORI</b> .....                                       | <br>4 |
| 2.1 Konsep Perencanaan Struktur Baja Tahan Gempa .....                    | 4     |
| 2.1.1 Beban Gempa Statik Ekuivalen .....                                  | 5     |
| 2.1.2 Kinerja Struktur Gedung Tahan Gempa .....                           | 9     |
| 2.1.3 Beban dan Kombinasi Pembebanan .....                                | 10    |
| 2.1.4 Perencanaan LRFD ( <i>Load and Resistance Factor Design</i> ) ..... | 12    |
| 2.1.5 Persyaratan Material Untuk Struktur Baja Tahan Gempa .....          | 13    |

|                |                                                                                                                       |           |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.1.6          | Daktilitas Struktur ( $\mu$ ) .....                                                                                   | 15        |
| 2.1.7          | Penyerapan Energi Gempa .....                                                                                         | 16        |
| 2.1.8          | Mekanisme Keruntuhan .....                                                                                            | 16        |
| 2.2            | Persyaratan Perencanaan Elemen Struktur .....                                                                         | 17        |
| 2.2.1          | Elemen yang Memikul Gaya Aksial Tarik .....                                                                           | 17        |
| 2.2.2          | Elemen yang Memikul Gya Aksial Tekan .....                                                                            | 19        |
| 2.2.3          | Elemen yang Memikul Momen Lentur .....                                                                                | 21        |
| 2.2.4          | Elemen yang Memikul Gaya Kombinasi .....                                                                              | 25        |
| 2.3            | Perencanaan Sistem Bresing Konsentrik .....                                                                           | 26        |
| 2.3.1          | Persyaratan Umum Rangka Bresing .....                                                                                 | 27        |
| 2.3.2          | Persyaratan Kolom (SNI 03 – 1729 – 2002 butir<br>15.6.1) .....                                                        | 28        |
| 2.3.3          | Persyaratan Untuk Sistem Rangka Bresing Konsentrik<br>Biasa (SRBKB) sesuai SNI 03 – 1729 – 2002 butir<br>15.12 .....  | 28        |
| 2.3.3.1        | Batang bresing .....                                                                                                  | 29        |
| 2.3.3.2        | Persyaratan khusus untuk konfigurasi bresing<br>tipe V dan tipe V terbalik .....                                      | 30        |
| 2.3.4          | Persyaratan Untuk Sistem Rangka Bresing Konsentrik<br>Khusus (SRBKK) sesuai SNI 03 – 1729 – 2002 butir<br>15.12 ..... | 30        |
| 2.3.4.1        | Batang bresing .....                                                                                                  | 31        |
| 2.3.4.2        | Persyaratan khusus untuk konfigurasi bresing<br>khusus .....                                                          | 32        |
| <b>BAB III</b> | <b>PEMODELAN STRUKTUR</b> .....                                                                                       | <b>33</b> |
| 3.1            | Data Struktur .....                                                                                                   | 33        |
| 3.2            | Diagram Alir Studi .....                                                                                              | 34        |
| 3.3            | Nomenklatur .....                                                                                                     | 35        |
| 3.4            | Batang Bresing .....                                                                                                  | 36        |
| 3.5            | Perletakan Struktur .....                                                                                             | 36        |
| 3.6            | Deskripsi Elemen Struktur .....                                                                                       | 36        |

|               |                                                                      |           |
|---------------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.6.1         | Balok .....                                                          | 36        |
| 3.6.2         | Kolom .....                                                          | 37        |
| 3.6.3         | Bresing .....                                                        | 38        |
| 3.6.4         | Pelat Lantai .....                                                   | 38        |
| 3.7           | Pembebanan Struktur .....                                            | 37        |
| 3.7.1         | Kombinasi Pembebanan .....                                           | 40        |
| 3.8           | Pra-Analisa Struktur .....                                           | 41        |
| 3.8.1         | Analisa Gempa Statik Ekvivalen .....                                 | 41        |
| 3.8.2         | Gaya Dalam Struktur .....                                            | 55        |
| <b>BAB IV</b> | <b>PERENCANAAN ELEMEN STRUKTUR DAN ANALISIS .....</b>                | <b>59</b> |
| 4.1           | Analisis Desain .....                                                | 59        |
| 4.2           | Batasan Simpangan .....                                              | 61        |
| 4.3           | Perencanaan Elemen Struktur .....                                    | 65        |
| 4.3.1         | Sistem Bresing Konsentrik Biasa (SRBKB) .....                        | 65        |
| 4.3.1.1       | Analisis Elemen Bresing SRBKB .....                                  | 65        |
| 4.3.1.2       | Analisis Elemen Balok SRBKB .....                                    | 72        |
| 4.3.1.3       | Analisis Elemen Kolom SRBKB .....                                    | 75        |
| 4.3.2         | Sistem Bresing Konsentrik Khusus (SRBKK) .....                       | 79        |
| 4.3.2.1       | Analisis Elemen SRBKK .....                                          | 79        |
| 4.3.2.2       | Analisis Elemen Balok SRBKK .....                                    | 86        |
| 4.3.1.2       | Analisis Elemen Kolom SRBKB .....                                    | 89        |
| 4.4           | Perbandingan Struktur SRBKB dengan SRBKK .....                       | 94        |
| 4.4.1         | Perbandingan Simpangan SRBKB dengan SRBKK.....                       | 94        |
| 4.4.2         | Perbandingan Distribusi Beban Lateral pada SRBKB<br>dan SRBKK .....  | 95        |
| 4.4.3         | Perbandingan Waktu Getar Alami .....                                 | 95        |
| 4.4.4         | Perbandingan Hasil Desain antara SRBKB dengan<br>SRBKK .....         | 96        |
| 4.4.5         | Perbandingan Berat Struktur Hasil Desain SRBKB<br>dengan SRBKK ..... | 96        |

|                                         |                |
|-----------------------------------------|----------------|
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> | <b>98</b>      |
| 5.1 Kesimpulan .....                    | 98             |
| 5.2 Saran .....                         | 99             |
| <br><b>Daftar Pustaka .....</b>         | <br><b>100</b> |
| <b>Lampiran .....</b>                   | <b>101</b>     |

## DAFTAR GAMBAR

|             |                                                                                                  |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1  | Mekanisme desain bangunan berdasarkan faktor daktilitas dan kuat lebih .....                     | 15 |
| Gambar 2.2  | Tipe rangka bresing konsentrik (a) bresing V terbalik, (b) bresing diagonal, (c) bresing x ..... | 27 |
| Gambar 3.1  | Denah Struktur .....                                                                             | 33 |
| Gambar 3.2  | Diagram Bagan Alir .....                                                                         | 34 |
| Gambar 3.3  | Gambar 3 Dimensi .....                                                                           | 35 |
| Gambar 3.4  | Gedung dengan Bresing tipe V terbalik SRBKB .....                                                | 43 |
| Gambar 3.5  | Gedung dengan Bresing tipe V terbalik SRBKK .....                                                | 43 |
| Gambar 3.6  | Nilai Periode Getar Pada SRBKB .....                                                             | 44 |
| Gambar 3.7  | Nilai Periode Getar Pada SRBKK .....                                                             | 44 |
| Gambar 3.8  | <i>Input</i> Beban Statis .....                                                                  | 45 |
| Gambar 3.9  | Massa Bangunan A .....                                                                           | 45 |
| Gambar 3.10 | Massa Bangunan B .....                                                                           | 45 |
| Gambar 3.11 | Respons Spektrum Wilayah 3 .....                                                                 | 46 |
| Gambar 3.12 | <i>Input</i> Beban ( $F_x$ ) Pada Statik Ekivalen .....                                          | 48 |
| Gambar 3.13 | <i>Input</i> Beban ( $F_y$ ) Pada Statik Ekivalen .....                                          | 49 |
| Gambar 3.14 | <i>Input</i> Beban ( $F_x$ ) Pada Statik Ekivalen .....                                          | 53 |
| Gambar 3.15 | <i>Input</i> Beban ( $F_y$ ) Pada Statik Ekivalen .....                                          | 53 |
| Gambar 3.16 | Gaya aksial bresing pada bidang A akibat kombinasi pembebanan vertikal dan horizontal. ....      | 55 |
| Gambar 3.17 | Gaya aksial pada elemen bresing dan kolom .....                                                  | 56 |
| Gambar 3.18 | Gaya geser pada elemen balok bidang A .....                                                      | 56 |
| Gambar 3.19 | Momen lentur balok pada bidang 1 .....                                                           | 57 |
| Gambar 4.1  | Ragam perbandingan tahanan elemen struktur terhadap gaya dalam .....                             | 60 |
| Gambar 4.2  | Deviasi Struktur Akibat Beban Kombinasi (1) .....                                                | 61 |

## DAFTAR TABEL

|            |                                                                                                                                         |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1  | Klasifikasi sistem struktur, sistem pemikul beban gempa, faktor modifikasi respon, R, dan faktor kuat cadang struktur, $\Omega_0$ ..... | 7  |
| Tabel 2.2  | Faktor keutamaan I untuk berbagai kategori dan bangunan .....                                                                           | 8  |
| Tabel 2.3  | Koefisien $\xi$ yang membatasi waktu getar alami struktur gedung .....                                                                  | 9  |
| Tabel 2.4  | Kombinasi pembebanan .....                                                                                                              | 10 |
| Tabel 2.5  | Sifat mekanik baja struktural .....                                                                                                     | 17 |
| Tabel 2.6  | Nilai batas perbandingan lebar terhadap tebal, $\lambda_p$ , untuk elemen tekan.....                                                    | 20 |
| Tabel 2.7  | Bentang untuk pengekang Lateral.....                                                                                                    | 21 |
| Tabel 3.1  | Nilai Gaya Geser Nominal Statik Ekuivalen ( $V_{bx}$ ) arah-x Gedung A .....                                                            | 46 |
| Tabel 3.2  | Nilai Gaya Geser Nominal Statik Ekuivalen ( $V_{by}$ ) arah-y Gedung A .....                                                            | 47 |
| Tabel 3.3  | Nilai $F_x$ Gedung A .....                                                                                                              | 47 |
| Tabel 3.4  | Nilai $F_y$ Gedung A .....                                                                                                              | 48 |
| Tabel 3.5  | Nilai $T_x(\text{Ray})$ pada Gedung A .....                                                                                             | 49 |
| Tabel 3.6  | Nilai $T_y(\text{Ray})$ pada Gedung A .....                                                                                             | 50 |
| Tabel 3.7  | Nilai Gaya Geser Nominal Statik Ekuivalen ( $V_{bx}$ ) arah-x Gedung B .....                                                            | 51 |
| Tabel 3.8  | Nilai Gaya Geser Nominal Statik Ekuivalen ( $V_{bx}$ ) arah-x Gedung B .....                                                            | 52 |
| Tabel 3.9  | Nilai $F_x$ Gedung B .....                                                                                                              | 52 |
| Tabel 3.10 | Nilai $F_x$ Gedung B .....                                                                                                              | 52 |
| Tabel 3.11 | Nilai $T_x(\text{Ray})$ pada Gedung B .....                                                                                             | 54 |
| Tabel 3.12 | Nilai $T_x(\text{Ray})$ pada Gedung B .....                                                                                             | 54 |
| Tabel 4.1  | Batasan simpangan dan rasio simpangan untuk beban gempa arah X pada SRBKB .....                                                         | 62 |

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.2 Batasan simpangan dan rasio simpangan untuk beban gempa arah Y pada SRBKB .....                                           | 62 |
| Tabel 4.3 Batasan simpangan dan rasio simpangan untuk beban gempa arah X pada SRBKB .....                                           | 63 |
| Tabel 4.4 Batasan simpangan dan rasio simpangan untuk beban gempa arah Y pada SRBKB .....                                           | 63 |
| Tabel 4.5 Perbandingan rasio simpangan SRBKB dan SRBKB .....                                                                        | 64 |
| Tabel 4.6 Gaya dalam maksimum yang terjadi pada bresing lantai 3 .....                                                              | 65 |
| Tabel 4.7 Kuat rencana aksial lentur bresing lantai 3 .....                                                                         | 65 |
| Tabel 4.8 Distribusi beban lateral ke batang bresing akibat lateral arah Y .....                                                    | 66 |
| Tabel 4.9 Distribusi beban lateral ke batang bresing akibat lateral arah X .....                                                    | 66 |
| Tabel 4.10 Properti profil bresing lantai 3 struktur SRBKB .....                                                                    | 67 |
| Tabel 4.11 Gaya dalam maximum balok tepi dengan bresing lantai 3 pada SRBKB .....                                                   | 72 |
| Tabel 4.12 Profil balok rencana berikut nilai strength ratio lentur, geser dan interaksi lentur dan geser lantai 3 pada SRBKB ..... | 72 |
| Tabel 4.13 Properti profil untuk balok dengan bresing lantai 3 pada SRBKB .....                                                     | 72 |
| Tabel 4.14 Gaya elemen kolom tepi lantai 3 SRBKB .....                                                                              | 75 |
| Tabel 4.15 Kuat rencana aksial lentur kolom lantai 3 pada SRBKB .....                                                               | 75 |
| Tabel 4.16 Profil kolom tepi lantai 3 pada SRBKB .....                                                                              | 75 |
| Tabel 4.17 Gaya dalam maksimum yang terjadi pada bresing lantai 3 .....                                                             | 79 |
| Tabel 4.18 Kuat rencana aksial lentur bresing lantai 3 .....                                                                        | 79 |
| Tabel 4.19 Distribusi beban lateral ke batang bresing akibat lateral arah Y .....                                                   | 80 |
| Tabel 4.20 Distribusi beban lateral ke batang bresing akibat lateral arah X .....                                                   | 81 |
| Tabel 4.21 Properti profil bresing lantai 3 struktur SRBKB .....                                                                    | 81 |

|                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.22 Gaya dalam maximum balok tepi dengan bresing lantai 3 pada SRBKK.....                                                   | 86 |
| Tabel 4.23 Profil balok rencana berikut nilai strength ratio lentur, geser dan interaksi lentur dan geser lantai 3 pada SRBKK..... | 86 |
| Tabel 4.24 Properti profil untuk balok dengan bresing lantai 3 pada SRBKK.....                                                     | 87 |
| Tabel 4.25 Gaya elemen kolom tepi lantai 3 SRBKK .....                                                                             | 89 |
| Tabel 4.26 Kuat rencana aksial lentur kolom lantai 3 pada SRBKK.....                                                               | 89 |
| Tabel 4.27 Profil kolom tepi lantai 3 pada SRBKK .....                                                                             | 90 |
| Tabel 4.28 Simpangan arah X .....                                                                                                  | 94 |
| Tabel 4.29 Simpangan arah Y .....                                                                                                  | 94 |
| Tabel 4.30 Perbandingan nilai $F_y$ .....                                                                                          | 95 |
| Tabel 4.31 Perbandingan nilai $F_x$ .....                                                                                          | 95 |
| Tabel 4.32 Perbandingan waktu getar alami .....                                                                                    | 95 |
| Tabel 4.33 Rekapitulasi hasil desain elemen struktur dalam satuan mm .....                                                         | 96 |
| Tabel 4.34 Berat struktur hasil perhitungan manual pada SRBKB .....                                                                | 96 |
| Tabel 4.35 Berat struktur hasil perhitungan manual pada SRBKK .....                                                                | 97 |

## DAFTAR NOTASI

|              |                                                                                            |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| $a$          | Jarak antar pelat pengaku lateral penampang                                                |
| $A_g$        | Luas penampang kotor                                                                       |
| $A_{\omega}$ | Luas kotor pelat badan                                                                     |
| $C_m$        | Faktor modifikasi momen, memperhitungkan distribusi momen yang tak seragam sepanjang kolom |
| $C_v, C_a$   | koefisien gempa dasar                                                                      |
| $E$          | Modulus elastisitas                                                                        |
| $F_i$        | Gaya horizontal pada lantai ke – i                                                         |
| $f_{cr}$     | Tegangan kritis penampang                                                                  |
| $f_r$        | Tegangan sisa                                                                              |
| $f_u$        | Tegangan putus                                                                             |
| $f_y$        | Tegangan leleh                                                                             |
| $G$          | Modulus geser                                                                              |
| $h_i$        | Ketinggian sampai tingkat 1 diukur dari tingkat penjepitan dasar                           |
| $I$          | Faktor keutamaan struktur                                                                  |
| $I_w$        | Konstanta puntir lengkung                                                                  |
| $I_x$        | Momen inersia terhadap sumbu-x                                                             |
| $I_y$        | Momen inersia terhadap sumbu-y                                                             |
| $J$          | Konstanta puntir torsi                                                                     |
| $M_A$        | momen pada $\frac{1}{4}$ bentang yang ditinjau                                             |
| $M_B$        | momen pada $\frac{1}{2}$ bentang yang ditinjau                                             |
| $M_C$        | momen pada $\frac{3}{4}$ bentang yang ditinjau                                             |
| $M_{max}$    | momen maksimum dari bentang yang ditinjau                                                  |
| $M_n$        | Kuat nominal momen lentur                                                                  |
| $M_{ntu}$    | Besarnya momen kolom akibat struktur tidak bergoyang                                       |
| $M_p$        | Momen plastis                                                                              |
| $M_r$        | Momen akibat tegangan sisa                                                                 |
| $M_u$        | Beban momen lentur terfaktor                                                               |
| $M_{ux}$     | Momen lentur terfaktor terhadap sumbu-x                                                    |
| $M_{uy}$     | Momen lentur terfaktor terhadap sumbu-y                                                    |
| $M_{nx}$     | Kuat nominal lentur penampang terhadap sumbu-x                                             |
| $M_{ny}$     | Kuat nominal lentur penampang terhadap sumbu-y                                             |
| $M_y$        | Momen elastis                                                                              |

|               |                                                                                                                     |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N_{cbr}$     | Beban kritis euler dari kolom tersebut dengan factor panjang tekuk, $k = 1.0$ , bukan beban kritis yang sebenarnya. |
| $N_{crs}$     | Beban kritis elastik kolom pada arah lentur pada bidang goyangan                                                    |
| $N_n$         | Gaya tekan nominal                                                                                                  |
| $N_u$         | Gaya tekan terfaktor                                                                                                |
| $V_n$         | Kuat geser nominal                                                                                                  |
| $V_u$         | Gaya geser terfaktor                                                                                                |
| $V$           | Gaya geser dasar rencana                                                                                            |
| $R$           | Faktor modifikasi respon                                                                                            |
| $T$           | Waktu getar alami struktur                                                                                          |
| $W_i$         | Berat lantai ke – $i$                                                                                               |
| $W_t$         | Berat total struktur                                                                                                |
| $\alpha$      | Koefisien pemuaian                                                                                                  |
| $\Delta_{oh}$ | Jumlah gaya horizontal lantai dari tingkat yang ditinjau                                                            |
| $\Delta_S$    | Simpangan elastik struktur akibat beban gempa nominal                                                               |
| $\phi$        | Faktor reduksi kuat geser                                                                                           |
| $\phi_c$      | Faktor reduksi kekutan                                                                                              |
| $\mu$         | Nisbah poisson                                                                                                      |

## DAFTAR LAMPIRAN

|            |                                                     |     |
|------------|-----------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1 | Denah Bangunan .....                                | 101 |
| Lampiran 2 | <i>Preliminary Design</i> .....                     | 104 |
| Lampiran 3 | Brosur P.T Gunung Garuda dan Beton Elemenindo ..... | 112 |
| Lampiran 4 | Pemodelan dengan <i>ETABS</i> .....                 | 116 |
| Lampiran 5 | Hasil Perhitungan <i>Excel</i> .....                | 130 |