

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN SISTEM RANGKA PEMIKUL  
MOMEN KHUSUS MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA PADA  
GEDUNG ENAM LANTAI RS. BHAYANGKARA TULUNGAGUNG**

**TUGAS AKHIR**

*Disusun dan Diajukan untuk memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar  
Sarjana (S-1) Teknik Sipil di Institut Teknologi Nasional Malang*



**Disusun Oleh:**

**MOCH RIZQI AL CHUSAINI**

**NIM 20.21.072**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
MALANG**

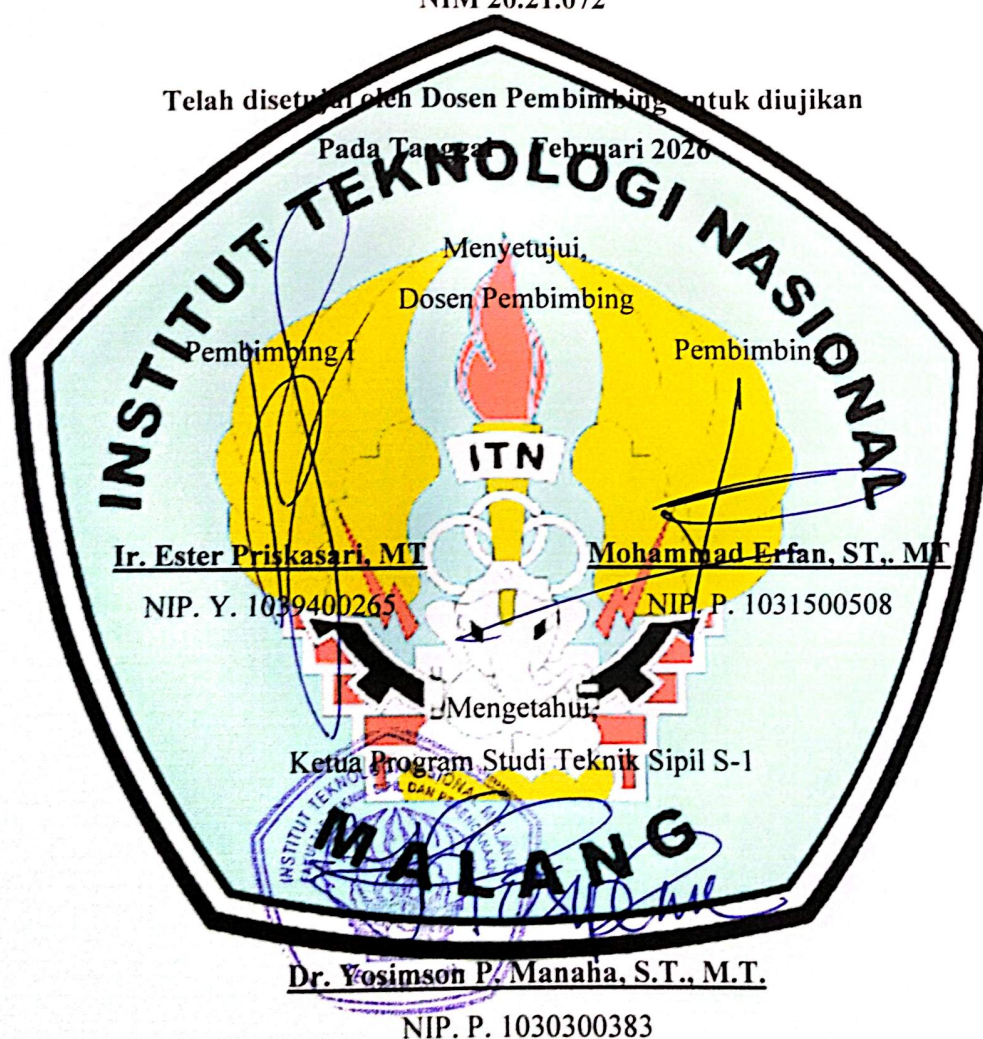
**2026**

LEMBAR PERSETUJUAN

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN SISTEM RANGKA PEMIKUL  
MOMEN KHUSUS MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA PADA  
GEDUNG ENAM LANTAI RS. BHAYANGKARA TULUNGAGUNG

Disusun Oleh:  
MOCH RIZQI AL CHUSAINI  
NIM 20.21.072

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan  
Pada Tanggal Februari 2020



Menyetujui,  
Dosen Pembimbing  
Pembimbing I Pembimbing II

Ir. Ester Priskasari, MT Mohammad Erfan, ST., MT  
NIP. Y. 1039400265 NIP. P. 1031500508

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.  
NIP. P. 1030300383

## LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN SISTEM RANGKA PEMIKUL  
MOMEN KHUSUS MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA PADA  
GEDUNG ENAM LANTAI RS. BHAYANGKARA TULUNGAGUNG**

Tugas Akhir ini telah dipertahankan di depan Dosen Penguji Tugas Akhir Jenjang S-1 dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil S-1.

Disusun Oleh:

**MOCH RIZQI AL CHUSAINI**

NIM 20.21.072

Malang, 2026



Dosen Penguji,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

**Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., MT.**  
NIP. P. 1030300383

**Hadi Surva Wibawanto S., ST., MT.**  
NIP.P. 1032000579

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi  
Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi  
Teknik Sipil S-1

**Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., MT.**  
NIP. P. 1030300383

**Nenny Roostrianawatv, ST., MT**  
NIP. P. 1031700533

**PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Moch Rizqi Al Chusaini  
Nim : 2021072  
Program Studi : Teknik Sipil S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul :

**“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG ENAM LANTAI RS. BHAYANGKARA TULUNGAGUNG”**

Merupakan karya asli dan bukan merupakan duplikat dan mengutip seluruhnya karya orang lain. Apabila di kemudian hari, karya asli saya disinyalir bukan merupakan karya asli saya, maka saya akan bersedia menerima segala kosekuensi apapun yang diberikan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Malang, 02, Maret, 2025

Yang membuat pernyataan



**Moch Rizqi Al Chusaini**

**NIM. 2021072**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini yang berjudul “**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG ENAM LANTAI RS. BHAYANGKARA TULUNGAGUNG**” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Bapak Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.** Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
2. **Ibu Nenny Roostrianawaty, ST., MT.** Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
3. **Ibu Ir.Ester Priskasari, MT.** Selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta berbagai masukan kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
4. **Bapak Mohammad Erfan, ST., MT.** Selaku Dosen Pembimbing II yang dengan sabar membimbing, mengarahkan, serta memberikan berbagai masukan dan koreksi sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. **Kedua orang tua, saudara, teman-teman,** yang selalu memberi dukungan dan do’a dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dengan penuh kesadaran, penulis memahami bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan demi perbaikan kedepannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Malang, Februari 2026

Penyusu

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Pertama-tama saya mengucapkan Puji Syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sampai terselesainya Tugas Akhir ini. Banyak kejadian yang saya alami selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, saya mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak, Ibu, Mas Angga, Mas Rizqa dan semua keluarga dan kerabat yang sangat saya sayangi. Terima kasih untuk semua memberi dukungan, do'a dan semangat sampai saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga bisa menjadi kebahagiaan dan membanggakan semua keluarga saya.
2. Mia. Terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan sejak masa perkuliahan hingga tahap penyusunan Tugas Akhir, mulai dari seminar proposal, seminar hasil, hingga ujian komprehensif sampai akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan. Terima kasih atas waktu yang telah diluangkan di tengah berbagai kesibukan untuk mendampingi dan membantu penulis dalam setiap proses penyusunan. Terima kasih atas kesediaan untuk tetap mendukung, bahkan hingga harus meluangkan waktu sampai larut malam. Terima kasih atas kebersediaannya untuk selalu hadir dan memberikan semangat ketika penulis merasa lelah dan kurang percaya diri dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ellit, Firman, Ferdian, Boy, Andy, Mas Kadek, terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu dan memotivasi selama menyusun Tugas Akhir ini.

## ABSTRAKSI

Moch Rizqi Al Chusaini, 2021072, program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang, Februari 2026. *STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG ENAM LANTAI RS. BHAYANGKARA TULUNGAGUNG.*

Dosen Pembimbing Ir.Ester Priskasari, MT., Mohammad Erfan, ST., MT.

---

Perencanaan struktur bangunan di wilayah rawan gempa memerlukan sistem struktur yang memiliki kekuatan dan daktilitas tinggi guna menjamin keselamatan bangunan. Kabupaten Tulungagung termasuk daerah dengan tingkat aktivitas seismik tinggi sehingga perencanaan Gedung Enam Lantai Rumah Sakit Bhayangkara Tulungagung harus memenuhi ketentuan ketahanan gempa yang berlaku. Gedung ini sebelumnya direncanakan menggunakan struktur beton bertulang, sehingga pada penelitian ini dilakukan studi alternatif perencanaan dengan menggunakan struktur baja melalui Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan dan mengevaluasi kinerja struktur baja SRPMK terhadap beban gravitasi dan beban gempa, serta memastikan bahwa struktur memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, dan daktilitas sesuai standar. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data perencanaan, studi literatur, perhitungan manual berdasarkan metode Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBT), serta analisis struktur menggunakan program bantu ETABS 21. Perencanaan mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, SNI 1729:2020, SNI 7860:2020, dan peraturan terkait lainnya. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa dimensi elemen struktur berupa pelat lantai dengan tebal 150mm, balok induk menggunakan profil WF 500x250x9x19, balok anak menggunakan profil WF 450x200x9x16, kolom menggunakan profil WF 552x485x35x50, bresing dengan profil 2C 200x90x8x13.5. Dan pada struktur bawah menggunakan pedestal dengan tinggi 1.5m, untuk pondasi tiang pancangnya didapatkan dimensi 400mm.

**Kata kunci:** struktur baja, SRPMK, analisis gempa, perencanaan struktur, gedung rumah sakit

## DAFTAR ISI

|  |          |
|--|----------|
| LEMBAR PERSETUJUAN.....                                      | i        |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                      | ii       |
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....                         | iii      |
| KATA PENGANTAR .....   | iv       |
| LEMBAR PERSEMBAHAN .....                                     | v        |
| ABSTRAKSI .....  | vi       |
| DAFTAR ISI.....  | vii      |
| DAFTAR GAMBAR .....  | xiii     |
| DAFTAR TABEL.....  | xvi      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                               | <b>1</b> |
| 1.1    Latar belakang .....                                  | 1        |
| 1.2    Identifikasi Masalah .....                            | 2        |
| 1.3    Rumusan Masalah .....                                 | 2        |
| 1.4    Maksud dan Tujuan .....                               | 2        |
| 1.5    Batasan Masalah .....                                 | 3        |
| 1.6    Manfaat.....  | 4        |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                          | <b>5</b> |
| 2.1    Studi Terdahulu.....                                  | 5        |
| 2.2    Konsep Perencanaan .....                              | 6        |
| 2.2.1  Struktur Baja .....                                   | 6        |
| 2.2.2  Metode Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBT) ..... | 6        |
| 2.3    Sistem Struktur Rangka.....                           | 6        |
| 2.3.1  Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) .....              | 6        |
| 2.4    Konsep Pembebanan .....                               | 7        |
| 2.5    Klasifikasi situs .....                               | 9        |
| 2.6    Parameter percepatan gempa .....                      | 10       |
| 2.6.1.  Parameter percepatan terpetakan .....                | 10       |
| 2.6.2.  Kelas Situs .....                                    | 11       |
| 2.6.3.  Parameter Percepatan.....                            | 12       |
| 2.6.4.  Spektrum Respons Desain .....                        | 13       |
| 2.6.5.  Kategori desain seismic .....                        | 14       |

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| 2.7                                     | Klasifikasi Struktur Beraturan dan Tidak Beraturan..... | 15        |
| 2.7.1                                   | Ketidakteraturan horizontal.....                        | 15        |
| 2.7.2                                   | Ketidakteraturan vertikal.....                          | 17        |
| 2.8                                     | Pengaruh P-delta .....                                  | 19        |
| 2.9                                     | Simpangan Pada Struktur .....                           | 19        |
| 2.10                                    | Kombinasi Pembebanan .....                              | 21        |
| 2.11                                    | Perencanaan Struktur .....                              | 21        |
| 2.11.1                                  | Pelat Lantai .....                                      | 21        |
| 2.11.2                                  | Balok Induk .....                                       | 23        |
| 2.11.1                                  | Balok Anak .....  | 30        |
| 2.11.2                                  | Kolom.....  | 36        |
| 2.11.3                                  | Balok Komposit.....                                     | 43        |
| 2.12                                    | Perencanaan Sambungan .....                             | 49        |
| 2.12.1                                  | Sambungan Balok – Kolom .....                           | 50        |
| 2.12.2                                  | Sambungan Balok Induk – Balok Anak.....                 | 53        |
| 2.12.3                                  | Sambungan Kolon – Kolom.....                            | 54        |
| 2.12.4                                  | Sambungan Baut.....                                     | 55        |
| 2.12.5                                  | Sambungan Las.....                                      | 57        |
| 2.13                                    | Perencanaan Base Plate.....                             | 58        |
| 2.14                                    | Perencanaan Pondasi Tiang Pancang .....                 | 62        |
| 2.15                                    | Perencanaan Pile Cap .....                              | 64        |
| 2.15.1                                  | Penulangan Pile Cap .....                               | 66        |
| 2.15.2                                  | Kontrol Geser .....                                     | 66        |
| <b>BAB III METODE PERENCANAAN .....</b> |   | <b>68</b> |
| 3.1                                     | Data Perencanaan.....                                   | 68        |
| 4.3.1                                   | Data perencanaan.....                                   | 68        |
| 4.3.2                                   | Data Lokasi Bangunan.....                               | 68        |
| 4.3.3                                   | Data Material.....                                      | 69        |
| 3.2                                     | Teknik Pengumpulan Data .....                           | 69        |
| 3.2.1                                   | Data Perencanaan.....                                   | 69        |
| 3.2.2                                   | Studi Literatur .....                                   | 69        |
| 3.3                                     | Tahanan Perencanaan .....                               | 70        |
| 3.3.1                                   | Penentuan preliminary design.....                       | 70        |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 3.3.2                                      | Analisa pembebanan .....  | 70        |
| 3.3.3                                      | Analisa Struktur .....  | 70        |
| 3.3.4                                      | Hasil output .....  | 71        |
| 3.4  | Bagan Alir ( <i>flow chart</i> ) .....                                | 71        |
| <b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b> |   | <b>75</b> |
| 4.1  | Data Perencanaan.....   | 75        |
| 4.1.1                                      | Data Struktur Bangunan .....  | 75        |
| 4.1.2                                      | Data Material .....   | 75        |
| 4.2  | Pendimensian Komponen Struktur.....                                   | 76        |
| 4.2.1                                      | Balok .....   | 76        |
| 4.2.2                                      | Kolom .....   | 78        |
| 4.2.3                                      | Bresing .....   | 79        |
| 4.3  | Perhitungan Pelat Lantai.....   | 80        |
| 4.3.1                                      | Menghitung Tebal Pelat.....   | 80        |
| 4.3.2                                      | Penulangan Pelat Lantai .....   | 80        |
| 4.3.3                                      | Pembebanan Plat.....  | 80        |
| 4.3.4                                      | Penulangan Plat .....   | 80        |
| 4.4  | Perhitungan Pembebanan .....  | 95        |
| 4.4.1                                      | Beban Mati.....   | 95        |
| 4.4.2                                      | Beban Sendiri Komponen Struktur .....                                 | 96        |
| 4.4.3                                      | Beban Mati Tambahan.....  | 96        |
| 4.4.4                                      | Beban Hidup .....   | 156       |
| 4.5  | Kombinasi Pembebanan .....  | 157       |
| 4.6  | Perhitungan Beban Gempa.....  | 159       |
| 4.6.1                                      | Parameter Perhitungan Beban Gempa.....                                | 159       |
| 4.6.2                                      | Analisis Statik Ekuivalen ( <i>Static Equivalent Analysis</i> ) ..... | 165       |
| 4.7  | Ketidakteraturan Struktur .....                                       | 173       |
| 4.8  | Kontrol Perilaku Struktur .....                                       | 181       |
| 4.8.1                                      | Eksentrisitas .....   | 181       |
| 4.8.2                                      | Eksentrisitas Rencana .....   | 181       |
| 4.8.3                                      | Kontrol Nilai <i>Base Shear</i> (Gaya Gempa Dasar) .....              | 183       |
| 4.8.4                                      | Kontrol Partisipasi Massa.....  | 184       |
| 4.8.5                                      | Kontrol Simpangan .....   | 184       |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 4.8.6  | Pengaruh P-Delta .....   | 189 |
| 4.8.7  | Analisis Statik Ekuivalen ( <i>Statik Equivalent Analisis</i> ) <i>Bresing</i> ..... | 193 |
| 4.8.8  | Eksentrisitas Rencana ( <i>Bresing</i> ) .....                                       | 200 |
| 4.8.9  | Kontrol Nilai <i>Base Shear</i> (Gaya Gempa Dasar) <i>Bresing</i> .....              | 202 |
| 4.8.10 | Kontrol Partisipasi Massa ( <i>Bresing</i> ) .....                                   | 203 |
| 4.8.11 | Kontrol Simpangan .....  | 207 |
| 4.8.12 | Pengaruh P-Delta .....   | 207 |
| 4.9    | Perhitungan Lebar Efektif Balok .....  | 211 |
| 4.9.1  | Pada Balok Induk Tepi.....   | 212 |
| 4.9.2  | Pada Balok Induk Tengah.....   | 215 |
| 4.9.3  | Pada Balok Anak Tengah.....  | 219 |
| 4.10   | Perencanaan Balok Induk .....  | 223 |
| 4.10.1 | Perhitungan Penampang Elastis Transformasi .....                                     | 224 |
| 4.10.2 | Kontrol Klasifikasi Daktilias Profil.....  | 227 |
| 4.10.3 | Kontrol Balok Terhadap Lentur.....   | 230 |
| 4.10.4 | Kontrol Balok Terhadap Geser .....   | 238 |
| 4.10.5 | Pemeriksaan Terhadap Tekuk Torsi Lateral.....  | 240 |
| 4.10.6 | Perhitungan <i>Shear Connector</i> .....   | 242 |
| 4.10.7 | Kontrol Balok Terhadap Lendutan .....  | 246 |
| 4.11   | Perencanaan Balok Anak .....   | 247 |
| 4.11.1 | Perhitungan Penampang Elastis Transformasi .....                                     | 248 |
| 4.11.2 | Kontrol Klasifikasi Daktilias Profil.....  | 251 |
| 4.11.3 | Kontrol Balok Terhadap Lentur.....   | 252 |
| 4.11.4 | Kontrol Balok Terhadap Geser .....   | 255 |
| 4.11.5 | Pemeriksaan Terhadap Tekuk Torsi Lateral.....  | 256 |
| 4.11.6 | Perhitungan <i>Shear Connector</i> .....   | 258 |
| 4.11.7 | Kontrol Balok Terhadap Lendutan .....  | 262 |
| 4.12   | Perencanaan Kolom Dengan Tinggi 2.7m .....   | 263 |
| 4.12.1 | Kontrol Klasifikasi Daktilitasa Profil .....   | 264 |
| 4.12.2 | Kontrol Kolom Terhadap Aksial Tekan.....   | 266 |
| 4.12.3 | Kontrol Lentur Kolom.....  | 274 |
| 4.12.4 | Kontrol Pengaruh Tekuk Lateral .....   | 274 |
| 4.12.5 | Kontrol Terhadap Gaya Kombinasi .....  | 277 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 4.12.6 | Kontrol Balok Terhadap Geser .....                 | 278 |
| 4.13   | Perencanaan Bresing .....                          | 281 |
| 4.13.1 | Kontrol Terhadap Aksial Tekan .....                | 284 |
| 4.13.2 | Kontrol Terhadap Tarik .....                       | 285 |
| 4.14   | Sambungan Balok Anak ke Balok Induk.....           | 287 |
| 4.14.1 | Kontrol Desain Sambungan .....                     | 288 |
| 4.14.2 | Perhitungan Jarak dan Jumlah Baut.....             | 289 |
| 4.14.3 | Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Geser .....         | 290 |
| 4.14.4 | Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Tumpu .....         | 290 |
| 4.14.5 | Kontrol Kuat Geser Blok Pelat Penyambung.....      | 291 |
| 4.14.6 | Kontrol Kuat Baut Terhadap Tarik .....             | 293 |
| 4.15   | Sambungan Balok Induk ke Kolom .....               | 295 |
| 4.15.1 | Desain Pelat Ujung dan Baut .....                  | 297 |
| 4.15.2 | Desain di Bagian Kolom .....                       | 308 |
| 4.15.3 | Desain Untuk Sambungan Pada Sumbu Lemah Kolom..... | 314 |
| 4.16   | Sambungan Kolom ke Kolom .....                     | 317 |
| 4.16.1 | Merencanakan Sambungan Sayap Kolom .....           | 319 |
| 4.16.2 | Merencanakan Sambungan Untuk Badan Kolom.....      | 323 |
| 4.16.3 | Kontrol Pada Arah Sumbu Global (X – X) .....       | 325 |
| 4.16.4 | Kontrol Pada Arah Sumbu Global (Y – Y) .....       | 327 |
| 4.17   | Sambungan Kolom ke Bresing .....                   | 329 |
| 4.17.1 | Sambungan Baut Pada Profil Bresing.....            | 331 |
| 4.17.2 | Perhitungan Jumlah dan Jarak Baut .....            | 332 |
| 4.17.3 | Kontrol Kuat Geser Blok Pelat Penyambung.....      | 333 |
| 4.17.4 | Sambungan Plat Buhul ke Kolom.....                 | 335 |
| 4.17.5 | Sambungan Las Fillet .....                         | 337 |
| 4.17.6 | Sambungan Kolom dan Bresing .....                  | 339 |
| 4.17.7 | Sambungan Badan Bresing ke Pelat Buhul .....       | 340 |
| 4.17.8 | Perhitungan Jumlah dan Jarak Baut .....            | 341 |
| 4.17.9 | Kontrol Kuat Geser Blook Pelat Penyambung .....    | 342 |
| 4.18   | Perhitungan Base Plate .....                       | 345 |
| 4.19   | Perhitungan Pedestal.....                          | 354 |
| 4.19.1 | Penulangan Kolom Pedestal 800 x 800.....           | 355 |

|                                  |   |     |
|----------------------------------|---|-----|
| 4.19.2                           | Diagram Interaksi Kolom Pedestal.....                                   | 385 |
| 4.19.3                           | Desain Penulangan Transversal Kolom 800 x 800 .....                     | 387 |
| 4.20                             | Perhitungan Pondasi.....  | 392 |
| 4.20.1                           | Perencanaan Pondasi.....  | 393 |
| 4.20.1.1                         | Daya Dukung Aksial Tanah Pondasi Metode <i>Mayerhof</i> .....           | 393 |
| 4.20.1.2                         | Daya Dukung Aksial Tanah Pondasi Metode <i>Reese &amp; Wright</i> ..... | 397 |
| 4.20.1.3                         | Daya Dukung Aksial Tanah Pondasi Metode <i>U.S Army Corps</i> .....     | 401 |
| 4.20.2                           | Kontrol Geser Pons Pondasi.....   | 413 |
| 4.20.3                           | Perhitungan Penulangan Pile Cap.....                                    | 418 |
| 4.20.4                           | Perhitungan Penurunan Pondasi .....                                     | 422 |
| 4.20.5                           | Momen Crack Pada Tiang Pancang.....                                     | 425 |
| 4.20.6                           | Modulus Hancur ( <i>Ruture</i> ) Beton.....                             | 425 |
| 4.20.7                           | Momen Retak Tiang Pancang .....   | 425 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN ..... |   | 429 |
| 5.1                              | Kesimpulan .....  | 449 |
| 5.2                              | Saran.....  | 431 |
| DAFTAR PUSTAKA.....              |   | 433 |
| LAMPIRAN.....                    |   | 435 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |     |
|---|-----|
| <b>Gambar 2. 1</b> Peta Percepatan Spectrum Respon 0,2 detik (Ss) .....                               | 10  |
| <b>Gambar 2. 2</b> Peta Percepatan Spectrum Respon 1 detik (S1).....                                  | 11  |
| <b>Gambar 2. 3</b> Peta Transisi Periode Panjang (TL).....  | 11  |
| <b>Gambar 2. 4</b> Spektrum Respons Desain .....  | 14  |
| <b>Gambar 2. 5</b> Ketidakberaturan horizontal .....  | 16  |
| <b>Gambar 2. 6</b> Ketidakberaturan Vertikal .....  | 18  |
| <b>Gambar 2. 7</b> Simpangan Pada Struktur .....  | 20  |
| <b>Gambar 2. 8</b> Nomogram Faktor Panjang Tekuk Kolom .....  | 41  |
| <b>Gambar 2. 9</b> Pelat lantai komposit penghubung geser .....                                       | 44  |
| <b>Gambar 2. 10</b> Distribusi tegangan plastis kondisi A. ....                                       | 45  |
| <b>Gambar 2. 11</b> Distribusi tegangan plastis kondisi B .....                                       | 46  |
| <b>Gambar 2. 12</b> Distribusi tegangan plastis kondisi C .....                                       | 46  |
| <b>Gambar 2. 13</b> Distribusi tegangan akibat momen negative.....                                    | 48  |
| <b>Gambar 2. 14</b> Sambungan pelat ujung yang diperpanjang diperkaku dengan delapan baut (8ES) ..... | 51  |
| <b>Gambar 2. 15</b> Sambungan Balok induk – Balok anak.....   | 54  |
| <b>Gambar 2. 16</b> Sambungan Kolom – Kolom .....   | 55  |
| <b>Gambar 2. 17</b> Perencanaan Base Plate .....  | 57  |
| <b>Gambar 2. 18</b> Skema Pondasi Tianag Pancang .....  | 65  |
| <b>Gambar 3. 1</b> Peta Lokasi Bangunan .....   | 68  |
| <b>Gambar 4. 1</b> Penampang BalokProfil Baja.....  | 76  |
| <b>Gambar 4. 2</b> Penampang Kolom Profil Baja. ....  | 78  |
| <b>Gambar 4. 3</b> Penampang Bresing Profil Baja.....   | 79  |
| <b>Gambar 4. 4</b> Gambar Rencana Denah Pelat & Plat Tinjauan.....                                    | 80  |
| <b>Gambar 4. 5</b> Diagram Regangan dan Tegangan Daerah Tumpuan.....                                  | 87  |
| <b>Gambar 4. 6</b> Diagram Regangan dan Tegangan Daerah Lapangan .....                                | 89  |
| <b>Gambar 4. 7</b> Diagram Regangan dan Tegangan Daerah Tumpuan.....                                  | 91  |
| <b>Gambar 4. 8</b> Diagram Regangan dan Tegangan Daerah Lapangan .....                                | 55  |
| <b>Gambar 4. 9</b> Percepatan spectrum respons 0.2detik (Ss) .....                                    | 181 |
| <b>Gambar 4. 10</b> Percepatan spectrum respons 1 detik (S1).....                                     | 181 |
| <b>Gambar 4. 15</b> Simpangan arah x .....  | 200 |
| <b>Gambar 4. 16</b> Simpangan arah y .....  | 201 |
| <b>Gambar 4. 17</b> Simpangan arah x (Bresing) .....  | 219 |
| <b>Gambar 4. 18</b> Simpangan arah y (Bresing) .....  | 55  |
| <b>Gambar 4. 19</b> Denah balok yang ditinjau .....   | 226 |
| <b>Gambar 4. 20</b> Lebar efektif pelat penampang komposit. ....                                      | 227 |
| <b>Gambar 4. 21</b> Jarak titik berat penampang komposit .....  | 228 |

|                     |  |     |
|---------------------|--|-----|
| <b>Gambar 4. 22</b> | Garis netral balok komposit.....                               | 228 |
| <b>Gambar 4. 23</b> | Lebar efektif pelat penampangkomposit .....                    | 230 |
| <b>Gambar 4. 24</b> | Jarak titik berat penampang kompoist.....                      | 231 |
| <b>Gambar 4. 25</b> | Garis netral balok komposit.....                               | 232 |
| <b>Gambar 4. 26</b> | Lebar efektif pelat penampang komposit .....                   | 235 |
| <b>Gambar 4. 27</b> | Jarak titik berat penampang komposit .....                     | 236 |
| <b>Gambar 4. 28</b> | Garis netral balok komposit.....                               | 55  |
| <b>Gambar 4. 29</b> | Diagram for Beam B325 at story lantai 3.....                   | 240 |
| <b>Gambar 4. 30</b> | Titik berat penampang balok induk.....                         | 242 |
| <b>Gambar 4. 31</b> | Input balok induk komposit pada Etabs21.....                   | 243 |
| <b>Gambar 4. 32</b> | Garis netral penampang jatuh dalam badan profil.....           | 248 |
| <b>Gambar 4. 33</b> | Garis netral penampang jatuh dalam badan profil.....           | 253 |
| <b>Gambar 4. 34</b> | Gaya dalam Vgr.....  | 255 |
| <b>Gambar 4. 35</b> | Letak pengaku lateral balok.....                               | 258 |
| <b>Gambar 4. 36</b> | Output lendutan balok induk pada Etabs21 .....                 | 263 |
| <b>Gambar 4. 37</b> | Letak stud pada balok induk .....                              | 263 |
| <b>Gambar 4. 38</b> | Denah balok anak yang ditinjau .....                           | 55  |
| <b>Gambar 4. 39</b> | Titik berat penampang profil balok anak.....                   | 266 |
| <b>Gambar 4. 40</b> | Input balok anak komposit pada Etabs21.....                    | 266 |
| <b>Gambar 4. 41</b> | Garis metral jatuh pada pelat beton .....                      | 270 |
| <b>Gambar 4. 42</b> | Gaya dalam Vgr balok anak .....                                | 271 |
| <b>Gambar 4. 43</b> | Letak pengaku lateral balok anak .....                         | 274 |
| <b>Gambar 4. 44</b> | Letak stud pada balok anak.....                                | 278 |
| <b>Gambar 4. 45</b> | Potongan dan letak kolom yang ditinjau.....                    | 279 |
| <b>Gambar 4. 46</b> | Kolom arah x .....   | 280 |
| <b>Gambar 4. 47</b> | Grafik nomogram struktur tak bergoyang arah x .....            | 284 |
| <b>Gambar 4. 48</b> | Grafik nomogram struktur tak bergoyang arah y .....            | 55  |
| <b>Gambar 4. 49</b> | Gaya geser balok dari momen ujung dan beban terdistribusi..... | 294 |
| <b>Gambar 4. 50</b> | Potongan dan letak bresing yang ditinjau.....                  | 297 |
| <b>Gambar 4. 51</b> | Letak dan jarak antar baut.....                                | 306 |
| <b>Gambar 4. 52</b> | Bidang pelat geser.....  | 307 |
| <b>Gambar 4. 53</b> | Jarak baut terhadap tarik baut.....                            | 309 |
| <b>Gambar 4. 54</b> | Output Etabs 21 sambungan balok-kolom.....                     | 312 |
| <b>Gambar 4. 55</b> | Geometri dan konfigurasi baut.....                             | 316 |
| <b>Gambar 4. 56</b> | Rencana las balok induk ke pelat.....                          | 322 |
| <b>Gambar 4. 57</b> | Autocad panjang bagian yang di las .....                       | 323 |
| <b>Gambar 4. 58</b> | Gaya Ffu menyebabkan perilaku lentur pada sayap kolom.....     | 325 |
| <b>Gambar 4. 59</b> | Gaya Ffu menyebabkan perilaku leleh pada badan kolom.....      | 326 |
| <b>Gambar 4. 60</b> | Gaya Ffu menyebabkan perilaku tekuk pada badan kolom.....      | 326 |
| <b>Gambar 4. 61</b> | Gaya Ffu menyebabkan perilaku lipat pada badan kolom.....      | 327 |
| <b>Gambar 4. 62</b> | Gaya geser bekerja pada panel zona.....                        | 328 |
| <b>Gambar 4. 63</b> | Desain konfigurasi pelat ujung seismic (8ES).....              | 330 |
| <b>Gambar 4. 64</b> | Rencana las pada sumbu lemah kolom.....                        | 331 |

|                     |  |     |
|---------------------|--|-----|
| <b>Gambar 4. 65</b> | Detail sambungan sumbu lemah kolom pada balok .....                              | 332 |
| <b>Gambar 4. 66</b> | Letak penempatan sambungan kolom-kolom.....                                      | 334 |
| <b>Gambar 4. 67</b> | Output Etabs21 sambungan kolom-kolom .....                                       | 335 |
| <b>Gambar 4. 68</b> | Konfirmasi sambungan pada sayap kolom.....                                       | 338 |
| <b>Gambar 4. 69</b> | Konfirmasi sambungan pada badan kolom .....                                      | 341 |
| <b>Gambar 4. 70</b> | Detail konfigurasi sambungan antar kolom.....                                    | 344 |
| <b>Gambar 4. 71</b> | Output gaya dalam pada bresing.....  | 346 |
| <b>Gambar 4. 72</b> | Perencanaan sambungan bresing bawah.....   | 351 |
| <b>Gambar 4. 73</b> | Dimensi plat buhul.....  | 351 |
| <b>Gambar 4. 74</b> | Proyeksi gaya aksial dan geser pada sambungan .....                              | 352 |
| <b>Gambar 4. 75</b> | Detail sambungan kolom balok ke bresing .....                                    | 355 |
| <b>Gambar 4. 76</b> | Sambungan bresing-bresing .....  | 356 |
| <b>Gambar 4. 77</b> | Detail sambungan bresing-bresing .....   | 360 |
| <b>Gambar 4. 78</b> | Perencanaan baseplate .....  | 361 |
| <b>Gambar 4. 79</b> | Notasi dimensi pelat dasar .....   | 364 |
| <b>Gambar 4. 80</b> | Perencanaan base plate. ....   | 364 |
| <b>Gambar 4. 81</b> | Panjang las pada program bantu Autocad .....                                     | 367 |
| <b>Gambar 4. 82</b> | Detail perencanaan baseplate.....  | 370 |
| <b>Gambar 4. 83</b> | Perencanaan kolom pedestal.....  | 380 |
| <b>Gambar 4. 84</b> | Skema d dan d' .....   | 381 |
| <b>Gambar 4. 85</b> | jarak antar tulangan .....   | 382 |
| <b>Gambar 4. 86</b> | Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang .....                       | 385 |
| <b>Gambar 4. 87</b> | Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang ( $1.25 \times f_y$ ) ..... | 392 |
| <b>Gambar 4. 78</b> | Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah desak.....                     | 397 |
| <b>Gambar 4. 79</b> | Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah tarik .....                    | 400 |
| <b>Gambar 4. 80</b> | Diagram interaksi kolom pedestal arah X .....                                    | 407 |
| <b>Gambar 4. 81</b> | Diagram interaksi kolom pedestal arah Y .....                                    | 407 |
| <b>Gambar 4. 82</b> | jarak tiang ke tepi pilecap .....  | 427 |
| <b>Gambar 4. 83</b> | Jarak antar tiang terhadap X dan Y.....  | 434 |

## DAFTAR TABEL

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabel 2. 1</b> Kategori Risiko Bangunan .....   | 9   |
| <b>Tabel 2. 2</b> Faktor Keutamaan Gempa.....  | 9   |
| <b>Tabel 2. 3</b> Klasifikasi Situs.....   | 10  |
| <b>Tabel 2. 4</b> Koefisien Situs, Fa .....  | 12  |
| <b>Tabel 2. 5</b> Koefisien Situs ,Fv .....  | 12  |
| <b>Tabel 2. 6</b> Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek .....                       | 14  |
| <b>Tabel 2. 7</b> Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik.....                       | 14  |
| <b>Tabel 2. 8</b> Ketidakberaturan horizontal pada struktur .....  | 15  |
| <b>Tabel 2. 9</b> Ketidakberaturan vertikal pada struktur .....  | 17  |
| <b>Tabel 2. 10</b> Batasan rasio lebar terhadap tebal untuk elemen tekan komponen struktur daktail sedang dan daktail tinggi ..... | 37  |
| <b>Tabel 2. 11</b> Sambungan Momen Terpraktualifikasi .....  | 50  |
| <b>Tabel 2. 12</b> Jarak tepi minimum dari pusat lubang ke tepi bagian yang disambung .....  | 56  |
| <b>Tabel 2. 13</b> Ukuran Minimum Las Sudut.....   | 58  |
| <b>Tabel 4. 1</b> Rekap Dimensi Elemen Struktur .....  | 79  |
| <b>Tabel 4. 2</b> Rekapitulasi Tulangan Pelat Lantai.....  | 95  |
| <b>Tabel 4. 4</b> Pembebanan Hidup Terdistribusi Merata.....   | 177 |
| <b>Tabel 4. 5</b> Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa berdasarkan fungsi bangunan .....               | 180 |
| <b>Tabel 4. 6</b> Faktor keutamaan gempa berdasarkan kategori resiko .....   | 12  |
| <b>Tabel 4. 7</b> Data tanah untuk daerah Tulungagung .....  | 14  |
| <b>Tabel 4. 8</b> Klasifikasi kelas situs tanah .....  | 14  |
| <b>Tabel 4. 9</b> Koefisien situs Fa .....   | 15  |
| <b>Tabel 4. 10</b> Koefisien situs Fv .....  | 17  |
| <b>Tabel 4. 11</b> Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek.....                       | 185 |
| <b>Tabel 4. 12</b> Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 .....                           | 50  |
| <b>Tabel 4. 13</b> Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung .....   | 56  |
| <b>Tabel 4. 14</b> Nilai parameter perioda pendekatan Ct dan x .....   | 186 |
| <b>Tabel 4. 15</b> Faktor R, Cd 0 untuk sistem penahan gaya gempa .....  | 188 |
| <b>Tabel 4. 16</b> Faktor distribusi vertikal .....  | 12  |
| <b>Tabel 4. 17</b> Gaya gempalateral perlantai .....   | 14  |
| <b>Tabel 4. 18</b> Ketidakberaturan horizontal pada struktur .....   | 194 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabel 4. 23</b> Center of Mass and Rigidity.....                           | 15  |
| <b>Tabel 4. 24</b> Perhitungan Eksentrisitas rencana.....                     | 17  |
| <b>Tabel 4. 25</b> Eksentrisitas Rencana.....                                 | 197 |
| <b>Tabel 4. 26</b> Koordinat pusat massa .....                                | 198 |
| <b>Tabel 4. 27</b> Koordinat pusat rotasi .....                               | 198 |
| <b>Tabel 4. 28</b> Base reaction .....  | 198 |
| <b>Tabel 4. 29</b> Konfigurasi base reaction.....                             | 15  |
| <b>Tabel 4. 30</b> Modal participating mass ratio .....                       | 17  |
| <b>Tabel 4. 31</b> Simpangan akibat gempa dinamis (RSPX dan RSPY) .....       | 201 |
| <b>Tabel 4. 32</b> Simpangan arah x .....                                     | 202 |
| <b>Tabel 4. 33</b> Simpangan arah y .....                                     | 202 |
| <b>Tabel 4. 35</b> Story force(Px) .....                                      | 205 |
| <b>Tabel 4. 36</b> Story force (Vu dan Vy).....                               | 206 |
| <b>Tabel 4. 37</b> Kontrol P-Delta arah X .....                               | 206 |
| <b>Tabel 4. 38</b> Kontrol P-Delta arah Y .....                               | 206 |
| <b>Tabel 4. 39</b> Koefisien untuk batas atas pada periodayang dihitung ..... | 208 |
| <b>Tabel 4. 40</b> Nilai parameter perioda pendekatan Ct dan x .....          | 208 |
| <b>Tabel 4. 41</b> Faktor R, Cd 0 untuk sistem penahan gaya gempa .....       | 210 |
| <b>Tabel 4. 42</b> Faktor distribusi vertikal .....                           | 214 |
| <b>Tabel 4. 43</b> Gaya gempa lateral per lantai.....                         | 214 |
| <b>Tabel 4. 45</b> Eksentrisitas Rencana.....                                 | 197 |
| <b>Tabel 4. 46</b> Koordinat pusat massa .....                                | 198 |
| <b>Tabel 4. 47</b> Koordinat pusat rotasi .....                               | 198 |
| <b>Tabel 4. 48</b> Base reaction .....  | 198 |
| <b>Tabel 4. 49</b> Konfigurasi base reaction.....                             | 15  |
| <b>Tabel 4. 50</b> Modal participating mass ratio.....                        | 17  |
| <b>Tabel 4. 51</b> Simpangan akibat gempa dinamis (RSPX dan RSPY) .....       | 201 |
| <b>Tabel 4. 52</b> Simpangan arah x .....                                     | 202 |
| <b>Tabel 4. 53</b> Simpangan arah y .....                                     | 202 |
| <b>Tabel 4. 55</b> Story force(Px) .....                                      | 205 |
| <b>Tabel 4. 56</b> Story force (Vu dan Vy).....                               | 206 |
| <b>Tabel 4. 57</b> Kontrol P-Delta arah X .....                               | 206 |
| <b>Tabel 4. 58</b> Kontrol P-Delta arah Y .....                               | 206 |
| <b>Tabel 4. 59</b> Titik terhadap sisi bawah penampang .....                  | 228 |
| <b>Tabel 4. 60</b> Titik terhadap garis netral komposit.....                  | 229 |
| <b>Tabel 4. 61</b> Lebar efektif balok tepi .....                             | 230 |
| <b>Tabel 4. 62</b> Garis netral balok induk komposit tepi .....               | 230 |
| <b>Tabel 4. 63</b> Momen inersia balok induk komposit tepi.....               | 230 |
| <b>Tabel 4. 64</b> Titik berat terhadap sisi bawah penampang .....            | 232 |
| <b>Tabel 4. 65</b> Titik berat terhadap garis netral komposit.....            | 233 |
| <b>Tabel 4. 66</b> Lebar efektif balok tengah.....                            | 233 |
| <b>Tabel 4. 67</b> Garis netralbalok induk komposit tengah.....               | 235 |
| <b>Tabel 4. 68</b> Momen inersia balok induk komposit tengah .....            | 235 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabel 4. 69</b> Titik terhadap sisi bawah penampang .....                         | 236 |
| <b>Tabel 4. 70</b> Titik berat terhadap garis netral.....                            | 237 |
| <b>Tabel 4. 71</b> Lebar efektif balok anak tengah .....                             | 238 |
| <b>Tabel 4. 72</b> Garis netral balok anak komposit tengah .....                     | 238 |
| <b>Tabel 4. 73</b> Momen inersia balok anak komposit tengah.....                     | 238 |
| <b>Tabel 4. 74</b> Titik berat penampang komposit daerah tarik .....                 | 248 |
| <b>Tabel 4. 75</b> Titik berat penampang komposit daerah tekan.....                  | 252 |
| <b>Tabel 4. 76</b> Titik berat penampang komposit daerah tarik.....                  | 252 |
| <b>Tabel 4. 77</b> Jarak pada baut .....   | 341 |
| <b>Tabel 4. 78</b> Gaya dan jarak yang bekerja pada tiap baut.....                   | 342 |
| <b>Tabel 4. 79</b> jarak baut .....  | 343 |
| <b>Tabel 4. 80</b> Jarak pada baut .....   | 344 |
| <b>Tabel 4. 81</b> Titik centeroid plat buhul .....                                  | 351 |
| <b>Tabel 4. 82</b> Gaya vertikal .....   | 380 |
| <b>Tabel 4. 83</b> Beban beban yang bekerja pada kolom.....                          | 381 |
| <b>Tabel 4. 84</b> Rekapitulasi nilai $\phi P_n$ dan $\phi M_n$ tulangan 16D25 ..... | 405 |
| <b>Tabel 4. 85</b> Rekapitulasi nilai $\phi P_n$ dan $\phi M_n$ tulangan 20D25 ..... | 405 |
| <b>Tabel 4. 86</b> Rekapitulasi nilai $\phi P_n$ dan $\phi M_n$ tulangan 24D25 ..... | 406 |
| <b>Tabel 4. 87</b> Rekapitulasi nilai $P_u, M_x$ dan $M_y$ pada etabs .....          | 406 |
| <b>Tabel 4. 88</b> Data tanah $N_{spt}$ .....  | 413 |
| <b>Tabel 4. 89</b> Rekapitulasi output joint reaction etabs .....                    | 413 |
| <b>Tabel 4. 90</b> Nilai faktor keamanan pondasi.....                                | 417 |
| <b>Tabel 4. 91</b> Nilai faktor keamanan pondasi.....                                | 420 |

**DAFTAR NOTASI**

**A** = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)

**Ab** = Luas penampang baut (mm<sup>2</sup>)

**Ae** = Luas efektif tarik (mm<sup>2</sup>)

**Ag** = Luas bruto penampang (mm<sup>2</sup>)

**An** = Luas netto penampang (mm<sup>2</sup>)

**Aw** = Luas badan (web area) (mm<sup>2</sup>)

**Cb** = Faktor modifikasi momen

**Cv** = Koefisien geser

**db** = Diameter baut (mm)

**DL** = Beban mati (Dead Load)

**Δ** = Lendutan (mm)

**Δijin** = Lendutan izin (mm)

**E** = Modulus elastisitas baja (MPa)

**EL** = Beban gempa (Earthquake Load)

**Fcr** = Tegangan kritis tekan (MPa)

**Fnv** = Tegangan geser nominal baut (MPa)

**Fnt** = Tegangan tarik nominal baut (MPa)

**Fu** = Tegangan tarik ultimit baja (MPa)

**Fy** = Tegangan leleh baja (MPa)

**K** = Faktor panjang efektif kolom

**KL/r** = Rasio kelangsingan

**L** = Panjang bentang (mm)

**Lb** = Panjang tak terbracing (mm)

**LL** = Beban hidup (Live Load)

**Lp** = Batas panjang plastis

**Lr** = Batas panjang inelastis

**Mn** = Momen nominal (kN·m)

**Mp** = Momen plastis (kN·m)

**Mu** = Momen terfaktor (kN·m)

**My** = Momen leleh (kN·m)

**Pe** = Beban kritis Euler (kN)

**Pn** = Kuat tekan nominal (kN)

**Pu** = Beban aksial terfaktor (kN)

**Rn** = Kuat nominal sambungan

**r** = Jari-jari girasi (mm)

**Sx** = Modulus elastis penampang (mm<sup>3</sup>)

**U** = Faktor reduksi luas efektif

**Vn** = Kuat geser nominal (kN)

**Vu** = Gaya geser terfaktor (kN)

**WL** = Beban angin (Wind Load)

**Zx** = Modulus plastis penampang (mm<sup>3</sup>)

$\gamma$  = Faktor beban

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan