

## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....  | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....  | <b>ii</b>   |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....                          | <b>iii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....   | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRAK</b> .....  | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....   | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....  | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....   | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR SIMBOL</b> .....  | <b>xiii</b> |
| <br>  |             |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....  | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....  | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah.....  | 5           |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....  | 5           |
| 1.4 Batasan Penelitian.....   | 5           |
| 1.5 Sistematika Penulisan .....                                       | 6           |
| <br>  |             |
| <b>BAB 2 KAJIAN PUSTAKA</b> .....                                     | <b>7</b>    |
| 2.1 Komponen Kastela (Sonck, D. 2014).....                            | 7           |
| 2.2 Desain Komponen Untuk Tekan (AISC 360-16).....                    | 9           |
| 2.3 Tekuk Elastis Kolom Planar (Galambos dan Surovek, 2008)..         | 10          |
| 2.4 Tegangan Sisa (Galambos dan Surovek, 2008).....                   | 14          |
| 2.5 <i>Finite Element Method</i> (FEM).....                           | 17          |
| 2.5.1 Langkah Umum Penyelesaian dalam FEM (Cook et<br>al., 2002)..... | 21          |
| 2.5.2 Analisis Non Linear (Cook et al., 2002).....                    | 23          |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| <b>BAB 3</b> | <b>METODE PENELITIAN .....</b>                                 | <b>28</b> |
| 3.1          | Profil Benda Uji .....   | 28        |
| 3.1.1.       | Data Material Benda Uji Kolom Baja Kastela .....               | 28        |
| 3.1.2.       | Geometri Profil Benda Uji Kolom Baja Kastela .....             | 28        |
| 3.2          | Model Elemen Hingga.....                                       | 30        |
| <b>BAB 4</b> | <b>HASIL ANALISIS .....</b>                                    | <b>34</b> |
| 4.1          | Hubungan Beban-Perpindahan Kolom yang Diberi Beban Tekan ..... | 34        |
| 4.1.1        | Bentuk Deformasi Benda Uji ketika Mengalami Tekuk .....        | 34        |
| 4.1.2        | Hasil FEM.....   | 35        |
| 4.2          | Perbandingan Gaya Tekan Kritis Tekuk Lentur Hasil FEM ....     | 46        |
| <b>BAB 5</b> | <b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                               | <b>49</b> |
| 5.1          | Kesimpulan.....  | 49        |
| 5.2          | Saran.....   | 49        |
|              | <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                     | <b>51</b> |
|              | <b>LAMPIRAN</b>  |           |

## DAFTAR GAMBAR

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 1.1  | Pabrikasi komponen baja dengan badan kastela heksagonal. (a) Potongan tipikal komponen kastela. (b) Penyusunan kembali komponen kastela (El-Sawy et al., 2009).....  | 1  |
| Gambar 1.2  | Geometri kolom kastela tipikal (Gunung Garuda).....  | 2  |
| Gambar 1.3  | (a) Model analisis elemen hingga dan (b) Mesh elemen hingga (El-Sawy et al., 2009).....  | 3  |
| Gambar 1.4  | (a) Pola tegangan sisa untuk komponen I hot rolled oleh ECCS, (b) Pola tegangan sisa untuk komponen kastela (Sonck,2014).....  | 4  |
| Gambar 2.1  | Dimensi komponen kastela hexagonal.....  | 8  |
| Gambar 2.2  | Pembuatan komponen kastela hexagonal mulai dari I hot rolled.....  | 8  |
| Gambar 2.3  | Bentuk tekuk kolom elastis .....   | 11 |
| Gambar 2.4  | Bentuk mode kolom tekuk .....  | 13 |
| Gambar 2.5  | Kasus tekuk dasar .....  | 13 |
| Gambar 2.6  | Tegangan residu pada kolom persegi panjang .....   | 14 |
| Gambar 2.7  | Tegangan sisa dan tegangan tekan .....   | 15 |
| Gambar 2.8  | Distribusi tegangan residu .....   | 16 |
| Gambar 2.9  | Kurva kolom.....   | 17 |
| Gambar 2.10 | Diskritisasi struktur roda gigi (Cook et al., 2002).....   | 18 |
| Gambar 2.11 | Berbagai jenis elemen dalam FEM (Logan, 2007).....   | 18 |
| Gambar 2.11 | (Lanjutan) Berbagai jenis elemen dalam FEM (Logan, 2007) .....   | 19 |
| Gambar 2.12 | Bentuk-bentuk elemen yang terdistorsi (Cook et al., 2002) .....  | 20 |
| Gambar 2.13 | Perubahan bentuk elemen (a) buruk (b) baik (Cook et al., 2002) .....   | 20 |
| Gambar 2.14 | Koneksi antar elemen yang sangat buruk (Cook et al., 2002).....  | 20 |
| Gambar 2.15 | Metode penghalusan jaring elemen(a) Jaring elemen awal yang dibebani di salah satu ujungnya. (b) Metode <i>h refinement</i> . (c) Metode <i>refinement</i> . (d) Metode <i>r refinement</i> (Cook et al., 2002)..... | 21 |
| Gambar 2.16 | Ilustrasi lokasi yang mengalami diskontinuitas (Logan, 2007).....  | 21 |
| Gambar 2.17 | Pegas <i>non-linear</i> dengan satu degree of freedom (Cook et al., 2002)....  | 25 |
| Gambar 2.18 | Metode Newton-Rhapson (Cook et al., 2002) .....  | 26 |
| Gambar 3.1  | Parameter kolom kastela hexagonal (Gunung Garuda) .....  | 31 |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 3.2  | Permodelan pada perangkat lunak Ansys .....                          | 32 |
| Gambar 3.3  | Komponen baja tertumpu jepit-bebas dan diberi beban terpusat .....   | 33 |
| Gambar 3.4  | Hubungan Tegangan dan Regangan yang digunakan.....                   | 35 |
| Gambar 4.1  | Bentuk deformasi benda uji 1 ketika mengalami tekuk.....             | 37 |
| Gambar 4.2  | Bentuk deformasi benda uji 2 ketika mengalami tekuk.....             | 38 |
| Gambar 4.3  | Bentuk deformasi benda uji 3 ketika mengalami tekuk.....             | 38 |
| Gambar 4.4  | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 1 dengan $L=886$ mm .....  | 39 |
| Gambar 4.5  | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 1 dengan $L=1160$ mm ..... | 39 |
| Gambar 4.6  | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 1 dengan $L=1435$ mm ..... | 40 |
| Gambar 4.7  | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 1 dengan $L=1709$ mm ..... | 40 |
| Gambar 4.8  | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 1 dengan $L=1983$ mm ..... | 41 |
| Gambar 4.9  | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 2 dengan $L=1065$ mm.....  | 42 |
| Gambar 4.10 | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 2 dengan $L=1400$ mm.....  | 42 |
| Gambar 4.11 | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 2 dengan $L=1723$ mm.....  | 43 |
| Gambar 4.12 | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 2 dengan $L=2050$ mm.....  | 43 |
| Gambar 4.13 | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 2 dengan $L=2400$ mm.....  | 44 |
| Gambar 4.14 | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 3 dengan $L=1600$ mm.....  | 45 |
| Gambar 4.15 | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 3 dengan $L=2000$ mm.....  | 45 |
| Gambar 4.16 | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 3 dengan $L=2400$ mm.....  | 46 |
| Gambar 4.17 | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 2 dengan $L=2765$ mm.....  | 46 |
| Gambar 4.18 | Kurva beban - perpindahan untuk benda uji 2 dengan $L=3147$ mm.....  | 47 |
| Gambar 4.19 | Kurva tegangan kritis tekuk lentur benda uji 1 .....                 | 48 |
| Gambar 4.20 | Kurva tegangan kritis tekuk lentur benda uji 2 .....                 | 48 |
| Gambar 4.21 | Kurva tegangan kritis tekuk lentur benda uji 3 .....                 | 49 |

## DAFTAR TABEL

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabel 3.1 | Dimensi tiga profil benda uji yang dianalisis numerik (Gunung Garuda)..... | 31 |
| Tabel 4.1 | Nilai beban – perpindahan untuk beban uji 1.....                           | 41 |
| Tabel 4.2 | Nilai beban – perpindahan untuk beban uji 2.....                           | 44 |
| Tabel 4.3 | Nilai beban – perpindahan untuk beban uji 3.....                           | 47 |
| Tabel 4.4 | Perbandingan gaya tekan kritis tekuk lentur pada $kl/r = 70$ .....         | 48 |
| Tabel 4.5 | Perbandingan gaya tekan kritis tekuk lentur pada $kl/r = 150$ .....        | 48 |

## DAFTAR SIMBOL

| <b>Simbol</b> | <b>Definisi</b>                      |
|---------------|--------------------------------------|
| $A_g$         | Luas bruto                           |
| $E$           | Modulus elastisitas                  |
| $F_{cr}$      | Tegangan kritis tekuk lentur         |
| $F_e$         | Tegangan tekuk Elastis               |
| $F_y$         | Tegangan leleh baja                  |
| $K$           | Faktor panjang efektif               |
| $KL/r$        | Rasio kelangsingan                   |
| $L$           | Panjang kolom                        |
| $P_n$         | Kuat tekan nominal                   |
| $Q$           | Faktor reduksi untuk elemen langsing |
| $r$           | Radius girasi                        |
| $\phi_c$      | Faktor reduksi tekan (0.9)           |
| $\sigma_{rc}$ | Tegangan residu tekan                |
| $\sigma_{rc}$ | Tegangan residu tarik                |