

## DAFTAR ISI

|  |       |
|--|-------|
| HALAMAN JUDUL.....   | i     |
| LEMBAR PENGESAHAN .....  | ii    |
| SURAT PERNYATAAN.....  | iii   |
| NASKAH SOAL TUGAS AKHIR.....   | iv    |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....  | v     |
| KATA PENGANTAR .....   | vi    |
| DAFTAR ISI.....  | viii  |
| DAFTAR GAMBAR .....  | xi    |
| DAFTAR TABEL.....  | xii   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....  | xiv   |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....  | xv    |
| INTISARI.....  | xviii |
| ABSTRACT .....   | xix   |
| BAB I PENDAHULUAN.....   | 1     |
| 1.1. Latar Belakang.....   | 1     |
| 1.2. Rumusan Masalah.....  | 5     |
| 1.3. Batasan Masalah .....   | 6     |
| 1.4. Tujuan Penelitian .....   | 6     |
| 1.5. Manfaat Penelitian.....   | 7     |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....   | 9     |
| 2.1 Sejarah Terapi Oksigen Hiperbarik .....  | 9     |
| 2.2 Alat Terapi Oksigen Hiperbarik .....   | 12    |
| 2.2.1 <i>Hyperbaric Chamber</i> .....  | 14    |
| 2.2.2 Sistem Pengangkut ( <i>Undercarrier</i> ) Alat Terapi Oksigen Hiperbarik.... | 23    |
| 2.3 Ringkasan Tinjauan Pustaka.....  | 25    |
| BAB III LANDASAN TEORI.....  | 26    |
| 3.1 Pendahuluan.....   | 26    |
| 3.2 Pemilihan Material .....   | 26    |
| 3.3 Angka Keamanan Perancangan <i>Undercarrier</i> .....                           | 27    |
| 3.4 Perancangan Sistem Pengangkut ( <i>Undercarrier</i> ).....                     | 27    |
| 3.4.1 <i>Frame Chassis</i> .....   | 27    |
| 3.4.2 Dasar-Dasar Perhitungan <i>Chassis</i> .....                                 | 31    |
| 3.5 Metode Elemen Hingga .....   | 36    |
| 3.5.1 Definisi Metode Elemen Hingga.....   | 36    |
| 3.5.2 Konsep Dasar Metode Elemen Hingga .....                                      | 37    |
| 3.5.3 Teori Elastisitas dan Persamaan.....   | 42    |
| 3.5.4 Persamaan Isoparametrik .....  | 50    |
| 3.5.5 <i>Gaus Elimination</i> .....  | 54    |
| 3.6 Pengenalan <i>Software</i> Autodesk Inventor Professional 2014.....            | 54    |
| 3.7 Pengenalan <i>Software</i> SIMULIA Abaqus 6.14.....                            | 55    |
| BAB IV METODE PENELITIAN .....   | 56    |
| 4.1 Pendahuluan.....   | 56    |
| 4.2 Perancangan Model <i>Udercarrier</i> .....                                     | 58    |
| 4.3 Perancangan Kontruksi <i>Udercarrier</i> .....                                 | 58    |

|                |  |     |
|----------------|--|-----|
| 4.4            | Perancangan Konfigurasi <i>Undercarrier</i> .....  | 59  |
| 4.5            | Perancangan Ketebalan Bagian-Bagian <i>Undercarrier</i> .....                                | 60  |
| 4.6            | Analisis Tegangan Menggunakan <i>Software</i> Autodesk Inventor<br>Professional 2014 .....   | 61  |
| 4.6.1          | Model Tiga Dimensi .....   | 62  |
| 4.6.2          | Definisi Material .....  | 63  |
| 4.6.3          | Proses Simulasi Autodesk Inventor Professional 2014.....                                     | 63  |
| 4.6.4          | Tahap Visualisasi Hasil.....   | 64  |
| 4.7            | Analisis Tegangan Menggunakan <i>Software</i> SIMULIA Abaqus 6.14 .....                      | 65  |
| 4.7.1          | <i>Part Module</i> .....   | 67  |
| 4.7.2          | Properti <i>Module</i> .....   | 67  |
| 4.7.3          | <i>Assembly Module</i> .....   | 68  |
| 4.7.4          | <i>Step Module</i> .....   | 69  |
| 4.7.5          | <i>Interaction Module</i> .....  | 69  |
| 4.7.6          | <i>Load Module</i> .....   | 69  |
| 4.7.7          | <i>Mesh Module</i> .....   | 70  |
| 4.7.8          | <i>Job Module</i> .....  | 72  |
| 4.7.9          | Tahap Visualisasi Hasil.....   | 72  |
| BAB V          | HASIL DAN PEMBAHASAN.....  | 73  |
| 5.1            | Pendahuluan.....   | 73  |
| 5.2            | Metode Pengujian .....   | 73  |
| 5.3            | Perancangan Model <i>Undercarrier</i> .....  | 74  |
| 5.4            | Perancangan Kontruksi <i>Undercarrier</i> .....  | 75  |
| 5.5            | Perancangan Konfigurasi Sistem Pengangkut ( <i>Undercarrier</i> ).....                       | 78  |
| 5.6            | Perancangan Bentuk Profil <i>Frame</i> pada <i>Undercarrier</i> .....                        | 80  |
| 5.7            | Hasil Desain Sistem Pengangkut ( <i>Undercarrier</i> ).....                                  | 84  |
| 5.8            | Analisis Tegangan Desain Sistem Pengangkut ( <i>Undercarrier</i> ) .....                     | 85  |
| 5.8.1          | Analisis Desain <i>Undercarrier</i> Menggunakan Autodesk Inventor<br>Professional 2014 ..... | 88  |
| 5.8.2          | Analisis Desain <i>Undercarrier</i> Menggunakan SIMULIA Abaqus<br>6.14.....                  | 89  |
| 5.8.3          | Persamaan Atur .....   | 94  |
| 5.8.4          | <i>Meshing</i> .....   | 96  |
| 5.9            | Hasil Analisis.....  | 98  |
| BAB VI         | PENUTUP .....  | 101 |
| 6.1            | Pendahuluan.....   | 101 |
| 6.2            | Kesimpulan.....  | 101 |
| 6.3            | Saran .....  | 103 |
| DAFTAR PUSTAKA | .....  | 104 |
| LAMPIRAN       | .....  | 108 |
| Lampiran 1.    | Tabel Baja Profil H.....   | 108 |
| Lampiran 2.    | Tabel Baja Profil W .....  | 109 |
| Lampiran 3.    | Tabel Baja Profil C.....   | 110 |
| Lampiran 4.    | Penyakit-Penyakit yang Bisa Disembuhkan dengan Perawatan<br>Oksigen Hiperbarik.....          | 111 |
| Lampiran 5.    | Spesifikasi Baja ASTM .....  | 112 |

|   |     |
|---|-----|
| Lampiran 6. Gambar Teknik .....                     | 113 |
| Lampiran 7. Standar Terapi Oksigen Hiperbarik ..... | 114 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 1.1 <i>Road Map</i> Penelitian RAPID HBOT .....   | 4  |
| Gambar 2.1 <i>Monoplace Hyperbaric Chamber</i> (ETC, 2016) .....   | 15 |
| Gambar 2.2 <i>Multiplace Hyperbaric Chamber</i> (PRWEB, 2015) .....  | 16 |
| Gambar 2.3 <i>Multiplace Hyperbaric Chamber</i> dengan <i>Dual Door</i> (Farina,<br>2014) .....                  | 17 |
| Gambar 2.4 Penampang Atas Ruangan Hiperbarik <i>Multiplace</i> (Farina, 1999) ....                               | 17 |
| Gambar 2.5 Desain Bentuk Ruangan Hiperbarik <i>rectangular</i> (Aaron, 2002) .....                               | 18 |
| Gambar 2.6 Desain Ruang Hiperbarik milik <i>Fink Engineering</i> (Fink Engineering,<br>2015) .....               | 19 |
| Gambar 2.7 <i>Preliminary</i> Desain <i>Hyperbaric Chamber</i> (Putro, 2015).....                                | 20 |
| Gambar 2.8 Desain <i>Hyperbaric Chamber</i> Modifikasi II (Wicaksono, 2015).....                                 | 21 |
| Gambar 2.9 Desain <i>Hyperbaric Chamber</i> Modifikasi III (Cahya, 2015) .....                                   | 21 |
| Gambar 2.10 Sketsa 2 Dimensi <i>Hyperbaric Chamber</i> (Cahya, 2015).....  | 22 |
| Gambar 2.11 Sketsa 3 Dimensi <i>Hyperbaric Chamber</i> (Cahya, 2015) .....                                       | 23 |
| Gambar 2.12 Sistem Pengangkut yang Digunakan oleh <i>Fink Engineering</i> (Fink<br>Engineering, 2016).....       | 24 |
| Gambar 2.13 Proses Pemindahan <i>Hyperbaric Chamber</i> dari Sistem Pengangkut<br>(Fink Engineering, 2016) ..... | 24 |
| <br>   |    |
| Gambar 3.1 <i>Ladder Frame Chassis</i> (SAE International, 2016).....  | 28 |
| Gambar 3.2 <i>Backbone Chassis</i> (Aermech, 2014) .....   | 29 |
| Gambar 3.3 <i>Space Chassis</i> (Aermech, 2014).....   | 30 |
| Gambar 3.4 <i>Monocoque Frame Chassis</i> (Aermech, 2014) .....  | 30 |
| Gambar 3.5 Jenis Pembebanan pada sebuah Struktur (Gere, 1972) .....  | 32 |
| Gambar 3.6 Ilustrasi Pembebanan pada <i>Undercarrier</i> .....   | 32 |
| Gambar 3.7 Pembebanan Terdistribusi dan Pembebanan Terpusat.....   | 35 |
| Gambar 3.8 Ilustrasi Penggunaan Metode Elemen Hingga (Patil, 2013) .....   | 37 |
| Gambar 3.9 Pegas yang Terdeformasi (Logan, 2007) .....   | 40 |
| Gambar 3.10 Permukaan Elemen Differensial (Logan, 2007).....   | 42 |
| Gambar 3.11 Elemen Differensial pada saat Sebelum dan Sesudah Deformasi<br>(Logan, 2007) .....                   | 44 |
| Gambar 3.12 Tegangan Normal yang Bekerja pada Elemen Tiga Dimensi<br>(Logan, 2007) .....                         | 47 |
| Gambar 3.13 Elemen Batang (a) Koordinat Global x (b) Sistem Koordinat<br>Natural s .....                         | 50 |
| <br>   |    |
| Gambar 4.1 Diagram Alir Tugas Akhir Perancangan Ruang Terapi Oksigen<br>Hiperbarik.....                          | 56 |
| Gambar 4.2 Diagram Alir Proses pada Autodesk Inventor Professional 2014.....                                     | 61 |
| Gambar 4.3 Desain <i>Undercarrier</i> .....  | 62 |
| Gambar 4.4 Pola <i>Mesh</i> Desain <i>Undercarrier</i> pada Autodesk Inventor<br>Professional 2014 .....         | 64 |
| Gambar 4.5 Diagram Alir Proses pada SIMULIA Abaqus 6.14 .....  | 65 |
| Gambar 4.6 Tahap Analisis Simulasi dengan Abaqus (Abaqus, 2014) .....  | 66 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 4.7 Hasil <i>Assembly Undercarrier</i> pada <i>Software SIMULIA Abqus</i><br>6.14.....                                   | 68 |
| Gambar 4.8 Letak Pendefenisian <i>Load</i> dan <i>Boundary Condition</i> pada<br><i>Undercarrier</i> .....                      | 70 |
| Gambar 4.9 Tampak <i>Mesh</i> pada Bagian <i>Undercarrier</i> .....   | 71 |
| Gambar 4.10 Titik Tumpuan pada Desain <i>Undercarrier</i> .....   | 72 |
| <br>  |    |
| Gambar 5.1 Sketsa Desain <i>Undercarrier</i> .....  | 74 |
| Gambar 5.2 Bentuk-Bentuk Baja Profil (Macdonald, 2002) .....  | 75 |
| Gambar 5.3 Pengaplikasian Baja Profil pada Chassis .....  | 76 |
| Gambar 5.4 Hasil Analisis Bentuk Baja Profil I.....   | 76 |
| Gambar 5.5 Hasil Analisis Bentuk Baja Profil C.....   | 77 |
| Gambar 5.6 Sketsa Konfigurasi Komponen-Komponen pada <i>Undercarrier</i> .....  | 78 |
| Gambar 5.7 Sketsa Konfigurasi <i>Bogie</i> Depan .....  | 79 |
| Gambar 5.8 Sketsa Konfigurasi <i>Bogie</i> Belakang.....  | 80 |
| Gambar 5.9 Hasil Pengujian Analisis Tegangan terhadap Profil-Profil Baja .....  | 81 |
| Gambar 5.10 Skema Konfigurasi 2D Desain Sistem Pengangkut ( <i>Undercarrier</i> )<br>.....                                      | 84 |
| Gambar 5.11 Tampak Isometrik Desain Sistem Pengangkut ( <i>Undercarrier</i> ) .....   | 85 |
| Gambar 5.12 Sketsa Gaya yang Terdistribusi pada <i>Undercarrier</i> .....   | 86 |
| Gambar 5.13 Hasil <i>Rendering Image</i> dengan Menggunakan <i>Software Autodesk</i><br><i>Inventor Professional 2014</i> ..... | 89 |
| Gambar 5.14 Hasil Gambar Teknik dengan Menggunakan <i>Software Autodesk</i><br><i>Inventor Professional 2014</i> .....          | 90 |
| Gambar 5.15 Hasil Simulasi Desain <i>Undercarrier</i> dengan Menggunakan <i>Software</i><br><i>SIMULIA Abaqus 6.14</i> .....    | 91 |
| Gambar 5.16 Posisi Terjadinya tegangan Maksimal pada Desain <i>Undercarrier</i><br>.....  | 92 |
| Gambar 5.17 <i>Displacement</i> Arah Sumbu x.....   | 93 |
| Gambar 5.18 <i>Displacement</i> Arah Sumbu y.....   | 93 |
| Gambar 5.19 <i>Displacement</i> Arah Sumbu z.....   | 94 |
| Gambar 5.20 Hasil Simulasi Baja Profil I dengan Autodesk <i>Inventor professional</i><br>2014 dan <i>Abaqus 6.14</i> .....      | 95 |
| Gambar 5.21 Pola <i>Mesh</i> pada <i>Undercarrier</i> Menggunakan Autodesk <i>Inventor</i><br><i>Professional 2014</i> .....    | 98 |
| Gambar 5.22 Pola <i>Mesh</i> dengan <i>SIMULIA Abaqus 6.14</i> .....  | 99 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 3.1 Sifat Mekanis ASTM A36 (ASTM, 1997).....  | 26 |
| Tabel 5.1 Hasil Pengujian Analisis Tegangan Terhadap Profil-Profil Baja .....   | 81 |
| Tabel 5.2 Bagian-Bagian Utama <i>Undercarrier</i> .....   | 82 |
| Tabel 5.3 Hasil Analisis Tegangan dan Displacement dengan menggunakan A<br>utodesk Inventor professional 2014 dan SIMULIA Abaqus 6.14 ..... | 94 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|  |     |
|--|-----|
| Lampiran 1. Tabel Baja Profil H.....   | 108 |
| Lampiran 2. Tabel Baja Profil W .....  | 109 |
| Lampiran 3. Tabel Baja Profil C .....  | 110 |
| Lampiran 4. Penyakit –Penyakit yang Bisa Disembuhkan deengan Perawatan<br>Oksigen Hiperbarik ..... | 111 |
| Lampiran 5 Spesifikasi Baja ASTM A36 .....   | 112 |
| Lampiran 6 Gambar Teknik .....   | 113 |
| Lampiran 7 Standar terapi Oksige Hiperbarik .....  | 114 |