

## DAFTAR ISI

|                                                                        |              |
|------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>COVER INDONESIA.....</b>                                            | <b>i</b>     |
| <b>ENGLISH COVER .....</b>                                             | <b>ii</b>    |
| <b>PENGESAHAN PEMBIMBING/PROMOTOR.....</b>                             | <b>iii</b>   |
| <b>PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....</b>                                   | <b>iv</b>    |
| <b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....</b>                                 | <b>v</b>     |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                             | <b>vi</b>    |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                                 | <b>viii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                              | <b>xi</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                              | <b>xiii</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                           | <b>xvii</b>  |
| <b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....</b>                                | <b>xxi</b>   |
| <b>INTISARI .....</b>                                                  | <b>xxiii</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                  | <b>xxiv</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                                          | <b>1</b>     |
| 1.1 Latar Belakang .....                                               | 1            |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                              | 11           |
| 1.3 Asumsi dan Batasan Masalah.....                                    | 11           |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                                             | 11           |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                                            | 12           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                    | <b>13</b>    |
| 2.1 Penelitian mengenai 3D <i>Print</i> di Indonesia.....              | 13           |
| 2.2 FDM <i>printed sensor</i> dan <i>soft pneumatic actuator</i> ..... | 17           |
| 2.2.1. FDM <i>printed sensor</i> .....                                 | 19           |
| 2.2.2. FDM <i>Printed soft pneumatic actuator</i> .....                | 25           |
| 2.2.3. FDM <i>printed sensorized pneumatic actuator</i> .....          | 32           |
| 2.3 <i>Patent analysis</i> .....                                       | 34           |
| 2.4 <i>Reference gap</i> .....                                         | 43           |
| <b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>                                     | <b>50</b>    |
| 3.1 <i>Additive manufacturing</i> .....                                | 50           |
| 3.2 <i>Multi-nozzle FDM</i> .....                                      | 52           |

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3 <i>Strain sensor</i> .....                                               | 54        |
| 3.4 <i>Soft pneumatic actuator</i> .....                                     | 57        |
| 3.5 <i>Design requirement</i> .....                                          | 59        |
| 3.6 <i>Design for Additive Manufacture (DFAM)</i> .....                      | 61        |
| 3.7 <i>Design Thinking</i> .....                                             | 68        |
| 3.8 Perancangan Eksperimen .....                                             | 69        |
| 3.9 <i>Taguchi-based GRA (Grey Relational Analysis)</i> .....                | 74        |
| <b>BAB IV METODE PENELITIAN</b> .....                                        | <b>78</b> |
| 4.1 Objek Penelitian .....                                                   | 78        |
| 4.2 Lokasi Penelitian .....                                                  | 78        |
| 4.3 Alat dan Bahan Penelitian .....                                          | 78        |
| 4.3.1 Filamen Fleksibel dan Fleksibel Konduktif .....                        | 78        |
| 4.3.2 Flashforge Creator Pro <i>NEW Version 2.0 Dual Extruder</i> IDEX ..... | 79        |
| 4.3.3 Kompresor lakoni .....                                                 | 80        |
| 4.3.4 <i>Jig</i> pengukuran .....                                            | 81        |
| 4.3.5 Neraca gaya digital .....                                              | 82        |
| 4.3.6 Wattmeter digital .....                                                | 82        |
| 4.4 Tahapan Penelitian .....                                                 | 83        |
| 4.4.1 Tahap persiapan .....                                                  | 83        |
| 4.4.2 Tahap perancangan .....                                                | 84        |
| 4.4.3 Tahap pencetakan dan pengambilan data .....                            | 84        |
| 4.4.4 Tahap analisis data dan penarikan kesimpulan .....                     | 92        |
| 4.5 Kerangka teori .....                                                     | 93        |
| <b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....                                      | <b>95</b> |
| 5.1 Perancangan Sensorized Soft <i>Pneumatic Actuator</i> .....              | 95        |
| 5.2 Pencetakan dan pengambilan data .....                                    | 104       |
| 5.3 Hasil pengujian deformasi .....                                          | 104       |
| 5.4 Pengaruh parameter terhadap diameter .....                               | 110       |
| 5.5 Pengaruh parameter terhadap panjang .....                                | 116       |
| 5.6 Pengaruh parameter terhadap sudut .....                                  | 121       |
| 5.7 Pengaruh parameter terhadap nilai <i>tip force</i> .....                 | 127       |
| 5.8 Pengaruh parameter terhadap nilai resistansi .....                       | 133       |

|                                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.9 Pengaruh parameter terhadap <i>build time</i> dan <i>energy consumption</i> .....                    | 139        |
| 5.10 Parameter terbaik secara keseluruhan .....                                                          | 141        |
| 5.11 Perbandingan parameter terbaik secara keseluruhan dengan hasil terbaik masing-masing parameter..... | 144        |
| 5.12 Perbandingan dengan penelitian lain.....                                                            | 146        |
| 5.13 Kontribusi hasil penelitian.....                                                                    | 148        |
| <b>BAB VI PENUTUP .....</b>                                                                              | <b>151</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                                                      | 151        |
| 5.2 Saran.....                                                                                           | 152        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                                              | <b>154</b> |