

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Tinjauan Ekstrusi UHMWPE .....	4
2.2 Tinjauan Keamanan PEG dan PO.....	11
2.3 <i>Additive Manufacture</i> .....	12
2.4 <i>3D Printing Fused Deposition Modelling (FDM)</i> .....	14
2.5 Prinsip Dasar Mesin 3D Printer .....	16
2.6 Material Filamen 3D Printer .....	17
2.7 <i>Ultra-High Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE)</i> .....	18
2.7.1 Bahan baku polimer UHMWPE.....	20
2.7.2 Sterilisasi uap bahan baku UHMWPE.....	22
2.8 Proses Ekstrusi Plastik .....	23
2.9 <i>Single screw extrusion</i> .....	24
2.10 Parameter Penting Pada Proses Ektrusi.....	25
2.11 <i>Differential Scanning Calorimetry (DSC)</i> .....	26
2.12 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)</i> .....	28
2.13 Pengujian Material Hasil Ekstrusi .....	30
2.13.1 Uji tarik .....	30

2.13.2 Beban .....	34
2.13.3 Tegangan .....	34
2.13.4 Regangan .....	34
2.14 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) .....	36
2.15 Analisa Statistik .....	37
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
3.1 Alat dan Bahan .....	40
3.1.1 Peralatan dan perlengkapan penelitian .....	40
3.1.2 Bahan penelitian .....	42
3.2 Kerangka Penelitian .....	46
3.3 Tahapan Proses Penelitian .....	47
3.4 Variabel Penelitian .....	54
3.5 Pengujian dan Karakterisasi Filamen UHMWPE .....	55
3.5.1 Uji <i>differential scanning calorimetry</i> (DSC) filamen .....	56
3.5.2 Uji <i>fourier transform infrared spectroscopy</i> (FTIR) filamen .....	56
3.5.3 Uji <i>scanning electron microscope</i> (SEM) filamen .....	56
3.5.4 Uji tarik filamen .....	56
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>58</b>
4.1 Permukaan filamen UHMWPE .....	58
4.2 Diameter filamen UHMWPE .....	59
4.3 Hasil Karakterisasi dengan DSC .....	63
4.4 Uji <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR) .....	66
4.5 Uji Tarik .....	69
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>75</b>
5.1 Kesimpulan .....	75
5.2 Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xiii</b>

<b>Gambar 2. 1</b> Hasil ekstrusi (a) pada <i>temperature window</i> (154 °C) dan (b) pada suhu diatas <i>temperature window</i> (165 °C) .....	6
<b>Gambar 2. 2</b> Skema proses ekstrusi menggunakan rotor eksentris .....	7
<b>Gambar 2. 3</b> Hasil FTIR ekstrusi UHMWPE/ <i>Collagen</i> .....	10
<b>Gambar 2. 4</b> Skema penggunaan FDM.....	15
<b>Gambar 2. 5</b> Mesin 3D <i>Printer FDM</i> .....	16
<b>Gambar 2. 9</b> Skema struktur kimia etilen dan polietilen.....	18
<b>Gambar 2. 10</b> Bantalan pinggul UHMWPE (M-PE) .....	18
<b>Gambar 2. 11</b> Perbandingan <i>wear rate</i> HDPE dan UHMWPE.....	20
<b>Gambar 2. 12</b> Flow diagram proses Ziegler .....	21
<b>Gambar 2. 13</b> Serbuk resin UHMWPE.....	22
<b>Gambar 2. 14</b> Skema proses ekstrusi plastik.....	24
<b>Gambar 2. 15</b> Skema proses <i>single screw extruder</i> .....	25
<b>Gambar 2. 18</b> Jejak DSC untuk UHMWPE .....	27
<b>Gambar 2. 19</b> Jejak FTIR (a) UHMWPE (b) R-PA6 dan (c) UHMWPE/R-PA6/HDPE-g-MA .....	30
<b>Gambar 2. 20</b> Standar ASTM D3379-75 .....	31
<b>Gambar 2. 21</b> Standar ASTM D638-14 tipe IV .....	34
<b>Gambar 2. 22</b> Grafik tegangan-regangan.....	36
<b>Gambar 2. 23</b> Hasil SEM morfologi partikel resin UHMWPE Basell (1900 Resin) dan Celanese (GUR Resin) .....	36
<b>Gambar 3. 1</b> Mesin ekstrusi filamen sederhana.....	40
<b>Gambar 3. 2</b> Mesin <i>planetary ball mill</i> .....	41
<b>Gambar 3. 3</b> <i>Rod</i> UHMWPE.....	43
<b>Gambar 3. 4</b> Hasil DSC <i>rod</i> UHMWPE .....	43
<b>Gambar 3. 5</b> Hasil FTIR <i>rod</i> UHMWPE .....	44
<b>Gambar 3. 6</b> <i>Polyethylene glycol</i> (PEG) cair .....	45
<b>Gambar 3. 7</b> <i>Paraffin oil</i> (PO).....	45
<b>Gambar 3. 8</b> <i>Flow chart</i> penelitian .....	47
<b>Gambar 3. 9</b> <i>Rod</i> UHMWPE (a) sebelum dan (b) sesudah proses bubut .....	48
<b>Gambar 3. 10</b> Kontainer tatal hasil bubut .....	49

<b>Gambar 3. 11</b> (a) Tatal UHMWPE dan (b) permukaannya .....	51
---	----

<b>Gambar 3. 12</b> Sampel uji tarik (a) filamen UHMWPE sesuai standar ASTM D3379-	
--	--

75 dan (b) UHMWPE murni sesuai standar ASTM D638-14 tipe-IV .....	57
---	----

<b>Gambar 4. 1</b> Bentuk permukaan filamen UHMWPE .....	59
--	----

<b>Gambar 4. 2</b> Respon rata-rata tiap faktor diameter filamen.....	62
---	----

<b>Gambar 4. 3</b> <i>Signal to noise ratio</i> faktor diameter filamen.....	62
--	----

<b>Gambar 4. 4</b> Hasil DSC berdasarkan (a) perubahan temperatur, (b) penambahan PEG dan (c) kecepatan putar <i>screw</i> .....	64
--	----

<b>Gambar 4. 5</b> Derajat kristalinitas berdasarkan (a) perubahan temperatur, (b) penambahan PEG dan (c) kecepatan putar <i>screw</i> .....	65
--	----

<b>Gambar 4. 6</b> Hasil FTIR berdasarkan (a) perubahan temperatur, (b) penambahan PEG dan (c) kecepatan putar <i>screw</i> .....	67
---	----

<b>Gambar 4. 7</b> (a) Grafik tegangan-regangan dan (b) bentuk patahan filamen UHMWPE .....	69
---	----

<b>Gambar 4. 8</b> Hasil SEM patahan uji tarik filamen UHMWPE .....	70
---	----

<b>Gambar 4. 9</b> Respon rata-rata tiap faktor kekuatan tarik filamen .....	72
--	----

<b>Gambar 4. 10</b> <i>Signal to noise ratio</i> faktor kekuatan tarik filamen .....	73
--	----

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Penelitian-penelitian UHMWPE .....	5
<b>Tabel 2. 2</b> Sampel UPC <i>nanocomposite</i> dan komposisi CNF .....	7
<b>Tabel 2. 3</b> Komposisi PEG/HDPE/UHMWPE (dalam %) .....	8
<b>Tabel 2. 4</b> Kategori proses <i>additive manufacture</i> beserta material yang digunakan .....	14
<b>Tabel 2. 5</b> Kapabilitas mesin FDM .....	15
<b>Tabel 2. 8</b> Perbandingan sifat material HDPE dan UHMWPE .....	19
<b>Tabel 2. 9</b> Standar bubuk UHMWPE kelas medis (ASTM F648 dan ISO 5834-1) .....	22
<b>Tabel 2. 10</b> Tinjauan <i>peak</i> FTIR UHMWPE .....	29
<b>Tabel 3. 1</b> Bagian-bagian mesin ekstrusi filamen .....	41
<b>Tabel 3. 2</b> Bagian-bagian mesin <i>planetary ball mill</i> .....	42
<b>Tabel 3. 3</b> Tahapan proses sterilisasi total UHMWPE .....	49
<b>Tabel 3. 4</b> Tahapan proses ekstrusi filamen UHMWPE .....	52
<b>Tabel 3. 5</b> Kode spesimen .....	55
<b>Tabel 4. 1</b> Kode nilai variabel diameter filamen .....	59
<b>Tabel 4. 2</b> Data rata-rata diameter filamen .....	60
<b>Tabel 4. 3</b> Respon rata-rata tiap faktor diameter filamen .....	61
<b>Tabel 4. 4</b> <i>Signal to noise ratio</i> faktor diameter filamen .....	61
<b>Tabel 4. 5</b> Analisa varian diameter filamen .....	63
<b>Tabel 4. 6</b> Hasil uji DSC .....	65
<b>Tabel 4. 7</b> Puncak gelombang hasil uji FTIR .....	67
<b>Tabel 4. 8</b> Data rata-rata kekuatan tarik <i>rod</i> dan filamen .....	71
<b>Tabel 4. 9</b> Respon rata-rata tiap faktor kekuatan tarik filamen .....	72
<b>Tabel 4. 10</b> <i>Signal to noise ratio</i> faktor kekuatan tarik filamen .....	72
<b>Tabel 4. 11</b> Analisa varian kekuatan tarik filamen .....	73