

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xviii
INTISARI	xxi
ABSTRACT	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Batasan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Studi Terdahulu Parameter Cetak <i>Fused Deposition Modeling</i> (FDM)	9
2.2 Studi Terdahulu Penggunaan Material PLA dan TPU pada FDM	11
2.2.1 Material PLA	12
2.2.2 Material TPU	14
2.3 Studi Terdahulu Penggunaan Struktur <i>Multi-Material</i> PLA/TPU	16
2.4 Studi Terdahulu <i>Post-Processing Annealing</i>	20
2.5 Studi Terdahulu <i>Annealing</i> Bertekanan	22
2.6 Studi Terdahulu Penggunaan Metode Taguchi	28
2.7 <i>Roadmap</i> dan Kebaruan Penelitian	32

BAB III LANDASAN TEORI	34
3.1 <i>Fused Deposition Modeling</i> (FDM) dalam <i>Additive Manufacturing</i> (AM)	34
3.1.1 Parameter Suhu Ekstrusi	36
3.1.2 Suhu Alas Cetak	37
3.1.3 Ketebalan Lapisan Cetak	37
3.1.4 Kecepatan Cetak	37
3.1.5 Orientasi Cetak	38
3.1.6 Kepadatan Pengisian	38
3.1.7 Sudut Raster	39
3.2 Material Polimer	40
3.2.1 <i>Polylactic Acid</i> (PLA)	40
3.2.2 <i>Thermoplastic Polyurethane</i> (TPU)	41
3.3 <i>Multi-Material Fused Deposition Modeling</i> (MM-FDM)	42
3.3.1 Definisi MM-FDM	43
3.3.2 Mekanisme Ikatan Antarmuka Lapisan	44
3.3.3 Hukum Campuran (<i>Rule of Mixtures</i>) Struktur <i>Sandwich</i>	47
3.4 <i>Post Processing Annealing</i> Bertekanan	49
3.5 Uji Tarik	53
3.6 Metode Taguchi	54
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	57
4.1 Lokasi Penelitian	57
4.2 Diagram Alir Penelitian	57
4.3 Variabel Penelitian	58
4.3.1 Variabel Bebas	58
4.3.2 Variabel Terikat	58
4.3.3 Variabel Kontrol	58
4.4 Bahan Penelitian	58
4.4.1 <i>Polylactic Acid</i> (PLA)	58
4.4.2 <i>Thermoplastic Polyurethane</i> (TPU)	59
4.5 Alat Penelitian	60
4.5.1 Mesin Cetak 3D FDM	60
4.5.2 <i>Digital Drying Oven</i>	60

4.5.3 <i>Molding Annealing</i> Spesimen	61
4.5.4 Beban Baja	62
4.5.5 <i>Universal Testing Machine</i> (UTM)	62
4.5.6 Mikroskop Digital dan <i>Stand</i>	63
4.5.7 Jangka Sorong	63
4.5.8 Perangkat Lunak	64
4.6 Standar dan Dimensi Spesimen Uji Tarik	64
4.7 <i>Design of Experiment</i> (DOE)	65
4.7.1 DOE <i>Multi-Material</i> PLA/TPU dengan Taguchi	65
4.7.2 Spesimen <i>Mono-Material</i> PLA dan TPU	67
4.8 Prosedur Pencetakan FDM	67
4.8.1 Model CAD Spesimen	67
4.8.2 Konfigurasi Pencetakan <i>Mono-Material</i> dan <i>Multi-Material</i>	68
4.8.3 Parameter Pencetakan FDM	69
4.8.4 Penamaan Spesimen	70
4.8.5 Inspeksi Visual Spesimen	70
4.9 Prosedur <i>Annealing</i> Bertekanan	71
4.9.1 Persiapan Spesimen dan <i>Molding</i>	71
4.9.2 Proses <i>Annealing</i> Bertekanan	72
4.9.3 Proses Pendinginan Spesimen	73
4.10 Prosedur Pengujian Tarik	73
4.11 Prosedur Pengambilan Gambar Spesimen	74
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	76
5.1 Perbandingan UTS dan <i>Elongation at Break</i> PLA/TPU	76
5.2 Pengaruh Parameter <i>Annealing</i> Bertekanan terhadap UTS	80
5.2.1 Hasil Pengujian Kekuatan Tarik (UTS)	80
5.2.2 Hasil <i>S/N Ratio</i> Taguchi dan ANOVA Pengujian UTS	81
5.2.3 Pengaruh Suhu dan Waktu <i>Annealing</i> terhadap UTS	85
5.2.4 Pengaruh Beban <i>Molding</i> terhadap UTS	86
5.3 Pengaruh <i>Annealing</i> Bertekanan terhadap <i>Elongation at Break</i>	88
5.3.1 Hasil Pengujian <i>Elongation at Break</i>	88
5.3.2 Hasil <i>S/N Ratio</i> dan ANOVA Pengujian <i>Elongation at Break</i>	89

5.3.3 Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap <i>Elongation at Break</i>	93
5.3.4 Pengaruh Beban <i>Molding</i> terhadap <i>Elongation at Break</i>	94
5.4 Analisis Makrostruktur Patahan Spesimen Uji Tarik	96
5.4.1 Patahan Parameter Proses Rasio Volume TPU	96
5.4.2 Patahan Parameter Suhu <i>Annealing</i> Bertekanan	97
5.4.3 Patahan Parameter Beban <i>Molding Annealing</i> Bertekanan	100
5.5 Hasil Pengujian Konfirmasi	102
5.5.1 Hasil Pengujian Konfirmasi	102
5.5.2 Gambar Makrostruktur Patahan Spesimen Konfirmasi	104
BAB VI PENUTUP	106
6.1 Kesimpulan	106
6.2 Saran	107
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN	119