

DAFTAR ISI

HALAMAN NOMOR PERSOALAN	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
MOTTO	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan masalah.....	3
1.3. Batasan masalah	3
1.4. Tujuan penelitian	4
1.5. Manfaat penelitian	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. <i>Additive manufacturing (AM)</i>	5
2.2. Metode pencetakan 3D (3D printing)	6
2.2.1. <i>Powder sintering method</i>	6
2.2.2. <i>Fused deposition modeling (FDM)</i>	6
2.2.3. <i>Stereolithography</i>	8
2.2.4. <i>Powder binder jetting method</i>	8
2.2.5. <i>Laminated object manufacturing (LOM)</i>	8
2.3. <i>Software computer aided design (CAD)</i>	9

2.4.	<i>Slicer</i>	9
2.5.	<i>Firmware Repetier</i>	10
2.6.	<i>Microcontroller</i>	11
2.7.	<i>G-code</i> untuk <i>printer FDM</i>	11
2.8.	Ekstrusi.....	12
2.8.1.	<i>Extrusion-based printing</i>	13
2.8.2.	<i>Inkjet printing (IJP)</i>	13
2.8.3.	<i>Binder jetting</i>	14
2.9.	Cokelat.....	15
2.9.1.	Cokelat hitam kovertur.....	15
2.9.2.	Cokelat paduan/cokelat <i>compound</i>	15
2.9.3.	Cokelat <i>compound</i> butir	16
2.10.	Pengontrol temperatur.....	17
2.11.	<i>Motor stepper</i>	17
2.12.	<i>Magnesium stearate</i>	17
2.13.	Parameter pemesinan pada mesin 3D <i>printer</i>	17
2.13.1.	Temperatur pelelehan (<i>melting temperature</i>	17
2.13.2.	<i>Printing speed</i>	18
2.13.3.	<i>Flow rate percentage</i>	18
2.13.4.	<i>Movement speed</i>	19
2.13.5.	<i>Layer height</i>	19
2.13.6.	<i>Diameter nozzle</i>	19
BAB III	.....	20
METODE PENELITIAN	.....	20
3.1.	Diagram alir penelitian	20
3.2.	Alat Penelitian	21
3.3.	Bahan Penelitian.....	22
3.4.	Desain peralatan	22
3.4.1.	Tipe 3D <i>printer</i> yang digunakan	22
3.4.2.	Bentuk konstruksi rangka.....	23

3.4.3.	Mekanisme gerakan meja.....	23
3.5.	<i>Design of Experiment</i>	24
3.5.1.	Temperatur pelelehan material coklat	24
3.5.2.	Mekanisme pemanasan dan pendinginan menggunakan STC 1000.....	25
3.5.3.	Konfigurasi bahan aditif <i>MgST</i>	27
3.5.4.	Konfigurasi posisi <i>heater</i>	29
3.5.5.	Proses ekstrusi	30
3.6.	Instrumen pengujian	31
3.7.	<i>Variable</i> Pengukur	32
3.7.1.	<i>Variable</i> bebas	32
3.7.2.	<i>Variable</i> kontrol	32
3.7.3.	<i>Variable</i> terikat.....	33
3.8.	Analisa data	33
BAB IV	.....	34
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	34
BAB V	.....	50
PENUTUP	.....	50
5.1.	Kesimpulan.....	50
5.2.	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konsep alur produksi <i>additive manufacturing</i> (Jimenez, 2019).....	5
Gambar 2. 2 Prinsip kerja teknik <i>FDM</i> (Jimenez, 2019).....	7
Gambar 2. 3 Desain <i>nozzle</i> menggunakan <i>software</i> Solidworks 2018.....	9
Gambar 2. 4 <i>Slicer</i> Simplify3D	10
Gambar 2. 5 Menu LCD pada <i>repetier firmware</i>	11
Gambar 2. 6 <i>Single-screw extruder</i> (Kokini, 1993)	13
Gambar 2. 7 Teknik ekstrusi pencetakan makanan 3D	14
Gambar 2. 8 Grafik penurunan viskositas akibat temperatur coklat yang meningkat.....	16
Gambar 2. 9 Kurva <i>differential scanning calorimetry</i> pada coklat	18
Gambar 3. 1 Langkah utama penelitian.....	20
Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian	21
Gambar 3. 3 Mesin 3D <i>printer</i> tipe <i>FDM</i>	22
Gambar 3. 4 Rangka mesin mini 3D <i>printer</i> coklat.....	23
Gambar 3. 5 <i>Heater</i> 220V AC 200W	25
Gambar 3. 6 <i>Wiring diagram digital thermostat</i> STC 1000.....	26
Gambar 3. 7 <i>Setting</i> pada temperatur <i>controller</i> STC 1000	27
Gambar 3. 8 Pencarian massa coklat dalam <i>extruder</i>	28
Gambar 3. 9 Variasi posisi <i>heater</i> pada tabung <i>extruder</i>	29
Gambar 3. 10 Metode ekstrusi menggunakan <i>screw</i> berputar.....	30
Gambar 3. 11 Proses kerja ekstrusi menggunakan <i>screw</i> berputar	31
Gambar 3. 12 Dimensi spesimen uji dengan diameter <i>nozzle</i> 4mm.....	31
Gambar 4. 1 Waktu pemanasan dari <i>Tmin</i> ke <i>Tmax</i> pada <i>controller</i>	34
Gambar 4. 2 <i>Tmax</i> riil coklat yang dapat dicapai saat proses pelelehan coklat	36
Gambar 4. 3 Temperatur ekstrusi coklat.....	38
Gambar 4. 4 Nilai <i>RMSE</i> dimensi spesimen pada tiap posisi <i>heater</i>	41
Gambar 4. 5 Hasil visual uji cetak coklat dengan <i>heater</i> di bagian atas <i>extruder</i> dan nilai <i>Te</i> 33°C dengan variasi <i>MgST</i>	42
Gambar 4. 6 Hasil visual uji cetak coklat dengan <i>heater</i> di bagian atas <i>extruder</i> dan nilai <i>Te</i> 34°C dengan variasi <i>MgST</i>	43
Gambar 4. 7 Hasil visual uji cetak coklat dengan <i>heater</i> di bagian atas <i>extruder</i> dan nilai <i>Te</i> 35°C dengan variasi <i>MgST</i>	43
Gambar 4. 8 Hasil visual uji cetak coklat dengan <i>heater</i> di bagian tengah <i>extruder</i> dan nilai <i>Te</i> 33°C dengan variasi <i>MgST</i>	44
Gambar 4. 9 Hasil visual uji cetak coklat dengan <i>heater</i> di bagian tengah <i>extruder</i> dan nilai <i>Te</i> 34°C dengan variasi <i>MgST</i>	44

Gambar 4. 10 Hasil visual uji cetak cokelat dengan <i>heater</i> di bagian tengah <i>extruder</i> dan nilai T_e 35°C dengan variasi <i>MgST</i>	45
Gambar 4. 11 Hasil visual uji cetak cokelat dengan <i>heater</i> di bagian bawah <i>extruder</i> dan nilai T_e 33°C dengan variasi <i>MgST</i>	45
Gambar 4. 12 Hasil visual uji cetak cokelat dengan <i>heater</i> di bagian bawah <i>extruder</i> dan nilai T_e 34°C dengan variasi <i>MgST</i>	46
Gambar 4. 13 Hasil visual uji cetak cokelat dengan <i>heater</i> di bagian bawah <i>extruder</i> dan nilai T_e 35°C dengan variasi <i>MgST</i>	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Instruksi <i>G-code</i>	12
Tabel 3. 1 <i>Variable</i> bebas	32
Tabel 3. 2 <i>Variable</i> kontrol	32
Tabel 4. 1 Dimensi hasil cetak cokelat dengan variasi nilai T_e , kandungan <i>MgST</i> dan posisi <i>heater</i>	32
Tabel 4. 2 Rangkuman parameter optimal	48