

**PENGARUH UKURAN BOTOL PLASTIK DAN ANALISIS
KECEPATAN PUTARAN MOTOR TERHADAP HASIL EKSTRUSI
MATERIAL PET (*POLYETHYLENE TEREPHTHALATE*) PADA MESIN
FILAMEN MAKER 3D PRINTER**

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana



Disusun oleh:

ABDUL KADER BAKAR

19011120002

**JURUSAN TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA**

2023

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 21 Agustus 2023
Mahasiswa,



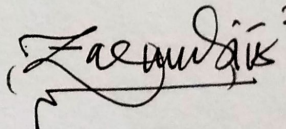
Abdul Kader Bakar
NIM. 19011120002

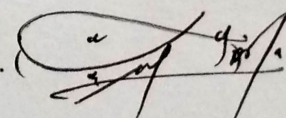
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Abdul Kader Bakar
NIM : 19011120002
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi :
PENGARUH UKURAN BOTOL PLASTIK
DAN ANALISIS KECEPATAN PUTARAN
MOTOR TERHADAP HASIL EKSTRUSI
MATERIAL PET (POLYETHYLENE
TEREPHTHALATE) PADA MESIN FILAMEN
MAKER 3D PRINTER

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng ( 21/8-2023

Pembimbing 2 : Yasya Khalif Perdana Saleh, ST., M.Sc. (

Ditetapkan di : Depok, 21 Agustus 2023
Tanggal :

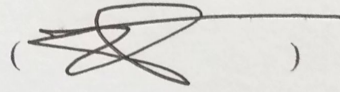
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Abdul Kader Bakar
NIM : 19011120002
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : PENGARUH UKURAN BOTOL PLASTIK
DAN ANALISIS KECEPATAN PUTARAN
MOTOR TERHADAP HASIL EKSTRUSI
MATERIAL PET (*POLYETHYLENE
TEREPHTHALATE*) PADA MESIN FILAMEN
MAKER 3D PRINTER

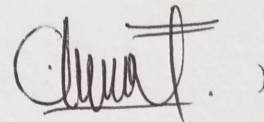
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

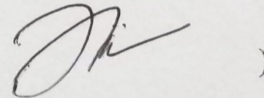
Penguji 1 : Ade Sunardi, ST., MT

() $\frac{21}{88}, 123$

Penguji 2 : Nasrul Chanief Hidayat ST., M.Eng(

()

Penguji 3 : Ayu Nurul Haryudiniarti, ST., MT (

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 21 Agustus 2023

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng, selaku dosen pembimbing satu (1) serta selaku ketua Jurusan Teknik Mesin, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Yasya Khalif Perdana Saleh, ST., M.Sc. selaku dosen pembimbing dua (2) yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
- (3) Orang tua dan keluarga saya yang telah membimbing dan mendidik serata memberikan motivasi, nasehat, kasih sayang serta doa yang sering mengiringi yang tidak tak bisa penulis balas.
- (4) Untuk ketiga kakak penulis yaitu kak Yusnita Nasia, kak Yuni Desma dan Mariza Handayani Terimakasih atas segala perhatian, kasih sayang, support, serta doanya, sehingga penulis bisa melakukan penelitian ini.

Depok, 21 Agustus 2023

Penulis

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Abdul Kader Bakar
NPM : 19011120002
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENGARUH UKURAN BOTOL PLASTIK DAN ANALISIS KECEPATAN PUTARAN MOTOR TERHADAP HASIL EKSTRAKSI MATERIAL PET (POLYETHYLENE TEREPHTHALATE) PADA MESIN FILAMEN MAKER 3D PRINTER

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 21 Agustus 2023

Yang menyatakan



Abdul Kader Bakar
NIM. 19011120002

ABSTRAK

Sampah plastik adalah masalah yang saat ini sedang dihadapi oleh berbagai negara dan Indonesia adalah salah satunya. Penggunaan plastik dan barang-barang berbahan dasar plastik semakin banyak seiring berkembangnya era teknologi, industri dan juga pertambahan jumlah penduduk. Jenis plastik yang sering didaur ulang adalah polyethylena (PE), *polypropylene* (PP), *polistirena* (PS), *polyethylene terephthalate* (PET) dan *polyvinyl chloride* (PVC). Plastik *polyethylene terephthalate* (PET) adalah jenis plastik yang banyak digunakan pada industri botol seperti botol air kemasan atau botol minuman. Penanganan masalah sampah plastik dikenal dengan istilah 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*). *Reuse* adalah memakai berulang kali barang-barang yang terbuat dari plastik. *Reduce* adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang-barang yang terbuat dari plastik, terutama barang-barang yang sekali pakai. *Recycle* adalah mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari plastik. Beberapa keunggulan plastik jenis PET ini adalah dapat didaur ulang kembali menjadi berbagai macam produk yang memiliki nilai ekonomis seperti produk filamen, mainan, *furniture*, dan *souvenir*. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh ukuran botol plastik dan kecepatan motor terhadap hasil ekstrusi material *Polyethylene terephthalate* (PET) pada mesin filamen maker untuk 3D printer. Mesin filamen maker ini dirancang untuk mengolah botol plastik PET menjadi filamen yang cocok untuk digunakan dalam aplikasi 3D printing. Metode penelitian melibatkan dua faktor utama: ukuran botol plastik dan kecepatan motor. Berbagai ukuran botol plastik diperhatikan untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap proses ekstrusi. Selain itu, kecepatan motor divariasikan untuk menganalisis pengaruhnya terhadap kualitas dan konsistensi ekstrusi filamen. Pada penelitian ini dibuat mesin filamen maker 3D printer yang mampu mengekstrusi limbah botol plastik jenis PET menjadi filamen 3D printer dengan filamen yang dihasilkan memiliki diameter sebesar 1,5mm dan sudah mampu di cetak pada mesin 3D printer. Kecepatan yang paling baik yang dipakai adalah input potensiometer 99% dengan kecepatan putaran motor 30,2 RPM. Jumlah botol yang dapat didaur ulang untuk memproduksi satu kilogram filamen adalah. Botol aqua 600ml sebanyak 100 botol, botol aqua 1500ml sebanyak 63 botol, botol vit 550ml sebanyak 143 botol, dan botol vit 1500ml sebanyak 83 botol.

Kata kunci : Sampah plastik, pengolahan sampah, mesin ekstruder, filamen 3D printer

ABSTRACT

Plastic waste is a problem currently faced by various countries, and Indonesia is one of them. The use of plastic and plastic-based products is increasing as technology, industry, and population grow. Commonly recycled plastic types include polyethylene (PE), polypropylene (PP), polystyrene (PS), polyethylene terephthalate (PET), and polyvinyl chloride (PVC). Polyethylene terephthalate (PET) plastic is widely used in bottle industries, such as bottled water or beverage containers. Dealing with plastic waste is known as the 3R approach (Reuse, Reduce, Recycle). Reuse involves repeatedly using plastic items. Reduce means decreasing the purchase or use of plastic items, especially single-use ones. Recycle is the process of reprocessing plastic items. Some advantages of PET plastic are its recyclability into various economically valuable products like filament, toys, furniture, and souvenirs. This study aims to investigate the influence of plastic bottle size and motor speed on the extrusion outcomes of Polyethylene terephthalate (PET) material in a filament maker machine for 3D printers. The filament maker machine is designed to process PET plastic bottles into filaments suitable for 3D printing applications. The research method involves two main factors: plastic bottle size and motor speed. Different plastic bottle sizes are considered to evaluate their impact on the extrusion process. Additionally, motor speed is varied to analyze its effects on filament extrusion quality and consistency. In this study, a 3D printer filament maker machine was developed to extrude PET plastic bottle waste into 3D printer filaments with a diameter of 1.5mm, which can be used on a 3D printer. The optimal speed used was achieved at a potentiometer input of 99%, with motor rotation speeds 30.2 RPM. The number of bottles that can be recycled to produce one kilogram of filament is as follows: 100 bottles of 600ml Aqua bottles, 63 bottles of 1500ml Aqua bottles, 143 bottles of 550ml Vit bottles, and 83 bottles of 1500ml Vit bottles.

Keywords: Plastic waste, waste processing, extruder machine, 3D printer filament.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I 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
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kajian Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Plastik.....	8
2.2.2 Filamen 3D Printer.....	11
2.2.3 Mesin Filamen 3D Printer.....	14
2.2.4 Motor DC	15
2.2.5 Driver Motor	17
2.2.6 Arduino Uno	18
2.2.7 Arduino IDE.....	19

2.2.8 LCD.....	20
2.2.9 Roda gigi.....	21
2.3 Pengontrol PID.....	21
2.3.1 Pengontrol Proporsional.....	22
2.3.2 Pengontrol Integral.....	22
2.3.3 Pengontrol Derivative	22
2.3.7 Menghitung Rasio Gear	22
2.3.4 Pengontrol PID.....	23
2.3.5 Pembuatan Sistem Kontrol Menggunakan Arduino	23
2.3.6 Menghitung Kecepatan Putar Penggulung.....	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Diagram Alir Penelitian	25
3.1.1 Alat Penelitian.....	26
3.1.2 Bahan Penelitian	29
3.2 Perancangan Mekanisme Gerak dan Pemanas.....	29
3.2.1 Mekanisme Gerak Alat	29
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	30
3.3.1 Lokasi Penelitian.....	30
3.3.2 Waktu Penelitian	30
3.4 Variabel Penelitian.....	31
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	32
3.5.1 Teknik Analisis Data Pengaruh Kecepatan.....	32
3.5.2 Teknik Analisis Data Ukuran Botol Terhadap Filamen Yang Dihasilkan	33
3.5.3 Teknik Analisis Data Terhadap Beberapa Jenis Botol.....	33
3.6 Perhitungan	34

3.6.1 Perhitungan Mencari Nilai Waktu Ekstrusi Untuk 1 Meter Filamen...	34
3.6.2 Perhitungan Mencari Nilai Panjang Ekstrusi Botol Untuk Memperoleh 1 Kilogram Filamen	35
3.6.3 Perhitungan Mencari Nilai Waktu Ekstrusi Botol Untuk Memperoleh 1 Kilogram Filamen	35
3.6.4 Perhitungan Mencari Jumlah Botol Yang Mampu Diekstrusi Untuk Memperoleh Satu Kilogram Filamen.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Spesifikasi Komponen Elektronik Yang Digunakan	39
4.2 Perancangan Sistem	40
4.4 Pembuatan Rangkaian Kelistrikan Pemanas Mesin Filamen <i>Maker</i> 3D Printer	44
4.5 Proses Pengolahan Botol Plastik.....	47
4.6 Analisa Hasil	48
4.6.1 Kecepatan Stepper Motor Tanpa Pembebanan	48
4.6.2 Perbandingan 3 Jenis Botol.....	54
4.6.3 Jumlah Filamen Yang Dihasilkan	60
BAB V PENUTUP.....	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN – LAMPIRAN.....	73
Proses Pembuatan Beberapa Bagian Komponen Mesin Filamen <i>Maker</i> 3D Printer.....	73
Proses Perakitan Komponen Penggerak Alat.....	73
Input Program Arduino Menggunakan Arduino IDE :	74
Proses Input Program Arduino.....	74
Proses Perakitan Rangkain Listrik Untuk Pemanas.....	75

Proses Pemasangan Rangkaian Kelistrikan Pada Mesin Filamen	75
Mesin Filamen Maker 3D Printer	75
Proses Ekstrude Botol Plastik Menjadi Filamen dan Pengambilan Data.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik temperatur dan waktu pengerasan	10
Gambar 2.2	Filamen PLA.....	11
Gambar 2.3	Filamen ABS	12
Gambar 2.4	Filamen PET	12
Gambar 2.5	Filamen Nylon	12
Gambar 2.6	Filamen TPU.....	13
Gambar 2.7	Filamen PC	13
Gambar 2.8	Mesin Pembuat Filamen	15
Gambar 2.9	Motor DC.....	15
Gambar 2.10	Stator.....	16
Gambar 2.11	Rotor	16
Gambar 2.12	Komutator.....	17
Gambar 2.13	Driver Motor.....	18
Gambar 2.14	Arduino.....	18
Gambar 2.15	Bagian-bagian Arduino IDE.....	20
Gambar 2.16	Software Arduino IDE.....	20
Gambar 2.17	LCD	21
Gambar 2.18	Roda Gigi atau Gear	21
Gambar 3.1	Research Flowchart	25
Gambar 3.2	LCD 128X64	26
Gambar 3.3	Arduino UNO	26
Gambar 3.4	Driver motor IC L298N.....	27
Gambar 3.5	Motor Stepper Nema 17	27
Gambar 3.6	Laptop.....	28
Gambar 3.7	Nozzle 1,75mm.....	28
Gambar 3.8	Blok Alluminium.....	28
Gambar 3.9	Thermostat W1209 PCB.....	29
Gambar 3.10	Rancangan Kontrol Penggerak	30
Gambar 3.11	Minude Maid	34
Gambar 3.12	Botol Vit	34

Gambar 3.13 Botol Aqua.....	34
Gambar 4.1 Mesin Filamen Maker 3D Printer	39
Gambar 4.2 Flowchart Sistem Kerja Motor Penggerak	41
Gambar 4.3 Input program ke Arduino	42
Gambar 4.4 Skema Rangkaian Penggerak	42
Gambar 4.5 Rangkaian Penggerak Mesin Filamen Maker 3D Printer.....	43
Gambar 4.6 Mesin Filamen Maker 3D Printer Beserta Rangkaian Penggerak ...	43
Gambar 4.7 Stepper Motor Nema 17	43
Gambar 4.8 Thermostat Digital W3230	44
Gambar 4.9 Proses Pemasangan Komponen Pemanas Mesin Filamen Maker 3D Printer.....	46
Gambar 4.10 Rangkaian Komponen Pemanas Mesin Filamen Maker 3D Printer	46
Gambar 4.11 Mesin Filamen Maker 3D Printer Beserta Rangkaian.....	47
Gambar 4.12 Pembersihan Botol Plastik.....	47
Gambar 4.13 Botol Plastik Yang Sudah Diratakan Permukaannya Menggunakan Heatgun	48
Gambar 4.14 Proses Ekstrude Botol Plastik.....	48
Gambar 4.15 RPM Motor Stepper Pada Saat Input Potensiometer 90%	49
Gambar 4.16 RPM Motor Stepper Pada Saat Input Potensiometer 95%	49
Gambar 4.17 RPM Motor Stepper Pada Saat Input Potensio 99%	49
Gambar 4.18 Beban Tarik Botol Minude Maid.....	50
Gambar 4.19 Beban Tarik Botol Aqua.....	51
Gambar 4.20 Beban Tarik Botol Lee Mineral.....	51
Gambar 4.21 Beban Tarik Botol Vit	52
Gambar 4.22 Grafik Beban Tarik Beberapa Jenis Botol.....	53
Gambar 4.23 Proses Pengambilan Data Jenis Botol Aqua dan Vit.....	54
Gambar 4.24 Grafik Perbandingan 2 Jenis Botol Terhadap Waktu Ekstrusi Satu Meter Filamen	60
Gambar 4.25 Grafik Panjang Filamen Untuk Menghasilkan 1 Kilogram.....	62
Gambar 4.26 Grafik Waktu Yang Dibutuhkan Untuk Ekstrusi 1 Kilogram Filamen	64

Gambar 4.27 Grafik Jumlah Botol Yang Dibutuhkan Untuk Mengekstrusi 1 Kilogram Filamen 66

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Skala Likert Hasil Filamen.....	32
Tabel 3.2 Pengaruh Kecepatan Motor Terhadap Hasil Filamen	33
Tabel 3.3 Pengaruh Ukuran Botol Terhadap Hasil Filamen	33
Tabel 3.4 Perbandingan Tiga Jenis Botol Terhadap Hasil Filamen	34
Tabel 3.5 Kecepatan Putaran Motor Stepper Yang Akan Dipakai Untuk Proses Ekstrusi.....	36
Tabel 3.6 Rata-rata Waktu Untuk Ekstrusi Filamenn Sepanjang satu meter	37
Tabel 3.7 Panjang Filamen Yang Diekstrusi Untuk Memperoleh Satu Kilogram Filamen.....	37
Tabel 3.8 Waktu Ekstrusi Untuk Menghasilkan Satu Kilogram Filamen.....	38
Tabel 3.9 Jumlah Botol Yang Dibutuhkan Untuk Menghasilkan Satu Kilogram Filamen.....	38
Tabel 4.1 Komponen Elektronik Pada Mesin Filamen Maker 3D Printer	39
Tabel 4.2 Spesifikasi Thermostat Digital	44
Tabel 4.3 Kode Menu Operasi Thermostat Digital W3230	45
Tabel 4.4 Input Potensiometer dan Kecepatan Putaran Motor Stepper	50
Tabel 4.5 Beban Tarik Botol Saat Diekstrusi.....	52
Tabel 4.6 Kecepatan Putaran Motor Stepper Untuk Proses Ekstrusi	53
Tabel 4.7 Hasil Ekstrusi Botol Aqua 600ml.....	54
Tabel 4.8 Hasil Ekstrusi Botol Aqua 1500ml.....	56
Tabel 4.9 Hasil Ekstrusi Botol Vit 550ml	57
Tabel 4.10 Hasil Ekstrusi Botol Vit 1500ml	58
Tabel 4.11 Rata-rata Waktu Ekstrusi Untuk 1 Meter Filamen.....	59
Tabel 4.12 Hasil Ekstrude Satu Botol Plastik Dengan Mesin Filamen Maker 3D Printer.....	60
Tabel 4.13 Panjang Filamen Yang Diekstrusi Untuk Memperoleh 1kilogram Filamen.....	62
Tabel 4.14 Waktu Ekstrusi Untuk Menghasilkan 1kilogram Filamen.....	64
Tabel 4.15 Jumlah Botol Yang Dibutuhkan Untuk Menghasilkan 1kilogram Filamen.....	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah plastik adalah masalah yang sedang dihadapi oleh berbagai negara saat ini dan Indonesia merupakan salah satunya (Tondi, 2019). Sampah botol plastik adalah suatu bagian yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia (Okatama, 2017). Penggunaan plastik dan barang-barang berbahan dasar plastik semakin banyak seiring berkembangnya era teknologi, industri dan juga pertambahan jumlah penduduk. Penanganan masalah sampah plastik dikenal dengan istilah 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*). *Reuse* adalah memakai berulang kali barang-barang yang terbuat dari plastik. *Reduce* adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang-barang yang terbuat dari plastik, terutama barang-barang yang sekali pakai. *Recycle* adalah mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari plastik. Daur ulang dilakukan dengan mengolah kembali barang-barang yang dianggap sudah tidak mempunyai nilai ekonomis lagi melalui proses fisik maupun kimiawi atau kedua-duanya sehingga diperoleh produk yang dapat dimanfaatkan atau diperjualbelikan lagi (Surono & Ismanto, 2016). Jenis plastik yang sering didaur ulang adalah polyethylena (PE), *polypropylene* (PP), *polistirena* (PS), *polyethylene terephthalate* (PET) dan *polyvinyl chloride* (PVC). Plastik *polyethylene terephthalate* (PET) adalah jenis plastik yang banyak digunakan pada industri botol seperti botol air kemasan atau botol minuman (Karuniastuti, 2013). Beberapa keunggulan plastik jenis PET ini adalah dapat didaur ulang kembali menjadi berbagai macam produk yang memiliki nilai ekonomis seperti produk filamen, mainan, *furniture*, dan *souvenir* (Sofiana, 2010).

Filamen adalah bahan yang digunakan dalam membuat suatu prototipe dari model 3D (Mirón, et al., 2017). 3D printer adalah cara membuat prototipe yang sangat populer digunakan pada saat ini (Turner, et al., 2014). *Additive manufacturing* atau 3D printer adalah teknik membuat objek 3 dimensi dengan cara menambahkan material sehingga menjadi produk yang diinginkan. Terdapat beberapa teknik *additive manufacturing* yaitu teknik *fused depositon modelling* (FDM). S. Scott Crump di akhir tahun 1980, mengembangkan teknik FDM 3D

printer, mulai dipasarkan pada 1990 oleh Stratasys. Kini FDM menjadi teknik 3D *printing* yang paling banyak digunakan dibanding dengan teknik lain. Dalam penggunaannya 3D printer memerlukan filamen yang memiliki harga cukup mahal yaitu Rp 200.000,00 per kilogram, sehingga diperlukan alat untuk mendaur ulang sampah botol plastik yang dapat memproduksi filamen agar penggunaan 3D printer menjadi lebih murah (Tondi, 2019).

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tondi (2019), yaitu membuat mesin ekstruder yang dapat mengolah limbah sampah plastik jenis HDPE menjadi filamen 3d printer yang mampu menghasilkan filamen dengan kapasitas produksi 820mm/menit atau sebesar 0.108kg/jam dengan diameter 1.72 mm. dan untuk beberapa pertimbangan peneliti menyarankan untuk membuat beberapa pengembangan terhadap mesin yang telah dibuat salah satunya adalah perlu ditambahkan penutup pada bagian *heater* band dan barel agar suhunya lebih stabil. Kedua perlu ditambahkan alat tambahan untuk penggulangan dan pendinginan filamen agar hasil diameter filamen lebih baik.

Penelitian selanjutnya tentang mesin ekstruder dilakukan oleh Atmoko (2022), pada penelitian ini peneliti melakukan pengembangan mesin ekstruder *single screw* milik peneliti sebelumnya dengan menambahkan kipas sebagai pendingin dan alat penggulang. Mekanisme pendingin dibuat dengan menyusun tiga buah kipas ukuran 80 x 80 mm dan kecepatan putarnya adalah 2000 Rpm. Pada penelitian ini, filamen yang terbentuk dan tidak terputus adalah 120 cm/menit sedangkan penelitian sebelumnya adalah 80 cm/menit sehingga terjadi peningkatan sebanyak 40 cm, dan untuk diameter filamen yang dihasilkan memiliki ukuran yang lebih merata sebesar 1.7 mm. Hasil yang dicapai penelitian ini sudah lebih baik dibandingkan dengan penelitian sebelumnya karena mempunyai mekanisme penggulang yang dapat menjaga tegangan filamen setelah keluar dari *nozzle*.

Adapun penelitian selanjutnya mengenai mesin pultrusi filamen 3D printer dengan menggunakan arduino sebagai mikrokontroler oleh Taufik, et al., (2023) pada penelitian ini peneliti memilih limbah plastik jenis PET untuk didaur ulang menjadi filamen 3D printer dengan menggunakan parameter temperatur *nozzle* sebesar 250°C dan kecepatan tarik penggulang sebesar 30 RPM sehingga didapatkan diameter filamen dengan diameter seragam dan permukaan yang halus.

Untuk pengembangan peneliti menyarankan mengganti pisau pemotong secara berkala agar lebih optimal dan mengganti jenis plastik untuk bahan baku filamen selain PET.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian sebelumnya belum ada yang meneliti pengaruh kecepatan motor terhadap filamen yang dihasilkan. Pada penelitian kali ini menggunakan parameter kecepatan motor *stepper* sebagai penggerak penarik filamen untuk dilihat pengaruhnya terhadap filamen yang dihasilkan. Selanjutnya jenis botol PET yang digunakan. Dimana pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan satu jenis botol PET saja, pada penelitian ini peneliti menggunakan ukuran botol yang berbeda dan 3 variasi bentuk atau tekstur botol PET untuk dijadikan perbandingan terhadap suhu dan kecepatan motor yang digunakan. Oleh karena itu peneliti bermaksud mengajukan penelitian dengan judul “Pengaruh Ukuran Botol Plastik Dan Analisis Kecepatan Putaran Motor Terhadap Hasil Ekstrusi Material PET (*Polyethylene Terephthalate*) Pada Mesin Filamen *Maker* 3D Printer.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mekanisme gerak penggulung dan pengaruh kecepatan motor terhadap hasil ekstrusi filamen yang dihasilkan mesin filamen *maker* 3D printer?
2. Berapa banyak botol plastik ukuran 600 ml dan 1500 ml yang bisa diekstrusi untuk menghasilkan satu kilogram filamen?
3. Bagaimana pengaruh ukuran botol plastik terhadap filamen yang dihasilkan?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tentu saja harus dibatasi harus sesuai dengan kemampuan, situasi, kondisi, biaya, dan waktu yang ada atau tersedia agar masalah itu dapat tepat pada sasaran, maka penulis membatasi ruang lingkungannya, yang nantinya diharapkan hasilnya sesuai dengan apa yang diinginkan. Dalam hal ini penulis membatasi masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. *Stepper* motor yang digunakan alat ini adalah *stepper* motor Nema 17.

2. Mikrokontroler alat filamen *maker* menggunakan arduino.
3. Ukuran *nozzle* yang digunakan pada mesin filamen *maker* ini sebesar 1,75mm.
4. Ketebalan potongan botol plastik yang digunakan sebesar 9 mm.
5. Material untuk didaur ulang pada mesin filamen *maker* adalah jenis PET.
6. Tidak membahas masa pakai alat atau ketahanan alat.
7. Tidak spesifik membahas masalah kelistrikan.
8. Menggunakan temperatur leleh plastik PET (Polyethylene Terephthalate) titik leleh antara 200°C - 250°C untuk mengekstrusi limbah botol plastik jenis PET menjadi filamen.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui mekanisme kerja alat filamen *maker* dengan mengubah sampah botol plastik hingga menjadi filamen untuk 3D printer.
2. Untuk mengetahui berapa banyak filamen yang dihasilkan dari hasil daur ulang sampah botol plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*).
3. Untuk mendaur ulang sampah botol plastik jenis PET menjadi filamen 3D printer.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya tujuan dari penelitian ini, maka manfaat yang diperoleh yaitu :

1. Dapat mengolah limbah botol plastik menjadi filamen.
2. Dapat memproduksi filamen tanpa mengeluarkan biaya yang besar karena memanfaatkan sampah botol plastik sebagai bahan bakunya.
3. Dapat mengurangi sampah botol plastik di lingkungan sekitar.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman saat menulis penelitian ini, maka dibuat susunan sistematika penulisan. Sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan menjelaskan tentang latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

Pada bagian ini menjelaskan tentang kajian pustaka serta landasan teori penelitian yang bersumber dari penelitian-penelitian terdahulu serta informasi yang mendukung jalannya penelitian.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bagian ini menjelaskan tentang diagram alir penelitian, alat dan bahan penelitian, perancangan mekanisme penggerak dan pemanas alat penelitian, lokasi dan waktu penelitian, variable penelitian serta teknik pengumpulan data yang akan dilakukan dalam penelitian agar dapat tercapai tujuan penelitian yang diinginkan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini menjelaskan dan menguraikan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk selanjutnya dibahas mengenai hasil penelitian yang telah diperoleh.

BAB 5 PENUTUP

Pada bagian ini berisi kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldyrazor. (2020). *Gambar Arduino Uno HD dan Penjelasan Fungsi Bagian-Bagiannya*. <https://www.aldyrazor.com/2020/04/gambar-arduino-uno.html>. Diakses 06 Januari 2023.
- Alibaba. (2022). *42mm Nema 17 Stepper Motor, 2 phase*. https://www.alibaba.com/product-detail/42mm-Nema-17-Stepper-Motor-2_1974671794.html?spm=a2700.7735675.normal_offer.d_image.74235c0faUrWnw&s=p. Diakses 06 Januari 2023.
- Ansar, M. (2020). *How To Make a Stepper Motor Speed Controller Using Arduino And L298 Motor Driver*. <https://embeddedlab786.webs.com/>. Diakses 06 Maret 2023.
- Atmoko, B. W. (2022). *Pengembangan Mesin Ekstruder Single Screw Untuk Mendaur Ulang Limbah 3D Printing Pengembangan Mesin Ekstruder Single Screw*. 1–35. Skripsi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Budiono, H. santosa. (2015). *Pengujian Kuat Tarik Terhadap Produk Hasil 3D Printing Dengan Variasi Ketebalan Layer 0,2 mm dan 0,3 mm Yang Menggunakan Bahan ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)*. <https://eprints.umm.ac.id/59817/%0Ahttps://eprints.umm.ac.id/59817/45/Pendahuluan.pdf>. Skripsi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Bukalapak. (2023). *Air Mineral Vit Botol*. <https://www.bukalapak.com/products/s/air-mineral-vit-botol>. Diakses 06 Januari 2023.
- Chouldhary, A. (2019). *Controlling NEMA 17 Stepper Motor With Arduino and A4988 Stepper Driver Module*. <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/controlling-nema-17-stepper-motor-with-arduino-and-a4988-stepper-driver-module>. Diakses 06 Januari 2023.
- Digital, C. (2022). *E3D 12V Volcano Upgrade Kit For 1,75mm With 0,80mm Nozzle*. <https://www.cyclotron.in/product/e3d-12v-volcano-upgrade-kit-for-1-75mm-with-0-80-mm-nozzle/?v=aae084230844>. Diakses 06 Januari 2023.

- Ecoreprap. (2012). *3D Printing Filament Manufacturer in China*.
<https://ecoreprap.com/3d-printer-filament/>. Diakses 04 Januari 2023.
- Hakim, M. lutfi. (2017). *Pengertian Roda Gigi Beserta Penjelasan Mengenai Fungsi dan Jenis-jenis Roda Gigi - Permesinan*.
<https://www.muchammadlutfihakim.com/2017/03/pengertian-roda-gigi-beserta-penjelasan.html>. Diakses 01 Januari 2023.
- Info, S. (2017). *Apa itu Arduino IDE dan Arduino Sketch*. All Go Blog.
<https://allgoblog.com/apa-itu-arduino-ide-dan-arduino-sketch/>. Diakses 04 Januari 2023.
- Karuniastuti, N. (2013). Bahaya Plastik terhadap Kesehatan dan Lingkungan. *Swara Patra: Majalah Pusdiklat Migas*, 3(1), 6–14.
<http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/43/65>
- Lazada. (2023). *W1209 PCB Hijau Thermostat Digital Temperature Controller Control Suhu*. <https://www.lazada.co.id/products/w1209-pcb-hijau-thermostat-digital-temperature-controller-control-suhu-i330547958-s337344994.html?spm=a2o4j.tm80150940.2705433350.1.6040pUeRpUeRYd.6040pUeRpUeRYd&priceCompare=skuId%3A337344994%3Bsource%3Alazada-om%3Bsn%3A>. Diakses 06 Januari 2023.
- Mirón, V., Ferrándiz, S., Juárez, D., & Mengual, A. (2017). Manufacturing and characterization of 3D printer filament using tailoring materials. *Procedia Manufacturing*, 13, 888–894. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.151>
- Okatama, I. (2017). Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terphthalate (Pet) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(3), 20. <https://doi.org/10.22441/jtm.v5i3.1213>
- Popmama. (2020). *AQUA Ajak Publik Minum Air Mineral, Mama Wajib Tahu Ini Manfaatnya*. <https://www.popmama.com/life/health/editor-idn-creative/aqua-ajak-publik-minum-air-mineral-mama-wajib-tahu-ini-manfaatnya-csc>.
Diakses 06 Januari 2023.
- Razor, A. (2020). *Gambar Arduino Uno HD dan Penjelasan Fungsi Bagian-Bagiannya*. <https://www.aldyrazor.com/2020/04/gambar-arduino-uno.html>.
Diakses 04 Januari 2023.

- Rokhmah, N. N. (2018). Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Metode PID Berbasis Arduino UNO [UNIVERSITAS JENDERAL ACHMAD YANI]. In *Bitkom Research* (Vol. 63, Issue 2). http://forschungsunion.de/pdf/industrie_4_0_umsetzungsempfehlungen.pdf%0Ahttps://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/import/9744_171012-KI-Gipfelpapier-online.pdf%0Ahttps://www.bitkom.org/sites/default/files/pdf/Presse/Anhaenge-an-PIs/2018/180607-Bitkom
- Salmaa. (2022). *Data Ordinal: Pengertian, Fungsi, Ciri-ciri dan Contohnya*. <https://penerbitdeepublish.com/data-ordinal/>. Diakses 06 Januari 2023.
- Shabur, A. (2022). *Update Harga Minute Maid Pulpy Orange 1 Liter dan 1 Dus*. <https://harga.web.id/harga-pulpy-orange-liter-dus.info>. Diakses 06 Januari 2023.
- Shop. (2021). *128x64 GLCD Graphic LCD Display Module*. <https://www.shop.com.mm/products/128x64-glcd-graphic-lcd-display-module-i103654161.html>. Diakses 06 Januari 2023.
- Sofiana, Y. (2010). Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Alternatif Bahan Pelapis (Upholstery) pada Produk Interior. *Humaniora*, 1(2), 331. <https://doi.org/10.21512/humaniora.v1i2.2874>
- Supandi. (2022). *Analisa Cetak Plastik Injeksi Spesimen Uji Tarik Dengan Melakukan Simulasi Plastik Injeksi Menggunakan Software Autodesk Fusion 360*. Skripsi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Global Jakarta.
- Surono, U. B., & Ismanto. (2016). Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal*, 1(1), 32–37.
- Taufik, M., Lubis, G. S., & Ivanto, M. (2023). *Rancang Bangun Mesin Pultrusion Pembuat Filamen 3D Printing Berbasis Limbah Plastik Botol PET*. 4(1), 1–8.
- Tokopedia. (2009). *L298N Motor Driver Dual H-Bridge Module Arduino L298*. <https://www.tokopedia.com/freelab/l298n-motor-driver-dual-h-bridge-module-arduino-l298?extParam=ivf%3Dfalse&src=topads>. Diakses 06 Januari 2023.
- Tondi, H. (2019). *Rancang Bangun Mesin Ekstruder Filamen 3D Printer*. Skripsi

Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, 1–50.

- Turner, B. N., Strong, R., & Gold, S. A. (2014). A review of melt extrusion additive manufacturing processes: I. Process design and modeling. *Rapid Prototyping Journal*, 20(3), 192–204. <https://doi.org/10.1108/RPJ-01-2013-0012>
- Tylman, I., & Dzierzek, K. (2020). Filament for a 3D Printer from Pet Bottles-Simple Machine. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 9(10), 1386–1392. <https://doi.org/10.18178/ijmerr.9.10.1386-1392>