

**REKAYASA MESIN FILAMEN 3 DIMENSI PRINTER
DAUR ULANG BOTOL PLASTIK DENGAN
SISTEM KONTROL ARDUINO**



Skripsi

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Program Studi (S1)

KEVIN MUBARAK

2022310003

**Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Informatika dan Desain Universitas Bina Insani
BEKASI
2025**

LEMBAR JUDUL SKRIPSI
LEMBAR PERSEMBAHAN
LEMBAR PERNYATAAN DIRI
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI
LEMBAR PENGUJIAN SKRIPSI
LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN SKRIPSI
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN HAK CIPTA
LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

KATA PENGANTAR

Di era digital yang terus berkembang, permintaan terhadap kemasan tahan cuaca seperti hujan dan panas semakin tinggi. Namun, ketergantungan pada bahan seperti plastik PET yang sulit terurai dan membutuhkan ratusan tahun untuk terdekomposisi telah memperparah krisis lingkungan. Di Indonesia, masalah ini mendesak: sampah plastik menyumbang 21,14% total sampah di Lampung (2021), sementara metode daur ulang PET menjadi produk bernilai ekonomi masih terbatas. Di sisi lain, filamen 3D printing komersial (seperti PLA) harganya mahal dan sulit diakses di berbagai daerah.

Merespons tantangan ini, penelitian bertujuan mengembangkan *mesin ekstrusi filamen* yang mengolah limbah botol PET menjadi bahan baku cetak 3D *Fused Deposition Modeling* (FDM). Mesin dirancang dengan komponen terintegrasi pemotong, pemanas, penarik, dan penggulung untuk menghasilkan filamen daur ulang siap pakai. Inovasi ini diharapkan menjadi solusi berkelanjutan guna mengurangi limbah plastik sekaligus mendukung industri manufaktur aditif di Indonesia.

ABSTRAK

Pada era digital saat ini terdapat produk yang di bungkus menggunakan bahan yang tahan lama yang memungkinkan kualitas produk tersebut tetap terjaga walaupun kena hujan hingga panas matahari, akan tetapi setelah bahan yang tahan hancur seperti halnya plastik yang membutuhkan waktu hampir ratusan tahun untuk kemasan botol plastik. Untuk itu kita perlu mengolah sampah plastik tersebut terutama botol plastik berbahan dasar *Polyethlyne Terephthalate* (PET). Salah satu bentuk pengolahannya yaitu dengan mengubahnya menjadi filamen untuk material mesin cetak 3D *fused deposition modeling*. untuk membuat filamen dari botol bekas membutuhkan alat pembuat filamen. Mesin pembuat filamen terdiri dari beberapa bagian, bagian pemotong, bagian pemanas, bagian penarik, dan bagian penggulung.

ABSTRACT

In today's digital era, many products are packaged using durable materials that help maintain their quality even when exposed to rain or direct sunlight. However, these long-lasting materials such as plastic can take hundreds of years to decompose, especially plastic bottles made from Polyethylene Terephthalate (PET). Therefore, it is essential to process plastic waste, particularly PET bottles. One method of recycling is converting them into filament material for 3D printing using Fused Deposition Modeling (FDM) technology. To produce filament from used bottles, a filament-making machine is required. This machine consists of several components a cutting section, a heating section, a pulling section, and a winding section.

DAFTAR ISI

BAB I	7
PENDAHULUAN	7
1.1 Latar Belakang Masalah	7
1.2 Identifikasi Masalah.....	8
1.3 Batasan Masalah.....	8
1.4 Perumusan Masalah	8
1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian	8
1.6 Sistematika Penulisan	9
BAB II	10
LANDASAN TEORI	10
2.1. Tinjauan Pustaka	10
2.2. Penelitian Terkait.....	10

DAFTAR SIMBOL
DAFTAR GAMBAR
DAFTAR TABEL
DAFTAR LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Konsumsi plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai kemasan minuman terus meningkat secara global, namun hanya **23% siswa SMA** yang memahami pemanfaatan limbahnya [Anshori and Sohriati, 2024]. Di Indonesia, sampah plastik menyumbang **21,14%** total sampah di Lampung (2021) dan menjadi ancaman lingkungan serius akibat waktu dekomposisi ratusan tahun [Harahap et al., 2025]. Sementara itu, kebutuhan filamen cetak 3D *Fused Deposition Modeling* (FDM) terus berkembang, tetapi keterbatasan akses bahan baku komersial seperti PLA dan ABS di daerah serta harganya yang mahal menghambat inovasi.

Penelitian ini adalah botol plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) bekas kemasan minuman, yang dipilih karena sifat termoplastik dan elastisitasnya. Material ini mudah meleleh pada suhu 225°C [Wirantara et al., 2025] dan dapat dikonversi menjadi filamen 3D printer melalui proses daur ulang mekanis. Potensi pemanfaatannya sangat besar mengingat konsumsi botol PET di Indonesia terus meningkat, namun hanya 23% siswa SMA yang memahami pemanfaatan limbah ini [Anshori and Sohriati, 2024]. Karakteristik mekanik *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang mirip dengan *Polylactic Acid* (PLA) seperti kekuatan tarik hingga 6.11 MPa [Harahap et al., 2025] menjadikannya kandidat ideal substitusi filamen komersial.

Terletak pada ketidak konsistenan kualitas filamen daur ulang [Wirantara et al., 2025] mengidentifikasi cacat seperti *under-extrusion*, *layer separation*, dan variasi diameter (± 0.2 mm) akibat kontrol parameter suhu dan kecepatan yang tidak optimal. Suhu ekstrusi di bawah 245°C menyebabkan penyumbatan nozel, sementara suhu di atas 265°C menghasilkan filamen terlalu cair [Wirantara et al., 2025]. Selain itu, sistem produksi konvensional memerlukan penghentian mesin saat mengganti botol, mengurangi efisiensi [Hernando et al., 2024].

Limbah botol PET yang sulit terurai telah menjadi krisis pada lingkungan global, sementara kebutuhan untuk filamen 3D printer terus meningkat. Meski PET memiliki sifat termoplastik yang ideal untuk daur ulang [Wirantara et al., 2025], filamen hasil olahannya sering kali tidak konsisten akibat kontrol parameter yang kurang presisi. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini merancang mesin daur ulang berbasis *Arduino* dengan sistem kontrol PID untuk mengoptimalkan suhu pemanas (160–265°C) dan kecepatan tarik (20–40 rpm), mengacu pada temuan [Harahap et al., 2025] dan [Supriyanto and Andriyansyah, 2025].

1.2 Identifikasi Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang telah dijelaskan, maka secara umum yang menjadi permasalahannya adalah sebagai berikut:

1. Penumpukan Limbah *Polyethylene Terephthalate (PET)* yang Sulit Terurai
2. Ketidak konsistenan Kualitas Filamen Daur Ulang
3. Ketergantungan pada Filamen Komersial yang akan menjadi limbah Plastik baru

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memberikan batasan yang jelas dengan fokus pada wilayah Babelan, Kabupaten Bekasi, untuk memastikan penelitian lebih terarah dan relevan dengan kondisi lokal:

1. Material yang digunakan secara eksklusif adalah limbah botol *Polyethylene Terephthalate (PET)* bekas kemasan minuman, baik yang transparan maupun berwarna, tanpa melibatkan jenis plastik lain seperti *High Density Polyethylene (HDPE)* atau *Polypropylene (PP)*.
2. Penelitian hanya berfokus pada optimasi dua parameter utama proses ekstrusi, yaitu suhu pemanas (160–265°C) dan kecepatan tarik filamen (20–40 rpm). Diameter *nozel* atau desain *screw extruder* tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini.
3. sistem kontrol mesin hanya mencakup regulasi suhu pemanas dan kecepatan motor penggulung menggunakan *Arduino*

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik limbah PET Babelan sebagai bahan baku filamen?
2. Bagaimana pengaruh suhu (160-265°C) dan kecepatan tarik (20-40 rpm) terhadap kualitas filamen?
3. Apa potensi implementasi mesin ini untuk mengurangi limbah dan ketergantungan filamen komersial?

1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merespons penumpukan limbah botol *Polyethylene Terephthalate (PET)* di Babelan, Kabupaten Bekasi, dengan merancang pendekatan daur ulang yang inovatif dan berorientasi pada keberlanjutan:

1. Mengembangkan mesin daur ulang botol PET menjadi filamen 3D printer berbasis *Arduino*
2. Mengoptimasi parameter proses ekstrusi (suhu 160-265°C dan kecepatan tarik 20-40 rpm) untuk menghasilkan filamen berkualitas
3. Mengevaluasi efektivitas sistem dalam mengurangi limbah *Polyethylene Terephthalate (PET)* di Babelan, Bekasi

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun penulisan skripsi ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang informasi umum yaitu latar belakang penelitian, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan tentang landasan teori yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian serta memuat tentang tinjauan pustaka yang berisi tentang sumber acuan terbaru dari pustaka primer dan penelitian terkait.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara dan studi pustaka, juga menjelaskan tentang model pengembangan, metode yang digunakan, dan kerangka pemikiran.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang sejarah, visi misi dan tujuan serta struktur organisasi dan membahas hasil hasil yang diperoleh dari analisis berserta implementasinya.

BAB IV SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup dari penulisan skripsi dimana simpulan menjawab identifikasi masalah yang dibahas dan saran ditunjukkan untuk pihak yang mendapat manfaat dari hasil penelitian ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Arduino

Arduino merupakan sebuah mikrokontroler Single-board yang bersifat Open-source digunakan sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini sebuah software yang berguna untuk membuat, mengedit, meng-upload program ke board yang ditentukan, dan memprogram dengan bahasa program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa JAVA, yang menggunakan C/C++(wiring) sebagai Library yang membuat Operasi input/output menjadi lebih mudah [Garudeswaran et al., 2018].

2.1.2. 3D Printer

3D printer adalah mesin yang dapat membuat benda nyata berbentuk tiga dimensi berdasarkan desain dari komputer. Proses pembuatannya dilakukan dengan cara menumpuk lapisan demi lapisan material hingga membentuk objek yang diinginkan. Berbeda dengan mesin pemotong atau bor (*subtractive manufacturing*) yang membuang material, 3D printer bekerja dengan menambahkan material (*additive manufacturing*) sehingga lebih hemat bahan dan prosesnya lebih cepat [Nugraha and Kosasih, 2021].

2.1.3. Polylactic Acid (PLA)

2.1.4. Polyethylene Terephthalate (PET)

2.1.5. High Density Polyethylene (HDPE)

2.2. Penelitian Terkait

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Teknik Pengumpulan data

1. Observasi
2. Wawancara
3. Studi Pustaka

3.2. Model Pengembangan

3.3. Kerangka Pemikiran

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Perusahaan/Organisasi

4.1.1 Profil Perusahaan/Organisasi

- 4.1.2 Struktur Perusahaan/Organisasi
- 4.2 Analisis Kebutuhan Sistem
 - 4.2.1 Analisis Sistem Saat Ini
 - 4.2.2 Analisis Kebutuhan Fungsional
 - 4.2.3 Analisis Kebutuhan Non Fungsional
- 4.3 Perancangan Sistem
 - 4.3.1 Deskripsi Umum Sistem
 - 4.3.2 Arsitektur Sistem IoT
 - 4.3.3 Diagram Alur Sistem
 - 4.3.4 Antarmuka Pengguna (Jika Ada)
- 4.4 Implementasi Sistem
 - 4.4.1. Proses Instalasi Perangkat Keras
 - 4.4.2. Pengembangan Perangkat Lunak
 - 4.4.3. Integrasi Sensor dan Aktuator
 - 4.4.4. Integrasi Cloud dan Dashboard (Jika Ada)
- 4.5 Pengujian Sistem IoT
 - 4.5.1. Metode Pengujian (misalnya: black-box, stress test, latency test)
 - 4.5.2. Hasil Pengujian
 - 4.5.3. Analisis Kinerja Sistem
 - 4.5.4. Evaluasi Kelebihan dan Kekurangan

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

- 5.1 Simpulan
- 5.2 Saran-saran

DAFTAR PUSTAKA

- Anshori F Al, Sohriati E. 2024. Pengembangan Media Pembelajaran Biologi SMA Berbasis 3D Printing Berbahan Filamen Botol Plastik Bekas Untuk Meningkatkan Sikap Peduli Lingkungan. *Didakt. J. Kependidikan* 13: 4515–4524.
- Garudeswaran S, Cho S, Ohu I, Panahi AK. 2018. Teach and Playback Training Device for Minimally Invasive Surgery. *Minim. Invasive Surg.* 2018.
- Harahap AB, Khoirunisa V, Putra SEM. 2025. Mesin Ekstrusi Filamen 3D Printer Sederhana Sebagai Alternatif Daur Ulang Limbah Botol Plastik dengan Kendali PID. *Electr. J. Rekayasa dan Teknol. Elektro* 19: 179–185.
- Hernando IC, Alimin R, Christian Y, Susilo EW. 2024. Perancangan Mesin Pembuat Filamen untuk Mesin Cetak 3D Fused Deposition Modeling Berbahan Dasar Botol Plastik Polyethylene Terephthalate Bekas. *J. Tek. Mesin* 21: 73–82.
- Nugraha HD, Kosasih DP. 2021. Perancangan Mesin 3D Printing Model Cartesian. *J. Tek. Mesin ITI* 5: 29.
- Supriyanto B, Andriyansyah D. 2025. a Recycling Device for Converting Pet Bottles Into Filament Material for 3D Printers. *Teknika* 10: 89–98.
- Wirantara R, Syamsiro M, Mulyanti J. 2025. Pemanfaatan Limbah Plastik PET Sebagai Filamen Printer 3D dengan Metode Pultrusi. *J. Inform. Elektron. Mesin* 16: 166–174.