

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Botol minuman ringan serta produk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang terbuat dari plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) adalah salah satu sumber limbah plastik yang umum ditemukan dan menjadi kontributor utama dalam akumulasi sampah plastik. Dengan menggunakan gagasan 3R (*Reuse, Reduce, dan Recycle*), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan berharap dapat mengurangi sampah plastik.

Sampah plastik menempati posisi kedua dalam jumlah timbunan sampah nasional dengan proporsi 18%. Karena sulit terurai, diperlukan tindakan konkret demi mewujudkan masa depan yang lebih berkelanjutan [13].

Konsep *Reuse* mengacu pada pemakaian ulang sampah botol plastik untuk diubah menjadi barang dengan fungsi baru, seperti media tanam, wadah alat tulis, atau hiasan ruangan. *Reduce* menekankan pentingnya mengevaluasi barang sebelum membuangnya, termasuk mempertimbangkan potensi penggunaannya kembali (*Reuse*). *Recycle* difokuskan pada proses mengolah sampah botol plastik menjadi produk baru yang memiliki manfaat, misalnya sebagai bahan baku filamen untuk 3D printing.

Daur ulang botol plastik bekas untuk 3D printing memiliki peluang signifikan dalam mengurangi dampak lingkungan sekaligus mendukung ekonomi berbasis sirkular. Langkah ini tidak hanya berkontribusi pada penurunan limbah plastik, tetapi juga menyediakan sumber material berkelanjutan berupa filamen untuk teknologi cetak 3D.

Industri 4.0 pertama kali diinisiasi pada tahun 2013 oleh Pemerintah Jerman. Industri 4.0 merupakan istilah untuk mendeskripsikan revolusi industri. Pada revolusi industri yang terbaru ini, perkembangan industri merujuk kepada empat hal; interkoneksi, transparansi informasi, bantuan teknis dan desentralisasi. Salah satu hasil perkembangan industri 4.0 adalah

percetakan tiga dimensi, atau biasa disebut dengan 3D *printing* [1].

Seiring waktu, jenis 3D *printing* telah berkembang dan mengikuti kebutuhan industri yang beragam. Adapun jenis-jenis 3D *printing* adalah *Stereolitografi* (SLA) jenis ini telah digunakan secara luas pada tahun 1980-an, bahan yang digunakan merupakan jenis cairan yang membeku setelah terkena sinar UV; Sintesis Laser Selektif (SLS) jenis ini memiliki bentuk dan cara kerja yang mirip dengan SLA namun bahan yang digunakan merupakan bahan bubuk yang terbuat dari kaca, nilon, dan bahan keramik; Pemodelan Deposisi Fused (FDM) jenis ini menggunakan bahan plastik untuk pencetakan, metode ini yang paling hemat biaya, ramah lingkungan, dan pencetakannya relatif cepat; Pemrosesan Cahaya Digital (DLP) jenis ini mirip dengan tipe SLA, perbedaan kedua jenis ini hanya pada sinar yang digunakan. SLA menggunakan sinar UV dan DLP menggunakan layar proyektor dengan pencahayaan digital [2].

Metode yang saat ini paling umum digunakan adalah FDM. Bahan seperti ABS, ASA, Nylon, dan PC + ABS merupakan material FDM yang tersedia dalam beragam warna. Di Indonesia, bahan baku utama untuk 3D *printing* masih harus diimpor dengan harga yang relatif tinggi. Dengan menggunakan plastik sebagai bahan pencetakan, teknologi FDM berpotensi menawarkan solusi atas permasalahan lingkungan global saat ini.

Pada tahun 2018, sebuah penelitian dilakukan oleh Vaibhav Gaikwad, Anirban Ghose, Sagar Cholake, Aditya Rawal, Mei Iwato, dan Veena Sahajwalla dengan judul “Transformation of E-Waste Plastics into Sustainable Filaments for 3D Printing”. Dalam penelitiannya menggunakan limbah plastik elektronik. Hasil dari pengujian mekanis menunjukkan bahwa filamen limbah plastik elektronik cukup kuat dibandingkan dengan plastik *virgin* yang digunakan filamen 3D *printing* saat ini. Selain itu, filamen limbah plastik elektronik juga cukup *flexible* dibandingkan dengan plastik *virgin* [3].

Pada tahun 2015, penelitian dilakukan oleh Jay Dubashi, Brian Grau, dan Alex McKernan dengan berjudul “AkaBot 2.0: Pet 3D Printing Filament From Waste Plastic”. Penelitian ini merupakan perbaikan dan redesign penelitian sebelumnya yaitu AkaBot 1.0. Dalam penelitian AkaBot 2.0

peneliti menggunakan botol plastik jenis PET yang sebelumnya dicacah terlebih dahulu lalu dimasukkan ke dalam mesin *extruder* untuk dilelehkan. Selanjutnya filamen akan dimasukkan ke sistem pendingin, yang kemudian akan digulung dan siap untuk digunakan. Hasil penelitian ini, masih perlu pengembangan karena diameter filamen dengan dua kali percobaan masih belum konsisten, dan juga penggulungan filamen yang sudah selesai masih dilakukan secara manual [4]

Berdasarkan kedua penelitian yang telah dipaparkan, dibuktikan bahwa dengan menggunakan limbah plastik menjadi filamen 3D *printing* mempunyai peluang untuk dapat menyelesaikan masalah limbah plastik di dunia. Dengan begitu, dalam penelitian ini merancang mesin pembuatan filamen menggunakan limbah plastik botol PET. Tujuan utama dalam pembuatan alat *upcycle* botol plastik untuk membuat filamen adalah menciptakan solusi yang lebih ekonomis secara biaya dan dapat di *costum*. Penggunaan bahan botol plastik sebagai sumber filamen memungkinkan pembuatan alat dengan biaya yang lebih terjangkau dibandingkan dengan opsi-alternatif yang sudah ada. Selain itu, pendekatan daur ulang botol plastik ini juga memberikan manfaat ekonomi dengan menghasilkan filamen berkualitas tinggi yang memiliki nilai jual yang lebih tinggi untuk digunakan dalam pencetakan 3D. Dengan demikian, alat ini memberikan manfaat ganda, yaitu mengurangi limbah plastik dan berpotensi memberikan penghasilan melalui penjualan filamen yang dihasilkan dari proses daur ulang botol plastik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan pada bagian latar belakang, rumusan masalah yang dapat disusun adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan *prototype* pembuatan filamen 3D *printing* yang dilengkapi *monitoring* kecepatan gear dan suhu dan pengendalian kecepatan gear dan suhu

## **1.3 Tujuan dan Manfaat**

### **1.3.1 Tujuan**

Dengan merujuk pada rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan *prototype* pembuatan filamen 3D *printing monitoring* kecepatan gear dan suhu dan pengendalian kecepatan gear dan suhu

### **1.3.2 Manfaat**

Keuntungan yang dapat diperoleh dari desain *prototype* alat pengubah limbah botol plastik menjadi filamen sebagai berikut:

1. Mengurangi limbah botol plastik PET
2. Dapat menjadikan komoditi baru di Indonesia

## **1.4 Batasan Masalah**

Cakupan masalah dalam penelitian ini ditentukan sebagai berikut:

1. Prototipe ini dirancang menggunakan sensor *thermistor* untuk mengetahui suhu *actual* dari extruder, sensor LM 393 H2010 untuk mengetahui kecepatan gear dalam melakukan putaran dan motor *stepper* untuk menggerakkan *gear* agar berputar secara konstan, dan dikontrol oleh motor *driver* melalui Arduino.
2. Penelitian hanya berfokus pada pengukuran dan pengambilan data nilai sensor.

## 1.5 Metode Penelitian

Untuk melaksanakan metode penelitian yang diterapkan dalam studi ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Melakukan analisis pada referensi teori yang berkaitan dengan penelitian ini dengan mencari literatur yang membahas tentang pengukuran kecepatan dan pengukuran suhu.

2. Perancangan *system* dan *Prototype*

Melakukan Pada tahap ini lakukan perancangan untuk pengukuran suhu dan kecepatan yaitu berupa sensor-sensor yang terhubung dengan *mikrokontroler*.

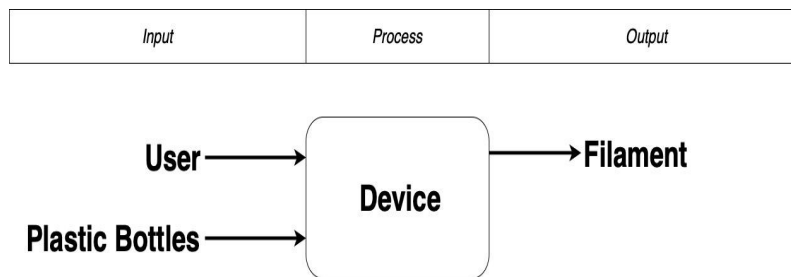
3. Implementasi

Menguji alat yang sudah jadi untuk mengetahui keberhasilan sistem dan melakukan kajian atau analisis.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

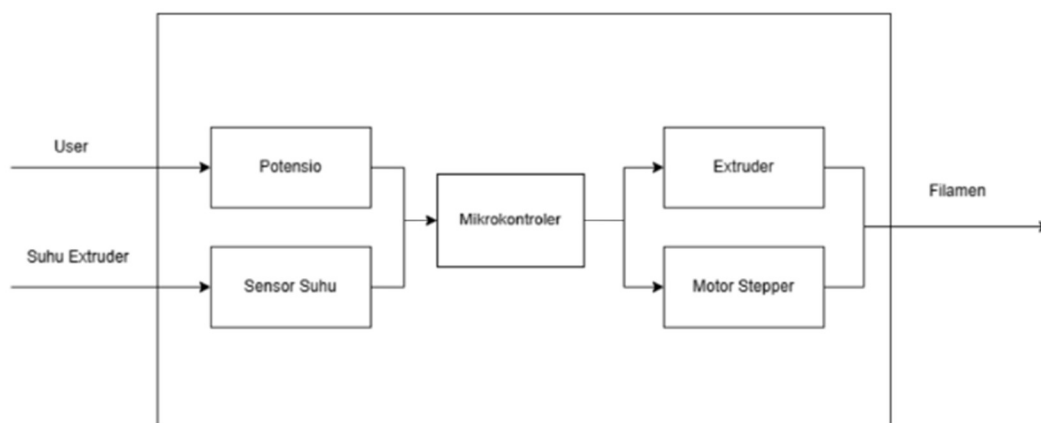
### 2.1 Desain Konsep Solusi

Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan pembuatan *Upcycle* Botol Plastik menjadi Filamen. Konsep perancangan dapat dilihat pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Desain Konsep Solusi

Berdasarkan diagram seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1 adalah diagram blok level 0 yang menggambarkan penggunaan dengan bantuan *user* untuk pembuatan filamen dari botol plastik. Ini meningkatkan efisiensi produksi dan mendukung daur ulang plastik yang ramah lingkungan.



**Gambar 1.2** Alur Sistem Kerja

### 2.2 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan tabel studi literatur penelitian sebelumnya.

**Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu**

No	Judul	Penulis (Tahun)	Metode	Keterangan
1.	Rancang Bangun Mesin Ekstruder Filamen 3D Printer	Haqira Tondi (2019)	Peneliti menekankan bahwa Perancangan ini dibuat sebuah mesin ekstruder yang dapat memproduksi filamen dengan kapasitas 820 mm per menit, setara dengan 0.108 kg per jam, dan diameter sebesar 1.72 mm.	Peneliti belum menambahkan penutup pada bagian <i>heater band</i> dan barel dipasang untuk menjaga kestabilan, serta ditambahkan perangkat penggulungan dan pendinginan filamen guna memastikan diameter filamen yang dihasilkan lebih konsisten.
2.	Simulation of Processes Occurring in the Extrusion Head Used in Additive Manufacturing Technology	Artur Prusinowski dan Roman Kaczynski (2017)	<i>System</i> yang diusung menggunakan <i>Deposition Modeling Extrusion Head</i> yang memungkinkan untuk menambahkan penguat komposit dalam bentuk	Pada <i>system</i> yang digunakan disarankan untuk membuat <i>prototipe</i> kepala ekstrusi dan menghasilkan sampel untuk penelitian mekanisme keausan bahan polimer komposit dengan penguat serat target yang