

BAB 1

ANALISIS KEBUTUHAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Botol air minum ringan dan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang termasuk dalam kategori plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) merupakan salah satu jenis sampah plastik yang sering digunakan dan menjadi salah satu penyumbang besar penumpukan sampah plastik. Dengan menggunakan gagasan 3R (*Reuse*, *Reduce*, dan *Recycle*), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan berharap dapat mengurangi sampah plastik.

Konsep *Reuse* mengacu pada pemanfaatan kembali sampah botol plastik menjadi alat yang mempunyai fungsi yang baru, seperti sebagai media tanam, wadah alat tulis, bahkan sebagai hiasan ruangan. *Reduce* dimana mempertimbangkan terlebih dahulu barang sebelum dibuang atau memperkirakan kemungkinan digunakan kembali (*Reuse*). *Recycle* berfokus mendaur ulang sampah botol plastik menjadi sesuatu yang baru dan berguna. Contohnya menjadi bahan baku filamen 3D *printing*.

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 pencetakan 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].

Sedangkan jenis yang paling banyak digunakan saat ini adalah FDM. ABS, ASA, Nylon, PC + ABS, merupakan bahan FDM yang saat ini tersedia dalam berbagai warna. Saat ini di Indonesia bahan utama 3D *printing* masih diimpor dengan harga yang cukup mahal. Karena FDM ini menggunakan bahan plastik sebagai bahan untuk pencetakan maka ini bisa menjadi jawaban atas masalah lingkungan yang dihadapi dunia saat ini.

Pada tahun 2018 Vaibhav Gaikwad, Anirban Ghose, Sagar Cholake, Aditya Rawal, Mei Iwato dan Veena Sahajwalla melakukan penelitian 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 Jay Dubashi, Brian Grau dan Alex McKernan melakukan penelitian yang 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 penggulangan 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 Informasi Pendukung

Pada saat ini, penggunaan *3D printing* sangat populer. Karena popularitas penggunaannya, permintaan terhadap filamen *3D printing* meningkat secara signifikan. Filamen dengan komposisi bahan campuran atau komposit menjadi pilihan yang diminati karena memberikan sejumlah manfaat pada sifat mekanik dari objek yang dicetak. Filamen komposit memiliki potensi untuk meningkatkan kekuatan, ketahanan, dan daya tahan pada objek yang dicetak menggunakan mesin *3D printing* [5].

Manfaat yang ditawarkan oleh teknologi *3D printing* tidak tergantikan, biaya produksi yang rendah, dan proses konversi model komputer menjadi objek yang nyata dengan cepat. Selain itu, dengan *3D printing* banyak hal yang memungkinkan pembuatan elemen atau bagian yang tidak dapat dicapai oleh metode lain [6].

Hampir 3 juta ton sampah plastik di seluruh dunia berasal dari botol plastik sekali pakai. Sampah ini sulit untuk terurai dan membutuhkan waktu hingga 100 tahun agar bisa terdegradasi sepenuhnya. Oleh karena itu, botol plastik sekali pakai menjadi penyumbang utama jumlah sampah di seluruh dunia.

1.3 Constraint

1.3.1 Aspek Ekonomi:

Kebutuhan harus memperhatikan batasan biaya pembuatan produk mesin pembuatan filamen. Penggunaan bahan dan komponen yang mudah ditemukan dan terjangkau harus menjadi pertimbangan dalam merancang mesin ini. Selain itu, proses produksi filamen juga harus efisien agar dapat meningkatkan nilai jual limbah plastik botol PET dan memberikan insentif ekonomi bagi proses daur ulang limbah plastik.

1.3.2 Aspek Manufakturabilitas (*Manufacturability*):

Kebutuhan harus mencakup kemudahan dalam memproduksi mesin pembuatan filamen ini. Desain mesin haruslah mudah diproduksi, mempertimbangkan ketersediaan dan aksesibilitas bahan dan peralatan, serta menyederhanakan proses produksi. Jika memungkinkan, beberapa komponen mesin dapat diproduksi dengan menggunakan teknologi *3D printing* atau manufaktur digital lainnya agar memudahkan proses produksi ulang dan perubahan di masa mendatang.

1.3.3 Aspek Keberlanjutan (*Sustainability*):

Kebutuhan harus mempertimbangkan aspek keberlanjutan dalam dua aspek: lingkungan dan sistem. Dalam aspek lingkungan, mesin pembuatan filamen harus dirancang untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, seperti mengurangi limbah dan konsumsi energi yang tidak perlu. Dalam aspek sistem, mesin ini harus dirancang dengan fleksibilitas dan adaptabilitas yang memungkinkan pengembangan lebih lanjut sesuai dengan kebutuhan dan masalah yang berkaitan dengan sampah botol plastik.

1.4 Kebutuhan Yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, berikut adalah kebutuhan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan permasalahan:

1. Alat harus memiliki ukuran yang tidak terlalu besar agar mudah dibawa kemana-mana.
2. Alat harus dapat dikontrol dan *dimonitoring* melalui *smartphone*.
3. Alat harus dapat menghasilkan filamen yang memiliki diameter yang konstan.
4. Biaya alat ini haruslah seminimal mungkin sambil mempertahankan standar kualitas komponen yang tepat.

1.5 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan mesin pembuatan filamen 3D *printing* yang ukurannya mudah dipindahkan, dilengkapi *monitoring* dan pengendalian, menjamin konsistensi diameter filamen, serta mudah dalam perawatan dan perbaikan. Diharapkan mesin ini efektif dalam daur ulang limbah plastik botol PET menjadi filamen berkualitas, mengurangi limbah plastik, dan mendukung keberlanjutan lingkungan.