

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan konsumsi air minum dalam kemasan berbahan Polyethylene Terephthalate (PET) menyebabkan penumpukan sampah botol plastik yang signifikan dan sulit terurai secara alami. Kondisi ini memicu berbagai permasalahan lingkungan, mulai dari pencemaran tanah dan air hingga gangguan pada sistem drainase di kawasan perkotaan. Untuk menjawab tantangan tersebut, pemerintah melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan mendorong penerapan prinsip 3R (Reduce, Reuse, Recycle) sebagai pendekatan sistematis dalam pengelolaan sampah plastik. Salah satu bentuk implementasi konsep ini adalah mengolah kembali limbah botol plastik menjadi produk yang memiliki nilai tambah. Dalam konteks ini, pengembangan teknologi yang mampu mengonversi botol PET menjadi bahan baku baru menjadi sangat relevan dan strategis.

Sejalan dengan perkembangan era Industri 4.0, teknologi manufaktur aditif seperti 3D printing, khususnya metode Fused Deposition Modeling (FDM), semakin banyak dimanfaatkan karena fleksibilitas desain, efisiensi biaya, dan kemampuan produksi yang cepat. Namun, ketersediaan filamen sebagai bahan baku utama 3D printing di Indonesia masih banyak bergantung pada produk impor dengan harga relatif tinggi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa limbah botol plastik PET dapat diolah menjadi filamen 3D printing yang layak digunakan, dengan variasi suhu dan kecepatan ekstrusi tertentu mampu menghasilkan diameter filamen sekitar 1,6–1,7 mm dan kualitas cetak yang memadai. Selain mengurangi ketergantungan pada filamen komersial, pendekatan ini sekaligus mendukung

ekonomi sirkular melalui pemanfaatan limbah menjadi sumber daya baru. Dengan demikian, integrasi teknologi daur ulang plastik dan 3D printing berpotensi menjadi solusi yang inovatif dan berkelanjutan.

Meskipun telah dikembangkan beberapa purwarupa alat pengolah botol plastik menjadi filamen, masih terdapat sejumlah keterbatasan terkait konsistensi kualitas filamen, kemudahan pengoperasian, serta keterbatasan pemantauan parameter proses secara real-time. Pengaturan suhu dan kecepatan ekstrusi yang kurang presisi dapat menyebabkan variasi diameter filamen, yang pada akhirnya memengaruhi kualitas hasil cetak 3D. Oleh karena itu, diperlukan rancang bangun alat pengolah botol plastik bekas menjadi bahan baku filamen printer 3D yang dilengkapi sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) untuk memantau dan mengendalikan suhu serta kecepatan secara jarak jauh dan waktu nyata. Integrasi ini diharapkan dapat meningkatkan stabilitas proses, memudahkan pengguna, dan memperluas potensi pemanfaatan alat di lingkungan pendidikan maupun industri kecil. Pada akhirnya, pengembangan sistem tersebut diharapkan berkontribusi terhadap pengurangan limbah plastik sekaligus memperkuat kemandirian penyediaan bahan baku filamen 3D printing di tingkat lokal.

Berdasarkan latar belakang itu, maka dirancanglah "Alat Pengolah Botol Plastik Bekas Menjadi Bahan Baku Filament Printer 3D dengan Sistem Monitoring Berbasis IoT". Sistem IoT di alat ini akan aktif pantau parameter penting seperti suhu ekstruder dan kecepatan motor penarik, lalu tampilkan di dashboard. Ini membuat operator dapat memastikan proses stabil, sehingga filamen yang hasilnya lebih presisi dan konsisten, serta bertanggung jawab menantang kualitas dari penelitian sebelumnya.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan penulis tertarik untuk merancang dan mengembangkan alat dalam bentuk robot yang berjudul **“RANCANG BANGUN PEMGOLAHAN BOTOL PLASTIK BEKAS PADA BAHAN BAKU PRINTER 3D BERBASIS IoT”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah dalam penelitian yang dilakukan ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membuat alat pengolah botol plastik bekas jenis PET menjadi bahan baku filamen untuk printer 3D yang bekerja secara efektif dan dapat digunakan dengan baik?
2. Bagaimana merancang sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT) untuk mengukur dan mengukur suhu serta kecepatan kerja alat pengolah botol plastik menjadi printer filamen 3D?
3. Berapa kisaran nilai suhu dan kecepatan ekstrusi yang paling sesuai agar filamen yang dihasilkan dari botol plastik bekas memiliki diameter relatif stabil dan memenuhi standar ukuran printer filamen 3D?
4. Bagaimana mutu filamen yang dihasilkan alat, ditinjau dari kestabilan diameter dan kemampuan yang digunakan untuk mencetak objek uji 3D, jika dibandingkan dengan standar kebutuhan proses pencetakan
5. Sejauh mana penerapan sistem pemantauan berbasis IoT pada alat pengolah botol plastik bekas menjadi filamen dapat meningkatkan kemudahan pengoperasian serta transmisi proses daur ulang yang berlangsung?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan agar pembahasan dalam laporan kerja praktik ini tidak terlalu meluas, maka dari itu perlu adanya pembatasan masalah. Adapun Batasan masalah yang dikemukakan yaitu:

1. Material baku yang digunakan dalam proses ini dibatasi hanya pada botol plastik (*Polietilen Tereftalat/PET*).
2. Diameter filamen yang menjadi target hanya pada kisaran $\pm 1,75$ mm (sekitar 1,6–1,7 mm) yang umum digunakan pada printer 3D tipe FDM.
3. Sistem kontrol dan monitoring dibatasi pada pengaturan pemantauan parameter suhu ekstruder dan kecepatan motor penggerak (RPM) melalui platform IoT (misalnya NodeMCU/ESP32 S3–Firebase–aplikasi Android, Web).
4. Penelitian tidak membahas dampak lingkungan secara komprehensif, tetapi hanya kontribusi kontribusi alat sebagai salah satu upaya penerapan konsep 3R (Reuse, Reduce, Recycle) pada limbah botol plastik.
5. Penelitian dilakukan pada tingkat prototipe di lingkungan laboratorium/kampus, sehingga tidak membahas penerapan alat ini pada Skala industri atau sistem pengelolaan sampah dalam skala besar.

1.4 Hipotesa

Berdasarkan perumusan masalah di atas, penulisan dapat mengambil beberapa hipotesis:

1. Diharapkan alat pengolah botol plastik bekas jenis PET yang dibuat dapat bekerja dengan baik dan mampu mengubah botol plastik menjadi filamen untuk printer 3D secara efektif.
2. Diharapkan penerapan sistem monitoring berbasis IoT dengan pengukuran dan

pengendalian suhu serta kecepatan ekstrusi secara real time .

3. Diharapkan ada kisaran suhu dan kecepatan ekstrusi tertentu yang paling cocok sehingga filamen dari botol plastik bekas memiliki ukuran ± 1.75 mm yang cukup stabil dan sesuai dengan ukuran standar printer filamen 3D
4. Diharapkan filamen yang dihasilkan alat mempunyai kualitas yang cukup baik, dilihat dari kestabilan diameternya dan kemampuannya untuk mencetak objek uji 3D tanpa masalah berarti, sehingga dapat memenuhi kebutuhan proses cetak 3D.
5. Diharapkan penggunaan sistem pemantauan berbasis IoT pada alat ini dapat memudahkan pengguna dalam mengoperasikan alat dan membuat proses daur ulang botol plastik menjadi filamen lebih andal secara keseluruhan.

1.5 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian adalah hasil atau capaian yang ingin diraih oleh peneliti setelah penelitian selesai dilakukan. Berdasarkan perumusan masalah, maka tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk membuat alat yang dapat mengolah botol plastik bekas jenis PET menjadi filamen untuk printer 3D dan dapat bekerja dengan baik.
2. Untuk membuat sistem pemantauan berbasis IoT yang dapat melihat dan mengatur suhu serta kecepatan kerja alat pengolah botol plastik menjadi filamen.
3. Untuk mengetahui kisaran suhu dan kecepatan ekstrusi yang paling cocok agar filamen dari botol plastik bekas mempunyai ukuran ± 1.75 yang cukup stabil dan mendekati standar printer filamen 3D.

4. Untuk mengetahui seberapa baik kualitas filamen yang dihasilkan alat, dilihat dari kestabilan ukuran dan kemampuannya untuk mencetak objek uji 3D
5. Untuk mengetahui apakah penggunaan sistem pemantauan berbasis IoT dapat memudahkan penggunaan alat dan membuat proses daur ulang botol plastik menjadi filamen menjadi lebih andal.

1.6 Manfaat penelitian

Manfaat penelitian adalah kontribusi atau kegunaan dari hasil penelitian, baik untuk pengembangan ilmu pengetahuan maupun untuk aplikasi praktis di kehidupan nyata. Manfaat penelitian yang diharapkan dapat diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

- a. Penelitian ini membantu penulis meningkatkan keterampilan dalam desain alat, pemrograman mikrokontroler, dan integrasi IoT.
- b. Dapat mengetahui cara kerja komponen yang digunakan pada alat yang diproses oleh mikrokontroler.
- c. Penelitian ini dapat berkontribusi pada literatur ilmiah di bidang teknologi pertanian, serta memberikan wawasan baru mengenai metode komposting.
- d. Hasil penelitian dapat dijadikan bahan untuk publikasi di jurnal ilmiah, seminar, atau konferensi, yang meningkatkan reputasi akademik penulis.
- e. Sebagai syarat untuk mendapatkan gelar di jenjang Pendidikan Strata 1 (S1)

2. Bagi Program Studi

- a. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk pengembangan kurikulum yang lebih relevan dan aplikatif di bidang teknologi pertanian dan rekayasa lingkungan.
- b. Dapat membuka peluang kolaborasi antara program studi dengan industri atau komunitas untuk penelitian lebih lanjut dan aplikasi praktis.
- c. Alat yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat peraga atau praktik dalam mata kuliah yang relevan, sehingga meningkatkan pengalaman belajar mahasiswa.

3. Bagi Masyarakat

- a. Menjadi solusi bagi masyarakat dalam pengolahan limbah botol plastik.
- b. Meningkatkan kesadaran masyarakat dalam pengolahan limbah botol plastik.
- c. Mempermudah masyarakat dalam pengolahan limbah botol plastik .