

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia ialah sebuah negara yang menduduki peringkat ke-5 di dunia sebagai penghasil sampah. Indonesia sendiri menghasilkan kurang lebih 9,13 juta ton sampah. Pada era globalisasi ini semakin banyak sampah plastik dari tahun ketahun. Di Indonesia sendiri menurut penelitian Pusat Lingkungan Hidup ITB, rata-rata rumah tangga dapat menghasilkan sampah 2,5 kg per harinya. Banyaknya pertumbuhan penduduk pada negara berkembang juga turut akan meningkatkan jumlah sampah yang akan dihasilkan [1].

Sampah botol plastik merupakan salah satu jenis sampah yang dihasilkan berlebihan, yang mana sampah plastik merupakan sebuah bahan antropogenik yang tidak dipakai lagi. Limbah ini tidak dapat terurai jika memungkinkanpun bisa memerlukan waktu yang sangat lama. Botol plastik ini biasanya dibuang dengan cara yang dapat mencemari lingkungan oleh Masyarakat, seperti pada di sungai, selokan, jalanan, dan juga halaman-halaman kosong. Pada dasarnya Masyarakat kurang dapat mengelola sampah dengan baik dan akan mengakibatkan sampah botol plastik yang menumpuk. Sampah plastik ini cukup kompleks dikarenakan sulit terurai dan membuat masalah dalam kebersihan dan juga lingkungan [2].

Pada era saat ini biasanya masyarakat menanggulangi masalah sampah menumpuk dengan cara dibakar. Cara itu kurang efektif meskipun sampah plastik berkurang namun dapat merusak lingkungan dan juga polusi udara yang akan berdampak dalam kesehatan, iritasi mata, menghalangi pemandangan, mengurangi kadar oksigen bagi masyarakat yang berada di sekitarnya. Adapula juga yang memanfaatkan sampah botol plastik dengan didaur ulang menjadi kerajinan lainnya namun kurang fleksibel dikarenakan bentuknya yang sulit untuk diatur untuk menjadi hal yang lebih menarik [3].

Karena dirasa kurang efektif dan menarik pendaur ulangan ini dibutuhkan sebuah inovasi, maka pada tugas akhir ini dibuat sebuah ide dengan menjadikannya sebuah filamen 3D printer dengan cara mengubah sampah botol plastik menjadi sebuah filamen

yang biasanya digunakan pada 3D printer. Melalui pengolahan masalah sampah-sampah botol plastik yang dijadikan filamen 3D *Printing* akan dapat memberikan solusi daur ulang menjadi hal-hal yang lebih menarik dan lebih fleksibel dalam pembuatan produk-produk tersebut karena dapat menggunakan alat 3D Printer dan di desain sesuka hati. Namun dalam rancang bangun alat inipun perlu juga adanya pengontrolan suhu pada alat pembuat filamen 3D agar botol plastik yang diubah ini dapat menjadi filamen dapat sesuai dalam proses pengolahan. Hal tersebut menjadi pertimbangan bagi saya untuk dapat membuat sistem pengontrol suhu pada alat pembuat filamen 3D Printer dengan menggunakan metode PID.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa proses pelelehan dan ekstrusi filamen dari plastik PET sangat sensitif terhadap fluktuasi suhu. Penelitian Taufik et al, menunjukkan bahwa suhu 205°C sudah cukup untuk menghasilkan filamen PET yang halus dan seragam menggunakan metode pultrusion berbasis Arduino [4]. Di sisi lain, penelitian oleh Adifa dan Wachidin menerapkan suhu 270°C menggunakan elemen pemanas PTC, dengan hasil yang berhasil dicairkan melalui printer 3D [5]. Penelitian ini memilih suhu 210°C sebagai titik tengah optimal, karena berada di antara dua ekstrem tersebut—cukup tinggi untuk melelehkan PET dengan sempurna, namun cukup rendah agar tidak menyebabkan degradasi termal. Selain itu, suhu ini sangat cocok dikontrol dengan sistem PID agar tetap stabil selama proses ekstrusi berlangsung.

Penelitian ini memperkuat metode sebelumnya dengan menggabungkan PID yang telah dituning secara manual dan otomatis serta menambahkan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi keberadaan botol. Selain itu, sistem menggunakan SSR-25DD yang dikontrol PWM untuk kestabilan pemanas, serta motor stepper NEMA 17 dengan driver A4988 untuk penggulungan filamen secara presisi. Inovasi ini menunjukkan peningkatan signifikan dalam otomasi sistem daur ulang skala rumah tangga.

Selain aspek teknis, Chamas et al. [6] menyatakan bahwa plastik PET membutuhkan lebih dari 400 tahun untuk terurai, sehingga pengolahan ulang seperti ini sangat penting sebagai solusi jangka panjang terhadap permasalahan limbah plastik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan pada tugas akhir ini diantaranya ialah:

1. Bagaimana mengelola sampah botol plastik yang sulit terurai dan berdampak mencemari lingkungan dengan efektif dan ramah lingkungan?
2. Bagaimana merancang dan membangun sebuah sistem pengontrol suhu berbasis PID yang dapat mengoptimalkan pendaur ulangan botol plastik menjadi filamen 3D?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan Tugas Akhir ini ialah:

1. Merancang sistem kendali suhu berbasis PID pada proses daur ulang botol plastik menjadi filamen 3D.
2. Membuat filamen 3D secara otomatis dari limbah botol plastik.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil filamen 3D pada kali ini tidak diuji material serta hasilnya.
2. Pengujian alat ini dilakukan pada suhu ruang (26°C - 30°C).
3. Menggunakan limbah botol plastik Aqua 1.5L PET.
4. Pembuatan alat ini tidak mengukur efisiensi konsumsi daya listrik.
5. Evaluasi performa sistem pengendalian suhu dibatasi pada parameter respons waktu (konstanta waktu, settling time), kestabilan suhu, serta pengujian black-box terhadap fitur-fitur fungsional alat.
6. Bahan baku yang digunakan terbatas pada botol plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) bekas air mineral berwarna bening, dengan ketebalan 0.21 mm berdasarkan hasil pengukuran.
7. Penalaan parameter PID dilakukan menggunakan metode Ziegler-Nichols berdasarkan pendekatan ultimate gain (K_u) dan ultimate period (P_u)
8. Nilai setpoint suhu pada sistem ini dikunci pada 210°C sebagai referensi utama dalam pengujian dan pengontrolan suhu

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mendukung gerakan pengurangan sampah botol plastik yang sulit terurai dengan menjadikannya filamen 3D.
2. Menyediakan bahan baku filamen 3D printing yang lebih murah.
3. Menjadikan ide referensi dan studi kasus bagi pengembang lebih lanjut.

1.6 Sistematika Penulisan

Demi terwujudnya suatu penulisan yang baik, maka diperlukan adanya sistematika penulisan. Sistematika dari tugas akhir ini sebagai berikut,

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang masalah, tujuan dan manfaat tugas akhir, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II DASAR TEORI

Berisikan penjelasan singkat mengenai teori dasar dari masing-masing bagian yang menunjang perancangan sistematika penulisan laporan.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisikan tentang penjelasan dari diagram blok sistem, gambar 3D, spesifikasi dan fitur, serta teknik pabrikasi pada pembuatan tugas akhir.

BAB IV PENGUJIAN ALAT

Berisikan pembahasan serta analisis uji fungsionalitas pada alat meliputi pengujian komponen dan pengujian sistem pasteurisasi susu.

BAB V PENUTUP

Berisikan kesimpulan yang didapat dalam perancangan dan pembuatan alat tugas akhir serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.