

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Botol plastik merupakan bentuk kemasan paling digunakan masyarakat Indonesia pada saat ini umumnya dibuat dari bahan *Polyethylene Terephthalate*. Kelebihan jenis plastik ini adalah ringan dan kuat sekaligus biaya pada produksinya terjangkau. Namun pemakaian plastik PET memiliki efek signifikan terhadap lingkungan sampah yang terbuat dari plastik jenis ini memerlukan waktu hingga 100 tahun bagi tubuh bumi untuk membusuk. Karena itu, plastik PET yang tidak diproses merupakan ancaman serius bagi ekosistem. Di antaranya jenis plastik yang dapat didaur ulang seperti jenis *polyethylene terephthalate* (PET), *high density polyethylene* (HDPE), *low density polyethylene* (LDPE) dan *polystyrene* (PS). Disisi lain PET adalah bahan yang mudah diproses ulang, sehingga bahan baku ini memiliki potensi daur ulang yang besar [1].

3D printer merupakan teknologi pembuatan benda dengan kendali komputer dengan cara memanaskan *filament* bahan baku 3D printer untuk membuat suatu benda sesuai desain yang telah diatur menggunakan program komputer. Salah satu usaha yang akan dilakukan untuk memanfaatkan limbah ini adalah dengan mendaur ulang *recycle* limbah PET menjadi *filament* 3D printer. Proses pembuatan *filament*, karena tingkat diameter *filament* menghasilkan ukuran yang beragam. Pada metode *pultrusion*, mesin *pultrusion* pembuat *filament* diatur dengan perangkat Arduino Uno. Perangkat ini sebagai pengatur sensor kecepatan pada putaran penggulungan *filament* dan pengatur temperatur pada pemanas [2]. Penggunaan 3D printer memerlukan *filament* yang terbuat dari bahan plastik dan digunakan sebagai penopang bentuk utama *prototype*. Limbah plastik PET dalam penggunaan sebagai bahan baku pembuatan *filament* 3D.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dengan kontrol suhu dalam proses penggulungan *filament* yang masih mengalami kendala mengakibatkan putus pada *filament*. Salah satu kendala pada sebelumnya ketidakstabilan pada putaran motor *stepper* saat proses penggulungan. Dalam pembuatan *filament* daur ulang, tahap penggulungan merupakan bagian penting yang menentukan kualitas akhir produk.

Filament harus digulung dengan kecepatan yang stabil agar diameter tetap seragam dan tidak terjadi tarikan berlebih yang menyebabkan *filament* putus. Pada proses konvensional, motor *stepper* yang menggerakkan *spool* penggulung cenderung mengalami fluktuasi kecepatan akibat perubahan beban tarik. Ketidakstabilan ini mengakibatkan hasil penggulungan tidak rapi dan berisiko merusak hasil extrusi *filament*. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pemanfaatan sensor *load cell* yang berfungsi mengukur gaya tarik pada *filament*, serta penerapan metode kendali *Proportional-Integral-Derivative* (PID) yang mengatur putaran motor *stepper* secara adaptif. Dengan mengintegrasikan sensor dan kontrol PID, kecepatan penggulungan dapat dijaga tetap stabil meskipun terjadi variasi tarikan, sehingga hasil *filament* lebih presisi dan konsisten. Cara kerja dari alat ini yang menggunakan sensor *proximity* untuk mendeteksi adanya bahan, ketika bahan terdeteksi sistem akan mengirimkan sebuah perintah pada mikrokontroler apabila sensor *proximity* membaca tidak ada bahan atau bahan habis maka sistem akan mengirimkan sinyal, sistem akan mati. Pada sensor *proximity* perlu mengatur agar ketika bahan mendekati habis pada posisi itu agar ada peluang penyambungan pada bahan yang berikutnya. *Filament* yang sudah dilakukan penyambungan akan diteruskan ke *nozzle* dan dilakukan proses pelelehan pada pemanas. Bahan yang dilelehkan akan keluar dari *nozzle* yang terbentuk *filament* yang masih panas. *Load cell* berfungsi untuk mengukur tarikan atau tekanan yang terjadi pada *filament* selama proses penggulungan. Proses selanjutnya akan diteruskan ke pada bagian *spool* atau penggulungan yang akan dilakukan penggulungan dengan menggunakan motor *stepper* yang sebagai penggerak *spool* dengan menggunakan sebuah gigi rasio. Gigi rasio menghasilkan gerakan yang presisi dan stabil sehingga penggulungan *filament* dapat dilakukan dengan kecepatan yang stabil dan hasil rapi [3]. Motor *stepper* memiliki torsi yang memadai untuk menarik *filament* tanpa resiko putus atau kendur pada proses penggulungan yang berlangsung. Untuk memastikan kestabilan kecepatan dan torsi motor *stepper*, maka diterapkan menggunakan metode kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*). Metode PID berfungsi memantau dan menyesuaikan kecepatan motor *stepper* secara *real-time* berdasarkan nilai yang telah ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka berikut ini merupakan pembahasan dari permasalahan pada pembuatan tugas akhir.

1. Bagaimana sensor *Load Cell* digunakan untuk mengukur beban tarikan *filamen* dan mengubahnya menjadi sinyal kendali?
2. Bagaimana mengatur sistem alat *filament maker* agar stabil?
3. Bagaimana penerapan metode PID untuk mempertahankan kecepatan penggulung motor dalam jarak toleransi tertentu?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari dilaksanakannya penelitian tugas akhir ini dapat dilihat sebagai berikut:

1. Menganalisis cara kerja sensor *Load Cell* dalam mengukur beban tarikan filament dan bagaimana hasil pengukuran tersebut dikonversi menjadi sinyal kendali yang dapat digunakan untuk mengatur kecepatan motor secara otomatis.
2. Dapat memahami cara kerja alat *filament maker* agar berjalan dengan stabil
3. Menerapkan metode kontrol PID (*Proportional-Integral-Derivative*) pada motor *stepper* untuk mempertahankan kecepatan penggulangan dalam batas toleransi tertentu meskipun terjadi perubahan gaya tarik, sehingga kecepatan tetap stabil dan hasil penggulangan konsisten.

Manfaat dilakukannya penelitian tugas akhir diantaranya yaitu sebagai berikut:

1. Membantu menghasilkan *filament* yang rapi, dengan adanya sensor *Load Cell*, tekanan atau tarikan *filament* saat melakukan penggulangan dapat terdeteksi secara *real-time*.
2. Mengurangi kerusakan dan cacat hasil *filament* dengan menerapkan metode PID yang memungkinkan motor penggulung bekerja selaras dengan laju keluaran *filament* dari *nozzle extruder*.
3. Sistem ini mampu menjaga diameter *filament* tetap konstan dalam batas dari ukuran standar 1.75 mm, serta dapat menurunkan *error* kecepatan hingga 15% selama proses ekstrusi.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah ditetapkan agar kegiatan penelitian tugas akhir tidak terjadi pelebaran dari pokok permasalahan yang akan dibahas. Adapun batasan masalah yang ditetapkan sebagai berikut:

1. Proses memasukan material sayatan botol plastik ke *nozzle* masih secara manual.
2. Material botol plastik yang digunakan sebagai bahan baku pada alat *filament maker* maksimal hanya 600ml per proses.
3. Material yang digunakan adalah berbahan jenis limbah botol plastik (PET) *polyethylene therephtalathe*.
4. Pengujian hanya dapat dilakukan pada skenario beban statistik dan dinamis ringan

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi laporan penelitian mempunyai lima tahapan, diantaranya tahap studi literatur, tahap perancangan, tahap uji coba sistem, tahap analisis data, tahap evaluasi dan pembuatan laporan. Berikut penjelasannya:

1. Studi Literatur
Pada tahap awal ini merupakan pengumpulan data mengenai fungsi dan cara kerja masing-masing alat serta komponen lain yang bersumber dari buku, internet, jurnal dan lainnya.
2. Tahap Perancangan
Selanjutnya yakni tahapan yang dimana setelah proposal skripsi disetujui, maka dilakukan pembuatan alat skripsi.
3. Tahap Pengujian Sistem
Pengambilan data serta pengujian alat dari sistem *hardware* maupun *software*. Diperlukan dokumentasi foto maupun video apabila melakukan uji coba alat.
4. Tahap Analisis
Data yang diperoleh setelah pengujian alat akan dianalisis menggunakan metode yang diperlukan. Selanjutnya memasukkannya dalam bentuk paragraf.
5. Tahap Pengerjaan Laporan skripsi

Tahap Pengerjaan akhir ini adalah seluruh data hasil pengujian sistem yang sudah dianalisis dimasukkan dalam laporan. Dari pengerjaan tersebut maka akan disimpulkan hasil dari pengujian alat.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Adapun sistematika penulisan skripsi dari beberapa jumlah bab disajikan sebagai berikut.

1. BAB I : Pendahuluan
Bab pertama berisi mengenai pendahuluan yang menjelaskan latar belakang dari pengambilan topik yang akan diangkat, permasalahan dari topik, tujuan, dan manfaat.
2. BAB II : Teori Penunjang
Bab ini berisi tentang penelitian terdahulu dengan topik yang sama dengan topik penelitian, serta berisikan tentang teori penunjang.
3. BAB III : Perancangan Sistem
Bab ini berisi tentang penjelasan Langkah-langkah yang dilakukan pada proses Pembuatan sistem yang berupa metode dan desain dari alat tersebut.
4. BAB IV : Hasil dan Pembahasan
Bab ini berisi tentang penjelasan dari pengujian sistem dari sistem *hardware* maupun *software*, serta Analisa dari data yang diperoleh pada pengujian sistem.
5. BAB V : Penutup
Bab ini berisi penjelasan kesimpulan dan saran dari hasil Penelitian yang sudah dilakukan.

1.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Berikut merupakan tabel perencanaan jadwal kegiatan dan pelaksanaan dalam penelitian, dapat dilihat pada Tabel. 1.1.

Tabel 1.1. Susunan Rencana Kegiatan

NO.	Kegiatan	Bulan					
		Ke 1	Ke 2	Ke 3	Ke 4	Ke 5	Ke 6
1	Identifikasi masalah						
2	Mencari sumber literatur						

NO.	Kegiatan	Bulan					
		Ke 1	Ke 2	Ke 3	Ke 4	Ke 5	Ke 6
3.	Perancangan desain <i>filament maker</i>						
4.	Perancangan rangkaian mekanik berupa rangka pada mesin <i>filament maker</i>						
5.	Perancangan rangkaian mekanik berupa rangkaian penggulangan dan gigi rasio						
6.	Penyusunan pemrograman mesin <i>filament maker</i>						
7.	Pengujian dan analisis data						
8.	Pembuatan laporan skripsi						