

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah plastik merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi oleh berbagai Negara di dunia khususnya di Indonesia. Berdasarkan data *United Nations Environment Programme* (UNEP), antara 22% hingga 43% plastik yang digunakan di seluruh dunia dibuang ke tempat pembuangan sampah. Hal ini dapat diartikan sebagai sumber daya yang terbuang, di mana plastik yang sudah tidak terpakai atau terbuang akan sulit diurai dan akan mencemari lingkungan sekitar. Di samping masalah tersebut, faktor penyebab lain dari penggunaan limbah plastik akan menimbulkan dampak yang buruk pada ekosistem laut [1].

Menurut Jenna R Jambeck dalam penelitiannya terdapat 275 juta metrik ton sampah plastik di 192 negara berpantai. Dari 275 juta ton metrik sampah itu, sebanyak 4,8-12,7 juta metrik ton tenggelam di samudra. Sampah di lautan tersebut membahayakan lebih dari 800 spesies, dari 800 spesies itu 40% adalah mamalia laut dan 44% adalah spesies burung laut [2].

Kebutuhan terhadap bahan plastik khususnya di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya karena penggunaannya praktis dan mudah didapat sehingga hal tersebut dapat menyebabkan fenomena menumpuknya limbah plastik. Bahan plastik ini merupakan limbah anorganik yang sangat sulit untuk diuraikan secara alami oleh mikroorganisme. Untuk mengatasi hal ini diperlukan cara alternatif untuk menguraikan limbah plastik tersebut menjadi hal yang lebih berguna dan bermanfaat, salah satunya dengan mengkonversi limbah plastik tersebut menjadi bahan bakar minyak alternatif menggunakan alat pirolisis [3].

Pirolisis adalah penguraian secara termokimia yang melalui proses pemanasan dengan melibatkan sedikit bahkan tanpa adanya oksigen dalam tabung reaktor, di mana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi zat gas yang kemudian dikondensasi menjadi zat cair. Pada dasarnya proses pirolisis limbah plastik dapat menghasilkan produk cair, padat dan gas yang dapat berguna sebagai bahan bakar. Gas yang dihasilkan oleh tabung reaktor dialirkan ke dalam kondensor untuk didinginkan sehingga membuat gas tersebut dapat menjadi cairan berupa bahan bakar minyak alternatif. [4]. Sifat plastik yang memungkinkan untuk dikonversikan menjadi bahan bakar minyak alternatif yaitu plastik *thermoplastic* karena bahan plastik ini yang akan mencair jika dipanaskan pada *temperature* tertentu. Berbeda dengan bahan plastik *thermosetting* di mana bahan plastik ini yang tidak dapat mencair kembali dengan cara dipanaskan [5].

Jenis produk plastik *thermoplastic* terbagi menjadi 6 jenis yaitu *Polyethylene Terephthalate* (PET/PETE), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyvinyl Chloride* (PVC), *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS) dan *Other*. Beberapa jenis plastik tersebut jika diolah menjadi bahan bakar alternatif, plastik jenis *polypropylene* (pp) adalah jenis plastik yang jumlah energi dan jumlah bahan bakar minyak yang dihasilkan paling banyak daripada jenis plastik lainnya. Serta nilai kalor dari jenis plastik *polypropylene* (pp) ini memiliki nilai kalor yang tinggi yaitu sebesar 46,5 Mj/kg [5].

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah dijabarkan peneliti tertarik untuk membuat alat “Kendali *Temperature* Reaktor pada Proses Pirolisis Limbah Plastik *Polypropylene* (Pp)”. Alat ini merupakan alat konversi dari limbah plastik *polypropylene* (pp) menjadi bahan bakar minyak yang memanfaatkan gas hasil pembakaran dalam tabung reaktor untuk dikondensasikan menjadi bahan bakar alternatif. Alat ini dilengkapi beberapa instrumen pendukung diantaranya *Liquid Crystal Display* (LCD) untuk menampilkan nilai pembacaan sensor dan indikator ON/OFF komponen, pemantik api untuk memantik api secara otomatis, sensor *thermocouple type K* dan modul Max6675 untuk mengukur nilai *temperature* dalam ruang tabung reaktor dan tabung kondensor, Arduino Mega 2560 sebagai *mikrokontroller*, serta aktuator yang digunakan yaitu pompa air untuk proses kondensasi dalam tabung kondensor dan *motor servo driven valve* untuk mengatur pembukaan gas LPG dalam proses pembakaran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka berikut adalah permasalahan yang akan dibahas dalam pembuatan tugas akhir ini :

1. Bagaimana membuat alat konversi limbah plastik *polypropylene* (pp) menjadi bahan bakar minyak alternatif secara otomatis dengan kendali *temperature* reaktor?
2. Bagaimana menanamkan metode kontrol PID pada sensor *thermocouple type K* dan aktuator *motor servo driven valve* dalam mengatur dan menstabilkan *temperature* tabung reaktor pada proses pirolisis limbah plastik *polypropylene* (pp)?
3. Bagaimana membuat sistem monitoring data sensor suhu tabung reaktor pada *display LCD*?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang sudah dijabarkan sebelumnya, maka dapat dijelaskan bahwa pembuatan alat ini bertujuan dan bermanfaat :

1. Dapat membuat alat konversi limbah plastik *polypropylene* (pp) menjadi bahan bakar minyak alternatif secara otomatis dengan kendali *temperature* reaktor.
2. Dapat menanamkan metode kontrol PID pada sensor *thermocouple type K* dan aktuator *motor servo driven valve* dalam mengatur dan menstabilkan *temperature* tabung reaktor pada proses pirolisis limbah plastik *polypropylene* (pp).
3. Dapat membuat sistem monitoring data sensor suhu tabung reaktor pada *display LCD*.

1.4 Batasan Masalah

Agar dalam pembahasan alat ini tidak terjadi pelebaran masalah saat pengujian, penulis membatasi pokok-pokok permasalahan yang akan dibahas. Batasan masalah yang penulis buat meliputi :

1. Material limbah plastik *polypropylene* (pp) dipotong kecil terlebih dahulu.
2. Tabung reaktor berkapasitas maksimal 600 gram potongan limbah plastik *polypropylene* (pp).
3. Proses memasukkan material limbah plastik ke dalam tabung reaktor dilakukan secara manual.

1.5 Ruang Lingkup

Pada penelitian ini beberapa mata kuliah sebagai penunjang pelaksanaan penelitian di antaranya:

1. Pengantar Mekatronika

Mata kuliah ini mempelajari ilmu tentang bidang mekatronika. Mekatronika terdiri dari tiga gabungan ilmu yakni mekanik, elektronika dan informatika. Ketiga ilmu digabung menjadi satu, sehingga dapat memberikan suatu terobosan dalam hal pengotomatisan ataupun pengaturan kestabilan keseimbangan pada sebuah alat ataupun benda kerja.

2. Menggambar Teknik

Mata kuliah ini mempelajari mengenai pembuatan desain dua dimensi dan tiga dimensi. Dari pembelajaran tersebut maka akan mampu membuat desain dalam merancang sebuah alat penelitian berupa kendali *temperature* reaktor pada proses pirolisis limbah plastik *polypropylene* (pp).

3. Algoritma Pemrograman dan Mikrokontroler

Mata kuliah ini mempelajari mengenai dasar pemrograman, algoritma, dan bahasa pemrograman C. Sehingga akan sangat membantu dalam proses penelitian berupa proses membuat

sebuah program yang akan ditanamkan ke dalam mikrokontroler pada alat ini sesuai dengan keinginan penelitian.

4. Sensor dan Aktuator

Mata kuliah ini mempelajari tentang berbagai macam sensor dan aktuator dengan berbagai bidang, seperti pada bidang kontrol. Dalam penelitian ini sensor yang digunakan yaitu sensor *thermocouple* dan sensor *fluid pressure* (sensor tekanan). Aktuator yang digunakan yaitu *relay*, *solenoid valve*, *servo driven valve* dan pompa air. Sensor dan aktuator tersebut akan dikontrol sesuai dengan keinginan penelitian.

5. Dasar Elektronika dan Rangkaian Listrik

Mata kuliah ini mempelajari mengenai dasar-dasar tentang elektronika, berbagai jenis komponen elektronika, pengukuran berbagai macam komponen elektronika dan cara perangkaian komponen elektronika.

6. Sistem Kontrol dan Kontrol Cerdas

Mata kuliah ini mempelajari mengenai penerapan sebuah sistem dalam sebuah penelitian dan mempelajari mengenai dasar-dasar membuat metode kontrol seperti kontrol *Proportional Integral Derivative* (PID), serta metode lainnya. Oleh karena itu, dalam skripsi ini, metode kontrol yang akan diterapkan adalah metode *Proportional Integral Derivative* (PID).

1.6 Metodologi Penulisan Skripsi

Metodologi penulisan merupakan sekumpulan alur kegiatan yang dipakai peneliti dalam pembuatan alat penelitian agar dapat memperoleh hasil yang maksimal. Adapun kegiatan yang dilakukan akan dijelaskan secara singkat sebagai berikut :

1. Pendefinisian Masalah

Pembuatan alat yang akan dibuat meliputi cara kerja sistem secara sederhana yang mengacu pada permasalahan yang telah ada. Pada tahap pendefinisian masalah ini diharapkan dapat muncul ide serta gagasan sebagai penyelesaian masalah. Pokok permasalahan yang peneliti dapatkan yaitu Kendali *temperature* reaktor pada proses pirolisis limbah plastik *polypropylene* (pp).

2. Penelusuran Sumber Referensi

Mencari dan mengumpulkan data dari berbagai sumber berupa buku, jurnal, jurnal penelitian, prosiding, artikel ilmiah, dan artikel lainnya yang mengenai permasalahan yang peneliti dapatkan dan mendapat gambaran pembahasan tentang alat yang akan dibuat, serta mempersiapkan komponen yang dibutuhkan.

3. Perancangan Alat

Tahap perancangan alat merupakan tahap awal untuk merencanakan dan menentukan segala bentuk dari alat yang akan dibuat berupa berbagai komponen yang digunakan, rancangan rangkaian dan pemrograman. Tahapan ini dilakukan sesuai dengan referensi yang telah peneliti dapatkan sebelumnya.

4. Pembuatan Alat

Tahap pembuatan alat dilakukan pembuatan mekanik dan rangkaian yang telah rancang sebelumnya. Pembuatan mekanik berupa kenyamanan alat pada saat melakukan pengujian, dan pembuatan *hardware* berupa pemasangan rangkaian komponen, pemrograman *software* dan *packing hardware*.

5. Pembuatan Sistem Kontrol

Pada tahap ini adalah proses pembuatan algoritma pengontrolan *display lcd*, sensor suhu (*thermocouple*), *servo driven valve*, pemantik api, pompa saluran air kondensor secara otomatis. Sistem kontrol kemudian ditanamkan pada alat.

6. Penerapan Metode

Sebagai optimalisasi pendukung keputusan, pada sistem diberikan penerapan metode PID yang ditanamkan pada sensor suhu (*thermocouple*) dan *servo driven valve*. Metode tersebut digunakan untuk pengatur kestabilan suhu sesuai *set point* dalam tabung reaktor.

7. Pengujian Sistem

Tahap ini adalah hasil uji coba yang dilakukan dalam beberapa skenario percobaan untuk menguji sistem yang telah dibuat. Hasil analisis didapatkan dengan memperhatikan hasil uji coba beberapa skenario. Indikator yang dapat diukur adalah semakin kecil prosentase error menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik.

8. Analisis dan Evaluasi Sistem

Pada tahap ini dilakukan analisa dan evaluasi dari pengujian alat sebelumnya, serta penyempurnaan alat.

1.7 Jadwal Pelaksanaan

Jadwal pelaksanaan penelitian “Kendali *Temperature* Reaktor pada Proses Pirolisis Limbah Plastik *Polypropylene* (PP)” dirancang agar tahapan penelitian berjalan secara efisien dan sistematis. Peneliti telah menyiapkan setiap tahapan yang diperlukan untuk mencapai hasil sesuai yang diinginkan. Tahapan pengerjaan skripsi ini dibagi menjadi beberapa tahapan yang dijadwalkan dengan jangka waktu 6 bulan. Dalam jadwal ini, peneliti menggambarkan langkah-langkah yang akan dilakukan, batas waktu yang telah ditetapkan, serta tugas-tugas yang akan

peneliti selesaikan di setiap tahapan penelitian. Detail pelaksanaan penelitian dan jadwal kegiatan dijabarkan dalam Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Nama Kegiatan	Bulan					
		I	II	III	IV	V	VI
1.	Pencarian referensi yang berkaitan dengan judul penelitian skripsi a. Referensi penelitian terdahulu b. Referensi komponen yang digunakan						
2.	Perancangan Alat a. Pembuatan desain mekanik alat b. Pembuatan desain rangkaian elektronika alat c. Perakitan mekanik alat						
3.	Perancangan komponen dan perakitan komponen elektronika yang digunakan						
4.	Pembuatan program alat agar sensor dan aktuator dapat bekerja dengan baik						
5.	Melakukan pengujian sensor, aktuator dan pengujian pengambilan data serta analisis pada sistem perangkat keras maupun <i>software</i> pada alat						
6.	Pembuatan laporan skripsi						