

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di berbagai negara, termasuk Indonesia, industri tebu memiliki peran yang signifikan dalam perekonomian. Pengolahan tebu tidak hanya menghasilkan gula, tetapi juga memproduksi limbah yang mengandung berbagai senyawa organik yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti sebagai bahan bakar alternatif atau bahan baku dalam industri kimia.

Limbah dari tebu yang juga sering disebut tetes tebu ($C_{12}H_{22}O_{11}$) [1] diperoleh dari hasil pemisahan sirup *low grade*, dimana gula dalam sirup tersebut tidak dapat dikristalkan lagi karena mengandung *glukosa* dan *fruktosa* ($C_6H_{12}O_6$) [2]. Limbah tersebut disebut tetes tebu, yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam produksi *bioethanol* [3] melalui proses destilasi [4].

Destilasi merupakan proses pemisahan komponen-komponen cair berdasarkan perbedaan titik didihnya. Dalam aplikasi distilasi tetes tebu, tantangan yang dihadapi adalah pengaturan temperatur dan tekanan uap pada ketel dimana tetes tebu ditempatkan. Temperatur dan tekanan uap harus dikendalikan pada nilai dan durasi yang tepat untuk menghasilkan hasil produksi ethanol yang baik. Disisi lain besaran temperatur dan tekanan ketel dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain sumber panas, lingkungan, ukuran dan volume ketel dan kondisi dari tetes tebu itu sendiri. Durasi penerapan temperatur pada ketel destilasi juga harus diatur mengingat sifat limbah tebu yang responsif terhadap durasi temperatur yang berbeda.

Metode pemanasan konvensional umumnya menggunakan pemanasan langsung dengan sumber panas yang diperoleh dari pembakaran bahan bakar padat atau cair. Metode ini tidak efisien dan sulit dikendalikan sehingga berdampak pada kualitas dan kuantitas etanol yang dihasilkan [5]. Jika suhu yang dihasilkan terlalu panas maka senyawa ethanol yang terdapat pada tetes tebu akan berkurang. Namun jika suhu yang diberikan terlalu dingin maka uap yang dihasilkan pada proses destilasi terlalu sedikit dan bisa saja tidak terdapat uap yang diinginkan.

Penggunaan metode konvensional dalam supply temperatur pada ketel destilator kurang optimal oleh karena banyaknya faktor yang mempengaruhi kondisi akhir temperatur tetes tebu [6]. Oleh karena itu, pengembangan sistem distilasi yang bekerja dengan banyak kondisi (*variable*) yang mempengaruhi hasilnya menjadi penting.

Sistem kendali logika fuzzy merupakan sistem kendali cerdas yang bekerja dengan melakukan pemetaan antara input dan output suatu objek kontrol. Kendali logika fuzzy memiliki kelebihan yaitu dapat diterapkan pada sistem *nonlinear* dan tidak pasti (*imprecision*), dan juga dapat bekerja dengan berbagai multi-input

sebagaimana yang terjadi pada sebuah ketel destilasi tetes tebu [7]. Logika Fuzzy terdiri dari unit-unit *fuzzification*, inferensi Fuzzy, basis pengetahuan, dan unit *defuzzification*.

Untuk itu, dalam penelitian ini akan dikaji penggunaan kendali berbasis logika fuzzy melalui mengendalikan temperatur pada sistem pemanas. Inovasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah, mereduksi variable input fuzzy yang dilakukan oleh kontroller fuzzy, yaitu hanya menggunakan temperature akhir cairan molasse. Sebagai input. Berbeda halnya dengan penelitian yang lain yang menggunakan logika fuzzy dalam pengendalian ketel, input yang digunakan fuzzy controller lebih banyak [8]. Dengan cara ini kendali fuzzy menjadi lebih sederhana, karena akan menghemat algoritma, memory, dan mempercepat eksekusi program. Untuk menggunakan metode kendali logika fuzzy dalam pengaturan suhu ketel destilator pada penelitian yang diusulkan ini, temperatur ketel sebagai yang dikendalikan akan disensor menggunakan sensor temperature. Sinyal-sinyal tersebut kemudian diubah dalam bentuk keanggotaan fuzzy (*fuzzy membership*) yang bersama dengan metode *inference* yang di pilih, digunakan untuk membuat sebuah keputusan adaptif berdasarkan aturan-aturan (*rulebase*) didalam mikrokontroller. Output kontrol logika fuzzy berupa informasi temperatur yang diinginkan dikonversi menjadi sinyal PWM. Sinyal PWM tersebut selanjutnya diteruskan pada dimmer statis sebagai aktuator untuk mengatur tegangan AC supply daya bagi heater dari ketel destilator.

Penelitian penerapan kendali logika fuzzy akan dilakukan dalam dua tahap yaitu, tahapan simulasi dan tahapan realisasi serta pembuktian bekerjanya sistem kendali. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak Simulink/Matlab, yang bertujuan untuk memperlihatkan bekerjanya sistem kendali dalam tahapan konseptual. Sedangkan realisasi akan dilakukan dengan membuat sistem sebenarnya menggunakan perangkat keras yang dapat dilihat dan dievaluasi secara langsung. Hasil kedua langkah ini dibandingkan untuk mengevaluasi kinerja sistem yang dikembangkan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tesis ini adalah :

1. Bagaimana desain sebuah kontroler berbasis logika fuzzy yang lebih sederhana untuk mengendalikan temperatur ketel destilator tetes tebu
2. Bagaimana kinerja destilator tetes tebu yang menggunakan kontroler logika fuzzy yang telah di desain. Kinerja yang dimaksud adalah kemampuan controller fuzzy dalam mencapai dan mempertahankan setting temperature

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan sebuah desain kendali logika fuzzy bagi pengaturan temperatur ketel dalam sistem destilasi tetes tebu untuk menghasilkan bioethanol;
2. Melakukan pengujian untuk mengetahui performansi kinerja destilator tetes tebu yang menggunakan kontroler logika fuzzy yang telah di disain;
3. Mendapat hasil analisis kinerja kendali fuzzy dari sistem destilasi tetes tebu.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah yang dicakup dalam penelitian ini antara lain :

1. Penelitian ini mengembangkan sistem pemanas distilasi tetes tebu dengan kontrol suhu berbasis logika fuzzy, menggunakan statik dimmer sebagai aktuator pemanas, serta mengevaluasi parameter seperti error dan delta error untuk menganalisis pengaruhnya terhadap kinerja pengendalian panas.
2. Sistem distilasi molasse yang digunakan dalam sistem kendali ini merupakan sistem volume tetap, yaitu sistem yang bekerja dengan volume awal yang konstan tanpa penambahan molasse selama proses distilasi berlangsung.

1.5 Batasan dan Lingkup Penelitian

Untuk menyelesaikan tesis ini dilakukan tahap-tahap berikut, yaitu:

1. Kajian literatur: Proses ini melibatkan tinjauan pustaka yang cermat untuk memahami teori dan penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya dalam domain yang relevan.
2. Pembuatan simulasi sistem menggunakan perangkat lunak matlab: Langkah ini melibatkan pembuatan model simulasi sistem menggunakan perangkat lunak MATLAB Simulink untuk mensimulasikan perilaku sistem yang diusulkan.
3. Realisasi sistem destilasi: Setelah model simulasi sistem dibuat, langkah selanjutnya adalah merealisasikan sistem destilasi berdasarkan model yang telah dikembangkan.
4. Data penelitian yang mencakup hasil distilasi dan parameter sistem dikumpulkan, kemudian dianalisis secara kritis untuk mengevaluasi kinerja sistem yang diusulkan serta menarik kesimpulan dari temuan penelitian.
5. Penyusunan laporan: Langkah terakhir melibatkan penyusunan laporan penelitian yang menyajikan secara sistematis hasil kajian, metodologi, temuan, dan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang di dapatkan dari penelitian tesis ini sebagai berikut :

1. Penelitian ini bertujuan memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan efisiensi proses distilasi tetes tebu melalui penerapan logika

- fuzzy dalam pengendalian suhu. Penerapan ini diharapkan dapat mengurangi dampak lonjakan temperatur pada sistem distilasi, sehingga meningkatkan stabilitas operasional dan keamanan proses produksi bioetanol dari tetes tebu.
2. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi kontrol dengan menerapkan logika fuzzy. Hasil penelitian dapat menjadi landasan untuk penggunaan metode logika fuzzy dalam kendali sistem distilasi dan aplikasi serupa di masa depan.
 3. Hasil penelitian dapat memberikan panduan praktis tentang penerapan logika fuzzy dalam konteks industri bioetanol, yang dapat digunakan oleh praktisi dan peneliti di bidang tersebut.

1.7 Inovasi Keterbaharuan

Dalam penelitian ini, terdapat inovasi yang diberikan, berikut inovasi tersebut ;

1. Dalam menerapkan kendali fuzzy pada sistem destilasi ini, Parameter input bagi controller hanyalah suhu akhir dari cairan yang berada di dalam ketel. Pada penelitian yang lain yang menggunakan logika fuzzy, input bagi controller menggunakan lebih banyak variable [8]. Penggunaan satu variable saja pada penelitian ini menjadikan sistem kendali lebih sederhana.
2. Penentuan parameter input error dilakukan berdasarkan hasil pengujian langsung pada hardware, dengan rentang nilai error disesuaikan untuk menciptakan keseimbangan kontrol sesuai karakteristik sistem, serta untuk penentuan nilai delta error ditentukan dari pengukuran kenaikan suhu terhadap waktu pada sistem nyata, sehingga dapat merepresentasikan laju perubahan suhu yang aktual dalam proses distilasi.
3. Perancangan bentuk fungsi keanggotaan logika fuzzy pada penelitian ini dilakukan dengan menetapkan bentuk dan rentang derajat keanggotaan berdasarkan hasil analisis data pengujian aktual sistem, sehingga desain fungsi keanggotaan yang digunakan mencerminkan distribusi suhu yang terjadi pada proses distilasi dan mampu menghasilkan respon kontrol yang sesuai dengan kebutuhan pengaturan suhu dalam sistem destilasi.

1.8 Sistematika Penulisan

Dalam penelitian ini, hasil penelitian dan pengujian dari perancangan sistem akan ditulis dalam bentuk laporan tesis dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini memuat penjelasan singkat mengenai latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisikan materi-materi yang berhubungan dengan destilasi, tetes tebu, logika fuzzy dan penerapan logika fuzzy sebagai Kontroller, komponen komponen elektronika yang digunakan dalam penelitian seperti; Sensor , DSP, Arduino Due, Sensor MQ-3, Dimmer AC, dan Heater.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini dijelaskan perancangan dan metode yang digunakan, beserta langkah-langkah pada penelitian ini.

BAB IV HASIL PENELITIAN

Dalam bab ini dijelaskan mengenai pengujian beserta hasil penelitian dari sistem yang telah di rancang dan menganalisa hasil yang didapatkan

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini berisi Kesimpulan beserta saran untuk penelitian selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

