

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Ketergantungan pada bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama mengakibatkan perubahan iklim global, kerusakan lingkungan dan masalah kesehatan [1-3]. Sebagai sumber energi terbarukan, hidrogen ( $H_2$ ) merupakan alternatif menjanjikan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Hidrogen memiliki gravimetri kerapatan energi tertinggi dibandingkan dengan jenis bahan bakar lain dan sesuai untuk proses elektrokimia dan proses pembakaran untuk konversi energi tanpa memproduksi emisi berbasis karbon yang berkontribusi pada pencemaran lingkungan dan perubahan iklim [4-5]. Hidrogen dapat diproduksi dari berbagai cara, seperti melalui elektrolisis air, reformasi termokatalis dari senyawa organik kaya hidrogen, dan proses biologi. Produksi hidrogen secara biologi (biohidrogen) menggunakan (mikro) organisme menyediakan berbagai macam pendekatan untuk menghasilkan hidrogen, seperti biofotolisis langsung, biofotolisis tidak langsung, foto-fermentasi, dan fermentasi gelap (*dark fermentation*) [2,4].

Fermentasi gelap merupakan cara produksi hidrogen menggunakan bakteri anaerobik, yang tumbuh tanpa cahaya pada substrat kaya karbohidrat dimana siklus hidup bakteri tersebut secara alami memproduksi hidrogen sebagai produk samping dari proses metabolisme [2,4]. Fermentasi gelap dapat dilakukan pada rentang temperatur mesofilik ( $25-40^{\circ}C$ ), termofilik ( $40-65^{\circ}C$ ), termofilik ekstrim ( $65-80^{\circ}C$ ), atau hipertermofilik ( $>80^{\circ}C$ ) [2,4]. Dari keempat rentang temperatur tersebut, dilaporkan bahwa produksi hidrogen pada temperatur termofilik lebih efisien [6-9]. Produksi hidrogen pada temperatur termofilik secara efektif dapat menghancurkan patogen, memiliki tingkat pertumbuhan bakteri yang lebih tinggi dan HRT yang lebih singkat [10]. Produksi hidrogen menggunakan fermentasi gelap pada temperatur termofilik membutuhkan sistem pemanas untuk mengkondisikan substrat pada temperatur yang dibutuhkan. Setelah mencapai temperatur termofilik, substrat juga perlu dijaga pada satu nilai temperatur konstan selama proses, karena perubahan temperatur atau fluktuasi berpengaruh negatif terhadap produksi biogas. Bakteri termofilik sensitif terhadap fluktuasi

temperatur 1°C [10]. Fluktuasi temperatur menyebabkan penurunan drastis laju pertumbuhan bakteri termofilik, dan beresiko membinasakan populasi mikroba.

Untuk mengontrol temperatur substrat, reaktor produksi hidrogen termofilik pada tugas akhir ini dilengkapi dengan jaket air panas yang mengelilingi reaktor. Oleh karena itu, kontrol temperatur substrat melibatkan perhitungan konveksi substrat, perpindahan panas dari pemanas elektrik ke air, konveksi air, perpindahan panas dari air ke permukaan reaktor, dan panas yang hilang di sepanjang jalur tersebut. Setiap kali berbagai perhitungan dengan hubungan yang kompleks harus dipertimbangkan, aturan dengan keputusan statis sering gagal [11]. Untuk mengatasi masalah ini, logika fuzzy digunakan sebagai sistem kontrol. Substrat yang digunakan pada proses fermentasi gelap adalah senyawa organik dimana karakteristik termalnya dapat berbeda satu sama lain; bahkan jika menggunakan jenis biomassa yang sama, contoh: nasi. Logika fuzzy dapat mengakomodasi proses konveksi yang terjadi di substrat untuk mentransfer panas tanpa harus membuat model matematis dari sistem tersebut [12]. Dengan menggunakan logika fuzzy juga menghilangkan keharusan menganalisis perpindahan panas dari pemanas elektrik ke air, air ke permukaan reaktor, dan panas yang hilang di sepanjang jalur.

Mengingat pentingnya faktor temperatur untuk produksi hidrogen dari fermentasi gelap, tugas akhir ini bertujuan untuk mengimplementasikan logika fuzzy pada proses produksi hidrogen sebagai sistem kontrol temperatur sehingga mampu menciptakan temperatur substrat yang konstan selama proses.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Tugas akhir ini dilakukan untuk menjawab masalah-masalah berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pemanas menggunakan sistem jaket air panas untuk digunakan pada sistem termofilik?
2. Bagaimana membuat sistem kontrol pemanas menggunakan logika fuzzy yang dapat mempertahankan temperatur dengan toleransi kesalahan  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  dari *set point*.

### 1.3 Batasan Masalah

Penelitian tugas akhir ini berfokus pada hal-hal berikut:

1. Sistem pada tanki hidrogenesis termofilik.
2. Substrat yang digunakan adalah nasi.
3. Sistem pemanas menggunakan sistem jaket air panas.
4. Kontrol sistem menggunakan logika fuzzy.

### 1.4 Tujuan

Sesuai dengan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat sistem pemanas dengan sistem jaket air panas untuk digunakan pada sistem termofilik.
2. Membuat sistem kontrol pemanas menggunakan logika fuzzy yang dapat mempertahankan temperatur dengan toleransi kesalahan  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  dari *set point*.

### 1.5 Metode Penelitian

Langkah-langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian ini dibagi menjadi lima: tinjauan literatur terkait, merancang sistem, konstruksi sistem dan eksperimen (percobaan), analisis dan kesimpulan, dan pembuatan laporan. Penelitian ini adalah percobaan yang dilakukan untuk membuat instrumen dan kontrol penghasil hidrogen dari biomassa. Proses yang digunakan untuk menghasilkan hidrogen pada penelitian ini adalah produksi hidrogen termofilik *dark fermentation*.

Untuk produksi hidrogen termofilik *dark fermentation*, dibutuhkan sistem pemanas untuk menjaga suhu sesuai yang diinginkan. Sistem kontrol akan digunakan untuk mengatur pemanas air yang bertindak sebagai sumber panas untuk substrat di dalam tanki hidrogenesis. Setelah eksperimen, analisis akan dilakukan untuk meninjau kinerja sistem pemanas yang dipilih, meninjau kontrol yang diterapkan dan meninjau hasil kontrol apakah sesuai dengan yang spesifikasi yang diinginkan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa bab, yaitu :

### **1. BAB 1 PENDAHULUAN**

Menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metode penelitian, serta sistematika penulisan.

### **2. BAB 2 LANDASAN TEORI**

Menjelaskan mengenai dasar teori yang digunakan dalam pembahasan materi tugas akhir ini.

### **3. BAB 3 PERANCANGAN SISTEM**

Membahas tentang sistem yang dibangun serta penjelasan tentang perangkat keras dan lunak yang digunakan di sistem.

### **4. BAB 4 EKSPERIMEN DAN ANALISIS**

Bab ini berisi pembahasan penelitian yang dilakukan dan data percobaan.

### **5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran. Kesimpulan ditarik berdasarkan pada analisis yang mengacu pada tujuan dari tugas akhir ini. Sementara saran mengacu pada perbaikan dan masukan untuk penelitian selanjutnya.