

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kebutuhan manusia akan energi yang berasal dari minyak bumi semakin meningkat. Untuk rata-rata peningkatan kebutuhan energi di Indonesia sendiri tiap tahunnya sebesar 36 juta *barrel oil equivalent* (BOE) dari tahun 2000 sampai 2014[1]. Sementara cadangan energi yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak bumi semakin menipis. Berdasarkan Rencana Strategis (Renstra) Kementerian ESDM tahun 2015 sampai dengan 2019, cadangan minyak bumi yang dimiliki Indonesia sebesar 3,6 miliar *barrel* dan diperkirakan akan habis dalam 13 tahun mendatang[2]. Agar kebutuhan energi yang meningkat tersebut dapat terpenuhi maka dibutuhkan upaya pencarian energi alternatif untuk menggantikan peran dari penggunaan bahan bakar fosil yang bersifat tidak dapat diperbaharui[3].

Salah satu potensi sumber energi yang dapat dikembangkan adalah bioetanol yang bersifat *renewable* atau terbarukan. Bioetanol merupakan jenis *biofuel* yang diproduksi melalui proses fermentasi dengan menggunakan bantuan mikroorganisme[4]. Berdasarkan jenis bahan baku yang digunakan, bioetanol dikelompokkan menjadi generasi pertama (G1) yang dibuat dari sumber gula sederhana seperti pati, generasi kedua (G2) dibuat menggunakan biomassa lignoselulosa sehingga disebut juga sebagai etanol selulosa, generasi ketiga (G3) dibuat dari alga baik mikro maupun makro dan generasi keempat (G4) yang merupakan *advanced bioethanol* dengan bahan baku yang berasal dari hasil modifikasi genetika[5].

Dikarenakan sumber bioetanol untuk generasi pertama, ketiga dan keempat masih menimbulkan pertentangan khususnya berkaitan dengan sumber bahan pangan yang akan saling bersaing[6]. Maka bioetanol generasi kedua memiliki peluang terbaik untuk dikembangkan karena menggunakan biomassa lignoselulosa sebagai bahan baku yang bisa didapatkan dari berbagai limbah, seperti limbah pertanian, perkebunan, kehutanan, industri, serta limbah organik perkotaan. Lignoselulosa sendiri tersusun dari gabungan tiga polimer yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin.

Indonesia memiliki potensi sumber bahan baku cukup besar untuk memproduksi bioetanol G2 dari biomassa lignoselulosa yaitu sebesar 15,8 juta ton lignoselulosa[4]. Salah satu biomassa yang kesediaanya melimpah adalah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang berasal dari limbah padat hasil proses pengolahan kelapa sawit. TKKS memiliki kandungan selulosa (41,36-46,5%), hemiselulosa (25,3-33,8%), dan lignin (24-28%)[7]. Oleh karena itu, kandungan lignoselulosa yang terdapat dalam TKKS dapat diolah secara optimal sebagai sumber bahan baku dari produksi bioetanol generasi kedua (G2).

Secara garis besar ada empat tahapan proses yang dilakukan dalam produksi bioetanol G2, yaitu tahap perlakuan awal (*pretreatment*), hidrolisis, fermentasi dan distilasi. Tahapan yang akan menjadi fokus dalam kegiatan penelitian yaitu tahap perlakuan awal (*pretreatment*). *Pretreatment* merupakan tahapan yang dianggap memiliki peranan paling penting dalam proses produksi bioetanol G2, karena tahapan ini bertujuan untuk membuka struktur dari lignoselulosa agar selulosa dan hemiselulosa sebagai *output* dari proses *pretreatment* yang masih terlindungi oleh lignin bisa dengan mudah diproses pada tahap selanjutnya.

Selain itu, *pretreatment* juga bertujuan untuk mengkondisikan ukuran dan struktur dari bahan-bahan yang terdapat dalam lignoselulosa yang akan digunakan[8]. Tahapan *pretreatment* yang akan dilakukan dalam penelitian ini menggunakan sistem *batch* yang terbagi kedalam tiga proses, yaitu proses delignifikasi, penyaringan dan pencucian.

Terdapat beberapa faktor yang menjadi indikator keberhasilan pada tahapan *pretreatment* yang dilakukan, yaitu persentase degradasi lignin, persentase selulosa dan hemiselulosa yang tinggi, struktur selulosa yang dapat dengan mudah untuk dihidrolisis serta minimnya jumlah limbah yang dihasilkan. Beberapa metode yang dapat dilakukan dalam tahapan *pretreatment* yaitu secara fisika, kimia, gabungan fisika-kimia, dan biologi yang memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

Metode yang akan digunakan dalam tahapan *pretreatment* dengan sistem *batch* pada proses produksi bioetanol G2 yaitu menggunakan metode *chemical steam explosion* yang merupakan penggabungan dari metode fisika-kimia. Perlakuan awal dengan metode *chemical steam explosion* dipadukan dengan larutan

alkali (NaOH). Penambahan konsentrasi NaOH 10% dengan nilai kadar pH 11,5 dalam metode *chemical steam explosion* dapat mengurangi kandungan lignin pada lignoselulosa dari 26,53% menjadi 6,71% atau sekitar 76,74% lebih sedikit dari jumlah kandungan lignin pada lignoselulosa sebelum diproses[4].

Kestabilan parameter *input* yang ada pada tahap *pretreatment* yaitu kadar pH dari larutan NaOH juga ikut mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Kekurangan yang terdapat pada tahapan *pretreatment* dengan sistem *batch* yang sekarang digunakan yaitu parameter-parameter *input* yang terdapat dalam proses salah satunya kadar pH larutan NaOH masih dimonitoring dan dikontrol secara manual sehingga proses *pretreatment* belum bisa dilakukan secara optimal.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan sebuah sistem *monitoring* dan *controlling* otomatis berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) dan SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) yang akan digunakan untuk optimasi tahapan *pretreatment* dengan sistem *batch* yang sekarang digunakan. Diharapkan setelah dilakukan perancangan sistem, kadar pH dalam larutan NaOH yang digunakan pada tahapan *pretreatment* proses produksi bioetanol G2 dapat dimonitoring dan dikontrol secara otomatis sehingga proses dapat dilakukan secara optimal dengan menurunkan resiko kesalahan yang terjadi pada tahapan *pretreatment*.

Alasan digunakannya PLC dan SCADA pada penelitian ini, yaitu dikarenakan keduanya memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan keseluruhan komponen yang digunakan dalam perancangan sistem seperti komponen *input*, sensor, dan komponen *output* yang nantinya akan digunakan yaitu berupa *three way valve*. Selain itu, penggunaan dari PLC dan SCADA juga dapat menyederhanakan sistem serta dapat meningkatkan efisiensi dari segi biaya untuk sistem yang akan dirancang. Proses penelitian dilakukan dengan membuat perancangan sistem yang terdiri dari sistem perangkat keras dan sistem perangkat lunak. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan pemodelan terhadap sistem untuk menentukan nilai parameter kendali PID serta nilai *set point* yang sesuai sehingga dapat dihasilkan respon sistem yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian yang akan dilakukan yaitu:

1. Bagaimana merancang sebuah sistem *monitoring* yang dapat digunakan pada tahapan *pretreatment*, agar kadar pH dalam larutan NaOH yang digunakan pada tahapan *pretreatment* dapat dimonitoring secara otomatis?
2. Bagaimana merancang sebuah sistem kontrol yang dapat digunakan pada tahapan *pretreatment*, agar kadar pH dalam larutan NaOH yang digunakan pada tahapan *pretreatment* dapat dikontrol secara otomatis?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan yaitu:

1. Dapat merancang sebuah sistem *monitoring* yang sesuai untuk tahapan *pretreatment* sehingga kadar pH dalam larutan NaOH yang digunakan pada tahapan *pretreatment* dapat dimonitoring secara otomatis.
2. Dapat merancang sebuah sistem kontrol yang sesuai untuk tahapan *pretreatment* sehingga kadar pH dalam larutan NaOH yang digunakan pada tahapan *pretreatment* dapat dikontrol secara otomatis.

Adapun Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan yaitu:

1. Dapat memberikan informasi tentang perancangan sistem *monitoring* dan *controlling* kadar pH dalam larutan NaOH yang digunakan pada tahapan *pretreatment* berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) dan SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*).
2. Mengoptimalkan sistem kendali *pilot plant* bioetanol G2 pada tahapan *pretreatment*, sehingga parameter *input* yaitu kadar pH dalam larutan NaOH yang digunakan dapat terkendali secara otomatis.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diketahui batasan masalah pada penelitian yaitu:

1. Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi bioetanol G2 adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS).
2. Penelitian yang dilakukan berfokus pada tahapan *pretreatment* proses produksi bioetanol G2.

3. Parameter yang akan dimonitoring dan dikontrol yaitu kadar pH dalam larutan NaOH yang akan digunakan pada proses delignifikasi.
4. Sistem *monitoring* dan *controlling* yang akan dibuat menggunakan pengontrol otomatis berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) dan SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*).

1.5 Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan pada penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Studi literatur dilakukan dengan cara mencari referensi teori dari berbagai sumber seperti buku, jurnal penelitian, dan sumber lain yang berkaitan dengan permasalahan yang dihadapi dalam proses penelitian.
2. Menentukan parameter yang akan dikontrol oleh sistem.
3. Menentukan berbagai jenis komponen seperti konfigurasi PLC, sensor dan aktuator yang akan digunakan pada sistem.
4. Melakukan perancangan sistem kontrol berbasis PLC pada tahapan *pretreatment*.
5. Mengintegrasikan sistem kontrol yang dirancang pada SCADA untuk dapat mengidentifikasi keseluruhan sistem dan data yang dihasilkan oleh sistem yang dirancang.
6. Melakukan analisis dan menarik kesimpulan dari hasil kerja sistem yang dirancang.