

RANCANG BANGUN ALAT PENGONTROL SUHU BERBASIS MIKROKONTROLER PADA PEMBUATAN BIOETANOL BERBAHAN BAKU KULIT PISANG

Nurhayati

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: nurhayati_unesa@yahoo.com

Bahan bakar fosil berupa minyak bumi, gas dan batubara merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Kulit pisang dapat dijadikan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan bioetanol sebagai salah satu bahan baku fuelcell sebagai sumber energi yang dapat diperbaharui. Proses pembuatan bioethanol dilakukan dengan pretreatmen, hidrolisis, fermentasi dan proses destilasi yaitu pemisahan etanol dengan air berdasarkan titik didih yaitu pada suhu 78°C . Tujuan dari penelitian ini adalah dapat membuat alat pengontrol suhu berbasis mikrokontroler pada pembuatan bioethanol berbahan baku kulit pisang dan mengetahui konsentrasi ethanol yang dihasilkan setelah adanya pengontrolan suhu. Pada penelitian ini, proses pengontrolan suhu pada alat destilasi bioethanol dengan menggunakan sensor suhu LM35 dimana suhu yang terdeteksi ditampilkan pada LCD. Suhu cairan dikontrol berada pada suhu 78°C dengan cara mengatur jumlah pengaktifan heater.

Dari hasil pengambilan data dengan membandingkan data suhu menggunakan termometer analog dan suhu yang ditunjukkan LCD hasil pengukuran LM35 menunjukkan adanya kelinearan. Semakin meningkatnya suhu yang terukur LM35 maka tegangan keluaran sensor dan suhu yang ditunjukkan LCD juga semakin meningkat. Pengujian dengan adanya pengontrolan suhu pada alat destilasi didapatkan konsentrasi alkohol yang dihasilkan pada destilasi tingkat dua akan menghasilkan pemurnian alkohol dengan kadar yang tinggi yaitu sebesar 91% dengan debit alkohol yang dihasilkan yaitu 60 ml tiap 6,19 menit untuk 6 liter substrat bahan yang di destilasi. Debit sistem destilasi dipengaruhi oleh volum cairan awal, sistem pengontrolan suhu, jarak perjalanan uap cairan, besar pipa tempat aliran uap, dan suhu pada kondensator. Dengan adanya pengontrolan suhu maka alkohol yang dihasilkan mempunyai konsentrasi yang lebih tinggi.

Kata kunci: bioetanol, bahan bakar, destilasi, kontrol temperatur

Abstract

Fossil fuels such as oil, gas and coal is non renewable resource. Banana peel can be used as an alternative material in the manufacture of bioethanol raw material. FuelCell as a renewable energy source. The process of making bioethanol done pretreatment, hydrolysis, fermentation and distillation process that is based on the separation of ethanol with water boiling point is at a temperature of 78°C . The purpose of this research is to create a microcontroller-based temperature control equipment in the manufacture of bioethanol from banana skin and to determine the concentration of ethanol produced after the temperature control. In this study, the temperature control on bioethanol distillation apparatus using LM35 temperature sensor and the temperature displayed on the LCD. Fluid temperature is controlled at 78°C temperature by regulating the amount of activation of the heater.

From the results of data retrieval by comparing temperature data using analog thermometer and temperature measurements shows linearity. Increasing temperature that measured LM35 sensor, the output voltage shown increasing. Testing with the temperature control on the concentration of alcohol obtained by distillation equipment produced at two levels of distillation will yield purification with high levels of alcohol in the amount of 91% with the resulting discharge of alcohol and 60 ml each of 6.19 minutes to 6 liters of substrate material in distillation. Debit distillation system is affected by the initial liquid volume, temperature controlling system, liquid vapor travel distance, large pipes where steam flow, and temperature on the condenser. With the temperature control the alcohol that is produced has a higher concentration.

PENDAHULUAN

Tahun 2009 cadangan minyak Indonesia sekitar 0,5 % dari cadangan minyak dunia, sedangkan cadangan gas sekitar 1,7 % dari cadangan gas bumi yang ada di dunia yang tersebar pada beberapa negara. Diperkirakan sekitar 18 tahun ke depan cadangan minyak dan cadangan gas akan habis apabila tidak ditemukan sumur sumur baru. Krisis bahan bakar minyak yang dialami oleh Indonesia, membuat energi listrik mengalami gangguan. Kenaikan tersebut akan menaikkan harga produk energi lain, seperti listrik. Ini disebabkan karena 44 persen kebutuhan bahan bakar pembangkit Perusahaan Listrik Negara (PLN) adalah BBM, sisanya dari batu bara dan gas.

Bioethanol adalah salah satu bentuk energi terbarukan yang dapat diproduksi dari tumbuhan. Etanol yang digunakan selama ini berasal dari bahan-bahan yang mengandung pati dan glukosa. Pati adalah polimer D-glukosa dan ditemukan sebagai karbohidrat simpanan dalam tumbuh-tumbuhan, misalnya ketela pohon, pisang, jagung, dan lain-lain. Kulit pisang dapat digunakan karena mengandung karbohidrat. Pohon pisang banyak tumbuh di Indonesia, karena letak geografis Indonesia yang terletak di sepanjang khatulistiwa dan dapat berbuah sepanjang tahun. Pemanfaatan kulit pisang sebagai makanan ternak saat ini hanya sekitar 5%-nya saja. Dalam pembuatan bioethanol membutuhkan proses destilasi untuk mendapatkan kemurnian bioethanol yang tinggi. Ethanol dapat menguap pada suhu 78°C sehingga diperlukan sistem pengontrolan suhu sehingga etanol yang dihasilkan tidak bercampur dengan air dan memiliki kemurnian yang tinggi. Berdasarkan latar belakang diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah dapat membuat alat pengontrol suhu berbasis mikrokontroler pada pembuatan bioethanol berbahan baku kulit pisang dan mengetahui konsentrasi etanol yang dihasilkan setelah adanya pengontrolan suhu.

KAJIAN PUSTAKA

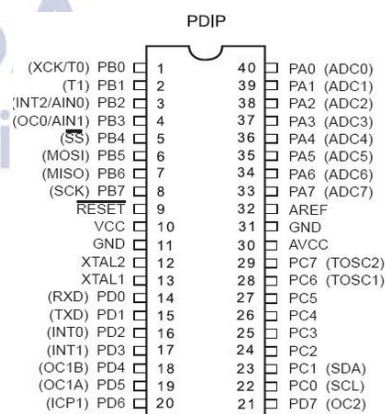
Bioethanol

Bio-etanol merupakan salah satu jenis biofuel (bahan bakar cair dari pengolahan tumbuhan) di samping Biodiesel. Bio-etanol

adalah etanol yang dihasilkan dari fermentasi glukosa (gula) yang dilanjutkan dengan proses destilasi. Proses destilasi dapat menghasilkan etanol dengan kadar 95% volume, untuk digunakan sebagai bahan bakar (biofuel) perlu lebih dimurnikan lagi hingga mencapai 99% yang lazim disebut fuel grade ethanol (FGE). Untuk menghasilkan bio-etanol dilakukan dengan proses hidrolisis, yakni proses konversi pati menjadi glukosa, proses fermentasi dan destilasi. Destilasi merupakan pemisahan komponen berdasarkan titik didihnya. Titik didih etanol murni adalah 78°C sedangkan air adalah 100°C . Pada proses destilasi dibutuhkan suhu 78°C untuk menghasilkan bioethanol dengan kemurnian tinggi.

Mikrokontroler

Mikrokontroler ATmega8535 merupakan salah satu mikrokontroler keluaran ATMEL dengan 8 Kilobyte flash PEROM (Programable and Erasable Read Only Memory), ATmega8535 memiliki memori dengan teknologi *nonvolatile* memori, isi memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berkali-kali. Memori bisa digunakan sesuai dengan program dan fungsinya. Mikrokontroler ATmega 8535 secara garis besar terdiri dari CPU yang terdiri dari 32 buah register, saluran I/O, ADC, Port antarmuka, Port serial. Mikrokontroler ATmega 8535 merupakan anggota keluarga mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*). Susunan pin-pin mikrokontroler ATmega 8535 diperlihatkan pada gambar 1

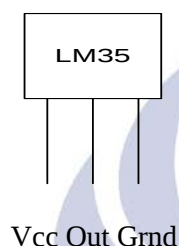


Gambar 1. Mikrokontroler 8535

ElemenSensor

Sensor merupakan elemen perasa pertama dalam system pengukuran. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah LM35, yang merupakan sensor dengan kebutuhan tegangan 5 Volt. Berikut ini adalah karakteristik dari sensor suhu LM 35 :

- Kenaikan tegangan 10 mV/ °C.
- Batas pengukuran 0 °C sampai 150 ° C.
- Arus dari 400 mA sampai 5 mA.



Gambar 2 Sensor LM35

Vout adalah tegangan keluaran sensor yang terskala linear terhadap suhu terukur, yakni **10 milivolt per 1 derajat celcius**. Jadi jika **Vout = 530mV**, maka suhu terukur adalah **53 derajat Celcius**. Dan jika **Vout = 320mV**, maka suhu terukur adalah **32 derajat Celcius**. Tegangan keluaran diumpungkan sebagai masukan ke rangkaian pengkondisi sinyal seperti rangkaian penguat operasional dan rangkaian filter, atau rangkaian lain seperti rangkaian pembanding tegangan dan rangkaian Analog-to-Digital Converter.

METODE

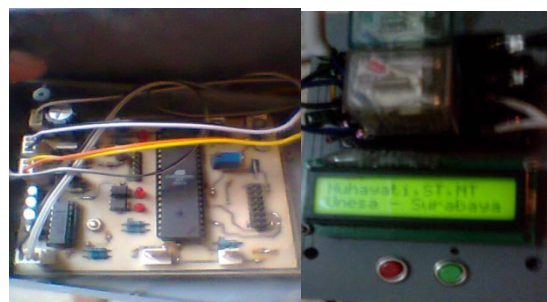
Pada penelitian ini proses kontrol suhu akan diaplikasikan pada tangki destilasi untuk mendestilasi ekstrak fermentasi kulit pisang. Alat destilasi yang dibuat terdiri dari tiga tangki utama yaitu tangki pemanas hasil ekstrak fermentasi, tangki kondensasi dan tangki penampung hasil destilasi. Pada penelitian ini pemanasan tangki menggunakan kompor berbahan bakar LPG atau dapat menggunakan pemanas heater yang dikontrol oleh mikrokontroller. Gambar dari alat destilasi adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Alat destilasi yang dibuat

Pada proses pengontrolan suhu menggunakan heater sebagai pemanas, power supply berupa switching power yang dapat merubah tegangan AC ke tegangan DC 12V, IC 7805 untuk mendapatkan tegangan 5 V sebagai sumber ke mikrokontroler, BD 139, optocoupler untuk relay 12V, LCD ukuran 2 x 16.

Cara kerja hardware alat pengontrol suhu adalah apabila heater mendapatkan arus maka secara otomatis heater akan hidup. Pengaturan temperatur dilakukan dengan cara mengatur banyaknya heater yang aktif (nyala). Besaran temperatur sebagai hasil pendeteksian sensor yang dihasilkan selama proses pengukuran digunakan sebagai umpan balik bagi kontroler. Suhu set point yang diharapkan diinputkan lewat tombol pengatur set point dan akan ditampilkan LCD. Sedangkan suhu terukur sensor juga akan terbaca pada LCD. Masukan dari sensor kemudian dibandingkan oleh kontroler terhadap masukan *setpoint* (temperatur yang dikehendaki). Selanjutnya kedua variabel tersebut diolah oleh mikrokontroler. Jika suhu yang terukur melebihi dari set point maka mikrokontroler akan mengaktifkan relay untuk mematikan salah satu heater.



Gambar 4. Rangkaian sistem kontrol suhu

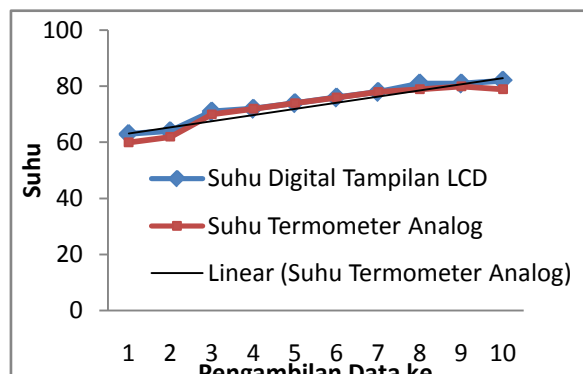
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini akan diujikan alat sistem kontrol suhu dan alat destilasi yaitu tangki pemanas ekstrak fermentasi yang diberi sistem kontrol suhu. Jika cairan ekstrak fermentasi dipanaskan oleh heater, setelah suhu cairan mencapai suhu melebihi 80°C maka sensor akan mengirimkan data ke mikrokontroler yang akan mengaktifkan relay untuk mematikan salah satu heater hingga suhu cairan tetap 80°C , apabila sensor mendeteksi suhu cairan kurang dari 78°C maka heater diaktifkan kembali. Pada sistem ini suhu cairan dikontrol agar tetap berada pada suhu 78°C hingga 80°C . Proses pengujian alat kontrol suhu dengan membandingkan data yang didapatkan dari termometer analog dan data yang ditunjukkan LCD hasil pengukuran LM35 adalah:

Tabel 1. Pengujian suhu termometer analog dan suhu digital tampilan LCD

Pengambilan Data ke	Suhu Digital Tampilan LCD	Suhu Termometer Analog
1	63	60
2	64	62
3	71	70
4	72	72
5	74	74
6	76	76
7	78	78
8	81	79
9	81	80
10	82	79

Dari data yang di dapatkan jika dibuat grafik adalah



Gambar 5. Grafik pengujian sensor suhu

Dari grafik terlihat bahwa ada kelinieran antara suhu yang ditunjukkan menggunakan termometer analog dan suhu yang ditunjukkan LCD secara digital. Dari grafik yang di dapatkan dapat dibuat rumus

$$y = 2,1939x + 60,933$$

Tabel 2. Data tegangan keluaran sensor dan Suhu yang ditunjukkan LCD

Pengambilan Data ke	Tegangan keluaran sensor (V)	Suhu Digital Tampilan LCD
1	0,8	63
2	0,87	64
3	0,92	71
4	0,93	72
5	0,96	74
6	0,97	76
7	1,00	78
8	1,02	81
9	1,03	81
10	1,04	82

Dari tabel diatas juga diketahui bahwa semakin meningkatnya tegangan keluaran yang terukur

pada sensor maka suhu digital yang ditunjukkan LCD juga semakin meningkat.

Proses pengujian alat destilasi dengan adanya kontrol suhu pada tangki pemanasan substrat fermentasi adalah dengan cara pengukuran kadar etanol dari ethanol yang dihasilkan dengan menggunakan alkoholmeter. Prinsip kerja dari alkohol meter berdasarkan berat jenis campuran antara alkohol dengan air. Cara pengukurannya yaitu memasukkan alkohol meter dalam gelas ukur yang panjangnya melebihi alkohol meter dan dalam gelas ukur yang telah berisi cairan etanol yang akan diukur. Alkohol meter akan tenggelam dan batas cairannya akan menunjukkan berapa kandungan etanol dalam larutan tersebut.

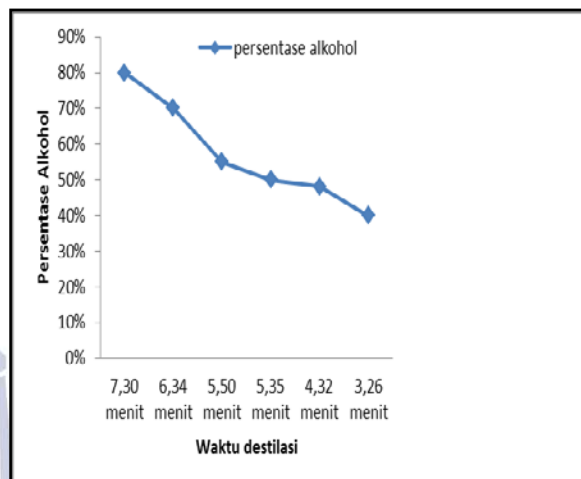
Substrat yang di dapatkan dari hasil fermentasi mempunyai konsentrasi alkohol 10%, filtrat yang di dapatkan mempunyai total volum 6 L dimasukkan ke dalam tangki pertama untuk dipanaskan. Hasil destilasi pertama didapatkan konsentrasi alkohol tanpa adanya pengontrolan suhupadat terlihat pada tabel dibawah ini

Tabel 3. Pengujian konsentrasi etanol tanpa adanya pengontrolan suhu

Data ke	Alkohol awal	Waktu destilasi (menit)	Volum	Alkohol Hasil destilasi I
1	10%	7,30	40ml	80%
2	10%	6,34	40ml	70%
3	10%	5,50	40ml	55%
4	10%	5,35	40ml	50%
5	10%	4,32	40ml	48%
6	10%	3,26	40ml	40%

Konsentrasi etanol dengan menggunakan alat destilasi tanpa adanya pengontrolan suhu terlihat bahwa konsentrasi alkohol yang dihasilkan jika dirata-ratakan yaitu sekitar 57% dan debit keluarnya alkohol dari pipa kondensasi yaitu 40 ml per 5,34 menit. Terlihat bahwa penurunan konsentrasi alkohol semakin cepat hal ini disebabkan karena

suhu tidak dikontrol dan suhu akan terus meningkat semakin tinggi sehingga banyak uap air yang ikut keluar.



Gambar 6. Grafik hasil pengujian alkohol tanpa kontrol suhu

Dari hasil tabel terlihat bahwa tanpa adanya pengontrolan suhu, setelah kompor LPG dinyalakan untuk selang waktu tertentu cairan filtrat suhunya akan meningkat dan menyebabkan uap akan naik ke pipa dan akan menuju ke tangki kondensasi sehingga uap panas akan berubah wujudnya menjadi cair. Pada keadaan awal alkohol yang dihasilkan mempunyai konsentrasi yang tinggi yaitu 80%, karena uap alkohol akan lebih dulu menuju pipa pada tangki kondensasi, namun seiring berjalannya waktu suhu akan semakin meningkat sehingga uap air juga ikut menguap menuju ke pipa pada tangki kondensasi. Dengan pembakaran semakin lama maka konsentrasi alkohol semakin menurun pada tangki yang berisi filtrat fermentasi karena sebagian alkohol telah menguap ke tangki kondensasi. Pada tangki penampungan hasil konsentrasi alkohol yang dihasilkan juga semakin menurun karena bercampur dengan air. Semakin bertambahnya waktu destilasi, maka suhu pemanasan tangki filtrat juga semakin tinggi dan menyebabkan debit hasil destilasi semakin tinggi. *Debit* adalah kecepatan aliran zat cair per satuan waktu.

Pengujian dengan adanya sistem pengontrolan suhu dilakukan dengan cara yaitu cairan ethanol 10 % yang dimasukkan ke dalam tangki pertama sebanyak 10 L cairan setelah dilakukan kontrol temperatur maka konsentrasi alkohol yang di hasilkan adalah:

Tabel 4. Konsentrasi Alkohol setelah adanya kontrol suhu

Data ke	Alkohol awal	Waktu destilasi (menit)	Vol	Alkohol Hasil destilasi I
1	10%	6,50	40ml	75%
2	10%	6,34	40ml	70%
3	10%	6,40	40ml	70%
4	10%	6,30	40ml	68%
5	10%	6,10	40ml	65%
6	10%	6,50	40ml	60%

Dari hasil tabel konsentrasi alkohol dengan menggunakan alat destilasi yang dikontrol suhunya maka terlihat bahwa konsentrasi alkohol yang dihasilkan tetap tinggi, yaitu sekitar 68% dan debit keluarnya alkohol dari pipa kondensasi yaitu 40 ml per 6,35 menit.

Tabel 5. Proses pengujian destilasi tingkat II dengan adanya kontrol suhu

Data	Alkohol awal	Waktu destilasi (menit)	Volum	Alkohol Hasil destilasi
1	68%	6,40	60ml	90%
2	68%	6,20	60ml	95%
3	68%	6,00	60ml	93%
4	68%	6,10	60ml	90%
5	68%	6,45	60ml	90%
6	68%	6,00	60ml	88%

Dari tabel terlihat bahwa bila konsentrasi alkohol awal tinggi maka setelah proses destilasi akan menghasilkan pemurnian alkohol dengan

kadar yang lebih tinggi yaitu jika dirata-ratakan sebesar 91% . Dari tabel juga terlihat bahwa alkohol yang dihasilkan yaitu 60 ml tiap 6,19 menit. Debit yang juga menggambarkan kelajuan sistem destilasi ini juga dipengaruhi oleh volum cairan awal, suhu pemanasan, jarak perjalanan uap cairan, besar pipa tempat aliran uap dan suhu pada kondensator. Pada penelitian ini debit air dipengaruhi oleh besarnya suhu pemanasan, jumlah cairan yang terdapat pada tangki filtrat fermentasi, konsentrasi alkohol awal.

Pada saat ada pengontrolan suhu maka uap cairan yang menuju ke tangki kondensator sebagian besar adalah uap cairan alkohol sedangkan uap air hanya sedikit yang ikut mengalir ke tangki kondensator dikarenakan air menguap pada suhu 100°C dan suhu cairan dikontrol pada suhu 80°C. Bila cairan yang terdapat pada tangki pertama hanya sedikit maka uap air akan sulit naik ke pipa yang akan menuju ke tangki kondensat karena jarak tempuh uap semakin jauh dan uap dapat berubah menjadi air kembali. Namun jika jumlah volum filtrat terlalu banyak maka proses pemanasan akan memakan waktu yang lama dan tidak merata dengan menggunakan heater sehingga proses pengukuran akan kurang akurat

KESIMPULAN DAN SARAN

SIMPULAN

1. Pengujian sensor suhu didapatkan kelinieran antara suhu yang ditunjukkan menggunakan termometer analog dan suhu yang ditunjukkan LCD secara digital.
2. Konsentrasi alkohol yang dihasilkan dari destilasi tingkat pertama tanpa adanya pengontrolan suhu 57% dan debit keluarnya alkohol dari pipa kondensasi yaitu 40 ml per 5,34 menit. Konsentrasi alkohol yang dihasilkan dari alat destilasi dengan adanya pengontrolan suhu, yaitu sekitar 68% dan debit keluarnya alkohol dari pipa kondensasi yaitu 40 ml per 6,35 menit. Konsentrasi alkohol yang dihasilkan pada destilasi tingkat duadengan adanya pengontrolan suhu akan menghasilkan pemurnian alkohol

dengan kadar yang lebih tinggi yaitu sebesar 91% dan alkohol yang dihasilkan yaitu dan 60 ml tiap 6,19 menit.

3. Debit yang juga menggambarkan kelajuan sistem destilasi ini juga dipengaruhi oleh volum cairan awal, suhu pemanasan, jarak perjalanan uap cairan, besar pipa tempat aliran uap, dan suhu pada kondensator.

SARAN

Menggunakan sensor suhu cairan yang lebih peka terhadap perubahan suhu cairan dan menggunakan desain heater yang merata agar seluruh permukaan cairan dapat dipanasi secara merata.

DAFTAR PUSTAKA

Dyah Tri Retno, Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, Yogyakarta, 22 Februari 2011 ISSN 1693 – 4393

Farid Afandi, Gushelmi, Retno Devita “ Aplikasi Kontrol Proporsional Integral Berbasis Mikrokontroler AT MEGA 8535 Untuk Pengaturan Suhu Pada Alat Pengereng Kertas”

Filippis, P., Borgianni, C., Paolucci, M., and Pochetti, F., 2004, “Gasification process of Cuban bagasse in a two-stage reactor”, *Biomass & Bioenergy*, 27,247-252.

Hutapea, M., 2005, “Pengembangan Diversifikasi dan Konservasi Energi dalam Rangka Keamanan Pasokan Energi Nasional”, Makalah Seminar Nasional Energi Alternatif.

Wardiyasa, 2004, “Nilai Tambah Pengembangan Industri Kimia Berbasis Gas Bumi”, Makalah seminar Nasional Optimalisasi Pemanfaatan Gas Bumi untuk Pengembangan Industri.