



Sistem Monitoring Kenaikan Kadar Alkohol Pada Molasses Berbasis Mikrokontroler

Tuti Angraini¹⁾, Roza Susanti²⁾, Efendi³⁾, Afit Arifin⁴⁾, Rikzan Kurnia Azriful⁵⁾
^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang
rikzankurniaazriful@gmail.com

Abstract

Sugarcane is an agricultural product that has a major role in the development of agriculture in Indonesia. The potential production conditions of sugarcane can produce molasses. Molasses is a by-product of the manufacture of cane sugar. Automatic temperature regulation in the distillation process, namely the separation of chemical substances to produce bioethanol from molasses, namely the temperature at the boiling point of bioethanol or alcohol. From the reference I got, molasses (molasses) contains 50-60% sugar, molasses contains sugar content to produce ethanol (Alcohol). Ethanol from distillation is to separate chemical raw materials which are affected by temperature at the time of distillation, the constant temperature at the time of distillation is at 298 K (25 ° C or 77 ° F). This tool uses a control system to control the quality of ethanol by using an electronic nose. in the form of an MQ-3 sensor as a reading of molasses vapor and an LCD as monitoring the increase in alcohol temperature.

Keywords: MQ-3, Thermocouple, Arduino UNO Microcontroller, LCD, Buzzer.

Abstrak

Tanaman tebu merupakan hasil pertanian yang mempunyai peran besar dalam perkembangan pertanian di Indonesia. Kondisi produksi potensial tanaman tebu dapat menghasilkan molasses. Molasses adalah hasil samping dari pembuatan gula tebu. Pengaturan suhu secara otomatis pada proses destilasi yaitu pemisahan zat kimia menghasilkan bioetanol dari molasses yaitu suhu pada titik didih bioetanol atau alkohol. Dari referensi yang penulis dapatkan, tetes tebu (molase) mengandung 50-60% gula, molasses mengandung kadar gula untuk menghasilkan etanol (Alkohol). Ethanol hasil distilasi yaitu memisahkan bahan mentahan kimia yang dipengaruhi oleh suhu pada saat penyulingan, suhu konstan pada saat penyulingan adalah pada saat suhu 298 K (25 ° C atau 77 ° F). Alat ini menggunakan sistem kontrol untuk mengontrol kualitas etanol dengan menggunakan hidung elektronika berupa sensor MQ-3 sebagai pembacaan terhadap uap molasses dan LCD sebagai monitoring kenaikan suhu alkohol.

Kata kunci : MQ-3, Thermocouple, Mikrokontroler Arduino UNO, LCD, Buzzer.

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Tanaman tebu mempunyai peran besar dalam perkembangan pertanian di Indonesia. Di industri pengolahan tebu sebagai bahan baku produk merupakan subsektor strategis perkebunan, pada pengolahan tebu menjadi gula terdapat penyaringan yang berupa molese atau (tetes tebu), tetes tebu adalah produk sisa pada proses pembuatan gula. Tetes diperoleh dari hasil pemisahan sirup low grade dimana gula dalam sirup tersebut tidak dapat dikristalkan lagi karena mengandung glukosa dan fruktosa[1]. Pada sebuah pemrosesan tetes tebu nilai alkohol yang dapat di buktikan dengan proses destilasi.

Senyawa ini merupakan obat psikoaktif dan dapat ditemukan pada minuman beralkohol dan termometer modern. Pengaturan suhu menggunakan sensor suhu dan kendali sesuai dengan titik dididih etanol dimana untuk mendapatkan nilai lalkhol yang bagus untuk menggunakan suhu sebesar [2]. Alat destilasi otomatis ini menggunakan tampilan LCD. Sistem sensor yang digunakan pada penelitian ini akan bentukan pola akan mirip secara visual maupun perhitungan kuantitatif. Deteksi biotanol menggunakan sensor elektronik untuk mendapatkan nilai kadar etanol (alkohol) mennggunakan E-nose (mq3) dalam proses perebusan teta tebu.

Untuk mendapatkan kandungan alkohol dengan kualitas baik, dapat dilakukan dengan menentukan waktu lama rebusan dan banyaknya air rebusan dengan sistim kendali menggunakan mikrokontroler. Identifikasi

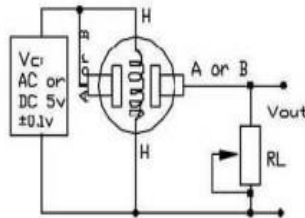
menggunakan sensor hidung (E-Nose). E-nose (MQ3) sebagai hidung elektronik merupakan sensor yang dapat mendeteksi dan mengenali bau dan rasa. Tahapan proses pengenalan mirip dengan penciuman manusia dan dilakukan untuk identifikasi, perbandingan, kuantifikasi dan aplikasi lain, termasuk penyimpanan data. Untuk menghasilkan pola sinyal yang digunakan untuk karakteristik bau. Instrumen sensor hidung ini terdiri dari sampel ruang, dan modul pengenalan ketika kontak dengan senyawa yang mudah menguap, sensor bereaksi sehingga mengalami perubahan sifat listrik. Sebuah respon tertentu dicatat oleh antarmuka elektronik mengubah sinyal menjadi nilai Analog [3]

1.2 Tinjauan Literatur Singkat

Sensor MQ-3 merupakan Sensor alkohol yang cocok untuk mendeteksi kadar alkohol secara langsung, misal pada nafas kita. Sensor alkohol MQ-3 memiliki sensitifitas tinggi dan waktu respon yang cepat. Sensor alkohol MQ-3. Elemen sensor MQ-3 terdiri atas lapisan SnO₂ dengan konduktivitas yang kecil dalam udara bersih. Resistansi sensor akan berubah-ubah seiring dengan terdeteksinya keberadaan gas etanol oleh elemen sensor. Jika konsentrasi etanol tinggi, maka resistansi sensor akan berkurang sehingga tegangan keluaran akan meningkat.



gambar 2 Sensor MQ-3



gambar 1 Rangkaian Sensor MQ-3

Ketika kristal metal oksida (SnO₂) pada kondisi normal yaitu pada suhu kamar, permukaan bahan metal oksida (SnO₂) berinteraksi dengan molekulmolekul oksigen yang ada di udara. Atom-atom oksigen akan teradsorpsi dan mengikat elektron bebas yang terdapat pada permukaan metal oksida (SnO₂). Di dalam sensor gas, arus listrik mengalir melewati daerah sambungan (grain boundary) dari kristal SnO₂. Pada daerah sambungan, penyerapan oksigen mencegah muatan untuk bergerak bebas. Jika konsentrasi gas menurun, proses dioksidasi akan terjadi. Rapat permukaan dari muatan negatif oksigen akan berkurang dan akan mengakibatkan menurunnya ketinggian penghalang dari daerah sambungan. Dengan menurunnya penghalang maka resistansi sensor juga akan ikut menurun [4].

Spesifikasi Sensor MQ-3 yaitu :Sensitifitas terhadap kadar alkohol tinggi dan rendah pada bensin, respon yang cepat dan sensitifitas tinggi, Stabil dan tahan lama, Tegangan sumber 5 VDC atau AC, Konsumsi arus kurang dari 750mW.

Nilai resistansi sensor MQ-3 memiliki perbedaan terhadap jenis dan konsentrasi gas yang ada dalam udara bersih, sehingga pada saat menggunakannya perlu dilakukan penyesuaian. Jadi perlu dikalibrasi untuk 0,4mg/l (sekitar 200ppm) konsentrasi alkohol di udara dan resistansi pada output sekitar 200 KO (100 KO sampai 470 KO). Rangkaian driver untuk Sensor alkohol MQ-3 ini sangat sederhana, hanya perlu 1 buah variable resistor. Output dari Sensor alkohol MQ-3 ini berupa tegangan analog yang sebanding dengan kadar alkohol yang diterima.

Antarmuka yang diperlukan cukup sederhana, bisa menggunakan ADC yang dapat merespon tegangan 0 volt – 3,3 volt saja. Nilai Resistor yang dipasang harus dibedakan untuk berbagai jenis konsentrasi gas. Jadi perlu dikalibrasi untuk 0,4mg/L (sekitar 200ppm) konsentrasi alkohol di udara dan resistansi pada output sekitar 200K (100K sampai 470K)

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (Integrated Circuit) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada dasarnya, sebuah IC Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (CPU), Memori (RAM dan ROM) serta perangkat INPUT dan OUTPUT yang dapat diprogram. Dalam pengaplikasiannya, Pengendali Mikro yang dalam bahasa Inggris disebut dengan Microcontroller ini digunakan dalam produk ataupun perangkat yang dikendalikan secara otomatis seperti sistem kontrol mesin mobil, perangkat medis, pengendali jarak jauh, mesin, peralatan listrik, mainan dan perangkat-perangkat yang menggunakan sistem tertanam lainnya. Mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino IDE 1.18.12.

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Arduino Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to- serial. Nama “Uno” berarti satu dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian board USB Arduino, dan sebagai

model referensi untuk platform Arduino, untuk perbandingan dengan versi sebelumnya, lihat indeks board Arduino.

Uno Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal (otomatis). Eksternal (non-USB) daya dapat berasal baik dari AC-ke adaptor- DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan plug jack pusat- positif ukuran 2.1mm konektor POWER. Ujung kepala dari baterai dapat dimasukkan kedalam Gnd dan Vin pin header dari konektor POWER. Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk board Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak board Uno.

Pin lain yang ada di Arduino uno yaitu Pin VIN yang berfungsi sebagai Tegangan masukan kepada board Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5 volt koneksi USB atau sumber daya lainnya). Pin 5V digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya. Pin 3,3V digunakan pasokan 3,3 volt dihasilkan oleh regulator on-board. Pin GND.

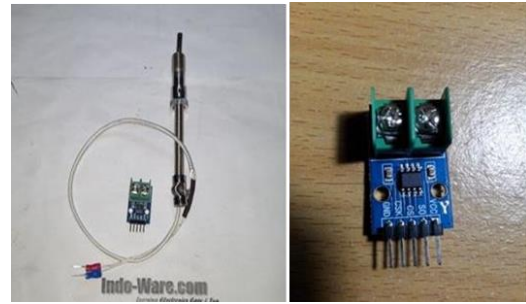
Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer. Firmware '8U2 10 menggunakan driver USB standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan. Namun, pada Windows diperlukan, sebuah file inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari board Arduino. LED RX dan TX di papan tulis akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Sebuah SoftwareSerial library memungkinkan untuk berkomunikasi secara serial pada salah satu pin digital pada board Uno's.

Uno Arduino dapat diprogram dengan menggunakan software Arduino (download di <http://arduino.cc/>). Pilih "Arduino Uno dari menu > Peralatan Board (sesuai dengan mikrokontroler).

ATmega328 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Kawat untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C, lihat dokumentasi untuk rincian. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

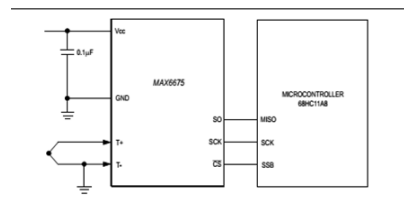
MAX6675 K-Type Thermocouple Temperature Sensor digunakan untuk mengetahui perbedaan temperature di

bagian ujung dari dua bagian metal yang berbeda dan disatukan.



Gambar 1. MAX6675 K-Type Thermocouple Temperature Sensor

Thermocouple tipe hot junction dapat mengukur mulai dari 0 oC sampai +1023,75oC. MAX6675 memiliki bagian ujung cold end yang hanya dapat mengukur -20oC sampai +85oC. Pada saat bagian cold end MAX6675 mengalami fluktuasi suhu maka MAX6675 akan tetap dapat mengukur secara akurat perbedaan temperatur pada bagian yang lain. MAX6675 dapat melakukan koreksi atas perubahan pada temperature ambient dengan kompensasi cold-junction. Device mengkonversi temperature ambient yang terjadi ke bentuk tegangan menggunakan sensor temperature diode. Untuk dapat melakukan pengukuran actual, MAX6675 mengukur tegangan dari output thermocouple dan tegangan dari sensing diode. Performance optimal MAX6675 dapat tercapai pada waktu thermocouple bagian cold-junction dan MAX6675 memiliki temperature yang sama. Hal ini untuk menghindari penempatan komponen lain yang menghasilkan panas didekat MAX6675.



Gambar 2. Rangkaian MAX6675 K-Type Thermocouple Temperature Sensor

1.3 Alasan diadakan penelitian

Hal ini dilakukan untuk mempermudah para imuan kimia dalam mencari nilai alkohol yang di gunakan sebagai bahan pengobatan sekaligus untuk penambahan bahan bakar Pertamina. Disisilain alat ini di buat untuk menambahkan ekonomi para petani kebun tebu, karna ampas tebu yang mereka buang dapat di hasilkan dalam bentuk nilai etanol yang dapat di jual ke perusahaan industry atau di buat sebagai bahan alkohol, alat ini di buat agar para petani bias mengelola ampas tebu yang sebelumnya tidak berguna dan ketika alat ini ampas tersebut bias di jadikan uang bagi para petani kebun tebu.

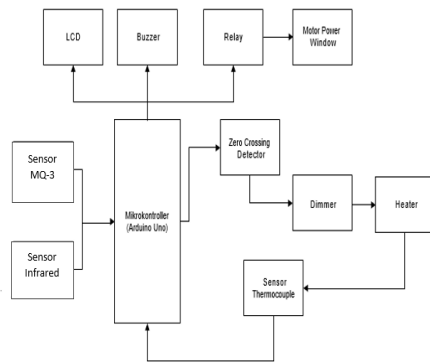
2. Metode Penelitian

2.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem meliputi perancangan blok diagram, perancangan hardware, perancangan software dan perancangan papan rangkaian tercetak (PCB). Dalam perancangan rangkaian harus diperhitungkan nilai ekonomis dari penggunaan komponen-komponen. Sebelum dibuat suatu rangkaian dan sistem terlebih dahulu direncanakan suatu blok diagram yang nantinya mempunyai satu tujuan agar rangkaian yang dibuat mengarah pada tujuan yang diinginkan,

Dalam pembuatan tugas akhir ini, digunakan sensor MQ-3 sebagai monitoring kenaikan suhu alkohol dan sensor thermal Thermocouple yang mendeteksi suhu terhadap cairan molasses yang nilai pengukuran akan dikirimkan ke Arduino dan infrared sebagai output keluaran hand sanitizer, rangkaian dimmer sebagai pengontrol heater. Relay sebagai penggerak motor dan buzzer sebagai alarm alat.

2.2 Sistem Plant



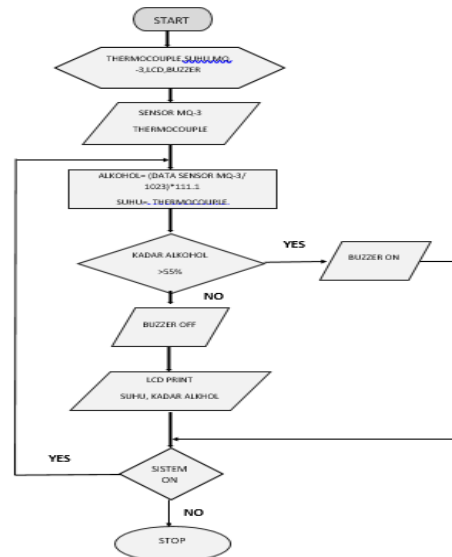
Gambar 3. Arsitektur Sistem

Berdasarkan Gambar 3. Arsitektur .Catu Daya berfungsi sebagai sumber tegangan yang dibutuhkan pada plant. Push Button merupakan indikator input yang digunakan sebagai tombol ON/OFF plant. Mikrokontroler merupakan induk atau otak dalam menjalankan sebuah sistem, pada mikrokontroler menggunakan arduino mega sebagai proses sistem yang menggunakan control PID untuk mengatur suhu tertentu yang dibutuhkan pada sistem. Dimmer adalah rangkaian yang dapat mengatur tegangan keluaran AC pada heater. Heater merupakan Output yang berfungsi sebagai alat pengubah suhu susu. Peltier merupakan elemen pendingin suhu susu. Waterblock merupakan komponen yang mengalirkan air untuk mendinginkan bagian panas dari peltier. Pompa mini adalah alat yang mengalir waterblock dengan air. Relay digunakan untuk mengaktifkan motor. Motor merupakan salah satu indikator output pada sistem pasteurisasi dimana motor digunakan sebagai pengaduk cairan susu agar cairan susu didalam tabung pemanas cepat mencapai titik didih. Sensor suhu digunakan untuk mendeteksi derajat suhu pada air . Sensor suhu yang digunakan adalah

Thermocouple. LCD display Menampilkan data pengukuran suhu dari air dan juga data ketinggian dari air. LCD yang digunakan adalah LCD 2x16 yang terdiri dari 2 baris dengan 16 karakter untuk setiap baris. Buzzer merupakan indikator output yang digunakan sebagai alarm atau pengingat jika proses pasteurisasi telah selesai.

2.2 Flowchart (Diagram Alir)

Pada perancangan software ini maksudnya mendeskripsikan dalam bentuk program bagaimana sistem kerja alat yang akan dibuat. Sebelum membuat program langkah awal yang dilakukan adalah pembuatan flowchart. Flowchart adalah suatu bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program. Berikut Flowchart dari “menghitung kadar alkohol pada rebusan molasses” pada gambar dibawah ini



Gambar 4. Flowchart (diagram alir)

Berdasarkan Gambar 4. flowchart (diagram alir) diatas dapat dijelaskan alat dimulai dari start kemudian preparation semua perangkat yang digunakan, sensor MQ dan sensor Thermocouple sebagai input akan menginputkan data kemudian akan diproses di Arduino, data yang diterima oleh arduino akan diproses dan di-decision yang mana jika nilai kadar alkohol besar dari 50%, maka buzzer aktif, dan jika alkohol kecil sama dari 50% maka buzzer mati. Kemudian hasil kadar alkohol dan suhu air akan tampil pada LCD. Setelah selesai flowchart dapat diakhiri dengan end.

3. Hasil dan Pembahasan

Sensor MQ-3 adalah sensor gas adalah salah satu dari sensor gas yang di gunakan dalam pendeteksi alkohol secara langsung misalnya pada nafas, sensor ini memiliki konduktivitas yang lebih rendah pada udara bersih dan ketika terdapat bau alkohol maka

konduktivitasnya akan semakin tinggi seiring meningkatnya konsentrasi gas. Adapun peralatan yang digunakan untuk melakukan pengujian sensor MQ-3 yaitu : rangkaian Sensor MQ-3, multimeter digital, kabel probe, sampel bahan fermentasi (Molasses).

Pengujian dilakukan dengan menyiapkan bahan fermentasi molasses dengan melakukan perbandingan nilai alkohol pada perbedaan hari fermentasi dengan melakukan percobaan sebanyak 6 kali. Kemudian sensor MQ-3 akan membaca kadar alkohol pada uap molasses dan melihat perubahan data Analog to Digital Converter (ADC) pada serial monitor maupun tampilan pada LCD dan mengukur tegangan output sensor menggunakan multimeter. Berikut ini adalah gambar rangkaian hubungan sensor gas ke Arduino serta titik pengukuran tegangan output :

Tabel 1. pengujian tegangan ADC

ADC Terukur	OUTPUT	
	Vout Serial Monitor	VoutA0
348	1,87	1,59
402	1,85	1,84
435	2,0	2,0
522	2,4	2,4
555	2,55	2,55
587	2,7	2,7
654	3,0	3,0
707	3,25	3,25
783	3,6	3,6
827	3,8	3,8
892	4,1	4,1

Nilai ADC menunjukkan ratio perbandingan dengan tegangan yang terbaca pada serial monitor, persamaan untuk menghitung perbandingan nilai tegangan dengan data ADC dari keluar sensor MQ-3 sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{ADC}{1023} \times V_{reff}$$

Dengan ADC adalah Data keluaran dari output sensor (A0), V_{reff} merupakan Tegangan masukan dari sensor MQ-3 dan 1023 merupakan Besar bit yang bias di baca oleh Arduino 10 bit = 1023

Untuk membuktikan perbandingan nilai data ADC dengan tegangan yang di dapat saat melakukan proses pengujian pengambilan data dengan proses kenaikan suhu yang di baca oleh sensor MQ-3 yang dapat di lihat pada pada table diatas dengan tegangan V_{reff} dari sensor sebesar 4,7V adalah

Suhu, ADC = 348 V_{reff} = 4,7

$$V_{out} = \frac{ADC}{1023} \times V_{reff}$$

$$= \frac{348}{1023} \times 4,7$$

Suhu..... ADC = 402 V_{reff} = 4,7

$$V_{out} = \frac{ADC}{1023} \times V_{reff}$$

$$= \frac{402}{1023} \times 4,7$$

$$= 1,84 \text{ V}$$

Suhu..... ADC = 435 V_{reff} = 4,7V

$$V_{out} = \frac{ADC}{1023} \times V_{reff}$$

$$= \frac{435}{1023} \times 4,7$$

$$= 2,0 \text{ V}$$

Suhu.....ADC = 522 V_{reff} = 4,7V

$$V_{out} = \frac{ADC}{1023} \times V_{reff}$$

$$= \frac{522}{1023} \times 4,7$$

$$= 2,4 \text{ V}$$

Suhu..... ADC = 555 V_{reff} = 4,7V

$$V_{out} = \frac{ADC}{1023} \times V_{reff}$$

$$= \frac{555}{1023} \times 4,7$$

$$= 2,55 \text{ V}$$

Suhu.....ADC = 587 V_{reff} = 4,7V

$$V_{out} = \frac{ADC}{1023} \times V_{reff}$$

$$= \frac{587}{1023} \times 4,7$$

$$= 2,7 \text{ V}$$

Suhu..... ADC = 654 V_{reff} = 4,7V

$$V_{out} = \frac{ADC}{1023} \times V_{reff}$$

$$= \frac{654}{1023} \times 4,7$$

$$= 3,0 \text{ V}$$

Suhu.....ADC = 707 V_{reff} = 4,7V

$$V_{out} = \frac{ADC}{1023} \times V_{reff}$$

$$= \frac{707}{1023} \times 4,7$$

$$= 3,25 \text{ V}$$

Suhu..... ADC = 783 V_{reff} = 4,7V

$$V_{out} = \frac{ADC}{1023} \times V_{reff}$$

$$= \frac{783}{1023} \times 4,7$$

$$= 3,6 \text{ V}$$

Suhu.....ADC = 827 V_{reff} = 4,7V

$$\begin{aligned}V_{out} &= \frac{ADC}{1023} \times V_{reff} \\ &= \frac{827}{1023} \times 4,7 \\ &= 3,8 \text{ V}\end{aligned}$$

Suhu..... ADC = 892 V_{reff} = 4,7V

$$\begin{aligned}V_{out} &= \frac{ADC}{1023} \times V_{reff} \\ &= \frac{892}{1023} \times 4,7 \\ &= 4,1 \text{ V}\end{aligned}$$

4. Kesimpulan

Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai kadar alkohol yang bagus untuk didapatkan tergantung dari pengaturan suhu yang telah ditetapkan. Dan hasil nilai alkohol yang kita inginkan dapat dibaca oleh sensor MQ-3, sensor MQ-3 membutuhkan respon yang lama untuk pembacaan stabil pada proses perebusan molasses.

Daftar Rujukan

- [1] B. A. B. li and T. Pustaka, "2 ? 5," pp. 5–22.
- [2] A. Rochani, S. Yuniningsih, and Z. Ma'sum, "Pengaruh Konsentrasi Gula Larutan Molases Terhadap Kadar Etanol Pada Proses Fermentasi Agus," *J. Reka Buana*, vol. 1, no. 1, pp. 43–48, 2016.
- [3] V. A. Suoth, H. Indra, and R. Mosey, "Rancang Bangun Sistem Pengukuran Kadar Alkohol Dan Suhu Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Untuk Destilasi Minuman Beralkohol," vol. 5, no. 2, pp. 91–94, 2016.
- [4] I. G. Surya Merta, I. G. A. Widagda, and I. B. Alit Paramarta, "Perancangan Alat Ukur Kadar Alkohol Menggunakan Sensor Mq-3 Berbasis Mikrokontroler Atmega16," *Bul. Fis.*, vol. 18, no. 2, p. 74, 2017, doi: 10.24843/bf.2017.v18.i02.p06.