

PENDETEKSI KADAR ALKOHOL JENIS ETANOL PADA CAIRAN DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA8535

Danang Sulistyio Adiprabowo¹
R. Rizal Isnanto²
Iwan Setiawan²

Abstract : Alcohol detection using laboratory science test was uneffective due to long processing time. Therefore, alcoholmeter should be developed in order to measure alcohol level more quickly and precisely. The alcoholmeter device is an instrumentation which can measure ethanol level based on gas vapor concentration from the liquid using Figaro TGS2620 alcohol gas sensor. The objective of making this device is to detect ethanol level with short time measurement and accurate enough than other methods. This device uses microcontroller ATmega8535 as an analog to digital converter with keypad button operated and the result is displayed on an LCD. Gradient algorithm is used to convert non linear data, ethanol level data value is read by ADC, converted into linear data, as an ethanol percentage value on measured liquid. The experiment results indicate that this device can measure ethanol level on any liquid from 0% to 97% with 2,5% error tolerance. Measurement on minor scale using this device is better than using analog alcoholmeter. The change ratio of sensor resistance only constant at the same concentration level of liquid with standard test conditions of typical room for which this change ratio can not be referred to determine ethanol level differences on measured liquid.

Keywords : Ethanol, Alcohol Sensor TGS 2620, Microcontroller ATmega8535, Gradient Algorithm.

PENDAHULUAN

Dewasa ini banyak produk dengan campuran alkohol yang beredar di pasaran terutama pada produk minuman. Permasalahannya adalah sering munculnya para produsen ilegal yang membuat minuman dengan kadar alkohol yang tinggi atau menyalahi aturan batas kadar alkohol yang telah ditentukan. DEPKES dan BPOM dalam menentukan label kadar alkohol menggunakan sampel dari minuman yang beralkohol dan dilakukan uji laboratorium yang prosesnya lama dengan menggunakan peralatan yang mahal. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengukur kadar etanol pada cairan dengan waktu yang relatif singkat dan hasil yang mendekati akurat.

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah untuk merancang alat pendeteksi kadar etanol pada cairan dengan menggunakan mikrokontroler ATmega8535 agar dapat ditentukan nilai kadar alkohol pada suatu cairan yang tertera pada label produksi sehingga dapat mengurangi

keraguan masyarakat dan untuk mengatasi masalah uji laboratorium yang pada dasarnya membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang tidak sedikit.

DASAR TEORI

Pengertian Alkohol

Dalam ilmu kimia, alkohol atau alkanol adalah istilah yang umum untuk senyawa organik yang memiliki gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada atom karbon dimana atom karbon itu sendiri juga terikat pada atom hidrogen atau atom karbon yang lain. Dalam istilah umum, yang disebut alkohol adalah etanol atau *grain alcohol*. Etanol tidak terlalu beracun karena tubuh dapat menguraikannya dengan cepat. Alkohol digunakan secara luas dalam industri dan ilmu pengetahuan sebagai pereaksi, pelarut, dan bahan bakar.

Mengukur Kadar Etanol

Angka kadar alkohol pada cairan menunjukkan perbandingannya dengan air.

1. Mahasiswa Teknik Elektro UNDIP
2. Dosen Teknik Elektro UNDIP

Alkohol bersifat mudah menguap karena rentang rantai karbon C_1 sampai C_5 mempunyai titik didih $0^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}$. Pada saat ini, kadar etanol paling tinggi yang ada di pasaran adalah 96% untuk konsentrasi teknis. Ada banyak cara untuk mengukur kadar etanol dan setiap metode pengukuran memiliki keunggulan dan kekurangannya masing-masing. Beberapa metode itu adalah analisis menggunakan GC (*Gas Chromatography*), analisis dengan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), metode enzim, dan metode dengan menggunakan hidrometer alkohol. Dalam Tugas Akhir ini digunakan metode terakhir yaitu metode dengan hidrometer alkohol sebagai alat pembanding.

Sensor Alkohol

Dalam tugas akhir ini sensor yang digunakan adalah TGS2620. Elemen sensornya terdiri atas semikonduktor oksida logam (MOS) yang dilapisi oleh substrat alumina dari *chip* sensor yang digabungkan dengan pemanas. Dalam mendeteksi suatu gas, konduktivitas sensor semakin naik sebanding terhadap konsentrasi gas di udara. Rangkaian listrik yang sederhana dapat mengubah perubahan konduktivitas menjadi sinyal keluaran yang dapat disamakan dengan konsentrasi gas. Mengacu terhadap *chip* sensor yang kecil, TGS2620 hanya membutuhkan arus pemanas sebesar 42mA dan disimpan dalam paket TO-5 standar. Selain itu sensor ini juga tahan lebih lama dari sensor gas sejenis dan harganya terjangkau dalam pasaran sensor gas tingkat dunia. Sensor ini dapat diaplikasikan pada pengujian alkohol, pendeteksi uap air larutan organik, dan pendeteksi larutan pada pabrik dan industri semikonduktor.

Sensor TGS2620 digunakan untuk menangkap kandungan uap air etanol yang menguap dari cairan yang akan dideteksi. Semakin banyak kandungan uap air etanol yang terdeteksi maka tahanan sensor (R_S) akan menjadi semakin kecil. Tahanan sensor (R_S) yang semakin kecil mengakibatkan tegangan keluaran sensor menjadi semakin besar sehingga sensor menjadi panas.

PERANCANGAN PERANGKAT KERAS DAN PERANGKAT LUNAK

Cairan Beralkohol

Dalam Tugas Akhir ini digunakan 15 macam sampel cairan beralkohol dengan nilai kadar maksimal 97% untuk mengambil data sensor. Karena alkohol yang dijual di pasaran adalah 70% dan 96%, maka dibuat beberapa sampel cairan beralkohol dengan menggunakan rumus pengenceran sebagai berikut.

$$n_1.V_1 = n_2.V_2$$

keterangan :

n_1 = nilai kadar alkohol yang diinginkan (%)

n_2 = nilai kadar alkohol acuan (%)

V_1 = volume kadar alkohol yang diinginkan (ml)

V_2 = volume kadar alkohol acuan (ml)

Sensor Alkohol TGS 2620

Sensor alkohol TGS 2620 membutuhkan dua masukan tegangan, yaitu: tegangan *heater* (V_H) dan tegangan rangkaian (V_C). Tegangan *heater* dipakai untuk menjaga *heater* dalam suhu tertentu agar didapat hasil yang optimal dalam melakukan deteksi. Tegangan rangkaian digunakan untuk tegangan pengukuran (V_{RL}) yang melewati tahanan beban (R_L) yang terhubung seri dengan sensor. Rangkaian catu daya biasa dapat digunakan untuk V_C dan V_H untuk memenuhi kebutuhan rangkaian sensor. Nilai dari tahanan beban sebaiknya dipilih sehingga dihasilkan nilai ambang yang optimal dengan menjaga konsumsi daya (P_S) dari semikonduktor di bawah batas 15mW. Konsumsi daya (P_S) akan bernilai maksimal bila nilai R_S sama dengan R_L pada kondisi pengukuran. Nilai dari pengosongan (P_S) dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$P_S = \frac{(V_C - V_{RL})^2}{R_S}$$

Tahanan sensor (R_S) dihitung dengan nilai yang terukur dari V_{RL} dengan menggunakan persamaan berikut.

$$R_S = \frac{V_C - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L$$

Mengacu pada rumus di atas, bila digunakan tahanan beban (R_L) dengan nilai yang besar maka akan didapat nilai tegangan

keluaran dasar (V_0) yang besar pula. Ini akan mengakibatkan pengukuran selanjutnya mempunyai nilai selisih yang kecil dengan tegangan keluaran dasar. Hal ini akan membuat nilai galat semakin besar. Dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai R_L maka semakin lebar jangkauan nilai V_{RL} . Jadi, lebih baik digunakan nilai R_L yang kecil agar jangkauan nilai V_{RL} menjadi lebar sehingga nilai galat dapat diminimalkan.

Pada rangkaian dasar sensor digunakan R_L sebesar 466Ω untuk mendapatkan selisih yang cukup besar antara data nilai V_{RL} yang satu dengan yang lain sehingga data-data tersebut menjadi valid. Katode sensor pada kaki 3 dan pemanas positif sensor pada kaki 4 dihubungkan dengan V_{CC} pada mikrokontroler, sedangkan pemanas negatif sensor pada kaki 1 dihubungkan dengan *ground*. Anoda sensor pada kaki 2 dihubungkan seri dengan tahanan beban dan dimasukkan ke *Port A.0* pada mikrokontroler.

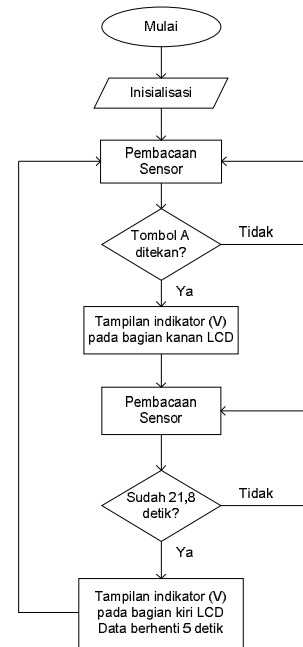
Mikrokontroler AVR ATmega8535

Fungsi utama mikrokontroler AVR ATmega8535 dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai pengkonversi data dari tegangan analog menjadi keluaran digital 10 bit. Dari empat port yang ada, hanya digunakan tiga port, yaitu Port A.0 untuk ADC 10 bit, Port B untuk *scanning keypad*, dan Port C untuk tampilan LCD. Adapun catu dayanya menggunakan masukan 9 VDC yang diambil dari *line power supply* AC yang sudah mengalami penurunan tegangan dan disearahkan, atau menggunakan masukan tegangan dari baterai kotak 9 VDC bila dipakai secara *portable*. Dari masukan 9 VDC ini nantinya akan diturunkan lagi oleh modul DT-AVR menjadi 5 VDC sebelum masuk ke mikrokontroler.

Program Code Vision AVR

Mikrokontroler AVR ATmega8535 diprogram dengan menggunakan Code Vision AVR. Dalam program ini, tegangan masukan analog diubah menjadi keluaran digital, lalu dilakukan proses algoritma gradien, kemudian ditampilkan ke dalam LCD. Dalam pengukuran ini diambil waktu maksimal

pengukuran sensor adalah 21,8 detik. Dari hasil penentuan batas waktu tersebut, dibuat program utama dengan diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir program utama

Program utama meliputi proses pembacaan sensor, penghitungan waktu, dan penampilan pada LCD. Tombol A pada *keypad* ditekan bersamaan dengan memasukkan sensor ke dalam wadah cairan tetapi tidak sampai tercelup. Hal ini dikarenakan sensor yang digunakan adalah sensor gas sehingga data yang diambil adalah konsentrasi gas yang dihasilkan cairan beralkohol tersebut.

Proses pembacaan sensor meliputi proses penghitungan dengan algoritma gradien yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Y_{12} = Y_1 + \left(\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \right) \cdot (X_{12} - X_1)$$

keterangan :

- Y_{12} = nilai persen kadar yang dicari (%)
- Y_1 = nilai persen kadar batas bawah (%)
- Y_2 = nilai persen kadar batas atas (%)
- X_{12} = nilai bit kadar yang dicari (bit)
- X_1 = nilai bit kadar batas bawah (bit)
- X_2 = nilai bit kadar batas atas (bit)

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Perbandingan Nilai Kadar Rumus dengan Alkoholmeter

Tabel 1 Perbandingan nilai kadar Rumus Pengenceran dengan Alkoholmeter.

Nilai Kadar Etanol dengan Rumus Pengenceran	Nilai Kadar Etanol dengan Alkoholmeter
0% (air keran)	0% (air keran)
0% (aquades)	0% (aquades)
1 %	1 %
2 %	2 %
4 %	3 %
8 %	5 %
16 %	11 %
24 %	20 %
32 %	26 %
40 %	37 %
48 %	45 %
56 %	58 %
64 %	63 %
72 %	72 %
80 %	80 %
84 %	84 %
96 %	97 %

Pada Tabel 1 terdapat perbedaan pada nilai kadar etanol konsentrasi kecil (<40%). Hal ini disebabkan oleh indikator alkoholmeter pada nilai kadar etanol yang kecil mempunyai selisih yang kecil sehingga susah untuk membedakan nilai yang berdekatan. Dalam hal ini, alkoholmeter tidak cocok untuk mengukur kadar etanol pada skala kecil karena mempunyai nilai galat yang cukup besar

Pengujian Ketinggian Sensor

Pada Tugas Akhir ini, dilakukan percobaan pengukuran pada 15 macam sampel cairan beralkohol. Dari beberapa sampel tersebut dilakukan pengukuran sebanyak tiga kali berdasarkan letak sensor di atas permukaan cairan menggunakan voltmeter digital merek Heles UX-838TR. Dari tiga kali pengukuran diambil rata-rata. Nilai tegangan keluaran pada ketinggian 2cm mempunyai nilai yang hampir sama dengan nilai tegangan keluaran pada ketinggian 3cm. Hal ini menunjukkan bahwa data yang lebih presisi terletak pada pengukuran sensor pada

ketinggian 2-3cm di atas permukaan cairan. Jadi, pengukuran kadar etanol pada cairan ditetapkan pada ketinggian tersebut.

Pengujian Batas Waktu Sensor

Setelah rangkaian sensor dan rangkaian mikrokontroler digabungkan, maka selanjutnya dilakukan percobaan berdasarkan waktu untuk mencapai nilai stabil menggunakan mikrokontroler dengan ADC 10-bit dan *stopwatch* digital.

Dari pengujian sebanyak 17 kali pengukuran diambil waktu maksimal pengukuran sensor adalah 21,8 detik dengan waktu tercepat adalah 0 detik untuk air keran dan aquades, sedangkan waktu terlalu stabil adalah 21,8 detik untuk 72% etanol.

Dengan menggunakan ADC 10-bit, maka tegangan keluaran 0-5V dapat dikonversi menjadi data bit 0-1023 bit. Misal pada pengukuran kadar etanol 80% diperoleh data ADC sebesar 817 bit dengan waktu stabilnya 21,1 detik. Hal ini menunjukkan bahwa sensor mendeteksi kadar 80% dengan laju penambahan bit yang relatif cepat sampai pada angka 817 bit. Laju penambahan bit mulai menurun pada nilai 817 bit sehingga nilai inilah yang digunakan sebagai acuan menentukan nilai waktu stabil kadar 80% yaitu sebesar 21,1 detik.

Bila proses pembacaan sensor tidak dibatasi oleh hitungan waktu, sensor ini akan bergerak terus sehingga data yang valid tidak bisa diperoleh. Hal ini terjadi karena kandungan gas alkohol yang terbaca oleh sensor akan terus memanaskan elemen sensor yang terbuat dari oksida logam sehingga mengubah nilai tahanan sensor (R_S) menjadi lebih kecil. Akibatnya nilai tegangan keluaran sensor (V_{RL}) akan menjadi semakin besar dan menjadi tidak stabil.

Pengujian Algoritma Gradien

Setelah didapat waktu stabil pengukuran sensor, kemudian dilakukan pengukuran sampai lima kali percobaan dengan letak sensor berada 2-3cm di atas permukaan cairan dan dihitung selama 21,8 detik menggunakan ADC 10-bit dari mikrokontroler ATmega8535 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengukuran data keluaran sensor dengan ADC 10-bit.

Kadar Etanol	Rata-rata (bit)
0% (air keran)	18,6 ≈ 19
0% (aquades)	19
1 %	142,6 ≈ 143
2 %	235,4 ≈ 236
3 %	341,6 ≈ 342
5 %	502,8 ≈ 503
11 %	629,6 ≈ 630
20 %	699
26 %	742
37 %	770,6 ≈ 771
45 %	780
58 %	795,4 ≈ 796
63 %	801
72 %	808,2 ≈ 809
80 %	817,4 ≈ 818
84 %	823,4 ≈ 824
97 %	842

Semakin besar nilai kadar pada cairan maka semakin besar pula data bit yang mengindikasinya dengan kenaikan yang tidak linear. Pengukuran kadar etanol didasarkan pada pendeteksian sensor terhadap jumlah uap etanol dari cairan beralkohol. Semakin besar jumlah uap etanol yang terdeteksi maka semakin besar pula kadar etanol pada cairan beralkohol tersebut.

Pengujian Terhadap Sampel Awal

Tabel 3 Pengujian terhadap sampel awal.

Kadar Etanol	Rata-rata (%)	Galat
0% (air keran)	0	0
0% (aquades)	0	0
1 %	0,92	0,08
2 %	1,918	0,041
3 %	2,952	0,016
5 %	5,182	0,036
11 %	11,648	0,059
20 %	20,644	0,032
26 %	26,6	0,023
37 %	38,068	0,029
45 %	45,47	0,01
58 %	55,724	0,039
63 %	64,8	0,029
72 %	72,308	0,004
80 %	78,932	0,013
84 %	83,866	0,002
97 %	95,556	0,015

Pengukuran pada Tabel 3 dilakukan selama lima kali untuk meminimalkan nilai galat. Hal ini disebabkan oleh sensor gas yang menangkap kandungan alkohol di udara tidak selalu tetap pada satu nilai. Hal ini juga terjadi pada proses pengambilan data.

Pengujian Terhadap Cairan Bermerek

Pengujian dilakukan terhadap tujuh macam sampel, yaitu obat batuk hitam merek COMBI, minyak rem sepeda motor merek JUMBO, karbol wangi merek WIPOL, pembersih kaca dan porselen merek CLEAR, minyak wangi semprot merek GATSBY, minuman bir merek ANKER, dan minuman berkarbonasi merek GREEN SANDS.

Tabel 4 Pengujian pada cairan bermerek.

Nama Bahan Uji	Rata-rata (%)
OBH COMBI (Alkohol 2%)	2,134
JUMBO <i>Brake Fluid Motorcycle</i>	0
WIPOL Karbol Wangi (<i>Pine Oil 2,5%</i>)	2,028
CLEAR <i>Glass & Multi Surface Cleaner</i>	4,002
GATSBY <i>Cologne Spray</i> (<i>SD Alcohol 40-B</i>)	62
ANKER <i>Pilsener Beer</i> (Alkohol ±4,77%)	4,4
GREEN SANDS Minuman Berkarbonasi	0

Rata-rata pada Tabel 4 menunjukkan nilai rata-rata dari lima kali percobaan. Dari Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa JUMBO dan GREEN SANDS tidak memiliki kandungan alkohol, sementara nilai-nilai yang lain tidak persis seperti yang tercantum pada kemasan. Beberapa nilai pengukuran yang lebih kecil adalah WIPOL dan ANKER, sedangkan pengukuran nilai yang lebih besar adalah OBH COMBI dan GATSBY. Ada satu produk, yaitu CLEAR, yang tidak mencantumkan kandungan alkohol, namun dari hasil pengamatan justru mengandung 4,002% alkohol.

PENUTUP

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu: pendeteksi kadar etanol mendapatkan hasil yang cepat dan mendekati akurat karena telah mengalami kalibrasi, pendeteksi kadar etanol mempunyai rentang nilai kadar dari 0% sampai 97% dengan toleransi pengukuran 2,5%, dan pengukuran menggunakan alat ini pada skala kecil lebih baik daripada menggunakan alkoholmeter karena indikator pada alkoholmeter mempunyai selisih yang kecil sehingga susah untuk membedakan nilai yang berdekatan yang mengakibatkan nilai galat yang cukup besar. Berdasarkan hasil penelitian pada sensor dalam Tugas Akhir ini diperoleh bahwa perbandingan R_s/R_0 hanya akan bernilai tetap pada cairan dengan nilai konsentrasi yang sama dan pada ruangan yang tipikal dengan kondisi uji standar. Dari pengujian juga didapatkan bahwa nilai kadar alkohol pada cairan berbanding lurus terhadap konsentrasi gas etanol yang dihasilkan dan berbanding terbalik terhadap nilai R_s/R_0 .

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut, maka dapat diberikan saran perlu dilakukan penelitian menggunakan sensor alkohol yang bersinggungan langsung dengan objek yang dideteksi, misal dengan metode celup, bukan dengan deteksi kandungan uap alkohol dan untuk penelitian lanjutan dapat ditambahkan pengaturan atau kontrol dalam membuat cairan beralkohol dengan kadar yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Heryanto, M. A., dan W. Adi, Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA8535, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2008.
- Hidayat, N., Fermentasi, <http://ptp2007.wordpress.com/2007/10/08/fermentasi/>, Februari 2010.
- Isroi, Mengukur Kadar Bioetanol, <http://isroi.wordpress.com/2008/12/19/mengukur-kadar-bioetanol/>, April 2009.
- Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat ITB, “Perancangan dan Pembuatan Alat Ukur Kadar Air di Dalam Alkohol”, Berita Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat ed. 07/07, 2007.
- Mardoni, dan T. Yetty, “Perbandingan Metode Kromatografi Gas Dan Berat Jenis Pada Penetapan Kadar Etanol Dalam Minuman Anggur”, Jurnal Fakultas Farmasi USD, 162-172, 2009.
- Septiadevana. R., Teori Destilasi, http://kimia.upi.edu/utama/bahanajar/kuliah_web/2008/Riski%20Septiadevana%200606249_IE6.0/halaman_11.html, Mei 2009.
- Sulistiyanto, B., F. Hidayat, H. Setiawan, dan N. Atika, Alat Pengukur Kadar Alkohol Berbasis Mikrokontroler AT89S52, Tugas Akhir D-3, Politeknik Negeri Semarang, Semarang, 2007.
- Widodo, R., Mengenal Minuman Ringan Berkarbonasi, <http://www.untag-sby.ac.id/index.php?mod=cat&id=14>, Februari 2010.
- , Alat untuk Mengukur Kadar Etanol, <http://www.indobioetanol.com/artikel/alat-untuk-mengukur-kadar-etanol/>, April 2009.
- , Kadar Persentase Alkohol, <http://tech.groups.yahoo.com/group/kimiaindonesia/message/7765>, April 2009.
- , Fermentasi, <http://id.wikipedia.org/wiki/Fermentasi>, Februari 2010.
- , ATmega8535 Data Sheet, <http://www.atmel.com>, Maret 2009.
- , Figaro TGS 2620 Data Sheet, <http://www.figaro.co.jp>, Maret 2009.
- , Gas Sensors Figaro, <http://www.figaro-sensor.com>, Maret 2009.

BIOGRAFI PENULIS



Danang Sulistyo Adiprabowo, lahir di Semarang pada tanggal 30 April 1986, menempuh pendidikan di SDN 01 Ngesrep Semarang, SLTPN 5 Semarang, SMAN 3 Semarang, dan saat ini sedang menyelesaikan pendidikan Strata Satu Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro konsentrasi Teknik Elektronika dan Telekomunikasi.

Menyetujui dan mengesahkan,

Pembimbing I

R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T.
NIP. 197007272000121001
Tanggal :

Pembimbing II

Iwan Setiawan, S.T., M.T.
NIP. 197309262000121001
Tanggal :