

# ANALISIS PENGENDALIAN PENGUKURAN KONDUKTANSI DARI SUATU CAIRAN BERBASIS MIKROKONTROLER

Noveri Lysbetti M.<sup>1</sup> dan Edy Ervianto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau/STTP

e-mail : noverim@yahoo.com

## **Abstract**

*In each type of liquids contents physical material that has a conductivity to deliver a current. More or less the conductivity in a liquid defines ability to deliver electrical power. The aim of this research is to measure the conductivity level of liquid with microcontroller and compare which liquid that has a higher ability to deliver the electrical power. Measurement of conductivity from a liquid can be done through censored, Analog to Digital Converter (ADC), microcontroller AT89C51 and Liquid Cristal Display (LCD). Censored will be connected in parallel with a resistor to get a voltage divider. The voltage in censored will be varied depend on the level of measured resistance. The conductivity can be seen when censored is put in a liquid. The voltage fluctuates before it achieves the stability. ADC converts the analog value (from censored) to digital value. Microcontroller gets the data of voltage from ADC, process it and send the result to LCD. In this research, the liquid used are sulphate acid, alcohol, methylated spirit and lead acid battery. So, it can be identified which liquid has a higher ability to deliver the electrical power. The result shows that alcohol has a higher electrical power delivery rather than sulphate acid, methylated spirit and lead acid battery. On the other hand, lead acid battery has lower electrical power delivery than sulphate acid, alcohol and methylated spirit. The maximum percentage of fault from the measurement is 1.3%.*

*Keywords : Liquid, Censored, Conductance, ADC, Microcontroller.*

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat, memberikan dampak yang positif bagi dunia industri. Banyak pekerjaan yang awalnya dikerjakan manusia, kini digantikan oleh peralatan atau perangkat yang bekerja secara otomatis sehingga dapat menghemat waktu, tenaga, maupun biaya.

Dalam suatu cairan, mengandung dua unsur yaitu unsur fisika dan unsur kimia. Secara fisika, cairan mempunyai kandungan konduktif yaitu kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Banyak atau sedikitnya kandungan konduktifitas (konduktansi) yang terdapat dalam suatu cairan, menentukan besar kecilnya daya hantar listrik. Konduktansi merupakan kebalikan dari resistansi.

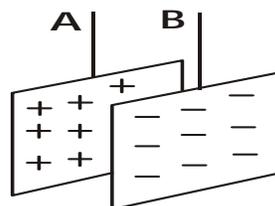
Pengukuran konduktansi dari suatu cairan, dilakukan dengan menerapkan ADC, mikrokontroler AT89C51 dan LCD untuk memudahkan dalam mengetahui kadar konduktansi yang terdapat dalam suatu cairan tersebut. Jadi, dapat diketahui kadar konduktansi mana yang lebih besar dari beberapa cairan. Hasil pengukuran data, akan ditampilkan pada LCD.

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengukur kadar konduktifitas cairan menggunakan mikrokontroler secara digital dan membandingkan cairan mana yang mampu menghantarkan listrik yang besar dan cepat. Dalam penelitian ini, cairan yang akan diukur adalah Asam Sulfat, Alkohol, Spritus, Air batere.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1. Sensor

Sensor mengubah besaran fisik menjadi besaran listrik, proses fisik yang menjadi dasar kerja sensor tergantung pada aplikasi yang memerlukan sensor tersebut. Sensor dihubung seri dengan sebuah resistor dan membentuk prinsip pembagi tegangan. Gambar 1 memperlihatkan gambar sensor dari dua plat aluminium.

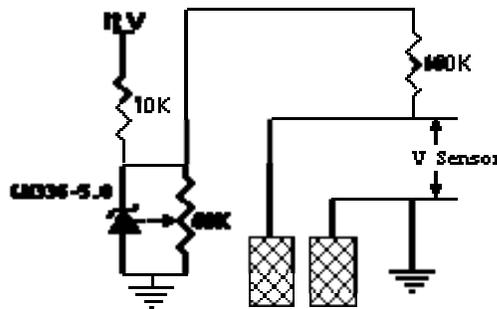


Gambar 1. Sensor

Pengaturan tegangan ke sensor diperlukan agar didapatkan nilai tegangan tepat 5 volt, karena ADC0808 sebagai pengubah tegangan akan tetap memberikan

nilai pengubah maksimal (255) meskipun tegangan *input* lebih dari 5 volt. Demikian juga, nilai tegangan ke sensor juga tidak boleh kurang dari 5 volt.

Sebagai pengatur tegangan, digunakan dioda referensi LM336-5.0 yang dirangkai 5 volt dengan pengatur (pengkalibrasi) sebuah resiator variabel 10 kΩ. Gambar 2 memperlihatkan rangkaian sensor dan pengatur tegangan.



Gambar 2. Rangkaian sensor dan pengatur tegangan

Tegangan pada sensor akan bervariasi menurut besarnya resistansi cairan yang terukur. Sifat kapasitansi akan nampak saat sensor dicelupkan. Tegangan sensor akan naik sampai batas tertentu, kemudian turun secara perlahan sampai batas tertentu. Tegangan ini akan berfluktuasi dan mencapai nilai yang relatif stabil.

Pada dasarnya, segala bahan yang dapat menghantarkan arus atau memberikan perubahan besaran listrik, dapat dijadikan sebagai sensor. Kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik disebut konduktivitas ( $\sigma$ ), yang merupakan sifat kebalikan dari resistivitas ( $R$ ). Hubungan konduktivitas dan resistivitas, dinyatakan sebagai :

$$\sigma = \frac{1}{R} \quad (1)$$

Dimana :

- $\sigma$  : konduktansi (Mho)
- $i$  : arus melewati (Ampere)
- $R$  : resistansi bahan (Ohm).

Dari persamaan 1 terlihat bahwa jika nilai resistansi semakin besar maka nilai konduktansi menjadi semakin kecil. Sebaliknya, jika nilai resistansi semakin kecil maka nilai konduktansi menjadi semakin besar.

Berdasarkan Hukum Kirchoff, hubungan antara besarnya nilai resistansi dengan daya hantar listrik dinyatakan dengan :

$$P = v \cdot i \quad (2)$$

Dimana :

$$v = i R \quad (3)$$

Jadi

$$P = i R \cdot i = i^2 R \quad (4)$$

Jadi, hubungan antara konduktansi dengan besarnya daya yang dihasilkan, diperoleh dari :

$$P = i R \cdot i = i^2 R$$

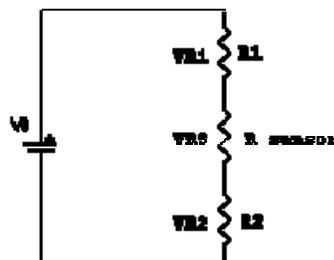
Dimana :  $\sigma = \frac{1}{R}$  atau  $R = \frac{1}{\sigma}$

Maka  $P = i^2 R = i^2 \cdot \frac{1}{\sigma}$

$$P = \frac{i^2}{\sigma} \quad (5)$$

Jadi jika nilai resistansi semakin besar, berarti nilai konduktansi semakin kecil maka daya hantar listrik juga semakin besar. Sebaliknya, jika nilai resistansi semakin kecil, berarti nilai konduktansi semakin besar maka daya hantar listrik juga semakin kecil.

Tegangan pada hambatan sama dengan tegangan sumber. Sensor dapat dirangkai seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian tegangan pada sensor

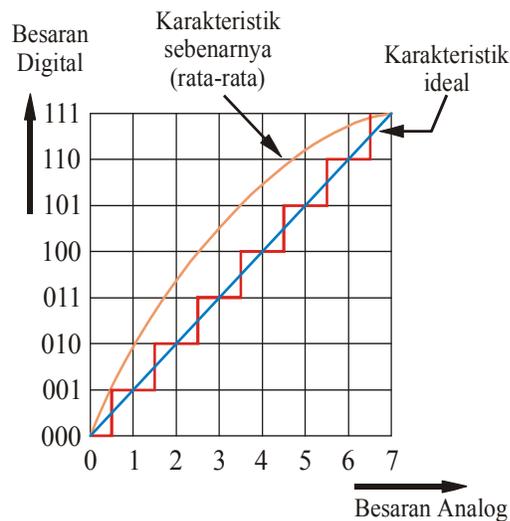
Perubahan hambatan pada sensor akan memberikan nilai tegangan yang berubah pada sensor. Tegangan sumber terbagi menjadi tegangan hambatan 1 ( $V_{R1}$ ), tegangan sensor ( $V_{R\text{sensor}}$ ) dan tegangan hambatan 2 ( $V_{R2}$ ). Hal ini dinyatakan dengan persamaan :

$$V_S = V_{R1} + V_{R\text{Sensor}} + V_{R2} \quad (6)$$

## 2.2. Konverter Analog ke Digital (ADC)

ADC digunakan untuk mengubah besaran analog menjadi besaran digital. Proses konversi dapat terlaksana dengan berbagai cara. ADC 0808 memerlukan acuan ( $V_{ref}$ ) untuk menilai tegangan masukan, guna memudahkan rangkaian dan perhitungan.

ADC bersifat ratiometric, artinya liner antara masukan acuan dan keluaran. Masukk 5 Volt akan menghasilkan keluaran angka 255. Berapapun nilai tegangan masukan pada ADC, akan tetap menghasilkan keluaran 255. Sinyal *clock* mempunyai batas minimum 10 Hz dan maksimum 1280 KHz. Sinyal ini dapat dibangkitkan dengan menggunakan rangkaian kristal atau rangkaian multivibrator dengan IC 555 sebagai pembangkit pulsa. Karakteristik dari ADC dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Karakteristik ADC

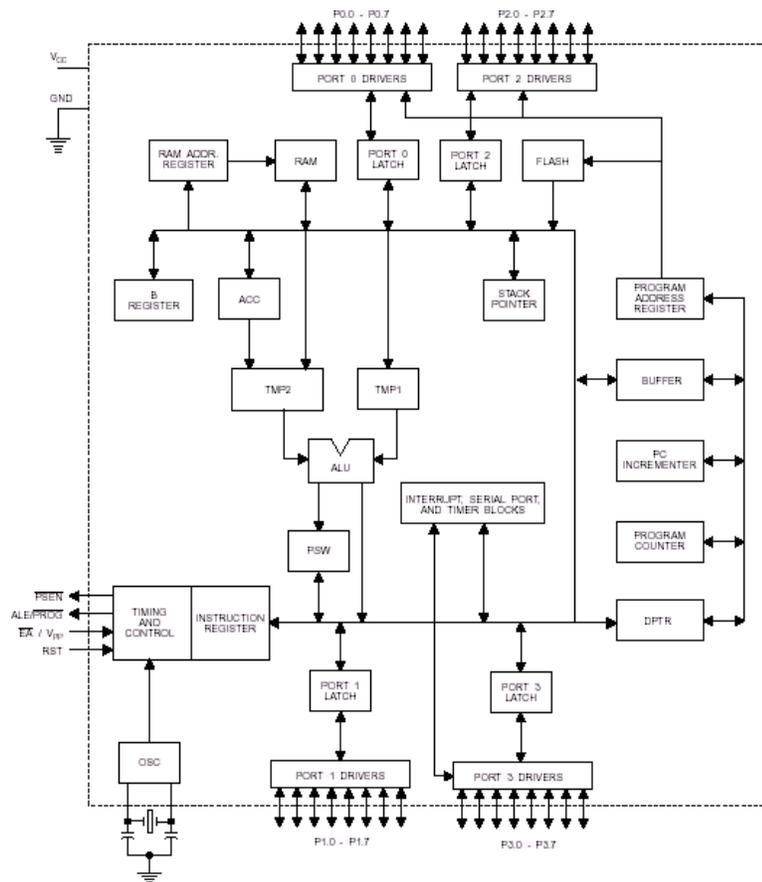
Karakteristik yang linier didekati dengan karakteristik bentuk tangga sehingga timbul kesalahan pada penjumlahan, sebesar setengah dari tinggi anak tangga. Karena tinggi anak tangga adalah sama dengan bit penting terendah (*Least Significant Bit* = LSB) dalam bilangan biner, maka kesalahan tersebut sama dengan  $\frac{1}{2}$  LSB. Kesalahan ini dapat diperkecil dengan memperbanyak posisi biner.

ADC digunakan untuk mengubah besaran analog dari keluaran sensor dalam bentuk data digital yang dimengerti pengolah mikrokontroler. ADC yang digunakan adalah ADC0808, yaitu ADC 8 bit. Keluaran data konversi dalam format paralel. Pengubahan ADC ini menggunakan metode pendekatan (*Successive-approximation*),

dengan tegangan referensi dan masukan detak dari luar chip. Konverter ini memiliki 8 jalur masukan analog yang dapat dipilih.

### 2.3 Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler merupakan sebuah mikroprocessor (*Central Processing Unit = CPU*) yang dikombinasikan dengan *Input-Output (I/O)*, memori (*Read Only Memory, ROM*) dan (*Random Acces Memory, RAM*). Berbeda dengan mikrokomputer yang memiliki bagian-bagian tersebut secara terpisah, mikrokontroler mengkombinasikan bagian-bagian tersebut dalam tingkat *chip*. Mikrokontroler disebut juga *Single Chip Mikrokomputer (SCM)*. Arsitektur Mikrokontroler AT89C51, dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Arsitektur Mikrokontroler AT89C51

Aplikasi mikrokontroler ini banyak diterapkan dalam berbagai bidang dan aspek kehidupan masyarakat dan salah satunya dapat dipergunakan untuk pengukur konduktansi cairan. Mikrokontroler ini memiliki banyak kepraktisan, diantaranya penghapusan data dapat berlangsung secara cepat.

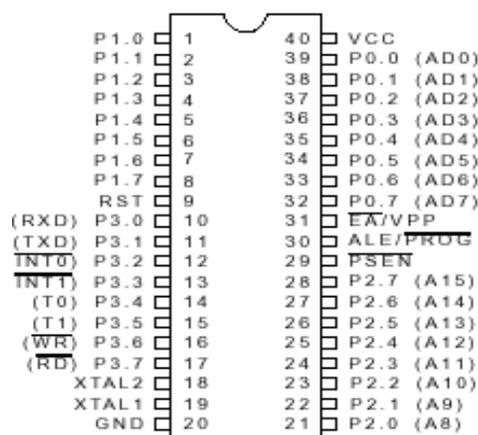
Mikrokontroler ini merupakan suatu piranti yang digunakan untuk pengolahan data-data biner (digital), yang di dalamnya merupakan gabungan dari rangkaian-rangkaian elektronika. Bagian pengolah ini melakukan pengambilan data tegangan dari ADC, mengolahnya dan memberikan data hasil pengolahan ke tampilan LCD.

Mikrokontroler AT89C51 merupakan salah satu keluarga dari MCS-51 keluaran Atmel. Jenis mikrokontroler ini, pada prinsipnya dapat digunakan untuk mengolah data per bit ataupun data 8 bit secara bersamaan.

Mikrokontroler AT89C51 memiliki kelengkapan sebuah sistem yang diuraikan sebagai berikut :

1. Memiliki 4 Kbyte flash PEROM
2. Memiliki RAM internal 128 x 8 bit
3. Memiliki 32 buah I/O yang dapat diprogram (*programmable*)
4. Memiliki 2 buah *timer/counter* 16 bit
5. Memiliki 6 buah sumber interupsi
6. Memiliki saluran serial yang dapat diprogram

Urutan pin dan penamaannya berdasarkan fungsi Mikrokontroler AT89C51, dapat dilihat pada gambar 6.



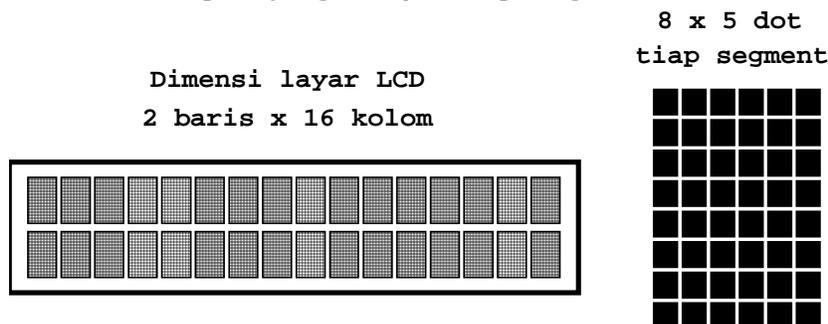
Gambar 6. Urutan dan fungsi pin mikrokontroler AT89C51<sup>[1]</sup>

## 2.4. *Liquid Cristal Display*

*Liquid Cristal Display* (LCD) adalah suatu tampilan dari bahan cairan kristal, yang dioperasikan dengan menggunakan sistem *dot* matriks. LCD dalam berbagai aplikasi elektronika sering digunakan sebagai tampilan seperti jam *digital*, kalkulator, *cellular phone* dan lain sebagainya.

LCD yang digunakan dalam penelitian ini adalah LCD dengan menggunakan *driver* HD44780. LCD ini dapat menampilkan angka-angka, abjad, huruf jepang, dan juga simbol-simbol lainnya. *Interface* LCD HD44780 dengan mikrokontroler AT89C51, dapat dilakukan dengan sistem 4 bit ataupun 8 bit.

Dimensi LCD dengan *driver* HD44780 yang digunakan, memiliki ukuran 2x16. Hal ini menandakan bahwa LCD tersebut memiliki layar tampilan yang terdiri atas 2 baris dan 16 kolom seperti yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Dimensi Layar LCD

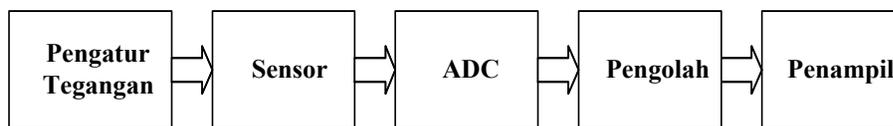
Jadi, total jumlah karakter yang dapat ditampilkan sekaligus dalam satu layar adalah sebanyak 32 karakter. Masing-masing karakter tersebut, terbentuk dari susunan titik-titik (*dot*) yang memiliki ukuran 8x5.

## 3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa:

- 1) Studi literatur yang berkaitan dengan sensor, ADC, Mikrokontroler dan LCD.
- 2) Merancang sistem *hardware*.
- 3) Merancang *software*.
- 4) Melakukan pengujian dan. pengamatan
- 5) Membaca hasil pengujian dan pengamatan.
- 6) Menganalisa hasil pengujian dan pengamatan.

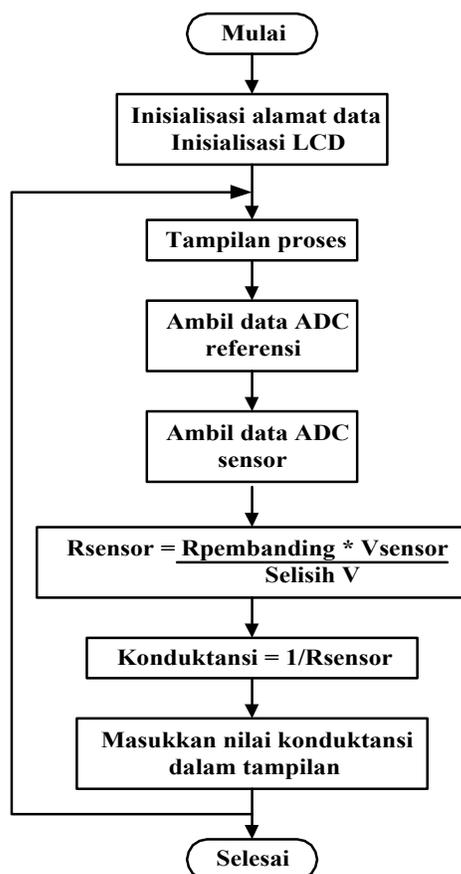
Diagram blok sistem secara keseluruhan, dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Diagram blok sistem

Pengatur tegangan memberikan tegangan referensi kepada sensor. Tegangan referensi dan tegangan sensor diubah oleh ADC, hasil perubahan akan diolah oleh program mikrokontroler, kemudian hasil pengolahan ditampilkan oleh penampil (LCD).

Bahasa pemrograman mikrokontroler AT89C51 yang dipakai adalah bahasa *Assembler*. Program dibuat berdasarkan alur sistem pada gambar 9. Penulisan program dan pengubahan kedalam bentuk *heksa* dilakukan dengan software *microvision* versi 1.23, penulisan program ke PEROM mikrokontroler dilakukan dengan perangkat *Easy Downloader* versi 2.2 melalui software EZ 3.1.



Gambar 9. Alur proses sistem

Program dirancang untuk selalu dalam keadaan mengukur. Secara garis besar, program terdiri atas dua bagian. Bagian penetapan alamat awal RAM, alamat baku untuk alamat *reset* serta penetapan alamat awal program. Pada bagian ini juga, dilakukan inisialisasi LCD dan pemberian tampilan proses awal. Bagian selanjutnya adalah sebuah *loop* yang bekerja melakukan pengambilan data dan memprosesnya, angka-angka hasil proses diubah dalam bentuk karakter untuk ditampilkan di LCD.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada dasarnya, proses utama dari sistem adalah pengukuran tegangan pada sensor. Kemudian melakukan konversi dari perbandingan tegangan pada sensor dengan tegangan referensi sebagai sebuah nilai resistansi. Untuk keperluan ini, sistem harus diuji dengan mengukur nilai suatu resistansi yang sudah diketahui nilainya. Dari hasil pengujian ini, dapat diketahui tingkat keakuratan pengukuran. Hasil pengukuran nilai resistansi dari alat pengukur konduktansi dengan nilai resistansi yang sebenarnya, beserta persentase faktor kesalahannya, ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran nilai resistansi

No	Nilai Resistor Sebenarnya (kΩ)	Nilai Resistor Pengujian (kΩ)	Persentase Kesalahan (%)
1.	10	10,041	0,41
2.	47	47,164	0.34
3.	330	334,177	1,3
4.	470	466,935	0,65

Persentase kesalahan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase Kesalahan} = \frac{\text{Nilai Pengujian} - \text{Nilai Sebenarnya}}{\text{Nilai Sebenarnya}} \times 100\%$$

Dari hasil pengukuran dengan alat, hasilnya tidak jauh berbeda dengan nilai tahanan yang terdapat pada komponennya. Persentase kesalahan maksimum dari pengukuran adalah 1,3%. Hal ini membuktikan bahwa rancangan alat ini bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Perbedaan hasil pengukuran ini disebabkan oleh faktor sensitifitas dari rangkaian dan cairan yang digunakan.

Setelah pengujian dengan nilai resistor yang tetap, kemudian peralatan diuji untuk mengukur resistansi cairan dan konduktansi cairan. Dari hasil pengujian nilai resistansinya, diperoleh besarnya nilai konduktansi dari setiap cairan dengan

menggunakan persamaan 1. Adapun hasil pengukuran nilai resistansi dan konduktansi, serta hasil perhitungan konduktansi dari setiap cairan yang diukur, dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran dan Penghitungan Nilai Konduktansi Cairan

No	Jenis Cairan	Resistansi (K $\Omega$ )	Konduktansi Yang Diukur (Mho)	Konduktansi Yang Dihitung (Mho)
1	Asam Sulfat	2,7	$3,7 \times 10^{-4}$	$3,704 \times 10^{-4}$
2	Alkohol	34,7	$2,87 \times 10^{-5}$	$2,881 \times 10^{-5}$
3	Spritus	7,66	$1,3 \times 10^{-4}$	$1,305 \times 10^{-4}$
4	Air batere	2,5	$4 \times 10^{-4}$	$4 \times 10^{-4}$

Berdasarkan tabel 2, terlihat bahwa nilai resistansi alkohol lebih tinggi dari nilai resistansi asam sulfat, spritus dan air batere, berarti nilai konduktansi alkohol lebih rendah dari asam sulfat, spritus dan air batere. Hal ini menunjukkan bahwa alkohol merupakan cairan yang mempunyai daya hantar listrik yang lebih tinggi dibanding asam sulfat, spritus dan air batere.

Di sisi lain, air batere mempunyai nilai resistansi yang lebih kecil dari asam sulfat, alkohol dan spritus, berarti nilai konduktansi air batere lebih besar dari asam sulfat, alkohol dan spritus. Hal ini menunjukkan bahwa air batere mempunyai daya hantar listrik lebih rendah dibanding asam sulfat, alkohol dan spritus.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa :

- 1) Persentase kesalahan maksimum dari pengukuran adalah 1,3%.
- 2) Nilai konduktansi dari alkohol ( $2,87 \times 10^{-5}$  Mho) lebih rendah dari nilai konduktansi asam sulfat, spritus dan air batere berarti alkohol merupakan cairan yang mempunyai daya hantar listrik yang lebih tinggi dibanding asam sulfat, spritus dan air batere.
- 3) Nilai konduktansi dari air batere ( $4 \times 10^{-4}$  Mho) lebih tinggi dari nilai konduktansi asam sulfat, alkohol dan spritus berarti air batere mempunyai daya hantar listrik lebih rendah dibanding asam sulfat, alkohol dan spritus.

## DAFTAR ACUAN

- [1] Andi N., Paulus, 2003, *Panduan Praktis Teknik Antar Muka dan Pemograman Mikrokontroler AT89C51*, Penerbit Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [2] Daryanto, 2000, *Pengetahuan Teknik Elektronika*, PT Bumi Aksara, Jakarta.
- [3] Depari, G, 1998, *Pokok-pokok Elektronika*, Penerbit M2s Anggota IKAPI, Bandung.
- [4] Joko, Hartono, 2000, *Piranti elektronika*, Bandung.
- [5] *Khoswanto, H., Pasila, F., Limaran, D., 2004, Wireless Data Logger with Microcontroller MCS-51*, Jurnal Teknik Elektro, Vol 4, No 1 (2004), Petra Christian University.
- [6] Laksono, H. D., Sonni, M. N., 2007, *Perancangan Dan Implementasi Relay Arus Lebih Sesaat Berbasis Microcontroller*, GEMATEK (Jurnal Teknik Komputer), Vol 9, No 2 (2007), Sekolah Tinggi Manajemen Informatika & Teknik Komputer, Surabaya.
- [7] Malvino, A, Santoso, J, 2003, *Prinsip-prinsip Elektronika Buku I*, Salemba Teknika, Jakarta.
- [8] Malvino, A. P, 1994, *Prinsip-Prinsip Elektronika Edisi Kedua*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [9] Margunandi, 1993, *Pengukuran Pengendalian dan Pengaturan dengan PC*, Penerbit Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [10] Petruzella, F. D, 1996, *Elektronika Industri*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [11] Putra, A. E., 2002, *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55*, Penerbit Gava Media, Yogyakarta.
- [12] *Rao, G. V., Rao, M. J., Premchand, P.,G.Veerewara Swamy,G. V., Yadav, O. A. K., 2008, Design and Development of a Network Based and Web Based System for Greenhouse Gas (GHG) Emission Monitoring*, IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.8 No.9, September 2008, <http://paper.ijcsns.org>, 30 September 2009.
- [13] Richard, B, 2003 , *Dasar Elektronika*, Penerbit Andi, Yogyakarta.