

Komputerisasi Alat Ukur V-R Meter untuk Karakterisasi Sensor Gas Terkalibrasi NI DAQ BNC-2110

Junaidi

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung, Indonesia
Jl. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145
Email: junaidi@unila.ac.id

Diterima 10 Desember 2012, direvisi 03 Januari 2013

Abstrak. Telah dikembangkan sebuah alat ukur dengan biaya rendah berbasis mikrokontroler untuk mengukur parameter secara optik dari sensor gas amonia berbasis polimer. Dalam penelitian ini, parameter secara optik ditampilkan dalam bentuk tegangan keluaran dari sebuah fotodiode dan hambatan sensor gas. Tujuan dalam penelitian ini adalah membuat alat ukur secara otomatis dan *real time* untuk mengkarakteristik sensor gas yang terkalibrasi dengan *National Instrument Data Acquisition* (NI DAQ) tipe BNC-2110. Hasil validasi menunjukkan bahwa tingkat akurasi dari alat ukur V-R meter sangat tinggi dengan ralat pengukuran sebesar -0,6%. Alat ukur V-R meter memiliki *range* pengukuran 0-4,96 volt untuk tegangan dan 0 – 20 Mohm untuk resistansi dengan toleransi/tingkat ketelitian $\pm 0,005$ volt. Alat ukur V-R meter yang dibuat dapat mengukur tegangan dan hambatan listrik dengan sangat baik seperti NI DAQ tipe BNC-2110.

Kata kunci: alat ukur, mikrokontroler, sensor gas, NI DAQ

PENDAHULUAN

Pengukuran merupakan suatu cara mendapatkan hasil atau data dalam sebuah penelitian. Pada proses pengukuran dibutuhkan pengetahuan meliputi masalah deteksi, pengolahan, pengaturan dan analisis data. Mengukur berarti membandingkan suatu nilai yang terukur dengan alat ukur lain yang telah terkalibrasi sebagai referensi (Morris, 2001).

Pembuatan alat ukur elektrometer arus listrik pada perangkat *Metal Oxide Semiconductor* (MOS) juga telah dikembangkan sebelumnya. Alat ukur elektrometer ini dibuat menggunakan LOG112 dan mikrokontroler C8051F006

yang dikalibrasi dengan Fluke tipe 5100B dan *software* elektrometer Keithley 617. Alat ukur ini mampu untuk mengukur arus listrik dengan rentang 100pA – 3.5 mA dengan arus referensi 1 nA dan tegangan keluaran pada LOG AMP dengan *range* - 0.5 - 3.27 V (Khairurrijal dkk., 2007).

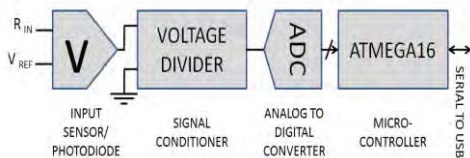
Dalam penelitian ini, akan dibuat sebuah alat ukur tegangan dan hambatan yang terkomputerisasi secara otomatis dan *real time* menggunakan mikrokontroler. Hasil pengukuran oleh alat ukur kemudian dikalibrasi menggunakan piranti standar yang menjadi rujukan, yaitu *National Instrument Data Acquisition* (NI DAQ) dan Lab View 8. Kelebihan piranti ini adalah proses pencatatan data yang otomatis dan terkomputerisasi. Piranti ini juga memiliki tingkat ketelitian yang sangat tinggi. Kekurangan dari piranti ini adalah selain harganya yang relatif mahal,

*Corresponding author:
E-mail: junaidi@unila.ac.id

juga dibutuhkan *user* yang berpengalaman. Secara lebih spesifik lagi, unsur kebaruan dari penelitian ini akan terletak pada pembuatan alat ukur untuk karakterisasi sensor gas yang terintegrasi secara langsung menggunakan mikrokontroler dan antar muka komputer sebagai sistem akuisisi data secara *real time*.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian komputerisasi alat ukur V-R meter ini menggunakan NI DAQ BNC 2110 dan Lab View 8 ditunjukkan pada **Gambar 1**.

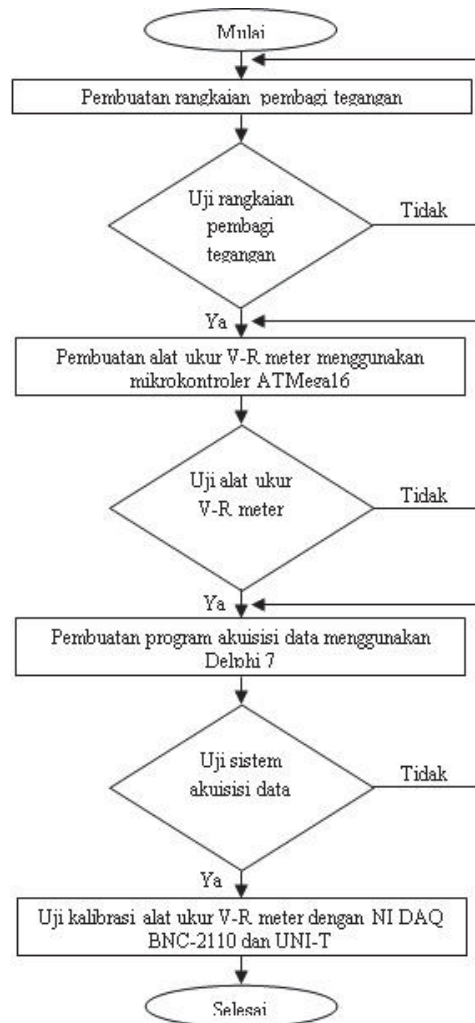


Gambar 1 Desain penelitian

Hasil pengukuran dari alat ukur V-R meter diproses oleh mikrokontroler ATmega16 yang berfungsi sebagai sistem konversi dan akuisisi data. Hasil pengukuran ini kemudian diverifikasi dengan NI DAQ tipe BNC-2110 dan multimeter UNI-T. Hasil pengukuran alat ukur V-R meter ini juga ditampilkan dalam bentuk LCD berukuran 16 karakter x 2 baris dan dikirim secara serial ke komputer.

Prosedur pelaksanaan penelitian ini mengikuti diagram alir (*flowchart*) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.

Gambar 2 menunjukkan tahapan pembuatan sistem otomatis alat ukur V-R meter diawali dengan pembuatan rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian pembagi tegangan ini diuji hingga diperoleh hasil pengukuran yang optimum, yaitu suatu keadaan dengan keluaran yang terbaik. Selanjutnya



Gambar 2 Prosedur penelitian

pembuatan sistem akuisisi data (SAD) pengukuran dengan menggunakan mikrokontroler ATmega16. Pembuatan sistem akuisisi data dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman BASCOM-AVR versi 1.11.9.8. dan Borland Delphi 7.0.

Pengujian sistem akuisisi data dilakukan dengan cara menghubungkan sistem minimum mikrokontroler AVR ATmega16 dengan komputer melalui Port USB. Uji sistem akuisisi data dilakukan sampai sistem minimum ATmega16 dapat mengirim dan menerima data ke komputer. Langkah selanjutnya adalah penggabungan alat ukur karakterisasi secara optik sensor gas amonia. Pada proses ini, semua bagian di *cassing*

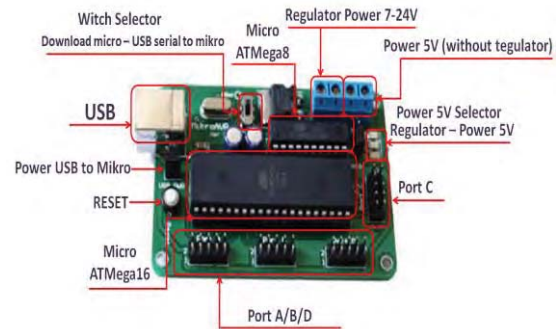
menggunakan *box* yang sesuai. Kemudian dilakukan pengujian alat ukur secara keseluruhan. Langkah terakhir dari proses pembuatan alat ukur ini adalah melakukan kalibrasi hasil pengukuran. Kalibrasi hasil pengukuran dilakukan dengan membandingkan data hasil pengukuran alat ukur V-R meter dengan piranti standar NI DAQ tipe BNC-2110 dan multimeter UNI-T sebagai acuan. Proses kalibrasi ini bertujuan untuk mendapatkan tingkat akurasi, presisi/ripitibilitas dan ralat dari alat ukur V-R meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

RANGKAIAN ALAT UKUR SENSOR GAS AMONIA

Pembuatan komputerisasi alat ukur V - R meter dalam penelitian ini menggunakan minimum sistem mikrokontroler tipe MA-16 AVR versi 2.0 buatan *Creative Vision*. Mikrokontroler ATmega16 berfungsi sebagai pemroses dan pengkonversi data tegangan dan hambatan dari sensor yang akan dikarakterisasi. Mikrokontroler AVR ATmega16 ini juga berfungsi sebagai sistem akuisisi data dengan komputer. **Gambar 3** adalah minimum sistem mikrokontroler AVR ATmega16.

Besaran sensor yang akan diukur kemudian dihubungkan ke pin ADC mikrokontroler. Pin ADC ini terletak pada Port A (Pin 33-40) mikrokontroler ATmega16. Sensor yang akan karakterisasi dirangkai dengan rangkaian pembagi tegangan yang dihubungkan ke pin 40 (ADC0) sebagai masukan sensor. Hasil pengukuran melalui ADC0 ini adalah tegangan dan hambatan sensor



Gambar 3 Minimum sistem mikrokontroler ATmega16

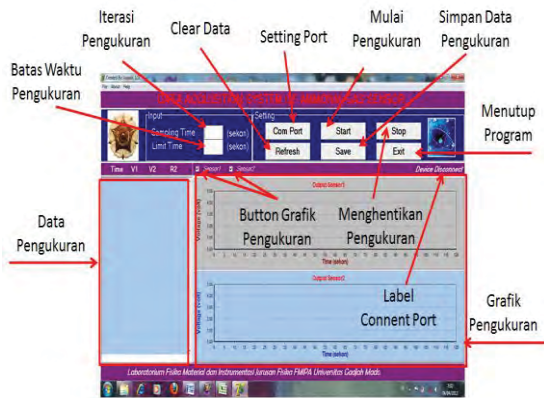
yang dapat menunjukkan respon sensor yang akan diuji.

PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK (SOFTWARE)

Mikrokontroler ATmega16 diprogram menggunakan bahasa pemrograman *BASCOM-AVR versi 1.11.9.8*. Data tegangan yang dikeluarkan dari fotodiode dan sensor gas TGS-826 dalam bentuk analog dengan rentang 0 – 5 volt. Data tegangan ini kemudian dikonversi menjadi data digital. Proses konversi data analog menjadi digital dilakukan sepenuhnya oleh ADC 10 bit dari mikrokontroler ATmega16 yang terdapat pada Port A7 - A0 (pin 33 - 40).

Data hasil pengukuran respon sensor yang akan diuji selain ditampilkan pada layar LCD juga tampilkan di komputer. Data hasil pengukuran ini dapat disimpan langsung dalam format .txt. Proses kirim dan terima data antara mikrokontroler dan komputer diset dengan bahasa pemrograman Delphi 7.0. Tampilan sistem akuisisi data pengukuran respon sensor gas amonia dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Junaidi : Komputersasi Alat Ukur V-R Meter untuk Karakterisasi Sensor Gas Terkalibrasi NI DAQ BNC-2110



Gambar 4 Tampilan hasil pengukuran secara real time

PENGUJIAN KARAKTERISTIK ALAT UKUR V-R METER

Akurasi Alat Ukur V-R Meter

Pengujian tingkat akurasi alat ukur V-R meter dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari alat ukur V-R meter dengan piranti standar seri NI DAQ tipe BNC-2110. Pengujian tingkat akurasi alat ukur V-R meter dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu menggunakan 1 baterai, 2 baterai dan 3 baterai ukuran A2 merk Alkaline. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari hasil pengukuran pada Tabel 1 di bawah dan dengan menggunakan persamaan (1), maka tingkat akurasi alat ukur V-R meter adalah 98,18% sampai 99,06% jika dikalibrasi dengan NI DAQ tipe BNC-2110 sebagai instrument ukur standar.

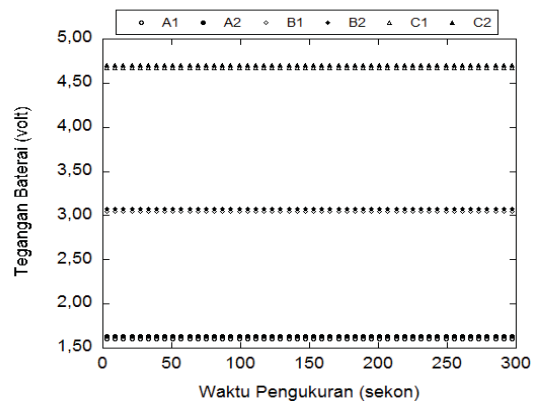
Hasil pengukuran tingkat akurasi alat ukur V-R meter dengan NI DAQ tipe BNC-2110 diperoleh tegangan terukur untuk 1 baterai, 2 baterai dan 3 baterai sebesar 1,60 volt, 3,05 volt dan 4,67 volt jika diukur dengan menggunakan alat ukur V-R meter. Jika diukur menggunakan NI DAQ BNC-2110 diperoleh hasil 1,63 volt, 3,08 volt dan 4,70 volt. Grafik hasil pengukuran tingkat

akurasi alat ukur V-R meter ditunjukkan pada Gambar 5.

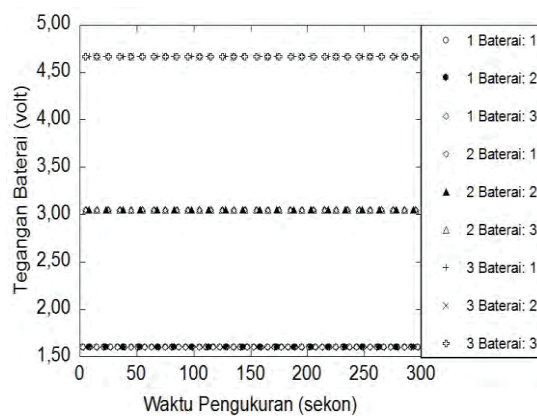
Presisi/Ripitibilitas Alat Ukur V-R Meter

Uji ketepatan (presisi) dan pengulangan (ripitibilitas) alat ukur V-R meter dilakukan sebanyak tiga kali dengan tiga variabel pengukuran yang berbeda. Pembacaan pengukuran dilakukan per detik selama 300 detik.

Hasil pembacaan pengukuran tingkat presisi/ripitibilitas alat ukur V-R Meter seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5 Pengujian Akurasi Alat Ukur V-R Meter dengan Instrument Ukur Standar NI DAQ tipe BNC-2110



Gambar 6 Pengujian presisi alat ukur V-R meter dengan instrument ukur standar NI DAQ tipe BNC-2110

Tabel 1 Hasil Uji Akurasi, Presisi dan Ripilitabilitas Alat Ukur V-R Meter Menggunakan NI DAQ tipe BNC-2110

Waktu (sekon)	Tegangan Keluaran (volt)					
	1 Baterai		2 Baterai		3 Baterai	
	V-R Meter	NI DAQ	V-R Meter	NI DAQ	V-R Meter	NI DAQ
1	1.60	1.63	3.05	3.08	4.67	4.70
2	1.60	1.63	3.05	3.08	4.67	4.70
3	1.60	1.63	3.05	3.08	4.67	4.70
4	1.60	1.63	3.05	3.08	4.67	4.70
5	1.60	1.63	3.05	3.08	4.67	4.70
.
.
.
300	1.60	1.63	3.05	3.08	4.67	4.70

Hasil pengukuran untuk satu baterai menunjukkan angka 1.60 volt. Pada pengukuran dua baterai dan tiga baterai diperoleh hasil pengukuran sebesar 3,05 volt dan 4,67 volt. Hasil pengukuran dari ketiga sumber ini juga menunjukkan nilai yang stabil dan tetap. Hasil pengujian tingkat ketidakpastian pengukuran sebesar diperoleh -0,6%. Hasil pengukuran juga menunjukkan tingkat presisi/ripitabilitas alat ukur sangat tinggi, yaitu 100%.

Range Pengukuran Alat Ukur V-R Meter

Alat ukur V-R meter memiliki nilai minimum pengukuran tegangan sebesar 0,00 volt dengan *interval* minimal 0,01 volt. Nilai maksimum pengukuran tegangannya bernilai 4,96 volt. Nilai maksimum ini diperoleh dari tegangan referensi yang masuk ke pin 30 mikrokontroler ATmega16 (*AVCC*). Jangkauan pengukuran dari alat ukur V-R Meter adalah 4,96 volt.

Nilai maksimum pengukuran resistensi dari alat ukur V-R meter ini adalah 20 Mohm. Nilai ini diperoleh dari besar hambatan beban dari rangkaian pembagi tegangan. Nilai minimum resistansi adalah nol. Range pengukuran untuk nilai

resistansi adalah 0 – 20 Mohm.

Toleransi/Tingkat Ketelitian dan Resolusi Alat Ukur V-R Meter

Alat ukur V-R Meter ini memiliki tingkat ketelitian ±0,005 volt. Nilai tingkat ketelitian ini diperoleh dari setengah nilai *interval* minimal alat ukur V-R Meter atau dari persamaan (5). Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa resolusi alat ukur V-R Meter adalah 0,005 volt. Nilai resolusi alat ukur ini sama dengan nilai toleransi alat. Alat ukur V-R Meter berbasis mikrokontroler ini dapat digunakan untuk pengukuran sampai dengan 3 digit di belakang koma.

Ralat/Error Alat Ukur V-R Meter

Alat ukur V-R Meter untuk karakterisasi sensor gas amonia berbasis mikrokontroler Atmega16 ini memiliki ralat pengukuran sebesar 0,03 volt jika dibandingkan dengan hasil pengukuran NI DAQ tipe BNC-2110. Dengan menggunakan persamaan tingkat ketidakpastian (*inaccuracy*) pengukuran alat ukur sangat rendah, yaitu -0,6%. Tanda negatif menunjukkan bahwa hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur

V-R Meter lebih rendah dibandingkan dengan NI DAQ tipe BNC-2110.

Hasil Pembacaan Pengukuran Alat Ukur V-R Meter

Dari besaran-besaran karakteristik alat ukur di atas, maka hasil pengukuran menggunakan alat ukur V-R Meter dapat dituliskan $V = (V_0 \pm 0,005)$ volt, dengan V adalah nilai hasil pengukuran yang sebenarnya, V_0 adalah nilai yang terukur oleh alat ukur dan $\pm 0,005$ menyatakan ralat pengukuran.

KESIMPULAN

Tingkat akurasi alat ukur V-R Meter diperoleh sebesar 98,16% - 99,36% dengan ralat pengukuran (*inaccuracy*) sebesar - 0,6%. Untuk tingkat presisi/repeatibilitas dan stabilitas alat ukur V-R Meter sangat baik, yaitu 100% dengan *range* pengukuran alat ukur V-R Meter adalah 0 – 4,96 volt dengan tingkat ketelitian sebesar $\pm 0,005$ volt.

DAFTAR PUSTAKA

Morris, A.S., (2001). *Measurement and Instrumentation Principles*. British Library Cataloguing in Publication Data. ISBN 0 7506 5081 8.

Khairurrijal, Abdullah, M., Suhendi, A., Munir, M.M., Surachman, A., (2007). A simple microcontroller-based current electrometer made from LOG112 and C8051F006 for measuring current in metal-oxide-semiconductor devices, *Measurement Science and Technology*. 18: 3019-3024.

Fraden, J., (1996). *Handbook Of Modern Sensors: Physics, Designs and applications, Second Edition*. Springer-Varlag New York Inc. ISBN 1-56396-538-0.

William D. C., (1994). *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran*. Erlangga: Jakarta.

Soebhakti, H., (2007), *Basic AVR Mikrokontroller Tutorial*, Electrical Engineering– Batam Polytechnic, Batam.

Anonim. (2011). *Datasheet Mikrokontroller ATmega16/ATmega16L*. www.atmel.com/atmel/acrobat/doc2466.pdf. diakses tanggal 20 Agustus 2012.