



**DESAIN ANALISIS INJEKSI *BATCH* UNTUK PENENTUAN
KONSENTRASI ETANOL MENGGUNAKAN SENSOR
SEMIKONDUKTOR OKSIDA LOGAM**

SKRIPSI

Oleh

**RIZQAN AHMAD
NIM 091810301027**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2016



**DESAIN ANALISIS INJEKSI *BATCH* UNTUK PENENTUAN
KONSENTRASI ETANOL MENGGUNAKAN SENSOR
SEMIKONDUKTOR OKSIDA LOGAM**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**RIZQAN AHMAD
NIM 091810301027**

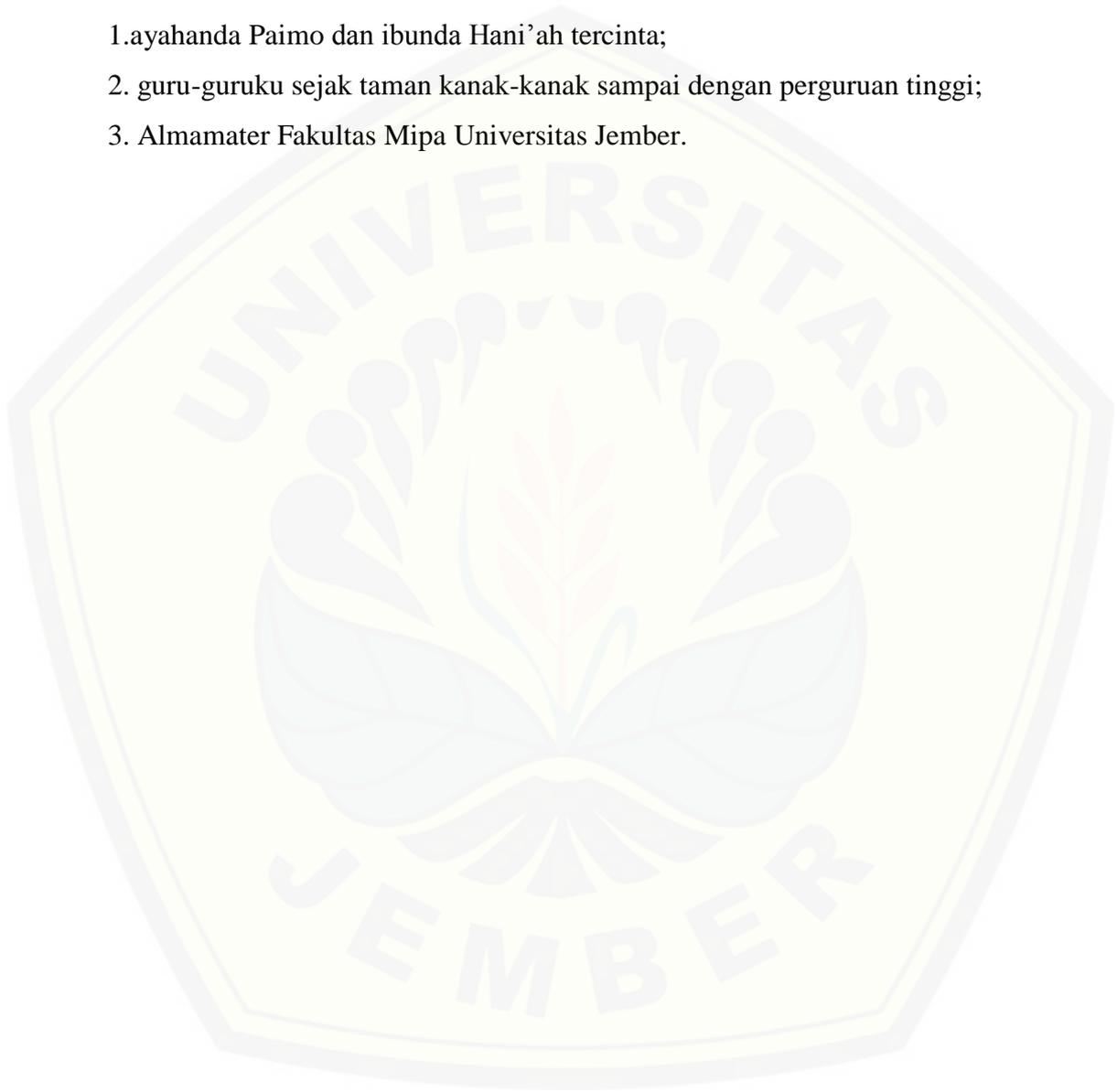
**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2016

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. ayahanda Paimo dan ibunda Hani'ah tercinta;
2. guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Mipa Universitas Jember.



MOTO

Dan sungguh Kami benar-benar akan menguji kalian, sehingga Kami mengetahui orang-orang yang bersungguh-sungguh dalam agama Allah dan orang-orang yang bersabar di antara kalian.
(Terjemahan surat Muhammad ayat 31)^{*)}

Kita yang menjalani hidup dengan mengalir seperti air lupa bahwa air hanya mengalir ke tempat yang lebih rendah.^{**)}



^{*)} Departemen Agama RI. 2012. Al Qur'an Per Kata, Tajwid berwarna Robbani. Jakarta: PT. Surya Prisma Sinergi.

^{**)} Salim A. Fillah. 2008. Jalan Cinta Para Pejuang. Yogyakarta: Pro-U Media

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Rizqan Ahmad

NIM : 091810301027

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Desain Analisis Injeksi *Batch* untuk Penentuan Konsentrasi Etanol Menggunakan Sensor Semikonduktor Oksida Logam" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

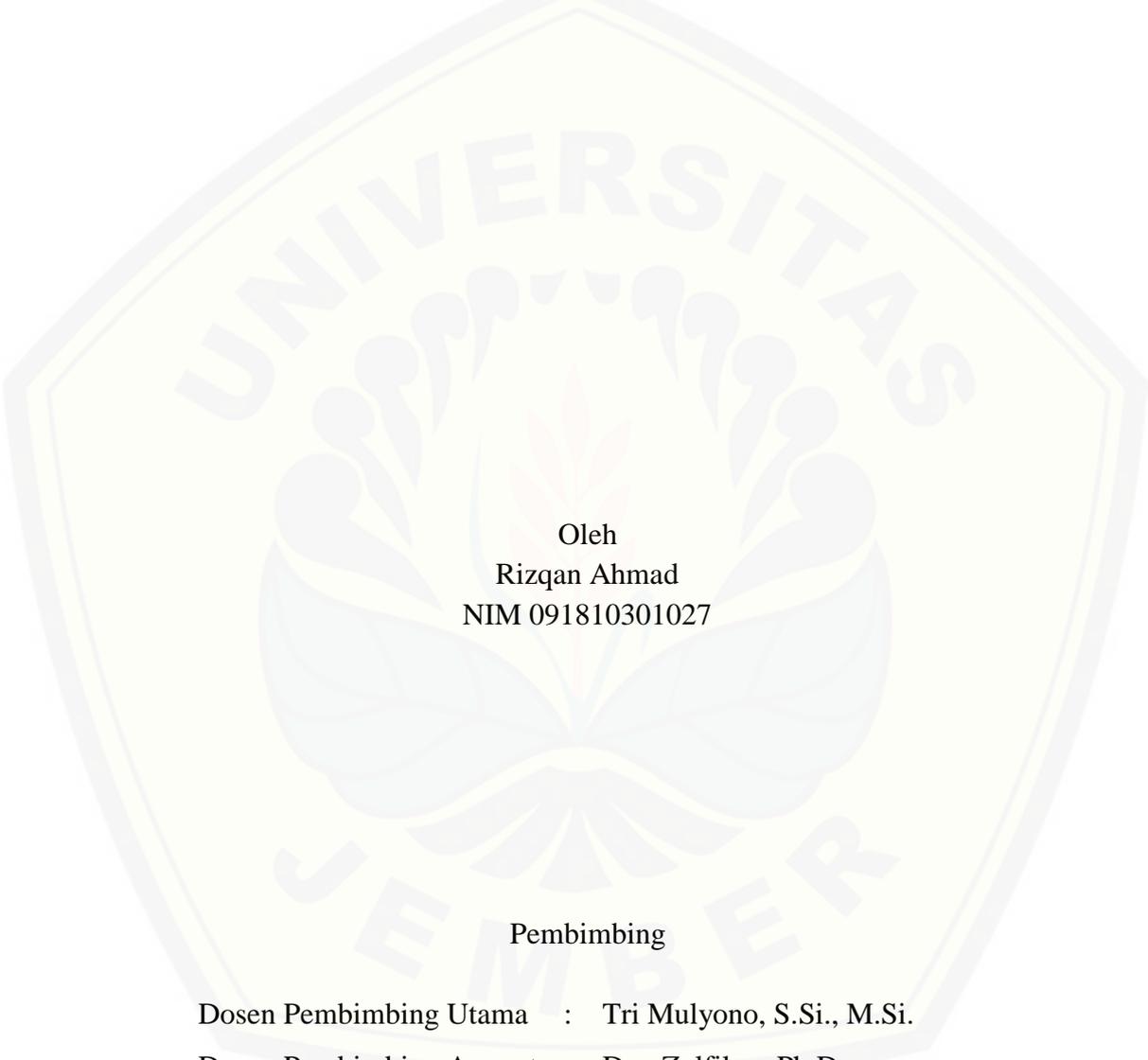
Jember, 15 September 2016
Yang menyatakan,



Rizqan Ahmad
NIM 091810301027

SKRIPSI

**DESAIN ANALISIS INJEKSI *BATCH* UNTUK PENENTUAN
KONSENTRASI ETANOL MENGGUNAKAN SENSOR
SEMIKONDUKTOR OKSIDA LOGAM**



Oleh
Rizqan Ahmad
NIM 091810301027

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Tri Mulyono, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Zulfikar, Ph.D

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Desain Analisis Injeksi *Banji* untuk Penentuan Konsentrasi Etanol Menggunakan Sensor Semikonduktor Oksida Logam" telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

hari, tanggal : RABU 23 NOV 2016
tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua (DPU),



Tri Mulyono, S.Si., M.Si.
NIP. 196810201998021002

Sekretaris (DPA),



Drs. Zulfikar, Ph.D
NIP. 196310121987021001

Penguji I,



Dr. Bambang Filuharto, S.Si., M.Si
NIP. 197107031997021001

Penguji II,



Drs. Siswoyo, M.Sc., Ph.D
NIP. 196605291993031003

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember



Drs. Sujito, Ph.D

NIP. 196102041987111001

RINGKASAN

Desain Analisis Injeksi *Batch* untuk Penentuan Konsentrasi Etanol Menggunakan Sensor Semikonduktor Oksida Logam; Rizqan Ahmad, 091810301027; 2016: 38 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Produk-produk etanol atau lebih dikenal dengan nama pasar alhokol saat ini mudah sekali ditemukan di pasaran dengan berbagai jenis, penggunaan, dan merek. Adanya berbagai macam produk yang mengandung etanol tersebut, maka perlu adanya kontrol dari masyarakat apabila ada produk yang dikhawatirkan mengandung etanol atau kadar/konsentrasi etanolnya melebihi kadar yang tertera.

Dalam perkembangannya, ada beberapa cara untuk mengukur kadar/konsentrasi etanol diantaranya yaitu analisis menggunakan *Gas Chromatography* (GC) yang dapat mengukur kadar etanol dengan cepat tetapi peralatannya cukup mahal dan hanya bisa dilakukan di laboratorium tertentu. Analisis etanol selanjutnya dapat dilakukan menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), metode berat jenis menggunakan piknometer dan metode menggunakan hidrometer alkohol dengan biaya lebih rendah, namun membutuhkan waktu lebih lama daripada menggunakan GC.

Dari beberapa macam analisa etanol tersebut, masih belum didapatkan metode analisa etanol yang cepat, murah, dan mudah dilakukan. Berdasarkan permasalahan ini, desain analisis *Batch Injection Analysis* (BIA) untuk penentuan konsentrasi etanol menggunakan sensor semikonduktor oksida logam ini dapat menentukan konsentrasi etanol sampel dalam waktu yang relatif singkat dan hasil yang mendekati akurat.

Desain sistem BIA ini terdiri dari pompa *syringe* yang berfungsi sebagai pengalir etanol ke dalam *batch*, sedangkan pompa *stepper* digunakan untuk mengalirkan air yang berfungsi sebagai pelarut etanol atau sampel dari penampung air ke dalam *batch*. Sensor suhu berfungsi sebagai pengukur suhu larutan di dalam *batch*, sedangkan pengaduk berfungsi sebagai pengaduk larutan agar menjadi

homogen. Mula-mula pelarut dan etanol/sampel dialirkan ke dalam *batch* berturut-turut menggunakan pompa *syringe* dan *stepper*, lalu pengaduk akan bekerja secara otomatis untuk menghomogenkan larutan. Saat pengaduk aktif, maka sensor suhu juga aktif untuk mengukur suhu didalam *batch*. Ketika suhu di dalam *batch* sesuai yang diinginkan, maka secara otomatis sensor etanol mendeteksi uap etanol di dalam *batch* untuk mengukur kadar etanolnya.

Data *output* yang terukur oleh sensor disimpan dan diolah oleh komputer. Semua komponen yang terdapat di dalam sistem BIA terhubung oleh komputer melalui alat yang bernama arduino. Arduino berfungsi sebagai mikrokontroler sebagai penghubung alat dalam sistem BIA ini agar bisa dikontrol oleh komputer. *Relay* sendiri berfungsi sebagai saklar.

Berdasarkan penelitian didapatkan karakteristik pengukuran: Karakteristik pengukuran: Limit deteksi diperoleh 0,031%, Sensitifitas didapatkan 0,6732 log ohm/dekade. Presisi diperoleh dengan nilai Kv rata-rata 3,335%. Hasil pengujian sampel yang berupa sampel bir bintang dan anggur kolesom memberikan nilai akurasi berturut-turut sebesar 91,063% dan 117%.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Desain Analisis Injeksi *Batch* untuk Penentuan Konsentrasi Etanol Menggunakan Sensor Semikonduktor Oksida Logan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Sujito, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si., selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Tri Mulyono, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Zulfikar, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji I dan Drs. Siswoyo, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktunya guna menguji, serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. Novita Andarini, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
6. rekan – rekan: Hasan, Hisyam, Yusril, Huda, Rega, Aniesa, Ida, Desi, Iib, Lita,, Syarifa, lutfi septi serta teman – teman 2009 dan teman-teman laboratorium kimia fisik tanpa terkecuali yang telah menemani, membantu, berbagi ilmu, serta memberikan semangat dan motivasi;
7. Ustad Adil, Ibnu, Mujahid, Yusuf, Oni dan keluarga besar Masjid Nurul Hikmah tanpa terkecuali yang telah menemani, membantu, serta memberikan semangat dan motivasi;
8. staff laboratorium Kimia Fisik;
9. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan.

Jember, 15 September 2016

Penulis



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTO | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PEMBIMBING | v |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| RINGKASAN/SUMMARY | vii |
| PRAKATA | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR PERSAMAAN | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| | |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 2 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 BIA (<i>Batch Injection Analysis</i>) | 4 |
| 2.1.1 CFA (<i>Continuous Flow Analysis</i>) | 5 |
| 2.1.2 FIA (<i>Flow Injection Analysis</i>) | 6 |
| 2.1.3 SIA (<i>Sequential Injection Analysis</i>) | 6 |
| 2.1.4 <i>Multicommutation in Flow Injection Analysis</i> | 6 |
| 2.1.5 <i>Stopped Flow</i> | 7 |
| 2.1.6 BFA (<i>Batch Flow Injection Analysis</i>) | 7 |
| 2.2 Alkohol | 7 |
| 2.3 Sensor Alkohol | 10 |
| 2.4 Software LabVIEW | 13 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | 14 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 14 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 14 |
| 3.2.1 Alat | 14 |
| 3.2.2 Bahan | 14 |
| 3.3 Diagram Alir Penelitian | 15 |
| 3.4 Prosedur Penelitian | 15 |
| 3.4.1 Sampel EtanoL | 16 |
| 3.4.2 Desain Alat | 16 |
| 3.4.3 Penentuan Laju Alir | 18 |
| 3.4.3.1 Penentuan Laju Alir Pompa <i>Syringe</i> | 18 |
| 3.4.3.2 Penentuan Laju Alir Pompa <i>Stepper</i> | 18 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4.4 Optimasi Suhu dalam Sistem BIA..... | 19 |
| 3.4.5 Pembuatan Kurva Kalibrasi | 19 |
| 3.4.6 Pembuatan Progam | 19 |
| 3.4.7 Analisa Sampel | 20 |
| 3.5 Karakteristik Pengukuran..... | 20 |
| 3.5.1 <i>Working Range</i> | 20 |
| 3.5.2 Limit Deteksi | 20 |
| 3.5.3 Sensitifitas | 21 |
| 3.5.4 Reprodubilitas..... | 21 |
| 3.5.5 Akurasi..... | 21 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 23 |
| 4.1 Desain Sistem BIA | 23 |
| 4.2 Penentuan Laju Alir Pompa <i>Syringe</i> | 25 |
| 4.3 Penentuan Laju Alir Pompa <i>Stepper</i> | 26 |
| 4.4 Kurva Kalibrasi | 28 |
| 4.5 Optimasi suhu dalam Sistem BIA | 29 |
| 4.6 Karakteristik Pengukuran..... | 31 |
| 4.6.1 <i>Working Range</i> | 31 |
| 4.6.2 Limit Deteksi | 31 |
| 4.6.3 Sensitifitas | 32 |
| 4.6.4 Presisi..... | 32 |
| 4.6.5 Akurasi..... | 33 |
| 4.7 Analisa Sampel Etanol | 33 |
| BAB 5. PENUTUP..... | 35 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 35 |
| 5.2 Saran | 35 |
| DAFTAR PUSTAKA | 36 |
| LAMPIRAN..... | 39 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Sifat-sifat fisika etanol | 8 |
| 2.2 Sifat-sifat fisik beberapa alkohol dan fenol | 8 |
| 4.1 Perbandingan nilai Kv (%) pompa peristaltik dengan pompa <i>stepper</i> | 27 |
| 4.2 Nilai korelasi (r) pengukuran etanol pada berbagai variasi suhu | 30 |
| 4.3 Hasil perhitungan presisi..... | 32 |
| 4.4 Hasil perhitungan sampel..... | 34 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Proses <i>Batch</i> | 5 |
| 2.2 Struktur molekul alkohol primer, sekunder, dan tersier..... | 8 |
| 2.3 Ikatan hidrogen molekul alkohol | 8 |
| 2.4 Pembentukan tegangan <i>barrier</i> saat tanpa gas pereduktif (a) dan pengurangan tegangan <i>barrier</i> saat adanya gas pereduktif..... | 11 |
| 2.5 Konfigurasi sensor MQ-3..... | 12 |
| 2.6 Rangkaian dasar sensor gas..... | 12 |
| 3.1 Skema sistem BIA..... | 17 |
| 4.1 Desain sistem BIA..... | 24 |
| 4.2 Hubungan antara volume alir pada pompa <i>syringe</i> terhadap jumlah iterasi program..... | 25 |
| 4.3 Hubungan antara volume alir pada pompa <i>stepper</i> terhadap jumlah iterasi program..... | 26 |
| 4.4 Hubungan antara nilai tahanan sensor etanol terhadap konsentrasi.... | 28 |
| 4.5 Respon <i>output</i> sensor terhadap waktu pada berbagai konsentrasi | 29 |
| 4.6 Hasil pengukuran etanol pada berbagai variasi suhu | 30 |
| 4.7 Grafik kurva kalibrasi antara konsentrasi etanol dengan tahanan sensor | 31 |

DAFTAR PERSAMAAN

| | Halaman |
|--|---------|
| 1. Persamaan <i>power law</i> | 11 |
| 2. Persamaan hubungan antara R_s dan V_{out} | 13 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| A. Penentuan Laju Alir Pompa | 39 |
| A.1 Laju alir pompa <i>syringe</i> | 39 |
| A.2 Laju alir pompa <i>stepper</i> | 40 |
| A.2 Laju alir pompa peristaltik..... | 41 |
| B. Perhitungan Dan Prosedur Pembuatan Larutan Standar | |
| Etanol | 41 |
| B.1 Pembuatan larutan standar etanol | 42 |
| B.2 Pembuatan larutan pelarut 100 mL | 42 |
| C. Optimasi Suhu | 43 |
| C.1 Suhu 28°C | 43 |
| C.2 Suhu 40°C | 44 |
| C.3 Suhu 50°C | 45 |
| C.4 Suhu 60°C | 46 |
| D. Data Kurva Kalibrasi Etanol | 47 |
| D.1 Data V_{out} | 47 |
| D.2 Data hasil ukur alat | 49 |
| E. Perhitungan Limit Deteksi | 50 |
| F. Nilai Sensitifitas | 51 |
| G. Perhitungan Presisi | 52 |
| G.1 Hasil perhitungan Presisi Etanol | 52 |
| G.2 Hasil perhitungan Presisi Pompa Peristaltik dan Pompa <i>Stepper</i> | 53 |
| H. Perhitungan Akurasi | 54 |
| H.1 Sampel Bir Bintang | 54 |
| H.2 Sampel Anggur Kolesom | 54 |
| I. Analisa Sampel Etanol | 55 |
| I.1 Sampel Bir Bintang..... | 55 |
| I.2 Sampel Anggur Kolesom..... | 55 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produk-produk etanol atau lebih dikenal dengan nama pasar alkohol saat ini mudah sekali ditemukan di pasaran dengan berbagai jenis, penggunaan, dan merek. Adanya berbagai macam produk yang mengandung alkohol tersebut, maka perlu adanya kontrol dari masyarakat apabila ada produk yang dicurigai mengandung alkohol atau kadar alkoholnya melebihi kadar yang tertera.

Dalam perkembangannya, ada beberapa cara untuk mengukur kadar/konsentrasi etanol diantaranya yaitu analisis menggunakan *Gas Chromatography* (GC) yang dapat mengukur kadar etanol dengan cepat tetapi peralatannya cukup mahal dan hanya bisa dilakukan di laboratorium tertentu. Analisis etanol selanjutnya dapat dilakukan menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), metode berat jenis menggunakan piknometer dan metode menggunakan hidrometer alkohol dengan biaya lebih rendah, namun membutuhkan waktu lebih lama daripada menggunakan GC (Satria, 2013).

Dari beberapa macam analisa etanol tersebut, masih belum didapatkan metode analisa etanol yang cepat, murah, dan mudah dilakukan. Berdasarkan permasalahan ini, desain analisis *Batch Injection Analysis* (BIA) untuk penentuan kadar etanol menggunakan sensor semikonduktor oksida logam ini dapat menentukan kadar etanol sampel dalam waktu yang relatif singkat dan hasil yang mendekati akurat.

Perkembangan ilmu pengetahuan di bidang analisis menyebabkan munculnya teknik analisa baru yang cepat dan akurat. Teknik analisa yang dikembangkan antara lain adalah analisa sistem alir. *Flow Injection Analysis* (FIA) merupakan suatu metode analisis kimia dengan cara menyuntikkan sejumlah volume ke dalam suatu aliran pembawa yang kemudian dialirkan ke suatu detektor yang sensitif terhadap analit.

Batch Injection Analysis adalah gabungan antara *Flow injection Analysis* dan *Batch*. Berbeda dengan FIA, BIA tidak memakai sistem aliran dalam

analisisnya. Pemisahan aliran/*Batch* dalam BIA terjadi pada sampel yang akan di masuk ke dalam detektor (Trojanowicz, 2008).

Analisis injeksi Batch (BIA) adalah teknik non-aliran baru yang melibatkan injeksi sampel mikroliter menuju detektor dimana sebelumnya terdapat larutan sampel. Sama halnya dengan pengukuran injeksi secara alir, analisis injeksi batch (BIA) menawarkan kecepatan tinggi, reproduktifitas dan mudah digunakan (Wang, 2006).

Berdasarkan hal tersebut, peneliti menggunakan sensor semikonduktor metal oksida yaitu sensor sensor MQ3 untuk mendeteksi konsentrasi etanol yang dirangkai dengan sistem BIA (*Batch Injection Analysis*) untuk mendapatkan analisa konsentrasi etanol yang cepat, murah, dan mudah..

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji berdasarkan latar belakang yaitu:

1. Bagaimana merancang sistem *Batch Injection Analysis* (BIA) menggunakan detektor semikonduktor oksida logam?
2. Bagaimanakah suhu mempengaruhi hasil analisa alkohol dengan BIA menggunakan detektor semikonduktor oksida logam?
3. Bagaimana karakteristik pengukuran BIA menggunakan detektor semikonduktor oksida logam yang meliputi *working range*, limit deteksi, sensitifitas, presisi, dan akurasi?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Dapat menghasilkan model analisa alkohol dengan *Batch Injection Analysis* menggunakan elektroda semikonduktor oksida logam.
2. Mengetahui diterapkan efek temperatur terhadap hasil analisa alkohol dengan sistem *Batch Injection Analysis*.

3. Mengetahui bagaimana karakteristik pengukuran BIA menggunakan detektor semikonduktor oksida logam yang meliputi daerah linier, akurasi, presisi, dan reproduibilitas.

1.4 Tujuan

Adapun batasan masalah dari penelitian ini, yaitu:

1. Sampel alkohol yang digunakan dalam penelitian yaitu alkohol yang ada di pasaran
2. Detektor semikonduktor oksida logam yang digunakan adalah sensor MQ-3.

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini yaitu:

1. Mendapatkan analisa alternatif untuk menentukan kadar/konsentrasi alkohol
2. Didapatkan analisa alkohol secara sederhana dan cepat

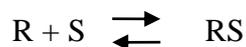
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

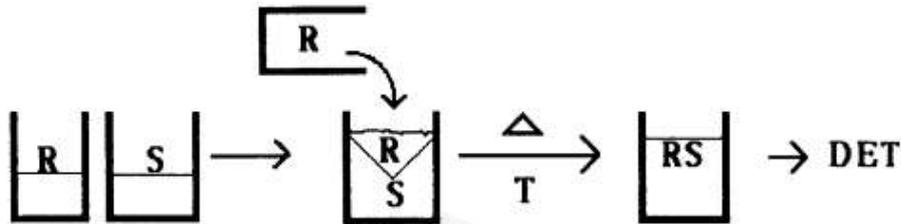
2.1 *Batch Injection Analysis (BIA)*

Awal dari pengembangan sistem *Batch Injection Analysis (BIA)* dengan sistem injeksi menggunakan detektor dipelajari pada tahun 1976 yang ditulis dalam sebuah makalah yang berusaha mengembangkan metodologi sederhana untuk menganalisis sampel dengan volume *micro*. Pentingnya analisis dengan volume yang *micro* ini muncul selama tahun 1980 dan dikembangkan secara signifikan pada tahun 1990-an. Analisis injeksi *Batch* pertama dijelaskan oleh Wang dan Taha pada tahun 1991 dan mereka juga yang menciptakan istilah ini. Mereka membahas analisis *batch* dengan volume *micro* dan juga membahas analisis *Batch* dengan volume besar tanpa mempengaruhi deteksi. Sejak itu banyak makalah tentang BIA telah diterbitkan yang sebagian besar menggunakan voltametri atau potensiometri sebagai metode deteksi (Trojanowicz, 2008).

Analisis injeksi *Batch* adalah gabungan antara analisis injeksi alir dan *batch*. Tujuan umum dari BIA seperti pada sistem analisis alir lain yaitu untuk memberikan analisis data dengan cepat (Brett, 2001). Tujuan khusus analisis ini adalah untuk meningkatkan kesederhanaan dalam percobaan yang dilakukan, menghilangkan proses secara manual, dan menghilangkan aliran pembawa. Untuk alasan itu, teknik ini juga disebut sebagai analisis injeksi tanpa aliran. Sampel yang diinjeksikan dalam larutan yang direndam dalam batch langsung di deteksi oleh detektor. Kelemahannya adalah reaksi kimia tidak dapat dilakukan sebelum dideteksi oleh detektor (Trojanowicz, 2005).

Metode *Batch* dirancang untuk memaksimalkan presisi dan akurasi. Gambar 2.1 menggambarkan proses *batch*.



Gambar 2.1 Proses *Batch*

Gambar 2.1 menunjukkan sejumlah sampel (S) yang diketahui dan reagen (R) dimasukkan bersama ke dalam suatu *beaker glass*. Adukan tidak mempengaruhi reproduibilitas, namun pembentukan kesetimbangan kimia dipengaruhi oleh pencampuran dan tingkat kinetika kimia. Pencampuran sampel dan reagen terjadi melalui proses konveksi dan difusi. Konveksi terjadi saat R dan S dicampur dengan pengadukan. Dengan kata lain, prosedur ini dimasukkan pada sistem dan besarnya dapat dengan mudah dikendalikan. Difusi adalah sebuah proses yang melekat di mana analisis biasanya kurang bisa untuk mengontrolnya. Pembentukan kesetimbangan dalam metode *batch* sangat tergantung pada kecepatan pengadukan. Oleh karena itu, sinyal dihasilkan oleh kompleks RS pada waktu tertentu tergantung pada tingkat pencampuran (Karlberg and pacey, 1989).

Flow injection Analysis (FIA) merupakan pengembangan otomatisasi dalam analisis kimia dan sebagai evolusi dari *Continuous Flow Analysis* (CFA) yang telah merevolusi dalam analisis kimia. FIA merupakan metode analisis berdasarkan injeksi sampel (mengandung analit atau produk reaksinya) ke dalam aliran pembawa kemudian membawanya melalui bahan kimia menuju detektor (Trojanowicz, 2008). Sistem analisis alir dapat diklasifikasikan menjadi:

2.1.1 *Continuous Flow Analysis* (CFA)

CFA diperkenalkan oleh Skeggs berdasarkan fakta bahwa sampel dan reaktan bereaksi saat melalui pipa yang selanjutnya menuju detektor. Gelembung udara memisahkan bagian-bagian dari cairan untuk mengurangi dispersi sampel dan

interaksi antara sampel (*carry over*) yang pada akhirnya mendukung pencampuran dan meningkatkan frekuensi analisis (Gotto, 1983).

2.1.2. *Flow Injection Analysis (FIA)*

Pada tahun 1975 Ruzicka dan Hansen memperkenalkan FIA sebagai analisis alir secara terus menerus dimana adanya gelembung tidak perlu dikhawatirkan terbawa. Analisis pada CFA harus dilakukan setelah reaksi selesai (setelah keseimbangan telah tercapai), sementara di FIA kondisi ini tidak perlu. Keseimbangan pada sistem CFA biasanya dicapai dan dengan demikian sensitivitasnya sama seperti teknik *batch* (Ruzicka, 1975).

2.1.3. *Sequential Injection Analysis (SIA)*

SIA muncul sebagai respon terhadap dua masalah penting yang ditemukan pada FIA yaitu meningkatnya kompleksitas pipa bercabang yang digunakan. Masalah yang pertama adalah konsekuensi dari penambahan langkah-langkah untuk sistem tertentu sehingga menimbulkan banyak saluran yang bekerja yang menyebabkan konsumsi reagen yang lebih tinggi sehingga menyulitkan sistem. Masalah yang kedua yaitu membutuhkan sistem yang kuat, handal, dan stabil dalam jangka panjang dan yang bisa melanjutkan proses secara otomatis dengan konsumsi reagen rendah. FIA menjadi sistem alir terus menerus yang menyajikan beberapa kelemahan seperti konsumsi tinggi sampel dan reagen; kebutuhan untuk pengawasan pompa peristaltik secara konstan; seringnya kalibrasi ulang dan penyesuaian sistem manual. Fakta-fakta ini tidak begitu masalah pada skala laboratorium, tetapi menjadi masalah besar ketika berhadapan dalam skala industri (Lenehan, 2002).

2.1.4. *Multicommutation in Flow Injection Analysis*

Multicommutation in Flow Injection Analysis muncul sebagai modifikasi FIA yang diarahkan untuk meningkatkan fleksibilitas sistem aliran, mengurangi konsumsi reagen, meningkatkan pencampuran dan memfasilitasi otomatisasi. Konsep ini pertama disebutkan pada 1980-an, tetapi secara resmi hanya diperkenalkan pada tahun 1994. Sejak itu banyak makalah telah menunjukkan potensinya. Salah satu keuntungan utama dari teknik ini terletak pada pemanfaatan injeksi sampel secara berturut-turut dan volume pada setiap bagian yang mudah dipilih (Rocha, 2002).

2.1.5 *Stopped Flow*

Di antara teknik-teknik modern yang berasal dari FIA, tampaknya aliran yang berhenti merupakan teknik yang paling mudah untuk diterapkan dan paling serbaguna. Dalam teknik ini, sampel disuntikkan seperti di FIA konvensional tapi aliran dihentikan ketika sampel dan reagen akan mencapai detektor. Dispersi fisik diminimalkan sebagai gantinya kekuatan pendorongnya adalah difusi saja. Hasil dari reaksi kimia meningkatkan sensitivitas karena waktu reaksi yang lebih lama dan dispersi rendah dari produk. Dengan demikian, konsumsi reagen dan produksi limbah berkurang. Dengan adanya pengendalian pemberhentian, penentuan konsentrasi pada panjang gelombang yang berbeda dapat dilakukan. Sistem ini memiliki kelemahan yaitu memerlukan pengontrolan waktu yang sangat detail agar tidak mempengaruhi presisi (Trojanowicz, 2008).

2.1.6 *Batch Flow Injection Analysis (BFA)*

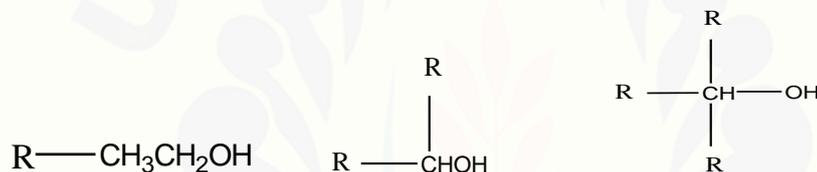
Analisis injeksi *batch* alir diusulkan oleh Honorato dkk sebagai cara alternatif untuk melakukan titrasi dalam sistem aliran. *Sampling* dan pemrosesan sinyal dilakukan seperti biasa pada sistem aliran, sedangkan reaksi kimia terjadi dalam tempat reaksi yang sama dengan yang dilakukan dalam sistem *batch*. Pendekatan ini menggabungkan keuntungan sistem alir dengan sistem *batch* seperti

proses sampling dengan akurasi tinggi, konsumsi sampel dan reagen yang rendah, biaya rendah, kemudahan otomatisasi serta berbagai keuntungan yang terdapat pada sistem batch (Trojanowicz, 2008).

2.2 Alkohol

Alkohol memiliki rumus umum **R-OH** dan dicirikan oleh hadirnya gugus hidroksil, **-OH**. Strukturnya mirip dengan air, tetapi dengan satu hidrogen digantikan oleh gugus alkil (Hart, 2003).

Alkohol digolongkan ke dalam alkohol primer (1°), sekunder (2°), atau tersier (3°), bergantung apakah satu, dua, atau tiga gugus organik yang berhubungan dengan atom karbon pembawa hidroksil yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Primer (1°)

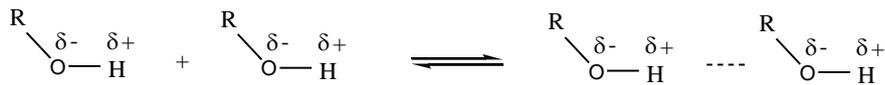
sekunder (2°)

tersier (3°)

Gambar 2.2 Struktur molekul alkohol primer, sekunder, dan tersier

Gambar 2.2 menunjukkan struktur molekul alkohol primer, sekunder, dan tersier. Titik didih alkohol jauh lebih tinggi daripada eter atau hidrokarbon yang bobot molekulnya serupa karena alkohol membentuk ikatan hidrogen dengan sesamanya. Ikatan O-H terpolarisasi oleh tingginya elektronegativitas atom oksigen. Polarisasi ini menempatkan muatan positif parsial pada atom hidrogen dan muatan negatif parsial pada atom oksigen. Ikatan hidrogen molekul alkohol ditunjukkan pada gambar 2.3.

| | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ | CH_3OCH_3 | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Bobot molekul | 46 | 46 | 44 |
| Titik didih | +78,5°C | -24°C | -42°C |



Gambar 2.3 Ikatan hidrogen molekul alkohol (Hart, 2003).

Berdasarkan gambar 2.3, dua atau lebih molekul alkohol terikat secara lemah antara satu dengan lainnya melalui ikatan hidrogen (Hart, 2003).

Alkohol mempunyai persamaan geometris dengan air, sudut ikatan R-O-H mendekati nilai tetrahedral, dan atom oksigen terhibridisasi Sp^3 . Gugus -OH merupakan gugus yang polar, dimana atom hidrogen berikatan dengan atom oksigen yang elektronegatif. Alkohol dapat membentuk ikatan hidrogen intramolekuler sehingga alkohol mempunyai titik didih lebih besar daripada eter yang bersesuaian. Faktor lain yang menentukan besar kecilnya titik didih suatu hidrokarbon selain adanya ikatan hidrogen adalah berat molekul dan bentuk molekul (lurus atau bercabang). Dengan naiknya jumlah atom karbon pada alkohol, maka naik pula titik didihnya, sebaliknya titik didihnya akan menurun dengan adanya rantai cabang (Riswiyanto, 2009). Tabel 2.1 menunjukkan sifat-sifat fisik etanol dan tabel 2.2 menunjukkan sifat-sifat fisik beberapa alkohol dan fenol:

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisika Etanol

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Berat Molekul | 46,07 g/mol |
| Titik Lebur | -112 °C |
| Titik didih | 78,4 °C |
| Densitas | 0,7893 g/mol |
| Indek bias | 1,36143 cP |
| Viskositas | 1,17 cP |
| Panas penguapan | 200,6 kal/g |
| Merupakan cairan tidak berwarna | |
| Dapat larut dalam air dan eter | |
| Memiliki bau yang khas | |

(Perry, 1999).

Tabel 2.2 Sifat-sifat fisik beberapa alkohol dan fenol

| Rumus Alkohol | Nama | Titik didih (°C) | Kelarutan dalam air pada 20°C (g/100 mL) |
|--|------------|------------------|--|
| CH ₃ OH | Metanol | 65 | ∞ ^a |
| CH ₃ CH ₂ OH | Etanol | 78,5 | ∞ |
| CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH | 1-Propanol | 97 | ∞ |
| CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ OH | 1-Butanol | 117 | 8,3 |
| CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ OH | 1-Pentanol | 137,5 | 2,7 (22°C) |
| | Fenol | 182 | 6,7 |
| | m-Kresol | 202 | 2,5 |

(Fessenden, 1997).

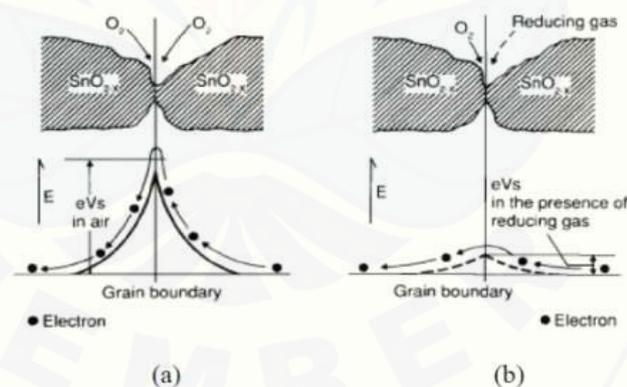
Secara alami alkohol dapat terjadi pada buah-buahan yang sudah masak seperti durian, nangka, dan sebagainya, namun kadarnya kecil, sedangkan alkohol yang didapat dari proses fermentasi banyak ditemui dalam produk makanan dan minuman. Selain itu, alkohol juga dapat dibuat dari berbagai macam bahan dasar, diantaranya: bahan yang mengandung pati, selulosa, dan gula (Kartika, et al, 1992).

2.3 Sensor Alkohol

Definisi sensor menurut IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) adalah sensor kimia adalah perangkat yang mengubah informasi kimia, mulai dari konsentrasi komponen sampel tertentu terhadap total komposisi menjadi sinyal analitis berguna. Biasanya sensor kimia terdiri dari dua bagian utama yaitu *receptor* dan *transducer*. Reseptor mengubah informasi kimia menjadi suatu bentuk energi yang dapat diukur dengan *transducer*. *Transducer* biasanya mengubah energi ini menjadi listrik atau sinyal analitik yang berguna (Bochenkov & Sergeev, 2010).

Sensor pada penelitian ini menggunakan sensor semikonduktor metal oksida MQ3. Sensor ini mendeteksi uap etanol yang bereaksi dengan oksida logam yang mengurangi tahanan internal dari elemen sensor. Elemen sensor MQ-3 terdiri atas

lapisan SnO_2 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. Dalam Nasrudin (2009), Timmer Björn (2005) menyatakan bahwa ketika kristal metal oksida (SnO_2) pada kondisi normal yaitu pada suhu kamar, permukaan bahan metal oksida (SnO_2) berinteraksi dengan molekul-molekul oksigen yang ada di udara. Atom-atom oksigen akan teradsorpsi dan mengikat elektron bebas yang terdapat pada permukaan metal oksida (SnO_2). Di dalam sensor gas, arus listrik mengalir melewati daerah sambungan (*grain boundary*) dari kristal SnO_2 . 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 yang diperlihatkan pada Gambar 2.3. Dengan menurunnya penghalang maka resistansi sensor juga akan ikut menurun.



Gambar 2.3 Pembentukan tegangan *barrier* saat tanpa gas pereduksi (a), dan pengurangan tegangan *barrier* saat adanya gas pereduksi (b)

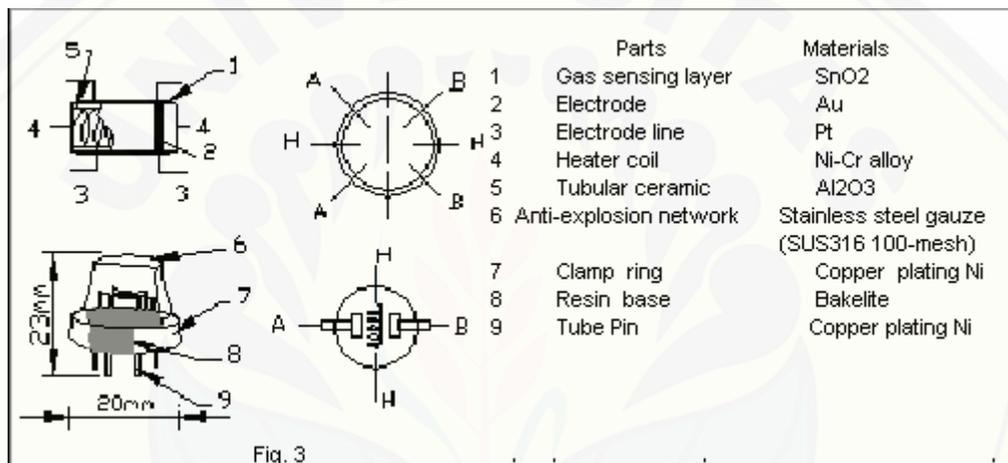
Adanya respon SnO_2 pada jenis gas yang berbeda, dapat dibagi menjadi dua kelompok besar, pada kelompok pertama terdiri dari CO , H_2 , dan CH_4 yang memberikan sifat mereduksi dan mudah menambah konduktivitas material. Pada kelompok kedua ada macam-macam gas seperti NO_2 dan CO_2 yang memiliki sifat

oksidasi dan dapat mengoksidasi material serta menurunkan nilai konduktivitas material (Mawarani, 2006).

Perubahan Komposisi pada atmosfer *ambient* akan merubah tahanan (R) pada lapisan sensor. Hubungan antara tahanan sensor dan konsentrasi gas mengikuti *power law*. Persamaannya sebagai berikut:

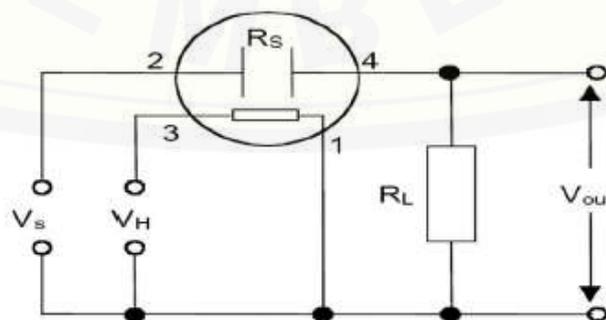
$$R \cong K C^{\pm n} \dots\dots\dots(1)$$

R merupakan tahanan, C adalah konsentrasi gas, K merupakan konstanta, dan n mempunyai nilai antara 0,3 dan 0,8. Tanda positif untuk gas yang teroksidasi dan tanda negatif untuk gas yang tereduksi (Hamersma, 2010).



Gambar 2.4 Konfigurasi Sensor MQ-3

Gambar 2.4 menunjukkan konfigurasi sensor MQ-3, sedangkan gambar 2.5 memperlihatkan bentuk rangkaian dasar pengukuran dengan sensor gas (Hamersma, 2010).



Gambar 2.5 Rangkaian Dasar Sensor Gas

R_S pada gambar 2.5 adalah tahanan pada sensor gas tersebut, yang nilainya akan berubah jika mendeteksi adanya gas di sensor tersebut. V_{out} (tegangan output) sensor nantinya adalah sebagai pembagi tegangan antara R_S dan R_L pada rangkaian tersebut, persamaan hubungan antara R_S dan V_{out} sebagai berikut:

$$R_S = R_L \left(\frac{V_S}{V_{out}} - 1 \right) \dots\dots\dots (2)$$

R_S = Tahanan sensor

R_L = Tahanan beban

V_S = Tegangan masuk ($5,0 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V AC/DC}$)

V_{out} = Tegangan keluar

Nilai yang terukur oleh sensor berupa V_{out} kemudian diubah menjadi R_S dengan persamaan tersebut (Utami, dkk, 2012).

2.4 Software Lab VIEW

Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench (LabVIEW) merupakan suatu pemrograman grafis yang menggunakan icon-icon untuk membuat sebuah aplikasi. Program LabVIEW disebut instrument virtual karena penampilan dan cara pengoperasian menyerupai instrument fisik seperti osiloskop atau multimeter. Lab VIEW mempunyai tiga komponen utama yaitu *front panel*, *block diagram*, dan *connector pane* (National Instrument, 2001).

Lab VIEW berisi berbagai macam peralatan untuk menghasilkan ketelitian (*acquiring*), tampilan (*displaying*), dan menyimpan data (*storing data*). Lab VIEW terintegrasi secara penuh untuk komunikasi dengan perangkat keras yaitu instrumen pengukurannya. Lab VIEW juga mempunyai data built in untuk mendukung pengolahan data yang menggunakan perangkat lunak standar seperti TCP/IP *networking* (Travis, 2006).

Lab VIEW mulai digunakan pertama kali didalam laboratorium dan sampai sekarang masih tetap digunakan di beberapa laboratorium mulai penelitian yang besar, untuk perkembangan laboratorium di seluruh dunia serta dipakai untuk keperluan belajar-mengajar di beberapa Universitas (Travis, 2006).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2014 sampai selesai. Penelitian ini bertempat di laboratorium Kimia Fisik, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

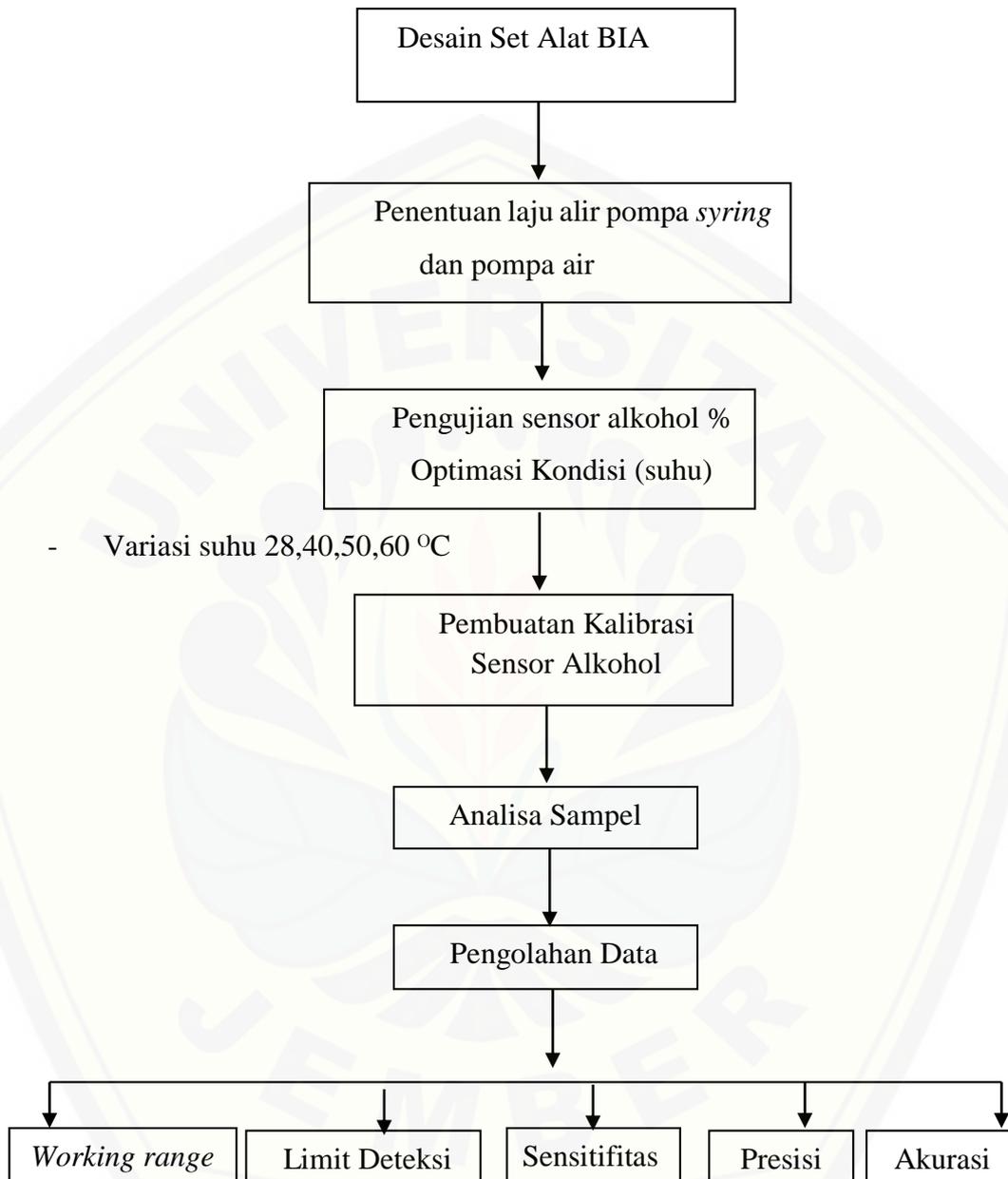
3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: *beaker glass*, pipet, labu ukur, botol semprot, sensor MQ-3, PC, pompa *syringe*, pompa *stepper*, pipa (*tubing*), pengaduk, pemanas, sensor suhu.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuades, etanol (*Merck*, konsentrasi 98,5%), sampel Bir Bintang dan Anggur Kolasom.

3.3 Diagram Alir Penelitian



3.4 Prosedur Penelitian

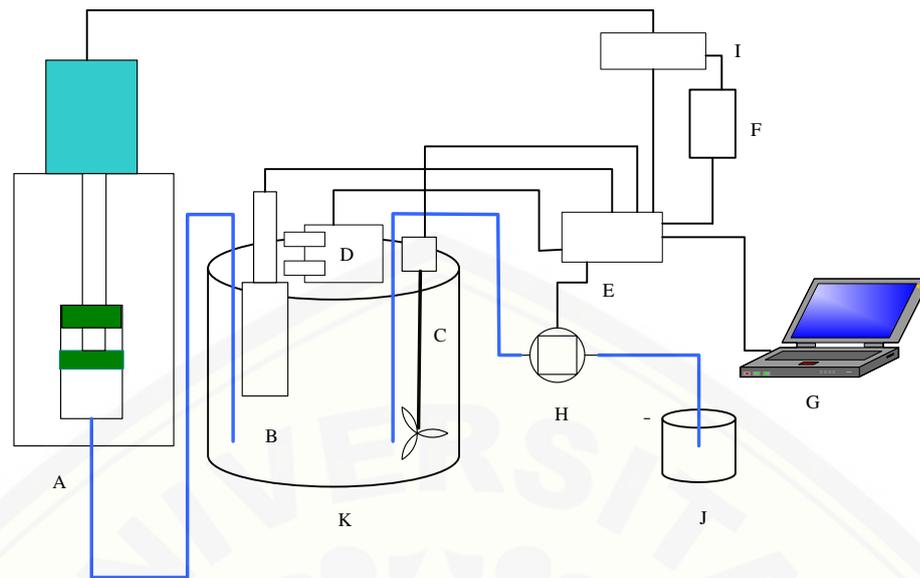
3.4.1 Sampel Alkohol

Sampel Alkohol yang digunakan pada penelitian ini adalah minuman alkohol yang beredar dipasaran yaitu bir bintang, bintang zero, dan anggur kolasom.

3.4.2 Desain Alat

Desain *BIA* untuk analisa etanol terdiri dari beberapa komponen yaitu: etanol sebagai sampel, air sebagai pengencer, *syring pump* untuk memompa sampel etanol, pompa air untuk mengalirkan air, *batch* sebagai penampung etanol dan air, pemanas digunakan untuk memanaskan alkohol dan air, sensor suhu untuk memantau suhu di dalam *batch*, sensor alkohol untuk mendeteksi uap alkohol yang telah dipanaskan. Desain ini dapat dilihat pada gambar 3.1.





Gambar 3.1 Skema sistem BIA

Catatan:

A: Pompa *syring*

B: Sensor suhu

C: Pengaduk

D: Sensor etanol semikonduktor oksida

E: Arduino

F: Power supply

G: Laptop

H: Pompa *stepper*

I: Relay

J: Penampung air

K: *Batch*

Keterangan: ————— = Kabel

————— = Aliran Air

Gambar 3. 1 Set Alat Sistem BIA

Gambar skema sistem BIA yang ditunjukkan pada gambar 3.1 terdiri dari pompa syring dengan panjang tube 7 cm dan diameter tube 2,4 mm yang berfungsi

sebagai pengalir etanol ke dalam batch, sedangkan pompa stepper dengan panjang tube 10 cm dan diameter 3,8 mm digunakan untuk mengalirkan air yang berfungsi sebagai pelarut etanol atau sampel dari penampung air ke dalam batch. Sensor suhu berfungsi sebagai pengukur suhu larutan di dalam batch, sedangkan pengaduk berfungsi sebagai pengaduk larutan agar menjadi homogen. Saat suhu di dalam batch sesuai yang diinginkan, maka secara otomatis sensor etanol mendeteksi uap etanol di dalam batch untuk mengukur kadar etanolnya.

Data output yang terukur oleh sensor disimpan dan diolah oleh komputer. Semua komponen yang terdapat di dalam sistem BIA terhubung oleh komputer melalui alat yang bernama arduino. Arduino berfungsi sebagai mikrokontroler sebagai penghubung alat dalam sistem BIA ini agar bisa dikontrol oleh komputer. Relay sendiri berfungsi sebagai saklar yang dikendalikan oleh magnet listrik.

3.4.3 Penentuan Laju Alir

3.4.3.1 Penentuan Laju Alir Pompa *Syring*

Penentuan laju alir pompa *syring* ini digunakan untuk mendapatkan persamaan linier antara jumlah iterasi dengan volume. Volume alir yang diinginkan dapat diatur dengan memasukkan jumlah iterasi hasil dari persamaan linier ke dalam program. Jumlah iterasi program yang divariasikan ialah 500; 1000; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; dan 4000.

3.4.3.1 Penentuan Laju Alir Pompa *Stepper*

Penentuan laju alir pompa *stepper* ini digunakan untuk mendapatkan persamaan linier antara jumlah iterasi dengan volume. Volume alir yang diinginkan dapat diatur dengan memasukkan jumlah iterasi hasil dari persamaan linier ke dalam program. Jumlah iterasi program yang divariasikan ialah 1500; 3000; 4500; 6000; 7500; 9000; 10500; 12000; 13500; dan 15000.

3.4.4 Optimasi Suhu dalam Sistem BIA

Suhu optimum ditetapkan berdasarkan respon sinyal sensor alkohol yang ditandai dengan sinyal yang paling tinggi dan jelas. Variasi suhu dibuat dengan variasi suhu kamar, 30°C, 35°C, 40°C, 45°C, dan 50°C.

3.4.5 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Standar yang digunakan yaitu etanol dengan konsentrasi 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, dan 1%. Etanol dengan konsentrasi 0,2% dibuat dengan mengalirkan 0,2 mL etanol 98,5% kedalam *batch* yang berisi 99,8 mL pelarut air. Konsentrasi etanol 0,4%, 0,6%, 0,8%, dan 1% dibuat dengan cara yang sama.

Standar yang telah dibuat kemudian dikur dengan sensor . Respon yang dihasilkan berupa tegangan keluar akan direkam oleh komputer. Data tersebut akan digunakan untuk membuat kurva kalibrasi antara konsentrasi alkohol (sumbu x) dan hambatan yang dihasilkan (sumbu y) yang akan menghasilkan persamaan

$$R_s \cong K C^{\pm n} .$$

3.4.6 Pembuatan Progam

Pembuatan progam pada analisis alkohol sistem *Batch* ini dilakukan dengan menggunakan *software* LabVIEW 8.6 yang terdiri dari beberapa subprogam diantaranya:

1. Pembuatan progam untuk pemantauan suhu dan kontrol suhu.

Pembuatan progam ini digunakan untuk mengetahui suhu saat alkohol dideteksi dan pengaturan *heater*.

2. Pembuatan progam untuk pembacaan sensor alkohol

Pembuatan progam sensor alkohol ditujukan untuk akusisi dan analisa data.

3.4.7 Analisa Sampel

Sampel dengan konsentrasi tertentu berdasarkan label yang tertera diencerkan kedalam *range* konsentrasi kurva kalibrasi. Sampel kemudian diukur kadar etanolnya dengan sistem BIA menggunakan sensor alkohol. Hasil yang didapatkan kemudian dikalikan dengan faktor pengencerannya sehingga kadar etanol dalam sampel dapat ditentukan.

3.5 Karakteristik Pengukuran

3.5.1 Working Range

Working range dapat digambarkan dari kurva kalibrasi dengan memplotkan antara sumbu x dan y, dimana sumbu x adalah konsentrasri alkohol, sedangkan sumbu y adalah konduktifitas yang dihasilkan.

Respon yang linier ditunjukkan melalui persamaan garis sebagai berikut:

$$y = bx + a$$

dimana b adalah kemiringan kurva kalibrasi (*slope*) dan a adalah perpotongan terhadap sumbu y (Caulcut and Bobby, 1995).

3.5.2 Limit Deteksi

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui limit deteksi adalah dimana :

$$S_m = \overline{S_{bl}} + 3S_{bl}$$

S_m = sinyal minimum analitik yang dapat dibedakan

$\overline{S_{bl}}$ = rata-rata sinyal blanko

S_{bl} = standar deviasi blanko (Skoog, 2007).

3.5.3 Sensitifitas

Penentuan sensitifitas alat atau metode yang disetujui oleh *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) dengan menggunakan kemiringan persamaan linier kurva kalibrasi dari konsentrasi analit yang dianalisis (Skoog, 2007). Pada peneitiann ini dikarenakan grafik yang dihasilkan memakai persamaan power, maka untuk mendapatkan kemiringan, sumbu x dan sumbu y diubah menjadi log dan diubah menjadi persamaan linier.

3.5.4 Presisi

Presisi merupakan kebolehulangan/kepresisian suatu hasil pengukuran suatu alat ukur tertentu (Caulcutt dan Bobby, 1995). Pengukuran yang dilakukan secara berulang dapat memperbaiki keseksamaan dan kecermatan. *Random errors* yaitu kesalahan tidak sengaja dan kesalahan secara sistematis yang disebabkan oleh interferensi atau faktor lain (Morgan *et al.*, 1985).

Pengulangan percobaan yang dilakukan diharapkan akan dihasilkan limit antar percobaan yang sekecil mungkin dengan nilai setiap pendekatan untuk satu kali pengulangan atau lebih yang berbeda adalah 95% (Caulcutt and Bobby, 1995). Hasil dapat dinyatakan sebagai koefisien variasi dari simpangan induk.

$$K_v = \frac{SD}{X} \times 100\%$$

Dimana SD = Standart deviasi, X = Konsentrasi rata-rata sampel, K_v = Koefisien Variasi (Miller and Miller. 1991).

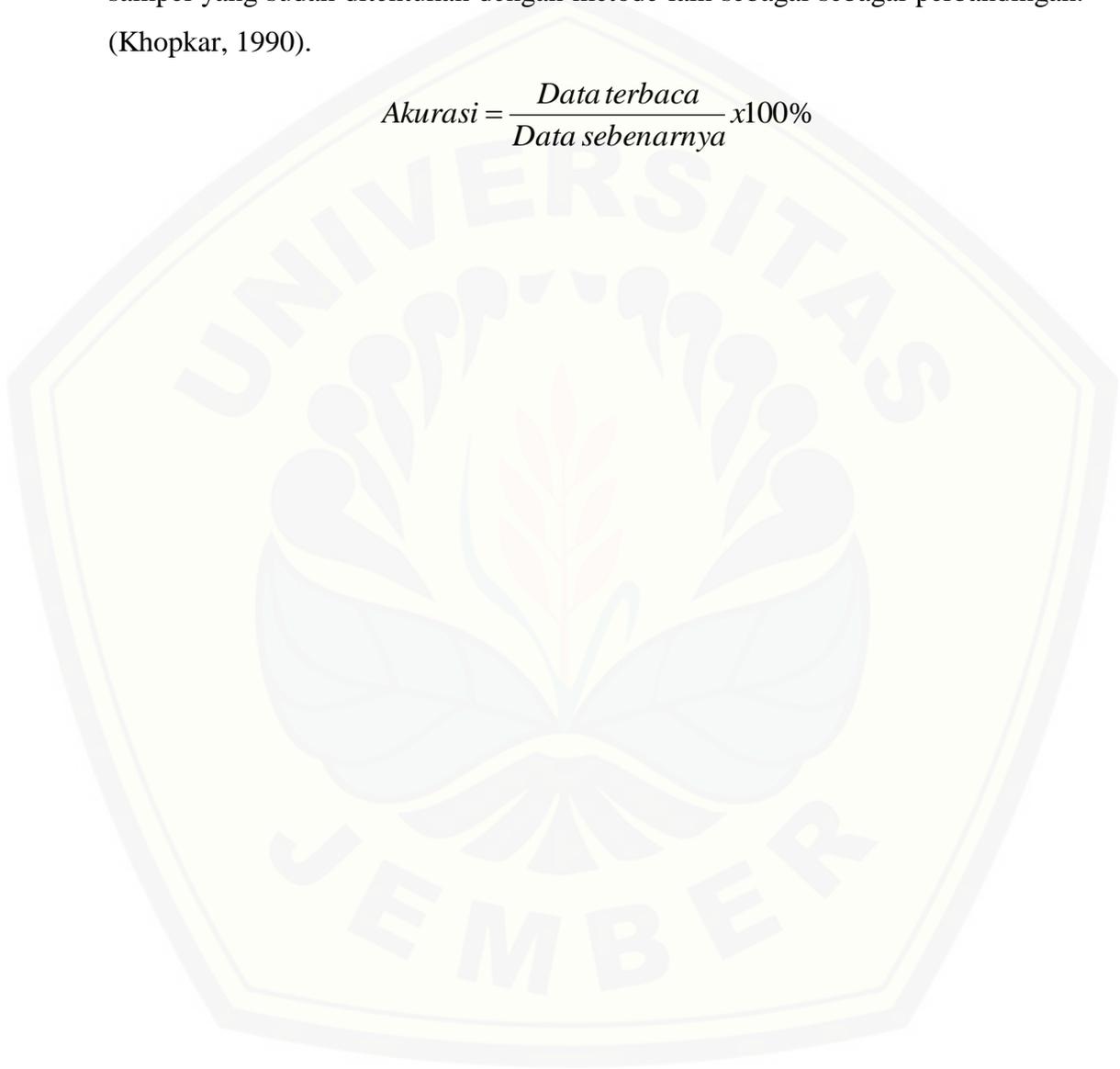
3.5.5 Akurasi

Hasil yang akurat apabila nilai yang dihasilkan mendekati nilai yang sebenarnya dalam suatu pengukuran kuantitas. Perbandingan biasanya dibuat atas dasar pengukuran keakurataan yaitu galat (semakin kecil galat, semakin besar

keakuratan). Galat absolut adalah perbedaan antara nilai eksperimen dengan nilai yang sebenarnya (Day & Underwood, 2002).

Penentuan akurasi suatu metode kuantitatif dilakukan dengan menganalisis sampel sintetik, yaitu sampel yang diketahui komposisinya ataupun menggunakan sampel yang sudah ditentukan dengan metode lain sebagai perbandingan. (Khopkar, 1990).

$$Akurasi = \frac{\text{Data terbaca}}{\text{Data sebenarnya}} \times 100\%$$



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan mengenai desain BIA untuk penentuan konsentrasi menggunakan sensor semikonduktor oksida logam dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Desain BIA untuk penentuan konsentrasi etanol menggunakan sensor semikonduktor oksida logam ini dirancang dengan menggunakan pompa *syringe* sebagai pengalir etanol, pompa *stepper* sebagai pengalir pelarut, pipa, tempat penampung etanol dan pelarut, arduino, laptop, sensor suhu, pemanas, pengaduk, dan sensor MQ-3 sebagai sensor alkohol.
2. Suhu 40°C merupakan suhu optimum pada pengukuran etanol pada sistem BIA.
3. Karakteristik pengukuran: Limit deteksi diperoleh 0,031%, Sensitifitas didapatkan 0,6732 log ohm/dekade. Presisi diperoleh dengan nilai Kv rata-rata 3,335%. Hasil pengujian sampel yang berupa sampel bir bintang dan anggur kolesom memberikan nilai akurasi berturut-turut sebesar 91,063% dan 117%.

5.2 Saran

Analisa etanol pada sistem BIA pada penelitian ini, hendaknya dilanjutkan menggunakan pompa yang lebih akurat dalam mengalirkan sampel atau pelarut agar hasil analisa yang didapatkan menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bochenkov , V. E & G. B Sergeev. 2010. *Sensitivity, Selectivity, and Stability of Gas-Sensitive Metal-Oxide Nanostructures*. American: American Scientific Publishers.
- Bjorn ,Timmer, Wouter Olthuis, & Albert van den Berg. 2005. *Ammonia Sensor an their applications-a review*. Sensor and actuator B 107 : 666-667.
- Brett, C.M.A. 2001. Electrochemical Sensors for Environmental Monitoring Strategy and Examples. *Pure and Applied Chemistry*, 73: 1969-1977.
- Caulcutt, R. & Boddy, R. 1995. *Statistic for Analytical Chemist*. London: Chapman and Hall.
- Day , R A. Dan Underwood, A L. . 2002. *Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga
- Gotto, M. 1983. Monitoring of Environmental Water using Continous Flow. *Trends in Analytical Chemistry*, 2: 92-94.
- Hamersma, Mark. 2010. *Metal Oxide Semiconductor Sensors*. Germany: Applied sensors
- Hart, Harold, dkk. 2003. *Kimia organik: suatu kuliah singkat*. Jakarta: Erlangga
- Karlberg,Bo and Pacey, Gil E. *Flow Injection Analysis a Practical Guide*. 1989. Amstredam-Netherland : Elsevier science Publisher B.V
- Lenehan. C.E., Barnet, N.W. and Lewis, S.w. 2002. Sequential Injection Analysis., 127: 997-1020.
- Martin, Alfred, dkk. 1983. *Farmasi Fisika*. Jakarta: UI-press.

- Miller, J. C & , Miller, J N . 1991. *Statistika untuk Kimia Analitik*. Bandung: Penertit ITB
- National Instrument, 2001. *Getting Started with Labview*. USA: North Mopac Expressway.
- Nasrudin, Muntini , Melania Suweni, dan Dwi Hapsari , Yanu-rita. 2009. Perancangan Sistem Instrumen Untuk Mengukur Gas Ammonia. *Proseding dan Presentasi Ilmiah UTY* buku II: 64-66.
- PERRY, R.H., and GREEN, D. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook 7th ed*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Ralph j. Fessenden, Joan S. Fessenden, 1997. *Dasar-dasar kimia Organik*. Jakarta: Binarupa Aksara
- Riswiyanto S. 2009. *Kimia Organik*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Rizicka, J. and Hansen, E.H. 1975. Flow Injection Analysis: Part I. A New concept of fast continuous flow analysis. *Analytica Chimica Acta*, 78: 145-1557
- Rocha, F.R.P., Reis, B.F., Zagatto, E.A.G., lima, J.LF.C, and Lapa, R.A. 2002. Multicommunication in flow analysis: concept, applications and trends. *Analytica Chimica Acta*, 468: 119-131.
- Satria, A. D. 2013. Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Alkohol Pada Cairan Menggunakan Sensor MQ-3 Berbasis Mikrokontroler AT89S51. *Jurnal Fisika Unand. Vol 2: 1*.
- Skoog, D. A., Holler, F. J., dan Crouch, S. R. 2007. *Principles of Instrumental Analysis dapat Sixth Edition*. Canada: Thomson Cooperation.
- Slamet Sudarmadji, Bambang Haryono dan Suhardi. 1984. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty: Yogyakarta.
- Travis Jeffrey, King jim. 2006. *LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Third Edition*. New Jersey: Publisher Prentice Hall.

Trojanowicz, M., Kozminski, P., Dias, H. and Brett, C.M.A. 2005. *Batch Injection Stripping Voltammetry (tubeless flow injection analysis) of trace metals with onlie sample pretreatment. Talanta*, 68: 394-400.

Trojanowicz, Marek. 2008. *Advances in Flow Analysis*. Weinheim: Wiley-VCH

Umar, Ahmad. Hahn Yoon-Boong 2010. *Metal Oxide Nanostructures and Their Applications*. American: American Scientific Publishers.

Utami, Endrina. 2012. Identifikasi penyakit Diabetes Melalui Penyakit Diabetes Melalui Bau Urine Dengan Sensor Gas Menggunakan Metoda Pembelajaran Backpropagation. *Skripsi*. Sumatera: Politeknik Negri Padang.

Wang, Joseph. 1992. Injection Analysis from Flow Injection Analysis to Batch Injection Analysis. *Microchemical Journal*. Vol 45: 219-2

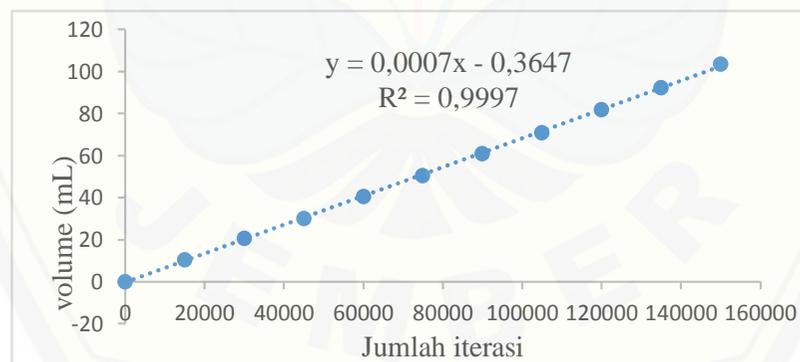
LAMPIRAN A. PENENTUAN LAJU ALIR POMPA**A.1. Laju Alir Pompa *Syringe***

| Iterasi | Massa Beaker + air | | | Massa Beaker Kosong | | | Volume Air | | | Rata-rata |
|---------|--------------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|------------|------|------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 500 | 34,88 | 36,23 | 36,11 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 0,16 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| 1000 | 34,98 | 36,35 | 36,21 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 0,26 | 0,27 | 0,25 | 0,26 |
| 1500 | 35,12 | 36,50 | 36,40 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 0,40 | 0,42 | 0,44 | 0,42 |
| 2000 | 35,30 | 36,68 | 36,58 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 0,58 | 0,60 | 0,62 | 0,60 |
| 2500 | 35,47 | 36,83 | 36,71 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 0,75 | 0,74 | 0,75 | 0,75 |
| 3000 | 35,68 | 37,06 | 36,91 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 0,96 | 0,98 | 0,95 | 0,96 |
| 3500 | 35,84 | 37,13 | 37,06 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 1,12 | 1,05 | 1,10 | 1,09 |
| 4000 | 35,98 | 37,41 | 37,32 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 1,26 | 1,33 | 1,36 | 1,32 |



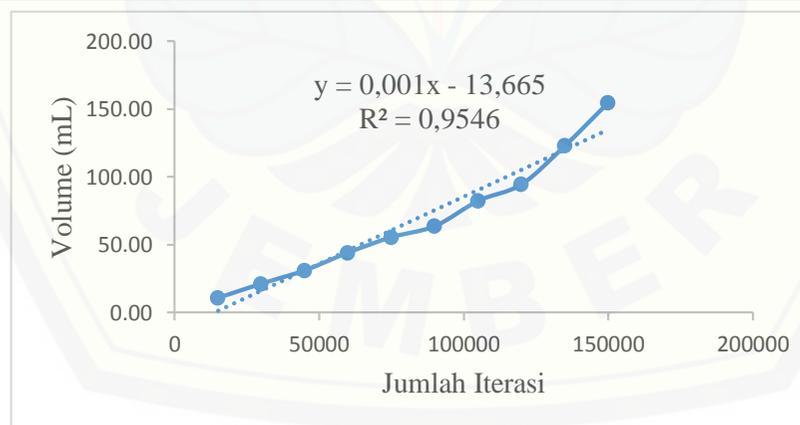
A.2 Laju Alir Pompa Stepper

| Putaran | Massa Beaker + air | | | Massa Beaker Kosong | | | Volume Air | | | Rata-rata |
|---------|--------------------|--------|--------|---------------------|-------|-------|------------|--------|--------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 15000 | 45,21 | 46,57 | 46,45 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 10,49 | 10,49 | 10,49 | 10,49 |
| 30000 | 55,29 | 56,74 | 56,59 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 20,57 | 20,66 | 20,63 | 20,62 |
| 45000 | 64,86 | 66,13 | 66,00 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 30,14 | 30,05 | 30,04 | 30,08 |
| 60000 | 75,14 | 76,54 | 76,35 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 40,42 | 40,46 | 40,39 | 40,42 |
| 75000 | 85,06 | 86,49 | 86,35 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 50,34 | 50,41 | 50,39 | 50,38 |
| 90000 | 95,40 | 97,04 | 96,90 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 60,68 | 60,95 | 60,94 | 60,86 |
| 105000 | 105,64 | 107,23 | 106,19 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 70,92 | 71,14 | 70,23 | 70,77 |
| 120000 | 152,54 | 152,56 | 152,98 | 70,80 | 70,80 | 70,80 | 81,74 | 81,76 | 82,18 | 81,89 |
| 135000 | 162,85 | 163,02 | 163,29 | 70,80 | 70,80 | 70,80 | 92,05 | 92,22 | 92,49 | 92,25 |
| 150000 | 174,03 | 174,55 | 174,66 | 70,80 | 70,80 | 70,80 | 103,23 | 103,75 | 103,86 | 103,61 |



A3. Laju Alir Pompa Peristaltik

| Putaran | Massa Beaker + air | | | Massa Beaker Kosong | | | Volume Air | | | Rata-rata |
|---------|--------------------|--------|--------|---------------------|-------|-------|------------|--------|--------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 15000 | 45,82 | 46,27 | 46,45 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 11,10 | 10,19 | 10,49 | 10,59 |
| 30000 | 55,59 | 57,74 | 56,89 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 20,87 | 21,66 | 20,93 | 21,15 |
| 45000 | 66,36 | 66,02 | 67,30 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 31,64 | 29,94 | 31,34 | 30,97 |
| 60000 | 79,14 | 82,65 | 77,35 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 44,42 | 46,57 | 41,39 | 44,13 |
| 75000 | 94,87 | 88,09 | 90,35 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 60,15 | 52,01 | 54,39 | 55,52 |
| 90000 | 102,83 | 96,04 | 98,90 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 68,11 | 59,95 | 62,94 | 63,67 |
| 105000 | 118,64 | 114,23 | 120,99 | 34,72 | 36,08 | 35,96 | 83,92 | 78,14 | 85,03 | 82,37 |
| 120000 | 170,54 | 159,56 | 165,98 | 70,80 | 70,80 | 70,80 | 99,74 | 88,76 | 95,18 | 94,56 |
| 135000 | 194,78 | 189,27 | 197,44 | 70,80 | 70,80 | 70,80 | 123,98 | 118,47 | 126,64 | 123,03 |
| 150000 | 226,03 | 231,35 | 219,66 | 70,80 | 70,80 | 70,80 | 155,23 | 160,55 | 148,86 | 154,88 |



LAMPIRAN B. PERHITUNGAN DAN PROSEDUR PEMBUATAN LARUTAN STANDAR ETANOL

C.1. Pembuatan larutan standar etanol

Misal pembuatan larutan standar etanol konsentrasi 0,2 %

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$99.8\% \times V_1 = 0,2\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ mL}$$

Kemudian dimasukkan ke persamaan garis pompa *syring*

$$y = 0,0003x - 0,0375$$

$$x = \frac{0,2 + 0,0375}{0,0003}$$

$$= 791,66$$

Kemudian nilai 791,6 dimasukkan kedalam program komputer *labview* saat akan mengalirkan larutan dengan volume 0,2 mL. Pembuatan deret larutan standar etanol dengan konsentrasi 0,4; 0,6; 0,8; dan 1% dilakukan dengan cara yang sama.

C.2. Pembuatan larutan pelarut 100 mL

Pembuatan Larutan pelarut 100 ml menggunakan persamaan garis pompa *stepper*

$$y = 0,0007x - 0,3647$$

$$x = \frac{100 + 0,3647}{0,0007}$$

$$= 143378,143$$

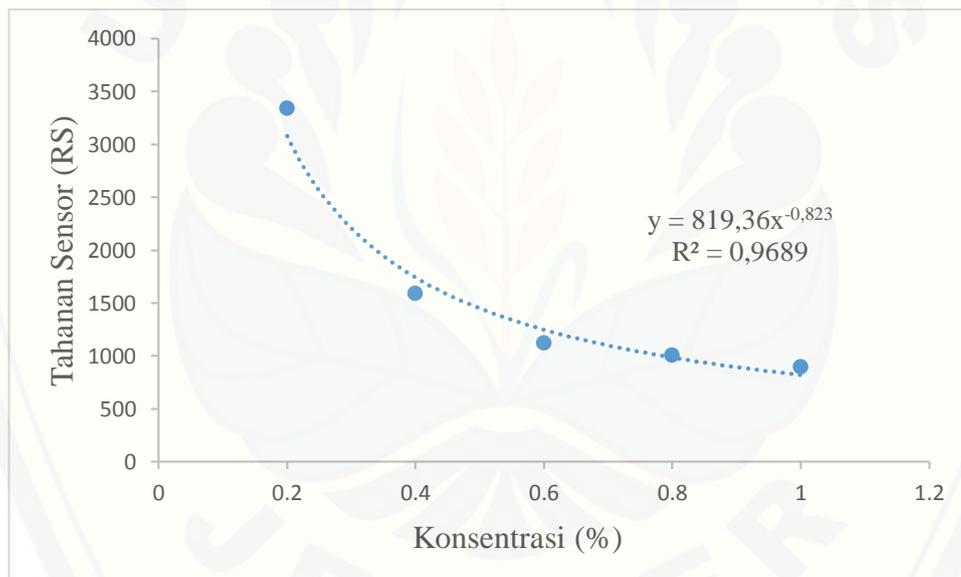
Kemudian nilai 143378,143 dimasukkan kedalam program komputer *labview* saat akan mengalirkan pelarut dengan volume 100 mL.

LAMPIRAN C. OPTIMASI SUHU

C.1 Suhu 28°C

Hasil pengukuran sensor (%) suhu 28°C

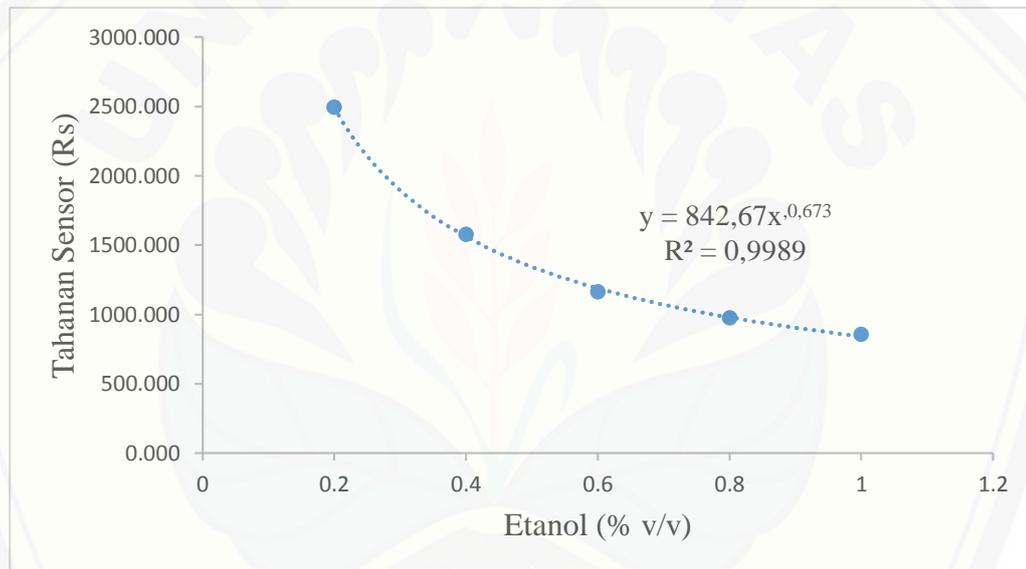
| Konsentrasi (%) | Vout (volt) | | | Vout Rata-rata (volt) | Rs (ohm) | Hasil pengukuran sensor (%) |
|-----------------|-------------|-------|-------|-----------------------|----------|-----------------------------|
| | I | II | III | | | |
| 0,200 | 0,264 | 0,317 | 0,267 | 0,282 | 3342,482 | 0,181 |
| 0,400 | 0,376 | 0,625 | 0,674 | 0,558 | 1592,050 | 0,446 |
| 0,600 | 0,724 | 0,744 | 0,804 | 0,757 | 1120,712 | 0,683 |
| 0,800 | 0,885 | 0,849 | 0,750 | 0,828 | 1007,848 | 0,778 |
| 1,000 | 0,882 | 0,886 | 0,964 | 0,911 | 897,872 | 0,895 |



C.2 Suhu 40 °C

Hasil pengukuran sensor (%) suhu 40°C

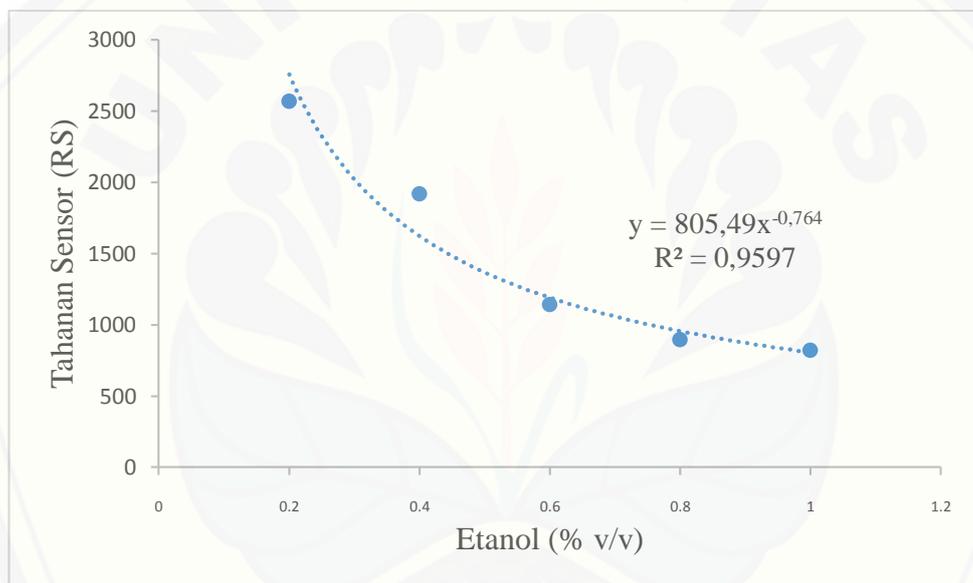
| Konsentrasi etanol (%) | V out (volt) | | | V out rata-rata | RS (ohm) | Hasil pengukuran sensor (%) |
|------------------------|--------------|-------|-------|-----------------|----------|-----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 0,2 | 0,368 | 0,353 | 0,393 | 0,371 | 2493,76 | 0,20 |
| 0,4 | 0,481 | 0,565 | 0,539 | 0,562 | 1578,18 | 0,39 |
| 0,6 | 0,590 | 0,726 | 0,749 | 0,733 | 1164,07 | 0,62 |
| 0,8 | 0,707 | 0,853 | 0,908 | 0,852 | 973,54 | 0,81 |
| 1 | 0,970 | 0,936 | 0,937 | 0,948 | 855,17 | 0,98 |



C.3 Suhu 50 °C

Hasil pengukuran sensor (%) suhu 50°C

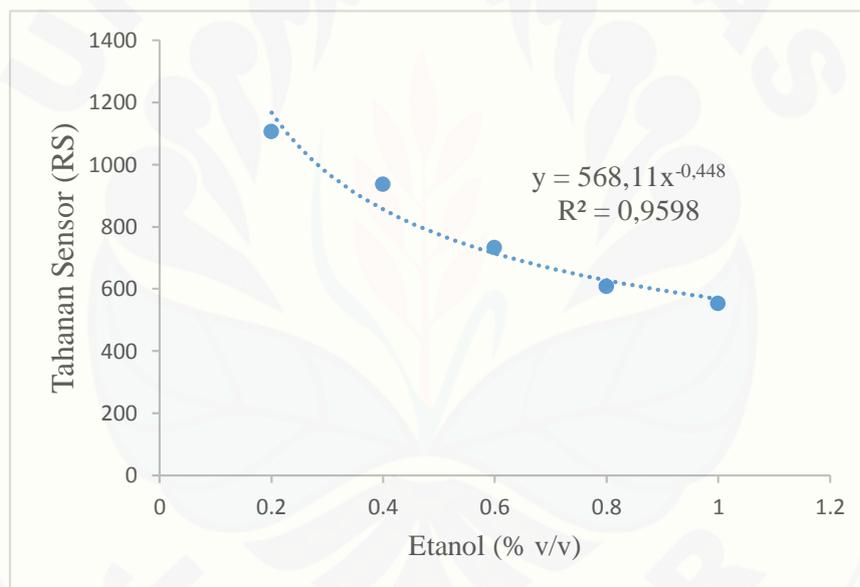
| Konsentrasi (%) | Vout | | | Vout Rata-rata | RS | Hasil pengukuran sensor (%) |
|-----------------|-------|-------|-------|----------------|----------|-----------------------------|
| | I | II | III | | | |
| 0,2 | 0,390 | 0,286 | 0,408 | 0,362 | 2565,360 | 0,220 |
| 0,4 | 0,561 | 0,319 | 0,537 | 0,472 | 1917,096 | 0,321 |
| 0,6 | 0,693 | 0,843 | 0,703 | 0,746 | 1139,945 | 0,635 |
| 0,8 | 0,958 | 0,888 | 0,899 | 0,915 | 892,873 | 0,874 |
| 1 | 1,012 | 0,936 | 0,998 | 0,982 | 818,387 | 0,979 |



C.4 Suhu 60 °C

Hasil pengukuran sensor (%) suhu 60°C

| Konsentrasi (%) | Vout | | | Vout Rata-rata | RS | Hasil pengukuran sensor (%) |
|-----------------|-------|-------|-------|----------------|----------|-----------------------------|
| | I | II | III | | | |
| 0,2 | 0,789 | 0,683 | 0,826 | 0,766 | 1105,816 | 0,232 |
| 0,4 | 0,811 | 0,909 | 0,919 | 0,880 | 936,817 | 0,337 |
| 0,6 | 1,108 | 1,103 | 1,007 | 1,073 | 732,146 | 0,590 |
| 0,8 | 1,295 | 1,300 | 1,124 | 1,239 | 606,814 | 0,903 |
| 1 | 1,392 | 1,248 | 1,343 | 1,328 | 553,235 | 1,113 |



LAMPIRAN D. DATA KURVA KALIBRASI ETANOL

D.1. Data V_{out} hasil analisa etanol menggunakan sensor semikonduktor oksida logam pada suhu 40°C:

| Konsentrasi (%) | V out (volt) | | | Rata-rata V out |
|-----------------|--------------|-------|-------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| 0,2 | 0,368 | 0,353 | 0,393 | 0,371 |
| 0,4 | 0,481 | 0,565 | 0,539 | 0,562 |
| 0,6 | 0,590 | 0,726 | 0,749 | 0,733 |
| 0,8 | 0,707 | 0,853 | 0,908 | 0,852 |
| 1 | 0,970 | 0,936 | 0,937 | 0,948 |

Persamaan untuk menghitung konsentrasi etanol menggunakan sensor semikonduktor:

$$R_S = R_L \left(\frac{V_S}{V_{out}} - 1 \right)$$

R_S = Tahanan sensor

R_L = Tahanan beban

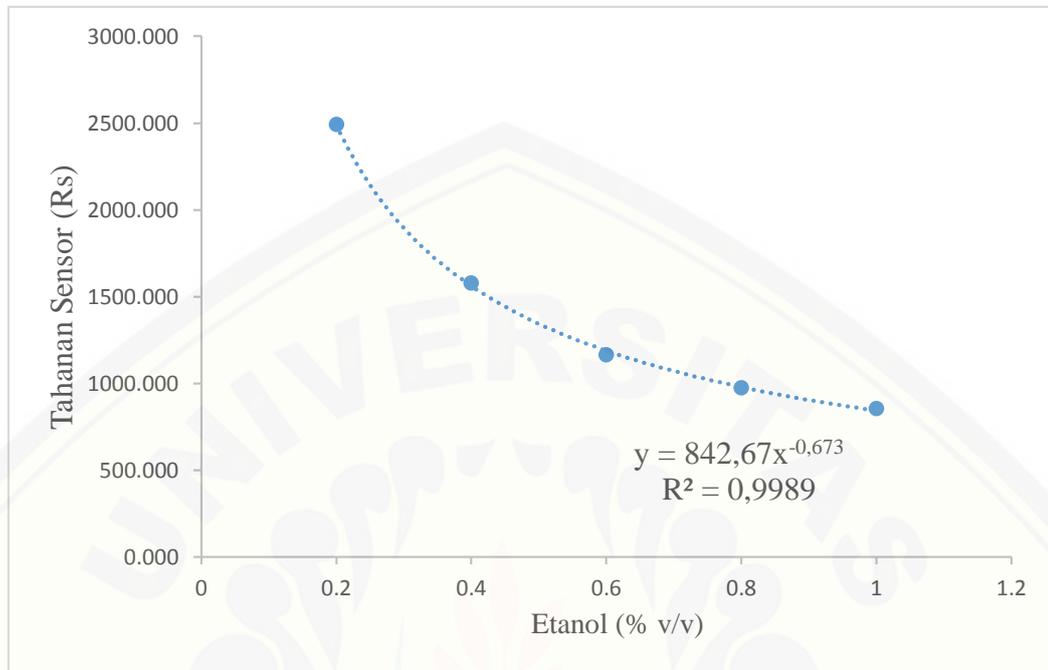
V_S = Tegangan masuk (5,0 V DC)

V_{out} = Tegangan keluar

Misal pengukuran konsentrasi dari etanol standar 0,2 %

$$\begin{aligned} R_S &= R_L \left(\frac{V_S}{V_{out}} - 1 \right) = 200 \left(\frac{5}{0,371} - 1 \right) \\ &= 2493,76 \text{ ohm} \end{aligned}$$

Kemudian data R_s dari konsentrasi 0,2-1% dibuat persamaan power seperti gambar dibawah



Nilai R_s yang didapatkan kemudian dimasukkan dalam persamaan

$$y = 842,67x^{-0,673}$$

$$2493,76 = 842,67x^{-0,673}$$

$$\text{Log } x = \frac{\log y - \log 842,67}{-0,673}$$

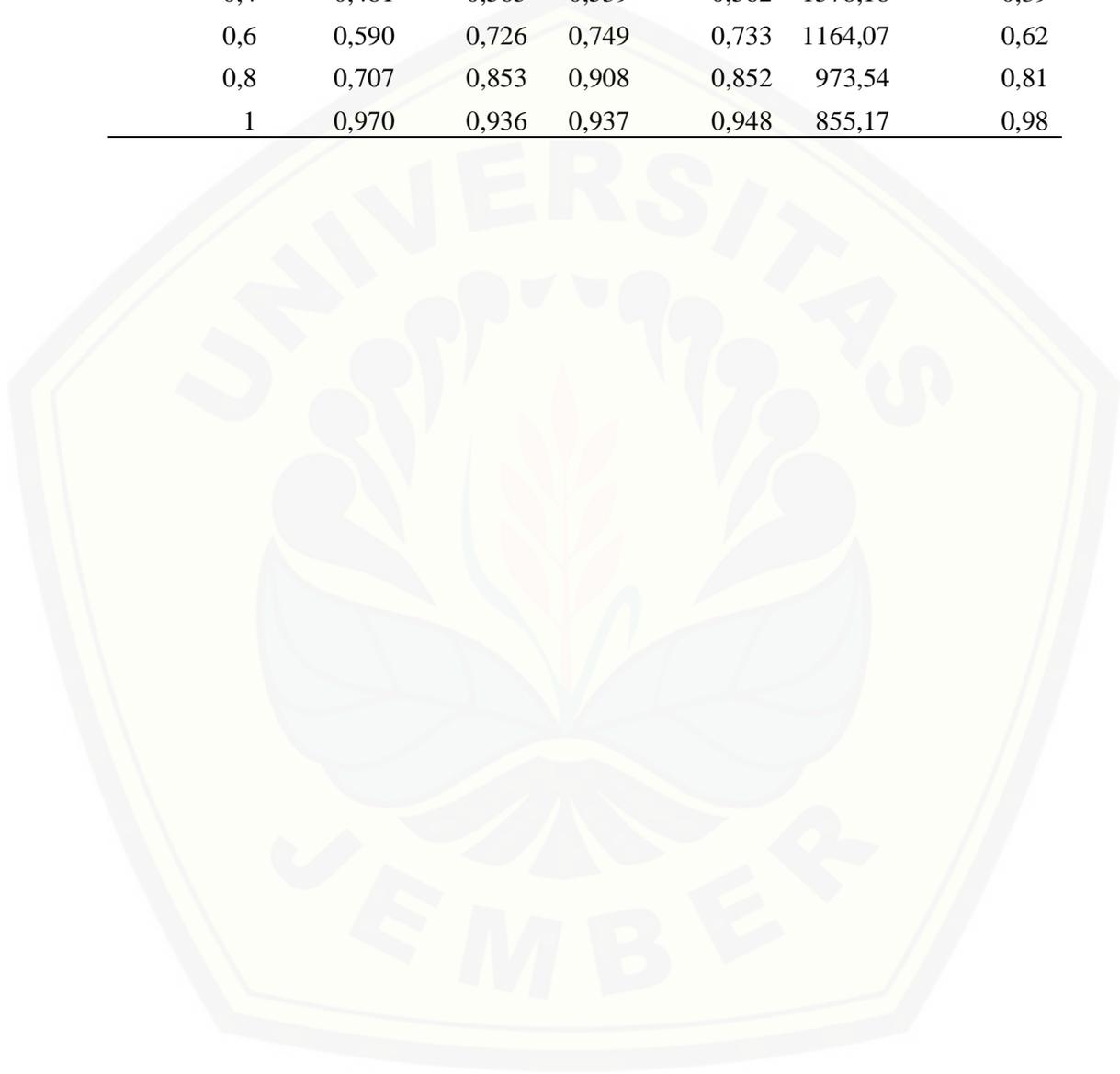
$$\text{Log } x = -0,70015$$

$$x = \text{antilog } -0,70015$$

$$x = 0,20$$

D.2 Data hasil ukur alat:

| Konsentrasi etanol (%) | V out | | | V out rata-rata | RS | Hasil pengukuran sensor (%) |
|------------------------|-------|-------|-------|-----------------|---------|-----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 0,2 | 0,368 | 0,353 | 0,393 | 0,371 | 2493,76 | 0,20 |
| 0,4 | 0,481 | 0,565 | 0,539 | 0,562 | 1578,18 | 0,39 |
| 0,6 | 0,590 | 0,726 | 0,749 | 0,733 | 1164,07 | 0,62 |
| 0,8 | 0,707 | 0,853 | 0,908 | 0,852 | 973,54 | 0,81 |
| 1 | 0,970 | 0,936 | 0,937 | 0,948 | 855,17 | 0,98 |



LAMPIRAN E. PERHITUNGAN LIMIT DETEKSI

Hasil perhitungan limit deteksi

| | Sinyal Blanko (ohm) |
|---------------------|---------------------|
| | 8347,01 |
| | 8728,57 |
| | 7674,02 |
| | 6649,32 |
| | 7674,02 |
| | 9508,74 |
| | 9508,74 |
| | 10552,69 |
| | 5647,95 |
| | 7099,27 |
| \overline{S}_{bl} | 8139,03 |
| S_{bl} | 1487,24 |

Persamaan power $y = 842.67x^{-0.673}$

$$\begin{aligned} \text{Pengukuran } S_m &= \overline{S}_{bl} + 3S_{bl} \\ &= 8139,03 + 3(1487,24) \\ &= 12600,76 \text{ ohm} \end{aligned}$$

Konsentrasi limit deteksi

$$y = 842.67x^{-0.673}$$

$$12600,76 = 842.67x^{-0.673}$$

$$\text{Log } x = \frac{\log y - \log 842.67}{-0,0673}$$

$$\text{Log } x = -1,749$$

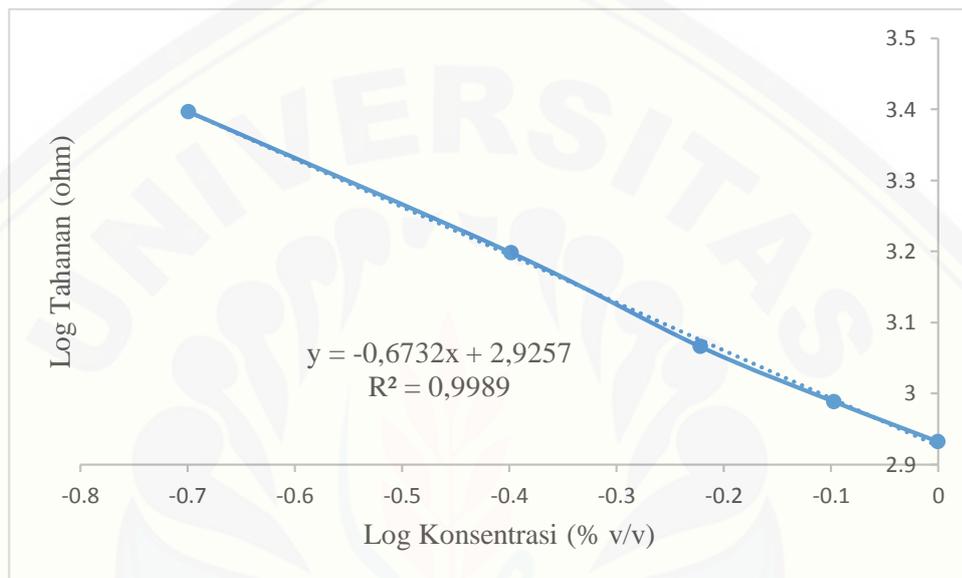
$$x = \text{antilog } -1,749$$

$$x = 0,0178 \%$$

LAMPIRAN F. NILAI SENSITIFITAS

Nilai sensitifitas didapatkan dari nilai log tahanan terhadap nilai log konsentrasi agar didapatkan grafik yang linier sehingga dapat ditentukan nilai slopenya.

Grafik antara log tahanan terhadap log konsetrasi



Nilai sensitifitas didapatkan dari nilai slope persamaan $y = -0,6732x + 2,9257$ yaitu $-0,6732$.

LAMPIRAN G. PERHITUNGAN PRESISI**G.1 Hasil perhitungan Presisi Etanol**

| Konsentrasi etanol (% v/v) | V out | | | Rata-rata V out | SD | KV (%) |
|-------------------------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 0,2 | 0,368 | 0,353 | 0,393 | 0,371 | 0,020 | 5,456 |
| 0,4 | 0,481 | 0,565 | 0,539 | 0,562 | 0,022 | 3,889 |
| 0,6 | 0,590 | 0,726 | 0,749 | 0,733 | 0,014 | 1,918 |
| 0,8 | 0,707 | 0,853 | 0,908 | 0,852 | 0,028 | 3,332 |
| 1 | 0,970 | 0,936 | 0,937 | 0,948 | 0,020 | 2,081 |

Misal pengukuran koefisien variasi 0,2%

$$KV = \left[\frac{SD}{X} \right] \times 100\% = \left[\frac{0,020}{0,371} \right] \times 100\% = 5,456 \%$$

G.2 Hasil perhitungan Presisi Pompa Peristaltik dan Pompa *Stepper***G.2.1 Pompa Peristaltik**

| Putaran | Volume Air | | | Rata-rata | SD | kv |
|---------|------------|---------|---------|-----------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 15000 | 11,096 | 10,191 | 10,487 | 10,591 | 0,461 | 4,357 |
| 30000 | 20,866 | 21,658 | 20,927 | 21,150 | 0,441 | 2,083 |
| 45000 | 31,642 | 29,943 | 31,338 | 30,974 | 0,906 | 2,925 |
| 60000 | 44,418 | 46,570 | 41,391 | 44,126 | 2,602 | 5,896 |
| 75000 | 60,153 | 52,006 | 54,392 | 55,517 | 4,188 | 7,544 |
| 90000 | 68,114 | 59,955 | 62,941 | 63,670 | 4,128 | 6,484 |
| 105000 | 83,919 | 78,145 | 85,032 | 82,365 | 3,697 | 4,489 |
| 120000 | 99,738 | 88,758 | 95,179 | 94,559 | 5,516 | 5,834 |
| 135000 | 123,982 | 118,468 | 126,639 | 123,030 | 4,168 | 3,388 |
| 150000 | 155,230 | 160,549 | 148,855 | 154,878 | 5,855 | 3,780 |

G.2.2 Pompa Stepper

| Itereasi | Volume Air | | | Rata-rata | SD | Kv |
|----------|------------|--------|--------|-----------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 15000 | 10,49 | 10,49 | 10,49 | 10,49 | 0,003 | 0,025 |
| 30000 | 20,57 | 20,66 | 20,63 | 20,62 | 0,047 | 0,227 |
| 45000 | 30,14 | 30,05 | 30,04 | 30,08 | 0,056 | 0,187 |
| 60000 | 40,42 | 40,46 | 40,39 | 40,42 | 0,035 | 0,086 |
| 75000 | 50,34 | 50,41 | 50,39 | 50,38 | 0,033 | 0,066 |
| 90000 | 60,68 | 60,95 | 60,94 | 60,86 | 0,153 | 0,251 |
| 105000 | 70,92 | 71,14 | 70,23 | 70,77 | 0,475 | 0,672 |
| 120000 | 81,74 | 81,76 | 82,18 | 81,89 | 0,249 | 0,304 |
| 135000 | 92,05 | 92,22 | 92,49 | 92,25 | 0,222 | 0,241 |
| 150000 | 103,23 | 103,75 | 103,86 | 103,61 | 0,334 | 0,323 |

LAMPIRAN H. PERHITUNGAN AKURASI**H.1 Sampel Bir Bintang**

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= \frac{\text{DataTerbaca}}{\text{DataSebenarnya}} \times 100\% \\ &= \frac{4,28}{4,7} \times 100\% \\ &= 91,063\% \end{aligned}$$

H.2 Sampel Anggur Kolasom

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= \frac{\text{Data terbaca}}{\text{Data sebenarnya}} \times 100\% \\ &= \frac{17,18}{14,7} \times 100\% \\ &= 117\% \end{aligned}$$

LAMPIRAN I. ANALISA SAMPEL ETANOL

I.1 Sampel Bir Bintang

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$4,7 \times V_1 = 0,2 \times 100$$

$$V_1 = 4,25 \text{ mL}$$

Hasil etanol yang diukur oleh alat pada pengulangan pertama: 0.194%

0,194% kemudian dikalikan 23,5 karena konsentrasi awal etanol 4,7% diencerkan menjadi 100 mL, didapatkan 4.552%.

I.2 Sampel Anggur Kolasom

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad 14,7 \times V_1 = 0,4 \times 100$$

$$V_1 = 2,72 \text{ mL}$$

Hasil etanol yang diukur oleh alat pada pengulangan pertama: 0.470%

0,470% kemudian dikalikan 36,76 karena konsentrasi awal etanol 14,7% diencerkan menjadi 100 mL, didapatkan 17.282%.

Tabel H.1 Hasil pengukuran sampel

| Sampel | RS (ohm) | | | Rata-rata Rs | Konsentrasi Etanol Hasil Pengukuran (%) |
|----------------|----------|---------|---------|--------------|---|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| Bir Bintang | 2522,46 | 2461,07 | 2746,21 | 2576,578 | 4,428 |
| Anggur kolesom | 1394,9 | 1446,85 | 1362,62 | 1401,454 | 17,180 |