



**PENGEMBANGAN SENSOR VOLTAMMETRI N_2O DENGAN
ELEKTRODA KERJA PLATINA MELALUI OPTIMASI LARUTAN
ELEKTROLIT DAN POTENSIAL SCAN RATE SERTA
KARAKTERISASI KINERJANYA**

SKRIPSI

Oleh

**Harum Sekar Andini
NIM 071810301105**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**PENGEMBANGAN SENSOR VOLTAMMETRI N_2O DENGAN
ELEKTRODA KERJA PLATINA MELALUI OPTIMASI LARUTAN
ELEKTROLIT DAN POTENSIAL SCAN RATE SERTA
KARAKTERISASI KINERJANYA**

SKRIPSI

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

Oleh

**Harum Sekar Andini
NIM 071810301105**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah atas segala rahmat, hidayah dan ridho Allah SWT yang tiada henti Engkau limpahkan kepadaku selama ini. Nabi Muhammada SAW yang menjadi suri tauladan bagi umatnya, semoga diriku mampu mengikuti jejaknya.

Karya tulis skripsi ini Saya Persembahkan Kepada :

1. Allah SWT, Pemilik seluruh alam raya;
2. Muhammad SAW, Pemimpin dan Panutan Ummat Manusia
3. Ayahanda Sumanto dan Ibunda Emy Bahagiati tersayang. Ananda akan terus berusaha memenuhi harapan-harapan yang telah engkau percayakan. Terimakasih atas rangkaian doa yang tulus tiada henti, segala dukungan, motivasi, perhatian, pendidikan serta kasih sayang yang tiada ternilai untuk ananda. Semoga Alloh senantiasa mencurahkan Rahmat dan Karunia-Nya baik di dunia maupun di akhirat, amin...
4. Kakakku Doni Eko Kurniawan serta kedua adikku tercinta Intan Bunga Rosdiana dan Dita Ayu Faradila, atas dukungan, doa dan kebersamaan kalian menemani adinda selama ini;
5. Abang Aditya Arrochman tersayang yang telah menemani hari-hari adinda dengan penuh kesabaran dan kesetiaan. Terimakasih untuk setiap motivasi, dukungan dan pengorbanan selama ini;
6. Bapak-Ibu guru SD Negeri 2 Genteng; SMP Negeri 1 Genteng; SMA Negeri 2 Jember; Bapak-Ibu Dosen Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember;
7. Almameter tercinta, Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember;

MOTTO

“Jadikan Sabar dan sholat sebagai penolongmu, dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat kecuali bagi orang-orang yang khusyu”

(Q.S. Al Israa : 37)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Harum Sekar Andini

Nim : 071810301105

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: *Pengembangan Sensor Voltammetri N₂O dengan Elektroda Kerja Platina melalui Optimasi Larutan Elektrolit dan Potensial Scan Rate serta Karakteristik Kinerjanya* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 Januari 2012

Yang menyatakan,

Harum Sekar Andini

NIM 071810301105

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN SENSOR VOLTAMMETRI N₂O DENGAN
ELEKTRODA KERJA PLATINA MELALUI OPTIMASI LARUTAN
ELEKTROLIT DAN POTENSIAL SCAN RATE SERTA
KARAKTERISTIK KINERJANYA**

Oleh

Harum Sekar Andini
NIM: 071810301105

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Siswoyo, M.Sc. PhD.

Dosen Pembimbing Anggota : Dwi Indarti, S.Si. MSi.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pengembangan Sensor Voltammetri N_2O dengan Elektroda Kerja Platina melalui Optimasi Larutan Elektrolit dan Potensial Scan Rate serta Karakteristik Kinerjanya* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji

Ketua (DPU),

Sekretaris (DPA),

Drs. Siswoyo, M.Sc. PhD.
NIP. 19660521993031003

Dwi Indarti, S.Si. M.Si.
NIP. 197409012000032004

Anggota Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,

Asnawati, S.Si. M.Si.
NIP. 196808141999032001

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

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengtahuan Alam,
Universitas Jember

Prof. Drs. Kusno. DEA., Ph.D.
NIP.196101081986021001

RINGKASAN

Pengembangan Sensor Voltammetri N₂O dengan Elektroda Kerja Platina melalui Optimasi Larutan Elektrolit dan Potensial Scan Rate serta Karakteristik Kinerjanya; Harum Sekar Andini, 071810301105; 2011: 55 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Nitrous Oksida atau dinitrogen oksida, N₂O dikenal sebagai gas gelak dan diketahui merupakan oksida nitrogen yang berlimpah di atmosfer. Gas ini digunakan secara luas sebagai gas anastesi dan analgesik di bidang klinis dan juga sebagai gas pendorong dalam wadah bertekanan di dunia industri makanan. Namun akhir-akhir ini telah disadari bahwa peranan gas ini sebagai gas rumah kaca memiliki potensi untuk merusak lapisan ozon dengan kenaikan sebesar 31%persen pertahun, sehingga usaha minitoring dan pengontrolan konsentrasi serta laju emisinya menjadi sangat penting. Melihat luasnya aplikasi gas N₂O ini, maka persyaratan alat ukur yang digunakan harus mampu mengukur dalam range ppb sampai tingkat persen.

Metode analisis N₂O yang terpercaya saat ini adalah spektrofotometri inframerah, kromatografi gas, dan semikonduktor oksida logam juga muncul sebagai kandidat material sensor untuk deteksi N₂O (Kanazawa, *et al.*, 2000, dalam Siswoyo, *et al.*, 2005), namun telah umum diketahui bahwa sensor jenis ini memiliki selektifitas yang jelek dan memerlukan tenaga listrik relatif tinggi. Metode elektroanalisis merupakan suatu metode yang murah, sensitif, dan selektif terhadap gas N₂O, oleh karena itu metode pengembangan sensor N₂O yang bekerja secara voltammetri siklik dengan prinsip mereduksi N₂O menggunakan mikroelektroda platina dan membran PTFE merupakan merupakan suatu metode yang dapat digunakan.

Permasalahan yang dipelajari dalam penelitian ini dititikberatkan pada bagaimana: 1) pengaruh variasi konsentrasi elektrolit TBAP dan *scan rate* terhadap hasil pengukuran gas N₂O secara voltammetri siklik dengan menggunakan mikroelektroda kerja platina, 2) *linear range*, limit deteksi dan sensitivitas sensor gas N₂O secara voltammetri siklik menggunakan

mikroelektroda kerja platina, 3) selektivitas sensor gas N_2O berbasis membran yang bekerja berdasarkan prinsip voltametri siklik terhadap gas O_2 dan CO_2 , dan 4) karakteristik hasil pengukuran sensor gas N_2O secara elektrokimia dengan menggunakan mikroelektroda platina terhadap keberadaan gas N_2O bila dibandingkan dengan hasil pengukuran dari sensor infra merah (*infrared*). Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA Universitas Jember..

Variasi konsentrasi elektrolit tetrabutylammoniumperchlorat dalam dimetilsulphoksida (TBAP/DMSO) yang digunakan adalah (0,01; 0,025; 0,05; 0,075; 0,1; 0,15)M. Variasi *scan rate* yang digunakan yaitu (20; 40; 60; 80; 100; 200)mV/s. Variasi konsentrasi gas N_2O-N_2 yang digunakan adalah (2,24; 4,04; 9,09; 13,04; 16,67; 20)%. Alat yang digunakan yaitu Potensiostat Amel 433 A dengan sel elektrokimia yang dilengkapi dengan tiga elektroda yaitu mikroelektroda kerja platina (Pt) nomer CHI 107 dengan ukuran diameter $10\mu m$, elektroda pembanding Ag/AgCl dan elektroda pelengkap aurum (Au). Polarisasi elektroda menggunakan voltametri siklik pada rentang potensial 0-(-2,8)V.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa respon sensor optimum pada *scan rate* 100mV/detik. Sensor N_2O bekerja pada daerah kerja konsentrasi gas N_2O sebesar 0%-20% dari campuran N_2O-N_2 dengan menghasilkan karakterisasi sensor N_2O untuk daerah linier sebesar 0,971; sensitivitas sebesar -0,392nA; limit deteksi sebesar 2,62%. Selektivitas sensor N_2O ini menunjukkan adanya interferensi dari gas O_2 yang muncul pada daerah potensial yang sama dengan N_2O yaitu pada potensial -2000-(-2500)mV. Sensor gas N_2O ini tidak dapat dibandingkan hasil pengukurannya dengan sensor gas infra merah komersial. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kemampuan dalam merespon analit. Sensor gas infra merah mampu merespon gas N_2O pada konsentrasi 0-1%, sedangkan sensor gas N_2O yang bekerja secara voltametri siklik tidak mampu merespon konsentrasi N_2O di bawah 1%.

PRAKATA

Segala puji bagi Allah, yang tiada hentinya-hentinya memberikan kenikmatan berupa iman, rahmat, dan petunjuk kepada semua hamba-hambanya. Berkat petunjuk-Nya pula, skripsi dengan judul “Pengembangan Sensor Voltametri N₂O dengan Elektroda Kerja Platina melalui Optimasi Larutan Elektrolit dan Potensial *Scan Rate* serta Karakteristik Kinerjanya” dapat terselesaikan.

Penulisan karya ilmiah ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D, selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember;
2. Bapak Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., PhD., selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember;
3. Bapak Drs. Siswoyo, MSc. Ph.D dan Ibu Dwi Indarti, S.Si. M.Si selaku dosen Pembimbing tugas akhir;
4. Ibu Asnawati, S.Si. M.Si dan Tri Mulyono S.Si.M.Si selaku dosen Penguji tugas akhir;
5. Rekan kerjaku dalam penelitian (Aditya dan Zendi) yang telah membantu analisis,
6. 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.

Jember, 19 Januari 2012

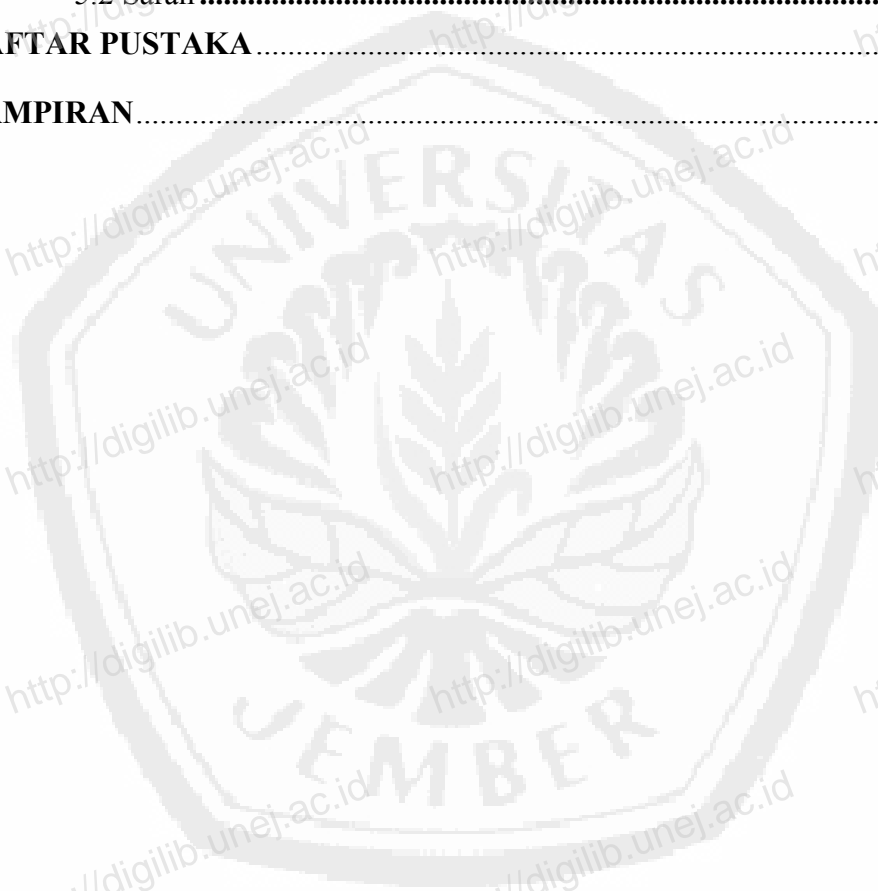
Harum Sekar Andini

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Dinitrogen Oksida	5
2.2 Platina	6
2.3 Elektrokimia	8
2.3.1 Sel Elektrokimia	10
2.3.2 Larutan Elektrolit.....	10
2.4 Mikroelektroda	15
2.5 Voltammetri	15
2.5.1 Voltammetri Siklik	16
2.6 Arus dalam Voltammetri	18
2.7 Sensor Voltammetri	20
2.8 Potensiostat	21
2.9 Membran Politetrafluoroetilena (PTFE)	22

2.10 Sensor Infra Red (IR)	24
BAB 3. METODE PENELITIAN	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan	26
3.2.1 Alat.....	26
3.2.2 Bahan.....	26
3.3 Diagram Alir Penelitian	27
3.3.1 Kerangka Pemikiran Umum Penelitian	27
3.3.2 Preparasi Sel Elektrokimia	27
3.3.3 Optimasi Parameter Kinerja Sensor Voltametri	28
3.3.4 Preparasi Sel Elektrokimia Berbasis Membran.....	29
3.3.5. Karakterisasi Kinerja Sensor Gas N ₂ O Berbasis Membran ...	29
3.3.6 Uji Selektivitas Sensor Gas N ₂ O terhadap gas CO ₂ dan O ₂	30
3.3.7 Komparasi Hasil Pengukuran Gas N ₂ O menggunakan Sensor Gas N ₂ O dan Sensor Infra Merah Komersial.....	30
3.4 Prosedur Penelitian	31
3.4.1 Preparasi sel elektrokimia Berbasis Membran	31
3.4.2 Optimasi Parameter Kinerja Sensor Voltametri.....	32
3.4.3 Preparasi Sel Elektrokimia Berbasis Membran.....	29
3.4.4. Karakterisasi Kinerja Sensor Gas N ₂ O Berbasis Membran ...	29
3.4.5 Uji Selektivitas Sensor Gas N ₂ O terhadap gas CO ₂ dan O ₂	33
3.4.6. Komparasi Hasil Pengukuran Gas N ₂ O menggunakan Sensor Voltametri dan Sensor Infra Merah	33
3.4.7 Karakterisasi sensor.....	33
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Optimasi Parameter Kinerja Sensor Voltametri	35
4.1.1 Penentuan <i>Scan Rate</i> Optimum	35
4.1.2 Penentuan Konsentrasi Elektrolit Optimum.....	37
4.2 Proses Elektroanalisis menggunakan Membran Polytetrafluoro Ethylene (PTFE)	41
4.3 Karakteristik Sensor	45
4.3.1 <i>Linier Range</i> (Daerah Linier)	45

4.3.2 Sensitivitas.....	46
4.3.3 Limit Deteksi.....	46
4.4 Selektifitas Sensor Gas N₂O.....	47
4.5 Komparasi Analisa Pengukuran Gas N₂O menggunakan Sensor Voltametri dan Sensor Infra Merah Komersial.....	49
BAB 5. PENUTUP.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	53



DAFTAR TABEL

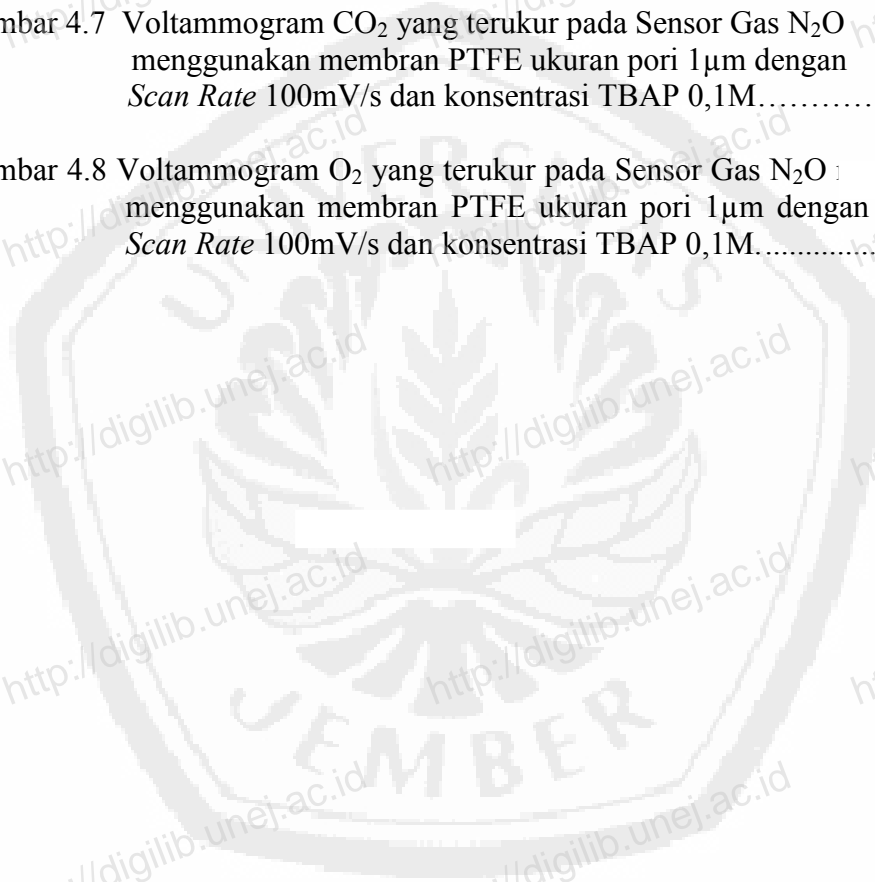
Tabel 2.1 Sifat Fisik N ₂ O.....	5
Tabel 2.2 Sifat Fisik Platina.....	7
Tabel 4.1 Data Pengukuran Gas N ₂ O pada berbagai variasi <i>Scan Rate</i>	37
Tabel 4.2 Data Pengukuran Gas N ₂ O pada berbagai Konsentrasi TBAP.....	40
Tabel 4.3 Arus Reduksi gas N ₂ O pada tiap variasi Konsentrasi N ₂ O.....	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur N ₂ O.....	5
Gambar 2.2. Bentuk Sel Elektrokimia Voltammetri.....	10
Gambar 2.3. Elektoda kalomel.....	13
Gambar 2.4 Macam-macam bentuk elektroda:	15
Gambar 2.5. Voltammogram voltammetri siklik arus sebagai fungsi potensial ...	17
Gambar 2.6 Struktur linier membran PTFE dengan pengulangan unit-unit- CF ₂ -CF ₂ -.....	23
Gambar 2.7 Porositas membran PTFE.....	23
Gambar 2.8 Sensor IR dan Dynament	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.2 Preparasi Sel Elektrokimia.....	27
Gambar 3.3 Optimasi <i>Scan Rate</i>	28
Gambar 3.4 Optimasi Konsentrasi Larutan Elektrolit	28
Gambar 3.5 Preparasi Sel Elektrokimia.....	29
Gambar 3.6 Karakterisasi Kinerja Sensor Gas N ₂ O Berbasis Membran	29
Gambar 3.7 Uji Selektivitas Sensor Gas N ₂ O terhadap gas CO ₂ dan O ₂	30
Gambar 3.8 Komparasi Hasil Pengukuran Gas N ₂ O menggunakan Sensor Voltammetri dan Sensor Infra Merah Komersial	30
Gambar 4.1 Voltammogram Arus Reduksi N ₂ O terhadap Variasi <i>Scan Rate</i> menggunakan Larutan elektrolit TBAP/DMSO 0,1M dan 0,1M Konsentrasi Gas N ₂ O 1,5%.....	35
Gambar 4.2 Kurva Pengaruh Variasi <i>Scan Rate</i> terhadap Arus Reduksi Gas N ₂ O	37
Gambar 4.3 Voltammogram Arus Reduksi Gas N ₂ O pada setiap konsentrasi TBAP menggunakan Larutan Elektrolit TBAP/DMSO 0,1M dan Konsentrasi Gas N ₂ O 1,5%.....	38

Gambar 4.4 Kurva Pengaruh Konsentrasi Larutan Elektrolit terhadap Arus Reduksi Gas N ₂ O.....	40
Gambar 4.5 Voltammogram Arus Reduksi N ₂ O terhadap Variasi Konsentrasi N ₂ O dari (2,24-20)% menggunakan Membran PTFE dengan ukuran pori 1µm, konsentrasi TBAP 0,1M dan scan rate 100mV/s.....	43
Gambar 4.6 Kurva Kalibrasi N ₂ O pada konsentrasi 0%; 4,04% sampai dengan 20%.....	44
Gambar 4.7 Voltammogram CO ₂ yang terukur pada Sensor Gas N ₂ O menggunakan membran PTFE ukuran pori 1µm dengan Scan Rate 100mV/s dan konsentrasi TBAP 0,1M.....	48
Gambar 4.8 Voltammogram O ₂ yang terukur pada Sensor Gas N ₂ O menggunakan membran PTFE ukuran pori 1µm dengan Scan Rate 100mV/s dan konsentrasi TBAP 0,1M.....	49



DAFTAR LAMPIRAN

A. Perhitungan pembuatan Larutan TBAP dengan berbagai variasi konsentrasi ..56	56
B. Perhitungan Konsentrasi N ₂ O pada Optimasi Kinerja Sensor	57
C. Perhitungan Konsentrasi N ₂	57
D. Perhitungan Konsentrasi N ₂ O pada Karakterisasi Kinerja Sensor.....	57
E. Perhitungan Konsentrasi CO ₂	59
F. Perhitungan Konsentrasi O ₂	59
G. Perhitungan Batas Deteksi	60
H. Desain Sensor Gas N ₂ O	61
I. Data Respon Gas N ₂ yang terukur pada Sensor Infra Red (IR).....	63
J. Data Respon Gas N ₂ O yang terukur pada Sensor Infra Red (IR).....	634
K. Data Kurva Kalibrasi N ₂ O	639