



FABRIKASI ELEKTRODA SELEKTIF ION TIMBAL BERBASIS KOPOLIMER
METHYL-METHACRYLATE-CO-BUTHYL ACRYLATE (MB28) DENGAN TEKNIK
FOTO POLIMER DAN GRAFIT BATANG PENSIL



TESIS

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Ahmad Ariri

Nim : 55818010003

Program Studi : Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
DIREKTORAT PASCA SARJANA
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JULI 2020**

PENGESAHAN TESIS

Judul : Fabrikasi Elektroda Selektif Ion Timbal Berbasis Kopolimer Methyl-Methacrylate-Co-Buthyl Acrylate (Mb28) Dengan Teknik Foto Polimer Dan Grafit Batang Pensil.

Nama : Ahmad Ariri

NIM : 55818010003

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tangga :

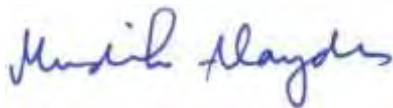
Mengesahkan,
Pembimbing



(Sagir Alva Ph.D)

Direktur Pascasarjana

Ketua Program Studi Magister teknik Mesin



(Prof. Dr. Ing. Mudrik Alaydrus)



(Sagir Alva Ph.D)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ahmad Ariri
NIM : 55818010003
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Thesis : Fabrikasi Elektroda Selektif Ion Timbal Berbasis Kopolimer Methyl-Methacrylate-Co-Buthyl Acrylate (Mb28) Dengan Teknik Foto Polimer Dan Grafit Batang Pensil

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 25 Juli 2020



Ahmad Ariri

PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang di tulis oleh

Nama : Ahmad Ariri
NIM : 55818010003
Program Studi : Magister Teknik Mesin

Dengan judul

“FABRIKASI ELEKTRODA SELEKTIF ION TIMBAL BERBASIS KOPOLIMER METHYL-METHACRYLATE-CO-BUTHYL ACRYLATE (MB28) DENGAN TEKNIK FOTO POLIMER DAN GRAFIT BATANG PENSIL”

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 22 Juli 2020, didapatkan nilai persentase sebesar 13%.

Jakarta, 20 Juli 2020
Administrator
Turnitin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Arie Pangudi, A.Md

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat-Nya, sehingga penulis dapat dengan baik menyelesaikan laporan Thesis yang berjudul Fabrikasi Elektroda Selektif Ion Logam Timbal Berbasis Kopolimer Methyl-Methacrylate-Co-Buthyl Acrylate (Mb28) Dengan Teknik Foto Polimer Dan Grafit Batang Pensil.

Penulisan ini disusun untuk dapat memenuhi salah satu persyaratan kurikulum magister (S2) di Direktorat Pasca Sarjana Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Dalam proses pelaksanaan Thesis ini, penulis telah mendapatkan banyak bimbingan, saran, dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, karena dengan izinnya penulis dapat menyelesaikan penulisan Laporan Thesis ini dengan baik.
2. Bapak Sagir Alva S. Si, M. Sc, Ph. D sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dengan sangat luar biasa selama penelitian dan penulisan Laporan Thesis ini. Banyak hal yang telah diajarkan sehingga menambah pengetahuan penulis tidak hanya sebatas yang berkaitan dengan tema Thesis yang dipilih.
3. Bapak Dafit Feriyanto sebagai Koordinator Thesis yang telah membimbing dan memberikan saran-saran kepada penulis dalam pembuatan sistematika penulisan Laporan Thesis.
4. Bapak Prof. Dr. Ing. Darwin Sebayang sebagai pemberi nasehat dan saran selama Penulisan Laporan Thesis.
5. Kedua orang tua yang selalu memberi dukungan moriil dan materiil serta doa terbaik supaya penullis dapat menyelesaikan studinya.
6. Ditayana Junita N dan Hamas Tsaqif Asshauqi yang telah menjadi penyemangat untuk selalu menyelesaikan tesis.
7. Ahmad hubbani, Ryan Hidayat, M Tulus G.A, Riyan Maryadi, Nur Alfiah, Erni Anggraeni, Riefki, Mutia, dan Firdhausia R.K yang telah memberikan masukan serta dukungan selama proses pembuatan tesis.

8. Tim @sedekah_creative dan teman teman Sastra Mesin atas doa dan dukungannya serta banyak pihak lain yang telah membantu penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga segala kebaikan yang telah dilakukan untuk membantu penulis dibalas dengan keberkahan yang berlimpah dari Allah SWT.

Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang mungkin terjadi dalam penyusunan laporan ini. Semoga laporan thesis ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

Jakarta, 25 Juli 2020



Penulis



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Timbal merupakan logam berat berbahaya yang harus dikontrol secara periodik keberadaannya. Menurut WHO 30 $\mu\text{g/L}$ kandungan timbal dalam darah dapat menyebabkan masalah kesehatan serius. beberapa peralatan telah digunakan untuk mengukur logam Pb dalam suatu sampel seperti UV-Vis, ICP-MS, dan AAS. ketiga alat ini memiliki tingkat akurasi yang baik, namun berukuran besar. Untuk itu, pada studi ini dilakukan fabrikasi sensor Pb-ISE berdasarkan kepada kopolimer film tipis methyl-methacrylate-co-butyl acrylate dengan rasio 2:8 (MB28) yang dipreparasi menggunakan teknik fotopolimer serta menggunakan elektroda grafit pensil berlapis Polypirrol-Cl (PGE/PPy-Cl) sebagai transduser sebagai alternatif pengukuran logam Pb dalam sampel menggunakan metoda potensiometri. Kopolimer MB28 telah disintesis dan dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR. Terbentuknya kopolimer MB28 terlihat dari hilangnya puncak pada area $1600\text{-}1680\text{cm}^{-1}$ disebabkan terjadinya simpul ikatan kovalen antara -C-C- membentuk tulang punggung kopolimer MB28. Dalam proses fabrikasi sensor Pb-ISE telah dilakukan proses optimasi komposisi membran, dimana komposisi optimum adalah 1 mg potassium tetrakis(4-chlorophenyl)borate (KTPClPB) dan 4.3 mg Lead Ionophore IV (grup amida). Sensor Pb-ISE memberikan performa yang baik dengan mempunyai bilangan Nernstian sebesar 28.2 ± 0.5 mV/dec pada area linear range 10^{-3} - 10^{-10} M serta LOD serendah $(6.6 \pm 1.6) \times 10^{-11}$ M. dari pengukuran pada larutan sampel Pb_2NO_3 dengan teknik voltametri menggunakan elektroda referensi Ag/AgCl jenis *double junction*. Disamping itu, sensor Pb-ISE memperlihatkan koefisien selektivitas ($\text{Log}K^{\text{pot}}_{a,b}$) yang baik terhadap K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Cu^{2+} dan Cd^{2+} yang masing-masing adalah -6.6 ± 0.2 , -6.1 ± 0.2 , -6.7 ± 0.2 , -12.4 ± 0.3 , -4.4 ± 0.2 dan -6.1 ± 0.1 . Sensor Pb-ISE yang difabrikasi efektif bekerja pada rentang pH 3-8. Proses validasi telah dijalankan dengan membandingkan hasil pengukuran sampel artifisial pada konsentrasi 25 dan 100 ppm serta sampel air kali Angke, dimana hasil pengukuran yang telah dilakukan adalah sebanding dengan metode standar pengukuran spektrofotometer UV-Vis.

Kata kunci : MB28 Copolymer, Photo-polymer, Pb-ISE, Pencil graphite electrode, PPy-Cl

ABSTRACT

Lead is a dangerous heavy metal that must be periodically controlled for its presence. According to WHO 30 µg/L lead content in the blood can cause serious health problems. Several instruments have been used to measure Pb in a sample such as UV-Vis, ICP-MS, and AAS. These three instruments have a good level of accuracy, but are large in size. For this reason, in this study, a Pb-ISE sensor was fabricated based on a thin copolymer film of methyl-methacrylate-co-butyl acrylate with a ratio of 2:8 (MB28) which was prepared using photopolymer technique and using Polypyrrole-Cl (PGE/PGE) coated pencil graphite electrodes (PPy-Cl) as a transducer and alternative for measuring Pb in the sample using the potentiometric method. MB28 copolymer was synthesized and characterized using FTIR. The formation of the MB28 copolymer can be seen from the loss of peaks in the 1600-1680cm⁻¹ area due to the occurrence of a covalent bond between -C-C- forming the backbone of the MB28 copolymer. In the process of fabricating the Pb-ISE sensor, a membrane composition optimization process has been carried out, where the optimum composition is 1 mg potassium tetrakis (4-chlorophenyl) borate (KTPClPB) and 4.3 mg Lead Ionophore IV (amide group). The Pb-ISE sensor provides good performance by having a Nernstian number of 28.2 ± 0.5 mV/dec in a linear range of 10⁻³ - 10⁻¹⁰ M and an LOD as low as (6.6 ± 1.6) x 10⁻¹¹ M. From measurements in the sample solution Pb₂NO₃ by voltammetric technique using a double junction Ag/AgCl reference electrode. In addition, the Pb-ISE sensor shows a good selectivity coefficient (LogK_{pota,b}) towards K⁺, Na⁺, NH₄⁺, Mg²⁺, Cu²⁺ and Cd²⁺ which are -6.6 ± 0.2, -6.1 ± 0.2, -6.7 ± 0.2, -12.4 ± 0.3, -4.4 ± 0.2 and -6.1 ± 0.1. The fabricated Pb-ISE sensor is effective at working in the pH range of 3-8. The validation process has been carried out by comparing the measurement results of artificial samples at concentrations of 25 and 100 ppm as well as samples of Angke River water, where the results of measurements that have been carried out are comparable to the standard method of measuring UV-Vis spectrophotometers.

Keywords : MB28 Copolymer, Photo-polymer, Pb-ISE, Pencil graphite electrode, PPy-Cl

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORIGINALITAS	iii
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	iv
PENGHARGAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Novelty	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pendahuluan	7
2.2 Timbal (Pb)	7
2.3 Sensor	9
2.4 Potensiometri	10

2.5	Elektroda Pembanding	12
2.6	Elektroda Selektif Ion (ESI)	12
2.7	Kualitas Elektroda Selektif Ion	15
2.7.1	Faktor Nerst dan Jangkauan Pengukuran	15
2.7.2	Limit Deteksi	15
2.7.3	Waktu Respon	15
2.7.4	Koefisien Selektivitas	16
2.8	Butyl Acrylate	16
2.9	Methyl Methacrylate	17
2.10	Foto Polimer	19
2.11	Pensil Grafit Elektroda	20
2.12	FTIR	21
2.13	Spektrofotometer UV-Vis	22
BAB	III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Pendahuluan	24
3.2	Diagram Alir Penelitian	24
3.3	Tahapan Penelitian	25
3.3.1	Mulai	25
3.3.2	Persiapan Alat Dan Bahan	25

3.3.3	Preparasi Kopolimer MB28	26
3.3.4	Preparasi Elektroda Grafit Pensil	26
3.3.5	Pelapisan Membran	27
3.3.6	Pengujian Sampel	30
3.3.7	Analisis Data	37
3.3.9	Kesimpulan	37
3.3.10	Selesai	37
BAB	IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1	Pendahuluan	38
4.2	Karakterisasi FTIR Kopolimer MB 28	38
4.3	karakterisasi Pb-ISE	41
4.3.1	Pelapisan <i>Conducting Polymer</i> PPy-Cl	42
4.3.2	Optimasi Komposisi Membran Pb-ISE	44
4.4	Respon Pb-ISE dan Perbandingan Dengan Studi Lainnya	47
4.5	Pengujian Koefisien Selektivitas	51
4.6	Efek Ph	53
4.7	Tes Validasi	54
BAB	V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	57
	DAFTAR PUSTAKA	58
	LAMPIRAN A	64
	LAMPIRAN B	66
	LAMPIRAN C	70

LAMPIRAN D	72
LAMPIRAN E	73
LAMPIRAN F	76
LAMPIRAN G	77
LAMPIRAN H	80
VITA	83



DAFTAR GAMBAR

No. Gambar		Halaman
2.1	Rantai proses pemamparan oleh logam ion Pb kepada manusia	8
2.2	Skema potensiometri	11
2.3	Struktur Kimia Butyl Acrylate	17
2.4	Struktur Kimia Methyl Methacrylate	18
3.1	Diagram alir penelitian	24
3.2	Konstruksi elektroda grafit pensil (PGE)	27
3.3	Konstruksi PGE/PPy	28
3.4	proses preparasi Pb-ISE berbasis MB28 dengan teknik fotopolimer	30
3.5	Penentuan jarak linear, bilangan nerstian dan limit deteksi	31
3.6	Larutan dithizone	34
3.7	Larutan air dan dithizone	35
3.8	Air bebas ion dan larutan uji + dithizone	36
4.1	Perbandingan spektra FTIR	39
4.2	Skema pembentukan kopolimer MB28 melalui teknik fotopolimer	41
4.3	Grafik cyclic voltamogram PGE dan PGE/PPy-Cl dalam larutan KCl	43
4.4	Respon variasi komposisi Pb-ISE dalam berbagai konsentrasi Pb(NO ₃) ₂	45
4.5	Respon sensor Pb-ISE dalam berbagai konsentrasi larutan Pb(NO ₃) ₂	48
4.6	Respons sensor Pb-ISE dalam larutan Pb(NO ₃) pada berbagai kondisi pH	53

DAFTAR TABEL

No. Tabel		Halaman
4.1	Bilangan Nerstian PGE/PPy-Cl pada larutan pH buffer (pH 4,7 dan 10)	44
4.2	Performa berbagai komposisi Pb-ISE dalam berbagai konsentrasi larutan Pb(NO ₃) ₂	45
4.3	Perbandingan respons sensor Pb-ISE berdasarkan membran fotopolimer MB28 dengan Pb-ISE berdasarkan membran akrilat lainnya.	50
4.4	Nilai Koefisien selektivitas sensor Pb-ISE dalam berbagai jenis ion pengganggu (n=3)	52
4.5	Perbandingan pengukuran ion Pb ²⁺ dalam sampel dengan menggunakan Pb-ISE dan Spektrofotometri UV-VIS	54



DAFTAR SINGKATAN

ACS	<i>American Chemical Society</i>
Ag	Perak
Ag/Cl	Perak klorida
Cd	Kadmium
CE	<i>Counter Electrode</i>
Cu	Tembaga
DMPP	Dimethoxy-2-phenylacetophenone
ESI	Elektroda Selektif Ion
PGE	Pensil Grafit Elektroda
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared</i>
HCl	Asam Klorida
HDDA	Hexanediol Diacrylate
HEMA	Hydroxyethylmethacrylate
IUPAC	<i>The International Union of Pure and Applied Chemistry</i>
K	Potassium
KTpCIPB	Potassium Tetrakis(4-chlorophenyl)Borate
LOD	<i>Limit of Detection</i>
M	Molar
Mg	Magnesium
MMA	Methyl Methacrylate
Na	Natrium
NBA	n- butyl Acrylate
Pb	Timbal
PPy	Polypyrrole
RE	<i>Reference Electrode</i>
UV	Ultra Violet
WE	<i>Working Electrode</i>