

**PENGEMBANGAN SENSOR SULFAT DARI BATANG GRAFIT LIMBAH  
BATERAI BERBASIS POLIPIROL DENGAN TEKNIK PELAPISAN  
*CYCLIC VOLTAMMETRY***



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

KALVIN FANUELA  
NIM: 41316010004

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2023

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PENGEMBANGAN SENSOR SULFAT DARI BATANG GRAFIT LIMBAH  
BATERAI BERBASIS POLIPIROL DENGAN TEKNIK PELAPISAN  
*CYCLIC VOLTAMMETRY***



Disusun Oleh:

Nama : Calvin Fanuela  
NIM : 41316010004  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
FEBRUARI 2023

## HALAMAN PENGESAHAN

### PENGEMBANGAN SENSOR SULFAT DARI BATANG GRAFIT LIMBAH BATERAI BERBASIS POLIPIROL DENGAN TEKNIK PELAPISAN *CYCLIC VOLTAMMETRY*

Disusun Oleh:

Nama : Calvin Fanuela  
NIM : 41316010004  
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 07 Februari 2023

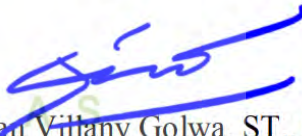
Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA



(Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D.)  
NIK/NIP. 0313037707

Penguji Sidang I



(Gian Villany Golwa, ST., M.Si)  
NIK/NIP. 1975801149

Penguji Sidang II



(Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T)  
NIK/NIP: 221900211

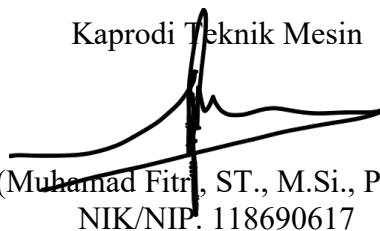
Penguji Sidang III



(I Gusti Ayu Arwati, M.T., Ph.D)  
NIK/NIP: 114640433

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



(Muhammad Fitri, ST., M.Si., P.hD)  
NIK/NIP: 118690617

Koordinator TA



(Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T)  
NIK/NIP: 221900211

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Calvin Fanuela

NIM : 41316010004

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Pengembangan Sensor Sulfat Dari Batang Grafit Limbah  
Baterai Berbasis Polipirol Dengan Teknik Pelapisan *Cyclic  
Voltammetry*

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

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

UNIVERSITAS Jakarta, 07 Februari 2023  
MERCU BUANA



## PENGHARGAAN

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan YME atas rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir dengan judul “*Pengembangan Sensor Sulfat Dari Batang Grafit Limbah Baterai Berbasis Polipirol Dengan Teknik Pelapisan Cyclic Voltammetry*” dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar Sarjana Teknik dapat diselesaikan dengan baik. Dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, penyusun banyak mendapat bantuan, arahan dan dorongan dari banyak pihak. Pada kesempatan ini, penulis sampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Andi Andriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Fitri, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Bapak Muhammad Fitri, S.T, M.Si, Ph.D selaku Ketua Program studi Teknik Mesin.
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng selaku Sekretaris Program studi Teknik Mesin.
5. Bapak Gian Villany Golwa, ST., M.Si selaku Kepala Laboratorium Universitas Mercubuana & Penguji Sidang Akhir
6. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T selaku Koordinator Tugas Akhir & Penguji Sidang Akhir
7. Bapak Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dengan baik sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan
8. Ibu I Gusti Ayu Arwati, M.T., Ph.D selaku Penguji Sidang Akhir
9. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis

Akhir kata, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membacanya.

Jakarta, 07 Februari 2023

Kalvin Fanuela

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>iv</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	4
1.4. MANFAAT PENELITIAN	4
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. BATERAI	7
2.3. POTENSIOMETRI	8
2.3.1. Jenis-jenis Elektroda	10
2.3.2. Persamaan <i>Nernst</i>	11
2.3.3. Elektroda Selektif Ion (ESI)	12
2.4. SENSOR SULFAT	13
2.5. <i>CYCLIC VOLTAMMETRY</i>	14
2.6. SULFAT	15
2.7. GRAFIT	16
2.8. POLIPIROL	16
2.9. <i>POTASSIUM CHLORIDE (KCl)</i>	17
2.10. NATRIUM SULFAT ANHIDRAT ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )	18
2.11. GRAVIMETRI	18

2.12.	SENSOR	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		<b>20</b>
3.1.	PENDAHULUAN	20
3.2.	DIAGRAM ALIR	20
3.3.	TAHAPAN PENELITIAN	21
	3.3.1 Alat dan Bahan	23
	3.3.2 Persiapan Elektroda Kerja Batang Grafit Baterai	26
	3.3.3 Pembuatan Larutan Uji	27
	3.3.3 Proses Pengujian	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>31</b>
4.1.	PENDAHULUAN	31
4.2.	PREPARASI SENSOR SULFAT	31
	4.2.1 Preparasi Elektroda Batang Grafit Baterai	33
	4.2.2 Pelapisan Resin Epoxy	34
	4.2.3 Preparasi Sensor	34
	4.2.4 Karakterisasi Polipirol Pada Elektroda Batang Grafit Baterai	36
4.3.	UJI PERFORMA SENSOR	40
4.4.	UJI VALIDITAS	44
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		<b>46</b>
5.1.	KESIMPULAN	46
5.2	SARAN	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>48</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>50</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Skema Pengukuran dengan Elektroda Selektif Ion	1
Gambar 1.2 Teknik Voltametri	3
Gambar 2.1 Elektroda WE,RE, dan CE	10
Gambar 2.2 Skema Sistem Elektroda Kaca pH Probe	12
Gambar 2.3 Bagan Elektroda Membran Padat	13
Gambar 2.4 Pengukuran Suatu Larutan Dengan Sensor Potensiometri Ion Sulfat	13
Gambar 2.5 Eksitasi Sinyal Pada Voltametri Siklik	15
Gambar 2.6 Voltamogram Siklik Reaksi Reduksi-Oksidasi Secara Reversibel	15
Gambar 2.7 Struktur Grafit	16
Gambar 2.8 Struktur Kimia Pirol	17
Gambar 2.9 Struktur Kimia KCl	17
Gambar 2.10 Struktur Kimia Natrium Sulfat	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Sensor Sulfat	21
Gambar 3.2 Perebusan Batang Grafit Baterai	25
Gambar 3.3 Proses Pelapisan Resin	26
Gambar 3.4 Proses Pengujian Cyclic Voltammetry	28
Gambar 3.5 Proses Pelapisan Polipirol	29
Gambar 3.6 Pengujian Respon Sensor Sulfat	30
Gambar 4.1 Grafik Batang Baterai Sebelum Direbus	33
Gambar 4.2 Grafik Batang Baterai Sesudah Direbus	33
Gambar 4.3 Grafik Pelapisan Polipirol dengan Variasi Siklik Menggunakan Metode Voltametri Siklik (a-g)	35
Gambar 4.4 Grafik Elektroda Karbon Sebelum Pelapisan Polipirol (a-g)	37
Gambar 4.5 Grafik Elektroda Karbon Setelah Pelapisan Polipirol (a-g)	38
Gambar 4. 6 Permukaan Elektroda Sebelum Dilapisi Polipirol (a) dan Sesudah Dilapisi Polipirol (b)	39
Gambar 4.7 Elektroda Grafit Baterai Sebelum Pelapisan Polipirol	40
Gambar 4.8 Elektroda Grafit Baterai Setelah Pelapisan Polipirol	40
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Log [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ] Terhadap Potensial (a-f)	42
Gambar 4.10 Limit Deteksi	43
Gambar 4.11 Grafik Kalibrasi Sensor	44



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 3.1 Alat Penelitian	22
Tabel 3.2 Bahan Penelitian	24
Tabel 4.1 Variasi Siklik Polipirol Pada Elektroda Grafit	44
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Sulfat	45

