

TUGAS AKHIR

**DESAIN DAN PEMBUATAN BATERAI ALUMINIUM UDARA
MENGUNAKAN VARIASI KARBON AKTIF**

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Mata Kuliah Tugas Akhir
Pada Program Sarjana Strata Satu (S1)**



Disusun Oleh:

Nama : Guntur Adytya Putra

NIM : 41312010079

Program Studi : Teknik Mesin

Pembimbing : Dra. I Gusti Ayu Arwati, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2016

i

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Guntur Adytya Putra

NIM : 41312010079

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Desain dan Pembuatan Baterai Alumunium Udara
Menggunakan Variasi Karbon Aktif

Dengan ini menyatakan bahwa penulisan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil 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 tidak ada paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 1 Agustus 2016

Penulis,



(Guntur Adytya Putra)

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN DAN PEMBUATAN BATERAI ALUMINIUM UDARA
MENGUNAKAN VARIASI KARBON AKTIF



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Guntur Adytya Putra

NIM : 41312010079

Program Studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS

Jakarta, 1 Agustus 2016

MERCU BUANA

Mengetahui:

Dosen Pembimbing,

(Dra. I Gusti Ayu Arwati, MT)

Koordinator Tugas Akhir,



(Prof. Dr. Ing Darwin Sebayang)

ABSTRAK

Ketersediaan energi yang berkelanjutan merupakan salah satu isu yang cukup penting di setiap negara, tidak terkecuali Indonesia. Meningkatnya permintaan energi listrik di Indonesia saat ini tidak seimbang dengan ketersediaan suplai energi listrik, yang mengakibatkan krisis energi listrik tidak dapat dihindari. Maka perlu energi alternatif. Salah satu sumber energi alternatif adalah baterai aluminium udara. Baterai aluminium udara menggunakan karbon aktif sebagai media adsorpsi gas oksigen. Penelitian ini bertujuan mencari variasi dan komposisi karbon aktif dalam pembuatan katoda udara agar menghasilkan potensial dan arus listrik optimal menggunakan variasi karbon aktif tempurung kelapa dengan komposisi 0.198 gram, 0.196 gram dan 0.194 gram. Pengukuran harga potensial dan arus listrik selama 5 jam menjadi faktor utama dalam penelitian. Hasil penelitian didapat komposisi karbon aktif 0.198 gram menghasilkan arus rata-rata optimal. Karbon aktif tempurung kelapa lokal menghasilkan potensial 0.854 V, arus 0.074 mA dan GGL Sel 1.25 V. Karbon aktif tempurung kelapa impor buatan Filipina menghasilkan potensial 0.836 V, arus 2.620 mA dan GGL Sel 1.23 V. Karbon aktif tempurung kelapa penjernih aquarium menghasilkan potensial 0.944 V, arus 0.106 mA dan GGL Sel 1.34 V. Ukuran partikel karbon aktif mempengaruhi kemampuan adsorpsi gas oksigen untuk menghasilkan tegangan, arus, impedansi, hambatan dan reaktansi.

Kata Kunci: Energi Alternatif, Baterai, Karbon Aktif, Tegangan, Arus, Electrochemical Impedance Spectroscopy.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

Sustainable energy supply is one issue that is important in every country, including Indonesia. The increasing demand for electricity in Indonesia is not balanced with the availability of supply of electrical energy, which resulted in energy crisis can not be avoided. Then need alternative energy. One of the alternative energy sources are aluminum air battery. Aluminum air battery using activated carbon as an adsorption oxygen gas. This study aims to find variations and activated carbon composition in the manufacture of air cathode electrode to produce potential and electrical current optimal use variations of coconut shell activated carbon with a composition of 0.198 grams, 0.196 grams and 0.194 grams. Measurement of potential and current price of electricity for 5 hours become a major factor in the study. The result is the composition of activated carbon produces 0.198 gram average current optimal. Local coconut shell activated carbon to produce a potential 0.854 V, current 0.074 mA and GGL Cells 1.25 V. Coconut shell activated carbon imports made in the Philippines to produce a potential 0.836 V, current 2.620 mA and GGL Cells 1.23 V. Coconut shell activated carbon purifier aquarium produce a potential 0.944 V, current 0.106 mA and GGL Cells 1.34 V. The particle size of the activated carbon adsorption of oxygen affects the ability to produce a voltage, current, impedance, the resistance and reactance.

Keywords: Alternative Energy, Batteries, Activated Carbon, Voltage, Current, Electrochemical Impedance Spectroscopy.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **“DESAIN DAN PEMBUATAN BATERAI ALUMINIUM UDARA MENGGUNAKAN VARIASI KARBON AKTIF”** ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana untuk bisa dinyatakan lulus dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik. Dengan maksud dan tujuan tersebut, maka disusunlah Tugas Akhir ini. Selain itu juga Tugas Akhir ini merupakan salah satu bukti yang dapat diberikan kepada almamater dan khususnya kepada masyarakat umumnya untuk kehidupan sehari-hari.

Banyak pihak yang membantu dalam penulisan dan pembuatan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, karena dengan izinnya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Ibu Dra. I Gusti Ayu Arwati, MT sebagai dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan memberi nasehat selama proses penulisan dan pembuatan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Sagir Alva S. Si, M. Sc, Ph. D sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan saran dan masukan selama proses penulisan dan pembuatan Tugas Akhir.
4. Bapak DR. Sudaryanto, M. Eng, Bapak Yustinus Purwamargapratala, M. Si dan Bapak Drs. Wagiyo sebagai pembimbing pendamping selama pengujian dan analisa bahan di BATAN PUSPIPTEK.
5. Bapak Prof. Dr. Ing. Darwin Sebayang sebagai Ketua Program Studi sekaligus Koordinator Tugas Akhir di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

6. Ayah dan Ibu tercinta yang telah memberikan do'a serta dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang ikut memberikan dukungan dalam pembuatan Tugas Akhir selama ini.
8. Semua pihak yang namanya tidak tercantum diatas dan telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Namun hal tersebut semata-mata bukan sesuatu yang disengaja, melainkan karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, segala saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan yang nantinya dapat digunakan untuk perbaikan maupun penyempurnaan selanjutnya.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, 1 Agustus 2016

Penulis,



(Guntur Adytya Putra)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Baterai.....	7
2.1.1 Baterai Primer.....	9
2.1.2 Baterai Sekunder.....	10
2.2 Sejarah Perkembangan Baterai.....	11

2.3 Parameter-parameter Baterai.....	13
2.4 Sel Elektrokimia.....	15
2.4.1 Sel Volta.....	16
2.4.2 Potensial Sel Elektroda	18
2.5 Baterai Logam Udara	24
2.5.1 Komponen Baterai Logam Udara	25
2.6 Baterai Alumunium Udara	36
2.7 Karbon Aktif	38
2.7.1 Karakteristik Karbon Aktif	42
2.7.2 Penggunaan Karbon Aktif.....	43
2.7.3 Adsorpsi (Penyerapan Permukaan).....	45
2.7.4 Struktur Fisik Karbon Aktif.....	49
2.7.5 Struktur Kimia Karbon Aktif.....	50
2.7.6 Jenis-jenis Karbon Aktif	51
2.7.7 Standar Kualitas Arang Aktif.....	53
2.7.8 Sifat dan Proses Pembentukan Karbon Aktif Tempurung Kelapa.....	55
2.7.9 Proses Produksi Karbon Aktif.....	58
BAB III. METODE PENELITIAN	62
3.1 Diagram Alir Penelitian	62
3.2 Tahapan Penelitian	64
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	75
BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	76
4.1 Data Awal Hasil Pengujian Baterai Alumunium Udara	76
4.2 Pengujian Energi Listrik Baterai Alumunium Udara Variasi Karbon Aktif Terhadap Waktu	78
4.3 Pengujian Adsorpsi Menggunakan Metode Visual.....	92
4.4 Pengujian Electrochemical Impedance Spectroscopy Baterai Alumunium Udara Menggunakan Variasi Karbon Aktif.....	94
4.5 Pengujian Morfologi Variasi Karbon Aktif Dengan Scanning Electrone Microscope.....	102

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	111
5.1 Kesimpulan	111
5.2 Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA	114
LAMPIRAN-LAMPIRAN	123



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sejarah perkembangan baterai	12
Tabel 2.2 Karakteristik baterai logam udara	27
Tabel 2.3 Penggunaan arang aktif.....	43
Tabel 2.4 Standar kualitas arang aktif menurut SII. 0258-79	54
Tabel 2.5 Standar kualitas arang aktif menurut SNI (1995)	54
Tabel 2.6 Standar kualitas arang aktif dari kayu dan tempurung kelapa sumber: FAO 1974.....	55
Tabel 2.7 Perbandingan perubahan komponen dan kandungan bahan tempurung kelapa dan arang tempurung kelapa.....	56
Tabel 3.1 Tahapan pembuatan baterai alumunium udara	69
Tabel 4.1 Nilai rata-rata harga potensial tegangan dan arus variasi dan komposisi karbon aktif pada baterai alumunium udara.....	77
Tabel 4.2 Pengaruh tegangan dan arus listrik menggunakan variasi karbon aktif terhadap waktu	79
Tabel 4.3 Data arus dan electrochemical impedance spectroscopy variasi karbon aktif pada komposisi 0.198 gram	96
Tabel 4.4 Kandungan mineral karbon aktif tempurung kelapa lokal.....	103
Tabel 4.5 Kandungan mineral karbon aktif tempurung kelapa impor buatan Filipina	105
Tabel 4.6 Kandungan mineral karbon aktif tempurung kelapa penjernih air aquarium.....	107
Tabel 5.1 Variasi karbon aktif tempurung kelapa buatan lokal	123

Tabel 5.2 Variasi karbon aktif tempurung kelapa impor buatan Filipina	124
Tabel 5.3 Variasi karbon aktif tempurung kelapa penjernih air aquarium	124
Tabel 5.4 Data pengujian electrochemical impedance spectroscopy tempurung kelapa lokal	125
Tabel 5.5 Data pengujian electrochemical impedance spectroscopy tempurung kelapa impor buatan Filipina.....	127
Tabel 5.6 Data pengujian electrochemical impedance spectroscopy tempurung kelapa penjernih air aquarium.....	129



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skematik sistem sel baterai	8
Gambar 2.2 Kerapatan energi berbagai jenis baterai	13
Gambar 2.3 Profil datar dan profil gradual	14
Gambar 2.4 Sel volta sederhana	16
Gambar 2.5 Proses pembentukan energi listrik dari redoks dalam sel volta	17
Gambar 2.6 Baterai merupakan contoh sel elektrokimia	19
Gambar 2.7 Elektroda hidrogen ditetapkan sebagai elektroda standar	21
Gambar 2.8 Nilai potensial reduksi standar beberapa elektroda	22
Gambar 2.9 Skema baterai alumunium udara	26
Gambar 2.10 Skematik sistem sel baterai logam udara	31
Gambar 2.11 Ilustrasi skema karbon aktif	49
Gambar 2.12 Lapisan atom karbon heksagonal dan Sstruktur mikro kristalin	50
Gambar 2.13 Ilustrasi struktur kimia karbon aktif	50
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	63
Gambar 3.2 Alat scanning electrone microscope	65
Gambar 3.3 Alat electrochemical impedance spectroscopy	65
Gambar 4.1 Skema baterai alumunium udara jenis baterai koin	77
Gambar 4.2 Grafik karakteristik tegangan listrik menggunakan variasi karbon aktif terhadap waktu	80

Gambar 4.3 Grafik karakteristik arus listrik menggunakan variasi karbon aktif terhadap waktu karbon aktif tempurung kelapa lokal	80
Gambar 4.4 Grafik karakteristik tegangan terhadap waktu karbon aktif tempurung kelapa lokal	83
Gambar 4.5 Grafik karakteristik arus terhadap waktu karbon aktif tempurung kelapa lokal	83
Gambar 4.6 Grafik karakteristik tegangan terhadap waktu karbon aktif tempurung kelapa impor buatan Filipina.....	86
Gambar 4.7 Grafik karakteristik arus terhadap waktu karbon aktif tempurung kelapa impor buatan Filipina.....	86
Gambar 4.8 Grafik karakteristik arus terhadap waktu karbon aktif tempurung kelapa penjernih air aquarium.....	89
Gambar 4.9 Grafik karakteristik arus terhadap waktu karbon aktif tempurung kelapa kelapa penjernih air aquarium	90
Gambar 4.10 Pengujian adsorbsi karbon aktif menggunakan metode visual	94
Gambar 4.11 Grafik hasil pengujian electrochemical impedance spectroscopy baterai variasi karbon aktif tempurung kelapa lokal	95
Gambar 4.12 Grafik hasil pengujian electrochemical impedance spectroscopy baterai variasi karbon aktif tempurung kelapa impor	96
Gambar 4.13 Grafik hasil pengujian electrochemical impedance spectroscopy baterai variasi karbon aktif tempurung kelapa penjernih air aquarium	96
Gambar 4.14 Grafik hubungan arus dengan electrochemical impedance spectroscopy variasi karbon aktif	97
Gambar 4.15 Ukuran partikel karbon aktif tempurung kelapa lokal	99
Gambar 4.16 Ukuran partikel karbon aktif tempurung kelapa impor buatan Filipina	99

Gambar 4.17 Ukuran partikel karbon aktif tempurung kelapa penjernih air aquarium.....	99
Gambar 4.18 Pengujian SEM pertama karbon aktif tempurung kelapa lokal	103
Gambar 4.19 Pengujian SEM kedua karbon aktif tempurung kelapa lokal.....	103
Gambar 4.20 Pengujian SEM ketiga karbon aktif tempurung kelapa lokal.....	104
Gambar 4.21 Pengujian SEM pertama karbon aktif tempurung kelapa impor buatan Filipina.....	105
Gambar 4.22 Pengujian SEM kedua karbon aktif tempurung kelapa impor buatan Filipina	106
Gambar 4.23 Pengujian SEM ketiga karbon aktif tempurung kelapa impor buatan Filipina	106
Gambar 4.24 Pengujian SEM pertama karbon aktif tempurung kelapa penjernih air aquarium	108
Gambar 4.25 Pengujian SEM kedua karbon aktif tempurung kelapa penjernih air aquarium.....	108
Gambar 4.26 Pengujian SEM ketiga karbon aktif tempurung kelapa penjernih air aquarium.....	109
Gambar 5.1 Grafik electrochemical impedance spectroscopy tempurung kelapa lokal.....	127
Gambar 5.2 Grafik electrochemical impedance spectroscopy tempurung kelapa impor buatan Filipina	129
Gambar 5.3 Grafik electrochemical impedance spectroscopy tempurung kelapa penjernih air aquarium	131
Gambar 5.4 Foto hasil pengujian tegangan.....	132
Gambar 5.5 Foto hasil pengujian arus	132

Gambar 5.6 Baterai koin standar.....133

Gambar 5.7 Desain baterai alumunium udara.....133



DAFTAR NOTASI

Besaran	Satuan	Lambang Satuan
Potensial	Tegangan	V
Kuat Arus	Ampere	A
Impedansi	Ohm	$Z\Omega$
Hambatan	Ohm	$R_s\Omega$
Reaktansi	Ohm	$X\Omega$
Frekuensi	Herzt	Hz
Massa	gram	g
Waktu	Jam	h
Volume	Liter	L



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil pengujian energi listrik baterai alumunium udara variasi karbon aktif	123
Lampiran 2 Hasil pengujian electrochemical impedance spectroscopy baterai alumunium udara variasi karbon aktif.....	125
Lampiran 3 Foto pengujian baterai alumunium udara variasi karbon aktif.....	132
Lampiran 4 Desain baterai alumunium udara	133
Lampiran 5 Data hasil pengujian scanning electrone microscope variasi karbon aktif	134

