

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGEMBANGAN KATODA UDARA BERBASIS LIMBAH BATU BATERAI  
PENERAPAN PADA BATERAI ALUMINIUM UDARA



Disusun Oleh :

Nama : Ahmad Ariri  
Nim : 41311120009  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
JANUARI 2017

**LEMBAR PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ahmad Ariri  
NIM : 41311120009  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Pengembangan Katoda Udara Berbasis Limbah Batu Baterai  
Pengaplikasian Pada Baterai Logam Udara

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 mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

Jakarta, Januari 2017



(Ahmad Ariri)

**LEMBAR PENGESAHAN**

Pengembangan Katoda Udara Berbasis Limbah Batu Baterai  
Pengaplikasian Pada Baterai Aluminium Udara



Disusun Oleh :

Nama : Ahmad Ariri  
NIM : 41313110009  
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing  
Pada Tanggal: 25 Januari 2017

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

(Dr. Sagir Alva S. Si, M.Sc, Ph.D )

Koordinator Tugas Akhir

(Maris Wahyudi, ST, M.Sc)

## PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat-Nya, sehingga penulis dapat dengan baik menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul Pengembangan Katoda Udara Berbasis Limbah Batu Baterai Pengaplikasian Pada Baterai Aluminium Udara.

Penulisan ini disusun untuk dapat memenuhi salah satu persyaratan kurikulum sarjana strata satu (S1) di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Dalam proses pelaksanaan Tugas Akhir 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 Tugas Akhir 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 Tugas Akhir ini. Banyak hal yang telah diajarkan sehingga menambah pengetahuan penulis tidak hanya sebatas yang berkaitan dengan tema Tugas Akhir yang dipilih.
3. Bapak Haris Wahyudi sebagai Koordinator Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan saran-saran kepada penulis dalam pembuatan sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Prof. Dr. Ing. Darwin Sebayang sebagai pemberi nasehat dan saran selama Penulisan Laporan Tugas Akhir.
5. Kedua orang tua yang selalu memberi dukungan moriil dan materiil serta doa terbaik supaya penullis dapat menyelesaikan studinya.
6. Andarany Kartika Sari S.T yang telah menjadi partner lab dan tidak pernah memberikan saya makan siang gratis selama 6 bulan penelitian
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 skripsi.

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 tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pihak yang membaca.

Jakarta, 25 Januari 2017

Penulis

## ABSTRAK

Kebutuhan akan sumber energi listrik terus meningkat seiring dengan kemajuan teknologi. Penggunaan baterai khususnya baterai primer atau baterai sekali pakai masih belum dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat. Selain mudah diperoleh dan harganya yang relatif murah, penggunaan baterai primer sekali pakai ternyata menimbulkan efek pencemaran terhadap lingkungan. Kurangnya sarana pengolahan limbah dari baterai bekas serta kurangnya pengetahuan masyarakat terhadap kandungan kimia pada limbah baterai membuat limbah baterai ini berakhir ditempat sampah. Untuk itu diperlukan suatu proses pemanfaatan kembali kandungan logam yang ada pada limbah baterai tersebut untuk dirubah menjadi suatu bentuk energi yang lain. Salah satu hal yang dapat dilakukan adalah dengan mengubah limbah baterai tersebut menjadi katoda udara yang digunakan pada baterai aluminium udara. Limbah baterai didaur ulang dengan cara memanfaatkan kembali kandungan karbon dan logam mangan dioksida yang merupakan material utama dalam baterai primer. Campuran karbon dan mangan dioksida dilarutkan dengan air dan diberikan *Arabic Gum* sebagai pengikat yang kemudian di ubah menjadi katoda udara yang nantinya diaplikasikan sebagai sumber energi baru pada baterai logam udara. Hasil dari pengujian katoda udara menunjukkan penggunaan komposisi karbon dan *Arabic Gum* dengan perbandingan 10 : 7 menghasilkan tegangan rata – rata dengan nilai  $1.79 \pm 0.02V$  dan arus listrik sebesar  $2.56 \pm 0.36$  mA dengan menggunakan suhu  $60^{\circ}C$  pada waktu pengeringan sampel selama 5 jam.

Kata kunci: baterai aluminium-udara, *arabic gum*, katoda udara, limbah baterai.

**DAFTAR ISI**

<b>LEMBAR PERNYATAAN</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</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>DAFTAR NOTASI</b>	<b>x</b>
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
1.1      Latar Belakang Masalah	1
1.2      Rumusan Masalah	3
1.3      Tujuan Penelitian	3
1.4      Batasan Masalah	3
1.5      Manfaat Penelitian	4
<b>BAB II      TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1      Pendahuluan	5
2.2      Baterai	5
2.3      Baterai Primer	7
2.4      Baterai Sekunder	11
2.5      Baterai Logam Udara	11
2.6      Baterai Aluminium Udara	25
2.7      Teori Dasar Listrik	26

2.7.1	Arus Listrik	26
2.7.2	Tegangan	28
2.7.3	Daya Listrik	28
<b>BAB</b>	<b>III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>
3.1	Pendahuluan	28
3.2	Diagram Alir Penelitian	28
3.3	Tahapan Penelitian	29
3.3.1	Mulai	29
3.3.2	Studi Pustaka	29
3.3.3	Persiapan Alat Dan Bahan	29
3.3.4	Lokasi Penelitian	30
3.3.5	Perancangan Alat	30
3.3.6	Pembuatan Katoda Udara	31
3.3.7	Uji Fungsi	36
3.3.8	Analisis Data	36
3.3.9	Kesimpulan	36
3.3.10	Selesai	36
3.3	Metode Pengumpulan Data	37
<b>BAB</b>	<b>IV</b>	<b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>
4.1	Pendahuluan	38
4.2	Hasil Analisa Pembuatan Katoda Udara Dengan Variasi Suhu Pengeringan	38
4.3	Data Awal Hasil Pengujian Baterai Aluminium Udara	41
4.3.1	Sampel Tanpa Perlakuan Panas	41
4.3.2	Sampel Dengan Perlakuan Panas	43

4.4	Analisa Perbandingan Metode Pembuatan Dengan Menggunakan Perlakuan Panas Dan Tidak	45
4.5	Perbandingan Dengan Menggunakan Katoda Udara Komersial	50
<b>BAB</b>	<b>V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	53
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	54
	<b>LAMPIRAN</b>	59

## DAFTAR GAMBAR

<b>No. Gambar</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Skema sistem baterai	6
2.2	Skematik baterai karbon seng	10
2.3	Skematik gum arab mengikat partikel karbon	21
2.4	Struktur monosakarida dan molekul GA	22
2.5	Struktur elektroda udara di laminasi	26
3.1	Diagram alir penelitian	27
3.2	Sampel Cacat	37
4.1	Sampel terbakar	40
4.2	Oksidasi pada sampel yang membuat sampel mudah hancur	42
4.3	Grafik arus listrik yang dihasilkan pada sampel tanpa pemanasan	42
4.4	Grafik tegangan yang dihasilkan pada sampel tanpa pemanasan	43
4.5	Grafik arus listrik yang dihasilkan pada sampel dengan perlakuan panas	44
4.6	Grafik tegangan yang dihasilkan pada sampel dengan perlakuan panas	45
4.7	Grafik perbandingan tegangan yang dihasilkan	46
4.8	Grafik perbandingan arus listrik yang dihasilkan	47
4.9	Ilustrasi pergerakan electron	47
4.10	Ilustrasi proses keluarnya gas dan uap air pada sampel katoda udara	48
4.11	Perbandingan permukaan sampel	49
4.12	<i>Bubling</i> pada sampel	50
4.13	Grafik perbandingan katoda udara komersial dengan katoda berbasis limbah baterai	51

**DAFTAR TABEL**

<b>No. Tabel</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Karakteristik baterai logam udara	13
3.1	Tahapan pembuatan katoda alumunium udara.	31
4.2	Hasil pengujian tegangan dan arus listrik pada sampel katoda udara tanpa perlakuan panas	41
4.3	Hasil pengujian tegangan dan arus listrik pada sampel katoda udara dengan perlakuan panas	44
4.4	Perbandingan arus listrik dan tegangan yang dihasilkan pada sampel dengan perlakuan panas dan tidak	46

**DAFTAR NOTASI**

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>
Al	Aluminium	
Cd	Kadmium	
Fe	Fero (besi)	
HCl	Hydrochloric Acid	
I	Arus Listrik	Ampere
KOH	Kalium Hidroksida	
M	Satuan konsentrasi larutan	Molar
Mg	Magnesium	
Mn	Mangan	
MnO <sub>2</sub>	Mangan Dioksida	
NaOH	Sodium Hiroksida	
P	Daya	Watt
Q	Banyaknya Muatan Elektron	Coulomb
t	Waktu	Sekon / detik
V	Beda Potensial	Volt
Zn	Zink	