



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**DAUR ULANG TIMBAL (Pb) DARI AKI BEKAS DENGAN
MENGUNAKAN METODE REDOKS**

TUGAS AKHIR

DEMAS YOGOPRANOTO

L2E 306 011

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
SEMARANG
OKTOBER 2011**

TUGAS SARJANA

- Diberikan kepada : Nama : Demas YogoPranoto
NIM : L2E 306 011
- Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. A. P. Bayuseno, M.Sc
2. Yusuf Umardani, ST. MT
- Jangka Waktu : 1 (satu) Semester
- Judul : Daur Ulang Timbal (Pb) Dari Aki Bekas Dengan Menggunakan Metode Redoks
- Isi Tugas : 1. Menganalisa proses daur ulang timbal dari aki bekas menggunakan metode redoks
2. Menguji hasil daur ulang timbal untuk mengetahui massa, komposisi dan nilai kekerasan pada timbal (Pb).

Semarang, Oktober 2011

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

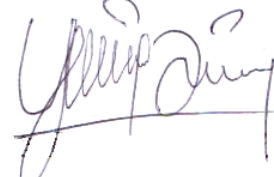


Dr. Ir. A. P. Bayuseno, M.Sc

NIP. 196205201989021001

Menyetujui

Dosen Pembimbing II



Yusuf Umardani, ST. MT.

NIP. 197008061998021001

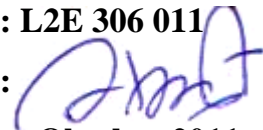
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Demas YogoPranoto

NIM : L2E 306 011

Tanda Tangan :



Tanggal : Oktober 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Demas YogoPranoto

NIM : L2E 306 011

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Daur Ulang Timbal (Pb) Dari Aki Bekas Dengan Menggunakan Metode Redoks

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

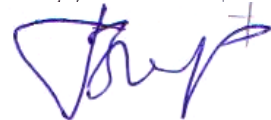
Pembimbing I : Dr. Ir. A. P. Bayuseno, M.Sc

()

Pembimbing II : Yusuf Umardani, ST. MT

()

Penguji : Ir. Budi Setiyana, MT

()

Semarang, Oktober 2011

Ketua
Jurusan Teknik Mesin,



Dr.Ir.Dipl Ing Berkah Fajar TK.

NIP. 195907221987031003

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Demas Yogopranoto
NIM : L2E 306 011
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Daur Ulang Timbal (Pb) Dari Aki bekas Dengan Menggunakan Metode Redoks”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 5 Oktober 2011

ABSTRACT

Accumulator is the main component of electric power supply for vehicle. Until now, the main electrode cell in accumulator is made by metallic Pb (lead). The main purpose of accumulator recycling is to take lead. The technology of recycle varies from very simple to high technology, but to separate lead (Pb) is mainly by reduction-oxidation (redox) process.

At this report, cell of accumulator waste from motorcycle was molten at 450 °C, 500 °C and 550 °C. This objective of the report was to determine the quality and mass of the recycled lead using a redox method. The material testing done include chemical composition and hardness of the casting product. The test result showed that at temperature of casting 450 °C produced 363,392 gram of lead, while at temperature 500 °C produced 392,122 gram of lead and 385,642 gram of lead at temperature 550 °C. The chemical composition of recycling lead varies from 91,166 % to 92,334 % and HB hardness number of 5,326 to 6,161 was obtained.

Keywords: Accumulator, lead (Pb), redox, lead composition, HB hardness number

ABSTRAK

Aki merupakan komponen utama penyedia energi listrik pada kendaraan bermotor. Sampai saat ini komponen utamanya masih terbuat dari logam timbal (Pb). Tujuan utama dari daur ulang aki adalah untuk mengambil logam timbal . Teknologi yang digunakan juga bermacam-macam dari yang sangat sederhana hingga teknologi tinggi, tetapi pada dasarnya logam timbal dipisahkan dengan cara proses reduksi-oksidasi.

Pada penelitian ini sel aki dilebur pada suhu 450 °C, 500 °C dan 550 °C. Sedangkan aki yang digunakan adalah aki sepeda motor yang sudah tidak terpakai lagi. Sementara pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kualitas dan massa timbal hasil daur ulang. Adapun pengujian yang dilakukan meliputi pengujian komposisi dan kekerasan. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa pada suhu 450 °C menghasilkan timbal 363,392 gram, suhu 500 °C menghasilkan timbal 392,122 gram dan 385,642 gram pada suhu 550 °C. Sedangkan komposisi timbal daur ulang 91,166 % sampai dengan 92,334 % dan angka kekerasan HB 5,326 sampai dengan 6,161.

Kata kunci : Aki, Timbal (Pb), Redoks, Komposisi Timbal, Angka kekerasan HB

TUGAS AKHIR INI KU PERSEMBAHKAN KEPADA:

*Ayahanda dan Ibunda yang tercinta
yang selalu mendukung langkah ku*

*Istri dan Anakku yang tersayang
Yang menjadi penyemangat dalam hidup ku*

MOTTO

Doa memberikan kekuatan pada orang yang lemah, membuat orang tidak percaya menjadi percaya dan memberikan keberanian kepada orang yang ketakutan.

Janganlah berputus asa. Tetapi kalau sampai berada dalam keadaan putus asa, berjuanglah terus meskipun dalam keadaan putus asa.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Karena berkat rahmat & hidayah-Nya dan hanya karena izin Allah semata penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan Judul “Daur Ulang Timbal (Pb) Dari Aki Bekas Dengan Menggunakan Metode Redoks”

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa terselesaikannya tugas akhir ini berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dengan segenap rasa tulus hati penulis sampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. A. P. Bayuseno, M.Sc dan Yusuf Umardani, ST. MT selaku dosen pembimbing dalam proses penyusunan Tugas Sarjana ini, telah sudi meluangkan waktu, pikiran dan tenaga bagi penulis dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Seluruh anggota keluarga yang telah memberikan semuanya baik pikiran, tenaga, semangat dan motivasi yang membuat penulis berkeinginan keras untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir sebaik-baiknya.
3. Semua teman-teman teknik mesin Reguler II dari D III yang selalu membantu, menjadi tempat bertukar pikiran dan saling memberikan dukungan selama proses pembuatan tugas akhir ini.
4. Dan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Semarang, Oktober 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
HALAMAN MOTTO	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Pembatasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Aki.....	5
2.1.1 Reaksi Kimia	6
2.1.2 Macam dan Cara Kerja aki	7
2.1.3 Konstruksi Aki	8
2.1.4 Komposisi Kimia Aki.....	10

2.2 Timbal	12
2.2.1 Sejarah Perkembangan Timbal.....	12
2.2.2 Sifat Fisis Timbal (Pb)	12
2.2.3 Jenis-jenis Timbal Komersial	13
2.2.4 Diagram Fasa Timbal-Timah	17
2.3 Daur Ulang Timbal.....	18
2.3.1 Proses Peleburan.....	20
2.3.2 Spesifikasi Daur Ulang Timbal	21
2.3.3 Kegunaan Timbal Hasil Daur Ulang	21
2.4 Pemeriksaan dan Pengujian Spesimen	22
2.4.1 Pengujian Komposisi Timbal	22
2.4.2 Pengujian Kekerasan	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	31
3.2 Bahan Baku dan Spesimen Penelitian.....	32
3.3 Alat Penelitian dan Pengujian	33
3.3.1 Alat Penelitian	33
3.3.2 Alat Pengujian	35
3.4 Prosedur Penelitian.....	37
3.5 Prosedur Pemeriksaan dan Pengujian	38
3.5.1 Pengujian Komposisi Timbal (Pengujian XRF).....	38
3.5.2 Pengujian Kekerasan	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Massa Timbal yang Diperoleh	41
4.2. Pengujian Komposisi.....	42
4.3. Pengujian Kekerasan	43

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	46
----------------------	----

5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sel Aki.....	7
Gambar 2.2 Plat Sel Aki.....	8
Gambar 2.3 Lapisan Serat Gelas	9
Gambar 2.4 Desain Baterai Starter.....	10
Gambar 2.5 Komposisi Aki	11
Gambar 2.6 Perkiraan Komposisi dari Komponen Aki yang Mengandung Timbal.....	11
Gambar 2.7 (a) Gambar unit sel dari galena, (b) Kristal galena dari Kansas	13
Gambar 2.8 Kerusit dalam bentuk bijih kristalin.....	15
Gambar 2.9 (a) Bentuk Kristal anglesit,orthorhombik (b) Anglesit	16
Gambar 2.10 Diagram fasa Timbal (Pb)-Timah (Sn)	17
Gambar 2.11 Skema proses elektrokimia	19
Gambar 2.12 Skema Metode Redoks.....	20
Gambar 2.13 Metode Brinell.....	25
Gambar 2.14 Pengujian Kekerasan Rockwell.....	26
Gambar 2.15 Pengujian Kekerasan Vickers.....	26
Gambar 2.16 Lekukan oleh piramida intan.....	27
Gambar 2.17 Penumbuk Knoop.....	27
Gambar 3.1 Blok Diagram Metodologi Penelitian	31
Gambar 3.2 (a) Aki Bekas (sepeda motor), (b) Sel aki bekas.....	32
Gambar 3.3 (a) Spesimen 1, (b) Spesimen 2, (c) Spesimen 3.....	32
Gambar 3.4 Incinerator/Tungku Peleburan.....	33
Gambar 3.5 Cetakan.....	33
Gambar 3.6 Tabung Gas LPG	34
Gambar 3.7 Tempat Peleburan.....	34
Gambar 3.8 <i>Thermocouple</i>	35
Gambar 3.9 Blower	35
Gambar 3.10 (a) Alat uji kekerasan, (b) Mikroskop dan Dial Indikator.....	35
Gambar 3.11 Detektor Si (Li)	36

Gambar 3.12 Diagram alir Multiple Genie 2000	37
Gambar 3.13 Letak titik pengujian kekerasan pada permukaan material	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ciri-ciri galena	14
Tabel 2.2 Ciri-ciri kerusit.....	15
Tabel 2.3 Ciri-ciri Anglesit	17
Tabel 2.4 Perbandingan Berbagai Kekerasan	30
Tabel 4.1 Hasil peleburan timbal dari sel aki bekas.....	41
Tabel 4.2 Hasil uji komposisi timbal (Pb) daur ulang	42
Tabel 4.3 Hasil uji kekerasan pada Timbal (Pb)	44
Tabel 4.4 Rata-rata angka kekerasan masing-masing sampel.....	44

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Simbol	Keterangan	Dimensi
A_p	Luas proyeksi lekukan yang tidak pulih ke bentuk semula	cm^2
BHN	Brinell Hardness Number	HB
C	Konstanta untuk setiap penumbukan	-
D	Diameter bola indenter	cm
d	Diameter lekukan	cm
e	Elektron	-
F	Gaya	N
H ₂ O	Air	-
H ₂ SO ₄	Asam Sulfat	-
KHN	Knoop Hardness Number	KH
L	Panjang diagonal yang lebih panjang	cm
MHN	Meyer Hardness Number	MH
P	Beban yang diterapkan	Kg
Pb	Plumbum (Timbal)	-
PbCO ₃	Timbal karbonat	-
PbO ₂	Timbal dioxide	-
PbS	Timbal Sulfida	-
PbSO ₄	Timbal Sulfat	-
r	Jari-jari lekukan	cm
Sb	Antimon	-
Sn	Timah	-
SO ₄	Sulfat	-
T	Temperatur	°C
VHN	Vickers Hardness Number	HV