

KALSINASI PbSO₄ DENGAN NaCl DALAM PROSES PENYIMPANAN LISTRIK PADA AKI BEKAS

Nico Fredyan Pratama

Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: nicoprata@unesa.ac.id

Tri Hartutuk Ningsih

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: triningsih@unesa.ac.id

Abstrak

Aki merupakan alat yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang nantinya akan disimpan sebagai energi kimia. Penggunaannya yang semakin meningkat di dunia otomotif akan berdampak juga pada industri pembuatan komponennya. Hal ini menunjukkan bahwa limbah aki terus meningkat, kerusakan pada aki salah satunya disebabkan timbulnya lapisan PbSO₄ pada permukaan grid karena adanya pencampuran Pb dan SO₄. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penambahan NaCl dapat berpengaruh terhadap kemampuan penyimpanan listrik. Metode yang dilakukan menggunakan pengujian *charging-discharging*. PbSO₄ direndam dengan larutan NaCl selama 8 jam dilanjutkan dengan proses kalsinasi (pengeringan) selama 1 jam dengan suhu 150⁰C kemudian melakukan *discharge* untuk pengisian daya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa larutan NaCl lewat jenuh ini mampu melarutkan lapisan timbal sulfat pada elektroda aki. Hasil ini juga menyatakan bahwa konsentrasi NaCl yang paling berpengaruh adalah konsentrasi 40% dengan waktu pembebanan yang lebih lama yaitu 140,6 menit. Kapasitas penyimpanan listrik mengalami peningkatan dimana spesimen tanpa perlakuan memiliki kapasitas penyimpanan sebesar 0,01AH sedangkan kapasitas konsentrasi NaCl 40% sebesar 0,07 AH
Kata Kunci: NaCl, regenerasi aki, charging

Abstract

Accu is a tool that serves to store electrical energy which will be stored as chemical energy. Its increasing use in the automotive world will also have an impact on its component manufacturing industry. This shows that battery waste continues to increase, one of which is due to the emergence of PbSO₄ layers on the grid surface due to mixing Pb and SO₄. This study aims to analyze the addition of NaCl can affect the ability of electricity storage. The method is done by charging-discharging testing. PbSO₄ is immersed in NaCl solution for 8 hours followed by calcination (drying) for 1 hour with a temperature of 150⁰C then discharge for charging. The results of this study indicate that the saturated NaCl solution is able to dissolve the lead sulfate layer on the battery electrode. This result also states that the most influential NaCl concentration is 40% with a longer loading time of 140.6 minutes. Electric storage capacity has increased where untreated specimens have a storage capacity of 0.01 AH while the capacity of 40% NaCl concentration is 0.07 AH.

Keywords: NaCl, battery regeneration, charging

PENDAHULUAN

Pada zaman yang semakin canggih kendaraan bermotor sulit dipisahkan dengan kehidupan manusia, hampir semua manusia membutuhkan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi. Hal tersebut yang mendasari perkembangan industri kendaraan bermotor sangat meningkat tajam dengan banyaknya permintaan pasar.

Akumulator adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi dalam bentuk energi kimia, seperti baterai dan kapasitor. Saat ini akumulator terdapat 3 jenis yaitu aki basah, aki *hybrid*, dan aki kering atau MF. Akumulator berfungsi sebagai komponen penyatu daya dalam kendaraan bermotor. Untuk usia pemakaian aki/akumulator biasanya memberi *standard* garansi per 2 (dua) tahun atau per 50.000 km (kilo meter) tergantung

dari pemakaian dan perawatan aki tersebut. Jenis akumulator yang umum digunakan adalah akumulator timbal (aki basah) yang berisi cairan asam belerang (*sulfuric acid*), elektrolit didalamnya merupakan campuran antara air suling (H₂O) dengan asam sulfat (SO₄). Komposisi pada campuran ini adalah 64% H₂O dan 36% SO₄, dari campuran tersebut diperoleh elektrolit baterai dengan berat jenis 1,270 kg/liter..

Penggunaan aki basah secara terus menerus akan menimbulkan kerusakan pada komponen di dalam aki. Kerusakan pada aki salah satunya disebabkan timbulnya kerak PbSO₄ pada permukaan grid dikarenakan adanya pencampuran dari bahan Pb dengan SO₄ seiring dengan penggunaannya. Kerak PbSO₄ tersebut akan memengaruhi kinerja baterai sehingga menyebabkan

temperatur baterai tinggi, pengurangan elektrolit berlebih, dan pengurangan umur yang biasanya umur aki 1,5 tahun hingga 2 tahun menjadi berkurang. Dengan berkurangnya masa umur aki, maka akan bertambah juga proses produksi dari aki beserta komponen-komponen, khususnya grid yang terbuat dari timbal (Pb) yang tentunya akan menghasilkan limbah yang dapat merusak lingkungan.

Proses regenerasi akan melalui tahapan yang sama dengan pembuatan grid baru, namun akan ada perubahan pada prosesnya. Bilamana pada saat ini grid aki dan pasta akan diambil dari wadah aki kemudian ditambahkan larutan NaCl dengan cara merendam grid aki dan pastanya. Di dalam aki sendiri terdapat suatu reaksi kimia dimana logam Pb atau PbO akan bereaksi dengan H_2SO_4 yang terkandung di dalamnya sehingga akan terbentuk $PbSO_4$ yang bersifat isolator dan akan mengurangi kemampuan penyimpanan listrik pada aki tersebut.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Barrinaya dan rustandi (2013) menyimpulkan bahwa dengan adanya lapisan timbal sulfat pada elektroda aki menyebabkan terjadinya penurunan kemampuan penyimpanan listrik. Kemampuan penyimpanan listrik pada aki mengalami peningkatan dengan adanya proses pelarutan lapisan timbal sulfat pada elektroda aki dan lapisan timbal sulfat pada elektroda dapat dihilangkan dengan proses pelarutan menggunakan NaCl jenuh.

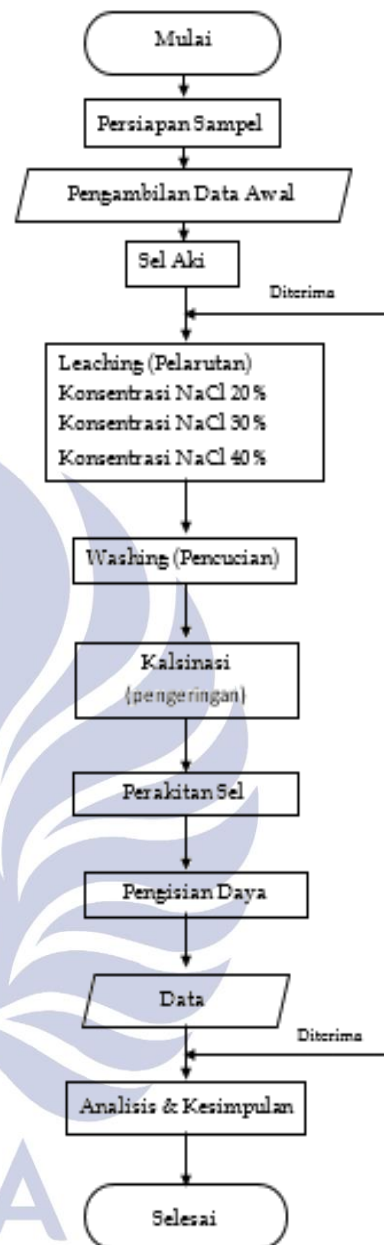
Proses reaksi kimia pada aki bersifat reversibel dimana reaksi dapat dikembalikan pada reaksi asalnya. Untuk mewujudkan hal tersebut perlu sebuah larutan untuk membantu mengembalikan reaksi ke proses awal yaitu dengan menggunakan larutan NaCl. Lapisan $PbSO_4$ akan dilarutkan dengan NaCl dan membuat reaksi kembali ke Pb atau PbO, sehingga timbal yang berfungsi sebagai elektroda pada aki dapat digunakan dan kemampuan penyimpanan listriknya dapat diperbaiki seperti aki baru serta kemampuan elektrokimia di dalam aki juga akan meningkat. Dalam pelarutannya atau proses *leaching*, diperlukan konsentrasi optimum NaCl untuk melarutkan $PbSO_4$ dalam proses daur ulang aki bekas ini, maka diperlukan penelitian tentang regenerasi aki bekas dengan variasi konsentrasi NaCl untuk mengembalikan kemampuan penyimpanan listrik.

Owais (2014) meneliti tentang *Direct Electrolytic Refining of Lead Acid Battery Sludge* menyimpulkan bahwa penambahan NaCl ke elektrolit memiliki efek positif pada semua parameter proses, karena peningkatan konduktivitas listrik elektrolit. Maka dari itu penulis menggunakan larutan NaCl 20%, 30%, 40% sebagai bahan untuk penelitian.

Pada penelitian ini penulis akan mengembalikan proses penyimpanan listrik aki bekas dengan menambahkan larutan NaCl ke dalam Pasta grid aki.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 3.1 Flow chart penelitian

Variabel penelitian

- Variabel Bebas (*Independent Variable*)
Variabel bebas dalam penelitian eksperimen ini adalah konsentrasi larutan NaCl sebagai pelarut $PbSO_4$ dengan variasi sebesar 20%, 30%, dan 40%.
- Variabel Terikat (*Dependent Variable*)
Variabel terikat ini adalah tegangan *charging discharging*
- Variabel Kontrol (*Control Variable*)
Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah temperatur Kalsinasi, tegangan awal, volume cairan, dan waktu pengujian

Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian

- Alat penelitian
 - ❖ Obeng
 - ❖ Power Adaptor
 - ❖ Magnetic Mixer
 - ❖ Magnet
 - ❖ Furnace
- Bahan Penelitian
 - ❖ Sel Aki
 - ❖ Aquades
 - ❖ NaCl Bubuk
 - ❖ Lampu LED
 - ❖ Larutan Elektrolit Aki
- Instrument Penelitian
 - ❖ Multitester
 - ❖ Clamp Meter
 - ❖ Gelas Ukur
 - ❖ Timbangan Digital

Prosedur Penelitian

- Persiapan Awal:
 - ❖ Menyiapkan alat dan bahan untuk pembuatan instrumen.
 - ❖ Membuat instrumen penelitian.
 - ❖ Melakukan perangkaian instrumen sesuai dengan skema rancangan..
 - ❖ Menyiapkan lembar pengambilan data.
- Proses Pengambilan Data:
 - ❖ Menyiapkan aki dalam kondisi telah terpakai yang akan diteliti
 - ❖ Membuka *case* aki dan mengambil satu sel aki untuk mengontrol voltase awal
 - ❖ Melakukan pengujian voltase pada sel untuk mengontrol voltase awal
 - ❖ Melakukan proses *leaching* atau pelarutan pasta grid dengan NaCl di dalam wadah dengan suhu 60°C selama 8 jam
 - ❖ Melakukan proses *washing* (pencucian) dengan menggunakan air aquades
 - ❖ Melakukan proses kalsinasi (pengeringan) dengan suhu 150°C selama 60 menit
 - ❖ Proses perakitan sel positif dan sel aki negatif untuk pengujian *charging-discharging* dan pemberian beban dengan lampu LED.
 - ❖ Meletakkan sel aki ke dalam larutan elektrolit atau H₂SO₄.
 - ❖ Melakukan proses *charging-discharging* pada sel aki menggunakan power adaptor untuk mengetahui kemampuan penyimpanan listrik
 - ❖ Pengambilan data akhir dengan mengisi tabel *charging-discharging*

❖ selesai

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian pasta aki bekas dengan penambahan NaCl 20%, 30%, 40% untuk pengujian *charging-discharging*. Pengujian ini dilakukan di laboratorium pengujian bahan Jurusan Teknik Mesin FT-UNESA. mendapatkan hasil yang di sajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian *Charging-Discharging*

Data Pengujian Charging Discharging								
No.	Konsentrasi	Tegangan Awal (V)	Tegangan Charging (V)	Tegangan Hasil Charging (V)	Beban (Watt)	Arus Pembebanan (A)	Tegangan Setelah Pembebanan (V)	Waktu (Menit)
1	20%	0,36	2,02	1,96	1	0,022	1,4	122
2		0,36	2,02	1,92	1	0,028	1,45	118
3		0,36	2,02	1,92	1	0,018	1,36	121
Rata - Rata		0,36	2,02	1,94	1	0,02	1,40	120,3
1	30%	0,36	2,02	1,93	1	0,011	1,38	134
2		0,36	2,02	1,92	1	0,011	1,4	128
3		0,36	2,02	1,93	1	0,06	1,37	137
Rata - Rata		0,36	2,02	1,93	1	0,03	1,38	133
1	40%	0,36	2,02	1,95	1	0,032	1,38	140
2		0,36	2,02	1,95	1	0,022	1,4	138
3		0,36	2,02	1,94	1	0,03	1,37	144
Rata - Rata		0,36	2,02	1,95	1	0,03	1,38	140,6

Pada tabel 4.3 menunjukkan hasil keseluruhan dari pengujian *charging-discharging* yang sudah mendapatkan perlakuan. Dari 3 spesimen yang diuji semua mengalami peningkatan elektrikal pada aki, karena adanya peningkatan tegangan, arus dan waktu discharge yang lebih lama jika dibandingkan dengan sampel yang belum melalui proses perlakuan.

Dari data *charging-discharging* tiap konsentrasinya akan diambil rata-rata. Data yang diambil adalah arus pembebanan dan waktu untuk menemukan kapasitas penyimpanan listrik dalam *ampere hour* (AH).

Berikut perhitungannya :

➤ Konsentrasi NaCl 20%

$$AH = \text{Arus Pembebanan (A)} \times \frac{\text{Waktu pembebanan (menit)}}{60}$$

$$AH = 0,02 \times \frac{120,3}{60}$$

$$= 0,04 \text{ AH}$$

➤ Konsentrasi NaCl 30%

$$AH = \text{Arus Pembebanan (A)} \times \frac{\text{Waktu pembebanan (menit)}}{60}$$

$$AH = 0,03 \times \frac{133}{60}$$

$$= 0,06 \text{ AH}$$

➤ Konsentrasi NaCl 40%

$$AH = \text{Arus Pembebanan (A)} \times \frac{\text{Waktu pembebanan (menit)}}{60}$$

$$AH = 0,03 \times \frac{140,6}{60}$$

$$= 0,07 \text{ AH}$$

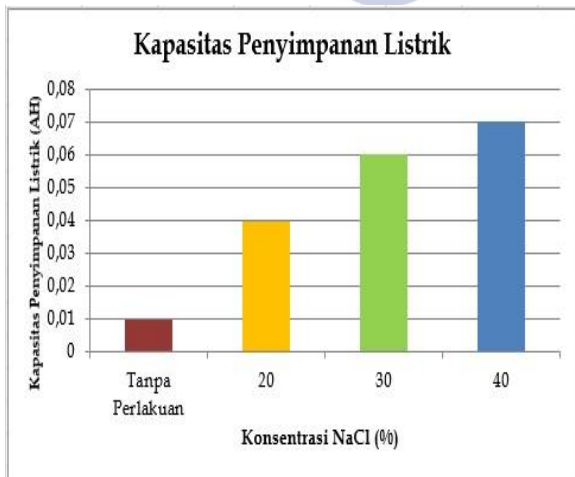
Tabel 4.4 Data Kenaikan Charging

Konsentrasi (%)	Waktu (jam)	Tegangan (v)	Arus (A)
20	2	0,67	0,093
	4	1,3	0,102
	6	1,47	0,11
	8	1,72	0,117
	10	1,94	0,143
30	2	0,66	0,102
	4	1,24	0,110
	6	1,47	0,125
	8	1,72	0,135
	10	1,93	0,161
40	2	0,72	0,111
	4	1,29	0,127
	6	1,56	0,139
	8	1,71	0,153
	10	1,94	0,181

Dari data kenaikan charging di atas adalah data yang diperoleh dengan cara mengukur tegangan sampel dan arus yang mengalir pada saat charging yang diambil per 2 jam. Data diambil berdasarkan variasi konsentrasi NaCl dimana tiap konsentrasi mempunyai 3 sampel. Pada data dibawah ini yang dimasukkan adalah data rata rata dari 3 sampel tiap konsentrasinya (data lengkap terlampir).

Analisis

- Pengaruh Variasi Konsentrasi NaCl Terhadap Kapasitas Penyimpanan Listrik Pada Aki

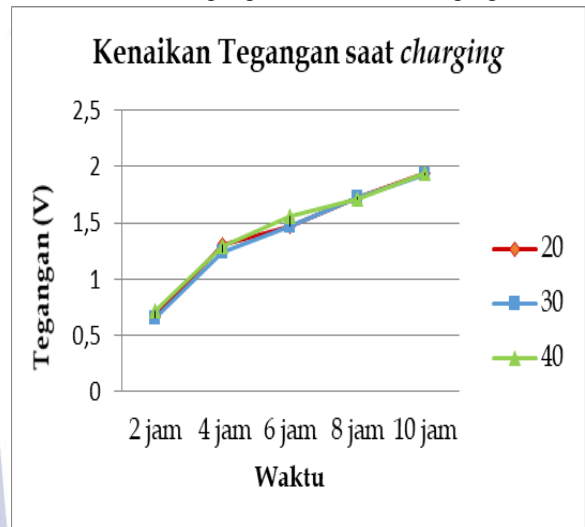


Gambar 4.2 Hasil kapasitas Penyimpanan Listrik

Gambar 4.2 menunjukkan kapasitas penyimpanan, data diambil dengan cara menggabungkan data arus pembebanan dan waktu pembebanan. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa bertambahnya konsentrasi NaCl mengalami kenaikan. Pada konsentrasi 20%

menghasilkan 0,04 AH, konsentrasi 30% menghasilkan 0,06 AH, sedangkan pada 40% menghasilkan 0,07 AH. Dari ketiga hasil tersebut jauh lebih baik jika dibandingkan dengan sampel yang belum mendapat perlakuan sebesar 0,01 AH. Kenaikan tersebut dikarenakan semakin banyak konsentrasi NaCl yang digunakan maka akan mempengaruhi kemampuan penyimpanan listriknya (elektrokimia). Kemampuan NaCl 40% menggunakan massa NaCl sebesar 160 gram yang mana mendekati nilai titik jenuh NaCl sebesar 140 gram yang dilarutkan didalam air aquades bervolume 400 ml.

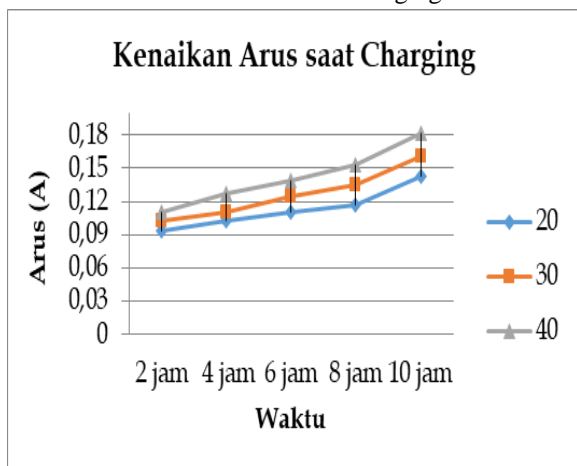
- Data Kenaikan Tegangan Pada Saat Charging



Gambar 4.3 Kenaikan Tegangan Saat Charging

Gambar 4.3 Menunjukkan grafik kenaikan tegangan pada saat charging sel aki hasil dari regenerasi. Dari data diatas dapat diketahui bahwa terjadi kenaikan tegangan setiap 2 jam pada saat proses charging. Dari setiap konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini kenaikan tegangannya juga tidak berbeda jauh. Nilai tegangan akhir berbeda sedikit pada angka 1,93 V – 1,94 V. Kenaikan tiap 2 jam pada grafik di atas dikarenakan semakin lama waktu pengisian daya maka akan semakin bertambah daya pada aki hingga akan stabil pada daya maksimal satu sel aki sebesar kurang lebih 2 Volt.

- Data Kenaikan Arus Pada Saat Charging



Gambar 4.4 Kenaikan Arus Saat Charging

Gambar 4.4 menunjukkan grafik kenaikan arus pada saat *charging* sel aki hasil regenerasi. Dari data di atas diketahui bahwa terjadi kenaikan arus tiap 2 jam pada saat proses charging. Dari setiap konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini perubahan arusnya juga tidak berbeda jauh. Nilai akhir dari arus pada saat charging ini hanya memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan yaitu sebesar 0,11 A pada konsentrasi 20%, 0,12 A pada konsentrasi 30%, dan 0,14 pada konsentrasi 40%. Karena semakin bertambahnya waktu pengisian charging maka akan bertambah pula arus yang masuk

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian pada *pasta aki* mengenai pengaruh struktur kristal dan pengaruh variasi konsentrasi NaCl 20%, 30%, dan 40% untuk mengembalikan kemampuan penyimpanan listrik, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- ❖ Dari 3 variasi konsentrasi yang dipakai dalam penelitian ini, semakin banyak NaCl yang digunakan semakin optimal kemampuan elektrokimianya, terbukti dari lama waktu pembebanan pada konsentrasi 20% yaitu 120,3 menit, meningkat pada konsentrasi 30% yaitu 133 menit dan meningkat kembali pada konsentrasi 40% yaitu 140,6 menit.

Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan tentang proses regenerasi aki bekas dengan konsentrasi NaCl 20%, 30%, dan 40% untuk mengembalikan kemampuan penyimpanan listrik, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- ❖ Perlunya ditambahkan variabel kontrol seperti temperatur pada proses *charging* dimana akan berpengaruh pada kapasitas penyimpanan aki

- ❖ Disarankan untuk penelitian menggunakan aki utuh (satu set aki) agar bisa mengontrol variabel dengan lebih baik seperti faktor massa pada sampel

DAFTAR PUSTAKA

- Barinaya, M. A. dan Rustandi, Andi. 2013. Pelarutan Lapisan Timbal Sulfat (PbSO₄) Pada Elektroda Lead Acid Battery Untuk Memperbaiki Kemampuan Penyimpanan Listrik. Depok: Universitas Indonesia.
- Bayuseno, dkk. 2014. Daur Ulang Timbal (Pb) Dari Aki Bekas Dengan Menggunakan Metode Redoks. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Daryanto. 2001. Pengetahuan Baterai Mobil. Jakarta: Bumi Aksara.
- Daryanto. 2011. Dasar-Dasar Kelistrikan Otomotif. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Database Badan Pusat Statistik Indonesia. "Jumlah Pertumbuhan Kendaraan di Indonesia". Diakses 10 November 2016, dari <http://www.bps.go.id/>.
- Fagih, M. (2011, 5 April). Mengenal Accu Awet dan Panjang Umur. Republika. Diakses 12 Maret 2018, dari <http://www.batteryglobal.com/artikel.php@kat=1&id=2.html>.
- Linden, D. dan Reddy, T.B. 1995. *Handbook of Batteries Third Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Michael, Rudolf. (1995). Pengisi baterai dan Akumulator. Solo: Aneka.
- Owais, Ashour. 2014. *Direct Electrolytic Refining of Lead Acid Battery Sludge*. Egypt: Suez University.
- Pavlov, Detchko. 2011. *Lead-Acid Batteries: Science and Technology-A Handbook of Lead-Acid Battery Technology and its Influence on the Product*. Great Brittain: Elsevier.
- Purnawan. 2012. Analisis Kuat Tekan dan Pelindian pada Pemanfaatan Limbah Slag Daur Ulang Aki Bekas Sebagai Bahan Substitusi Material Pasir Semen. Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- Putra, H.P. 2010. Studi Karakteristik Pelepasan Muatan Baterai Lead Acid Terhadap Variasi Beban RLC. Depok: Program Strata Universitas Indonesia.
- Setiono, Iman. 2015. Akumulator, Pemakaian dan Perawatannya. Semarang: Universitas Diponegoro.

Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Tim Penyusun. 2014. *Pedoman Penulisan Skripsi Program Sarjana Strata 1 Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Vest, Heino. 2002. *Fundamentals of the Recycling of Lead-Acid Batteries*. Germany: Eschborn.

Wiharja. 2004. *Kajian Teknologi Daur Ulang Timah dari Aki Bekas yang Ramah Lingkungan*. Jakarta: Penelitian Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan.

Wilson, Brian. 2002. *The Removal of Sulfur in the Recycling of Used Lead Acid Batteries*. ILMC Program Manager: Central America.



UNESA

Universitas Negeri Surabaya