



OPTIMASI PENGISIAN BATERAI TIMBAL ASAM BERBASIS LOGIKA FUZZY

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh

**AHMAD AFANDI
NIM 091910201114**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Hj. Siti Amanah dan ayahanda (Alm) H. Hasyim. tercinta, yang telah mendoakan, memberikan kasih sayang dan dukungan serta pengorbanan selama ini;
2. Kakak-kakakku tercinta (si kembar), Rohman dan Rohim, yang telah memberikan dukungan semangat selama ini;
3. Dosen pembimbing saya, Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M. yang dengan sabar membimbing saya;
4. Sahabat hatiku (Istriku tercinta) dan buah hati (Aqil), terimakasih atas kasih sayang, perhatian, kesabaran dan dukungannya selama ini;
5. Teman-teman seperjuangan Deny, Pak wo, Mbah Komeng, Yuski terimakasih atas bantuan dan dorongan serta semangat dalam melakukan penelitian;
6. Teman-temanku Teknik Elektro angkatan 2009, terima kasih atas dukungan, nasehat, semangat serta bantuannya;
7. Almamater Fakultas Teknik jurusan Teknik Elektro.

MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Terjemahan Surat Al-Mujadalah Ayat 11)^{*)}

Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan dan hanya kepada Allah hendaknya kamu berharap.

(Terjemahan Surat Al-Insyirah Ayat 8)^{*)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 1995. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Surabaya: Surya Cipta Aksara.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Afandi

NIM : 091910201114

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Optimasi Pengisian Baterai Asam Timbal Berbasis Logika *Fuzzy*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Desember 2014

Yang menyatakan,

Ahmad Afandi

NIM 091910201114

PENGESAHAN

Skripsi ini diterima oleh Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro Universitas Jember pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 30 Desember 2014
Tempat : Fakultas Teknik - Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua
(Dosen Pembimbing Utama),

Sekretaris
(Dosen Pembimbing Anggota),

Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.
NIP. 19710402 2003 12 1001

Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M.
NIP. 196312011994021002

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 196104141989022001

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP. 197008261997021001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik UNEJ

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 196104141989022001

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah wa syukurillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas segala hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Optimasi Pengisian Baterai Asam Timbal Berbasis Logika Fuzzy**”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan sarjana pada Fakultas Teknik jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. dan Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M. masing-masing selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Anggota atas dukungan, bimbingan dan pengarahan dalam menyelesaikan skripsi ini;
2. Ir. Widyono Hadi, M.T. dan Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan saran dan kritik untuk kesempurnaan skripsi ini;
3. Teman-teman di Jurusan Elektro dan semua pihak yang membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih belum sempurna, untuk itu diperlukan masukan dari berbagai pihak untuk melengkapinya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Jember, 30 Desember 2014

Penulis

Abstrak

Baterai asam timbal atau Lead Acid Battery merupakan baterai yang paling banyak digunakan dan dikembangkan di dunia karena biaya pembuatannya yang relatif murah dan hasil yang lebih baik dibandingkan baterai lain. Pada saat dilakukan pengisian ulang pada baterai asam timbal, diperlukan beberapa metode yang bisa mengatur arus, soc, tegangan juga suhu baterai agar baterai lebih tahan lama dan tidak mudah rusak. Dalam hal ini kami menggunakan Logika Fuzzy untuk mengatasi masalah-masalah yang terjadi saat pengisian berlangsung hingga proses selesai. Logika Fuzzy merupakan cara untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang out put dengan nilai yang kontinyu. Pengisian arus I mengalami penurunan yang stabil sampai pengisian selesai. Tegangan di dalam baterai mengalami kenaikan yang stabil dengan nilai yang cenderung stabil pula. Saat pengisian selesai, SoC akan menunjukkan nilai 100% yang berarti pengisian baterai telah penuh, nilai akhir tegangan V di dalam baterai mencapai nilai yang kita inginkan dan arus I pada akhirnya akan menunjukkan nilai yang berarti arus pengisian berhenti.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan metode Logika Fuzzy sangat efisien untuk pengisian baterai asam timbal dengan nilai rata-rata tegangan 8,55% dan nilai rata-rata arus 128,15% dibandingkan dengan sistem pengisian normal

Kata Kunci: Baterai Asam Timbal, Logika Fuzzy

Abstract

Lead acid batteries or battery Lead Acid Battery is the most widely used and developed in the world, as they are relatively inexpensive and better results than other batteries.

At the time of recharging the batteries lead acid, required several methods that can regulate the flow, soc, voltage of the battery so that the battery temperature is also more durable and not easily damaged. In this case we use fuzzy logic to solve problems that occur during charging until the process is complete. Fuzzy logic is a way to map an input space into a chamber output with continuous values. Charging current I experienced a steady decline until charging is complete. The voltage at the battery with a steady increase value tends to be stable as well. When charging is completed, the SoC will show the value of 100%, which means the battery has a full charge, the final value of the voltage V in the battery reaches a value that we want and the current I in the end will show the current value means charging stops.

The results obtained from this study is that the use of fuzzy logic method is very efficient for charging lead acid batteries with an average value of the voltage of 8.55% and an average current value of 128.15% compared to normal charging system.

Keywords : Lead acid Battery, Fuzzy Logic

RINGKASAN

Optimasi Pengisian Baterai Asam Timbal Berbasis Logika Fuzzy, Ahmad Afandi, 091910201114, Skripsi, 2014, 55 hlm.

Baterai asam timbal atau *Lead Acid Battery* merupakan baterai yang paling banyak digunakan dan dikembangkan di dunia karena biaya pembuatannya yang relatif murah dan hasil yang lebih baik dibandingkan baterai lain. Baterai asam timbal tersusun dari timbal oksida, sepon logam dan asam sulfat. Asam timbal berfungsi sebagai katoda, sepon logam timbal sebagai anoda, sedangkan asam sulfat berfungsi sebagai elektrolitnya.

Pada saat dilakukan pengisian ulang pada baterai asam timbal, diperlukan beberapa metode yang bisa mengatur arus, soc, tegangan juga suhu baterai agar baterai lebih tahan lama dan tidak mudah rusak. Dalam hal ini kami menggunakan Logika Fuzzy untuk mengatasi masalah-masalah yang terjadi saat pengisian berlangsung hingga proses selesai. Logika Fuzzy merupakan cara untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang out put dengan nilai yang kontinyu. Pengisian arus I mengalami penurunan yang stabil sampai pengisian selesai. Tegangan di dalam baterai mengalami kenaikan yang stabil dengan nilai yang cenderung stabil pula. Saat pengisian selesai, SoC akan menunjukkan nilai 100% yang berarti pengisian baterai telah penuh, nilai akhir tegangan V di dalam baterai mencapai nilai yang kita inginkan dan arus I pada akhirnya akan menunjukkan nilai $I = 0$ yang berarti arus pengisian berhenti.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan metode Logika Fuzzy sangat efisien untuk pengisian baterai asam timbal dengan nilai rata-rata

tegangan 8,55% dan nilai rata-rata arus 128,15% dibandingkan dengan sistem pengisian normal

Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Mobil Listrik	6
2.2 Baterai	7
2.2.1 Baterei basah	8
2.2.2 Baterei Asam Timbal	9

2.3 Metode Pengisian Baterai <i>Lead Acid</i>	11
2.3.1 <i>Constant Current Charge</i>	11
2.3.2 <i>Constant Voltage Charge</i>	12
2.3.3 <i>Variable Current Charge</i>	12
2.4 Sistem Kelistrikan	13
2.4.1 Arus Listrik	13
2.5 Penyearah	14
2.6 Pengisi Baterai	15
2.7 Logika <i>Fuzzy</i>	16
2.3.1 Perancangan Kontroller <i>Fuzzy</i>	18
2.3.2 Metode Mamdani	21
2.8 Simulink Matlab	22
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Blok Diagram	23
3.2 Rancangan Sistem	24
3.3 Diagram Alir Penelitian	25
3.4 Prosedur Logika <i>Fuzzy</i>	26
3.5 Penggunaan PWM	27
BAB 4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Sistem Baterai Asam Timbal	31
4.1.1 Prinsip Kerja Baterai	32
4.2 Pengisian Secara Normal	33
4.3 Pengisian Cepat	35
4.4 Pengujian Rangkaian Optimasi dengan <i>Fuzzy Logic</i>	36
4.4.1 <i>Fuzzification</i>	39
4.4.2 <i>Rule/ Basis data aturan</i>	46
4.4.3 <i>Defuzifikasi</i>	47
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	51

5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 : Struktur baterai basah	8
Gambar 2.2 : Reaksi kimia pada elektroda tunggal.....	10
Gambar 2.3 : Reaksi kimia sel volta	11
Gambar 2.4 : Karakteristik Pengisian Arus dan Tegangan pada CC Charge.....	12
Gambar 2.5 : Arus Searah dan Arus bolak – balik	14
Gambar 2.6 : Penyearah (Rectifier) Gelombang Penuh Sistem Jembatan (Bridge)	14
Gambar 2.8 : Gambar rangkaian <i>charge</i> sederhana	16
Gambar 2.9 : Aplikasi <i>Fuzzy logic</i>	17
Gambar 2.10 : Skema sistem kontrol <i>Fuzzy</i>	18
Gambar 2.11 : Diagram variable linguistic	19
Gambar 2.12 : Pengambilan kesimpulan dalam logika tegas	20
Gambar 2.13 : Bentuk Fungsi Keanggotaan Segitiga (Rendra Triasmara, M.: 2013)	21
Gambar 3.1 : Block diagram	24
Gambar 3.2 : Grafik hubungan antara SoC dengan polarisasi arus	25
Gambar 3.3 : Proses pembangkitan sinyal (Arif, Miftachul: 2014)	28
Gambar 3.4 : Clear up dan clear down (Arif, Miftachul: 2014)	28
Gambar 3.5 : Sinyal PWM dengan variasi duty cycle (Arif, Miftachul: 2014)	29

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 4.1 : Tabel nilai hubungan arus dan tegangan.....	33
Tabel 4.2 : Aturan dasar pembuatan <i>Rule</i> Fuzzy	36
Tabel 4.3 : Perubahan Arus, Tegangan, SoC	42
Tabel 4.4 : SOC terhadap waktu dengan menggunakan Fuzzy	46
Tabel 4.5 : Tabel tegangan terhadap waktu dengan menggunakan Fuzzy	47
Tabel 4.6 : Tabel arus terhadap waktu dengan menggunakan Fuzzy.....	48