

**PERANCANGAN PENGISIAN CEPAT DAN EFISIENSI PADA  
BATERAI LITHIUM-ION MENGGUNAKAN *CONTROL*  
*FUZZY REAL-TIME***



**LAPORAN AKHIR**

**Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan Diploma  
III Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh :**

**Yulfa Sholika**

**062030321029**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2022/2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PERANCANGAN PENGISIAN CEPAT DAN EFISIENSI PADA BATERAI**  
**LITHIUM-ION MENGGUNAKAN *CONTROL FUZZY REAL-TIME***



**LAPORAN AKHIR**

Telah disetujui dan disahkan sebagai Proposal Laporan Akhir  
Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro  
Program Studi Teknik Elektronika

Oleh :

Yulfa Sholika

062030321029

Menyetujui,

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Salamat Muslimin,S.T.,M.Kom.**

**NIP. 197907222008011007**

**Ekawati Prihatini,S.T.,M.T.**

**NIP. 197903102002122005**

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**

**Koordinator Program Studi  
Teknik Elektro**

**Ir. Iskandar Lutfi,M.T.**

**NIP. 196501291991031002**

**Dewi Permata Sari,S.T.,M.Kom**

**NIP. 197612132000032001**

## **ABSTRAK**

### **PERANCANGAN PENGISIAN CEPAT DAN EFISIENSI PADA BATERAI LITHIUM-ION MENGGUNAKAN *CONTROL FUZZY REAL-TIME***

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir, 16 Agustus 2023

Yulfa Sholika : Dibimbing oleh Selamat Muslimin S.T,.M.Kom and Ekawati Prihatini S.T,.M.T.

Fast Charging And Efficiency Design Of Lithium-ion batteries Using Real-Time Fuzzy Controls

Xiv + 70 Halaman, 10 Tabel, 49 Gambar, 30 lampiran

Kebutuhan akan energi dalam kehidupan manusia terus berkembang seiring kemajuan teknologi global. Baterai Lithium-Ion telah menjadi solusi yang sangat efisien dalam penyimpanan energi, terutama untuk kendaraan listrik dan perangkat elektronik. Namun, baterai ini memiliki sensitivitas terhadap masalah seperti deep discharge, overcharge, suhu, dan arus, yang menuntut pengembangan sistem pengisian yang lebih baik. Metode pengisian tradisional dengan constant current-constant voltage (CC-CV) memiliki kelemahan dalam meningkatkan suhu baterai.

Dalam penelitian ini, konsep pengendalian Fuzzy Logic Control (FLC) diusulkan sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi dan umur baterai. Variabel input seperti arus, tegangan, dan suhu baterai digunakan dalam kontrol FLC, yang dapat memungkinkan pengisian yang lebih cepat dan aman. Hasil penelitian ini dapat merancang sistem pengisian baterai Lithium-Ion yang cepat, efisien, serta menjaga baterai dari overcharge, sehingga memperpanjang masa pakai baterai.

**Kata kunci:** energi, baterai Lithium-Ion, pengisian baterai, Fuzzy Logic Control (FLC), efisiensi, overcharge, masa pakai.

Sitasi : 30 (2006-2023)

## ABSTRACT

### FAST CHARGING AND EFFICIENCY DESIGN OF LITHIUM-ION BATTERIES USING REAL-TIME FUZZY CONTROLS

Scientific Writing in the Form of Final Project, 16 August 2023

Yulfa Sholika : Dibimbing oleh Selamat Muslimin S.T.,M.Kom and Ekawati Prihatini S.T.,M.T.

Perancangan Pengisian Cepat Dan Efisiensi Pada Baterai Lithium-Ion Menggunakan Control Fuzzy *Real-Time*

Xiv + 70 Pages, 10 Tables, 49 Figures, 30 attachments

The need for energy in human life continues to grow along with global technological advances. Lithium-Ion batteries have become a highly efficient solution for energy storage, especially for electric vehicles and electronic devices. However, these batteries are sensitive to problems such as deep discharge, overcharge, temperature and current, which demands the development of better charging systems. The traditional charging method with constant current-constant voltage (CC-CV) has the disadvantage of increasing battery temperature.

In this research, the Fuzzy Logic Control (FLC) control concept is proposed as a solution to increase battery efficiency and lifespan. Input variables such as battery current, voltage and temperature are used in FLC control, which can enable faster and safer charging. The results of this research can design a Lithium-Ion battery charging system that is fast, efficient, and protects the battery from being overcharged, thereby extending battery life.

**Key words:** energy, Lithium-Ion battery, battery charging, Fuzzy Logic Control (FLC), efficiency, overcharge, service life

Citations : 30 (2006-2023)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Proposal Laporan Akhir tepat pada waktunya. Proposal Laporan Akhir ini ditulis untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III Politeknik Negeri Sriwijaya pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika, dengan judul **“Perancangan Pengisian Cepat dan Efisiensi Pada Baterai Lithium-Ion Menggunakan Control *Fuzzy Real-Time*”**.

Kelancaran Proses pembuatan Alat dan penulisan Laporan Akhir ini Tak luput dari berkat bimbingan, arahan dan petunjuk dari berbagai pihak, baik pada tahap persiapan, penyusunan, hingga terselesaikannya Laporan Akhir ini. Maka dari itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak **Selamat Muslimin, S.T., M.Kom** selaku Dosen Pembimbing I
2. Ibu **Ekawati Prihatini, S.T., M.T** selaku Dosen Pembimbing II

Kemudian penulis juga mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan moril dan materil yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Laporan Akhir dengan ketentuan yang telah ditetapkan Politeknik Negeri Sriwijaya, kepada :

1. Bapak Dr. Ing Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
4. Ibu Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya
5. Seluruh Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya
6. Seluruh Staf Teknisi Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektro Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya

7. Kepada Bapakk dan Ibukk tercintaa, Abangg A. Efansa Akbar tersayang, Buna Canumm dan Keluarga yang telah memberikan doa, dorongan, semangat, motivasi dan dukungan kepada saya selama pembuatan alat dan penulisan Laporan Akhir
8. Sepupu anggota orang rumah yuk Dila, adek Linda, dan adek Memey Sahabat terlopp Yasmin Diina, Nurlita Jami, Dina, Julia, Melanda, Adinda. Dan teman-teman kelas EC yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
9. Untuk ustazd Adi Hidayat (UAH) Dan V 내남자친구태형이 member BTS tersayang sebagai Motivator dan Mood Booster.
10. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu sehingga Laporan Akhir ini dapat terselesaikan.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi amal dihadapan Tuhan Yang Maha Esa. Akhir kata penulis berharap agar Laporan Akhir ini dapat berguna bagi pembaca umumnya dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektronika.

Palembang, 16 Agustus 2023

Yulfa Sholika

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>37</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>39</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>42</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>45</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Batasan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Tujuan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Manfaat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Metode Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6.1 Studi Literatur.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6.2 Perancangan Hardware.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6.3 Perancangan Software .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6.4 Pengujian sistem.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6.5 Analisa.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6.6 Penyusunan Laporan akhir .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.7 Sistematika Penulisan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUTAKA</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Baterai.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Lithium-Ion.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Charging baterai .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Metode Pengisian Baterai.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1 Constan Current (CC).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2 Constant Voltage (CV).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.3 Constant Current – Constant Voltage (CC-CV).	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

**not defined.**

2.5	Overcharge Pada baterai lithium-Ion ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6	Pengertian Fuzzy .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7	Himpunan Fuzzy .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8	Operasi Pada Himpunan Fuzzy .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9	Fungsi Keanggotaan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.10	Fuzzy Logic Control (FLC) pada Sistem Kontrol Charging CC-CV <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
2.11	Sensor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.11.1	Sensor PZEM-017T.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.11.2	Sensor Suhu DS18B20 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.12	Mikrokontroler .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.13	<i>Buck converter</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.14	<i>CC-CV Buck Converter</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.15	Monitoring.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.15.1	Human Machine Interface (HMI).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.16	State of the Art (SOTA) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III RANCANG BANGUN .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1	Metodelogi Perancangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2	Studi Literatur.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3	Perancangan Sistem.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4	Perancangan Elektronik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.1	Rangkaian Skematik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5	Blok Diagram .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6	Flowchart.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7	Perancangan Mekanik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8	Metode Pengolahan Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8.1	Fuzzifikasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8.2	<i>Interfensi Rule Fuzzy Logic</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8.3	Defuzzifikasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>



4.1	Tujuan Pengujian Alat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Metode Pengumpulan Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Hasil Dan Pengujian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4	Analisa Data Sistem CC-CV Menggunakan <i>Fuzzy Logic</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Constant Current (CC)</i> .....	12
Gambar 2.2 <i>Constant Voltage (CV)</i> .....	12
Gambar 2.3 <i>Constant Current-Constant Voltage (CC-CV)</i> .....	13
Gambar 2.4 Reprersentasi Linear naik.....	19
Gambar 2.5 Himpunan Fuzzy Panas.....	20
Gambar 2.6 Representasi Linear Turun .....	20
Gambar 2.7 Himpunan Fuzzy Dingin .....	21
Gambar 2.8 Representasi Kurva Segitiga .....	21
Gambar 2.9 Himpunan Fuzzy Normal (Kurva Segitiga) .....	22
Gambar 2.10 Representasi Kurva Trapesium .....	22
Gambar 2.11 Himpunan Fuzzy Normal (Kurva Trapesium) .....	23
Gambar 2.12 Himpunan Fuzzy dengan Kurva-S Pertumbuhan.....	23
Gambar 2.13 Himpunan Fuzzy dengan Kurva-S Penyusutan.....	24
Gambar 2.14 Karakteristik Fungsi Kurva-S.....	24
Gambar 2.15 Himpunan Fuzzy TUA .....	25
Gambar 2.16 Himpunan Fuzzy MUDA .....	25
Gambar 2.17 Proses <i>Fuzzy Logic Control (FLC)</i> .....	26
Gambar 2.18 Diagram Blok fungsional PZEM-017T .....	28
Gambar 2.19 Rangkaian Suhu.....	29
Gambar 2.20 Blok Diagram Mikrokontroler Arduino Mega.....	30
Gambar 2.21 Rangkaian Buck Converter .....	30
Gambar 2.22 Rangkaian CC-CV Buck Converter .....	31
Gambar 2.23 HMI Display.....	33

Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Perancangan.....	37
Gambar 3.2 Rangkaian Skematik.....	38
Gambar 3.3 Rangkaian Skematik keseluruhan Alat .....	41
Gambar 3.4 Layout PCB .....	42
Gambar 3.5 Blok Diagram Perancangan Alat.....	43
Gambar 3.6 Blok Diagram Proses Sistem Charging.....	44
Gambar 3.7 Blok Diagram Sistem Kendali.....	44
Gambar 3.8 Flowchart.....	45
Gambar 3.9 Tampak Atas. ....	46
Gambar 3.10 Tampak Atas Komponen Alat.....	46
Gambar 3.11 Tampak Isometric Alat.....	47
Gambar 3.12 Details Keseluruhan Alat .....	47
Gambar 3.13 Proses Fuzzy Logic .....	48
Gambar 3.14 Membership Input Tegangan .....	49
Gambar 3.15 Membership Input Arus .....	50
Gambar 3.16 Membership Input Suhu .....	51
Gambar 3.17 Membership SOC Baterai .....	52
Gambar 4.1 Grafik Secara Keseluruhan.....	59
Gambar 4.2 Grafik Tegangan Baterai. ....	59
Gambar 4.3 Grafik Arus Baterai .....	60
Gambar 4.4 Grafik Suhu Baterai.....	60
Gambar 4.5 Grafik SOC Baterai. ....	61
Gambar 4.5 Rangkaian <i>Simulink Fuzzy Logic</i> .....	61
Gambar 4.7 Grafik Membership Function Tegangan (V).....	66
Gambar 4.8 Grafik Membership Function Arus (I) .....	66

Gambar 4.9 Grafik Membership Function Suhu (T).....67

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-jenis dan karakteristik Baterai Lithium-Ion.....	9
Tabel 2.2 Perbedaan Charging, Fast Charging, dan Smart Charging .....	11
Tabel 2.3 Overcharge Pada Baterai.....	14
Tabel 2.4 <i>State Of The Art</i> (SOTA) .....	34
Tabel 3.1 <i>Rule Base</i> Sistem CC-CV pada Charging Baterai .....	53
Tabel 4.1 Hasil Data Pengujian.....	57
Tabel 4.2 Derajat Keanggotaan Input Tegangan.....	62
Tabel 4.3 Derajat Keanggotaan Input Arus.....	63
Tabel 4.4 Derajat Keanggotaan Input Suhu .....	64
Tabel 4.4 <i>Inference Clipping dan Output Sistem CC-CV</i> .....	66