

**SISTEM PENGONTROL PENGISIAN CEPAT BATERAI
KENDARAAN LISTRIK BERBASIS ARDUINO
DENGAN LOGIKA FUZZY**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada Jurusan
Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

Muhammad Thoriq Dzulfiqar

062140342296

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama	:	Muhammad Thoriq Dzulfikar
NPM	:	062140342296
Jenis Kelamin	:	Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir	:	Palembang, 25 Maret 2003
Alamat	:	Jl. KH. Azhari Lorong Waspada RT 09 RW 03 Nomor 191, Kecamatan Seberang Ulu II, Kelurahan 13 Ulu, Kode Pos 30263, Kota Palembang, Sumatera Selatan
Program Studi	:	Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan	:	Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir	:	Sistem Pengontrol Pengisian Cepat Baterai Kendaraan Listrik Berbasis Arduino Dengan Logika Fuzzy

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.

Apabila di kemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



Palembang, Agustus 2025
Yang Menyatakan



(Muhammad Thoriq Dzulfikar)

HALAMAN PENGESAHAN
SISTEM PENGONTROL PENGISIAN CEPAT BATERAI
KENDARAAN LISTRIK BERBASIS ARDUINO
DENGAN LOGIKA FUZZY



TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada Jurusan
Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan
Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya

Disusun Oleh :

Muhammad Thoriq Dzulfiqar

062140342296

Menyetujui,

Pembimbing I

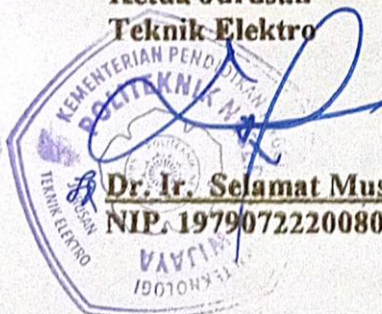
Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom
NIP.197409022005011003

Pembimbing II

Johansyah Al Rasyid, S.T., M.Kom
NIP. 197803192006041001

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro



Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM
NIP. 197907222008011007

Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Elektro

Renny Maulidda, S.T., M.T
NIP. 198910022019032013

MOTTO & PERSEMBAHAN

“Setiap kali aku mencoba untuk menyerah, aku akan berdiam terlebih dahulu sesaat. Kemudian aku akan melihat kebelakang dan aku menyadari bahwa sudah banyak hal besar yang telah mampu aku lewati selama ini. Lantas aku mencoba untuk bangkit karena aku sangat yakin aku mampu melewatinya lagi.”

(Muhammad Thoriq Dzulfiqar)

"Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.".

(QS. Al Baqarah : 216).

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya, Ayah dan Mama yang tak henti hentinya mendoakan, memberi support dan dukungan kepada saya.
 2. Pak Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom selaku Pembimbing I dan Pak Johansyah Al Rasyid, S.T., M.Kom selaku Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan saya untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
 3. Ketiga Saudari saya Cek Nia, Cek Dina, dan Cek Nabilla yang selalu support adiknya tercinta ini.
 4. Diri saya sendiri, Muhammad Thoriq Dzulfiqar. Terimakasih Thoriq sudah kuat, tidak memilih untuk menyerah, sudah menyelesaikan apa yang sudah Thoriq mulai.
 5. Sahabat dan Teman teman Angkatan 21 Khususnya 8 ELA yang telah menemani saya dalam suka maupun duka.
 6. Sahabat Ikatan Remaja Masjid Agung Palembang atas support dan doanya.
- Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat menjadi wawasan dan manfaat untuk orang lain. Aamiin

ABSTRAK

SISTEM PENGONTROL PENGISIAN CEPAT BATERAI KENDARAAN LISTRIK BERBASIS ARDUINO DENGAN LOGIKA FUZZY

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir Agustus 2025

Muhammad Thoriq Dzulfiqar, dibimbing oleh Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom dan Johansyah Al Rasyid, S.T., M.Kom. Xv + 75 Halaman + 36 Tabel + 30 Daftar Pustaka + Lampiran)

Perkembangan kendaraan listrik menuntut sistem pengisian daya yang tidak hanya cepat tetapi juga aman dan adaptif terhadap kondisi baterai. Pengisian cepat (*fast charging*) berisiko menimbulkan overcharging, overheating, dan kerusakan sel baterai jika tidak dikendalikan secara cerdas. Penelitian ini merancang sistem pengontrol pengisian cepat berbasis Arduino Uno dengan implementasi logika fuzzy Mamdani. Sistem ini memanfaatkan sensor MLX90614 untuk membaca suhu secara non-kontak, dan sensor PZEM-017 untuk mengukur arus, tegangan, daya, serta energi secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengisi baterai berkapasitas 6,6 Ah dalam waktu 1 jam 38 menit dengan arus rata-rata 9–10 A, menjadikannya termasuk kategori pengisian cepat. Sistem juga mampu mendeteksi kondisi tidak aman seperti suhu di atas 45 °C, tegangan di atas 42 V, atau arus di atas 10 A, dan secara otomatis memutus arus menggunakan modul relay. Peralihan dari mode pengisian arus konstan (CC) ke tegangan konstan (CV) terpantau dengan baik melalui grafik parameter. Sistem terbukti dapat merespon perubahan kondisi secara adaptif, menjaga keamanan dan efisiensi selama proses pengisian daya.

Kata Kunci: Pengisian Cepat, Kendaraan Listrik, Logika Fuzzy Mamdani, Proteksi baterai.

ABSTRACT

ARDUINO-BASED FAST CHARGING CONTROL SYSTEM FOR ELECTRIC VEHICLE BATTERIES USING FUZZY LOGIC

Scientific paper in the form of a Final Project August 2025

Muhammad Thoriq Dzulfikar, supervised by Sabilal Rasyad,
S.T., M.Kom and Johansyah Al Rasyid, S.T., M.Kom. Xv + 75 Pages + 36 Tables
+ 30 References + Appendices)

The development of electric vehicles demands a charging system that is not only fast but also safe and adaptive to battery conditions. Fast charging poses risks of overcharging, overheating, and battery cell damage if not controlled intelligently. This study designs a fast charging control system based on Arduino Uno with the implementation of Mamdani fuzzy logic. The system utilizes the MLX90614 sensor to read temperature non-contact, and the PZEM-017 sensor to measure current, voltage, power, and energy in real-time. Test results show that the system can charge a 6.6 Ah battery in 1 hour and 38 minutes with an average current of 9–10 A, placing it within the fast-charging category. The system can also detect unsafe conditions such as temperatures above 45°C, voltages above 42 V, or currents above 10 A, and automatically disconnect the current using a relay module. The transition from constant current (CC) charging mode to constant voltage (CV) mode is well monitored through parameter graphs. The system has proven to adaptively respond to changes in conditions, ensuring safety and efficiency during the charging process.

Keywords: Fast Charging, Electric Vehicles, Mamdani Fuzzy Logic, Battery Protection

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis berhasil menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“SISTEM PENGONTROL PENGISIAN CEPAT BATERAI KENDARAAN LISTRIK BERBASIS ARDUINO DENGAN LOGIKA FUZZY”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulisan laporan ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Laporan Tugas Akhir ini berisi Bab I Pendahuluan, Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metodologi Penelitian, Bab IV Metodologi Penelitian, dan Bab V Penutup. Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terimakasih khusus penulis sampaikan ke : **Bapak Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. Johansyah Al Rasyid, S.T., M.Kom selaku Dosen Pembimbing II.**

Kemudian dengan segala ketulusan hati penulis juga berterimakasih atas dukungan, bimbingan, bantuan, dan kemudahan dari berbagai pihak, antara lain:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Hj. Lindawati, S.T., M.T.I selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Renny Maulidda, S.T., M.T selaku Koordinator Program Studi Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh Dosen, Staf, dan instruktur pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Kedua orang tua saya, Ayah dan Mama tercinta, yang sangat berjasa dalam hidup saya. Ayah dan Mama telah berhasil memberikan bekal pendidikan kepada anak bungsumu ini selama 12 tahun menjadi siswa dan 4 tahun menjadi mahasiswa. Terima kasih, Ayah dan Mama, atas segala doa, dukungan, dan

kasih sayang yang tiada henti. Mohon maaf jika Thoriq masih banyak kekurangan, masih belum bisa sepenuhnya menjadi anak seperti yang Ayah dan Mama harapkan. Namun, percayalah bahwa Thoriq selalu berusaha memberikan yang terbaik untuk kalian. Thoriq sadar, sebesar apa pun usaha yang dilakukan, tidak akan mampu menandingi segala pengorbanan, jasa, dan jerih payah yang telah Ayah dan Mama berikan. Terima kasih atas segalanya.

7. Ketiga saudari saya, Cek Nia, Cek Dina, dan Cek Nabilla. Terima kasih atas segala dukungan dan semangat yang kalian berikan kepada si anak bungsu ini. Kehadiran kalian sangat berarti.
8. Kepada diriku sendiri, Muhammad Thoriq Dzulfikar. Saya tahu betapa berat perjuanganmu di semester 8 ini. Terima kasih karena telah kuat, tidak menyerah, dan mampu menyelesaikan apa yang telah kamu mulai. Ini bukan akhir dari perjuangan, tetapi awal dari perjalanan kehidupan yang sesungguhnya. Ingat, ada orang tua yang harus kamu banggakan, ada cita-cita yang harus kamu wujudkan. Teruslah berusaha dan jangan lupa untuk selalu bersyukur kepada Allah atas segala kebahagiaan dan kemudahan yang telah diberikan.
9. Sahabat-sahabat Ikatan Remaja Masjid Agung Palembang (IRMA), Terima kasih atas dukungan dan doa yang telah kalian berikan kepada saya. Terimakasih telah mengizinkan saya mengerjakan tugas akhir di Sekretariat IRMA.
10. Teman-teman dari kelas 8 ELA dan seluruh rekan di Jurusan Teknik Elektro Angkatan 2021, Terima kasih atas doa dan dukungan yang telah kalian berikan. Mohon maaf karena tidak bisa menyebutkan nama satu per satu, namun setiap kebaikan kalian sangat saya hargai dan kenang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan laporan ini agar dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Semoga segala bantuan dan bimbingan yang telah penulis terima selama proses penyusunan ini mendapat keberkahan dan ridho dari Allah SWT. Aamiin.

Palembang, Agustus 2025

Muhammad Thoriq Dzulfiqar

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO & PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>State of the Art</i>	6
2.2 Logika <i>Fuzzy</i>	7
2.2.1 Fungsi Keanggotaan.....	8
2.2.2 Komponen Logika <i>Fuzzy</i>	11
2.2.3 Operator Operator <i>Fuzzy</i>	12
2.3 Sistem Inferensi Mamdani	12

2.3.1	Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy (Fuzzifikasi)</i>	13
2.3.2	Aplikasi Fungsi Implikasi	13
2.3.3	Komposisi Aturan	13
2.3.4	Penegasan (<i>Defuzzy</i>).....	13
2.4	Power Supply	14
2.5	Baterai <i>Management System</i> (BMS)	14
2.6	Mikrokontroler Arduino Uno.....	15
2.6.1	Pengenalan Arduino	16
2.6.2	Kelebihan Arduino	18
2.6.3	Kekurangan Arduino	19
2.6.4	Perbandingan Antara Raspberry dan Arduino	19
2.7	Sensor MLX MY-90616	21
2.8	Sensor PZEM 017	23
2.8.1	Pengertian dan Fungsi Sensor PZEM 017	23
2.8.2	Kelebihan & Keterbatasan	23
2.8.3	Implementasi dalam Sistem Pengontrol Pengisian Baterai.....	24
2.8.4	X Shunt Resistor pada Modul PZEM-017	24
2.9	Relay	25
2.9.1	Fungsi Relay Dalam Sistem Elektronik	26
2.9.2	Cara Kerja Relay DC dalam Sistem Kontrol Arduino	26
2.9.3	Implementasi dalam Sistem Berbasis <i>Fuzzy logic</i>	27
2.10	TTL to RS485 Module	27
2.11	<i>Charging</i>	28
2.11.1	Baterai	29
2.11.2	Metode Pengisian baterai	30
2.11.3	<i>Overcharge</i>	31
2.12	<i>Fast Charging</i> (Pengisian Cepat).....	32
2.12.1	Definisi <i>Fast Charging</i>	32
2.12.2	Cara Kerja <i>Fast Charging</i>	33
2.12.3	Mekanisme Perlindungan Baterai	33
BAB III.....		35
METODOLOGI PENELITIAN		35

3.1	Diagram Alir Kerangka Penelitian.....	35
3.1.1	Studi Literatur	35
3.1.2	Perancangan Pembuatan Alat.....	36
3.1.3	Pembuatan Alat	36
3.1.4	Pengujian Alat.....	36
3.1.5	Evaluasi.....	36
3.1.6	Pembuatan Laporan Tugas akhir.....	36
3.2	Persiapan dan Pengumpulan Dataset	37
3.3	Pengembangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	38
3.3.1	Perancangan Perangkat Mekanik	38
3.3.2	Perancangan Perangkat Elektronik	40
3.3.3	Flowchart Rangkaian	43
3.3.4	Diagram Blok Rangkaian.....	44
3.4	Pengembangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	45
3.4.1	Penyiapan <i>Environment</i> Pemograman Arduino	45
3.4.2	Penyiapan Software Matlab	46
3.5	Metode Pengolahan Data	46
BAB IV		47
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		47
4.1	Tujuan Pengujian Alat.....	47
4.2	Hasil Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	47
4.3	Hasil Data Pengisian Smart Charging.....	48
4.4	Hasil Pengembangan Fuzzy Mamdani.....	53
4.4.1	<i>Fuzzifikasi</i>	53
4.4.2	Inferensi dan Basis Aturan <i>Fuzzy (Rule Base)</i>	57
4.4.3	Defuzzifikasi	63
4.5	Analisa Data Pengisian Baterai Menggunakan Fuzzy Logic	63
4.6	Analisis Kerja Sistem.....	68
BAB V		70
SIMPULAN DAN SARAN		70
5.1	Kesimpulan	70

5.2	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA		71
LAMPIRAN.....		72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik keanggotaan linear naik	9
Gambar 2. 2 Grafik Keanggotaan Linear Turun	9
Gambar 2. 3 Grafik keanggotaan kurva segitiga.....	10
Gambar 2. 4 Grafik keanggotaan kurva trapesium	10
Gambar 2. 5 Power Supply	14
Gambar 2. 6 <i>Battery Management System</i>	14
Gambar 2. 7 Mikrokontroller Arduino UNO	15
Gambar 2. 8 Komponen – Komponen Arduino	17
Gambar 2. 9 Sensor GY-90614.....	22
Gambar 2. 10 Sensor PZEM 017	23
Gambar 2. 11 X Shunt Resistor.....	24
Gambar 2. 12 Relay.....	25
Gambar 2. 13 Baterai lithium ion.....	29
 Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	 35
Gambar 3. 2 Contoh Dataset Pengisian Baterai	37
Gambar 3. 3 Desain Mekanik Alat Tampak Dalam.....	39
Gambar 3. 4 Desain Mekanik Alat Tampak Atas	39
Gambar 3. 5 Desain Mekanik Alat Tampak Samping	40
Gambar 3. 6 Perancangan Elektronik Alat.....	41
Gambar 3. 7 Perancangan Elektronik Alat.....	42
Gambar 3. 8 Flowchart Rangkaian.....	43
Gambar 3. 9 Diagram Block Rangkaian	44
Gambar 3. 10 Penyiapan Software Arduino IDE.....	45
Gambar 3. 11 Penyiapan Software Matlab	46
 Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Tampak Dalam	 47
Gambar 4. 2 Hasil Perancangan Tampak Atas.....	48
Gambar 4. 3 Hasil Perancangan Tampak Samping.....	48

Gambar 4. 4 Grafik Tegangan.....	51
Gambar 4. 5 Grafik Arus.....	52
Gambar 4. 6 Grafik Suhu Ambient	53
Gambar 4. 7 Grafik Suhu Objek	53
Gambar 4. 8 <i>Membership Function</i> Input Tegangan Charging	54
Gambar 4. 9 <i>Membership Function</i> Input Arus Charging	55
Gambar 4. 10 <i>Membership Function</i> Suhu Baterai.....	56
Gambar 4. 11 <i>Membership Function</i> Output Relay	57
Gambar 4. 12 Grafik Rule Base Sistem Pengisian Proteksi Baterai (Suhu & Arus)	61
Gambar 4. 13 Grafik Rule Base Sistem Pengisian Proteksi Baterai (Arus & Tegangan).....	62
Gambar 4. 14 Grafik Rule Base Sistem Pengisian Proteksi Baterai (Suhu & Tegangan).....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of the Art</i> Penelitian.....	6
Tabel 2. 2 Komponen – Komponen Arduino.....	17
Tabel 2. 3 Perbandingan Raspberry pi dan Arduino	20
Tabel 2. 4 Spesifikasi Baterai.....	30
Table 3. 1 Pengembangan Perangkat Keras	38
Tabel 4. 1 Data Pengisian Baterai	49
Tabel 4. 2 Rule Base Sistem Proteksi Pengisian Baterai	58
Tabel 4. 3 Derajat Keanggotaan Input Tegangan.....	64
Tabel 4. 4 Derajat Keanggotaan Input Arus.....	65
Tabel 4. 5 Derajat Keanggotaan Input Suhu	67