

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL CHARGING
BATERAI OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER
ESP32 DENGAN METODE PROTEKSI CUT-OFF DAN
MONITORING REAL-TIME**



LAPORAN AKHIR

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan
pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program
Studi Teknik Elektronika**

Oleh :

AGUNG WIRANATA

062330320709

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL CHARGING BATERAI OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN METODE PROTEKSI CUT-OFF DAN MONITORING REAL-TIME



Disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan
pendidikan **Diploma III** pada Jurusan Teknik Elektro Program
Studi Teknik Elektronika

Oleh :

AGUNG WIRANATA

062330320709

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

Muhammad Asri Yahya, S.pd., M. Eng.
NIP 199305232022031010

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro



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

Koordinator Program Studi
Teknik Elektronika

Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom.
NIP 197508162001121001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : Agung Wiranata
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 06 Mei 2005
Alamat : Lorong Kebon No 51 A
NIM : 062330320709
Program Studi : D-III Teknik Elektronika
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Laporan Akhir/Skripsi : Rancang Bangun Sistem Kontrol Charging Baterai Otomatis Berbasis Mikrokontroler ESP32 dengan Metode Proteksi Cut-Off dan Monitoring Real-Time

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Laporan Akhir/Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari Tindakan plagiat dan semua sumber baik yang di kutip maupun di rujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Skripsi/Laporan Akhir yang telah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir/Skripsi.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/pengembalian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian laporan Akhir/Skripsi.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat di penuhi, maka saya siap bertanggungjawab 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, Juni 2026



Agung Wiranata

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Be free to define your own path, not limited by how others perceive you, but driven by who you truly are.”

-Oasis

“In engineering and in life, every problem carries its own solution what matters is the willingness to analyze, adapt, and rebuild.”

-Agung

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamiin, Tiada lembar yang paling indah dalam Laporan Akhir ini kecuali lembar persembahan. Dengan mengucapkan syukur atas Rahmat Allah SWT. Dengan ketulusan hati dan ungkapan terimakasih Laporan Akhir ini penulis persembahkan sebagai penulisan Abadi dan tanda bukti kepada :

- ❖ Terimakasih kepada kedua Orang Tuaku dan Keluargaku atas segala bentuk cinta dan segala pengorbanan yang telah kalian berikan dengan tulus.
- ❖ Kepada Lorent Ramadanni yang selalu membantu dan menemani selama masa perkuliahan dari awal hingga titik ini.
- ❖ Dosen Pembimbing saya, Bapak Dr. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom. dan Bapak Muhammad Amri Yahya, S.Pd., M.Eng yang telah membimbing dan memberikan semangat serta doa.

ABSTRAK

Rancang Bangun Sistem Kontrol Charging Baterai Otomatis Berbasis Mikrokontroler ESP32 dengan Metode Proteksi Cut-Off dan Monitoring Real-Time (2026 : 83 Halaman + 16 Gambar + 3 Tabel + 7 Lampiran)

AGUNG WIRANATA

062330320709

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Abstrak- Perkembangan teknologi sistem kontrol dan Internet of Things (IoT) telah memberikan kemudahan dalam pengelolaan sistem kelistrikan, termasuk pada proses pengisian baterai. Pada praktiknya, proses charging baterai yang dilakukan secara manual sering kali tidak terkontrol dengan baik, sehingga berpotensi menyebabkan overcharge yang dapat menurunkan kinerja serta umur pakai baterai, khususnya pada baterai VRLA (*Valve-Regulated Lead-Acid*).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem kontrol charging baterai otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 dengan metode proteksi cut-off serta monitoring real-time. Sistem ini menggunakan sensor PZEM-017T untuk memonitor parameter kelistrikan pada sisi input, serta sensor tegangan untuk membaca kondisi tegangan baterai sebagai dasar pengendalian sistem. Proses pengisian dikendalikan menggunakan modul relay yang berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik.

Metode cut-off diterapkan dengan cara memutus proses charging secara otomatis ketika tegangan baterai mencapai batas maksimum sebesar 14,86V. Sebaliknya, proses pengisian akan kembali aktif ketika tegangan berada di bawah batas tersebut. Seluruh data hasil pengukuran ditampilkan melalui Human Machine Interface (HMI) sebagai monitoring lokal, serta dikirimkan ke sistem berbasis IoT untuk memungkinkan pemantauan secara real-time dari jarak jauh.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara otomatis dalam mengontrol proses charging baterai serta memberikan proteksi terhadap kondisi overcharge. Sistem juga mampu menampilkan data secara akurat dan real-time, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi baterai baik secara langsung maupun jarak jauh.

Kata kunci: ESP32, cut-off charging, baterai VRLA, monitoring real-time, IoT, PZEM-017T, HMI.

ABSTRACT

Rancang Bangun Sistem Kontrol Charging Baterai Otomatis Berbasis Mikrokontroler ESP32 dengan Metode Proteksi Cut-Off dan Monitoring Real-Time (2026 : 83 Halaman + 16 Gambar + 3 Tabel + 7 Lampiran)

AGUNG WIRANATA

062330320709

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

The development of control systems and Internet of Things (IoT) technology has provided significant advantages in managing electrical systems, including battery charging processes. In practice, manual battery charging is often not well-controlled, which may lead to overcharging conditions that can reduce battery performance and lifespan, especially in VRLA (Valve-Regulated Lead-Acid) batteries.

This research aims to design and implement an automatic battery charging control system based on the ESP32 microcontroller using a cut-off protection method and real-time monitoring. The system utilizes a PZEM-017T sensor to monitor electrical parameters on the input side, and a voltage sensor to measure battery voltage as the main control parameter. The charging process is controlled using a relay module that functions as a switch to connect or disconnect the electrical current.

The cut-off method is implemented by automatically disconnecting the charging process when the battery voltage reaches the maximum limit of 14,86 V. Conversely, the charging process will resume when the voltage drops below the threshold. All measured data are displayed through a Human Machine Interface (HMI) for local monitoring and transmitted to an IoT-based system for real-time remote monitoring.

The test results show that the system is capable of automatically controlling the battery charging process and providing protection against overcharging conditions. The system also delivers accurate and real-time data, enabling users to monitor battery conditions both locally and remotely.

Keywords: ESP32, cut-off charging, VRLA battery, real-time monitoring, IoT, PZEM-017T, HMI.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat serta karunia-Nya dapat menyelesaikan Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang ini dengan baik. Alhamdulillah penulis telah menyelesaikan laporan Akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL CHARGING BATERAI OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32 DENGAN METODE PROTEKSI CUT-OFF DAN MONITORING REAL-TIME”**

Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Laporan Akhir pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam penyusunan Laporan Akhir ini, penulis mendapatkan bimbingan, nasihat dan masukan yang membantu dalam penyelesaian laporan ini. Untuk itu dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada

1. **Bapak Dr. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom.** selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Sekaligus dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan dalam penyusunan laporan ini.
2. **Bapak Muhammad Amri Yahya, S.Pd., M.Eng.,** selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan dalam penyusunan laporan ini.

Pada kesempatan ini juga tak lupa penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak yang telah mendukung selama proses penyusunan Laporan Akhir ini, yaitu:

1. **Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T.** selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. **Ibu Hj. Lindawati, S.T., M.T.I.** selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya

3. **Bapak Ir. Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom.** selaku koordinator program studi D- III Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak dan Ibu dosen serta staf Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, bantuan, dan pelayanan selama proses perkuliahan.
5. Orangtua dan Keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan jasmani serta rohani sepenuhnya kepada penulis.
6. Saudari Lorent Ramadanni yang telah memberikan dukungan, semangat, dan motivasi kepada penulis dalam proses penyusunan laporan ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan laporan akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan keliruan, baik mengenai isi maupun tata cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua dan semoga segala bantuan serta bimbingan yang penulis dapatkan selama ini mendapatkan Rahmat dan ridho dari Allah SWT, Aamiin.

Palembang, Juni 2026

Agung Wiranata

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Latar Belakang	1
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Tujuan.....	3
1.6 Manfaat.....	4
1.7 Metodologi Penulisan.....	4
1.7.1 Metode Literatur	4
1.7.2 Metode Konsultasi	4
1.7.3 Metode Observasi.....	4
1.8 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 State Of The Art dan Analisis Gap.....	6
2.1.1 State Of The Art.....	6
2.1.2 Analisis Penelitian Terdahulu	10
2.1.3 Analisis Kesenjangan Penelitian dari Research Gap	11
2.2 Sistem Charging Baterai.....	11
2.2.1 Prinsip Kerja Sistem Charging Baterai.....	13

2.2.2	Parameter Kegiatan Daya	13
2.2.3	Metode Charging.....	15
2.3	Baterai VRLA.....	16
2.3.1	Karakteristik Utama Baterai	17
2.3.2	Permasalahan Utama Baterai	18
2.4	Sistem Proteksi Baterai	20
2.4.1	Jenis-Jenis Proteksi Baterai	21
2.5	Mikrokontroler ESP32.....	22
2.5.1	Fungsi Mikrokontroler dalam sistem.....	23
2.5.2	Kelebihan ESP32.....	24
2.6	Internet Of Things (IoT).....	24
2.6.1	Prinsip Kerja IoT.....	25
2.6.2	Manfaat IoT dalam Sistem.....	26
2.7	Sensor PZEM-017T.....	27
2.8	Modul Relay.....	28
2.8.1	Prinsip kerja Relay.....	28
2.9	HMI.....	29
2.10	Power Supply.....	31
2.11	Stepdown LM2596.....	32
2.12	Monitoring Real-Time.....	33
2.12.1	Arsitektur Sistem Monitoring.....	33
2.13	Metode Sistem	34
2.14	Perhitungan Daya, Efisiensi, dan Error Sistem.....	35
2.14.1	Perhitungan Daya Listrik.....	35
2.14.2	Perhitungan Efisiensi Sistem.....	36
2.14.3	Perhitungan Error Pengukuran.....	36
BAB III RANCANG BANGUN.....		37
3.1	Rancang Bangun.....	37
3.1.1	Tujuan Perencanaan Sistem	38
3.1.2	Spesifikasi Sistem	39
3.2	Diagram Blok Sistem.....	41

3.2.1	Komponen Penyusunan Sistem.....	42
3.2.2	Alur Kerja Sistem	44
3.3	Perancangan Rangkaian	45
3.3.1	Rangkaian Sensor	46
3.3.2	Rangkaian Kontrol.....	47
3.3.3	Rangkaian Output.....	48
3.4	Desain Mekanik (2D).....	49
3.4.1	Desain Kotak Wadah.....	51
3.4.2	Penempatan Komponen	53
3.4.3	Wiring dan Jalur Kabel.....	55
3.5	Flowchart.....	57
3.5.1	Flowchart Proses Charging.....	58
3.5.2	Proses Inisialisasi Sistem	59
3.5.3	Proses Pembacaan Sensor	60
3.5.4	Proses Pengambilan Keputusan	61
3.6	Algoritma Sistem	62
3.6.1	Algoritma Utama	62
3.6.2	Logika Proteksi	64
3.7	Implementasi Program.....	64
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		66
4.1	Hasil Realisasi Alat.....	66
4.2	Pengujian Sistem.....	68
4.2.1	Pengujian Charging Baterai 12 V.....	68
4.3	Grafik Hasil Penguji.....	70
4.3.1	Grafik Tegangan.....	70
4.3.2	Grafik Arus.....	71
4.4	Pembahasan.....	72
BAB III KESIMPULAN		75
5.1	Kesimpulan	75
5.2	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....		77

LAMPIRAN	83
----------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 State Of The Art.....	6
Tabel 3.1 Spesifikasi Teknik Komponen Sistem.....	40
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Charging.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Charging Baterai.....	12
Gambar 2.2 Struktur Baterai.....	18
Gambar 2.3 ESP32 dan Bagian Pin-Pin.....	23
Gambar 2.4 Konsep Internet Of Things	25
Gambar 2.5 Sensor PZEM-017T.....	27
Gambar 2.6 Modul Relay	28
Gambar 2.7 HMI.....	30
Gambar 2.8 Power Supply.....	31
Gambar 2.9 Modul Stepdown LM2596	32
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Charging Baterai Otomatis	42
Gambar 3.2 Desain Mekanik.....	50
Gambar 3.3 Flowchart Sistem Charging Baterai	58
Gambar 4.1 Hasil Realisasi Alat (Tampak Depan).....	67
Gambar 4.2 Hasil Realisasi Alat (Tampak Samping)	67
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Tegangan Baterai Terhadap Waktu Selama Proses Charging.....	71
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Arus Charging Terhadap Waktu.....	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I

Lampiran 2 Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II

Lampiran 3 Pengajuan Judul Laporan Akhir

Lampiran 4 Lembar Pengesahan Judul Laporan Akhir

Lampiran 5 Lembar Konsultasi Laporan Akhir Pembimbing I

Lampiran 6 Lembar Konsultasi Laporan Akhir Pembimbing II

Lampiran 7 Rekomendasi Ujian Laporan Akhir

