

**ANALISIS KINERJA SISTEM MONITORING PENGISIAN BATERAI
LEAD-ACID 48 V BERBASIS ESP32 PADA SEPEDA LISTRIK**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T)
Pada Prodi Teknik Elektronika



Oleh :

BAYU AJI ARFIANTO

NPM 2323050007

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER (FTIK)
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir oleh:

BAYU AJI ARFIANTO

NPM 2323050007

Judul :

**ANALISIS KINERJA SISTEM MONITORING PENGISIAN BATERAI
LEAD-ACID 48 V BERBASIS ESP32 PADA SEPEDA LISTRIK**

Telah Disetujui Untuk Diajukan Kepada Panitia Ujian/Sidang
Tugas Akhir Prodi Teknik Elektronika

Tanggal : 02 Juli 2026

Pembimbing I

Pembimbing II



Fidy Eka Prahesti, M.T

NIDN. 0723069403



Dr. M. Dewi Manikta Puspitasari, M.Pd

NIDN. 0730128701

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir:

BAYU AJI ARFIANTO

NPM 2323050007

Judul :

**ANALISIS KINERJA SISTEM MONITORING PENGISIAN BATERAI
LEAD-ACID 48 V BERBASIS ESP32 PADA SEPEDA LISTRIK**

Telah dipertahankan didepan Panitia Ujian/Sidang Tugas Akhir Prodi

Teknik Elektronika FTIK UN PGRI Kediri

Pada tanggal : 15 Juli 2026

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Persyarat

Panitia Penguji:

1. Ketua : Fidy Eka Prahesti, M.T
2. Penguji 1 : Elsanda Merita Indrawati, M.Pd., M.T
3. Penguji 2 : Dr. M. Dewi Manikta Puspitasari, M.Pd





Dr. Spilistiono, M.Si
NIDN. 0007076801

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini saya,

Nama : Bayu Aji Arfianto

Jenis Kelamin : Laki-laki

Tempat /tgl. Lahir : Nganjuk, 01 September 2004

NPM : 2323050007

Fak/Jur./Prodi. : FTIK/D3 Teknik Elektronika

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T.) di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 15 Juli 2025

Yang Menyatakan


BAYU AJI ARFIANTO
NPM.2323050007

MOTTO

"Kesuksesan bukan diukur dari seberapa besar hasil yang dicapai, melainkan dari seberapa besar usaha yang telah dikerahkan untuk mencapainya."

"Ilmu tanpa amal ibarat pohon tak berbuah, maka teruslah belajar dan berkarya untuk kebermanfaatan."

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat, kesehatan, kemudahan, dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dengan penuh rasa syukur, karya sederhana ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, pengorbanan, serta dukungan tanpa henti dalam setiap langkah kehidupan penulis.

Terima kasih kepada dosen pembimbing dan seluruh dosen atas ilmu, bimbingan, serta motivasi yang telah diberikan selama proses perkuliahan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Terima kasih kepada sahabat dan teman-teman seperjuangan atas kebersamaan, semangat, dan dukungan yang telah diberikan.

Terakhir, karya ini penulis persembahkan untuk diri sendiri sebagai bentuk apresiasi atas segala usaha, ketekunan, dan perjuangan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga pencapaian ini menjadi awal yang baik untuk meraih cita-cita dan memberikan manfaat bagi banyak orang.

Abstrak

BAYU AJI ARFIANTO Analisis Kinerja Sistem Monitoring Pengisian Baterai *Lead-Acid* 48 V Berbasis ESP32 Pada Sepeda Listrik. Tugas Akhir, Program Studi Diploma III Teknik Elektronika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri.

Kata Kunci: ESP32, Baterai *Lead-Acid* 48 V, Sistem *Monitoring*, Sensor Arus ACS712, ADS1115, *Relay Module*, Sepeda Listrik

Sepeda listrik pada umumnya menggunakan baterai *Lead-Acid* 48 V yang disusun dari empat baterai 12 V secara seri sebagai sumber energi utama. Namun, proses pengisian baterai tersebut masih banyak yang belum dilengkapi sistem *monitoring* memadai sehingga berisiko menimbulkan *overcharging* dan menurunkan umur pakai baterai. Penelitian ini bertujuan untuk (1) Merancang dan membangun sistem monitoring pengisian baterai *Lead-Acid* 48 V berbasis ESP32 pada sepeda listrik; (2) Menganalisis kinerja sistem monitoring dalam memantau tegangan dan arus baterai secara *real-time* selama proses pengisian; (3) Menganalisis tingkat akurasi sensor tegangan dan sensor arus yang digunakan pada sistem monitoring; (4) Menganalisis kinerja *relay module* 5 V sebagai pengendali proses pengisian untuk meningkatkan keamanan pengisian baterai. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Sistem dirancang menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama, rangkaian *voltage divider* (180 k Ω dan 10 k Ω) yang dipadukan dengan modul ADS1115 untuk pembacaan tegangan, sensor arus ACS712 untuk pembacaan arus pengisian, serta *relay module* 5 V sebagai pengendali proses pengisian. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap pengukuran multimeter digital sebagai nilai referensi selama proses pengisian baterai menggunakan adaptor 48 V. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *monitoring* mampu membaca tegangan dan arus pengisian secara *real-time* dengan baik. Rata-rata *error* pembacaan tegangan sebesar 0,12% dengan tingkat akurasi 99,88%, sedangkan rata-rata *error* pembacaan arus sebesar 0,64% dengan tingkat akurasi 99,36%. *Relay module* 5 V juga terbukti mampu memutus proses pengisian secara otomatis ketika tegangan

baterai mencapai batas *cut-off* yang ditentukan, sehingga risiko *overcharging* dapat dicegah. Dengan demikian, sistem *monitoring* berbasis ESP32 yang dirancang layak digunakan untuk memantau dan mengendalikan proses pengisian baterai *Lead-Acid* 48 V pada sepeda listrik secara akurat, aman, dan andal.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat, taufik, dan karunianya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul “Rancang Bangun Sistem Peningkatan Efisiensi Kontrol Motor BLDC Berbasis Espressif Systems ESP32 Menggunakan Algoritma PID” dengan baik. Dengan kerendahan hati, penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan dukungan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd., selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang selalu memberikan motivasi kepada mahasiswa.
2. Dr. Sulistiono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Elsanda Merita Indrawati, M.Pd., M.T selaku Ketua Prodi D-III Teknik Elektronika, yang telah memberikan arahan dan motivasi kepada peneliti dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Fidya Eka Prahesti, M.T selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Dr. M. Dewi Manikta Puspitasari, M.Pd. selaku dosen pembimbing 2 yang juga telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Ucapan terimakasih kepada kedua orang tua, yang selalu memberi doa dan dukungan moral maupun materi yang tak bisa terhitung, sehingga peneliti bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
7. Ucapan terimakasih kepada teman-teman kelas seangkatan Teknik Elektronika UNP Kediri angkatan tahun 2023 dan yang selalu menemani dari awal kuliah hingga sampai akhir semester serta membantu memberi motivasi sehingga peneliti bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh dosen dan staf Program Studi D3 Teknik Elektronika atas ilmu dan dukungan yang telah diberikan. Serta kepada teman-teman Himpunan Mahasiswa Teknik Elektronika (HITEK) atas bantuan dan suportnya.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, mitra, dan para pembaca. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki kekurangan yang perlu diperbaiki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan.

Kediri, 15 Juli 2026



BAYU AJI ARFIANTO

NPM. 2323050007

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
Abstrak.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
A. Sepeda Listrik	4
B. Baterai <i>Lead-Acid</i> 48 V	4
C. Sistem Monitoring Baterai	5
D. ESP 32.....	6
E. Kerangka Berpikir	7
F. Hipotesis Penelitian	8
BAB III METODE PENELITIAN	9
A. Desain Penelitian	9
B. Alat dan Bahan.....	9
C. Perancangan Sistem.....	10
D. Prosedur Penelitian	14
E. Teknik Analisis Data.....	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
A. Hasil Perancangan Sistem	17
B. Hasil Pengujian Sistem	18
C. Pembahasan.....	25
BAB V PENUTUP.....	29

A. Kesimpulan.....	29
B. Saran	30
DAFTAR PUSTAKA.....	31
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Kinerja Monitoring Tegangan dan Arus.....	19
Tabel 4.2. Perhitungan Error dan Akurasi Tegangan.....	23
Tabel 4.3. Perhitungan Error dan Akurasi Arus.....	24
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Kinerja Relay 5 V	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. Tampilan Rangkaian	17
Gambar 4.2. Tampilan Monitoring Baterai.....	18
Gambar 4.3. Grafik Tegangan Baterai	21
Gambar 4.4. Tampilan Grafik Tegangan Baterai Pada Web	21
Gambar 4.5. Grafik Arus Baterai	21
Gambar 4.6. Tampilan Grafik Arus Baterai Pada Web	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pogram ESP 32.....	33
Lampiran 2. Uji Coba Alat.....	46
Lampiran 3. Bimbingan Tugas Akhir	48
Lampiran 4. Berita Acara Ujian Tugas Akhir	50
Lampiran 5. Lembar Revisi Ujian Tugas Akhir.....	51

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan kendaraan listrik di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup pesat sebagai upaya mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil serta menekan emisi gas rumah kaca. Salah satu jenis kendaraan listrik yang banyak digunakan masyarakat adalah sepeda listrik karena memiliki biaya operasional yang relatif rendah, efisiensi energi yang baik, serta ramah lingkungan. Pada umumnya, sepeda listrik menggunakan paket baterai *Lead-Acid* 48 V yang disusun dari empat baterai 12 V secara seri sebagai sumber energi utama. Namun, performa sepeda listrik sangat dipengaruhi oleh kondisi baterai, terutama selama proses pengisian daya yang harus dilakukan secara tepat agar umur pakai baterai tetap optimal Yuniarto et al., (2023). Menurut Budi et al., (2024) kondisi baterai merupakan faktor utama yang menentukan keandalan kendaraan listrik sehingga diperlukan sistem monitoring untuk memantau kondisi baterai secara *real-time* selama proses pengisian maupun penggunaan.

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut melalui penerapan sistem monitoring berbasis mikrokontroler yang mampu mengirimkan data secara *real-time*. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan adalah ESP32 karena telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi, memiliki kecepatan pemrosesan yang tinggi, konsumsi daya yang rendah, serta mudah diintegrasikan dengan berbagai sensor. Menurut Akbar, (2022), ESP32 mampu digunakan sebagai sistem monitoring baterai berbasis *IoT* dengan tingkat keandalan yang baik dalam proses pengiriman data tegangan dan kondisi baterai secara *real-time*. Hasil penelitian Suryanto et al., (2025) juga menunjukkan bahwa ESP32 memiliki performa yang baik dalam sistem monitoring kelistrikan berbasis *IoT*. Selain itu, Wisessha & Ridhoi, (2023) menjelaskan bahwa ESP32 sangat efektif digunakan sebagai perangkat monitoring berbasis *IoT* karena mampu mengirimkan data sensor secara cepat dan stabil.

Selain itu, penggunaan sensor tegangan dan sensor arus pada sistem monitoring memungkinkan proses pengukuran parameter kelistrikan dilakukan secara akurat selama proses *charging* berlangsung. Data hasil pengukuran kemudian diproses oleh ESP32 dan dapat ditampilkan pada media monitoring sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi baterai tanpa harus melakukan pengukuran secara manual. Penelitian Yuniarto et al., (2023) menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis ESP32 memiliki tingkat kesalahan pengukuran yang relatif kecil sehingga layak digunakan untuk pemantauan parameter kelistrikan secara *real-time*. Penelitian Nasution et al., (2026) juga menyatakan bahwa integrasi sensor arus dan sensor tegangan dengan ESP32 mampu meningkatkan akurasi sistem monitoring pada aplikasi kelistrikan.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem monitoring baterai berbasis ESP32. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada monitoring baterai *Lithium-Ion* atau sistem monitoring untuk dua baterai, sedangkan penelitian mengenai sistem monitoring pengisian paket baterai *Lead-Acid* 48 V yang terdiri atas empat baterai 12 V dengan menggunakan satu adaptor 48 V masih relatif terbatas. Penelitian Wiryawan & Irawan, (2026) menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis ESP32 mampu meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi baterai melalui pengiriman data secara *real-time* menggunakan jaringan internet. Selain itu, Wiryawan & Irawan, (2026) mengembangkan sistem smart battery charger berbasis ESP32 yang mampu melakukan monitoring pengisian secara daring, sedangkan Astaman et al., (2026) membuktikan bahwa sistem charger otomatis berbasis ESP32 dapat meningkatkan keamanan proses pengisian baterai. Penelitian Salawali et al., (2023) juga menunjukkan bahwa integrasi teknologi *IoT* dengan ESP32 mampu meningkatkan efektivitas sistem kontrol dan monitoring secara berkelanjutan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah dari penelitian Analisis Kinerja Sistem Monitoring Pengisian Baterai *Lead-Acid* 48 V Berbasis ESP32 pada Sepeda Listrik adalah:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring pengisian baterai *Lead-Acid* 48 V

berbasis ESP32 pada sepeda listrik?

2. Bagaimana kinerja sistem monitoring dalam mengukur parameter tegangan dan arus selama proses pengisian baterai secara *real-time*?
3. Bagaimana tingkat akurasi pembacaan sensor tegangan dan sensor arus yang digunakan pada sistem monitoring pengisian baterai?
4. Bagaimana kinerja *relay module 5 V* dalam mengendalikan proses pengisian baterai untuk mencegah terjadinya *overcharging*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring pengisian baterai *Lead-Acid 48 V* berbasis ESP32 pada sepeda listrik.
2. Menganalisis kinerja sistem monitoring dalam memantau tegangan dan arus baterai secara *real-time* selama proses pengisian.
3. Menganalisis tingkat akurasi sensor tegangan dan sensor arus yang digunakan pada sistem monitoring.
4. Menganalisis kinerja *relay module 5 V* sebagai pengendali proses pengisian untuk meningkatkan keamanan pengisian baterai.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem monitoring baterai berbasis *Internet of Things (IoT)*, khususnya penerapan ESP32 pada sistem monitoring pengisian baterai *Lead-Acid 48 V* untuk sepeda listrik. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan sistem monitoring dan pengendalian pengisian baterai kendaraan listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. I. (2022). Monitoring *Automatic Transfer Switch* dan Baterai Berbasis *IoT* Menggunakan Mikrokontroler AVR dan ESP32. 10(2), 51–60.
- Ardhani, C. F., Pambudi, W. S., Prabowo, Y. A., Munir, M., Patria, N., Putra, U., Studi, P., Elektro, T., Arif, J., & Hakim, R. (2026). Dengan Solar Cell. 14(2), 230–239.
- Astaman, I. P. A. A., Jasa, L., & Setiawan, I. W. (2026). Sistem Baterai *Charger* Ootomatis Untuk Sistem Monitoring Berbasis ESP32 *Program Studi Teknik Elektro , Fakultas Teknik , Universitas Udayana Ketersediaan sumber daya listrik yang stabil merupakan faktor penting dalam mendukung kinerja sistem elektronik , t.* 10(8).
- Azhar, M. F., & Nurpulaela, L. (2024). Implementasi Penggunaan ESP32 Sebagai *IoT* Pada *Project Smart Charger* DI PT . PASIFIK SATELIT NUSANTARA BEKASI. 8(4), 7248–7253.
- Budi, A. S., Bachri, A., Susilo, P. H., Hartantyo, S. D., & Irawan, M. R. (2024). Rancang Bangun *Gps Tracker* Dan Monitoring Kondisi Baterai Pada Mobil Listrik Surya Unisla Berbasis Mikrokontroler. 6(2). <https://doi.org/10.33650/jeecom.v4i2>
- Budianto, W. C., Muladi, & Wirawan, I. M. (2025). *MITOR : Jurnal Teknik Elektro*.
- Hilmansyah, S.T., M. T., Ir. Restu Mukti Utomo, M. T., Angga Wahyu Saputra, S.T., M. T., & Alif, R. F. (2020). P-27 Rancang Bangun *Wireless Battery Monitoring System* Berbasis ESP32 *Design And Construction Of Wireless Battery Montoring*. 194–199.
- Irfan, M., Suryadi, D., Saleh, M., Elektro, M. T., Teknik, F., Tanjungpura, U., Elektro, D. T., Teknik, F., Tanjungpura, U., Studi, P., Elektro, T., Elektro, J. T., Teknik, F., Tanjungpura, U., & Listrik, S. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Baterai serta Besaran Fisis Sepeda Listrik Berbasis *IoT*.
- Nasution, I., Simanjuntak, J. O., Maha, D. H., & Gultom, T. T. (2026). Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pengaman Beban Listrik Pada Rumah Berbasis *IoT* Dengan Notifikasi Dan Pemutusan Daya Otomatis. 08(01), 49–60.
- Nizam, M., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). Mikrokontroler ESP 32 Sebagai

- Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. 6(2), 767–772.
- Salawali, C. T., Satra, R., & Ihwan. (2023). Penerapan *Internet of Things (IoT)* dalam Sistem Kontrol-Monitoring Proses *Transesterifikasi* Pembuatan Biodiesel Berbasis ESP32. 4(3), 221–230.
- Samsul, E., & Suprpto, T. (2023). Perbandingan Baterai *Lithium Ion* dan Baterai *Valve Regulated Lead Acid 48 Volt 20 Ampere* terhadap Kelayakan Pakai Sepeda Motor Listrik Konversi SMK Negeri 55 Jakarta. 6(2), 119–124.
- Santoso, J. T. (2022). Sepeda Listrik; Perencanaan, Perakitan dan Perbaikan.
- Siagian, R. W. H., Wungo, Kainama, R. B., Agung, I. G. A. P. R., & Sudarma, M. (2025). Rancang Bangun Sistem Monitoring *IoT* Pada Pengisian Baterai *Sealed Lead Acid* Aplikasi Mobile Untuk Mencegah *Overheating* dan *Overcharging*. 12(3), 247–257.
- Suryanto, Khoerudin, M., & Watmah, S. (2025). Pemantauan Catu Daya untuk Proteksi Listrik Menggunakan ESP32 Berbasis *Internet of Things (IoT)*. 6(2), 94–99.
- Wiesesha, A., & Ridhoi, A. (2023). *No Title*. 105–113.
- Wiryanawan, M. F., & Irawan, D. (2026). Monitoring *State of Charge (SoC)* baterai *lithium ion* berbasis web *web-based Monitoring Of The State of Charge (SoC) Of Lithium-Ion Batteries*. 9, 182–190.
- Yuniarto, W., Diponegoro, M., Studi, P., Elektro, T., Pontianak, P. N., & Barat, K. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Energi Listrik pada Beban 3 Fasa Menggunakan ESP32 Berbasis *Internet of Things (IoT)*. 22(1), 30–38.