



**ALAT PENGUJIAN KAPASITAS *REAL* BATERAI
DENGAN CARA *CHARGE* DAN *DISCHARGE* OTOMATIS**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang

Disusun oleh:

Bintang Kevin Kahaya

NIM. 40040319650074

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG**

2026

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ALAT PENGUJIAN KAPASITAS REAL BATERAI
DENGAN CARA *CHARGE* DAN *DISCHARGE* OTOMATIS**

Diajukan Oleh:

Bintang Kevin Kahaya

NIM. 40040319650074

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

Dosen Pembimbing,

Rofiq Cahyo Prayogo, S.T., M.T.

Tanggal: 20 Maret 2026

NIP. 199505292024061001

Mengetahui,

Ketua Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro

Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.

Tanggal: 24 Juni 2026

NIP. 197009161998021001

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR
ALAT PENGUJIAN KAPASITAS *REAL* BATERAI
DENGAN CARA *CHARGE* DAN *DISCHARGE* OTOMATIS

Diajukan Oleh :
Bintang Kevin Kahaya
NIM. 40040319650074

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji pada tanggal
24 Juni 2026
Tim Penguji,
Pembimbing

Rofiq Cahyo Prayogo, S.T.,M.T.

NIP. 199505292024061001

Penguji I,

Penguji II

Megarini Hersaputri S.T., M.T.

NIP. 198902142020122012

Ari Bawono Putranto S.Si., M.

NIP. 198902142020122012

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.

NIP. 197009161998021001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Bintang Kevin Kahaya

NIM : 40040319650074

Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi

Judul Tugas Akhir : **ALAT PENGUJIAN KAPASITAS REAL BATERAI
DENGAN CARA *CHARGE* DAN *DISCHARGE*
OTOMATIS**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 25 Juni 2026

Yang membuat pernyataan

[Materai 10.000]

Bintang Kevin Kahaya

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada Ayah “Sri Anggono” yang telah membimbing dan memberikan semangat, dan Ibu “Nenny Kurnianita” yang telah melahirkan, membesarkan, menyayangi dan mendidik sehingga saya mampu berproses sampai titik akhir untuk mendapat gelar sarjana. Atas doa dan ridho yang kalian panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga senantiasa saya diberikan kemudahan dalam perkuliahan.

Tugas Akhir ini juga penulis persembahkan kepada:

1. Rofiq Cahyo Prayogo, S.T.,M.T. Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah membimbing dan memberi arahan dalam mengerjakan Tugas Akhir.
2. Seluruh jajaran dosen dan karyawan Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberi ilmu dan membantu penulis selama perkuliahan.
3. Teman – teman Teknologi Rekayasa Otomasi angkatan 2019 yang telah memberi inspirasi, semangat, dan bantuan selama perkuliahan berlangsung.
4. Seluruh pihak yang senantiasa mendoakan dan membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

ABSTRAK

Penggunaan baterai sekunder atau baterai isi ulang semakin meningkat seiring pesatnya perkembangan perangkat elektronik portabel dan kendaraan listrik. Namun, seringkali kapasitas yang tertera pada label baterai tidak sesuai dengan kapasitas aslinya (*kapasitas riil*) akibat faktor degradasi atau kualitas manufaktur. Penelitian ini merancang dan mengembangkan alat uji kapasitas baterai real dengan metode *charge* dan *discharge* otomatis menggunakan ESP32-S3 N16R8. Perangkat mengkombinasikan rangkaian DC-DC step down 9A 300W, modul step up 600W, sensor arus dan tegangan INA219, serta relay module dual channel 3.3V. Tujuan penelitian adalah mengetahui kapasitas sesungguhnya dari berbagai kondisi baterai, termasuk baterai baru, baterai usia 1 tahun, dan baterai usia 2 tahun. Hasil pengujian menunjukkan kapasitas baterai baru sebesar 2969,67 mAh (kategori Good), baterai usia 1 tahun sebesar 1997,37 mAh (kategori Fair), dan baterai usia 2 tahun sebesar 601,61 mAh (kategori Poor). Data pengujian disajikan dalam tabel untuk memperlihatkan perubahan performa dan resistansi internal berdasarkan usia penggunaan.

Kata Kunci: Baterai Sekunder, Kapasitas Riil, ESP32 S3, *Charge-Discharge* Otomatis, Degradasi Baterai.

ABSTRACT

The use of secondary batteries or rechargeable batteries is increasing along with the rapid development of portable electronic devices and electric vehicles. However, the capacity stated on the battery label often does not match its real capacity due to degradation factors or manufacturing quality. This research designs and develops a real battery capacity testing device using automatic charge and discharge methods based on the ESP32-S3 N16R8. The device combines a 9A 300W DC-DC step-down circuit, a 600W step-up module, an INA219 current and voltage sensor, and a 3.3V dual-channel relay module. The objective of this study is to determine the actual capacity of batteries under various conditions, including new batteries, and batteries that have been used for one week, six months, and one year. The test data is presented in a table to demonstrate changes in performance and internal resistance based on the duration of use.

Keywords : *Secondary Battery, Real Capacity, ESP32 S3, Automatic Charge-Discharge, Battery Degradation.*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan karunia yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “ALAT PENGUJIAN KAPASITAS *REAL* BATERAI DENGAN CARA *CHARGE* DAN *DISCHARGE* OTOMATIS”. Adapun penyusunan Laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Dalam penyusunan laporan kerja praktek ini tentunya penulis mendapatkan pengetahuan, dukungan, pengalaman, masukan, serta bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak sehingga penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof Dr. Ir. Budiyo, M. Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Rofiq Cahyo Prayogo, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing penulis yang telah mendukung dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Orang Tua dan yang telah memberikan doa, perhatian, serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
5. Teman – teman Teknologi Rekayasa Otomasi serta seluruh pihak yang telah memberi bantuan, semangat, dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Semua pihak yang terlibat dan membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan dan penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri maupun para pembaca, serta dapat menjadi salah satu referensi bagi mahasiswa atau

pihak lain yang ingin mengembangkan penelitian di bidang sistem pengujian baterai dan teknologi otomasi.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga segala bantuan, bimbingan, dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang berlimpah dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan kontribusi yang positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknologi rekayasa otomasi.

Semarang, 25 Juni 2026

Bintang Kevin Kahaya

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Perumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Manfaat Tugas Akhir	Error! Bookmark not defined.
1.5 Pembatasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.6 Sistematika Penulisan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II DASAR TEORI.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Pengertian Baterai.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Baterai <i>Lithium-Ion (Li-ion)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Konfigurasi Baterai	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Konfigurasi Seri (<i>Series</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Konfigurasi Paralel (<i>Parallel</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Konfigurasi Seri-Paralel (<i>Series-Parallel</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Modul Baterai dan Pack Baterai	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Modul Baterai	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Pack Baterai.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 Pentingnya Modul dan <i>Pack</i> Baterai dalam Pengujian Kapasitas Real	Error! Bookmark not defined.
2.3.4 Tren Teknologi Modul dan <i>Pack</i> Baterai	Error! Bookmark not defined.

2.3.5	Faktor yang Perlu Dipertimbangkan dalam Konfigurasi.....	Error!	Bookmark not defined.
2.3.6	Relevansi dengan Penelitian.....	Error!	Bookmark not defined.
2.4	Tantangan pada Baterai Motor Listrik.	Error!	Bookmark not defined.
2.4.1	Kapasitas Baterai.....	Error!	Bookmark not defined.
2.4.2	Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas	Error!	Bookmark not defined.
2.5	<i>Charge dan Discharge</i> Baterai.....	Error!	Bookmark not defined.
2.5.1	Rumus Dasar Hubungan Arus, Kapasitas, dan Waktu	Error!	Bookmark not defined.
2.5.2	Tahapan Proses <i>Charge</i>	Error!	Bookmark not defined.
2.5.3	Faktor yang Mempengaruhi Proses <i>Charge</i> ...	Error!	Bookmark not defined.
2.5.4	Jenis Metode Pengisian (<i>Charging Method</i>)....	Error!	Bookmark not defined.
2.5.5	Proteksi Selama Proses <i>Charge</i>	Error!	Bookmark not defined.
2.5.6	Hubungan Proses <i>Charge</i> dengan Pengujian Kapasitas <i>Real</i>	Error!	Bookmark not defined.
2.5.7	Proses <i>Discharge</i>	Error!	Bookmark not defined.
2.5.8	Rumus Hubungan Arus, Kapasitas, dan Waktu:.	Error!	Bookmark not defined.
2.5.9	Tahapan Proses <i>Discharge</i>	Error!	Bookmark not defined.
2.5.10	Faktor yang Mempengaruhi Proses <i>Discharge</i>	Error!	Bookmark not defined.
2.5.11	Jenis <i>Discharge</i>	Error!	Bookmark not defined.
2.5.12	Hubungan Proses <i>Discharge</i> dengan Pengujian Kapasitas <i>Real</i>	Error!	Bookmark not defined.
2.6	Pengujian Kapasitas.....	Error!	Bookmark not defined.
2.7	Mikrokontroler ESP32-S3.....	Error!	Bookmark not defined.
2.8	<i>Step-Up Converter 600W dan Step-Down Converter 300W</i>.....	Error!	Bookmark not defined.
2.9	<i>Relay Module Dual Channel</i>	Error!	Bookmark not defined.
2.10	Sensor Arus.....	Error!	Bookmark not defined.
2.11	Sistem Otomatisasi	Error!	Bookmark not defined.
2.13	Perhitungan Kapasitas <i>Real</i> Baterai.....	Error!	Bookmark not defined.
2.14	Tegangan <i>Cut-Off</i> Baterai	Error!	Bookmark not defined.
2.15	Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas.	Error!	Bookmark not defined.
2.15.1	Jenis dan Teknologi Baterai	Error!	Bookmark not defined.

2.15.2	<i>Arus Charge dan Discharge</i>	Error! Bookmark not defined.
2.15.3	<i>State of Charge (SOC) Awal</i>	Error! Bookmark not defined.
2.15.4	Pengaruh Lingkungan dan Kondisi Operasional Eksternal .	Error! Bookmark not defined.
BAB III	METODE	Error! Bookmark not defined.
3.1	Desain Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2	Diagram Blok Sistem	Error! Bookmark not defined.
3.3	<i>Flowchart</i> Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
3.4	Perancangan Perangkat Keras	Error! Bookmark not defined.
3.5	Perancangan Perangkat Lunak	Error! Bookmark not defined.
3.6	Proses Pembuatan Alat	Error! Bookmark not defined.
3.7	Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	Error! Bookmark not defined.
3.8	Pembuatan Perangkat Lunak	Error! Bookmark not defined.
BAB IV	PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT	Error! Bookmark not defined.
4.1	Pengujian dan Analisa Alat	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	Pengujian LCD TFT- 2,4 Inch	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Pengujian Sensor INA219	Error! Bookmark not defined.
4.1.3	Pengujian Relay	Error! Bookmark not defined.
4.1.4	Pengujian Baterai	Error! Bookmark not defined.
BAB V	PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
5.1	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Daftar Alat Yang Dibutuhkan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 2	Daftar Bahan Yang Dibutuhkan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1	Pengujian LCD	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2	Data Pembacaan Sensor INA 219 I2C.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3	Pengujian Baterai Baru	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4	Pengujian Baterai Usia 1 Tahun	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5	Pengujian Baterai Usia 2 Tahun	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Baterai Lithium-Ion (Li-ion).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2	Mikrokontroler ESP 32	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3	Step-Up Converter 600W	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4	Step-Down Converter 300W	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5	Relay Dual-Channel	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6	Sensor Arus.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1	Diagram Blok.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2	Flowchart	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3	Mikrokontroler ESP 32	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4	Sensor INA219 I2C.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 5	Relay Module Dual-Channel	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 6	Module Step-Up 600W.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 7	Module Step-Down 300W	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 8	Baterai Penampung	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 9	Desain Alat Pengujian Kapasitas Real Baterai Dengan Cara Charge Dan Discharge Otomatis	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 10	Melubangi Blackbox	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 11	Proses Perekatan Fan Cooler pada Blackbox	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 12	Pemasangan Mainboard.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 13	Pemasangan Seluruh Komponen pada Blackbox	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 14	Rangkaian Keseluruhan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 15	Membuka Software Arduino IDE .	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 16	Memilih Board dan Port pada New Project .	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 17	Proses Verify	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 18	Proses Upload Program	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1	Pengujian Sensor INA 219 I2C.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2	Pengujian Relay	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3	Grafik Stabilitas Arus Discharge pada Baterai Kapasitas 2969,67	

mAh.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 mAh Kurva tegangan Discharge Baterai Uji Kapasitas 2969,67 mAh.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5 Kurva Pengukuran Kapasitas Discharge Baterai 2969,67 mAh terhadap Waktu.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 6 Grafik Stabilitas Arus Discharge pada Baterai Kapasitas 1997,37 mAh.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 7 Kurva Tegangan Baterai Uji Kapasitas 1997,37 mAh	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 8 Kurva Pengukuran Kapasitas Discharge Baterai 1997,37 mAh terhadap waktu.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 9 Grafik Stabilitas Arus Discharge pada Baterai Kapasitas 601,61 mAh.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 10 Kurva Pengukuran Kapasitas Discharge Baterai 601,61 mAh terhadap waktu.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 11 Kurva Tegangan Discharge Baterai Uji Kapasitas 601,61 mAh terhadap waktu.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Umum Alat.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 2 Gambar Wiring Alat	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 3 Datasheet ESP32-S3	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 4 Datasheet Step-Up DC-DC 600W	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 5 Datasheet Step-Down DC-DC 300W	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 6 <i>Datasheet Resistor Shunt</i>	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 7 <i>Datasheet Relay Dual Channel</i>	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 8 <i>Datasheet LCD 2,4"</i>	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 9 Program ESP32-S3.....	Error! Bookmark not defined.

