

**KONTROL PENGGUNAAN BATERAI DAN
SUPERKAPASITOR**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan

Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Oleh:

JERI AFANDI TULAK

202010130311011

RAFI WIJDAN

202010130311081

LAUHUL ELVINO RAESYA

202010130311066

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

KONTROL PENGGUNAAN BATERAI DAN SUPERKAPASITOR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang


Disusun Oleh:

Jeri Afandi Tulak	202010130311011
Rafi Wijdan	202010130311081
Lauhul Elvino Raesya	202010130311066


Diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Machmud Effendy, S.T., M.Eng.

NIDN. 0715067402


Khusnul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0723108202

LEMBAR PENGESAHAN

KONTROL PENGGUNAAN BATERAI DAN SUPERKAPASITOR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh:

Jeri Afandi Tulak 202010130311011

Rafi Wijdan 202010130311081

Lauhul Elvino Raesya 202010130311066

Tanggal Ujian : 25 Juni 2025

Periode Wisuda : III

Disetujui oleh:

1. Dr. Ir. Machmud Effendy, S.T., M.Eng. (Pembimbing I)

NIDN. 0715067402

2. Khusnul Hidayat, S.T., M.T. (Pembimbing II)

NIDN. 0723108202

3. Dr. Ir. Erptanu Azizul H., M.T. (Penguji I)

NIDN. 0705056501

4. Ilham Palava, S.T., M.Tr.T. (Penguji II)

NIDN. 0717018801

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Khusnul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jeri Afandi Tulak
Tempat / Tgl Lahir : Kotabaru / 22 Juli 2001
NIM : 202010130311011
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul "**KONTROL PENGGUNAAN BATERAI DAN SUPERKAPASITOR**" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, 18 Juli 2025

Yang Membuat Pernyataan



Jeri Afandi Tulak

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Machmud Effendy, S.T., M.Eng.

NIDN. 0715067402


Khusnul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rafi Wijdan

Tempat / Tgl Lahir : Surabaya / 07 Februari 2002

NIM : 202010130311081

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul "KONTROL PENGGUNAAN BATERAI DAN SUPERKAPASITOR" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, 18 Juli 2025

Yang Membuat Pernyataan



Rafi Wijdan

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dr. Machmud Effendy, S.T., M.Eng.

NIDN. 0715067402

Dosen Pembimbing II

Khusnul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lauhul Elvino Raesya
Tempat / Tgl Lahir : Takengon / 18 Oktober 2002
NIM : 202010130311066
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul "KONTROL PENGGUNAAN BATERAI DAN SUPERKAPASITOR" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Malang, 18 Juli 2025

Yang Membuat Pernyataan



Lauhul Elvino Raesya

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dr. Maehmud Effendy, S.T., M.Eng.

NIDN. 0715067402

Dosen Pembimbing II

Khusnul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0723108202

ABSTRAK

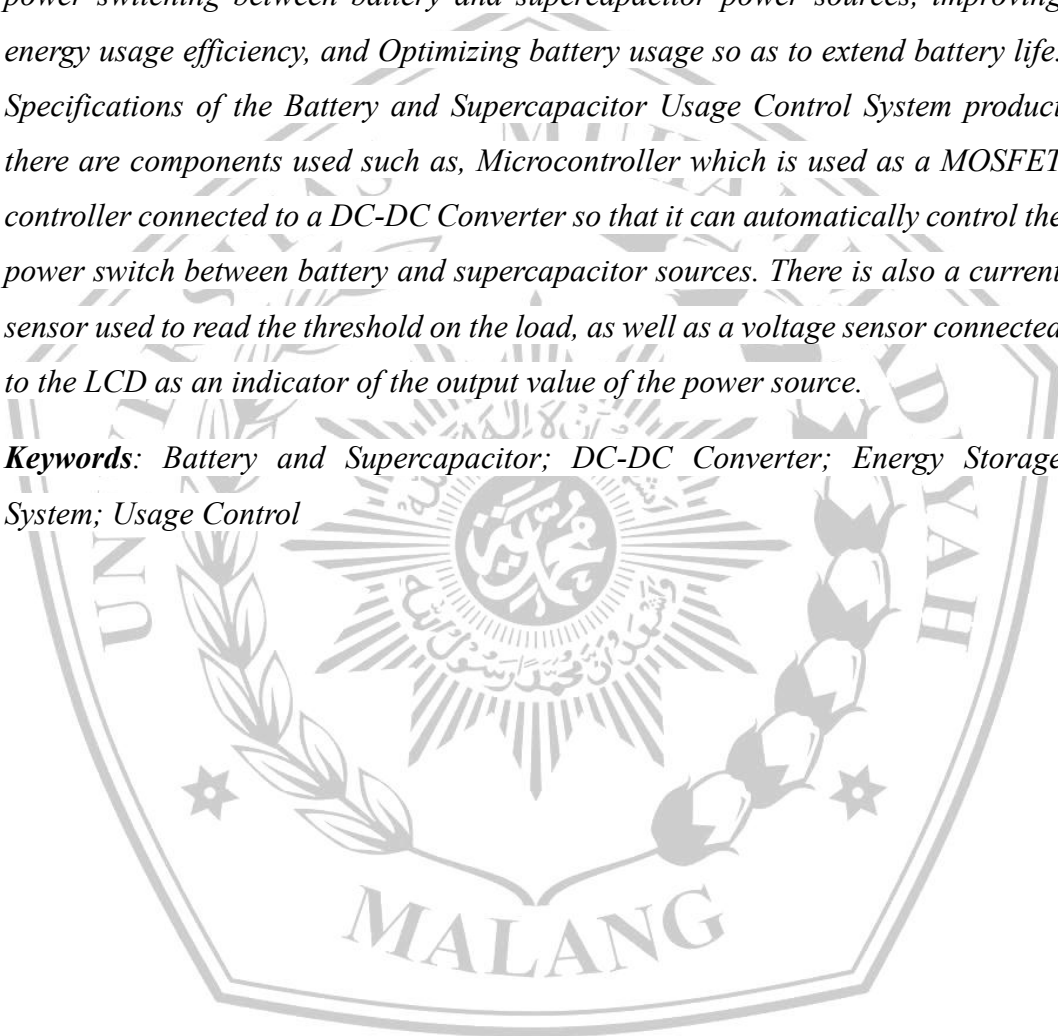
Sistem Kontrol Penggunaan Baterai dan Superkapasitor merujuk pada pengembangan sistem kontrol yang optimal untuk penggunaan energi baterai dan superkapasitor dalam aplikasi yang memerlukan penyimpanan energi portabel, seperti perangkat elektronik bergerak, kendaraan listrik, dan sistem penyimpanan energi berbasis baterai. Fungsi dari Kontrol Penggunaan Baterai dan Superkapasitor yaitu Memungkinkan kontrol otomatis peralihan daya antara sumber listrik baterai dan superkapasitor, Meningkatkan efisiensi penggunaan energi, dan Mengoptimalkan penggunaan baterai sehingga dapat memperpanjang usia pakai baterai. Spesifikasi dari produk Sistem Kontrol Penggunaan Baterai dan Superkapasitor terdapat komponen yang digunakan seperti, Mikrokontroler yang digunakan sebagai pengendali MOSFET yang terhubung dengan DC-DC Converter sehingga dapat kontrol otomatis peralihan daya antara sumber baterai dan superkapasitor. Adapun juga sensor arus yang digunakan untuk membaca threshold pada beban, serta sensor tegangan yang terhubung dengan LCD sebagai indikator nilai keluaran dari sumber listrik.

Kata Kunci: Baterai dan Superkapasitor; DC-DC Converter; Penyimpanan Energi; Sistem Kontrol

ABSTRACT

Battery and Supercapacitor Usage Control System refers to the development of an optimal control system for battery and supercapacitor energy usage in applications that require portable energy storage, such as mobile electronic devices, electric vehicles, and battery-based energy storage systems. The functions of Battery and Supercapacitor Usage Control are Enabling automatic control of power switching between battery and supercapacitor power sources, improving energy usage efficiency, and Optimizing battery usage so as to extend battery life. Specifications of the Battery and Supercapacitor Usage Control System product there are components used such as, Microcontroller which is used as a MOSFET controller connected to a DC-DC Converter so that it can automatically control the power switch between battery and supercapacitor sources. There is also a current sensor used to read the threshold on the load, as well as a voltage sensor connected to the LCD as an indicator of the output value of the power source.

Keywords: *Battery and Supercapacitor; DC-DC Converter; Energy Storage System; Usage Control*



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan hidayah-NYA sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat serta salam tak lupa penulis panjatkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita menuju jalan kebaikan. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi S1 Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang. Tugas akhir yang disusun oleh penulis berjudul **“KONTROL PENGGUNAAN BATERAI DAN SUPERKAPASITOR”**. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kedepan.

Malang, 18 Juli 2025

Penulis



DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
CATATAN SEJARAH PERBAIKAN DOKUMEN	xv
BAB I	1
LATAR BELAKANG PROYEK	1
1.1 Pengantar	1
1.1.2 Ringkasan Isi Dokumen	1
1.1.3 Tujuan Penulisan dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen.....	1
1.1.4 Daftar Singkatan.....	2
1.2 Development Project Proposal	2
1.2.1 Need, Objective, and Product.....	2
1.2.2 Product Characteristics.....	3
1.3 Business Analysis	4
1.4 Product Development Planning.....	5
1.4.1 Development Effort.....	5
1.5 Cost Estimate.....	8
1.6 Daftar <i>Deliverables</i> , Spesifikasi, dan Jadwalnya	9
1.7 Cluster Plan	10
1.8 Conclusion.....	10
BAB II	11
SPESIFIKASI	11
2.1 Spesifikasi	11
2.1.1 Definisi, Fungsi dan Spesifikasi.....	11

2.2	Desain.....	13
2.2.1	Spesifikasi Fungsi dan Performansi.....	13
2.2.2	Spesifikasi Fisik dan Lingkungan.....	15
2.3	Verifikasi.....	16
2.4	Biaya dan Jadwal.....	17
BAB III.....		19
PERANCANGAN PROTOTYPE.....		19
3.1	Perancangan Sistem.....	19
3.1.1	Penjabaran Level Sistem.....	19
3.1.2	Sistem Level 0.....	19
3.1.3	Sistem Level 1.....	20
3.2.	Pendahuluan Metode.....	21
3.3.	Desain Sistem.....	21
3.4.	Desain Hardware.....	23
3.4.1	Superkapasitor.....	23
3.4.2	Baterai.....	24
3.4.3	Buck Converter.....	25
3.4.4	Mikrokontroler Arduino UNO.....	26
3.4.5	Sensor ACS712.....	26
3.4.6	LCD.....	28
3.4.7	MOSFET IRLZ44N.....	29
3.5.	DESAIN SOFTWARE.....	30
BAB IV.....		32
IMPLEMENTASI.....		32
4.1	Implementasi.....	32
4.1.1	Uji Sistem.....	33
BAB V.....		36
PENGUJIAN.....		36
5.1	Pengujian Subsistem Perangkat Keras.....	36
5.1.1	Lingkup Pengujian.....	36
5.1.2	Konfigurasi Pengujian.....	37
5.1.3	Syarat Pengujian.....	38

5.1.4	Prosedur Pengujian	38
5.1.5	Hasil Pengujian	39
5.2	Pengujian Kontrol.....	40
5.2.1	Lingkup Pengujian	40
5.2.2	Konfigurasi Pengujian.....	41
5.2.3	Syarat Pengujian.....	41
5.2.4	Prosedur Pengujian	41
5.2.5	Hasil Pengujian	42
5.3	Pengujian Sistem Terintegrasi	42
5.3.1	Lingkup Pengujian	42
5.3.2	Konfigurasi Pengujian.....	43
5.3.3	Syarat Pengujian.....	43
5.3.4	Prosedur pengujian.....	44
5.3.5	Hasil Pengujian	44
5.4	Kesimpulan.....	44
5.5	Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....		46
LAMPIRAN.....		47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Blok Kontrol Penggunaan Baterai dan Superkapasitor.....	13
Gambar 3.1 DFD Level 0.....	19
Gambar 3.2 DFD Konverter Baterai Level 1	20
Gambar 3.3 DFD Konverter Superkapasitor Level 1.....	20
Gambar 3.4 Desain Sistem Secara Keseluruhan	22
Gambar 3.5 Superkapasitor.....	23
Gambar 3.6 Baterai Lithium Polymer.....	24
Gambar 3.7 Modul Buck Converter.....	25
Gambar 3.8 Mikrokontroller Arduino UNO	26
Gambar 3.9 Modul Sensor ACS712.....	26
Gambar 3.10 LCD.....	28
Gambar 3.11 MOSFET IRLZ44N.....	29
Gambar 3.12 Software Proteus	30
Gambar 3.13 Tampilan Simulasi Sistem Pada Proteus	30
Gambar 3.14 Tampilan Arduino IDE	31
Gambar 4.1 Hardware Sistem Kontrol Penggunaan Baterai dan Superkapasitor.	33
Gambar 5.1 Tegangan Baterai.....	39
Gambar 5.2 Tegangan Superkapasitor	39
Gambar 5.3 Arus Sistem Baterai dan Superkapasitor	40
Gambar 5.4 Hasil Pengujian Arduino IDE.....	42
Gambar 5.5 Gambar Hasil Pengujian Proteus	42
Gambar 5.6 Hasil Pengujian LCD	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Daftar Singkatan.....	2
Tabel 1.2 Cost Estimate dan Pengeluaran	8
Tabel 1.3 <i>Deliverable</i> , Spesifikasi, dan Jadwal Proyek Penelitian	9
Tabel 2.1 Rencana Pengeluaran Pembuatan Kontrol Penggunaan Baterai dan Superkapasitor.....	17
Tabel 2.2 Rencana Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir Semester Ganjil.....	18
Tabel 2.3 Rencana Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir Semester Genap	18
Tabel 3.1 Spesifikasi Superkapasitor	23
Tabel 3.2 Spesifikasi Baterai Lithium Polymer	24
Tabel 3.3 Spesifikasi Modul Buck Converter	25
Tabel 3.4 Spesifikasi Arduino UNO.....	26
Tabel 3.5 Spesifikasi Sensor ACS712.....	27
Tabel 3.6 Spesifikasi LCD	28
Tabel 3.7 Spesifikasi MOSFET IRLZ44N.....	29
Tabel 4.1 Hardware dan Software Sistem.....	32
Tabel 5.1 Lingkup Pengujian Keluaran dari Superkapasitor	36
Tabel 5.2 Lingkup Pengujian Baterai.....	36
Tabel 5.3 Lingkup Pengujian Buck Converter.....	37
Tabel 5.4 Lingkup Pengujian MOSFET IRLZ44N.....	37
Tabel 5.5 Konfigurasi Pengujian Superkapasitor.....	37
Tabel 5.6 Konfigurasi Pengujian Baterai	37
Tabel 5.7 Konfigurasi Pengujian Buck Converter	38
Tabel 5.8 Konfigurasi Pengujian MOSFET IRLZ44N	38
Tabel 5.9 Lingkup Pengujian Software Arduino IDE	40
Tabel 5.10 Lingkup Pengujian Software Proteus.....	40
Tabel 5.11 Konfigurasi Pengujian Arduino IDE	41
Tabel 5.12 Konfigurasi Pengujian Proteus.....	41
Tabel 5.13 Lingkup Pengujian LCD	43
Tabel 5.14 Konfigurasi Pengujian LCD.....	43

CATATAN SEJARAH PERBAIKAN DOKUMEN

Versi	Tanggal	Oleh	Perbaikan
1	30 Oktober 2024	Dr. Machmud Effendy, S.T., M.Eng.	Perlu dilakukan pembahasan karakteristik baterai dan superkapasitor yang lebih terperinci
2	16 November 2024	Dr. Machmud Effendy, S.T., M.Eng.	Revisi pada bagian flowchart serta pada bagian tabel estimasi biaya pengembangan
3	18 Januari 2025	Khusnul Hidayat, S.T., M.T.	Memperbaiki diagram DFD serta Diagram Blok Sistem.
4	20 Februari 2025	Khusnul Hidayat, S.T., M.T.	Revisi pada beberapa komponen yang diperlukan pada rangkaian dan penambahan simulasi sistem dengan Proteus.
5	25 Juni 2025	Dosen Penguji	Grafik hasil simulasi rangkaian menggunakan MATLAB

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Nasution, "Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpanan Energi Listrik Secara Spesifik," *Journal of Electrical Technology (JET)*, vol. 6, no. 1, pp. 35-40, 2021
- [2] M. -E. Choi, S. -W. Kim and S. -W. Seo, "Energy Management Optimization in a Battery/Supercapacitor Hybrid Energy Storage System," in *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 3, no. 1, pp. 463-472, March 2012
- [3] J. Jumiyatun, M. Ashari, S. Soedibyo, and H. Suryoatmojo, "Optimal Supercapacitor Size to Enhance Battery Life Under Large Intermittent Load Variations," *International Journal on Engineering Applications (IREA)*, vol. 12, no. 5, pp. 347-356, Sep. 2024
- [4] M. Mutmainnah, S. Buwarda, and L. Lutfi, "Development of a closed-loop controller for an Arduino-based DC chopper using Proteus and labview," *Jurnal Teknologi Elekterika*, vol. 21, no. 1, pp. 24-27, May 2024
- [5] A. Khaligh and Z. Li, "Battery, Ultracapacitor, Fuel Cell, and Hybrid Energy Storage Systems for Electric, Hybrid Electric, Fuel Cell, and Plug-In Hybrid Electric Vehicles: State of the Art," in *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 59, no. 6, pp. 2806-2814, July 2010
- [6] N. K. Medora and A. Kusko, "Battery management for hybrid electric vehicles using supercapacitors as a supplementary energy storage system," *Intelec 2012*, Scottsdale, AZ, USA, 2012, pp. 1-8



FORMULIR HASIL CEK PLAGIASI

Nama : Rafi Wjdan.....
 NIM : 2020.10130311081.....
 Judul Skripsi : Kontrol Penggunaan Baterai dan Supercapacitor.....

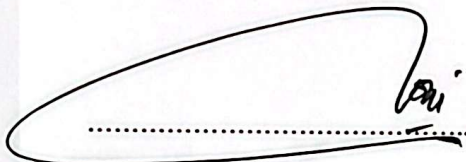
Hasil Cek Plagiarisme menggunakan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	0 %
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	9 %
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	2 %
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	8 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	3 %
6.	Publikasi Skripsi	20 %	4 %

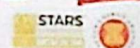
Mengetahui

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,




Ver.151224



Kampus I
 Jl. Bandung 1 Malang Jawa Timur
 P +62 341 551 253 (Hunting)
 F +62 341 460 435

Kampus II
 Jl. Bendungan Sutarni No 188 Malang Jawa Timur
 P +62 341 551 140 (Hunting)
 F +62 341 582 060

Kampus III
 Jl. Raya Tlogomas No 248 Malang Jawa Timur
 P +62 341 464 318 (Hunting)
 F +62 341 460 435
 E: webmaster@umm.ac.id