

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN-CEPAT BATERAI
LiFePO₄ MENGGUNAKAN MCP4725 BERBASIS ARDUINO
PADA SISTEM PENGISIAN KENDARAAN LISTRIK**



CINDY NOVITA TRILIA

1513620078

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

HALAMAN JUDUL
RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN-CEPAT BATERAI
LiFePO₄ MENGGUNAKAN MCP4725 BERBASIS ARDUINO
PADA SISTEM PENGISIAN KENDARAAN LISTRIK



CINDY NOVITA TRILIA
1513620078

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Rancang Bangun Sistem Pengisian-Cepat Baterai LiFePO4
Menggunakan MCP4725 Berbasis Arduino Pada Sistem
Pengisian Kendaraan Listrik
Penyusun : Cindy Novita Trilia
NIM : 1513620078
Tanggal Ujian : 14 Juli 2025

Disetujui Oleh:

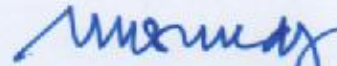
Pembimbing 1



Rafiuddin Syam, S.T, M.Eng, Ph.D

NIP. 197203301995121001

Pembimbing 2



Dr. Wisnu Djatmiko, M.P

NIP. 196702141992031001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji



Dr. Baso Maruddani, M.T

NIP.198305022008011006

Sekretaris

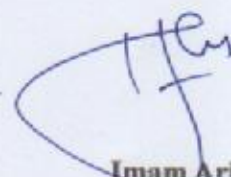


Radimas Putra Muhammad

Davi Labib, S.T., M.T

NIP. 199407102025061003

Dosen Ahli



Imam Arif

Rahardjo, S.Pd., M.T

NIP.198204232023211012

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika



Dr. Baso Maruddani, M.T

NIP.198305022008011006

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 28 Juli 2025

Yang membuat Pernyataan



Cindy Novita Trilia

No. Reg. 1513620078



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Cindy Novita Trilia
NIM : 1513620078
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Prodi Pendidikan Teknik Elektronika
Alamat email : cindy.dantjie@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (... ..)

yang berjudul :

Rancang Bangun Sistem Pengisian-Cepat Baterai LiFePO4 Menggunakan MCP4725 Berbasis Arduino Pada
Sistem Pengisian Kendaraan Listrik

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 29 Juli 2025
Penulis

Cindy Novita Trilia

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan berkat-Nya, penulisan skripsi dengan judul Rancang Bangun Sistem Pengisian-Cepat Baterai LiFePO₄ Menggunakan MCP4725 Berbasis Arduino Pada Sistem Pengisian Kendaraan Listrik dapat selesai dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada program studi S1 Pendidikan Teknik Elektronika.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Dengan hormat, ucapan terima kasih dihaturkan kepada:

1. Dr. Baso Maruddani, M.T selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika.
2. Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing serta memberikan arahan dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Wisnu Djatmiko, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dengan memberi arahan dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberi dukungan dan doa
5. Semua pihak yang tidak dapat dituliskan satu persatu, namun telah banyak membantu dan berkontribusi dalam proses penyusunan skripsi ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan dari Tuhan Yang Maha Esa. Peneliti menyadari bahwa skripsi yang telah disusun ini masih jauh dari kata sempurna. Namun, peneliti berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan digunakan sebagaimana mestinya dan dapat timbalik balik.

Jakarta, 28 Juli 2025

Peneliti,



Cindy Novita Trilia

RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN-CEPAT BATERAI LiFePO₄ MENGUNAKAN MCP4725 BERBASIS ARDUINO PADA SISTEM PENGISIAN KENDARAAN LISTRIK

CINDY NOVITA TRILIA

Dosen Pembimbing: Rafiuddin Syam, S.T, M.Eng, Ph.D dan Dr. Wisnu Djatmiko, M.T

ABSTRAK

Dengan meningkatnya upaya pemerintah dalam mendorong penggunaan kendaraan listrik, pengembangan sistem pengisian daya yang cepat dan adaptif menjadi kebutuhan utama. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk merancang sistem pengisian-cepat baterai LiFePO₄ menggunakan MCP4725 berbasis Arduino sebagai kontrol digital. Penelitian dilakukan dengan pendekatan riset dan pengembangan dengan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Sistem pengisian-cepat baterai LiFePO₄ dirancang menggunakan komponen utama DC-DC converter SZBK07 yang dikendalikan menggunakan MCP4725 dan Arduino Uno sebagai pengendali utama. Sistem pengisian-cepat yang berhasil dikembangkan, diuji pada baterai LiFePO₄ 12V 6Ah dengan tegangan awal 12V ($\pm 20\%$) dan diisi dayanya hingga tegangan penuh mencapai 14.4V (100%). Hasil pengujian sistem pengisian-cepat menunjukkan bahwa sistem berhasil melakukan transisi otomatis dari mode-pengisian CC hingga ke mode-pengisian CV. Hal tersebut berdampak pada durasi pengisian yang dibutuhkan baterai dalam mengisi dari kapasitas 20% hingga 100%. Dalam hasil pengujian menunjukkan bahwa pengisian dengan menggunakan mode-pengisian CV saja membutuhkan durasi selama 9 jam 33 menit. Kemudian sistem pengisian-cepat yang berhasil dikembangkan diterapkan dengan pengujian menggunakan mode CC-CV dengan laju pengisian 0.5C menunjukkan durasi pengisian membutuhkan waktu selama 2 jam 1 menit atau mengalami percepatan sebesar 78.8% lebih cepat. Sedangkan dengan laju-pengisian 1C membutuhkan waktu selama 1 jam 7 menit atau setara dengan 88.2% dibandingkan dengan mode-CV saja.

Kata Kunci: Arduino, Baterai LiFePo₄, CC-CV, Digital-Analog Converter (DAC), Fast Charging, Kontrol Digital, MCP4725

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A FAST-CHARGING FOR LiFePO₄ BATTERY USING MCP4725 BASED ON ARDUINO FOR ELECTRIC VEHICLE CHARGING SYSTEM

CINDY NOVITA TRILIA

Supervisor: Rafiuddin Syam, S.T, M.Eng, Ph.D dan Dr. Wisnu Djatmiko, M.T

ABSTRACT

With the government's increasing efforts to promote the use of electric vehicles, the development of fast and adaptive charging systems has become a primary need. This research aims to design a fast-charging system for LiFePO₄ batteries using the MCP4725 digital-to-analog converter controlled by an Arduino. The research was conducted using a research and development approach with the ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). The fast-charging system for LiFePO₄ batteries was designed using the SZBK07 DC-DC converter as the main component, which is controlled by the MCP4725 and an Arduino Uno as the main controller. The developed fast-charging system was tested on a 12V 6Ah LiFePO₄ battery with an initial voltage of 12V ($\pm 20\%$) and charged until it reached its full voltage of 14.4V (100%). The test results showed that the system successfully performed an automatic transition from Constant Current (CC) charging mode to Constant Voltage (CV) charging mode. This significantly affected the charging duration required to charge the battery from 20% to 100% capacity. The test results indicated that using the CV-only charging mode required a total duration of 9 hours and 33 minutes. Meanwhile, the fast-charging system developed using the CC-CV charging mode with a 0.5C charge rate reduced the charging time to 2 hours and 1 minute, which is 78.8% faster. Furthermore, with a 1C charge rate, the charging time was reduced to just 1 hour and 7 minutes, or 88.2% faster compared to the CV-only charging mode.

Keywords: Arduino, CC-CV, Digital Analog Converter (DAC), Fast Charging, LiFePO₄ Battery, MCP4725

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Perumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Konsep Pengembangan Produk.....	7
2.2 Konsep Produk yang dikembangkan	8
2.3 Kerangka Teoritik	9
2.3.1 Baterai <i>Lithium Ferro Phosphate</i>	9
2.3.1.1 Laju C (<i>C-Rate</i>).....	10
2.3.2 Arduino Uno R3.....	10
2.3.3 Sensor ACS712ELCTR-30A	12
2.3.4 Modul ADC ADS1115	13
2.3.5 Sensor Suhu MLX90614	14
2.3.6 Modul I2C LCD 20x4.....	15
2.3.7 Modul MCP4725	15

2.3.8 Modul Step-Down DC-to-DC Converter SZBK07	16
2.3.9 Teknik Pengisian Baterai	16
2.3.10 Sistem Kontrol PID.....	17
2.3.11 Kesalahan Pengukuran (<i>error</i>)	17
2.4 Rancangan Produk.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2 Metode Pengembangan Produk.....	21
3.2.1 Tujuan Pengembangan.....	21
3.2.2 Metode Pengembangan.....	21
3.2.3 Sasaran Produk	21
3.2.4 Instrumen	22
3.3 Prosedur Pengembangan	22
3.3.1 Tahap Penelitian dan Pengumpulan Informasi	22
3.3.2 Tahap Perencanaan.....	22
3.3.3 Tahap Desain Produk	24
3.3.3.1 Tahap Analisis	24
3.3.3.2 Tahap Desain	25
3.3.3.3 Tahap Develop.....	26
3.3.3.4 Tahap Implementasi	26
3.3.3.5 Tahap Evaluasi	26
3.4 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data.....	26
3.4.1 Kalibrasi Sensor.....	26
3.4.1.1 Kalibrasi Sensor ADS1115.....	27
3.4.1.2 Kalibrasi Sensor ACS712.....	27
3.4.1.3 Kalibrasi Sensor MLX90614	27
3.4.2 Pengujian Perangkat Sub-sistem.....	28
3.4.2.1 Pengujian Modul MCP4725.....	28
3.4.2.2 Pengujian Tegangan Step-Down DC-to-DC Converter	28
3.4.2.3 Pengujian Modul I2C LCD 20x4	28
3.4.3 Pengujian Sistem Pengisian Cepat Baterai Kendaraan Listrik	28
3.5 Teknik Analisa Data.....	29

BAB IV PEMBAHASAN.....	30
4.1 Hasil Pengembangan Produk Sistem Pengisian Cepat Baterai	30
4.1.1 Tahap Analisis	30
4.1.2 Tahap Desain.....	30
4.1.3 Tahap Develop	31
4.1.4 Tahap Implementasi	33
4.1.4.1 Kalibrasi Sensor ADS1115.....	33
4.1.4.2 Kalibrasi Sensor ACS712ELCTR-30A.....	39
4.1.4.3 Kalibrasi Sensor MLX90614	40
4.1.4.4 Pengujian Modul MCP4725.....	41
4.1.4.5 Pengujian Tegangan Step-Down DC-to-DC Converter	42
4.1.4.6 Pengujian Modul I2C LCD 20x4	44
4.1.5 Tahap Evaluasi	44
4.2 Pembahasan	48
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	51
4.3 Kesimpulan.....	51
4.4 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	56
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	142

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Waktu yang Dibutuhkan Pada Berbagai Nilai C-Rate	10
2.2	Pengalamatan Modul ADC ADS1115	13
2.3	Karakteristik Respon Transien Kontrol PID	17
3.1	Karakteristik Sistem Sistem Pengisian-Cepat Baterai LiFePO4	25
3.2	Pengujian Kalibrasi Sensor ADS1115	27
3.3	Pengujian Kalibrasi Sensor ACS712	27
3.4	Pengujian Kalibrasi Sensor MLX90614	27
3.5	Pengujian Modul MCP4725	28
3.6	Pengujian Tegangan Step-Down DC-to-DC Converter	28
3.7	Pengujian Penampil Karakter LCD dengan I2C	28
3.8	Pengujian Sistem Pengisian-Cepat Baterai LiFePO4	30
4.1	Spesifikasi Sistem-Pengisian yang dikembangkan	33
4.2	Hasil Pengujian Pembacaan Tegangan ADS1115 Channel A1	36
4.3	Hasil Pengujian Pembacaan Tegangan ADS1115 Channel A2	39
4.4	Hasil Kalibrasi ADS1115 Channel A2	39
4.5	Hasil Pembacaan Arus ACS712	40
4.6	Hasil Pembacaan Suhu MLX90614	41
4.7	Pengujian Modul I2C LCD 20x4	44
4.8	Komparasi Durasi Pengisian Setiap Pengujian Sistem Pengisian	50

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
1.1	Presentase Pertimbangan Masyarakat dalam Kendaraan Listrik	2
2.1	Pinout Arduino Uno R3	11
2.2	Tampilan Arduino IDE	12
2.3	Cara Menghubungkan Modul ACS712 dengan Arduino	13
2.4	Cara Menyambungkan Modul ADS1115 dengan Arduino	14
2.5	Cara Menyambungkan MLX90614 dengan Arduino	14
2.6	Cara Menyambungkan LCD I2C 20x4 dengan Arduino	15
2.7	Cara Menyambungkan MCP4725 dengan Arduino	16
2.8	Diagram Blok Sistem Pengisian-Cepat Baterai LiFePO4	18
2.9	Flowchart Sistem Kerja Alat	19
3.1	Tahapan Pengembangan sistem pengisian-cepat baterai LiFePo4	24
3.2	Skematik Rangkaian	25
3.3	Desain Maket Alat 3D	26
4.1	Hasil Desain Layout PCB Integrasi Tampak Atas	30
4.2	Hasil Desain Layout PCB Integrasi Tampak Bawah	31
4.3	Bentuk Fisik PCB Sebelum di-Assembly	31
4.4	Bentuk Fisik PCB yang Telah di-Assembly	32
4.5	Bentuk Fisik Sistem Pengisian yang berhasil dikembangkan	32
4.6	Produk Final Sistem Pengisian-Cepat Baterai LiFePO4	37
4.7	Hasil Pengujian MCP4725	42
4.8	Grafik Tegangan Keluaran Step-Down Secara Manual	42
4.9	Grafik Perbandingan Tegangan Output Buck Menggunakan MCP4725	43
4.10	Uji Coba Sistem Pengisian Baterai Lithium	44
4.11	Grafik Data Tegangan Baterai dengan Tegangan dan Arus Pengisian Menggunakan Mode-Pengisian CV	45

4.12	Grafik Tegangan-Baterai dengan Tegangan-Pengisian dan Arus-Pengisian 0.5C	46
4.13	Grafik Tegangan-Baterai dengan Tegangan-Pengisian dan Arus-Pengisian 1C	47



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
1	Kode Program Pembacaan Arus menggunakan ACS712	58
2	Kode Program Pembacaan Tegangan menggunakan ADS1115	59
3	Kode Program Pembacaan Suhu Menggunakan MLX90614	60
4	Kode Program Penampilan Karakter Pada LCD 20x4	61
5	Kode Program Menghasilkan Tegangan DC Menggunakan MCP4725	62
6	Kode Program Sistem Pengisian	63
7	Data Tabel Pengujian MCP4725	78
8	Data Hasil Pengujian Tegangan Keluaran Step-Down Secara Manual	90
9	Hasil Pengujian Tegangan Keluaran Step-Down Secara Digital	101
10	Data Pengujian Sistem Pengisian Baterai Mode CV	123
11	Data Pengujian Sistem Pengisian Baterai Mode CC-CV 0.5C	137
12	Data Pengujian Sistem Pengisian Baterai Mode CC-CV 1C	140
13	Dokumentasi	142