

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL PID UNTUK
PENGISIAN BATERAI *LITHIUM-ION* 18650 PADA *SOLAR
CHARGE CONTROLLER***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



ESA KINGKIN ROHITA
24520784

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Esa Kingkin Rohita
NIM : 24520784
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Kontrol PID untuk Pengisian Baterai
Lithium-Ion 18650 pada Solar Charge Controller

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Ponorogo

Ponorogo, 11 Agustus 2026

Menyetujui,

Rizal Arifin, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D.


.....

Jawwad Sulthon Habiby, S.T., M.T


.....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



Edy Kurniawan, ST., MT
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi,


Didik Riyanto, S.T., M.Kom.
NIK. 19801125 201309 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Esa Kingkin Rohita

NIM : 24520784

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul: “Perancangan Sistem Kontrol PID untuk Pengisian Baterai *Lithium-Ion* 18650 pada *Solar Charge Controller*” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang/ teliti di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar Pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiatisme, saya bersedia Ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya

Ponorogo, 11 Agustus 2026

Mahasiswa,



Esa Kingkin Rohita
NIM. 24520784

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Esa Kingkin Rohita
NIM : 24520784
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Kontrol PID untuk Pengisian Baterai
Lithium-Ion 18650 pada Solar Charge Controller

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan

Dosen penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 31 Juli 2026

Dosen Penguji

Rizal Arifin, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D.

Didik Riyanto, S.T., M.Kom.

Desriyanti, S.T., M.Kom.



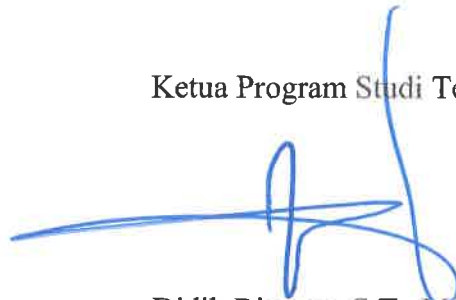
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



Eddy R. Haniawan, ST., MT
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik,



Didik Riyanto, S.T., M.Kom.
NIK. 19801125 201309 13

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Esa Kingin Rohita

NIM : 24520784

Judul Skripsi : Implementasi Kontrol PID untuk Optimasi Pengisian Baterai Lithium-Ion 18650 pada Solar Charge Controller

Dosen Pembimbing Utama : Rizal Arifin, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	17/4/2025	Judul Proposal	Revisi judul proposal.	
2	19/4/2025	Judul Proposal	Finalisasi dan Ace judul penelitian.	
3	23/12/2025	Bab 1 dan 2	Perbaiki bab 1 dan penulisan referensi	
4	24/12/2025	Bab 1 dan 2	Penulisan referensi sudah diperbaiki sesuai panduan - lanjut bab 3.	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	8/1/2026	Bob 3	Perbaikan diagram alir penelitian.	<u>Pil</u>
6	12/1/2026	Bob 3	Penambahan wiring diagram.	<u>Pil</u>
7	15/1/2026	Bob 4	Penambahan jadwal penelitian.	<u>Pil</u>
8	19/1/2026	Bob 1-4	Acc sempurna.	<u>Pil</u>
9	8/5/2026	Bab IV	Perhitungan error pengujian.	<u>Pil</u>
10	2/7/2026	Bab IV.	Penyatuan gambar menjadi a, b, c, d.	<u>Pil</u>

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	23/26/7	Bab 9.	- Penambahan grafik. - Kesimpulan sesuai tupisan.	<u>Pd</u>
12	27/7/2026.	Bab 1-5	Acc sidang Skripsi	<u>Pd</u>
13				
14				
15				
16				

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

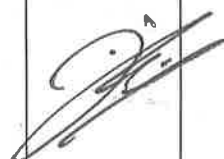
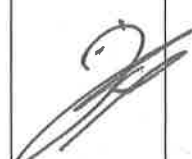
Nama : Esa Fingkin Pohita

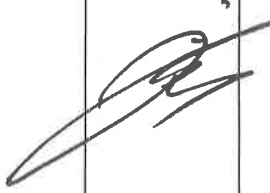
NIM : 24520784

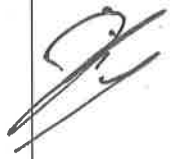
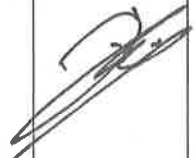
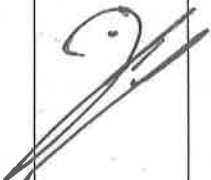
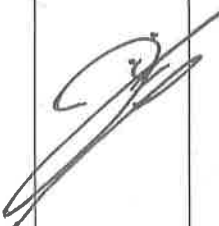
Judul Skripsi : Implementasi Kontrol PID untuk Optimasi Pengisian Baterai Lithium-Ion 18650 pada Solar Charge Controller.

Dosen Pembimbing Pendamping : Jawwad Sulthan Habiby, S.T., M.T.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	17/11 2025	Judul	Revisi Judul Proposal	
2	19/11 2025	Bab awal	Finalisasi & Acc judul	
3	01/12 2025	Bab 1	Perbaikan rumusan masalah Tujuan Penelitian & Kelemahan	
4	23/12 2025	Bab 1, 2, 3	- kutipan bab 2 - Flow chart - Diagram block - wiring diagram	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	24/12/25	Bab 2 & 3	- Kutipan - Diagram blok - Flowchart - wiring	
6	8/01/2026	Bab 3	- Perbaiki Analisa & Pengujian - Perbaiki wiring diagram	
7	18/01/2026	Bab 3	- wiring	
8	4/02/2026	Bab 1 - 4	- Cek Plagiasi - ACC Proposal	
9	8/05/2026	Bab 4	- Perbaiki perancangan - Perbaiki data pengujian	
10	12/05/2026	Bab 4	- Perbaiki data setisih error pengujian	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	13/05/2026	Bab 4	- Metode PID - Logika CC-CV	
12	25/06/2026	Bab 4	Perbaiki tabel pengujian dan pengelasan	
13	2/07/2026	Bab 4	Perbaiki pengujian dan data pengujian	
14	6/07/2026	Bab 4 dan 5	- HKI - Kesimpulan dan saran - Perbaiki pengujian	
15	23/07/2026	Bab 5	- Perbaiki kesimpulan - Cek plagiarasi	
16	27/7 2026	Bab 1-5	Ace sedang skripsi	

PERANCANGAN SISTEM KONTROL PID UNTUK PENGISIAN BATERAI *LITHIUM-ION* 18650 PADA *SOLAR CHARGE CONTROLLER*

Esa Kingkin Rohita, Rizal Arifin, Jawwad Sulthon Habiby

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo
e-mail : kingkin.esa@gmail.com

ABSTRAK

Baterai *lithium-ion* 18650 memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan arus dan tegangan selama proses pengisian. Pengisian yang tidak terkendali dapat menyebabkan penurunan kapasitas, pemendekan umur pakai, dan potensi kerusakan permanen pada baterai. Perancangan ini membahas pengembangan dan pengujian *Solar Charge Controller* (SCC) menggunakan kontrol PID untuk pengisian baterai *lithium-ion* 18650 dengan metode *Constant Current–Constant Voltage* (CC–CV). Sistem dirancang menggunakan rangkaian *buck converter*, Arduino Nano sebagai pengendali, sensor INA3221 untuk pemantauan tegangan dan arus, sinyal PWM untuk pengaturan daya keluaran, serta LCD 20×4 sebagai media pemantauan. Pada mode CC, parameter kontrol PID yang digunakan adalah $K_p = 0,8$, $K_i = 10$, dan $K_d = 0$. Sementara itu, pada mode CV digunakan $K_p = 0,3$, $K_i = 1,5$, dan $K_d = 0$. Pengujian ini bertujuan untuk menilai stabilitas sistem saat intensitas cahaya pada panel berubah, melihat kemampuan sistem beralih dari mode arus konstan (CC) ke tegangan konstan (CV), dan menguji efektivitas proteksi terhadap tegangan berlebih. Hasil yang didapatkan, tegangan baterai tetap stabil di kisaran 4,14 sampai 4,18 V, hanya berbeda maksimal 0,06 V dari *setpoint* 4,20 V. Pada mode arus konstan (CC), arus pengisian tercatat antara 0,97 hingga 1,04 A, dan tegangan baterai naik secara bertahap. Penurunan intensitas cahaya menyebabkan penurunan arus pengisian karena daya yang tersedia dari panel surya berkurang. Sistem beralih ke mode tegangan konstan (CV) pada menit ke-270 ketika tegangan baterai mencapai 4,18 V. Setelah baterai mencapai kondisi penuh pada menit ke-285, nilai PWM diturunkan menjadi 0 sehingga proses pengisian berhenti.

Kata Kunci : Kontrol PID, *Solar Charge Controller*, Baterai *Lithium-ion* 18650, Metode CC-CV, Panel Surya

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadirat Allah SWT atas berkah, rahmat serta karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Skripsi yang berjudul “Perancangan Sistem Kontrol PID untuk Pengisian Baterai *Lithium-Ion* 18650 pada *Solar Charge Controller*”. Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh sebutan Sarjana.

Selama penyusunan Laporan Skripsi ini, penyusun mendapat banyak dukungan serta bantuan dari berbagai pihak, maka dari itu kami ucapkan banyak terima kasih kepada :

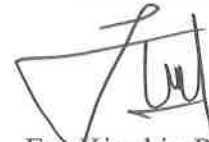
1. Bapak Dr. Rido Kurnianto, M.Ag. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo
2. Bapak Edy Kurniawan, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Bapak Didik Riyanto, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
4. Bapak Rizal Arifin, S.Si., M.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
5. Bapak Jawwad Sulthon Habiby, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
6. Bapak/ Ibu dosen Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro yang telah memberikan dukungan sehingga penyusunan Laporan Skripsi dapat terselesaikan.
8. Dan semua pihak yang telah membantu penyusunan Laporan Skripsi ini.

Penyusun menyadari masih terdapat kekurangan dan kesalahan dalam Laporan Skripsi ini, untuk itu penyusun sangat mengharap kritik dan saran yang sifatnya membangun sebagai acuan untuk penyempurnaan pada Laporan Skripsi ini.

Demikian Laporan Skripsi ini disusun dengan segala keterbatasan yang masih disempurnakan dengan perkembangan ilmu dan teknologi. Dan kami mohon maaf atas kekurangan dan keterbatasannya. Atas segala saran, kritik, dan masukan penyusun sampaikan terima kasih.

Ponorogo, 11 Agustus 2026

Mahasiswa



Esa Kingkin Rohita
NIM. 24520784

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah senantiasa penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas limpahan rahmat serta ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Penulis mempersembahkan Skripsi ini kepada :

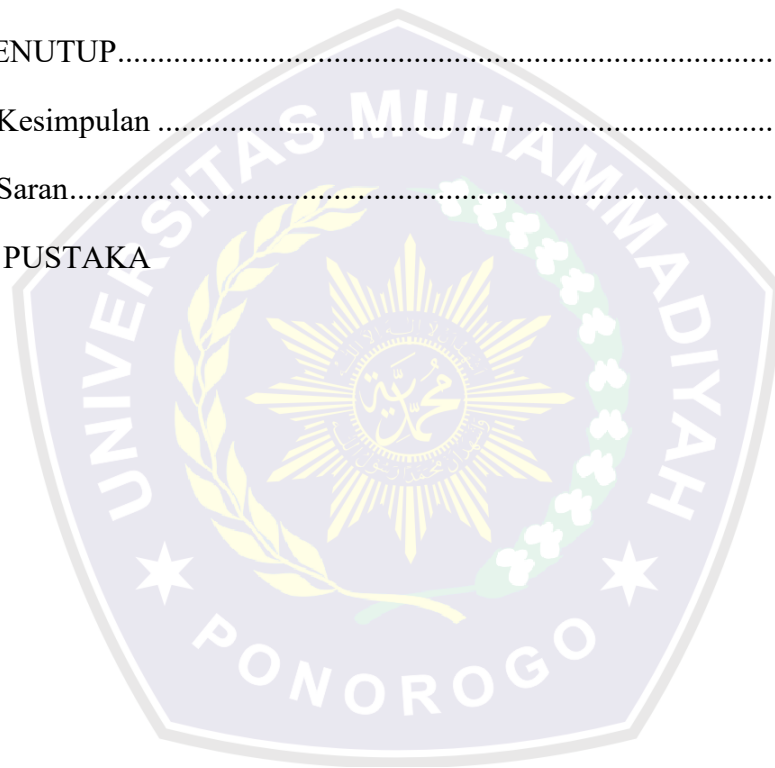
1. Orang tua yang selalu memberikan dukungan, doa dan semangat kepada penulis. Tawaku bahagia mereka dan tangisku derita mereka.
2. Adik saya yang senantiasa memberikan motivasi dan selalu mendoakan untuk kesuksesan saya.
3. Bapak dan Ibu dosen yang selama ini telah memberikan ilmu dan memberi bimbingan dalam mengerjakan Skripsi.
4. Teman-teman yang selalu menyemangati dan membantu ketika dalam kesulitan, teman ketika tertawa dan teman yang tidak pernah meninggalkan dalam masa sulit sekalipun. Semoga kita semua mampu mewujudkan semua mimpi dan dapat meraih kesuksesan yang telah kita cita-citakan.
5. Almamaterku Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	v
ABSTRAK.....	xi
KATA PENGANTAR	xii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Perancangan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Perancangan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Kontrol PID (<i>Proportional-Integral-Derivative</i>).....	5
2.3 <i>Solar Charge Controller</i> (SCC).....	7
2.4 Baterai <i>Lithium-Ion</i> 18650	8
2.5 Mikrokontroler (Arduino Nano)	9

2.6	Panel Surya	11
2.7	Sensor Tegangan dan Arus (INA3221).....	12
2.8	LCD (<i>LIQUID CRYSTAL DISPLAY</i>).....	13
BAB III METODE PERANCANGAN.....		15
3.1	Studi Literatur	15
3.2	Perencanaan dan Perancangan	16
3.2.1	Diagram Blok Sistem	16
3.2.2	<i>Wiring</i> Sistem.....	17
3.2.3	<i>Flowchart</i> Sistem	18
3.2.4	Desain Alat.....	20
3.3	Pengujian Sistem.....	23
3.3.1	Pengujian Kestabilan Pengisian terhadap Perubahan <i>Input</i>	23
3.3.2	Pengujian Pengisian Mode Arus Konstan (CC) ke Tegangan Konstan (CV)	24
3.3.3	Pengujian Keamanan Tegangan	25
3.4	Evaluasi dan Pembahasan	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Studi Literatur	26
4.2	Perencanaan dan Perancangan	27
4.2.1	Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	30
4.2.1.1	Rangkaian Daya <i>Solar Charge Controller</i> (SCC)	30
4.2.1.2	Sistem Kontrol dan Instrumentasi.....	32
4.2.1.3	Antarmuka Pengguna (<i>User Interface</i>)	33
4.2.2	Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	35
4.2.2.1	Logika Pengisian CC-CV.....	35

4.2.2.2	Algoritma Kontrol PID (<i>Proportional-Integral-Derivative</i>)	38
4.3	Pengujian Sistem.....	40
4.3.1	Pengujian Kestabilan Pengisian terhadap Perubahan <i>Input</i>	40
4.3.2	Pengujian Pengisian Mode Arus Konstan (CC) ke Tegangan Konstan (CV)	42
4.3.3	Pengujian Keamanan Tegangan.....	46
4.4	Evaluasi dan Pembahasan Hasil Pengujian.....	49
BAB V PENUTUP.....		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA		



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Desain Alat	22
Tabel 3.2 Pengujian Kestabilan Pengisian	23
Tabel 3.3 Pengujian Pengisian Mode CC ke CV	24
Tabel 3.4 Pengujian Keamanan Tegangan	25
Tabel 4.1 Pengujian Kestabilan Pengisian	40
Tabel 4.2 Pengujian Pengisian Mode CC ke CV	43
Tabel 4.3 Pengujian Keamanan Tegangan	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Blok Kontrol PID	6
Gambar 2.2 <i>Solar Charge Controller</i> (SSC) Tipe PWM.....	7
Gambar 2.3 Baterai <i>Lithium-Ion</i> 18650	9
Gambar 2.4 Papan Arduino Nano	10
Gambar 2.5 Panel Surya Fotovoltaik	11
Gambar 2.6 Modul Sensor INA3221	12
Gambar 2.7 Modul LCD Karakter 20x4	14
Gambar 3.1 Diagram Tahapan Perancangan.....	15
Gambar 3.2 Diagram Blok	16
Gambar 3.3 <i>Wiring</i> Sistem.....	17
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Sistem	19
Gambar 3.5 Desain Alat	21
Gambar 4.1 <i>Hardware</i> alat untuk pengisian baterai <i>lithium-ion</i> 18650.....	28
Gambar 4.2 Rangkaian Komponen SSC	30
Gambar 4.3 Rangkaian SCC	31
Gambar 4.4 Rangkaian Komponen Sistem Kontrol dan Instrumentasi	32
Gambar 4.5 Rangkaian Sistem Kontrol dan Instrumentasi	33
Gambar 4.6 Rangkaian Komponen Antarmuka	34
Gambar 4.7 Modul Antarmuka Pengguna (<i>User Interface</i>)	34
Gambar 4.8 Program Parameter Mode CC-CV	36
Gambar 4.9 Program Mode CC-CV	37
Gambar 4.10 Program Parameter Kontrol PID	38
Gambar 4.11 Program Algoritma Kontrol PID	39
Gambar 4.12 Pengujian Kondisi Panel Surya	41
Gambar 4.13 Pengisian Mode CC.....	44
Gambar 4.14 Pengisian Mode CV	45
Gambar 4.15 Grafik Pengujian Pengisian Mode CC ke CV	46
Gambar 4.16 Pengisian pada Tegangan 4,15 V	48
Gambar 4.17 Pengisian pada Tegangan Penuh	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Foto Alat

Lampiran 2 *Listing* Program

Lampiran 3 Surat Keterangan Cek Plagiasi

