



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**ANALISIS EFISIENSI PENGISIAN BATERAI PADA PLTS
OFF GRID DENGAN SISTEM SCC PWM DAN MPPT
MENGUNAKAN SIMULINK**

Dimas Wahyu Firmansyah
NIM 2112045

Dosen pembimbing
Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT.
Ir. Ni Putu Agustini, MT.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
2025



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**ANALISIS EFISIENSI PENGISIAN BATERAI PADA
PLTS OFF GRID DENGAN SISTEM SCC PWM DAN
MPPT MENGGUNAKAN SIMULINK**

Dimas Wahyu Firmansyah
NIM 2112059

Dosen pembimbing
Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT.
Ir. Ni Putu Agustini, MT.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
2025



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting). Fax: (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax: (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Dimas Wahyu Firmansyah
NIM : 2112059
Program Studi : Teknik Elektro S1
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : Semester Genap 2024/2025
Judul Skripsi : Analisis Efisiensi Pengisian Baterai Pada
PLTS Off Grid Dengan Sistem SCC PWM
Dan MPPT Menggunakan Simulink
Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata
Satu (S-1) pada:
Hari : Selasa
Tanggal : 5 Agustus 2025
Nilai : **75,50**

Majelis Penguji

Ketua

Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT.
NIP. Y. 1030400475

Anggota Penguji

Penguji I

Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 196105031992021001

Penguji II

Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
NIP. 198003012005011002

**ANALISIS EFISIENSI PENGISIAN BATERAI PADA PLTS
OFF GRID DENGAN SISTEM SCC PWM DAN MPPT
MENGUNAKAN SIMULINK**

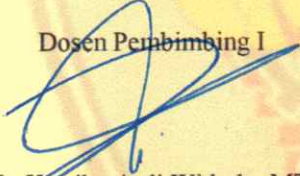
SKRIPSI

**Dimas Wahyu Firmansyah
2112059**

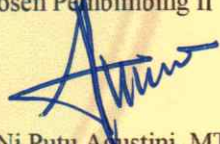
Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I


Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT
NIP. 1030400475

Dosen Pembimbing II


Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP. 1030100371

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Irmawati Suryani Faradisa, ST., MT.
NIP. P. 1030000365

MALANG
2025

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul " Analisis Efisiensi Pengisian Baterai Pada PLTS *Off Grid* Dengan Sistem SCC PWM Dan MPPT Menggunakan Simulink " sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan hormat dan rasa terima kasih yang tulus, penulis menyampaikan apresiasi kepada:

1. Bapak Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing penulis dengan penuh perhatian dan arahan yang berharga.
2. Ibu Ir. Ni Putu Agustini, MT. selaku pembimbing II yang telah memberikan masukan, saran, dan semangat yang sangat berarti bagi penulis.
3. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang yang telah memfasilitasi seluruh proses akademik penulis.
4. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
5. Ayah yang saya sayangi, Lambang, Ibu tercinta, Yulikha, yang selalu menjadi sumber inspirasi, motivasi, dan kekuatan dalam setiap langkah hidup saya. Terima kasih atas pengorbanan, bimbingan, serta kesabaran yang telah Bapak dan Ibu berikan selama ini.
6. Seluruh anggota asisten Laboratorium Energi Baru Terbarukan yang telah memberikan motivasi, semangat, dan dorongan untuk terus belajar dan berkembang.
7. Teman-teman Angkatan 21, yang telah menjadi rekan belajar, berdiskusi, serta berbagi pengalaman selama proses penelitian ini. Dukungan dan kebersamaan kalian sangat berarti bagi penulis.

Meskipun telah diupayakan semaksimal mungkin, penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna. Dengan demikian, segala saran dan kritik yang membangun akan senantiasa diterima dengan lapang dada untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga penelitian ini dapat memberikan sumbangsih positif bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta membawa manfaat bagi khalayak luas.

Malang,

2025

Penulis

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dimas Wahyu Firmansyah
NIM : 2112059
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1 / Energi Listrik
ID KTP / Paspor : 3507210209030003
Alamat : Perumahan Taman Permata Asri F13, RT 04/RW 05, Desa Sitirejo, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur
Judul Skripsi : Analisis Efisiensi Pengisian Baterai Pada PLTS Off Grid Dengan Sistem SCC PWM Dan MPPT Menggunakan Simulink

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 25 Agustus 2025
Yang membuat pernyataan



(Dimas Wahyu Firmansyah)
NIM 2112059

ABSTRAK

ANALISIS EFISIENSI PENGISIAN BATERAI PADA PLTS OFF GRID DENGAN SISTEM SCC PWM DAN MPPT MENGGUNAKAN SIMULINK

Dimas Wahyu Firmansyah, NIM : 2112059

Dosen Pembimbing I : Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT

Dosen Pembimbing II : Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) off-grid membutuhkan sistem pengisian baterai yang efisien agar energi yang dihasilkan panel surya dapat dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu komponen kunci dalam sistem ini adalah *Solar Charge Controller* (SCC), yang berperan dalam mengatur aliran daya dari panel surya ke baterai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan efisiensi pengisian baterai pada sistem PLTS *off-grid* dengan menggunakan dua jenis SCC, yakni PWM (*Pulse Width Modulation*) dan MPPT (*Maximum Power Point Tracking*). Simulasi dilakukan menggunakan MATLAB Simulink dengan parameter input berupa tegangan, arus, dan kapasitas baterai yang identik untuk masing-masing metode. Hasil simulasi menunjukkan bahwa SCC tipe MPPT mampu mencapai efisiensi pengisian sebesar 96,12% dan mengisi baterai penuh dalam waktu 10 jam, sedangkan SCC tipe PWM hanya mencapai efisiensi 76,89% dengan waktu pengisian sekitar 12,5 jam. Berdasarkan temuan tersebut, SCC tipe MPPT dinilai lebih unggul dalam efisiensi transfer energi dan kecepatan pengisian baterai, sehingga sangat direkomendasikan untuk sistem PLTS off-grid yang mengutamakan performa optimal.

Kata Kunci : PLTS off-grid, baterai, SCC, efisiensi, Simulink.

ABSTRACT

Analysis of Battery Charging Efficiency in Off-Grid Solar Power Systems Using PWM and MPPT Solar Charge Controller Methods with Simulink

Dimas Wahyu Firmansyah, NIM : 2112059

Supervisor I : Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT

Supervisor II : Ir. Ni Putu Agustini, MT

Off-grid Solar Power Plants (PLTS) require an efficient battery charging system to ensure that the energy generated by solar panels can be utilized optimally. One of the key components in this system is the Solar Charge Controller (SCC), which regulates the power flow from the solar panel to the battery. This study aims to analyze and compare the charging efficiency of off-grid PLTS systems using two types of SCC: PWM (Pulse Width Modulation) and MPPT (Maximum Power Point Tracking). Simulations were carried out using MATLAB Simulink, with identical input parameters including voltage, current, and battery capacity for each method. The simulation results show that the MPPT-type SCC achieved a charging efficiency of 96.12% and was able to fully charge the battery within 10 hours, whereas the PWM-type SCC only reached an efficiency of 76.89% with a charging time of approximately 12.5 hours. Based on these findings, the MPPT-type SCC is considered superior in terms of energy transfer efficiency and charging speed, making it highly recommended for off-grid PLTS systems that prioritize optimal performance.

Kata Kunci: *off-grid solar power system, battery, SCC, efficiency, Simulink.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	7
2.2 Daya dan Energi	9
2.3 <i>Solar Charge Controller</i>	11
2.4 Metode PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>)	13
2.5 Metode (MPPT) <i>Maximum Power Point Tracking</i>	14
2.6 Simulasi Sistem PLTS dengan MATLAB Simulink.....	17
2.7 Efisiensi Pengisian Baterai	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Jenis Penelitian	23
3.2 Tahapan Penelitian	23
3.3 Spesifikasi Sistem.....	25
3.4 Rancangan Sistem	27
3.5 Desain Controller SCC	28
3.5.1. Desain <i>Controller SCC Tipe Pulse Width Modulation</i> (PWM).....	29
3.5.2. Desain <i>Controller SCC Tipe Maximum Power Point</i> <i>Tracking</i> (MPPT)	30
3.5.3. Desain <i>Buck-Boost Converter</i>	31
3.6 <i>Flowchart</i> Sistem	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Hasil Simulasi Sistem dengan SCC PWM	36
4.2 Hasil Simulasi Sistem dengan SCC MPPT	40
4.3 Perbandingan dan Pembahasan Hasil Simulasi	44
4.3.1 Perhitungan Efisiensi SCC	44
4.3.2 Perhitungan Lama Pengisian Waktu SCC	45

4.3.3 Perhitungan Efisiensi Pengisian Waktu SCC	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	8
Gambar 2. 2	Solar Charge Controller	11
Gambar 2. 3	Metode Pulse Width Modulation (PWM).....	13
Gambar 2. 4	Metode Maximum Power Point Tracking (MPPT).....	15
Gambar 2. 5	MATLAB Simulink	17
Gambar 3. 1	Blok Diagram PWM Controller	27
Gambar 3. 2	Blok Diagram MPPT Controller	28
Gambar 3. 3	Desain Controller PWM.....	29
Gambar 3. 4	Desain Controller MPPT	30
Gambar 3. 5	Desain Buck-Boost Converter.....	31
Gambar 3. 6	Flowchart Sistem.....	32
Gambar 4. 1	Grafik Tegangan Input	36
Gambar 4. 2	Grafik Arus Input	37
Gambar 4. 3	Grafik Tegangan Output	37
Gambar 4. 4	Grafik Arus Output	38
Gambar 4. 5	Grafik Tegangan Input	40
Gambar 4. 6	Grafik Arus Input	41
Gambar 4. 7	Grafik Tegangan Output	41
Gambar 4. 8	Grafik Arus Output	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat	26
Tabel 4. 1 Tabel Nilai Output dan Input pada SCC PWM	38
Tabel 4. 2 Nilai Output dan Input pada SCC PWM	42
Tabel 4. 3 Perbandingan data SCC MPPT dan SCC PWM.....	44
Tabel 4. 4 Data Hasil Perhitungan	46