

SKRIPSI
PROTOTIPE SISTEM PANEL SURYA DENGAN REFLEKTOR
CERMIN KONVERGEN SEBAGAI OPTIMALISASI
PENYERAPAN ENERGI MATAHARI



Intelligentia - Dignitas

Oleh:
AGYA RIZQA MAHARANI
1513622066

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
TAHUN 2026

HALAMAN JUDUL
PROTOTYPE SISTEM PANEL SURYA DENGAN REFLEKTOR
CERMIN KONVERGEN SEBAGAI OPTIMALISASI
PENYERAPAN ENERGI MATAHARI



Intelligentia - Dignitas

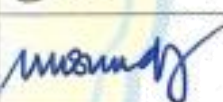
Oleh:
AGYA RIZQA MAHARANI
1513622066

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
TAHUN 2026

LEMBAR PENGESAHAN REVISI UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Agya Rizqa Maharani
 NIM : 1513622066
 Program Studi/Fakultas : Pendidikan Teknik Elektronika/Teknik
 Judul Penelitian : Prototipe Sistem Panel Surya Dengan Reflektor Cermin
 Konvergen Sebagai Optimalisasi Penyerapan Energi
 Matahari

Ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan (*Lulus /Tidak Lulus*)*
 Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 1 Juli 2026.
 Tim Penguji,

Ketua Penguji	<u>Prof. Dr. Efri Sandi, S.Pd., M.T.</u> NUPTK. 8534753654130122	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 1)	<u>Muhamad Wahyu Iqbal, M.T.</u> NUPTK. 0438774675130243	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 2)	<u>Radimas Putra Muhammad Davi Labib, S.T., M.T.</u> NUPTK. 3042772673130303	
Anggota Penguji (Pembimbing 1)	<u>Dr. Wisnu Djatmiko, M.T.</u> NUPTK. 8546745646130092	
Anggota Penguji (Pembimbing 2)	<u>Vina Oktaviani, M.T.</u> NUPTK. 5344768669230323	

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si., Apt., M.Si.
 NIDN. 0029027204

Koordinator Program Studi
 Pendidikan Teknik Elektronika



Dr. Baso Maruddani, S.T., M.T.
 NIDN. 0002058301

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 dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran, 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, 01 Juli 2026

Yang Membuat Pernyataan



Agya Rizqa Maharani

No. Reg. 1513622066

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia yang dilimpahkan, sehingga penulisan skripsi yang berjudul “Prototipe Sistem Panel Surya Dengan Reflektor Cermin Konvergen Sebagai Optimalisasi Penyerapan Energi Matahari” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi disusun untuk memenuhi syarat kelulusan program Sarjana program studi Pendidikan Teknik Elektronika.

Dalam penulisan skripsi, diucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Sarno Raharjo dan Ibu Azik Kusumawati, serta seluruh keluarga yang telah memberikan doa, dukungan dan kepercayaannya selama perkuliahan dan penulisan skripsi.
2. Bapak Dr. Baso Maruddani, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika.
3. Bapak Dr. Wisnu Djatmiko, M.T., selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan saran selama penulisan.
4. Ibu Vina Oktaviani, M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan saran selama penulisan.

Demikian skripsi disusun, semoga dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi pembaca dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Jakarta, 6 Juni 2026

Peneliti,


Agya Rizqa Maharani

Prototipe Sistem Panel Surya Dengan Reflektor Cermin Konvergen Sebagai Optimalisasi Penyerapan Energi Matahari

Agya Rizqa Maharani

Dr. Wisnu Djatmiko, M.T. dan Vina Oktaviani, M.T.

ABSTRAK

Penelitian bertujuan mengembangkan prototipe sistem panel surya dengan penambahan reflektor cermin konvergen serta menganalisis pengaruh variasi sudut reflektor terhadap performa sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) selama proses pengisian baterai. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan *Rapid Prototyping*. Prototipe terdiri atas panel surya monokristalin 100 Wp, reflektor cermin konvergen cekung (diameter 20 cm, kedalaman 4 cm), *Solar Charge Controller* (SCC) tipe PWM, baterai *lithium-ion* 3 seri 2 paralel, dan alat ukur Keweisi KWS DC-200. Parameter yang diukur meliputi radiasi matahari, tegangan, arus, daya, efisiensi sistem, energi kumulatif, dan waktu pengisian baterai, dibandingkan antara sistem tanpa reflektor dan dengan reflektor pada sudut 30°, 50°, 60°, dan 70°. Hasil penelitian menunjukkan reflektor cermin konvergen meningkatkan performa sistem pengisian baterai pada seluruh sudut yang diuji. Pada sudut 70°, sistem dengan reflektor menghasilkan arus rata-rata 1,51 A, daya 17,70 W, dan waktu pengisian 90 menit, dibandingkan tanpa reflektor (arus 0,94 A, daya 10,78 W, waktu 130 menit). Secara agregat dari keempat sudut, energi kumulatif dengan reflektor mencapai 125,41 Wh, dibandingkan 90,96 Wh tanpa reflektor, atau peningkatan 37,9%. Sudut 70° menghasilkan performa terbaik pada indikator arus, daya, efisiensi sistem, dan energi kumulatif, sedangkan sudut 60° menunjukkan waktu pengisian tercepat (50 menit berbanding 120 menit tanpa reflektor). Tidak ada satu sudut yang unggul di seluruh indikator sekaligus, sehingga hasil ini belum dapat digeneralisasi sebagai konfigurasi optimal secara mutlak, mengingat setiap sudut hanya diuji satu kali pada kondisi radiasi matahari yang berbeda-beda.

Kata Kunci: Energi Surya, Efisiensi Sistem Pengisian Baterai, Panel Surya, Reflektor Cermin Konvergen, Sistem PLTS

***Prototype of a Solar Panel System with a Concave Mirror Reflector for
Improving Battery Charging Performance***

Agya Rizqa Maharani

Dr. Wisnu Djatmiko, M.T. dan Vina Oktaviani, M.T.

ABSTRACT

This study aims to develop a prototype of a solar panel system with the addition of a concave mirror reflector and to analyze the effect of reflector angle variations on the performance of the battery charging system. This research employed the Research and Development (R&D) method using the Rapid Prototyping approach, which consisted of the stages of requirement analysis, design, prototype fabrication, prototype evaluation and refinement, system development, testing, and analysis. The developed prototype consisted of a 100 Wp monocrystalline solar panel, a concave mirror reflector, a PWM Solar Charge Controller (SCC), a 3S2P lithium-ion battery pack, and a Keweisi KWS DC-200 measuring instrument. The measured parameters included solar irradiance, battery charging voltage, charging current, charging power, system efficiency, cumulative energy, and battery charging time. Performance testing was carried out by comparing the system without a reflector and the system equipped with a reflector at reflector angles of 30°, 50°, 60°, and 70°. The results showed that the use of a concave mirror reflector improved the performance of the

Keywords: Solar Energy, Solar Panel, Concave mirror reflector, Battery Charging System Efficiency, Photovoltaic System

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN REVISI UJIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	6
1.3. Pembatasan Masalah.....	7
1.4. Perumusan Masalah.....	8
1.5. Tujuan Penelitian	8
1.6. Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1. Konsep Pengembangan Produk	10
2.2. Konsep Produk Yang Dikembangkan	14
2.3. Kerangka Teoritik.....	22
2.3.1. Prototipe.....	23
2.3.2. Sistem	25
2.3.3. Panel Surya.....	27
2.3.4. Reflektor	33
2.3.5. Cermin Konvergen	37
2.3.6. <i>Solar Charge Controller</i> (SCC).....	41
2.3.7. Baterai <i>Lithium Ion</i>	44
2.3.8. Penentuan Sudut Reflektor Cermin Konvergen.....	49
2.4. Rancangan Produk	54
2.4.1. Diagram Blok	56

2.4.2. Diagram Alir	58
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	61
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	61
3.2. Metode Pengembangan Produk.....	61
3.3. Tujuan Pengembangan.....	63
3.4. Metode Pengembangan	64
3.5. Sasaran Produk	66
3.6. Instrumen.....	67
3.6.1. Instrumen Pengukuran.....	67
3.6.2. Komponen	68
3.6.3. Format Pengambilan Data	68
3.7. Prosedur Pengembangan.....	69
3.7.1. Analisis Kebutuhan (<i>Initial Requirement</i>)	72
3.7.2. Perancangan Desain Awal (<i>Design</i>).....	73
3.7.3. Pembuatan Prototipe (<i>Prototyping</i>)	80
3.7.4. Evaluasi dan Revisi Prototipe (<i>Evaluation</i>).....	85
3.7.5. Pengembangan Sistem (<i>Development</i>)	87
3.7.6. Pengujian dan Analisis (<i>Test and Analysis</i>)	88
3.8. Teknik Pengumpulan Data.....	91
3.9. Teknik Analisis Data.....	93
3.9.1. Analisis Daya Pengisian Baterai.....	94
3.9.2. Analisis Simpangan Baku.....	95
3.9.3. Analisis Efisiensi Sistem Pengisian	96
3.9.4. Analisis Energi (Wh) dan Perbandingan Total Energi.....	97
3.9.5. Analisis Waktu Pengisian Baterai	98
3.9.6. Analisis Persentase Peningkatan Performa	99
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	101
4.1. Hasil Pengembangan Produk.....	101
4.1.1. Deskripsi Fisik Prototipe	102
4.1.2. Dokumentasi Prototipe	104
4.1.3. Spesifikasi Hasil	105
4.1.4. Pemasangan Alat Ukur dan Jalur Energi	107

4.1.5. Keterbatasan Desain	108
4.2. Kelayakan Produk (Teoritik dan Empiris).....	111
4.2.1. Hasil Pengujian Baterai <i>Lithium-Ion</i>	113
4.2.2. Pengujian Keweisi KWS DC-200	116
4.3. Efektivitas Produk (Melalui Uji Coba).....	117
4.3.1. Pengujian Sistem PLTS pada Sudut Reflektor 30°	119
4.3.2. Pengujian Sistem PLTS pada Sudut Reflektor 50°	123
4.3.3. Pengujian Sistem PLTS pada Sudut Reflektor 60°	126
4.3.4. Pengujian Sistem PLTS pada Sudut Reflektor 70°	130
4.3.5. Perbandingan Hasil Pengujian Variasi Sudut Reflektor	133
4.3.6. Indikator Efisiensi dan Efektivitas Sistem.....	134
4.3.7. Keterbatasan Efektivitas Sistem	136
4.4. Pembahasan	140
4.4.1. Kesesuaian Hasil dengan Tujuan Penelitian dan Model Pengembangan.....	145
4.4.2. Dasar Penetapan Batas Tegangan 12,3 V dan Karakteristik Arus Pengisian	148
4.4.3. Perbandingan Performa Antar Sudut Reflektor.....	150
4.4.4. Analisis Daya.....	152
4.4.5. Analisis Efisiensi Sistem	154
4.4.6. Analisis Energi (Wh) dan Perbandingan Total Energi.....	156
4.4.7. Analisis Waktu Pengisian Baterai	157
4.4.8. Pengaruh Solar Charge Controller (SCC) terhadap Karakteristik Pengisian	159
4.4.9. Keterbatasan dan Kelebihan Sistem	161
4.4.10. Perbandingan Hasil dengan Penelitian Terdahulu.....	162
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN.....	167
5.1. Kesimpulan.....	167
5.2. Implikasi	169
5.3. Saran.....	170
DAFTAR PUSTAKA.....	173
LAMPIRAN-LAMPIRAN	179
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	194

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian Terdahulu	16
Tabel 2.2. Spesifikasi Umum Sel Baterai Lithium-ion 18650 Berdasarkan Datasheet	47
Tabel 2.3. Spesifikasi Baterai Lithium-ion 18650 yang Digunakan pada Penelitian	49
Tabel 3.1. Lembar Observasi Pengujian	68
Tabel 3.2. Komponen yang Digunakan	68
Tabel 3.3. Format Pengambilan Data Pengujian	69
Tabel 3.4. Ringkasan Tahapan Prosedur Pengembangan.....	69
Tabel 3.5. Kebutuhan Perangkat/Komponen Yang Digunakan	72
Tabel 3.6. Kebutuhan Instrumen Pengukuran	73
Tabel 3.7. Spesifikasi Target Sistem.....	80
Tabel 3.8. Permasalahan dan Revisi Prototipe	85
Tabel 3.9. Rancangan Pengujian Tegangan, Arus, dan Suhu Panel Surya Dengan Dan Tanpa Reflektor	90
Tabel 4.1. Spesifikasi Prototipe Sistem Panel Surya Dengan Reflektor Cermin Konvergen	106
Tabel 4.2. Tabel Pengujian Baterai Lithium-Ion.....	115
Tabel 4.3. Pengujian Akurasi Keweisi KWS DC-200 1	117
Tabel 4.4. Pengujian Akurasi Keweisi KWS DC-200 2	117
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Sistem PLTS pada Sudut Reflektor 30° dan Tanpa Reflektor	119
Tabel 4.6. Hasil Pengujian Sistem PLTS pada Sudut Reflektor 50° dan Tanpa Reflektor	123
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Sistem PLTS pada Sudut Reflektor 60° dan Tanpa Reflektor	127
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Sistem PLTS pada Sudut Reflektor 70° dan Tanpa Reflektor	130
Tabel 4.9. Perbandingan Rata-rata Hasil Pengujian Variasi Sudut Reflektor	133
Tabel 4.10. Rasio Daya Aktual Terhadap Pmax Panel	136
Tabel 4.11. Estimasi Suhu Sel Panel (Tcell) Berdasarkan Persamaan NOCT	137
Tabel 4.12. Energi Kumulatif Ternormalisasi Terhadap Durasi Pengujian.....	143
Tabel 4.13. Energi Kumulatif Pengisian Baterai per Sudut Reflektor	157
Tabel 4.14. Perbandingan Hasil Peningkatan Kinerja dengan Penelitian Terdahulu.....	163

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gambar Pengembangan Berbasis Prototipe.....	11
Gambar 2.2. Skema Sel PV	28
Gambar 2.3. Kurva Karakteristik I-V dan P-V Pada Panel Surya.....	29
Gambar 2.4. (a) Sinar Istimewa Pada Cermin Konvergen (b) Ilustrasi Sistem Reflektor Cermin Konvergen Pada Panel Surya	39
Gambar 2.5. Solar Charge Controller tipe PWM	43
Gambar 2.6. Ilustrasi Sudut Azimuth, Zenith, dan Altitude (Elevasi).....	50
Gambar 2.7. Diagram Blok Sistem.....	56
Gambar 2.8. Diagram alir Sistem.....	58
Gambar 3.1. (a) Desain tampak Depan (b) Desain Tampak Belakang (c) Desain Tampak Samping	78
Gambar 3.2. Grafik Hubungan Waktu Pengisian Dan Tegangan Baterai Pada Proses Pengujian Sistem PLTS	91
Gambar 4.1. (a) Tampak Samping Prototipe (b) Tampak Belakang Prototipe (c) Tampak Atas Prototipe.....	104
Gambar 4.2. Posisi Reflektor Cermin Konvergen (a) Sisi Kiri (b) Sisi Kanan (c) Sisi Kiri dan Sisi Kanan	105
Gambar 4.3. Jalur Energi Aktual Sistem dan Titik Pemasangan KWS DC-200.	107
Gambar 4.4. Grafik Hubungan Waktu Pengisian Dan Tegangan Baterai Pada Proses Pengujian Sistem PLTS Dengan Sudut 30°	122
Gambar 4.5. Grafik Hubungan Waktu Pengisian Dan Tegangan Baterai Pada Proses Pengujian Sistem PLTS Dengan Sudut 50°	125
Gambar 4.6. Grafik Hubungan Waktu Pengisian Dan Tegangan Baterai Pada Proses Pengujian Sistem PLTS Dengan Sudut 60°	129
Gambar 4.7. Grafik Hubungan Waktu Pengisian Dan Tegangan Baterai Pada Proses Pengujian Sistem PLTS Dengan Sudut 70°	132

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen	179
Lampiran 2. Produk Final	180
Lampiran 3. Perakitan	181
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian	182
Lampiran 5. Validasi alat ukur Keweisi KWS DC-200.....	183
Lampiran 6. Data Posisi Matahari dan Lokasi Pengujian.....	184
Lampiran 7. Data Mentah.....	185
Lampiran 8. Perhitungan	186
Lampiran 9. Datasheet.....	187
Lampiran 10. Dokumentasi Sudut Reflektor Tiap Variasi	190
Lampiran 11. Posisi Alat Ukur Dan Titik Ukur	192
Lampiran 12. Dokumentasi Sebaran Pantulan Cahaya Reflektor Cermin Konvergen	193





KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

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 : Agya Rizqa Maharani
NIM : 1513622066
Fakultas/Prodi : Teknik/ Pendidikan Teknik Elektronika
Alamat email : agyarizqam@gmail.com

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

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

yang berjudul :

Prototipe Sistem Panel Surya Dengan Reflektor Cermin Konvergen Sebagai Optimalisasi Penyerapan Energi Matahari

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan 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, 28 Juli 2026
Penulis


Agya Rizqa Maharani