

**OPTIMASI *MAXIMUM POWER POINT TRACKING* DENGAN
ALGORITMA *INCREMENTAL CONDUCTANCE* PADA
SOLAR TRACKING MODUL SURYA
BERBASIS SENSOR LDR**

SKRIPSI

Oleh:

**RISKY ALBERTO MANIK
2252050016**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2026**

**OPTIMASI *MAXIMUM POWER POINT TRACKING* DENGAN
ALGORITMA INCREMENTAL CONDUCTANCE PADA
SOLAR TRACKING MODUL SURYA
BERBASIS SENSOR LDR**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)
pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia

Oleh:

**RISKY ALBERTO MANIK
2252050016**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2026**



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Risky Alberto Manik
NIM : 2252050016
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "*OPTIMASI MAXIMUM POWER POINT TRACKING DENGAN ALGORITMA INCREMENTAL CONDUCTANCE PADA SOLAR TRACKING MODUL SURYA BERBASIS SENSOR LDR*" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 26 Juni 2026



Risky Alberto Manik



PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

OPTIMASI *MAXIMUM POWER POINT TRACKING* DENGAN ALGORITMA
INCREMENTAL CONDUCTANCE PADA *SOLAR TRACKING* MODUL
SURYA BERBASIS SENSOR LDR

Oleh:

Nama : Risky Alberto Manik
NIM : 2252050016
Program Studi : Teknik Elektro
Peminatan : Teknik Energi Listrik

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang
Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik
Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia,

Jakarta, 26 Juni 2026

Menyetujui:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Eva Magdalena Silalahi, S.T., M.T.

NIDN: 0328087408

Judo Ignatius Nempung, S.T., M.T.

NIDN: 0326116804

Ketua Program Studi Teknik Elektro,

Dekan Fakultas Teknik,



Ir. Bambang Widodo, M.T.

NIDN: 033015901



Dicky Antonius, S.T., M.Sc.

NIDN: 0301218801



PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 26 Juni 2026 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Risky Alberto Manik
NIM : 2252050016
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul "*OPTIMASI MAXIMUM POWER POINT TRACKING DENGAN ALGORITMA INCREMENTAL CONDUCTANCE PADA SOLAR TRACKING MODUL SURYA BERBASIS SENSOR LDR*" oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Susilo, S.Kom., M.T.	Sebagai Ketua	(..... )
2. Eva Magdalena Silalahi, S.T., M.T.	Sebagai Anggota	(..... )
3. Stepanus, S.T., M.T.	Sebagai Anggota	(..... )
4. Ir. Bambang Widodo, M.T.	Sebagai Anggota	(..... )

Jakarta, 26 Juni 2026



PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Risky Alberto Manik
NIM : 2252050016
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Sarjana Strata Satu
Judul : OPTIMASI *MAXIMUM POWER POINT TRACKING*
DENGAN ALGORITMA *INCREMENTAL*
CONDUCTANCE PADA *SOLAR TRACKING* MODUL
SURYA BERBASIS SENSOR LDR

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik diperguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Non eksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta,
Pada tanggal 15 Juli 2026
Yang Menyatakan



Risky Alberto Manik

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala kasih, penyertaan, dan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Maximum Power Point Tracking dengan Algoritma Incremental Conductance pada Solar Tracking Modul Surya Berbasis Sensor LDR” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan kesehatan, kekuatan, dan hikmat kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
2. Orang tua saya yaitu Jariaman Manik dan Mei Risma Sibarani, kakak Kartini M. Manik, Meta L. Manik, Trianita S. Manik, Claudya C. Manik dan abang saya Winer M. Pardede, Kevin T. Naibaho. serta keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan moral, motivasi, serta bantuan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
3. Bapak Ir. Bambang Widodo, M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia.
4. Ibu Eva Magdalena Silalahi, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membantu penulis dalam membenahi, dan membimbing penulis, untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Judo Ignatius Nempung, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak waktu, tenaga, serta bimbingannya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini
6. Mas Dwi staf Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Jakarta yang telah membantu merakit prototipe solar *tracking*.

7. Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro Angkatan 2022 yaitu D. Yosevina, Simanjuntak, A. Jordan Napitupulu, yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan dan penyempurnaan karya ilmiah ini di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang sistem energi terbarukan dan teknologi *photovoltaic*, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Jakarta, 26 Juni 2026

Risky Alberto Manik



DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	iii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kebaruan Penelitian (Novelty).....	8
1.3 Rumusan Masalah	9
1.4 Tujuan Penelitian.....	9
1.5 Manfaat Penelitian.....	9
1.6 Batasan Masalah.....	10
1.7 Luaran Penelitian.....	11
1.8 Sistematika Penulisan	11
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 13
2.1 Sistem Photovoltaic (PV).....	13
2.2 Konversi Energi Sinar Matahari Menjadi Energi Listrik pada Modul Photovoltaic	15
2.3 Performa Sistem Photovoltaic	16
2.4 Maximum Power Point Tracking (MPPT).....	20
2.5 Metode MPPT Incremental Conductance (IC)	21
2.6 Solar Tracking System.....	22
2.7 Solar Charge Controller (SCC)	24
2.8 Sensor Light Dependent Resistor (LDR).....	26
2.9 Metode Optimasi Sistem Photovoltaic	28
2.9.1 Integrasi Optimasi Elektris dan Mekanis	29
2.9.2 Strategi Optimasi Sistem.....	29
2.10 Mikrokontroler	30
2.10.1 Arduino Uno Berbasis ATmega328P	32
2.11 Sensor Arus dan Tegangan INA219	35
2.12 Linear Actuator.....	37
2.13 Pengaruh Irradiasi Matahari Terhadap Kinerja Modul Photovoltaic	38
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 40

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	40
3.2 Metode Penelitian.....	40
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian	41
3.4 Tahapan Penelitian	41
3.4.1 Studi Literatur.....	41
3.4.2 Perancangan Sistem	42
3.4.3 Implementasi Sistem.....	43
3.4.4 Pengujian Sistem	44
3.4.5 Analisis Data	44
3.5 Desain Sistem Penelitian	45
3.6 Perancangan Perangkat Lunak Sistem.....	47
3.7 Diagram Blok Sistem.....	47
3.8 Skema Blok Diagram Sistem	53
3.9 Variabel Penelitian	55
3.10 Parameter Evaluasi Sistem.....	56
3.11 Flowchart Tahapan penelitian	57
3.12 Skenario Pengujian Sistem.....	60
3.13 Rencana Waktu Penelitian	60
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 62
4.1 Gambaran Umum	62
4.2 Perancangan dan Wiring Sistem Photovoltaic	64
4.3 Hasil Pengujian Sistem.....	68
4.4 Hasil Pengujian Harian	69
4.5 Analisis Grafik Hasil Pengujian.....	86
4.5.1 Grafik Daya Tanggal 27 Mei 2026	86
4.5.2 Grafik Daya Tanggal 28 Mei 2026	87
4.5.3 Grafik Daya Tanggal 29 Mei 2026	89
4.5.4 Grafik Daya Tanggal 31 Mei 2026	90
4.5.5 Grafik Daya Tanggal 1 Juni 2026	91
4.6 Analisis Performa Sistem.....	92
4.6.1 Perhitungan Performa Sistem	92
4.6.2 Grafik Efisiensi Sistem.....	94
4.7 Analisis Tegangan dan Arus Sistem.....	95
4.7.1 Grafik Perbandingan Tegangan Rata-rata Solar Tracking dan Panel Statis	95
4.7.2 Grafik Perbandingan Tegangan Rata-rata Solar Tracking dan Panel Statis	97
4.8 Rekapitulasi Hasil Pengujian	98
4.9 Analisis Kinerja Sistem Berdasarkan Kondisi Cuaca	100
4.10 Analisis Kinerja Sistem Solar Tracking dan MPPT	101
4.11 Analisis Sistem Secara Komprehensif	102
4.12 Validasi Penelitian	105
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 108
5.1 Kesimpulan	108

5.2 Keterbatasan Penelitian.....	109
5.3 Saran	109
DAFTAR PUSTAKA.....	110
LAMPIRAN.....	112



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	4
Tabel 3.1 Daftar Komponen.....	46
Tabel 3.2 Rencana Waktu Peneltian	60
Tabel 4.1 Komponen Alat dan Bahan.....	63
Tabel 4.2 komponen Alat Ukur	64
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Solar Statis (27 Mei 2026).....	69
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Solar Statis (27 Mei 2026).....	70
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran <i>Solar Tracking</i> (28 Mei 2026)	72
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Solar Statis (28 Mei 2026).....	73
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran <i>Solar Tracking</i> (29 Mei 2026) Solar Tracking	76
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Solar Statis (29 Mei 2026).....	77
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran <i>Solar Tracking</i> (31 Mei 2026)	79
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Solar Statis (31 Mei 2026).....	81
Tabel 4.11 Hasil Pengukuran <i>Solar Tracking</i> (1 Juni 2026).....	83
Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Solar Statis (1 Juni 2026)	84
Tabel 4.13 Performa Sistem <i>Solar Tracking</i> terhadap Panel Statis	93
Tabel 4.14 Rekapitulasi Hasil Pengujian	98
Tabel 4.15 Validasi Penelitian.....	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Modul <i>Photovoltaic</i>	14
Gambar 2.2 Kurva I-V	19
Gambar 2.3 <i>Solar Charge Controller (SCC)</i>	26
 Gambar 3.1 Flowchart Algoritma MPPT <i>Incremental Conductance</i>	48
Gambar 3.2 Flowchart Sistem <i>Solar Tracking</i>	49
Gambar 3.3 Sistem PV dengan MPPT dan <i>Solar Tracking</i>	50
Gambar 3.4 Skema Blok Diagram Sistem	54
Gambar 3.5 Flowchart Tahapan penelitian	59
 Gambar 4.1 Wiring rangkaian Proteus solar tracking.....	65
Gambar 4.2 Wiring rangkaian Proteus Statis	66
Gambar 4.3 Hasil Rancang Bangun sistem Photovoltaic Realtime solar tracking	67
Gambar 4.4 Hasil Rancang Bangun sistem Photovoltaic Realtime statis	68
Gambar 4.5 Grafik Daya Tanggal 27 Mei 2026	87
Gambar 4.6 Grafik Daya Tanggal 28 Mei 2026	88
Gambar 4.7 Grafik Daya Tanggal 29 Mei 2026	89
Gambar 4.8 Grafik Daya Tanggal 31 Mei 2026	90
Gambar 4.9 Grafik Daya Tanggal 1 Juni 2026.....	92
Gambar 4.10 Grafik Performa Sistem	94
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Tegangan Rata-rata Solar Tracking dan Panel Statis	96
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Arus Rata-rata Solar Tracking dan Panel Statis	97

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PV	Photovoltaic
MPPT	Maximum Power Point Tracking
IC	Incremental Conductance
MPP	Maximum Power Point
SCC	Solar Charge Controller
LDR	Light Dependent Resistor
DC	Direct Current
AC	Alternating Current
PWM	Pulse Width Modulation
INA219	Integrated Circuit Sensor Arus dan Tegangan INA219
MCU	Microcontroller Unit
ADC	Analog to Digital Converter
LED	Light Emitting Diode
VOC	Open Circuit Voltage
ISC	Short Circuit Current
V	Volt
A	Ampere
W	Watt
Wh	Watt-hour
Wp	Watt Peak
η	Efisiensi Sistem
ATmega328P	Mikrokontroler ATmega328P pada Arduino Uno

ABSTRAK

Ketergantungan pada energi fosil memicu krisis sumber daya dan emisi gas rumah kaca, sehingga pemanfaatan energi terbarukan seperti sistem *Photovoltaic* (PV) menjadi krusial. Namun, efisiensi konversi energi PV masih rendah akibat faktor lingkungan seperti fluktuasi iradiasi matahari dan temperatur. Meskipun metode elektrik melalui *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) dan metode mekanis dengan *Solar Tracking* terbukti mampu meningkatkan performa, penelitian yang mengintegrasikan keduanya secara simultan masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem PV skala kecil yang optimal dengan mengintegrasikan algoritma MPPT *Incremental Conductance* (IC) dan sistem *Solar Tracking single-axis* berbasis sensor *Light Dependent Resistor* (LDR). Metodologi penelitian mencakup perancangan perangkat keras menggunakan panel 50 Wp *Monocrystalline*, Arduino Uno R3, baterai VRLA 12V 20Ah, sensor INA219, serta *linear actuator*. Pengujian dilakukan secara *real-time* dan simulasi berbasis Proteus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kendali berbasis LDR mampu menggerakkan panel secara dinamis mengikuti lintasan matahari dari sudut 45° hingga 120°. Secara elektrik, algoritma MPPT IC berhasil melacak dan mempertahankan operasi panel pada titik daya maksimum (MPP) meskipun terjadi fluktuasi cuaca. Integrasi kedua sistem ini terbukti sangat efektif meningkatkan performa dengan menghasilkan rata-rata daya sebesar 1,67 W dan total energi 13,9 Wh, yang merepresentasikan peningkatan performa energi rata-rata sebesar 76,45% dibandingkan dengan panel surya statis konvensional (daya rata-rata 1,02 W dan energi harian 8,47 Wh). Kebaruan sistem terintegrasi ini memberikan kontribusi signifikan bagi peningkatan performa pembangkit listrik tenaga surya masa depan.

Kata Kunci : *Incremental Conductance*, peningkatan performa, *Photovoltaic*, sensor LDR, *Solar Tracking*.

ABSTRACT

Overdependence on fossil fuels triggers a resource crisis and greenhouse gas emissions, making the utilization of renewable energy, such as Photovoltaic (PV) systems, crucial. However, the energy conversion efficiency of PV remains low due to environmental factors like fluctuations in solar irradiation and temperature. Although electrical methods through Maximum Power Point Tracking (MPPT) and mechanical approaches using Solar Tracking have proven effective in enhancing performance, research integrating both simultaneously remains highly limited. This study aims to design an optimized small-scale PV system by integrating the Incremental Conductance (IC) MPPT algorithm with a single-axis Solar Tracking system based on Light Dependent Resistor (LDR) sensors. The research methodology encompasses hardware design using a 50 Wp Monocrystalline panel, Arduino Uno R3, 12V 20Ah VRLA battery, INA219 sensor, and a linear actuator. Tests were conducted in real-time and through Proteus-based simulations. The results indicate that the LDR-based control system successfully adjusted the panel dynamically following the sun's trajectory from an angle of 45° to 120° . Electrically, the IC MPPT algorithm effectively tracked and maintained the panel's operation at the Maximum Power Point (MPP) despite weather fluctuations. The integration of both systems proved highly effective in boosting performance, yielding an average power of 1.67 W and a total energy of 13.9 Wh. This represents an average energy performance improvement of 76.45% compared to a conventional static solar panel (average power of 1.02 W and daily energy of 8.47 Wh). The novelty of this integrated system provides a significant contribution to the performance enhancement of future solar power plants.

Keywords : Incremental Conductance, LDR Sensor, Performance Enhancement, Photovoltaic, Solar Tracking.