

**STUDI KINERJA ALGORITMA *INCREMENTAL
CONDUCTANCE* MPPT PADA PLTS *OFF-GRID* 1 kW_p
DENGAN VARIASI BEBAN DI RUMAH HIJAU POKTAN
MUSTIKA, KRAMAT JATI, JAKARTA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh:

**ALSARO NASARIO ANGELO BEGU
2252050019**



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

**STUDI KINERJA ALGORITMA *INCREMENTAL*
CONDUCTANCE MPPT PADA PLTS *OFF-GRID* 1 kW_p
DENGAN VARIASI BEBAN DI RUMAH HIJAU POKTAN
MUSTIKA, KRAMAT JATI, JAKARTA TIMUR**

SKRIPSI

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

Oleh:

**ALSARO NASARIO ANGELO BEGU
2252050019**



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



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alsaro Nasario Angelo Begu

NIM : 2252050019

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul “STUDI KINERJA ALGORITMA *INCREMENTAL CONDUCTANCE* MPPT PADA PLTS *OFF-GRID* 1 kWp DENGAN VARIASI BEBAN DI RUMAH HIJAU POKTAN MUSTIKA, KRAMAT JATI, JAKARTA TIMUR” 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 penuh dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan 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, 23 Juni 2026



(Alsaro Nasario Angelo Begu)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

STUDI KINERJA ALGORITMA *INCREMENTAL CONDUCTANCE* MPPT
PADA PLTS *OFF-GRID* 1 kWp DENGAN VARIASI BEBAN DI RUMAH
HIJAU POKTAN MUSTIKA, KRAMAT JATI, JAKARTA TIMUR

Oleh:

Nama : Alsaro Nasario Angelo Begu

NIM : 2252050019

Program Studi : Teknik Elektro

Peminatan : Teknik Tenaga 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, 23 Juni 2026

Menyetujui:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

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

NIDN: 0328087408

NIDN: 0326116804

Ketua Program Studi Teknik Elektro,

Dekan Fakultas Teknik,



(Ir. Bambang Widada, M.T.)

NIDN: 0326115901



(Dikky Antonius, S.T., M.Sc)

NIDN: 032612610



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 23 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:

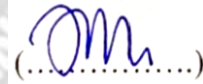
Nama : Alsaro Nasario Angelo Begu

NPM : 2252050019

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul “STUDI KINERJA ALGORITMA *INCREMENTAL CONDUCTANCE* MPPT PADA PLTS *OFF-GRID* 1 KWP DENGAN VARIASI BEBAN DI RUMAH HIJAU POKTAN MUSTIKA, KRAMAT JATI, JAKARTA TIMUR” oleh tim penguji yang terdiri dari :

No.	Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1.	Stepanus, S.T., M.T.	Sebagai Ketua	
2.	Susilo, S.kom., M.T.	Sebagai Anggota	
3.	Eva Magdalena Silalahi., S.T, M.T.	Sebagai Anggota	
4.	Ir. Robinson Purba, M.T.	Sebagai Anggota	

Jakarta, 23 Juni 2026



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK

PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Alsaro Nasario Angelo Begu
NIM : 2252050019
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Strata 1
Judul : Studi Kinerja Algoritma *Incremental Conductance*
MPPT Pada PLTS *Off-grid* 1 kWp Dengan Variasi
Beban Di Rumah Hijau Poktan Mustika, Kramat Jati,
Jakarta Timur

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 di perguruan 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/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik 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, 08 Juli 2026

Yang menyatakan,

Alsaro Nasario Angelo Begu

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas kasih, penyertaan, kesehatan, dan kekuatan yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Studi Kinerja Algoritma *Incremental Conductance* MPPT pada PLTS *Off-grid* 1 kWp dengan Variasi Beban di Rumah Hijau Poktan Mustika, Kramat Jati, Jakarta Timur.**” Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Penelitian ini membahas kinerja algoritma *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) *Incremental Conductance* pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* berbasis simulasi MATLAB/Simulink. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena dilakukan dalam ruang lingkup simulasi, sehingga pengembangan lebih lanjut melalui pengujian perangkat keras dan validasi lapangan masih diperlukan.

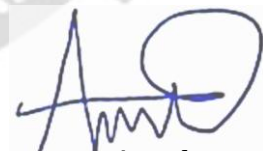
Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, doa, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis menyampaikan apresiasi kepada:

1. Bapak Nikolaus Kewasa dan Ibu Theresia Ero, yang dengan tulus dan setia memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan tanpa henti, serta adik-adik Noris, Junior, dan Floris, yang telah menjadi sumber kekuatan dan motivasi dalam setiap langkah penelitian ini.
2. Ibu Eva Magdalena Silalahi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I sekaligus pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, bimbingan, koreksi, dan masukan berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Judo Ignatius Nempung, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan arahan, bimbingan, koreksi, dan masukan berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Bambang Widodo, M.T., Kepala Program Studi Teknik Elektro, dan Ibu Ana, Staf Akademik Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia, atas

- arahan administratif, koordinasi akademik, dan fasilitasi yang memastikan kelancaran proses penelitian dari awal hingga penyelesaian sidang tugas akhir.
5. Ikatan Alumni Universitas Kristen Indonesia (IKA UKI), atas dukungan beasiswa yang memungkinkan penulis menempuh pendidikan di UKI.
 6. Kak Sherly, selaku perpanjangan tangan IKA UKI, yang dengan dedikasi tulus memberikan dukungan administratif, keuangan, dan perhatian berkelanjutan sejak awal perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini, melampaui sekadar tanggung jawab kerja.
 7. Rumah Hijau Poktan Mustika, Kramat Jati, Jakarta Timur, sebagai lokasi studi kasus dan penyedia data operasional esensial.
 8. Leo, Nico, Putri, dan Oliver, atas kontribusi teknis dalam pengembangan simulasi MATLAB/Simulink, validasi data NASA POWER, dan formatisasi dokumen skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan penelitian ini di masa mendatang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang sistem energi terbarukan, PLTS *off-grid*, dan penerapan algoritma MPPT pada sistem fotovoltaiik.

Jakarta, 23 Juni 2026



Alsaro Nasario Angelo Begu

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	iii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Sistematika Penulisan	8
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 10
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Sistem <i>Off-grid</i>	10
2.2 Karakteristik Modul Fotovoltaik dan Pengaruh Kondisi Lingkungan ..	12
2.2.1 Teori Konversi Energi dan Mekanisme Fotovoltaik	12
2.2.2 Kurva Karakteristik I-V dan P-V.....	13
2.2.3 Pengaruh Iradiasi dan Temperatur Sel.....	14
2.3 Konfigurasi PV Array 1 kWp.....	15
2.4 Baterai pada Sistem PLTS <i>Off-grid</i>	17
2.5 <i>Maximum Power Point Tracking</i> dan Algoritma <i>Incremental Conductance</i>	18
2.6 <i>Buck converter</i> sebagai Aktuator MPPT	22
2.7 Subsistem Pendukung: Inverter, Filter LC, dan Beban AC Rumah Hijau	23
2.8 Data NASA POWER pada Simulasi PV	24
2.9 MATLAB/Simulink dan <i>Simscape Electrical</i>	26
2.10 Parameter Kinerja MPPT.....	28
2.10.1 Daya PV.....	28
2.10.2 <i>Tracking Efisiensi</i>	29
2.10.3 Daya Maksimum Referensi	29
2.10.4 Indeks Modulasi Inverter.....	30
2.10.5 Parameter Pendukung & Scope Evaluasi	30
2.11 Kerangka Teoretis Penelitian.....	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian	34
3.2 Alur Penelitian	35
3.3 Lokasi, Objek, dan Waktu Penelitian	37
3.4 Diagram Blok Sistem PLTS <i>Off-grid</i>	39
3.5 Spesifikasi dan Parameter Sistem Simulasi	40
3.5.1 Parameter Pengaturan Simulasi	40
3.5.2 Parameter PV Array	41
3.5.3 Parameter Baterai	42
3.5.4 Parameter <i>Buck converter</i>	43
3.5.5 Parameter Inverter, Transformator, dan Filter LC	44
3.5.6 Parameter Beban Rumah Hijau	46
3.5.7 Parameter Data NASA POWER	47
3.5.8 Parameter Implementasi Algoritma MPPT <i>Incremental Conductance</i>	48
3.6 Implementasi Algoritma MPPT <i>Incremental Conductance</i>	49
3.7 Skenario Pengujian dan Validasi Model	51
3.7.1 Validasi Model PV Array pada Kondisi STC	51
3.7.2 Skenario NASA POWER + Profil Beban Harian Sedang	51
3.8 Variabel Penelitian	55
3.8.1 Hubungan Tujuan Penelitian, Data Simulasi, dan Output Analisis	57
3.9 Metode Pengambilan Data Simulasi	58
3.10 Metode Analisis Data	61
3.10.1 Analisis Karakteristik Elektrikal PV	61
3.10.2 Analisis Efisiensi Pelacakan	62
3.10.3 Analisis Stabilitas Subsistem Pendukung	62
3.10.4 Interpretasi Hasil dan Validitas Data	63
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	64
4.1 Gambaran Umum Pengujian Simulasi	64
4.2 Realisasi Model Simulasi Sistem PLTS <i>Off-grid</i>	64
4.3 Validasi Model PV Array pada Kondisi STC	67
4.4 Profil Lingkungan dan Beban pada Skenario NASA POWER	69
4.4.1 Profil Irradiansi dan Temperatur NASA POWER	70
4.4.2 Profil Beban Harian Sedang Rumah Hijau	72
4.5 Respons Karakteristik Elektrikal PV pada Skenario NASA POWER ..	73
4.5.1 Respons Tegangan dan Arus PV terhadap Irradiansi, Temperatur, dan Beban	73
4.5.2 Respons Daya PV terhadap Daya Maksimum Referensi	74
4.5.3 Rekapitulasi Respons PV Berdasarkan Profil Cuaca Bertahap ...	75
4.6 Efisiensi Pelacakan MPPT (<i>Tracking efficiency</i>)	77
4.6.1 <i>Tracking efficiency</i> pada Evaluasi Utama Profil Cuaca Bertahap	77
4.6.2 Interpretasi Nilai <i>Tracking efficiency</i>	78
4.7 Respons Subsistem Pendukung pada Skenario NASA POWER	78
4.7.1 Respons Tegangan dan Arus Baterai	79

4.7.2 Respons <i>Duty cycle Buck converter</i>	79
4.7.3 Respons Tegangan AC dan Indeks Modulasi Inverter	79
4.7.4 Interpretasi Stabilitas Subsistem Pendukung.....	80
4.8 Pembahasan Umum Kinerja MPPT <i>Incremental Conductance</i>	80
4.9 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu.....	82
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1 Kesimpulan.....	84
5.2 Saran	85
 DAFTAR PUSTAKA	86
 LAMPIRAN.....	89



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kondisi Operasi IC dan Koreksi <i>Duty cycle</i> pada <i>Buck converter</i> [5], [7].	20
Tabel 2.2	Komponen Sistem dan Representasinya dalam MATLAB/Simulink.	27
Tabel 3.1	Jadwal Pelaksanaan Penelitian.	38
Tabel 3.2	Pengaturan Simulasi MATLAB/Simulink	41
Tabel 3.3	Parameter PV Array pada Kondisi STC.	41
Tabel 3.4	Parameter Baterai <i>Lead-acid</i> pada Model Simulasi.	42
Tabel 3.5	Parameter <i>Buck converter</i> pada Model Simulasi	43
Tabel 3.6	Parameter Inverter, Transformator, dan Filter LC	44
Tabel 3.7	Spesifikasi Beban Rumah Hijau Poktan Mustika.	46
Tabel 3.8	Parameter Data NASA POWER	47
Tabel 3.9	Parameter Implementasi Algoritma MPPT <i>Incremental Conductance</i> .	48
Tabel 3.10	Definisi Interval Profil Cuaca Bertahap (C1–C8)	53
Tabel 3.11	Variabel Penelitian	56
Tabel 3.12	Hubungan Rumusan Masalah, Data Simulasi, dan Output Analisis..	57
Tabel 3.13	Data Simulasi yang Direkam.	58
Tabel 3.14	Interval Pengambilan Data Profil Cuaca Bertahap pada Skenario NASA POWER.	59
Tabel 3.15	Interval Pengambilan Data Berdasarkan Profil Beban Harian Sedang pada Skenario NASA POWER.	61
Tabel 4.1	Perbandingan Parameter Teoritis dan Hasil Simulasi PV Array pada Kondisi STC.	68
Tabel 4.2	Ringkasan Data NASA POWER Tanggal 24 November 2025 [19]..	71
Tabel 4.3	Rekapitulasi Respons Karakteristik Elektrikal PV pada Skenario NASA POWER.	76
Tabel 4.4	Rekapitulasi Parameter Subsistem Pendukung pada Kondisi Beban Dinamis	78
Tabel 4.5	Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem PLTS <i>Off-grid</i> 1 kWp [5], [6].	11
Gambar 2.2	Prinsip Kerja Kerja Sel Surya dan Mekanisme Konversi Foton Menjadi Energi Listrik [6], [11], [12].	13
Gambar 2.3	Kurva Karakteristik I–V dan P–V Modul Fotovoltaik [6], [12].	14
Gambar 2.4	Pengaruh Irradiansi dan Temperatur terhadap Kurva I–V dan P–V PV [6], [12].	15
Gambar 2.5	Konfigurasi PV Array 2S×5P.	16
Gambar 2.6	Diagram Alir Algoritma MPPT <i>Incremental Conductance</i> [5], [6], [7].	21
Gambar 2.7	Rangkaian Dasar <i>Buck converter</i> sebagai Aktuator MPPT [5], [6], [8].	23
Gambar 2.8	Ilustrasi <i>Tracking efficiency</i> pada Respons Daya PV [3], [5], [20].	31
Gambar 2.9	Kerangka Theoretic Penelitian.	32
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.	36
Gambar 3.2	Lokasi Rumah Hijau Poktan Mustika, Kramat Jati, Jakarta Timur. [22]	37
Gambar 3.3	Diagram Blok Sistem PLTS <i>Off-grid</i> 1 kWp.	39
Gambar 3.4	Alur Implementasi Algoritma MPPT <i>Incremental Conductance</i> pada <i>Buck converter</i> [5], [6], [7].	50
Gambar 3.5	Profil Irradiansi dan Temperatur Ambient NASA POWER 24-Jam	52
Gambar 3.6	Profil Beban Harian Rumah Hijau (49–609 W)]	54
Gambar 4.1	Skema Rangkaian Model Simulasi Sistem PLTS <i>off-grid</i> pada MATLAB/Simulink.	65
Gambar 4.2	Perbandingan Kurva P–V Teoritis dan Simulasi PV Array pada Kondisi STC.	68
Gambar 4.3	Profil Irradiansi dan Temperatur NASA POWER Tanggal 24 November 2025.	71
Gambar 4.4	Grafik Karakteristik Arus dan Tegangan PV terhadap Waktu	73
Gambar 4.5	Respons P_{pv} terhadap $P_{mpp,ref}$ pada Skenario NASA POWER.	75
Gambar 4.6	<i>Tracking efficiency</i> MPPT pada Skenario NASA POWER Berdasarkan Profil Cuaca Bertahap.	77

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Kepanjangan
AC	<i>Alternating Current</i>
BMS	<i>Battery Management System</i>
CC	<i>Constant Current</i>
CV	<i>Constant Voltage</i>
DC	<i>Direct Current</i>
IC	<i>Incremental Conductance</i>
LC	<i>Inductor-Capacitor</i>
LST	<i>Local Solar Time</i>
MPP	<i>Maximum Power Point</i>
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracking</i>
NASA POWER	<i>National Aeronautics and Space Administration Prediction of Worldwide Energy Resources</i>
PLTS	<i>Pembangkit Listrik Tenaga Surya</i>
PV	<i>Photovoltaic</i>
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
RMS	<i>Root Mean Square</i>
SOC	<i>State of Charge</i>
SPWM	<i>Sinusoidal Pulse Width Modulation</i>
STC	<i>Standard Test Conditions</i>
THD	<i>Total Harmonic Distortion</i>
2S×5P	<i>2 Series × 5 Parallel</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Sistem PLTS <i>Off-grid</i> Rumah Hijau Poktan Mustika....	89
Lampiran 2. Data NASA POWER 24 Jam Tanggal 24 November 2025	90
Lampiran 3. Script Algoritma MPPT <i>Incremental Conductance</i>	92



ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis kinerja algoritma *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) *Incremental Conductance* pada sistem PLTS *off-grid* 1 kWp dengan variasi beban di Rumah Hijau Poktan Mustika, Kramat Jati, Jakarta Timur. Penelitian dilakukan berbasis simulasi menggunakan MATLAB/Simulink dan Simscape Electrical. Model sistem terdiri dari PV array 2S×5P, *buck converter*, baterai *lead-acid* 12 V 100 Ah, inverter SPWM, transformator step-up, filter LC, dan beban AC rumah hijau. Validasi awal model PV array pada kondisi *Standard Test Conditions* (STC) menghasilkan daya simulasi sebesar 986,09 W terhadap daya maksimum teoritis 1001 W, dengan deviasi daya sebesar 1,49%. Parameter utama yang dianalisis meliputi tegangan PV (V_{pv}), arus PV (I_{pv}), daya PV (P_{pv}), dan *tracking efficiency* (η_{MPPT}), sedangkan parameter baterai, bus DC, inverter, dan beban digunakan sebagai data pendukung operasi sistem. Evaluasi kinerja difokuskan pada skenario dinamis menggunakan data irradiansi dan temperatur NASA POWER selama 24 jam yang dikombinasikan dengan profil beban harian sedang. Hasil simulasi pada periode evaluasi utama (pukul 06.00–16.00) menghasilkan *tracking efficiency* sebesar 93,21%–98,39% dengan rata-rata 96,15%. Penelitian ini juga menunjukkan konsistensi logika fisik pada periode malam hari (00.00–06.00 dan 18.00–24.00) dengan nilai keluaran PV sebesar nol seiring ketiadaan irradiansi. Hasil ini membuktikan bahwa algoritma MPPT *Incremental Conductance* mampu menjaga titik kerja PV tetap berada di sekitar daerah daya maksimum pada kondisi lingkungan dinamis dalam ruang lingkup model simulasi. Nilai *tracking efficiency* dalam penelitian ini dimaknai sebagai efisiensi pelacakan MPPT pada sisi PV, bukan efisiensi total sistem PLTS. Data NASA POWER digunakan sebagai pendekatan masukan lingkungan berbasis satelit/model atmosfer, bukan sebagai validasi lapangan penuh.

Kata kunci: *Incremental Conductance*, MPPT, NASA POWER, PLTS *off-grid*, variasi beban.

ABSTRACT

This study analyzes the performance of the Incremental Conductance (IC) Maximum Power Point Tracking (MPPT) algorithm in a 1 kWp off-grid photovoltaic (PV) system with load variations at the Mustika Farmers Group Greenhouse, Kramat Jati, East Jakarta. The research was conducted using simulation-based methods in MATLAB/Simulink and Simscape Electrical. The system model consists of a 2S×5P PV array, a buck converter, a 12 V 100 Ah lead-acid battery, an SPWM inverter, a step-up transformer, an LC filter, and greenhouse AC loads. Initial validation of the PV array model under Standard Test Conditions (STC) produced a simulated power of 986.09 W compared to the theoretical maximum power of 1001 W, resulting in a power deviation of 1.49%. The primary parameters analyzed include PV voltage (V_{pv}), PV current (I_{pv}), PV power (P_{pv}), and tracking efficiency (η_{MPPT}), while battery, DC bus, inverter, and load parameters served as supporting operational data. Performance evaluation focused on a dynamic scenario using 24-hour NASA POWER irradiance and temperature data combined with a medium daily load profile. Simulation results for the main evaluation period (06:00–16:00) showed a tracking efficiency ranging from 93.21% to 98.39% with an average of 96.15%. The study also demonstrated physical logic consistency during nighttime (00:00–06:00 and 18:00–24:00), with PV output values remaining at zero due to the absence of irradiance. These results prove that the Incremental Conductance MPPT algorithm is robust and effective in maintaining the PV operating point near the maximum power region under dynamic environmental conditions within the simulation scope. In this study, tracking efficiency is defined as the MPPT efficiency on the PV side, not the total efficiency of the PV system. NASA POWER data were utilized as a satellite/model-based environmental input approximation rather than full field validation.

Keywords: Incremental Conductance, MPPT, NASA POWER, off-grid photovoltaic system, load variation.