

**PENGARUH PARAMETER CAHAYA MATAHARI DAN
SUHU TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA THIN
*FILM JENIS AMORPHOUS***



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**MUHAMMAD AFIF
03041281419095**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PARAMETER CAHAYA MATAHARI DAN SUHU TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA *THIN FILM* JENIS *AMORPHOUS*



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH

MUHAMMAD AFIF

03041281419095

Indralaya, 3 November 2018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,

Dosen Pembimbing


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197108141999031005


Ir. H. Hairul Alwani HA, M.T., IPM.
NIP. 195709221987031003

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tandan Tangan



Pembimbing Utama

Ir. H. Hairu, Aiwanie, M.T., IPM.

Tanggal

20 / 11 / 2010

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Afif
NIM : 03041281419095
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Pengaruh Parameter Cahaya Matahari Dan Suhu Terhadap Daya Keluaran Panel Surya *Thin Film* Jenis *Amorphous*

Hasil Pengecekan

Software *iThenticate/Turnitin* : 18%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan projek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, 19 November 2018



Muhammad Afif

NIM. 03041281419095

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Puji syukur Penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **PENGARUH PARAMETER CAHAYA MATAHARI DAN SUHU TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA *THIN FILM* JENIS *AMORPHOUS***. Serta shalawat bertangkaikan salam selalu tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari kerjasama dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. H. Hairul Alwani HA, M.T.,IPM Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta nasihat selama proses penggerjaan skripsi, dan pihak lain yang sudah ikut berkontribusi dalam penyusunan skripsi ini sebagai berikut :

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Iwan Pahendra Anto Saputra, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS.,Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Abdul Haris Dalimunthe, ST., MTI. selaku dosen pembimbing akademik.
6. Bapak Ir. H. Hairul Alwani HA, M.T.,IPM selaku dosen pembimbing utama skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta nasihat selama penggerjaan skripsi.

7. Bapak Ir. Armin Sofijan, M.T. selaku dosen pembimbing pembantu skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta nasihat selama penggerjaan skripsi.
8. Seluruh dosen yang telah banyak memberikan ilmu yang Insya Allah Bermanfaat dan juga seluruh Staf Jurusan Teknik Elektro Unsri.
9. Orang tua saya yang selalu membantu serta memberi semangat dalam penulisan skripsi.
10. Keluarga Besar Teknik Elektro Angkatan 2014 teman-teman Sekendak Kabah Tulah (SKT) dan kepada seluruh teman- teman yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.
11. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi ini, yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu juga.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang luas kepada pembaca, walaupun dalam penulisannya skripsi ini masih terdapat kekurangan karena keterbatasan Penulis. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Terima Kasih.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Inderalaya, Oktober 2018

Penulis

ABSTRAK
**PENGARUH PARAMETER CAHAYA MATAHARI DAN SUHU TERHADAP
DAYA KELUARAN PANEL SURYA *THIN FILM* JENIS *AMORPHOUS***
(Muhammad Afif, 03041281419095, 2018, 55 halaman)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sangat efektif pada negara kita yang beriklim tropis. Proses kerjanya diawali dengan cahaya matahari, sinar radiasi yang dihasilkan dari cahaya matahari tadi kemudian ditangkap oleh panel surya, membuat *photon* bergerak menuju *electron* dan menghasilkan arus dan tegangan listrik. Banyak faktor yang mempengaruhi panel surya agar mendapatkan nilai yang maksimum. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter cahaya matahari dan suhu terhadap daya keluaran panel surya serta menghitung besar daya maksimum yang dihasilkan panel surya *thin film* jenis *amorphous*. Parameter cahaya matahari yang diukur hanya intensitas penerangan matahari dan suhu yang diukur adalah suhu permukaan panel surya. Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset Teknologi Energi Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya. Setelah dilakukan penelitian selama 7 hari, setiap kenaikan intensitas penerangan matahari (*E*) maka daya (*P*) yang dihasilkan panel surya akan ikut membesar. Intensitas penerangan matahari tertinggi pada penelitian hari ke-5 pukul 12.00 sebesar 57500 lux, menghasilkan daya sebesar 91,18 Watt. Setiap kenaikan suhu (*T*), tidak berpengaruh terhadap kenaikan daya (*P*) yang dihasilkan panel surya. Kenaikan suhu tertinggi terjadi pada penelitian hari ke-5 pukul 12.00 sebesar 46°C. Daya maksimum yang dihasilkan panel surya *thin film* jenis *amorphous* adalah sebesar 91,18 Watt.

Kata Kunci : PLTS, Amorphous, Cahaya Matahari, Suhu Permukaan Panel Surya.

ABSTRACT
**THE EFFECT OF SOLAR LIGHT PARAMETERS AND TEMPERATURE
ON THE OUTPUT POWER OF THE SOLAR PANEL THIN FILM TYPE
AMORPHOUS**

(Muhammad Afif, 03041281419095, 2018, 55 page)

Solar Power Plants (PLTS) are very effective in our country with a tropical climate. The work process begins with the sun's rays, the rays of radiation produced from the sun's light are then captured by the solar panel, making the photon move towards the electron and generate electrical current and voltage. Many factors affect the solar panel to get the maximum value. In this study aims to determine the effect of solar and temperature parameters on the output power of solar panels and calculate the maximum amount of power produced by amorphous thin film solar panels. The parameters of sunlight that are measured are only the intensity of solar lighting and the temperature measured is the surface temperature of the solar panel. The research was conducted at the Energy Technology Research Laboratory of the Department of Electrical Engineering, Sriwijaya University. After doing research for 7 days, every increase in the intensity of solar lighting (E) then the power (P) produced by the solar panel will also enlarge. The highest sun lighting intensity in the 5th day study at 12.00 was 57500 lux, resulting in a power of 91.18 Watts. Every increase in temperature (T), does not affect the increase in power (P) produced by the solar panel. The highest temperature increase occurred in the 5th day of study at 12.00 at 46 ° C. The maximum power produced by thin film type amorphous solar panels is 91.18 Watts.

Keywords: PLTS, Amorphous, Solar Light, Solar Panel Surface Temperature.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
NOMENKLATUR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Cahaya Matahari.....	5
2.1.1. Radiasi Matahari	5
2.1.2. Lama Penyinaran Matahari	6
2.1.3. Intensitas Penerangan Matahari	7
2.1.4. Spektrum radiasi matahari.....	8
2.2. Proses Konversi Solar Cell.....	9
2.3. Karakteristik Sel Surya.....	10
2.4. Parameter Yang Mempengaruhi Sel Suya Mendapatkan Nilai Maksimum	13

2.5. Jenis – Jenis panel surya.....	15
BAB III METODELOGI PENELITIAN	19
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.2. Metode Penelitian.....	19
3.3. Flowchart Penelitian.....	20
3.3. Tabel Perencanaan Penelitian.....	21
3.4. Alat dan Bahan Penelitian	22
3.5. Tahapan Penelitian	23
BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA.....	25
4.1. Data Hasil Pengukuran	25
4.2. Perhitungan Daya Keluaran Panel Surya	29
4.3. Grafik Data	41
4.4. Analisa Hasil Penilitian	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Radiasi Sorotan Dan Radiasi Sebaran Yang Mengenai Permukaan Bumi	6
Gambar 2.2 Tinjauan Kuat Penerangan	7
Gambar 2.3. Spektrum Radiasi Matahari	8
Gambar 2.4. Cara Kerja Sel Surya Dengan Prinsip P-N Junction	9
Gambar 2.5. Kurva I-V Pada Modul Sel Surya	10
Gambar 2.6. Pengaruh Koneksi Seri Paralel Modul Surya Terhadap Kurva Karakteristik I-V	13
Gambar 2.7. Karakteristik kurva I-V Terhadap Intensitas Cahaya Matahari ..	13
Gambar 2.8. Karakteristik Kurva I-V Terhadap Suhu	14
Gambar 2.9. Berbagai Jenis Teknologi Sel Surya.....	16
Gambar 2.10. Panel Surya Amorphous.....	18
Gambar 3.1 Flowchart (Diagram Alir) Penelitian.....	20
Gambar 3.2. Rangkaian Pengukuran Tegangan Open Circuit (V_{OC})	24
Gambar 3.3. Rangkaian Pengukuran Arus Short Circuit(I_{SC})	24
Gambar 4.1. Grafik Data Intensitas Penerangan Matahari Hari Ke-1	41
Gambar 4.2. Grafik Data Suhu Permukaan Panel Surya Hari Ke-1	41
Gambar 4.3. Grafik Data Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke-1	42
Gambar 4.4. Grafik Data Intensitas Penerangan Matahari Hari Ke-2	43
Gambar 4.5. Grafik Data Suhu Permukaan Panel Surya Hari Ke-2	43
Gambar 4.6. Grafik Data Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke-2	43
Gambar 4.7. Grafik Data Intensitas Penerangan Matahari Hari Ke-3	44
Gambar 4.8. Grafik Data Suhu Permukaan Panel Surya Hari Ke-3	45
Gambar 4.9. Grafik Data Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke-3	45
Gambar 4.10. Grafik Data Intensitas Penerangan Matahari Hari Ke-4	46
Gambar 4.11. Grafik Data Suhu Permukaan Panel Surya Hari Ke-4	46
Gambar 4.12. Grafik Data Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke-4	47
Gambar 4.13. Grafik Data Intensitas Penerangan Matahari Hari Ke-5	48

Gambar 4.14. Grafik Data Suhu Permukaan Panel Surya Hari Ke-5	48
Gambar 4.15. Grafik Data Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke-5	48
Gambar 4.16. Grafik Data Intensitas Penerangan Matahari Hari Ke-6	49
Gambar 4.17. Grafik Data Suhu Permukaan Panel Surya Hari Ke-6	50
Gambar 4.18. Grafik Data Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke-6	50
Gambar 4.19. Grafik Data Intensitas Penerangan Matahari Hari Ke-7	51
Gambar 4.20. Grafik Data Suhu Permukaan Panel Surya Hari Ke-7	51
Gambar 4.21. Grafik Data Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke-7	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tabel Perencanaan Penelitian.	21
Tabel 3.2. Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian.....	21
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Hari Ke-1 (Selasa, 7 Agustus 2018)	25
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Hari Ke - 2 (Rabu, 8 Agustus 2018).....	26
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Hari Ke - 3 (Kamis, 9 Agustus 2018).....	26
Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Hari Ke - 4 (Jum'at, 10 Agustus 2018).....	27
Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Hari Ke - 5 (Sabtu, 11 Agustus 2018)	27
Tabel 4.6. Hasil Pengukuran Hari Ke - 6 (Minggu, 12 Agustus 2018).....	28
Tabel 4.7. Hasil Pengukuran Hari Ke - 7 (Senin, 13 Agustus 2018)	38
Tabel 4.8. Spesifikasi Panel Surya	29
Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke - 1	37
Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke - 2	37
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke - 3	38
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke - 4	38
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke - 5	39
Tabel 4.14. Hasil Perhitungan Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke - 6	39
Tabel 4.15. Hasil Perhitungan Daya Keluaran Panel Surya Hari Ke - 7	40

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	7
Rumus 2.2	11
Rumus 2.3	12

NOMENKLATUR

E	: Intensitas Penerangan/Illuminasi (lux)
Φ	: fluks cahaya (lumen)
A	: luas bidang kerja (m^2)
T	: Suhu ($^{\circ}C$)
P_{out}	: Daya keluaran panel surya (Watt)
V_{oc}	: Tegangan <i>open circuit</i> (Volt)
I_{sc}	: Arus <i>short circuit</i> (Ampere).
FF	: Nilai rasio tegangan dan arus pada keadaan daya maksimum dan tegangan <i>open circuit</i> (V_{oc}) dan arus <i>short circuit</i> (I_{sc})
<i>Thin Film</i>	: Jenis panel surya dengan struktur sel suryanya lebih tipis dibanding panel yang lain
<i>Amorphopus</i>	: Jenis panel surya <i>Thin Film</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Listrik merupakan salah satu kebutuhan yang digunakan masyarakat dunia dalam satu hari penuh, dan saat ini kebutuhan listrik semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi serta informasi. Kita sudah tahu bahwa negara kita, Indonesia merupakan negara yang sangat kaya dibidang sumber daya alam dan sumber daya manusianya. Hal inilah yang dimanfaatkan menjadi sebuah industri yang menguntungkan. Pertumbuhan industri yang pesat harus selalu sinergis dengan kemampuan energi yang tersedia. Negara harus menyediakan energi untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dengan meningkatkan investasi, akan tetapi pertumbuhannya tidak sejalan dengan ketersediaan bahan bakar untuk pembangkit energi listrik. Suatu pembangkit harus menyuplai energi listrik ke pabrik, perkantoran, perindustrian, penerangan, rumah sakit, onjek penting lainnya, dan perumahan. Sedangkan daya yang dibangkitkan oleh pembangkit tidak diimbangi dengan pertumbuhan beban sehingga belum meratanya distribusi listrik kedaerah –daerah.

Pembuatan pembangkit baru menjadi solusi untuk mengatasi kekurangan daya dan tidak merataan distribusi listrik ini, ada begitu banyak energi baru dan terbarukan yang memiliki potensi untuk dijadikan pembangkit listrik seperti cahaya matahari. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sangat efektif dengan negara kita yang beriklim tropis. Proses kerjanya diawali dengan cahaya matahari, sinar radiasi yang dihasilkan dari cahaya matahari tadi kemudian ditangkap oleh panel surya, membuat *photon* bergerak menuju *electron* dan menghasilkan arus dan tegangan listrik. Tentunya dengan proses yang sederhana ini PLTS akan lebih

diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan di berbagai tempat seperti perkantoran, pabrik, gedung, perumahan dan lainnya. Ada 3 macam panel surya yang telah digunakan di Indonesia adalah Monokristal, Polikristal, Amorphous. Agar mendapatkan nilai yang maksimum sel surya sangat tergantung pada banyak faktor yaitu cahaya matahari, suhu permukaan panel surya, kecepatan angin bertiup, keadaan atmosfir, dan posisi letak sel surya terhadap matahari.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis berinisiatif untuk melakukan sebuah penelitian yang berjudul “Pengaruh Parameter Cahaya Matahari Dan Suhu Terhadap Daya Keluaran Panel Surya *Thin Film* Jenis *Amorphous*”.

1.2. Rumusan Masalah

Umumnya pembangkit listrik tenaga surya sekarang sudah banyak digunakan di negara kita, karena sangat cocok dengan iklim negara kita yaitu tropis. Panel surya thin film jenis amorphous sangat jarang digunakan di Indonesia, karena masyarakat belum tahu adanya panel surya amorphous. Dengan adanya skripsi ini, semoga masyarakat bisa mengetahui berapa besar daya maksimal panel surya thin film jenis amorphous dan apa saja yang mempengaruhi daya keluaran panel surya amorphous mencapai nilai maksimum. Sehingga membuat masyarakat lebih memilih panel surya ini dibanding panel yang lain.

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

1. Penelitian hanya dilakukan selama 7 hari.
2. Parameter cahaya matahari yang diukur hanya intensitas penerangan matahari.
3. Suhu yang diukur adalah suhu permukaan panel surya thin film jenis amorphous

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penulisan tugas akhir ini ialah sebagai berikut :

1. Menghitung berapa besar daya maksimum yang dihasilkan panel surya thin film jenis amorphous.
2. Mengetahui pengaruh intesitas penerangan matahari terhadap daya keluaran panel surya thin film amorphous.
3. Mengetahui pengaruh suhu terhadap daya keluaran panel surya thin film amorphous.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang secara garis besar diuraikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan dan manfaat penulisan, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan landasan teori- teori dasar yang berhubungan dengan pembangkit listrik tenaga surya dan apa saja yang mempengaruhi panel surya mencapai nilai maksimum.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai prosedur dan metode yang digunakan dalam pengambilan data dan pengumpulan data saat melakukan pengujian pengaruh parameter cahaya matahari dan suhu terhadap daya keluaran panel surya *thin film* jenis *amorphous*

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA

Bab ini berisikan data hasil penelitian, perhitungan dan analisa data dihasilkan dari pengaruh cahaya matahari dan suhu terhadap daya keluaran panel surya *thin film* jenis *amorphous*

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dan saran yang dapat diberikan berdasarkan pengujian yang telah dilakukan oleh penulis.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Manan, “Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Effisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia,” *Gema Teknol.*, hal. 31–35, 2009.
- [2] B. Yuwono, “Optimalisasi Panel Sel Surya dengan menggunakan sistem pelacak berbasis mikrokontroler AT89C51,” 2005.
- [3] Pujiastuti A, Harjoko Agus, “Sistem Perhitungan Lama Penyinaran Matahari (Studi Kasus : St . Klimatologi Barongan),” vol. Volume 5, 2016.
- [4] Alfanz , Rocky, Sumaedi Riza dan Suhendar, “Analisis Sistem Fotovoltaik Menggunakan Respon Dinamika Induksi Pada Lilitan Kawat Tembaga,” vol. 14, hal. 32–36, 2015.
- [5] S. Erwin dan G. Siagian, “Rancang Bangun Perangkat Lunak Analisis Penyerapan Radiasi Matahari Pada Selubung Bangunan,” vol. 5, no. 1, hal. 49–58, 2013.
- [6] A. Julisman, I. D. Sara, dan R. H. Siregar, “Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola,” vol. 2, no. 1, hal. 35–42, 2017.
- [7] Aditya,Michael dan Tjendro, “Prototype Sistem Kontrol Otomatis Pada Pembangkit Listrik Alternatif Tegangan Rendah”. M. Vol, “I E,” no. lx, 2014.
- [8] R. Alfanz, R. Sumaedi, dan Suhendar, “Analisis Sistem Fotovoltaik Menggunakan Respon Dinamika Induksi pada Lilitan Kawat Tembaga,” *Setrum*, vol. 4, no. 1, hal. 6–11, 2015.

- [9] A. E. F. Satwiko Sidopekso, “Studi Peningkatan Output Modul Surya Dengan Menggunakan Reflektor,” vol. 12, no. 3, hal. 101–104, 2010.
- [10] A. D. Hansen, P. Sørensen, dan L. H. Hansen, *Models for a Stand-Alone PV System*, vol. 1219, no. December. 2000.
- [11] S. Yuliananda, G. Sarya, dan R. R. Hastijanti, “Pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya,” *J. Pengabdi. LPPM Untag Surabaya*, vol. 01, no. 02, hal. 193–202, 2015.
- [12] S. Sharma, K. K. Jain, dan A. Sharma, “Solar Cells: In Research and Applications—A Review,” *Mater. Sci. Appl.*, vol. 06, no. 12, hal. 1145–1155, 2015.
- [13] R. Swami, “Solar Cell,” *Int. J. Sci. Res. Publ.*, vol. 2, no. 7, hal. 1–5, 2012.