

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN BAHAN AKRILIK
DENGAN POLIKARBONAT SEBAGAI PELINDUNG
PANEL SURYA TERHADAP DAYA KELUARAN PADA
PHOTOVOLTAIC JENIS *MONOCRYSTALLINE* 50 WP**



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

OLEH :

MUHAMMAD AULIA AL HAFIZ

03041282126039

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN BAHAN AKRILIK DENGAN POLIKARBONAT SEBAGAI PELINDUNG PANEL SURYA TERHADAP DAYA KELUARAN PADA *PHOTOVOLTAIC* JENIS *MONOCRYSTALLINE* 50 WP



SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD AULIA AL HAFIZ

03041282126039

Palembang, 28 April 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

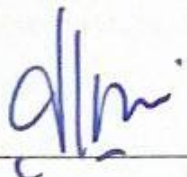
Ir. Caroline, S.T., M.T.
NIP. 197701252003122002

Mengetahui,
Ketua Jurusan teknik Elektro

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

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (SI).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Ir. Caroline, S.T., M.T.

Tanggal :

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Aulia Al Hafiz

NIM : 03041282126039

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

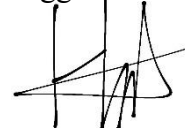
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS PERBANDINGAN BAHAN AKRILIK DENGAN POLIKARBONAT SEBAGAI PELINDUNG PANEL SURYA TERHADAP DAYA KELUARAN PADA *PHOTOVOLTAIC* JENIS *MONOCRYSTALLINE 50 WP*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang
Pada Tanggal : 28 April 2025



Muhammad Aulia Al Hafiz
NIM. 03041282126039

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Aulia Al Hafiz

NIM : 03041282126039

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin: 6%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Analisis Perbandingan Bahan Akrilik Dengan Polikarbonat Sebagai Pelindung Panel Surya Terhadap Daya Keluaran Pada *Photovoltaic* Jenis *Monocrystalline* 50 Wp” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah 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.

ng, 28 April 2025



Muhammad Aulia Al Hafiz
NIM. 03041282126039

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas izin, rahmat, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan baik. Skripsi yang berjudul "Analisis Perbandingan Bahan Akrilik Dengan Polikarbonat Sebagai Pelindung Panel Surya Terhadap Daya Keluaran Pada *Photovoltaic* Jenis *Monocrystalline* 50 Wp", yang berhasil disusun dan diselesaikan dengan lancar, mulai dari tahap perencanaan hingga tahap akhir penyusunan.

Pada Kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

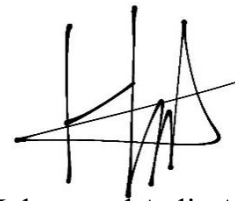
1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU., APEC Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T, M.S selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Ibu Ir. Caroline, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Akademik dan Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Ir. Iwan Pahendra Anto S, S.T, M.T sebagai Dosen Pembimbing Akademik.
6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama masa jabatan.
7. Orang tua tercinta, Papa dan Mama yang selalu menjadi alasan penulis menyelesaikan penelitian ini, yang tiada hentinya selalu memberikan kasih sayang, doa dan motivasi dengan penuh keikhlasan yang tak terhingga kepada penulis.
8. Saudara penulis, Yuk Anis, Yuk Inayah, dan Kak Ican yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dan memberikan doa yang tiada hentinya.
9. Sahabat penulis M. Dwi Ardiansyah, Muhamad Rifqi, dan M. Aulia Rachman yang telah memberikan dukungan sampai saat ini.

10. “Baduts” grup sahabat penulis, yang selalu menemani dan membantu penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini.
11. Teman – teman satu bimbingan bersama Ibu Ir. Caroline, S.T., M.T., yaitu M. Radja Alfarisi, Zeri Prabowo, Alvierina Azzahra Ningrum, Luthfiah Cikal Maherdiva, Ayu Usuwatun Hasana, dan Salsabila Maharani terimakasih telah membantu dalam pembuatan penelitian dan juga penulisan skripsi ini.
12. Teman-Teman dari Teknik Elektro Angkatan 2021 atas dukungan dan memori selama berada dimasa perkuliahan.
13. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Elektro FT Unsri, tempat dimana penulis banyak belajar hal baru, terimakasih atas canda dan tawa yang selalu dilalui bersama.
14. Dan pihak-pihak yang membantu dan memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, baik dari segi penyusunan, bahasa maupun penulisan. penulis meminta maaf apabila terdapat kesalahan kata-kata yang kurang berkenan dan penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi siapapun yang membacanya serta dapat berguna bagi penulis sendiri maupun pembacanya.

Palembang, 28 April 2025



Muhammad Aulia Al Hafiz
NIM. 03041282126039

ABSTRAK
ANALISIS PERBANDINGAN BAHAN AKRILIK DENGAN
POLIKARBONAT SEBAGAI PELINDUNG PANEL SURYA TERHADAP
DAYA KELUARAN PADA *PHOTOVOLTAIC* JENIS *MONOCRYSTALLINE*
50 WP

(Muhammad Aulia Al Hafiz, 03041282126039, 2025, 83 Halaman)

Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang potensial di Indonesia, namun kinerjanya dipengaruhi oleh suhu, intensitas cahaya, dan kebersihan panel. Penelitian ini membandingkan efektivitas akrilik dan polikarbonat sebagai pelindung panel surya monocrystalline 50 Wp. Pengujian dilakukan selama 10 hari pada tiga kondisi: tanpa pelindung (PV1), pelindung polikarbonat (PV2), dan pelindung akrilik (PV3), dengan parameter tegangan, arus, suhu, dan daya keluaran. Hasilnya, PV3 menghasilkan daya rata-rata tertinggi sebesar 9,43 W, disusul PV1 sebesar 8,05 W, dan PV2 sebesar 7,29 W. Meskipun suhu PV3 tinggi, akrilik tetap unggul dan menghasilkan arus dan daya lebih besar. Sebaliknya, polikarbonat menurunkan performa akibat transmisi cahaya rendah dan suhu tinggi. Dengan demikian, akrilik lebih efektif meningkatkan daya dan melindungi panel dibandingkan polikarbonat maupun tanpa pelindung.

Kata kunci: Panel surya, Akrilik, Polikarbonat, Daya Keluaran, Fotovoltaik, Monokristalin.

ABSTRACT

COMPARATIVE ANALYSIS OF ACRYLIC AND POLYCARBONATE MATERIALS AS PROTECTIVE COVERS FOR SOLAR PANELS ON THE OUTPUT POWER OF 50 WP MONOCRYSTALLINE PHOTOVOLTAIC MODULES

(Muhammad Aulia Al Hafiz, 03041282126039, 2025, 83 pages)

Solar energy is a promising renewable energy source in Indonesia, but its performance is influenced by factors such as temperature, light intensity, and panel cleanliness. This study compares the effectiveness of acrylic and polycarbonate as protective covers for 50 Wp monocrystalline solar panels. Tests were conducted over 10 days under three conditions: without cover (PV1), with polycarbonate cover (PV2), and with acrylic cover (PV3), measuring voltage, current, surface temperature, and power output. The results show that PV3 produced the highest average power at 9.43 W, followed by PV1 at 8.05 W, and PV2 at 7.29 W. Despite higher temperatures, PV3 performed better due to acrylic's high light transmission (90–92%), resulting in greater current and power. In contrast, polycarbonate reduced performance due to lower light transmission and higher temperatures. Thus, acrylic is more effective in enhancing power output while providing physical protection compared to polycarbonate or no cover.

Keywords: *solar panel, acrylic, polycarbonate, output power, photovoltaic, monocrystalline.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR RUMUS.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Energi Terbarukan	5
2.2. Modul Surya	5
2.3. Jenis Modul Surya	6
2.3.1. <i>Monocrystalline</i> (Monokristalin)	7

2.3.2.	<i>Polycrystallin</i> (Polikristalin)	8
2.3.3.	<i>Thin Film Solar cell</i>	8
2.4.	Karakteristik Modul Surya	9
2.5.	Daya Listrik	10
2.5.1.	Daya Aktif	11
2.5.2.	Daya Reaktif.....	11
2.5.3.	Daya Semu	11
2.6.	Radiasi Matahari.....	12
2.7.	Akrilik.....	12
2.8.	Polikarbonat.....	13
2.9.	<i>Solar Charge Controller</i>	15
2.10.	Baterai.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		17
3.1.	Lokasi dan Waktu Penelitian	17
3.2.	Metode Penelitian	18
3.3.	Diagram Alir Penelitian	19
3.4.	Alat dan Bahan	20
3.5.	Spesifikasi Alat	21
3.6.	Desain Alat	22
3.7.	Rangkaian Pengukuran	24
3.8.	Skema Pengambilan Data.....	25
3.9.	Tahapan Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		28
4.1.	Umum	28
4.2.	Perancangan dan Pembuatan Prototipe.....	28
4.3.	Data Hasil Penelitian	30
4.3.1.	Data Hasil Pengukuran 12 Maret 2025	31
4.3.2.	Data Hasil Pengukuran 12 April 2025	32
4.4.	Perhitungan Rata-Rata	33
4.4.1.	Perhitungan Rata-Rata Pada Hari Keempat	33
4.4.2.	Perhitungan Rata-Rata Hari Kesepuluh	34
4.5.	Grafik Hasil Pengukuran	37

4.5.1	Grafik Tegangan Rata-Rata Ketiga Panel	37
4.5.2	Grafik Arus Rata-Rata Ketiga Panel	39
4.5.3	Grafik Suhu Rata-Rata Ketiga Panel	41
4.5.4	Grafik Daya Rata-Rata Ketiga Panel	43
4.6	Analisa Hasil Penelitian	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....		49
LAMPIRAN.....		52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya Monokristalin	7
Gambar 2.2 Panel Surya Jenis Polikristalin	8
Gambar 2.3 Panel Surya Jenis Thin Film Solar Cell	9
Gambar 2.4 Lembar Akrilik	13
Gambar 2.5 Polikarbonat	15
Gambar 2.6 Solar Charge Controller	15
Gambar 2.7 Baterai	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Desain Prototype Tampak Depan	22
Gambar 3.3 Desain Prototype Tampak Atas	22
Gambar 3.4 Desain Prototype Tampak Samping	23
Gambar 3.5 Rangkaian Pengukuran Tegangan	24
Gambar 3.6 Rangkaian Pengukuran Arus	24
Gambar 3.7 Skema Rangkaian Pengambilan Data	25
Gambar 4.1 Hasil Akhir Kerangka Alat.....	29
Gambar 4.2 Prototipe PLTS.....	29
Gambar 4.3 Proses Pengambilan Data Arus.....	30
Gambar 4.4 Proses Pengambilan Data Tegangan.....	30
Gambar 4.5 Grafik Rata-Rata Tegangan Selama 10 Hari Pengambilan Data.....	37
Gambar 4.6 Grafik Rata-Rata Arus Selama 10 Hari Pengambilan Data.....	39
Gambar 4.7 Grafik Rata-Rata Suhu Selama 10 Hari Pengambilan Data.....	41
Gambar 4.8 Grafik Rata-Rata Daya Selama 10 Hari Pengambilan Data.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	17
Tabel 3.2 Alat dan Bahan	20
Tabel 3.3 Spesifikasi Modul Surya	21

DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1.....	11
Persamaan 2.2.....	11
Persamaan 2.3.....	11

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi merupakan salah satu faktor penting pencapaian pembangunan berkelanjutan. Sumber energi dunia sudah mengalami beberapa kali perubahan, dari yang awalnya mayoritas menggunakan biomassa seperti kayu bakar untuk memenuhi kebutuhan energinya, berubah menjadi fosil seperti batu bara, minyak dan gas bumi yang dipicu revolusi industri pada tahun 1900-an. Penggunaan energi fosil yang semakin tinggi menyebabkan kenaikan emisi gas rumah kaca sehingga iklim menjadi tidak stabil [1].

Indonesia adalah negara yang berada di daerah khatulistiwa dengan kekayaan alam yang melimpah, termasuk sinar matahari. Matahari sebagai sumber energi dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik dan berbagai kebutuhan lainnya [2].

Sistem energi surya yang paling umum adalah sistem fotovoltaik (PV) surya, yaitu perangkat dan teknologi yang mampu mengubah energi foton dari cahaya menjadi *output* berupa tegangan dan arus listrik. Teknologi ini merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memberikan solusi langsung. Biaya yang semakin terjangkau, serta perannya dalam mendukung pengembangan energi terbarukan, sistem PV kini dianggap sebagai alternatif yang kompetitif terhadap sumber daya terbarukan lainnya. Di beberapa negara, teknologi ini bahkan mulai bersaing dengan pembangkit listrik berbasis bahan bakar fosil yang lebih maju. Kinerja sistem PV dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti cuaca, iklim, dan tingkat radiasi matahari [3].

Kinerja panel surya tidak hanya ditentukan oleh jenis sel surya yang digunakan tetapi juga sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti suhu, intensitas sinar matahari, dan debu yang menempel pada permukaan panel. Faktor-faktor ini dapat menurunkan konversi energi surya menjadi listrik, sehingga diperlukan metode tambahan untuk melindungi panel surya dan menjaga kinerjanya agar tetap optimal. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan melindungi

permukaan panel menggunakan bahan yang mampu menjaga permukaan tetap bersih dan melindungi panel dari kerusakan fisik [4].

Pada penelitian yang dilakukan Talib K. Murtadha (2022) [5] menunjukkan bahwa pemasangan lembar akrilik bening dengan ketebalan 3 mm di atas panel fotovoltaik (PV) memberikan dampak positif terhadap kinerja panel. Lembar akrilik tersebut dipasang pada jarak 30 cm dari permukaan panel dengan berbagai sudut kemiringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan akrilik sejajar dengan panel PV dapat mengurangi suhu permukaan panel hingga 10% dibandingkan dengan panel tanpa akrilik. Penurunan suhu ini berkontribusi pada peningkatan efisiensi listrik dan daya keluaran panel PV sebesar 2%.

Selain itu, pengujian dengan sudut kemiringan 30° dan 45° menunjukkan hasil yang sama baik, di mana sudut kemiringan 30° memberikan penurunan suhu permukaan tertinggi, yakni sebesar 7,5%. Penurunan suhu ini tidak hanya meningkatkan kinerja panel PV tetapi juga meningkatkan produksi energi listrik serta memperpanjang umur sel fotovoltaik. Oleh karena itu, penelitian ini mengindikasikan bahwa pemasangan lembar akrilik bening dengan pengaturan yang tepat dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan efisiensi dan umur panjang panel PV [5].

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh latar belakang tersebut, penulis tertarik melakukan penelitian tugas akhir dengan menambahkan bahan polikarbonat dan akrilik sebagai pelindung pada panel surya. Dari permasalahan yang telah di sebutkan di atas, maka peneliti akan membahas mengenai **”Analisis Perbandingan Bahan Akrilik dengan Polikarbonat sebagai Pelindung Panel Surya terhadap Daya Keluaran pada *Photovoltaic* Jenis *Monocrystalline* 50wp”**.

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini mencakup beberapa pertanyaan penting. Pertama, bagaimana pengaruh penggunaan bahan akrilik dan polikarbonat sebagai pelindung dengan diberi jarak 30 cm terhadap panel PV, terhadap daya keluaran panel surya *monocrystalline* 50 Wp. Selain itu, penelitian ini juga ingin mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara penggunaan akrilik

dan polikarbonat dalam menjaga daya keluaran panel surya dan suhu pada panel PV. Terakhir, penelitian ini akan menganalisis bahan pelindung manakah yang menunjukkan hasil daya paling besar.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang diinginkan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat prototipe pelindung panel PV menggunakan pelindung akrilik dan polikarbonat serta tanpa pelindung.
2. Mengukur serta menganalisis tegangan dan arus pada panel PV yang dilindungi akrilik dan polikarbonat serta tanpa pelindung.
3. Menghitung dan menganalisis daya dari panel PV yang dilindungi akrilik dan polikarbonat serta tanpa pelindung.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan, supaya penelitian yang akan dijalankan dapat terarah dan tidak keluar dari pokok bahasan yang ada, batasan masalah pada penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Jenis *photovoltaic* yang digunakan adalah *monocrystalline* dengan daya 50 Wp.
2. Bahan pelindung yang akan digunakan adalah akrilik dan polikarbonat dengan ketebalan 3mm yang diletakkan pada jarak 30 cm terhadap panel PV dan yang tidak diberi pelindung.
3. Pengambilan data dilakukan setiap 30 menit dari pukul 11.00 – 13.30.
4. Prototipe yang telah dibuat tidak memperhitungkan faktor ekonomi.
5. Pengujian tidak membahas mengenai efisiensi.
6. Kemiringan panel yang digunakan sebesar 15°.

1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan dari tugas akhir ini akan terdiri dari 5 (lima) bab, yaitu terbagai seperti berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang penelitian kemudian bagaimana perumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan terkait dasar teori dari panel surya, jenis-jenis *photovoltaic*, prinsip kerja *photovoltaic*, karekteristik akrilik dan polikarbonat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai metode penelitian, lokasi dan waktu penelitian, alur penelitian, alat dan bahan, desain dan spesifikasi peralatan penelitian, skema pengambilan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil penelitian dan membahasnya berdasarkan data yang diperoleh serta kaitannya dengan teori yang relevan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya atau penerapan praktis di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, “Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [2] M. S. Amin, Emidiana, I. Kartika, and Y. Irwansi, “Penggunaan Panel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Pada Alat Pengering Makanan,” *J. Ampere*, vol. 7, no. 1, pp. 15–21, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/ampere/article/view/7703/5898>
- [3] M. Ben Zohra, A. Riad, and A. Alhamany, “Optimizing the conception of hybrid PV/PCM by optimizing the heat transfer at the contact interface and by integrating two types of PCM,” *Results Eng.*, vol. 16, no. June, p. 100614, 2022, doi: 10.1016/j.rineng.2022.100614.
- [4] O. C. Mocioiu *et al.*, “Hydrophobic and Transparent Tantalum Pentoxide-Based Coatings for Photovoltaic (PV) Solar Panels,” *Coatings*, vol. 14, no. 3, 2024, doi: 10.3390/coatings14030273.
- [5] T. K. Murtadha, “Installing clear acrylic sheet to reduce unwanted sunlight waves that photovoltaic panels receive,” *Results Eng.*, vol. 17, no. October 2022, p. 100875, 2023, doi: 10.1016/j.rineng.2023.100875.
- [6] I. Purnawan, “Energi Baru dan Terbarukan (EBT) 01 Dasar Kondisi 02 Pengertian Energi,” 2021.
- [7] R. Hasrul, “Sistem Pendinginan Aktif Versus Pasif Di Meningkatkan Output Panel Surya,” *J. Sain, Energi, Teknol. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 79–87, 2021.
- [8] P. Jawab *et al.*, “Penerbit LP3M UMY Penerbit LP3M UMY,” *Tek. 37 (2)*, 2016, 59-63, vol. 11, no. 2, pp. 61–78, 2016, doi: 10.14710/teknik.v37n2.9011.
- [9] M. Anggara and W. Saputra, “Analisis Kinerja Sel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline di Kabupaten Sumbawa NTB,” *J. Flywheel*, vol. 14, no. 1, pp. 7–12, 2023, doi: 10.36040/flywheel.v14i1.6521.
- [10] M. B. Salim and N. Rajabiah, “Analisis Kemampuan Panel Surya Monokristalin 150 Watt pada Arus dan Pengisian yang Dihasilkan,” *JIPFRI*

(*Jurnal Inov. Pendidik. Fis. dan Ris. Ilmiah*), vol. 3, no. 1, pp. 29–35, 2019, doi: 10.30599/jipfri.v3i1.342.

- [11] D. A. Pratama and I. H. Siregar, “Uji Kinerja Panel Surya Polycrystallin 100WP,” *Jptm*, vol. 6, no. 3, pp. 79–85, 2018.
- [12] H. Maghfiroh, F. Adriyanto, J. Slamet Saputro, A. Sujono, and R. L. Lambang GH, “Pengenalan Teknologi Energi Terbarukan Panel Surya Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama (Smp),” *INTEGRITAS J. Pengabdian*, vol. 6, no. 2, p. 406, 2022, doi: 10.36841/integritas.v6i2.1527.
- [13] A. A. Nugroho, H. Isyanto, and W. Ibrahim, “Analisa Perbandingan Kinerja Panel Surya Jenis Monocrystalline dan Thin Film,” *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga Listrik. Komputer)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2024.
- [14] I. H. Fadlioni, Budiyanto, “Simulasi Karakteristik Listrik Dari Sel Surya Yang Terhubung Secara Paralel Dan Pengujiannya Secara Eksperimen,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, p. 5, 2018.
- [15] R. T. Hudan, Ivan Safril, *Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (Iot)*. 2019.
- [16] R. L. Boylestad, *INTRODUCTORY CIRCUIT ANALYSIS Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*. 2003.
- [17] A. B. Pradana, U. Y. Oktawati, J. T. Putra, D. W. F. S. N. Giyatno, and A. Surriani, “Interpretasi Praktis Terhadap Istilah-Istilah Daya pada Rangkaian Listrik Satu Fase Sinusoidal,” *J. List. Instrumentasi dan Elektron. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2021, doi: 10.22146/juliet.v1i1.53847.
- [18] S. A. Kalogirou, *Solar Energy Engineering: Processes and Systems*. 2009.
- [19] E. A. Huang, L., *Development of high-efficiency perovskite solar cells: Perspectives and challenges*. 2019.
- [20] P. P. T. D. Priatam, “Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP,” *RELEJurnal Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 48–54, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE/article/view/7825>
- [21] A. A. K. A.-W. Maan J B Buni, *Effect of solar radiation on photovoltaic cell*. 2018.
- [22] J. P. H.P. Garg, *Solar Energy: Principles and Applications*. 2019.
- [23] A. Gupta, “Performance of Polycarbonate Sheets in Solar Photovoltaic

- Systems,” *Elsevier*, no. Energy Reports, 2018.
- [24] M. Khatri, “Polycarbonate as a Protective Layer for Photovoltaic Modules,” *Elsevier*, no. Renewable Energy, 2017.
- [25] Jain, “Effect of Polycarbonate Covers on the Efficiency of Solar Photovoltaic Systems,” *Elsevier*, no. Solar Energy Materials and Solar Cells, 2019.
- [26] A. S. Putra, H. Afianti, and R. Watiasih, “Comparative Analysis of Solar Charge Controller Performance Between MPPT and PWM on Solar Panels,” *JEECS (Journal Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 1197–1202, 2023, doi: 10.54732/jeeecs.v7i1.217.
- [27] B. A. W. Widhiawan, S. Handoko, and D. Darjat, “Perancangan Sistem Charging Baterai Menggunakan Buck-Boost Converter Dengan Sumber Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano,” *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 17–25, 2021, doi: 10.14710/transient.v10i1.17-25.