

SKRIPSI
PENINGKATAN EFISIENSI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA *MONOCRYSTALLINE* 50 WP
DENGAN PENAMBAHAN REFLEKTOR CERMIN
GANDA



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

OLEH:
ZAINAL
03041281924130

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

LEMBAR PENGESAHAN
PENINGKATAN EFISIENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
MONOCRYSTALLINE 50 WP DENGAN PENAMBAHAN REFLEKTOR
CERMIN GANDA



SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

ZAINAL

03041281924130

Palembang, 26 Mei 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Caroline, S.T., M.T.

NIP. 197701252003122002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

NIP. 197108141999031005

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Zainal
NIM : 03041281924130
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universtias Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 10%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul "Peningkatan Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Monocrystalline* 50 WP Dengan Penambahan Reflektor Cermin Ganda" 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.

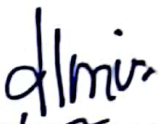
Indralaya, 26 Mei 2023



NIM.03041281924130

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 (S1).

Tanda Tangan : 
Pembimbing Utama : Caroline, S.T., M., T.
Tanggal : 26/Mei/2023

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Zainal
NIM : 0301281924130
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya
Jenis Karya : Skripsi

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

**PENINGKATAN EFISIENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
MONOCRYSTALLINE 50 WP DENGAN PENAMBAHAN REFLEKTOR
CERMIN GANDA**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif 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 Indralaya
Pada Tanggal: 26 Mei 2023



Zainal

NIM. 03041281924130

9. Kepada Isba Indralaya yang telah menjadi tempat bernaung dan menjadi tempat berproses selama perkuliahan dan selama di tanah rantau.
10. Kepada UKM Unsri Mengajar yang sudah memberikan pengalaman hidup yang sangat berharga dan menjadi rumah kedua selama perkuliahan.
11. Teman-teman satu bimbingan Ibu Caroline, S.T.,M.T., yang selalu memberikan semangat agar bisa menyelesaikan skripsi ini secara maksimal serta teman-teman Angkatan Teknik Elektro 2019 yang sudah menjalani perkuliahan bersama-sama.
12. Kepada Ricky, wira, fajar, budi, saribi yang telah menjadi keluarga ditanah rantau yang selalu menjadi teman sekaligus orang tua sesama sobat musafir.
13. Seluruh pihak yang tidak mampu disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir hingga meraih gelar Sarjana Teknik.
14. Kepada diri sendiri karena telah kuat dalam menjalani perkuliahan dengan semangat dan tanpa ada kata putus asa hingga bisa menyelesaikan sampai ke Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, dengan rendah hati penulis mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan terkait isi dari skripsi ini. Dan semoga Allah SWT selalu memberkati dan memberikan kesehatan kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing saya mulai dari awal perkuliahan hingga tercapainya gelar sarjana teknik pada diri saya.

Indralaya, Mei 2023



Zainal

NIM.03041281924130

ABSTRAK

Peningkatan Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Monocrystalline* 50

WP Dengan Penambahan Reflektor cermin ganda

(Zainal, 03041281924130,2023, 38 Halaman)

Energi listrik merupakan energi yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari manusia dan pada saat ini pemanfaatannya beragam mulai dari bidang industri sampai dengan skala rumah tangga. Energi surya digunakan sebagai sumber energi alternatif yang potensial, terutama mengingat sumber energi yang besar dan sangat memakan waktu. Selain itu energi matahari dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik yang ramah lingkungan, sehingga jika energi ini dapat dikelola dengan baik maka kebutuhan energi manusia dapat terpenuhi. Penelitian yang telah dilakukan yaitu peningkatan efisiensi pembangkit listrik tenaga surya *Monocrystalline* 50 WP dengan penambahan reflektor cermin ganda selama 7 hari penelitian dan telah menghasilkan rata-rata peningkatan tegangan yaitu sebesar 0,64 V dan pada pengambilan data arus terjadi rata-rata peningkatan arus sebesar 0,16 A lalu terjadi peningkatan nilai rata-rata daya output yang dihasilkan yaitu sebesar 3,996 W dan didapatkan peningkatan pada nilai rata-rata efisiensi sebesar 2,3%. Intensitas cahaya matahari yang sampai pada panel surya akan mempengaruhi hasil dari data yang didapatkan yaitu seperti pada panel surya dengan penambahan reflektor cermin ganda akan menghasilkan nilai efisiensi lebih besar jika dibandingkan dengan sebelum penambahan reflektor cermin ganda, oleh karena itu penambahan reflektor cermin ganda dapat meningkatkan intensitas cahaya matahari yang sampai pada panel surya dan dapat meningkatkan efisiensi dari panel surya tersebut.

Kata Kunci: Panel surya, *Monocrystalline*, Reflektor, Efisiensi

ABSTRACT

Increasing the Efficiency of a 50 WP Monocrystalline Solar Power Plant With the Addition of a Double Mirror Reflector

(Zainal, 03041281924130,2023, 38 Pages)

Electrical energy is the most widely used energy in human daily life and at present its use varies from the industrial sector to the household scale. Solar energy is used as a potential alternative energy source, especially considering that the energy source is large and very time consuming. In addition, solar energy can be used as a source of electrical energy that is environmentally friendly, so that if this energy can be managed properly, human energy needs can be fulfilled. The research that has been done is to increase the efficiency of the Monocrystalline 50 WP solar power plant with the addition of a double mirror reflector for 7 days of research and has resulted in an average increase in voltage of 0.64 V and in current data collection there is an average increase in current of 0.16 A then there is an increase in the average value of the output power produced, which is equal to 3.996 W and an increase in the average value of efficiency is obtained by 2.3%. The intensity of sunlight that reaches the solar panel will affect the results of the data obtained, namely for solar panels with the addition of a double mirror reflector will produce a greater efficiency value when compared to before adding a double mirror reflector, therefore the addition of a double mirror reflector can increase the intensity sunlight that reaches the solar panel and can increase the efficiency of the solar panel.

Keywords : *Solar Panel, Monocrystalline, Reflector, Efficiency*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Energi Matahari.....	5
2.2 Sel Surya	5
2.2.1 Prinsip Kerja Sel Surya.....	6
2.2.2 Panel Surya <i>Monocrystalline</i>	7
2.3 Iradiasi Matahari	8
2.4 Efisiensi Panel Surya	9
2.5 Reflektor Cermin Datar.....	10
2.6 Inverter	11

2.7	Solar Charge Controller	11
2.8	Penelitian Terkait	12
BAB III METODELOGI PENELITIAN		14
3.1	Lokasi Penelitian	14
3.2	Waktu Penelitian	14
3.3	Umum.....	15
3.4	Diagram Alir Penelitian	16
3.5	Alat dan Bahan.....	17
3.6	Desain dan Spesifikasi Peralatan Penelitian	19
3.7	Skema Pengambilan Data	19
3.8	Rangkaian Pengukuran	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Umum.....	21
4.2	Perancangan Alat	21
4.3	Hasil Perhitungan Data	23
4.4	Grafik Hasil Pengukuran.....	26
4.5	Analisa Hasil Penelitian	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		34
5.1	Kesimpulan	34
5.2	Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA		36
LAMPIRAN.....		39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya.....	6
Gambar 2.2 Bagian – Bagian batangan kristal silikon.....	7
Gambar 2.3 Cermin Datar	11
Gambar 2.4 Inverter	12
Gambar 2.5 <i>Solar Charge Controller</i>	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3.2 Desain Alat.....	19
Gambar 3.3 Skema Pengambilan Data.....	20
Gambar 3.4 Rangkaian Pengukuran.....	20
Gambar 4.1 Rangka Panel Surya tanpa Reflektor.....	22
Gambar 4.2 Penopang Panel Surya dengan reflektor.....	23
Gambar 4.3 Pengkabelan Panel Surya	23
Gambar 4.4 Alat Penelitian	24
Gambar 4.5 Grafik Rata – Rata Tegangan	28
Gambar 4.6 Grafik Rata – Rata Arus	29
Gambar 4.7 Grafik Rata – Rata Daya Output	30
Gambar 4.8 Grafik Rata – Rata Efisiensi.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya.....	13
Tabel 3.1 Waktu Perencanaan Penelitian.....	14
Tabel 3.2 Alat dan Bahan.....	17
Tabel 3.3 Spesifikasi Alat	19
Tabel 3.4 Matriks Penelitian	21
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Data Panel Surya tanpa Relektor pada jam 10.30 WIB di 7 Hari Pengambilan Data	24
Tabel 4.2 Nilai rata-rata Pengukuran dan Perhitungan Data di 7 Hari Pengambilan Data Pada Pembangkit listrik tenaga surya tanpa penambahan Reflektor cermin ganda dan dengan penambahan Reflektor cermin ganda.	26

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Daya Input	9
Rumus 2.2 Daya output.....	9
Rumus 2.3 Efisiensi Panel Surya	10

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Pengambilan Data	40
Lampiran 1.1 Gambar Alat penelitian.....	40
Lampiran 1.2 Gambar Pengukuran Tegangan	40
Lampiran 1.3 Gambar Pengukuran Arus	41
Lampiran 1.4 Gambar Data radiasi matahari di Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya	41
Lampiran 2. Lampiran Data Panel Surya Tanpa Penambahan Reflektor dan Dengan Penambahan Reflektor	42
Lampiran 2.1 Data Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Penambahan Reflektor Dan Panel Surya Dengan Penambahan Reflektor Pada Jam 10.30 ...	42
Lampiran 2.2 Data Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Penambahan Reflektor Dan Panel Surya Dengan Penambahan Reflektor pada jam 11.30	43
Lampiran 2.3 Data Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Penambahan Reflektor Dan Panel Surya Dengan Penambahan Reflektor pada jam 12.30	44
Lampiran 2.4 Data Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Penambahan Reflektor Dan Panel Surya Dengan Penambahan Reflektor pada jam 13.30	45
Lampiran 2.5 Data Hasil Pengukuran Panel Surya Tanpa Penambahan Reflektor Dan Panel Surya Dengan Penambahan Reflektor pada jam 14.30	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari manusia dan pada saat ini pemanfaatannya beragam mulai dari bidang industri sampai dengan skala rumah tangga adalah energi listrik. Kebutuhan listrik makin hari semakin meningkat karena berkembangnya zaman sehingga kebutuhan listrik ini meningkat karena banyaknya kebutuhan peralatan yang menggunakan energi listrik.

Salah satu permasalahan yang dihadapi pada pembangkit listrik yang digunakan saat ini adalah ketersediaan bahan bakar yang digunakan dalam jangka waktu lama akan menguras sumber daya alam seperti minyak, gas dan batubara, sehingga ketersediaannya berkurang. Oleh karena itu, pengembangan pembangkit listrik baru dan terbarukan merupakan solusi yang tepat untuk mengatasi masalah ketersediaan pembangkit tersebut.

Energi surya digunakan sebagai salah satu penghasil energi alternatif yang potensial, terutama mengingat energi yang dihasilkan tidak akan habis atau dapat terbarukan. Kemudian energi matahari bisa dikembangkan menjadi salah satu energi yang tidak merusak atau dapat dikatakan ramah lingkungan, lalu jika bisa digunakan secara baik, permintaan energi akan bisa dipenuhi.

Sel surya merupakan elemen semikonduktor yang memakai prinsip fotovoltaiik untuk mengkonversikan energi matahari menjadi energi listrik. Modul surya merupakan rakitan dari sel-sel surya dan panel surya adalah rakitan dari modul-modul surya. Adapun sel surya bisa menjadi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi terbarukan, meskipun efisiensinya masih tergolong rendah.

Dampak dari rendahnya nilai efisiensi daripada sel surya ini, akan mempengaruhi daya output yang dihasilkan oleh panel surya. Diperlukan upaya lebih lanjut untuk memecahkan permasalahan rendahnya nilai efisiensi panel surya ini agar bisa meningkatkan nilai efisiensi dari panel surya. Solusi yang bisa digunakan salah satunya adalah dengan melakukan penambahan intensitas cahaya

matahari yang diserap oleh panel surya dengan melakukan penambahan reflektor pada panel, hal ini dapat mengakibatkan jumlah sinar matahari yang diserap oleh panel surya akan lebih banyak sehingga akan meningkatkan daya keluaran dari panel surya itu sendiri, dengan meningkatnya nilai daya keluaran dari panel surya, maka nilai efisiensi dari panel surya juga akan mengalami peningkatan.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi terbarukan. Sel surya digunakan sebagai alat utama yang akan digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Komponen yang dibutuhkan untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik disebut sel surya. Sel surya merupakan elemen semikonduktor yang memakai prinsip fotovoltaiik untuk mengkonversikan energi matahari menjadi energi listrik. Namun pada kenyataannya efisiensi dari penggunaan panel surya ini masih tergolong rendah yaitu di angka 15%-20% sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan nilai efisiensi dari panel surya itu sendiri. Solusi yang bisa digunakan salah satunya adalah dengan melakukan penambahan intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya dengan melakukan penambahan reflektor pada panel. Lalu muncullah suatu permasalahan yaitu bagaimana pengaruh penambahan reflektor terhadap peningkatan efisiensi.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat Prototipe PLTS dengan Penambahan Reflektor cermin ganda
2. Mengukur dan Menganalisis Tegangan dan Arus pada Panel Surya
3. Menghitung dan Menganalisis daya keluaran pembangkit listrik tenaga surya sebelum dan sesudah penambahan Reflektor cermin ganda
4. Menghitung dan Menganalisis efisiensi pembangkit listrik tenaga surya sebelum dan sesudah penambahan Reflektor cermin ganda.

1.4 Batasan Masalah

Karena Luasnya permasalahan didalam penelitian. Batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Penelitian ini menggunakan panel surya fotovoltaik yang berjenis *Monocrystalline* dengan kapasitas 50 WP
2. Penelitian ini menggunakan reflektor yang berbahan cermin datar dengan dimensi 35cm x 54cm.
3. Sudut kemiringan panel surya yaitu sebesar 25° dan kemiringan reflektor terhadap panel surya sebesar 120° .
4. Penelitian ini tidak membahas mengenai pengisian baterai dan juga tidak membahas mengenai pengaruh dari sudut kemiringan panel surya terhadap optimalisasi matahari.
5. Pengukuran data tegangan dan arus dilakukan dalam kurun waktu setiap 1 jam sekali dari pukul 10.30 – 14.30 WIB dalam 7 hari penelitian.
6. Perubahan suhu panel diabaikan
7. Penelitian ini tidak membahas dari sisi ekonomis

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan dari tugas akhir ini akan terdiri dari 5 (lima) bab, yaitu terbagi 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 membahas mengenai pengertian dan hal hal berkenaan dengan pembangkit listrik tenaga surya , komponen penyusun PLTS, dan rumusan-rumusan atau persamaan persamaan yang digunakan untuk penghitungan efisiensi PLTS

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai waktu dan tempat penelitian, metode pengambilan data, langkah-langkah penelitian, dan diagram alur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai data-data yang telah dikumpulkan dari hasil penelitian yang dilakukan terkait dengan pengaruh efisiensi dari reflektor maupun pendingin pada permukaan panel.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup dan berisikan kesimpulan dan juga saran dari seluruh hasil penelitian yang diharapkan dapat bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Almanda, D. (2018). Studi Pemilihan Sistem Pendingin pada Panel Surya Menggunakan Water Cooler, Air Mineral dan Air Laut. *RESISTOR (elektRONika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTRik kOMputeR)*.
- [2] Amani Darma Tarigan, H. (2020). PENGGUNAAN SISTEM PENDINGIN TEMPERATUR SEBAGAI PENINGKATAN KINERJA PANEL SURYA.
- [3] Anita Eka Febtiwiyanti, S. S. (2010). Studi Peningkatan Output Modul Surya dengan menggunakan Reflektor. *JURNAL FISIKA DAN APLIKASINYA*.
- [4] Deni Almanda, B. P. (2017). Perbandingan Sistem Pendingin pada Konsentrasi Water Coolant, Air Mineral, dan Air Laut Menggunakan Panel Surya Fleksibel Monocrystalline 20 Wp. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)* .
- [5] Erliza Yuniarti, S. . (2022). Panel Surya dengan Reflektor Cermin Datar untuk Penerangan Rumah Sederhana . *Serambi Engineering*.
- [6] Fakhira Salsabilla Putri, S. P. (2022). Rancang Bangun Plts Kapasitas 50 Wp Menggunakan Reflektor untuk Meningkatkan Efisiensi Panel Surya. *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*.
- [7] Fitra Madani, L. R. (2018). PEMANFAATAN ENERGI SURYA SEBAGAI SUPLAI CADANGAN PADA RUANGAN JURUSAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR.
- [8] Hamdi, S. (2014). MENGENAL LAMA PENYINARAN MATAHARI SEBAGAI SALAH SATU PARAMETER KLIMATOLOGI. *Berita Dirgantara*, 7-16.
- [9] Ida Bagus Gde Widiantara, N. S. (2019). Pengaruh Penggunaan Pendingin Air Terhadap Output Panel Surya Pada Sistem Tertutup. *JURNAL MATRIX*.
- [10] Moch. Fahrulrozi, M. J. (2019). STUDI PENINGKATAN DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DARI DAYA 50 WATT

MENJADI 1000 WATT DI DESA MONTALLAT I KABUPATEN BARITO UTARA KALIMANTAN TENGAH.

- [11] Nelly Safitri, T. R. (2019). *BUKU TEKNOLOGI PHOTOVOLTAIC*. Aceh: YAYASAN PUGA ACEH RISET.
- [12] Pratama, M. E. (2020). UJI KINERJA PANEL SURYA SILIKON TIPE POLIKRISTALDENGAN VARIASI LEBAR REFLEKTOR CERMIN GANDA YANG TERBUAT DARI ALUMUNIUM FOIL.
- [13] Puteri Kusumaning Tiyas, M. W. (2020). PENGARUH EFEK SUHU TERHADAP KINERJA PANEL SURYA. *Jurnal Teknik Elektro*.
- [14] Rifaldo Pido, S. H. (18). Analisa Pengaruh Pendinginan Sel Surya Terhadap Daya Keluaran dan Efisiensi. *TEKNOLOGI*.
- [15] Rismanto Arif Nugroho, M. F. (2014). MEMAKSIMALKAN DAYA KELUARAN SEL SURYA DENGAN MENGGUNAKAN CERMIN PEMANTUL SINAR MATAHARI (REFLECTOR). *TRANSIENT*.
- [16] Sanni Ilyas, I. K. (2017). PENINGKATAN EFISIENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN REFLEKTOR PARABOLA. *JETri*, 67.
- [17] Saputra, E. (n.d.). PENINGKATAN PERFORMA PANEL SURYA DENGAN SISTEM PENDINGIN UNTUK MEREDUKSI PANAS PERMUKAAN. *Jurnal Media Mesin*.
- [18] Setyaningrum, Y. (2017). PENGUKURAN EFISIENSI PANEL SURYA TIPE MONOKRISTALIN DAN KARAKTERISASI STRUKTUR MATERIAL PENYUSUNNYA .
- [19] Supri, J. (2019). RANCANG BANGUN PANEL SURYA DENGAN VARIASI SUDUT REFLEKTOR UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA.
- [20] T. Azuar Rizal, M. A. (2014). Kaji Eksperimental Pendinginan Panel Surya Menggunakan Media Udara. *Jurnal Ilmiah JURUTERA*.
- [21] Tri Rahajoeningroem, I. J. (2022). Sistem Pendingin Otomatis Panel Surya Untuk Peningkatan Daya Output Berbasis Mikrokontroler. *TELEKONTRAN*.

- [22] Wimatra, A. (2022). PENINGKATAN DAYA KELUARAN PLTS DENGAN MENGGUNAKAN PENDINGIN PADA PERMUKAAN PANEL. *Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi*.