

SKRIPSI

ANALISIS *PROTOTYPE* PANEL SURYA *POLYCRYSTALLINE* 10 WP DENGAN REFLEKTOR CERMIN DATAR DAN *THERMOELECTRIC COOLER* (*TEC*) SEBAGAI PENDINGIN



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

OLEH

MUHAMMAD IHSAN

03041282126029

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

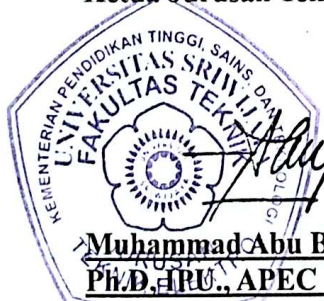
**ANALISIS *PROTOTYPE* PANEL SURYA
POLYCRYSTALLINE 10 WP DENGAN REFLEKTOR
CERMIN DATAR DAN *THERMOELECTRIC COOLER*
(TEC) SEBAGAI PENDINGIN**



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

**OLEH
MUHAMMAD IHSAN
03041282126029**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**



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

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

**Ike Bayusari, S.T., M.T.
NIP. 197010181997022001**

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 : Ike Bayusari, S.T., M.T.
Tanggal : 13 Mei 2025

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Ihsan
NIM : 03041282126029
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin: 8%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Analisis Kinerja *Prototype* Panel Surya *Polycrystalline* 10 Wp Dengan Reflektor Cermin Datar Dan *Thermoelectric Cooler (TEC)* Sebagai Pendingin” 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.

Palembang, 13 Mei 2025


Muhammad Ihsan
NIM. 03041282126029

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Muhammad Ihsan
NIM : 03041282126029
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 *PROTOTYPE* PANEL SURYA *POLYCRYSTALLINE* 10 WP DENGAN REFLEKTOR CERMIN DATAR DAN *THERMOELECTRIC COOLER* (*TEC*) SEBAGAI PENDINGIN

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: 13 Mei 2025



Muhammad Ihsan
NIM. 03041282126029

KATA PENGANTAR

Rasa syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS KINERJA *PROTOTYPE* PANEL SURYA *POLYCRYSTALLINE* 10 WP DENGAN REFLEKTOR CERMIN DATAR DAN *THERMOELECTRIC COOLER (TEC)* SEBAGAI PENDINGIN” dengan baik dan selesai tepat pada waktunya.

Dalam penyusunan ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Tugas Akhir ini. Maka dari itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas nikmat yang luar biasa yang telah diberikan kepada saya, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dalam keadaan yang sehat dan tanpa kekurangan apapun
2. Bapak Suharjo, Ibu Widiyati, Nadia, dan Raina. Kemudian Papa zul, Kak Tono, Wak Jau, serta rekan saya Elman
3. Keluarga yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan selama penyusunan Skripsi berlangsung.
4. Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU
5. Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya, Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., IPM
6. Hj. Ike Bayusari, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
7. Seluruh Civitas Akademika Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, dan Universitas Sriwijaya
8. Teman-teman serta kakak-kakak Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan baik dalam isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis mohon maaf atas segala kekhilafan dan penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis

mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semoga segala bantuan serta bimbingan yang penulis dapatkan selama ini mendapatkan rahmat dan ridho dari Allah Subhanahu Wata'ala. Aamiin.

Indralaya, Mei 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Muhammad Ihsan', written in a cursive style.

Muhammad Ihsan

ABSTRAK

ANALISIS *PROTOTYPE* PANEL SURYA *POLYCRYSTALLINE* 10 WP DENGAN REFLEKTOR CERMIN DATAR DAN *THERMOELECTRIC* *COOLER (TEC)* SEBAGAI PENDINGIN

(Muhammad Ihsan, 03041282126029, 2025, 50 halaman)

Energi surya merupakan salah satu energi baru terbarukan (EBT) yang paling banyak dimanfaatkan sebagai sumber listrik di Indonesia. Sebagai negara beriklim tropis yang terletak di garis khatulistiwa, Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar. Meski Indonesia memiliki potensi energi surya yang besar, tantangan utamanya adalah efisiensi panel surya yang dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari dan suhu modul. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengombinasikan penggunaan sistem pendingin TEC dan reflektor cermin datar pada *prototype* panel surya untuk meningkatkan tegangan, arus, daya keluaran, serta efisiensinya. Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap 2 *prototype*, yaitu *prototype* panel surya tanpa reflektor dan sistem pendingin TEC dan *prototype* panel surya dengan tambahan reflektor dan sistem pendingin TEC. Hasil uji menunjukkan bahwa *prototype* panel surya 10 Wp dengan reflektor dan TEC menghasilkan tegangan dan arus tertinggi sebesar 12,86 V dan 0,504 A pada pukul 12.00 WIB, serta menurunkan suhu permukaan panel dibandingkan *prototype* tanpa reflektor dan TEC yaitu 11,983 V dan 0,448 A. Selain itu, daya dan efisiensi tertinggi yang dicapai juga lebih besar, yaitu 6,48 W dan 7,1521%, dibandingkan 5,36 W dan 5,9709% pada *prototype* tanpa perlakuan tambahan. Hal tersebut dapat terjadi akibat peran reflektor dalam meningkatkan intensitas radiasi matahari dan sistem pendingin otomatis TEC yang dapat menekan suhu permukaan panel surya.

Kata Kunci : Energi Surya, Reflektor, Sistem Pendingin, TEC (*Thermoelectric Cooler*)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Palembang, 20 Mei 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



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

NIP. 197108141999031005



Ike Bayusari, S.T., M.T.

NIP. 197010181997022001

ABSTRACT
ANALYSIS OF A 10 WP POLYCRYSTALLINE SOLAR PANEL
PROTOTYPE WITH FLAT MIRROR REFLECTOR AND
THERMOELECTRIC COOLER (TEC) AS A COOLING SYSTEM
(Muhammad Ihsan, 03041282126029, 2025, 50 pages)

Solar energy is one of the most widely utilized renewable energy sources in Indonesia. As a tropical country located on the equator, Indonesia has a significant potential for solar energy. Despite this potential, one of the main challenges in utilizing solar energy is the efficiency of solar panels, which is influenced by the intensity of solar radiation and the temperature of the panel modules. Therefore, this study combines the use of a TEC cooling system and flat mirror reflectors on a solar panel prototype to improve voltage, current, power output, and overall efficiency. The research involved testing two prototypes: one without reflectors and a TEC cooling system, and another equipped with both. The results show that the 10 Wp solar panel prototype with reflectors and TEC produced the highest voltage and current at 12.86 V and 0.504 A at 12:00 PM WIB, while also reducing the panel surface temperature compared to the prototype without enhancements, which produced 11.983 V and 0.448 A. Furthermore, the highest power and efficiency achieved were also greater, at 6.48 W and 7.1521%, compared to 5.36 W and 5.9707% in the untreated prototype. This improvement is attributed to the reflectors' role in increasing solar radiation intensity and the automatic TEC cooling system's ability to reduce the surface temperature of the solar panel.

Keywords : Solar Energy, Reflector, Cooling System, TEC
(Thermoelectric Cooler)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


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

Palembang, 20 Mei 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing


Ike Bayusari, S.T., M.T.
NIP. 197010181997022001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Panel Surya	6
2.1.1 Sel Surya	6
2.1.2 Prinsip Kerja Sel Surya	6
2.1.3 Jenis – Jenis Panel Surya.....	7
2.2 Termoelektrik	9
2.2.1 Prinsip Kerja Termoelektrik	10
2.2.2 Modul Termoelektrik.....	11
2.3 Reflektor.....	12
2.3.1 Reflektor Cermin Datar	12
2.3.2 Jumlah dan Sudut Kemiringan Reflektor	13

2.3.3 Luas Permukaan Reflektor Cermin Datar	13
2.4 <i>Heat sink</i>	13
2.5 Faktor Yang Mempengaruhi Performa Panel Surya.....	14
2.5.1 Intensitas Radiasi Matahari	14
2.5.2 Suhu	14
2.5.3 Orientasi dan Sudut Kemiringan Panel Surya.....	15
2.6 Metode Pendinginan.....	15
2.6.1 Pendinginan Pasif.....	15
2.6.2 Pendinginan Aktif	16
2.7 Perpindahan panas.....	16
2.7.1 Konveksi	17
2.7.2 Konduksi	17
2.7.3 Radiasi.....	17
2.8 Daya Listrik.....	18
2.8.1 Daya Aktif.....	18
2.8.2 Daya Reaktif.....	18
2.8.3 Daya Semu	19
2.9 Efisiensi.....	19
2.10 Penelitian Sebelumnya	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian.....	22
3.2 Metode Penelitian.....	22
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	23
3.4 Alat dan Bahan	24
3.5 Spesifikasi Alat	26
3.6 Desain <i>Prototype</i>	27
3.6.1 Desain <i>Prototype</i> Panel Surya tanpa Reflektor dan <i>TEC</i>	28
3.6.2 Desain <i>Prototype</i> Panel surya dengan Reflektor dan <i>TEC</i>	28
3.7 Skema Pengambilan Data	29
3.8 Rangkaian Pengukuran.....	31
3.8.1 Rangkaian Pengukuran Tegangan	31
3.8.2 Rangkaian Pengukuran Arus	31

3.9 Prosedur Penelitian.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Umum.....	33
4.2 Data Hasil Pengukuran.....	33
4.2.1 Data Hasil Pengukuran <i>Prototype</i> Panel Surya Tanpa Reflektor Dan Pendingin	34
4.2.2 Data Hasil Pengukuran <i>Prototype</i> Panel Surya Dengan Reflektor Dan Pendingin	34
4.3 Perhitungan Daya Pada <i>Prototype</i> Panel Surya Tanpa Dan Dengan Reflektor Dan TEC Sebagai Pendingin.....	35
4.3.1 Perhitungan Daya Masukan	35
4.3.2 Perhitungan Daya Keluaran	36
4.4 Hasil dan Analisis.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja Sel Surya	7
Gambar 2.2 Panel Surya Polycrystalline.....	8
Gambar 2.3 Panel Surya Monokristalin	8
Gambar 2.4 Panel Surya <i>Thin Film</i>	9
Gambar 2.5 <i>Thermoelectric Generator (TEG)</i>	11
Gambar 2.6 <i>Thermoelectric Cooler (TEC)</i> [17].....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 3.2 <i>Prototype</i> Panel Surya Tanpa Reflektor dan TEC	28
Gambar 3.3 <i>Prototype</i> Panel Surya Dengan Reflektor dan TEC	28
Gambar 3.4 Tampak Belakang	29
Gambar 3.5 Skema Pengambilan Data Panel Surya dengan Reflektor dan <i>TEC</i> Sebagai Pendingin.....	29
Gambar 3.6 Skema Pengambilan Data Panel Surya Tanpa Reflektor dan <i>TEC</i> Sebagai Pendingin.....	30
Gambar 3.7 Rangkaian Pengukuran Tegangan	31
Gambar 3.8 Rangkaian Pengukuran Arus	31
Gambar 4. 1 <i>Prototype</i> Panel Tanpa Dan Dengan Reflektor dan <i>TEC</i> sebagai Pendingin.....	33
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Tegangan antara Kedua <i>Prototype</i>	37
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Arus dari Kedua <i>Prototype</i>	38
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Daya Keluaran pada Kedua <i>Prototype</i>	39
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Efisiensi antara kedua <i>Prototype</i>	40
Gambar 4. 6 Suhu Permukaan Panel pada Hari Ke – 3	41
Gambar 4. 7 Suhu Permukaan Panel pada Hari Ke – 7	43
Gambar 4. 8 Suhu Permukaan Panel Surya pada Hari Ke – 9	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Daftar Penelitian Sebelumnya	20
Tabel 3.1 Tabel Rencana Waktu Penelitian	22
Tabel 3.2 Daftar Alat dan Bahan	24
Tabel 3.3 Spesifikasi Panel Surya	27
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Thermoelectric Cooler</i> (TEC).....	27
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengukuran <i>Prototype</i> 1.....	34
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengukuran <i>Prototype</i> 2	35
Tabel 4. 3 Tabel Pengukuran Hari Ke – 3	41
Tabel 4. 4 Tabel Pengukuran Hari Ke – 7	42
Tabel 4. 5 Tabel Pengukuran Hari Ke – 9	44

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1.....	10
Persamaan 2.2.....	10
Persamaan 2.3.....	18
Persamaan 2.4.....	18
Persamaan 2.5.....	18
Persamaan 2.6.....	19
Persamaan 2.7.....	19
Persamaan 2.8.....	20

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi baru terbarukan (EBT) merupakan energi berkelanjutan yang terdiri dari energi matahari, angin, air, biomassa, panas bumi, dan lain – lain. Energi surya atau *solar energy* merupakan satu diantara EBT yang paling banyak dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Indonesia merupakan negara iklim tropis yang terletak di garis khatulistiwa sehingga memiliki potensi energi surya yang cukup besar yaitu $\pm 4,8 \text{ kWh/m}^2$ rata-rata intensitas radiasi matahari perharinya[1].

Meskipun Indonesia memiliki potensi energi surya yang cukup besar, salah satu yang menjadi tantangan dari pemanfaatan energi surya adalah efisiensi dari panel surya itu sendiri. Efisiensi panel surya dipengaruhi oleh berbagai macam kondisi, diantaranya yaitu intensitas radiasi cahaya matahari dan suhu dari modul panel surya. Nilai daya keluaran yang didapat dari panel surya tergantung pada intensitas radiasi sinar matahari. Akan tetapi, saat ini optimalisasi daya keluaran yang dihasilkan masih kurang. Hal tersebut dikarenakan inkonsistensi intensitas radiasi matahari seiring pergerakan matahari dari timur ke barat sehingga penyerapan cahaya matahari kurang optimal[2]. Selain itu, faktor suhu terhadap efisiensi daya yang dihasilkan akan menurun seiring dengan peningkatan suhu pada permukaan PV, penurunan akan mencapai 0,4 – 0,65 % tiap kenaikan 1°C pada permukaan PV setelah melampaui suhu optimalnya[3]. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan efisiensi panel surya melalui pengembangan metode pendinginan yang dapat menjaga suhu modul tetap optimal saat beroperasi.

Banyak penelitian mengenai pendinginan panel surya telah dilakukan. Salah satunya yaitu penelitian[4] yang membahas tentang penggunaan *Thermoelectric Cooler* (TEC) sebagai pendingin untuk menurunkan suhu permukaan dalam meningkatkan daya keluaran panel surya. Penelitian ini memanfaatkan sisi dingin

dari TEC untuk menurunkan suhu pada bagian plat aluminium yang ditempel di bagian belakang panel. Kemudian, daya keluaran dari panel surya yang berpendingin dengan panel surya tanpa pendingin tersebut diukur dan dibandingkan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa panel surya yang memanfaatkan TEC sebagai pendingin lebih besar daya keluarannya dibandingkan dengan panel surya tanpa pendingin. Hal ini disebabkan suhu permukaan panel surya yang dipasang pendingin TEC menjadi lebih rendah dibanding panel surya tanpa pendingin sehingga outputnya lebih optimal.

Selain itu, pemanfaatan reflektor sebagai alat bantu untuk meningkatkan penyerapan cahaya pada panel surya juga telah menunjukkan potensi yang menjanjikan. Pada penelitian[5] penggunaan reflektor berupa cermin datar dapat meningkatkan jumlah sinar matahari yang diterima panel. Penelitian tersebut memvariasikan jumlah dan sudut kemiringan dari reflektor cermin datar sebagai perbandingan untuk mengetahui mana yang lebih besar daya keluarannya. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa 3 reflektor cermin datar dengan kemiringan sudut 60° menghasilkan daya keluaran yang lebih besar dibandingkan dengan 1 atau 2 buah reflektor dan dengan variasi sudut kemiringan 40° , 50° , 70° .

Oleh karena itu, penelitian ini akan mengkombinasikan antara pendinginan TEC dan reflektor cermin datar pada *prototype* panel surya guna meningkatkan tegangan, arus, daya keluaran serta efisiensi dari panel surya tersebut. Penelitian ini merujuk kepada penelitian [6] dengan menganalisis efisiensi dari kombinasi antara panel surya dengan reflektor cermin datar dan sistem pendingin berbasis mikrokontroler. Yang membedakan penelitian ini dengan penelitian tersebut terdapat pada sistem pendingin yang dipakai. Sistem pendingin yang dipakai pada penelitian ini menggunakan *Thermoelectric Cooler (TEC)* 12706, sedangkan penelitian[6] menggunakan air

Penelitian ini juga mengembangkan sistem otomatis pada pendingin TEC dengan menggunakan arduino dan sensor suhu sebagai sistem kontrolnya, di mana TEC hanya akan aktif pada saat suhu panel mencapai atau melampaui suhu optimal. Sistem otomatisasi ini diharapkan dapat mengurangi konsumsi energi pendingin, sehingga energi yang dihasilkan panel surya dapat digunakan secara efektif dan efisien. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada peningkatan

efisiensi energi yang dihasilkan, tetapi juga pada optimalisasi penggunaan energi yang diterima panel surya.

1.2 Rumusan Masalah

Energi matahari merupakan energi baru terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik dengan cara mengkonversikan cahaya matahari menjadi energi listrik melalui panel surya atau fotovoltaik (PV). Namun, dalam pemanfaatannya, panel surya masih menghadapi beberapa tantangan salah satunya yaitu terkait kinerja dari panel surya. Kinerja pada panel surya dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu intensitas radiasi matahari dan suhu pada panel surya. Suhu sangat berpengaruh terhadap kinerja dari panel surya. Tegangan, arus, dan daya listrik yang mengalir akan menurun seiring meningkatnya suhu pada permukaan panel surya. Hal ini juga dapat berpengaruh terhadap kinerja dari panel surya karena penurunan daya keluaran dan efisiensi panel surya[7]. Selain itu, intensitas radiasi matahari pun berpengaruh terhadap daya keluaran maupun efisiensi dari panel surya.

Maka dari itu, perlu adanya solusi agar panel surya dapat menangkap dan menyerap energi matahari secara maksimal serta sistem pendinginan untuk menurunkan suhu dari permukaan modul sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan daya keluaran secara optimal. Upaya yang bisa dilakukan penulis sebagai solusi dari permasalahan tersebut yaitu merancang sebuah *prototype* panel surya dengan kombinasi antara reflektor cermin datar untuk memfokuskan cahaya matahari ke arah permukaan panel dan TEC sebagai sistem pendingin panel surya. Hal tersebut didukung berdasarkan penelitian terdahulu yaitu penelitian [2], [4], [5]. Sistem pendingin pada *prototype* ini akan menggunakan sistem otomatis guna mengurangi konsumsi daya panel surya serta mengoptimalkan kinerja pendingin yang apabila aktif ketika suhu panel melampaui suhu optimal yaitu 47°.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, dapat ditentukan tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun *prototype* panel surya *polycrystalline* 10 Wp dengan reflektor cermin datar dan sistem pendingin otomatis menggunakan TEC 12706.
2. Mengukur dan menganalisis tegangan, arus, serta suhu pada *prototype* panel surya *polycrystalline* 10 Wp dengan reflektor cermin datar dan sistem pendingin otomatis menggunakan TEC 12706 serta panel surya tanpa menggunakan TEC dan reflektor cermin datar.
3. Menghitung dan menganalisis daya keluaran dan efisiensi dari *prototype* panel surya *polycrystalline* 10 Wp dengan reflektor cermin datar dan sistem pendingin otomatis menggunakan TEC 12706 dengan panel surya tanpa menggunakan TEC dan reflektor cermin datar.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari pokok pembahasan, maka penelitian ini harus terarah dengan membatasi masalah penelitian. Berikut batasan masalah penelitian:

1. Menggunakan panel surya *polycrystalline* berkapasitas 10 Wp.
2. Menggunakan *thermoelectric* dengan jenis TEC 12706.
3. Posisi dan sudut kemiringan panel surya statis atau tetap. Kemiringan panel surya diatur sebesar 30°.
4. Menggunakan 4 buah cermin datar sebagai reflektor.
5. Kemiringan reflektor cermin datar 120°.
6. Sistem kendali Arduino UNO yang dipakai hanya berperan sebagai *switch on/off* sistem pendingin yang ada pada panel surya
7. Tidak memperhitungkan faktor lingkungan

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

1. Menambah wawasan kepada pembaca terkait pengaruh kombinasi antara reflektor dan TEC untuk meningkatkan efisiensi dan keluaran panel surya.
2. Penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi panel surya melalui kombinasi reflektor cermin datar dan pendingin TEC.

3. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan penelitian dan teknologi baru terkait peningkatan efisiensi dan keluaran dari panel surya.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan ini menjabarkan penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian tinjauan pustaka, mencakup gambaran umum serta landasan teoritis yang dapat mendukung dan memperkuat penelitian mengenai *prototype* panel surya polycrystalline 10 Wp dengan reflektor kaca datar dan TEC-12706 sebagai pendingin.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian metodologi penelitian ini membahas tentang lokasi dan waktu pelaksanaan, metode penelitian, prosedur penelitian, alat dan bahan, serta desain alat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan ini memuat data yang didapat dari hasil penelitian serta analisa data mengenai pengujian *prototype* panel surya polycrystalline 10 wp dengan reflektor kaca datar dan TEC -12706 sebagai pendingin.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini penulis menyimpulkan hasil penelitian berdasarkan data yang didapat dari penelitian yang dilakukan serta memberikan saran untuk penelitian berikutnya berdasarkan evaluasi dari penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Matahari Untuk PLTS di Indonesia,” KESDM. Accessed: Nov. 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/matahari-untuk-plts-di-indonesia>
- [2] H. Abdillah, “Analisis perbandingan daya keluaran modul solar cell 50 WP terhadap penambahan reflector cermin datar,” Banten, Jun. 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/VENS>
- [3] Z. Xu, Q. Kong, H. Qu, and C. Wang, “Cooling characteristics of solar photovoltaic panels based on phase change materials,” *Case Studies in Thermal Engineering*, vol. 41, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.csite.2022.102667.
- [4] A. Rahim, K. Hee Khwee, and P. Studi Teknik Elektro Jurusan Elektro, “PENGUNAAN PENDINGIN THERMO-ELECTRIC (PELTIER) UNTUK MENURUNKAN TEMPERATUR PERMUKAAN DALAM MENINGKATKAN DAYA KELUARAN PANEL SURYA.”
- [5] I. Susanti, B. Ginting, Nurhaida, Mutiar, and H. Gitriadi, “ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN REFLEKTOR CERMIN DATAR TERHADAP DAYA OUTPUT PADA PLTS,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 13, pp. 10–18, Nov. 2023.
- [6] A. M. Fallo, M. Jafri, and D. G. H Adoe, “Analisis Efisiensi Panel Surya Menggunakan Reflektor Dan Sistem Pendingin Berbasis Mikrokontroler,” 2023.
- [7] K. Srithar, K. Akash, R. Nambi, M. Vivar, and R. Saravanan, “Enhancing photovoltaic efficiency through evaporative cooling and a solar still,” *Solar Energy*, vol. 265, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.solener.2023.112134.
- [8] A. Thongchuea, “Electronic Devices Conventional Current Version,” 2018.
- [9] A. S. Al-Ezzi and M. N. M. Ansari, “Photovoltaic Solar Cells: A Review,” Aug. 01, 2022, *MDPI*. doi: 10.3390/asi5040067.
- [10] A. Hm, S. Klaus, J. Olindo, I. René, A. Van Swaaij, and M. Zeman, “Solar energy The physics and engineering of photovoltaic conversion, technologies and systems.”
- [11] M. Anggara and W. Saputra, “Analisis Kinerja Sel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline di Kabupaten Sumbawa NTB,” vol. 14, no. 1, pp. 7–12, Feb. 2023.
- [12] O. A. Richard M Napitupulu, S. M. Ir Sutan Simanjuntak, Me. Swardi Sibarani Dosen Tetap, and M. Fakultas Teknik, “PENGARUH MATERIAL MONOKRISTAL DAN POLIKRISTAL TERHADAP KARAKTERISTIK

SEL SURYA 20 WP DENGAN TRACKINGSISTEM DUA SUMBU,” 2017.

- [13] N. Jahan, R. Khan, and M. A. Matin, “Design and simulation of highly efficient CZTS/CZTSSe based thin-film solar cell,” *Heliyon*, vol. 10, no. 21, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e39903.
- [14] M. Khalid, M. Syukri, and M. Gapy, “Pemanfaatan Energi Panas Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Berskala Kecil Dengan Menggunakan Termoelektrik,” vol. 1, no. 3, p. 2016, 2016.
- [15] W. Jin *et al.*, “Exploring Peltier effect in organic thermoelectric films,” *Nat Commun*, vol. 9, no. 1, Dec. 2018, doi: 10.1038/s41467-018-05999-4.
- [16] G. Prunet *et al.*, “A Review on Conductive Polymers and Their Hybrids for Flexible and Wearable Thermoelectric Applications A Review on Conductive Polymers and Their Hybrids for Flexible and Wearable Thermoelectric Appli-cations,” *Materials Today Physics*, p. 100402, 2021, doi: 10.1016/j.mtphys.2021.100402i.
- [17] E. Jamali, M. H. Nobakhti, B. M. Ziapour, and M. Khayat, “Performance analysis of a novel model of photovoltaic PV-TEGs system enhanced with flat plate mirror reflectors,” *Energy Convers Manag*, vol. 279, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.enconman.2023.116766.
- [18] M. T. Dr. Ir. Irwin Bizzy, *Buku Ajar Modul Termoelektrik Teori & Aplikasi*, 1st ed. Palembang: Noer Fikri Offset, 2022.
- [19] E. Yuniarti and M. Rizal, “Panel Surya dengan Reflektor Cermin Datar untuk Penerangan Rumah Sederhana,” *Serambi Engineering*, vol. VII, no. 4, 2022.
- [20] S. Kurniadi, “Pendukung pada solar cell terhadap kinerja solar cell universitas islam riau,” 2021.
- [21] W. Manosroi, P. Prompattra, and P. Kerngburee, “Performance improvement of two-axis solar tracking system by using flat-mirror reflectors,” *Energy Reports*, vol. 6, pp. 9–14, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.egy.2020.10.029.
- [22] H. E. Ahmed, B. H. Salman, A. S. Kherbeet, and M. I. Ahmed, “Optimization of thermal design of heat sinks: A review,” Mar. 01, 2018, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2017.10.099.
- [23] S. Kumar, “Solar PV Performance-Issues and Challenges,” 2014. [Online]. Available: www.ijireeice.com

- [24] E. P. LAKSANA, O. SANJAYA, S. SUJONO, S. BROTO, and N. FATH, "Sistem Pendinginan Panel Surya dengan Metode Penyemprotan Air dan Pengontrolan Suhu Air menggunakan Peltier," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 10, no. 3, p. 652, Jul. 2022, doi: 10.26760/elkomika.v10i3.652.
- [25] Z. Arifin, S. Suyitno, D. D. D. P. Tjahjana, W. E. Juwana, M. R. A. Putra, and A. R. Prabowo, "The effect of heat sink properties on solar cell cooling systems," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 10, no. 21, pp. 1–16, Nov. 2020, doi: 10.3390/app10217919.
- [26] D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker, "Fundamentals of Physics," 2014.
- [27] Shankar, "Fundamentals of Physics," 2014. [Online]. Available: <http://oyc.yale.edu>
- [28] M. Gussow, "SCHAUM'S OUTLINE OF Basic Electricity," 2007.
- [29] C. K. . Alexander and M. N. O. . Sadiku, *Fundamentals of electric circuits*. McGraw-Hill, 2013.
- [30] M. Ardiansyah, "ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN REFLEKTOR TERHADAP DAYA OUTPUT PANEL SURYA," Oct. 2022.