

**SKRIPSI**

**OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN PERMUKAAN  
SOLAR PANEL BERBASIS *TEC* (PELTIER SEL)  
PADA ALAT PENGERING BAWANG *TYPE IN STORE*  
*HYBRID ERK***



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

**Oleh**

**I GUSTI BAGUS DANANJAYA SAPUTRA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2024**

**SKRIPSI**

**OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN PERMUKAAN  
SOLAR PANEL BERBASIS *TEC* (PELTIER SEL)  
PADA ALAT PENGERING BAWANG *TYPE IN STORE*  
*HYBRID ERK***



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

**Oleh**

**I GUSTI BAGUS DANANJAYA SAPUTRA**

NIM. 2015234004

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN PERMUKAAN  
SOLAR PANEL BERBASIS *TEC* (PELTIER SEL)  
PADA ALAT PENGERING BAWANG *TYPE IN STORE*  
*HYBRID ERK***

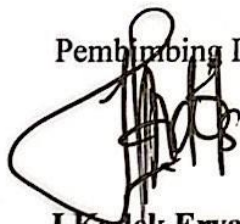
Oleh

**I GUSTI BAGUS DANANJAYA SAPUTRA**  
NIM. 2015234004

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Skripsi Program Studi Sarjana  
Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik  
Negeri Bali

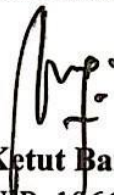
Disetujui oleh:

Pembimbing I



**I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST., M.T.**  
NIP. 198207102014041001

Pembimbing II



**Ketut Bangse, ST., M.T.**  
NIP. 196612131991031003

Disahkan oleh:

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.**  
NIP. 196609241993031003

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**OPTIMALISASI SISTEM PENDINGIN PERMUKAAN  
SOLAR PANEL BERBASIS *TEC* (PELTIER SEL)  
PADA ALAT PENGERING BAWANG *TYPE IN STORE*  
*HYBRID ERK***

Oleh


**I GUSTI BAGUS DANANJAYA SAPUTRA**  
NIM. 2015234004

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat  
dicetak sebagai Buku Skripsi pada hari/tanggal:  
Selasa, 27 Agustus 2024


**Tim Penguji**

**Tanda Tangan**

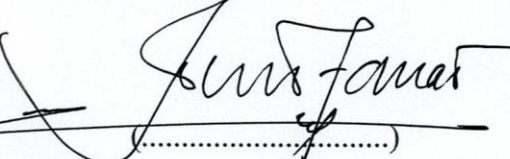
Penguji I : I Wayan Gede Santika, ST., M.Sc., Ph.D.  
NIP : 197402282005011002

  
(.....)

Penguji II : Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T.  
NIP : 196211241990031001

  
(.....)

Penguji III : I Made Sudana, ST, M.Erg  
NIP : 196910071996031002

  
(.....)

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : I Gusti Bagus Dananjaya Saputra  
NIM : 2015234004  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas  
Judul Proyek Akhir : Optimalisasi Sistem Pendingin Permukaan Solar Panel  
Berbasis TEC (Peltier Sel) Pada Alat Pengering Bawang  
Type In Store Hybrid Erk

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Skripsi ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 27 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



**I Gusti Bagus Dananjaya Saputra**

NIM. 2015234004

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk serta dorongan dan bantuan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas.
5. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proposal Skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Bapak Ketut Bangse, ST., M.T. selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Buku Skripsi ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Buku Skripsi ini.
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Buku Skripsi yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan tanpa mengenal lelah kepada penulis
10. Ni Made Erika Budiani selaku kekasih penulis yang telah memberikan semangat, motivasi, dukungan moral, dan doa dalam penyelesaian Buku Skripsi ini
11. Serta masih banyak lagi pihak – pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Buku Skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga buku skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 27 Agustus 2024

I Gusti Bagus Dananjaya Saputra

## ABSTRAK

Karena Indonesia terletak di garis khatulistiwa yang menerima sinar matahari dengan intensitas tinggi, maka Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. 25–30°C dianggap sebagai kisaran suhu ideal untuk pengoperasian panel surya. Sejumlah variabel, termasuk kecepatan angin, suhu udara sekitar, dan radiasi matahari, mempengaruhi seberapa baik panel surya beroperasi. Pada penelitian ini alat pengering bawang dilengkapi dengan panel surya polikristalin 160W. Tujuan dari penelitian ini adalah menggunakan Sel Peltier TEC (Thermoelectric Cooler) sebagai mekanisme pendinginan untuk mendongkrak daya keluaran panel surya. Selama dua jam pengujian, intensitas cahaya diukur setiap lima menit dengan environment meter, tegangan dan arus diukur menggunakan multitester atau wattmeter, dan data suhu dicatat dengan termokopel. Tegangan rata-rata, arus, daya keluaran (watt), dan efisiensi (%) panel surya merupakan beberapa variabel yang diteliti.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan sistem pendingin TEC Peltier pada panel surya berkapasitas 160 WP memberikan peningkatan signifikan dalam kinerja dan efisiensi. Dengan 5, 7, dan 9 unit TEC Peltier, daya keluaran yang dihasilkan berturut-turut sebesar 72,03 watt, 92,27 watt, dan 98,07 watt. Penambahan jumlah unit TEC Peltier meningkatkan tegangan dan arus rata-rata, yang berdampak pada peningkatan daya keluaran dan efisiensi panel surya. Kesimpulan penelitian ini adalah bahwa penggunaan pendingin pada panel surya dapat menurunkan suhu permukaan, sehingga meningkatkan efisiensi dan kestabilan daya keluaran. Untuk aplikasi praktis yang memerlukan kinerja optimal, disarankan menggunakan 9 unit TEC Peltier.

**Kata kunci:** *Panel surya, Sistem Pendinginan, TEC Peltier Sel, Daya Output*



# **OPTIMIZATION OF THE SOLAR PANEL SURFACE COOLING SYSTEM BASED ON TEC (PELTIER SEL) IN THE IN STORE HYBRID ERK TYPE ONION DRYER**

## **ABSTRACT**

*Because Indonesia is located on the equator, where sunlight is received at a high intensity, it has a significant potential for solar energy. 25–30°C is considered the ideal temperature range for solar panels to operate at. A number of variables, including wind speed, temperature of the surrounding air, and sun radiation, affect how well solar panels operate. In this study, an onion drier is equipped with 160W polycrystalline solar panels. The purpose of this research is to use TEC (Thermoelectric Cooler) Peltier Cells as a cooling mechanism to boost the output power of solar panels. Throughout the two hours of testing, light intensity is measured every five minutes with an environment meter, voltage and current are measured using a multimeter or wattmeter, and temperature data is recorded with a thermocouple. The average voltage, current, output power (watts), and efficiency (%) of the solar panels are among the variables that were examined..*

*The test results showed that using a TEC Peltier cooling system on a 160 WP solar panel significantly improved performance and efficiency. With 5, 7, and 9 TEC Peltier units, the power output was 72.03 watts, 92.27 watts, and 98.07 watts, respectively. Increasing the number of TEC Peltier units led to higher average voltage and current, contributing to enhanced power output and solar panel efficiency. The conclusion of this study is that adding cooling to the solar panel can reduce the surface temperature, thereby improving efficiency and power output stability. Therefore, for practical applications requiring optimal performance, the use of 9 TEC Peltier units is recommended.*

**Keywords:** *Solar Panel, Cooling System, TEC Peltier Cell, Output Power*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Skripsi ini yang berjudul “Optimalisasi Sistem Pendingin Permukaan Solar Panel Berbasis TEC (Peltier Sel) Pada Alat Pengering Bawang Type In Store Hybrid Erk” tepat pada waktunya. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Buku Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 27 Agustus 2024

I Gusti Bagus Dananjaya Saputra

## DAFTAR ISI

Cover Skripsi.....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Lembar Persetujuan.....	iii
Surat Pernyataan Bebas Plagiat .....	iv
Ucapan Terima Kasih.....	v
Abstrak dalam Bahasa Indonesia .....	vii
Abstract dalam Bahasa Inggris.....	viii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Gambar .....	xiv
Daftar Lampiran .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.4.1 Tujuan Umum.....	3
1.4.2 Tujuan Khusus .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.5.1 Bagi Penulis .....	4
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali.....	4
1.5.3 Bagi Mahasiswa.....	4
1.5.4 Bagi Masyarakat .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Pengertian Energi.....	5
2.2 Energi Matahari .....	5
2.3 Pengertian Energi Listrik.....	6

2.4	Panel Surya .....	7
2.5	Prinsip Kerja Panel Surya .....	8
2.6	Jenis Panel Surya .....	8
2.7	Sistem Komponen Pada Panel Surya.....	10
2.8	Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Panel Surya.....	13
2.9	Temperatur Kinerja Optimum Pada Panel Surya .....	15
2.10	Daya <i>Input</i> Panel Surya .....	15
2.11	Daya <i>Output</i> Panel Surya.....	16
2.12	Efisiensi Panel Surya .....	16
2.13	Pengertian Thermoelektrik .....	16
2.14	Pengertian <i>Thermoelectric Cooler (Peltier Sel)</i> .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>19</b>
3.1	Jenis Penelitian .....	19
3.1.1	Desain atau pemodelan .....	19
3.1.2	Rangkaian sistem pendingin panel surya.....	21
3.1.3	Skematik Alat Pengering Bawang .....	22
3.2	Alur Penelitian .....	23
3.3	Lokasi Dan Waktu Penelitian .....	25
3.4	Penentuan Sumber Data.....	25
3.5	Sumber Daya Penelitian .....	25
3.6	Instrumen Penelitian .....	26
3.7	Prosedur Penelitian .....	30
3.7.1	Langkah persiapan .....	30
3.7.2	Langkah pengambilan data .....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>33</b>
4.1	Hasil Penelitian.....	33
4.1.1	Pengujian panel surya menggunakan 5 sistem pendingin <i>TEC</i> Peltier.....	34
4.1.2	Pemasangab dan Perakitan <i>TEC</i> Peltier Pada Panel Surya .....	40
4.2	Pembahasan .....	45

<b>BAB V PENUTUP</b> .....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	56
<b>LAMPIRAN</b> .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Data tabel yang akan digunakan untuk pengukuran .....	32
Tabel 4.1	Data hasil pengujian menggunakan 5 sistem pendingin <i>TEC</i> Peltier .....	35
Tabel 4.2	Bahan-Bahan yang digunakan .....	41
Tabel 4.3	Komponen – Komponen yang digunakan .....	41
Tabel 4.4	Data hasil pengujian menggunakan 5 sistem pendingin <i>TEC</i> Peltier .....	46
Tabel 4.5	Data hasil pengujian menggunakan 7 sistem pendingin <i>TEC</i> Peltier .....	49
Tabel 4.6	Data hasil pengujian menggunakan 9 sistem pendingin <i>TEC</i> Peltier .....	52

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Energi surya.....	6
Gambar 2.2	Panel surya .....	7
Gambar 2.3	Panel surya <i>monocrystalline</i> .....	9
Gambar 2.4	Jenis <i>polycrystalline</i> .....	9
Gambar 2.5	Jenis <i>thin film photovoltaic</i> .....	10
Gambar 2.6	Modul panel surya.....	11
Gambar 2.7	Inverter .....	11
Gambar 2.8	Baterai .....	12
Gambar 2.9	Panel kontrol .....	12
Gambar 2.10	<i>Efek seebeck</i> .....	17
Gambar 2.11	<i>Efek peltier</i> .....	18
Gambar 3.1	Gambar 3D skema pendinginan pada panel surya .....	19
Gambar 3.2	Desain penambahan <i>peltier</i> pada panel surya .....	20
Gambar 3.3	Rangkaian sistem pendingin pada panel surya.....	21
Gambar 3.4	Skematik Alat Pengering Bawang.....	22
Gambar 3.5	Diagram alur penelitian.....	24
Gambar 3.6	Mesin Las Listrik .....	27
Gambar 3.7	Mesin Gerinda Tangan .....	27
Gambar 3.8	Mesin Bor Tangan.....	27
Gambar 3.9	Multimeter.....	28
Gambar 3.10	Termokopel .....	28
Gambar 3.11	Environment meter.....	29
Gambar 3.12	Thermostat.....	29
Gambar 3.13	Stopwatch.....	30
Gambar 4.1	Panel Surya dengan alat pengering bawang dan hasil pemasangan 9 <i>tec peltier sel</i> .....	33
Gambar 4.2	Pengujian panel surya menggunakan 5 sistem pendingin <i>TEC</i> Peltier .....	34
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara waktu terhadap intensitas cahaya .....	37

Gambar 4.4 Grafik hubungan antara waktu terhadap temperatur permukaan panel surya .....	37
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara waktu terhadap intensitas cahaya dan temperatur permukaan panel.....	38
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara waktu terhadap tegangan .....	39
Gambar 4.7 Grafik hubungan antara waktu terhadap arus.....	39
Gambar 4.8 Grafik hubungan antara waktu terhadap efisiensi panel surya...	40
Gambar 4.9 Pemotongan besi .....	42
Gambar 4.10 Pengelasan terhadap penyangga <i>tec peltier</i> .....	43
Gambar 4.11 Pembuatan tekukan pada besi penyangga .....	43
Gambar 4.12 Pemasangan <i>tec peltier</i> pada besi penyangga .....	44
Gambar 4.13 Pemasangan <i>Thermostat</i> dan <i>Thermocontrol</i> pada panel surya.	44
Gambar 4.14 Skema pemasangan 5 buah <i>tec peltier</i> pada panel surya .....	45
Gambar 4.15 Skema pemasangan 7 buah <i>tec peltier</i> pada panel surya .....	48
Gambar 4.16 Skema pemasangan 9 buah <i>tec peltier</i> pada panel surya .....	51



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data hasil pengujian menggunakan 5 <i>TEC</i> Peltier .....	59
Lampiran 2 : Data hasil pengujian menggunakan 7 <i>TEC</i> Peltier .....	60
Lampiran 3 : Data hasil pengujian menggunakan 9 <i>TEC</i> Peltier .....	61
Lampiran 4 : Gambar 3D skema pendinginan pada panel surya .....	62
Lampiran 5 : Gambar panel surya dengan pendinginan 9 <i>TEC</i> Peltier.....	62
Lampiran 6 : Gambar proses pemotongan besi.....	63
Lampiran 7 : Gambar proses pengelasan .....	63
Lampiran 8 : Gambar proses pemasangan plat .....	63
Lampiran 9 : Gambar proses pemasangan <i>TEC</i> Peltier .....	63
Lampiran 10 : Gambar proses pemasangan <i>Thermocontrol</i> .....	63
Lampiran 11 : Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing 1 .....	64
Lampiran 12 : Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing 2 .....	65

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh semua negara adalah masalah energi. Energi menjadi salah satu faktor kunci dalam mendorong kemajuan suatu negara. Kebutuhan energi semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi yang terus bertambah. Akibatnya, cadangan energi konvensional semakin menipis karena peningkatan konsumsi energi. Energi matahari adalah salah satu sumber energi terbarukan yang semakin berkembang di seluruh dunia. Sumber ini tidak pernah habis dan dapat membantu mengurangi dampak pemanasan global yang dihasilkan oleh emisi gas dan bahan polutan lainnya.

Karena Indonesia terdiri dari banyak pulau kecil dan terpencil, jaringan listrik yang terpusat sulit dijangkau. Indonesia kaya akan sumber energi matahari karena berada di garis khatulistiwa. Intensitas radiasi matahari rata-rata s 4,8 KWh/m<sup>2</sup> per hari di seluruh negara (Kholiq, 2015). Negara ini cocok untuk mengembangkan teknologi pengumpulan energi surya karena memiliki hari yang cerah dan waktu yang cukup panjang. Salah satu jenis teknologi pengumpulan energi surya yang paling cocok untuk digunakan adalah teknologi photovoltaic (PV), juga dikenal sebagai panel surya, yang mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik.

Sistem teknologi photovoltaic (PV) pada pengering bawang ini menggunakan empat lampu pijar 80 W untuk mengeringkan bawang. Panas yang dihasilkan oleh lampu pijar digunakan untuk mengeringkan bawang, dan daya yang dihasilkan oleh panel surya digunakan untuk menghidupkan lampu pijar. Panel surya adalah alat yang dapat mengubah intensitas radiasi matahari menjadi energi listrik (Anhar, Aulia Syahbanna, dkk. 2017). Selain itu, peningkatan suhu permukaan panel surya dapat mengurangi jumlah daya listrik yang dihasilkannya (Khwee, K. H. (2013). Suhu modul panel surya adalah salah satu dari banyak variabel yang memengaruhi efisiensi panel surya (Chikate & Sadawarte, 2015). Studi yang dilakukan oleh

Pourakbar dan Deldadeg (2014) melihat bagaimana sifat listrik silikon monokristalin dan polikristalin memengaruhi panas pada panel surya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu lingkungan menyebabkan efisiensi panel surya menurun. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efisiensi panel surya, ada berbagai mekanisme untuk mendinginkannya. Penelitian ini (Grubisić-Čabo, dkk., 2016) memeriksa sejumlah penelitian yang berkaitan dengan sistem pendingin panel surya yang dilakukan dengan berbagai pendekatan.

Sel *photovoltaic* didinginkan dengan menggunakan *TEC* (*Thermoelectric Cooling*) atau *Peltier sel*. Di sisi belakang sel *photovoltaic*, dipertimbangkan untuk menempatkan modul pemanasan termoelektrik dan menghubungkannya. Sistem PV-TEC menghasilkan suhu dan fluks panas sesuai dengan suhu lingkungan dan tingkat radiasi matahari. Modul pendinginan termoelektrik (TEC) mengubah arus listrik menjadi suhu yang berbeda di antara dua sisi sel, yang dapat digunakan untuk pendinginan. Efek pendinginan TEC dapat menghasilkan tegangan sebagai hasil dari perbedaan daya bersih yang dihasilkan oleh modul *photovoltaic* (Kumar, 2015).

Penelitian ini berusaha menurunkan temperatur permukaan untuk meningkatkan daya keluaran panel surya. Oleh karena itu, untuk mendinginkan panel surya, digunakan metode pendinginan termoelektrik, juga dikenal sebagai Peltier Cell, yang dapat menurunkan suhu panel dan meningkatkan efisiensi daya yang dihasilkan. Oleh karena itu, suhu yang diharapkan pada panel surya harus tetap di bawah 30 derajat Celcius (Tiyas & Widyartono, 2020). Dalam penelitian sebelumnya yang menggunakan 5 Buah *TEC* suhu pada solar panel (fotovoltaik) mencapai suhu tertinggi 53,2 °C sampai suhu terendah 42,4 °C dan perolehan intensitas cahaya pada penelitian sebelumnya dengan rata-rata 586,68 W/m<sup>2</sup>. Maka dari itu penulis ingin menggunakan 9 buah *TEC* dengan harapan bisa menurunkan suhu panel surya dan meningkatkan keluaran daya panel surya dari penelitian sebelumnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini akan membahas beberapa masalah, antara lain:

1. Bagaimana desain sistem pendinginan panel surya menggunakan 9 *TEC* (*Peltier Sel*).
2. Bagaimana pengaruh penggunaan 9 *TEC* sebagai pendingin panel surya dalam meningkatkan daya keluaran.
3. Bagaimana perbandingan antara penggunaan 5 *TEC* dan 9 *TEC* (*Peltier Sel*) dalam hal pendinginan panel surya.

## 1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya difokuskan pada pendinginan sel panel surya menggunakan *TEC* (*Peltier Sel*) sebanyak 5, 7 dan 9 buah sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Pengurangan suhu pada komponen lain dan hasil dari pengeringan bawang diabaikan.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan umum dan khusus, antara lain:

### 1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan umum penyusunan buku skripsi ini adalah:

- a. Memenuhi syarat akademik untuk menyelesaikan program sarjana terapan D4 Teknologi Rekayasa Utilitas Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Bali.
- b. Mengkaji dan mengaplikasikan ilmu pengetahuan serta keterampilan praktikum yang diperoleh selama masa perkuliahan.

### 1.4.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penyusunan proposal skripsi ini adalah:

- a. Mengetahui desain sistem pendinginan panel surya menggunakan 9 *TEC* (*Peltier Sel*)
- b. Mengetahui peningkatan daya keluaran dan efektivitas penggunaan 9 *TEC* (*Peltier Sel*) sebagai pendingin panel surya.

- c. Membandingkan efektivitas pendinginan antara penggunaan 5 *TEC* (Peltier Sel) dengan menggunakan 9 *TEC* (Peltier Sel).

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Dari analisis yang berjudul “*optimalisasi sistem pendingin permukaan solar panel berbasis TEC (Peltier Sel) pada alat pengering bawang type in store hybrid ERK*” diharapkan memberikan manfaat, baik bagi penulis, sarana pembelajaran khusus praktikum di Politeknik Negeri Bali, mahasiswa, maupun masyarakat.

### **1.5.1 Bagi Penulis**

Sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan sarjana terapan program studi D4 Teknologi Rekayasa Utilitas di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali untuk menerapkan dan mengembangkan pengetahuan yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

### **1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali**

Sebagai sarana alat pendidikan atau penelitian tentang energi terbarukan di masa depan dan untuk mempertimbangkan pengembangan kembali

### **1.5.3 Bagi Mahasiswa**

Penelitian tentang penggunaan *TEC* (Peltier Cell) sebagai pendingin permukaan panel surya mungkin bermanfaat bagi siswa karena mereka dapat memperoleh pemahaman tentang cara *TEC* bekerja dan berfungsi sebagai pendingin permukaan panel surya dan juga dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menggunakan peralatan dan teknik analisis yang digunakan dalam penelitian.

### **1.5.4 Bagi Masyarakat**

Studi tentang penggunaan *TEC* (Peltier Cell) sebagai pendingin panel surya dapat bermanfaat bagi masyarakat karena membantu meningkatkan kualitas hidup mereka dengan menyediakan sumber energi yang lebih murah dan stabil.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pengujian panel surya dengan sistem pendingin menggunakan *TEC* Peltier dapat disimpulkan bahwa :

1. Perancangan hasil desain sistem pendingin menggunakan 9 unit *TEC* Peltier Sel dengan daya 72 watt diaplikasikan pada panel surya 160 WP jenis *polycrystalline* yang berukuran 1,48m x 0,67m. Kesembilan unit *TEC* Peltier Sel ini ditempatkan di setiap sisi atas, tengah, dan bawah permukaan bawah panel surya untuk mendistribusikan pendinginan secara merata, yang dimana setiap pemasangan *TEC* Peltier berjarak 16,44 cm bertujuan untuk mengetahui seberapa luas area yang bisa didinginkan oleh *TEC* Peltier tersebut. Desain ini efektif dalam meningkatkan daya keluaran dari panel surya.
2. Hasil Pengujian pada panel surya berkapasitas 160 WP menunjukkan bahwa penggunaan 9 unit sistem pendingin *TEC* Peltier meningkatkan daya output panel surya sebesar 98,07 watt. Hal ini disebabkan oleh penambahan jumlah *TEC* Peltier yang lebih efektif dalam mengelola suhu, meskipun suhu permukaan lebih tinggi, sistem dengan 9 *TEC* Peltier mampu mempertahankan efisiensi yang lebih tinggi, menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam kondisi panas. Desain ini dapat mengcover pendinginan sebesar 1,45% dari total area panel surya yang memiliki luas 9.916 cm<sup>2</sup>.
3. Dari hasil pengujian panel surya dengan 9 unit *TEC* Peltier ini, menunjukkan perbandingan antara pengujian menggunakan 5 unit *TEC* Peltier dan 7 unit *TEC* Peltier. Panel surya menggunakan pengujian 5 unit *TEC* Peltier menghasilkan daya output lebih rendah, yaitu 72,03 watt, dibandingkan dengan penggunaan 7 unit *TEC* Peltier yang menghasilkan daya output sebesar 92,27 watt, sedangkan penggunaan 9 unit *TEC* Peltier

menghasilkan daya output yang lebih tinggi yaitu 98,07 watt. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pendinginan panel surya menggunakan 9 unit *TEC* Peltier Sel sangat efektif dalam meningkatkan daya keluaran. Peningkatan jumlah *TEC* Peltier dari 5 ke 7 dan akhirnya ke 9 memberikan peningkatan yang signifikan dalam efisiensi dan stabilitas daya output walaupun tidak sesuai dengan landasan teori yang menyatakan bahwa kinerja panel surya bekerja optimum pada suhu 25-35 derajat Celcius, namun sistem dengan 9 *TEC* Peltier tidak hanya lebih efisien tetapi juga lebih stabil dalam mempertahankan suhu permukaan dan daya output, meskipun dalam kondisi intensitas cahaya yang bervariasi. Penambahan jumlah *TEC* Peltier terbukti efektif dalam mengelola suhu dan meningkatkan kinerja keseluruhan sistem pendingin panel surya, sehingga menghasilkan output daya yang lebih konsisten dan efisiensi yang lebih tinggi. Dengan demikian, untuk aplikasi praktis yang memerlukan kinerja optimal, penggunaan 9 *TEC* Peltier direkomendasikan untuk mencapai efisiensi dan stabilitas daya output yang lebih baik.

## 5.2 Saran

1. Menambah jumlah Baterai dalam proses pendinginan agar proses pendinginan yang dilakukan *TEC* Peltier bertahan cukup lama.
2. Sebaiknya melakukan pengujian tambahan dalam berbagai kondisi lingkungan (suhu dan intensitas cahaya) untuk memastikan kinerja yang konsisten dan andal.
3. Pengujian selanjutnya sebaiknya dilakukan penambahan Casing atau penutup pada area pendinginan *TEC* di bawah panel surya agar pengkondisian udara *TEC* tetap terjaga tidak ada udara luar yang masuk agar pengujian selanjutnya lebih maksimal.
4. Dalam pengujian selanjutnya diharapkan lebih banyak sesi dalam pengujian dalam jangka waktu panjang agar meminimalisir kesalahan pengolahan data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexander. 2020. Seebeck effect: *Whatisit (voltage, coefficient & formula)*. Electrical/seebeck effect. Diakses Tanggal 6 Januari 2024.
- Abdillah, H. 2021. Monitoring pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap kinerja daya dan efisiensi pembangkit listrik tenaga surya menggunakan radio frekuensi pada bangunan bertingkat (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Malang).
- Anhar, A. S., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). Desain Prototype Sel Surya Terkonsentrasi Menggunakan Lensa Fresnel. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 2(3).
- Asrul, A., Demak, R. K., & Hatib, R. 2016. Komparasi Energi Surya Dengan Lampu Halogen Terhadap Efisiensi Modul Photovoltaic Tipe Multicrystalline. *Jurnal Mekanikal*, 7(1).
- Aditya, I., Wiryanta, I. dan Wibolo, A., 2022. Rancang bangun simulasi alat pengering menggunakan metode in store dengan panel surya sebagai sumber energi. *Repositori Politeknik Negeri Bali*
- Aditama, I., Wiryanta, I., & Baliarta, I. (2023). *Analisis Integrasi TEC Peltier Sel Sebagai Pendingin Panel Surya pada Alat Pengering Bawang* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bali).
- Chikate, B. V., Sadawarte, Y., & Sewagram, B. D. C. O. E. (2015). The factors affecting the performance of solar cell. *International journal of computer applications*, 1(1), 0975-8887.
- Grubišić-Čabo, F., Nižetić, S., & Giuseppe Marco, T. (2016). Photovoltaic panels: A review of the cooling techniques. *Transactions of FAMENA*, 40(SI-1), 63-74.
- Gulati, S. 2014. *Solar Water Heating System & it's working principle*. Diakses Tanggal 6 Januari 2024.
- Haryanto, A. (2017). Energi Terbarukan. Diakses Tanggal 6 Januari 2024.
- Hanifah. 2022. Mengenal 3 jenis panel Surya on grid sistem di Pasaran. Diakses Tanggal 6 Januari 2024.
- Iqtimal, Z., Sara, I. D., & Syahrizal, S. (2018). Aplikasi sistem tenaga surya sebagai sumber tenaga listrik pompa air. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 3(1).
- Julianto, Eko. 2022. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Tipe Monocrystalline Dengan Memanfaatkan Atap Gedung Sebagai Media Pemantul Panas Matahari. *Dinamis* : Vol. 10 No.1.



- Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. 2017. Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 2(1).
- Kheddioui, A., El Ouiqary, E. M., & Smiej, M. (2021). Estimation of the global horizontal solar irradiation GHI for the Moroccan national territory from meteorological satellite images of the Second Generation Meteosat series MSG. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 8(3), 2814-2826.
- Khwee, K. H. (2013). Pengaruh temperatur terhadap kapasitas daya panel surya (Studi Kasus: Pontianak). *ELKHA: Jurnal Teknik Elektro*, 5(2).
- Kholiq, I. (2015). Analisis pemanfaatan sumber daya energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk mendukung substitusi BBM. *Jurnal Iptek*, 19(2), 75-91.
- Kusuma, Y. W. J. 2015. Rancang Bangun Penggerak Otomatis Panel Surya Menggunakan Sensor Photodiode Berbasis Mikrokontroler Atmega 16. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 9(1), 11-20.
- Laksana, E. P., Sanjaya, O., Sujono, S., Broto, S., & Fath, N. (2022). Sistem Pendinginan Panel Surya Dengan Metode Penyemprotan Air Dan Pengontrolan Suhu Air Menggunakan Peltier. *Elkomika: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 10(3), 652.
- Manan, Saiful. 2009. Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia. *Gema teknologi* : Vol. 15 No 4.
- Muhammad, H. A. (2023). Pengaruh Penggunaan Thermoelectric Cooler Pada Photovoltaic Thermal (Pv/T) Sirip Bersudut Terhadap Efisiensi Elektrik Dan Termal.
- Rahim, A., Yandri, & Khwee, K. H. 2013. Penggunaan Pendingin Thermo-Electric (Peltier) Untuk Menurunkan Temperatur Permukaan Dalam Meningkatkan Daya Keluaran Panel Surya. *Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak*.
- Risky Sumarta Putra, D. M. 2023. Analisa Pendinginan Permukaan Solar Cells Dengan Variasi Media Dan Temperatur Menggunakan Water Spray (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang).
- Stiven. 2016. *Intro To Thermoelectric Cooling. Thermoelectric*. Diakses Tanggal 6 Januari 2024.
- Skoplaki, E., & Palyvos, J. A. 2009. On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations. *Solar energy*, 83(5), 614-624.
- Tiyas, Puter, K., & Mahendra, W. 2020. Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya. *Jurnal Teknik Elektro* : Vol. 09 No. 01.
- Wahid, A. (2014). Analisis kapasitas dan kebutuhan daya listrik untuk menghemat penggunaan energi listrik di fakultas teknik universitas tanjungpura. *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 2(2).

- Yasa, K. K. I., Budiada, I., & Widharma, I. (2022). *Pemanfaatan Sistem PLTS untuk Penerangan dan Pompa Kolam Pada Area Parkir Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bali).
- Putra, W., Bachtiar, I. K., ST, M. S., Tonny Suhendra, S. T., & Cs, M. (2016). Perancangan Battery Charge Control Unit (BCCU) Untuk Aplikasi Solar Home System (SHS). *Teknik Elektro UMRAH-2016*.