

SKRIPSI

**ANALISIS EKSPERIMENTAL UNJUK KERJA SOLAR PANEL
(FOTOVOLTAIK) DENGAN SISTEM PENDINGIN PERMUKAAN
BERBASIS *THERMOELECTRIC COOLER***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

MOH. MAULANA MALIK IBRAHIM

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

SKRIPSI

**ANALISIS EKSPERIMENTAL UNJUK KERJA SOLAR PANEL
(FOTOVOLTAIK) DENGAN SISTEM PENDINGIN PERMUKAAN
BERBASIS *THERMOELECTRIC COOLER***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

MOH. MAULANA MALIK IBRAHIM
NIM. 2015234028

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS EKSPERIMENTAL UNJUK KERJA SOLAR PANEL (FOTOVOLTAIK) DENGAN SISTEM PENDINGIN PERMUKAAN BERBASIS *THERMOELECTRIC COOLER*

Oleh

MOH. MAULANA MALIK IBRAHIM

NIM. 2015234028

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

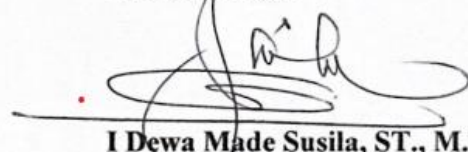
Disetujui oleh:

Pembimbing I



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

Pembimbing II



I Dewa Made Susila, ST., M.T.
NIP. 195908311988111001

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 1966092419931003

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS EKSPERIMENTAL UNJUK KERJA SOLAR PANEL (FOTOVOLTAIK) DENGAN SISTEM PENDINGIN PERMUKAAN BERBASIS *THERMOELECTRIC COOLER*

Oleh

MOH. MAULANA MALIK IBRAHIM
NIM. 2015234028

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

Penguji I : Achmad Wibolo, S.T., M.T
NIP : 196405051991031002

Penguji II : Prof. I D.M Cipta Santosa, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP : 197212211999031002

Penguji III: I Wayan Suma Wibawa, S.T., M.T
NIP : 198809262019031009

Tanda Tangan

02/10/2024

(.....)

03/10/2024

(.....)


(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Moh. Maulana Malik Ibrahim

NIM : 2015234028

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa utilitas

Judul Skripsi : Analisis Eksperimental Unjuk Kerja Solar Panel (Fotovoltaik)
Dengan Sistem Pendingin Permukaan berbasis *Thermoelectric Cooler*

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



Moh. Maulana Malik Ibrahim

NIM. 2015234028

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 Skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Bapak I Dewa Made Susila, 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. Diri Saya selaku penulis yang telah selalu semangat, berusaha, 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
Moh. Maulana Malik Ibrahim

ABSTRAK

Pada permukaan solar panel ini memiliki faktor permasalahan yang mengakibatkan suhu pada modul panel surya yang semakin tinggi dapat mengurangi penyerapan sinar matahari. Hal ini terjadi saat suhu pada modul solar panel meningkat maka daya keluaran yang di dapat menurun. Panel surya rata-rata mempunyai efektifitas kerja pada suhu 25 -30°C. Metode pendinginan dapat dijadikan metode aktif yakni pendinginan yang membutuhkan energi untuk bekerja dan metode pasif yakni pendinginan yang tidak membutuhkan energi untuk bekerja.

Dibutuhkan suatu teknologi sistem pendingin untuk menurunkan suhu pada solar panel agar daya keluaran solar panel menjadi meningkat sehingga efisiensi solar panel juga meningkat. sistem pendingin *Thermoelectric Cooler* (TEC) yang dimana memiliki fungsi sebagai pendingin permukaan pada solar panel guna mendapatkan efisiensi solar panel. Termoelektrik sendiri memiliki ukuran yang terbilang kecil sehingga tidak memakan banyak ruang dan dapat diaplikasikan sesuai besar permukaan solar panel.

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental dimana mendapatkan hasil dengan menggunakan pendinginan 5 TEC pada pengujian ini mendapatkan rata – rata temperatur sebesar 49,6°C dengan efisiensi yang di capai 15,53%. Kemudian pengujian yang menggunakan 7 TEC mendapatkan rata – rata temperatur 47,6 °C dengan rata – rata efisiensi 16,69%. Dan yang menggunakan 9 TEC mendapatkan hasil rata – rata temperatur sebesar 46,1°C dengan efisiensi yang diperoleh mencapai 19,51% mengalami kenaikan efisiensi sebesar 3,98%.

Kata kunci: Solar panel, *Thermoelectric Cooler*, Pendinginan Permukaan Solar Panel

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF SOLAR PANEL (PHOTOVOLTAIC) PERFORMANCE WITH A THERMOELECTRIC COOLER-BASED SURFACE COOLING SYSTEM

ABSTRACT

The surface of solar panels can encounter issues where increasing temperatures on the solar module can reduce the absorption of sunlight. When the temperature on the solar panel module increases, the output power decreases. Solar panels typically have an effective working range at temperatures between 25-30°C. Cooling methods can be categorized as active cooling, which requires energy to operate, and passive cooling, which does not require energy to function.

A cooling system technology is needed to reduce the temperature on the solar panel so that the output power of the solar panel increases, thereby improving the efficiency of the solar panel. The Thermoelectric Cooler (TEC) system serves as a cooling device for the surface of the solar panel to achieve higher solar panel efficiency. Thermoelectric coolers are small in size, so they do not take up much space and can be applied according to the size of the solar panel surface.

The type of research conducted is experimental, where results are obtained by using 5 TEC for cooling. This test resulted in an average temperature of 49.6°C with an achieved efficiency of 15.53%. Then, testing using 7 TEC resulted in an average temperature of 47.6°C with an average efficiency of 16.69%. Finally, using 9 TEC, the average temperature was 46.1°C, with an efficiency of 19.51%, representing a 3.98% increase in efficiency.

Keyword: *Solar Panel, Thermoelectric Cooler, Solar Panel Surface Cooling*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Skripsi ini yang berjudul “Analisis Eksperimental Unjuk Kerja Solar Panel (Fotovoltaik) Dengan Sistem Pendingin Permukaan Berbasis *Thermoelectric Cooler*” tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Proposal Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Buku Proposal 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
Moh. Maulana Malik Ibrahim

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
<i>Abstract</i> dalam Bahasa Inggris	viii
Kata Pengantar.....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar Gambar	xiiiiv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.4.1 Tujuan Umum	4
1.4.2 Tujuan Khusus	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Bagi Penulis	4
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali	5

1.5.3	Bagi Mahasiswa.....	5
1.5.4	Bagi Masyarakat.....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....		6
2.1	Energi.....	6
2.2	Energi Surya (Matahari).....	6
2.3	Energi Listrik.....	7
2.4	Solar Panel.....	8
2.5	Prinsip Kerja Solar Panel.....	9
2.6	Jenis Jenis Solar Panel.....	9
2.7	Komponen Utama Solar Panel.....	11
2.8	Faktor Yang Mempengaruhi Solar Panel.....	14
2.9	Temperatur Kinerja Optimum Solar Panel.....	15
2.10	Daya <i>Input</i> Solar Panel.....	15
2.11	Daya <i>Output</i> Solar Panel.....	15
2.12	Efisiensi Solar Panel.....	16
2.13	Luas Permukaan Solar Panel.....	16
2.14	Pengertian Termoelektrik.....	16
2.15	Pengertian <i>Termoelectric Cooler</i> (TEC).....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....		19
3.1	Jenis Penelitian.....	19
3.1.1	Desain TEC pada <i>solar panels</i>	19
3.2	Alur Penelitian.....	20
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.4	Penentuan Sumber Data.....	22

3.5	Sumber Daya Penelitian	22
3.6	Instrumen Penelitian	23
3.7	Prosedur Penelitian.....	26
BAB IV PEMBAHASAN		28
4.1	Hasil Penelitian.....	28
4.2	Pembahasan.....	33
4.2.1	Solar panel tanpa menggunakan sistem pendingin TEC.....	39
4.2.2	Solar panel yang menggunakan 5 sistem pendingin TEC.....	43
4.2.3	Solar panel yang menggunakan 7 sistem pendingin TEC.....	48
4.2.4	Solar panel yang menggunakan 9 sistem pendingin TEC.....	52
4.3	Pembahasan Hasil Penelitian	55
BAB V PENUTUP		64
5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		68

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data pengujian tanpa pendingin TEC.....	29
Tabel 4. 2 Data pengujian menggunakan 5 TEC.....	30
Tabel 4. 3 Data pengujian menggunakan 7 TEC.....	31
Tabel 4. 4 Data pengujian yang menggunakan 9 TEC.....	32
Tabel 4. 5 Data hasil pengujian penelitian sebelumnya	37
Tabel 4. 6 Data pengujian tanpa pendingin TEC.....	39
Tabel 4. 7 Data hasil pengujian yang menggunakan 5 TEC	43
Tabel 4. 8 Data hasil pengujian yang menggunakan 7 TEC	48
Tabel 4. 9 Data hasil pengujian yang menggunakan 9 TEC	52
Tabel 4. 10 Rata rata suhu permukaan yang di hasilkan	56
Tabel 4. 11 Rata rata tegangan yang dihasilkan	58
Tabel 4. 12 Rata rata ampere yang dihasilkan.....	59
Tabel 4. 13 Rata rata daya input yang dihasilkan.....	60
Tabel 4. 14 Hasil rata – rata daya output yang dihasilkan.....	62
Tabel 4. 15 Hasil rata – rata efisiensi yang di hasilkan	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Energi surya (matahari)	7
Gambar 2.2	Solar panel	8
Gambar 2.3	Solar panel <i>monocrystalline</i>	10
Gambar 2.4	Solar panel <i>polycrystalline</i>	11
Gambar 2.5	<i>Thin film solar cel</i>	11
Gambar 2.6	Modul solar panel	12
Gambar 2.7	<i>Inverter</i>	12
Gambar 2.8	Panel kontrol.....	13
Gambar 2.9	Baterai.....	13
Gambar 2.10	Efek <i>seebeck</i>	17
Gambar 2.11	Efek <i>peltier</i>	18
Gambar 3.1 1	Desain penambahan TEC pada solar panel	19
Gambar 3.1 1	Rangkaian sistem pendingin pada solar panel	20
Gambar 3.2	Diagram alur penelitian	21
Gambar 3.3	<i>Thermokopel</i> (Tipe T).....	23
Gambar 3.4	<i>Multimeter</i>	24
Gambar 3.5	<i>Thermostart</i>	24
Gambar 3.6	<i>Environment meter</i>	25
Gambar 3.7	<i>Stopwatch</i>	26
Gambar 4.1	Solar panel dengan pendinginan <i>thermoelectric cooler</i>	28
Gambar 4.2	Komponen yang terpasang pada solar panel	29
Gambar 4.3	Solar Panel dengan 5 TEC	30
Gambar 4.4	Solar Panel dengan 7 TEC	31
Gambar 4.5	Solar Panel dengan 9 TEC	31
Gambar 4.6	Grafik hubungan antara waktu dengan intensitas cahaya dan temperatur permukaan solar panel	39
Gambar 4.7	Grafik hubungan antara waktu dengan temperatur permukaan solar panel dan amper.....	39

Gambar 4.8	Grafik hubungan antara waktu dengan temperatur permukaan solar panel dan tegangan	40
Gambar 4.9	Grafik hubungan antara waktu dengan efisiensi solar panel	40
Gambar 4.10	Grafik hubungan antara waktu dengan intensitas cahaya dan temperatur permukaan solar panel	43
Gambar 4.11	Grafik hubungan antara waktu dengan temperatur permukaan solar panel dan tegangan	44
Gambar 4.12	Grafik hubungan antara waktu dengan temperatur permukaan solar panel dan amper.....	45
Gambar 4.13	Grafik hubungan antara waktu dengan efisiensi solar panel	45
Gambar 4.14	Grafik hubungan antara waktu dengan intensitas cahaya dan temperatur permukaan solar panel	48
Gambar 4.15	Grafik hubungan antara waktu dengan temperatur permukaan solar panel dan tegangan	48
Gambar 4.16	Grafik hubungan antara waktu dengan temperatur permukaan solar panel dan amper.....	49
Gambar 4.17	Grafik hubungan antara waktu dengan efisiensi solar panel	50
Gambar 4.18	Grafik hubungan antara waktu dengan intensitas cahaya dan temperatur permukaan solar panel	52
Gambar 4.19	Grafik hubungan antara waktu dengan temperatur permukaan solar panel dan amper.....	52
Gambar 4.20	Grafik hubungan antara waktu dengan temperatur permukaan solar panel dan tegangan	53
Gambar 4.21	Grafik hubungan antara waktu dengan efisiensi solar panel	54
Gambar 4.22	Grafik perbandingan temperatur.....	55
Gambar 4.23	Grafik perbandingan tegangan.....	56
Gambar 4.24	Grafik perbandingan amper	57
Gambar 4.25	Grafik perbandingan daya input	59
Gambar 4.26	Grafik perbandingan daya output	60
Gambar 4.27	Grafik perbandingan efisiensi.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 :Gambar pengujian solar panel	68
Lampiran 2 :Data pengujian tanpa menggunakan pendingin TEC	68
Lampiran 3 :Data pengujian menggunakan 5 TEC	69
Lampiran 4 :Data pengujian menggunakan 7 TEC	70
Lampiran 5 :Data pengujian menggunakan 9 TEC	71
Lampiran 6 :Data hasil pengujian tanpa menggunakan pendingin TEC	72
Lampiran 7 :Data hasil pengujian menggunakan 5 TEC.....	73
Lampiran 8 :Data hasil pengujian menggunakan 7 TEC.....	74
Lampiran 9 :Data hasil pengujian menggunakan 9 TEC.....	75
Lampiran 10 :Lembar bimbingan dosen pembimbing 1	76
Lampiran 11 :Lembar bimbingan dosen pembimbing 2	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi besar terhadap energi matahari. Hal ini karena posisi Indonesia berada di garis katulistiwa dan sebagai negara tropis yang menyebabkan potensi yang besar dalam memperoleh sinar matahari. Dengan adanya potensi tersebut dapat digunakan secara maksimal energi yang terkandung dalam matahari untuk dijadikan sebagai energi terkhususnya sebagai energi listrik. (Tiyas Puteri Kusumaning, Widyartono Mahendra 2020)

Energi matahari memiliki potensi besar untuk diubah menjadi sumber daya energi yang bersih dan berkelanjutan. Dalam beberapa dekade terakhir, teknologi solar panel telah menjadi fokus utama dalam upaya mencapai tujuan energi terbarukan. Solar panel adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. Yang dimaksud dengan efek *photovoltaic* adalah fenomena dimana suatu sel *photovoltaic* dapat menyerap energi cahaya dan merubahnya menjadi energi listrik. Efek *photovoltaic* didefinisikan sebagai suatu fenomena munculnya *voltase* listrik akibat kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat di-*expose* di bawah energi cahaya (Muttaqin *et al.*, 2016).

Permasalahan pada permukaan panel surya dapat menyebabkan suhu modul meningkat, yang berdampak pada penurunan efisiensi penyerapan sinar matahari. Ketika suhu modul panel surya naik, daya keluaran yang dihasilkan pun menurun. Untuk mengatasi masalah ini, dapat digunakan metode pendinginan. Metode pendinginan ini terbagi menjadi dua jenis: aktif, yang memerlukan tambahan energi untuk berfungsi, dan pasif, yang tidak memerlukan tambahan energi.

Telah dilakukan sebuah penelitian oleh Eka Purwa Laksana *et al.* (2022) sistem pendinginan panel surya menggunakan metode penyemprotan air. Sistem dirancang dengan metode mengalirkan air pada permukaan panel surya saat suhu pada panel

surya telah mencapai suhu 40°C. Sistem pendingin ini mampu menurunkan suhu pada panel surya dan meningkatkan daya keluaran panel surya. Air yang dialirkan pada permukaan panel surya akan ditampung pada bak penampungan. Suhu pada bak penampungan dikontrol agar dapat bernilai kurang dari 39°C menggunakan pendingin berupa peltier dan fan. Dalam penelitian ini telah dilakukan sebuah pengujian oleh Azuar Rizal *et al.* (2014) pada pendinginan panel surya menggunakan udara sebagai media pendingin. Hasil pengujian juga dibandingkan dengan panel surya tanpa pendinginan. Dari hasil kedua pengujian diperoleh, efisiensi maksimum panel surya tanpa pendinginan adalah 6,7% pada temperatur permukaan 40C dan akan menurun dengan meningkatnya temperatur permukaan panel surya. Efisiensi maksimum panel surya dengan pendinginan udara mencapai 7,8% pada temperatur permukaan 40C. Telah dilakukan sebuah pengujian oleh almanda D (2018) sistem pendingin pada solar panel dengan menggunakan water cooler, air mineral, dan air laut dimana dari hasil pengujian dan analisa pada saat pencahayaan matahari langsung panel surya menggunakan system pendingin panel surya *water coolant* di dapatkan hasil efisiensi sebesar 14.60%, panel surya menggunakan system pendingin air mineral didapatkan hasil efisiensi sebesar 13.90%, dan panel surya system pendingin air laut didapatkan efisiensi sebesar 13.62%. Dari hasil pengujian dan Analisa pada saat pencahayaan matahari langsung panel surya menggunakan system pendingin *water coolant* mendapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan air mineral, dan air laut. Hasil pengujian dan analisa kadar PH air terhadap air mineral dan air laut sebesar 7.4 dan 8.0. dengan hasil tersebut maka kadar PH air laut tidak cocok untuk panel surya dikarenakan menyebabkan korosi pada prototipe panel surya tersebut. Telah dilakukan sebuah penelitian pendinginan permukaan panel surya dengan menggunakan 5 buah TEC peltier oleh I Kadek Agus (2023) hasil dari pengujian panel surya dengan kapasitas 160 WP, menunjukkan bahwa penggunaan 5 buah pendingin TEC Peltier mendapatkan peningkatan hasil output panel surya sebesar 106,37 watt. Dimana pada pengujian panel surya dengan menggunakan 5 Buah TEC Peltier ini, dilihat menyebabkan peningkatan tegangan dan arus sebesar 13,56 V dan 7,93. Telah dilakukan penelitian dengan menggunakan *water spray* oleh

M. Naja Abidin (2024) penggunaan pendingin berbasis *Water Spray* mendapatkan hasil output panel surya sebesar 113,51 watt dibandingkan dengan panel surya yang tanpa menggunakan pendingin mendapatkan daya output lebih rendah yaitu 88,48 watt. Pada pengujian panel surya dengan *Water Spray* ini, dapat dilihat menyebabkan peningkatan tegangan dan arus sebesar 17,18 V dan 6,59 amper dengan efisiensi solar panel mencapai 23%

Diperlukan teknologi sistem pendingin untuk menurunkan suhu pada panel surya agar daya keluarannya meningkat dan efisiensinya pun dapat ditingkatkan. Salah satu solusi yang dapat digunakan adalah sistem pendingin *Thermoelectric Cooler*, yang berfungsi untuk mendinginkan permukaan panel surya guna meningkatkan efisiensinya. *Thermoelectric Cooler* memiliki ukuran yang relatif kecil, sehingga tidak memerlukan banyak ruang dan dapat disesuaikan dengan ukuran permukaan panel surya.

Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan suhu pada permukaan panel surya guna meningkatkan daya keluaran dan efisiensi panel tersebut melalui metode pendinginan. Untuk mencapai tujuan ini, dirancang sebuah sistem pendingin untuk panel surya yang menggunakan teknologi *Thermoelectric Cooler* (TEC)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar belakang diatas dapat diambil permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk desain dari solar panel dengan menggunakan 5 TEC, 7 TEC dan 9 TEC
2. Bagaimana pengaruh temperatur terhadap efisiensi solar panel (fotovoltaik) yang menggunakan sistem pendingin 5 TEC ,7 TEC dan 9 TEC

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini hanya berfokus bagaimana pendinginan pada solar panel dengan menggunakan 5 TEC, 7 TEC dan 9 TEC, dan melakukan perbandingan

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian terdiri atas tujuan umum dan tujuan khusus yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum dari penyusunan proposal skripsi ini adalah:

1. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan, Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali.
2. Sebagai pengkajian dan pengaplikasian ilmu pengetahuan dan praktikum yang diperoleh selama masa perkuliahan jenjang Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekyasa Utilitas

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penyusunan peoposal ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bentuk desain dari solar panel dengan menggunakan 5 TEC, 7 TEC dan 9 TEC
2. Untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap efisiensi solar panel (fotovoltaik) yang menggunakan sistem pendingin 5 TEC, 7 TEC dan 9 TEC

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan penulis dari judul "Analisis Eksperimental unjuk kerja solar panel (fotovoltaik) dengan sistem pendingin permukaan berbasis *thermoelectric cooler*" adalah sebagai berikut:

1.5.1 Bagi Penulis

Dalam melakukan penelitian ini mahasiswa dapat mengembangkan pengetahuan yang telah didapat ketika melakukan proses pembelajaran di kampus Politeknik Negeri Bali. Selain itu juga merupakan syarat kelulusan Pendidikan Sarjana Terapan jurusan Teknik Mesin, program studi Teknologi Rekyasa Utilitas, Politeknik Negeri Bali

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai sarana pendidikan atau ilmu pengetahuan dibidang energi terbarukan di kemudian hari dan sebagai salah satu referensi bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali.

1.5.3 Bagi Mahasiswa

Penelitian tentang analisis eksperimental untuk cara kerja permukaan solar panel dengan sistem pendingin *thermoelectric cooler* (TEC) diharapkan dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa tentang pemahaman cara kerja dan kinerja TEC sebagai pendingin solar panel.

1.5.4 Bagi Masyarakat

Penelitian tentang analisis eksperimental untuk cara kerja permukaan solar panel dengan sistem pendingin *thermoelectric cooler* (TEC) diharapkan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat tentang pemahaman energi terbarukan dan meningkatkan kualitas hidup yang terjangkau.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pengujian solarpanel tanpa menggunakan pendingin TEC dan yang menggunakan berbagai jumlah pendinginan TEC

1. Hasil perancangan desain sistem pendingin menggunakan 5 TEC, 7 TEC dan 9 TEC yang berkapasitas solar panel 160 WP (*polycrystalline*) dengan ukuran 1,4m x 0,6m. Perancangan 5 TEC, 7 TEC dan 9 TEC ini ditempatkan di setiap sudut dari permukaan atas tengah dan bawah panel surya tersebut guna pendistribusian atau penyebaran pendinginan lebih merata. Desain ini mampu meningkatkan daya keluaran dan efisiensi dari solar panel tersebut.
2. Dari hasil pengujian dengan berbagai jumlah pendinginan *thermoelectric cooler (TEC)*, Dengan menggunakan pendinginan 5 TEC pada pengujian ini mendapatkan rata – rata temperatur sebesar 49,6°C dengan efisiensi yang di capai 15,53%. Kemudian pengujian yang menggunakan 7 TEC mendapatkan rata – rata temperatur 47,6 °C dengan rata – rata efisiensi 16,69%. Dan yang menggunakan 9 TEC mendapatkan hasil rata – rata temperatur sebesar 46,1°C dengan efisiensi yang diperoleh mencapai 19,51% mengalami kenaikan efisiensi sebesar 3,98%. Maka dapat disimpulkan bahwa kenaikan temperatur pada permukaan solar panel sangat berpengaruh terhadap efisiensi solar panel itu sendiri. Tetapi dengan banyaknya jumlah TEC pada pendinginan permukaan solar panel dapat mempengaruhi daya yang di hasilkan tidak stabil dengan daya yang di pakai TEC

5.2 Saran

1. Dalam pengujian selanjutnya agar melakukan pengecekan titik – titik permukaan solar panel yang memiliki tingkat panas tertinggi sebelum melakukan pemasangan TEC, dan melakukan pengujian secara bersamaan (diwaktu yang sama) sehingga pengambilan data dapat lebih akurat.
2. Mengkondisikan penggunaan TEC terhadap kondisi lingkungan sekitarnya ini dikarenakan setiap kondisi lingkungan maka penggunaan TEC yang di terapkan juga berbeda. Dan memperhatikan penggunaan energi yang dipakai *thermoelectric cooler* (TEC) itu sendiri

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, Kholid, 2011, Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Penerapannya Untuk Daerah Terpencil, *Jurnal Dinamika Rekayasa*, 1(1): 28-33
- Almanda, D., Bhaskara, D. 2018. Studi pemilihan sistem pendingin pada panel surya menggunakan water cooler, air mineral dan air laut. *RESISTOR (elektRONika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmpuTeR)*, 1(2), 43-52.
- Aton Energi 2021 Informasi Terkini Energi Terbarukan Tentang Pompa Air Tenaga Surya dan PLTS Atap <https://atonergi.com/apa-itu-solar-charge-controller-memahami-kontroler-surya/> Diakses tanggal 19 januari 2024
- Azuar Rizal, T., Amin, M., Saputra, P. H. 2014. Kaji Eksperimental Pendinginan Panel Surya Menggunakan Media Udara. *Jurutera-Jurnal Umum Teknik Terapan*, 1(01), 27-30.
- Catatan Teknik 2017 starter thermal engineering efek seebeck dan efek peltier <https://catatan-teknik.blogspot.com/2014/06/termoelektrik-thermoelectric.html> Diakses tanggal 19 Januari 2024
- Eka Purwa Laksana, 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.
- Febriansyah, F., Pratiwi, Y. R., Putra, H. S. 2021. Pemanfaatan Efek Seebeck Pada Peltier Sebagai Generator Darurat Dengan dan Tanpa Step Up DC to DC. *Journal of Science Nusantara*, 1(2), 30-35.
- Hachim, D. M., Abed, Q. A., Kamil, F. 2021. New eco-friendly coating for the higher temperature solar cell by nano-composite. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 43(20), 2456-2470.
- Harahap, P. 2020. Pengaruh temperatur permukaan panel surya terhadap daya yang dihasilkan dari berbagai jenis sel surya. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), 73-80.

- Hexanasemestaid 2022 EMG Automation Optris mesacon Messelektronik proton products gcl System Integration Technology Jenis-jenis Panel Surya dan Kelebihannya. <https://www.hexana.co.id/post/jenis-jenis-panel-surya-dan-kelebihannya-1> Diakses tanggal 20 Januari 2024
- I Kadek Agus 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).
- Ishii, T., Takashima, T., Otani, K. 2011. Long-term performance degradation of various kinds of photovoltaic modules under moderate climatic conditions. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 19(2), 170-179.
- 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).
- Khwee, K. H. 2013. Pengaruh temperatur terhadap kapasitas daya panel surya (Studi Kasus: Pontianak). *Jurnal Elkha*, 5(2).
- Muamar Khalid., Syukri, M., Gapy, M. (2016). Pemanfaatan energi panas sebagai pembangkit listrik alternatif berskala kecil dengan menggunakan termoelektrik. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 1(3).
- Muji Setiyo. 2023 Teori Dasar Listrik. Mechanical Engineering for Society and Industry <https://muji.blog.unimma.ac.id/teori-dasar-listrik/> Diakses tanggal 20 januari 2024.
- Muttaqin, I., Irhamni, G., Agani, W. 2016. Analisa rancangan sel surya dengan kapasitas 50watt untuk penerangan parkir Uniska. *Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(1).
- Rusman, R. 2015. Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 Wp. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 4(2).
- Saiful Manan. 2009. Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia. *Gema teknologi*
- Sanspower 2020 Inverter: Pengertian, Cara Kerja, dan Macamnya [ecatalogue https://www.sanspower.com/inverter-pengertian-cara-kerja-dan-macamnya.html](https://www.sanspower.com/inverter-pengertian-cara-kerja-dan-macamnya.html) Diakses tanggal 19 januari 2024

- anspower 2021 Alat Ukur yang Dibutuhkan Untuk Memeriksa dan Memasang Panel Surya ecatalogue <https://www.sanspower.com/inverter-pengertian-cara-kerja-dan-macamnya.html> Diakses tanggal 25 januari 2024
- Sinta Desi Arini 2022 Proses Reproduksi Energi Matahari Dijelaskan, Mirip diAl-Qur'an?,<https://www.harapanrakyat.com/2022/09/proses-reproduksi-energi-matahari/> Diakses tanggal 19 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.
- Suwarti, W., Prasetyo, B. 2018. Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya. *Jurnal Teknik Energi*, 14(3), 78-85.
- Subekti Yuliananda., Sarya, Hastijanti, R. R. (2015) Pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya. *JPM17: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(02).
- Sunterra 1 Juni, 2023 Perbedaan Solar panel, Panel surya, dan Sistem PLTS <https://www.sunterra.id/perbedaan-solar-panel-panel-surya-dan-sistem-plts/> Diakses tanggal 19 januari 2024
- Sulistyowati, R., Fadholi, A. 2022. Optimalisasi Panel Surya Untuk Skala Rumah Tangga. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK)* (Vol. 1, No. 1, pp. 11-20).
- Tiyas, P. K., Widyartono, M. 2020. Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1).