

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN PENDINGIN PASIF  
MENGUNAKAN SABUT KELAPA PADA  
PANEL *MONOCRYSTALLINE* 50 WP  
TERHADAP EFISIENSI PANEL SURYA**



**SKRIPSI**

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

**Oleh :**

**M. DIMAS AGUS DERMAWAN**

**03041382025105**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH PENAMBAHAN PENDINGIN PASIF  
MENGUNAKAN SABUT KELAPA PADA  
PANEL *MONOCRYSTALLINE* 50 WP  
TERHADAP EFISIENSI PANEL SURYA**



**SKRIPSI**

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

Oleh :

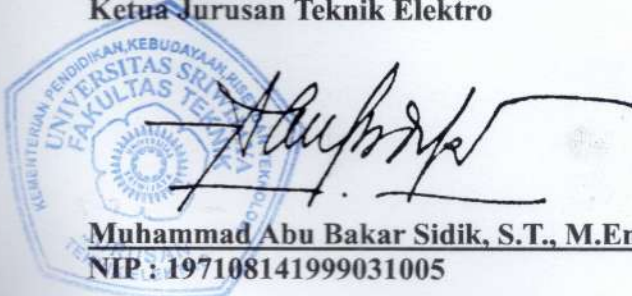
**M. DIMAS AGUS DERMAWAN**

**03041382025105**

**Palembang, 14 Mei 2024**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Menyetujui,  
Pembimbing Utama**

  
**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU.**  
**NIP : 197108141999031005**

  
**Caroline, S.T., M.T.**  
**NIP : 19770125003122002**

## LEMBAR PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan

:  \_\_\_\_\_

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

Tanggal : 14 Mei 2024

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : M. Dimas Agus Dermawan

NIM : 03041382025105

Jurusan/Prodi : 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 :

### PENGARUH PENAMBAHAN PENDINGIN PASIF MENGGUNAKAN SABUT KELAPA PADA PANEL *MONOCRYSTALLINE* 50 WP TERHADAP EFISIENSI PANEL SURYA

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 : 14 Mei 2024

Yang menyatakan,



M. Dimas Agus Dermawan

Nim. 03041382025105

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Dimas Agus Dermawan

NIM : 03041382025105

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, 14 Mei 2024



M. Dimas Agus Dermawan

NIM. 03041382025105

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas berkat dan hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, dengan judul "Pengaruh Penambahan Pendingin Pasif Menggunakan Sabut Kelapa Pada Panel *Monocrystalline* 50 WP Terhadap Efisiensi Panel Surya", sebagai sebuah syarat menyelesaikan pendidikan jenjang Strata satu pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam proses menyelesaikan laporan tugas akhir ini, tidak lepas dari bantuan dari beberapa pihak. Sehingga penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan, khususnya kepada :

1. Kedua orang tua, yang telah memberikan banyak dukungan dari awal perkuliahan sampai menyelesaikan tugas akhir dimana sangat membantu dalam memberikan semangat kepada penulis untuk dapat menyelesaikan apa yang telah dilakukan.
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., selaku dosen pembimbing akademik, yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan selalu memberikan arahan kepada penulis selama proses perkuliahan dan memberikan penjelasan selama pengambilan mata kuliah.
4. Ibu Caroline, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhirnya.
5. Ibu Hj. Ike Bayusari, S.T.,M.T., Ibu Hj. Hermawati, S.T.,M.T., dan Ibu Hj. Rahmawati, S.T., M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan arahan kepada penulis, serta ilmu-ilmunya yang dimana dapat membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen Teknik Elektro yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan dan wawasan yang bermanfaat.

7. Keluarga besar Teknik Elektro 2020 sebagai rekan dan sahabat seperjuangan dalam menempuh perkuliahan, serta seluruh keluarga besar Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
8. Ditha Fatimah Putri, sebagai saudari satu-satunya yang telah memberikan motivasi yang membangun dalam proses penyelesaian skripsi.
9. Adara, Fauzi, Ilyas, Nurjaya, dan Yolanda selaku Tim bimbingan Ibu Caroline, S.T.,M.T., yang selalu saling membantu dan memberikan solusi dalam proses pengerjaan tugas akhir.
10. Sahabat-sahabat yang telah dianggap keluarga sendiri "*IV Horsemen*" yang dari awal perkuliahan sampai di penghujung perkuliahan ini, yang saling mendukung sama lain sehingga memberikan semangat yang luar biasa. Nurjaya, Fauzi, dan Okta.

Selaku penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dari para pembaca kepada penulis. Akhir kata penulis juga berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan sebuah manfaat bagi siapapun yang membaca dan berkepentingan, terkhusus bagi mahasiswa teknik elektro dan pihak umum.

Palembang, 14 Mei 2024



M. Dimas Agus Dermawan  
NIM. 03041382025105

**ABSTRAK**  
**PENGARUH PENAMBAHAN PENDINGIN PASIF MENGGUNAKAN**  
**SABUT KELAPA PADA PANEL *MONOCRYSTALLINE* 50 WP TERHADAP**  
**EFISIENSI PANEL SURYA**

(M. Dimas Agus Dermawan, 03041382025105, 2024, 39 Halaman).

---

Sumber-sumber energi seperti surya menawarkan potensi besar sebagai alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Tujuan utama dari pendingin panel surya adalah untuk mengurangi suhu operasional panel, mencegah penurunan efisiensi akibat panas berlebih, dan memperpanjang umur panel surya itu sendiri. Penelitian ini mengeksplorasi potensi sabut kelapa sebagai pendingin pasif pada panel surya. Fokus dari penelitian ini adalah melihat pengaruh penambahan pendingin pasif yang berbahan sabut kelapa, untuk melihat apakah dapat mempengaruhi efisiensi terhadap panel surya. Metodologi penelitian dilakukan dengan merancang desain serta metode pendingin pasifnya, dimana menggunakan sabut kelapa sebagai pendingin pasif. Penelitian dan pengambilan data dilakukan selama 10 hari dengan catatan diambil setiap 30 menit sekali, diketahui bahwa dari hasil penelitian pada hari ke-4 panel surya dengan pendingin pasif menghasilkan rata-rata efisiensi 4,51% sedangkan panel surya tanpa pendingin menghasilkan rata-rata efisiensi 4,14%. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pendingin pasif berbahan sabut kelapa dapat mempengaruhi efisiensinya dan juga nilai efisiensinya lebih baik dibandingkan tanpa pendingin hal ini dikarenakan arus, tegangan, dan daya lebih besar.

**Kata Kunci :** Panel Surya, Pendingin Pasif, Sabut Kelapa



**ABSTRACT**  
**THE EFFECT OF ADDING PASSIVE COOLING USING COCONUT COIR**  
**TO 50 WP MONOCRYSTALLINE PANELS ON SOLAR PANEL**  
**EFFICIENCY**

(M. Dimas Agus Dermawan, 03041382025105, 2024, 39 Pages)

---

*Energy sources such as solar offer great potential as an environmentally friendly and sustainable alternative. The main purpose of solar panel coolers is to reduce the operational temperature of the panels, prevent reduced efficiency due to overheating, and extend the life of the solar panels themselves. This research explores the potential of coconut fiber as a passive coolant in solar panels. The focus of this research is to look at the effect of adding passive cooling made from coconut fiber, to see whether it can affect the efficiency of solar panels. The research methodology was carried out by designing a passive cooling design and method, which uses coconut fiber as a passive coolant. Research and data collection was carried out for 10 days with notes taken every 30 minutes. It is known that from the research results on day 4 solar panels with passive cooling produced an average efficiency of 4.51% while solar panels without cooling produced an average efficiency 4.14%. From these results it can be seen that passive cooling made from coconut fiber can affect efficiency and also the efficiency value is better than without cooling, this is because the current, voltage and power are greater.*

**Keyword :** *Solar Panel, Passive Cooling, Coconut Coir*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN .....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK BAHASA INDONESIA .....	viii
<i>ABSTRACT ENGLISH</i> .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR RUMUS.....	xv
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II</b> .....	<b>5</b>
2.1. Energi Surya .....	5
2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) .....	5
2.2.1 PLTS Sistem On-Grid .....	5
2.2.2 PLTS Sistem Off-Grid .....	6
2.3. Sel Surya .....	6
2.4. Panel Surya <i>Monocrystalline</i> .....	7
2.5. Skema Prinsip Kerja Panel Surya.....	8
2.6. Faktor-Faktor yang berpengaruh terhadap Daya Keluaran Panel Surya .....	9
2.7. Teknik Pendingin Panel Surya.....	10
2.7.1 Pendingin Aktif .....	11
2.7.2 Pendingin Pasif .....	11
2.7.2.1 Sabut Kelapa .....	12

2.7.2.2 Sabut Kelapa Sebagai Pendingin Pasif .....	12
2.7.2.3 Sifat Sabut Kelapa Sebagai Pendingin Pasif .....	13
2.7.2.4 Sabut Kelapa Sebagai Daya Serap Panas .....	13
2.8. Proses Perpindahan Panas.....	14
2.9. Tegangan.....	16
2.10. Arus.....	17
2.11. Daya .....	17
2.12. Efisiensi Panel Surya .....	18
<b>BAB III .....</b>	<b>19</b>
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	19
3.2. Diagram Alir Penelitian .....	20
3.3. Metode Penelitian .....	21
3.4. Alat dan Bahan.....	22
3.5. Spesifikasi Alat .....	24
3.6. Perancangan Peralatan Penelitian .....	25
3.6.1 Desain Alat dan Penyangga .....	25
3.6.2 Skema Pengujian Alat .....	27
<b>BAB IV .....</b>	<b>29</b>
4.1. Umum .....	29
4.2. Data Hasil Pengukuran .....	29
4.3. Perhitungan Daya.....	30
4.4. Perhitungan Efisiensi .....	31
4.5. Analisa Hasil Penelitian.....	33
4.5.1 Grafik Tegangan dan Suhu .....	33
4.5.2 Grafik Arus Pada Panel Surya Tanpa Pendingin Dibandingkan dengan Pendingin pasif .....	35
4.5.3 Grafik Daya Pada Panel Surya Tanpa Pendingin Dibandingkan Dengan Pendingin Pasif .....	36
4.5.4 Grafik Efisiensi Pada Panel Surya Tanpa Pendingin Dibandingkan Dengan Pendingin Pasif .....	37
<b>BAB V .....</b>	<b>39</b>
5.1. Kesimpulan.....	39

5.2. Saran .....39

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya <i>Monocrystalline</i> .....	7
Gambar 2.2 Sistem Pendingin Aktif.....	11
Gambar 2.3 Sabut Kelapa .....	12
Gambar 2.4 Konduksi .....	14
Gambar 2.5 Konveksi.....	15
Gambar 2.6 Radiasi.....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar 3.2 (a) Alat Tampak Depan. (b) Alat Tampak Samping. (c) Alat Tampak Bawah.....	25
Gambar 3.3 Tempat Penyangga Sabut Kelapa .....	26
Gambar 3.4 Alat Yang Telah Selesai .....	27
Gambar 4.1 Alat Penelitian .....	29
Gambar 4.2 Grafik perbandingan tegangan pada panel surya tanpa pendingin dengan pendingin .....	33
Gambar 4.3 Grafik perbandingan suhu pada panel surya tanpa pendingin dengan pendingin.....	34
Gambar 4.4 Grafik perbandingan arus pada panel surya tanpa pendingin dengan pendingin.....	35
Gambar 4.5 Grafik perbandingan daya pada panel surya tanpa pendingin dengan pendingin.....	36
Gambar 4.6 Grafik perbandingan efisiensi pada panel surya tanpa pendingin dengan pendingin.....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	19
Tabel 3.2 Alat dan Bahan .....	22
Tabel 3.3 Spesifikasi Panel Surya .....	24
Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran.....	30
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Daya Serta Efisiensi .....	32

## DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1 .....	8
Persamaan 2.2 .....	16
Persamaan 2.3 .....	17
Persamaan 2.4 .....	18
Persamaan 2.5 .....	18
Persamaan 3.1 .....	28
Persamaan 3.2 .....	28
Persamaan 3.3 .....	28

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi terbarukan telah menjadi prioritas utama dalam upaya dunia untuk mengatasi permasalahan perubahan iklim dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi tak terbarukan. Sumber energi seperti matahari, angin, air, panas bumi, dan biomassa memiliki potensi besar sebagai alternatif berkelanjutan dan abadi serta bermanfaat bagi lingkungan.

Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik untuk keperluan sehari-hari, setiap daerah telah membangun pembangkit listrik dalam jumlah besar. Perusahaan Listrik Negara (PLN) tidak mempunyai pengaruh terhadap berapa banyak energi yang digunakan kliennya karena merupakan tanggung jawab mereka untuk memanfaatkan listrik yang mereka butuhkan. Pembangkit listrik harus menghasilkan lebih banyak energi untuk memenuhi peningkatan permintaan, yang seringkali memerlukan penggunaan sumber daya alam secara ekstensif. Listrik merupakan sumber energi utama yang digunakan untuk menghasilkan tenaga, namun sumber daya alam juga digunakan. Sumber daya alam terbagi menjadi dua kategori: terbarukan dan tidak terbarukan. Ketika persediaan bahan bakar tidak lagi tersedia, Pembangkit listrik yang mengandalkan bahan bakar fosil atau sumber daya tak terbarukan lainnya untuk menghasilkan listrik akan dimatikan, sedangkan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi surya atau sumber daya terbarukan lainnya akan tetap beroperasi[1].

Mengingat pembangkit listrik tenaga surya merupakan salah satu jenis energi berkelanjutan, maka masuk akal untuk berinvestasi dalam pengembangannya guna mengatasi meningkatnya kebutuhan listrik, khususnya di Indonesia. Modul sel surya adalah komponen utama yang digunakan untuk menghasilkan listrik dari radiasi matahari. Keluaran energi listrik suatu modul atau panel sel surya dipengaruhi oleh suhu dan tingkat kelembapan[2]. Dapat menghasilkan dan dihasilkan oleh sel surya terutama dipengaruhi oleh dua parameter fisik utama dalam tegangan dan arus listrik serta intensitas sinar matahari dan suhu udara sekitar. Tegangan dan arus yang dihasilkan sel surya berbanding lurus dengan



intensitas radiasi matahari yang diterimanya. akibatnya, peningkatan sinar matahari menghasilkan keluaran tegangan dan arus listrik yang lebih besar. Sebaliknya, meskipun radiasi matahari tetap konsisten, kenaikan suhu lingkungan akan menyebabkan penurunan tegangan panel surya dan peningkatan arus listrik yang dihasilkan. Variabel seperti suhu udara, tutupan awan, dan kecepatan angin di sekitar panel surya berdampak pada suhu sel surya[3].

Suhu operasional panel surya sangat dapat berdampak pada efisiensinya. Ketika suhu panel surya meningkat, efisiensinya menurun. Fenomena ini dapat disebabkan oleh energi panas yang dihasilkan oleh radiasi matahari dan konversi energi. Oleh karena itu, sangat penting untuk mendinginkan panel surya untuk menjaga suhunya pada tingkat ideal, sehingga meningkatkan efisiensi dan kinerja sistem panel surya secara keseluruhan. Ada beberapa cara untuk mendinginkan panel surya, mulai dari metode pasif seperti meningkatkan sirkulasi udara hingga metode aktif yang mencakup teknologi seperti pompa panas atau sistem pendingin cair. Pendingin panel surya memiliki fungsi utama untuk mengurangi suhu pengoperasian panel, sehingga mengurangi berkurangnya efisiensi yang disebabkan oleh panas berlebih dan memperpanjang umur panel surya.

Pada Penelitian lain tentang sabut kelapa (*Cocos nucifera*), di bantalan pendingin evaporatif. Dua sabut kelapa kecil bantalan dengan konfigurasi berbeda dibuat dan diuji menggunakan pengaturan eksperimental skala laboratorium. Perpindahan panas dan massa koefisien, efisiensi pendinginan evaporatif dan penurunan tekanan pada kedua jenis bantalan sabut kelapa dianalisis dan dibandingkan dengan bantalan kertas media kaku komersial. Hasil menunjukkan bahwa pendinginan efisiensi bantalan pendingin evaporatif sabut kelapa yang diproduksi cukup baik (sekitar 50%) dan mendekati bahwa dari kertas komersial (sekitar 47%)[4]. Telah diteliti untuk meningkatkan efisiensi panel surya dengan teknik pendinginan. Secara umum, Tegangan Rangkaian Terbuka ( $V_{oc}$ ) dan Tegangan pada Daya Maksimum ( $V_{mp}$ ) menurun seiring dengan penurunan suhu. Nilai  $V_{mp}$  dan  $V_{oc}$  pada suhu 40°C masing-masing sebesar 17,5 V dan 22 V.  $V_{mp}$  dan  $V_{oc}$  masing-masing meningkat menjadi 20 dan 24 V pada 20°C[5]. Hal ini

membuktikan bahwa suhu mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh panel surya, disini penulis akan melakukan percobaan menggunakan sistem pendingin pasif dengan judul “**Pengaruh Penambahan Pendingin Pasif Menggunakan Sabut Kelapa Pada Panel *Monocrystalline* 50 wp terhadap efisiensi panel surya.**”

## **1.2 Rumusan Masalah**

Efektivitas panel surya dalam mengumpulkan panas matahari dipengaruhi oleh sejumlah faktor, salah satunya adalah suhu panel baterai surya dan lingkungan sekitar. Kinerja panel surya akan menurun jika suhunya melebihi batas optimal sehingga menurunkan kapasitas penyerapan panel.

Karena itu penelitian ini dilakukan untuk melihat berapa besar pengaruh jika pendingin pasif dari sabut kelapa ditambahkan pada panel surya terhadap harga efisiensi panel tersebut.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang Panel surya *Monocrystalline* 50 WP Sistem Pendingin Pasif berbahan sabut kelapa.
2. Mengukur serta menganalisis arus dan tegangan pada panel yang ditambahkan pendingin pasif dan tanpa pendingin pasif.
3. Menghitung serta menganalisis daya dan efisiensi panel surya dengan pendingin pasif dan tanpa pendingin pasif.

## **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang digunakan pada penelitian sebagai berikut

1. Bahan yang digunakan sebagai pendingin pasif yaitu sabut kelapa.
2. Menggunakan panel surya *Monocrystalline* 50 WP.
3. Menggunakan kemiringan panel 45°.
4. Pengambilan data dilakukan selama 10 hari.
5. Jenis sabut kelapa yang digunakan (*Cocos Nucifera*).
6. Menggunakan sensor suhu berjenis DS18B20
7. Menggunakan sensor tegangan dan arus INA 219

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Pembuatan dengan Sistematis untuk mempermudah penulisan. Sistematika penulisan laporan sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab I dari laporan ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah. Tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi tentang dasar teori yang berkaitan dan mendukung proses penulisan penelitian

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi tentang tempat penelitian, waktu penelitian, peralatan yang digunakan dalam proses penelitian, prosedur pengambilan data, dan juga metode pengolahan data

### **BAB IV PEMBAHASAN**

Berisi tentang pengolahan data dari data yang telah didapatkan, dan penganalisaan dari data tersebut

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab V dari laporan ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran kedepannya untuk penelitian yang akan dilakukan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Anwar, T. Artono, N. Nasrul, D. Dasrul, and A. Fadli, "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T," *Pros. Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, pp. 272–276, 2019.
- [2] Hamdani, Z. Tharo, and S. Anisah, "Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir," *Semnastek Uisu*, pp. 189–193, 2019.
- [3] D. Suryana and M. M. Ali, "The Effect Of Temperature On Voltage Produced By Monocrystalline Solar Panel (Case Study : Baristand Industri Surabaya)," *J. Teknol. Proses dan Inov. Ind.*, vol. 2, no. 1, pp. 49–52, 2016.
- [4] R. Rawangkul, J. Khedari, J. Hirunlabh, and B. Zeghmati, "Performance analysis of a new sustainable evaporative cooling pad made from coconut coir," *Int. J. Sustain. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 117–131, 2008, doi: 10.1080/19397030802326726.
- [5] H. Isyanto, Budiyanto, Fadliandi, and P. G. Chamdareno, "Pendingin untuk peningkatan daya keluaran panel surya," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2017*, no. November, pp. 1–2, 2017.
- [6] A. I. Ramadhan, E. Diniardi, and S. H. Mukti, "Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP," *Teknik*, vol. 37, no. 2, p. 59, 2016, doi: 10.14710/teknik.v37i2.9011.
- [7] Ima Rochimawati, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *Strateg. J. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 169–180, 2019, doi: 10.37753/strategy.v1i1.7.
- [8] A. Hafid, Z. Abidin, S. Husain, and R. Umar, "Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Balang Lompo," *J. List. Telekomun. Elektron.*, vol. 14, no. 1, p. 10, 2017.
- [9] S. S. Mohammad Hafidz ;, "Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 Mw on Grid Di Yogyakarta," *Jur. Tek. Elektro, Sekol. Tinggi Tek. PLN*, vol. 7, no. JURNAL ENERGI & KELISTRIKAN VOL. 7 NO. 1, JANUARI-MEI 2015, p. 49, 2015.

- [10] J. S. Sumbodo, M. R. Kirom, and P. Pangaribuan, "Efektivitas Pendingin Menggunakan Termoelektrik pada Panel Surya Effectiveness of Thermoelectric Cooling on Solar Panel," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 3895–3902, 2018.
- [11] R. Rifky, D. Mugisidi, A. Fikri, M. Mujirudin, and A. Avorizano, "Pengaruh Arah Sel Surya Berdasar Mata Angin Terhadap Kinerjanya," *J. Teknol. Bahan dan Barang Tek.*, vol. 11, no. 1, p. 37, 2023, doi: 10.37209/jtbtt.v11i1.213.
- [12] Y. G. Emes dkk, "Analisa pengaruh sudut kemiringan panel surya kapasitas 10 watt peak (wp) tipe monocrystalline terhadap daya output," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 9–15, 2023.
- [13] Fitryah, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *Univ. Trisakti*, 2015.
- [14] Napitupulu, "Pengaruh Material Monokristal Dan Polikristal Terhadap Karakteristik Sel Surya 20 Wp Dengan Tracking Sistem Dua Sumbu," *Univ. Hkbp Nomensen*, 2017.
- [15] J. Indra Bayu, I. Budi Sulistiyawati, and N. Putu Agustini, "Monitoring Pengaruh Suhu Pada Panel Surya Terhadap Performa Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *J. FORTECH*, vol. 4, no. 1, pp. 27–32, 2023, doi: 10.56795/fortech.v4i1.4104.
- [16] R. Prima Dewi, "Sistem Pendingin Panel Surya Otomatis Untuk Meningkatkan Daya Keluaran Panel Surya," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–10, 2023, doi: 10.24176/simet.v14i1.8901.
- [17] R. Pido, S. Himran, and Mahmuddin, "Analisa Pengaruh Pendinginan Sel Surya Terhadap Daya Keluaran dan Efisiensi," *J. Tek. Mesin Teknol.*, vol. 19, no. 1, pp. 31–38, 2018, [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/teknologi/article/view/7858/4578>
- [18] A. Haris Setiawan, Suyanto, and R. Agung Wahyuono, "ANALISIS KINERJA PENDINGINAN PASIF PADA PANEL SURYA MENGGUNAKAN PHASE CHAGE MATERIAL PARAFIN PADA BACK SHEET ALUMUNIUM," *Inst. Teknol. Sepuluh Nop. Surabaya*, pp. 866–875, 2023.
- [19] M. S. - and K. K. R. -, "Passive Cooling Method Analysis & Optimization

- of PV Solar Panel Heat Sink,” *Int. J. Multidiscip. Res.*, vol. 5, no. 4, pp. 1–17, 2023, doi: 10.36948/ijfmr.2023.v05i04.5658.
- [20] Y. Mohd Yuhazri *et al.*, “Optimization of coconut fibers toward heat insulator applications,” *Glob. Eng. Technol. Rev.*, vol. 1, no. 1, pp. 35–40, 2011.
- [21] P. Dwivedi, S. A. Ganesh, K. Sudhakar, A. Soni, and S. S. Priya, “Thermal and Electrical Performance of Uncooled, Nature-Cooled, and Photovoltaic Thermal Module,” *Int. J. Photoenergy*, vol. 2023, 2023, doi: 10.1155/2023/4720545.
- [22] K. Jeumpa, S. Triono, and R. Rahmat, “The Ability of Coco Fiber Material in Reducing Heat as An Insulation of Building Walls on Accepted Temperature Level,” pp. 1–6, 2020, doi: 10.4108/eai.16-11-2019.2293241.
- [23] A. E. Ahmad Ashari, Nely Ana Mufarida, “Analisis Perpindahan Panas Pada Alat Tambal Ban Elektrik,” *Tek. Mesin*, vol. 1, pp. 1–18, 2017.
- [24] A. Walujodjati, “Perpindahan Panas Konveksi Paksa,” *J. Ilm. MOMENTUM*, vol. 2, no. 2, pp. 21–24, 2006.
- [25] W. Wahyono and I. Rochani, “Pembuatan Alat Uji Perpindahan Panas Secara Radiasi,” *Eksergi*, vol. 15, no. 2, p. 50, 2019, doi: 10.32497/eksergi.v15i2.1506.
- [26] A. Pramono, T. J. L. Tama, and T. Waluyo, “Analisis Arus Tiga Fasa Daya 197 Kva Dengan Menggunakan Metode Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov,” *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 4, no. 2, pp. 213–216, 2021, doi: 10.31598/jurnalresistor.v4i2.696.