PENGARUH PENAMBAHAN *COOLING SYSTEM AUTOMATIC* PADA PANEL SURYA *MONOCRYSTALLINE* 50 WP TERHADAP PERUBAHAN TEMPERATUR DAN EFISIENSI PANEL

SKRIPSI

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

Oleh :

MUHAMMAD FAUZI

03041382025115

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN *COOLING SYSTEM AUTOMATIC* PADA PANEL SURYA *MONOCRYSTALLINE* 50 WP TERHADAP PERUBAHAN TEMPERATUR DAN EFISIENSI PANEL

SKRIPSI

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

Oleh :

MUHAMMAD FAUZI

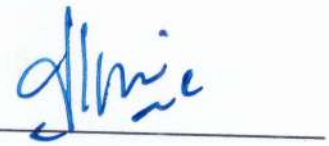
03041382025115

Palembang, 14 Mei 2024

Mengetahui, Ketua Jurusan Teknik Elektro	Menyetujui, Pembimbing Utama
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.,IPU.	**Caroline, S.T., M.T.**
NIP : 197108141999031005	**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, sata yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Fauzi

NIM : 03041382025115

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 *COOLING SYSTEM AUTOMATIC* PADA PANEL SURYA *MONOCRYSTALLINE* 50 WP TERHADAP PERUBAHAN TEMPERATUR DAN EFISIENSI PANEL

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan Hak Bebas Royalti Nonekslusif 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,

Muhammad Fauzi

Nim. 03041382025115

HALAMAN PERTANYAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Fauzi

NIM : 03041382025115

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

Muhammad Fauzi

NIM. 03041382025115

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT atas berkat dan hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, dengan judul ”Pengaruh Penambahan *Cooling System Automatic*. Pada Panel Surya *Monocrystalline* 50 Wp Terhadap Temperatur dan Efisiensi Panel”, 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 menyeselaikan 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, masukkan, 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 masukkan 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. Saudara kembar saya Ahmad Fauzan, sebagai saudara dan rival dalam mengejar mimpi dan saling memberikan motivasi dan semangat dalam proses menggapai mimpi.
9. Tim bimbingan Ibu Caroline, S.T.,M.T., yang selalu saling membantu dan memberikan solusi dalam proses pengerjaan tugas akhir.
10. Sahabat-sahabat saya *IV Horsemen* yang dari awal perkuliahan sampai akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini, yang saling support apapun kondisinya. Nurjaya, Dimas, Okta, *thanks you my brothers*.

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, 23 April 2024

Muhammad Fauzi

NIM. 03041382025115

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN *COOLING SYSTEM AUTOMATIC* PADA PANEL SURYA *MONOCRYSTALLINE* 50 WP TERHADAP PERUBAHAN TEMPERATUR DAN EFISIENSI PANEL

(Muhammad Fauzi, 03041382025115, 2024, 45 Halaman).

Tenaga listrik merupakan energi yang diperlukan oleh semua kalangan masyarakat serta menjadi sumber utama yang dibutuhkan dalam berbagai aktivitas dilingkungan masyarakat. Energi baru terbarukan merupakan sumber energi alternatif dapat menggantikan sumber energi fosil yang sudah ada, dikarenakan kebutuhan akan energi listrik di kemudian hari akan terus meningkat. Sebagai contoh kita dapat menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai energi baru terbarukan karena ramah akan lingkungan sekitar yang tidak menghasilkan polusi. Dimana dalam prosesnya panel surya menyerap panas sinar matahari untuk diubah menjadi energi listrik, dan temperatur yang paling optimal dalam menyerap panas sinar matahari sendiri adalah 25°C. Fokus dari penelitian ini adalah melihat pengaruh penambahan *cooling system automatic* pada panel surya, untuk melihat apakah dengan menjaga temperatur panel surya dapat menghasilkan energi listrik lebih baik dibandingkan dengan panel surya tanpa menggunakan *cooling system automatic*. Metodologi penelitian dilakukan dengan merancang desain dan metode pendingin aktif, dimana menggunakan air sebagai media pendingin panel surya tersebut. Penelitian dan pengambilan data dilakukan selama 10 hari, diketahui bahwa dari hasil penelitian panel surya dengan pendingin otomatis (*cooling system automatic*) menghasilkan daya sebesar 7,97 W dengan efisiensi sebesar 10,76 % dan panel surya tanpa pendingin menghasilkan daya sebesar 6,6 W dengan efisiensi sebesar 8,91%. Dari hasil tersebut dapat kita ketahui bahwa penggunaan *cooling system automatic* menghasilkan nilai efisiensi yang lebih baik dibandingan dengan panel surya tanpa pendingin. Hal ini dikarenakan, arus, tegangan, dan daya yang besar saat menggunakan *cooling system automatic* dibandingkan saat tanpa menggunakan pendingin.

Kata Kunci : Panel Surya, Pendingin, Pompa Air, Efisiensi.

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDING AN AUTOMATIC COOLING SYSTEM SYSTEM ON 50 WP MONOCRYSTALLINE SOLAR PANELS ON TEMPERATURE CHANGEAND PANEL EFFICIENCY

(Muhammad Fauzi, 03041382025115, 2024, 45 Pages)

Electric power is energy that is needed by all people and is the main source needed in various activities in the community. New renewable energy is an alternative energy source that can replace existing fossil energy sources, because the need for electrical energy in the future will continue to increase. For example, we can use Solar Power Plant (PLTS) as a new renewable energy because it is friendly to the surrounding environment that does not produce pollution. Where in the process the solar panel absorbs the heat of sunlight to be converted into electrical energy, and the most optimal temperature in absorbing the heat of sunlight itself is 25 ° C. The focus of this research is to see the effect of the addition of sunlight to the solar panel. The focus of this research is to see the effect of adding an automatic cooling system on solar panels, to see if maintaining the temperature of solar panels can produce better electrical energy compared to solar panels without using an automatic cooling system. The research methodology was carried out by designing the design and method of active cooling, which uses water as a cooling medium for the solar panels. Research and data collection were carried out for 10 days, it is known that from the results of research on solar panels with automatic cooling produced a power of 7.97 W with an efficiency of 10.76% and solar panels without cooling produced a power of 6.6 W with an efficiency of 8.91%. From these results we can know that the use of automatic cooling systems produces better efficiency values compared to solar panels without cooling. This is because the current, voltage, and power are large when using an automatic cooling system compared to when not using a cooler.

Keyword : Solar Panel, Cooling, Water Pump, Efficiency.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN ..... **iii**
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ..... **iv**
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
ABSTRAK BAHASA INDONESIA ..... **viii**
ABSTRACT ENGLISH ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR RUMUS ..... **xv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Tujuan Penelitian 3
1.4. Batasan Masalah 3
1.5. Sistematika Penulisan 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 5
2.2. Sel Surya 5
2.3. Panel Surya 6
2.4. Jenis - jenis Panel Surya 6
2.4.1 *Monocrystalline* 6
2.4.2 *Polycrystalline* 7
2.4.3 *Thin Film Solar Cell* 8
2.5. Faktor-Faktor yang berpengaruh terhadap Daya Keluaran Panel *Photovoltaic* 8
2.5.1 Radiasi Sinar Matahari 8
2.5.2 Kemiringan Panel *Photovoltaic* 9

2.5.3 Bayangan Benda (*Shading*) 9
2.5.4 Temperatur Pada Modul 9
2.6. Tegangan 10
2.7. Arus 10
2.8. Daya 10
2.8.1. Daya Aktif 11
2.8.2. Daya Semu 11
2.8.3. Daya Reaktif 12
2.9. Efisiensi Panel Surya 13
2.10. Pendinginan Pada Panel Surya 14
2.12.1. Pendingin Aktif (*Active Cooling*) 14
a. Radiasi 15
b. Konduksi 15
c. Konveksi 15
2.11. Pompa Air 15
2.12. Sensor 16
2.12.1. Sensor Arus INA 219 16
2.12.2. Sensor Temperatur DS18B20 16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 17
3.1. Metode Penelitian 17
3.2. Diagram Alir Penelitian 19
3.3. Waktu dan Lokasi Penelitian 20
3.4. Bahan dan Alat 21
3.5. Spesifikasi Alat dan Perancangan Desain Penelitian 24
3.6. Skema Sistem PLTS 25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 29
4.1. Umum 29
4.2. Data Hasil Perhitungan 30
4.3. Perhitungan Daya Panel Surya 31
4.4. Perhitungan Efisiensi Panel Surya 31
4.5. Grafik Data Perhitungan Penelitian 35
4.5.1. Grafik Tegangan 35

4.5.2. Grafik Arus 36
4.5.3. Grafik temperatur 37
4.5.4. Grafik Daya 38
4.5.5. Grafik Efisiensi 39
4.6. Analisa Hasil Penelitian 41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 44
5.1 Kesimpulan 44
5.2 Saran 45
DAFTAR PUSTAKA 46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja Sel Surya 5

Gambar 2.2 *Monocrystalline Silicone*.....7

Gambar 2.3 *Polycrystalline Silicone*.....7

Gambar 2.4 *Thin Film Solar Cell*.....8

Gambar 3.1 Diagram Alir penelitian.....19

Gambar 3.2 (a) Alat Tampak Depan dan (b) Alat Tampak Samping (c)Sensor di Permukaan Panel.....25

Gambar 3.3 (a) dan (b) Ukuran Alat 26

Gambar 3.4 Skema Alat 27

Gambar 4.1 Alat Penelitian 29

Gambar 4.2 Grafik perbandingan tegangan panel surya *monocrystalline* 50 WP dengan pendingin otomatis dan tanpa pendingin.....34

Gambar 4.3 Grafik perbandingan arus panel surya *monocrystalline* 50 WP dengan pendingin otomatis dan tanpa pendingin 35

Gambar 4.4 Grafik perbandingan temperatur panel surya *monocrystalline* 50 WP dengan pendingin otomatis dan tanpa pendingin.....36

Gambar 4.5 Grafik perbandingan daya panel surya *monocrystalline* 50 WP dengan pendingin otomatis dan tanpa pendingin 37

Gambar 4.6 Grafik perbandingan efisiensi panel surya *monocrystalline* 50 WP dengan pendingin otomatis dan tanpa pendingin.....38

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....19
Tabel 3.2 Bahan dan Alat 20
Tabel 3.3 Spesifikasi Panel Surya 23
Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian Hari ke-4.....29
Tabel 4.2 Hasil perhitungan P_{in}, P_{out}, dan Efisiensi dari Panel Surya dengan Pendingin hari ke-4 32
Tabel 4.3 Hasil perhitungan P_{in}, P_{out}, dan Efisiensi dari Panel Surya Tanpa Pendingin hari ke-4 33

DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1 8

Persamaan 2.2 9

Persamaan 2.3 9

Persamaan 2.4 10

Persamaan 2.5 10

Persamaan 2.6 10

Persamaan 2.7 11

Persamaan 2.8 13

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tenaga listrik merupakan energi yang diperlukan oleh semua kalangan masyarakat serta menjadi sumber utama yang dibutuhkan dalam berbagai aktivitas dilingkungan masyarakat. Dimana energi listrik merupakan energi yang digunakan oleh semua orang untuk menjalankan berbagai macam aktivitas seperti aktivitas rumah tangga, industri, kantor, jalan raya dan lainnya. Peran energi baru terbarukan sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan listrik yang akan datang, dapat kita ketahui bahwa dalam beberapa waktu kedepan kebutuhan energi listrik akan terus meningkat seiring dengan adanya perkembangan teknologi yang akan terjadi. Karena hal itu kita memerlukan energi alternatif yang dapat menggantikan sumber energi fosil yang sudah ada saat ini seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang bahan bakarnya adalah batu-bara, yang keberadaanya makin menipis. Salah satu contoh pembangkit yang bisa menggantikan pembangkit-pembangkit konvensional ialah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang ramah lingkungan. Disebut sebagai green energi karena berasal dari penyerapan sinar matahari sehingga tidak akan menghasilkan emisi karbon [1].

Dalam penggunakan secara konvensional sel surya disusun terdiri dari 28 sampai 32 sel surya menjadi panel surya, sehingga dapat mengkonversi panas dari sinar matahari menjadi energi listrik. Temperatur panel surya yang paling baik dalam menghasilkan daya secara optimal pada saat temperatur mencapai 25°C [2]. Sejumlah penelitian melihatkan hasil yang dimana kenaikkan temperatur panel surya sekitar 1°C dari temperatur optimalnya menyebabkan efisiensi akan menurun sebesar 0,45% Namun, temperatur rata-rata di Indonesia berkisar antara 30-35°C [2].

Terdapat beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa daya keluaran pada panel surya dipengaruhi oleh seberapa besar intensitas cahaya matahari yang diserap oleh panel tersebut. Hasil dari sebuah penelitian mengenai

panel surya menyimpulkan ketika temperatur lingkungan sekitar pada panel surya semakin tinggi, maka daya listrik yang dihasilkan akan semakin berkurang. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rahajoeningroem [3], dimana pada penelitiannya dilakukan dengan menggunakan sistem pendingin otomatis mendapatkan daya keseluruhan panel surya dengan pendingin sebesar 27.8 Watt dan efisiensinya 15.09% dan pada panel surya tanpa pendingin mendapatkan daya keseluruhan sebesar 22.32 Watt dan efisiensi nya sebesar 12.62% dimana panel surya dengan pendingin dengan perbandingan efisiensi sebesar 2,47%. Pada penelitan yang dilakukan oleh Talib [4], dimana jenis panel yang digunakan adalah *monocrystalline* dengan menggunakan pendingin berupa cairan air atau *nano aluminium oksida* dengan berbagai konsentrasi dimana laju aliran 0,8 – 1,6 L/menit. Didapatkan penurunan temperatur signifikan sebesar 23,14 % dengan konsentrasi sebesar 3 wt%. Hal ini membuktikan bahwa temperatur mempengaruhi secara signifikan daya pada panel surya.

Berdasarkan latar belakang diatas maka, pada tugas akhir penulis akan membahas tentang, "**Pengaruh penambahan *Cooling System Automatic* Pada Panel Surya *Monocrystalline* 50 WP Terhadap Perubahan Temperatur dan Efisiensi Panel**."

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang sering dihadapi oleh panel surya adalah bagaimana cara menjaga agar panel surya tersebut dapat menghasilkan daya listrik yang lebih baik. Seperti yang kita ketahui bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja panel surya adalah kondisi lingkungan sekitar, cuaca, kebersihan panel serta temperatur pada panel surya itu sendiri. Temperatur panel surya sendiri memiliki sebuah batasan seberapa besar dapat menyerap panas sinar matahari secara optimal dan apabila berlebih maka hasil yang didapat akan kurang optimal.

Maka dari itu penelitian tugas akhir ini, untuk melihat pengaruh sistem pendingin terhadap temperatur pada panel dan membandingkan dengan panel surya tanpa sistem pendingin.

1.3 Tujuan Penelitian

Pada penulisan tugas akhir adapun beberapa tujuan dari penelitian ini yang ingin dicapai yakni sebagai berikut :

1. Merancang Prototipe dan panel surya yang telah ditambah dengan *Cooling Sytem Automatic*.
2. Mengukur dan menganalisis tegangan dan arus pada panel yang telah ditambahkan *cooling sytem automatic*.
3. Menghitung dan menganalisis efisiensi panel surya tanpa *cooling system automatic* dan panel surya yang ditambahkan *cooling system automatic*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan pada penelitian sebagai berikut

1. Menggunakan Panel surya jenis *Monocrystalline* 50 WP.
2. Metode yang digunakan *cooling sytem automatic* adalah dengan menggunakan air sebagai *cooling system*.
3. Batasan temperatur panel maksimal 40°C.
4. Pengambilan data dilaksanakan selama 10 hari yang dilakukan setiap 30 menit sekali dari pukul 09.00 WIB sampai dengan 15.00 WIB.
5. Kemiringan panel yang digunakan sebesar 45°.
6. Beban yang digunakan adalah lampu DC 9 Watt.
7. Menggunakan Sensor Temperatur jenis DS18B20 dan 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 berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang dasar-dasar teori yang memperkuat ilmu dalam proses penulisan laporan 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

[1] M. S. ing. Bagus Ramadhani, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don ' ts*. Jakarta: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Energising Development (EnDev) Indonesia, 2018.

[2] J. Das and S. Malik, "Effect of Automated Cooling System on Efficiency of Pv Solar Power Generation System," *Int. Res. J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 12–14, 2021, doi: 10.55083/irjeas.2021.v09i01003.

[3] T. Rahajoeningroem and I. Jatnika, "Sistem Pendingin Otomatis Panel Surya Untuk Peningkatan Daya Output Berbasis Mikrokontroler Solar Panel Automatic Cooling System to Increase the Output Power Based on The Microcontroller," *Telekontran*, vol. 10, no. 1, 2022.

[4] T. K. Murtadha and A. A. Hussein, "Optimization the performance of photovoltaic panels using aluminum-oxide nanofluid as cooling fluid at different concentrations and one-pass flow system," *Results Eng.*, vol. 15, no. August, p. 100541, 2022, doi: 10.1016/j.rineng.2022.100541.

[5] M. Anggara and W. Saputra, "Analisis Kinerja Sel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline di Kabupaten Sumbawa NTB," *J. Flywheel*, vol. 14, no. 1, pp. 7–12, 2023, doi: 10.36040/flywheel.v14i1.6521.

[6] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.

[7] Syafaruddin, "Perbandingan Unjuk Kerja Antara Panel Sel Surya Berpenjejak Dengan Panel Sel Surya Diam," *J. Teknol. Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 6–11, 2010.

[8] F. Salsa hayani, A. Stefanie, and I. A. Bangsa, "Hybrid Generator Thermoelektrik Panel Surya Thin Film Sf 170-S Cis 170 Watt Pada Plts 1 Mw Cirata," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 6, no. 1, pp. 154–160, 2021, doi: 10.36277/jteuniba.v6i1.102.

[9] R. P. Dewi *et al.*, "Sistem Pendingin Panel Surya Otomatis Untuk Mengaktikan Daya Keluaran Panel Surya," vol. 14, no. 1, pp. 1–10, 2023.

[10] Y. I. Lukmato, Muhammad Jubran Rizqullah, Mohamad Wahyu Hidayat, and Siti Diah Ayu Febriani, “Analisis Losses Daya Sel Surya Dalam Fabrikasi Modul Surya Monocrystalline 330Wp Pt Santinilestari Energi Indonesia,” *J. Inov. Teknol. Manufaktur, Energi dan Otomotif*, vol. 1, no. 1, pp. 37–44, 2022, doi: 10.57203/jinggo.v1i1.2022.37-44.

[11] Z. A. Tomi Alamsyah, Ayong Hiendro, “Analisis Potensi Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Panel Mono-Crystalline dan Poly-Crystalline Di Kota Pontianak dan Sekitarnya.,” *J. Tek. Univ. Tanjungpura Pontianak.*, 2021, doi: 10.55981/brin.562.c5.

[12] R. A. Dalimunthe, “Pemantau Arus Listrik Berbasis Alarm Dengan Sensor Arus,” *Semin. Nas. R.*, vol. 1, no. 1, pp. 333–338, 2018.

[13] S. N. Hutagalung and M. Panjaitan, “Pembelajaran Fisika Dasar Dan Elektronika Dasar (Arus, Hambatan Dan Tegangan Listrik) Menggunakan Aplikasi Matlab Metode Simulink,” *J. Ikat. Alumni Fis. Unimed*, vol. 4, no. 3, pp. 29–33, 2018.

[14] P. S. P. Sudarmanto, “Analisis Perbandingan Efisiensi Sistem Kelistrikan Arus Bolak Balik Dan Purwarupa Arus Searah Untuk Beban Residensial,” no. 1, pp. 430–439, 2018.

[15] P. Harahap and M. Adam, “Efisiensi Daya Listrik Pada Dispenser Dengan Jenis Merk Yang Berbeda Menggunakan Inverator,” *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 4, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.24853/resistor.4.1.37-42.

[16] F. A. Noor, H. Ananta, and S. Sunardiyo, “Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Tegangan, Arus, Faktor Daya, dan Daya Aktif pada Beban Listrik di Minimarket,” *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 66–73, 2017.

[17] R. H. Mone, G. Tjahjono, and Z. Y. Baitanu, “Pengaruh Tahapan Nilai Kapasitor Terhadap Daya Reaktif Motor Induksi Satu Fasa,” *J. Spektro*, vol. 5, no. 2, pp. 33–40, 2022, [Online]. Available: https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/spektro/article/view/8774%0Ahttps://ejurnal.undana.ac.id/index.php/spektro/article/download/8774/4367

[18] S. Kalaiselvan, V. Karthikeyan, G. Rajesh, A. Sethu Kumaran, B.

Ramkiran, and P. Neelamegam, “Solar PV Active and Passive Cooling Technologies-A Review,” *7th IEEE Int. Conf. Comput. Power, Energy, Inf. Commun. ICCPEIC 2018*, pp. 166–169, 2018, doi: 10.1109/ICCPEIC.2018.8525185.

[19] A. M. Ahmed and S. Hassan Danook, “Efficiency improvement for solar cells panels by cooling,” *2nd Int. Conf. Eng. Technol. Sci. Al-Kitab, ICETS 2018*, pp. 39–42, 2018, doi: 10.1109/ICETS.2018.8724625.

[20] N. S. Amatullah, “Pengembangan E-Modul Berbasis Android Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Duhu, Kalor dan Perpindahan Kalor SMA,” p. 378, 2021, [Online]. Available: https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/57402

[21] D. Wulandari and Ardiyanto, “Rancang Bangun Pendingin Solar Cell Menggunakan Media Air,” p. 234, 2018.

[22] Ditjen SDA, “Prosedur dan Instruksi Kerja Pengukuran Debit Sungai dan Saluran Terbuka,” no. 20, 2009.

[23] - Suwarti, “Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya,” *Eksergi*, vol. 14, no. 3, p. 78, 2019, doi: 10.32497/eksergi.v14i3.1373.

[24] M. Nizar Maulidin, S. Hariyadi, and I. Wayan Yudi Martha Wiguna, “Rancang Bangun Sistem Pendingin Panel Surya Menggunakan Kendali Air Otomatis Untuk Menurunkan Rugi Rugi Daya Berbasis Arduino Via Android,” *Prosidingseminar Nasionalinovasi Teknol. Penerbangan*, vol. 5, no. 1, 2021.

[25] R. N. Ikhsan and N. Syafitri, “Pemanfaatan Sensor Suhu DS18B20 sebagai Penstabil Suhu Air Budidaya Ikan Hias,” *Pros. Semin. Nas. Energi, Telekomun. dan Otomasi*, vol. 1, no. 1, pp. 18–26, 2021, [Online]. Available: Water Temperature Controller, DS18B20 Sensor, Arduino, Fish Culture, Betta%0ASNETO