

SKRIPSI

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI IoT PADA DATALOGGER SEBAGAI PENCATAT DATA MODUL FOTOVOLTAIK POLIKRISTALIN 100 WP



Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH

PUTRA RAMADHAN

03041381924095

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI TEKNOLOGI IoT PADA DATALOGGER SEBAGAI
PENCATAT DATA MODUL FOTOVOLTAIK POLIKRISTALIN 100 WP**



SKRIPSI

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

Oleh:

Putra Ramadhan

03041381924095

Palembang, November 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Armin Sofijan, M.T.

NIP. 196411031995121001

Mengetahui,

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

NIP. 197108141999031005

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Putra Ramadhan
NIM : 03041381924095
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universtias Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*:

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul "Implementasi Teknologi IoT Pada Datalogger Sebagai Pencatat Data Modul Fotovoltaik Polikristalin 100 WP" merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, November 2023



Putra Ramadhan
NIM.03041381924095

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

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



Tanda Tangan : _____

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Armin Sofijan, M.T.

Tanggal : /November/2023

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Putra Ramadhan

NIM : 03041381924095

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Implementasi Teknologi IoT Pada Datalogger Sebagai Pencatat Data Modul
Fotovoltaik Polikristalin 100 WP**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/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: November 2023



Putra Ramadhan

NIM.03041381924095

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena berkat Rahmat dan karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan penulisan dan pembuatan Tugas Akhir yang berjudul **“Implementasi Teknologi IoT Pada Datalogger Sebagai Pencatat Data Modul Fotovoltaik Polikristalin 100 WP”** yang telah dilaksanakan dari bulan Februari hingga November 2023 sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Shalawat serta salam tidak hentinya tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya yang insyaAllah hingga akhir zaman.

Penulisan tugas akhir ini terlaksana berkat bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih terutama pada dosen Pembimbing Tugas Akhir yakni Bapak Dr. Ir. Armin Sofijan, M.T, yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan kepada penulis. Lalu, penulis uga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepada Orang Tua saya, Ayah dan Ibu serta saudara saya yang telah mendoakan, memberikan semangat, motivasi, dan dukungan tanpa henti kepada penulis.
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir Zaenal Husin, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasihat dari awal perkuliahan hingga mendapatkan gelar Sarjana Teknik.
4. Bapak Dr. Ir. Armin Sofijan, M.T., Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir saya yang telah membimbing dan mengarahkan selama penyusunan dan pembuatan tugas akhir penulis.
5. Bapak Ir. H. Hairul Alwani HA, M.T., dan Ibu Hermawati, S.T., M.T., yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penelitian yang dilakukan agar menjadi lebih baik.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama perkuliahan.

7. Seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa dan semangat kepada penulis
8. Fathur, Kimena, Ismatullah dan Ikhsan, yang telah membantu dalam penelitian dan memberikan saran serta kritikan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Seluruh pihak yang tidak mampu disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir hingga meraih gelar Sarjana Teknik.
10. Kepada diri sendiri karena telah kuat dalam menjalani perkuliahan dengan semangat dan tanpa ada kata putus asa hingga bisa menyelesaikan sampai ke Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan penulis. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun dari pembaca. Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dengan menambah ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Palembang, November 2023



Putra Ramadhan
NIM. 03041381924095

ABSTRAK

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI IoT PADA DATALOGGER SEBAGAI PENCATAT DATA MODUL FOTOVOLTAIK POLIKRISTALIN 100 WP

(Putra Ramadhan, 03041381924095, 2023, 48 Halaman)

Energi surya ialah sesuatu sumber tenaga yang ketersediaannya tidak terbatas dan ramah lingkungan. Radiasi berlebih serta temperatur lingkungan yang tinggi bisa menimbulkan permasalahan serius semacam overheating pada panel surya. Tingginya temperatur pada panel bisa merendahkan tegangan keluaran, efisiensi, serta pendeknya usia modul surya. Dengan demikian, dibutuhkan terdapatnya sistem pendingin panel surya supaya panel bisa bekerja maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mempertahankan daya keluaran dari panel surya dengan menggunakan media pendingin berupa pelat berlubang berbahan ACP, penelitian ini menggunakan 2 buah pelat ACP yang berukuran 96cm x 60cm dengan masing-masing lubang yang telah di desain dengan diameter 7,5mm, dan 10mm. Pelat dengan lubang yang terbesar yaitu 10mm menunjukkan penurunan suhu yang lebih besar dibandingkan dengan diameter lubang lainnya, ketika nilai radiasi tertinggi sebesar 1009 W/m² menghasilkan suhu sebesar 58°C di panel surya tanpa pelat berlubang, sedangkan pada pelat berlubang berdiameter 10mm terdapat penurunan suhu sebesar 42°C. Pelat pendingin berdiameter lubang 10mm memiliki daya keluaran tertinggi sebesar 65,16 W dibandingkan dengan kedua panel surya lainnya. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan suhu pada panel dapat meningkatkan kinerja pada panel surya.


Kata Kunci: Fotovoltaik, Panel Surya, Pendingin Pasif, Pelat Berlubang.

Palembang, Januari 2024

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,
Pembimbing Utama


Muhammad Aby Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999071005


Dr. Ir. Armin Sofijan, M.T.
NIP : 196411031995121001

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF IoT TECHNOLOGY AS A MODUL DATALOGGER PHOTOVOLTAIC POLYCRYSTALINE 100 WP

(Putra Ramadhan, 03041381924095, 2023, 48 Pages)

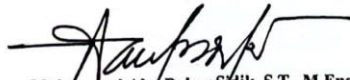
Solar energy is a source of energy whose availability is unlimited and environmentally friendly. Excessive radiation and high environmental temperatures can cause serious problems such as overheating of solar panels. High temperature on the panel can reduce the output voltage, efficiency, and shorten the life of the solar module. Thus, it is necessary to have a solar panel cooling system so that the panels can work optimally. This research aims to maintain the output power of solar panels by using a cooling medium in the form of a perforated plate made from ACP. This research uses 2 ACP plates measuring 96cm x 60cm with each hole designed with a diameter of 7.5mm and 10mm. The plate with the largest hole, namely 10mm, shows a greater temperature drop compared to other hole diameters, when the highest radiation value of 1009 W/m² produces a temperature of 58°C on the solar panel without a perforated plate, while on a plate with a hole with a diameter of 10mm there is a temperature decrease of 42°C. The 10mm hole diameter cooling plate has the highest output power of 65.16 W compared to the other two solar panels. This research shows that reducing the temperature on the panel can improve the performance of the solar panel.

Keywords: Photovoltaic, Solar Panel, Passive Cooling, Perforated Plates.


Palembang, Januari 2024

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,
Pembimbing Utama



Muhammad Ahy Bakar Sidiq, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005



Dr. Ir. Armin Sofijan, M.T.
NIP : 196411031995121001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	i
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	Error! Bookmark not defined. ii
DAFTAR ISI	viix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xixii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>State of Art</i>	5
2.2 Fotovoltaik	5
2.3 Panel Surya	6
2.4 Jenis-Jenis Panel Surya.....	6
2.5 Faktor yang Mempengaruhi Kerja Panel Surya	8
2.6 Sistem Pendingin Panel Surya	9
2.7 Pelat Pendingin Berlubang.....	10
2.8 <i>Internet of Things</i>	11
2.9 Aplikasi <i>Thinger.io</i>	12
2.10 Data Logger IoT	13
2.11 Arduino Nano	14
2.12 Sensor Tegangan	15

2.13 Sensor ACS712	15
2.14 Sensor BH1750 <i>Light Intensity</i>	16
2.15 Daya Listrik.....	16
BAB III.....	19
METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Metode Penelitian	19
3.2 Diagram Alir Penelitian	20
3.3 Lokasi Waktu Penelitian	21
3.4 Alat dan Bahan	21
3.5 Spesifikasi Panel Surya dan Pelat Aluminium Berlubang	23
3.6 Skema Pengambilan Data	24
BAB IV	19
BAB V.....	19
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya Jenis Monocrystalline	7
Gambar 2. 2 Panel Surya Jenis Polycrystalline	7
Gambar 2. 3 Panel Surya Jenis Thin Film.....	7
Gambar 2. 4 Kurva Suhu Terhadap Radiasi Matahari	8
Gambar 2. 5 Grafik Daya Terhadap Tegangan	9
Gambar 2. 6 Tampilan Thingier.io	12
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. 2 Rancangan <i>DataLogger</i> Berbasis Iot.....	23
Gambar 3. 3 Rancangan Sistem <i>Internet of Things</i>	24
Gambar 3. 4 Desain Pelat Diameter Lubang 10mm	25
Gambar 3. 5 Desain Pelat Diameter Lubang 7,5mm	26
Gambar 3. 6 Skema Pengambilan Data	27

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat dan Bahan.....	19
Tabel 3.2 Spesifikasi Panel Surya	21
Tabel 3.3 Spesifikasi Pelat Berlubang 1	22
Tabel 3.4 Spesifikasi Pelat Berlubang 2	22
Tabel 3.5 Data Pengukuran Panel Surya Tanpa Menggunakan Pasif Cooling	29
Tabel 3.6 Data Pengukuran Panel Surya Dengan Pasif Cooling 1	29
Tabel 3.7 Data Pengukuran Panel Surya Dengan Pasif Cooling 2.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan Panel Surya Selama 14 Hari

Lampiran 2. Hasil Akhir Perancangan Alat Penelitian

Lampiran 3. Pengambilan Data

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik ialah salah satu kebutuhan yang sangat berarti sebab seluruh perlengkapan rumah tangga serta perlengkapan yang lain memerlukan listrik selaku energi utama. Disebabkan listrik ialah kebutuhan pokok pada masa kini, secara tidak langsung besarnya kebutuhan terhadap listrik ini bertambah dalam waktu yang pendek. Dengan banyaknya kebutuhan pada energi listrik hingga sumber energi konvensional ataupun sumber energi tidak terbarukan lama kelamaan hendak habis. Untuk menyiasati sumber energi yang terbatas kita wajib memakai tenaga terbarukan ataupun sumber energi non konvensional yang energinya tidak terbatas serta ramah lingkungan.

Energi terbarukan merupakan tipe tenaga yang jumlahnya tidak terbatas ataupun tidak terdapat habisnya. Sebagian contoh tenaga terbarukan ialah matahari, panas bumi, angin, air, dan lain- lain. Salah satu sumber tenaga terbarukan yakni sinar matahari dengan memakai sel surya selaku sesuatu hasil dari ilmu pengetahuan untuk mengganti energi matahari jadi energi listrik yang telah banyak diketahui dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya [1].

Energi surya ialah sesuatu sumber tenaga yang ketersediaannya tidak terbatas dan ramah lingkungan. Indonesia ialah negeri beriklim tropis yang terletak di garis khatulistiwa, pemanfaatan energi surya di Indonesia yakni perihal potensial sebab Indonesia memperoleh penyinaran cahaya matahari sepanjang tahun dengan distribusi penyinaran 4,5 kWh/m² pada kawasan barat dan 5,1 kWh/m² pada kawasan timur seiap hari dengan alterasi bulanan masing-masing $\pm 10\%$ dan $\pm 9\%$ [2].

Panel Surya merupakan pembangkit listrik yang merubah tenaga surya menjadi tenaga listrik. Pembangkitan listrik dapat dicoba dengan 2 metode, ialah secara langsung memakai fotovoltaik serta secara tidak langsung dengan pemusatan tenaga surya. Fotovoltaik mengganti secara langsung tenaga sinar jadi listrik memakai dampak fotoelektrik. Pemusatan tenaga surya memakai sistem lensa ataupun kaca dikombinasikan dengan sistem pelacak buat memfokuskan tenaga matahari ke satu titik buat menggerakkan mesin kalor. Sel surya ataupun sel

fotovoltaik merupakan perlengkapan yang mengganti tenaga sinar jadi tenaga listrik memakai dampak fotoelektrik. Terbuat awal kali pada tahun 1883 oleh Charles Fritts [3]. Salah satu aspek yang bisa mempengaruhi kerja dari modul surya ini merupakan aspek lingkungan. Radiasi berlebih serta temperatur lingkungan yang tinggi bisa menimbulkan permasalahan serius semacam overheating pada modul surya. Tingginya temperatur pada modul bisa merendahkan tegangan keluaran $\pm 2.2\text{mV}/1^\circ\text{C}$, efisiensi jatuh sebesar $0.5\%/1^\circ\text{C}$, losses, serta pendeknya usia modul surya [4]. Dengan demikian, dibutuhkan terdapatnya sistem pendingin modul surya supaya modul bisa bekerja maksimal. Ada 2 tipe sistem pendingin, ialah pendingin aktif serta pendingin pasif. Pendingin pasif ialah pendingin yang memanfaatkan keadaan area semacam kecepatan angin serta mengalirkan panas yang terserap oleh pelat ke udara bebas. Sistem pendingin ini memerlukan biaya yang relatif murah serta mudah dalam pengaplikasiannya [5]. Pada penelitian yang dicoba oleh Priska Dwi Anggita (2021) memakai pelat datar berlubang bahan aluminium dengan diameter lubang 10mm dan jarak antar lubang 20mm sebagai sistem pendingin, menghasilkan daya serta efisiensi kerja modul yang optimal dari pada modul yang tidak memakai sistem pendingin. Hingga pada penelitian kali ini penulis memvariasikan ukuran dari lubang dan juga jarak antar lubang untuk meningkatkan performa dari modul surya. Pada penelitian sebelumnya yang di lakukan oleh Armin Sofijan dengan menganalisis pengaruh pelat aluminium berlubang pada modul PV, alat ukur berupa datalogger atau data logger real-time berbasis Arduino. Dari penelitian tersebut diketahui perangkat datalogger pengukur tegangan dan arus dapat bekerja dengan rentang pengukuran tegangan mulai dari 0-25 volt DC dan arus pada rentang 0-5 Ampere . Penggunaan Datalogger sebagai alat perekam data secara realtime sangat efektif dan efisien [6]. Berdasarkan latar belakang diatas, pada tugas akhir peneliti akan membahas tentang "**Implementasi Teknologi IoT Pada Datalogger Sebagai Pencatat Data Modul Fotovoltaik Polikristalin 100 WP**".

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian yang dilakukan oleh Priska Dwi Anggita (2021) diketahui bahwa aluminium pelat datar berhasil menurunkan suhu panel surya sehingga efisiensi panel meningkat sebesar 5,51%. Kemudian pada penelitian ini penulis

memvariasikan ukuran dari lubang untuk meningkatkan performa dari modul surya. Maka rumusan masalah penelitian kali ini adalah :

1. Bagaimana desain pelat aluminium yang akan digunakan?
2. Apakah ukuran lubang pelat Aluminium dapat mempengaruhi peningkatan efisiensi daya keluaran rata-rata dari panel surya?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat pelat pendingin berlubang dengan ukuran diameter lubang yang bervariasi.
2. Menganalisa pengaruh besar atau kecilnya efisiensi pasif cooling pelat aluminium berlubang terhadap panel surya.
3. Mengetahui perbandingan efisiensi yang dihasilkan panel surya dengan pendingin yang bervariasi dan tanpa pendingin.
4. Mempermudah pengambilan data dengan teknologi *internet of things*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

1. Penelitian ini menggunakan photovoltaic cells jenis polycrystalline 100 wp berjumlah 3 unit.
2. Media sistem pendingin berupa pelat ACP datar berlubang dengan panjang 96 cm , lebar 60 cm, dan tebal 0,2 cm. Untuk pelat aluminium yang pertama memiliki diameter lubang 10mm, untuk pelat aluminium yang kedua memiliki diameter lubang 7,5mm, dan jarak antar titik tengah tiap-tiap lubang berjarak 10mm.
3. Penelitian ini hanya membahas pengaruh besar atau kecilnya diameter lubang pelat Aluminium terhadap Efisiensi.
4. Penelitian ini tidak membahas pengaruh sudut kemiringan panel terhadap optimalisasi matahari, tidak membahas pengisian baterai serta tidak membahas pengaruh suhu ruang sekitar tempat panel diletakkan.
5. Parameter yang akan diukur berupa radiasi matahari (W/m^2), tegangan (Volt), arus (Ampere), dan temperatur ($^{\circ}C$).
6. Pengambilan data dilakukan selama 2 minggu mulai pukul 09.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB.

1.5 Sistematika Penulisan

Di dalam melakukan penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab yang telah disusun agar penulisan tugas akhir lebih terarah. Kelima bab tersebut yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini terdapat tentang latar belakang kenapa penulis mengambil judul tugas akhir yang diambil, tujuan dilakukannya tugas akhir, rumusan masalah, batasan masalah yang dibahas di penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Di dalam bab ini terdapat landasan teori yang dijadikan acuan yang berasal dari literatur yang ada.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Di dalam bab ini terdapat informasi mengenai tempat penelitian dan waktu penelitian, spesifikasi peralatan yang dipakai dalam penelitian, perencanaan pembuatan alat serta perencanaan pengambilan data apa saja yang diambil dalam penyusunan tugas akhir.

BAB IV PEMBAHASAN

Di dalam bab ini berisikan tentang alat dan data tugas akhir.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. P. G. I. Dwipayana, I. N. S. Kumara, and I. N. Setiawan, "Status of Battery in Indonesia to Support Application of Solar PV with Energy Storage," *J. Electr. Electron. Informatics*, vol. 5, no. 1, p. 29, 2021, doi: 10.24843/jeei.2021.v05.i01.p06.
- [2] V. R. Yandri, "Prospek Pengembangan Energi Surya Untuk Kebutuhan Listrik Di Indonesia," *J. Ilmu Fis. / Univ. Andalas*, vol. 4, no. 1, pp. 14–19, 2012, doi: 10.25077/jif.4.1.14-19.2012.
- [3] Suparyanto dan Rosad (2015, "Panel Surya," *Suparyanto dan Rosad (2015*, vol. 5, no. 3, pp. 248–253, 2020.
- [4] V. K., "An Overview of Factors Affecting the Performance of Solar PV Systems," *Energy Scan*, no. February, pp. 2–8, 2017, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/319165448>
- [5] O. C. Olawole *et al.*, "Innovative methods of cooling solar panel: A concise review," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1299, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1299/1/012020.
- [6] A. Sofijan, B. Yudho, and Z. Nawawi, "Performance Evaluation of Perforated Aluminum Plate on Polycrystalline 100 Wp PV Module with Computer Recorder," *Turkish J. Comput. Math. Educ.*, vol. 12, no. 13, pp. 4358–4362, 2021.
- [7] W. Koch, A. L. Endrös, D. Franke, C. Häßler, J. P. Kalejs, and H. J. Möller, *Bulk Crystal Growth and Wafering for PV*. 2005. doi: 10.1002/0470014008.ch6.
- [8] A. Gabriel and S. Lestari, "Panel Combiner Box pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On Grid Di PT. Len Industri (PERSERO) Bandung," 2017, [Online]. Available: <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- [9] A. R. Amelia, Y. M. Irwan, W. Z. Leow, M. Irwanto, I. Safwati, and M. Zhafarina, "Investigation of the effect temperature on photovoltaic (PV)

- panel output performance,” *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 6, no. 5, pp. 682–688, 2016, doi: 10.18517/ijaseit.6.5.938.
- [10] M. Rabie, M. F. Elkady, and A. H. El-Shazly, “Hybrid membrane distillation/high concentrator photovoltaic system for freshwater production,” *Energy Reports*, vol. 8, pp. 112–119, 2022, doi: 10.1016/j.egy.2021.11.067.
- [11] B. Dergisi, B. Dergisi, D. P. Type, and R. Geli, “COMPARISON OF THERMAL ENERGY STORAGE WITH PHASE CHANGE MATERIALS IN PHOTOVOLTAIC PANELS AND PV / T SYSTEMS FOTOVOLTAİK PANELLERDE VE PV / T SİSTEMLERDE FAZ DEĞİŞTİREN MADDE,” vol. 15, no. 2, pp. 55–76, 2022.
- [12] A. Sofijan, “Desain Passive Cooling Menggunakan Perforated Aluminum Plate Pada Fotovoltaik Monokristalin,” *J. Surya Energy*, vol. 5, no. 1, 2021, doi: 10.32502/jse.v5i1.2953.
- [13] Z. Arifin, S. Suyitno, D. Danardono, and D. Prija, “applied sciences The Effect of Heat Sink Properties on Solar Cell Cooling Systems,” 2020.
- [14] E. R. Ramirez, “Characterization of a Monocrystalline Photovoltaic Solar Panel With Cooling To Improve Its,” vol. 10, no. 11, pp. 297–306, 2019.
- [15] A. Sofijan, B. Y. Suprpto, and Z. Nawawi, “Experimental Analysis of ACP on Photovoltaics as Free Convection for Increasing Output Power,” *Prz. Elektrotechniczny*, vol. 98, no. 5, pp. 121–125, 2022, doi: 10.15199/48.2022.05.22.
- [16] B. Artono and R. G. Putra, “Penerapan Internet Of Things (IoT) Untuk Kontrol Lampu Menggunakan Arduino Berbasis Web,” *J. Teknol. Inf. dan Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 9–16, 2019, doi: 10.25047/jtit.v5i1.73.
- [17] S. H. T. B. Android, “Rancang bangun sistem monitoring suhu dan kelembaban pada pabrik pembuatan es balok menggunakan sensor sht20 berbasis android,” vol. 8, no. 2, pp. 201–208, 2022, doi: 10.55679/semantik.v8i2.27888.

- [18] Wilianto and A. Kurniawan, "Sejarah , Cara Kerja Dan Manfaat Internet of Things," *Matrix*, vol. 8, no. 2, pp. 36–41, 2018.
- [19] Y. P. Kusuma and O. Candra, "Rancang Bangun Alat Pengering Pisang Sale Berbasis Mikrokontroler dan Internet of Things (IoT)," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 2, no. 2, pp. 210–216, 2021, doi: 10.24036/jtein.v2i2.169.
- [20] R. SUSANA, M. ICHWAN, and S. AL PHARD, "Penerapan Metoda Serial Peripheral Interface (SPI) pada Rancang Bangun Data Logger berbasis SD card," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 4, no. 2, p. 208, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v4i2.208.
- [21] R. F. Haya, C. R. Gunawan, and F. Amir, "Monitoring system for decorative plants using Arduino Nano microcontroller," *Ultim. Comput. J. Sist. Komput.*, vol. 12, no. 2, pp. 65–71, 2020, [Online]. Available: <https://ejournals.umn.ac.id/index.php/SK/article/view/1742>
- [22] Y. Sudarso, "Rancang Bangun Prototipe Alat Pembersih Panel Surya Berbasis Arduino," *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, vol. 7, no. 2, pp. 107–115, 2019.
- [23] T. Suryana, "Measuring Light Intensity Using the BH1750 Sensor," *Komputa Unikomm 2021*, pp. 1–16, 2021.
- [24] D. A. Putra and R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 26, 2020, doi: 10.24036/voteteknika.v8i2.109138.