

ANALISIS PERPINDAHAN KALOR PADA PANEL SURYA KAPASITAS 100 WP

SKRIPSI

Disusun oleh :

Nama : Gumelar Rachmatullah

NPM : 153030051



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

BANDUNG

2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Gumelar Rachmatullah

Nomor Pokok Mahasiswa: 153030051

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam Skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi,
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi,
3. Naskah laporan skripsi yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah laporan skripsi bukan hasil plagiarism.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, November 2021

Yang menyatakan,



Gumelar Rachmatullah

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan, saya:

N a m a : Gumelar Rachmatullah

NPM : 153030051

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS PERPINDAHAN KALOR PADA PANEL SURYA 100 WP

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta,

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, November 2021

Yang menyatakan,



Gumelar Rachmatullah

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERPINDAHAN KALOR PADA PANEL SURYA KAPASITAS 100 WP



NAMA : GUMELAR RACHMATULLAH
NPM : 153030051

Pembimbing Utama,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Toto Supriyono'.

(Ir. Toto Supriyono., MT.)

Pembimbing Pendamping,

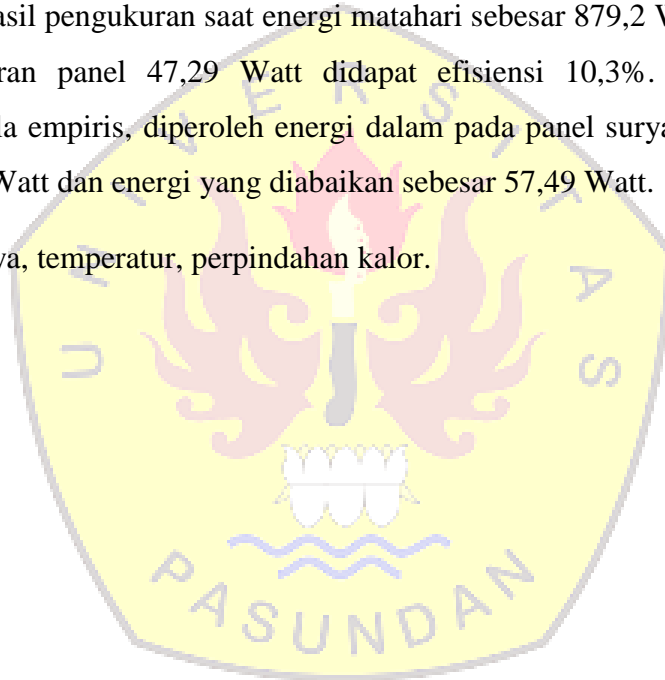
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hery Sonawan'.

(Dr. Ir. Hery Sonawan., MT.)

ABSTRAK

Pada saat panel surya disinari matahari, kalor yang diserap akan meningkatkan temperatur pada panel surya. Peningkatan temperatur panel surya yang tinggi akan mempengaruhi daya yang dihasilkan panel surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui temperatur panel saat penyinaran, temperatur antar muka lapisan panel surya, dan energi yang diserap panel surya. Penelitian ini menggunakan panel surya jenis polikristalin 100 WP serta wilayah penyinaran kota Bandung, Indonesia. Pengukuran kinerja panel surya dilakukan dalam kurun waktu 8 jam, serta pengambilan data setiap 5 menit. Informasi produsen efisiensi panel surya yaitu 16,93% dan temperatur kerja -4°C sampai +85°C. Hasil pengukuran saat energi matahari sebesar 879,2 W/m², temperatur 57,03 °C serta daya keluaran panel 47,29 Watt didapat efisiensi 10,3%. Analisa energi dalam menggunakan formula empiris, diperoleh energi dalam pada panel surya sebesar 8764,64 Joule serta *heatloss* 126,51 Watt dan energi yang diabaikan sebesar 57,49 Watt.

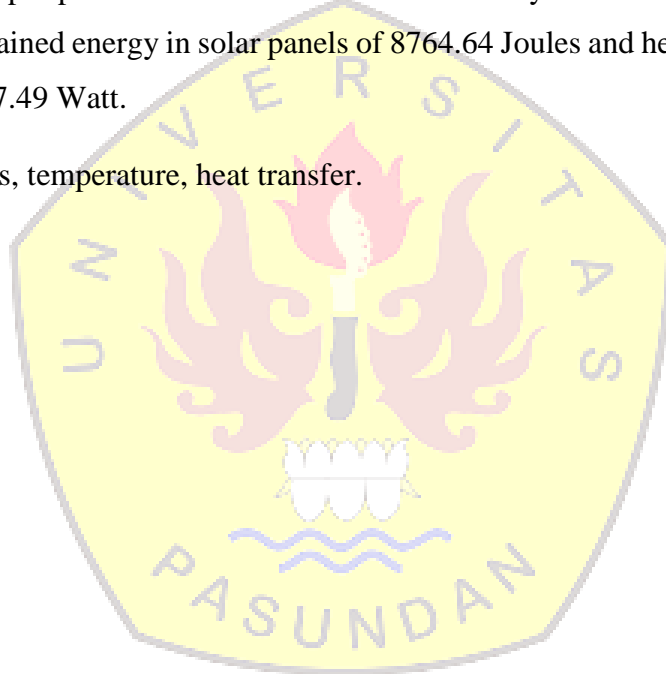
Kata kunci : panel surya, temperatur, perpindahan kalor.



ABSTRACT

When the solar panel is illuminated by the sun, the heat absorbed will increase the temperature on the solar panel. A high increase in the temperature of solar panels will affect the power generated by solar panels. This study aims to find out the temperature of the panels during irradiation, the temperature of the surface of the solar panel layer, and the energy absorbed by the solar panels. This study used 100 WP polycrystalline type solar panels as well as the irradiation area of Bandung, Indonesia. Measurement of solar panel performance is carried out within 8 hours, and data collection every 5 minutes. Solar panel efficiency manufacturer information is 16.93% and working temperature -4°C to $+85^{\circ}\text{C}$. The measurement results when solar energy is 879.2 W/m^2 , temperature 57.03°C and panel output power 47.29 Watt obtained efficiency of 10.3%. Energy analysis in the empirical formula, obtained energy in solar panels of 8764.64 Joules and heatloss 126.51 Watts and negligible energy of 57.49 Watt.

Keywords: solar panels, temperature, heat transfer.

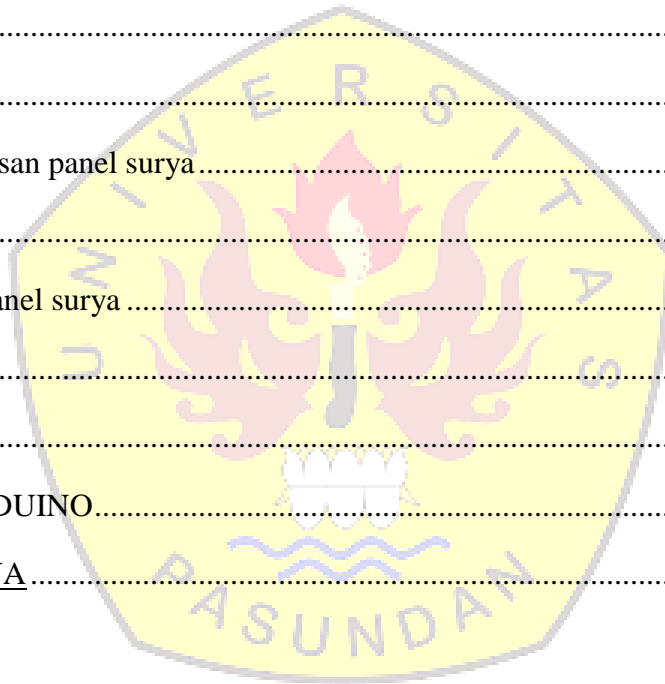


DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat penelitian	2
1.5 Batasan masalah.....	2
1.6 Sistematika penulisan.....	2
BAB II STUDI LITERATUR.....	4
2.1 Panel surya	4
2.1.1 Prinsip Kerja Modul PV	5
2.1.2 Lapisan Panel Surya	7
2.1.3 Jenis-jenis Solar Panel.....	8
2.2 Pengaruh Temperatur Pada Modul PV	9
2.2.1 Pengaruh Kenaikan Temperatur	10
2.3 Proses Perpindahan Panas Pada Plat Datar	11

BAB III METODO PENELITIAN	14
3.1 Tahap Penelitian.....	14
3.2 Jadwal Kegiatan	15
3.3 Tempat Penelitian	16
3.4 <i>Setup</i> Pengujian.....	16
3.4.1 Prosedur Pengujian.....	19
3.4.2 Teknik Pengambilan Data	19
3.5 Alat Ukur dan Bahan yang digunakan	20
A. Perangkat Keras	20
B. Perangkat Lunak.....	25
3.6 Metode Pengolahan Data	26
BAB IV Hasil dan pembahasan	27
4.1 Hasil Pengukuran	27
4.1.1 Pengukuran 20 oktober 2021.....	27
4.2 Pengolahan Data	30
4.2.1 Perhitungan Radiasi Panel Surya.....	30
4.2.2 Perhitungan Konveksi pada kaca (lapisan atas)	31
4.2.3 Perhitungan Temperatur	32
4.2.4 Perhitungan Konveksi pada <i>tedlar</i> (lapisan bawah).....	32
4.2.5 Perhitungan Energi yang diserap panel surya	33
4.2.6. Analisa Menggunakan Aplikasi Ansys	34
4.2.6 Pembahasan	36
4.3 Pembahasan.....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	42

DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	45
1. Data hasil pengukuran.....	45
Pengukuran 20 oktober 2021	45
Pengukuran 19 juli 2021	47
Pengukuran 10 juli 2021	49
Pengukuran 9 juli 2021	51
2. Hasil pengolahan data	54
Radiasi.....	54
Konveksi lapisan atas.....	58
Temperatur setiap lapisan panel surya.....	61
Konveksi atas	65
Energi yang diserap panel surya	67
3. Foto kegiatan.....	69
4. Spesifikasi teknis.....	69
PROGRAM IDE ARDUINO.....	69
<u>DATA PANEL SURYA</u>	71



DAFTAR GAMBAR

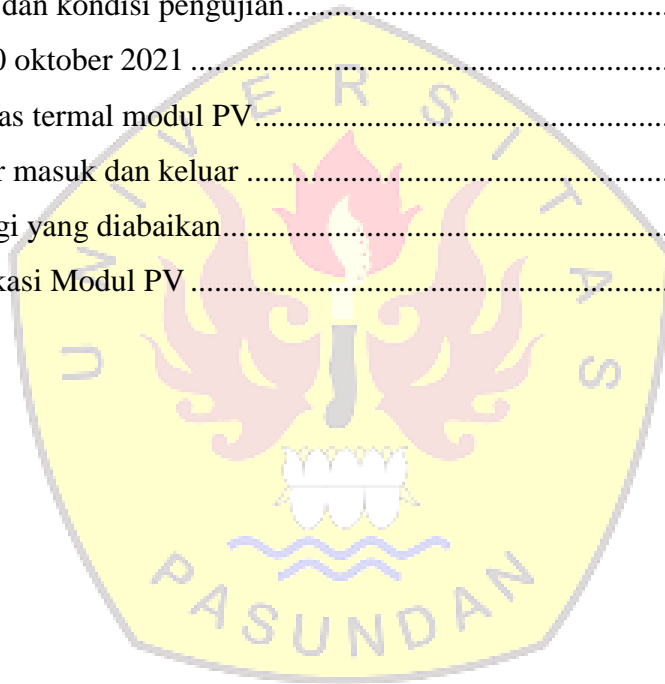
Gambar 2.1 Panel surya tipe <i>monocrystalline</i> dan <i>polycrystalline</i>	5
Gambar 2.2 Junction antara semikonduktor tipe-p (kelebihan hole) dan tipe-n (kelebihan elektron).	6
Gambar 2.3 Ilustrasi prinsip kerja panel surya	6
Gambar 2.4 Lapisan pada Panel Surya	7
Gambar 2.5 Diagram tahanan kalor pada panel surya polikristalin 100 Wp Sunasia.	7
Gambar 2.6 Pengaruh temperature terhadap tegangan dan arus.....	10
Gambar 2.7 Kurva tegangan – arus panel surya terhadap intensitas cahaya matahari. [4].....	10
Gambar 2.8 Skema perpindahan kalor secara konduksi	12
Gambar 2.9 Gabungan perpindahan kalor konduksi, konveksi, dan Radiasi.	13
Gambar 3.1 Diagram alir metodo penelitian.....	14
Gambar 3.2 Lokasi pada google maps.....	16
Gambar 3.3 Rangka	16
Gambar 3.4 Rangkaian sensor tegangan, arus, beban, dan temperature lingkungan.....	17
Gambar 3.5 Rangkaian sensor temokopel	18
Gambar 3.6 Titik peletakan sesor termokopel.....	18
Gambar 3.7 Modul <i>Photovoltaic</i> polikristalin 100 Wp.....	20
Gambar 3.8 Solar Power meter.....	20
Gambar 3.9 Anemometer.....	21
Gambar Gambar 3.10 Sensor Arus ACS712	22
Gambar 3.11 Sensor Tegangan.....	22
Gambar 3.12 Sensor Temperatur (LM35)	23
Gambar 3.13 Sensor Max6675 dan termokoper tipe K	23
Gambar 3.14 (a) kabel jumper, (b) kabel penghubung tunggal.	24
Gambar 3.15 Kabel Jumper dan Bread Board	24
Gambar 3.16 Arduino Uno	25
Gambar 3.17 PLX-DAQ.....	26
Gambar 4.1 Pengukuran monitoring panel surya.....	27
Gambar 4.2 Geometri modul PV 100 Wp	35
Gambar 4.3 Kondisi modul PV saat penyinaran (bagian samping).....	36

Gambar 4.4 lapisan-lapisan modul pada simulasi.....	36
Gambar 4.5 Kondisi modul saat temperatur 57,03 C	37
Gambar 4.6 Grafik temperatur terhadap waktu	38
Gambar 4.7 Grafik daya keluaran panel surya.....	39
Gambar 4.8 Grafik temperatur setiap lapisan panel surya.....	39
Gambar 4.9 Grafik energi yang diserap panel surya.....	40



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Lapisan pada Modul PV polikristalin 100Wp	8
Tabel 2.2 Perbandingan PV <i>Monocrystalline</i> dan <i>Polycrystalline</i> (Sumber : <i>PVInsights</i>)	8
Tabel 3.1 Jadwal kegiatan penelitian	15
Tabel 3.2 Rancangan Pengujain.....	19
Tabel 3.3 Rancangan Pengujian Max6675	20
Tabel 3.4 Spesifikasi Modul PV	21
Tabel 3.5 konfigurasi ACS712	22
Tabel 4.1 Data tempat dan kondisi pengujian.....	27
Tabel 4.2 Pengujian 20 oktober 2021	28
Tabel 4.3 Data kapasitas termal modul PV.....	33
Tabel 4.4 Jumlah kalor masuk dan keluar	34
Tabel 4.5 Jumlah energi yang diabaikan.....	34
Tabel 4.6 Data spesifikasi Modul PV	35



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Listrik merupakan kebutuhan penting bagi kehidupan umat manusia abad 21. Berbagai macam pekerjaan manusia membutuhkan energi listrik, sampai hari ini kebutuhan akan energi listrik terus meningkat. Energi Baru Terbarukan (EBT) menjadi salah satu upaya memenuhi kebutuhan akan listrik seperti pembangkit listrik tenaga surya. Panel surya merupakan alat utama pembangkit listrik tenaga surya. Macam-macam penelitian dilakukan guna mengoptimalkan kinerja panel surya. Variabel yang mempengaruhi kinerja modul PV yaitu temperatur kerja pada modul PV saat penyinaran.

Temperatur dimana modul PV bekerja adalah kesetimbangan antara panas yang dihasilkan oleh modul PV dan hilangnya panas lingkungan sekitar. Macam mekanisme kehilangan panas (*heat loss*) adalah konduksi, konveksi, dan Radiasi.

Diketahui juga bahwa sebagian besar dari radiasi matahari diserap oleh modul PV (biasanya 85% dari Radiasi kejadian) tidak diubah menjadi listrik, tetapi terbuang oleh peningkatan Temperatur modul, mengurangi efisiensi dengan perpindahan panas dengan media sekitar. [1]

Qiang dan Nan dalam penelitiannya menunjukkan adanya pengaruh temperatur terhadap karakteristik arus tegangan (I-V) pada panel surya. Dengan menurunnya temperatur, arus listrik dalam panel surya sedikit menurun. Bahkan perubahan temperature yang sangat cepat dan ekstrim dapat menyebabkan terganggunya produksi listrik pada suatu Pembangkit Listrik Tenaga Surya [2]. Akibat kenaikan temperatur, maka daya listrik yang diproduksi oleh panel surya menjadi berkurang.

Temperatur kerja modul PV tergantung pada faktor lingkungan yang berbeda seperti temperatur sekitaran radiasi matahari, kelembaban relatif, arah dan kecepatan angin; dan faktor fisik sebagai bahan konstruksi dan instalasi tertentu dari modul. Temperatur pada panel surya merupakan faktor yang mempengaruhi dalam proses konversi menjadi energi listrik. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi panas dan kemampuan modul PV menyerap panas.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan yang dapat dibahas sebagai berikut :

1. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi perpindahan kalor.
2. Bagaimana cara menentukan temperatur setiap lapisan panel surya.
3. Bagaimana cara menentukan jumlah kalor yang diserap panel surya.
4. Bagaimana kinerja panel surya.

1.3 Tujuan

Tujuan dari Penelitian ini adalah :

1. Menentukan faktor yang mempengaruhi perpindahan kalor.
2. Menentukan temperatur setiap lapisan panel surya.
3. Menghitung perpindahan kalor yang terjadi pada panel surya.
4. Mengetahui pengaruh temperatur terhadap kinerja panel surya.

1.4 Manfaat penelitian

1. Pengembangan penelitian energi ramah lingkungan.
2. Pengembangan produksi panel surya.
3. Pemasangan pendingin paksa panel surya.

1.5 Batasan masalah

Dalam melakukan penelitian penulis membatasi masalah agar pembahasan serta penelitian lebih terarah, sebagai berikut:

1. Panel surya kapasitas 100 Wp.
2. Wilayah penyinaran kampus 4 UNPAS.
3. Perpindahan kalor pada bingkai panel surya tidak diamati.
4. Pengaruh kecepatan angin dan kelembapan diabaikan.

1.6 Sistematika penulisan

Dalam penulisan laporan ini, penulis menggunakan sistematika sesuai dengan Buku Pedoman Skripsi Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan. Sistematika penulisan pada laporan ini terbagi menjadi empat bagian, diantaranya sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab 1 berisi tentang pengantar dari penelitian ini dimulai dengan latar belakang penelitian, Kemudian menggambarkan perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II : STUDI LITERATUR

Bab 2 menjelaskan tentang materi yang berhubungan dengan penelitian. Seperti materi tentang sistem pembangkit tenaga surya, sistem pembangkit tenaga terbarukan, karakteristik energi surya, dan cara menghitung nilai optimal sistem energi tenaga surya.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab 3 menjelaskan tentang desain penelitian dan metodologi yang digunakan untuk menyelidiki penelitian. Di bab ini juga penulis akan menguraikan desain survei lapangan studi, rencana pengambilan sampel, proses pengumpulan data dan pendekatan analisis data.

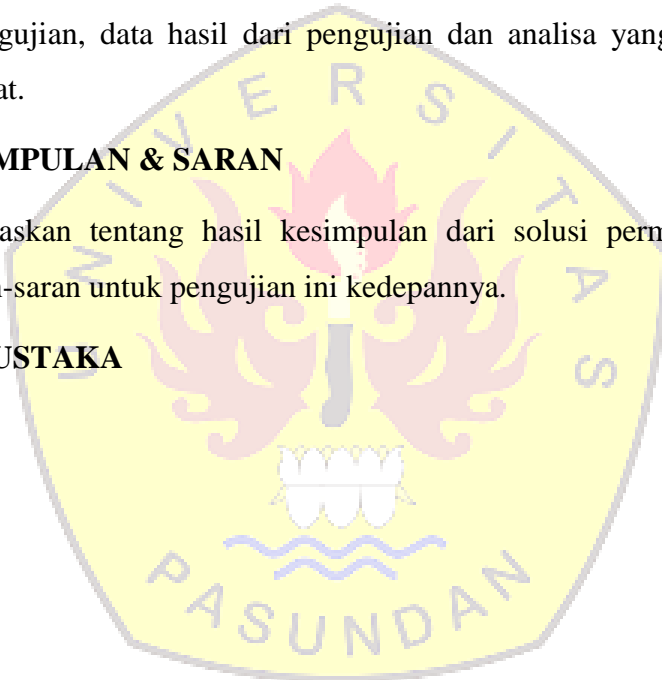
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab 4 menjelaskan tentang tahap-tahap baik sebelum dan setelah pengujian, gambaran saat melakukan pengujian, data hasil dari pengujian dan analisa yang dapat diolah dalam pengujian yang dibuat.

BAB V : KESIMPULAN & SARAN

Bab 5 menjelaskan tentang hasil kesimpulan dari solusi permasalahan yang telah dilakukan serta saran-saran untuk pengujian ini kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S.-d.-C. M. P. E. Ruiz-Reina, "Heat Transfer and Working Temperature Field of a photovoltaic Panel Under Realistic Environmental," University of Málaga, Málaga, Spain, 2018.
- [2] K. H. Khwee, "Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya," *Jurnal ELKHA*, vol. 5, 2013.
- [3] M. F. Hakim, "Perancangan Rooftop Grid Solar Panel Pada RUmah Tinggal Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik," Politeknik Negeri Malang, Malang, Indonesia, 2017.
- [4] U. R. P. Pratama, "KAJIAN DAYA KELUARAN DARI KETIDAKHARMONISAN," Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Tanjungpura, 2014.
- [5] J. Holman, Heat Tranfer, New York: McGraw-Hill, 2002.
- [6] T. Supriyono, M. Ramandani and H. Soemantri, "UJI PERFORMANSI SOLAR PANEL KAPASITAS 100 WP," *J. Tek. Mesin Mech, Xplore*, vol. 2, no. 2, pp. 35-48, 2022.
- [7] T. Supriyono, "RANCANG BANGUN DAN KONTRUKSI MOUNTING SUPPORT," *SOLAR MODULE*, no. L, 2016.
- [8] T. Supriyono, B. Tarigan and M. Syarief, "PERANCANGAN PALU TIANG PANCANG MINI (MINI PILE HAMMER)," *Pros. SNTTM XVIII*, 2018.
- [9] T. Supriyono, "OPTIMUM DISAIN PLTS HYBRID 10 MW DENGAN TURBIN GAS," *SNMI*, no. TM-36, 2017.
- [10] M. R. Sumarto, "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN HEAT PIPE UNTUK PENDINGIN PHOTO VOLTAIC MODULE 100 WP," Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan, Bandung, 2022.
- [11] G. Santoso, R. Hartono, B. Tarigan, A. Cardiman and I. M. Badriansyah, "Numerical Analysis in Development of a Cross-Sectional Model of the 'C' Profile Cold-Formed Steel SNI-1729: 2015," in *2nd International Conference on Science, Technology, and Modern Society (ICSTMS 2020)*, 2021.

- [12] U. R. P. Pratama, "KAJIAN DAYA KELUARAN DARI KETIDAKHARMONISAN," Universitas Tanjungpura, Tanjungpura, 2014.
- [13] A. K. B. Z. J. G. F. V. R. Mazón, "Analytical model and experimental validation of the heat transfer and the induced flow in a PV cooling duct in environmental conditions," *World Renewable Energy Congress*, 8-13 May 2011.
- [14] P. T. Aprajeeta Jha, "Heat transfer modeling and performance evaluation of photovoltaic system in different seasonal and climatic conditions," Indian Institute of Technology Kharagpur, Kharagpur, West Bengal, India, 2018.
- [15] A. W. d. W. A. B. Duffie, *Solar Engineering Of Thermal Processes*, New York: John Wiley & sons, 2008.
- [16] W. H. S. Amstrong, "Applied Thermal Engineering," *elsevier*, vol. 30, no. A thermal model for photovoltaic panels under varying atmospheric conditions, pp. 1488-1495, 2010.

