

**DESAIN MODUL SURYA TERAPUNG 50 WP DENGAN  
KONTROL INTENSITAS MATAHARI DI UNIVERSITAS  
SULTAN AGENG TIRTAYASA**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan salah satu  
syarat menempuh Sarjana Strata 1 (S1)



**Disusun oleh:**

**Dzul Hafizh Amrullah**

**3332190076**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
2025**

## LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut:

Judul : Desain Modul Surya Terapung 50 WP Dengan  
Kontrol Intensitas Matahari Di Universitas Sultan  
Ageng Tirtayasa  
Nama Mahasiswa : Dzul Hafizh Amrullah  
NPM : 3332190076  
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi di atas adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 07 Januari 2025



Dzul Hafizh Amrullah  
NIM: 3332190076

## LEMBAR PENGESAHAN

Dengan ini ditetapkan bahwa Skripsi berikut.

Judul : Desain Modul Surya Terapung 50 WP Dengan  
Kontrol Intensitas Matahari Di Universitas Sultan  
Ageng Tirtayasa  
Nama Mahasiswa : Dzul Hafizh Amrullah  
NPM : 3332190076  
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro

Telah diuji dan dipertahankan pada tanggal 07 Januari 2025 melalui Sidang Skripsi  
di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon dan dinyatakan  
**LULUS/TIDAK LULUS.**

### Dewan Penguji

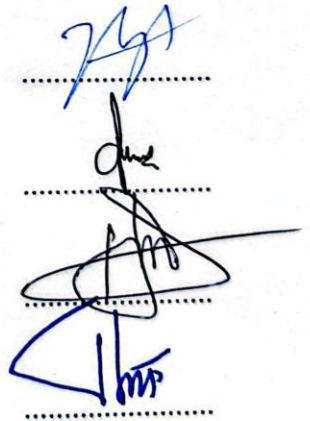
### Tanda Tangan

Pembimbing I : Dr. Eng. Rocky Alfanz, S.T., M.Sc.

Pembimbing II : Cakra Adipura Wicaksana, S.T., M.T.

Penguji I : Heri Haryanto S.T., M.T.

Penguji II : HM. Hartono S.T., M.T.



Mengetahui,  
Ketua Jurusan  
  
**Dr. Eng. Rocky Alfanz, S.T., M.Sc.**  
198103282010121001

## **PRAKATA**

Puji syukur kehadiran Allah Subhanallah Wa Ta'ala atas limpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini. Skripsi dengan judul **Desain Modul Surya Terapung 50 WP Dengan Kontrol Intensitas Matahari Di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa** ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan mata kuliah skripsi Program Studi Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng tirtayasa. Salawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan besar kita, Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasalam, keluarga, dan sahabat. Semoga kita sebagai umatnya, bisa mendapatkan syafaat beliau diakhirat kelak.

Dalam penulisan skripsi ini tentunya mendapatkan pengetahuan dan pengalaman dari beberapa pihak. Oleh karena itu, mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda yang tidak henti-hentinya memberikan semangat, doa dan restu serta selalu memotivasi dalam pembuatan skripsi.
2. Mutia amyranti, selaku saudara kandung yang telah memberikan bantuan, dukungan material dan moral.
3. Bapak Dr. Eng. Rocky Alfan, M.Sc., selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
4. Bapak Masjudin, S. T., M. Eng. Selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dalam setiap proses selama masa perkuliahan
5. Bapak Dr. Eng. Rocky Alfan, M.Sc., selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga dan juga pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Skripsi ini.
6. Bapak Cakra Adipura Wicaksana, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga dan juga pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Skripsi ini.
7. Dosen-dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan serta pengalaman di bidang akademik.

## ABSTRAK

Dzul Hafizh Amrullah  
Teknik Elektro

Desain Modul Surya Terapung 50WP Dengan Kontrol Intensitas Matahari Di  
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Modul surya merupakan kumpulan beberapa sel surya yang saling terhubung dan berfungsi mengubah radiasi matahari menjadi listrik. Modul surya terapung salah satu inovasi yang dimana dipasang di atas air. Tujuan dari penelitian ini, yaitu membandingkan keluaran modul surya terapung dengan modul surya *ground mount*. penelitian ini memanfaatkan permukaan air sebagai tempatnya karena lahan permukaan darat semakin berkurang dan dimanfaatkan untuk yang lain. Pengujian yang dilakukan selama Sembilan hari dengan tiga kondisi cuaca yang berbeda diantaranya cuaca berawan, cuaca cerah, dan cuaca hujan. Hasil dari penelitian ini, radiasi matahari modul surya floating sebesar  $795,54 \text{ W/m}^2$  dengan daya keluaran sebesar 41,53 W dan suhu permukaan sebesar  $41,5^\circ\text{C}$  pada kondisi cuaca cerah, sedangkan daya keluaran modul surya *ground mount* sebesar 36,43 W dan Suhu permukaan sebesar  $46^\circ\text{C}$  pada kondisi cuaca cerah.

Kata kunci: Modul Surya, Daya keluaran, Iradiasi Matahari, Suhu

## **ABSTRACT**

Dzul Hafizh Amrullah  
Teknik Elektro

*Design of a 50 WP Floating Solar Module with Solar Intensity Control at the  
Sultan Ageng Tirtayasa University*

*Solar module is a collection of several solar cells that are connected to each other and function to convert solar radiation into electricity. Floating solar modules are one of the innovations which are installed on water. The purpose of this research is to compare the output of floating solar modules with ground mount solar modules. This research uses water surfaces as a place because land surface areas are decreasing and are used for other purposes. Testing was carried out for nine days with three different weather conditions including cloudy weather, sunny weather and rainy weather. The results of this research show that the solar radiation of the floating solar module is 795,54 W/m<sup>2</sup> With an output power of 41,53 W and surface temperature of 41,5 °C in sunny weather conditions, while the output power of the ground mount solar module is 36.43 W and temperature surface is 46 °C in sunny weather conditions.*

*Keywords: Solar Module, Output Power, solar irradiation, Temperature*

## DAFTAR ISI

|                                                            |            |
|------------------------------------------------------------|------------|
| <b>LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI .....</b>                     | <b>i</b>   |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                             | <b>ii</b>  |
| <b>PRAKATA.....</b>                                        | <b>iii</b> |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                       | <b>iv</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                      | <b>v</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                     | <b>vi</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                  | <b>x</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                                   | <b>xii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                              | <b>1</b>   |
| 1.1. Latar Belakang.....                                   | 1          |
| 1.2. Rumusan Masalah.....                                  | 3          |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....                                | 3          |
| 1.4. Manfaat Penelitian.....                               | 3          |
| 1.5. Batasan Masalah .....                                 | 4          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                        | <b>5</b>   |
| 2.1. Energi Surya .....                                    | 5          |
| 2.2. Radiasi Matahari.....                                 | 5          |
| 2.2.1. Radiasi Langsung atau <i>Direct Radiation</i> ..... | 5          |
| 2.2.2. Radiasi Hambur atau <i>Diffuse Radiation</i> .....  | 6          |
| 2.2.3. Radiasi Total atau Global .....                     | 6          |
| 2.3. Jenis-jenis Modul Surya .....                         | 6          |
| 2.3.1. Modul Surya Jenis <i>Monocrystalline</i> .....      | 6          |
| 2.3.2. Modul Surya Jenis <i>Polycrystalline</i> .....      | 7          |
| 2.3.3. Modul Surya Jenis <i>Thin Film</i> .....            | 7          |
| 2.4. Sistem Modul Surya .....                              | 8          |
| 2.3.1. Sistem Modul Surya <i>Off-grid</i> .....            | 8          |
| 2.4.1. Sistem Modul Surya <i>On-grid</i> .....             | 9          |
| 2.5. Prinsip Dasar Modul Surya.....                        | 10         |
| 2.6. P-N Junction .....                                    | 10         |
| 2.7. Karakteristik Modul Surya .....                       | 11         |

|                                            |                                                            |           |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.8.                                       | Gangguan Pada Modul Surya .....                            | 12        |
| 2.9.                                       | Rumus Perhitungan Modul Surya.....                         | 14        |
| 2.9.1.                                     | Perhitungan Luas Penampang Modul Surya.....                | 14        |
| 2.9.2.                                     | Perhitungan Daya yang Diterima ( <i>Daya Input</i> ) ..... | 14        |
| 2.9.3.                                     | <i>Daya Output</i> Modul Surya .....                       | 14        |
| 2.9.4.                                     | Efisiensi Modul Surya .....                                | 15        |
| 2.10.                                      | Gaya Apung.....                                            | 16        |
| 2.11.                                      | <i>Solar Charge Controller</i> .....                       | 16        |
| 2.12.                                      | Baterai.....                                               | 16        |
| 2.13.                                      | Motor <i>Direct Current</i> (DC).....                      | 17        |
| 2.14.                                      | Mikrokontroler ESP32.....                                  | 17        |
| 2.15.                                      | Sensor Intensitas Cahaya BH1750 .....                      | 17        |
| 2.16.                                      | Sensor Jarak HC-SR04 .....                                 | 17        |
| 2.17.                                      | Sensor Suhu DS18B20 .....                                  | 18        |
| 2.18.                                      | Kajian Pustaka Penelitian .....                            | 18        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b> |                                                            | <b>21</b> |
| 3.1.                                       | Alur Penelitian.....                                       | 21        |
| 3.2.                                       | Skematik Komponen Penelitian .....                         | 22        |
| 3.3.                                       | Komponen Alat Penelitian.....                              | 24        |
| 3.4.                                       | Desain alat penelitian.....                                | 30        |
| 3.5.                                       | Diagram Alur Cara Kerja Alat.....                          | 31        |
| 3.6.                                       | Diagram Kontrol Intensitas Matahari .....                  | 32        |
| 3.7.                                       | Pembagian Tugas <i>Capstone</i> .....                      | 34        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>    |                                                            | <b>35</b> |
| 4.1.                                       | Hasil rancangan alat.....                                  | 35        |
| 4.2.                                       | Hasil Perhitungan Kemampuan Apung .....                    | 36        |
| 4.3.                                       | Pengujian Alat .....                                       | 36        |
| 4.3.1.                                     | Pengujian Sensor BH1750 .....                              | 36        |
| 4.3.2.                                     | Pengujian Sensor DS18B20 .....                             | 37        |
| 4.3.3.                                     | Pengujian Sensor HCSR-04.....                              | 38        |
| 4.3.4.                                     | Pengujian Sensor PZEM 017 .....                            | 38        |
| 4.3.5.                                     | Pengujian Modul RTC DS3231 .....                           | 40        |

|              |                                                                                                     |           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3.6.       | Pengujian Modul Mikro-SD .....                                                                      | 41        |
| 4.4.         | Pengujian Modul Surya <i>Floating</i> dan <i>Ground mount</i> Cuaca Berawan                         | 41        |
| 4.4.1.       | Pengujian Radiasi Matahari Cuaca Berawan.....                                                       | 42        |
| 4.4.2.       | Pengujian Hari Pertama cuaca berawan Modul Surya <i>Floating</i> Dan<br><i>Ground mount</i> .....   | 43        |
| 4.4.3.       | Pengujian Hari Kedua Cuaca Berawan Modul Surya <i>Floating</i><br>Dengan <i>Ground mount</i> .....  | 44        |
| 4.4.4.       | Pengujian Hari Ketiga Cuaca Berawan Modul Surya <i>Floating</i><br>Dengan <i>Ground mount</i> ..... | 46        |
| 4.4.5.       | Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Cuaca Berawan.....                                             | 47        |
| 4.5.         | Pengujian Modul Surya <i>Floating</i> Dan <i>Ground mount</i> Cuaca Cerah....                       | 48        |
| 4.5.1.       | Pengujian Radiasi Matahari Cuaca Cerah .....                                                        | 48        |
| 4.5.2.       | Pengujian Hari Pertama cuaca cerah Modul Surya <i>Floating</i> Dengan<br><i>Ground mount</i> .....  | 49        |
| 4.5.3.       | Pengujian Hari Kedua Cuaca Cerah Modul Surya <i>Floating</i> Dengan<br><i>Ground mount</i> .....    | 51        |
| 4.5.4.       | Pengujian Hari Ketiga Cuaca Cerah Modul Surya <i>Floating</i> Dengan<br><i>Ground mount</i> .....   | 53        |
| 4.5.5.       | Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Cuaca Cerah .....                                              | 54        |
| 4.6.         | Pengujian Modul Surya <i>Floating</i> Dan <i>Ground mount</i> Cuaca Hujan....                       | 55        |
| 4.6.1.       | Pengujian Radiasi Matahari Cuaca Hujan .....                                                        | 55        |
| 4.6.2.       | Pengujian Hari Pertama Cuaca Hujan Modul Surya <i>Floating</i> Dengan<br><i>Ground mount</i> .....  | 56        |
| 4.6.3.       | Pengujian Hari Kedua Cuaca Hujan Modul Surya <i>Floating</i> Dengan<br><i>Ground mount</i> .....    | 58        |
| 4.6.4.       | Pengujian Hari Ketiga Cuaca hujan Modul Surya <i>Floating</i> Dengan<br><i>Ground mount</i> .....   | 59        |
| 4.6.5.       | Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Cuaca Hujan .....                                              | 60        |
| 4.7.         | Diskusi Hasil Pengujian.....                                                                        | 61        |
| <b>BAB V</b> | <b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                                                   | <b>63</b> |
| 5.1.         | Kesimpulan.....                                                                                     | 63        |
| 5.2.         | Saran .....                                                                                         | 63        |

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>             | <b>64</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                    | <b>69</b> |
| <b>LAMPIRAN A HASIL PENGUJIAN .....</b> | <b>A</b>  |
| <b>LAMPIRAN B PERHITUNGAN .....</b>     | <b>B</b>  |
| <b>LAMPIRAN C LISTING PROGRAM .....</b> | <b>C</b>  |
| <b>LAMPIRAN D DOKUMENTASI .....</b>     | <b>D</b>  |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Modul Surya Jenis Monocrystalline[21] .....                                                   | 6  |
| Gambar 2.2 Modul Surya Jenis Polycrystalline[21] .....                                                   | 7  |
| Gambar 2.3 Modul Surya Jenis Thin Film [23] .....                                                        | 8  |
| Gambar 2.4 Skema Sistem Modul Surya Off-grid.....                                                        | 9  |
| Gambar 2.5 Skema Sistem Modul Surya On-grid .....                                                        | 9  |
| Gambar 2.6 Proses P-N Junction[27].....                                                                  | 11 |
| Gambar 2.7 Grafik Karakteristik I-V Modul Surya [28]. .....                                              | 11 |
| Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....                                                                  | 21 |
| Gambar 3.2 Skematik Komponen Penelitian .....                                                            | 23 |
| Gambar 3.3 Modul Surya Monocrystalline.....                                                              | 25 |
| Gambar 3.4 Mikrokontroler ESP32 .....                                                                    | 25 |
| Gambar 3.5 Sensor PZEM-017 .....                                                                         | 26 |
| Gambar 3.6 Sensor BH1750 .....                                                                           | 26 |
| Gambar 3.7 Sensor DS18B20 .....                                                                          | 27 |
| Gambar 3.8 Sensor HCSR-04 .....                                                                          | 27 |
| Gambar 3.9 Modul RTC DS3231 .....                                                                        | 28 |
| Gambar 3.10 Modul MicroSD .....                                                                          | 28 |
| Gambar 3.11 Baterai .....                                                                                | 29 |
| Gambar 3.12 Solar Charge Controller .....                                                                | 29 |
| Gambar 3.13 Direct Current (DC) .....                                                                    | 30 |
| Gambar 3.14 Desain Alat Penelitian (A) Modul Surya Floating (B) Modul Surya<br><i>Ground Mount</i> ..... | 30 |
| Gambar 3.15 Diagram Blok <i>Input Dan Output</i> Daya Listrik.....                                       | 31 |
| Gambar 3.16 Diagram Blok Input Dan Output Data. ....                                                     | 31 |
| Gambar 3.17 Diagram Alur Cara Kerja Alat Parameter Daya.....                                             | 32 |
| Gambar 3.18 Diagram Alur Kontrol Intensitas Matahari .....                                               | 33 |
| Gambar 3.19 Pergerakan Ponton Modul Surya Floating .....                                                 | 34 |
| Gambar 3. 20 Diagram Alur Pembagian Tugas <i>Capstone</i> .....                                          | 34 |
| Gambar 4.1 (a) Modul Surya Floating (b) Modul Surya <i>Ground mount</i> .....                            | 35 |
| Gambar 4.2 Hasil Perancangan Skematik Alat .....                                                         | 36 |
| Gambar 4.3 Grafik Pengujian Sensor BH1750 .....                                                          | 37 |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.4 Grafik Pengujian Sensor DS18B20.....                       | 37 |
| Gambar 4.5 Pengujian Sensor HCSR-04 .....                             | 38 |
| Gambar 4.6 Pengujian Tegangan Sensor PZEM 017.....                    | 39 |
| Gambar 4.7 Pengujian Arus Sensor PZEM 017.....                        | 39 |
| Gambar 4.8 Pengujian Modul RTC DS3231 .....                           | 40 |
| Gambar 4.9 Pengujian Modul Micro SD .....                             | 41 |
| Gambar 4.10 Grafik Radiasi Cuaca Berawan .....                        | 42 |
| Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Daya Hari Pertama Berawan.....        | 43 |
| Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Suhu Hari Pertama Berawan.....        | 44 |
| Gambar 4.13 Perbandingan Daya Hari Kedua Berawan.....                 | 45 |
| Gambar 4.14 Perbandingan Suhu Hari Kedua Berawan.....                 | 45 |
| Gambar 4.15 Perbandingan Daya Hari Ketiga Berawan .....               | 46 |
| Gambar 4.16 Perbandingan Suhu Hari Ketiga Berawan.....                | 47 |
| Gambar 4. 17 Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Cuaca Berawan. .... | 48 |
| Gambar 4.18 Grafik Radiasi Cuaca Cerah.....                           | 48 |
| Gambar 4.19 Perbandingan Daya Hari Pertama Cerah.....                 | 49 |
| Gambar 4.20 Perbandingan Suhu Hari pertama Cerah .....                | 50 |
| Gambar 4.21 Perbandingan Daya Hari Kedua Cerah .....                  | 51 |
| Gambar 4.22 Perbandingan Suhu Hari Kedua Cerah.....                   | 52 |
| Gambar 4.23 Perbandingan Daya Hari Ketiga Cerah .....                 | 53 |
| Gambar 4.24 Perbandingan Suhu Hari Ketiga Cerah .....                 | 54 |
| Gambar 4. 25 Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Cuaca Cerah.....    | 54 |
| Gambar 4.26 Grafik Radiasi Cuaca Hujan.....                           | 55 |
| Gambar 4.27 Perbandingan Daya Hari Pertama Hujan .....                | 56 |
| Gambar 4.28 Perbandingan Suhu Hari Pertama Hujan.....                 | 57 |
| Gambar 4.29 Perbandingan Daya Hari Kedua Hujan .....                  | 58 |
| Gambar 4.30 Perbandingan Suhu Hari Kedua .....                        | 59 |
| Gambar 4.31 Perbandingan Daya Hari Ketiga Hujan.....                  | 59 |
| Gambar 4.32 Perbandingan Suhu Hari Ketiga Hujan .....                 | 60 |
| Gambar 4. 33 Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Cuaca Hujan.....    | 61 |

## DAFTAR TABEL

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.1 Spesifikasi Modul Surya Monocrystalline ..... | 24 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi ESP32 .....                       | 25 |
| Tabel 3.3 Spesifikasi Sensor PZEM-017 .....             | 26 |
| Tabel 3.4 Spesifikasi Sensor BH1750.....                | 26 |
| Tabel 3.5 Spesifikasi Sensor DS18B20 .....              | 27 |
| Tabel 3.6 Spesifikasi Sensor HC-SR04 .....              | 27 |
| Tabel 3.7 Spesifikasi Modul RTC DS3231.....             | 28 |
| Tabel 3.8 Spesifikasi Baterai.....                      | 28 |
| Tabel 3.9 Spesifikasi Solar Charge Controller.....      | 29 |
| Tabel 3.10 Spesifikasi Motor DC.....                    | 29 |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan negara yang terletak pada koordinat 6°LU - 11° LS dan 95° BT - 141° BT berada di garis katulistiwa yang memiliki iklim tropis [1] [2]. Iklim tropis merupakan iklim yang memiliki potensi suhu panas yang tinggi dengan curah hujan yang tinggi juga selama setengah tahun. Daerah Indonesia terdiri dari sekitar 2.000.000 Km<sup>2</sup> luas daratan dan 3.000.000 Km<sup>2</sup> perairan [3][4]. Pemanfaatan sumber daya yang ada bergantung pada bahan bakar minyak bumi yang terbuat dari sumber energi fosil. Peningkatan permintaan listrik setiap tahunnya semakin meningkat sekitar 2.214 TWh sampai dengan 2050 [5], namun semakin hari minyak bumi berbahan fosil kian habis dan tidak dapat diperbaharui kembali sedangkan kebutuhan pasokan energi listrik terus meningkat setiap tahunnya. Solusi yang bisa digunakan adalah membangun energi alternatif atau energi baru terbarukan.

Modul surya merupakan kumpulan beberapa sel surya yang saling terhubung dan berfungsi mengubah radiasi matahari menjadi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaik [6] [7]. Instalasi modul surya memiliki dua sistem, yaitu sistem *off-grid* dan modul surya dengan sistem *on-grid*. Sistem modul surya *off-grid* atau disebut *stand alone* sistem merupakan sistem modul surya yang hanya menggunakan energi dari cahaya matahari. Sistem *off-grid* ketika listrik yang dihasilkan dapat digunakan langsung ke peralatan elektronik dan jika tidak digunakan maka akan disimpan dalam baterai [8], sedangkan sistem modul surya *on-grid* merupakan sistem yang memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan listrik yang dihubungkan dengan jaringan listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara) [9]. Sistem modul surya *on-grid* terhubung paralel dengan jaringan PLN ketika modul surya memiliki energi lebih besar dibanding beban maka sisa daya akan disalurkan ke jaringan PLN sehingga mampu menghemat tagihan listrik setiap bulannya [10].

Modul surya terapung merupakan salah satu bentuk inovasi penerapan teknologi yang dipasang di atas badan air akibat adanya dampak dari energi fosil yang akan habis dan kekurangan lahan dalam membuat sebuah pembangkit listrik tenaga surya [11][12]. Modul surya terapung memiliki keunggulan, yaitu memanfaatkan lahan perairan, mengurangi penguapan, pertumbuhan alga, menghemat lahan yang bisa digunakan untuk pertanian atau tumbuhan dan mendapatkan pendingin alami dari air yang dapat meningkatkan kinerja modul surya [13]. Modul surya terapung memiliki kekurangan, yaitu biaya pemasangan struktur apung modul surya yang mahal tetapi semakin majunya teknologi telah mengurangi biaya pemasangan modul surya terapung [14].

Modul surya terapung muncul pertama kali di Jepang pada tahun 2007 pada proyek Aichi dengan kapasitas 20 Kw. Selanjutnya modul surya terapung mulai meluas ke seluruh dunia dengan banyak variasi instalasi di negara seperti Amerika Serikat, Spanyol, Itali, China, Singapura dan Korea Selatan. Proyek ini dikembangkan dengan sistem skala kecil yang bertujuan untuk penelitian dan demonstrasi [15]. Perkembangan modul surya terapung di Indonesia belum begitu pesat dimana modul surya terapung terbesar Indonesia di daerah Cirata Jawa Barat dengan kapasitas 145 MW yang berdiri di atas waduk untuk membantu kebutuhan listrik pada tahun 2022 [16].

Modul surya yang berada di Waduk Gouvaes di sungai Tamega memiliki struktur yang terbuat dari plastik yang telah diuji dengan kokoh untuk menahan ketika adanya riak air, angin dan korosi. Struktur terapung ini memiliki jalur pejalan kaki disetiap bingkai modul surya terapung untuk digunakan dalam proses pemeliharaan sistem modul surya terapung tersebut. Terdapat jangkar yang dipasang di dasar air untuk menahan ketika terjadi gelombang air [17].

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas bahwasannya pemanfaatan energi baru terbarukan menggunakan modul surya dengan mencari optimalisasi dengan cara membuat modul surya menjadi terapung dan memanfaatkan tempat di sekitar kampus Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penelitian yang dilakukan bersifat *Capstone* sebanyak dua anggota dengan saudara Muhamad Nurdiansyah, dalam penelitian ini terdapat pembagian tugas yaitu, pada penelitian saudara Muhamad Nurdiansyah dibahas tentang merancang sistem

monitoring, pembacaan dari sensor dapat di tampilkan diaplikasi *blynk*. Pada penelitian ini dibahas tentang mendesain modul surya *floating* dan modul surya *ground mount*, perbandingan daya keluaran pada modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount* dan pengaruh suhu terhadap keluaran daya modul surya. Oleh karena itu penelitian ini membuat desain modul surya terapung 50 Wp dengan kontrol intensitas matahari di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana mendesain modul surya *floating* dan modul surya *Ground mount*?
2. Bagaimana perbandingan daya keluaran modul surya *floating* dengan modul surya *Ground mount*?
3. Bagaimana pengaruh suhu terhadap keluaran daya modul surya?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mendesain modul surya *floating* dan modul surya *Ground mount*.
2. Menganalisis perbandingan daya keluaran pada modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*
3. Menganalisis pengaruh suhu terhadap keluaran daya modul surya.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan referensi untuk penelitian yang berkaitan dengan kualitas keluaran daya modul surya menggunakan model terapung dan memperkenalkan kepada mahasiwa lain mengoptimalkan modul surya dengan sistem terapung.

### 1.5. Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Modul surya yang digunakan jenis *Monocrystalline* 50 WP
2. Waktu pengambilan data 9 hari pada jam 07.00-17.00 dengan selang waktu 30 menit sekali
3. Parameter yang digunakan untuk penelitian modul surya floating berupa intensitas cahaya matahari, suhu dan daya keluran yang dihasilkan modul surya.
4. Area pengambilan data di embung fakultas Teknik UNTIRTA
5. Penelitian ini hanya membahas perbandingan keluaran daya modul surya tanpa menghiraukan adanya *shading* dan kecepatan ponton

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Energi Surya**

Energi surya merupakan energi yang diperoleh dengan mengubah energi panas surya melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain dimana energi surya salah satu sumber pembangkit listrik selain air, uap, angin, batu bara dan minyak bumi. Teknik pemanfaatan energi surya muncul pada tahun 1839 yang ditemukan oleh A.C. Becquerel menggunakan kristal silikon untuk mengkonversi radiasi matahari, namun sampai tahun 1995 metode ini belum banyak dikembangkan [18]. Energi surya yang digunakan untuk modul surya yaitu radiasi matahari, radiasi matahari di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut, yaitu untuk daerah Kawasan barat dan timur Indonesia dengan penyinaran di bagian barat radiasi sebesar 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari dan untuk wilayah timur sebesar 5,1 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan variasi sekitar 9% [19]. Matahari merupakan sumber energi bumi yang utama yang memancarkan luar biasa besarnya ke permukaan bumi.

#### **2.2. Radiasi Matahari**

Radiasi merupakan gelombang elektromagnetik yang tersusun dari medan listrik serta medan magnet. Radiasi yang terpancar kebumi biasa disebut insolasi, insolasi adalah penyerapan energi oleh permukaan bumi berupa sinar-sinar gelombang yang pendek yang mampu menembus atmosfer. Besar pancaran intensitas Cahaya, yaitu 1325 W/m<sup>2</sup> hingga 1412 W/m<sup>2</sup> besaran rata-ratanya dinyatakan sebagai konstanta matahari dengan nilai 1367 W/m<sup>2</sup> ketentuan ini mengacu terhadap intensitas radiasi matahari yang bernilai 1000 W/m<sup>2</sup> yang sejajar dengan modul surya pada suhu sekitar 25°C [20].

##### **2.2.1. Radiasi Langsung atau *Direct Radiation***

Radiasi langsung merupakan radiasi yang dipancarkan sampai bumi tanpa adanya perubahan arah atau radiasi yang diterima bumi dalam arah sejajar dengan sinar datang.

### 2.2.2. Radiasi Hambur atau *Diffuse Radiation*

Radiasi hambur merupakan radiasi yang mengalami perubahan arah akibat adanya pemantulan dan penghamburan arah yang bisa terjadi karena terkena awan atau benda yang lainnya.

### 2.2.3. Radiasi Total atau Global

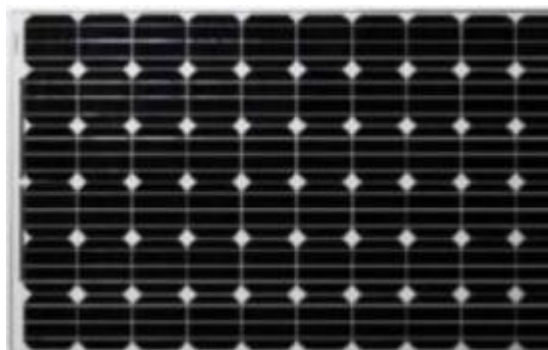
Radiasi total merupakan penjumlahan antara radiasi langsung dengan radiasi hambur.

## 2.3. Jenis-jenis Modul Surya

Cahaya matahari yang terkena modul surya memiliki keluaran daya yang berbeda beda itu di pengaruhi dari berbagai faktor salah satunya yang menjadi faktor keluaran daya modul surya yaitu jenis modul surya itu sendiri. Berikut ini jenis-jenis modul surya antara lain sebagai berikut:

### 2.3.1. Modul Surya Jenis *Monocrystalline*

Modul surya *Monocrystalline* merupakan modul surya yang terbuat dari silicon kristal tunggal yang mengalami pengirisan tipis-tipis dengan menggunakan teknologi mesin. Pada Gambar 2.1 bentuk modul surya jenis *Monocrystalline*.



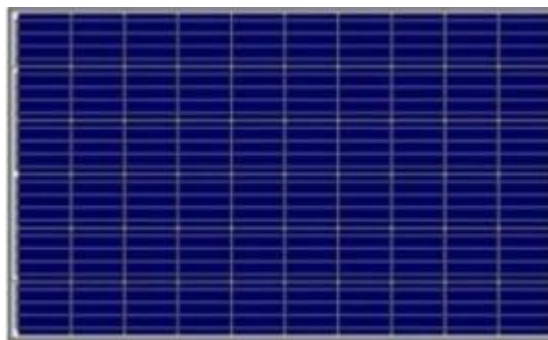
Gambar 2.1 Modul Surya Jenis *Monocrystalline*[21]

Modul surya jenis *Monocrystalline* ini memiliki efisiensi sebesar 15%-20% dan menghasilkan daya listrik persatuan luas yang tinggi. Modul surya *Monocrystalline* dapat diketahui melalui warna sel hitam yang gelap dengan model bagian sudutnya terpotong. Kelemahan modul surya ini memiliki harga yang relative mahal sehingga biaya investasi untuk pembuatan listrik tenaga surya

menjadi lebih besar dan modul surya *Monocrystalline* membutuhkan cahaya yang sangat terang pada saat beroperasi ketika pada cuaca yang berawan dan mendung akan mengalami penurunan efisiensi modul tersebut [22].

### 2.3.2. Modul Surya Jenis *Polycrystalline*

Modul surya *Polycrystalline* merupakan modul surya yang terbuat dari peleburan silikon yang kemudian didinginkan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul di atas lapisan silikon. Pada Gambar 2.2 bentuk modul surya *polycrystalline*.



Gambar 2.2 Modul Surya Jenis *Polycrystalline*[21]

Modul surya jenis *Polycrystalline* ini memiliki efisiensi yang lebih rendah dibandingkan dengan jenis *Monocrystalline*. Modul surya jenis ini terlihat dari bentuk fisiknya yang berwarna kebiruan dengan bercak biru muda dan biru tua. Kelebihan modul surya ini dapat menghasilkan energi listrik walaupun pada kondisi cuaca berawan yang lebih besar dibanding jenis *Monocrystalline* dan harga modul surya ini lebih murah karena bahan pembuatannya yang lebih mudah dan gabungan dari silikon-silikon [21].

### 2.3.3. Modul Surya Jenis *Thin Film*

Modul surya thin film ini merupakan modul surya yang menggunakan banyak material sebagai bahan penyusunnya yang masih belum jadi setiap kristalnya seperti lapisan tipis silikon yang diendapkan pada bahan dasar seperti logam atau kaca. Pada gambar 2.3 modul surya jenis *thin film* sebagai berikut:



Gambar 2.3 Modul Surya Jenis *Thin Film* [23]

Modul surya *thin film* ini dibuat menjadi lapisan tipis untuk mengurangi biaya pembuatan modul surya dimana teknologi ini hanya menggunakan kurang dari 1% dari bahan baku silikon jika di bandingkan dengan bahan baku jenis *Monocrystalline*. Pembuatan modul surya thin film ini menggunakan metode *plasmaenhanced chemical vapor deposition* (PEVCD) dari gas silane dan hidrogen. Lapisan menggunakan metode ini menghasilkan silikon yang tidak memiliki arah orientasi kristal atau yang disebut *amorphous* silikon (non kristal). Modul surya thin film ini bisa digunakan pada substrat yang lentur sehingga menghasilkan modul surya yang fleksibel [23].

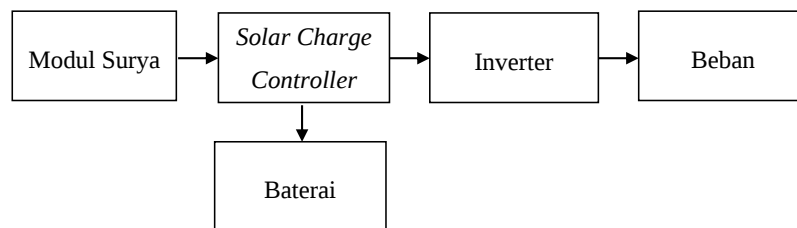
## 2.4. Sistem Modul Surya

Pada modul surya memiliki konfigurasi sistem terhadap jaringan yang dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu sistem modul surya yang terhubung ke jaringan PLN atau bisa disebut dengan *on-grid*, sistem modul surya yang tidak terhubung ke jaringan PLN atau bisa disebut dengan *off-grid* dan yang terakhir sistem modul surya yang di gabungkan dengan sistem energi yang lain biasa disebut dengan hybrid.

### 2.3.1. Sistem Modul Surya *Off-grid*

Sistem modul surya *off-grid* merupakan sistem yang memanfaatkan radiasi matahari tanpa terhubung dengan jaringan Perusahaan Listrik Negara (PLN) atau dengan kata lain satu satunya sumber pembangkitnya hanya menggunakan radiasi matahari dengan bantuan modul surya [24]. Sistem *off-grid* sendiri biasanya hanya

dimanfaatkan untuk daerah yang tidak terjangkau pasokan listrik dari PLN seperti daerah terpencil pedesaan. Pada gambar 2.4 skema sistem modul surya *off-grid*.

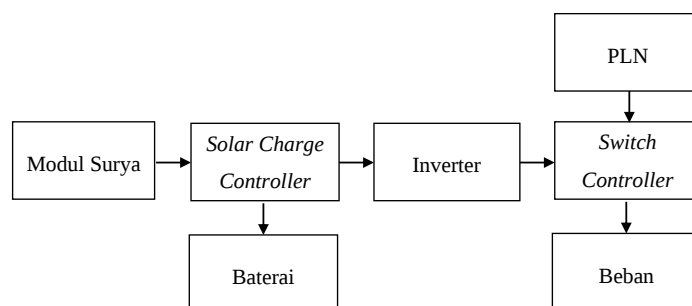


Gambar 2.4 Skema Sistem Modul Surya *Off-grid*

Pada gambar 2.4 sistem ini menggambarkan dari modul surya yang terkena sinar matahari menghasilkan arus DC yang mengalir menuju *solar charger controller* selanjutnya dari *solar charge controller* dialirkan menuju baterai untuk disimpan dan dialirkan kedalam inverter untuk diubah yang tadinya arus DC menjadi arus AC yang akan digunakan pada beban rumah tangga.

#### 2.4.1. Sistem Modul Surya *On-grid*

Sistem modul surya *on-grid* merupakan salah satu alternatif sistem yang tepat diaplikasikan pada daerah-daerah yang sudah terjangkau oleh jaringan Perusahaan Listrik Negara (PLN) [25]. Sistem ini akan mengoptimalkan pemanfaatan energi matahari melalui modul surya yang menghasilkan listrik semaksimal mungkin. Pada gambar 2.5 skema sistem modul surya *on-grid*.



Gambar 2.5 Skema Sistem Modul Surya *On-grid*

Pada gambar 2.5 sistem ini menggambarkan dari modul surya yang terkena sinar matahari menghasilkan arus DC yang mengalir menuju *solar charger*

*controller* yang akan mengalirkan arus DC ke baterai untuk disimpan dan ke sebuah inverter kemudian masuk ke sebuah *switch controller* mengalirkan arus AC ke beban rumah kemudian disuplay oleh jaringan PLN melewati *switch controller* yang digunakan untuk merubah penggunaan antara menggunakan sumber dari modul surya atau PLN.

## 2.5. Prinsip Dasar Modul Surya

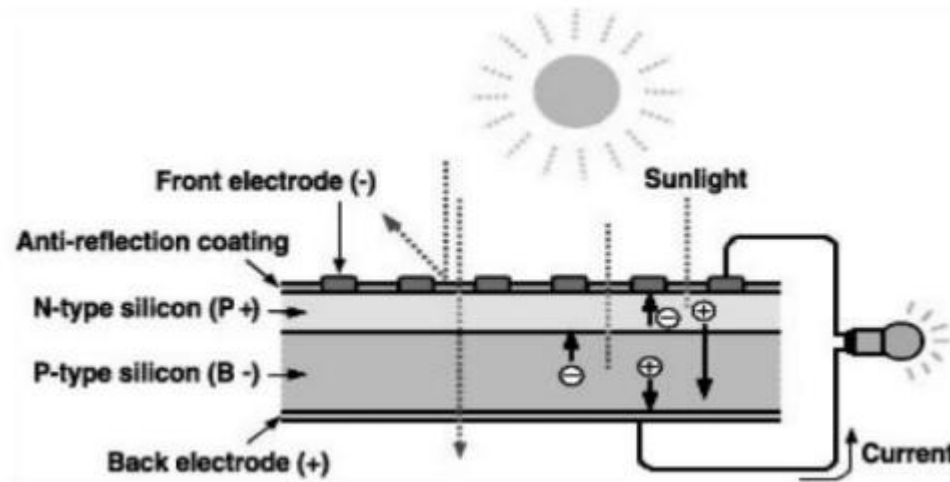
sel surya merupakan suatu komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic. Efek photovoltaic merupakan suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. kumpulan dari berapa sel surya disebut dengan modul surya. Sedangkan kumpulan dari beberapa modul surya disebut panel surya.

modul surya terkena sinar matahari kemudian diserap oleh material semikonduktor seperti silikon yang mengakibatkan elektron bermuatan negatif terlempar keluar dari atomnya sehingga mengalir melalui material semikonduktor untuk menghasilkan listrik arus searah (DC). Modul surya ini merupakan suatu dioda semikonduktor yang bekerja dalam prosesnya tidak seimbang dengan berdasarkan efek fotovoltaiik [26]. Dimana elektron-elektron yang terdapat pada modul surya bergerak dari tipe N ke tipe P sehingga akan menghaikan energi listrik.

## 2.6. P-N Junction

Modul surya terdiri dari lapisan semi konduktor doping-n dan doping-p yang membentuk p-n junction, lapisan anti refleksi dan substrat logam sebagai tempat mengalirnya arus dari lapisan tipe-n ke lubang di tipe-p. cara kerja modul surya pada semi konduktor tipe-n di dapat dengan mendoping dengan unsur dari golongan V sehingga terdapat kelebihan valensi atom sekitar, sedangkan pada semi konduktor tipe-p ditambah dengan doping golongan III sehingga valensinya satu dibanding atom sekitar. Ketika dua tipe material tersebut mengalami kontak atau terkena sinar matahari maka kelebihan electron di tipe-n berdifusi atau pindah ke

tipe-p. Sehingga doping-n akan bermuatan positif dan tipe-p bermuatan negatif yang akan terbentuk p-n junction. Gambar 2.6 merupakan proses p-n junction.

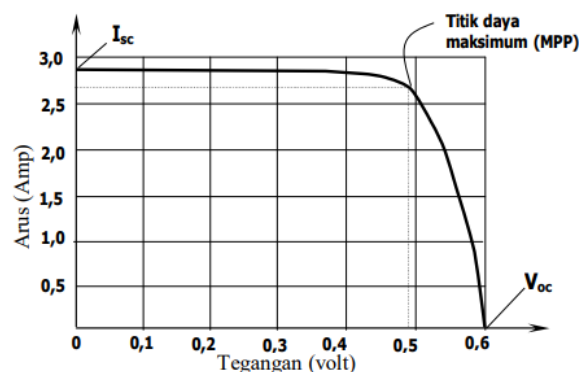


Gambar 2.6 Proses P-N Junction[27]

Pada gambar 2.6 ketika terkena sinar matahari foton yang mempunyai energi yang sama atau lebih besar dari lebar pita energi material tersebut akan mengakibatkan eksitasi elektron dimana elektron dan hole ini dapat bergerak dalam material sehingga menghasilkan pasangan elektron dan hole. Apabila di beri hambatan pada modul surya maka elektron dari tipe-n akan kembali ke tipe-p sehingga menyebabkan perbedaan potensial dan arus akan mengalir [27].

## 2.7. Karakteristik Modul Surya

Modul surya dirancang dengan bahan semi konduktor yang dimana ketika pada suhu rendah berperan sebagai isolator kemudian ketika ada energi panas akan berperan sebagai konduktor khususnya silikon. Modul surya menghasilkan tegangan dan arus dimana memiliki karakteristik pada gambar 2.7 sebagai berikut:



Gambar 2.7 Grafik Karakteristik I-V Modul Surya [28].

Modul surya pada saat tidak memiliki beban atau beban sama dengan nol maka akan diperoleh tegangan rangkaian terbuka yang merupakan tegangan maximum modul surya karena  $I = 0$ . Ketika beban dipasang dan beban diperbesar sampai keadaan hubung singkat maka akan diperoleh  $V = 0$  dan arus hubung singkat maksimum ( $I_{sc}$ ). Pada gambar 2.7 dapat menghasilkan daya maksimum (maximum point power/MPP) dimana daya yang dihasilkan sama dengan nol dalam keadaan tidak ada beban dan hubung singkat. MPP dihasilkan dari perkalian  $I_{max}$  dengan  $V_{max}$ . Pada persamaan 2.1 merupakan daya maximum yang diperoleh dari  $I_{max}$  dengan  $V_{max}$ .

$$P_{max} = V_{max} \times I_{max} \quad (2.1)$$

Pada daya maksimum nilai perkalian  $I_{max}$  dengan  $V_{max}$  memiliki perbandingan dengan hasil kali arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) dengan tegangan rangkaian terbuka ( $V_{oc}$ ) yang disebut dengan *fill factor* yang memiliki peran penting pada modul surya [28]. Pada persamaan 2.2 merupakan persamaan *fill factor* sebagai berikut:

$$FF = \frac{V_{max} \times I_{max}}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (2.2)$$

Keterangan pada persamaan 2.1:

$V_{max}$  = Tegangan Pada Titik Maksimal.

$I_{max}$  = Arus Pada Titik Kerja Maksimal.

$V_{oc}$  = Tegangan Rangkaian Terbuka.

$I_{sc}$  = Arus Hubung Singkat.

Fill factor bernilai besar pada modul surya menyebabkan efisiensi konfersi energi yang semakin tinggi juga pada modul surya.

## 2.8. Gangguan Pada Modul Surya

Modul surya memiliki faktor-faktor yang mempengaruhi hasil keluaran daya *output* sebagai berikut:

- a. Kesalahan *open circuit*

Kesalahan *open circuit* ini terjadi ketika jalur membawa arus yang terhubung secara seri dengan beban secara tidak sengaja rusak atau terbuka yang menyebabkan kabel yang terhubung terbuka dan arus terbuang secara percuma.

b. Gangguan tanah

Gangguan tanah ini yang disebabkan oleh adanya arus gangguan besar pada sistem yang dapat merusak dan mengakibatkan kebakaran pada modul surya karena tidak baiknya hantaran ke tanah. Gangguan ini terjadi karena *short circuit* antar konduktor yang membawa arus dengan ground atau kelebihan tegangan karena sambaran petir.

c. *Shading*

*Shading* ketika terdapat benda yang menghalangi datangnya sinar matahari yang mengakibatkan adanya bayangan pada modul surya yang dapat mengurangi keluaran daya yang dihasilkan. *Shading* juga diakibatkan karena banyaknya debu yang menempel karena lingkungan sekitar yang kotor atau bekas terkena air hujan yang terdapat bekas sisa air hujan tersebut. *shading* bisa diminimalisir dengan *bypass diode* dimana ketika modul surya terkena bayangan arus akan mengalir melalui *diode* untuk menghindari resistansi dari modul surya yang tidak berfungsi secara optimal.

d. Retakan mikro

Retakan mikro merupakan robeknya sel surya yang hampir tidak terlihat pada modul surya. retakan mikro terjadi karena pada saat produksi modul surya dan juga bisa pada saat pengiriman modul surya karena terkenanya benturan. Retakan mikro tidak mengakibatkan hilangnya produksi secara langsung tetapi dapat terus menerus berkurang seiring berjalannya waktu dan bisa sampai menyebabkan hilangnya produksi modul surya.

e. *Snail track* (jejak siput)

*Snail track* merupakan gangguan modul surya yang ditandai dengan perubahan warna pada modul surya yang muncul setelah beberapa tahun produksi. *Snail track* juga bisa disebabkan karena retaknya mikro modul surya yang dapat perlahan menurunkan kinerja modul surya.

## 2.9. Rumus Perhitungan Modul Surya

Ada beberapa perhitungan pada modul surya untuk mendapatkan hasil yang efisiensi sebagai berikut:

### 2.9.1. Perhitungan Luas Penampang Modul Surya

Modul surya memiliki penampang yang dapat di hitung luasnya dengan mengalikan Panjang dan lebar modul surya tersebut. Dapat dilihat pada persamaan 2.6 merupakan persamaan luar penampang modul surya.

$$A = P \times L \quad (2.6)$$

Keterangan persamaan 2.6

- A = Luas Penampang Modul Surya ( $m^2$ )
- P = Panjang Penampang Modul ( $m$ )
- L = Lebar Penampang Modul ( $m$ )

### 2.9.2. Perhitungan Daya yang Diterima (Daya *Input*)

Modul surya ketika terkena sinar matahari akan mendapatkan daya yang biasa disebut daya *input*. daya *input* merupakan perkalian antara banyaknya intensitas radiasi matahari dengan luas penampang modul surya. Dapat dilihat pada persamaan 2.7 sebagai berikut.

$$P_{in} = Ir \times A \quad (2.7)$$

Keterangan Persamaan 2.7

- $P_{in}$  = Daya *Input* Akibat Radiasi Matahari (*Watt*)
- $Ir$  = Intensitas Radiasi Matahari ( $\frac{Watt}{m^2}$ )
- A = Luas Penampang Modul Surya ( $m^2$ )

### 2.9.3. Daya *Output* Modul Surya

Modulsurya memiliki daya *output* setelah terkena radiasi matahari dengan mengalikan tegangan maksimum dan arus maksimum. Pada persamaan 2.8 merupakan perhitungan daya *output*.

$$P_{out} = V_{max} \times I_{max} \quad (2.8)$$

Keterangan persamaan 2.8

$P_{out}$  = Daya Output (Watt)

$V_{max}$  = Tegangan Maksimum (Volt)

$I_{max}$  = Arus Maksimum (Ampere)

#### 2.9.4. Efisiensi Modul Surya

Efisiensi modul surya dapat dihitung menggunakan persamaan 2.9 sebagai berikut.

$$\eta = \frac{P_{out}}{I_r \times A} \times 100\% \quad (2.9)$$

Keterangan persamaan 2.9

$\eta$  = Efisiensi (%)

$P_{out}$  = Daya Output (Watt)

$I_r$  = Intensitas Matahari  $\left(\frac{Watt}{m^2}\right)$

$A$  = Luas Penampang Modul Surya ( $m^2$ )

Modul surya akan bekerja secara optimal pada suhu 25°C, semakin besar suhu modul surya akan berdampak pada daya yang dihasilkan. Efisien modul surya dengan suhu dapat dihitung menggunakan persamaan 2.10 sebagai berikut.

$$\eta = \eta_{Tref} [1 - \beta_{ref} (T_c - T_{ref})] \quad (2.10)$$

$$\beta_{ref} = \frac{1}{T_o - T_{ref}} \quad (2.11)$$

$\eta$  = Efisiensi Modul Surya.

$\eta_{Tref}$  = Efisiensi Modul Surya Suhu referensi.

$\beta_{ref}$  = Koefisiensi Suhu.

$T_{ref}$  = Suhu Referensi.

$T_c$  = Suhu yang diukur

$T_o$  = Suhu Tertinggi pada Modul Surya.

### 2.10. Gaya Apung

Gaya apung berkaitan dengan hukum Archimedes. Hukum Archimedes merupakan hukum yang menyatakan bahwa setiap benda yang tercelup ke dalam suatu zat cair maka benda tersebut akan memiliki daya dorong ke atas atau yang disebut dengan gaya apung [29]. Di mana gaya apung dapat dihitung dengan persamaan 2.10 sebagai berikut.

$$F_a = \rho \times g \times V \quad (2.12)$$

Gaya apung dapat dinyatakan berbanding lurus dengan masa jenis fluida, percepatan gravitasi dan juga volume suatu benda.

### 2.11. Solar Charge Controller

*Solar charge controller* merupakan suatu perangkat keras yang berfungsi sebagai alat kontrol pengisian dan pengeluaran arus listrik pada baterai. Pada modul surya biasa disingkat dengan SCC atau *battery control unit* (BCU) atau *battery control regulator* (BCR). SCC memiliki peran penting dalam sistem modul surya untuk melindungi dan melakukan otomatisasi pada pengisian baterai [30]. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem dan menjaga baterai agar memiliki masa pakai yang lebih maksimal. Ketika modul surya tidak dilengkapi dengan SCC modul surya akan melakukan pengisian baterai berlebih melebihi tegangan daya yang ditampung oleh baterai, sehingga dapat merusak baterai dan dapat mengakibatkan baterai meledak atau terbakar.

### 2.12. Baterai

Baterai merupakan alat penting yang berfungsi menyimpan arus energi listrik pada siang hari sebagai backup untuk digunakan pada malam hari, dimana malam hari modul surya tidak dapat menghasilkan listrik. Modul surya biasanya menggunakan baterai kering untuk penyimpanan energi listrik karena untuk menjaga kualitas dan keawetan komponen-komponen pada modul surya itu sendiri.

### 2.13. Motor Direct Current (DC)

Motor DC merupakan motor listrik searah yang banyak digunakan untuk tenaga penggerak di industry. Motor DC banyak digunakan karena keunggulannya seperti rentang pengaturan kecepatan putaran yang lebih lebar dibanding dengan motor arus bolak balik dan mudah dikendalikan. Motor DC untuk mengubah arah putarannya hanya dengan mebalik kutub positif ke negatif atau sebaliknya dengan begitu motor DC akan berubah arah putarnya.

### 2.14. Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 adalah mikrokontroler penerus dari ESP8266 yang dimana mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dan ditambah BLE (*Bluetooth low energy*) dalam chip sehingga sangat mendukung dan digunakan untuk sistem aplikasi *internet of things* (IoT) [31].

### 2.15. Sensor Intensitas Cahaya BH1750

Sensor intensitas cahaya merupakan modul sensor digital yang memiliki nilai keluaran sinyal digital sehingga nilai yang diperoleh tidak memerlukan perhitungan yang rumit. Sensor BH1750 memiliki nilai yang lebih akurat dibandingkan dengan sensor foto diode dan *light dependent resistor* (LDR) yang memiliki kaluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai data intensitas. Sensor BH1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan keluaran Lux (Lx) tanpa melakukan perhitungan terlebih dahulu.

### 2.16. Sensor Jarak HC-SR04

Sensor jarak ini merupakan sensor siap pakai yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonic berupa besaran bunyi yang diubah menjadi besaran listrik dan sebaliknya. sensor ini bekerja dengan memantukan suatu gelombang suara sehingga dapat digunakan untuk menentukan jarak suatu benda dengan frekuensi tertentu. Sensor HC-SR04 dapat mengukur benda dengan radius jarak 2-400 Cm dengan tingkat akurasi 3mm. sensor ini memiliki 4 pin, yaitu VCC, GND, *triger* dan echo. Pin VCC berfungsi sebagai catu

daya 5 V dan GND sebagai *Ground* nya. Pin *triger* berfungsi untuk *triger* keluaran sinyal sensor dan pin *echo* berfungsi untuk menangkap sinyal pantul dari objek.

### 2.17. Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang di dalamnya sudah terdapat ADC (*Analog to Digital Converter*) dengan resolusi 12 bit. Sensor ini memiliki tingkat keakuratan dan kestabilan yang cukup baik. Sensor DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, yaitu  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  pada rentang suhu  $-10^{\circ}\text{C}$  -  $85^{\circ}\text{C}$  dan secara keseluruhan dapat mengukur dari  $-55^{\circ}\text{C}$  -  $125^{\circ}\text{C}$ . Sensor suhu DS18B20 memiliki 3 pin yang terdiri dari VCC, *ground* dan *input/output*.

### 2.18. Kajian Pustaka Penelitian

Penelitian tentang desain modul surya terapung sudah dilakukan sebelumnya pada penelitian serupa. Dengan didasari penelitian-penelitian terdahulu baik dari jenis penelitian maupun teori-teori yang digunakan. penelitian ini tak lepas dari penelitian sebelumnya yang mendukung pembahasan kemiripan mengenai teori ataupun objek penelitian ini sebagai acuan dalam penyelesaian skripsi. berikut ini merupakan beberapa refesensi sebagai acuan pada penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Penelitian ini membahas tentang intensitas cahaya matahari terhadap energi listrik yang dihasilkan. Besarnya pengaruh intensitas matahari diperoleh dari hasil perubahan waktu ketika modul surya dioperasikan, semakin bertambahnya jam intensitas akan semakin besar. Hasil pada penelitian ini yang dilakukan pada modul surya 10 Wp berdasarkan intensitas cahaya yang diperoleh mulai dari 6.900 lux sampai dengan 121.100 lux mengalami kenaikan tegangan dari 17,7 sampai dengan 20,3 volt begitu pula dengan arus mulai dari 0,02 amper sampai dengan 0,53 amper. Pada penelitan bahwasannya semakin besar intensitas maka nilai tegangan akan semakin naik lalu tegangan akan sama, sedangkan nilai arus semakin besar intensitas akan semakin besar arusnya. Persamaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan, yaitu mengenai keluaran daya modul surya dengan melihat besar intensitas cahaya yang diperoleh, sedangkan

perbedaannya menggunakan sistem modul surya terapung dan sensor arus tegangan [32].

2. Penelitian ini membahas mengenai sensor PZEM-017 untuk monitoring arus dan tegangan dengan sistem data logger menggunakan google *spreadsheet*. Penelitian ini menggunakan sensor PZEM dapat mengukur tegangan DC dan arus DC. Sensor ini buatan cina yang sangat terkenal dengan kualitas dan harga terjangkau. Penelitian ini membandingkan tegangan yang diukur dengan alat avometer dan menggunakan sistem data logger menggunakan sensor tegangan. Pada hasil yang diperoleh nilai nya memiliki selisih yang sangat kecil memiliki ketepatan rata-rata 99,49% untuk data tegangan [33]. Persamaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan, yaitu menggunakan sensor tegangan PZEM-017 sedangkan perbedaannya penelitian ini menggunakan excel untuk data yang sudah diperoleh dan juga tidak menggunakan aplikasi *blynk* untuk penampilan datanya.
3. Penelitian ini membahas mengenai perbandingan modul surya model atap, modul surya berbasis konvensional di darat, dan modul surya terapung. Modul surya terapung memiliki komponen seperti ponton, tambatan dan pengkabelan modul surya. Listrik yang dihasilkan dapat dialirkan ke jaringan atau disimpan dalam baterai, kabel yang digunakan tidak ditarik melewati bawah air tetapi disimpan diatas permukaan air dan komponen lain seperti inverter masih berada di tempat yang kering. pada penelitian ini modul surya terapung memiliki efisiensi yang lebih besar dan penguapan air yang lebih sedikit dimana penguapan berkurang 40% air waduk dengan menutupi hanya 30% permukaan air oleh modul surya [34]. penelitian ini memberitahu modul surya terapung menjadi inovasi yang baik digunakan dimasa yang akan mendatang.
4. Penelitian ini membahas mengenai monitoring arus dan tegangan pada modul surya terapung yang dilakukan pada kolam Politeknik Negeri Jakarta. Monitoring ini menggunakan modul surya 100Wp, mikrokontroler, sensor arus ACS712, sensor tegangan dan modul microSD. penelitian ini mengambil data dengan membandingkan pengukuran secara sistem

monitoring dengan pengambilan data secara langsung menggunakan alat ukur multimeter. Penelitian ini mendapatkan hasil untuk nilai tegangan rata-rata nilai kesalahan sekitar 0,318, sedangkan nilai rata-rata kesalahan arus sebesar 0.4 dengan demikian nilai yang diperoleh oleh kedua sensor masih memiliki kesalahan pembacaan yang disebabkan karena pengkodean [35]. Persamaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan, yaitu penggunaan modul surya terapung yang sama menggunakan bahan paralon sedangkan perbedaan penelitian ini menggunakan kontrol intensitas matahari yang akan mengikuti intensitas yang terbesar dan menggunakan sensor jarak.

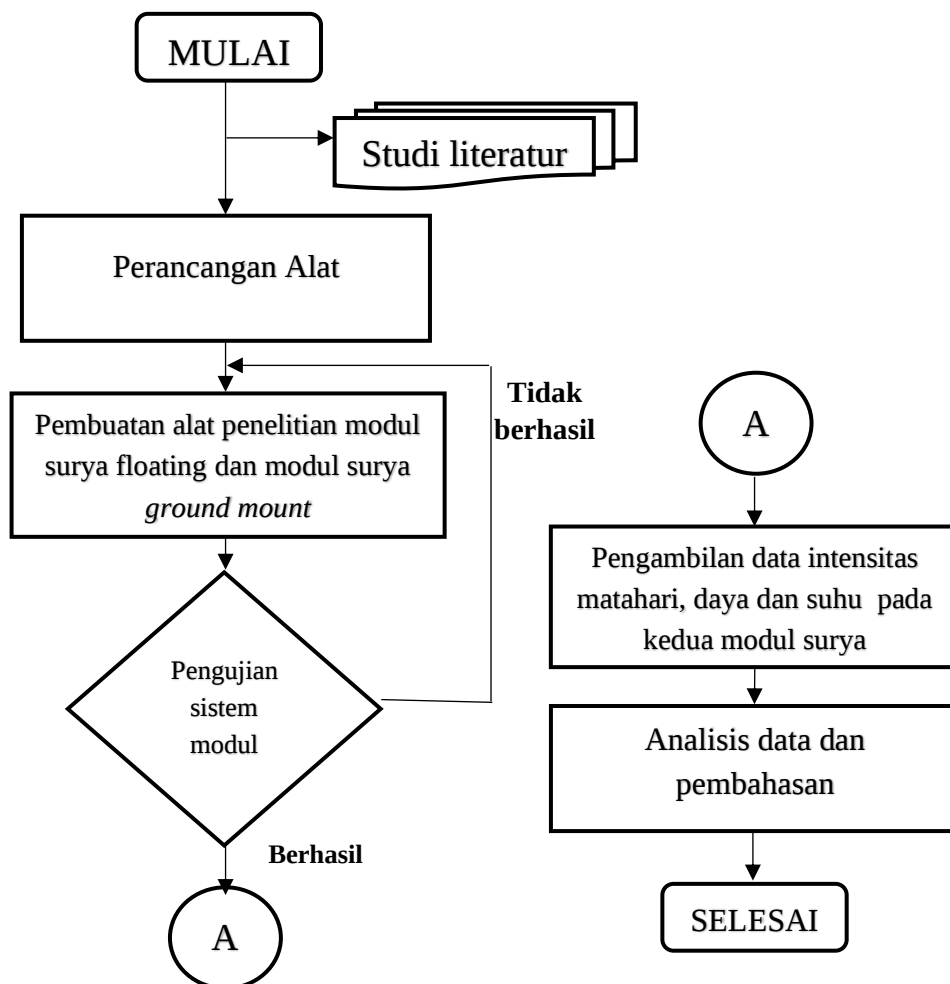
5. Penelitian ini membahas tentang perancangan sistem *hybrid* pembangkit listrik tenaga surya dengan turbin angin terapung untuk membantu penduduk Kalimantan selatan sebagai sumber penerangan sungai. Penelitian ini membahas mengetahui seberapa besar kemampuan apung yang diberikan beban maksimal dan lamanya pengisian baterai dengan menggunakan modul surya. Penelitian ini menghasilkan gaya apung turbin angin *hybrid* modul surya sebesar 572,904 N yang dimana kemampuan apung sebesar 867,204 N yang menahan berat total 294,3 N dan lama waktu pengisian baterai menggunakan modul surya lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan turbin angin [36]. Penelitian menggunakan perhitungan kemampuan apung yang digunakan agar alat modul surya *floating* dapat mengapung dengan beban maksimal, sedangkan perbedaan penelitian ini membandingkan modul surya *floating* dengan *ground mount*.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Alur Penelitian

Alur penelitian adalah sebagai acuan dalam melakukan suatu penelitian yang penting untuk diketahui dan dibuat agar proses penelitian dalam pengambilan data dan analisis data sesuai dengan alur yang telah di rencanakan, supaya tidak keluar dari batas rencana yang telah ditentukan dan sesuai dengan tujuan yang di harapkan. Penelitian ini membahas tentang perbandingan modul surya *ground mount* dan modul surya *floating* dengan kapasitas masing-masing 50 *waatpeak* dengan metode modul surya *off grid* sistem. Adapun alur metode penelitian yang dilakukan untuk mencapai tujuan dan mempermudah pembacaan alur penelitian maka diperlukan alur penelitian pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

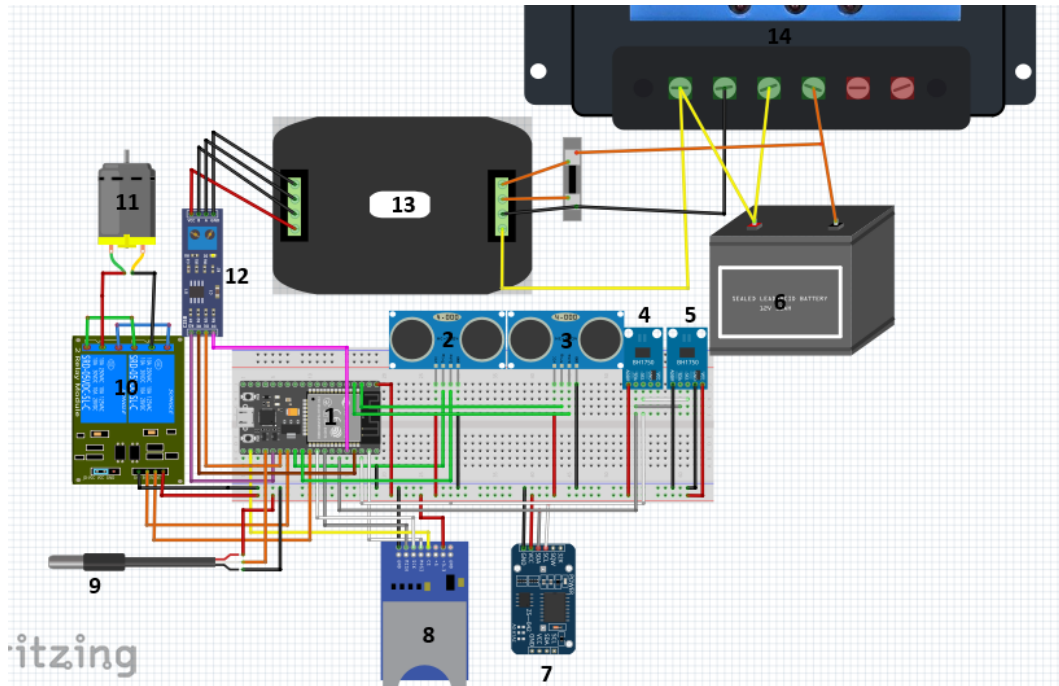
Keterangan pada Gambar 3.1:

1. Studi literatur merupakan suatu aktifitas yang dimana bertujuan mengumpulkan berbagai teori-teori dan referensi yang berkaitan dengan penelitian yang kemudian dipelajari untuk menentukan parameter penelitian dan diimplementasikan.
2. Perancangan alat merupakan penentuan komponen-komponen yang diperlukan dalam pembuatan alat sehingga hasilnya sesuai dengan perancangan.
3. Pembuatan alat penelitian modul surya baik yang *floating* maupun *ground mount* adalah perancangan atau pembuatan alat yang digunakan mulai dari kerangka alat penelitian dengan sistem modul surya sampai menjadi alat yang siap dioperasikan.
4. Pengujian sistem modul merupakan tahapan dimulainya proses modul surya yang telah dibuat meliputi komponen *solar charge controller*, baterai dan semua sensor yang terpasang bekerja dengan baik dan mendapatkan hasil *error* yang sesuai dengan toleransi. Jika sistem tidak bekerja secara optimal atau adanya kesalahan instalasi maka pengambilan data tidak dapat dilakukan dan akan melakukan pemasangan ulang sistem modul surya.
5. Pengambilan data daya dan suhu merupakan pengambilan data yang dihasilkan menggunakan data logger dengan waktu asli pada jam 07.00-17.00 dengan rentang waktu 30 menit sekali dan jangka waktu pengambilan data selama 9 hari pada lokasi embung Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Analisis data dan pembahasan merupakan hasil yang diperoleh kemudian diolah menggunakan *Microsoft excel* dengan membandingkan hasil data modul surya *floating* dengan data modul surya *ground mount* yang telah terkumpul menggunakan grafik yang diolah pada aplikasi *origin lab* kemudian menarik kesimpulan pada hasil yang telah diperoleh.

### 3.2. Skematik Komponen Penelitian

Skematik alat merupakan perancangan *hardware* agar tiap masing masing komponen bergabung menjadi suatu sistem yang dapat bekerja dan terkendali.

Skematik komponen-komponen dirangkai menggunakan aplikasi *fritzing*, dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Skematik Komponen Penelitian

Pemasangan sensor-sensor ini agar dapat mengukur besar nilai-nilai yang diperlukan seperti tegangan, arus, suhu dan jarak pada saat penelitian. Berikut keterangan pada Gambar 3.2.

a. Nama komponen:

1. Mikrokontroler ESP32
2. Sensor HCSR-04
3. Sensor HCSR-04
4. Sensor BH-1750
5. Sensor BH-1750
6. Baterai
7. Modul *Real Time Clock* (RTC)
8. Modul Micro SD
9. Sensor DS18B20
10. Modul Relay
11. Motor DC

12. Converter RS485
13. Sensor PZEM-017
14. *Solar Charger Controller* (SCC)

b. Sambungan koneksi komponen:

1. Sensor BH-1750 dihubungkan pin SCL ke SCL dan SDA ke SDA pada mikrokontroler ESP32
2. Sensor HCSR-04 dihubungkan pin triggerkiri ke pin GPIO12 dan Echokiri ke GPIO14 sedangkan sensor HCSR-04 satunya pin *Triger* kanan ke pin GPIO27 dan *Echo* kanan ke pin GPIO13
3. Modul MicroSD dihubungkan pin CS ke pin D4, pin *Master Out Slave In* (MOSI) ke pin GPIO23, *Serial Clock* (SCK) ke Pin GPIO18, dan pin *Master In Slave Out* (MISO) ke pin GPIO19 pada mikrokontroler ESP32
4. Modul RTC DS3231 dihubungkan SCL ke pin SCL dan SDA ke SDA pada modul mikrokontroler ESP32
5. Sensor DS18B20 dihubungkan ke pin GPIO15 pada mikrokontroler ESP32
6. Sensor PZEM-017 dihubungkan pada pin B ke pin B dan pin A ke pin A melalui converter RS485 dengan mikrokontroler ESP32
7. Motor DC dihubungkan ke pin GPIO25 relay kiri dan GPIO26 relay kanan melalui modul relay sebagai kontrol dengan Mikrokontroler ESP32
8. *Solar Charge Controller* sebagai keluaran dari modul surya yang terhubung dengan sensor PZEM-017 dan terhubung ke baterai.

### 3.3. Komponen Alat Penelitian

1. Modul surya

Tabel 3.1 Spesifikasi Modul Surya *Monocrystalline*

| Parameter                   | Keterangan  |
|-----------------------------|-------------|
| Rated Maximum Power(Mp)     | 50 Watt     |
| Model Panel                 | Solana plus |
| Voltage At Pmax (Vmp)       | 18 V        |
| Current At Pmax (Imp)       | 2,78 A      |
| Short-Circuit Current (Isc) | 2,95 A      |
| Open-Circuit Current (Voc)  | 21,4 V      |
| Cell Technology             | Singled     |

|                                   |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Intensity Solar                   | 1000 W/m <sup>2</sup> |
| Operating Temperature             | 10 A                  |
| Normal Operating Cell Temp (NOCT) | 46 -/+2°C             |
| Air Mass (Am)                     | 1,5                   |
| Weight                            | 3 Kg                  |
| Dimension (mm)                    | 725 × 400 × 30        |
| Grade Class                       | Class A               |
| Tolerance                         | 0-±3%                 |

Gambar 3.3 Modul Surya *Monocrystalline*

## 2. Mikrokontroler

Tabel 3.2 Spesifikasi ESP32

| Parameter                | Keterangan |
|--------------------------|------------|
| <i>Microcontroller</i>   | ESP32      |
| <i>Operating Voltage</i> | 3,3 V      |
| <i>Flash Memory</i>      | 16 MB      |
| SRAM                     | 512 Kb     |
| <i>GPIO Pin</i>          | 36         |
| <i>Bluetooth</i>         | Ada        |
| <i>WiFi</i>              | Ada        |
| <i>SPI/I2C/UART</i>      | 4/2/2      |



Gambar 3.4 Mikrokontroler ESP32

## 3. Sensor PZEM-017

Tabel 3.3 Spesifikasi Sensor PZEM-017

| Parameter          | Keterangan   |
|--------------------|--------------|
| Tegangan Kerja     | 0,05-300 VDC |
| Nilai Daya         | 0,2-90 kW    |
| Akurasi Pengukuran | 1%           |
| Rentan Pengukuran  | 0,02-300 A   |
| Dimensi (mm)       | 90×60        |

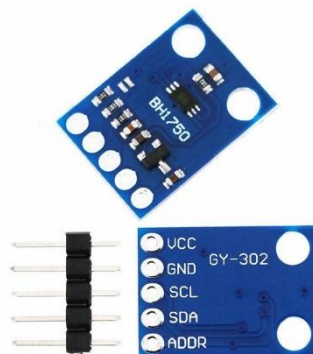


Gambar 3.5 Sensor PZEM-017

## 4. Sensor intensitas cahaya BH1750

Tabel 3.4 Spesifikasi Sensor BH1750

| Parameter          | Keterangan   |
|--------------------|--------------|
| Nama               | BH1750       |
| Tegangan Operasi   | 2,4-3,6 V DC |
| Dimensi (Mm)       | 21×16×3,3    |
| Range Pengukuran   | 1-65535 Lux  |
| Temperatur Operasi | -40°C-85°C   |



Gambar 3.6 Sensor BH1750

## 5. Sensor DS18B20

Tabel 3.5 Spesifikasi Sensor DS18B20

| Parameter        | Keterangan       |
|------------------|------------------|
| Nama             | DS18B20          |
| Tegangan Operasi | 3-5,5 V DC       |
| Range Pengukuran | -55 sampai 125°C |
| Akurasi          | ±0,5%            |



Gambar 3.7 Sensor DS18B20

## 6. Sensor jarak HC-SR04

Tabel 3.6 Spesifikasi Sensor HC-SR04

| Parameter        | Keterangan |
|------------------|------------|
| Tegangan Kerja   | 5 Volt     |
| Arus Kerja       | 15 mA      |
| Frekuensi Kerja  | 40 kHz     |
| Jarak Maksimum   | 400 Cm     |
| Jarak Minimum    | 2 Cm       |
| Sudut Pengukuran | 15°        |
| Dimensi (mm)     | 45×20×15   |



Gambar 3.8 Sensor HCSR-04

7. Modul Tanggal Dan Waktu RTC DS3231

Tabel 3.7 Spesifikasi Modul RTC DS3231

| Parameter                    | Keterangan   |
|------------------------------|--------------|
| <i>Operating Voltage</i>     | 2,3-5,5 Volt |
| <i>Battery Backup</i>        | 500 nA       |
| <i>Dimensi (mm)</i>          | 38 × 22 ×14  |
| <i>Maximum Voltage</i>       | 0,3 Volt     |
| <i>Operating Temperature</i> | -45°C-80°C   |



Gambar 3.9 Modul RTC DS3231

8. Modul MicroSD



Gambar 3.10 Modul MicroSD

9. Baterai

Tabel 3.8 Spesifikasi Baterai

| Parameter      | Keterangan  |
|----------------|-------------|
| Type           | 12V 7Ah     |
| Model          | VRLA        |
| Amper Hour     | 7 Ah        |
| Volts          | 12          |
| Dimension (Cm) | 12×7,5×16,5 |



Gambar 3.11 Baterai

10. *Solar Charge Controller*Tabel 3.9 Spesifikasi *Solar Charge Controller*

| Parameter      | Keterangan     |
|----------------|----------------|
| Model          | SCC PWM        |
| Rated voltage  | 12V/24V        |
| Rated current  | 10A            |
| Dimension (cm) | 13,3 × 7 × 3,3 |
| Weight (gr)    | 160            |

Gambar 3.12 *Solar Charge Controller*11. *Motor Direct Current (DC)*

Tabel 3.10 Spesifikasi Motor DC

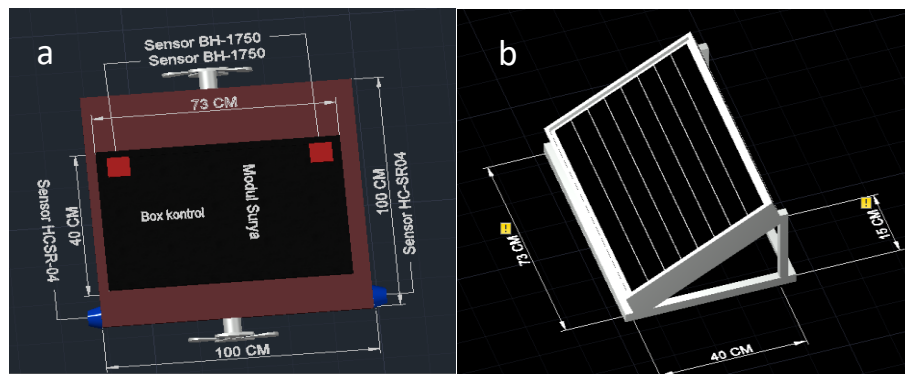
| Parameter          | Keterangan |
|--------------------|------------|
| Dinamo Type        | LS 775pc   |
| Tegangan           | 12 V       |
| Current            | 1A         |
| Dimensi Motor (mm) | 67mm       |
| Panjang as         | 17mm       |
| Kecepatan Maksimal | 30,000 RPM |
| Berat (Gr)         | 381        |



Gambar 3.13 Direct Current (DC)

### 3.4. Desain alat penelitian

Berikut desain alat yang akan digunakan pada modul surya *floating* dan modul surya *ground mount*:



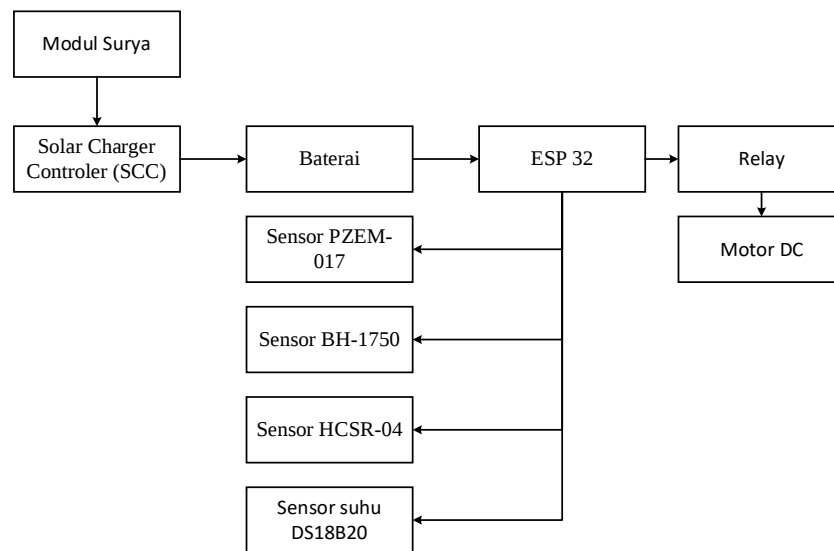
Gambar 3.14 Desain Alat Penelitian (A) Modul Surya *Floating* (B) Modul Surya *Ground Mount*

Gambar 3.14 merupakan rancangan atau bentuk alat yang dibuat dimana untuk Gambar a merupakan modul surya *floating* yang pontonnya terbuat dari bahan paralon ukuran 2 inch dengan panjang 100 cm sebanyak 5 buah yang dikendalikan oleh sensor intensitas cahaya BH-1750 matahari terbesar, yaitu ponton modul surya *floating* akan mengikuti sinar matahari terbesar dengan menggunakan motor listrik DC sebagai penggerak dari *propeller* modul surya *floating* dan ketika ponton dengan jarak 50 cm akan menabrak benda yang lain motor akan berhenti *propeller* karena terdapat sensor jarak HC-SR04. Gambar b merupakan modul surya *ground mount* yang terbuat dari kerangka besi siku bolong di mana modul surya akan dipasang di atas tanah dan hasil keluaran daya

dari kedua modul surya akan dibandingkan untuk diteliti hasil keluaran yang optimal.

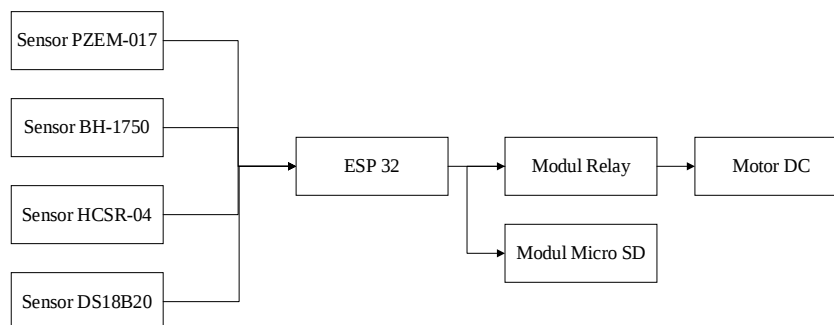
### 3.5. Diagram Alur Cara Kerja Alat

Setelah mengetahui komponen alat yang digunakan dan mendesainnya alat, selanjutnya dibuat diagram blok *input* dan *output* sumber daya listrik yang mengalir setiap komponennya pada penelitian ini. Berikut Gambar 3.5 diagram blok *input* dan *output* daya Listrik.



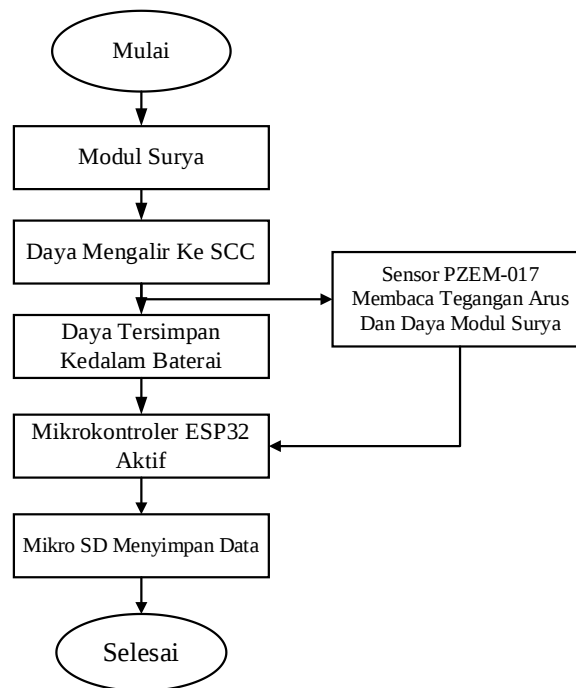
Gambar 3.15 Diagram Blok *Input* Dan *Output* Daya Listrik.

Gambar 3.15 merupakan diagram blok *input* dan *output* daya listrik dimana daya listrik bersumber pada modul surya yang disimpan pada sebuah baterai yang kemudian menyalakan mikrokontroler ESP32 yang menyuplai daya semua komponen yang digunakan pada penelitian. Setelah membuat input dan output daya listrik, selanjutnya dibuat diagram blok input output data untuk mengetahui alur proses data penelitian. Berikut Gambar 3.16 diagram blok input dan output data.



Gambar 3.16 Diagram Blok *Input* Dan *Output* Data.

Gambar 3.16 diagram blok *input* dan *output* data Dimana *inputan* semua sensor yang digunakan akan masuk ke mikrokontroller ESP32 yang *outputannya* akan mengontrol setiap modul pada alat penelitian yang kemudian akan disimpan pada modul Micro SD. Parameter selanjutnya diagram alur cara kerja alat parameter daya Berikut ini Gambar 3.17 merupakan diagram alur cara kerja alat parameter daya sebagai berikut.



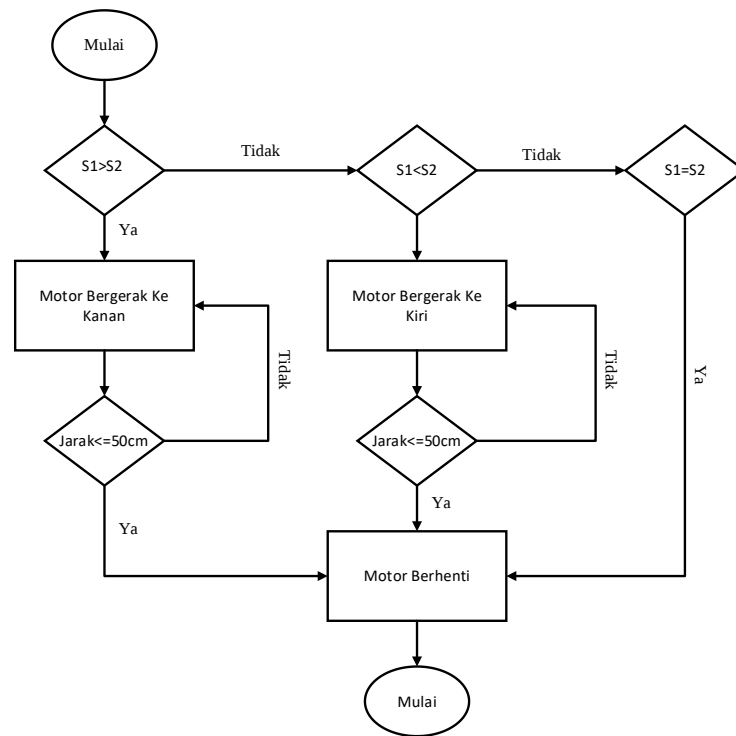
Gambar 3.17 Diagram Alur Cara Kerja Alat Parameter Daya

Gambar 3.17 merupakan diagram alur cara kerja alat parameter daya. Keluaran modul surya yang diperoleh dihubungkan pada sensor PZEM-017 untuk mengetahui nilai tegangan, arus, dan daya yang diperoleh. Keluaran modul surya yang diperoleh kemudian tersimpan pada modul micro SD melalui mikrokontroller ESP32.

### 3.6. Diagram Kontrol Intensitas Matahari

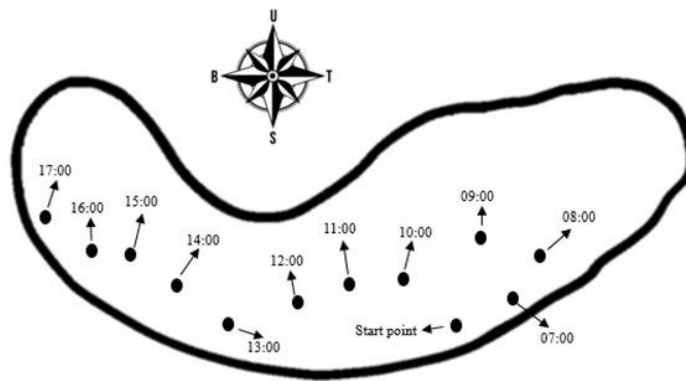
Kontrol intensitas matahari digunakan sebagai acuan gerak modul surya *floating* mengikuti intensitas matahari terbesar. Kontrol intensitas matahari ini dilakukan dengan menggunakan sistem kontrol *if* atau *else*. *If* atau *else* merupakan salah satu pengambil keputusan terhadap sebuah kemungkinan, dimana ketika

kondisi pada *if* tidak terpenuhi maka kondisi pada *else* yang digunakan. Dapat dilihat Gambar 3.18 diagram alur kontrol intensitas matahari.



Gambar 3.18 Diagram Alur Kontrol Intensitas Matahari

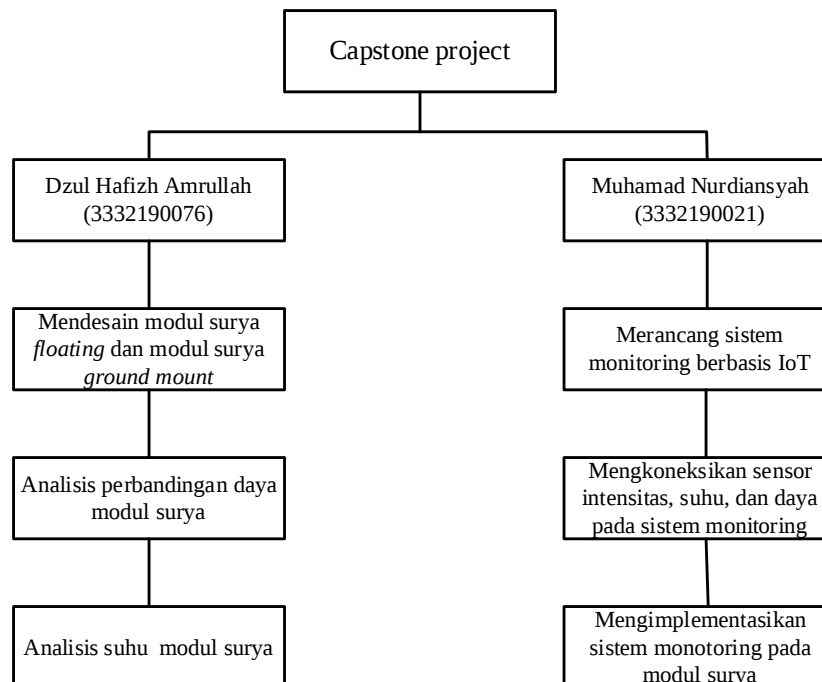
Gambar 3.18 merupakan diagram alur cara kerja alat. Alat bekerja pada posisi mulai ketika kondisi sensor intensitas matahari 1 (S1) lebih besar dari Sensor Intensitas matahari 2 (S2) maka motor akan bergerak ke kanan sedangkan jika kondisi ini tidak terpenuhi akan ke kondisi berikutnya, yaitu ketika sensor S2 lebih besar dari S1 maka motor akan bergerak ke arah kiri. Selanjutnya jika kondisi motor terus bergerak dan ponton mendekati benda dengan jarak 50 cm atau  $S1=S2$  motor akan berhenti. Kondisi tersebut akan berulang-ulang ketika program telah dijalankan. Pergerakan ponton modul surya *floating* pada tempat penelitian dari pukul 07.00 sampai 17.00 seperti Gambar 3.19 berikut di bawah ini.



Gambar 3.19 Pergerakan Ponton Modul Surya *Floating*

### 3.7. Pembagian Tugas *Capstone*

Pembagian tugas untuk tugas akhir ini yang dilakukan dengan pembuatan alat bersama pada gambar 3.20 sebagai berikut.



Gambar 3. 20 Diagram Alur Pambagian Tugas *Capstone*

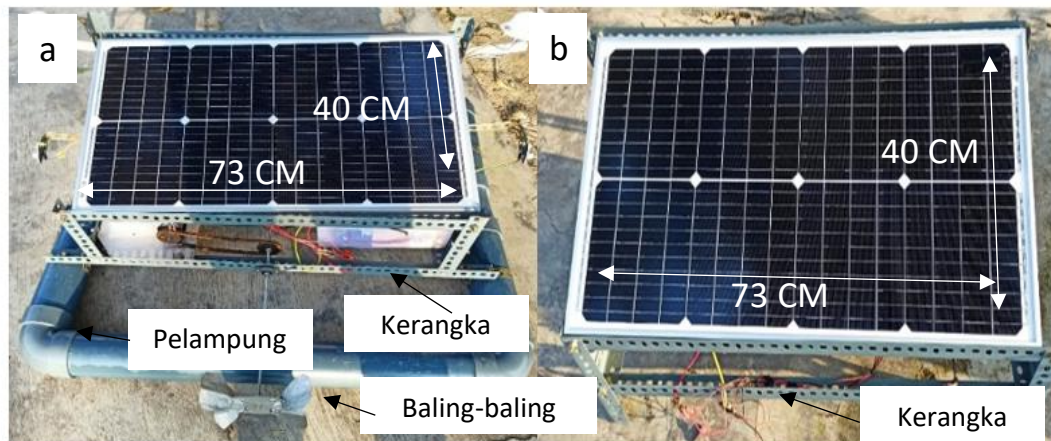
Pembagian tugas yang dilihat pada gambar 3.20 dilakukan dengan tujuan untuk memastikan setiap anggota memiliki pengambilan data yang jelas sesuai dengan perannya. Pada penelitian ini membahas perbandingan keluaran dari modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*, dimana keluaran modul surya yang diambil berupa daya keluaran modul surya dan suhu yang diterima modul surya.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil rancangan alat

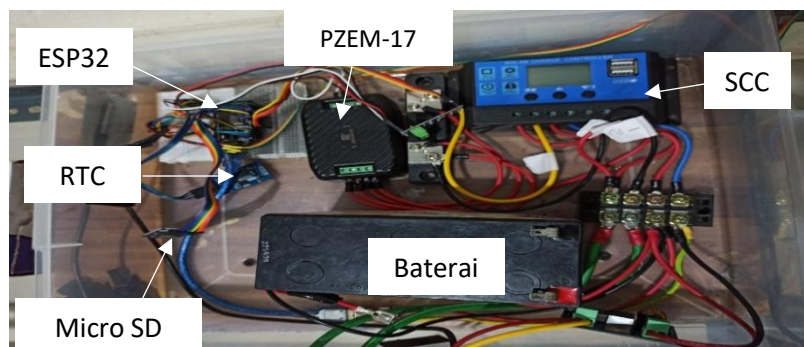
Penelitian ini membahas tentang modul surya terapung 50 WP dengan kontrol intensitas cahaya matahari yang dibandingkan dengan modul surya *ground mount*. Berikut Gambar 4.1 merupakan bentuk asli perancangan modul surya *floating* dan modul surya *ground mount*.



Gambar 4.1 (a) Modul Surya *Floating* (b) Modul Surya *Ground mount*

Gambar 4.1 merupakan bentuk asli dari perancangan alat penelitian yang dilakukan pada modul surya *floating* dan modul surya *ground mount*. pada kedua alat penelitian tersebut menggunakan modul surya dengan kapasitas 50 WP dengan spesifikasi yang sama. Penelitian yang dilakukan pada alat ini, yaitu mengambil data keluaran suhu dan daya pada modul surya yang disimpan pada Mikro-SD.

Perancangan alat selanjutnya, yaitu rangkaian skematik alat. Gambar 4.2 merupakan perancangan skematik alat penelitian.



### Gambar 4.2 Hasil Perancangan Skematik Alat

Gambar 4.2 skematik alat berisi komponen yang terdiri dari PZEM 017, modul mikro-sd dan modul *real time clock*, *Solar Charger Controller* dan baterai.

#### 4.2. Hasil Perhitungan Kemampuan Apung

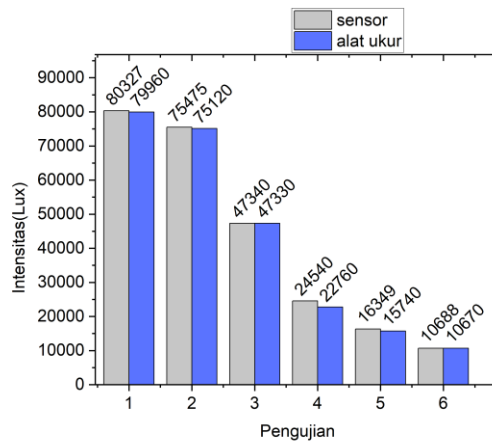
Ponton modul surya *floating* terbuat dari bahan paralon yang dapat terapung diatas air. Paralon tersebut harus memiliki gaya apung yang lebih besar dari pada gaya berat agar tidak tenggelam. Dapat dilihat pada lampiran perhitungan (lampiran-B). Paralon yang digunakan memiliki panjang 100 cm setiap sisinya sebanyak 5 sisi dengan bentuk tabung. Diperoleh nilai volume pelampung per 100cm sebesar  $0,002826 \text{ m}^3$ , dengan demikian nilai gaya apung yang diperoleh untuk satu paralon sebesar 27,72 N, karena ada 5 buah pelampung yang digunakan maka nilai gaya apung yang diperoleh sebesar 138,6 N. sedangkan untuk berat total modul surya *floating*, yaitu sebesar 5kg dan untuk gaya beratnya sebesar 49,05 N, dengan demikian modul surya *floating* dapat terapung tidak tenggelam dengan sisa gaya apung sebesar 89,55 N.

#### 4.3. Pengujian Alat

Pengujian alat merupakan pengujian komponen alat yang digunakan pada saat melakukan penelitian yang bertujuan agar komponen yang akan digunakan akurat dan layak dipakai untuk proses pengambilan data. Berikut ini beberapa proses pengujian alat pada penelitian yang dilakukan.

##### 4.3.1. Pengujian Sensor BH1750

Pengujian sensor BH1750 dilakukan untuk mengetahui akurasi sensor yang digunakan untuk proses pengambilan data. Sensor BH1750 berfungsi sebagai sensor pembaca intensitas cahaya dengan satuan lux. Keluaran sensor BH1750 akan dibandingkan dengan pengukuran menggunakan alat ukur bernama lux meter yang dilakukan pada siang hari di bawah sinar matahari langsung. Perbandingan nilai sensor dengan lux meter pada Gambar 4.3 grafik pengujian sensor BH1750 sebagai berikut.

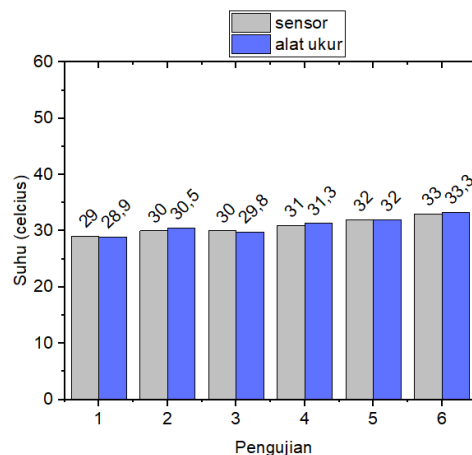


Gambar 4.3 Grafik Pengujian Sensor BH1750

Pada Gambar 4.3 bahwa selisih perbandingan nilai yang diperoleh pada sensor dan alat ukur memiliki nilai yang kecil. Nilai kesalahan yang diperoleh, yaitu sebesar 2,13%, dengan nilai persen kesalahan yang diperoleh menunjukkan bahwa pembacaan sensor yang digunakan memiliki nilai yang akurat karena perbedaan pembacaan masih dalam batas toleransi.

#### 4.3.2. Pengujian Sensor DS18B20

Pengujian sensor DS18B20 yang bertujuan untuk mengetahui persen kesalahan pembacaan nilai sensor dengan membandingkan dengan alat ukur. Gambar 4.4 merupakan grafik pengujian sensor DS18B20.



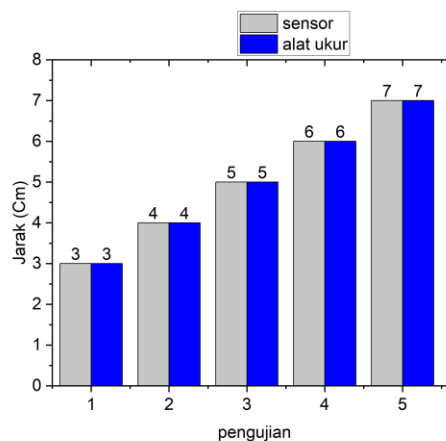
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Sensor DS18B20

Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa selisih nilai yang diperoleh memiliki selisih yang cukup kecil antara nilai pembacaan sensor dengan keluaran alat ukur *thermo gun*. Pengujian ini dilakukan secara langsung dan bersamaan pada modul surya.

Nilai kesalahan yang diperoleh, yaitu sebesar 0,75%, dengan hal ini bahwa pembacaan nilai sensor DS18B20 yang digunakan pada penelitian memiliki akurasi yang tinggi karena memiliki nilai persen kesalahan yang cukup kecil dan masih dalam batas toleransi.

#### 4.3.3. Pengujian Sensor HCSR-04

Pengujian sensor HCSR-04 dilakukan untuk mengetahui akurasi sensor yang digunakan pada pengambilan data. Sensor HCSR-04 digunakan untuk mengukur batas ponton modul surya *floating* supaya tidak menabrak ketiga bergerak maju maupun mundur. Berikut Gambar 4.5 grafik pengujian sensor HCSR-04.



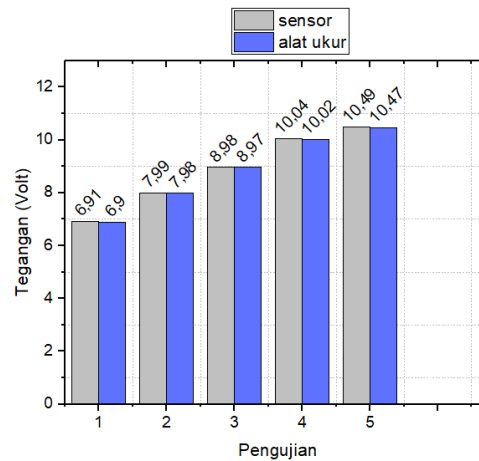
Gambar 4.5 Pengujian Sensor HCSR-04

Gambar 4.5 merupakan grafik pengujian sensor HCSR-04. Pengujian dilakukan dengan membandingkan keluaran hasil sensor dengan penggaris sebanyak 5 percobaan. Sensor yang terukur sama dengan penggaris, dengan demikian sensor memiliki akurasi yang tinggi. Dari hasil pengujian sensor HCSR-04 layak digunakan untuk mengukur batas ponton modul surya *floating*.

#### 4.3.4. Pengujian Sensor PZEM 017

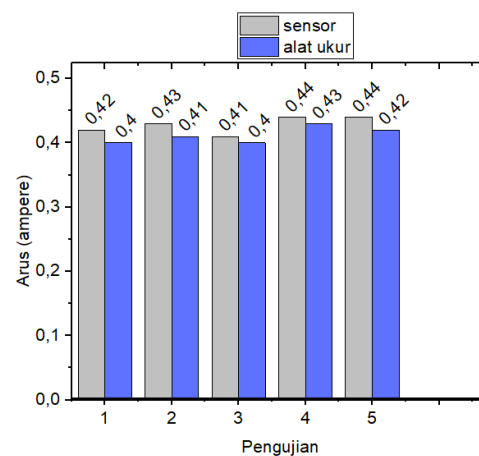
Pengujian sensor PZEM 017 dilakukan dua kali, yaitu pengujian pembacaan nilai tegangan dan pembacaan nilai arus. Pengujian nilai tegangan dan nilai arus bertujuan agar mendapatkan nilai keluaran daya modul surya yang akurat. Pengujian yang dilakukan menggunakan beban motor DC yang menggunakan sumber dari *power supply* yang dapat diatur nilai tegangan keluarannya. Pengujian

yang pertama, yaitu membaca nilai tegangan, pengujian yang dilakukan membandingkan nilai keluaran pada sensor dengan nilai keluaran multimeter. Berikut merupakan Gambar 4.6 grafik pengujian tegangan sensor PZEM 017.



Gambar 4.6 Pengujian Tegangan Sensor PZEM 017

Pada Gambar 4.6 merupakan perbandingan nilai yang dihasilkan antara keluaran nilai sensor dengan nilai alat ukur multimeter memiliki nilai yang kecil. Pengujian tegangan pada sensor PZEM 017 dengan nilai tegangan yang berbeda-beda memiliki nilai persen kesalahan sebesar 0,15%. Nilai persen kesalahan yang diperoleh sangat kecil, dengan demikian bahwa pembacaan sensor memiliki akurasi yang tinggi karena nilai persen kesalahan masih dalam batas toleransi. Pengujian berikutnya, yaitu pembacaan nilai arus dengan membandingkan nilai keluaran dengan nilai keluaran *clamp meter*. Berikut Gambar 4.7 pengujian arus sensor PZEM 017.

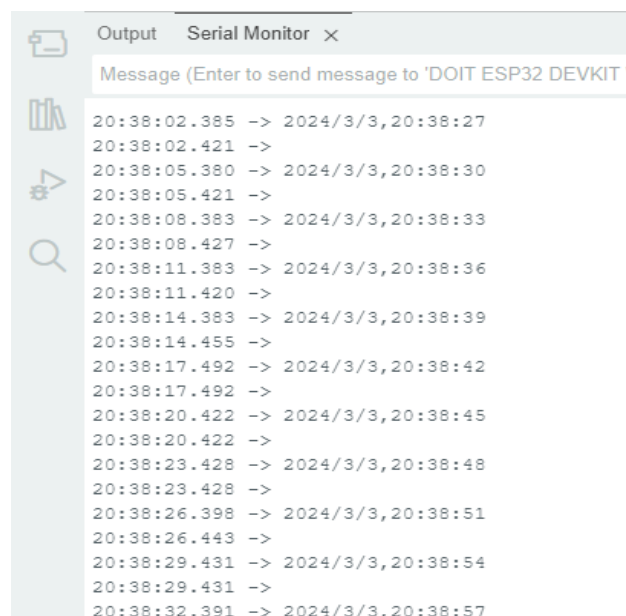


Gambar 4.7 Pengujian Arus Sensor PZEM 017

Gambar 4.7 merupakan perbandingan hasil pengujian arus dengan keluaran *clamp meter* yang memiliki selisih nilai keluaran yang kecil. Pada pengujian ini menggunakan beban motor DC dan menggunakan sumber *power supply* yang dapat diatur tegangannya yang akan berpengaruh pada nilai arus yang diperoleh, sehingga nilai arus yang diperoleh memiliki nilai yang berbeda-beda. Pada pengujian arus sensor PZEM 017 dengan nilai keluaran yang berbeda-beda memiliki nilai persen kesalahan sebesar 3,7%. Nilai persen kesalahan yang diperoleh cukup kecil sehingga nilai akurasi yang diperoleh tinggi dengan demikian pembacaan arus sensor PZEM 017 akurat karena masih dalam batas toleransi.

#### 4.3.5. Pengujian Modul RTC DS3231

Pengujian modul RTC untuk menyamakan pembacaan waktu pada sensor dengan zona Waktu Indonesia Barat (WIB) pada saat penelitian dilakukan. Pengujian ini dilakukan bertujuan agar waktu yang diperoleh akurat pada saat penelitian dilakukan. Berikut merupakan Gambar 4.8 pengujian sensor RTC DS3231.



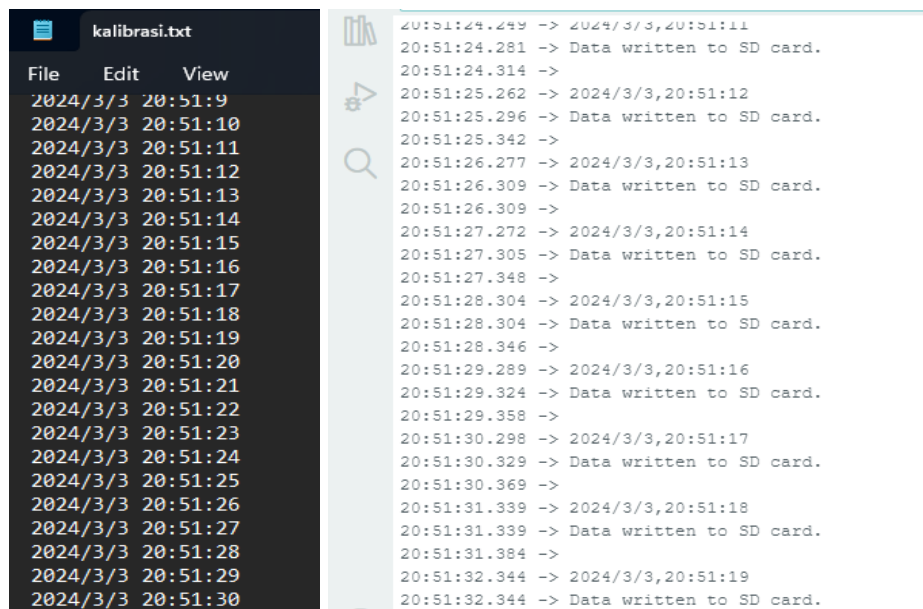
Gambar 4.8 Pengujian Modul RTC DS3231

Pada Gambar 4.8 merupakan perbandingan waktu yang dihasilkan Modul RTC DS3231 dengan waktu yang terdapat pada aplikasi arduino IDE yang sudah sesuai dengan zona waktu Indonesia barat. Hasil pengujian ini memiliki selisih

waktu 25 detik dengan demikian pembacaan Modul RTC DS3231 memiliki nilai yang akurat karena perbandingan waktu yang diperoleh memiliki selisih waktu yang kecil masih dalam nilai tolesansi.

#### 4.3.6. Pengujian Modul Mikro-SD

Pengujian modul micro SD yang bertujuan untuk mengetahui penyimpanan data yang digunakan sudah sesuai dengan pembacaan sensor yang tersimpan pada micro SD. Berikut Gambar 4.9 Pengujian modul micro SD.



Gambar 4.9 Pengujian Modul Micro SD

Gambar 4.9 hasil pengujian yang dilakukan dengan cara membandingkan data yang tersimpan pada modul micro SD dan data yang ditampilkan serial Monitor. Dapat dilihat data yang tersimpan pada Micro SD dan data yang di tampilkan pada serial monitor tidak ada perbedaan dengan demikian modul micro sd sudah sesuai dengan fungsinya.

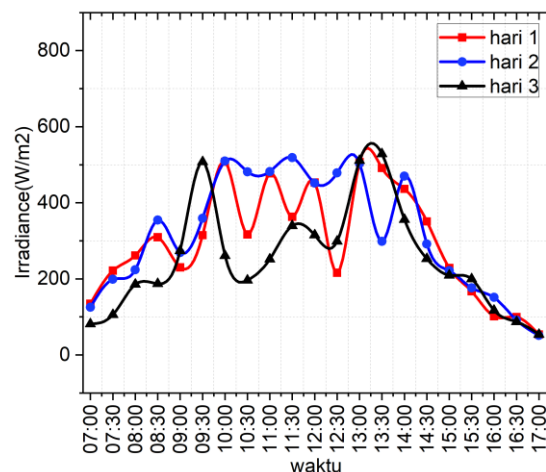
#### 4.4. Pengujian Modul Surya *Floating* dan *Ground mount* Cuaca Berawan

Penelitian ini menggunakan modul surya dengan kapasitas 50 WP jenis *Monocrystalline*. Pengujian modul surya ini dilakukan dengan membandingkan hasil modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Proses pengambilan data keluaran modul surya dilakukan setiap 30 menit sekali yang dimulai dari pukul 07:00 sampai dengan 17:00. Proses pengambilan data akan tersimpan pada modul

micro sd. Berikut ini hasil pengujian keluaran modul surya *floating* dan *ground mount* pada cuaca berawan.

#### 4.4.1. Pengujian Radiasi Matahari Cuaca Berawan

Pengujian radiasi yang diserap modul surya dilakukan dengan tiga kondisi cuaca yang berbeda, yaitu pada cuaca cerah, cuaca berawan dan cuaca hujan. Pengambilan data radiasi menggunakan alat bernama pyranometer yang tersimpan pada modul mikro SD. Modul surya dapat menghasilkan keluaran listrik dengan cara menerima radiasi matahari. Berikut Gambar 4.10 data radiasi matahari pada cuaca berawan.



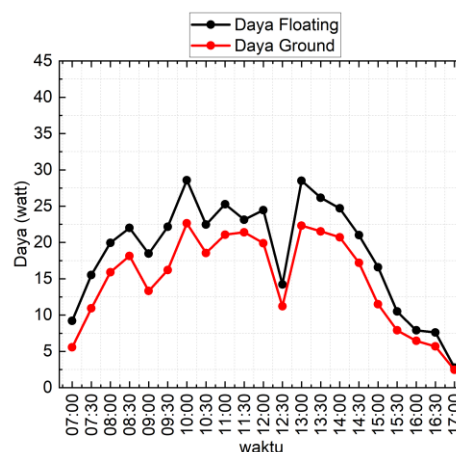
Gambar 4.10 Grafik Radiasi Cuaca Berawan

Gambar 4.10 merupakan grafik radiasi matahari cuaca berawan selama tiga hari. Nilai radiasi memiliki karakter grafik sama seperti nilai intensitas matahari dan daya keluaran modul surya. Radiasi matahari memiliki puncak terletak pada pukul 10.00 sampai dengan 14.00, yang merupakan waktu yang optimal menghasilkan energi. Pada hari pertama grafik berwarna merah nilai radiasi tertinggi berada pada pukul 10.00 sebesar 507,74 W/m<sup>2</sup> dengan nilai daya 28,58 W. Grafik berwarna biru merupakan hari kedua cuaca berawan, di mana nilai radiasi tertinggi berada pada pukul 11.30 sebesar 518,89 W/m<sup>2</sup> dengan nilai daya 29,13 W. Grafik berwarna hitam merupakan hari ketiga cuaca berawan, di mana nilai radiasi tertinggi pada pukul 13.30 sebesar 528,64 W/m<sup>2</sup> dengan nilai daya 30,15 W.

Dengan demikian nilai radiasi tertinggi akan memperoleh nilai daya keluaran yang tinggi juga.

#### 4.4.2. Pengujian Hari Pertama cuaca berawan Modul Surya *Floating* Dan *Ground mount*

Pengujian yang dilakukan merupakan membandingkan daya keluaran modul surya dan suhu modul surya yang diperoleh dari kedua modul surya *floating* dan modul surya *ground mount*. Gambar 4.11 merupakan perbandingan daya keluaran modul surya *floating* dengan daya keluaran modul surya *ground mount*.

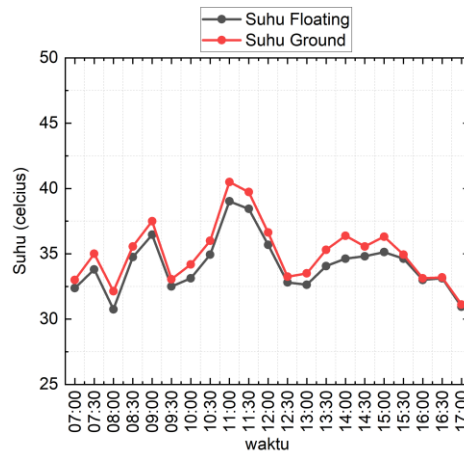


Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Daya Hari Pertama Berawan

Gambar 4.11 merupakan data daya keluaran modul surya yang diperoleh dari sensor PZEM 017. Pengujian yang dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran daya modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Rincian data keluaran daya modul surya dapat dilihat pada (lampiran A-3 dan A-4).

Grafik berwarna hitam merupakan grafik daya keluaran modul surya *floating*. Dengan melihat grafik diatas daya keluaran modul surya *floating* paling tinggi berada pada pukul 10.00 dengan nilai daya keluaran sebesar 28,58 W.

Grafik berwarna merah merupakan grafik daya keluaran modul surya *ground mount*. Grafik keluaran daya modul surya *ground mount* memiliki nilai dibawah keluaran daya modul surya *floating*, yaitu sebesar 22,64 W pada jam 10.00. selisih daya modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount* hari pertama cuaca berawan sebesar 5,94 W. Selanjutnya Gambar 4.12 merupakan perbandingan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.

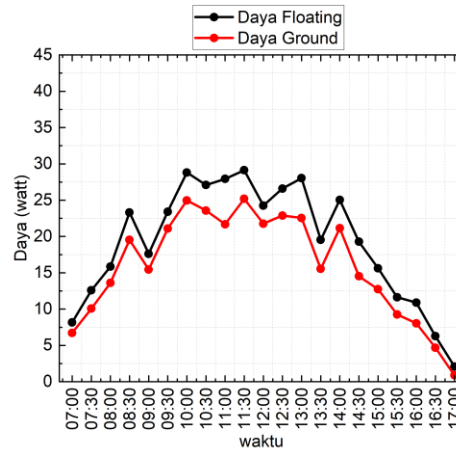


Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Suhu Hari Pertama Berawan

Gambar 4.12 perbandingan suhu permukaan modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Grafik berwarna merah merupakan suhu permukaan modul surya *ground mount* dengan nilai suhu paling tinggi pada pukul 11.00 sebesar 40,5°C dan grafik berwarna hitam suhu permukaan modul surya *floating* dengan nilai suhu paling tinggi pada pukul 11.00 sebesar 39,02°C dengan selisih nilai suhu sebesar 1,48°C. Dapat dilihat bahwa nilai suhu *ground mount* memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai suhu *floating*, ini disebabkan karena modul surya *floating* memiliki pendingin berupa permukaan air yang membuat modul surya *floating* lebih kecil suhunya dibandingkan dengan modul surya *ground mount*.

#### 4.4.3. Pengujian Hari Kedua Cuaca Berawan Modul Surya *Floating* Dengan *Ground mount*

Pengujian yang dilakukan merupakan membandingkan daya keluaran modul surya dan suhu modul surya yang diperoleh dari kedua modul surya *floating* dan modul surya *ground mount*. Gambar 4.13 merupakan daya keluaran modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.

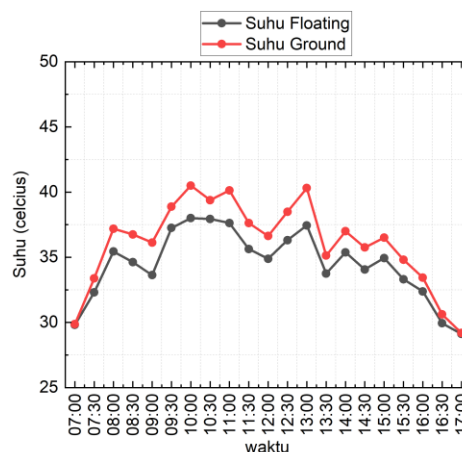


Gambar 4.13 Perbandingan Daya Hari Kedua Berawan

Pengujian yang dilakukan membandingkan nilai keluaran daya modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Rincian data keluaran daya modul surya dapat dilihat pada (lampiran A-4 dan A-5).

Grafik berwarna hitam menggambarkan daya kelurana hari kedua cuaca berawan modul surya *floating*. Berdasarkan gambar grafik tersebut, daya keluaran tertinggi dari modul surya *floating* pada pukul 11.30 dengan nilai mencapai 29,13 W. Ini menunjukkan bahwa posisi matahari berada pada posisi optimal yang membuat modul surya *floating* mampu menghasilkan daya yang maksimal.

Grafik berwarna merah merupakan grafik daya keluran modul surya *ground mount*. grafik menunjukkan daya keluaran tertinggi dari modul surya *ground mount* juga pada pukul 11.30 namun dengan nilai yang lebih rendah, yaitu sebesar 25,18 W. Selanjutnya Gambar 4.14 merupakan perbandingan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.

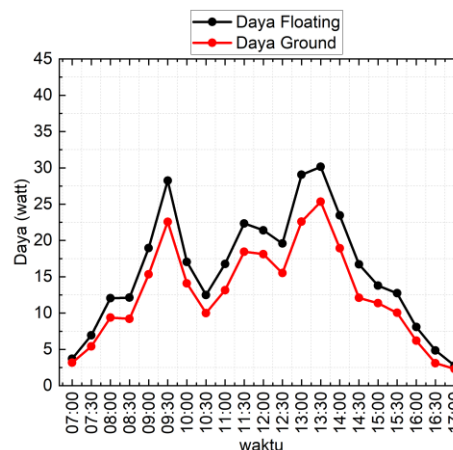


Gambar 4.14 Perbandingan Suhu Hari Kedua Berawan

Gambar 4.14 memperlihatkan perbandingan suhu permukaan antara modul surya *floating* dan modul surya *ground mount*. grafik berwarna hitam menggambarkan suhu permukaan dari modul surya *floating*, sementara grafik berwarna merah menunjukkan suhu permukaan dari modul surya *ground mount*. Grafik tersebut, terlihat bahwa modul surya *ground mount* mencapai nilai tertinggi sebesar 40,5 °C. sementara itu, suhu pada modul surya *floating* mencapai nilai tertinggi 38 °C. perbedaan dari nilai suhu tertinggi antara keduanya pada hari kedua cuaca berawan adalah 2,5 °C

#### 4.4.4. Pengujian Hari Ketiga Cuaca Berawan Modul Surya *Floating* Dengan *Ground mount*

Pengujian yang dilakukan merupakan perbandingan daya keluaran dan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Berikut gambar 4.15 merupakan perbandingan daya keluaran modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.

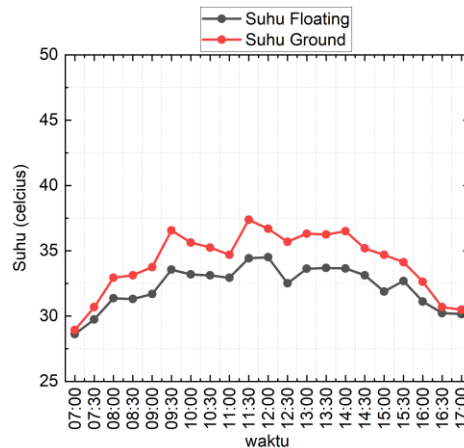


Gambar 4.15 Perbandingan Daya Hari Ketiga Berawan

Gambar 4.15 pengujian yang di lakukan dengan membandingkan nilai keluaran daya modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Rincian data keluaran daya modul surya dapat dilihat pada (lampiran A-5 dan A-6).

Grafik berwarna hitam merupakan grafik daya keluaran modul surya *floating*. Puncak tertinggi daya keluaran modul surya *floating* pada pukul 13.30 mencapai 30,15 W. Puncak daya keluaran modul surya *ground mount* terjadi pada pukul 13.30 dengan nilai mencapai 25,34 W, yang terlihat pada grafik berwarna merah. Meskipun pengujian dilakukan pada hari yang sama perbedaan daya keluaran

antara modul surya *floating* dan *ground mount* memiliki nilai perbedaan daya keluaran mencapai 4,81 W. Hal ini menunjukkan bahwa, daya keluaran modul surya *ground mount* tetap lebih rendah dibandingkan dengan modul surya *floating*. Gambar 4.16 merupakan perbandingan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.



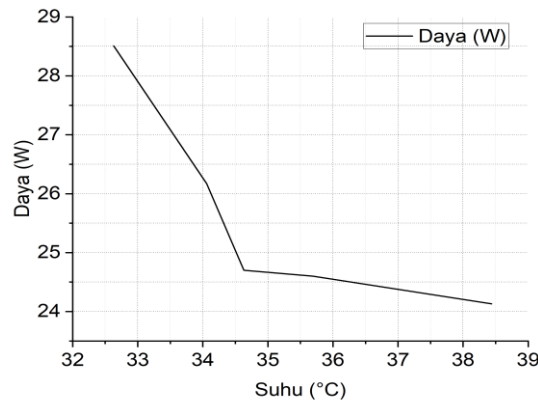
Gambar 4.16 Perbandingan Suhu Hari Ketiga Berawan

Gambar 4.16 perbandingan suhu permukaan modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Grafik berwarna hitam suhu permukaan dari modul surya *floating*, sementara grafik berwarna merah menggambarkan suhu permukaan dari modul surya *ground mount*.

Perbandingan grafik diatas suhu tertinggi pada modul surya *ground mount* mencapai 37,38 °C. Sebaliknya dengan nilai suhu tertinggi pada modul surya *floating* mencapai 34,51 °C. dengan ini bahwa suhu modul surya *ground mount* lebih tinggi sebesar 2,78 °C dibandingkan dengan modul surya *floating*. Suhu yang lebih tinggi pada modul surya dapat mempengaruhi pada kinerja modul surya tersebut.

#### 4.4.5. Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Cuaca Berawan

Pengaruh suhu terhadap keluaran modul suya pada cuaca berawan dapat di lihat pada gambar 4.17 sebagai berikut.



Gambar 4. 17 Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Cuaca Berawan.

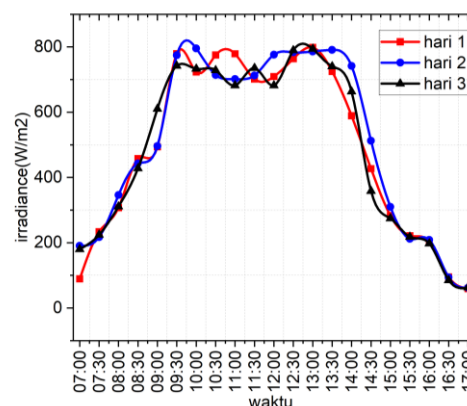
Grafik pada gambar 4.17 menunjukkan hubungan antara suhu dengan daya keluaran dari modul surya dalam kondisi cuaca berawan. Pada kisaran suhu 32°C memiliki nilai daya keluaran 28 W. Setelah itu, penurunan daya keluaran modul surya pada kisaran suhu 37°C memiliki nilai keluaran sebesar 24 W. kenaikan suhu modul surya mengakibatkan penurunan daya yang dihasilkan.

#### 4.5. Pengujian Modul Surya *Floating* Dan *Ground mount* Cuaca Cerah

Pengujian modul surya ini dilakukan dengan membandingkan hasil modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Proses pengambilan data akan tersimpan pada modul micro sd. Berikut ini hasil pengujian keluaran modul surya *floating* dan *ground mount* pada cuaca cerah.

##### 4.5.1. Pengujian Radiasi Matahari Cuaca Cerah

Modul surya dapat menghasilkan keluaran listrik dengan cara menerima radiasi matahari. Berikut Gambar 4.18 data radiasi matahari pada cuaca Cerah.

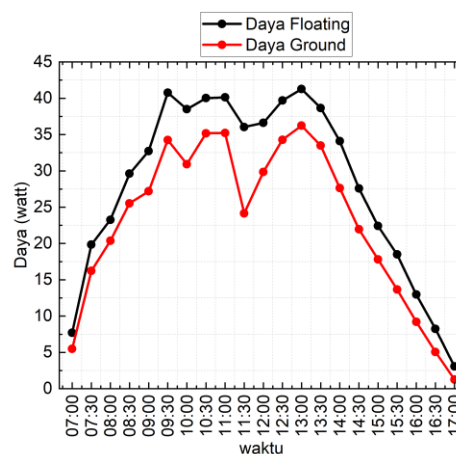


Gambar 4.18 Grafik Radiasi Cuaca Cerah

Gambar 4.18 merupakan grafik radiasi matahari cuaca cerah selama tiga hari pengambilan data yang berbeda. Nilai radiasi memiliki karakter grafik sama seperti daya keluaran modul surya. Ketika nilai radiasinya tinggi yang akan diperoleh nilai daya modul surya tinggi juga. Nilai radiasi matahari pada kondisi cuaca cerah memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai radiasi cuaca berawan. Nilai radiasi cuaca cerah memiliki kisaran nilai sebesar  $700 \text{ W/m}^2$ . Grafik berwarna merah merupakan nilai radiasi cuaca cerah hari pertama, di mana nilai tertinggi terjadi pada pukul 13.00 sebesar  $798,39 \text{ W/m}^2$  dengan nilai daya  $41,27 \text{ W}$ . Grafik berwarna biru merupakan nilai radiasi hari kedua cuaca cerah, di mana nilai radiasi tertinggi terjadi pada pukul 10.00 sebesar  $795,54 \text{ W/m}^2$  dengan nilai daya  $41,53 \text{ W}$ . Grafik berwarna hitam merupakan nilai radiasi hari ketiga cuaca cerah, di mana nilai radiasi tertinggi pada pukul 13.00 sebesar  $794,29 \text{ W/m}^2$  dengan nilai daya  $41,26 \text{ W}$ .

#### 4.5.2. Pengujian Hari Pertama cuaca cerah Modul Surya *Floating* Dengan *Ground mount*

Pengujian yang dilakukan merupakan perbandingan daya keluaran dan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Dapat dilihat gambar 4.19 merupakan daya keluaran modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.

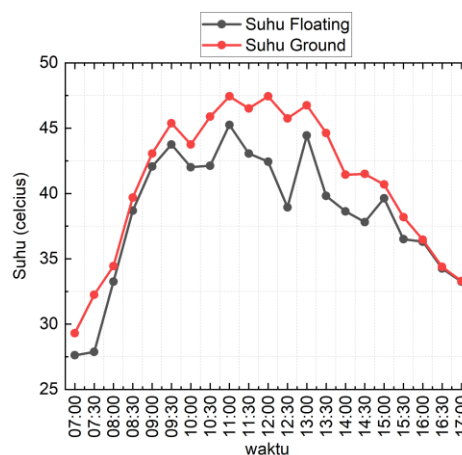


Gambar 4.19 Perbandingan Daya Hari Pertama Cerah

Pengujian yang di lakukan dengan membandingkan nilai keluaran daya modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Rincian data keluaran daya modul surya dapat dilihat pada (lampiran A-7).

Grafik berwarna hitam menunjukkan daya keluaran dari modul surya *floating*. Dari grafik tersebut. Dapat dilihat bahwa daya keluaran tertinggi pada pukul 13.00 dengan nilai mencapai 41,27 W. Nilai puncak ini menunjukkan modul surya *floating* mampu menyerap energi matahari untuk menghasilkan daya listrik secara maksimal pada pukul tersebut.

Grafik berwarna merah menunjukan daya keluaran dari modul surya *ground mount*. Daya keluaran puncak untuk modul surya *ground mount* juga pada pukul 13.00 dengan nilai tertinggi sebesar 36,23 W. Meskipun waktu puncaknya sama, terdapat perbedaan nilai daya keluaran antara modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Modul surya *floating* memiliki daya keluaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan modul surya *ground mount*, dengan selisih sebesar 5,04 W pada hari pertama cuaca cerah. Perbedaan daya keluaran disebabkan oleh penempatan modul surya. Penempatan modul surya terapung lebih baik karena pendingin yang lebih baik berupa air di bawahnya.



Gambar 4.20 Perbandingan Suhu Hari pertama Cerah

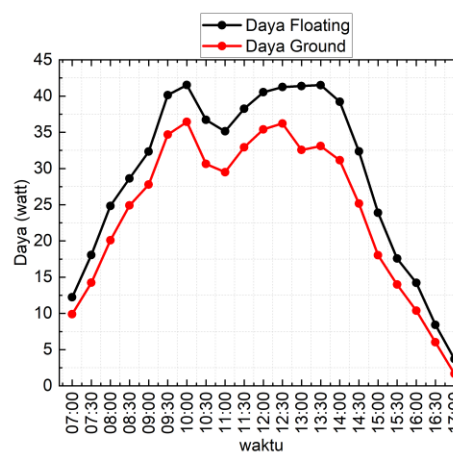
Gambar 4.20 perbandingan suhu permukaan modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Dimana grafik berwarna merah menunjukkan suhu permukaan modul surya *ground mount*, sementara grafik berwarna hitam suhu permukaan modul surya *floating*.

Dari grafik yang diperoleh, terlihat bahwa suhu permukaan modul surya *ground mount* tertinggi pada nilai 47,44 °C, sedangkan modul surya *floating* menunjukkan nilai suhu tertinggi sebesar 45,25 °C. Selisih nilai suhu pada hari pertama dengan cuaca cerah ini sebesar 2,19 °C, di mana modul surya *floating* menunjukkan suhu yang lebih rendah. Perbedaan suhu ini bisa disebabkan oleh

lingkungan tempat sekitar, di mana pendinginan air di sekitar modul surya *floating* yang dapat membantu penurunan suhu permukaan modul surya. Suhu yang lebih rendah pada modul surya *floating* dapat berpengaruh kepada keluaran daya yang dihasilkan.

#### 4.5.3. Pengujian Hari Kedua Cuaca Cerah Modul Surya *Floating* Dengan *Ground mount*

Pengujian yang dilakukan merupakan perbandingan daya keluaran dan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount* pada kondisi cuaca cerah. Pengujian daya hari kedua cuaca cerah modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount* sebagai berikut.



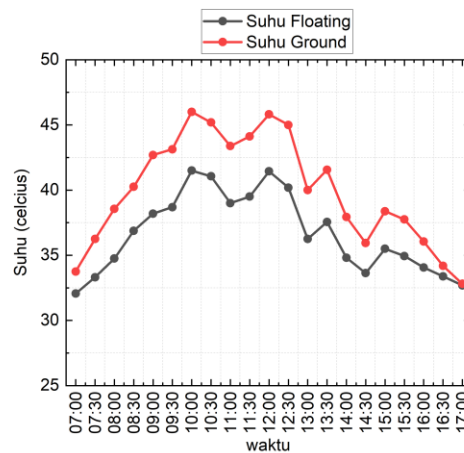
Gambar 4.21 Perbandingan Daya Hari Kedua Cerah

Pengujian yang dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran daya modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Rincian data keluaran daya modul surya dapat dilihat pada (lampiran A-8 Dan A-9).

Pada gambar 4.21 garis berwarna hitam pada grafik menunjukkan daya keluaran dari modul surya *floating*. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada hari kedua cuaca cerah terlihat bahwa daya keluaran tertinggi dari modul surya *floating* pada pukul 10.00 dengan nilai mencapai 41,53 W. Meskipun intensitas matahari pada siang hari tetap tinggi, namun puncak daya keluaran terjadi pada pukul 10.00 menunjukkan bahwa waktu optimal di mana modul surya *floating* mampu menghasilkan daya maksimal.

Data daya keluaran modul surya *ground mount* terlihat pada grafik berwarna merah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya keluaran tertinggi dari modul

surya *ground mount* juga berada pada pukul 10.00 dengan nilai sebesar 36,43 W. Hal ini menunjukkan bahwa, meskipun modul surya *floating* dan modul surya *ground mount* mencapai puncak data keluaran tertinggi pada waktu yang sama, terdapat perbedaan nilai daya yang dihasilkan. Perbedaan daya keluaran modul surya pada hari kedua cuaca cerah adalah sebesar 5,1 W, dimana modul surya *floating* menunjukkan lebih besar menghasilkan daya keluaran. Selanjutnya, Gambar 4.22 merupakan perbandingan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.

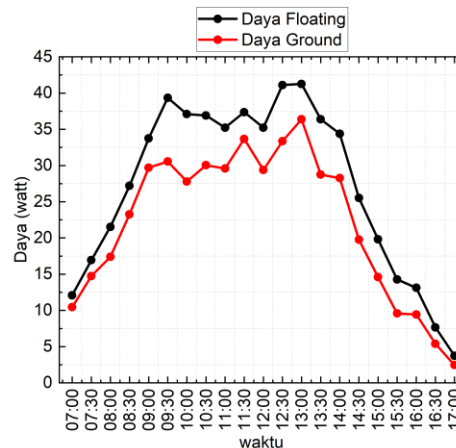


Gambar 4.22 Perbandingan Suhu Hari Kedua Cerah

Gambar 4.22 garfik perbandingan suhu permukaan antara modul surya *floating* dan modul surya *ground mount*. Grafik berwarna merah menunjukkan suhu permukaan dari modul surya *ground mount*, sedangkan grafik berwarna hitam suhu permukaan dari modul surya *floating*. Dari data penelitian yang diperoleh, terlihat bahwa suhu permukaan modul surya *ground mount* mencapai nilai tertinggi sebesar 46 °C, sedangkan suhu permukaan modul surya *floating* hanya mencapai nilai tertinggi sebesar 41,5 °C. selisih suhu permukaan modul surya antara kedua sistem modul surya pada hari kedua cuaca cerah adalah sebesar 4,5 °C. perbedaan selisih suhu permukaan modul surya menunjukkan bahwa modul surya *floating* memiliki nilai suhu permukaan yang lebih rendah dibandingkan dengan modul surya *ground mount*.

#### 4.5.4. Pengujian Hari Ketiga Cuaca Cerah Modul Surya *Floating* Dengan *Ground mount*

Pengujian yang dilakukan merupakan perbandingan daya keluaran dan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. penelitian yang dilakukan perbandingan daya keluaran modul Surya pada gambar 4.23 merupakan daya keluaran modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.

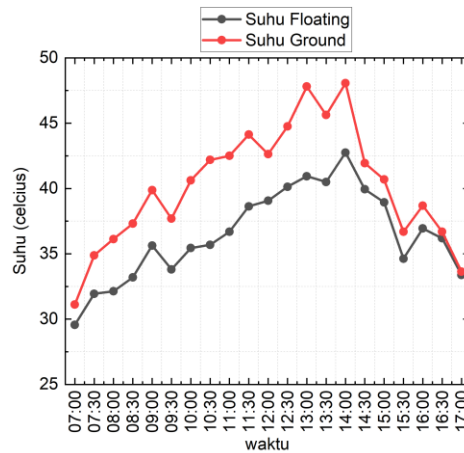


Gambar 4.23 Perbandingan Daya Hari Ketiga Cerah

Pengujian yang di lakukan dengan membandingkan nilai keluaran daya modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Rincian data keluaran daya modul surya dapat dilihat pada (lampiran A-9 Dan A-10).

Garis berwarna hitam pada grafik menunjukkan daya keluaran modul surya *floating* pada hari ketiga cuaca cerah. Data yang diperoleh bahwa puncak daya keluaran pada pukul 13.00 dengan nilai tertinggi mencapai 41,26 W. Pada saat intensitas matahari mencapai titik tertinggi, modul surya *floating* menghasilkan daya keluaran maksimum.

Modul surya *ground mount* pada pukul 13.00 memiliki nilai puncak daya keluaran sebesar 36,39 W, yang terlihat dalam grafik berwarna merah. Meskipun nilai daya keluaran modul surya *ground mount* lebih rendah dibandingkan dengan modul surya *floating*, nilai daya puncak yang dihasilkan modul surya *ground mount* menunjukkan kinerja yang baik pada cuaca cerah. Selanjutnya Gambar 4.30 merupakan perbandingan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.

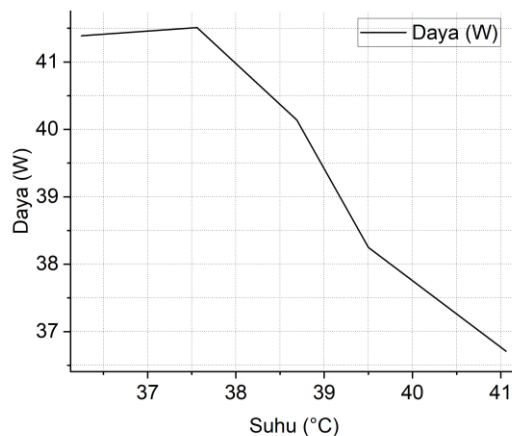


Gambar 4.24 Perbandingan Suhu Hari Ketiga Cerah

Gambar 4.24 menunjukkan perbandingan suhu permukaan modul surya antar modul surya *floating* dan modul surya *ground mount*. Garis berwarna merah pada grafik menunjukkan suhu permukaan modul surya *ground mount*, sementara garis berwarna hitam pada grafik menunjukkan suhu permukaan modul surya *floating*. Dari data yang diperoleh, terlihat bahwa suhu tertinggi hari ketiga cuaca cerah sebesar 48,06 °C pada modul surya *ground mount*, sementara modul surya *floating* mencapai 42,75 °C pada hari ketiga cuaca cerah. Perbedaan suhu antara modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount* mencapai 5,31 °C.

#### 4.5.5. Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Cuaca Cerah

Pada kondisi cuaca cerah pengaruh suhu terhadap daya dapat dilihat pada gambar 4.25 sebagai berikut.



Gambar 4. 25 Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Cuaca Cerah

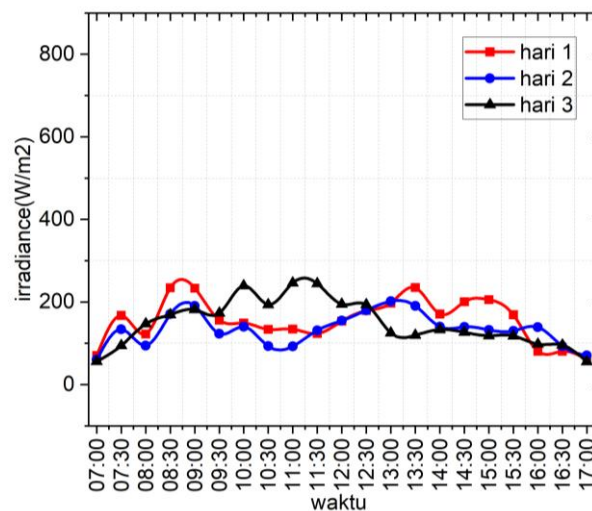
Pada kondisi cuaca cerah, kinerja modul surya pada grafik 4.31 dipengaruhi oleh suhu yang diterimanya. Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa pada suhu kisaran 37°C hingga 38°C, daya keluaran modul surya relatif stabil kisaran 41 W. Namun, pada suhu kisaran 38°C sampai 41°C terjadi kenaikan suhu yang menyebabkan penurunan daya keluaran modul surya mencapai kisaran 36 W.

#### 4.6. Pengujian Modul Surya *Floating* Dan *Ground mount* Cuaca Hujan

Pengujian modul surya ini dilakukan dengan membandingkan hasil modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Proses pengambilan data akan tersimpan pada modul micro sd. Berikut ini hasil pengujian keluaran modul surya *floating* dan *ground mount* pada cuaca hujan.

##### 4.6.1. Pengujian Radiasi Matahari Cuaca Hujan

Modul surya dapat menghasilkan keluaran listrik dengan cara menerima radiasi matahari. Berikut Gambar 4.26 data radiasi matahari pada cuaca hujan.



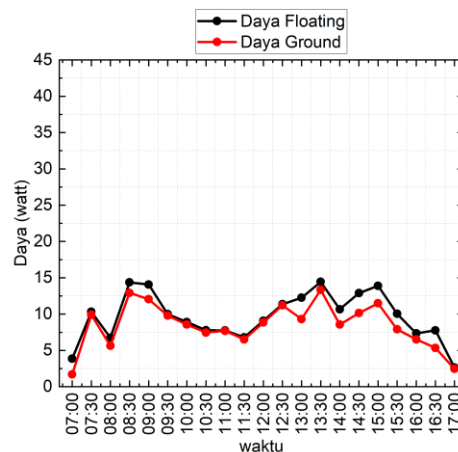
Gambar 4.26 Grafik Radiasi Cuaca Hujan

Gambar 4.26 merupakan grafik nilai radiasi matahari cuaca hujan. Nilai radiasi matahari pada kondisi cuaca hujan memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai radiasi cuaca berawan dan cuaca cerah, dengan kisaran nilai antara 100-200 W/m<sup>2</sup>. Grafik berwarna merah merupakan nilai radiasi cuaca hujan hari pertama, di mana nilai tertinggi pada pukul 13.30 sebesar 235,06 W/m<sup>2</sup> dengan nilai daya 14,44 W. Grafik berwarna biru merupakan nilai radiasi hari kedua

cuaca hujan, di mana nilai radiasi tertinggi pada pukul 13.00 sebesar  $201,52 \text{ W/m}^2$  dengan nilai daya  $14,71 \text{ W}$ . Grafik berwarna hitam merupakan nilai radiasi hari ketiga cuaca hujan, di mana nilai radiasi tertinggi pada pukul 11.00 sebesar  $246,18 \text{ W/m}^2$  dengan nilai daya  $15,24 \text{ W}$ .

#### 4.6.2. Pengujian Hari Pertama Cuaca Hujan Modul Surya *Floating* Dengan *Ground mount*

Pengujian yang dilakukan merupakan perbandingan daya keluaran dan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Gambar 4.27 merupakan daya keluaran modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.



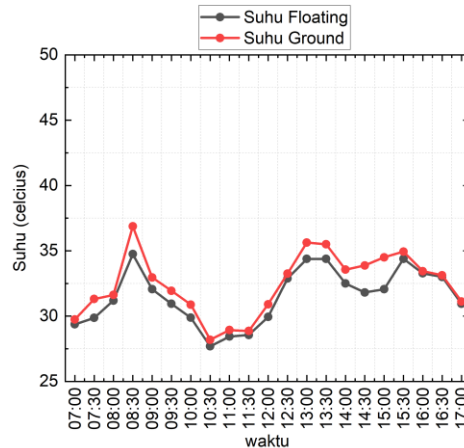
Gambar 4.27 Perbandingan Daya Hari Pertama Hujan

Pengujian yang dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran daya modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Rincian data keluaran daya modul surya dapat dilihat pada (lampiran A-11).

Gambar 4.27 menunjukkan perbandingan daya keluaran antara modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount* Ketika cuaca hujan. Grafik berwarna hitam menunjukkan daya keluaran dari modul surya *floating*. Pada hari pertama pengujian dalam kondisi cuaca hujan, daya keluaran tertinggi dari modul surya *floating* terdapat pada pukul 13.30 dengan nilai sebesar  $14,44 \text{ W}$ . Meskipun cuaca hujan hari pertama hujan modul surya *floating* mampu menghasilkan daya keluaran yang cukup baik.

Daya keluaran modul surya *ground mount* pada kondisi cuaca yang sama ditampilkan pada grafik berwarna merah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya keluaran tertinggi dalam modul surya *ground mount* juga terjadi pada pukul 13.00

dengan nilai sebesar 13,34 W. Selisih antara daya keluaran dari modul surya *floating* dan modul surya *ground mount* ini sebesar 1,1 W, menunjukkan bahwa dalam kondisi hujan nilai daya keluaran tidak terlalu besar. Selanjutnya Gambar 4.28 merupakan perbandingan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.



Gambar 4.28 Perbandingan Suhu Hari Pertama Hujan

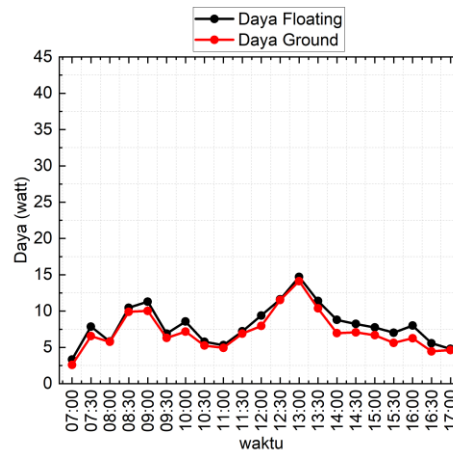
Gambar 4.28 perbandingan suhu permukaan antara modul surya *floating* dan modul surya *ground mount* dalam kondisi cuaca hujan. Grafik berwarna merah menunjukkan suhu permukaan modul surya *ground mount*, sementara grafik berwarna hitam menunjukkan suhu permukaan modul surya *floating*.

Dari grafik tersebut, terlihat bahwa suhu permukaan modul surya *ground mount* mendapatkan nilai tertinggi sebesar 36,88 °C. Suhu ini menunjukkan bahwa modul surya *ground mount* mendapatkan lebih besar dibandingkan modul surya *floating*.

Pada grafik berwarna hitam, modul surya *floating* menunjukkan suhu permukaan tertinggi sebesar 34,75. Meskipun perbedaan suhu antara modul surya *floating* dan modul surya *ground mount* tidak terlalu besar, yaitu hanya sebesar 2,13, perbedaan ini mempengaruhi nilai daya keluaran modul surya walaupun hanya sedikit.

#### 4.6.3. Pengujian Hari Kedua Cuaca Hujan Modul Surya *Floating* Dengan *Ground mount*

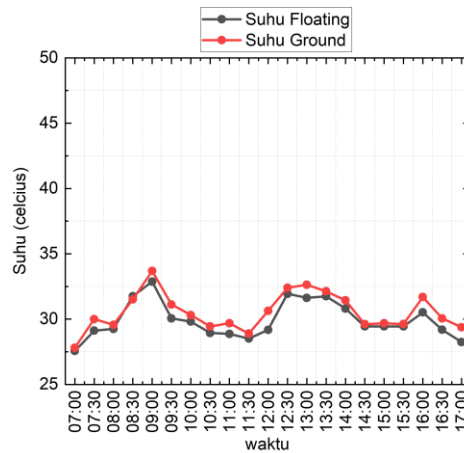
Pengujian yang dilakukan merupakan perbandingan daya keluaran dan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Pada gambar 4.29 merupakan daya keluaran modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.



Gambar 4.29 Perbandingan Daya Hari Kedua Hujan

Kondisi cuaca hujan pada hari kedua, daya yang dihasilkan hampir sama dengan hari pertama tidak terlalu besar. Dari grafik berwarna hitam modul surya *floating*, terlihat bahwa daya keluaran tertinggi dari modul surya *floating* pada pukul 13.00 dengan nilai sebesar 14,71 W. Meskipun cuaca pada hari kedua hujan modul surya *floating* mampu mencapai puncak daya keluaran pada siang hari.

Daya keluaran tertinggi dari grafik berwarna merah pada pukul 13.00 dengan nilai 14,12 W untuk modul surya *ground mount* pada kondisi cuaca yang sama. Meskipun daya keluaran dari modul surya *ground mount* sedikit lebih rendah dibandingkan dengan modul surya *floating*, namun perbedaannya ini tidak terlalu besar. Selisih daya keluaran sebesar 0,59 W. Dengan demikian ketika cuaca hujan nilai yang diperoleh pada modul surya *floating* dan modul surya *ground mount* hampir sama tidak terlalu besar. Selanjutnya Gambar 4.38 merupakan perbandingan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.

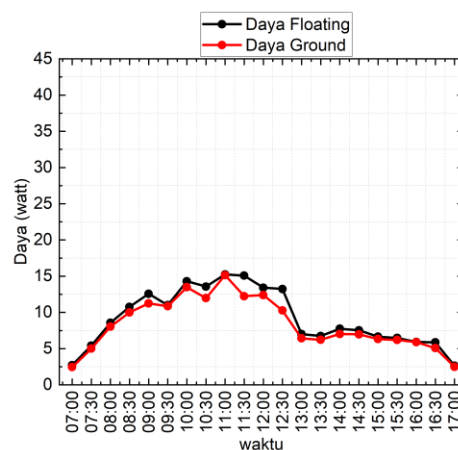


Gambar 4.30 Perbandingan Suhu Hari Kedua

Gambar 4.30 perbandingan suhu permukaan modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Dimana grafik berwarna merah merupakan suhu permukaan modul surya *ground mount* dan grafik berwarna hitam suhu permukaan modul surya *floating*. Dapat dilihat bahwa nilai suhu *ground mount* memiliki nilai paling tinggi sebesar 33,69 °C sedangkan suhu pada modul surya *floating* paling tinggi sebesar 32,87 °C. Dengan demikian modul surya *ground mount* memiliki nilai suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan modul surya *floating*.

#### 4.6.4. Pengujian Hari Ketiga Cuaca hujan Modul Surya *Floating* Dengan *Ground mount*

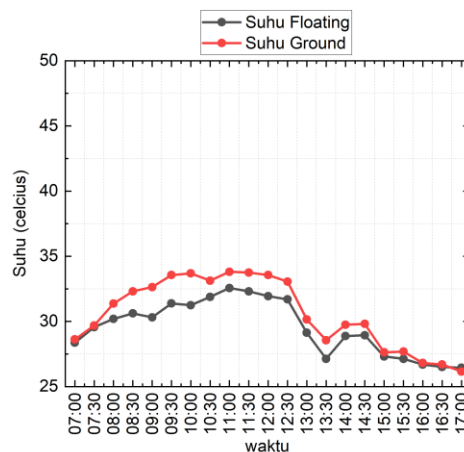
Pengujian yang dilakukan merupakan perbandingan daya keluaran dan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*. Gambar 4.31 merupakan daya keluaran modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.



Gambar 4.31 Perbandingan Daya Hari Ketiga Hujan

Daya keluaran modul surya *floating* yang dihasilkan pada hari ketiga cuaca hujan dapat dilihat pada grafik berwarna hitam. Terlihat bahwa daya keluaran modul surya *floating* mencapai puncaknya pada pukul 11.00 dengan nilai sebesar 15,24 W. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun intensitas matahari tidak optimal karena kondisi cuaca hujan, modul surya *floating* tetap mampu menghasilkan daya puncak pada siang hari.

Modul surya *ground mount* mencapai daya keluaran tertingginya pada pukul 11.00 dengan nilai sebesar 15,15 W, terlihat pada grafik berwarna merah. Perbedaan nilai keluaran daya tidak terlalu besar dikarenakan cuaca hujan, yang mengakibatkan perbedaan nilai daya tidak terlalu besar. Selanjutnya Gambar 4.41 merupakan perbandingan suhu modul surya *floating* dengan modul surya *ground mount*.

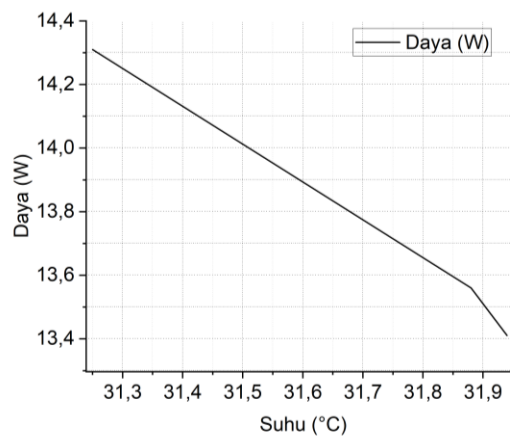


Gambar 4.32 Perbandingan Suhu Hari Ketiga Hujan

Gambar 4.32 menampilkan perbandingan suhu permukaan antara modul surya *floating* dan modul surya *ground mount* pada hari ketiga cuaca hujan. Dapat dilihat grafik berwarna merah menunjukkan suhu modul surya *ground mount*, bahwa nilai suhu *ground mount* memiliki nilai paling tinggi sebesar 33,81 °C, sedangkan grafik berwarna hitam menunjukkan suhu pada modul surya *floating* dengan nilai tertinggi sebesar 32,56 °C. Dengan demikian, modul surya *ground mount* memiliki nilai suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan modul surya *floating*.

#### 4.6.5. Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Cuaca Hujan

Kondisi hujan hubungan suhu dengan daya keluaran modul surya dapat dilihat pada gambar 4.33 sebagai berikut.



Gambar 4. 33 Pengaruh Suhu Terhadap Daya Keluaran Cuaca Hujan

Gambar 4.33 menampilkan hubungan antara suhu dan daya keluaran modul surya pada kondisi cuaca hujan. Berdasarkan grafik tersebut, penurunan daya keluaran yang dihasilkan dipengaruhi oleh suhu yang diterima oleh modul surya. Terlihat bahwa pada suhu sekitar 31,25 °C daya keluaran modul surya berada di kisaran 14,31 W. Namun, seiring dengan kenaikan suhu hingga 31,9 °C, daya keluaran mengalami penurunan secara bertahap hingga mencapai 13,41 W. pada kondisi cuaca hujan kenaikan suhu tidak terlalu berdampak besar pada penurunan daya keluaran modul surya.

#### 4.7. Diskusi Hasil Pengujian

Dari semua pengujian yang dilakukan modul surya *floating* memiliki daya keluaran yang lebih besar dibandingkan dengan modul surya *ground mount*. Hasil pengujian daya keluaran modul surya selama sembilan hari dengan kondisi cuaca yang berbeda, yaitu cuaca berawan, cerah dan hujan, modul surya *floating* memiliki keluaran daya yang lebih optimal. pada kondisi cuaca berawan nilai daya keluaran maksimal tertinggi modul surya *floating* sebesar 30,15 W pada hari ketiga kondisi berawan. Saat kondisi cuaca cerah nilai daya keluaran tertinggi sebesar 41,53 W pada hari kedua kondisi cuaca cerah. Saat kondisi cuaca hujan nilai maksimum tertinggi sebesar 15,24 W pada hari ketiga kondisi cuaca hujan, sedangkan saat kondisi berawan modul surya *ground mount* menghasilkan nilai daya keluaran maksimum sebesar 25,34 W pada hari ketiga cuaca berawan. Saat kondisi cerah daya keluaran tertinggi maksimum sebesar 36,43 W pada hari kedua cuaca cerah. Saat kondisi hujan daya keluaran tertinggi sebesar 15,15 W pada hari ketiga cuaca

hujan. Dengan demikian modul surya *floating* memiliki nilai daya keluaran yang lebih besar dibandingkan dengan modul surya *ground mount*.

Nilai suhu pada modul surya *floating* kondisi cuaca berawan paling tinggi sebesar 39,02 °C dan pada modul surya *ground mount* sebesar 40,5 °C. Nilai suhu modul surya *floating* pada kondisi cerah paling tinggi sebesar 42,75 °C dan modul surya *ground mount* sebesar 48,06 °C. Nilai suhu pada modul surya *floating* pada kondisi hujan paling tinggi sebesar 32,56 °C dan modul surya *ground mount* sebesar 33,81 °C Kemudian, modul surya *floating* memiliki nilai gaya apung sebesar 138,6 N dengan berat total 5 kg yang menyisakan gaya apung sebesar 89,55 N. Dengan demikian, modul surya *floating* tidak tenggelam.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Setelah melakukan pengujian pada alat penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Modul surya *floating* dapat terapung dengan nilai gaya apung sebesar 138,6 N dengan berat total 5 kg yang menyisakan gaya apung sebesar 89,55 N. Dengan demikian, modul surya *floating* tidak tenggelam
2. Daya keluaran modul surya 50 WP jenis *Monocrystalline* dengan sistem *floating* memiliki nilai keluaran daya yang lebih besar dengan nilai 41, 53 W dibandingkan dengan modul surya *ground mount* dengan nilai 36,43 W.
3. Modul surya dengan sistem *floating* memiliki nilai suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan sistem *ground mount* karena sistem *floating* mendapatkan pendingin berupa air yang dapat menurunkan suhu.

#### **5.2. Saran**

Pada penelitian ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, untuk pengembangan alat penelitian kedepannya, disarankan untuk penyimpanan data menggunakan google sheet. Dengan demikian, data yang tersimpan dapat diakses kapan saja dan dimana saja

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Satria Permana And R. Hadiani, “Jurnal Riset Rekayasa Sipil Universitas Sebelas Maret 10 Maret,” Pp. 65–71, 2019.
- [2] A. Prasetyo, S. Hadi, And H. Abdillah, “Experimental Study Of The Effect Of Angle Deflector Horizontal Axis Water Turbine (Hawt) Drag Type On Power Generation On Water Flow In The Pipe,” *Jurnal Polimesin*, Vol. 20, No. 2, P. 189, 2022, [Online]. Available: <Http://E-Jurnal.Pnl.Ac.Id/Polimesin>
- [3] M. Rumbayan, A. Abudureyimu, And K. Nagasaka, “Mapping Of Solar Energy Potential In Indonesia Using Artificial Neural Network And Geographical Information System,” *Renewable And Sustainable Energy Reviews*. Pp. 1437–1449, Apr. 2012. Doi: 10.1016/J.Rser.2011.11.024.
- [4] Rahmat Hasrul, “Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif,” *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, Vol. 5, No. 2, Pp. 79–87, 2021.
- [5] Suharyati, Sadmoko Hesti Pambudi, Jamaludin Lastiko Wibowo, And Nurina Indah Pratiwi, *Outlook Indonesia Energy*. 2019.
- [6] R. Alfan, M. Otong, F. Zaidan, I. Rosadi, And P. F. Ferdinant, “Initial Planning And Estimation Of 2.4 Kw Solar Power Plant Using Pvsyst Software In Faculty Of Engineer-Ing, Sultan Ageng Tirtayasa University-Cilegon Banten Province,” 2022.
- [7] I. Wahyudin, A. Karim, M. Rumbayan, And G. M. C. Mangindaan, “Perencanaan Daya Cadang Menggunakan Panel Surya Di Perumahan Bukit Ranommuut Indah.”
- [8] R. Putri, S. Meliala, And Zuraiddan, “Penerapan Instalasi Panel Surya Off Grid Menuju Energi Mandiri Di Yayasan Pendidikan Islam Dayah Miftahul Jannah,” *Journal Of Electrical Technology*, Vol. 5, No. 3, P. 118, 2020.
- [9] R. Rezky Ramadhana, M. M. Iqbal, A. Hafid, And Adriani, “Analisis Plts On Grid,” *Jurnal Teknik Elektro Unismuh*, Vol. 14, No. 1, P. 15, 2022.
- [10] A. Ardiansyah, Setiawan I Nyoman, And Sukerayasa I Wayan, “Perancangan Plts Atap On Grid System Pada Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian Dan Pengembangan Kota Probolinggo,” *Jurnal Spektrum*, Vol. 8, No. 4, P. 202, 2021.

- [11] E. Solomin, E. Sirotkin, E. Cuce, S. P. Selvanathan, And S. Kumarasamy, “Hybrid *Floating* Solar Plant Designs,” *Energies (Basel)*, Vol. 14, P. 2, 2021, Doi: 10.3390/En14102751.
- [12] A. A. Widayat, S. Ma’arif, K. D. Syahindra, A. F. Fauzi, And E. Adhi Setiawan, “Comparison And Optimization Of *Floating* Bifacial And Monofacial Solar Pv System In A Tropical Region,” In *2020 9th International Conference On Power Science And Engineering, Icpse 2020*, Institute Of Electrical And Electronics Engineers Inc., Oct. 2020, Pp. 66–70. Doi: 10.1109/Icpse51196.2020.9354374.
- [13] L. C. Dobre, A. Turcanu, And A. Craciunescu, “*Floating* Photovoltaic Power Plants,” In *12th International Symposium On Advanced Topics In Electrical Engineering, Atee 2021*, Institute Of Electrical And Electronics Engineers Inc., Mar. 2021. Doi: 10.1109/Atee52255.2021.9425257.
- [14] B. G. Bhang, J. H. Hyun, S. H. Ahn, J. H. Choi, G. G. Kim, And H. K. Ahn, “Optimal Design Of Bifacial *Floating* Photovoltaic System With Different Installation Azimuths,” *Ieee Access*, Vol. 11, P. 1456, 2022, Doi: 10.1109/Access.2022.3233100.
- [15] S. Oliveira-Pinto And J. Stokkermans, “Assessment Of The Potential Of Different *Floating* Solar Technologies – Overview And Analysis Of Different Case Studies,” *Energy Convers Manag*, P. 2, May 2020, Doi: 10.1016/J.Enconman.2020.112747.
- [16] O. A. Hidayat, A. Ramdani, S. L. Romadhoni, U. Islam, N. Sunan, And G. Djati Bandung, “Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Waduk Cirata, Kabupaten Purwakarta,” *Jurnal Inovasi Penelitian*, Vol. 3, No. 6, 2022.
- [17] J. Baptista And P. Varges, “Portuguese National Potential For *Floating* Photovoltaic Systems: A Case Study,” In *Ieee Xplore*, 2020.
- [18] V. R. Yandri, “Prospek Pengembangan Energi Surya Untuk Kebutuhan Listrik Di Indonesia,” *Jurnal Ilmu Fisika*, Vol. 4, No. 1, 2012.
- [19] F. Afif And A. Martin, “Tinjauan Potensi Dan Kebijakan Energi Surya Di Indonesia,” *Jurnal Engine*, Vol. 6, No. 1, Pp. 43–52, 2022.

- [20] N. Pramesti Sartono, E. Ridwan, And H. M. Ridlwan, “Pengaruh Perbedaan Posisi Sudut Kemiringan Panel Surya 120 Watt Peak Terhadap Peningkatan Efisiensi,” In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 2021, Pp. 246–253. [Online]. Available: [Http://Prosiding.Pnj.Ac.Id](http://Prosiding.Pnj.Ac.Id)
- [21] R. Maulana And I. A. Bangsa, “Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Pada Gedung Uphb Pt Pembangkit Jawa Bali Unit Muara Karang,” *Journal Of Informatics And Electrical Engineering*, Vol. 5, No. 1, [Online]. Available: [Http://Jti.Aisyahuniversity.Ac.Id/Index.Php/Ajee](http://Jti.Aisyahuniversity.Ac.Id/Index.Php/Ajee)
- [22] R. Duanaputri, Heryanto Irwan, M. F. Sajidan, And A. L. Wardani, “Sistem Monitoring Online Dan Analisis Performansi Plts Panel Surya Monocrystalline 100 Wp Berbasis Web,” *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, Vol. 10, No. 1, 2023.
- [23] F. S. 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,” *Jte Uniba*, Vol. 6, No. 1, 2021.
- [24] Ariprihata, Erfandy, S. W. Susilo, And Sujito, “Rancang Bangun Panel Surya Off-Grid Untuk Catu Daya Alat Pengusir Hama Tikus,” *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, Vol. 4, No. 3, Pp. 224–245, Dec. 2023, Doi: 10.14710/Jebt.2023.19665.
- [25] W. Teresna, T. Elektro, And N. Bali, “Perbandingan Suplai Energi Panel Surya Polycrystalline Pada Plts On-Grid I Nyoman Sugiarta 1) , I Nengah Suparta,” *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (Sentrinov) Ke-6 Isas Publishing Series: Engineering And Science*, Vol. 6, No. 1, 2020.
- [26] M. Bachtiar, “Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (Solar Home System),” Mar. 2023. Accessed: Mar. 27, 2023. [Online]. Available: [Http://Jurnal.Untad.Ac.Id/Jurnal/Index.Php/Smartek/Article/View/438](http://Jurnal.Untad.Ac.Id/Jurnal/Index.Php/Smartek/Article/View/438)
- [27] Y. D. Herlambang, J. D. Armanah, And F. Arifin, “Unjuk Kerja Karakteristiktegangan Arus Dan Daya Pada Panel Surya Terhadap Variasi Radiasi Surya Menggunakan Matlab Simulink,” In *Prosiding Ncie 2ndnational Conference Of Industry, Engineering And Technology*, 2021, P. B196.

- [28] F. Widiarsa, "Karakteristik Panel Surya Dengan Variasi Intensitas Radiasi Dan Temperatur Permukaan Panel," *Jurnal Transmisi*, Vol. 4, Pp. 233–242, 2006.
- [29] Amanda Fauzika Maurisa Rohmah, A. Zudhan, And Bayu Setiaji, "Analisis Tenggelamnya Kapal Di Waduk Kedung Ombo Menggunakan Konsep Hukum Archimedes," *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (Jupiter)*, Vol. 4, No. 2, Pp. 15–20, Feb. 2023, Doi: 10.31851/Jupiter.V4i2.10345.
- [30] Muhammad R. Sufandi And W. I. Rahayu, "Pengembangan Sistem Pengisian Baterai Dengan Kombinasi Sumber Listrik," *Jurnal Elkha (Jurnal Teknik Elektro)*, Vol. 10, No. 1, 2018.
- [31] D. Wijayanto, S. Isnur Haryudo, And T. Wrahatnolo, "Rancang Bangun Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Plts Sistem On Grid Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Aplikasi Telegram," *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 11, No. 3, Pp. 447–453, 2022.
- [32] M. Khumaidi Usman, "Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya," *Jurnal Polektro: Jurnal Power Elektronik*, Vol. 9, No. 2, 2020, [Online]. Available: [Http://Ejournal.Poltektegal.Ac.Id/Index.Php/Powerelektro](http://Ejournal.Poltektegal.Ac.Id/Index.Php/Powerelektro)
- [33] A. Mubarak 'Aafi, J. Jamaaluddin, And I. Anshory, "Implementasi Sensor Pzem-017 Untuk Monitoring Arus, Tegangan Dan Daya Pada Instalasi Panel Surya Dengan Sistem Data Logger Menggunakan Google Spreadsheet Dan Smartphone," In *Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, Dan Teknik Informatika*, 2022, Pp. 191–196. Doi: 10.31284/P.Snestik.2022.2718.
- [34] H. Yousuf *Et Al.*, "A Review On *Floating* Photovoltaic Technology (Fpvt)," *Current Photovoltaic Research*, Vol. 8, No. 3, Pp. 67–78, 2020, Doi: <https://doi.org/10.21218/Cpr.2020.8.3.067>.
- [35] I. N. Wahid, B. Nainggolan, And I. Silanegara, "Rancang Bangun Monitoring Arus Dan Tegangan Pada *Floating* Photovoltaic Di Kolam Politeknik Negeri Jakarta," 2021. [Online]. Available: [Http://Prosiding.Pnj.Ac.Id](http://prosiding.pnj.ac.id)

- [36] M. Firman And M. Irfansyah, “Perancangan Sistem Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Turbin Angin Terapung,” *Jurnal Teknik Mesin Uniska*, Vol. 6, No. 2, 2021.

## **LAMPIRAN**

## LAMPIRAN A HASIL PENGUJIAN

Tabel 1 Pengujian Sensor BH1750 *Ground mount* (Intensitas Matahari)

| Jam   | Intensitas (Lux) | Luxmeter(Lux) | Kesalahan (%) |
|-------|------------------|---------------|---------------|
| 10:00 | 104536,66        | 110600        | 5,482224      |
| 10:30 | 106021,66        | 107500        | 1,3752        |
| 11:00 | 108565,41        | 109500        | 0,853507      |
| 11:30 | 48849,16         | 44620         | 9,478171      |
| 12:00 | 34980            | 34490         | 1,420702      |
| 12:30 | 25845,42         | 26050         | 0,785336      |
| Rata2 |                  |               | 3,232523      |

Tabel 2 pengujian Sensor BH1750 *floating* (Intensitas Matahari)

| Jam       | Intensitas 1 (Lux) | Luxmeter (Lux) | Kesalahan (%) | Intensitas 2 (Lux) | Luxmeter (Lux) | Kesalahan (%) |
|-----------|--------------------|----------------|---------------|--------------------|----------------|---------------|
| 14:00     | 80327              | 79960          | 0,458979      | 79181,22           | 79960          | 0,973962      |
| 14:31     | 75475,65           | 75120          | 0,473442      | 74355,57           | 75120          | 1,017612      |
| 15:00     | 47340,85           | 47330          | 0,022924      | 47550,36           | 47330          | 0,465582      |
| 15:30     | 24540,65           | 22760          | 7,823594      | 24243,01           | 22760          | 6,515861      |
| 16:00     | 16349,3            | 15740          | 3,871029      | 17014,65           | 15740          | 8,098158      |
| 16:30     | 10688              | 10670          | 0,168697      | 10926,9            | 10670          | 2,407685      |
| Rata-Rata |                    |                | 2,136444      | Rata-Rata          |                | 3,246477      |

Tabel 3 pengujian Sensor HCSR-04 Kiri

| No        | Sensor | Alat Ukur | Error % |
|-----------|--------|-----------|---------|
| 1         | 3      | 3         | 0       |
| 2         | 4      | 4         | 0       |
| 3         | 5      | 5         | 0       |
| 4         | 6      | 6         | 0       |
| 5         | 7      | 7         | 0       |
| Rata-rata |        |           | 0 %     |

Tabel 4 pengujian Sensor HCSR-04 Kanan

| No | Sensor | Alat Ukur | Error % |
|----|--------|-----------|---------|
| 1  | 9      | 9         | 0       |

|           |    |    |     |
|-----------|----|----|-----|
| 2         | 10 | 10 | 0   |
| 3         | 11 | 11 | 0   |
| 4         | 12 | 12 | 0   |
| 5         | 13 | 13 | 0   |
| Rata-rata |    |    | 0 % |

Tabel 5 pengujian Sensor DS18B20 Suhu

|           | Suhu <i>Floating</i> |           |             | Suhu <i>Ground mount</i> |           |             |
|-----------|----------------------|-----------|-------------|--------------------------|-----------|-------------|
| No        | Sensor               | Alat Ukur | Error %     | Sensor                   | Alat Ukur | Error %     |
| 1         | 29                   | 28,9      | 0,35        | 29                       | 28,9      | 0,35        |
| 2         | 30                   | 30,5      | 1,64        | 30                       | 30,5      | 1,64        |
| 3         | 30                   | 29,8      | 0,67        | 30                       | 29,8      | 0,67        |
| 4         | 31                   | 31,3      | 0,96        | 31                       | 31,3      | 0,96        |
| 5         | 32                   | 32        | 0,00        | 32                       | 31,8      | 0,63        |
| 6         | 33                   | 33,3      | 0,90        | 33                       | 33,3      | 0,90        |
| Rata-rata |                      |           | <b>0,75</b> | Rata-rata                |           | <b>0,86</b> |

Tabel 6 Pengujian Sensor PZEM 017 *floating*

| NO        | voltmeter | pzem <i>floating</i> | % error     | arus      | arus pzem | % error  |
|-----------|-----------|----------------------|-------------|-----------|-----------|----------|
| 1         | 6,91      | 6,9                  | 0,1447178   | 0,42      | 0,4       | 4,761905 |
| 2         | 7,99      | 7,98                 | 0,125156446 | 0,43      | 0,41      | 4,651163 |
| 3         | 8,98      | 8,97                 | 0,111358575 | 0,41      | 0,4       | 2,439024 |
| 4         | 10,04     | 10,02                | 0,199203187 | 0,44      | 0,43      | 2,272727 |
| 5         | 10,49     | 10,47                | 0,190657769 | 0,44      | 0,42      | 4,545455 |
| Rata-Rata |           |                      | 0,154218755 | Rata-Rata |           | 3,734055 |

Tabel 7 Pengujian Sensor PZEM 017 *Ground mount*

| No        | Multimeter (V) | PZEM <i>ground</i> (V) | Kesalahan (%) | Arus (A)  | arus PZEM (A) | Kesalahan (%) |
|-----------|----------------|------------------------|---------------|-----------|---------------|---------------|
| 1         | 11,05          | 11,02                  | 0,271493      | 0,42      | 0,43          | 2,380952      |
| 2         | 11,57          | 11,53                  | 0,345722      | 0,43      | 0,42          | 2,325581      |
| 3         | 11,99          | 11,95                  | 0,333611      | 0,43      | 0,42          | 2,325581      |
| 4         | 12,57          | 12,52                  | 0,397772      | 0,43      | 0,42          | 2,325581      |
| 5         | 13,08          | 13,03                  | 0,382263      | 0,46      | 0,42          | 8,695652      |
| Rata-rata |                |                        | 0,346172      | Rata-rata |               | 3,61067       |

Tabel 8 Hasil Pengujian Hari Pertama Cuaca Berawan Modul Surya *Floating*

| <i>Floating (6/3/2024)</i> |       |            |                                   |          |      |       |
|----------------------------|-------|------------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                        | Suhu  | Intensitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                      | 32,37 | 71417,55   | 134,63                            | 12,62    | 0,73 | 9,21  |
| 07:30                      | 33,81 | 81612,9    | 221,84                            | 13,87    | 1,12 | 15,53 |
| 08:00                      | 30,75 | 97235,74   | 261,58                            | 12,79    | 1,56 | 19,95 |
| 08:30                      | 34,75 | 92743,45   | 309,43                            | 14,67    | 1,5  | 22,01 |
| 09:00                      | 36,46 | 80084,7    | 230,16                            | 12,74    | 1,45 | 18,47 |
| 09:30                      | 32,5  | 91322,63   | 314,75                            | 12,96    | 1,71 | 22,16 |
| 10:00                      | 33,13 | 112760,04  | 507,74                            | 13,11    | 2,18 | 28,58 |
| 10:30                      | 34,94 | 86873,4    | 316,83                            | 12,76    | 1,76 | 22,46 |
| 11:00                      | 39,02 | 88272,52   | 477,62                            | 13,3     | 1,9  | 25,27 |
| 11:30                      | 38,44 | 84660,64   | 363,27                            | 13,14    | 1,76 | 23,13 |
| 12:00                      | 35,69 | 92609,85   | 453,18                            | 13,44    | 1,82 | 24,46 |
| 12:30                      | 32,81 | 62196,48   | 215,94                            | 13,05    | 1,09 | 14,22 |
| 13:00                      | 32,63 | 107213,8   | 506,83                            | 12,96    | 2,2  | 28,51 |
| 13:30                      | 34,06 | 105778,86  | 491,47                            | 12,83    | 2,04 | 26,17 |
| 14:00                      | 34,63 | 109336,2   | 436,63                            | 12,93    | 1,91 | 24,7  |
| 14:30                      | 34,81 | 93586,16   | 351,13                            | 12,81    | 1,64 | 21,01 |
| 15:00                      | 35,13 | 87024      | 228,54                            | 12,86    | 1,29 | 16,59 |
| 15:30                      | 34,63 | 52946,16   | 167,18                            | 13,13    | 0,8  | 10,5  |
| 16:00                      | 33    | 38623,2    | 101,74                            | 12,95    | 0,61 | 7,9   |
| 16:30                      | 33,13 | 50200,4    | 99,62                             | 12,9     | 0,59 | 7,61  |
| 17:00                      | 30,94 | 15764,38   | 53,65                             | 13,26    | 0,21 | 2,78  |

Tabel 9 Hasil Pengujian Hari Pertama Cuaca Berawan Modul Surya *Ground mount*

| <i>Ground mount(6/3/2024)</i> |       |            |                                   |          |      |       |
|-------------------------------|-------|------------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                           | Suhu  | Intensitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                         | 33    | 57035      | 134,63                            | 12,64    | 0,44 | 5,56  |
| 07:30                         | 35    | 64240      | 221,84                            | 12,28    | 0,89 | 10,93 |
| 08:00                         | 32,13 | 80662,08   | 261,58                            | 12,63    | 1,26 | 15,91 |
| 08:30                         | 35,56 | 83292,91   | 309,43                            | 14,29    | 1,27 | 18,15 |
| 09:00                         | 37,5  | 54491,25   | 230,16                            | 12,46    | 1,07 | 13,33 |
| 09:30                         | 33,06 | 68639,99   | 314,75                            | 12,66    | 1,28 | 16,2  |

|       |       |           |        |       |      |       |
|-------|-------|-----------|--------|-------|------|-------|
| 10:00 | 34,19 | 106191,25 | 507,74 | 12,94 | 1,75 | 22,64 |
| 10:30 | 36    | 70619,99  | 316,83 | 12,37 | 1,5  | 18,56 |
| 11:00 | 40,5  | 64391,25  | 477,62 | 12,7  | 1,66 | 21,08 |
| 11:30 | 39,73 | 81468,74  | 363,27 | 12,74 | 1,68 | 21,4  |
| 12:00 | 36,63 | 78374,99  | 453,18 | 12,6  | 1,58 | 19,91 |
| 12:30 | 33,25 | 53427,91  | 215,94 | 12,18 | 0,92 | 11,21 |
| 13:00 | 33,5  | 88348,33  | 506,83 | 12,54 | 1,78 | 22,32 |
| 13:30 | 35,31 | 88352,91  | 491,47 | 12,59 | 1,71 | 21,53 |
| 14:00 | 36,38 | 95392,91  | 436,63 | 12,41 | 1,67 | 20,72 |
| 14:30 | 35,56 | 84356,24  | 351,13 | 12,29 | 1,4  | 17,21 |
| 15:00 | 36,31 | 73003,08  | 228,54 | 12,35 | 0,93 | 11,49 |
| 15:30 | 34,94 | 37697,91  | 167,18 | 12,16 | 0,65 | 7,9   |
| 16:00 | 33,13 | 34237     | 101,74 | 12,4  | 0,52 | 6,45  |
| 16:30 | 33,19 | 35493     | 99,62  | 12,38 | 0,46 | 5,69  |
| 17:00 | 31,12 | 13475     | 53,65  | 12,94 | 0,19 | 2,46  |

Tabel 10 Hasil Pengujian Hari Kedua Cuaca Berawan Modul Surya *Floating*

| <i>Floating (7/3/2024)</i> |       |            |                                   |          |      |       |
|----------------------------|-------|------------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                        | Suhu  | Intensitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                      | 29,81 | 56446      | 125,24                            | 13,62    | 0,6  | 8,17  |
| 07:30                      | 32,31 | 74164,7    | 198,79                            | 12,72    | 0,99 | 12,59 |
| 08:00                      | 35,44 | 83491,65   | 224,04                            | 12,57    | 1,26 | 15,84 |
| 08:30                      | 34,63 | 102642,01  | 354,65                            | 12,95    | 1,8  | 23,31 |
| 09:00                      | 33,63 | 70959,74   | 269,33                            | 13,44    | 1,31 | 17,61 |
| 09:30                      | 37,25 | 96208,7    | 359,26                            | 13,16    | 1,78 | 23,42 |
| 10:00                      | 38    | 116115,45  | 509,63                            | 13,34    | 2,16 | 28,81 |
| 10:30                      | 37,94 | 101400,61  | 481,57                            | 13,22    | 2,05 | 27,1  |
| 11:00                      | 37,63 | 115669,98  | 482,13                            | 12,99    | 2,15 | 27,93 |
| 11:30                      | 35,63 | 119025,88  | 518,89                            | 13,3     | 2,19 | 29,13 |
| 12:00                      | 34,88 | 96551,05   | 451,92                            | 12,83    | 1,89 | 24,25 |
| 12:30                      | 36,31 | 105928,09  | 478,64                            | 13,17    | 2,02 | 26,6  |
| 13:00                      | 37,44 | 115342     | 503,17                            | 13,1     | 2,14 | 28,03 |
| 13:30                      | 33,75 | 89073      | 298,81                            | 12,85    | 1,52 | 19,53 |
| 14:00                      | 35,38 | 111859     | 470,28                            | 13,23    | 1,9  | 25,04 |
| 14:30                      | 34,06 | 87251      | 291,49                            | 13,97    | 1,38 | 19,28 |
| 15:00                      | 34,94 | 77180      | 221,5                             | 13,48    | 1,16 | 15,63 |
| 15:30                      | 33,31 | 60821      | 176,39                            | 13,52    | 0,86 | 11,63 |
| 16:00                      | 32,38 | 61982      | 151,32                            | 13,28    | 0,82 | 10,89 |
| 16:30                      | 29,94 | 34311      | 91,57                             | 14,28    | 0,44 | 6,28  |
| 17:00                      | 29,12 | 10061      | 51,36                             | 13,06    | 0,16 | 2,09  |

Tabel 11 Hasil Pengujian Hari Kedua Cuaca Berawan Modul Surya *Ground mount*

| <i>Ground mount (7/3/2024)</i> |       |            |                                |          |      |       |
|--------------------------------|-------|------------|--------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                            | Suhu  | Intensitas | Irradiance (W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                          | 29,87 | 45764,58   | 125,24                         | 12,21    | 0,55 | 6,72  |
| 07:30                          | 33,38 | 54592,08   | 198,79                         | 12,44    | 0,81 | 10,07 |
| 08:00                          | 37,19 | 66737,91   | 224,04                         | 12,16    | 1,12 | 13,61 |
| 08:30                          | 36,75 | 86143,74   | 354,65                         | 12,52    | 1,56 | 19,53 |
| 09:00                          | 36,13 | 65940,41   | 269,33                         | 12,66    | 1,22 | 15,45 |
| 09:30                          | 38,88 | 81908,74   | 359,26                         | 12,86    | 1,64 | 21,09 |
| 10:00                          | 40,5  | 97419,16   | 509,63                         | 12,68    | 1,97 | 24,97 |
| 10:30                          | 39,38 | 95214,16   | 481,57                         | 12,74    | 1,85 | 23,57 |
| 11:00                          | 40,13 | 83774,16   | 482,13                         | 12,68    | 1,71 | 21,68 |
| 11:30                          | 37,63 | 99044,16   | 518,89                         | 12,98    | 1,94 | 25,18 |
| 12:00                          | 36,63 | 87009,99   | 451,92                         | 12,58    | 1,73 | 21,76 |
| 12:30                          | 38,49 | 93165,41   | 478,64                         | 12,57    | 1,82 | 22,88 |
| 13:00                          | 40,31 | 95791      | 503,17                         | 12,53    | 1,8  | 22,55 |
| 13:30                          | 35,13 | 76307      | 298,81                         | 12,33    | 1,26 | 15,54 |
| 14:00                          | 37    | 90242      | 470,28                         | 12,44    | 1,7  | 21,15 |
| 14:30                          | 35,75 | 78911      | 291,49                         | 12,2     | 1,19 | 14,52 |
| 15:00                          | 36,5  | 70711      | 221,5                          | 12,74    | 1    | 12,74 |
| 15:30                          | 34,81 | 56035      | 176,39                         | 12,34    | 0,75 | 9,26  |
| 16:00                          | 33,44 | 51301      | 151,32                         | 12,18    | 0,66 | 8,04  |
| 16:30                          | 30,62 | 25808      | 91,57                          | 12,64    | 0,37 | 4,68  |
| 17:00                          | 29,19 | 4780       | 51,36                          | 12,61    | 0,07 | 0,88  |

Tabel 12 Hasil Pengujian Hari Ketiga Cuaca Berawan Modul Surya *Floating*

| <i>Floating (8/3/2024)</i> |       |           |                                |          |      |       |
|----------------------------|-------|-----------|--------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                        | Suhu  | Intenitas | Irradiance (W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                      | 28,62 | 19747,75  | 81,39                          | 13,24    | 0,28 | 3,71  |
| 07:30                      | 29,75 | 36873,6   | 105,72                         | 13,37    | 0,52 | 6,95  |
| 08:00                      | 31,37 | 56679,8   | 185,39                         | 13,69    | 0,88 | 12,05 |
| 08:30                      | 31,31 | 55669,45  | 187,25                         | 13,48    | 0,9  | 12,13 |
| 09:00                      | 31,69 | 79032,74  | 273,82                         | 13,84    | 1,37 | 18,96 |
| 09:30                      | 33,56 | 114278,1  | 507,64                         | 13,14    | 2,15 | 28,25 |
| 10:00                      | 33,19 | 77433,68  | 261,16                         | 12,63    | 1,35 | 17,05 |
| 10:30                      | 33,12 | 56463,45  | 196,48                         | 13,02    | 0,96 | 12,5  |
| 11:00                      | 32,94 | 71280,1   | 251,71                         | 12,9     | 1,3  | 16,77 |
| 11:30                      | 34,43 | 91629,63  | 339,59                         | 12,92    | 1,73 | 22,35 |
| 12:00                      | 34,51 | 88359,7   | 315,18                         | 12,74    | 1,68 | 21,4  |

|       |       |           |        |       |      |       |
|-------|-------|-----------|--------|-------|------|-------|
| 12:30 | 32,51 | 85696,3   | 298,57 | 12,8  | 1,53 | 19,58 |
| 13:00 | 33,63 | 115542    | 511,15 | 13,03 | 2,23 | 29,06 |
| 13:30 | 33,69 | 123705,24 | 528,64 | 13,28 | 2,27 | 30,15 |
| 14:00 | 33,65 | 108208,26 | 356,22 | 12,89 | 1,82 | 23,46 |
| 14:30 | 33,13 | 78308     | 252,89 | 12,57 | 1,33 | 16,72 |
| 15:00 | 31,88 | 71540,39  | 209,41 | 12,53 | 1,1  | 13,78 |
| 15:30 | 32,69 | 66548,11  | 199,93 | 12,61 | 1,01 | 12,74 |
| 16:00 | 31,12 | 38236,3   | 117,32 | 13,47 | 0,6  | 8,08  |
| 16:30 | 30,23 | 25709,65  | 87,24  | 13,51 | 0,36 | 4,86  |
| 17:00 | 30,16 | 15764,38  | 53,81  | 13,26 | 0,21 | 2,78  |

Tabel 13 Hasil Pengujian Hari Ketiga Cuaca Berawan Modul Surya *Ground mount*

| <i>Ground mount (8/3/2024)</i> |       |           |                                |          |      |       |
|--------------------------------|-------|-----------|--------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                            | Suhu  | Intenitas | Irradiance (W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                          | 28,94 | 16619,17  | 81,39                          | 13,19    | 0,24 | 3,17  |
| 07:30                          | 30,69 | 28971,08  | 105,72                         | 12,6     | 0,43 | 5,42  |
| 08:00                          | 32,94 | 45819     | 185,39                         | 12,63    | 0,74 | 9,38  |
| 08:30                          | 33,13 | 44925,83  | 187,25                         | 12,45    | 0,74 | 9,21  |
| 09:00                          | 33,75 | 67471,25  | 273,82                         | 12,47    | 1,23 | 15,34 |
| 09:30                          | 36,56 | 90232,91  | 507,64                         | 12,97    | 1,74 | 22,57 |
| 10:00                          | 35,63 | 64226,25  | 261,16                         | 12,37    | 1,14 | 14,1  |
| 10:30                          | 35,25 | 51429,58  | 196,48                         | 12,19    | 0,82 | 10    |
| 11:00                          | 34,69 | 61985     | 251,71                         | 12,3     | 1,07 | 13,16 |
| 11:30                          | 37,38 | 82582,49  | 339,59                         | 12,64    | 1,46 | 18,45 |
| 12:00                          | 36,69 | 74951,24  | 315,18                         | 12,67    | 1,43 | 18,12 |
| 12:30                          | 35,69 | 75313,33  | 298,57                         | 12,41    | 1,25 | 15,51 |
| 13:00                          | 36,31 | 96580,75  | 511,15                         | 12,99    | 1,74 | 22,6  |
| 13:30                          | 36,25 | 112410,83 | 528,64                         | 13,2     | 1,92 | 25,34 |
| 14:00                          | 36,5  | 92743,75  | 356,22                         | 12,8     | 1,48 | 18,94 |
| 14:30                          | 35,19 | 66316,25  | 252,89                         | 12,35    | 0,98 | 12,1  |
| 15:00                          | 34,69 | 64964,16  | 209,41                         | 12,22    | 0,93 | 11,36 |
| 15:30                          | 34,13 | 59991,25  | 199,93                         | 12,24    | 0,82 | 10,04 |
| 16:00                          | 32,63 | 35071,66  | 117,32                         | 12,16    | 0,51 | 6,2   |
| 16:30                          | 30,69 | 15125     | 87,24                          | 12,91    | 0,24 | 3,1   |
| 17:00                          | 30,5  | 11847,92  | 53,81                          | 12,85    | 0,18 | 2,31  |

Tabel 14 Hasil Pengujian Hari Pertama Cuaca Cerah Modul Surya *Floating*

| <i>Floating (19/3/2024)</i> |       |            |                                   |          |      |       |
|-----------------------------|-------|------------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                         | Suhu  | Intensitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                       | 27,62 | 66357      | 89,19                             | 12,44    | 0,62 | 7,71  |
| 07:30                       | 27,87 | 90847      | 233,52                            | 13,23    | 1,5  | 19,84 |
| 08:00                       | 33,25 | 111748     | 307,18                            | 13,07    | 1,78 | 23,26 |
| 08:30                       | 38,69 | 125700     | 457,62                            | 13,4     | 2,21 | 29,61 |
| 09:00                       | 42,06 | 117835     | 493,72                            | 14,42    | 2,27 | 32,73 |
| 09:30                       | 43,75 | 136225     | 779,37                            | 14,67    | 2,78 | 40,78 |
| 10:00                       | 42,01 | 131994     | 723,15                            | 14,05    | 2,74 | 38,5  |
| 10:30                       | 42,13 | 124732     | 775,28                            | 14,66    | 2,73 | 40,02 |
| 11:00                       | 45,25 | 134484     | 778,79                            | 14,59    | 2,75 | 40,12 |
| 11:30                       | 43,06 | 126076     | 701,23                            | 13,3     | 2,71 | 36,04 |
| 12:00                       | 42,44 | 133656     | 709,17                            | 15       | 2,44 | 36,61 |
| 12:30                       | 38,94 | 135051     | 763,61                            | 14,38    | 2,76 | 39,69 |
| 13:00                       | 44,44 | 137361     | 798,39                            | 14,9     | 2,77 | 41,27 |
| 13:30                       | 39,81 | 132041     | 724,59                            | 14,7     | 2,63 | 38,66 |
| 14:00                       | 38,63 | 127269     | 589,16                            | 14,15    | 2,41 | 34,1  |
| 14:30                       | 37,81 | 118186     | 426,83                            | 13,33    | 2,07 | 27,59 |
| 15:00                       | 39,63 | 110557     | 282,73                            | 12,88    | 1,74 | 22,41 |
| 15:30                       | 36,5  | 101333     | 221,36                            | 14,22    | 1,3  | 18,49 |
| 16:00                       | 36,31 | 92457      | 203,51                            | 13,65    | 0,95 | 12,97 |
| 16:30                       | 34,25 | 82826      | 95,27                             | 14,23    | 0,58 | 8,25  |
| 17:00                       | 33,25 | 69364      | 59,38                             | 13,35    | 0,23 | 3,07  |

Tabel 15 Hasil Pengujian Hari Pertama Cuaca Cerah Modul Surya *Ground mount*

| <i>Ground mount (19/3/2024)</i> |       |            |                                   |          |      |       |
|---------------------------------|-------|------------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                             | Suhu  | Intensitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                           | 29,31 | 31175      | 89,19                             | 12,22    | 0,45 | 5,5   |
| 07:30                           | 32,25 | 77160      | 233,52                            | 12,57    | 1,29 | 16,22 |
| 08:00                           | 34,44 | 85199      | 307,18                            | 12,9     | 1,58 | 20,38 |
| 08:30                           | 39,69 | 96089      | 457,62                            | 13,09    | 1,95 | 25,53 |
| 09:00                           | 43,06 | 90264      | 493,72                            | 13,53    | 2,01 | 27,2  |
| 09:30                           | 45,38 | 114519     | 779,37                            | 13,65    | 2,51 | 34,26 |
| 10:00                           | 43,75 | 96295      | 723,15                            | 13,45    | 2,3  | 30,93 |
| 10:30                           | 45,88 | 99114      | 775,28                            | 14,24    | 2,47 | 35,17 |
| 11:00                           | 47,44 | 106062     | 778,79                            | 13,6     | 2,59 | 35,22 |
| 11:30                           | 46,51 | 87679      | 701,23                            | 13,27    | 1,82 | 24,15 |
| 12:00                           | 47,44 | 100608     | 709,17                            | 13,27    | 2,25 | 29,86 |
| 12:30                           | 45,75 | 111086     | 763,61                            | 13,29    | 2,58 | 34,29 |

|       |       |        |        |       |      |       |
|-------|-------|--------|--------|-------|------|-------|
| 13:00 | 46,75 | 119031 | 798,39 | 13,99 | 2,59 | 36,23 |
| 13:30 | 44,63 | 117392 | 724,59 | 13,95 | 2,4  | 33,48 |
| 14:00 | 41,44 | 113190 | 589,16 | 13,16 | 2,1  | 27,64 |
| 14:30 | 41,5  | 104976 | 426,83 | 12,7  | 1,73 | 21,97 |
| 15:00 | 40,69 | 101626 | 282,73 | 12,45 | 1,43 | 17,8  |
| 15:30 | 38,19 | 95264  | 221,36 | 13,14 | 1,04 | 13,67 |
| 16:00 | 36,46 | 86042  | 203,51 | 12,98 | 0,71 | 9,22  |
| 16:30 | 34,38 | 79979  | 95,27  | 13,31 | 0,38 | 5,06  |
| 17:00 | 33,3  | 13149  | 59,38  | 12,73 | 0,1  | 1,27  |

Tabel 16 Hasil Pengujian Hari Kedua cuaca cerah Modul Surya *Floating*

| <i>Floating (20/3/2024)</i> |       |            |                                   |          |      |       |
|-----------------------------|-------|------------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                         | Suhu  | Intensitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                       | 32,06 | 76452      | 190,48                            | 14,39    | 0,85 | 12,23 |
| 07:30                       | 33,31 | 89553      | 217,32                            | 14,23    | 1,27 | 18,07 |
| 08:00                       | 34,75 | 102897     | 346,09                            | 14,44    | 1,72 | 24,84 |
| 08:30                       | 36,88 | 117927     | 442,63                            | 13,2     | 2,17 | 28,64 |
| 09:00                       | 38,19 | 119981     | 496,25                            | 13,31    | 2,43 | 32,34 |
| 09:30                       | 38,69 | 131140     | 774,53                            | 14,44    | 2,78 | 40,14 |
| 10:00                       | 41,5  | 141845     | 795,54                            | 14,94    | 2,78 | 41,53 |
| 10:30                       | 41,06 | 137607     | 714,15                            | 13,75    | 2,67 | 36,71 |
| 11:00                       | 39    | 130954     | 701,42                            | 13,21    | 2,66 | 35,14 |
| 11:30                       | 39,5  | 140804     | 712,36                            | 15,18    | 2,52 | 38,25 |
| 12:00                       | 41,44 | 139487     | 776,28                            | 15,01    | 2,7  | 40,53 |
| 12:30                       | 40,19 | 128531     | 783,43                            | 15       | 2,75 | 41,25 |
| 13:00                       | 36,25 | 132649     | 785,97                            | 14,89    | 2,78 | 41,39 |
| 13:30                       | 37,56 | 138228     | 791,09                            | 15,04    | 2,76 | 41,51 |
| 14:00                       | 34,81 | 132186     | 741,49                            | 14,42    | 2,72 | 39,22 |
| 14:30                       | 33,63 | 131481     | 512,71                            | 13,95    | 2,32 | 32,36 |
| 15:00                       | 35,5  | 111391     | 309,62                            | 14,14    | 1,69 | 23,9  |
| 15:30                       | 34,94 | 104270     | 211,82                            | 12,65    | 1,39 | 17,58 |
| 16:00                       | 34,06 | 98090      | 208,59                            | 13,55    | 1,05 | 14,23 |
| 16:30                       | 33,38 | 83273      | 93,61                             | 14,29    | 0,59 | 8,43  |
| 17:00                       | 32,69 | 69985      | 61,87                             | 13,69    | 0,27 | 3,7   |

Tabel 17 Hasil Pengujian Hari Kedua cuaca cerah Modul Surya *Ground mount*

| <i>Ground mount (20/3/2024)</i> |       |            |                                   |          |      |       |
|---------------------------------|-------|------------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                             | Suhu  | Intensitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                           | 33,75 | 56086      | 190,48                            | 12,22    | 0,81 | 9,9   |
| 07:30                           | 36,25 | 67801      | 217,32                            | 12,38    | 1,15 | 14,24 |
| 08:00                           | 38,56 | 79804      | 346,09                            | 12,96    | 1,55 | 20,09 |
| 08:30                           | 40,25 | 91593      | 442,63                            | 13,04    | 1,91 | 24,91 |
| 09:00                           | 42,69 | 92180      | 496,25                            | 13,29    | 2,09 | 27,78 |
| 09:30                           | 43,13 | 99728      | 774,53                            | 14,27    | 2,43 | 34,68 |
| 10:00                           | 46    | 119894     | 795,54                            | 14,87    | 2,45 | 36,43 |
| 10:30                           | 45,19 | 105829     | 714,15                            | 13,09    | 2,34 | 30,63 |
| 11:00                           | 43,38 | 98862      | 701,42                            | 13,17    | 2,24 | 29,5  |
| 11:30                           | 44,12 | 100828     | 712,36                            | 14,14    | 2,33 | 32,94 |
| 12:00                           | 45,81 | 105563     | 776,28                            | 13,72    | 2,58 | 35,4  |
| 12:30                           | 45    | 106466     | 783,43                            | 14,26    | 2,54 | 36,22 |
| 13:00                           | 40    | 108867     | 785,97                            | 13,46    | 2,42 | 32,57 |
| 13:30                           | 41,56 | 114945     | 791,09                            | 13,85    | 2,39 | 33,1  |
| 14:00                           | 37,94 | 118112     | 741,49                            | 13,54    | 2,3  | 31,14 |
| 14:30                           | 35,94 | 115472     | 512,71                            | 12,9     | 1,95 | 25,16 |
| 15:00                           | 38,38 | 104055     | 309,62                            | 12,52    | 1,44 | 18,03 |
| 15:30                           | 37,75 | 99861      | 211,82                            | 12,27    | 1,14 | 13,99 |
| 16:00                           | 36,06 | 93642      | 208,59                            | 12,66    | 0,82 | 10,38 |
| 16:30                           | 34,19 | 82875      | 93,61                             | 13,37    | 0,45 | 6,02  |
| 17:00                           | 32,81 | 36396      | 61,87                             | 12,84    | 0,13 | 1,67  |

Tabel 18 Hasil Pengujian Hari Ketiga Cuaca Cerah Modul Surya *Floating*

| <i>Floating (21/3/2024)</i> |       |            |                                   |          |      |       |
|-----------------------------|-------|------------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                         | Suhu  | Intensitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                       | 29,56 | 72244      | 180,13                            | 13,9     | 0,87 | 12,09 |
| 07:30                       | 31,94 | 87282      | 224,36                            | 13,66    | 1,24 | 16,94 |
| 08:00                       | 32,13 | 98788      | 310,97                            | 12,74    | 1,69 | 21,53 |
| 08:30                       | 33,19 | 110963     | 427,74                            | 13,14    | 2,07 | 27,2  |
| 09:00                       | 35,63 | 124414     | 610,36                            | 13,5     | 2,5  | 33,75 |
| 09:30                       | 33,81 | 138776     | 741,83                            | 13,76    | 2,86 | 39,35 |
| 10:00                       | 35,44 | 126628     | 733,18                            | 13,69    | 2,71 | 37,1  |
| 10:30                       | 35,69 | 134764     | 728,48                            | 13,32    | 2,77 | 36,9  |
| 11:00                       | 36,69 | 133903     | 681,97                            | 13,6     | 2,59 | 35,22 |
| 11:30                       | 38,63 | 130346     | 735,31                            | 13,79    | 2,71 | 37,37 |
| 12:00                       | 39,06 | 120695     | 682,16                            | 13,5     | 2,61 | 35,23 |
| 12:30                       | 40,13 | 129352     | 789,47                            | 14,95    | 2,75 | 41,11 |

|       |       |        |        |       |      |       |
|-------|-------|--------|--------|-------|------|-------|
| 13:00 | 40,94 | 140057 | 794,29 | 14,84 | 2,78 | 41,26 |
| 13:30 | 40,5  | 135051 | 740,52 | 13,38 | 2,72 | 36,39 |
| 14:00 | 42,75 | 126675 | 663,53 | 14,51 | 2,37 | 34,39 |
| 14:30 | 39,94 | 114048 | 358,16 | 13,23 | 1,93 | 25,53 |
| 15:00 | 38,94 | 103523 | 274,28 | 12,79 | 1,55 | 19,82 |
| 15:30 | 34,63 | 74089  | 217,83 | 14,28 | 1    | 14,28 |
| 16:00 | 36,94 | 85682  | 197,33 | 14,26 | 0,92 | 13,12 |
| 16:30 | 36,19 | 67649  | 85,02  | 13,92 | 0,55 | 7,66  |
| 17:00 | 33,38 | 47880  | 62,58  | 13,85 | 0,27 | 3,74  |

Tabel 19 Hasil Pengujian Hari Ketiga Cuaca Cerah Modul Surya *Ground mount*

| <i>Ground mount (21/3/2024)</i> |       |            |                                |          |      |       |
|---------------------------------|-------|------------|--------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                             | Suhu  | Intensitas | Irradiance (W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                           | 31,12 | 57502      | 180,13                         | 12,29    | 0,85 | 10,45 |
| 07:30                           | 34,88 | 67049      | 224,36                         | 12,49    | 1,18 | 14,74 |
| 08:00                           | 36,13 | 73053,74   | 310,97                         | 12,7     | 1,37 | 17,4  |
| 08:30                           | 37,31 | 83013      | 427,74                         | 13,07    | 1,78 | 23,26 |
| 09:00                           | 39,88 | 98967      | 610,36                         | 13,2     | 2,25 | 29,7  |
| 09:30                           | 37,69 | 100095     | 741,83                         | 13,34    | 2,29 | 30,55 |
| 10:00                           | 40,63 | 89929      | 733,18                         | 13,56    | 2,05 | 27,8  |
| 10:30                           | 42,19 | 94210      | 728,48                         | 13,01    | 2,31 | 30,05 |
| 11:00                           | 42,5  | 97216      | 681,97                         | 13,27    | 2,23 | 29,59 |
| 11:30                           | 44,13 | 99641      | 735,31                         | 13,31    | 2,53 | 33,67 |
| 12:00                           | 42,63 | 101025     | 682,16                         | 13,06    | 2,25 | 29,39 |
| 12:30                           | 44,75 | 105554     | 789,47                         | 13,96    | 2,39 | 33,36 |
| 13:00                           | 47,81 | 117951     | 794,29                         | 14,27    | 2,55 | 36,39 |
| 13:30                           | 45,63 | 106150     | 740,52                         | 13,13    | 2,19 | 28,75 |
| 14:00                           | 48,06 | 110160     | 663,53                         | 13,27    | 2,13 | 28,27 |
| 14:30                           | 41,94 | 93967      | 358,16                         | 12,59    | 1,57 | 19,77 |
| 15:00                           | 40,69 | 89659      | 274,28                         | 12,59    | 1,16 | 14,6  |
| 15:30                           | 36,69 | 71752      | 217,83                         | 12,28    | 0,78 | 9,58  |
| 16:00                           | 38,69 | 81514      | 197,33                         | 13,11    | 0,72 | 9,44  |
| 16:30                           | 36,69 | 64826      | 85,02                          | 13,18    | 0,41 | 5,4   |
| 17:00                           | 33,63 | 42702      | 62,58                          | 12,96    | 0,19 | 2,46  |

Tabel 20 Hasil Pengujian Hari Pertama Cuaca Hujan Modul Surya *Floating*

| <i>Floating (1/5/2024)</i> |       |            |                                   |          |      |       |
|----------------------------|-------|------------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                        | Suhu  | Intensitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                      | 29,37 | 25409,05   | 70,19                             | 12,82    | 0,3  | 3,85  |
| 07:30                      | 29,87 | 55529,06   | 167,44                            | 12,74    | 0,81 | 10,32 |
| 08:00                      | 31,19 | 35353,06   | 122,51                            | 13,47    | 0,5  | 6,74  |
| 08:30                      | 34,75 | 71659,7    | 234,37                            | 12,83    | 1,12 | 14,37 |
| 09:00                      | 32,06 | 66190,45   | 233,32                            | 12,57    | 1,12 | 14,08 |
| 09:30                      | 30,94 | 49570,3    | 155,69                            | 13,15    | 0,76 | 9,99  |
| 10:00                      | 29,88 | 44342,26   | 148,74                            | 13,29    | 0,67 | 8,91  |
| 10:30                      | 27,69 | 39148,95   | 133,61                            | 13,19    | 0,59 | 7,78  |
| 11:00                      | 28,44 | 39116,05   | 134,19                            | 13,14    | 0,59 | 7,75  |
| 11:30                      | 28,56 | 37234,16   | 123,58                            | 12,83    | 0,53 | 6,79  |
| 12:00                      | 29,94 | 451021     | 153,62                            | 13,18    | 0,69 | 9,09  |
| 12:30                      | 32,88 | 56209,83   | 178,96                            | 13,22    | 0,86 | 11,37 |
| 13:00                      | 34,38 | 59139,79   | 197,37                            | 12,63    | 0,97 | 12,25 |
| 13:30                      | 34,38 | 76031,8    | 235,06                            | 12,67    | 1,14 | 14,44 |
| 14:00                      | 32,5  | 49675,82   | 170,83                            | 12,7     | 0,84 | 10,67 |
| 14:30                      | 31,81 | 57084,14   | 200,48                            | 13,43    | 0,96 | 12,89 |
| 15:00                      | 32,06 | 62523,59   | 205,61                            | 12,75    | 1,09 | 13,9  |
| 15:30                      | 34,39 | 51335,8    | 169,18                            | 12,55    | 0,8  | 10,04 |
| 16:00                      | 33,28 | 33901      | 80,44                             | 13,35    | 0,55 | 7,34  |
| 16:30                      | 33    | 51277,35   | 80,6                              | 12,72    | 0,61 | 7,76  |
| 17:00                      | 30,94 | 14195      | 60,65                             | 13,25    | 0,2  | 2,65  |

Tabel 21 Hasil Pengujian Hari Pertama Cuaca Hujan Modul Surya *Ground mount*

| <i>Ground mount (1/5/2024)</i> |       |            |                                   |          |      |       |
|--------------------------------|-------|------------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                            | Suhu  | Intensitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                          | 29,75 | 11467,5    | 70,19                             | 12,97    | 0,13 | 1,69  |
| 07:30                          | 31,31 | 61315,83   | 167,44                            | 12,25    | 0,81 | 9,92  |
| 08:00                          | 31,62 | 31556,25   | 122,51                            | 12,25    | 0,46 | 5,64  |
| 08:30                          | 36,88 | 59079,99   | 234,37                            | 12,2     | 1,06 | 12,93 |
| 09:00                          | 32,96 | 54491      | 233,32                            | 12,17    | 0,99 | 12,05 |
| 09:30                          | 31,94 | 48580,3    | 155,69                            | 13,05    | 0,75 | 9,79  |
| 10:00                          | 30,88 | 43542,26   | 148,74                            | 13,19    | 0,65 | 8,57  |
| 10:30                          | 28,19 | 37048,95   | 133,61                            | 13,09    | 0,57 | 7,46  |
| 11:00                          | 28,93 | 38016,05   | 134,19                            | 13,04    | 0,59 | 7,69  |
| 11:30                          | 28,86 | 36334,16   | 123,58                            | 12,77    | 0,51 | 6,51  |
| 12:00                          | 30,91 | 44203      | 153,62                            | 13,01    | 0,68 | 8,85  |
| 12:30                          | 33,25 | 53427      | 178,96                            | 12,18    | 0,92 | 11,21 |

|       |       |          |        |       |      |       |
|-------|-------|----------|--------|-------|------|-------|
| 13:00 | 35,63 | 50031,66 | 197,37 | 12,25 | 0,76 | 9,31  |
| 13:30 | 35,5  | 66017,5  | 235,06 | 12,47 | 1,07 | 13,34 |
| 14:00 | 33,56 | 49839,16 | 170,83 | 12,24 | 0,7  | 8,57  |
| 14:30 | 33,88 | 55765,41 | 200,48 | 12,22 | 0,83 | 10,14 |
| 15:00 | 34,5  | 64368,33 | 205,61 | 12,22 | 0,94 | 11,49 |
| 15:30 | 34,94 | 37766,66 | 169,18 | 12,16 | 0,65 | 7,9   |
| 16:00 | 33,44 | 31501,25 | 80,44  | 13,28 | 0,49 | 6,51  |
| 16:30 | 33,13 | 38477,08 | 80,6   | 12,16 | 0,44 | 5,35  |
| 17:00 | 31,12 | 13493,33 | 60,65  | 12,94 | 0,19 | 2,46  |

Tabel 22 Hasil Pengujian Hari Kedua Cuaca Hujan Modul Surya *Floating*

| <i>Floating (5/5/2024)</i> |       |            |                                   |          |      |       |
|----------------------------|-------|------------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                        | Suhu  | Intensitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                      | 27,56 | 20282,15   | 60,55                             | 12,85    | 0,26 | 3,34  |
| 07:30                      | 29,12 | 49022,85   | 133,83                            | 12,49    | 0,63 | 7,86  |
| 08:00                      | 29,25 | 40046,6    | 94,45                             | 13,5     | 0,43 | 5,81  |
| 08:30                      | 31,75 | 64111,3    | 170,6                             | 13,41    | 0,78 | 10,46 |
| 09:00                      | 32,87 | 66324,05   | 190,6                             | 13,78    | 0,82 | 11,3  |
| 09:30                      | 30,06 | 41775,05   | 122,9                             | 12,55    | 0,55 | 6,9   |
| 10:00                      | 29,81 | 51210,55   | 140,2                             | 12,97    | 0,66 | 8,56  |
| 10:30                      | 28,94 | 39420,35   | 93,05                             | 13,44    | 0,43 | 5,78  |
| 11:00                      | 28,87 | 37190,9    | 92,6                              | 13,27    | 0,4  | 5,31  |
| 11:30                      | 28,51 | 46901,95   | 131,22                            | 12,89    | 0,56 | 7,22  |
| 12:00                      | 29,18 | 58074,25   | 154,6                             | 13,23    | 0,71 | 9,39  |
| 12:30                      | 31,94 | 67637,35   | 179,9                             | 13,36    | 0,87 | 11,62 |
| 13:00                      | 31,63 | 71300,13   | 201,52                            | 12,79    | 1,15 | 14,71 |
| 13:30                      | 31,75 | 59113,09   | 190,71                            | 12,8     | 0,89 | 11,39 |
| 14:00                      | 30,81 | 48381,03   | 140,32                            | 12,56    | 0,7  | 8,79  |
| 14:30                      | 29,44 | 45491,12   | 139,74                            | 12,88    | 0,64 | 8,24  |
| 15:00                      | 29,44 | 38910,39   | 132,19                            | 13,14    | 0,59 | 7,75  |
| 15:30                      | 29,44 | 33244,02   | 130,14                            | 13,27    | 0,53 | 7,03  |
| 16:00                      | 30,52 | 43095,09   | 139,15                            | 12,91    | 0,62 | 8     |
| 16:30                      | 29,19 | 33070,5    | 92,88                             | 13,58    | 0,41 | 5,57  |
| 17:00                      | 28,25 | 25862,39   | 70,28                             | 12,97    | 0,37 | 4,8   |

Tabel 23 Hasil Pengujian Hari Kedua Cuaca Hujan Modul Surya *Ground mount*

| <i>Ground mount (5/5/2024)</i> |       |            |                                   |          |      |       |
|--------------------------------|-------|------------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                            | Suhu  | Intensitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                          | 27,81 | 14167,08   | 60,55                             | 12,9     | 0,2  | 2,58  |
| 07:30                          | 30    | 37542,08   | 133,83                            | 12,36    | 0,53 | 6,55  |
| 08:00                          | 29,56 | 30277,5    | 94,45                             | 13,1     | 0,44 | 5,76  |
| 08:30                          | 31,51 | 59152,5    | 170,6                             | 12,22    | 0,81 | 9,9   |
| 09:00                          | 33,69 | 60092,08   | 190,6                             | 12,23    | 0,82 | 10,03 |
| 09:30                          | 31,12 | 36602,5    | 122,9                             | 12,35    | 0,51 | 6,3   |
| 10:00                          | 30,31 | 45906,66   | 140,2                             | 12,17    | 0,59 | 7,18  |
| 10:30                          | 29,44 | 35346,66   | 93,05                             | 13,15    | 0,4  | 5,26  |
| 11:00                          | 29,69 | 34750,83   | 92,6                              | 13,01    | 0,38 | 4,94  |
| 11:30                          | 28,89 | 41937,5    | 131,22                            | 12,78    | 0,54 | 6,9   |
| 12:00                          | 30,63 | 54697,5    | 154,6                             | 12,25    | 0,65 | 7,96  |
| 12:30                          | 32,4  | 61934,58   | 179,9                             | 12,81    | 0,9  | 11,53 |
| 13:00                          | 32,63 | 66724,16   | 201,52                            | 12,39    | 1,14 | 14,12 |
| 13:30                          | 32,13 | 56205,41   | 190,71                            | 12,2     | 0,85 | 10,37 |
| 14:00                          | 31,44 | 43619,58   | 140,32                            | 12,21    | 0,57 | 6,96  |
| 14:30                          | 29,61 | 38697,08   | 139,74                            | 12,42    | 0,57 | 7,08  |
| 15:00                          | 29,68 | 33724,16   | 132,19                            | 13,1     | 0,51 | 6,68  |
| 15:30                          | 29,63 | 28567,92   | 130,14                            | 13,09    | 0,43 | 5,63  |
| 16:00                          | 31,69 | 38862,08   | 139,15                            | 12,78    | 0,49 | 6,26  |
| 16:30                          | 30,06 | 25208,33   | 92,88                             | 13,12    | 0,34 | 4,46  |
| 17:00                          | 29,38 | 21871,67   | 70,28                             | 12,87    | 0,36 | 4,63  |

Tabel 24 Hasil Pengujian Hari Ketiga Cuaca Hujan Modul Surya *Floating*

| <i>Floating (11/5/2024)</i> |       |           |                                   |          |      |       |
|-----------------------------|-------|-----------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                         | Suhu  | Intenitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                       | 28,37 | 14536,33  | 56,27                             | 12,93    | 0,21 | 2,72  |
| 07:30                       | 29,56 | 29393,03  | 94,38                             | 12,61    | 0,43 | 5,42  |
| 08:00                       | 30,19 | 43055,05  | 147,16                            | 12,78    | 0,67 | 8,56  |
| 08:30                       | 30,62 | 50636,9   | 169,52                            | 13,13    | 0,82 | 10,77 |
| 09:00                       | 30,31 | 57456,35  | 181,63                            | 13,09    | 0,96 | 12,57 |
| 09:30                       | 31,38 | 51903,6   | 172,93                            | 13,27    | 0,83 | 11,01 |
| 10:00                       | 31,25 | 64896,2   | 239,47                            | 12,55    | 1,14 | 14,31 |
| 10:30                       | 31,88 | 50918,3   | 193,83                            | 12,56    | 1,08 | 13,56 |
| 11:00                       | 32,56 | 74632,3   | 246,18                            | 12,81    | 1,19 | 15,24 |
| 11:30                       | 32,31 | 65798     | 244,57                            | 12,67    | 1,19 | 15,08 |
| 12:00                       | 31,94 | 60245,25  | 194,71                            | 12,77    | 1,05 | 13,41 |
| 12:30                       | 31,69 | 57523,15  | 193,48                            | 13,37    | 0,99 | 13,24 |

|       |       |          |        |       |      |      |
|-------|-------|----------|--------|-------|------|------|
| 13:00 | 29,13 | 35429,05 | 125,19 | 13,48 | 0,52 | 7,01 |
| 13:30 | 27,13 | 25370,6  | 119,29 | 13,23 | 0,51 | 6,74 |
| 14:00 | 28,88 | 30238,65 | 133,06 | 12,5  | 0,62 | 7,75 |
| 14:30 | 28,94 | 29746    | 126,66 | 12,56 | 0,6  | 7,54 |
| 15:00 | 27,31 | 25604,4  | 118,49 | 12,57 | 0,53 | 6,66 |
| 15:30 | 27,13 | 25161,85 | 118,02 | 12,47 | 0,52 | 6,48 |
| 16:00 | 26,69 | 24786,1  | 97,81  | 12,12 | 0,49 | 5,93 |
| 16:30 | 26,51 | 24527,25 | 95,46  | 12,76 | 0,46 | 5,87 |
| 17:00 | 26,44 | 14153,25 | 55,29  | 13,25 | 0,2  | 2,65 |

Tabel 25 Hasil Pengujian Hari Ketiga Cuaca Hujan Modul Surya *Ground mount*

| <i>Ground mount (11/5/2024)</i> |       |           |                                   |          |      |       |
|---------------------------------|-------|-----------|-----------------------------------|----------|------|-------|
| Jam                             | Suhu  | Intenitas | Irradiance<br>(W/m <sup>2</sup> ) | Tegangan | Arus | Daya  |
| 07:00                           | 28,62 | 14217,5   | 56,27                             | 12,27    | 0,2  | 2,45  |
| 07:30                           | 29,69 | 28233,33  | 94,38                             | 12,49    | 0,4  | 5     |
| 08:00                           | 31,37 | 42244,58  | 147,16                            | 12,17    | 0,66 | 8,03  |
| 08:30                           | 32,31 | 49550,41  | 169,52                            | 12,19    | 0,82 | 10    |
| 09:00                           | 32,63 | 54798,33  | 181,63                            | 12,23    | 0,92 | 11,25 |
| 09:30                           | 33,56 | 49852,91  | 172,93                            | 13,09    | 0,83 | 10,86 |
| 10:00                           | 33,69 | 61893,33  | 239,47                            | 12,37    | 1,09 | 13,48 |
| 10:30                           | 33,13 | 49435,83  | 193,83                            | 12,35    | 0,97 | 11,98 |
| 11:00                           | 33,81 | 72118,74  | 246,18                            | 12,42    | 1,22 | 15,15 |
| 11:30                           | 33,75 | 64395,83  | 244,57                            | 12,24    | 1    | 12,24 |
| 12:00                           | 33,56 | 59125     | 194,71                            | 12,27    | 1,01 | 12,39 |
| 12:30                           | 33,06 | 53945,83  | 193,48                            | 13,51    | 0,76 | 10,27 |
| 13:00                           | 30,15 | 34407,08  | 125,19                            | 12,87    | 0,5  | 6,43  |
| 13:30                           | 28,56 | 23770     | 119,29                            | 12,95    | 0,48 | 6,22  |
| 14:00                           | 29,75 | 29554,16  | 133,06                            | 12,31    | 0,57 | 7,02  |
| 14:30                           | 29,81 | 28439,58  | 126,66                            | 12,25    | 0,57 | 6,98  |
| 15:00                           | 27,63 | 25502,5   | 118,49                            | 12,18    | 0,52 | 6,33  |
| 15:30                           | 27,69 | 25002,91  | 118,02                            | 12,16    | 0,51 | 6,2   |
| 16:00                           | 26,81 | 23220,83  | 97,81                             | 12,05    | 0,49 | 5,9   |
| 16:30                           | 26,7  | 23175     | 95,46                             | 12,7     | 0,4  | 5,08  |
| 17:00                           | 26,15 | 13507,08  | 55,29                             | 13,1     | 0,19 | 2,49  |

## LAMPIRAN B PERHITUNGAN

### A. Perhitungan Kemampuan Apung

Mencari volume apung

$$Vp = \eta \times r^2 \times p$$

$$Vp = 3,14 \times 0,03^2 \times 1$$

$$Vp = 0,002826 \text{ m}^3$$

Selanjutnya mencari gaya apung

$$Fap = \rho \times g \times V$$

$$Fap = 1000 \times 9,81 \times 0,002826$$

$$Fap = 27,72 \text{ N}$$

Karena ada lima pelampung maka kemampuan apungnya

$$Fap = 27,72 \times 5$$

$$Fap = 138,6 \text{ N}$$

Untuk gaya grafitas karena berat total sebesar 5Kg maka

$$Fg = W \times 9,81$$

$$Fg = 5 \times 9,81$$

$$Fg = 49,05 \text{ N}$$

Maka nilai gaya apung yang diperoleh sebesar

$$Fap = 138,6 - 49,05$$

$$Fap = 89,55$$

## LAMPIRAN C LISTING PROGRAM

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL62_WvC7Mr"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "MONITORING"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "D0ceRC93gFXBCdv334I3ZHpz0F02pUd3"
#define BLYNK_PRINT Serial
#include "Wire.h"
#include <Wire.h>
#include <WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <OneWire.h>
#include <RTCLib.h>
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <BH1750.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ModbusMaster.h>
#define MAX485_DE 4
#define MAX485_RE 4
#define trigkiri 12
#define echokiri 14
#define trigkanan 27
#define echokanan 13

char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;
char ssid[] = "dlink";
char pass[] = "1234567788";

SimpleTimer timer;

const int oneWireBus = 15;
OneWire oneWire(oneWireBus);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
float suhu;

long waktukiri;
int jarakkiri;
long waktukanan;
int jarakkanan;

ModbusMaster node;
SoftwareSerial PZEMSerial;
static uint8_t pzemSlaveAddr = 0x01;
static uint16_t NewshuntAddr = 0x0001;

float PZEMVoltage = 0;
```

```

float PZEMCurrent = 0;
float PZEMPower = 0;
float PZEMEnergy = 0;
unsigned long startMillisPZEM;
unsigned long currentMillisPZEM;
const unsigned long periodPZEM = 1000;
unsigned long startMillisReadData;
unsigned long currentMillisReadData;
const unsigned long periodReadData = 1000;
int ResetEnergy = 0;
int a = 1;
unsigned long startMillis1;
BH1750 bh1750_1;
BH1750 bh1750_2;

const int relaykanan = 26, relaykiri = 25;
float value1;
float value2;
bool relayAktifkiri = false;
bool relayAktifkanan = false;
RTC_DS3231 rtc;
int tahun;
byte bulan, hari, jam, menit, detik;

const int chipSelect = 4; // Chip select pin for SD card module
const char* filename = "/percobaanair12.txt"; // File name for the
data log

void sendSensor()
{

    sensors.requestTemperatures();
    suhu = sensors.getTempCByIndex(0);

    bh1750_1.readLightLevel();
    value1 = bh1750_1.readLightLevel()*10.02;
    bh1750_2.readLightLevel();
    value2 = bh1750_2.readLightLevel()*8.009;

    digitalWrite(trigkiri, LOW); // Makes trigPin low
    delayMicroseconds(2); // 2 micro second delay
    digitalWrite(trigkiri, HIGH); // trigPin high
    delayMicroseconds(10); // trigPin high for 10 micro seconds
    digitalWrite(trigkiri, LOW); // trigPin low
    waktukiri = pulseIn(echokiri, HIGH); //Read echo pin, time in
microseconds

```

```

jarakkiri = waktukiri * 0.034 / 2;

digitalWrite(trigkanan, LOW); // Makes trigPin low
delayMicroseconds(2);        // 2 micro second delay
digitalWrite(trigkanan, HIGH); // trigPin high
delayMicroseconds(10);        // trigPin high for 10 micro seconds
digitalWrite(trigkanan, LOW); // trigPin low
waktukanan = pulseIn(echokanan, HIGH); //Read echo pin, time
in microseconds
jarakkanan = waktukanan * 0.034 / 2; //Calculating actual/real
distance

currentMillisReadData = millis();
if (currentMillisReadData - startMillisReadData >=
periodReadData)
    Serial.print("Power : "); Serial.print(PZEMPower);
Serial.println(" W ");
    startMillisReadData = millis();

Blynk.virtualWrite(V1, suhu);
Blynk.virtualWrite(V2, value1);
Blynk.virtualWrite(V4, value2);
Blynk.virtualWrite(V3, PZEMPower);
Blynk.virtualWrite(V5, jarakkiri);
Blynk.virtualWrite(V6, PZEMVoltage);
//Blynk.virtualWrite(V12, PZEMCurrent);
}

File dataFile;
void preTransmission() {
    if (millis() - startMillis1 > 5000) {
        digitalWrite(MAX485_RE, 1);
        digitalWrite(MAX485_DE, 1);
        delay(1);
    }
}

void postTransmission() {
    if (millis() - startMillis1 > 5000) {
        delay(3);
        digitalWrite(MAX485_RE, 0);
        digitalWrite(MAX485_DE, 0);
    }
}

void setShunt(uint8_t slaveAddr) {
    static uint8_t SlaveParameter = 0x06;

```

```

static uint16_t registerAddress = 0x0003;
    uint16_t u16CRC = 0xFFFF;
    u16CRC = crc16_update(u16CRC, slaveAddr);
    u16CRC = crc16_update(u16CRC, SlaveParameter);
    u16CRC = crc16_update(u16CRC, highByte(registerAddress));
    u16CRC = crc16_update(u16CRC, lowByte(registerAddress));
    u16CRC = crc16_update(u16CRC, highByte(NewshuntAddr));
    u16CRC = crc16_update(u16CRC, lowByte(NewshuntAddr));
    preTransmission();
    PZEMSerial.write(slaveAddr);
    PZEMSerial.write(SlaveParameter);
    PZEMSerial.write(highByte(registerAddress));
    PZEMSerial.write(lowByte(registerAddress));
    PZEMSerial.write(highByte(NewshuntAddr));
    PZEMSerial.write(lowByte(NewshuntAddr));
    PZEMSerial.write(lowByte(u16CRC));
    PZEMSerial.write(highByte(u16CRC));
    delay(10);
}

void changeAddress(uint8_t OldslaveAddr, uint8_t NewslaveAddr)
//Change the slave address of a node
{

    /* 1- PZEM-017 DC Energy Meter */

    static uint8_t SlaveParameter = 0x06;
    /* Write command code to PZEM */
    static uint16_t registerAddress = 0x0002;
    /* Modbus RTU device address command code */
    uint16_t u16CRC = 0xFFFF;
    /* declare CRC check 16 bits*/
    u16CRC = crc16_update(u16CRC, OldslaveAddr);
    // Calculate the crc16 over the 6bytes to be send
    u16CRC = crc16_update(u16CRC, SlaveParameter);
    u16CRC = crc16_update(u16CRC, highByte(registerAddress));
    u16CRC = crc16_update(u16CRC, lowByte(registerAddress));
    u16CRC = crc16_update(u16CRC, highByte(NewslaveAddr));
    u16CRC = crc16_update(u16CRC, lowByte(NewslaveAddr));
    preTransmission();
    /* trigger transmission mode*/

    PZEMSerial.write(OldslaveAddr);
    /* these whole process code sequence refer to manual*/
    PZEMSerial.write(SlaveParameter);
    PZEMSerial.write(highByte(registerAddress));
    PZEMSerial.write(lowByte(registerAddress));

```

```

        PZEMSerial.write(highByte(NewslaveAddr));
        PZEMSerial.write(lowByte(NewslaveAddr));
        PZEMSerial.write(lowByte(u16CRC));
        PZEMSerial.write(highByte(u16CRC));
        delay(10);
        postTransmission();
/* trigger reception mode*/
        delay(100);
    }

void setup()
{
    Wire.begin();
    sensors.begin();
    Serial.begin(9600);

    startMillis1 = millis();
    PZEMSerial.begin(9600, SWSERIAL_8N2, 16, 17);
    startMillisPZEM = millis();
    pinMode(MAX485_DE, OUTPUT);
    pinMode(MAX485_RE, OUTPUT);
    digitalWrite(MAX485_RE, 4);
    digitalWrite(MAX485_DE, 4);
    node.preTransmission(preTransmission);
    node.postTransmission(postTransmission);
    node.begin(pzemSlaveAddr, PZEMSerial);
    delay(1000);
    startMillisReadData = millis();

    pinMode(relaykanan, OUTPUT);
    pinMode(relaykiri, OUTPUT);
    pinMode(trigkiri, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
    pinMode(echokiri, INPUT); // Sets the echoPin as an Input
    pinMode(trigkanan, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
    pinMode(echokanan, INPUT); // Sets the echoPin as an Input

    bh1750_1.begin(BH1750::CONTINUOUS_HIGH_RES_MODE, 0x5C); //
    Alamat I2C sensor pertama (0x5C)
    bh1750_2.begin(BH1750::CONTINUOUS_HIGH_RES_MODE, 0x23); //
    Alamat I2C sensor kedua (0x23)

    Blynk.begin(auth, ssid, pass);
    timer.setInterval(1000L, sendSensor);

    if (!SD.begin(chipSelect)) {
        Serial.println("Card initialization failed.");
    }
}

```

```

        return;
    }
    Serial.println("Card initialized.");

    if (! rtc.begin()) {
        Serial.println("Couldn't find RTC");
        Serial.flush();
        abort();
        //while (1) delay(10);
    }

    if (rtc.lostPower()) {
        Serial.println("RTC lost power, let's set the time!");
        // When time needs to be set on a new device, or after a power
        loss, the
        // following line sets the RTC to the date & time this sketch
        was compiled
        // rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
        // This line sets the RTC with an explicit date & time, for
        example to set
        // January 21, 2014 at 3am you would call:
        // rtc.adjust(DateTime(2023, 8, 30, 20, 14, 0));
    }

    // When time needs to be re-set on a previously configured
    device, the
    // following line sets the RTC to the date & time this sketch
    was compiled
    //rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
    // This line sets the RTC with an explicit date & time, for
    example to set
    // January 21, 2014 at 3am you would call:
    //rtc.adjust(DateTime(2024, 2, 1, 10, 3, 0));
    //tahun,bulan,tanggal,jam,menit,detik

}

void loop()
{
    DateTime waktu = rtc.now();

    sensors.requestTemperatures();

    float temperatureC = sensors.getTempCByIndex(0);

    //ultrasonic kiri
    digitalWrite(trigkiri, LOW); // Makes trigPin low

```

```

delayMicroseconds(2);          // 2 micro second delay
digitalWrite(trigkiri, HIGH);  // trigPin high
delayMicroseconds(10);        // trigPin high for 10 micro seconds
digitalWrite(trigkiri, LOW);   // trigPin low
waktukiri = pulseIn(echokiri, HIGH); //Read echo pin, time in
microseconds
jarakkiri = waktukiri * 0.034 / 2; //Calculating actual/real
distance

//ultrasonic kanan
digitalWrite(trigkanan, LOW);  // Makes trigPin low
delayMicroseconds(2);          // 2 micro second delay
digitalWrite(trigkanan, HIGH); // trigPin high
delayMicroseconds(10);        // trigPin high for 10 micro seconds
digitalWrite(trigkanan, LOW);  // trigPin low
waktukanan = pulseIn(echokanan, HIGH); //Read echo pin, time
in microseconds
jarakkanan = waktukanan * 0.034 / 2; //Calculating actual/real
distance

float value1 = bh1750_1.readLightLevel()*10.02;
float value2 = bh1750_2.readLightLevel()*8.009;

//sensor pzem17
if ((millis() - startMillis1 >= 10000) && (a == 1)) {
    setShunt(pzemSlaveAddr);
    changeAddress(0XF8, pzemSlaveAddr);
    a = 0;
}

currentMillisPZEM = millis();
if (currentMillisPZEM - startMillisPZEM >= periodPZEM) {
    uint8_t result;
    result = node.readInputRegisters(0x0000, 6);
    if (result == node.ku8MBSuccess) {
        uint32_t tempdouble = 0x00000000;
        PZEMVoltage = node.getResponseBuffer(0x0000) / 100.0;
        PZEMCurrent = node.getResponseBuffer(0x0001) / 100.0;
        tempdouble = (node.getResponseBuffer(0x0003) << 16) +
node.getResponseBuffer(0x0002);
        PZEMPower= PZEMVoltage * PZEMCurrent;
        //PZEMPower = tempdouble / 10.0;

        tempdouble = (node.getResponseBuffer(0x0005) << 16) +
node.getResponseBuffer(0x0004);
        PZEMEnergy = tempdouble;
        if (pzemSlaveAddr == 2) {

```

```

        }
    }
    startMillisPZEM = currentMillisPZEM;
}

currentMillisReadData = millis();
if (currentMillisReadData - startMillisReadData >=
periodReadData) {
    Serial.print("Vdc : "); Serial.print(PZEMVoltage);
    Serial.println(" V ");
    Serial.print("Idc : "); Serial.print(PZEMCurrent);
    Serial.println(" A ");
    Serial.print("Power : "); Serial.print(PZEMPower);
    Serial.println(" W ");
    Serial.print("Energy : "); Serial.print(PZEMEnergy);
    Serial.println(" Wh ");
    Serial.println(" ");
    startMillisReadData = millis();
}

/* count time for program run every second (by default)*/
// Print the data to the Serial Monitor
tahun= waktu.year();
bulan=waktu.month();
hari=waktu.day();
jam=waktu.hour();
menit=waktu.minute();
detik=waktu.second();

Serial.print(tahun);
Serial.print('/');
Serial.print(bulan);
Serial.print('/');
Serial.print(hari);
Serial.print(',');
Serial.print(jam);
Serial.print(':');
Serial.print(menit);
Serial.print(':');
Serial.print(detik);
Serial.println(' ');

Serial.print("Temperature : ");
Serial.print(temperatureC);
Serial.println(" °C");

```

```

Serial.print("Sensor 1: ");
Serial.print(value1);
Serial.println(" lux");

Serial.print("Sensor 2: ");
Serial.print(value2);
Serial.println(" lux");
Serial.println(" ");

Serial.print("Jarak kiri: ");
Serial.print(jarakkiri);
Serial.println(" cm");
Serial.print("Jarak kanan: ");
Serial.print(jarakkanan);
Serial.println(" cm");

Blynk.run();
timer.run();

if (jarakkiri < 100) {
    digitalWrite(relaykanan, HIGH);
    digitalWrite(relaykiri, LOW);
    relayAktifkiri = true;
}
else if (jarakkanan < 100) {
    digitalWrite(relaykanan, LOW);
    digitalWrite(relaykiri, HIGH);
    relayAktifkanan = true;
}
//8.00-9.00 gerak
else if (value1 > 0 && value1 < 5000 && value2 > 0 && value2 <=
5000) {
    digitalWrite(relaykanan, LOW);
    digitalWrite(relaykiri, LOW);
}
//8.00-9.00 gerak
else if (value1 > 0 && value1 < 5000 && value2 > 5000 && value2
< 8000) {
    digitalWrite(relaykanan, HIGH);
    digitalWrite(relaykiri, LOW);
    relayAktifkiri = true;
} else if (value2 > 0 && value2 < 5000 && value1 > 5000 &&
value1 < 8000) {
    digitalWrite(relaykanan, LOW);
    digitalWrite(relaykiri, HIGH);
    relayAktifkanan = true;
}

```

```

}

//jam 9:00-10.00 diam
else if (value1 >=8000.00 && value1 <= 13000.00 && value2 >=
8000.00 && value2 <= 13000.00) {
    digitalWrite(relaykanan, LOW);
    digitalWrite(relaykiri, LOW);
}
//jam 10.00- 11.00 gerak
else if (value1 > 8000.00 && value1 <13000.00 && value2 >
13000.00 && value2 < 16000.00) {
    digitalWrite(relaykanan, HIGH);
    digitalWrite(relaykiri, LOW);
    relayAktifkiri = true;
} else if (value2 > 8000.00 && value2 < 13000.00 && value1 >
13000.00 && value1 < 16000.00) {
    digitalWrite(relaykanan, LOW);
    digitalWrite(relaykiri, HIGH);
    relayAktifkanan = true;
}
//jam 11:00-12.00 diam
else if (value1 >=16000.00 && value1 <= 21000.00 && value2 >=
16000.00 && value2 <= 21000.00) {
    digitalWrite(relaykanan, LOW);
    digitalWrite(relaykiri, LOW);
}
else if (value1 > 16000.00 && value1 <21000.00 && value2 >
21000.00 && value2 < 24000.00) {
    digitalWrite(relaykanan, HIGH);
    digitalWrite(relaykiri, LOW);
    relayAktifkiri = true;
} else if (value2 > 16000.00 && value2 < 21000.00 && value1 >
21000.00 && value1 < 24000.00) {
    digitalWrite(relaykanan, LOW);
    digitalWrite(relaykiri, HIGH);
    relayAktifkanan = true;
}
else if (value1 >=24000.00 && value1 <= 29000.00 && value2 >=
24000.00 && value2 <= 29000.00) {
    digitalWrite(relaykanan, LOW);
    digitalWrite(relaykiri, LOW);
}
else if (value1 > 24000.00 && value1 <29000.00 && value2 >
29000.00 && value2 < 32000.00) {

    digitalWrite(relaykanan, HIGH);
    digitalWrite(relaykiri, LOW);
}

```

```

        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 24000.00 && value2 < 29000.00 && value1 >
29000.00 && value1 < 32000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >=32000.00 && value1 <= 37000.00 && value2 >=
32000.00 && value2 <= 37000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 32000.00 && value1 <37000.00 && value2 >
37000.00 && value2 < 40000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 32000.00 && value2 < 37000.00 && value1 >
37000.00 && value1 < 40000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >=40000.00 && value1 <= 45000.00 && value2 >=
40000.00 && value2 <= 45000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 40000.00 && value1 <45000.00 && value2 >
45000.00 && value2 < 48000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 40000.00 && value2 < 45000.00 && value1 >
45000.00 && value1 < 48000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >=48000.00 && value1 <= 53000.00 && value2 >=
48000.00 && value2 <= 53000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 48000.00 && value1 <53000.00 && value2 >
53000.00 && value2 < 56000.00) {

```

```

        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 48000.00 && value2 < 53000.00 && value1 >
53000.00 && value1 < 56000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >=56000.00 && value1 <= 61000.00 && value2 >=
56000.00 && value2 <= 61000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 56000.00 && value1 <61000.00 && value2 >
61000.00 && value2 < 64000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 56000.00 && value2 < 61000.00 && value1 >
61000.00 && value1 < 64000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 > 64000.00 && value1 <= 69000.00 && value2 >=
64000.00 && value2 <= 69000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 64000.00 && value1 <69000.00 && value2 >
69000.00 && value2 < 72000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 64000.00 && value2 < 69000.00 && value1 >
69000.00 && value1 < 72000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >=72000.00 && value1 <= 77000.00 && value2 >=
72000.00 && value2 <= 77000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
}

```

```

    else if (value1 > 72000.00 && value1 < 77000.00 && value2 >
77000.00 && value2 < 80000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 72000.00 && value2 < 77000.00 && value1 >
77000.00 && value1 < 80000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >= 80000.00 && value1 <= 85000.00 && value2 >=
80000.00 && value2 <= 85000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 80000.00 && value1 < 85000.00 && value2 >
85000.00 && value2 < 88000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 80000.00 && value2 < 85000.00 && value1 >
85000.00 && value1 < 88000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >= 88000.00 && value1 <= 93000.00 && value2
>= 88000.00 && value2 <= 93000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 88000.00 && value1 < 93000.00 && value2 >
93000.00 && value2 < 96000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 88000.00 && value2 < 93000.00 && value1 >
93000.00 && value1 < 96000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >= 96000.00 && value1 <= 101000.00 && value2 >=
96000.00 && value2 <= 101000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
    }

```

```

        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 96000.00 && value1 <101000.00 && value2 >
101000.00 && value2 < 104000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 96000.00 && value2 < 101000.00 && value1 >
101000.00 && value1 < 104000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >=104000.00 && value1 <= 109000.00 && value2 >=
104000.00 && value2 <= 109000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 104000.00 && value1 <109000.00 && value2 >
109000.00 && value2 < 112000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 104000.00 && value2 < 109000.00 && value1 >
109000.00 && value1 < 112000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >=112000.00 && value1 <= 117000.00 && value2 >=
112000.00 && value2 <= 117000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 112000.00 && value1 < 117000.00 && value2 >
117000.00 && value2 < 120000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 112000.00 && value2 < 117000.00 && value1 >
117000.00 && value1 < 120000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >=120000.00 && value1 <= 125000.00 && value2 >=
120000.00 && value2 <= 125000.00) {

```

```

        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 120000.00 && value1 <125000.00 && value2 >
125000.00 && value2 < 128000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 120000.00 && value2 < 125000.00 && value1 >
125000.00 && value1 < 128000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >=128000.00 && value1 <= 133000.00 && value2 >=
128000.00 && value2 <= 133000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 128000.00 && value1 <133000.00 && value2 >
133000.00 && value2 < 136000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 128000.00 && value2 < 133000.00 && value1 >
133000.00 && value1 < 136000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >=136000.00 && value1 <= 141000.00 && value2 >=
136000.00 && value2 <= 141000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 136000.00 && value1 < 141000.00 && value2 >
141000.00 && value2 < 144000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 136000.00 && value2 < 141000.00 && value1 >
141000.00 && value1 < 144000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
}

```

```

    else if (value1 >=144000.00 && value1 <= 149000.00 && value2 >=
144000.00 && value2 <= 149000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 144000.00 && value1 <149000.00 && value2 >
149000.00 && value2 < 152000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 144000.00 && value2 < 149000.00 && value1 >
149000.00 && value1 < 152000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >= 152000.00 && value1 <= 157000.00 && value2 >=
152000.00 && value2 <= 157000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 152000.00 && value1 <157000.00 && value2 >
157000.00 && value2 < 160000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 152000.00 && value2 < 157000.00 && value1 >
157000.00 && value1 < 160000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >=160000.00 && value1 <= 165000.00 && value2 >=
160000.00 && value2 <= 165000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 160000.00 && value1 <165000.00 && value2 >
165000.00 && value2 < 168000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 160000.00 && value2 < 165000.00 && value1 >
165000.00 && value1 < 168000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
    }

```

```

        relayAktifkanan = true;

    }
    else if (value1 >=168000.00 && value1 <= 173000.00 && value2 >=
168000.00 && value2 <= 173000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 168000.00 && value1 <173000.00 && value2 >
173000.00 && value2 < 176000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 168000.00 && value2 < 173000.00 && value1 >
173000.00 && value1 < 176000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >= 176000.00 && value1 <= 181000.00 && value2 >=
176000.00 && value2 <= 181000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 176000.00 && value1 <181000.00 && value2 >
181000.00 && value2 < 184000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 176000.00 && value2 < 181000.00 && value1 >
181000.00 && value1 < 184000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, HIGH);
        relayAktifkanan = true;
    }
    else if (value1 >=184000.00 && value1 <= 189000.00 && value2 >=
184000.00 && value2 <= 189000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, LOW);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
    }
    else if (value1 > 184000.00 && value1 <189000.00 && value2 >
189000.00 && value2 < 192000.00) {
        digitalWrite(relaykanan, HIGH);
        digitalWrite(relaykiri, LOW);
        relayAktifkiri = true;
    } else if (value2 > 184000.00 && value2 < 189000.00 && value1 >
189000.00 && value1 < 192000.00) {

```

```

    digitalWrite(relaykanan, LOW);
    digitalWrite(relaykiri, HIGH);

    relayAktifkanan = true;
}
else if (value1 >=192000.00 && value1 <= 200000.00 && value2 >=
192000.00 && value2 <= 200000.00) {
    digitalWrite(relaykanan, LOW);
    digitalWrite(relaykiri, LOW);
}
else {
    digitalWrite(relaykanan, LOW);
    digitalWrite(relaykiri, LOW);
    relayAktifkiri = true;
    relayAktifkanan = true;
}

// Log the data with timestamp to the SD card
//dataFile = SD.open(filename, FILE_WRITE);
dataFile = SD.open(filename, FILE_APPEND);

if (dataFile)
{
    dataFile.print(waktu.year(), DEC);
    dataFile.print('/');
    dataFile.print(waktu.month(), DEC);
    dataFile.print('/');
    dataFile.print(waktu.day(), DEC);
    dataFile.print(' ');
    dataFile.print(waktu.hour(), DEC);
    dataFile.print(':');
    dataFile.print(waktu.minute(), DEC);
    dataFile.print(':');
    dataFile.print(waktu.second(), DEC);
    dataFile.print(",");

    dataFile.print("Temperature : ");
    dataFile.print(temperatureC);
    dataFile.print(" °C");
    dataFile.print(",");

    dataFile.print("Sensor 1: ");
    dataFile.print(value1);
    dataFile.print(" lux");
    dataFile.print(",");
    dataFile.print("Sensor 2: ");
    dataFile.print(value2);

```

```

dataFile.print(" lux");
dataFile.print(",");

dataFile.print("Vdc : ");
dataFile.print(PZEMVoltage);
dataFile.print(" V ");
dataFile.print(",");
dataFile.print("Idc : ");
dataFile.print(PZEMCurrent);
dataFile.print(" A ");
dataFile.print(",");
dataFile.print("Power : ");
dataFile.print(PZEMPower);
dataFile.print(" W ");
dataFile.print(",");
dataFile.print("Energy : ");
dataFile.print(PZEMEnergy);
dataFile.print(" Wh ");
dataFile.println(" ");
dataFile.close();
Serial.println("Data written to SD card.");

}
else
{
    Serial.println("Error opening data file.");
}

delay(1000);
}

```

## LAMPIRAN D DOKUMENTASI

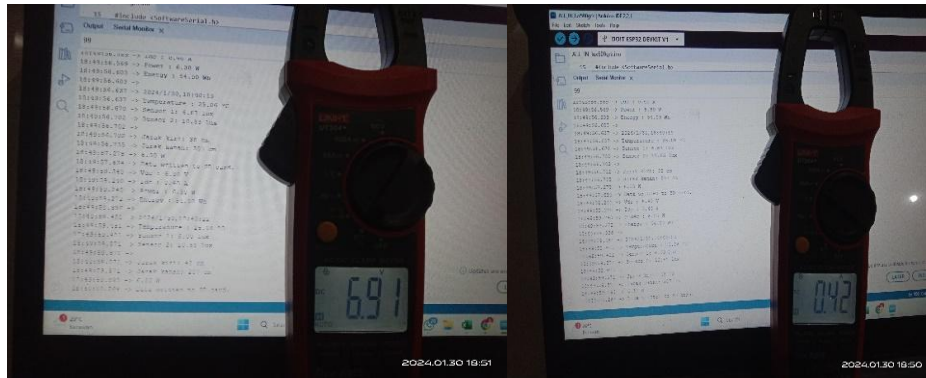
### Pengujian Sensor BH1750 *Ground mount*



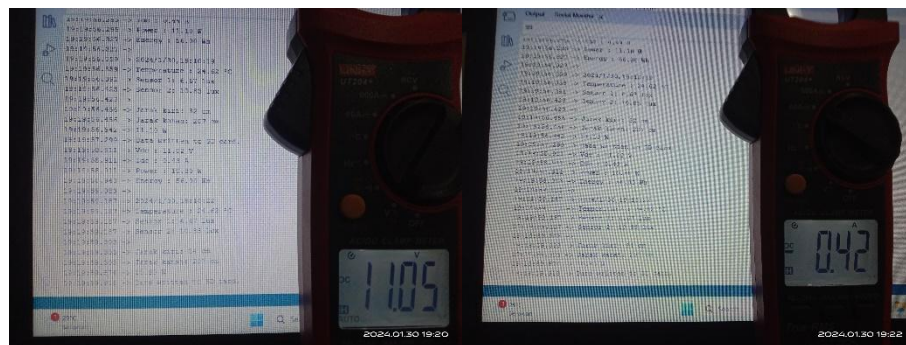
### Pengujian Sensor BH1750 *Floating*



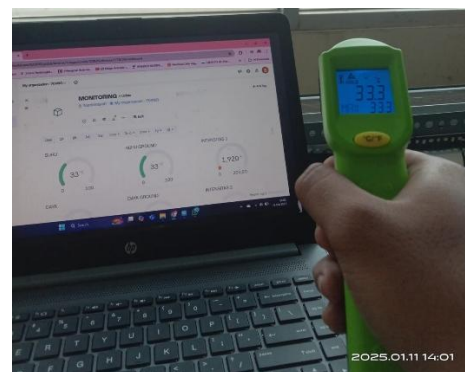
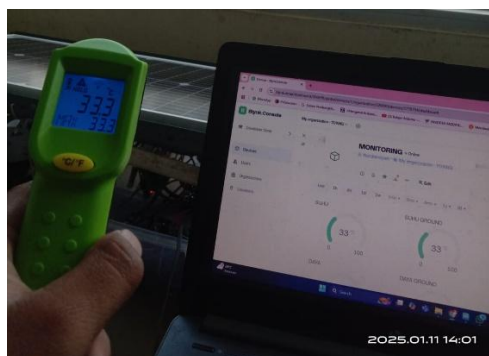
## Pengujian Sensor PZEM-017 Floating



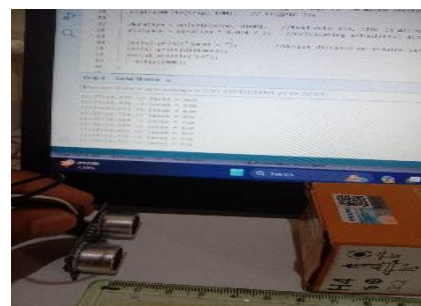
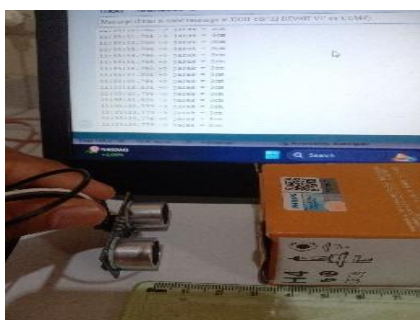
## Pengujian sensor PZEM-017 Ground mount



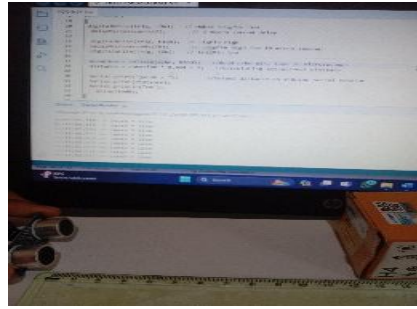
## Pengujian Sensor DS18B20



## Pengujian Sensor HCSR-04 Kiri



## Pengujian Sensor HCSR Kanan



## Dokumentasi Modul Surya *Floating* Dan *Ground mount*



Gambar Kerangka Modul Surya *Floating*



Gambar Kerangka Modul Surya *Ground mount*



Gambar Pengujian Alat Penelitian