

RANCANG BANGUN AERATOR KINCIR DENGAN SISTEM  
SAKLAR ALIH PLTS-PLN



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Konversi Energi  
Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

NURUL AMALIA                      342 17 047  
AGUNG BASOFI SUHERMAN        342 18 032

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK KONVERSI ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR  
2021

## HALAMAN PENGESAHAN


Laporan tugas akhir dengan judul "Rancang Bangun Acuator Kincir dengan Sistem Saklar Alih PLTS-PLN" oleh Nurul Amalia NIM 342 17 047 dan Agung Basofi Suherman NIM 342 18 032 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga (D-3) pada Program studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang .


Makassar, September 2021

Mengesahkan,

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Musrady Mulvadi, S.ST., M.T.  
NIP. 19720201 200112 1 002

  
A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D  
NIP. 19780804 200112 1 001

Mengetahui,

a.n. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

  
Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D.  
NIP. 19741106 200212 1 002

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini Selasa, tanggal 21 September 2021, tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa Nurul Aamalia 342 17 047 dan Agung Basofi Suherman 342 18 032 dengan judul “Rancang Bangun Aerator Kincir dengan Sistem Saklar Alih PLTS-PLN”

Makassar, 21 September 2021

### Tim Penguji Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir

- |  |            |         |
|--|------------|---------|
| 1. Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T.             | Ketua      | (.....) |
| 2. Ir. La Ode Musa, M.T.                     | Sekretaris | (.....) |
| 3. Ir. Andarcas Pangkung, M.T.               | Anggota    | (.....) |
| 4. Gusri Emiyati Ali, S.Pd., M.Pd.           | Anggota    | (.....) |
| 5. A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D | Anggota    | (.....) |
| 6. Musrady Mulyadi, S.ST., M.T.              | Anggota    | (.....) |

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Aerator Kincir dengan Sistem Saklar Alih PLTS-PLN” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas dukungan, bimbingan, perhatian dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis, antara lain:

1. Kedua orang tua penulis yang tak henti-hentinya mendoakan dan memberikan dukungan kepada kami.
2. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.T., Ph.D. Selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Sri Suwasti, S.ST.,M.T. Selaku Ketua Program Studi D-3 Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Musrady Mulyadi, S.ST., M.T. sebagai Pembimbing I dan Bapak A.M.Shiddiq Yunus,S.T.,M.Eng.Sc.Ph.D. sebagai Pembimbing II yang telah mencurahkan waktu dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Segenap Dosen pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya Dosen pada Program Studi Teknik Konversi Energi.

7. Seluruh tenaga kependidikan dan instruktur pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
8. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya teman-teman pada Program Studi Teknik Konversi Energi angkatan yang telah membantu dan memberi dukungannya dan seluruh pihak-pihak yang telah membantu terselesainya Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya konstruktif demi kesempurnaan Laporan kami. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semoga Allah SWT senantiasa meridhoi segala usaha dan kerja keras kita semua. Amin.

Makassar, 9 November 2021



Penulis

## DAFTAR ISI

	hlm.
HALAMAN SAMBUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR SIMBOL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
SURAT PERNYATAAN.....	xiv
RINGKASAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Kegiatan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sistem Aerasi.....	4
2.1.1 Aerasi.....	4
2.1.2 Aerator.....	5
2.1.3 Motor Brushless DC (BLDC).....	8

2.1.4 Kincir Aerator .....	9
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	10
2.2.1 Panel Surya .....	10
2.2.2 Solar Charge Controller.....	13
2.2.3 Baterai.....	14
2.3 Sistem Saklar Alih PLT-PLN .....	15
2.3.1 Arduino UNO.....	16
2.3.2 Sensor INA226.....	17
2.3.3 Relay.....	17
<b>BAB III METODE KEGIATAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan.....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.2.1 Alat.....	19
3.2.2 Bahan.....	20
3.3 Prosedur Kerja.....	20
3.4 Proses Pengujian .....	21
3.4.1 Pengujian Sistem Mekanik .....	21
3.4.2 Pengujian Pengisian Baterai.....	21
3.4.3 Pengujian Saklar Alih PLTS-PLN .....	22
3.4.4 Pengujian Daya Motor Listrik .....	22
3.5 Diagram Alir Pembuatan Alat.....	23
3.6 Konstruksi Alat Aerator.....	24
3.7 Skema Wiring Sistem Kelistrikan .....	24

3.8 Skema Wiring Diagram Sistem Kontrol dengan Arduino UNO.....	25
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI .....	26
4.1 Hasil Rancang Bangun .....	26
4.1.1 Hasil Rancang Bangun Konstruksi Mekanik.....	26
4.1.2 Hasil Rancang Bangun Sistem Listrik.....	29
4.1.3 Hasil Rancang Bangun Sistem Kontrol Saklar Alih .....	35
4.2 Grafik dan Deskripsi.....	38
4.3 Perhitungan .....	45
BAB V PENUTUP .....	54
5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 Saran .....	54
DAFTAR PUSTAKA .....	56
LAMPIRAN .....	58





## DAFTAR TABEL

	hlm
Tabel 4.1 Spesifikasi Panel Surya yang Digunakan .....	45
Tabel 4.2 Hasil Analisis Data Pengujian Panel Surya pada Hari Pertama (30 Juli 2021) .....	47
Tabel 4.3 Biaya Investasi Awal Aerator dengan PLTS .....	51



## DAFTAR GAMBAR

	hlm.
Gambar 2.1 <i>Paddle Wheel Aerator</i> .....	6
Gambar 2.2 <i>Diffuser Aerator</i> .....	7
Gambar 2.3 <i>Surface Aerator</i> .....	7
Gambar 2.4 <i>Gravity Aerarator</i> .....	8
Gambar 2.5 Penentuan Sudut Kemiringan Panel Surya .....	13
Gambar 2.6 Arduino Uno.....	16
Gambar 2.7 Sensor INA226 .....	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Alat.....	23
Gambar 3.2 Desain 3 Dimensi Aerator Tambak .....	24
Gambar 3.3 Wiring Sistem Kelistrikan Aerator PLTS-PLN.....	24
Gambar 3.4 Wiring Diagram Sistem Kontrol dengan Arduino UNO .....	25
Gambar 4.1 Rangka Panel Surya.....	26
Gambar 4.2 Pelampung.....	26
Gambar 4.3 Rangka Dudukan Bearing dan Motor .....	27
Gambar 4.4 Bearing.....	27
Gambar 4.5 Poros Penggerak .....	28
Gambar 4.6 Kincir Air .....	28
Gambar 4.7 Rantai .....	29
Gambar 4.8 Panel Surya.....	29
Gambar 4.9 Konverter 220 VAC-24 VDC.....	30
Gambar 4.10 Motor BLDC .....	31
Gambar 4.11 MPPT <i>Solar Charge Controller</i> .....	31

Gambar 4.12	Baterai .....	32
Gambar 4.13	Kabel .....	32
Gambar 4.14	<i>Speed Controller</i> .....	33
Gambar 4.15	Wattmeter .....	33
Gambar 4.16	Saklar .....	34
Gambar 4.17	Arduino UNO .....	35
Gambar 4.18	Sensor INA-226 .....	35
Gambar 4.19	Relay 1 Channel .....	36
Gambar 4.20	Rangkaian Sistem Kontrol Saklar Alih .....	37
Gambar 4.2.1	Grafik Hubungan antara Waktu dan Intensitas Cahaya Matahari	38
Gambar 4.2.2	Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Daya Output Panel Surya .....	39
Gambar 4.2.3	Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Daya Motor, Daya PV Output dan Tegangan Baterai.....	40
Gambar 4.2.4	Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Daya Motor, Daya PV Output dan Tegangan Baterai.....	41
Gambar 4.2.5	Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Daya Motor, Daya PV Output dan Tegangan Baterai.....	42
Gambar 4.2.6	Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya, Daya Output PV, Daya Motor PLTS, Daya Motor PLN .....	43
Gambar 4.2.7	Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya, Daya Output PV, Daya Motor PLTS, Daya Motor PLN .....	44

## DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
G	Watt/m <sup>2</sup>	Intensitas Radiasi Matahari
A	m <sup>2</sup>	Luas Penampang
P <sub>in</sub>	Watt	Daya Input
P <sub>out</sub>	Watt	Daya Output
V	Volt	Tegangan
I	Ampere	Arus
ET	Watt	Total Pemakaian Energi



## DAFTAR LAMPIRAN

	hlm.
Lampiran 1 Data Pengujian Pengisian Baterai / 1 Juli 2021.....	59
Lampiran 2 Data Pengujian Pengisian Baterai / 2 Juli 2021.....	60
Lampiran 3 Data Pengujian Pengisian Baterai / 3 Juli 2021.....	61
Lampiran 4 Data Pengujian Pengisian Baterai / 6 Juli 2021.....	62
Lampiran 5 Data Pengujian Tanpa Beban / 9 Juli 2021. ....	63
Lampiran 6 Data Pengujian Tanpa Beban / 10 Juli 2021.....	64
Lampiran 7 Data Pengujian Tanpa Beban / 11 Juli 2021.....	65
Lampiran 8 Data Pengujian Berbeban / 29 Juli 2021. ....	66
Lampiran 9 Data Pengujian Berbeban / 30 Juli 2021. ....	67
Lampiran 10 Data Pengujian Berbeban / 2 Agustus 2021 .....	68
Lampiran 11 Produk yang telah Dibuat.....	69
Lampiran 12 Gambar Teknik Rangka Aerator.....	70
Lampiran 13 Kode Program Arduino .....	72
Lampiran 14 Tabel SOC Baterai .....	75
Lampiran 14 Foto Kegiatan.....	76

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : NURUL AMALIA

NIM : 342 17 047

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “**Rancang Bangun Aerator Kincir dengan Sistem Saklar Alih PLTS-PLN**” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar,

2021

NURUL AMALIA  
NIM. 342 17 047

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : AGUNG BASOFI SUHERMAN

NIM : 342 18 032

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “**Rancang Bangun Aerator Kincir dengan Sistem Saklar Alih PLTS-PLN**” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar,

2021

AGUNG BASOFI SUHERMAN  
NIM. 342 18 032

## **RANCANG BANGUN AERATOR KINCIR DENGAN SISTEM SAKLAR ALIH PLTS-PLN**

### **RINGKASAN**

Proses aerasi merupakan penambahan oksigen dalam air yang berfungsi untuk meningkatkan kadar oksigen di dalam air dan melepaskan kandungan gas yang terlarut dalam air yang biasa dilakukan menggunakan alat yang disebut aerator. Aerator umumnya beroperasi menggunakan sumber listrik dari PLN atau bahan bakar minyak. Sedangkan penggunaan energi listrik dan BBM tergolong tidak hemat energi ditambah BBM yang kian hari semakin langka. Maka dari itu dilakukan inovasi baru yang digunakan sebagai sumber energi utama dengan menggunakan sumber energi alternatif dari energi matahari. Sistem ini akan memadukan sumber energi alternatif dari panel surya sebagai sumber energi utama dan sumber energi listrik dari PLN yang bekerja dan dikontrol sesuai dengan program Arduino UNO.

Kegiatan ini dimulai dengan perancangan alat, pemilihan alat dan bahan, perakitan dan kemudian dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan meliputi Pengujian sistem mekanik atau konstruksi alat yang telah dibuat, pengujian pengisian baterai dari panel surya, pengujian saklar alih sumber energi PLTS-PLN, pengujian daya motor listrik dari suplai panel surya.

Berdasarkan kegiatan yang dilakukan aerator dengan sistem saklar alih yang dibuat dapat menggerakkan beban motor BLDC 24 V dengan daya yang dipakai motor untuk menggerakkan kincir dari PLN lebih besar dibandingkan dengan PLTS.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Tambak dikenal dalam budi daya perairan sebagai kolam buatan yang biasanya dibangun di daerah pantai yang dimanfaatkan masyarakat pertanian tambak sebagai sarana budi daya hewan air payau. Demi keberhasilan budi daya melalui tambak maka kualitas air yang sesuai standar harus selalu dijaga. Namun, karena tambak merupakan kolam buatan, maka air tambak ini tidak mengalir. Teknologi umum yang biasa digunakan pada pertanian tambak yaitu aerasi. Aerasi merupakan proses penambahan oksigen dalam air yang berfungsi untuk meningkatkan kadar oksigen di dalam air dan melepaskan kandungan gas yang terlarut dalam air (Yuniarti, 2019).

Pada prinsipnya proses aerasi merupakan proses pencampuran air dengan udara sehingga air yang beroksigen rendah kontak dengan oksigen atau udara. Dengan terjaganya kadar oksigen dalam air maka produktivitas pertanian tambak menjadi lebih baik.

Proses aerasi ini menggunakan suatu alat yang biasa disebut dengan aerator. Aerator umumnya bekerja dengan menggunakan sumber tenaga listrik dari PLN maupun bahan bakar minyak (BBM). Sedangkan penggunaan energi listrik dan BBM tergolong tidak hemat energi ditambah BBM yang kian hari semakin langka. Maka dari itu dilakukan inovasi baru yang digunakan sebagai sumber energi utama dengan menggunakan sumber energi alternatif dari energi matahari yaitu PLTS atau biasa dikenal dengan panel surya. Keunggulan utama energi

surya dibandingkan dengan energi alternatif lain yaitu tersedia di semua tempat. Sehingga, pemanfaatannya akan lebih mudah.

Meskipun energi matahari tersedia di semua tempat, namun sistem ini masih memiliki permasalahan. Hal ini dikarenakan matahari hanya memiliki waktu penyinaran maksimal yang terbatas yakni rata-rata 8 jam per hari. Jika masuk musim hujan, intensitas cahaya matahari akan menurun drastis sehingga akan mempengaruhi efisiensi kerja dari panel surya dalam melakukan pengisian baterai.

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, aerator tambak yang dibuat menggunakan sumber dari energi surya (PLTS) dengan sistem baterai 12 V diseriikan sebanyak 4 buah dan menggunakan beban berupa motor BLDC 48 V 350 W. Namun karena aerator ini hanya menggunakan sumber dari PLTS, dianggap kurang efisien saat musim penghujan.

Untuk pemanfaatan dan pengaplikasian yang lebih efektif dari energi surya, dapat dilakukan dengan sistem saklar alih sumber PLN dan PLTS. Sistem ini akan memadukan sumber energi alternatif dari panel surya dan sumber energi listrik dari PLN yang nantinya sumber dari PLN akan dijadikan sebagai *back up* dalam pengoperasian aerator.

Aerator yang berhasil dibuat menggunakan baterai 12 V sebanyak 2 buah yang diseriikan dengan beban motor 24 V 250 W dengan pengaturan putaran dan sistem alih saklar yang diprogram menggunakan Arduino agar bekerja secara otomatis.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas , maka perumusan masalah pada laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang suatu aerator dengan menggunakan sumber energi dari panel surya (PLTS)?
2. Bagaimana merancang suatu sistem saklar alih otomatis sumber PLTS-PLN pada suatu aerator?
3. Apakah sumber PLTS-PLN dapat menghasilkan daya untuk menggerakkan beban?

## **1.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai yaitu:

1. Mendapat hasil rancang bangun suatu aerator dengan menggunakan sumber energi dari panel surya (PLTS).
2. Dapat merancang suatu aerator dengan sistem saklar alih otomatis sumber PLTS-PLN pada suatu aerator.
3. Mendapatkan hasil rancang bangun aerator untuk menggerakkan beban yang bersumber dari PLTS-PLN.

## **1.4 Manfaat kegiatan**

1. Hasil rancangan ini diharapkan dapat membantu petani tambak dalam meminimalisir biaya operasional untuk proses aerasi tambak
2. Menjadi referensi dalam pembuatan alat yang memanfaatkan energi surya dalam kehidupan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sistem Aerasi

##### 2.1.1 Aerasi

Aerasi adalah proses penambahan udara dalam air dengan tujuan meningkatkan kadar oksigen dalam air. Salah satu cara meningkatkan kadar oksigen dalam air yaitu dengan peralatan mekanis yang berfungsi untuk meningkatkan nilai oksigen yang masuk dalam air. Proses ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut aerator (Yuniarti,2019).

Terdapat dua teknik dasar dalam aerasi kolam, yang pertama udara masuk ke dalam air dengan cara dideburkan (*spalsher aerators*), dan yang kedua gelembung udara dilepaskan kedalam air (*bubble aerator*). *Spalsher aerators* meliputi pompa *spryer* dan kincir aerator, sedangkan *bubble aerator* meliputi *difusser* dan *aspirator pump* (Nugraha,2020) . Aerator biasa digerakkan dengan motor listrik.

Fungsi aerator antara lain:

1. Menambah oksigen secara langsung ke dalam air.
2. Mensirkulasi atau mencampur lapisan atas air atau permukaan air dengan dasar air untuk memastikan kandungan oksigen di dalam air benar-benar merata.
3. Memindahkan air yang telah teraerasi dengan cepat ke area sekelilingnya sehingga yang belum teraerasi dapat teraerasi.
4. Dengan lapisan sedimen organik di dalam kolam, akan menciptakan permukaan yang teroksidasi gas-gas dan cairan beracun seperti hidrogen

sulfida dan amonia tidak dapat masuk air.

5. Sirkulasi akan mendorong berbagai macam gas berbahaya dan nitrogen berlebihan dan karbondioksida untuk lepas ke dalam atmosfer.

#### 2.1.2 Aerator

Djoyowasito (2019) mengungkapkan bahwa kurangnya kualitas air tambak dapat menyebabkan wabah penyakit untuk budidaya hewan air payau. Aerator adalah alat yang biasanya digunakan pada kolam atau tambak yang berfungsi untuk melakukan aerasi, yaitu membantu melarutkan oksigen yang ada di udara ke dalam air dengan cara menggerakkan atau meniupkan udara ke air sehingga menimbulkan gelembung udara agar airnya kaya dengan oksigen yang mana sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup di air terutama ikan dan udang. Selain dapat digunakan untuk melarutkan oksigen ke dalam air, aerator juga berfungsi untuk melepas kandungan gas-gas beracun yang terlarut dalam air, menghilangkan oksidasi besi dan mangan dalam air, serta mereduksi amonia dalam air melalui proses nitrifikasi.

Dalam Arsaf (2018) membagi alat aerasi menjadi empat bagian tipe dasar yaitu:

1. Aerator Kincir (*Paddle Wheel Aerator*)

Aerator tipe kincir merupakan aerator yang banyak digunakan dan telah terbukti paling efisien. Ada beberapa keuntungan tipe kincir dibandingkan dengan jenis aerator lain, yaitu Mekanisme aerasi sangat efektif, menyemprotkan air ke udara sekaligus memasukkan udara ke dalam air,

fungsi sirkulasi baik., menghasilkan aerasi yang merata, konstruksi sederhana, pemeliharaan mudah, biaya operasional rendah.

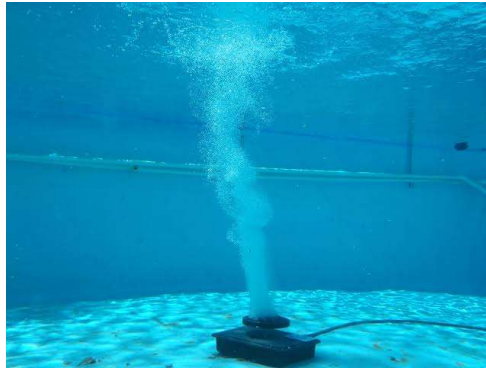
Aerator tipe kincir (*paddle wheel*) merupakan aerator yang paling banyak digunakan dan telah terbukti paling efisien.



Gambar 2.1 *Paddle Wheel Aerator*  
(Sumber: [www.isw.co.id](http://www.isw.co.id))

## 2. *Diffuser Aerator*

Aerator dengan tipe ini tidak efisien jika digunakan untuk kolam-kolam dengan kedalaman yang dangkal, dikarenakan aerator ini bekerja dengan cara bergantung pada lama waktu antara air dan gelembung udara yang dihasilkan. Semakin lama waktu kontak dengan air maka oksigen yang masuk kedalam air akan semakin banyak. Efisiensi aerator ini bergantung dengan ukuran gelembung- gelembung udara yang dihasilkan. Semakin baik gelembung udara yang dihasilkan maka semakin baik efisiensi yang dihasilkan, dan cara peletakan aerator.



Gambar 2.2 *Diffuser Aerator*  
(Sumber: [www.airolator.com](http://www.airolator.com))

### 3. *Surface Aerator*

*Surface Aerator* berupa aerasi permukaan menggunakan luas permukaan untuk mempercepat laju difusi udara khususnya oksigen ke dalam badan air. Pada aerasi permukaan terjadi perusakan lapisan film yang dapat mempercepat difusi oksigen.



Gambar 2.3 *Surface Aerator*  
(Sumber: [www.westech-inc.com](http://www.westech-inc.com))

### 4. *Gravity Aerator*

*Gravity* merupakan teknik aerasi dengan menggunakan aerator gravitasi berupa penambahan oksigen terlarut dalam air dengan memanfaatkan energi pada saat air turun melalui ketinggian tempat terhadap permukaan air



Gambar 2.4 *Gravity Aerator*  
(Sumber: [www.ebrary.net](http://www.ebrary.net))

### 2.1.3 Motor Brushless DC (BLCD)

Motor dc konvensional mulai bergeser seiring dengan berkembangnya teknologi. Hal ini dikarenakan motor dc konvensional membutuhkan perawatan secara berkala pada komutator, dibutuhkan biaya awal yang mahal dan dibutuhkan pelepasan brush pada periode waktu tertentu (Triwijaya, 2021).

Motor BLDC merupakan jenis motor sinkron yang didukung oleh sumber listrik dc melalui inverter. Motor brushless dc adalah motor dc yang tidak memiliki sikat sebagai media komutasinya, melainkan terkomutasi secara elektrik. Motor brushless dc telah banyak digunakan secara luas untuk kebutuhan rumah tangga, otomotif, medis, maupun industri. Dengan dihilangkannya sikat pada motor brushless dc maka motor ini memiliki kelebihan yaitu efisiensinya lebih tinggi, kebisingan yang dihasilkan pada motor saat berputar akan berkurang, perawatan lebih murah karena penghilangan sikat pada motor artinya menghilangkan pemeliharaan sikat dan bunga api. Kerugian dalam rotor pada motor BLDC menjadi minimal, karena tidak ada kumparan pada rotor serta dapat berputar dengan kecepatan tinggi karena berkurangnya gesekan dengan sikat. Namun, kekurangan dari motor brushless dc yaitu ketika motor bekerja dan



menerima beban maka akan menyebabkan penurunan kecepatan putar (Ardiansyah, 2019).

Meskipun motor BLDC harganya lebih mahal dibandingkan motor dc dengan sikat, hal ini sepadan dengan seiring banyaknya waktu dan uang yang dihabiskan motor dc dengan sikat jika sikat aus.

#### 2.1.4 Kincir Aerator

Kincir air memiliki memiliki berbagai jenis bentuk dan tipe sesuai dengan desain yang dibutuhkan. Hewan budi daya sangat responsive terhadap keberadaan kadar oksigen dalam air yang minim, untuk itu peran kincir sangat penting dalam memproduksi kadar oksigen melalui proses difusi udara. Kincir air akan secara stabil melakukan putaran sesuai dengan cakupan daya yang diperoleh dari sumber energi.

Selain berfungsi sebagai penyuplai oksigen melalui proses difusi udara, kincir air juga berfungsi sebagai alat untuk membuat aliran air pada permukaan kolam tambak, yang digunakan untuk menggiring kotoran menuju titik lubang pengeluaran tambak. Dengan adanya kincir air akan terjadi proses pencampuran secara vertikal yang bermanfaat untuk memberi kesempatan kepada plankton yang ada dibagian bawah kolam perairan tambak untuk memperoleh sinar matahari yang cukup melalui proses pengadukan. Arus vertikal dari kincir air ini juga bermanfaat sebagai homogenisasi suhu dan stabilisasi parameter kualitas air pada kolam perairan, sehingga akan terjadi keseragaman parameter pada tiap sisi perairan (Ariadi, 2021).

## 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

### 2.2.1 Panel Surya

Sel surya atau yang biasa disebut sel fotovoltaik merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip fotovoltaik. Secara harfiah, *photovoltaic* berasal dari dua kata *photo* dan *volt*, yang mempunyai arti cahaya listrik. Tegangan yang dihasilkan oleh suatu sel surya sangat kecil yaitu sekitar 0,6 Volt tanpa beban dan dengan beban sebesar 0,45 Volt. Untuk mendapatkan tegangan listrik yang lebih besar maka dibutuhkan suatu panel surya, yaitu gabungan dari beberapa sel surya yang tersusun secara seri, atau paralel, atau kombinasi dari seri dan paralel. Jika 36 sel surya tersusun seri maka akan menghasilkan tegangan sekitar 16 Volt. Tegangan ini cukup untuk menyuplai aki atau baterai 12 Volt (Purwoto, 2018).

Sel surya terbuat dari material semikonduktor terutama silikon yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus. Jika cahaya matahari mengenai sel surya maka elektron akan terlepas dari atom silikon dan mengalir membentuk sirkuit listrik. Cahaya matahari terdiri dari partikel-partikel yang disebut foton (*photons*) yang mempunyai sejumlah energi yang besarnya tergantung dari panjang gelombang pada *solar spectrum*. Pada saat foton menumbuk sel surya maka energi yang dikandung oleh foton ditransfer pada elektron yang terdapat pada atom sel surya (bahan semikonduktor). Kemudian elektron akan melepaskan diri dari ikatan normal bahan semikonduktor dan akan terbentuknya lubang (*hole*) pada bahan semikonduktor tersebut. Pada saat sel semikonduktor tersebut dihubungkan ke

suatu rangkaian luar, maka elektron tersebut akan menyatu kembali dengan *hole* nya dan menciptakan arus listrik yang mengalir dalam rangkaian yang ada.

Kinerja (performance) dari suatu produk panel surya dapat dilakukan baik dilakukan secara laboratorium (indoor) ataupun dilakukan pengujian secara eksperimental di lapangan (outdoor). Pada kondisi pengujian standar atau istilahnya Standard Test Conditions (STC) biasanya dinilai menggunakan titik operasi tunggal pada kondisi pengujian standar uji sesuai dengan standar IEC 61215. Kondisi standar yang dimaksud dalam STC meliputi : (a) radiasi penyinaran (irradiance) = 1000 W/m<sup>2</sup>, merupakan besaran radiasi matahari puncak pada permukaan langsung menghadap matahari pada kondisi suatu hari tanpa awan, (b) temperatur permukaan = 25 °C, (c) Air mass (AM) = 1,5 G, merupakan kondisi spektrum cahaya yang secara simulasi mendekati sinar matahari. Metode pengujian kinerja semacam ini sangat membantu dalam perancangan sistem instalasi panel surya (PLTS) dalam membandingkan kinerja panel surya dari produsen yang berbeda, serta memperkirakan berapa besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh modul namun, prediksi hasil energi yang akurat juga perlu mempertimbangkan fakta bahwa efisiensi yang dipasang tergantung pada lokasi instalasi, temperatur pengoperasian panel, tingkat radiasi, spektrum radiasi, kecepatan angin dan sudut datang dan beberapa faktor-faktor lainnya. Hal tersebut menyebabkan efisiensi aktual berbeda dari efisiensi terukur di label spesifikasi yang dikeluarkan pabrikan (Asrori, 2019).

Parameter kinerja sebuah panel surya dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya jenis panel, luasan, radiasi matahari, temperatur lingkungan, cuaca

dan faktor lainnya. Supaya memudahkan dalam perencanaan instalasi panel surya biasanya pabrikan mencantumkan indikator kinerja berupa efisiensi panel (*cell efficiency*) seperti yang tertera di label spesifikasi. Parameter output dari sebagian besar panel surya diukur di bawah STC.

Berikut persamaan rumus yang digunakan pada panel surya :

$$P_{in} = G \times A \dots\dots\dots(2-1)$$

Dimana  $P_{in}$  = Daya input sel fotovoltaik (watt)

$G$  = Intensitas radiasi matahari ( $\text{watt}/\text{m}^2$ )

$A$  = Luasan sel fotovoltaik ( $\text{m}^2$ )

Daya Output

$$P_{out} = V \times I \dots\dots\dots(2-2)$$

Dimana  $P_{out}$  = Daya output sel fotovoltaik (watt)

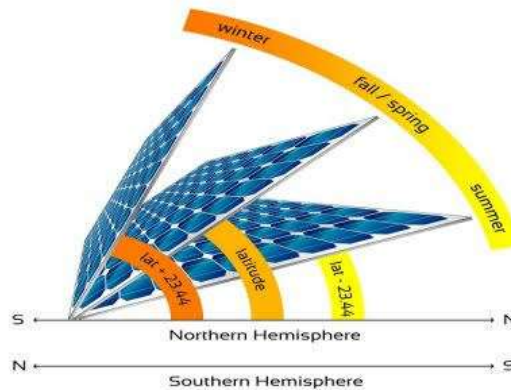
$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus (Ampere)

3) Efisiensi

$$\eta = (P_{out} / P_{in}) \times 100\% \dots\dots\dots(2-3)$$

Penentuan sudut kemiringan suatu panel surya dapat digunakan beberapa rumus yang didasarkan pada lokasi dan disesuaikan dengan musim.



Gambar 2.5 Penentuan Sudut Kemiringan Panel Surya  
(Sumber: [www.sankelux.co.id](http://www.sankelux.co.id))

$$\alpha = \delta - \text{lat} \dots \dots \dots (2-4)$$

$\delta$  adalah sudut dari deklinasi matahari ( $23,44^\circ$ ).

lat adalah titik koordinat lokasi penelitian.

### 2.2.2 Solar Charge Controller

Solar charge controller merupakan salah satu komponen dalam sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) yang berfungsi sebagai pengisi baterai dan untuk mengatur arus listrik yang masuk dari panel surya maupun arus beban keluar (Barlianto, 2021). Solar charge controller biasanya terdiri dari 1 input dan 2 output. Inputnya terhubung dengan output panel surya, 1 outputnya terhubung dengan baterai atau aki dan output lainnya terhubung dengan beban.

Sebagian besar panel surya 12 Volt menghasilkan tegangan keluaran 16 sampai 20 Volt DC. Pada umumnya baterai 12 Volt membutuhkan tegangan pengisian 13-14,8 Volt untuk dapat terisi penuh. Jadi, jika tidak ada pengaturan pengisian baterai, maka baterai akan rusak karena pengisian yang berlebihan (Purwoto, 2018).

Ada dua jenis teknologi yang digunakan pada alat *solar charge controller* (Barlianto, 2021), yaitu:

1. PWM (*Pulse Width Modulation*), teknologi PWM menggunakan lebar dari *pulse on* dan *off electrical* yang menimbulkan suatu *electrical form*.
2. MPPT (*Maximum Power Point Tracker*), merupakan teknologi yang lebih efisien konversi DC ke DC (*Direct Current*). MPPT dapat mengambil daya maksimal dari panel surya.

### 2.2.3 Baterai

Baterai atau aki merupakan komponen yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang nantinya digunakan sebagai sumber energi listrik (Joewono, 2017).

Pada pembangkit listrik tenaga surya, baterai atau aki merupakan komponen yang sangat penting karena energi panas matahari yang diubah menjadi energi listrik akan ditampung di dalam aki atau baterai. Kapasitas suatu aki ditentukan oleh Ah, yaitu kemampuan menyalurkan arus (A) dalam satuan waktu (h).

Baterai terdiri dari tiga elemen penting, yaitu:

1. Batang karbon sebagai anode (kutub positif)
2. Seng (Zn) sebagai katode (kutub negative)
3. Pasta sebagai elektrolit

Dalam penggunaannya, baterai dibagi menjadi dua macam, yaitu baterai yang tidak dapat diisi ulang, biasa disebut baterai primer dan baterai yang dapat diisi ulang (*rechargeable*) atau biasa disebut baterai sekunder.

### 2.3 Sistem Saklar Alih PLTS-PLN

Penggunaan energi surya sebagai sumber energi alternatif untuk aerator memang dapat menekan biaya konsumsi listrik dari PLN. Namun penggunaan energi surya sebagai sumber energi alternatif juga memiliki permasalahan. Efisiensi suatu panel surya sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari. Sedangkan waktu efektif yang didapat untuk penyinaran hanya sekitar 8 jam per hari. Dan apabila masuk musim penghujan, maka panel surya tidak akan mendapat cahaya yang cukup untuk melakukan pengisian baterai.

Dengan saklar alih PLTS-PLN merupakan salah satu cara efektif dalam pemanfaatan sumber energi untuk penggunaan aerator tambak.

Prinsipnya, panel surya akan melakukan pengisian baterai saat mendapat sinar matahari. Baterai ini nantinya akan digunakan sebagai suplai untuk menggerakkan motor listrik. Ketika pengisian baterai dan aerator beroperasi, maka tegangan baterai akan mengalami perubahan. Saat tegangan baterai mencapai nilai minimum yang ditentukan (diatur menggunakan program Arduino), maka akan terjadi proses peralihan sumber dari PLTS ke PLN. Dengan interval waktu tertentu, aerator akan beroperasi menggunakan sumber PLN untuk beberapa saat. PLN akan mengoperasikan motor listrik dengan terlebih dahulu melewati konverter. Ketika nilai tegangan baterai telah kembali normal (di atas nilai minimum yang telah ditentukan), maka akan beralih saklar secara otomatis dari PLN ke PLTS.

Untuk mendapatkan rancangan saklar alih otomatis, maka diperlukan suatu sistem kontrol untuk mengatur keadaan suatu sistem sesuai harapan yang

diinginkan. Untuk itu diperlukan beberapa komponen pendukung untuk merancang sistem saklar alih ini diantaranya Arduino Uno, Sensor INA226 dan Relay.

### 2.3.1 Arduino UNO

Arduino adalah pengendali *mikro single board* yang bersifat *open source*, yang dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Banyak pemula yang belajar mengenal robotika dan elektronika lewat Arduino karena mudah dipelajari. Tapi tidak hanya pemula, para professional juga ikut mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino (Zein,2020).



Gambar 2.6 Arduino Uno

(Sumber: <https://illearning.me/sample-page-162/arduino/pengertian-arduino-uno/>)

Arduino terdiri dari komponen-komponen yang berfungsi sebagai pusat kendali berupa *hardware* rangkaian elektrik dengan ukuran kecil. Arduino dihubungkan dengan sensor yang nantinya akan memberikan informasi mengenai



suatu objek lalu mengolahnya hingga mendapatkan output berupa suatu aksi dan akan dilakukan secara berulang (Sudin,2020).

### 2.3.2 Sensor INA226

INA226 merupakan sensor untuk monitoring daya, arus dan tegangan. Sensor ini dapat mendeteksi tegangan mulai dari 0-36 Volt. Perangkat ini beroperasi dengan suplai 2,7 Volt sampai 5,5 Volt, dengan arus suplai 330 $\mu$  dengan suhu pengoperasian antara -40°C sampai 125°C dan dilengkapi dengan 16 alamat yang dapat diprogram pada antarmuka yang kompatibel dengan I2C (Zhou, 2019).



Gambar 2.7 Sensor INA226

(Sumber: <https://wolles-elektronikkiste.de/en/ina226-current-and-power-sensor>)

### 2.3.3 Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang digunakan sebagai alat penghubung atau pemutus untuk arus beban yang dikendalikan oleh sebuah pemicu atau sinyal picu dari perangkat elektronik lain yang terhubung dengannya (Zein, 2020). Relay merupakan komponen *electromechanical* (elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). Dengan menggunakan relay, kabel yang menuju saklar tidak perlu kabel yang tebal, sebab arus yang terhubung ke saklar sangat kecil. Relay

menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan ke dalam peralatan elektronika diantaranya adalah:

1. Relay digunakan untuk menjalankan fungsi logika (*logic function*)
2. Relay digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu (*time delay function*)
3. Relay digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari signal tegangan rendah.
4. Relay juga berfungsi untuk melindungi motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan tegangan ataupun hubung singkat.



## BAB III

### METODE KEGIATAN


#### 3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan

Kegiatan ini dilakukan di rumah dosen pendamping untuk pembuatan alat dan untuk pengujiannya dilakukan di kelurahan Patte'ne, kota Makassar. Waktu pengerjaan dilakukan selama 6 bulan, dimulai pada bulan Maret sampai bulan Agustus 2021.

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada proses pembuatan rancang bangun ini adalah sebagai berikut:

- 
1. Panel Surya
  2. Voltmeter
  3. Amperemeter
  4. Wattmeter
  5. Tachometer
  6. Multimeter
  7. *Power Suplay*
  8. Alat Las
  9. Obeng
  10. Gerinda
  11. Tang Ampere
  12. Tang Kombinasi
  13. Laptop
  14. Motor Listrik
  15. *Solar Charger Controller*

### 3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada proses pembuatan rancang bangun ini adalah sebagai berikut:

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| 1. Pelampung        | 8. Rantai          |
| 2. Baja Ringan      | 9. Gear            |
| 3. Lem Pipa         | 10. Kincir         |
| 4. Multiplex        | 11. Poros berongga |
| 5. Aki atau baterai | 12. Besi siku      |
| 6. Kabel            | 13. Saklar         |
| 7. Bearing          | 14. Baut dan Mur   |

### 3.3 Prosedur Kerja

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini langkah-langkah yang dilakukan meliputi studi literature kepustakaan dan membaca teori-teori yang berkaitan dengan topik, baik dari buku referensi ataupun jurnal yang relevan untuk menunjang pembuatan tugas akhir ini. Selain itu, penulis juga melakukan bimbingan dengan dosen pendamping mengenai masalah-masalah yang timbul selama pengerjaan alat berlangsung. Selanjutnya pada tahap perancangan dilakukan perancangan konstruksi beserta sistem kelistrikan dan sistem kontrolnya sekaligus pemilihan alat dan bahan yang digunakan,. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan desain. Setelah itu dilakukan perakitan alat dan memprogram sistem saklar alih yang akan digunakan.

Setelah melakukan langkah di atas , dilakukan proses pengujian. Pengujian yang dilakukan antara lain:

1. Pengujian sistem mekanik atau konstruksi alat yang telah dibuat.
2. Pengujian pengisian baterai dari panel surya.
3. Pengujian saklar alih sumber energi PLTS-PLN.
4. Pengujian daya motor listrik dari suplai panel surya.

### **3.4 Proses Pengujian**

#### **3.4.1 Pengujian sistem mekanik**

1. Membuat rangka untuk panel surya dengan desain yang telah dibuat dan ukuran yang telah diperhitungkan.
2. Membuat rangka untuk dudukan motor dan poros beserta bearing.
3. Merangkai semua konstruksi beserta alat dan bahan.
4. Setelah semua terangkai, maka memastikan motor dapat menggerakkan kincir aerator.

#### **3.4.2 Pengujian pengisian baterai**

1. Meng-on-kan saklar dari PLTS ke MPPT.
2. Meng-on-kan saklar dari MPPT ke baterai.
3. Mengukur masing-masing tegangan baterai menggunakan multimeter dan mencatatnya ke dalam tabel.
4. Mengukur tegangan baterai yang telah diserikan dengan multimeter dan mencatatnya ke dalam tabel.
5. Mencatat parameter yang diperoleh dari MPPT ke dalam tabel seperti tegangan charging, arus charging, temperature baterai, daya, tegangan

panel surya dan temperature lingkungan. Parameter ini dilihat melalui laptop.

6. Mengulangi langkah ke tiga dan seterusnya setiap 10 menit.

#### 3.4.3 Pengujian saklar alih PLTS-PLN

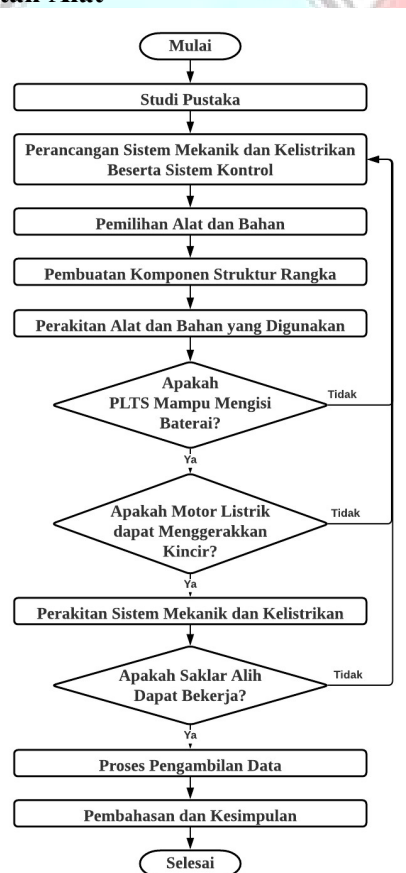
1. Membuat program kontrol di software Arduino.
2. Merangkai komponen-komponen rangkaian kontrol.
3. Setelah semua terangkai, maka dilakukan pengujian sensor tegangan untuk memastikan sensor dapat membaca tegangan baterai.
4. Jika sensor telah berhasil membaca tegangan baterai selanjutnya dilakukan pengujian relay dan memastikan relay dapat bekerja secara bergantian (berfungsi sebagai saklar alih).

#### 3.4.4 Pengujian daya motor listrik

1. Merangkai semua komponen baik komponen mekanik, kelistrikan dan komponen kontrol.
2. Meng-on-kan saklar dari PLTS ke MPPT.
3. Meng-on-kan saklar dari baterai ke beban.
4. Mengatur putaran motor dari 70%, 85%, dan 100% menggunakan *speed controller*.
5. Mengukur masing-masing tegangan baterai maupun tegangan baterai yang diserikan menggunakan multimeter dan mencatat hasil pengukuran ke dalam tabel.

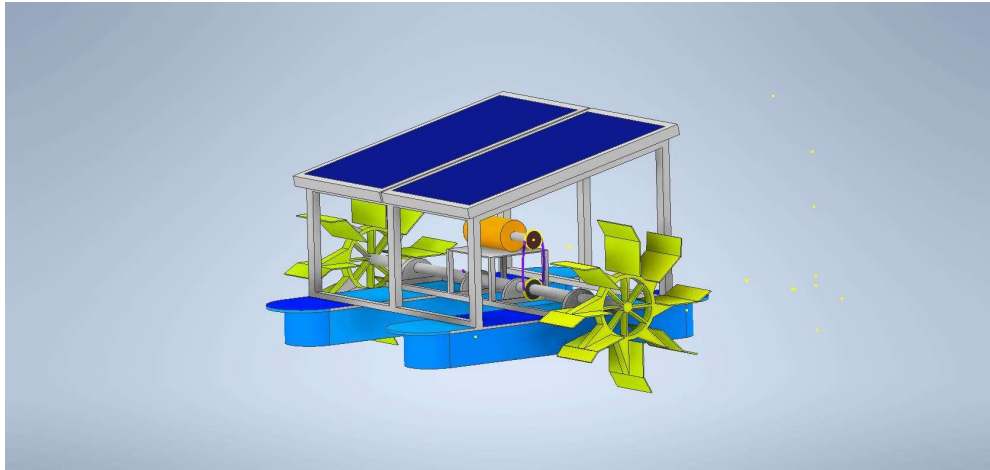
6. Membaca hasil pengukuran (daya, tegangan, arus, daya puncak, arus puncak, tegangan maksimum) dari output panel surya melalui wattmeter. Kemudian mencatat hasilnya ke dalam tabel.
7. Mencatat parameter dari MPPT ke dalam tabel, yang diperoleh melalui laptop seperti tegangan charging, arus charging, temperature baterai, daya, tegangan panel surya dan temperature lingkungan.
8. Mencatat data dari beban (daya, tegangan dan arus) yang diperoleh dari alat ukur wattmeter.
9. Mengulangi langkah ke lima dan seterusnya setiap 10 menit.

### 3.5 Diaram Alir Pembuatan Alat



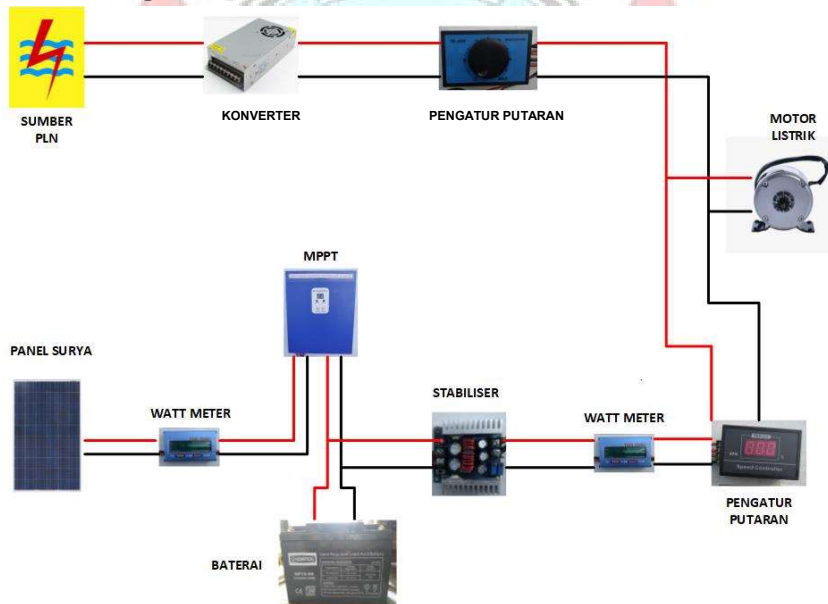
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Alat

### 3.6 Konstruksi Alat Aerator



Gambar 3.2 Desain 3 Dimensi Aerator Tambak

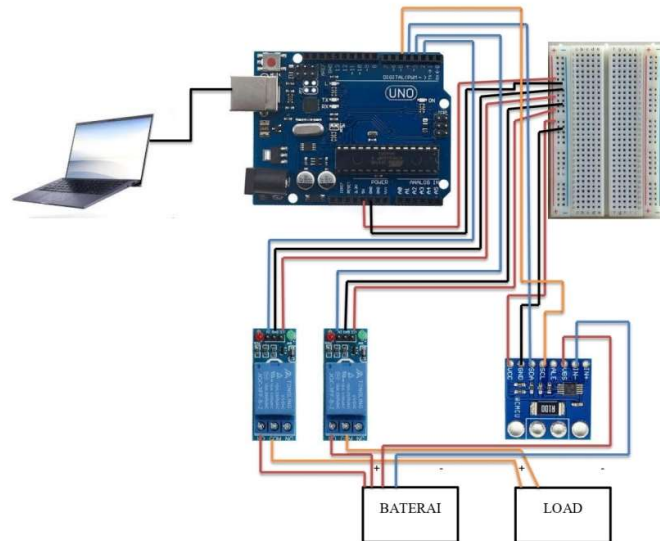
### 3.7 Skema Wiring Sistem Kelistrikan



Gambar 3.3 Wiring Sistem Kelistrikan Aerator PLTS-PLN



### 3.8 Skema Wiring Diagram Sistem Kontrol dengan Arduino UNO



Gambar 3.4 Wiring Diagram Sistem Kontrol dengan Arduino UNO



## BAB 4

### HASIL DAN DESKRIPSI

#### 4.1 Hasil Rancang Bangun

##### 4.1.1 Hasil Rancang Bangun Konstruksi Mekanik



Gambar 4.1 Rangka Panel Surya

Rangka panel surya yang dibuat dengan bahan besi siku ukuran 3×1 cm.



Gambar 4.2 Pelampung

Pelampung yang digunakan yaitu pelampung dengan bahan fiberglass memiliki tinggi 30 cm, panjang 250 cm, lebar 34 cm yang digunakan untuk menahan kincir aerator, motor listrik, serta panel surya.



Gambar 4.3 Rangka Dudukan Bearing dan Motor

Rangka dudukan bearing dan motor terbuat dari bahan besi siku ukuran 4×4 cm.



Gambar 4.4 Bearing

Bearing yang digunakan berfungsi untuk menumpu poros sehingga gerakan atau putaran bolak-baliknya dapat berlangsung halus.



Gambar 4.5 Poros Penggerak

Poros penggerak tipe berongga yang berfungsi untuk meneruskan tenaga putar dari transmisi motor listrik BLDC ke kincir air.



Gambar 4.6 Kincir Air

Kincir yang digunakan yaitu kincir dengan bahan plastik dan memiliki pedal yang berjumlah 8 yang berfungsi sebagai penghasil aerasi pada perairan tambak.



Gambar 4.7 Rantai

Rantai ini berfungsi untuk meneruskan putaran dan daya dari satu poros ke poros yang lain.

#### 4.1.2 Hasil Rancang Bangun Sistem Listrik



Gambar 4.8 Panel Surya

Panel surya yang digunakan yaitu panel surya 150Wp dengan ukuran 145×65 cm yang digunakan sebagai sumber pengisian baterai. Panel surya yang digunakan sebanyak 2 buah.



Gambar 4.9 Konverter 220VAV-24VDC

Konverter dengan daya 360W, 220VAC-24VDC yang digunakan untuk menyuplai tegangan ac dari PLN ke motor dc 24V.



Gambar 4.10 Motor BLDC

Motor BLDC yang digunakan dengan spesifikasi 24VDC, 250 Watt, 13

A. Motor ini digunakan untuk menggerakkan kincir aerator.



Gambar 4.11 MPPT *Solar Charge Controller*

*Solar Charge Controller*, yaitu pengontrol pengisian daya panel surya dengan memastikan baterai disuplai dengan tingkat daya yang stabil dan optimal.



Gambar 4.12 Baterai

Baterai yang digunakan yaitu baterai VRLA 12V/50Ah dengan ukuran 23×12×22. Baterai ini digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan dari panel surya.



Gambar 4.13 Kabel

Kabel yang digunakan yaitu kabel yang memiliki spesifikasi ukuran 2×25 mm, dengan berat 2,5 kg/18m dan berfungsi sebagai media penghantar arus listrik.





Gambar 4.14 *Speed Controller*

*Speed controller*, yaitu alat yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor. Untuk alat yang akan dibuat digunakan 2 *speed controller* masing-masing untuk sumber PLTS dan PLN.



Gambar 4.15 *Wattmeter*

Wattmeter yang akan digunakan untuk mengukur beberapa parameter diantaranya daya (W), arus (A), tegangan (V), arus puncak (Ap), energy total (Wh), daya puncak (Wp), dan tegangan puncak (Vmax).



Gambar 4.16 Saklar

Saklar berfungsi sebagai penghubung dan pemutus aliran listrik. Untuk alat yang telah dibuat digunakan 4 saklar diantaranya saklar PV-MPPT, saklar MPPT-Baterai, saklar Baterai-Motor DC, saklar PLN-Motor DC.

Ketika solar panel terkena cahaya matahari, solar panel akan mengeluarkan energi listrik yang akan dikontrol oleh *controller* agar tegangan keluaran panel stabil. *Controller* dalam alat ini yaitu MPPT, akan memasukkan energi solar ke aki yang biasa disebut dengan *charging* atau pengisian baterai saat mesin tidak bekerja. Ketika mesin bekerja, motor listrik akan mengambil energi melalui aki yang telah melewati *controller*. Hal ini menyebabkan daya yang disalurkan motor akan stabil karena disalurkan oleh *controller*.

Penggunaan aki pada alat ini digunakan sebagai perangkat untuk menyimpan energi listrik dari panel surya. Tanpa adanya baterai, energi surya hanya dapat digunakan pada saat ada sinar matahari.

#### 4.1.3 Hasil Rancang Bangun Sistem Kontrol Saklar Alih



Gambar 4.17 Arduino UNO

Arduino UNO merupakan tipe mikrokontroler ATmega28 dengan tegangan operasional 5V. Arduino uno memiliki 14 pin input atau output dan 6 pin analog input dengan flash memory sebesar 32 kB. Pin input arduino digunakan untuk membaca nilai logika (0 atau 1) dan pin output untuk mengendalikan modul-modul seperti LED, relay dan lain-lain. Arduino dapat bekerja dengan memberikan catu daya ke papan arduino menggunakan kabel USB dari computer melalui USB soket.



Gambar 4.18 Sensor INA-226

Sensor INA226 yang digunakan pada rancang bangun aerator ini berfungsi sebagai pendeteksi atau pembaca tegangan pada baterai hasil pengisian dari panel surya. Sensor ini terdiri dari beberapa pin diantaranya IN+, IN-, VBS, ALE, SCL, SDA, GND, VCC. Untuk mendapatkan pembacaan baterai, maka sensor ini dirangkai bersama arduino uno dengan ketentuan:

- VCC ke 5V Arduino UNO
- GND ke GND Arduino UNO
- SCL ke pin A5 Arduino UNO
- SDA ke pin A4 Arduino UNO
- VBS ke positif baterai
- IN- ke negative baterai



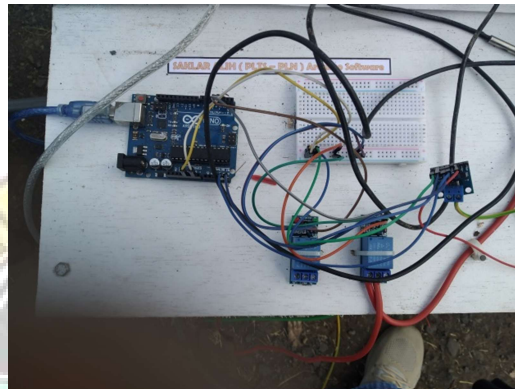
Gambar 4.19 Relay 1 Channel

Modul relay memiliki dua sisi yaitu sisi trigger dan sisi *switch*. Sisi trigger terdiri dari:

- dc+ : tegangan dc positif (5V).
- dc- : ground
- IN : sinyal masukan

Sedangkan sisi *switch* terdiri dari:

- NO : *Normally Open*, jika rangkaian dihubungkan di pin ini, maka koneksi antara COM dan NO akan open secara default.
- NC : *Normally Close*, jika rangkaian dihubungkan di pin ini, maka koneksi antara COM dan NC akan close secara default.
- COM : *Common*.

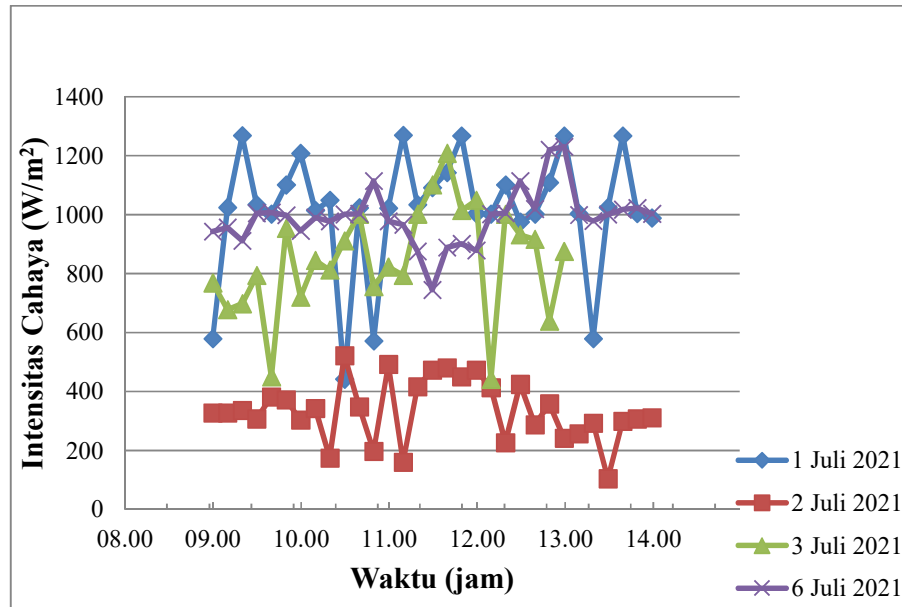


Gambar 4.20 Rangkaian Sistem Kontrol Saklar Alih

Prinsip kerja dari sistem saklar alih ini dikontrol oleh program Arduino dengan kode program pada Lampiran 13. Kemudian setelah rangkaian dirangkai maka dihubungkan dengan catu daya (misalkan laptop). Lalu kode program dari software Arduino diupload ke hardware Arduino UNO. Kemudian program akan berjalan dengan ketentuan seperti yang sudah dibuat dalam kode pemrograman yaitu ketika sensor membaca tegangan baterai lebih dari atau sama dengan 24,74 V maka akan bekerja relay PLTS dan sebaliknya. Jika sensor membaca tegangan dibawah 24,74 V maka program akan mengaktifkan relay PLN. Nilai tegangan baterai 24,74 V dipilih karena nilai ini menunjukkan baterai 24V berada pada kondisi 70% status pengisian daya.

## 4.2 Grafik dan Deskripsi

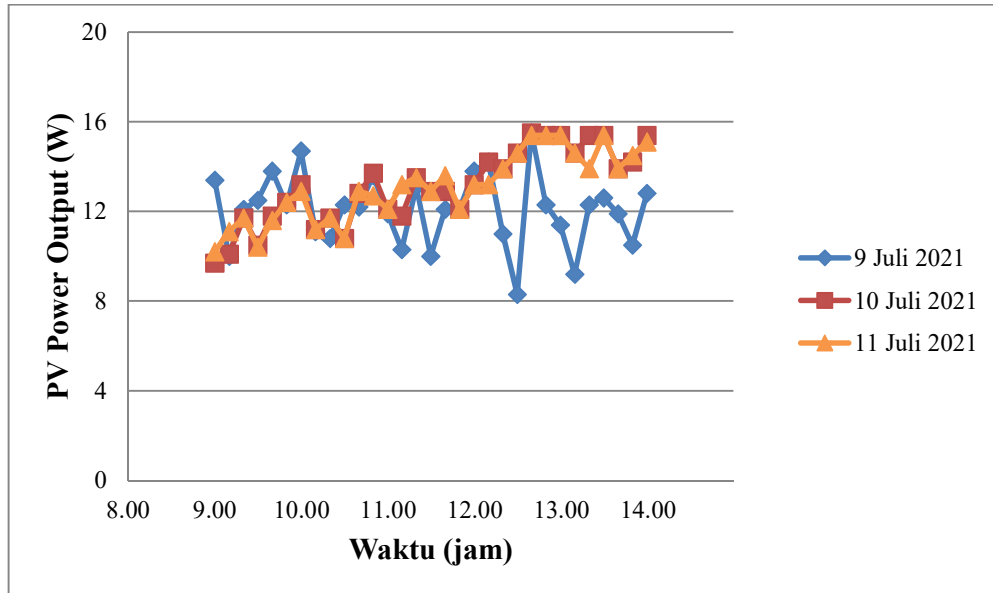
### 4.2.1 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya Matahari



Gambar 4.2.1 Grafik Hubungan antara Waktu dan Intensitas Cahaya Matahari

Grafik di atas merupakan grafik hubungan antara waktu dan intensitas cahaya matahari dengan nilai intensitas cahaya matahari yang fluktuatif di setiap harinya dari pukul 9 sampai 14 WITA. Hal ini menunjukkan bahwa nilai intensitas sangat dipengaruhi oleh cuaca. Namun dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai intensitas cenderung naik semakin bertambahnya waktu. Selama pengujian yang dilakukan, pada tanggal 2 Juli 2021 didapatkan nilai intensitas yang cenderung rendah. Hal ini karena pada hari tersebut cuaca sedang mendung. Pada tanggal 1 Juli 2021 tercatat nilai rata-rata intensitas tertinggi yaitu sebesar  $1.015,58 \text{ W/m}^2$ . Dan pada tanggal 2 Juli 2021 tercatat nilai rata-rata intensitas terendah yaitu  $335,54 \text{ W/m}^2$ . Rata-rata nilai intensitas cahaya matahari selama pengujian yaitu  $804 \text{ W/m}^2$ .

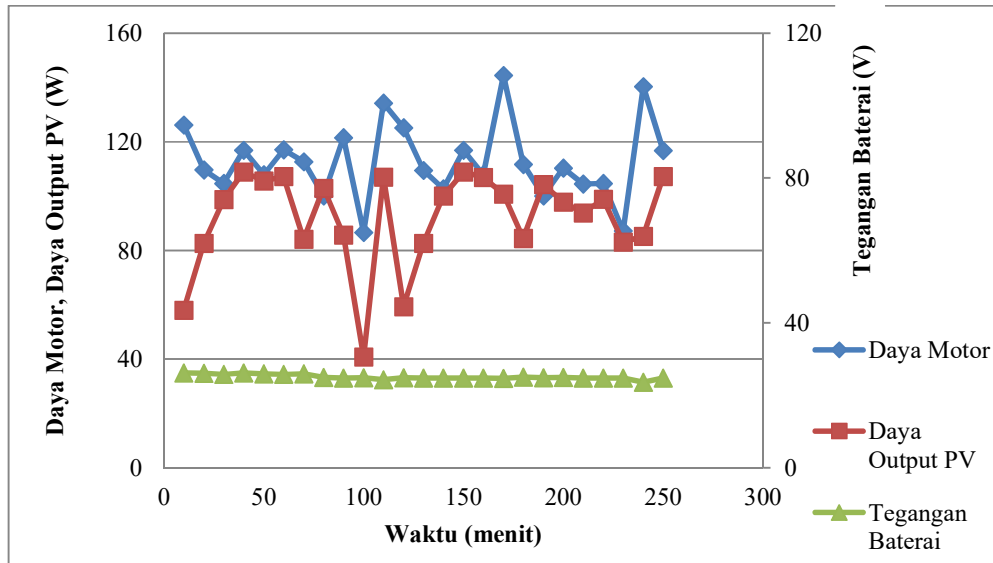
#### 4.2.2 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Daya Output Panel Surya



Gambar 4.2.2 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Daya Output Panel Surya

Grafik di atas merupakan hubungan antara waktu terhadap daya output panel surya. Di mana grafik di atas menunjukkan daya output panel berbanding lurus terhadap waktu, artinya semakin bertambah waktu (siang) semakin besar pula daya yang dihasilkan panel surya. Selama pengujian yang dilakukan pada tanggal 9,10 dan 11 Juli 2021 diperoleh nilai rata-rata PV output tertinggi pada tanggal 10 Juli yaitu sebesar 13,097 W dan nilai rata-rata PV output terendah pada tanggal 9 Juli 2021 senilai 12,07 W. Untuk nilai rata-rata PV output selama pengujian yaitu 12,75 W.

4.2.3 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Daya Motor, Daya PV Output dan Tegangan Baterai / 29 Juli 2021

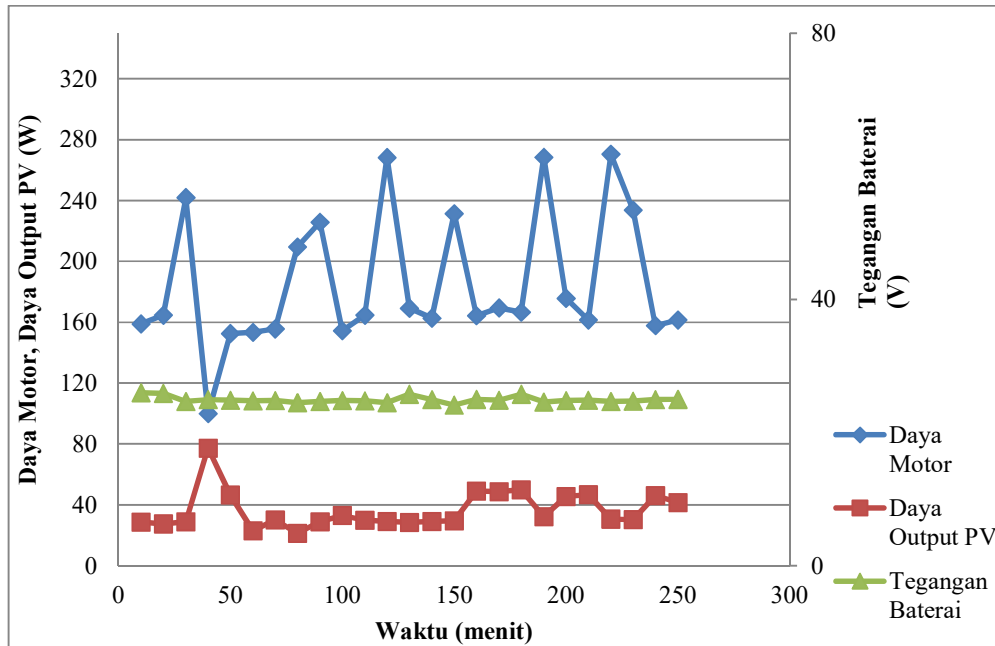


Gambar 4.2.3 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Daya Motor, Daya PV Output dan Tegangan Baterai

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara waktu terhadap daya motor, daya output panel dan tegangan baterai pada tanggal 29 Juli 2021. Dimana tegangan baterai cenderung konstan sedangkan daya motor dan daya output panel berfluktuatif. Daya output panel sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari. Nilai rata-rata tegangan baterai selama pengujian yaitu 25,08 V. Sedangkan nilai rata-rata daya motor dan daya output panel masing-masing 112,81 W dan 68,84 W.



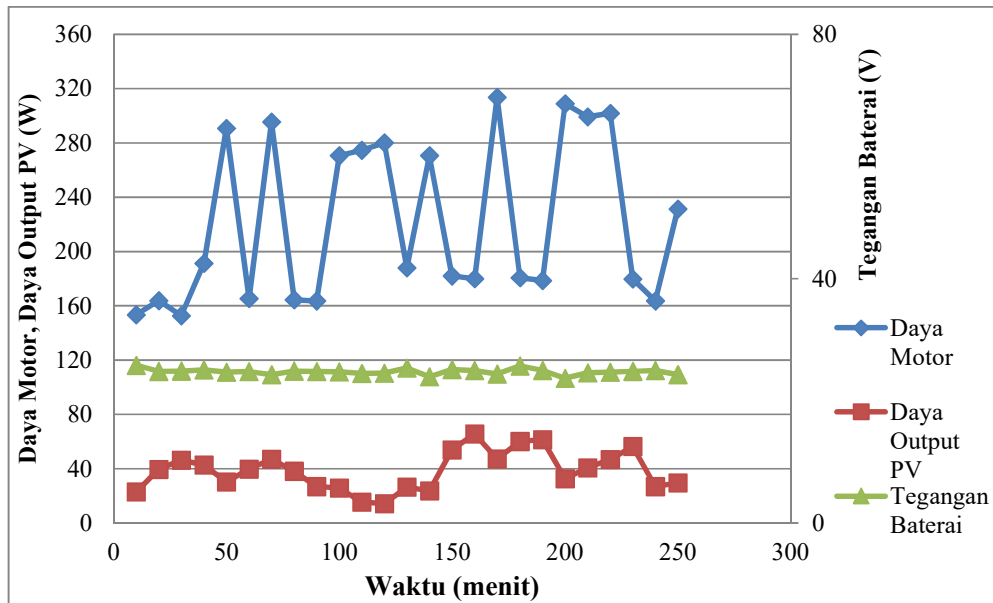
4.2.4 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Daya Motor, Daya PV Output dan Tegangan Baterai / 30 Juli 2021



Gambar 4.2.4 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Daya Motor, Daya PV Output dan Tegangan Baterai

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara waktu terhadap daya motor, daya output panel dan tegangan baterai pada tanggal 30 Juli 2021. Dimana tegangan baterai dan daya output panel cenderung konstan. Dari grafik di atas, daya output panel cenderung konstan. Daya output panel sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari. Sedangkan daya motor pada grafik di atas berfluktuatif. Daya motor pada grafik di atas yang mengalami kenaikan dikarenakan perubahan sumber energi menjadi PLN sehingga dayanya lebih besar (dapat dilihat pada Lampiran 9). Nilai rata-rata tegangan baterai selama pengujian yaitu 24,93 V. Sedangkan nilai rata-rata daya motor dan daya output panel masing-masing 185,7 W dan 36,45 W.

4.2.5 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Daya Motor, Daya PV Output dan Tegangan Baterai / 2 Agustus 2021

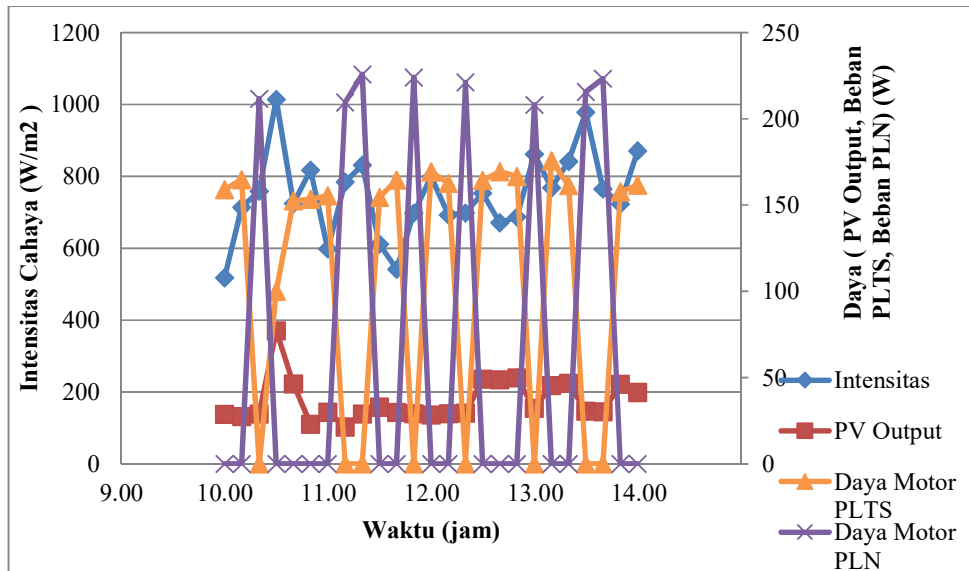


Gambar 4.2.5 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Daya Motor, Daya PV Output dan Tegangan Baterai

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara waktu terhadap daya motor, daya output panel dan tegangan baterai pada tanggal 2 Agustus 2021. Dimana tegangan baterai dan daya output panel cenderung konstan. Dari grafik di atas, daya output panel cenderung konstan namun pada menit ke 150 dan seterusnya cenderung mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan bahwa pada cuaca cerah yang stabil maka daya output panel berbanding lurus terhadap waktu. Artinya, makin lama waktu (makin siang), maka daya output yang dihasilkan panel makin besar. Sedangkan daya motor pada grafik di atas berfluktuatif. Daya motor pada grafik di atas yang mengalami kenaikan dikarenakan perubahan sumber energi menjadi PLN sehingga dayanya lebih besar (dapat dilihat pada Lampiran 10).

Nilai rata-rata tegangan baterai selama pengujian yaitu 24,77 V. Sedangkan nilai rata-rata daya motor dan daya output panel masing-masing 221,77 W dan 38,36 W.

4.2.6 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya, Daya Output PV, Daya Motor PLTS, Daya Motor PLN / 30 Juli 2021

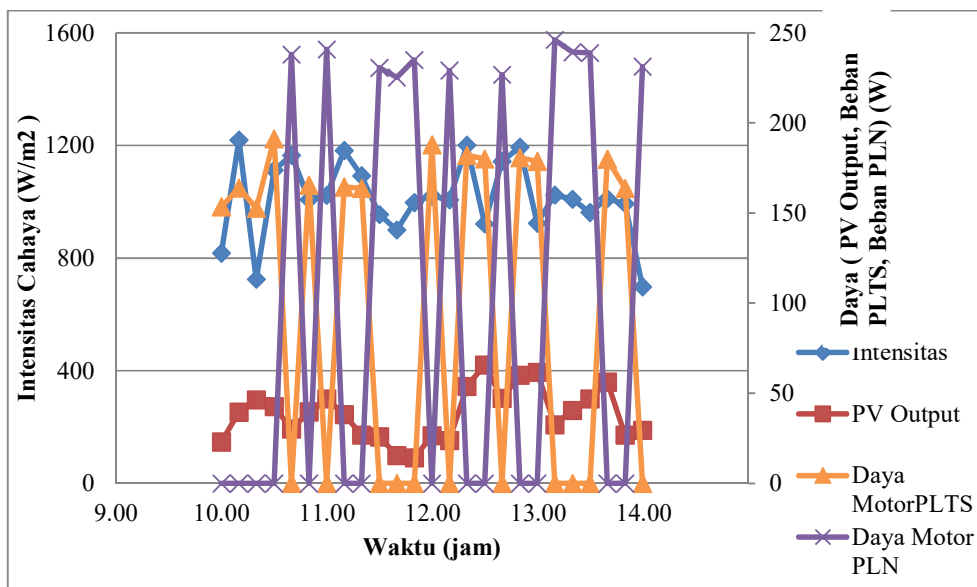


Gambar 4.2.6 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya, Daya Output PV, Daya Motor PLTS, Daya Motor PLN

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara waktu terhadap intensitas cahaya, daya output panel, daya motor dengan sumber PLTS dan daya motor dengan sumber PLN. Dari grafik di atas menunjukkan intensitas cahaya matahari berfluktuatif, artinya nilai intensitas bergantung pada cuaca pada saat pengujian. Untuk nilai output panel surya cenderung stabil namun mengalami kenaikan ketika di atas pukul 12:00 WITA. Untuk daya motor yang bersumber dari PLTS juga cenderung stabil. Adapun pada grafik di atas yang menunjukkan nilai 0 pada daya motor yang bersumber dari PLTS dikarenakan perpindahan saklar alih PLTS-PLN. Begitu pula untuk daya motor yang bersumber dari PLN juga

cenderung stabil. Adapun pada grafik di atas yang menunjukkan nilai 0 pada daya motor yang bersumber dari PLN dikarenakan perpindahan saklar alih PLTS-PLN. Dari grafik di atas juga menunjukkan daya motor yang dihasilkan dari PLN lebih besar dibandingkan dengan PLTS.

4.2.7 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya, Daya Output PV, Daya Motor PLTS, Daya Motor PLN / 2 Agustus 2021



Gambar 4.2.7 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya, Daya Output PV, Daya Motor PLTS, Daya Motor PLN

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara waktu terhadap intensitas cahaya, daya output panel, daya motor dengan sumber PLTS dan daya motor dengan sumber PLN. Dari grafik di atas menunjukkan intensitas cahaya matahari berfluktuatif, artinya nilai intensitas bergantung pada cuaca pada saat pengujian. Untuk nilai output panel surya cenderung stabil namun mengalami kenaikan ketika di atas pukul 12:00 WITA. Untuk daya motor yang bersumber dari PLTS juga cenderung stabil. Adapun pada grafik di atas yang menunjukkan nilai 0 pada

daya motor yang bersumber dari PLTS dikarenakan perpindahan saklar alih PLTS-PLN. Begitu pula untuk daya motor yang bersumber dari PLN juga cenderung stabil. Adapun pada grafik di atas yang menunjukkan nilai 0 pada daya motor yang bersumber dari PLN dikarenakan perpindahan saklar alih PLTS-PLN. Dari grafik di atas juga menunjukkan daya motor yang dihasilkan dari PLN lebih besar dibandingkan dengan PLTS.

### 4.3 Perhitungan

#### 4.3.1 Perhitungan Data Panel Surya

Tabel 4.1 Spesifikasi Panel Surya yang Digunakan

<i>Peak Power (<math>P_{max}</math>)</i>	150 Wp
Efisiensi ( $\eta$ )	16,93%
<i>Max Power Voltage (<math>V_m</math>)</i>	17,8 V
<i>Max Power Current (<math>I_m</math>)</i>	8,43 A
<i>Open-Circuit Voltage (<math>V_{oc}</math>)</i>	21,8 V
<i>Open-Circuit Current (<math>I_{oc}</math>)</i>	9,01 A
Dimensi	1480×680×30 mm

#### a) Daya Input ( $P_{in}$ ) Panel Surya

Untuk menghitung daya input panel surya menggunakan rumus pada persamaan 2.1 dengan menggunakan data pertama pada Lampiran 9, maka didapatkan nilai daya input panel surya sebagai berikut:

$$P_{in} = G \times A$$

Diketahui: Intensitas radiasi matahari ( $G$ ) = 517,5 Watt/m<sup>2</sup>

$$\text{Luasan panel surya} = 1,48 \times 0,68 \text{ (m}^2\text{)} = 1,0064 \text{ m}^2$$

Karena digunakan dua buah panel surya, maka

$$\begin{aligned} \text{Luasan panel surya} &= 1,0064 \text{ m}^2 \times 2 \\ &= 2,0128 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Ditanyakan: Daya input panel surya ( $P_{in}$ ).... ?

Penyelesaian:  $P_{in} = G \times A$

$$P_{in} = (517,5 \text{ W/m}^2) (2,0128 \text{ m}^2)$$

$$P_{in} = 1.041,62 \text{ W}$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

b) Daya Output ( $P_{out}$ ) Panel Surya

Untuk menghitung daya output panel surya menggunakan rumus pada persamaan 2.2 dengan menggunakan data pada Lampiran 9. Daya output panel surya merupakan hasil kali dari tegangan dan arus baterai yang terhubung ke motor, maka didapatkan nilai daya output panel surya sebagai berikut:

$$P_{out} = V \times I$$

Diketahui: Tegangan = 20,71 V

Arus = 7,91 A

Ditanyakan: energi output panel surya ( $P_{out}$ ) ... ?

Penyelesaian:  $P_{out} = V \times I$

$$P_{out} = (20,71 \text{ V}) (7,91 \text{ A})$$

$$P_{out} = 163,82 \text{ W}$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

c) Menghitung Efisiensi Panel Surya

Untuk menghitung efisiensi panel surya digunakan persamaan sebagai

berikut: 
$$\text{Eff} = (P_{\text{out}} / P_{\text{in}}) \times 100\%$$

$$\text{Eff} = (153,82 / 1.041,62) \text{ W} \times 100\%$$

$$\text{Eff} = 15.73 \%$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

d) Tabel hasil analisis data panel surya

Berdasarkan perhitungan-perhitungan di atas, maka diperoleh tabel hasil analisis data pengujian panel surya sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Analisis Data Pengujian Panel Surya pada 30 Juli 2021

No	Tegangan (V)	Arus (A)	Intensitas Cahaya (W/m <sup>2</sup> )	Daya Input (W)	Daya Output (W)	Efisiensi (%)
1.	20,71	7,91	517,5	1041,62	163,82	15,73
2.	20,58	7,63	714	1437,14	157,03	10,93
3.	20,69	5,43	1014	2040,98	112,35	5,50
4.	20,3	7,44	725	1459,28	151,03	10,35
5.	20,3	7,88	817,2	1644,86	159,96	9,73
6.	20,42	7,67	598	1203,65	156,62	13,01
7.	20,62	7,67	612	1231,83	158,16	12,84
8.	20,32	8,21	541	1088,92	166,83	15,32
9.	20,14	8,11	799	1608,23	163,34	10,16

Lanjutan Tabel 4.2

No	Tegangan (V)	Arus (A)	Intensitas Cahaya (W/m <sup>2</sup> )	Daya Input (W)	Daya Output (W)	Efisiensi (%)
10.	23,22	8,97	693	1394,87	208,28	14,93
11.	20,52	8,32	753	1515,64	170,73	11,26
12.	20,42	8,26	671,2	1350,99	168,67	12,48
13.	20,27	7,21	687	1382,79	146,15	10,57
14	20.21	8,11	768	1545,83	163,90	10,60
15	20,07	8,18	842	1694,78	164,17	9,69
16	20,17	7,71	723	1455,25	155,51	10,69
17	20,4	8,7	871	1753,15	177,48	10,12

#### 4.3.2 Studi Beban

Daya Motor Listrik BLDC = 250 Watt/24 V

Selama pengujian aerator beroperasi selama 4 jam dalam sehari. maka :

$$250 \times 4 \text{ jam} = 1000 \text{ Wh.}$$

#### 4.3.2 Ukuran dan Kapasitas

$$\text{kapasitas} = \frac{\text{beban harian}}{\text{tegangan baterai}}$$

$$\text{kapasitas} = \frac{1000 \text{ Wh}}{12V}$$

$$\text{kapasitas} = 83,33 \text{ Ah}$$

#### 4.3.3 Number of Strings in Parallel

$$\text{NoSP} = \frac{\text{kapasitas baterai yang digunakan}}{\text{kapasitas manufaktur}}$$



$$\text{NoSP} = \frac{83,33 \text{ Ah}}{50 \text{ Ah}}$$

NoSP = 1,66 Baterai (dipilih 2 baterai sesuai kebutuhan tegangan beban motor listrik BLDC 24V 50 Ah).

Jumlah baterai yang digunakan juga dapat dihitung dengan mempertimbangkan DoD (*Depth of Discharge*)

$$\text{Kapasitas baterai} = \frac{\text{total energi yang dipakai} \times \text{autonomy}}{\text{DoD} \times \text{tegangan baterai yang digunakan}}$$

$$\text{Kapasitas baterai} = \frac{1000 \text{ W} \times 1 \text{ hari}}{80\% \times 12 \text{ V}}$$

$$\text{Kapasitas baterai} = 104,16 \text{ Ah}$$

$$\text{Jumlah baterai yang dibutuhkan} = \frac{\text{kapasitas baterai yang dibutuhkan}}{\text{kapasitas baterai manufaktur}}$$

$$\text{Jumlah baterai yang dibutuhkan} = \frac{104,16 \text{ Ah}}{50 \text{ Ah}}$$

$$\text{Jumlah baterai yang dibutuhkan} = 2,083 \text{ (2 buah baterai)}$$

#### 4.3.4 Ukuran dan Spesifikasi Modul Surya

$$\text{Panel Surya} = \text{Jumlah kebutuhan daya (Wh)} : \text{waktu (h)}$$

$$= 1000 : 4$$

$$= 250 \text{ Wp}$$

maka, Jumlah modul surya yang akan di pakai adalah :

$$\text{Jumlah modul surya} = \text{total Wattpeak (Wp)} : \text{Wattpeak modul (Wp)}$$

$$\text{Jumlah modul surya} = 250 \text{ Wp} : 150 \text{ Wp}$$

Jumlah modul surya = 1,66 (Sehingga dipakai 2 modul surya sesuai dengan kebutuhan)

#### 4.3.5 Analisis Perhitungan Ekonomis

a) Total pemakaian energi

Total pemakaian energi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$ET = \text{beban sistem} + \text{rugi} - \text{rugi sistem}$$

Dengan asumsi rugi-rugi = 15%, maka

$$ET = 1000\text{Wh} + (15\% \times 1000\text{Wh})$$

$$ET = 1.150\text{Wh} \approx 1,15 \text{ kWh}$$

$$P_{\text{modul surya}} = \frac{ET}{\text{intensitas matahari}} \times 1,1$$

$$P_{\text{modul surya}} = \frac{1,15 \text{ kWh}}{0,924 \text{ kW/m}^2} \times 1,1$$

$$P_{\text{modul surya}} = 1,369 \text{ kWh/hari}$$

b) Biaya listrik yang dihemat

Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No.49 Tahun 2018 tentang Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Oleh Konsumen PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) dihargai sebesar US\$ 10,15 sen per kWh maka dapat dihitung:

Asumsi:

$$\text{US\$ } 1 = \text{Rp } 14.327,45$$

$$\text{US\$ } 0,1015 = \text{Rp } 1.453,93$$

- $1,369 \text{ kWh} \times 365 \text{ hari} = 499,685 \text{ kWh/tahun}$
- Untuk tarif dasar listrik PLTS sekitar Rp 1.452,93/kWh
- Untuk pemakaian satu tahun:

$$\text{Rp } 1.452,93 \times 499,685 \text{ kWh} = \text{Rp } 653.360,8$$

Jadi, petani tambak dapat menghemat pengeluarannya sebesar **Rp 653.360,8** setiap tahunnya.

c) Biaya Investasi Awal

Biaya investasi awal untuk aerator tambak yang akan dikembangkan mencakup biaya peralatan yang dibutuhkan untuk membangun aerator dengan sistem PLTS.

Tabel 4.3 Biaya Investasi Awal Aerator dengan PLTS

No	Komponen	Jumlah	Harga (Rp)	Harga(Rp)
1	Panel Surya 150 (Wp)	2	1.100.000	2.200.000
2	Baterai 12 V 100 Ah	2	1.200.000	1.400.000
3	Solar Charge Controller	1	120.000	120.000
4	Motor BLDC	1	330.000	330.000
5	Kincir Aerator	2	300.000	600.000
6	Pelampung	2	480.000	960.000
7	Bearing	2	175.000	350.000
8	Poros	1	27.000	27.000
9	Gear dan Rantai	1 set	70.000	70.000

Lanjutan Tabel 4.3

No	Komponen	Jumlah	Harga (Rp)	Harga(Rp)
10	Kabel Listrik	2 rol	220.000	440.000
11	Besi Siku	4	141.000	564.000
12	Relay	2	15.000	30.000
13	Ardino UNO	1	138.000	138.000
14	Sensor INA226	1	43.000	43.000
<b>TOTAL</b>				<b>7.272.000</b>

Dari data di atas dapat dilihat untuk membuat suatu aerator dengan sistem PLTS beserta saklar alihnya sebesar **Rp 7.272.000**

d) Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan dan operasional per tahun umumnya diperhitungkan sebesar 1-2% dari total biaya investasi awal. Penentuan persentase 1% didasarkan bahwa negara Indonesia hanya mengalami dua musim, yaitu musim penghujan dan musim kemarau sehingga biaya pembersihan dan pemeliharaan panel surya tidak sebesar pada negara yang mengalami empat musim dalam satu tahun. Selain itu penentuan persentase ini juga didasarkan pada tingkat upah tenaga kerja di Indonesia yang lebih murah dibandingkan dengan tingkat upah tenaga kerja di negara maju. Adapun biaya pemeliharaan dan operasional (M) per tahun untuk PLTS yang akan dikembangkan adalah sebagai berikut :

$$OP_{\text{tahunan}} = 1\% \times \text{Investasi Awal}$$

$$= 0.01 \times \text{Rp } 7.272.000$$

$$= \text{Rp } 72.200$$

Jika diperkirakan usia panel surya mencapai 25 tahun, maka total biaya pemeliharaan dan operasional untuk 25 tahun adalah sebesar Rp 1.818.000.

$$\text{Total investasi} = \text{Rp } 7.272.000 + \text{Rp } 1.818.000$$

$$= \text{Rp } 9.090.000$$

e) *Payback Period*

*Payback Period* adalah jangka waktu kembalinya investasi yang telah dikeluarkan melalui keuntungan yang diperoleh dari suatu proyek yang telah direncanakan.

$$\text{Payback Period} = \text{total investasi} / \text{Pendapatan / kas bersih}$$

$$= \text{Rp } 9.090.000 / \text{Rp } 653.360,8$$

$$= 13,9 \approx 14 \text{ tahun}$$

Jadi periode pengembalian modal atau *payback period* untuk aerator yang akan dikembangkan adalah **14 tahun**.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan dari bab sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Untuk pembuatan alat aerator ini dibutuhkan 2 panel surya 150Wp dan baterai VRLA 12V sebanyak dua buah untuk menyuplai beban yaitu motor BLDC 24V yang nanti akan berfungsi sebagai penggerak dari incir aerator.
2. Sistem saklar alih PLTS-PLN dibuat menggunakan *software* Arduino dengan membuat *coding* program yang kemudian di *upload* ke *hardware* Arduino UNO yang telah dirangkai dengan relay dan sensor tegangan. Prinsip kerjanya, jika sensor tegangan membaca nilai tegangan baterai di atas atau sama dengan 24,74 V maka Arduino akan mengaktifkan relay PLTS (baterai) dan sebaliknya jika sensor membaca nilai tegangan di bawah 24,74 V maka Arduino akan mengaktifkan relay PLN.
3. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, aerator dengan sistem saklar alih yang dibuat dapat menggerakkan beban motor BLDC 24 V dengan daya yang dipakai motor untuk menggerakkan kincir dari PLN lebih besar dibandingkan dengan PLTS.

#### 5.2 Saran

1. Bahan yang digunakan untuk konstruksi aerator harus tahan korosi atau dilapisi dengan zat warna sebelum digunakan mengingat alat ini bekerja untuk pertanian tambak.

- 
2. Konstruksi rangka aerator juga harus diperhitungkan dengan baik agar peletakan panel, kincir dan motor dapat sesuai dengan harapan yang diinginkan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Yuniarti, Dewi Putri dkk. 2019. Pengaruh Proses Aerasi terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit di PTPN VII secara Aerobik. Dalam *Jurnal Redoks*. 4 (2): 7-10.
- Purwoto, Bambang Hari dkk. 2018. Efisiensi Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. Dalam *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18 (1): 10-11.
- Djoyowasito, Gunomo dkk. 2019. Rancang Bangun Sistem Aerator Tambak Udang Bertenaga Bayu. Dalam *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 7 (2):121.
- Arsaf, Abdul Gafar dan Iswadi Hasyimrosma. 2018. Rancang Bangun Aerator Menggunakan Penggerak Motor Satu Fasa dan Sistem Otomatisasi Berbasis Smart Relay. Dalam *JOM FTEKNIK*. 5(1): 2.
- Nugraha, Made Aditya. 2020. Perancangan Sistem Hibrid PLTS dan Generator sebagai Catu Daya Tambahan pada Tambak Udang Vaneme: Studi Kasus Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang. Dalam *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 19(1): 122.
- Triwijaya, Santi dkk. 2021. Kontrol Kecepatan Motor BLDC dengan PID-Firefly. Dalam *Jurnal Iptek Media Komunikasi dan Teknologi*. 25(1): 51.
- Ardiansyah, Muchlis Dwi dan Fatkhur Rahman. 2019. Implementasi dan Analisis Kendali Kecepatan Motor BLDC 1 kW Menggunakan Algoritma PID. Dalam *Jurnal ELTEK*. 17(2): 82.
- Sudin, Nano dkk. 2020. Rancang Bangun Sistem Pengontrol Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Menggunakan Smartphone. Dalam *Jurnal Ilmiah ILKOMINFO*. 3(2): 54.
- Zhou, Guang. 2019. *Current Sensing with INA226-Q1 in HEV and EV BMS Subsystems*. Dallas: Texas Instruments.
- Zein, Afrizal dan Fikry Fitriansyah. 2020. Perancangan Sistem Start Engine dan Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Arduino Berbasis Android. Dalam *Jurnal Ilmu Komputer JIK*. 4(1): 13.
- Asrori dkk. 2019. Pengujian Rasio Kinerja Instalasi Panel Surya Tipe Silikon-Kristal pada Kondisi Cuaca Kota Malang. Dalam *JETM: Jurnal Energi dan Teknologi Manufaktur*. 2(2): 12.



- Barlianto, Aldo Kris dkk. 2021. Sistem Monitoring Solar Charge Controller Menggunakan Raspberry Pi 3 Secara Mobile. Dalam *Jurnal INFRA*. 9(1): 2.
- Ariadi, Heri ddk. 2021. *Dinamika Oksigen Terlarut (Studi Kasus pada Budi Daya Udang)*. Indramayu: Penerbit Adab.
- isw.co.id. “Kincir Air Tambak dan Kegunaannya”. 22 Januari 2018. <https://www.isw.co.id/post/2018/01/22/kincir-air-aerator-bagi-tambak-dan-kegunaannya>. Diakses pada tanggal 10 Agustus 2021.
- airolator.com. “All You Need to Know About Deep Aire Subsurface Aerators”. 17 September 2018. <https://www.airolator.com/all-you-need-to-know-about-subsurface-aerators/>. Diakses pada tanggal 10 Agustus 2021.
- westech-inc.com. “LANDY-7 Surface Aerator”. <https://www.westech-inc.com/products/surface-aerator-landy-7>. Diakses pada tanggal 10 Agustus 2021.
- mediasarangtawon.com. “Tujuan Aerasi pada Pengolahan Air Limbah”. 17 November 2020. <https://mediasarangtawon.com/2020/11/tujuan-aerasi-pada-pengolahan-air-limbah.html>. Diakses pada tanggal 10 Agustus 2021.
- sankelux.co.id. “Pentingnya Mengatur Sudut Kemiringan Ideal Saat Pemasangan Solar Cell”. 15 Februari 2019. <https://sankelux.co.id/blog/-Pentingnya-Mengatur-Sudut-Kemiringan-Ideal-Saat-Pemasangan-Solar-Cell>. Diakses pada tanggal 10 Agustus 2021.
- ilearning.me. “Pengertian Arduino UNO”. <https://ilearning.me/sample-page-162/arduino/pengertian-arduino-uno/>. Diakses pada tanggal 19 Agustus 2021.
- <https://wolles-elektronikkiste.de/en/ina226-current-and-power-sensor>. Diakses pada tanggal 19 Agustus 2021.
- Joewono, Andrew dkk. 2017. Perancangan Sistem Kelistrikan Hybrid (Tenaga Matahari dan Listrik PLN) untuk Menggerakkan Pompa Air Sbmersibel 1 Phase Perancangan Sistem Elektrik Tenaga Hybrid untuk Pompa Air. Dalam *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, 16 (2): 61.

**L**

**A**

**M**

**P**

**I**

**R**

**A**

**N**



**Lampiran 1 Data Pengujian Pengisian Baterai / 1 Juli 2021**  
**PENGUJIAN AERATOR MENGGUNAKAN PANEL SURYA**  
**TANGGAL : 1 Juli 2021**

**METODE : FLOATING CHARGING ( SISTEM 24Vdc )**

**KET : PENGISIAN BATERAI 1 & 2**

No.	Waktu (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multimeter)			Data MPPT Smart Solar Charge Controller (Komputer)						Alat Ukur Pyranometer	
		Baterai 1	Baterai	Seri Sistem	Charge Voltage (V)	Charge Current (A)	Battery Temp (°C)	Charge Power (W)	PV Voltage (V)	Temperatur Lingkungan (°C)	Intensitas Cahaya (W/m <sup>2</sup> )	Kondisi Cuaca
		Vdc	Vdc	Vdc								
1	09:00	13,6	13,7	27,5	27	0,88	33	22,4	39,8	39	579,9	Cerah
2	09:10	13,6	13,7	27,6	28,9	0,86	33	22,8	39,7	40	1025	Cerah
3	09:20	13,5	13,5	26,4	28,2	0,87	34	21	39,7	38	1269	Cerah
4	09:30	13,6	13,6	27,5	27,9	0,82	33	16,9	39,4	40	1034	Cerah
5	09:40	13,5	13,6	26,4	28,2	0,65	33	21,5	39,6	35	1002,5	Cerah
6	09:50	13,8	13,7	27,5	28	0,82	33	20,7	39,7	38	1101	Cerah
7	10:00	13,6	13,6	27,5	28,2	0,78	33	15,9	39,2	38	1208	Cerah
8	10:10	13,6	13,6	27,5	28,9	0,48	32	27,9	40,2	39	1014	Cerah
9	10:20	13,6	13,6	27,5	28	1,05	33	21,3	39,9	35	1049	Cerah
10	10:30	13,6	13,6	27,5	27,9	0,76	33	29,9	40,4	37	442	Cerah
11	10:40	12,8	12,7	25,9	28,2	1,13	33	27,1	40,2	39	1024	Cerah
12	10:50	13,1	12,9	26,4	27,9	1	34	21,1	39,9	39	571,9	Cerah
13	11:00	13,1	12,9	26,4	28	0,78	32	21,5	40,2	36	1023	Cerah
14	11:10	13,8	13,4	27,6	28	0,81	33	13,2	39,4	38	1269,9	Cerah
15	11:20	13,5	13,7	27,5	28	0,47	33	30,2	40,4	39	1034	Cerah
16	11:30	13,8	13,5	27,5	28	1,13	34	24,7	40,2	40	1092,5	Cerah
17	11:40	13,5	13,8	27,6	28,8	0,94	34	21,2	40	40	1143	Cerah
18	11:50	13,5	13,7	27,5	27,8	0,82	34	27,1	39,9	39	1268	Cerah
19	12:00	13,6	13,7	27,6	28	0,85	33	24,3	40,4	40	1004	Cerah
20	12:10	13,8	13,5	27,5	28	0,65	33	21,5	39,6	35	1002,5	Cerah
21	12:20	13,6	13,7	27,6	28,3	0,82	33	20,7	39,7	38	1101	Cerah
22	12:30	13,4	13,9	27,6	28	0,99	31	27,4	38,9	38	976	Cerah
23	12:40	13,6	13,7	26,4	27,9	0,99	31	27,7	38,9	39	1002	Cerah
24	12:50	13,6	13,9	27,6	28	0,97	31	27,7	38,8	39	1109	Cerah
25	13:00	13,6	13,7	27,4	27,9	0,82	34	27,1	39,9	39	1268	Cerah
26	13:10	13,4	13,7	27,6	27,9	0,85	33	24,3	40,4	40	1004	Cerah
27	13:20	13,6	13,7	27,5	28	0,88	33	22,4	39,8	39	579,9	Cerah
28	13:30	13,5	13,5	27,5	28,8	0,86	33	22,8	39,7	40	1025	Cerah
29	13:40	13,6	13,7	27,6	28,7	0,82	34	27,1	39,9	39	1268	Cerah
30	13:50	13,6	13,9	27,5	28	0,85	33	24,3	40,4	40	1004	Cerah
31	14:00	13,6	13,7	27,4	27,9	0,99	31	27,4	38,9	38	989	Cerah

Lampiran 2 Data Pengujian Pengisian Baterai / 2 Juli 2021

PENGUJIAN AERATOR MENGGUNAKAN PANEL SURY  
TANGGAL : 2 Juli 2021

METODE : FLOATING CHARGING ( SISTEM 24Vdc )

KET : PENGISIAN BATERAI 1 & 2

No.	Waktu (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur)			Data MPPT Smart Solar Charge Controller (Komputer)						Alat Ukur Pyranomter	
		Baterai	Baterai	Seri Sistem	Charge Voltage (V)	Charge Current (A)	Battery Temp (°C)	Charge Power (W)	PV Voltage (V)	Temperatur Lingkungan (°C)	Intensitas Cahaya (W/m <sup>2</sup> )	Kondisi Cuaca
		Vdc	Vdc	Vdc								
1	09:00	12,9	12,7	25,9	26,9	0,96	30	27,7	37,4	36	328	mendung
2	09:10	12,8	12,7	25,9	26,7	0,96	31	28,7	38,8	36	328	mendung
3	09:20	12,9	12,7	25,9	26,4	0,99	31	28,7	38,6	39	336	mendung
4	09:30	12,8	12,7	25,7	26,2	0,96	32	25,7	36,9	37	307	mendung
5	09:40	12,8	12,7	25,9	26	0,87	31	27,7	38,8	39	382	mendung
6	09:50	12,9	12,7	25,9	26	0,99	31	27,4	38,9	38	371	mendung
7	10:00	12,8	12,7	25,8	27,3	0,99	31	27,7	38,9	39	303	mendung
8	10:10	12,9	12,9	25,9	26,8	0,97	31	27,7	38,8	39	343	mendung
9	10:20	12,8	12,9	25,9	2,8	0,99	31	27,1	39	40	174	mendung
10	10:30	12,9	12,9	25,9	26,5	0,96	31	26,6	38,7	40	521	mendung
11	10:40	12,9	12,7	25,9	25,5	1,63	31	42,7	36,7	39	348	mendung
12	10:50	12,8	12,7	25,9	26,2	1,53	31	41,2	37,5	39	197	mendung
13	11:00	12,9	12,7	25,9	26	1,34	31	35,9	37,4	40	492	mendung
14	11:10	12,8	12,7	25,9	26,9	1,2	32	34,1	40,3	38	160	mendung
15	11:20	12,8	12,7	25,9	26,2	0,98	33	27,7	40,6	39	416	mendung
16	11:30	12,8	12,7	25,9	27,8	0,97	33	26,8	40,8	39	472	mendung
17	11:40	12,9	12,7	25,9	26,8	1,02	33	27,4	40,2	38	481	mendung
18	11:50	12,8	12,7	25,9	27,2	0,92	32	25,7	39,8	37	450	mendung
19	12:00	12,9	12,9	25,9	26,7	0,93	32	25,4	41	39	472	mendung
20	12:10	12,8	12,7	25,7	27,2	1,01	33	27,7	40,8	36	413	mendung
21	12:20	12,8	12,7	25,9	26,8	0,92	32	25,2	39,1	38	226	mendung
22	12:30	12,9	12,7	25,9	27,1	0,88	33	25,7	40,6	40	424	mendung
23	12:40	12,8	12,7	25,8	26,7	0,94	34	28,5	40,3	37	287	mendung
24	12:50	13,1	12,9	26,4	26,5	0,88	33	27,5	41	40	358	mendung
25	13:00	13,1	12,9	26,7	26,9	1,04	33	25,5	40,6	40	242	mendung
26	13:10	12,9	12,7	26	27,9	0,92	32	25,7	39	40	257	mendung
27	13:20	12,9	12,7	25,9	28	0,97	33	25,7	39,7	39	293	mendung
28	13:30	12,9	12,7	25,9	28,1	1,63	33	28,4	40,4	40	104	mendung
29	13:40	12,8	12,7	25,8	28,4	1,01	34	28,7	40,4	40	299	mendung
30	13:50	12,9	12,9	25,9	27,9	0,97	34	27,7	41	37	307	mendung
31	14:00	12,9	12,9	25,9	27,9	0,88	33	28,4	39	39	311	mendung

Lampiran 3 Data Pengujian Pengisian Baterai / 3 Juli 2021

PENGUJIAN AERATOR MENGGUNAKAN PANEL SURYA TANGGAL :  
3 Juli 2021

METODE : FLOATING CHARGING (SISTEM 24Vdc) KET :  
PENGISIAN BATERAI 1 & 2

No.	Waktu (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multimeter)			Data MPPT Smart Solar Charge Controller (Komputer)						Alat Ukur Pyranometer	
		Baterai 1	Baterai 2	Seri Sistem 24V	Charge Voltage (V)	Charge Current (A)	Battery Temp (°C)	Charge Power (W)	PV Voltage (V)	Temperatur Lingkungan (°C)	Intensitas Cahaya (W/m <sup>2</sup> )	Kondisi Cuaca
		Vdc	Vdc	Vdc								
1	10:00	12,9	12,7	25,9	26,6	1,13	33	27,1	40,2	39	768	Cerah
2	10:10	12,8	12,7	25,9	26,7	0,82	34	27,1	39,9	39	678	Cerah
3	10:20	12,8	12,7	25,7	26,1	0,82	33	16,9	39,4	40	698	Cerah
4	10:30	12,7	12,6	25,6	26	0,81	33	13,2	39,4	38	794	Cerah
5	10:40	12,9	12,7	25,9	26,4	0,88	33	22,4	39,8	39	450	Cerah
6	10:50	12,8	12,6	25,7	26,1	0,82	33	16,9	39,4	40	954	Cerah
7	11:00	12,9	12,6	25,9	26,3	0,82	33	20,8	39,7	38	721	Cerah
8	11:10	12,8	12,7	25,8	26,4	0,78	33	15,9	39,2	39	845	Cerah
9	11:20	12,8	12,7	25,9	25,8	0,82	34	27,1	40	39	812	Cerah
10	11:30	12,9	12,9	25,9	26,5	0,85	32	24,3	40,4	40	911	Cerah
11	11:40	12,8	12,8	25,9	26,5	1	34	21,1	39,8	39	1001	Cerah
12	11:50	12,9	12,7	25,9	26,2	0,78	32	21,5	40,2	36	756	Cerah
13	12:00	12,7	12,7	25,9	26	0,98	33	16	39,4	38	823	Cerah
14	12:10	12,8	12,7	25,9	26,8	0,47	33	30,2	40,4	39	794	Cerah
15	12:20	12,8	12,7	25,9	26,2	1,63	31	42,7	36,7	39	1002,5	Cerah
16	12:30	13,1	12,9	26,4	26,8	1,53	31	41,4	37,5	39	1101	Cerah
17	12:40	13,1	12,9	26,7	26,8	1,03	31	35,9	37,4	39	1208	Cerah
18	12:50	12,9	12,7	26	27	1,2	32	34,1	38,1	38	1014	Cerah
19	13:00	12,9	12,7	25,9	26,7	0,78	32	20,8	40,2	36	1049	Cerah
20	13:10	12,7	12,7	25,9	26	0,88	33	16	38,7	38	442	Cerah
21	13:20	12,8	12,7	25,9	26,8	1,13	34	25,2	40,2	40	1001	Cerah
22	13:30	13	12,7	26	27,1	0,94	33	21,2	40	40	932	Cerah
23	13:40	12,8	12,9	25,9	26,7	0,83	34	27	39,9	39	917	Cerah
24	13:50	12,9	12,9	25,9	26,5	0,85	33	24,3	37,5	40	639	Cerah
25	14:00	12,9	12,7	26	26,9	0,99	32	33,7	37,7	38	876	Cerah

Lampiran 4 Data Pengujian Pengisian Baterai / 6 Juli 2021  
**PENGUJIAN AERATOR MENGGUNAKAN PANEL SURYA**  
**TANGGAL : 6 Juli 2021**

**METODE : FLOATING CHARGING ( SISTEM 24Vdc )**

**KET : PENGISIAN BATERAI 1 & 2**

No.	Waktu (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multimeter)			Data MPPT Smart Solar Charge Controller (Komputer)					Alat Ukur Pyranometer		
		Baterai	Baterai	Seri Sistem	Charge Voltage (V)	Charge Current (A)	Battery Temp (°C)	Charge Power (W)	PV Voltage (V)	Temperatur Lingkungan (°C)	Intensitas Cahaya (W/m <sup>2</sup> )	Kondisi Cuaca
		Vdc	Vdc	Vdc								
1	09:00	13,8	13,7	27,5	26	0,99	29	27,4	38,2	37	943	Cerah
2	09:10	13,6	13,6	27,5	27,9	0,97	29	27,8	38,9	36	956	Cerah
3	09:20	13,6	13,6	27,5	28,2	0,97	29	27,7	38,8	37	911	Cerah
4	09:30	13,6	13,7	27,6	27,9	0,92	32	25,2	39	38	1005	Cerah
5	09:40	13,4	13,9	27,6	28	0,84	32	26,1	40,6	37	1007	Cerah
6	09:50	13,6	13,9	27,6	28	0,88	31	27,5	41	37	998	Cerah
7	10:00	14	13,2	27,6	28	1,13	29	29,9	39,7	39	945	Cerah
8	10:10	14	13,2	27,6	27,9	1,08	30	32,4	39,7	38	990	Cerah
9	10:20	13,9	13,3	27,6	28	1,16	30	28	39,4	39	978	Cerah
10	10:30	13,9	13,3	27,5	28	1,03	30	27,4	39,9	37	1001	Cerah
11	10:40	14	13,3	27,5	28	1	30	27,4	39,2	40	1003	Cerah
12	10:50	14	13,3	27,6	28	0,99	30	26,8	40,4	38	1115	Cerah
13	11:00	13,8	13,3	27,6	28	0,96	30	27,7	40,2	39	978	Cerah
14	11:10	14	13,2	27,6	28	0,97	31	25,7	39,7	39	967	Cerah
15	11:20	14	13,3	27,6	28	0,91	31	26,3	40,1	37	876	Cerah
16	11:30	13,9	13,3	27,5	28	1,03	31	27,1	39,8	40	745	Cerah
17	11:40	14	13,4	27,6	27,8	1,21	30	27,3	40,1	40	889	Cerah
18	11:50	13,8	13,5	25,7	28	0,98	31	29,3	40,2	39	901	Cerah
19	12:00	13,8	13,5	27,6	28	1,09	31	24	39,6	37	879	Cerah
20	12:10	14	13,2	27,6	27,9	1,03	32	32,7	39,7	38	1002	Cerah
21	12:20	13,9	13,3	27,6	28,3	1,16	31	29	39	39	1005	Cerah
22	12:30	13,9	13,3	27,5	28	1,2	31	27,1	39,6	37	1115	Cerah
23	12:40	13,8	13,4	27,6	27,7	1,2	32	33,8	40,3	38	1020	Cerah
24	12:50	13,5	13,7	27,5	28	0,98	33	27,7	40,6	39	1221	Cerah
25	13:00	13,8	13,5	27,5	27,9	0,97	33	26,8	40,8	39	1231	Cerah
26	13:10	13,9	13,3	27,6	27,9	1,02	31	28,9	39,3	39	999	Cerah
27	13:20	13,8	13,5	27,5	28	1,01	33	27,7	40,8	36	979	Cerah
28	13:30	13,8	13,4	27,5	28	1	31	27,1	39,8	40	1001	Cerah
29	13:40	14	13,2	27,6	28,7	0,97	32	27,3	40,1	40	1018	Cerah
30	13:50	13,8	13,5	25,7	28	0,98	31	29,2	39,9	39	1023	Cerah
31	14:00	13,8	13,5	27,6	28	1,01	31	25	40,2	40	1003	Cerah

Lampiran 5 Data Pengujian Tanpa Beban / 9 Juli 2021

PENGUJIAN AERATOR MENGGUNAKAN PANEL SURYA  
TANGGAL : 9 Juli 2021

METODE : FLOATING CHARGING ( SISTEM 24Vdc )

KET : PENGISIAN BATERAI 1 & 2

No.	Waktu (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multimeter)			Data Panel Surya Seri (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter								Data MPPT Smart Solar Charge Controller (Komputer)					Alat Ukur Pyranometer		
		Baterai	Baterai	Seri Sistem	P	Curr.	Volt	Power Flow Rate	Peak Curr	Peak P	Peak Curr	Volt Peak	Charge Voltage	Charge Current	Batt Temp	Charge Power	PV Volt	Temp Lingk	Intensitas	Kondisi Cuaca
		Vdc	Vdc	Vdc	(W)	(A)	(V)	(Wh)	(A/Ap)	(W/Wp)	(Ah)	(V/Vmax)	(V)	(A)	(°C)	(W)	(V)	(°C)	(W/m²)	
1	09:00	12,8	12,7	25,8	13,4	0,34	40,69	69,5	1,22	29,7	1,86	40,24	27,1	0,94	33	21,2	40	40	911	Cerah
2	09:10	13	12,8	26,2	10	0,25	40,31	65,5	1,22	29,7	1,88	40,23	26,7	0,83	34	27	39,9	39	1003	Cerah
3	09:20	12,9	12,8	26,1	12,1	0,29	40,53	67,2	1,22	29,7	1,91	40,23	26,5	0,85	33	24,3	37,5	40	766	Cerah
4	09:30	13	12,9	26,1	12,5	0,29	40,69	69,9	1,22	29,7	1,98	40,23	26,9	0,99	32	33,7	37,7	38	823	Cerah
5	09:40	13	12,9	26,2	13,8	0,34	40,68	71,6	1,22	29,7	2,02	40,23	27,1	0,94	33	21,2	40	40	784	Cerah
6	09:50	13	12,9	26,2	12,3	0,29	40,52	69,8	1,22	29,7	1,87	40,22	27	1,2	32	34,1	38,1	38	768	Cerah
7	10:00	13	12,9	26,2	14,7	0,35	40,81	73,6	1,22	29,7	1,86	40,23	26,7	0,78	32	20,8	40,2	36	678	Cerah
8	10:10	13	12,9	26,2	11,1	0,27	40,32	75,9	1,22	29,7	1,91	40,23	26	0,88	33	16	38,7	38	698	Cerah
9	10:20	12,9	12,8	26,1	10,8	0,26	40,31	66,2	1,22	29,7	1,88	40,23	26,6	1,13	33	27,1	40,2	39	794	Cerah
10	10:30								1,22	29,7			26,7	0,82	34	27,1	39,9	39	450	Cerah
10	10:30	13	12,9	26,2	12,3	0,29	40,52	69,8	1,22	29,7	1,87	40,22	27	1,2	32	34,1	38,1	38	768	Cerah
11	10:40	13	12,8	26,2	12,2	0,29	40,53	67,2	1,22	29,7	1,82	40,24	26,1	0,82	33	16,9	39,4	40	954	Cerah
12	10:50	13	12,9	26,2	13,6	0,32	40,52	71,2	1,22	29,7	1,82	40,22	26,1	0,82	33	16,9	39,4	40	721	Cerah
13	11:00	13	12,9	26,2	11,9	0,29	40,59	69,2	1,22	29,7	1,94	40,24	26,3	0,82	33	20,8	39,7	38	845	Cerah
14	11:10	13	12,9	26,2	10,3	0,26	40,37	65,7	1,22	29,7	1,89	40,23	26,8	1,13	34	25,2	40,2	40	812	Cerah
15	11:20	12,8	12,7	25,8	13,1	0,31	40,69	69,4	1,22	29,7	1,86	40,24	27,1	0,94	33	21,2	40	40	911	Cerah
16	11:30	13	12,8	26,2	10	0,25	40,31	65,5	1,22	29,7	1,88	40,23	26,7	0,83	34	27	39,9	39	1001	Cerah
17	11:40	12,9	12,8	26,1	12,1	0,29	40,53	67,2	1,22	29,7	1,91	40,23	26,5	0,85	33	24,3	37,5	40	756	Cerah
18	11:50	13	12,9	26,1	12,1	0,29	40,61	69,9	1,22	29,7	1,98	40,23	26,9	0,99	32	33,7	37,7	38	823	Cerah
19	12:00	13	12,9	26,2	13,8	0,34	40,65	71,6	1,22	29,7	2,02	40,23	27,1	0,94	33	21,2	40	40	794	Cerah
20	12:10	12,9	12,7	26,1	14,2	0,34	40,68	73,3	1,22	29,7	2,06	40,23	26,7	0,83	34	27	39,9	39	775	Cerah
21	12:20	12,9	12,8	26,1	11	0,26	40,95	75,5	1,22	29,7	2,12	40,23	26,4	0,88	33	22,4	39,8	39	798	Cerah
22	12:30	13	12,8	26,1	8,3	0,21	39,09	77,3	1,22	29,7	2,16	38,64	26,3	0,86	33	22,8	39,7	40	825	Cerah
23	12:40	12,9	12,8	26,1	15,5	0,44	40,96	79,5	1,22	29,7	2,22	40,24	26,3	0,87	34	21	39,7	38	896	Cerah
24	12:50	12,9	12,8	26,1	12,3	0,27	41,08	81,1	1,22	29,7	2,26	40,24	26,7	0,76	33	29,9	40,4	37	911	Cerah
25	13:00	12,8	12,7	25,9	11,4	0,26	40,8	74,9	1,22	29,7	2,13	40,11	26,6	1,13	33	27,1	40,2	39	1002	Cerah
26	13:10	12,9	12,8	26,1	9,2	0,23	40,35	83,1	1,22	29,7	2,31	39,48	26,5	1	34	21,1	39,9	39	1001	Cerah
27	13:20	12,9	12,8	26,1	12,3	0,29	40,52	67,4	1,22	29,7	2,04	40,23	26,6	0,78	32	21,5	40,2	36	932	Cerah
28	13:30	13	12,8	26,2	12,6	0,3	40,57	67,9	1,22	29,7	2,19	40,24	26	0,81	33	13,2	39,4	38	917	Cerah
29	13:40	13	12,9	26,2	11,9	0,29	40,58	67,9	1,22	29,7	2,08	40,24	26,8	0,47	33	30,2	40,4	39	639	Cerah
30	13:50	13	12,9	26,2	10,5	0,27	40,37	65,9	1,22	29,7	2,14	40,22	26,3	0,65	33	21,5	39,6	35	876	Cerah
31	14:00	12,9	12,8	26,1	12,8	0,21	40,59	67,9	1,22	29,7	2,21	40,23	26,3	0,82	33	20,7	39,7	38	888	Cerah

Lampiran 6 Data Pengujian Tanpa Beban / 10 Juli 2021

PENGUJIAN AERATOR MENGGUNAKAN PANEL SURYA  
TANGGAL : 10 Juli 2021

METODE : FLOATING CHARGING ( SISTEM 24Vdc )  
KET : PENGISIAN BATERAI 1 & 2

No.	Waktu (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multimeter)			Data Panel Surya Seri (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter								Data MPPT Smart Solar Charge Controller (Komputer)						Alat Ukur Pyranometer		
		Baterai	Baterai	Seri Sistem	P (W)	Curr (A)	Volt (V)	Power Flow Rate (Wh)	Peak Current (A/Ap)	Peak Power (W/Wp)	Peak Current (Ah)	Voltage Peak (V/Vmax)	Charge Voltage (V)	Charge Current (A)	Batte Tem (°C)	Charge Power (W)	PV Volt (V)	Temp Lingk (°C)	Intensitas Cahaya (W/m²)	Kondisi Cuaca	
		Vdc	Vdc	Vdc																	
1	09:00	13,8	13,7	27,5	9,7	0,24	40,66	100,1	1,22	41,7	2,66	39,56	26,2	1,63	31	42,7	36,7	39	943	Cerah	
2	09:10	13,6	13,6	27,5	10,1	0,25	40,64	100,3	1,22	41,7	2,672	39,56	26,8	1,53	31	41,2	37,5	39	956	Cerah	
3	09:20	13,8	13,6	27,5	11,7	0,29	40,77	100,9	1,22	41,7	2,687	39,56	27,9	0,92	32	25,2	39	38	911	Cerah	
4	09:30	13,8	13,7	27,6	10,5	0,26	40,66	101,2	1,22	41,7	2,694	39,56	28	0,84	32	26,1	40,6	37	1005	Cerah	
5	09:40	13,4	13,9	27,6	11,8	0,28	40,74	101,3	1,22	41,7	2,7	39,56	28	0,98	33	27,7	40,6	39	1007	Cerah	
6	09:50	13,6	13,9	27,6	12,4	0,29	40,52	102,2	1,22	41,7	2,765	39,56	28	0,98	31	29,2	39,9	39	998	Cerah	
7	10:00	14	13,2	27,6	13,2	0,34	40,9	103,5	1,22	41,7	2,784	40,25	28	1,01	31	25	40,2	40	945	Cerah	
8	10:10	13,9	13,2	27,6	11,2	0,27	40,32	100,2	1,22	41,7	1,91	40,23	28	0,92	32	25,7	1,91	39,8	37	990	Cerah
9	10:20	13,9	13,3	27,6	11,7	0,29	40,76	100,3	1,22	41,7	1,88	40,25	28	0,93	32	25,4	41	39	978	Cerah	
10	10:30	14	13,3	27,5	10,8	0,26	40,3	100,1	1,22	41,7	1,88	40,25	28	1,01	33	27,7	40,8	36	1001	Cerah	
11	10:40	14	13,3	27,5	12,8	0,29	40,53	100,4	1,22	41,7	1,82	40,23	28,2	0,97	29	27,7	38,8	37	1003	Cerah	
12	10:50	14	13,3	27,6	13,7	0,32	40,52	103,2	1,22	41,7	1,823	40,25	27,9	0,92	32	25,2	39	38	1115	Cerah	
13	11:00	13,8	13,3	27,6	12,1	0,29	40,59	102,2	1,22	41,7	1,94	40,25	28	0,84	32	26,1	40,6	37	978	Cerah	
14	11:10	14	13,2	27,6	11,8	0,27	40,38	100,9	1,22	41,7	1,892	40,25	28	0,88	31	27,5	41	37	967	Cerah	
15	11:20	14	13,3	27,6	13,5	0,32	40,7	103,1	1,22	41,7	1,86	40,25	27,9	0,92	32	25,2	39	38	876	Cerah	
16	11:30	14	13,3	27,5	12,9	0,29	40,61	102,8	1,22	41,7	1,88	40,24	26,8	1,34	31	35,9	37,4	40	745	Cerah	
17	11:40	14	13,4	27,6	12,9	0,29	40,61	102,8	1,22	41,7	1,918	39,56	27,9	0,97	33	26,8	40,8	39	889	Cerah	
18	11:50	13,8	13,5	25,7	12,1	0,27	40,56	102,2	1,22	41,7	1,98	39,56	27,9	0,97	33	26,8	40,8	39	901	Cerah	
19	12:00	13,9	13,5	27,6	13,2	0,34	40,65	103,1	1,22	41,7	2,025	40,23	28	1,02	33	27,4	40,2	38	879	Cerah	
20	12:10	14	13,2	27,6	14,2	0,39	41,23	103,9	1,22	41,7	2,066	40,25	28	1,03	30	41,7	27,4	39,9	37	1002	Cerah
21	12:20	13,9	13,3	27,6	13,9	0,37	40,95	102,9	1,22	41,7	2,124	40,25	28	1	30	27,4	39,2	40	1005	Cerah	
22	12:30	13,9	13,3	27,5	14,6	0,41	41,33	104,5	1,22	41,7	2,169	40,24	28	0,99	30	26,8	40,4	38	1115	Cerah	
23	12:40	13,9	13,4	27,6	15,5	0,44	42,41	104,8	1,22	41,7	2,225	40,62	28	0,96	30	27,7	40,2	39	1020	Cerah	
24	12:50	13,5	13,7	27,5	15,4	0,45	42,41	104,8	1,22	41,7	2,263	40,25	27,7	0,94	34	28,5	40,3	37	1221	Cerah	
25	13:00	13,8	13,5	27,5	15,4	0,45	42,4	104,8	1,22	41,7	2,132	40,24	28	0,88	33	27,5	41	40	1231	Cerah	
26	13:10	13,8	13,3	27,6	14,6	0,42	40,35	104,5	1,22	41,7	2,315	40,54	28	0,98	31	29,3	40,2	39	999	Cerah	
27	13:20	13,8	13,5	27,5	15,4	0,45	42,39	104,7	1,22	41,7	2,045	40,24	28	1,09	31	24	39,6	37	979	Cerah	
28	13:30	13,8	13,4	27,5	15,4	0,45	42,39	104,8	1,22	41,7	2,192	40,62	27,9	1,02	31	28,9	39,3	39	1001	Cerah	
29	13:40	14	13,2	27,6	13,9	0,37	40,65	102,9	1,22	41,7	2,085	40,55	28	1,01	33	27,7	40,8	36	1018	Cerah	
30	13:50	13,8	13,5	25,7	14,2	0,41	40,37	104,1	1,22	41,7	2,146	40,25	28	0,92	32	25,2	39,1	38	1023	Cerah	
31	14:00	13,8	13,5	27,6	15,4	0,45	42,39	104,8	1,22	41,7	2,212	40,24	28	0,88	33	25,7	40,6	40	1003	Cerah	



Lampiran 7 Data Pengujian Tanpa Beban / 11 Juli 2021

PENGUJIAN AERATOR MENGGUNAKAN PANEL SURY  
TANGGAL : 11 Juli 2021

METODE : FLOATING CHARGING ( SISTEM 24Vdc )  
KET : PENGISIAN BATERAI 1 & 2

No.	Waktu (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multimeter)			Data Panel Surya Seri (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter								Data MPPT Smart Solar Charge Controller (Komputer)					Alat Ukur Pyranometer		
		Baterai	Baterai	Seri Sistem	P (W)	Curr (A)	Vol (V)	Power Flow Rate (Wh)	Peak Cur (A/Ap)	Peak P (W/Wp)	Peak Curr(Ah)	Volt Peak (V/Vmax)	Charge Volt (V)	Charge Curr (A)	Batt temp (°C)	Charge P (W)	PV Volt(V)	Temp Ling (°C)	Intensitas Cahaya (W/m <sup>2</sup> )	Kondisi Cuaca
1	09:00	13,6	13,7	27,5	10	0,26	40,6	101,1	1,22	41,7	2,025	40,25	26,1	0,82	33	16,9	39,4	40	954	Cerah
2	09:10	13,6	13,6	27,5	11	0,25	40,6	100,2	1,22	41,7	1,87	40,24	26,1	0,82	33	16,9	39,4	40	1103	Cerah
3	09:20	13,8	13,7	27,5	11	0,29	40,6	100,1	1,22	41,7	1,86	40,54	26,3	0,82	33	20,8	39,7	38	845	Cerah
4	09:30	13,8	13,7	27,6	10	0,26	40,6	103,2	1,22	41,7	1,91	39,56	28	0,84	32	26,1	40,6	37	1005	Cerah
5	09:40	13,6	13,9	27,6	11	0,28	40,7	101,3	1,22	41,7	1,88	39,56	28	0,98	33	27,7	40,6	39	1007	Cerah
6	09:50	13,6	13,9	27,6	12	0,29	40,5	102,4	1,22	41,7	2,765	40,23	28	0,98	31	29,2	39,9	39	998	Cerah
7	10:00	13,7	13,2	27,6	12	0,28	40,	101,5	1,22	41,7	2,784	40,25	28	1,01	31	25	40,2	40	945	Cerah
8	10:10	13,9	13,2	27,6	11	0,27	40,3	100,2	1,22	41,7	1,91	40,23	28	0,92	32	25,7	39,8	37	990	Cerah
9	10:20	13,9	13,5	27,5	11	0,29	40,7	100,3	1,22	41,7	1,88	40,25	28	0,93	32	25,4	41	39	978	Cerah
10	10:30	14	13,3	27,5	10	0,26	40,	100,1	1,22	41,7	1,88	40,25	28	1,01	33	27,7	40,8	36	1001	Cerah
11	10:40	14	13,3	27,6	12	0,29	40,5	100,4	1,22	41,7	1,82	39,56	28,2	0,97	29	27,7	38,8	37	1003	Cerah
12	10:50	13,9	13	27,6	12	0,29	40,5	103,2	1,22	41,7	1,823	39,56	27,9	0,92	32	25,2	39	38	1115	Cerah
13	11:00	13,8	13,3	27,5	12	0,29	40,5	105,2	1,22	41,7	1,94	40,23	28	0,84	32	26,1	40,6	37	978	Cerah
14	11:10	13,9	13,2	27,6	13	0,32	40,3	100,6	1,22	41,7	1,892	40,25	28	0,88	31	27,5	41	37	967	Cerah
15	11:20	13,9	13,3	27,6	13	0,32	40,	102,9	1,22	41,7	1,86	40,25	26,7	0,76	33	29,9	40,4	37	911	Cerah
16	11:30	14	13,3	27,5	12	0,29	40,6	103,1	1,22	41,7	1,88	40,24	26,6	1,13	33	27,1	40,2	39	1002	Cerah
17	11:40	14	13,4	27,6	13	0,32	40,5	102,8	1,22	41,7	1,918	40,23	26,5	1	34	21,1	39,9	39	1001	Cerah
18	11:50	13,7	13,5	25,7	12	0,27	40,5	102,2	1,22	41,7	1,98	40,25	26,6	0,78	32	21,5	40,2	36	932	Cerah
19	12:00	13,9	13,5	27,6	13	0,34	40,6	103,1	1,22	41,7	2,025	40,25	28	1,02	33	27,4	40,2	38	879	Cerah
20	12:10	14	13,2	27,6	13	0,35	41,2	104,1	1,22	41,7	2,066	40,25	28	1,03	30	27,4	39,9	37	1002	Cerah
21	12:20	14	13,3	27,6	13	0,37	40,9	102,9	1,22	41,7	2,124	40,25	28	1	30	27,4	39,2	40	1005	Cerah
22	12:30	13,9	13,3	27,5	14	0,41	41,3	104,4	1,22	41,7	2,169	40,24	28	0,99	30	26,8	40,4	38	1115	Cerah
23	12:40	13,9	13,4	27,6	15	0,44	42,4	104,8	1,22	41,7	2,225	40,62	28	0,96	30	27,7	40,2	39	1020	Cerah
24	12:50	13,5	13,7	27,5	15	0,45	42,4	104,8	1,22	41,7	2,263	40,25	27,7	0,94	34	28,5	40,3	37	1221	Cerah
25	13:00	13,8	13,5	27,5	15	0,45	42,	104,8	1,22	41,7	2,132	40,24	28	0,88	33	27,5	41	40	1231	Cerah
26	13:10	14	13,3	27,6	14	0,42	40,3	104,5	1,22	41,7	2,315	40,54	28	0,98	31	29,3	40,2	39	999	Cerah
27	13:20	14	13,5	27,6	13	0,38	42,3	104,7	1,22	41,7	2,045	40,24	28	1,09	31	24	39,6	37	979	Cerah
28	13:30	13,8	13,4	27,7	15	0,45	42,3	104,9	1,22	41,7	2,192	40,62	27,9	1,02	31	28,9	39,3	39	1001	Cerah
29	13:40	14	13,2	27,6	13	0,37	40,6	102,9	1,22	41,7	2,085	40,55	28	1,01	33	27,7	40,8	36	1018	Cerah
30	13:50	13,8	13,5	25,7	14	0,41	40,3	103,9	1,22	41,7	2,146	40,25	27,9	0,92	32	25,2	39	38	1005	Cerah
31	14:00	13,8	13,5	27,6	15	0,46	42,2	105,1	1,22	41,7	2,212	40,24	28	0,84	32	26,1	40,6	37	1007	Cerah

Lampiran 8 Data Pengujian Berbeban / 29 Juli 2021

PENGUJIAN AERATOR

MENGGUNAKAN PANEL SURY

TANGGAL : 29 Juli 2021

putaran : 70%

METODE : FLOATING CHARGING ( pln 7

SISTEM 24Vdc ) KET :

PUTARAN KONSTAN : 36,5 rpm

No	Waktu (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multimeter)			Data Panel Surya Seri (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter								Data MPPT Smart Solar Charge Controller (Komputer)						Data Volt/Amp Motor DC - Wattmeter			Data Volt/Amp PLN -			Alat Ukur Pyranometer	
		Baterai	Baterai	Seri Sistem	P (W)	Curr (A)	Volt (V)	P. Flow Rate (Wh)	Peak Curr (A/Ap)	Peak Power (W/Wp)	Peak Curr (Ah)	Volt Peak (V/Vmax)	Charge Volt (V)	Charge Curr (A)	Batt T (°C)	Charge Power (W)	PV Voltage (V)	Temp Ling (°C)	Teg (V)	Arus (A)	Daya (W)	Teg (V)	Arus (A)	Daya (W)	Intensitas (W/m²)	Kond. Cuaca
		Vdc	Vdc	Vdc																						
1	10:00	13	12,9	26,21	43,5	1,33	37,3	114,3	1,9	75	3,0	37,1	25,1	3,0	32	82	36,4	38	20,43	6,3	126,2	24	0	0	579,9	Cerah
2	10:10	12,9	12,8	26,13	62	1,68	37,8	120,6	2,1	80	3,2	37,6	25	3,3	32	84,9	36	39	20,79	4,3	109,7	24	0	0	1025	Cerah
3	10:20	12,8	12,7	25,82	74	1,91	37,2	124,9	2,3	90	3,4	36,7	25,2	4,2	33	105,6	36,5	40	20,77	5,4	104,7	24	0	0	1269	Cerah
4	10:30	13	12,8	26,2	81,7	2,13	37,3	130,2	2,4	92	3,5	34,7	25,1	4,0	33	104	36,4	40	20,65	5,1	116,9	24	0	0	1034	Cerah
5	10:40	12,9	12,7	25,93	79,2	2,15	37,3	134,1	2,4	92	3,6	36,7	25,1	3,4	32	100,4	36,5	40	20,25	6,0	107,9	24	0	0	1002	Cerah
6	10:50	12,8	12,7	25,75	80,4	2,15	37,1	138,7	2,4	91	3,9	36,7	25,7	3,2	33	80,5	37,6	39	20,01	5,4	117,1	24	0	0	1101	Cerah
7	11:00	12,8	12,7	25,92	63,1	1,61	38,5	141,5	2,4	92	3,1	34,3	25,4	3,6	32	93,3	36,6	39	21,19	5,9	112,7	24	0	0	1208	Cerah
8	11:10	12,7	12,9	24,95	77,2	2,11	37,4	144,5	2,4	92	3,9	37,1	25,2	3,7	32	94,2	36,4	39	20,69	5,4	100,1	24	0	0	1014	Cerah
9	11:20	12,7	12,5	24,75	64,2	1,65	38,7	107,8	1,9	74	2,9	37,7	24,5	1,1	32	29,1	36,3	37	23,5	5,3	121,5	24	0	0	1049	Cerah
1	11:30	12,5	12,9	24,9	30,6	0,85	39,8	74,1	1,3	52	2,0	29,1	26,4	1,8	31	48,5	39	39	23,51	2,8	86,7	24	0	0	442	Cerah
1	11:40	12	12,2	24,32	80,3	2,24	38,8	157,7	2,4	93	4,2	38,3	26,3	2,7	33	67,8	38,1	35	23,51	0	0	18	7,3	134	1024	Cerah
1	11:50	12,4	12,5	24,86	44,5	1,36	37,3	112,3	1,9	74	3,0	37,1	25,1	3,0	32	82	36,4	38	20,45	6,2	125,2	24	0	0	571,9	Cerah
1	12:00	12,4	12,3	24,78	62	1,68	37,8	120,6	2,1	80	3,2	37,6	25	3,3	32	84,9	36	39	20,79	4,3	109,5	24	0	0	1023	Cerah
1	12:10	12,5	12,3	24,76	75	1,91	37,1	125,9	2,3	90	3,4	36,7	25,2	4,2	33	105,6	36,5	40	20,67	5,4	102,7	24	0	0	1269	Cerah
1	12:20	12,6	12,2	24,75	81,7	2,13	37,3	130,2	2,4	92	3,5	34,7	25,1	4,0	33	104	36,4	40	20,65	5,1	116,9	24	0	0	1034	Cerah
1	12:30	12,3	12,5	24,77	80,2	2,15	37,3	134,1	2,4	92	3,6	36,7	25,1	3,4	32	100,4	36,5	40	20,21	6,0	107,9	24	0	0	1092	Cerah
1	12:40	12,3	12,2	24,72	75,5	1,26	38,5	162,1	2,4	92	4,4	37,5	26,4	2,4	34	61,2	38,1	38	20,22	0	0	19	7,3	144	1143	Cerah
1	12:50	12,9	12,6	25,06	63,3	1,61	38,6	141,5	2,4	92	3,1	34,3	25,4	3,6	32	93,3	36,6	39	21,15	5,9	111,7	24	0	0	1268	Cerah
1	13:00	12,6	12,4	24,88	78,2	2,11	37,4	144,5	2,4	92	3,9	37,1	25,2	3,7	32	94,2	36,4	39	20,69	5,4	100,1	24	0	0	1004	Cerah
2	13:10	12,7	12,5	24,92	73,4	1,67	38,3	156,4	2,4	92	4,2	38,3	26,1	2,4	33	65,5	37,8	39	23,5	6,2	110,3	24	0	0	980	Cerah
2	13:20	12,4	12,4	24,78	70,4	2,67	37,3	150,2	2,4	92	4,1	37,1	25,1	3,2	33	80,7	36,4	39	20,67	5,5	104,5	24	0	0	987,9	Cerah
2	13:30	12,5	12,4	24,77	74,1	1,91	37,2	147,5	2,4	92	4,1	37,1	25,1	3,4	33	86	36,3	39	20,65	5,1	104,7	24	0	0	1102	Cerah
2	13:40	12,5	12,6	24,8	62,3	1,63	39,5	83,2	1,6	66	2,3	39,1	25,9	3,0	31	80	38,5	39	22,15	2,7	87,2	19	0	0	802	Cerah
2	13:50	12,1	11,8	23,65	63,9	1,71	38,0	159,9	2,4	92	4,4	37,7	25,7	3,3	34	80,8	37,4	37	22,15	0	0	19	7,2	14	994	Cerah
2	14:00	12,4	12,5	24,75	80,4	2,15	37,1	137,7	2,4	92	3,9	36,7	25,7	3,2	33	80,5	37,6	39	20,01	5,3	116,8	24	0	0	1301	Cerah

Lampiran 9 Data Pengujian Berbeban / 30 Juli 2021  
 Pengujian Aerator Menggunakan Panel Surya

Tanggal : 30 Juli 2021

Metode : Floating Charging ( Sistem 24vdc )

Ket : Putaran Konstan : 84 Rpm

putaran : 85%

pln 8

No.	Waktu (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multifimeter)			Data Panel Surya Seri (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter									Data MPPT Smart Solar Charge Controller (Komputer)						Data Volt/Amp Motor DC - Wattmeter			Data Volt/Amp PLN -			Alat Ukur	
		Bat 1	Bat 2	Seri Sistem	P (W)	Cur (A)	Voltage (V)	Power Flow Rate (Wh)	Peak Cur (A)	Peak Power (W/Wp)	Peak Curr (Ah)	Voltage Peak (V/Vmax)	Charge Voltage (V)	Charge Curr (A)	Batt T. (°C)	Charge P (W)	PV Volt (V)	T. Ling (°C)	Teg (V)	Arus (A)	Daya (W)	Teg (V)	Arus (A)	Daya (W)	Intesitas (W/m <sup>2</sup> )	Kond. Cuaca	
		Vdc	Vdc	Vdc																							
1	10:00	13	12,7	26	28,7	0,71	20,5	81,9	1,	50	2,22	40,5	24,5	2,2	32	48,3	38,8	39	20,71	7,9	159	24	0	0	517,5	Cerah	
2	10:10	12,8	12,9	25,9	27,5	0,7	39,9	83,9	1,	50	2,28	39,94	25	1,9	32	41,8	38,9	39	20,58	7,6	164,7			0	714	Cerah	
3	10:20	11,8	12,2	24,69	28,9	0,71	40,7	100,2	1,	50	2,69	43,5	25,8	1,6	32	43	39,8	35	23,51	0	0	21,6	9,8	211,68	759	Cerah	
4	10:30	12,7	12,9	24,95	77,2	2,11	37,4	144,5	2,	92,1	3,92	37,4	25,2	3,7	32	94,2	36,4	39	20,69	5,4	100,1	24	0	0	1014	Cerah	
5	10:40	12,7	12,5	24,86	46,4	1,19	39	46,8	1,	52	2,06	38,94	25,2	1,3	32	31,2	38,8	39	20,3	7,4	152,6			0	725	Cerah	
6	10:50	12,4	12,4	24,78	22,9	0,64	39,	88,2	1,	52	2,38	38,94	25,7	2,0	32	43	39,4	39	20,3	7,8	153,4			0	817,2	Cerah	
7	11:00	12,5	12,4	24,81	30	1	39,	89,6	1,	50	4,42	38,7	24,4	1,8	33	44,8	37,5	40	20,42	7,6	155,5			0	598	Cerah	
8	11:10	12	12,3	24,47	21,4	0,59	39,7	92,3	1,3	52	2,49	38,53	25,7	1,6	32	45,1	39,7	40	23,51	0	0	23	9,11	209,53	784	Cerah	
9	11:20	12,1	12,2	24,68	28,9	0,71	40,7	97,5	1,	52	2,63	40,13	25,9	1,7	32	44	39,8	38	21,5	0	0	21,6	10,45	225,72	832	Cerah	
1	11:30	12,3	12,5	24,82	33	0,66	40,2	85,1	1,	50	2,31	38,98	24,6	2,5	33	63,2	38	40	20,62	7,6	154,4			0	612	Cerah	
1	11:40	12,2	12,4	24,78	29,8	0,72	40,3	117,3	1,	52	3,05	39,61	25,5	1,6	32	43	39,4	39	20,32	8,2	164,6	0	0	0	541	Cerah	
1	11:50	12,2	12,2	24,51	29	0,73	40,9	103,5	1,	52	2,77	40,13	25,9	1,6	32	43,7	40,1	39	23,51	0	0	21,7	10,32	223,944	698	Cerah	
1	12:00	12,4	12,2	25,77	28,4	0,71	40,	122,1	1,	52	3,27	38,95	24,4	2,1	32	55,3	37,5	39	20,14	8,1	169,2	0	0	0	799	Cerah	
1	12:10	12,4	12,4	24,95	29,1	0,73	37,8	124,4	1,	52	3,39	38,67	25,3	1,5	32	38,9	39	39	23,22	8,9	162,7	0	0	0	693	Cerah	
1	12:20	11,3	12,1	24,14	29,4	0,73	40,9	108,6	1,	52	2,87	40,13	25,9	1,6	32	43,2	39,9	38	23,51	0	0	21,9	10,1	221,19	698	Cerah	
1	12:30	12,4	12,5	24,98	49,1	1,2	39,7	111,5	1,	52	2,97	39,59	24,8	2,5	32	63,2	38,2	39	20,52	8,3	164,3	0	0	0	753	Cerah	
1	12:40	12,5	12,3	24,84	48,7	1,21	39,4	113,1	1,	52	3,0	39,3	24,7	2,6	32	64,9	38,1	39	20,42	8,2	169,5	0	0	0	671,2	Cerah	
1	12:50	12,4	12,3	25,77	49,9	1,21	29,	114,7	1,	52	3,06	32,18	24,5	2,6	32	46,8	37,9	39	20,27	7,2	166,7	0	0	0	687	Cerah	
1	13:00	12,2	11,9	24,58	32,3	0,85	41,1	102,2	1,	52	2,27	40,13	25,9	1,7	32	44,8	39,9	37	23,51	0	0	21,41	9,72	208,105	862	Cerah	
2	13:10	12,4	12,2	24,79	45,5	1,18	39,1	118,9	1,	52,1	3,16	39	24,4	2,4	32	60,7	37,8	39	20,21	8,1	175,7	0	0	0	768	Cerah	
2	13:20	12,3	12,4	24,86	46,7	1,21	38,9	120,7	1,	53,2	3,02	38,95	25	2,2	32	48,6	38,8	40	20,07	8,1	161,5	0	0	0	842	Cerah	
2	13:30	12,2	12,3	24,66	30,7	0,78	41,0	105,5	1,	52	2,82	40,13	26	1,9	32	53,8	40,1	39	23,51	0	0	21,3	10,12	215,556	978	Cerah	
2	13:40	12,2	12,3	24,72	30,3	0,73	41	107,4	1,	52	2,87	40,13	25,9	1,7	23	43,5	39,9	39	23,51	0	0	21,9	10,2	223,38	765	Cerah	
2	13:50	12,3	12,5	24,96	46,1	1,19	39,	129,3	1,	52	3,31	38,56	24,5	2,6	32	49,5	38,8	40	20,17	7,7	157,8	0	0	0	723	Cerah	
2	14:00	12,3	12,4	24,97	41,4	1,15	39,	127,7	1,	53,1	3,33	38,67	25	1,9	32	47,9	38,8	39	20,4	8,7	161,6	0	0	0	871	Cerah	



Lampiran 10 Data Pengujian Berbeban / 2 Agustus 2021

Pengujian Aerator Menggunakan Panel Surya

Tanggal : 2 Agustus 2021

Metode : Floating Charging ( Sistem 24vdc )

Ket : Putaran Konstan : 145 Rpm

Putaran : 100%

Pln 9

No.	Waktu (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multimeter)			Data Panel Surya Seri (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter									Data MPPT Smart Solar Charge Controller (Komputer)						Data Volt/Amp Motor			Data Volt/Amp PLN -			Alat Ukur Pyranometer	
		Bat 1	Bat 2	Seri Sistem	P (W)	Curr (A)	Volt (V)	Power Flow Rate (Wh)	Peak Current (A/Ap)	Peak Power (W/Wp)	Peak Current (Ah)	Volt Peak (V/Vmax)	Charge Voltage (V)	Charge Current (A)	Batt T (°C)	P (W)	PV Volt (V)	T. Ling (°C)	Teg (V)	Arus (A)	Daya (W)	Teg (V)	Arus (A)	Daya (W)	Intensitas Cahaya (W/m²)	Kondisi Cuaca	
		Vdc	Vdc	Vdc																							
1	10:00	12,8	12,6	25,81	22,9	0,64	39,9	88,2	1,33	52	2,388	38,94	25,7	2,0	32	43	39	39	20,3	7,88	153,4	24	0	0	817,2	Cerah	
2	10:10	12,5	12,3	24,81	39,5	1,51	38,57	135,1	1,65	64,3	3,502	38,3	24,5	1,8	35	43,3	37	40	19,42	8,54	163,8	23,9	0	0	1219	Cerah	
3	10:20	12,7	12,5	24,86	46,4	1,19	39	46,8	1,33	52	2,062	38,94	25,2	1,3	32	31,2	38	39	20,3	7,44	152,6	24	0	0	725	Cerah	
4	10:30	12,6	12,5	25,06	42,7	1,21	39,41	121,2	1,65	64,3	3,328	34,35	25,6	2,0	38	50,8	39	37	19,24	9,21	191,2	24,8	0	0	1112,2	Cerah	
5	10:40	12,4	12,2	24,69	30,1	0,77	38,16	129,6	1,65	64,3	3,289	38,1	24,6	2	35	47,5	37	40	23	0	0	21,43	11,1	237,87	1165,1	Cerah	
6	10:50	12,3	12,4	24,78	39,6	1,19	38,55	131,4	1,63	64,3	3,412	38,1	24,6	3	36	48	37	40	19,55	8,54	165,4	23,9	0	0	1007,5	Cerah	
7	11:00	12	12,2	24,29	46,9	1,16	39,87	107,3	1,5	62	2,801	38,53	25,4	2,3	35	58,1	38	40	23,2	0	0	22,9	10,51	240,67	1023	Cerah	
8	11:10	12,4	12,3	24,87	38,2	1,35	38,78	137,8	1,65	64,3	3,58	38,12	24,4	1,8	34	35,3	37	35	19,27	8,58	164,4	23,9	0	0	1182	Cerah	
9	11:20	12,4	12,2	24,78	26,8	0,71	38,26	139,2	1,65	64,3	3,628	38,32	24,5	1,3	33	32,8	37	38	19,32	8,58	163,6	23,9	0	0	1092,5	Cerah	
1	11:30	12,3	12,3	24,72	25,8	0,67	38,63	147,7	1,65	64,3	3,471	37,84	24,9	0,9	35	35,4	37	40	19,28	0	0	20,5	11,25	230,62	954	Cerah	
1	11:40	12,1	12,2	24,48	15,4	0,41	38,65	142,1	1,65	64,3	3,686	38,32	24	0,9	34	24,7	38	37	22,75	0	0	20,5	10,99	225,29	899,5	Cerah	
1	11:50	12,1	12,2	24,51	14,1	0,39	38,84	143,3	1,65	64,3	3,714	34,64	24,5	1,2	34	30,8	37	40	22,75	0	0	20,6	11,4	234,84	997,3	Cerah	
1	12:00	12,6	12,7	25,37	26,4	0,67	38,9	144,7	1,67	64,3	3,752	37,78	24,5	1,3	33	32,4	37	40	19	9,84	187,9	23,9	0	0	1021	Cerah	
1	12:10	11,9	12	23,95	23,8	0,58	39,5	146	1,05	64,3	3,787	37,86	25,5	1,4	33	32,6	37	38	22,81	0	0	20,5	11,17	228,98	1007	Cerah	
1	12:20	12,8	12,7	25,14	53,8	1,18	39,01	148,9	1,65	64	3,837	38,88	24,5	2,9	34	33	31	38	19,26	9,8	182	23,9	0	0	1201	Cerah	
1	12:30	12,5	12,4	24,98	65,7	1,667	39,38	153,3	1,7	64,3	3,912	38,64	25,7	2,3	35	58	39	40	19,3	9,7	180	23,9	0	0	921	Cerah	
1	12:40	12,2	12,1	24,4	47,2	1,18	40,7	188,7	1,65	64,3	2,59	38,67	25,6	2,2	36	36,8	39	40	23,67	0	0	21,51	10,54	226,71	1143,9	Cerah	
1	12:50	12,6	12,8	25,7	60	1,55	39,13	192,8	2,59	93,3	4,393	39,68	24,7	3,0	35	74,5	38	39	19,08	9,33	180,7	23,9	0	0	1194	Cerah	
1	13:00	12,4	12,5	24,98	61,5	1,55	39,99	198,6	2,59	93,9	5,139	38,9	24,5	3,0	35	73,5	39	40	19,12	9,68	178,6	23,9	0	0	923	Cerah	
2	13:10	11,9	12,2	23,69	32,5	0,7	37,19	202,2	2,59	93,9	9,223	38,74	25,2	1,4	32	39,4	38	40	23,4	0	0	21,21	11,6	246,03	1024	Cerah	
2	13:20	12	12,2	24,57	40,5	1,99	40,14	205,5	2,59	93,3	9,255	38,32	25,6	1,8	36	58,1	39	39	22,88	0	0	20,7	11,56	239,29	1009	Cerah	
2	13:30	12	12,2	24,66	46,8	1,16	40,4	206,5	2,99	93,39	9,233	40,34	25,8	2,2	36	57,2	39	40	22,8	0	0	21,32	11,2	238,78	961,4	Cerah	
2	13:40	12,3	12,5	24,84	56,2	1,46	39,39	209,1	2,69	93,9	5,408	39,32	24,7	2,7	35	63,4	38	39	19,2	9,49	179,8	23,9	0	0	1011	Cerah	
2	13:50	12,3	12,5	24,96	26,8	0,71	38,26	139,2	1,65	64,3	3,628	38,32	24,5	1,3	33	32,8	37	38	19,32	8,58	163,6	23,9	0	0	992,5	Cerah	
2	14:00	12,2	12,1	24,3	29,4	0,73	40,96	108,6	1,33	52	2,875	40,13	25,9	1,6	32	43,2	39	38	23,51	0	0	22,9	10,1	231,29	698	Cerah	



## Lampiran 11 Produk yang Telah Dibuat

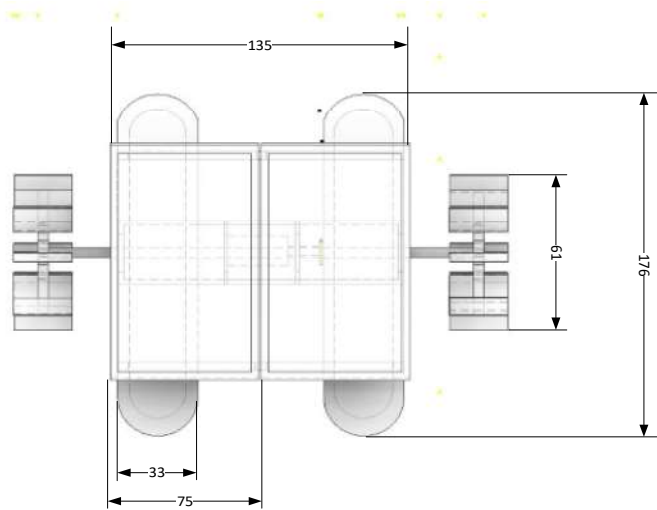


Gambar 1. Produk Aerator yang Telah Dibuat

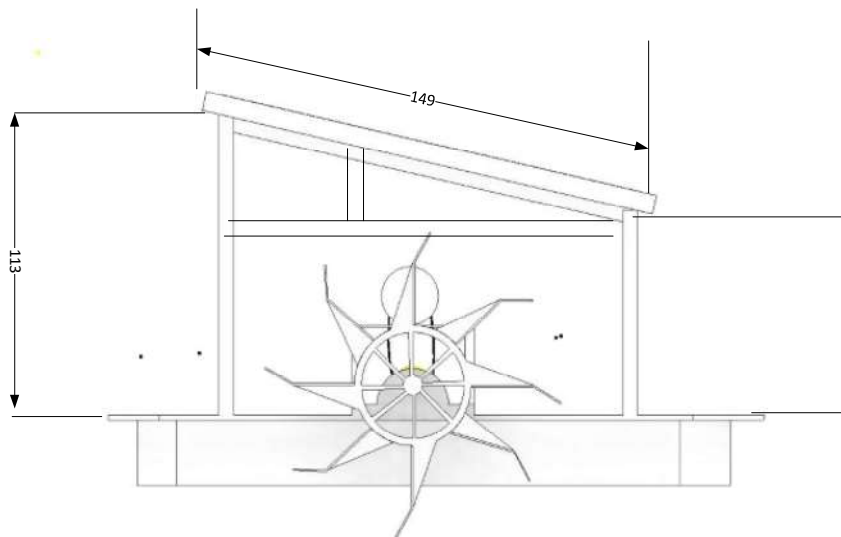


Gambar 2. Panel Kontrol Saklar Alih PLTS-PLN

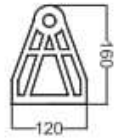
## Lampiran 12 Gambar Teknik Rangka Aerator



Gambar 3. Gambar Teknik Tampak Atas Beserta Dimensinya (dalam cm)



Gambar 4. Gambar Teknik Tampak Samping Beserta Dimensinya (dalam cm)



Gambar 5. Detail Rangka Stand Bearing



Gambar 6. Detail Rangka Kincir Air



Gambar 7. Detail Rangka Pelampung

## Lampiran 13 Kode Program Arduino

```
/******  
*****  
* Example sketch for the INA226_WE library  
*  
* This sketch shows how to use the INA226 module in continuous mode.  
*  
* Further information can be found on:  
* https://wolles-elektronikkiste.de/ina226 (German)  
* https://wolles-elektronikkiste.de/en/ina226-current-and-power-sensor (English)  
*  
*****  
*****/  
#include <Wire.h>  
#include <INA226_WE.h>  
#define I2C_ADDRESS 0x40  
int relay1 = 2; // relay Panel  
int relay2 = 3; //relay PLN  
  
/* There are several ways to create your INA226 object:  
* INA226_WE ina226 = INA226_WE() -> uses Wire / I2C Address =  
0x40  
* INA226_WE ina226 = INA226_WE(ICM20948_ADDR) -> uses Wire /  
I2C_ADDRESS  
* INA226_WE ina226 = INA226_WE(&wire2) -> uses the TwoWire object  
wire2 / I2C_ADDRESS  
* INA226_WE ina226 = INA226_WE(&wire2, I2C_ADDRESS) -> all together  
* Successfully tested with two I2C busses on an ESP32  
*/  
INA226_WE ina226 = INA226_WE(I2C_ADDRESS);  
  
void setup() {  
  Serial.begin(115200);  
  Wire.begin();  
  ina226.init();  
  
  /* Set Number of measurements for shunt and bus voltage which shall be  
  averaged  
  * Mode * * Number of samples *  
  AVERAGE_1 1 (default)  
  AVERAGE_4 4  
  AVERAGE_16 16  
  AVERAGE_64 64  
  AVERAGE_128 128
```



```

AVERAGE_256    256
AVERAGE_512    512
AVERAGE_1024   1024
*/
//ina226.setAverage(AVERAGE_16); // choose mode and uncomment for
change of default

/* Set conversion time in microseconds
One set of shunt and bus voltage conversion will take:
number of samples to be averaged x conversion time x 2

* Mode *      * conversion time *
CONV_TIME_140    140 µs
CONV_TIME_204    204 µs
CONV_TIME_332    332 µs
CONV_TIME_588    588 µs
CONV_TIME_1100   1.1 ms (default)
CONV_TIME_2116   2.116 ms
CONV_TIME_4156   4.156 ms
CONV_TIME_8244   8.244 ms
*/
//ina226.setConversionTime(CONV_TIME_1100); //choose conversion time and
uncomment for change of default

/* Set measure mode
POWER_DOWN - INA226 switched off
TRIGGERED - measurement on demand
CONTINUOUS - continuous measurements (default)
*/
//ina226.setMeasureMode(CONTINUOUS); // choose mode and uncomment for
change of default

/* Set Current Range
* Mode *      * Max Current *
MA_400      400 mA
MA_800      800 mA (default)
*/
//ina226.setCurrentRange(MA_800); // choose gain and uncomment for change
of default

/* If the current values delivered by the INA226 differ by a constant factor
from values obtained with calibrated equipment you can define a correction
factor.
Correction factor = current delivered from calibrated equipment / current
delivered by INA226
*/

```

```

// ina226.setCorrectionFactor(0.95);

Serial.println("INA226 Current Sensor Example Sketch - Continuous");

ina226.waitUntilConversionCompleted();
pinMode(relay1, OUTPUT);
pinMode(relay2, OUTPUT);
}
void loop() {
float shuntVoltage_mV = 0.0;
float loadVoltage_V = 0.0;
float busVoltage_V = 0.0;
float current_mA = 0.0;
float power_mW = 0.0;

ina226.readAndClearFlags();
shuntVoltage_mV = ina226.getShuntVoltage_mV();
busVoltage_V = ina226.getBusVoltage_V();
current_mA = ina226.getCurrent_mA();
power_mW = ina226.getBusPower();
loadVoltage_V = busVoltage_V + (shuntVoltage_mV/1000);

Serial.print("Shunt Voltage [mV]: "); Serial.println(shuntVoltage_mV);
Serial.print("Bus Voltage [V]: "); Serial.println(busVoltage_V);
Serial.print("Load Voltage [V]: "); Serial.println(loadVoltage_V);
Serial.print("Current[mA]: "); Serial.println(current_mA);
Serial.print("Bus Power [mW]: "); Serial.println(power_mW);

if(busVoltage_V >= 24,74){
  digitalWrite(relay1,LOW);
  digitalWrite(relay2,HIGH);
  delay(300000);
}
else if (busVoltage_V < 24,74) {
  digitalWrite(relay1,HIGH);
  digitalWrite(relay2,LOW);
  delay(300000);
}}

```

Lampiran 14 Tabel SOC Baterai

STATE OF CHARGE					ModernSurvivalBlog.com
	V open circuit	V open circuit	V open circuit	V open circuit	specific gravity
charge	6-V battery	12-V battery	24-V bank	48-V bank	per cell
100%	6.37	12.73	25.46	50.92	1.277
90%	6.31	12.62	25.24	50.48	1.258
80%	6.25	12.50	25.00	50.00	1.238
70%	6.19	12.37	24.74	49.48	1.217
60%	6.12	12.24	24.48	48.96	1.195
50%	6.05	12.10	24.20	48.40	1.172
40%	5.98	11.96	23.92	47.84	1.148
30%	5.91	11.81	23.62	47.24	1.124
20%	5.83	11.66	23.32	46.64	1.098
10%	5.75	11.51	23.02	46.04	1.073



## Lampiran 15 Foto Kegiatan



Gambar 8. Proses Pembuatan Rangka Mekanik



Gambar 9. Proses Pembuatan Program Arduino



Gambar 10. Proses Pengecekan Sistem Saklar Alih



Gambar 11. Proses Pengecekan Alat dengan Sistem Kelistrikan Beserta Kontrolnya



Gambar 12. Proses Pengambilan Data



Gambar 13. Proses Penginputan Data



Gambar 14. Foto Bersama Dosen Pembimbing



Gambar 15. Foto Bersama Dosen Pembimbing