

PENGEMBANGAN AERATOR SISTEM *HYBRID* PLTS-PLTB



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Dewina Firyal Ufairah	342 19 050
Muh. Farhan	342 19 058
Muhammad Zulfikar Hidayat	342 19 062

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR

2022

HALAMAN PENGESAHAN


Laporan tugas akhir dengan judul “Pengembangan Acerator Sistem *Hybrid* PLTS-PLTB” oleh Dewina Firyal Ufairah NIM 342 19 050, Muh Farhan 342 19 058 dan Muhammad Zulfikar Hidayat NIM 342 19 062 dinyatakan layak untuk diujikan.


Makassar,

2022

Pembimbing I.

Pembimbing II.


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


Sri Suwasti, S.ST., M.T.
NIP. 19741123 200112 2 001

Mengetahui,

a.n. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Selasa tanggal 27 September 2022, tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima hasil ujian sidang laporan tugas akhir oleh mahasiswa Dewina Firyal Ufairah NIM 342 19 050, Muh. Farhan 342 19 058 dan Muhammad Zulfikar Hidayat NIM 342 19 062 dengan judul “Pengembangan Aerator Sistem *Hybrid* PLTS-PLTB”.

Makassar,

2022

Tim Penguji Seminar Laporan Tugas Akhir : Abdul Rahman, S.T., M.T.

1. Yiyin Klistafani, S.T., M.T. (Ketua) 
2. Abdul Rahman, S.T., M.T (Sekretaris) 
3. A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. (Anggota I) 
4. Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D. (Anggota II) 
5. Musrady Mulyadi, S.ST., M.T. (Pembimbing I) 
6. Sri Suwasti, S.ST., M.T. (Pembimbing II) 

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya penulis proposal tugas akhir ini yang berjudul “Pengembangan Aerator Sistem *Hybrid* PLTS-PLTB” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M. Si., Ph. D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
2. Bapak Rusdi Nur, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. selaku Koordinator Program Studi D3 Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Musrady Mulyadi, S. ST., M.T. sebagai Pembimbing I dan Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. sebagai Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan arahan baik di dalam maupun di luar lingkungan kampus.
5. Para dosen dan seluruh staf Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Ucapan terima kasih dan penghargaan juga disampaikan kepada kedua orang tua dan saudara penulis yang telah memberikan semangat serta doa. Semua pihak yang

terlibat yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaa laporan tugas akhir ini dan demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi pembacannya.

Makassar, September 2022

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	hlm. i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
SURAT PERNYATAAN	iv
RINGKASAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.2 Ruang Lingkup Kegiatan.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5

2.1 Sistem Aerasi	5
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	8
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB).....	10
2.4 Pembangkit Listrik Tenaga <i>Hybrid</i> (PLTH)	17
2.5 Baterai	18
2.6 ATS (<i>Automatic Transfer Switch</i>).....	19
BAB III METODE KEGIATAN	21
3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan.....	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Prosedur Kegiatan.....	22
3.4 Teknik Pengumpulan Data	29
3.5 Teknik Analisis Data	32
3.6 Diagram Alir Kegiatan	34
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN	35
4.1 Hasil.....	35
4.2 Deskripsi.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

	hlm.
Tabel 2.1 Tingkat Kecepatan Angin 10 Meter Dari Permukaan Tanah.....	12
Tabel 3.1 Parameter – Parameter Yang Akan Diukur Dalam Pengujian	31
Tabel 1. Data Uji Coba Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc dan Pengoperasian Aerator Kincir Menggunakan PLTS/ 25 Juli 2022	60
Tabel 2. Data Uji Coba Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc dan Pengoperasian Aerator Kincir Menggunakan PLTS/ 26 Juli 2022	61
Tabel 3. Data Uji Coba Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc dan Pengoperasian Aerator Kincir Menggunakan Suplai PLN/ 27Juli 2022	62
Tabel 4. Data Pengujian Pengisian Baterai Sistem 12 Vdc Menggunakan Panel Surya/ 28 Agustus 2022	64
Tabel 5. Data Pengujian Pengisian Baterai Sistem 12 Vdc Menggunakan Panel Surya dan Turbin Angin/ 2 September 2022	65
Tabel 6. Data Pengujian Pengisian Baterai Menggunakann Turbin Angin/ 4 September 2022	66
Tabel 7. Data Hasil Analisis Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc Menggunakan Panel Surya/ 28 Agustus 2022.....	68

Tabel 8. Data Hasil Analisis Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc Menggunakan Panel Surya dan Turbin Angin/ 2 September 2022..... 69

Tabel 9. Data Hasil Analisis Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Turbin Angin/ 4 September 2022..... 70



DAFTAR GAMBAR

	hlm.
Gambar 2.1 Aerator Kincir Air (<i>Peddle Wheel</i>).....	6
Gambar 2.2 Kincir Air	7
Gambar 2.3 Motor BLCD.....	8
Gambar 2.4 Panel Surya	9
Gambar 2.5 Bentuk-Bentuk Kincir Angin Poros Horizontal	11
Gambar 2.6 Bentuk-Bentuk Kincir Angin Poros Vertikal	12
Gambar 2.7 Grafik Hubungan antar Koefisien Daya dan <i>Tip Ratio Speed Ratio</i> Dari Berbagai Jenis Kincir Angin.....	14
Gambar 2.8 Baterai.....	19
Gambar 2.9 <i>Automatic Transfer Switch</i>	20
Gambar 3.1 Konstruksi Rancangan Pembangkit Sistem Hybrid (PLTS-PLTB).....	24
Gambar 3.2 Rancangan Konstruktur Aerator Kincir Air	25
Gambar 3.3 Skema Diagram Wiring Pembangkit Sistem Hybrid (PLTS-PLTB)	26
Gambar 3.4 Flowchart Prosedur Kerja	34
Gambar 4.1 Konstruksi Pembangkit Sistem <i>Hybrid</i> PLTS-PLTB.....	35
Gambar 4.2 Konstruksi Mekanik Aerator <i>Peddle Wheel</i>	36

Gambar 4.3 Modul Instrumen Pembangkit Sistem <i>Hybrid</i> PLTS-PLTB	37
Gambar 4.4 Sistem Kelistrikan Pembangkit Sistem <i>Hybrid</i> PLTS-PLTB	38
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara Waktu dan Intensitas Cahaya Matahari (Agustus).....	46
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara Waktu dan Intensitas Cahaya Matahari (September).....	47
Gambar 4.7 Grafik Hubungan antara Kecepatan Angin dan Daya Generator.....	48
Gambar 4.8 Grafik Hubungan antara Waktu dan Daya <i>Output</i> Panel Surya.....	49
Gambar 4.9 Grafik Hubungan antara Kecepatan Angin dan Daya Angin.....	50
Gambar 4.10 Grafik Hubungan antara Waktu, Daya <i>Output</i> Panel Surya, Daya Generator, dan Daya Motor Listrik BLDC	51
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Daya PLTS, Daya Generator Turbin Angin, dan Daya Sistem <i>Hybrid</i> PLTS-PLTB.....	52
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Daya PLTS, Daya PLTB dan Efisiensi Aerator	53

DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
ρ	Kg/m ³	Massa Jenis
I	Ampere	Arus
V	Volt	Tegangan
P _{in}	Watt	Daya <i>Input</i>
P _{out}	Watt	Daya <i>Output</i>
A	m ²	Luas Penampang
r	m	Jari-Jari
G	Watt/m ²	Intensitas Cahaya Matahari
m	Kg	Massa Udara
v	m/s	Kecepatan Angin
P _a	Watt	Daya Angin
P _t	Watt	Daya Turbin
P _h	Watt	Daya <i>Hybrid</i>
P _g	Watt	Daya Generator
E _k	Joule	Energi Kinetik
η	(%)	Efisiensi

DAFTAR LAMPIRAN

	hlm.
Lampiran A Tabel Hasil Uji Coba.....	59
Lampiran B Tabel Hasil Pengujian	63
Lampiran C Tabel Hasil Analisis	67
Lampiran D Dokumentasi Kegiatan.....	71
Lampiran E Detail Rangka Kincir Air.....	76
Lampiran F Detail Rangka Pelampung	79



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dewina Firyal Ufairah


NIM : 342 19 050

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengenangan Aerator Sistem *Hybrid* PLTS-PLTB” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

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

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

Makassar, September 2022


METERAI
TEMPEL
370AJX69668317
Dewina Firyal Ufairah

342 19 050

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muh. Farhan

NIM : 342 19 058

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengembangan Aerator Sistem *Hybrid* PLTS-PLTB” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

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

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

Makassar, September 2022



METERAL
TEMPEL
D649AJX697290533
Muh Farhan

342 19 058

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Zulfikar Hidayat

NIM : 342 19 062

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengembangan Aerator Sistem *Hybrid* PLTS-PLTB” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

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

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

Makassar, September 2022



Muhammad Zulfikar Hidayat

342 19 062

PENGEMBANGAN AERATOR SISTEM HYBRID PLTS-PLTB

RINGKASAN

Proses aerasi merupakan peristiwa terlarutnya oksigen di dalam air. Fungsi utama dari aerasi adalah meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air. Aerator merupakan alat yang digunakan untuk melakukan proses aerasi. Energi *hybrid* merupakan penggunaan dua atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda dengan tujuan agar penggabungan dua atau lebih sumber energi (sistem pembangkit) dapat saling menutupi kelemahan masing-masing agar diperoleh keandalan *supply* dan efisiensi ekonomis pada beban tertentu.

Kegiatan ini dilakukan untuk pemanfaatan dan pengaplikasian yang lebih efektif dari energi alternatif dengan pertimbangan untuk pemanfaatan energi yang ramah lingkungan serta meminimalisir penggunaan suplai dari PLN. Selain itu, kegiatan ini bertujuan untuk mendapatkan hasil rancang bangun aerator sistem *hybrid* (PLTS-PLTB). Kegiatan ini dimulai dengan tahap perancangan konstruksi rangka panel, perancangan konstruksi rangka menara turbin angin, konstruksi aerator, dan perancangan kelistrikan. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik pengujian, sedangkan untuk analisis data dilakukan menggunakan persamaan yang terdapat pada tinjauan pustaka.

Berdasarkan hasil kegiatan dan deskripsi dapat disimpulkan bahwa aerator tipe kincir yang berhasil dibuat untuk sistem *hybrid* (PLTS-PLTB) menggunakan panel surya 200Wp, turbin angin skala kecil *ista breezer* 500 W dan baterai VRLA 24 V untuk mensuplai beban yaitu motor listrik BLDC 24Vdc selama 2 jam pengoperasian untuk menggerakkan kincir aerator dengan putaran sebesar 60 rpm.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan tempat hidup dan berkembangbiak bagi ikan. Kualitas air yang baik dalam kolam dapat meningkatkan produksi ikan dalam proses budidaya. Air murni mengandung gas nitrogen, oksigen dan lain-lain. Kelarutan oksigen merupakan faktor kritis dalam budidaya ikan, sehingga akan menentukan tingkat keberhasilan dan kegagalan dalam proses tersebut. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi oksigen terlarut adalah pergerakan permukaan air, suhu, tekanan udara, salinitas, dan tanaman air.

Tingkat kelarutan oksigen dalam kolam sangat berpengaruh dengan keberhasilan budidaya ikan, oleh karena itu pembudidaya ikan memerlukan aerasi untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam kolam. Alat aerasi yang umum digunakan oleh pembudidaya adalah aerator. Aerator dapat meningkatkan kontak air dengan udara. Untuk menjalankan aerator dibutuhkan energi listrik sehingga dapat meningkatkan beban biaya produksi yang ditanggung oleh pembudidaya, dan juga tidak dapat digunakan pada daerah yang terbatas oleh prasarana listrik yang memiliki potensi budidaya misalnya *marine culture* yang berada ditengah laut dan tambak udang karena daerah terpencil.

Kebutuhan energi listrik semakin meningkat sehingga permintaan pembangkitan energi listrik juga meningkat. Menipisnya persediaan energi konvensional bahkan lama

kelamaan akan semakin punah, sehingga harus mencari cara lain untuk menemukan sumber energi listrik. Potensi Sumber Daya Alam yang melimpah terkhusus di Indonesia merupakan peluang yang pemanfaatannya sangat baik sebagai pengganti energi konvensional.

Energi matahari dan energi angin dapat disediakan pada semua kondisi, sehingga sumber energi *non* konvensional angin dan matahari menjadi sumber energi alternatif yang bagus untuk diterapkan. Sumber energi matahari dan angin memiliki kelemahan yaitu tidak menghasilkan energi yang besar pada musim hujan atau mendung, sehingga perlu dicari alternative atau cara untuk mengatasi hal tersebut. Selain menggunakan supply dari PLN, salah satu cara adalah dengan menggabungkan kedua sumber energi tersebut yang biasa disebut dengan sistem hybrid. “Apabila salah satu sumber energi tidak bisa menghasilkan energi maka sumber energi lain yang akan mensupply energi ke beban” (Harmini dan Titik Nurhayati., 2018).

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, aerator tambak yang dibuat menggunakan baterai 12 V sebanyak 2 buah yang diserikan dengan beban motor listrik 24 V 250 W dengan pengaturan putaran dengan sistem saklar alih berbasis arduino agar bekerja secara otomatis.

Untuk pemanfaatan dan pengaplikasian yang lebih efektif dari energi alternatif dengan pertimbangan untuk memanfaatkan energi alternatif yang ramah lingkungan serta ditujukan untuk meminimalkan penggunaan suplai dari PLN dan alternatif apabila sumber lainnya tidak bisa digunakan begitupun sebaliknya. Aerator yang

dikembangkan pada kegiatan ini adalah aerator sistem energi *hybrid*(PLTS-PLTB) dengan PLN sebagai *buck up* untuk mengoperasikan aerator.

Aerator yang berhasil dibuat pada kegiatan pengembangan ini adalah aerator yang menggunakan baterai 12V sebanak 2 buah yang diparalelkan dengan beban motor listrik DC 24V 250W dilengkapi dengan pengaturan putaran dan ATS (*Automatic Transfer Switch*) sebagai saklar alih.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana merancang dan membuat aerator tipe kincir air menggunakan sistem *hybrid* (PLTS-PLTB)?
- 2) Bagaimana pengujian kinerja dan efisiensi aerator tipe kincir air menggunakan sistem *hybrid* (PLTS-PLTB)?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Pada rancang bangun ini, pembahasan dibatasi pada batasan-batasan berikut ini:

- 1) Perhitungan ekonomis aerator sistem *hybrid* (PLTS-PLTB) diabaikan.
- 2) Jumlah kadar oksigen yang dihasilkan oleh kincir air diabaikan.
- 3) Jenis turbin angin yang digunakan pada aerator adalah jenis i-500 *ista breeze*.

- 4) Jenis panel surya yang digunakan pada aerator adalah jenis 200 Wp.
- 5) Sistem *hybrid* mampu melakukan *charging* pada baterai.
- 6) ATS dapat bekerja sebagai saklar alih.
- 7) Sistem *hybrid* (PLTS-PLTB) mampu mengoperasikan aerator.

1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mendapatkan hasil rancang bangun suatu aerator dengan menggunakan sistem *hybrid* (PLTS-PLTB).
- 2) Dapat menganalisa kinerja dan efisiensi aerator tipe kincir air menggunakan sistem *hybrid* (PLTS-PLTB).

1.4.2 Manfaat

Manfaat yang akan didapatkan dari kegiatan ini adalah:

1. Membantu peternak dalam membudidayakan ikan dalam skala kecil dan meminimalisir biaya operasional untuk proses aerasi tambak.
2. Memberikan solusi dalam penyediaan energi yang ramah lingkungan dan sebagai referensi dalam pemanfaatan energi konvensional.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Aerasi

2.1.1 Aerasi

Aerasi termasuk proses pengolahan secara fisika karena lebih mengutamakan unsur mekanisme dari pada unsur biologi. Proses aerasi merupakan peristiwa terlarutnya oksigen di dalam air. Fungsi utama dari aerasi adalah meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air, oksidasi besi dan mangan (Yuniarti dkk., 2019).

Prinsip dari aerasi yaitu mencampurkan air dan udara sehingga air dengan oksigen rendah mengalami kontak dengan oksigen atau udara. Mineral yang larut seperti besi dan mangan akan teroksidasi membentuk endapan yang dapat dihilangkan dengan sedimentasi dan filtrasi. Aerasi dapat dilakukan secara alami, difusi, maupun mekanik.

2.1.2 Aerator

Aerator merupakan alat yang digunakan untuk melakukan proses aerasi yaitu dengan melarutkan oksigen yang ada di udara ke dalam air dengan cara menggerakkan air sehingga menimbulkan gelembung udara yang kaya akan oksigen (Amalia dan Agung Basofi Suherman., 2021).

Salah satu tipe alat aerasi yang banyak digunakan dalam budidaya air yaitu aerator kincir (*peddle wheel aerator*) karena fungsi aerasi dan sirkulasi yang baik serta

kontruksinya sederhana. Aerator kincir listrik biasanya terdiri dari sebuah motor, mekanisme reduksi kecepatan, pedal kincir dan pelampung.

Bahri dkk. (2014) menyatakan bahwa efisiensi transfer oksigen aerator kincir tergantung pada rancangan dan karakteristik dari roda kincir, sehingga spesifikasi fabrikasi roda kincir sangat menentukan, sedangkan sistem pengapungan merupakan komponen yang lebih fleksibel.

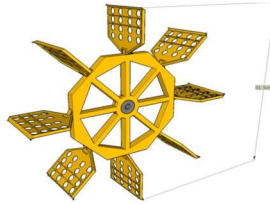


Gambar 2.1 Aerator Tipe Kincir Air (*Paddle Wheel*)

(Sumber: altezaerator.com)

2.1.3 Kincir Aerator

Peran kincir air sangat penting untuk memproduksi kadar oksigen melalui difusi udara, selain berfungsi sebagai penyuplai oksigen, kincir air juga berfungsi sebagai alat yang membuat aliran pada permukaan kolam tambak, yang digunakan untuk menggiring kotoran menuju titik lubang pengeluaran tambak. Kincir air akan melakukan putaran secara stabil sesuai dengan cakupan daya yang diperoleh dari sumber energi (Amalia dan Agung Basofi Suherman., 2021).



Gambar 2.2 Kincir Air

(Sumber: Fachrudin, 2011)

2.1.4 Motor *Brushless* DC (BLDC)

Motor DC adalah motor yang membutuhkan tegangan DC untuk mengoperasikannya. Motor DC merupakan alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran.

Motor BLDC (*Brushless Direct Current*) merupakan motor sinkron yang menggunakan pemanen magnet pada rotor serta lilitan pada rotor serta lilitan pada stator sebagai medan magnetnya. Prinsip kerja pada motor BLDC yaitu permanen magnet yang terdapat pada rotor akan ditarik dan di dorong oleh gaya *electromagnet stator* yang diatur oleh *drive* motor.

Motor DC tidak memiliki sikat. Dengan dihilangkannya sikat dan komutator sehingga motor memiliki kelebihan antara lain peningkatan pada efisiensi, pengurangan kebisingan yang timbul pada saat berputar, perawatan yang murah, dan dapat berputar dengan kecepatan tinggi karena berkurangnya gesekan pada sikat. Sedangkan kekurangan pada motor ini adalah lebih rumit dalam kontrolnya serta harga yang lebih mahal (S. A. Miftahul dkk., 2019).



Gambar 2.3 Motor BLDC

(Sumber: Bogipower.com)

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Energi surya merupakan energi panas dan sinar dari energi matahari. Sel surya atau *solar cell* merupakan suatu alat atau komponen yang dapat mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik menggunakan prinsip efek *photovoltaic* (Bawalo dkk., 2021).

Modul *photovoltaic* tersusun dari beberapa sel fotovoltaik yang bisa dihubungkan secara seri dan paralel. Energi listrik yang dihasilkan oleh solar sel tunggal sangat kecil sekitar 0,6 Volt tanpa beban dan dengan beban sebesar 0,45 Volt, sehingga dibutuhkan beberapa solar sel yang digabungkan menjadi sebuah panel yang disebut dengan panel surya atau panel solar photovoltaic (Harmini dan Titik Nurhayati, 2018).

Sebuah modul PV umumnya terdiri dari 36 sel surya atau 33 sel, dan 72 sel. Beberapa modul pv dihubungkan untuk membentuk satu rangkaian tertentu disebut “PV Panel”, sedangkan jika berderet-deret modul PV dihubungkan secara baris dan kolom disebut “PV Array” (Sigit Sukmajati dkk., 2015).



Gambar 2.4 Panel Surya
(Sumber: Bawalo dkk., 2021)

Penentuan sudut kemiringan suatu panel surya dapat digunakan beberapa rumus yang didasarkan pada lokasi dan disesuaikan dengan musim. Untuk menentukan kemiringan suatu panel, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\alpha = \delta - lat \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

δ = sudut dari deklinasi matahari (23,44°)

Lat = titik koordinat lokasi penelitian.

Berikut persamaan rumus yang digunakan pada panel surya:

a) Daya Input

$$P_{in} = G \times A \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

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

G = Intensitas radiasi matahari (watt/m²)

A = Luasan sel fotovoltaik (m²)

b) Daya Output

$$P_{out} = V \times I \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

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

V = Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

c) Efisiensi

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

Turbin angin merupakan alat yang digunakan untuk mengkonversi energi angin menjadi energi listrik. Energi listrik yang dibangkitkan tergantung dari kecepatan angin dan kecepatan turbin angin yang digunakan (Harmini dan Titik Nurhayati, 2018).

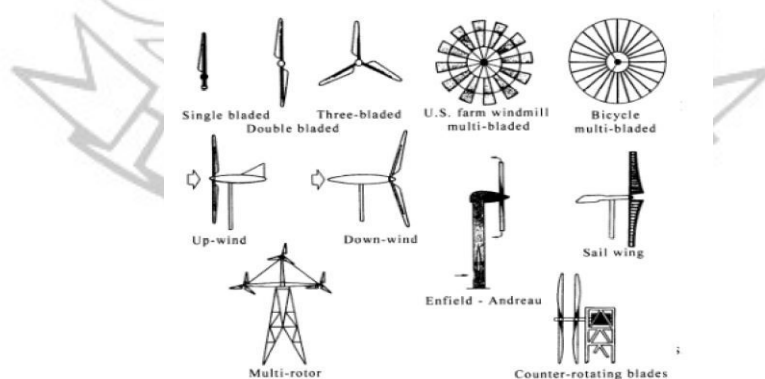
Turbin angin bekerja berdasarkan prinsip konversi energi kinetik (energi yang terkandung dalam angin) menjadi energi mekanik yang akan memutar turbin. Turbin dikopel dengan generator untuk dikonversi menjadi energi listrik. Turbin angin mengubah energi kinetik yang ada angin menjadi energi mekanik dengan cara menghasilkan torsi.

Untuk menggerakkan turbin agar bisa berputar, harus memiliki kecepatan angin 2 m/s dan untuk menghasilkan listrik yang stabil sesuai kapasitas generatornya rata-rata 6-10 m/s (Nanang dkk., 2016).

Kincir angin dapat digolongkan menjadi dua tipe, yaitu:

1. *Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT) / Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH).*

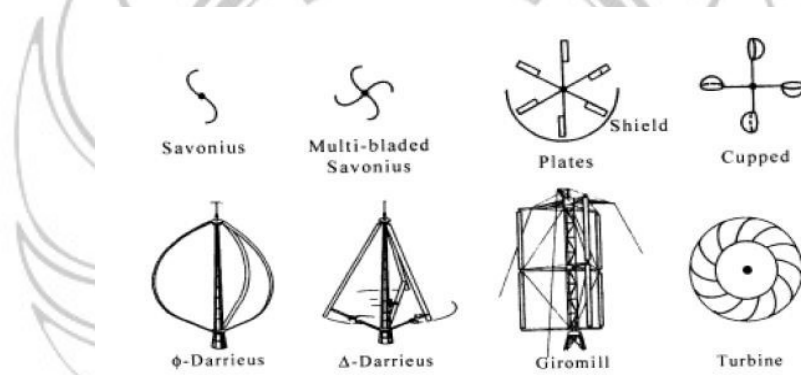
Turbin angin sumbu horizontal adalah turbin atau kincir angin yang memiliki poros utama sejajar dengan tanah dan arah poros utama sesuai dengan arah datangnya angin. Terdiri dari sebuah menara dan sebuah kincir yang dipasang dipuncak menara kincir. Turbin angin ini harus diarahkan sesuai dengan arah angin yang paling tinggi kecepatannya. Poros kincir jenis ini dapat berputar 360° terhadap sumbu vertikal untuk menangkap dan menyesuaikan arah angin.



Gambar 2.5 Bentuk-Bentuk Kincir Angin Poros Horizontal
(Sumber: Tuapetel dkk., 2019)

2. *Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) / Turbin Angin Poros Vertikal (VAWT).*

Turbin angin Darrieus merupakan suatu sistem konversi energi angin yang digolongkan dalam jenis turbin angin berporos tegak. Turbin angin ini pertama kali ditemukan oleh Georgeo Jeans Maria Darrieus tahun 1931. Bialah sudu pada turbin Darrieus bergerak berputar mengelilingi sumbu. Keuntungan dari turbin jenis Darrieus adalah tidak memerlukan mekanisme orientasi pada arah angin (tidak perlu mendeteksi arah angin yang paling tinggi kecepatannya) seperti pada turbin angin *propeller*.



Gambar 2.6 Bentuk-Bentuk Kincir Angin Poros Vertikal
(Sumber: Tuapetel dkk., 2019)

Syarat dan kondisi angin yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik dapat dilihat seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tingkatan kecepatan angin 10 meter dari permukaan tanah.

No.	Kecepatan angin (m/s)	Kondisi Alam di Daratan
1.	0.3-1.5	Angin tenang, asap lurus ke atas.
3.	1.6-3.3	Asap bergerak mengikuti arah angin.

3.	3.4-5.4	Wajah terasa ada angin, daun-daun bergoyang pelan, petunjuk arah angin bergerak.
4.	5.5-7.9	Debu jalan, kertas beterbangan, ranting pohon bergoyang.
5.	8.0-10.7	Ranting pohon bergoyang bergoyang , bendera berkibar.
6.	10.8-13.8	Ranting pohon besar bergoyang, air plumpang berombak kecil.
7.	13.9-17.1	Ujung pohon melengkung, hembusan angin terasa di teinga.
8.	17.2-20.7	Dapat mematahkan ranting pohon, jalan berat melawn arah angin.
9.	20.8-24.4	Dapat mematahkan ranting, jalan berat melawan arah angin
10.	24.5-28.4	Dapat merubuhkan pohon, menimbulkan kerusakan
11.	28.5-32.6	Menimbulkan kerusakan parah
12.	32,7-36.9	Tornado

(Sumber: Mukminati dan Asyhar Paharudddin, 2019).

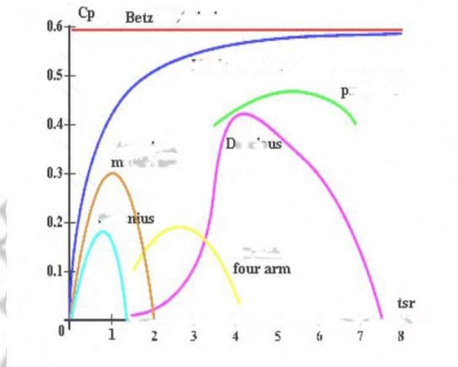
Klasifikasi angin kelas 3 adalah batas minimum dan angin kelas 8 adalah batas maksimum energi angin yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Teori Betz atau lebih dikenal dengan batas Betz (Betz limit diambil dari ilmuwan asal Jerman, Albert Betz) merupakan angka batas $16/27 = 59,3\%$. Angka ini secara teori menunjukkan efisiensi maksimum yang dapat dicapai oleh rotor turbin angin.

Percobaan Betz dapat dilihat pada Gambar 2.7.

Berdasarkan teori Betz yang divisualisasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 2.7 menjelaskan ketidakmungkinan suatu desain turbin angin yang memiliki *coeffisien power* (C_p) diatas 59,3%. Hal ini diartikan bahwa desain turbin angin terbaik tipe apapun tidak akan menghasilkan efisiensi rotor diatas 59,3%. Suatu turbin tidak mampu menyerap seluruh energi kinetik yang berada dalam aliran angin, dan kapasitas

penyerapan maksimal hanya 59,3%. Nilai efisiensi inilah yang sering disebut *Betz Limit*. Hanya 10-30% energi angin yang benar-benar dapat dirubah menjadi energi listrik yang berguna (Tuapetel dkk., 2019).



Gambar 2.7 Grafik Hubungan antara Koefisien Daya dan *Tip Speed Ratio* Dari Berbagai Jenis Kincir Angin.
(Sumber: (Tuapetel dkk., 2019)

Berikut adalah rumus-rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan dan analisis kerja kincir angin:

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki suatu benda akibat gerakannya. Udara yang memiliki massa (m) dan kecepatan (v) akan menghasilkan energi kinetik yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

- E_k = Energi kinetik angin (Joule)
- m = Massa udara (kg)
- v = Kecepatan angin (m/detik)

Sedangkan daya angin adalah energi kinetik tiap satuan waktu. Dari persamaan (2.5), didapat persamaan:

$$P_a = \frac{1}{2} m v^2 \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana:

P_a = Daya yang dihasilkan oleh angin (watt)

m = Laju aliran massa udara (kg/detik)

v = Kecepatan angin (m/detik)

Untuk mendapatkan massa udara dimisalkan suatu blok udara mempunyai penampang dengan luas A (m^2), dan bergerak dengan kecepatan v (m/s), maka laju aliran massa udara yang melewati suatu tempat dapat dirumuskan ke dalam persamaan berikut:

$$m = \rho A v \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

m = Laju aliran massa udara (kg/detik)

ρ = Kerapatan udara ($\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$)

v = Kecepatan angin (m/detik)

A = Luas daerah sapuan angin (m^2)

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.7) ke persamaan (2.6), didapat persamaan untuk daya angin sebagai berikut:

$$P_a = \frac{1}{2} \rho A v^3 \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

P_A = daya yang dihasilkan oleh angin (watt)

p = kerapatan udara ($\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$)

A = luas penampang turbin (m^2) bisa ditulis ($A = \pi r^2$)

v = Kecepatan angin (m/detik)

Untuk mendapatkan daya efektif dari angin yang mungkin dihasilkan suatu turbin digunakan persamaan:

$$P_t = \frac{1}{2} C \rho A v^3 \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

P_t = Daya efektif yang dihasilkan kincir angin (watt)

C = Konstanta Betz ($16/27 = 59,3\%$) = batas Betz

Daya listrik adalah daya keluaran yang dihasilkan dari putaran generator. Untuk mendapatkan daya generator dari turbin *ista Breeze* i500/500 W dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$P_g = \sqrt{3} V x I \cos \emptyset \dots\dots\dots (2.10)$$

Dengan:

P_L = daya listrik yang dihasilkan oleh generator (watt)

V = tegangan yang dihasilkan oleh generator (volt)

I = arus yang dihasilkan oleh generator (ampere)

Efisiensi sistem dihitung berdasarkan perbandingan daya yang dihasilkan oleh (P_g) generator dengan daya yang dihasilkan oleh angin (P_a), sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\eta_{sis} = \frac{P_{gen}}{P_a} \times 100\% \dots\dots\dots (2.11)$$

2.4 Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* (PLTH)

Energi *hybrid* merupakan penggunaan dua atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda dengan tujuan agar penggabungan dua atau lebih sumber energi (sistem pembangkit) dapat saling menutupi kelemahan masing-masing agar diperoleh keandalan *supply* dan efisiensi ekonomis pada beban tertentu (Permadi dan Achmad Imam Agung, 2020). Contoh penggunaan pembangkit listrik tenaga Hybrid adalah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang dipadu dengan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) atau disebut PV-Bayu.

Untuk menghitung daya *output* dari sistem *hybrid*, dilakukan konversi tegangan AC dari keluaran generator turbin angin menjadi tegangan DC dengan menggunakan rumus:

$$V_{dc} = \frac{3}{\pi} V_{ac} \times \sqrt{2} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan:

V_{dc} = Tegangan *Dirrrect Current* (Volt)

V_{ac} = Tegangan *Arrus Current* Turbin Angin (Volt)

$\sqrt{2} = 1,414$ merupakan satuan standar

Setelah dilakukan konversi tegangan AC menjadi tegangan DC selanjutnya dilakukan perhitungan daya sistem *hybrid* menggunakan persamaan:

$$P_h = P_g + P_{out} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana:

$$P_h = \text{Daya Hybrid (PLTS-PLTB)} \quad (\text{Watt})$$

$$P_g = \text{Daya Generator (dikonversi menjadi Vdc)} \quad (\text{Watt})$$

$$P_{out} = \text{Daya Output Panel Surya} \quad (\text{Watt})$$

Untuk menghitung efisiensi sistem hybrid (PLTS-PLTB) digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\eta_h = \frac{P_{out HCC}}{P_{in Hybrid}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

$$\eta_h = \text{Efisiensi sistem hybrid (PLTS-PLTB)} \quad (\%)$$

$$P_{out HCC} = \text{Daya output hybrid charge controller (HCC)} \quad (\text{Watt})$$

$$P_{in Hybrid} = \text{Daya input sistem hybrid (PLTS-PLTB)} \quad (\text{Watt})$$

2.4 Baterai

Baterai merupakan salah satu komponen yang digunakan sebagai penyimpanan cadangan energi listrik. Energi yang disimpan berfungsi sebagai cadangan (*back up*) dengan tegangan keluaran ke sistem cenderung stabil (Diantari dkk., 2017).

Jumlah tenaga listrik yang disimpan dalam baterai dapat digunakan sebagai sumber tenaga listrik tergantung pada kapasitas baterai dalam satuan *ampere hours* (Ah). Lama pengosongan baterai ditentukan oleh besarnya pemakaian arus listrik dari baterai tersebut. Semakin besar arus yang digunakan, maka akan semakin cepat terjadi pengosongan baterai, dan sebaliknya, semakin kecil arus yang digunakan, maka akan semakin lama pula baterai mengalami pengosongan. Proses pengosongan (*discharger*), baterai tidak boleh dikosongkan hingga titik maksimumnya agar baterai dapat lebih tahan lama usia pemakaiannya.



Gambar 2.8 Baterai

(Sumber: alibaba.com)

2.5. ATS (*Automatic Transfer Switch*)

Automatic transfer switch merupakan saklar yang bekerja secara otomatis. Dalam perkembangan ATS yang difungsikan secara otomatis untuk memindahkan daya sesuai dengan kebutuhan tanpa menggunakan tangan manusia untuk mengoperasikannya (Susanto, 2013).

Kerja otomatis dari ATS ini berdasarkan apabila salah satu sumber tegangan utama tidak tersedia atau tidak memungkinkan maka akan secara otomatis beralih ke sumber tegangan cadangan ataupun sebaliknya.



Gambar 2.9 *Automatic Transfer Switch*
(Sumber : builder.id)

BAB III METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

Kegiatan untuk pembuatan alat dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang dan untuk pengujiannya dilakukan di dua lokasi yaitu Perumahan Jalan Jakarta Maros dan Pelabuhan Perikanan Untia. Waktu pengerjaan dilakukan mulai dari bulan Maret sampai September 2022.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

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

BAB III METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

Kegiatan untuk pembuatan alat dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang dan untuk pengujiannya dilakukan di dua lokasi yaitu Perumahan Jalan Jakarta Maros dan Pelabuhan Perikanan Untia. Waktu pengerjaan dilakukan mulai dari bulan Maret sampai September 2022.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

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

1. Panel Surya 100Wp
2. Turbin Angin *Ista Breeze i500/500W*
3. Voltmeter
4. Amperemeter
5. Tachometer
6. Multimeter
7. *Power Supply*
8. Las Listrik
9. ATS
10. Obeng
11. Gurinda
12. Tang Ampere
13. Anemometer
14. Motor Listrik BLDC
15. Baterai 12V/50 Ah (2 buah)
16. *Hybrid Charge Controller*
17. *Pyranometer*

3.2.2 Bahan

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

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. Pelampung | 8. Rantai |
| 2. Modul XH-M69 LVD | 9. Gear |
| 3. Poros Berongga | 10. Baut dan Mur |
| 4. Aki/baterai | 11. Besi Siku |
| 5. Kabel | 12. Kincir |
| 6. <i>Bearing</i> | |
| 7. Pipa 1 inci | |

3.3 Prosedur Kegiatan

3.3.1 Tahap Perancangan

Tahap perancangan merupakan langkah awal sebelum pembangkit *hybrid* (PLTS-PLTB) diaplikasikan untuk mengoperasikan aerator. Tahap ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum dari sistem yang akan berjalan dan mempertimbangkan beberapa rancangan agar pembangkit *hybrid* ini dapat beroperasi dengan optimal. Tahap perancangan ini dibagi atas dua yaitu perancangan konstruksi pembangkit sistem *hybrid* dan perancangan kelistrikan.

3.3.1.1 Konstruksi Rangka Panel Surya

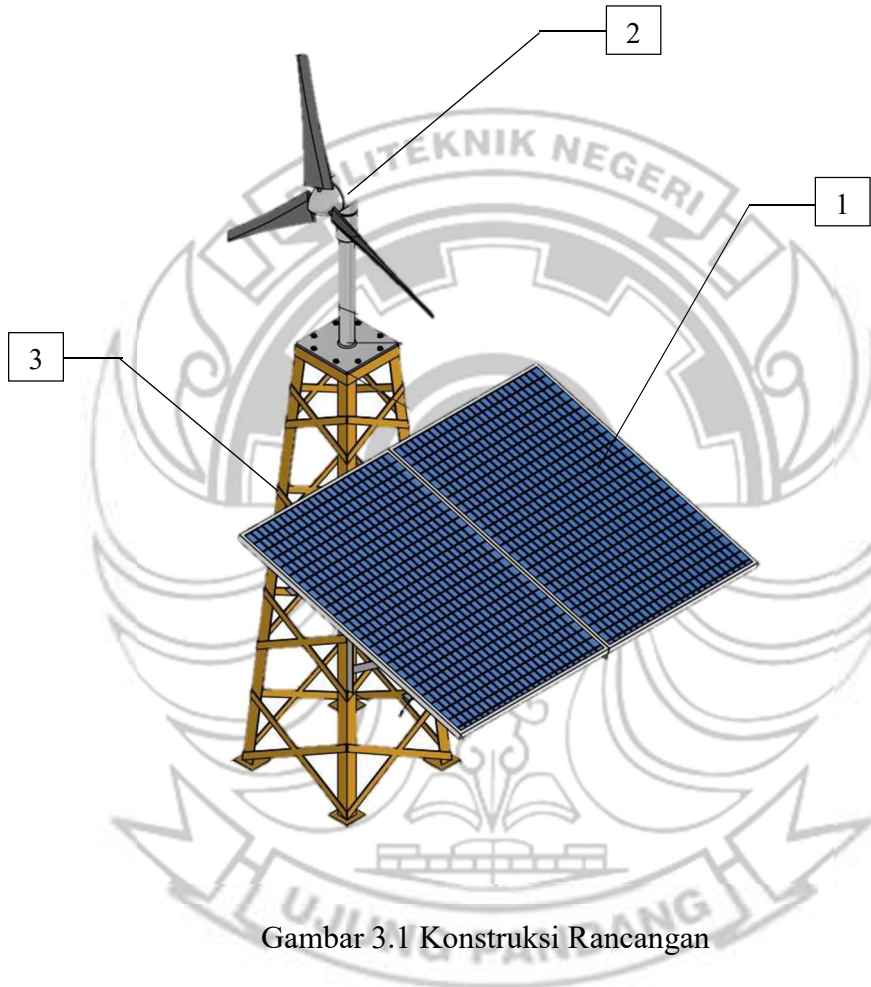
Pada proses perancangan konstruksi rangka panel surya diperlukan ketelitian dalam menentukan sudut kemiringan panel surya agar diperoleh pancaran sinar matahari yang optimal di lokasi penelitian. Orientasi dan inklinasi/kemiringan panel surya di Perumahan Jalan Jakarta Maros dengan titik koordinat 4,99° LS, 199,57° BT adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\alpha &= \delta - lat \\ &= 23,45^\circ - (4,99^\circ) \\ &= 18,46^\circ\end{aligned}$$

Jadi sudut kemiringan panel surya maksimum adalah sebesar 18,46°. Rangka panel surya ini akan dipasang di menara untuk turbin angin.

3.3.1.2 Konstruksi Menara Turbin Angin

Menara turbin angin ini akan dipasang di lokasi merupakan menara yang terbuat dari konstruksi baja. Tinggi menara turbin angin ini adalah 7 meter.



Gambar 3.1 Konstruksi Rancangan

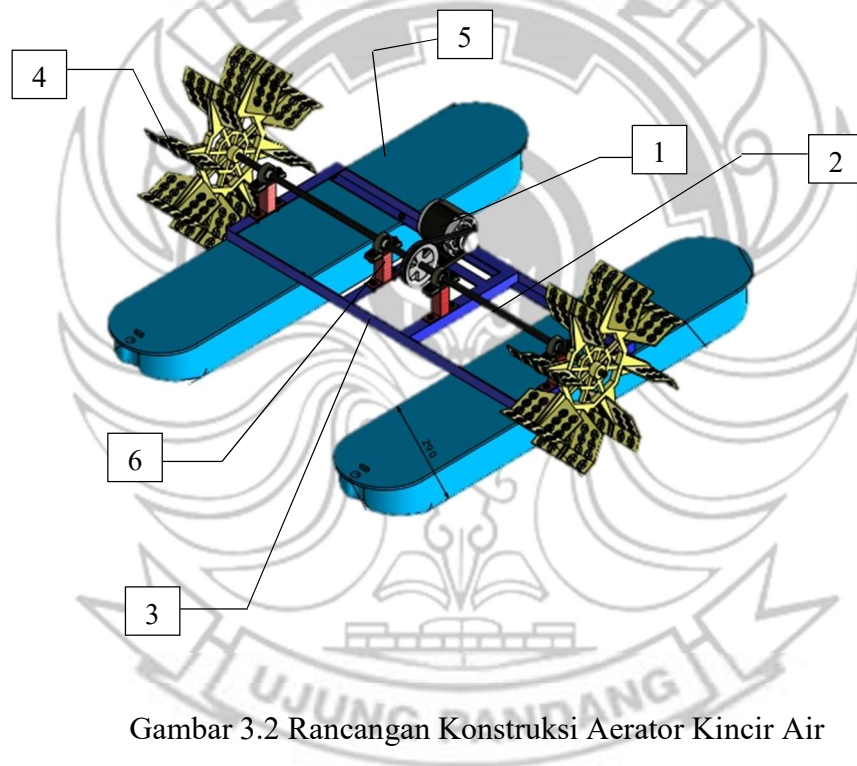
Pembangkit *Hybrid* (PLTS-PLTB)

Keterangan:

1. Panel Surya
2. Turbin Angin
3. Menara Sistem *Hybri*

3.3.1.3 Konstruksi Aerator

Pelampung Pada konstruksi aerator jenis *peddle while* yang akan digunakan dilengkapi dengan pelampung berbahan *High Density Polyethylene (HDPE)*, *bearing*, motor listrik BLDC 24 220A/24V, poros penggerak, kipas kincir aerator terbuat dari bahan *polypropylene with uv resistance* dengan luasan setiap daun kincir 312 cm² (26 cm x 12 cm).



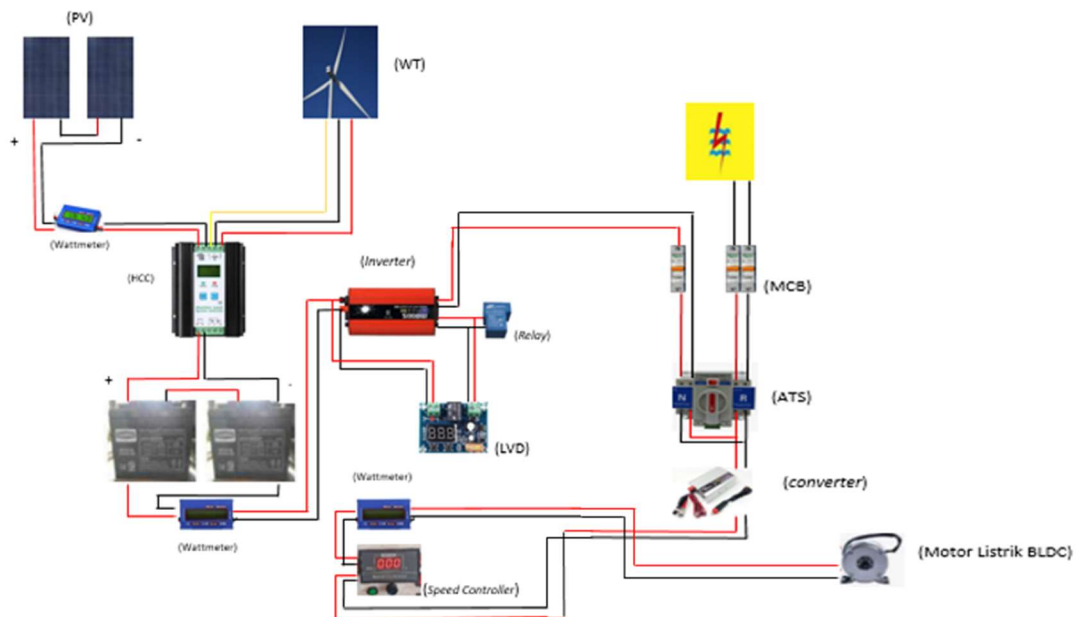
Gambar 3.2 Rancangan Konstruksi Aerator Kincir Air

Keterangan:

- | | |
|---|-------------------|
| 1. Motor Listrik BLDC 24V/220A | 5. Pelampung |
| 2. Poros Penggerak (Ø 2,5 cm) | 6. <i>Bearing</i> |
| 3. Rangka dudukan Motor BLDC dan <i>Bearing</i> | |
| 4. Kipas Kincir (setiap kipas kincir terdiri dari 8 daun kincir) | |

3.3.1.4 Perancangan Kelistrikan

Pada tahaan perancangan kelistrikan ini digunakan jenis turbin angin skala kecil yaitu turbin angin *ista Breeze i500/500W* dan panel surya 100 Wp (2 buah). Perancangan pembangkit *hybrid* ini digunakan karena keadaan cuaca yang setiap waktu dapat berubah. Berikut skema perancangan pembangkit *hybrid* untuk mengoperasikan aerator dengan suplai PLN sebagai *back up*.



Gambar 3.3 Skema Diagram *Wiring* Pembangkit Sistem *Hybrid* (PLTS-PLTB)

Pada skema diatas kedua pembangkit dihubungkan ke *Hybrid Charger Controller* (HCC), *output* dari *controller* berupa tegangan dc yang digunakan untuk mengisi baterai, tegangan dc dari baterai kemudian akan dikonversi menjadi tegangan ac menggunakan *inverter*, *output inverter* kemudian dihubungkan ke LVD sebagai pemutus tegangan pada baterai sesuai dengan *setting* tegangan pada LVD, selanjutnya

dihubungkan ke ATS, dan dihungkan ke *converter* untuk mengkonversi tegangan ac yang selanjutnya digunakan untuk mensuplai beban berupa motor listrik BLDC.

3.3.2 Tahap Perakitan

3.3.2.1 Rangka Panel Surya

Prosedur pembuatan dan perakitan rangka panel surya yaitu sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
- 2) Memotong besi siku sesuai dengan ukuran dimensi panel surya yang akan digunakan.
- 3) Menyusun potongan besi siku secara memanjang sebagai penopang panel surya, setelah itu dilakukan penyambungan dengan menggunakan las listrik.
- 4) Setelah menentukan sudut kemiringan rangka panel surya, selanjutnya mengukur dan memotong besi siku yang akan dijadikan sebagai rangka dudukan panel surya.
- 5) Melakukan pengeboran terhadap kaki rangka dengan rangka panel.

3.3.2.2 Menara Turbin Angin

Prosedur pembuatan dan perakitan menara turbin angin yaitu sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
- 2) Memotong pipa besi $\varnothing 1,2$ inci dengan panjang 1,5 meter.

- 3) Melakukan pengelasan pada pipa besi tegak lurus di bagian tengah permukaan menara bagian atas.

3.3.2.3 Aerator *Peddle While*

Prosedur pembuatan dan perakitan aerator *peddle while* yaitu sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan.
- 2) Memotong besi siku ukuran 4x4 cm untuk dudukan bering dan motor listrik.
- 3) Setelah dudukan bearing dan motor telah dibuat, selanjutnya dilakukan perakitan menggunakan baut dan mur diatas pelampung berbahan fiberglass dengan ukuran 250 cm x 34 cm x 30 cm.
- 4) Setelah perakitan selesai, dilakukan pemasangan *bearing* pada 4 titik, poros penggerak, motor listrik ditengah sisi pelampung dan kincir air pada kedua ujung poros penggerak.

3.3.3.4 Modul Instrumen

Pada modul instrumen ini, sudah tidak dilakukan pembuatan karena konstruksi untuk modul instrumen sudah ada. Hanya dilakukan pemasangan komponen. Proses ini merupakan tahap pemasangan komponen yang terdiri atas *Hybrid Charger Controller*, *wattmeter*, *sped controller*, dan baterai. Untuk komponen lain seperti *inverter*, *converter*, *ATS*, *relay* dan *LVD* dilakukan pemasangan dan perakitan di dalam panel *box*.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Prosedur pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dan keluaran yang dihasilkan ketika pembangkit bekerja sendiri-sendiri saat melakukan *charging* dan ketika pembangkit dikombinasikan (*hybrid*) dengan pembebanan motor listrik 24 Vdc untuk menggerakkan kincir air.

3.4.1 Pengujian Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

- 1) Memasang panel surya di lokasi pengujian
- 2) Menghubungkan kabel dari panel surya ke *input* HCC (*hybrid charger controller*).
- 3) Mengukur masing-masing tegangan baterai menggunakan multimeter dan mencatat ke dalam tabel.
- 4) Membaca intensitas cahaya matahari menggunakan pyranometer dan mencatat ke dalam tabel.
- 5) Mencatat parameter yang diperoleh dari *output* panel surya dan HCC yang dihubungkan dengan baterai ke dalam tabel seperti tegangan, arus daya, dll. Parameter ini dilihat melalui wattmeter.
- 6) Pengujian selesai.

3.4.2. Pengujian Pengisian Baterai Sistem 12 Vdc Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

- 1) Memasang turbin angin dilokasi pengujian.
- 2) Merangkai kabel keluaran turbin angin ke *input* HCC.
- 3) Membaca kecepatan angin menggunakan anemometer bersamaan dengan pembacaan arus dan tegangan keluaran turbin angin menggunakan alat ukur tangampere dan multimeter, mencatat hasil ke dalam tabel.
- 4) Mencatat parameter yang diperoleh dari HCC yang dihubungkan dengan baterai ke dalam tabel seperti tegangan, arus daya, dll. Parameter ini dilihat melalui wattmeter.
- 5) Pengujian selesai.

3.4.3 Pengujian Pengisian Baterai Sistem 12 Vdc dan Pengoperasian Aerator Sistem Hybrid (PLTS-PLTB)

- 1) Mengatur tegangan yang diinginkan pada modul XH-M609 LVD (*Low Voltage Disconnect*).
- 2) Merangkai keluaran turbin angin dan panel surya ke *input* HCC.
- 3) Membaca kecepatan angin menggunakan anemometer bersamaan dengan pembacaan arus dan tegangan keluaran turbin angin menggunakan alat ukur tangampere dan multimeter, mencatat hasil ke dalam tabel.
- 4) Membaca intensitas cahaya matahari menggunakan alat ukur pyranometer.

- 5) Mencatat parameter yang diperoleh dari *output* panel surya dan HCC yang dihubungkan dengan baterai ke dalam tabel seperti tegangan, arus daya, dll. Parameter ini dilihat melalui wattmeter.
- 6) Mengukur kecepatan putaran pada poros motor listrik BLDC menggunakan *tachometer* dan mencatat hasil pengukuran ke dalam tabel.
- 7) Membaca hasil pengukuran arus dan tegangan pada motor listrik melalui wattmeter dan mencatat hasilnya ke dalam tabel.
- 8) Mengulangi langkah ke 3 sampai 7 pada saat pengoperasian aerator selama satu jam dan mencatat data ke dalam tabel setiap pembacaan 10 menit.
- 9) Setelah melakukan pencatatan data pada saat pengoperasian aerator, selanjutnya mengatur putaran aerator menjadi 80% dan melakukan pengambilan data kembali mengikuti langkah 3 sampai 5.
- 10) Pengujian selesai.

Setelah prose pengujian selesai dilakukan, maka selanjutnya ada beberapa parameter yang perlu dicatat yaitu:

Tabel 3.1 Parameter-parameter yang akan diukur dalam pengujian

No.	Parameter	Simbol	Satuan	Alat Ukur
1.	Intensitas Cahaya Matahari	G	W/m^2	<i>Pyranometer</i>

2.	Kecepatan Angin	v	m/s	<i>Anemometer Digital</i>
3.	Tegangan	V	V	<i>Digital Wattmeter/ Multimeter</i>
4.	Arus	I	A	<i>Digital Wattmeter/Tangamper</i>
5.	Putaran	-	rpm	<i>Tachometer</i>

3.5 Teknik Analisis Data

1) Daya *Input* Panel Surya

Untuk mengetahui daya *input* pada panel surya dapat diketahui menggunakan persamaan (2.2).

2) Daya *Output*

Untuk mengetahui daya *output* pada panel surya dapat diketahui menggunakan persamaan (2.3).

3) Efisiensi Panel Surya

Untuk mengetahui efisiensi pada panel surya dapat diketahui menggunakan persamaan (2.4).

4) Daya Angin

Untuk mengetahui daya angin pada turbin angin dapat diketahui menggunakan persamaan (2.8).

6) Daya Turbin Angin

Untuk mengetahui daya efektif yang dihasilkan turbin angin dapat diketahui menggunakan persamaan (2.9).

7) Daya Generator Turbin Angin

Untuk mengetahui daya listrik yang dihasilkan oleh generator turbin angin dapat diketahui menggunakan persamaan (2.10).

8) Efisiensi Turbin Angin

Untuk mengetahui efisiensi turbin angin dapat diketahui menggunakan persamaan (2.11).

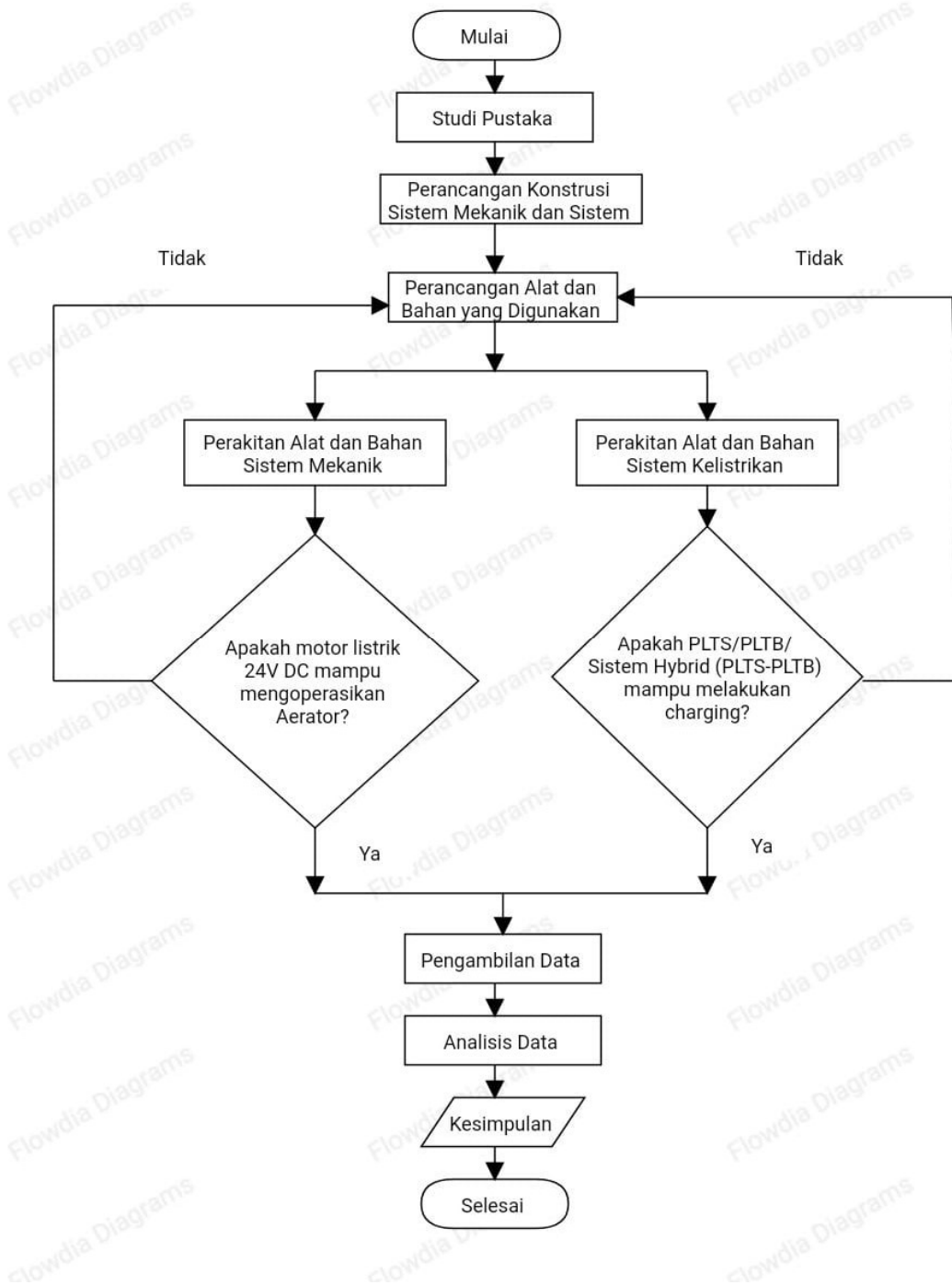
9) Daya Sistem *Hybrid* (PLTS-PLTB)

Untuk mengetahui daya sistem *hybrid* PLTS-PLTB dapat diketahui menggunakan persamaan (2.13).

10) Efisiensi Sistem *Hybrid* (PLTS PLTB)

Untuk mengetahui efisiensi sistem *hybrid* PLTS-PLTB menggunakan persamaan (2.14).

3.6 Diagram Alir Kegiatan



Gambar 3.4 *Flowchart* Prosedur Kerja

BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN

4.1 Hasil

4.1.1 Rancangan Bangun Konstruksi Pembangkit Sistem *Hybrid* PLTS-PLTB



Gambar 4.1 Konstruksi Pembangkit Sistem *Hybrid* PLTS-PLTB

Gambar 4.1 merupakan gambar konstruksi menara untuk peletakan panel surya dan turbin angin. Pada perancangan konstruksi dudukan panel surya, komponen yang digunakan adalah besi siku dengan ukuran 4x4 cm sebagai rangka panel surya. Posisi panel surya menghadap ke barat dengan sudut kemiringan yang telah dihitung sebelumnya. Pada perancangan konstruksi turbin angin, komponen yang digunakan adalah besi siku ukuran 5x5 cm dan pipa 1,5 inci dengan panjang 1,5 m sebagai poros

dudukan turbin angin. Pada perancangan konstruksi turbin angin, menara yang berhasil dibuat adalah menara setinggi 7 m.

4.1.2 Rancang Bangun Konstruksi Mekanik

Berikut ini merupakan gambar konstruksi mekanik aerator jenis *peddle wheel*. Aerator ini dilengkapi dengan beberapa komponen yang dirakit menjadi satu bagian. Aerator *peddle wheel* yang dibuat dilengkapi dengan komponen pelampung, *bearing*, motor listrik BLDC 24 Vdc dan poros penggerak.



Gambar 4.2 Konstruksi Mekanik Aerator *Peddle Wheel*

Pelampung yang digunakan terbuat dari bahan *fiberglass* memiliki ukuran 250 cm x 34 cm x 30 cm berfungsi untuk menahan kincir aerator, dudukan rangka *bearing* dan motor listrik BLDC. Rangka untuk dudukan *bearing* dan motor listrik BLDC 24 Vdc terbuat dari besi siku ukuran 4x4 cm. *Bearing* yang digunakan berfungsi untuk mengurangi gesekan dari suatu putaran pada poros sehingga berlangsung secara halus. Kincir air yang digunakan yaitu kincir air bahan plastik dengan jumlah pedal sebanyak

8 buah dan berfungsi untuk menghasilkan aerasi pada perairan tambak. Untuk mengoperasikan kincir air, digunakan motor listrik BLDC 24 Vdc yang dihubungkan dengan rantai sebagai penerus putaran dari motor listrik BLDC ke poros penggerak.

4.1.3 Rancang Bangun Sistem Listrik

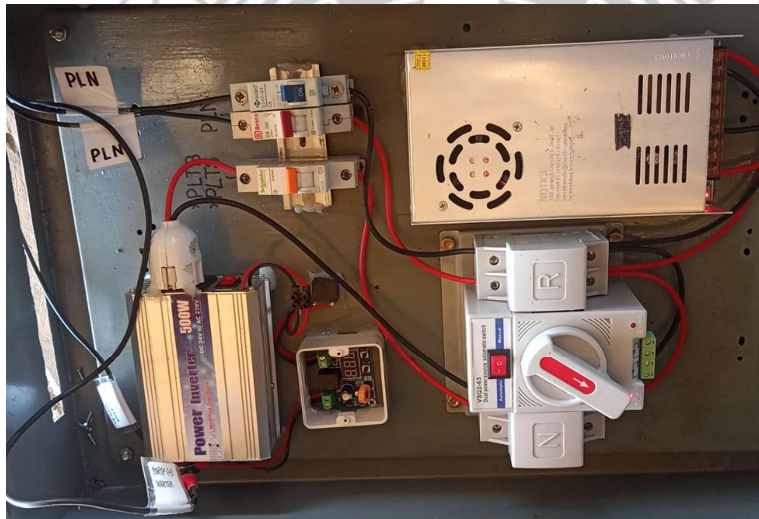
Gambar 4.3 merupakan modul instrumen pengukuran untuk pembacaan parameter yang diukur seperti daya, tegangan, arus, dan pengaturan putaran pada motor listrik BLDC.



Gambar 4.3 Modul Instrumen Pembangkit Sistem *Hybrid* (PLTS-PLTB)

Berikut ini merupakan gambar beberapa komponen di dalam panel box. *Input* dari baterai dihubungkan ke masukan inverter yang digunakan untuk mengkonversi tegangan DC-AC. Selanjutnya *input* (+/-) inverter dihubungkan ke *input* LVD sedangkan *output* LVD dihubungkan ke *relay* yang berfungsi sebagai pengaman pada

sistem. LVD (*Low Voltage Discharge*) merupakan modul pemutus tegangan pada baterai agar tidak terjadi *overload*. Tegangan yang diatur pada LVD saat pengujian adalah 25 V. *Output* inverter dihubungkan ke ATS (N) yang merupakan masukan dari sistem *hybrid* (PLTS-PLTB), dan masukan ATS (R) merupakan masukan dari suplai PLN sebagai *back up*. *Output* dari kedua sisi ATS (N) dan (R) diparelelkan dihubungkan ke konverter untuk mengkonversi tagangan AC-DC untuk mensuplai beban motor listrik 24 Vdc.



Gambar 4.4 Sistem Kelistrikan Pembangkit Sistem *Hybrid* (PLTS – PLTB)

4.1.4 Hasil Pengujian

Dalam pengujian dilakukan dengan 3 jenis pengujian. Pengujian *charging* PLTS 200 Wp, *charging* PLTB 500 W, dan pengujian sistem *hybrid* (PLTS-PLTB). Pengujian dilakukan untuk mengetahui daya keluaran yang dihasilkan ketika sistem

hybrid (PLTS-PLTB) dengan pembebanan berupa motor listrik BLDC 24 Vdc menggerakkan aerator.

Panel surya dipasang di menara turbin angin dengan ketinggian 5 meter diatas permukaan tanah dan turbin angin setinggi 7 meter dari poros turbin sampai permukaan tanah. Pengukuran kecepatan angin diukur 2 meter diatas permukaan tanah setiap 10 menit pembacaan. Proses pengambilan data menggunakan modul instrumen sebagai media untuk pembacaan arus dan tegangan keluaran pada PLTS, daya *output* HCC (*Hybrid Charge Controller*), pengatur putaran aerator, daya keluaran aerator saat beroperasi. Untuk pembacaan arus dan tegangan pada PLTB digunakan alat ukur multimeter untuk mengukur tegangan keluaran turbin angin dan tangamper untuk mengukur arus keluaran turbin angin.

Pada panel *box* terdapat komponen ATS dan juga modul XH 600 LVD yang bekerja sebagai saklar alih dari sumber energi *hybrid* ke PLN apabila pada layar LVD menunjukkan pembacaan angka 25 Volt pada tegangan baterai (sesuai *setting* yang diinginkan). Pada pengujian ini dilakukan *setting* pada LVD yaitu 25 Volt yang artinya apabila tegangan baterai sudah kurang dari 25 Volt maka akan beralih secara otomatis ke sumber PLN yang merupakan *back up*.

Pengujian dilakukan didua tempat. Untuk pengujian aerator menggunakan PLTS dilakukan di Perumahan Jalan Jakarta, Maros. Selanjutnya, pengujian *charging* sistem PLTB dan pengujian aerator sistem *hybrid* (PLTS-PLTB) dilakukan di Pelabuhan Perikan Untia.

4.1.5 Analisis Data

4.1.5.1 Analisis Data Panel Surya

a) Menghitung Daya *Input* Panel Surya

Untuk menghitung daya *input* panel surya menggunakan persamaan (2.2) dengan menggunakan data ke-20 pada Lampiran A3 Tabel 6, maka didapatkan nilai daya *input* panel surya sebagai berikut:

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

Diketahui:

$$\text{Intensitas radiasi matahari } (G) = 180 \text{ W/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan panel} &= 1,25 \text{ m} \times 0,808 \text{ m} \\ &= 1,010 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Karena digunakan 2 buah panel surya, maka

$$\begin{aligned} \text{Luas permukaan panel} &= 1.010 \text{ m}^2 \times 2 \\ &= 2.020 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Ditanyakan :

$$\text{Daya input panel surya } (P_{in}) = \dots\dots\dots W$$

Penyelesaian:

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

$$P_{in} = 180 \text{ W/m}^2 \times 2.020 \text{ m}^2$$

$$P_{in} = 363,60 \text{ W}$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B3 pada Tabel 11.

b) Menghitung Daya *Output* (P_{out})

Untuk menghitung daya output panel surya menggunakan persamaan (2.3) dengan menggunakan data ke-13 pada Lampiran A3 Tabel 6, maka didapatkan nilai daya *output* panel surya sebagai berikut:

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

Diketahui:

$$\text{Tegangan panel surya} = 12,87 \text{ V}$$

$$\text{Arus panel surya} = 3,34 \text{ A}$$

Ditanyakan :

$$\text{Energi output panel surya } (P_{in}) = \dots\dots W$$

Penyelesaian:

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

$$P_{out} = 12,87 \text{ V} \times 3,34 \text{ A}$$

$$P_{out} = 42,99 \text{ W}$$

3) Menghitung Efisiensi Panel Surya

Untuk menghitung efisiensi panel surya digunakan persamaan (2.4) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Eff &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\
 &= \frac{42,99}{363,60} W \times 100 \\
 &= 11,82 \%
 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B3 pada Tabel 11.

4.1.5.2 Analisis Data Turbin Angin

1) Menghitung Daya Angin (P_a)

Untuk menghitung daya angin menggunakan rumus pada persamaan (2.8) menggunakan data ke-20 pada Lampiran A3 Tabel 6, maka didapatkan nilai daya angin sebagai berikut:

$$P_a = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

Diketahui :

$$\text{Massa jenis udara } (\rho) = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Luas area baling-baling } (A) = 0,785 \text{ m}^2$$

$$\text{Kecepatan angin } (v) = 8,8 \text{ m/s}$$

Penyelesaian:

$$P_a = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

$$P_a = \frac{1}{2} 1,225 \text{ kg/m}^3 \times 0,785 \text{ m}^2 \times 8,8 \text{ m/s}^3$$

$$P_a = 327,66 \text{ W}$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B3 pada Tabel 11.

2) Menghitung Daya Turbin Angin

Untuk menghitung daya turbin angin menggunakan rumus pada persamaan (2.9) menggunakan data ke-20 pada lampiran A3 pada Tabel 6, maka didapatkan daya nilai turbin angin sebagai berikut:

Diketahui:

Konstanta Betz ($16/27 = 59,3\%$) = Betz Limit

Penyelesaian:

$$P_t = \frac{1}{2} C \rho A v^3$$

$$P_t = \frac{1}{2} \times (0,59\%) \times 1,225 \text{ kg/m}^3 \times 0,785 \text{ m}^2 \times 8,8 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$P_t = 193,32 \text{ W}$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B3 pada Tabel 11.

3) Menghitung Daya Generator (P_g)

Untuk menghitung daya generator menggunakan persamaan (2.10) menggunakan data ke-20 pada Lampiran A3 Tabel 6, maka didapatkan nilai daya generator sebagai berikut:

$$P_g = \sqrt{3} V I \cos \phi$$

Diketahui:

Tegangan turbin angin = 10,3 V

$$\text{Arus turbin angin} = 2,2 \text{ A}$$

$$\text{Cos } \emptyset = 0,54$$

Penyelesaian :

$$P_g = \sqrt{3} V I \text{ Cos } \emptyset$$

$$P_g = \sqrt{3} \times 10,3 \times 2,2 \times 0,54$$

$$P_g = 21,19 \text{ Watt}$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B3 pada Tabel 11.

4) Menghitung Effisiensi Turbin Angin

$$\begin{aligned} \text{Eff} (\%) &= \frac{P_g}{P_t} \times 100\% \\ &= \frac{21,19}{193,32} \text{ W} \times 100 \\ &= 6,47 \% \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B3 pada Tabel 11.

4.1.5.3 Perhitungan Data Sistem Hybrid

Untuk menghitung daya sistem *hybrid* menggunakan persamaan (2.12) menggunakan data ke-20 Lampiran A3 pada Tabel 6.

$$V_{dc} = \frac{3}{\pi} V_{ac} \times \sqrt{2}$$

$$= \frac{3}{\pi} \times 10,3 \text{ V} \times \sqrt{2}$$

$$= 13,92 \text{ V (tegangan DC turbin angin)}$$

Selanjutnya, penjumlahan daya generator turbin angin dan daya *output* panel surya untuk diperoleh daya sistem *hybrid* (PTS-PLTB) menggunakan persamaan (2.13) sebagai berikut:

$$P_h = P_g + P_{out}$$

$$= (\sqrt{3} \times 13,92 \text{ V} \times 2,2 \text{ A} \times 0,54) \text{ W} + (42,99) \text{ W}$$

$$= 28,64 \text{ W} + 42,99 \text{ W}$$

$$= 56,90 \text{ W}$$

$$\text{Efisiensi Sistem Hybrid} = \frac{P_{out \text{ HCC}}}{P_{in \text{ Hybrid}}} \times 100\%$$

$$= \frac{53,30 \text{ W}}{691,26 \text{ W}} \times 100\%$$

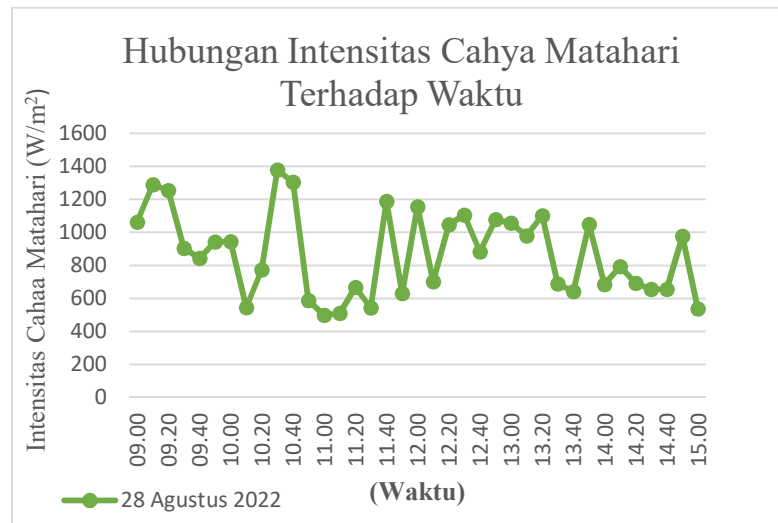
$$= 7,71 \%$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B3 pada Tabel 11.

4.2 Deskripsi

4.2.1 Grafik dan Pembahasan

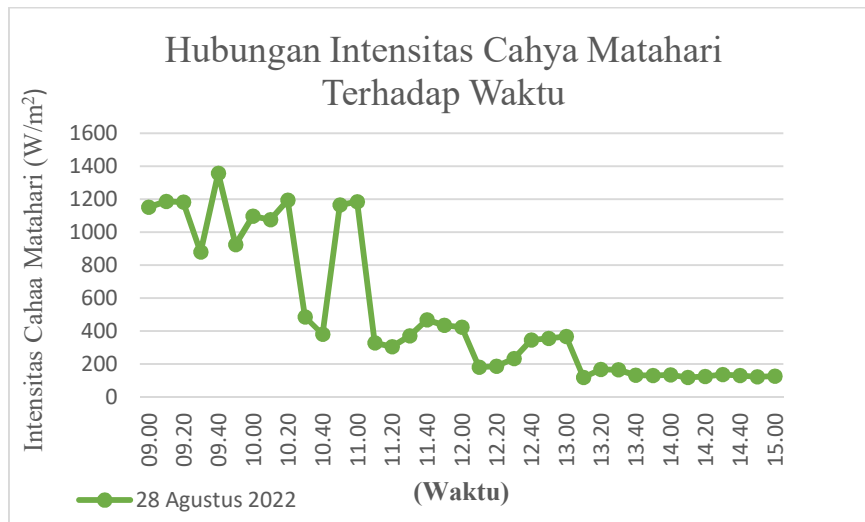
4.2.1 Perbandingan Waktu Terhadap Intensitas Cahaya Matahari (Agustus)



Gambar 4.5 Grafik Hubungan antara Waktu dan Intensitas Cahaya Matahari

Grafik di atas merupakan grafik hubungan antara waktu terhadap intensitas cahaya matahari dengan nilai intensitas cahaya matahari yang fluktuatif disetiap harinya dari pukul 09.00-15.00 WITA. Hal ini menunjukkan bahwa nilai intensitas cahaya matahari sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Namun dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai intensitas cahaya matahari cenderung mengalami kenaikan seiring bertambahnya waktu. Pada tanggal 28 Agustus 2022 didapatkan rata-rata nilai intensitas cahaya matahari sebesar 874,6 W/m².

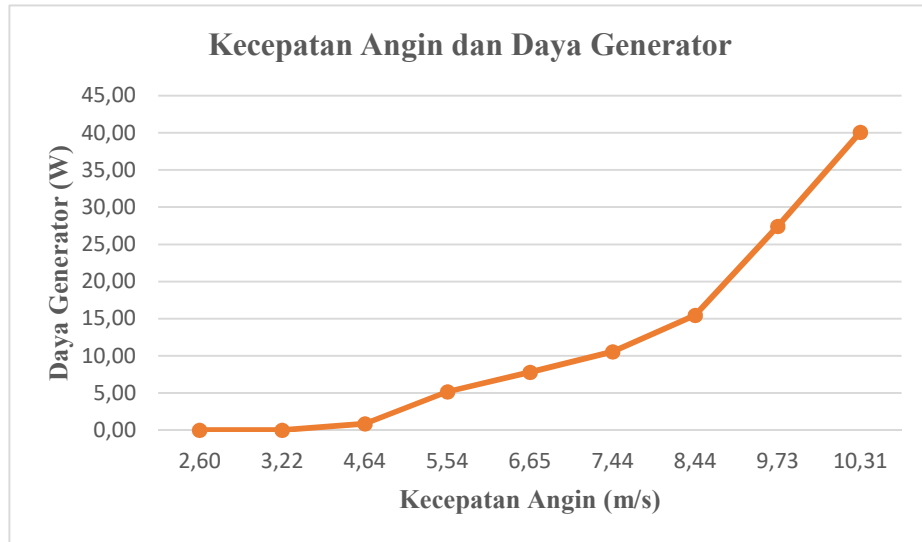
4.2.2 Perbandingan Waktu Terhadap Intensitas Cahaya Matahari (September)



Gambar 4.6 Grafik Hubungan antara Waktu dan Intensitas Cahaya Matahari

Grafik di atas merupakan grafik hubungan antara waktu terhadap intensitas cahaya matahari dengan nilai intensitas cahaya matahari yang fluktuatif disetiap harinya dari pukul 09.00-15.00 WITA. Hal ini menunjukkan bahwa nilai intensitas cahaya matahari sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Namun dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai intensitas cahaya matahari cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu. Pada tanggal 3 September nilai intensitas cahaya matahari cenderung rendah dikarenakan pada hari tersebut kondisi cuaca sedang mendung. Selain itu, bulan Oktober hingga Desember dapat dikatakan musim peralihan antara kemarau menuju penghujan, sehingga jarang terjadi awan yang menyebabkan lama penyinaran dan intensitas cahaya matahari menurun. Rata-rata nilai intensitas cahaya matahari pada saat pengujian berlangsung yaitu sebesar 509,75 W/m².

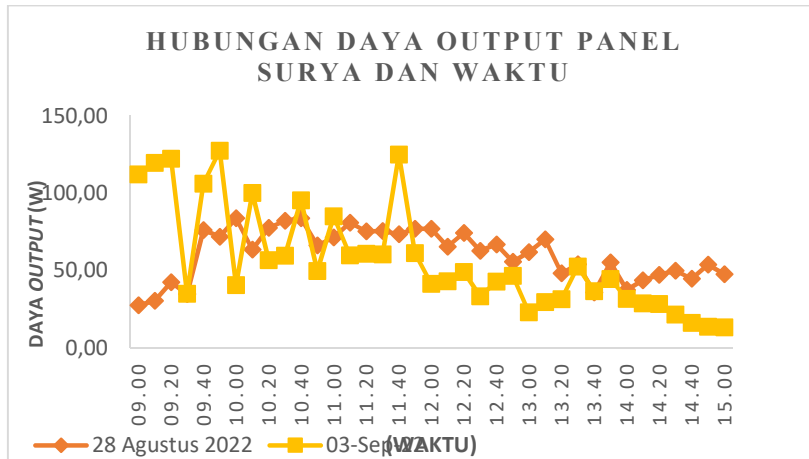
4.2.3 Perbandingan Kecepatan Angin Terhadap Waktu



Gambar 4.7 Grafik Hubungan antara Kecepatan Angin dan Daya Generator

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat hubungan kecepatan angin dan daya generator selama pengujian berbanding lurus. Artinya, daya generator turbin dipengaruhi oleh kecepatan angin. Semakin kencang hembusan angin menabrak sudu-sudu turbin maka semakin cepat turbin berputar sehingga menghasilkan arus dan tegangan yang lebih besar. Rata-rata kecepatan angin pada saat pengujian yaitu 6,51 m/s dengan keluaran 11,93 Watt.

4.2.4 Perbandingan Waktu Terhadap Daya *Output* Panel Surya



Gambar 4.8 Grafik Hubungan antara Waktu dan Daya *Output* Panel Surya

Grafik diatas merupakan grafik hubungan antara daya keluaran dari panel surya terhadap waktu selama pengujian berlangsung. Besar kecilnya *output* yang dihasilkan oleh panel surya dipengaruhi oleh banyaknya cahaya yang diserap panel surya. Perubahan intensita cahaya matahari dan pergerakan matahari membuat cahaya yang diserap oleh panel surya akan berubah-ubah. Grafik menunjukkan hubungan antara daya keluaran panel seiring bertambahnya waktu mengalami kenaikan pada siang hari dan mengalami penurunan pada sore hari (14.00-15.00). Selama pengujian berlangsung pada tanggal, 28 Agustus dan 3 September 2022, diperoleh nilai rata-rata daya *output* tertinggi pada tanggal 3 September 2022 yaitu sebesar 60,66 W dan nilai rata-rata daya *output* terendah pada tanggal 28 Agustus 2022 sebesar 56,86 W. Untuk nilai rata-rata daya *output* panel surya selama pengujian yaitu 58,76 W.

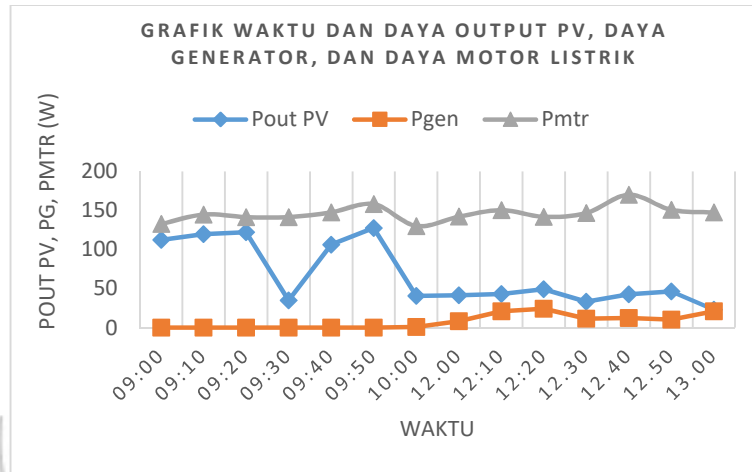
4.2.5 Perbandingan Kecepatan Angin dan Daya Angin



Gambar 4.9 Grafik Hubungan antara Kecepatan Angin dan Daya Angin

Grafik diatas merupakan hubungan kecepatan angin dan daya angin selama pengujian. Dimana grafik diatas menunjukkan kecepatan angin berbanding lurus terhadap daya angin yang dihasilkan. Semakin besar kecepatan angin yang diberikan maka putaran pada turbin semakin besar, semakin besar daya yang dihasilkan oleh angin terhadap turbin maka semakin besar energi yang bisa dikonversi turbin menjadi putaran untuk menghasilkan daya listrik semakin besar. Selama pengujian dilakukan diperoleh rata-rata kecepatan angin 6,51 m/s dengan nilai rata-rata daya angin yang diperoleh sebesar 195,91 Watt.

4.2.6 Perbandingan Waktu Terhadap Daya *Output* PV, Daya Generator dan Daya Motor

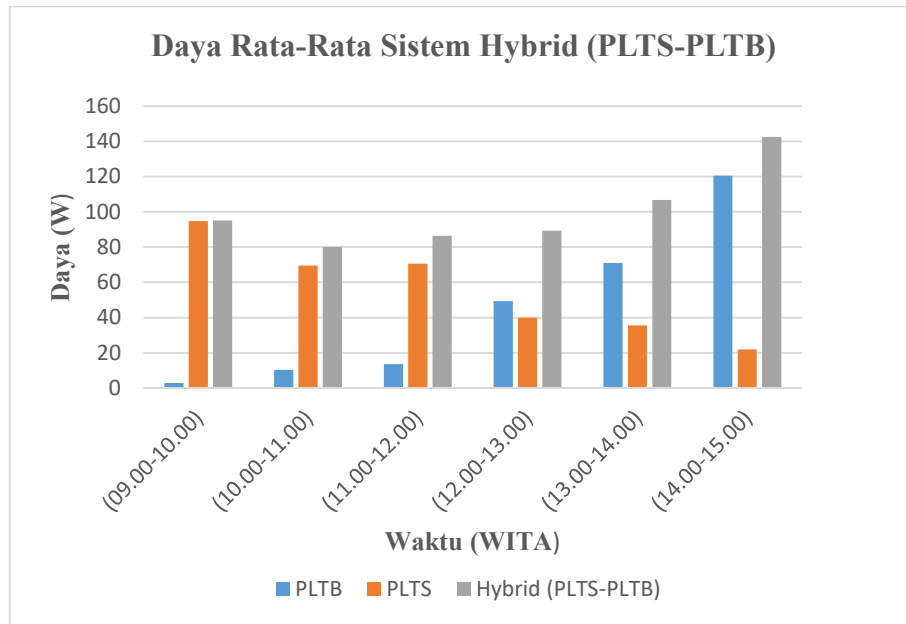


Gambar 4.9 Grafik Hubungan antara Waktu, Daya *Output* PV, Daya Generator, dan Daya Motor Listrik BLDC.

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara waktu terhadap daya outpt PV, daya generator dan daya motor listrik (beroperasi). Grafik diatas menunjukkan daya output PV cenderung stabil namun mengalami penurunan pada pukul (12.00-13.00) dikarenakan kondisi cuaca yang mendung. Sedangkan, daya generator mengalami kenaikan dikarenakan pada kecepatan angin pada saat pengujian tinggi sehingga turbin berputar cepat dan menghasilkan tegangan dan arus yang lebih besar. Adapun pada grafik diatas menunjukan nilai 0 pada daya generator dikarenakan kecepatan angin pada saat pengujian berlangsung belum mampu memutar turbin angin sehingga tidak menghasilkan arus dan tegangan. Untuk daya motor bersumber sistem hybrid (PLTS-PLTB) cenderung stabil. Untuk rata-rata daya output PV saat pengoperasian aerator

yaitu sebesar 67,31 W, sedangkan untuk rata-rata daya generator dan motor listrik BLDC sebesar 7,87 W dan 146,06 W.

4.2.7 Perbandingan Daya *Output* Panel Surya, Daya Generator Turbin Angin, dan Daya Sistem *Hybrid* (PLTS-PLTB)

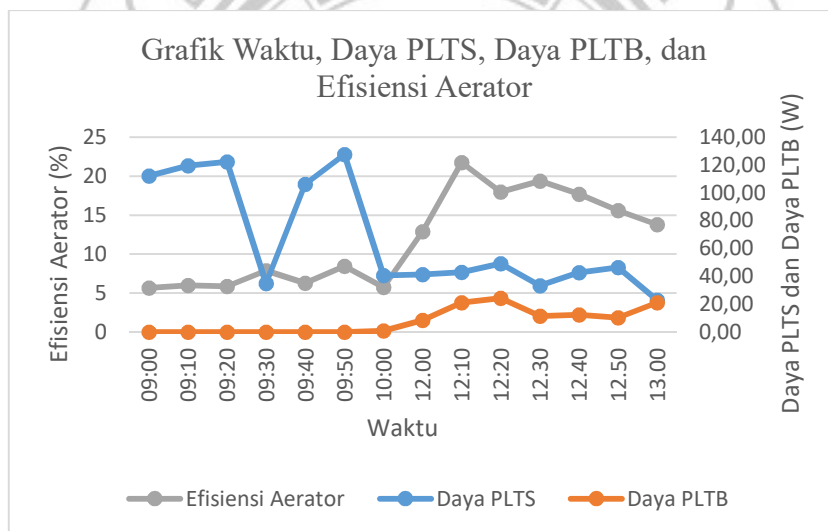


Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Daya PLTS, Daya PLTB, dan Daya Sistem *Hybrid* (PLTS-PLTB).

Grafik diatas adalah nilai rata-rata daya PLTS, daya PLTB dan rata-rata daya sistem *hybrid* (PLTS-PLTB) setiap jam selama pengujian dilakukan pada tanggal 3 September 2022. Pada pukul (09.00-10.00), energi yang dihasilkan oleh turbin angin lebih kecil dikarenakan kecepatan angin pada pukul (09.00-10.00) belum mampu untuk memutar turbin angin tetapi daya output panel surya lebih besar dikarenakan kondisi cuaca cerah. Sedangkan pada pukul (14.00-15.00) dapat dilihat bahwa energi yang

dihasilkan panel surya lebih kecil sedangkan daya output panel surya besar dikarenakan pada pukul (14.00-15.00) kondisi cuaca mendung sehingga kecepatan angin untuk memuta turbin besar. Dapat disimpulkan bahwa sistem hybrid (PLTS-PLTB) merupakan hasil penjumlahan energi yang dihasilkan oleh panel surya dan turbin angin dimana berdasarkan data, ketika salah satu pembangkit bekerja kurang maksimal maka pembangkit lain dapat menutupi kekurangan energi dari sistem pembangkit lainnya.

4.2.8 Perbandingan Waktu, Daya PLTS, Daya PLTB dan Efisiensi Sistem PLTS-PLTB



Gambar 4.11 Grafik Hubungan antara Waktu, Daya PLTS, Daya PLTB dan Efisiensi Aerator.

Dari Grafik diatas dapat dilihat hubungan antara waktu terhadap daya PLTS, daya PLTB dan efisiensi aerator. Daya PLTS cenderung mengalami kenaikan pada pukul 09.00-10.00, sedangkan pukul 12.00-13.00 mengalami penurunan dikarenakan cuaca mendung, sedangkan daya PLTB cenderung mengalami kenaikan daya pada pukul

12.00-13.00 dikarenakan kecepatan angin pada saat cuaca mendung sangat mampu untuk memutar turbin angin. Efisiensi aerator pada grafik mengalami kenaikan seiring bertambahnya waktu. Rata-rata daya PLTS dan daya PLTB saat pengoperasian aerator sebesar denganrata-rata efisiensi aerator sebesar 11,78%.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Aerator tipe kincir yang berhasil dibuat untuk sistem *hybrid* PLTS-PLTB menggunakan panel surya 200 Wp, turbin angin skala kecil *ista breezer* 500 W dan baterai VRLA 24 V untuk mensuplai beban yaitu motor listrik BLDC 24Vdc untuk menggerakkan kincir aerator dengan putaran 60 rpm.
- 2) Rata-rata daya yang dibangkitkan oleh sistem *hybrid* PLTS-PLTB selama pengoperasian aerator kincir yaitu sebesar 88,44 W dengan efisiensi sebesar 14,80 % dengan rata-rata daya motor sebesar 148,54 W.

5.2 Saran

- 1) Bahan yang digunakan untuk konstruksi PLTS-PLTB dan aerator harus tahan korosi atau dilapisi dengan zat berarna sebelum digunakan.
- 2) Pengambilan data sebaiknya menggunakan *controller* terutama untuk pembacaan parameter turbin angin sehingga ketika pengujian pengambilan data diukur tidak memiliki selisih waktu agar data yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia dan Agung Basofi Suherman. 2021. Rancang Bangun Aerator Sistem Saklar Alih PLTS-PLN. Laporan Tugas Akhir. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Bahri dkk. 2014. Perkembangan Desain dan Kinerja Aerator Tipe Kincir. Dalam *Jurnal Keteknik Pertanian*, (Online), 1(2): 9-13.(<https://journal.ipb.ac.id>), diakses 28 Juni 2022.
- Bawalo dkk. 2021. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Rumah Kebun Desa Ammat Kabupaten Kepulauan Talaud. Dalam *Jurnal Teknik Elektro*, (Online). (<http://repo.unsrat.ac.id>), diakses 25 Juni 2022.
- Diantari dkk. 2017. Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS. Dalam *Jurnal Ilmiah Energi dan Kelistrikan*, (Online), 2 (9): 120-124. (<https://media.neliti.com>), diakses 15 Januari 2022.
- Fachruddin. 2011. Rancang Bangun Sistem Aerator Dengan Menggunakan Energi Surya. Laporan Hasil Penelitian. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan: Institut Pertanian Bogor.
- Harmini dan Titik Nurhayati. 2018. Pemodelan Sistem Pembangkit Hybrid Energi Solar dan Angin. Dalam *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, (Online), 2 (10): 28-30. (<http://journals.usm.ac.id>), diakses 13 Januari 2022.
- <https://m.indonesia.alibaba.com>. Diakses 25 Juni 2022.
- <https://alterzaerator.com>. Diakses pada tanggal 27 Juli 2022.
- <https://www.bogipower.com>. Diakses 26 Juni 2022.
- <https://www.builder.id>). Diakses 25 Juni 2022.
- Mukminati dan Asyhar Paharudddin. 2019 . Rangun Pembangkit Hybrid PLTS-PLTB Pada Bangunan Budidaya Burung Walet. Laporan Tugas Akhir. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Nanang dkk. 2016. Studi Eksperimental Berbagai Macam Jenis Sudu Turbin Angin Sumbu Horizontal Skala Laboratorium. *Dalam Jurnal Teknik Mesin*. 1-10.

- S. A. Miftaahul dkk., 2019. Pengaturan Kecepatan Motor Brushless DC (Direct Current) Menggunakan Cuk Converter. Dalam jurnal Teknik Elektro Dan Komputer Triac, (Online), 2 (6). (<https://journal.trunojoyo.ac.id>), diakses 28 Juni 2022.
- Sigit Sukmajati ddk. 2015. Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MW On Grid Di Yogyakarta. Dalam *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, (Online), 1 (7): 49-56. (<https://core.ac.uk>), diakses 14 Januari 2022.
- Susanto. 2013. Automatic Transfer Switch. Dalam *Jurnal Teknik Elektro* 1 (5): 18. (<https://media.neliti.com>), diakses 25 Juni 2022.
- Tuapetel dkk, 2019. Analisis Dan Pengujian Kinerja Turbin Angin Savonius 4 Sudu. Dalam *Jurnal Teknik Mesin*, (Online), 2 (3): 47-49.
- Yuniarti dkk. 2019. Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit di PTPN VII Secara Aerobik. Dalam *Jurnal Redoks*. 4 (2): 7-10.



L

A

M

P

I

R

A

N





LAMPIRAN A
(TABEL HASIL UJI COBA)

Lampiran A1. (Tabel Hasil Uji Coba)

Tanggal: 25 Juli 2022

Lokasi: Lab. Pemipaan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ungjung Pandang

Keterangan: Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc dan Pengoperasian Aerator Kincir Menggunakan PLTS (Putaran Konstan 90%).

Tabel 1. Data Uji Coba Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc dan Pengoperasian Aerator Kincir Menggunakan PLTS

Waktu Pengujian (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multimeter)			Data Output Panel Surya Seri (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter								Data Output SCC (Charger) (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter							Data Volt/Amp PLTB - Volt/Amp Digital		Data Kecepatan Angin (m/s)	Data Volt/Amp Motor DC - Wattmeter		Data Volt/Amp PLN - Volt/Amp Digital		
	Baterai 1	Baterai 2	Vdv Seri Sistem 24 Volt	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Peak Voltage	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Voltage Peak	Voltage (AC)		Current (AC)	Voltage (DC)	Current (DC)	Voltage (AC)	Current (AC)
	Vdc	Vdc	Vdc	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)	(volt)		(amp)	(volt)	(amp)	(volt)	(amp)
09:00	12,7	12,7	25,3	91,9	3,22	28,55	85,6	3,53	97,8	0,054	27,75	65,1	2,38	27,39	1,5	3,35	90,3	0,07	25,9							
09:10	13,6	13,6	27,3	75,5	2,67	28,28		3,53	97,8	0,264	27,64	69,1	2,52	27,45	6,5	3,35	90,3	0,258	25,9							
09:20	13,6	13,6	27,3	72,7	2,67	28,62	17,8	3,53	27,77	0,667	27,2	69,1	2,52	27,45	16,1	3,35	90,3	0,606	26,99							
09:30	13,6	13,6	27,2	70,6	2,6	27,43	29,5	3,53	97,8	1,052	27,71	56,9	2,12	27,38	26,1	3,35	90,3	0,962	26,95							
09:40	13,7	13,7	27,6	29,7	3,03	29,7	39,4	4,33	125,6	1,421	31,44	56	2,04	27,48	33,3	4,37	121,2	1,235	27							
09:50	13,8	13,7	27,6	70,1	2,17	33,89	52,2	4,33	125,6	1,8	32,43	56,5	2,09	27,63	43,2	4,37	121,2	1,626	27,14							
10:00	13,6	13,6	27,2	137,6	4,56	27,87	65,2	4,82	137,7	2,234	27,78	122,1	4,46	27,38	52,8	4,6	125,9	1,976	27,1			21,24	3,38			
10:10	13,6	13,6	27,2	139,4	4,85	28,75	85,9	4,96	143,9	2,988	27,83	126,1	4,58	27,54	69,9	4,71	128,8	2,617	26,7			21,24	3,23			
10:20	13,6	13,6	27,2	135,6	4,65	29,18	107,1	5,01	144,5	4,414	29,76	117,8	4,3	27,41	88,9	4,95	135,3	3,339	26,7			21,42	2,9			
10:30																										
10:40	13,6	13,6	27,2	128,6	4,32	30,41	129,7	5,01	144,5	4,513	28,53	114,2	4	27,4	108,4	4,95	135,3	4,094	26,7			21,26	3,17			
10:50	13,6	13,6	27,2	132,8	4,54	29,26	150,5	5,13	145,2	5,232	29,26	120,6	4,4	27,41	125,6	5	136,9	4,772	26,6			21,36	2,66			
11:00	13,6	13,6	27,2	104,4	3,82	27,33	142,9	5,47	136,9	5,47	26,6	128,3	4,22	30,42	187,9	5,13	171,5	5,956	28,86			21,24	3,25			
11:10	13,6	13,6	27,2	123,5	4,51	29,46	194,8	5,13	146,7	6,748	29,1	109	3,99	27,34	143,2	5	136,9	6,21	26,6			21,41	3,09			
11:20	13,6	13,6	27,2	126,1	4,23	29,82	222,3	5,51	155,4	7,682	29,14	109,2	4	27,32	184	5,29	143,2	7,088	26,45			21,46	3,12			
11:30	13,5	13,6	27,1	116,5	3,83	30,43	236,4	5,51	155,4	8,158	29,57	116,5	4,27	27,29	212,8	5,29	143,6	8,251	26,45			21,46	3,12			
11:40	13,1	13	25,9	120,8	3,87	31,22	281	5,92	164,3	9,664	29,11	114,3	4,16	27,49	231,6	5,76	157,1	8,987	26,45			21,37	2,54			
11:50	13,6	13,6	27,2	130,7	4,29	30,42	301,8	6,09	157,3	9,672	29,23	111,1	4,07	27,32	248,7	5,92	27,15	9,672	27,15			21,47	3,39			
12:00	13,5	13,9	27,6	115,9	3,81	30,43	265,6	6,09	172,1	11,105	27,15	109,2	4	27,31	265,9	5,92	157,3	10,351	27,15			21,13	3,57			
12:10	13,5	14	27,5	42,1	1,16	36,3	332,4	6,09	172,1	11,397	36,31	30,6	1,11	27,59	272,1	5,92	157,3	10,593	26,79							
12:20	13,5	14	27,5	42,1	1,17	36,05	339,8	6,09	172,1	11,623	35,39	18,7	0,68	27,57	277	5,92	157,3	10,796	26,79							
12:30	13,5	14	27,5	37,8	1,08	35,09	346,9	6,09	172,1	11,836	35,08	26,79	1,11	27,62	282	5,92	157,3	10,993	26,79							
12:40	13,5	14	27,5	38,7	1,11	34,88	354	6,09	172,1	12,053	34,8	30,5	1,11	27,56	286,8	5,92	157,3	11,195	27,09							
12:50	13,5	14	27,5	31,6	0,91	34,8	383,2	6,09	172,1	12,254	34,8	25	0,91	27,57	291,6	5,92	157,3	11,38	27,09							
13:00	13,5	13,7	27,2	118,4	3,91	30,29	367,5	6,09	172,1	12,464	34,83	22	1,26	27,53	296,4	5,92	157,3	11,565	27,1			21,24	3,84			
13:10	13,5	13,7	27,2	125,3	4,14	30,27	386,2	6,09	172,1	13,108	29,1	100,6	3,65	27,58	311,5	5,92	157,3	12,153	26,53			21,11	3,72			
13:20	13,5	13,7	27,2	122	4,02	30,36	404,6	6,09	172,1	13,725	30,24	98,1	3,58	27,42	337,3	5,92	157,3	12,723	26,56			21,22	3,09			
13:30	13,5	13,7	27,2	117,7	3,96	29,74	425,7	6,09	172,1	14,441	29,11	102	3,73	27,36	342,7	5,92	157,3	13,37	26,78			21,37	3,13			
13:40	13,5	13,7	27,2	129,7	4,28	30,31	446,7	6,09	172,1	15,171	29,72	98,7	3,6	27,43	359,8	5,92	157,3	14,016	26,97			21,34	4,24			
13:50	13,5	13,7	27,2	115,5	3,81	30,34	466,1	6,09	172,1	15,837	29,24	102,7	3,75	27,41	375	5,92	157,3	14,617	26,88			21,43	4,11			
14:00	13,5	13,7	27,2	112,4	3,78	29,74	489,7	6,09	172,1	16,636	29,78	131,6	4,84	27,2	394	5,92	157,3	15,335	26,45			21,23	2,98			
14:10	13,5	13,7	27,2	114	3,88	29,4	507	6,09	172,1	17,233	28,56	105,2	3,85	27,35	408	5,92	157,3	15,884	26,49			21,38	3,05			
14:20	13,5	13,7	27,2	121,9	4,63	26,33	525,6	6,09	172,1	16,464	26,01	122,1	4,64	26,32	423,5	5,92	157,3	16,479	25,41			21,19	3,22			
14:30	13,6	13,6	27,1	121,9	4,1	29,75	546,2	6,09	172,1	18,603	29,72	108,7	3,96	27,45	440,2	5,92	157,3	17,103	26,96			21,1	3,95			
14:40	13,6	13,6	27,2	119,4	3,14	29,06	566,7	6,09	172,1	19,323	28,27	97,8	3,58	27,32	457,1	5,92	157,3	17,74	26,69			21,25	4,31			
14:50	12,6	12,6	25,2	22,8	0,88	26	574,9	6,09	172,1	19,639	25,38	11,8	0,47	25,25	463,5	5,92	157,3	17,992	25,15			21,25	4,16			
15:00	12,8	12,8	25,7	13,6	0,54	25,3	578	6,09	172,1	19,757	25,29	9,5	0,38	25,22	465,4	5,92	157,3	18,07	25,1			21,28	2,77			

Lampiran A2. (Tabel Hasil Uji Coba)

Tanggal: 26 Juli 2022

Lokasi: Lab. Pemipaan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Keterangan: Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc dan Pengoperasian Aerator Kincir Menggunakan PLTS (Putaran Konstan 90%).

Tabel 2. Data Uji Coba Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc dan Pengoperasian Aerator Kincir Menggunakan PLTS

No.	Waktu Pengujian (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multimeter)			Data Output Panel Surya Seri (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter													Data Output SCC (Charger) (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter				Data Volt/ Amp PLTB - Volt/ Amp Digital		Data Kecepatan Angin (m/s)	Data Volt/ Amp Motor DC - Wattmeter		Data Volt/ Amp PLN - Volt/ Amp Digital		Alat Ukur Pyranometer		Putaran (rpm)
		Baterai 1	Baterai 2	Vdv Seri Sistem 24 Volt	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Peak Voltage	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Voltage Peak	Voltage (AC)	Current (AC)	Voltage (DC)		Current (DC)	Voltage (AC)	Current (AC)	Intensitas Radiasi Matahari	Kondisi Cuaca		
		Vdc	Vdc	Vdc	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)	(volt)	(amp)	(volt)		(amp)	(volt)	(amp)	(W/m ²)			
1	09:00	12,8	12,8	25,5	52,5	1,87	28,09	1,5	4,02	113	0,056	27,74	50,6	1,85	27,38	469,6	5,92	157,3	18,183	26,21							1038,9	Cerah			
2	09:10	13,5	13,5	27	56,7	1,72	33	10,2	4,02	116,5	0,344	27,7	28,6	1,05	27,24	475,9	5,92	157,3	18,418	27,19							279,1	Mendung			
3	09:20	13,6	13,6	27,2	77	2,35	32,8	21,6	4,41	123,7	0,723	32,09	58,5	2,14	27,34	484,8	5,92	157,3	18,748	26,49							1049,2	Cerah			
4	09:30	13,7	13,7	27,3	82	2,41	34,05	33,8	4,41	123,7	1,107	32,47	50,6	1,85	27,39	493,9	5,92	157,3	19,088	26,49							1127,8	Cerah			
5	09:40	13,6	13,6	27,3	43,5	1,59	27,38	44,3	4,41	123,7	1,454	27,36	31,6	1,17	27,06	501,6	5,92	157,3	19,373	27,06							277,3	Mendung			
6	09:50	13,1	13,2	26,2	27,1	1	27,1	50,6	4,41	123,7	1,689	26,52	17,6	0,67	26,35	506,3	5,92	157,3	19,553	26,34							150,6	Mendung			
7	10:00	12,7	12,7	25,4	24,7	0,95	25,18	54,3	4,41	123,7	1,831	25,47	15,4	0,61	25,38	508,6	5,92	157,3	19,642	25,27	21,3	3,34					145	Mendung	158,9		
8	10:10	12,5	12,5	25	19,9	0,84	25,81	5,2	4,41	123,7	1,983	25,19	14,5	0,58	25,01	511	5,92	157,3	19,739	25,01	21,21	3,73					115,1	Mendung	159,1		
9	10:20	12,4	12,4	24,8	25,3	1,01	25,08	61,7	4,41	123,7	2,125	25,05	15,9	0,64	24,96	513,5	5,92	157,3	19,837	24,86	21,28	3,01					149,6	Mendung	159		
10	10:30								4,41																						
11	10:30	12,4	12,4	24,8	26	1,04	25,07	66,4	4,41	123,7	2,315	24,99	21,1	0,85	24,87	516,7	5,92	157,3	19,968	24,84	21,34	3,58					217,6	Mendung	169,7		
12	10:40	12,4	12,4	24,8	23,1	0,92	25,17	70,8	4,41	123,7	2,49	24,94	14,1	0,57	24,78	519,6	5,92	157,3	20,087	24,77	21,22	3,11					168,7	Mendung	159,9		
13	11:50	12,4	12,4	24,8	25,3	1	25,36	74,9	4,41	123,7	2,65	24,89	15,6	0,63	24,7	522,1	5,92	157,3	20,188	24,75	21,3	3,04					142,9	Mendung	162,7		
14	11:00	12,4	12,5	24,9	113,3	4,38	25,87	81	6,68	176,8	2,893	25,58	50,5	2,01	25,13	526,9	6,64	170,9	20,378	24,74	21,22	3,72					277,2	Mendung	164,5		
15	11:10	12,4	12,5	24,9	26,4	1,06	26,4	87,6	6,68	176,8	2,931	24,94	20,5	0,83	24,77	532	6,64	170,9	20,59	24,74	21,31	3,99					222,1	Mendung	159,2		
16	11:20	12,4	12,4	24,8	16,6	0,67	24,88	92,1	6,68	176,8	3,342	24,85	15	0,61	24,71	534	6,64	170,9	20,701	24,69	21,11	3,15					157	Mendung	161,7		
17	11:30	12,4	12,4	24,8	27,6	1,09	25,39	95,7	6,68	176,8	3,485	24,85	24,5	0,99	24,75	537,4	6,64	170,9	20,811	24,69	21,31	2,8					158,9	Mendung	152,3		
18	11:40	12,4	12,4	24,8	38,4	1,49	25,82	101,9	6,68	176,8	3,732	24,92	29,2	1,18	24,81	542,3	6,64	170,9	21,004	24,69	21,21	3,1					275	Mendung	163,4		
19	11:50	12,7	12,7	25,4	39,2	1,58	24,98	10,6	6,68	176,8	4	24,9	1,3	32,2	24,77	547,4	6,64	170,9	21,212	24,85	21,24	3,95					408,9	Mendung	161,3		
20	12:00	13,5	13,6	27,2	168,7	6,06	27,9	125,3	6,96	201,6	4,637	27,85	150,6	5,51	27,34	562,8	6,7	183,2	21,796	26,22							1020	Cerah			
20	12:10	13,5	13,5	27,1	29,16	5,55	29,16	152,4	6,96	201,6	5,621	27,89	153,5	5,6	27,42	586,2	6,7	183,2	22,693	26,22							1227,9	Cerah			
20	12:20	13,5	13,5	27,2	136,7	4,7	29,09	177,9	6,96	201,6	6,515	28,49	125,2	4,57	27,4	608,4	6,7	183,2	23,5	26,22							1193,8	Cerah			
20	12:30	13,5	13,5	27,2	120,3	3,96	30,4	199,7	6,96	201,6	7,263	29,19	110,9	4,06	27,33	625,6	6,7	183,2	24,19	26,22							1131,9	Cerah			
20	12:40	13,5	13,5	27,2	120,5	3,91	30,84	219,6	6,96	201,6	7,919	30,43	82,6	3,03	27,29	641,1	6,7	183,2	24,776	26,22							1150,4	Cerah			
20	12:50	13,3	13,3	26,8	151,9	5,53	27,48	27,35	6,96	201,6	8,809	27,35	145,1	5,39	26,93	7,4	6,7	183,2	25,565	26,22	21,25	3,09					1110,5	Cerah	155,9		
26	13:00	13,4	13,4	26,5	170,4	5,94	28,7	269,1	6,96	201,6	9,745	27,37	145,3	5,34	27,21	29,2	6,7	183,2	26,412	26,22	21,17	3,3					484,6	erah Beraw	162,2		
27	13:10	13	13,1	26,3	157,4	5,83	27	284,3	6,96	201,6	10,319	26,86	147,8	5,58	26,49	42,2	6,7	183,2	26,913	25,41	21,33	3,29					479,1	erah Beraw	149,2		
28	13:20	12,7	12,7	25,3	27,9	1,1	25,51	295,2	6,96	201,6	10,738	25,49	24,2	0,96	25,3	51	6,7	183,2	27,258	25,26	21,28	3,25					182,4	Mendung	166,5		
29	13:30	13,2	13,2	26,2	159,1	5,83	27,3	309,5	6,96	201,6	11,301	26,99	63,3	2,43	26,05	63,8	6,7	183,2	27,761	25,96	21,2	3,6					1305,8	Cerah	165,8		
30	13:40	12,7	12,7	25,4	53,3	2,05	26	324,6	6,96	201,6	11,868	25,65	52,4	2,06	25,44	76,5	6,7	183,2	28,258	25,34	21,14	3,37					464,2	Berawan	161,7		
31	13:50	12,5	12,6	25,1	11,5	0,46	25,17	328,2	6,96	201,6	12,012	25,16	3,2	0,13	25,03	78,5	6,7	183,2	28,338	25	21,27	3,07					68,2	Mendung	169,7		
32	14:00	12,5	12,5	25	8,6	0,34	25,15	329,5	6,96	201,6	12,064	25,06	22,7	0,91	24,99	79,6	6,7	183,2	28,34	24,91	21,31	3,3					55,7	Mendung	162,2		
33	14:10	12,5	12,5	25	27,3	1,06	25,79	333,5	6,96	201,6	12,224	25,06	22,9	0,92	24,97	81,6	6,7	183,2	28,469	24,9	21,27	3,45					271,4	Mendung	154,2		
34	14:20	12,4	12,4	24,8	26,2	1,05	25,03	337,4	6,69	201,6	12,379	24,99	22,1	0,89	24,8	84,2	6,7	183,2	28,576	24,81	21,31	3,77					322,5	Berawan	146,3		
35	14:30	12,4	12,4	24,8	12,6	0,51	24,83	340,4	6,69	201,6	12,499	24,82	8,3	0,34	24,68	86,1	6,7	183,2	28,649	24,66	21,15	3,17					291,1	Mendung	161,9		
36	14:40	12,4	12,4	24,7	27,4	1,1	24,93	345,4	6,69	201,6	12,701	21,7	0,88	0,88	24,72	89,9	6,7	183,2	28,804	24,66	21,23	3					230,2	Mendung	161,2		
37	14:50	12,3	12,3	24,7	23,1	0,93	24,94	350,5	6,69	201,6	12,906	24,81	14,7	0,54	24,66	93,3	6,7	183,2	28,941	24,62	21,16	3,88					240,2	Mendung	164		
38	15:00	12,5	12,5	25	12,6	0,5	24,84	353	6,69	201,6	13,009	24,74	7,3	0,3	24,61	94,8	6,7	183,2	29,004	24,58	21,21	2,9					149,7	Mendung	163,8		

Lampiran A3. (Tabel Hasil Uji Coba)

Tanggal: 27 Juli 2022

Lokasi: Lab. Pemipaan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang

Keterangan: Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc dan Pengoperasian Aerator Kincir Menggunakan Suplai PLN (Putaran Konstan 90%).

Tabel 3. Data Uji Coba Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc dan Pengoperasian Aerator Kincir Menggunakan PLTS

No.	Waktu Pengujian (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multimeter)			Data Output Panel Surya Seri (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter								Data Output SCC (Charger) (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter								Data Volt/Amp PLTB - Volt/ Amp Digital		Data Kecepatan Angin (m/s)	Data Volt/Amp Motor DC - Wattmeter		Data Volt/Amp PLN - Volt/ Amp Digital		Alat Ukur Pyranometer		Putaran (rpm)	
		Baterai 1	Baterai 2	Vdv Seri Sistem 24 Volt	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Voltage Peak	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Voltage Peak	Voltage (AC)	Current (AC)		Voltage (DC)	Current (DC)	Voltage (AC)	Current (AC)	Intensitas Radiasi Matahari	Kondisi Cuaca		
		Vdc	Vdc	Vdc	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)	(volt)	(amp)		(volt)	(amp)	(volt)	(amp)	(W/m²)			
1	09:00	13,6	13,6	27,3	103,8	3,91	27,11	0,9	4,01	111,1	0,073	27,22	101,6	3,72	27,32	205,2	6,7	183,2	33,157	26,97							1141	Cerah			
2	09:10	13,6	13,6	27,2	97,3	3,2	30,43	12,1	4,01	112,7	0,453	29,21	94,4	3,34	27,45	315,4	6,7	183,2	33,494	26,81							1142,2	Cerah			
3	09:20	13,7	13,7	27,4	99	3,25	30,47	33,4	4,21	117,2	1,184	29,16	84,8	3,1	27,37	233,5	6,7	183,2	34,109	26,65							1133,7	Cerah			
4	09:30	13,5	13,5	27,2	92,7	3,21	28,9	46,6	4,4	123,8	1,624	27,04	81,4	3,05	27,41	244,2	6,7	183,2	34,486	26,4							1022,2	Cerah			
5	09:40	13,5	13,6	27,2	90,8	3,58	31,02	58,8	4,44	127	2,035	31,03	71,9	2,63	27,35	254,4	6,7	183,2	34,842	27,29							1168,3	Cerah			
6	09:50	13,5	13,6	27,2	86,7	2,81	30,86	73,7	4,48	127	2,538	29,71	77,7	2,84	27,37	266,4	6,7	183,2	35,292	26,46							1185,6	Cerah			
7	10:00	12,9	13	25,9									0	0	25,95	274,4	6,7	183,2	35,602	25,66					21	3,06	237	0,69	1141	Cerah	154,6
8	10:10	12,9	12,9	25,8									0	0	25,85	274,4	6,7	183,2	35,602	25,66					21,03	2,78	232	0,675	1023	Cerah	153,3
9	10:20	12,9	12,9	25,8									0	0	25,8	274,4	6,7	183,2	35,602	25,66					21,31	3,03	232	0,065	1200,1	Cerah	156,8
10	10:30	12,9	12,9	25,8									0	0	25,77	274,4	6,7	183,2	35,602	25,66					21,11	2,77	233	0,671	169,2	Cerah	163,4
11	10:40	12,9	12,8	25,9									0	0	25,77	274,4	6,7	183,2	35,602	25,66					21,11	2,77	237	0,682	1220,5	cerah	158,4
12	10:50	12,8	12,8	25,7									0	0	25,73	274,4	6,7	183,2	35,602	25,66					21,17	3,81	231	0,693	1108	Cerah	156,4
13	11:00	12,8	12,8	25,7									0	0	25,73	274,4	6,7	183,2	35,602	25,66					21,19	3,21			1206,2	Cerah	156,1
14	11:10	13,6	13,6	27,3	98,8	2,64	33,66	11,9	5,88	163,8	0,414	33,07	67,1	2,46	27,28	285	6,7	183,2	35,95	26,91							907,2	Cerah			
15	11:20	13,5	13,6	27,2	86,7	2,7	32,14	26,9	5,88	163,8	0,878	31,51	68,4	2,51	27,29	295,7	6,7	183,2	36,352	26,83							1239,1	Cerah			
16	11:30	13,6	13,6	27,2	76	2,3	33,06	43,3	5,88	163,8	1,401	31,46	54,3	2,13	27,33	307,9	6,7	183,2	36,81	26,83							1226	Cerah			
17	11:40	13,7	13,7	27,4	91,3	2,8	32,64	57,6	5,88	163,8	1,857	32,15	62,2	2,26	27,53	318,88	6,7	183,2	37,215	26,83							1116,5	Cerah			
18	11:50	13,7	13,7	27,5	85,2	2,63	32,42	71,7	5,88	163,8	2,304	32,17	70,3	2,54	27,68	392	6,7	183,2	37,594	26,83							1265,1	Cerah			
19	12:00	13,3	13,3	26,9	81,3	2,46	33,06	85,6	5,88	163,8	2,745	32,24	25,8	0,96	26,93	339,4	6,7	183,2	37,979	26,83							495,1	Cerah Berawan			
20	12:10	13,4	13,4	27,1	82,4	2,4	34,34	94,7	5,88	163,8	3,058	33,68	68,2	2,48	27,51	346,1	6,7	183,2	38,235	26,97							375,3	Cerah Berawan			
20	12:20	13,5	13,5	26,6	42,9	1,54	26,97	102	5,88	163,8	3,313	26,99	27,2	1,07	26,68	351,7	6,7	183,2	38,437	26,72							225	Cerah Berawan			
20	12:30	13,5	13,5	27,1	81,5	2,4	33,96	113	5,88	163,8	3,663	33,28	56,6	2,05	27,64	359,8	6,7	183,2	38,753	26,99							175,2	Cerah Berawan			
20	12:40	13,3	13,3	26,6	35,3	1,32	26,1	121,2	5,88	163,8	3,944	26,69	29,8	1,15	26,62	65,79	6,7	183,2	38,976	26,51							364,7	Cerah Berawan			
20	13:50	13,7	13,7	27,5	62,8	1,77	35,52	131,1	5,88	163,8	4,261	34,92	49,2	1,78	27,66	373	6,7	183,2	39,254	27,12							1075	Cerah bErawan			
20	13:00	13	13	26									0	0	25,97	374,3	6,7	183,2	39,304	25,92					21,19	3,23	233	0,676	197,2	Cerah Berawan	161,8
26	13:10	12,9	12,9	25,9									0	0	25,9	374,3	6,7	183,2	39,304	25,9					21,2	3,40	231	0,669	1708,4	Cerah Berawan	153,3
27	13:20	12,9	12,9	25,8									0	0	25,88	374,3	6,7	183,2	39,304	25,88					21,22	4,03	232	0,665	539,4	Cerah Berawan	153,1
28	13:30	12,9	12,9	25,8									0	0	25,86	374,3	6,7	183,2	39,304	25,86					21,23	3,65	232	0,668	1105,8	Cerah Berawan	157,1
29	13:40	12,9	12,9	25,8									0	0	25,84	374,3	6,7	183,2	39,304	25,83					21,28	3,28	229	0,679	987,2	Cerah Berawan	162
30	14:50	12,9	12,9	25,8									0	0	25,83	374,3	6,7	183,2	39,304	25,83					21,21	2,74	234	0,689	1206,6	Cerah	164,8
31	14:00	12,9	12,9	25,8									0	0	25,81	374,3	6,7	183,2	39,304	25,80					21,16	3,12	229	0,678	1085,2	Cerah	161,5
32	14:10	13,5	13,5	27,4	103,3	4,01	27,01	6,6	5,54	161,2	0,245	26,92	137,6	5,02	27,43	381,5	6,7	183,2	39,557	26,55					21,15	3,19			1173,8	Cerah	149,6
33	14:20	13,5	13,5	27,2	131,5	4,76	27,63	26,5	5,54	161,2	0,972	27,59	118,9	4,39	27,1	399	6,7	183,2	25,91					21,14	3,24			1107,4	Cerah	161	
34	14:30	13,1	13,1	26,3	126,3	4,67	27,06	49,6	5,54	161,2	1,797	26,75	120,5	4,53	26,62	418,3	6,7	193,2	40,941	25,64					21,18	3,8			1073,4	Cerah	161,32
35	14:40	13,1	13,1	26,3									14,7	0,55	26,77	429,6	6,7	183,2	41,374	26,8					21,32	2,64	230	0,672	918	Cerah	156,1
36	14:50	13,1	13,1	26,3									9,4	0,36	26,27	430,8	6,7	183,2	41,423	25,54					21,11	4,23	229	0,669	1192,5	Cerah	156,1
37	15:00	13,1	13,1	26,3									6,3	0,24	26,39	432	6,7	183,2	41,47	25,54					21,08	3,41	230	0,671	962,9	Cerah	166,9



LAMPIRAN B
(TABEL HASIL PENGUJIAN)

Lampiran B1 (Tabel Hasil Pengujian)

Tanggal: 28 Agustus 2022

Lokasi: Perumahan Jalan Jakarta, Maros

Keterangan: Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc

Tabel 4. Data Uji Coba Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc Menggunakan Panel Surya

Waktu Pengujian (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multimeter)			Data Output Panel Surya Seri (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter								Data Output SCC (Charger) (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter						Alat Ukur Pyranometer			
	Baterai 1	Baterai 2	Vdv Seri Sistem 24 Volt	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Voltage Peak	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Voltage Peak	Intensitas Radiasi Matahari	Kondisi Cuaca
	Vdc	Vdc	Vdc	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)		
09.00	13,1	13,2	26	27,4	1,05	26,17	67,9	1,62	44,7	2,78	26,18	21,5	0,87	25,97	9,8	1,15	30,6	0,376	25,51	1063,4	Cerah
09.10	13,2	13,1	26,2	30,5	1,16	26,31	75	1,62	44,7	2,947	26,16	25,5	0,93	26,08	13,3	1,15	30,6	0,511	25,51	1289,4	Cerah
09.20	13,2	13,2	26,4	42,344	1,58	26,8	78,4	1,63	45,1	3,174	26,24	36,9	1,4	26,39	17,9	1,46	38,2	0,692	25,51	1255,7	Cerah
09.30	13,4	13,4	26,8	34,84	1,3	26,8	87,9	2,7	53,2	3,529	27,76	59,1	2,16	27,39	25,8	2,37	65,1	1,057	27,1	904,3	Cerah
09.40	13,6	13,7	27,3	67,2	2,59	29,38	102,8	2,72	82,3	4,059	28,51	59,8	2,15	27,38	37,5	2,45	67,1	1,421	26,97	843,5	Cerah
09.50	13,6	13,7	27,3	69,6	2,45	29,28	114,7	2,74	82,3	4,273	28,54	58,7	2,11	27,21	45,9	2,49	68,2	1,986	28,4	943,4	Cerah
10.00	13,6	13,6	27,2	83,7	2,6	32,21	124,8	2,75	91,5	4,807	32,21	55,3	2,03	27,28	55,2	2,54	69,6	2,082	27,2	944	Cerah
10.10	13,6	13,6	27,2	63,4	2,01	31,56	136,8	2,88	91,5	5,215	31,58	54,5	2	27,27	63,9	2,77	76,3	2,411	26,72	545,2	Cerah Berawan
10.20	13,6	13,6	27,2	77,5	2,29	33,86	153,9	2,88	91,5	5,763	32,48	55,7	2,04	27,32	76,8	2,77	76,3	2,921	26,72	774,8	Cerah Berawan
10.30	13,8	13,8	27,6	82,1	2,26	36,33	162,9	2,88	102,1	6,03	35,62	68,8	2,48	27,76	83,1	2,77	76,3	3,151	26,72	1179,3	Cerah
10.40	13,7	13,8	27,6	88,8	2,36	35,51	173,6	2,88	102,1	6,347	34,15	46,4	1,68	27,66	90,5	2,77	76,3	3,435	26,72	1105,8	Cerah
10.50	13,7	13,6	27,3	66,3	2,24	29,6	187,2	2,88	102,8	6,75	30,96	51,3	1,98	27,34	99,9	2,77	76,3	3,801	26,72	587,2	Cerah Berawan
11.00	13,6	13,6	27,2	70,2	2,27	31,49	199,2	2,88	102,8	7,143	31,48	51,1	1,87	27,33	108,4	2,77	76,3	4,132	26,72	497,6	Cerah Berawan
11.10	13,8	13,6	27,3	80,9	2,28	35,49	212,1	3,68	118,6	7,536	36,86	54,1	1,96	27,62	117,4	3,58	97,3	4,471	27,41	510,1	Cerah Berawan
11.20	14	13,7	27,6	75,5	2,16	34,91	223,2	3,68	118,6	7,872	34,91	51	1,84	27,74	125	3,58	97,3	4,757	27,18	666,8	Cerah Berawan
11.30	13,9	13,7	27,6	75,4	2,17	34,78	235,5	3,68	118,6	8,246	32,72	53	1,91	27,75	133,4	3,58	97,3	5,072	27,18	542,9	Cerah Berawan
11.40	14	13,7	27,6	73,51	2,12	34,65	254,4	3,68	118,6	8,796	34,02	57,1	2,05	27,89	142,7	3,58	97,3	5,645	27,18	1190	Cerah
11.50	14	13,7	27,7	75,3	2,24	34,37	259,4	3,68	118,6	8,94	34,37	49,8	1,76	27,72	148,9	3,58	97,3	5,691	27,18	630,4	Cerah Berawan
12.00	14	13,6	27,7	87,8	2,05	37,56	272,6	3,68	118,6	9,331	36,12	58	2,09	27,78	157,3	3,58	97,3	6,037	27,18	1156,1	Cerah
12.10	14	13,7	27,7	65,3	1,88	34,77	283,2	3,68	118,6	9,64	34,13	40,7	1,47	27,71	164	3,58	97,3	6,319	27,18	702,9	Cerah
12.20	14	13,7	27,7	61,9	2,06	36,07	296	3,68	118,6	10,016	36,71	57,5	2,07	27,8	171,88	3,58	97,3	6,659	27,18	1046,6	Cerah
12.30	14	13,7	27,7	62,7	1,71	36,68	307,3	3,68	118,6	10,337	35,97	39	1,41	27,71	178,8	3,58	97,3	6,954	27,18	1105,9	Cerah
12.40	14,1	13	28,1	66,7	1,86	35,9	310,1	3,68	118,6	10,649	35,9	54,2	1,95	27,82	185,4	3,58	97,3	7,238	27,18	882,3	Cerah
12.50	14,1	13,9	28,1	55,5	1,49	37,31	331,9	3,68	118,6	11,046	36,88	40,1	1,45	27,68	194,2	3,58	97,3	7,607	27,18	1078	Cerah
13.00	14,1	13,9	28,1	65,3	1,69	36,56	339,1	3,68	118,6	11,254	35,65	46,5	1,68	27,72	198,9	3,58	97,3	7,795	27,18	1058	Cerah
13.10	14,1	13,9	28,1	70,2	1,88	37,36	350	3,68	118,6	11,577	36,41	45,9	1,65	27,68	206,4	3,58	97,3	8,077	27,18	979,2	Cerah
13.20	14,1	13,9	28,1	48,1	1,3	37,02	360,1	3,68	118,6	11,868	36,88	20,6	0,75	27,55	213,4	3,58	97,3	8,348	27,18	1102,2	Cerah
13.30	14	13,8	28	54	1,6	33,77	371,1	3,68	118,6	12,182	33,72	33,2	1,2	27,73	220,9	3,58	97,3	8,637	27,18	688,4	Cerah Berawan
13.40	14	13,8	28	35,8	0,97	36,94	379,4	3,68	118,6	12,432	35,93	28,7	1,04	27,69	226,7	3,58	97,3	8,853	27,18	642,1	Cerah Berawan
13.50	14	13,9	28,1	55,2	1,51	36,6	360,3	3,68	118,6	11,868	36,86	20,6	0,75	27,55	213,4	3,58	97,3	8,355	27,18	1050,2	Cerah
14.00	14	13,9	28	37,4	1	37,41	102,2	5,73	162,5	13,107	36,8	33	1,19	27,75	243,5	5,64	150,3	9,476	26,77	683,8	Cerah Berawan
14.10	14	13,7	27,9	43,5	1,2	36,32	410,9	5,73	162,5	13,359	35,53	29,5	1,07	27,65	249,7	5,64	150,3	9,707	26,77	793	Cerah
14.20	14	13,8	28	47,1	1,3	36,25	419,5	5,73	162,5	13,6112	34,05	27,1	0,98	27,68	255,5	5,64	150,3	9,926	26,77	692,2	Cerah
14.30	14	13,9	28,1	49,8	1,42	35,11	127,9	5,73	162,5	13,857	34,31	27,9	1,02	27,38	261,2	5,64	150,3	10,144	26,77	655,4	Cerah
14.40	14	13,9	28,1	44,6	1,34	33,32	436,7	5,73	162,5	14,116	32,12	33,6	1,23	27,37	267,1	5,64	150,3	10,372	26,77	655,4	Cerah Berawan
14.50	14	13,9	28,1	53,7	1,49	36,06	446,1	5,73	162,5	14,398	36,69	22,9	0,83	27,65	273,2	5,64	150,3	10,613	26,77	978,2	Cerah
15.00	14	13,9	28,1	47,4	1,24	38,3	452,1	5,73	162,5	14,569	37,6	22,7	1,1	26,77	277,1	5,64	150,3	10,772	26,77	536,7	Cerah Berawan

Lampiran B2. (Tabel Hasil Pengujian)

Tanggal: 3 September 2022

Lokasi: Pelabuhan Perikanan Untia

Keterangan: Pengisian Baterai Sistem 12 Vdc dan Pengoperasian Aerator

Tabel 5. Data Pengujian Pengisian Baterai Sistem 12 Vdc dan Pengoperasian Aerator Sistem *Hybrid* (PLTS-PTB)

Waktu Pengujian (Wita)	Data Output Panel Surya Seri (Sistem 12Vdc) - Alat Ukur Wattmeter								Data Output SCC (Charger) (Sistem 12Vdc) - Alat Ukur Wattmeter								Data Volt/Amp PLTB - Volt/Amp Digital		Data Kecepatan Angin (m/s)	Data Volt/Amp Motor DC - Wattmeter		Alat Ukur Pyranometer		Putaran	Keterangan	
	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Voltage Peak	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Voltage Peak	Voltage (AC)	Current (AC)		Voltage (DC)	Current (DC)	Intensitas Radiasi Matahari	Kondisi Cuaca			
	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)	(volt)	(amp)		(volt)	(amp)	(W/m ²)				
09:00	112,1	7,94	14,12	33,2	8,02	113,8	2,321	13,6	97,9	7,64	12,82	202,2	7,89	101,6	14,746	12,76	0	0	2,9	18,22	7,28	1150,3	Cerah	60,2	PLTB OFF	Aerator On
09:10	119,6	8,73	13,7	66,2	8,86	126,7	4,744	13,58	110,2	8,36	12,87	230,4	8,6	110,6	16,958	12,74	0	0	3,4	18,14	7,98	1186,5	Cerah	60,2	PLTB OFF	Aerator On
09:20	122,2	8,88	13,77	84,2	8,91	128,5	6,038	13,29	111,5	8,66	12,88	245,6	8,85	113,9	18,177	12,69	0	0	3,4	18,1	7,82	1182,2	Cerah	60,2	PLTB OFF	Aerator On
09:30	35	2,74	12,79	95,4	9,45	138,8	6,882	12,61	47,5	3,78	12,58	255	9,32	120,4	18,892	12,42	0	0	3,5	18,13	7,8	879,3	Cerah	60,2	PLTB OFF	Aerator On
09:40	143,5	10,3	10,3	106,9	11,89	171,4	7,761	13,91	134,3	10,06	12,93	265,2	11,8	154,1	19,69	12,42	0	0	3	18,11	8,15	1357,1	Cerah	60,2	PLTB OFF	Aerator On
09:50	127,5	9,26	13,77	125,6	11,89	171,4	9,093	13,1	134,2	10,35	12,97	281	11,8	154,1	20,924	12,42	0	0	2,1	17,97	8,79	923	Cerah	60,2	PLTB ON	Aerator On
10:00	40,6	3,17	12,81	140,1	11,89	171,4	10,186	12,65	36,8	2,95	12,5	293,2	11,8	154,1	21,903	12,42	9,6	0,1	4,6	18,27	7,12	1096,5	Cerah	60,2	PLTB ON	Aerator On
10:10	100,1	5,75	17,42	173,6	12,79	187,3	12,434	16,58	74,6	5,03	13,45	320,5	12,8	166,9	23,995	12,42	12,1	0,2	5,2	-	-	1074,4	Cerah	-	PLTB ON	Charging
10:20	93,1	3,25	17,42	191,7	12,79	187,3	13,493	16,6	67,2	4,99	13,47	333,7	12,8	166,9	24,981	12,42	13,6	0,2	6,9	-	-	1193	Cerah	-	PLTB ON	Charging
10:30	59,5	4,23	14,08	217,9	12,79	187,3	15,033	13,84	57,3	4,14	13,86	218,1	12,8	166,9	26,457	12,42	14,1	0,6	7,3	-	-	484,6	Berawan	-	PLTB ON	Charging
10:40	95,4	5,33	17,91	232,9	12,79	187,3	15,979	16,86	88,5	6,5	13,63	365,6	12,8	166,9	27,352	12,42	14,4	0,6	7,3	-	-	381,1	Mendung	-	PLTB ON	Charging
10:50	49,6	4	12,4	256	12,79	187,3	16,977	16,76	84,5	6,2	13,62	378,7	12,8	166,9	28,567	12,42	13,9	0,1	6,5	-	-	1764	Cerah	-	PLTB ON	Charging
11:00	84,6	4,94	17,21	276,1	12,79	187,3	18,707	16,52	71,5	5,26	13,61	399,9	12,8	166,9	29,94	12,42	0	0	3	-	-	1183,4	Cerah	-	PLTB OFF	Charging
11:10	59,7	4,28	13,95	289	12,79	187,3	19,575	13,94	56,4	4,26	13,56	410,2	12,8	166,9	30,657	12,42	0	0	2,8	-	-	327,6	Mendung	-	PLTB OFF	Charging
11:20	60,8	4,25	14,31	298,9	12,79	187,3	20,281	13,83	57	4,2	13,59	418,7	12,8	166,9	31,29	12,42	14,2	0,9	7,8	-	-	304,2	Mendung	-	PLTB ON	Charging
11:30	60,4	4,31	14,03	394	12,79	187,3	21,004	14,01	61,1	4,48	13,64	428,4	12,8	166,9	32,007	12,42	14,2	0,6	7,2	-	-	371,3	Mendung	-	PLTB ON	Charging
11:40	125	6,82	18,33	328,3	12,79	187,3	22,195	17,28	104,2	5,79	18,01	328,3	12,8	166,9	33,167	12,42	14,2	0,5	7,6	-	-	467,4	Berawan	-	PLTB OFF	Charging/Laptop
11:50	61,335	4,23	14,5	323,1	12,79	187,3	22,654	13,84	57,4	4,3	13,45	342,5	12,8	166,9	33,334	12,42	0	0	3	-	-	435,7	Berawan	-	PLTB ON	Charging
12:00	44	3,27	12,65	342,5	12,79	187,3	23,016	17,16	67,3	4,83	13,94	454,1	12,8	166,9	34,652	12,42	10	0,9	8	7,82	18,16	423	Berawan	60	PLTB ON	Aerator On
12:10	43	3,34	12,87	362,8	12,79	187,3	24,377	12,72	52,6	4,19	12,72	471,3	12,8	166,9	35,221	12,56	10,3	2,2	8,8	8,33	18,04	180	Mendung	60	PLTB ON	Aerator On
12:20	50,3	3,85	12,76	371,9	12,79	187,3	25,07	12,72	80	6,28	12,73	483,1	12,8	166,9	36,175	12,56	10,4	2,5	9,5	7,82	18,14	187	Mendung	60	PLTB ON	Aerator On
12:30	32,2	2,59	12,85	377,2	12,79	187,3	25,471	12,72	53	4,22	12,59	490,7	12,8	166,9	36,757	12,8	10,2	1,2	8,4	8,12	18,06	234	Mendung	60	PLTB ON	Aerator On
12:40	42,7	3,3	12,96	383,2	12,79	187,3	25,944	12,67	53,6	4,27	12,57	497,8	12,8	166,9	37,563	12,44	10,2	1,3	8,2	8,98	18,94	345	Mendung	60	PLTB ON	Aerator On
13:50	50	3,78	12,31	393,1	12,79	187,3	26,711	12,67	41,6	3,34	12,48	507,5	12,8	166,9	38,111	12,44	10	1,1	8	8,34	18,06	356	Mendung	60	PLTB ON	Aerator On
13:00	23	1,79	12,85	399,4	12,79	187,3	27,201	12,56	22,2	1,8	12,38	513,2	12,8	166,9	38,559	12,37	10,3	2,2	8,8	8,1	18,19	367	Mendung	60	PLTB ON	Aerator On
13:10	29,6	2,17	13,65	402,8	12,79	187,3	27,471	12,42	50,4	3,82	13,22	522,1	12,8	166,9	39,354	12,31	10,2	1,7	8,9	-	-	117,9	Mendung	-	PLTB ON	Charging
13:20	32	2,25	13,95	405,6	12,79	187,3	27,489	12,45	78,3	5,82	13,22	523,6	12,8	166,9	39,757	12,31	10,2	1,2	7,6	-	-	167	Mendung	-	PLTB ON	Charging
13:30	52,5	3,81	13,8	411,1	12,79	187,3	28,072	13,22	73,6	5,52	13,25	534,6	12,8	166,9	40,192	12,31	10,7	2,1	9,7	-	-	165,4	Mendung	-	PLTB ON	Charging
13:40	36,72	2,72	13,5	414,7	12,79	187,3	28,339	13,22	62,5	4,71	13,27	539,4	12,8	166,9	40,558	12,31	10,6	3	10,1	-	-	132,3	Mendung	-	PLTB ON	Charging
14:50	44,53	3,25	13,7	428,6	12,79	187,3	28,629	13,22	66,3	4,98	13,22	544,6	12,8	166,9	40,945	12,31	11,5	2,2	9,9	-	-	131,2	Mendung	-	PLTB ON	Charging
14:00	31,9	2,36	13,39	425,9	12,79	187,3	29,154	13,22	45,6	3,66	13,22	554,9	12,8	166,9	41,736	12,31	10,3	3,5	9,8	-	-	134,8	Mendung	-	PLTB ON	Charging
14:10	29,5	2,16	13,29	430,1	12,79	187,3	29,461	13,22	41,9	3,19	13,21	562,5	12,8	166,9	42,313	12,31	11	2,21	10,4	-	-	118,1	Mendung	-	PLTB ON	Charging
14:20	28,29	2,13	13,28	433,3	12,79	187,3	29,689	13,22	36,4	2,6	13,16	569,6	12,8	166,9	42,686	12,31	12,7	4,8	10,5	-	-	124,1	Mendung	-	PLTB ON	Charging
14:30	21,5	1,62	13,32	440,3	12,79	187,3	30,233	12,91	24,8	1,93	12,9	575,4	12,8	166,9	43,289	12,31	10,7	3,5	10,2	-	-	136,8	Mendung	-	PLTB ON	Charging
14:40	16,4	1,22	13,21	443,9	12,79	187,3	30,504	12,91	16	1,3	12,93	597,1	12,8	166,9	43,577	12,31	10,6	3	10,1	-	-	129,6	Mendung	-	PLTB ON	Charging
14:50	13,6	1,05	13,02	445,7	12,79	187,3	30,645	12,91	14,4	1,12	12,91	581	12,8	166,9	43,723	12,31	11,6	3,3	10,4	-	-	1228	Mendung	-	PLTB ON	Charging
15:00	13,2	1,02	12,96	447,9	12,79	187,3	30,819	12,91	10,6	0,83	12,83	582,7	12,8	166,9	43,862	12,31	11,7	4,8	10,5	-	-	127	Mendung	-	PLTB ON	Charging

Lampiran B3. (Tabel Hasil Pengujian)

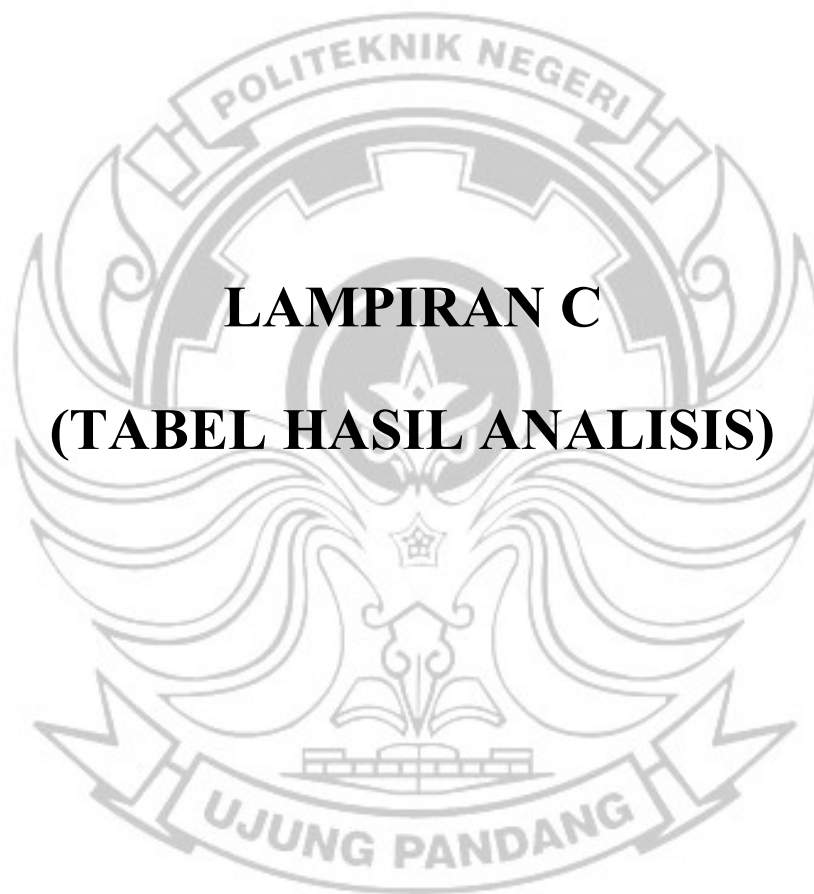
Tanggal: 4 September 2022

Lokasi: Pelabuhan Perikanan Untia

Keterangan: Pengisian Baterai Sistem 12 Vdc

Tabel 6. Data Pengujian Pengisian Baterai Sistem 12 Vdc Menggunakan Turbin Angin

Waktu Pengujian (Wita)	Data Output SCC (Charger) (Sistem 12Vdc) - Alat Ukur Wattmeter								Data Volt/Amp PLTB Volt/Amp Digital		Data Kecepatan Angin (m/s)
	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Voltage Peak	Voltage (AC)	Current (AC)	
	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)	(volt)	(amp)	
11.00	5,1	0,4	12,91	598,1	12,8	166,9	39,567	12,31	10,4	1,4	5,3
11:10	2,1	0,17	12,8	598,7	12,8	166,9	44,959	12,31	10	1,2	5,1
11:20	3	0,24	12,76	598,9	12,8	166,9	44,977	12,31	10,2	0,5	5,2
11:30	1,1	0,11	12,77	599,9	12,8	166,9	45,075	12,31	10,2	0,8	5,4
11:40	4,7	0,37	12,81	600,7	12,8	166,9	45,117	12,31	10,2	0,5	5,8
11:50	4,7	0,37	12,74	601,6	12,8	166,9	45,192	12,31	10,1	0,6	3,8
12:00	12,85	0,88	11,3	602,5	12,8	166,9	45,261	12,31	10,1	0,5	4
12:00	11,6	0,9	12,97	603,5	12,8	166,9	45,337	12,31	10,3	0,3	4,4
12:10	12,4	0,96	13,02	604,8	12,8	166,9	45,448	12,31	10,4	0,7	5,1
12:20	12,1	0,93	13,02	606	12,8	166,9	45,536	12,31	10,4	0,7	5
12:30	9,5	0,73	13,03	607	12,8	166,9	45,611	12,31	10,3	0,7	4,8
12:40	21,3	1,6	13,11	607,9	12,8	166,9	45,557	12,31	10,5	1,4	5,1
12:50	15,8	1,22	13,03	608,8	12,8	166,9	45,757	12,31	10,3	0,5	4,6
13:00	14,4	1,09	13,04	609,7	12,8	166,9	45,826	12,31	10,4	1,2	5,3
13:10	9,3	0,72	13	611,1	12,8	166,9	45,933	12,31	10,3	0,4	4,2
13:20	10,8	0,83	13,03	612,5	12,8	166,9	46,042	12,31	10,4	1	4,9
13:30	24	1,83	13,14	615,6	12,8	166,9	46,281	12,31	10,5	1,2	5,1
13:40	23	1,74	13,18	619,8	12,8	166,9	46,613	12,31	10,5	1,4	5,1
13:50	20,7	1,57	13,19	624,6	12,8	166,9	46,966	12,31	10,6	1,5	5,5
14:00	29,6	2,21	13,25	628,8	12,8	166,9	47,281	12,31	10,6	1,7	5,5
14:10	11,9	0,91	13,14	632,4	12,8	166,9	47,632	12,31	10,4	0,7	4,2
14:20	6,5	0,5	13	636,1	12,8	166,9	47,855	12,31	10,3	0,8	4,9
14:30	8,4	0,65	13,03	637,6	12,8	166,9	47,968	12,31	10,4	0,8	4,8
14:40	11,3	0,87	13,05	639,4	12,8	166,9	48,112	12,31	10,2	0,4	4,7
14:50	13,8	1,06	13,07	640,3	12,8	166,9	48,187	12,31	10,4	0,9	4,9
15:00	6,8	0,53	12,95	640,7	12,8	166,9	48,223	12,31	9,5	0,043	3,4
15:10	2,1	0,17	12,88	641,1	12,8	166,9	48,257	12,31	10,2	0,4	4,2
15:20	9,4	1,93	12,93	641,3	12,8	166,9	48,278	12,31	10,2	0,5	4,2
15:30	6,9	0,14	12,91	641,6	12,8	166,9	48,279	12,31	10,2	0,4	4,4
15:40	9,7	0,75	12,97	642	12,8	166,9	48,309	12,31	10,3	0,7	4
15:50	8,3	0,65	12,86	642,2	12,8	166,9	48,344	12,31	10,1	0,1	3,3
16:00	6,9	0,54	12,85	642,3	12,8	166,9	48,337	12,31	10,1	0,1	3,5



LAMPIRAN C
(TABEL HASIL ANALISIS)

Lampiran C1. (Tabel Hasil Analisis)

Tanggal: 28 Agustus 2022

Lokasi: Perumahan Jalan Jakarta, Maros

Keterangan: Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc

Tabel 7. Data Uji Coba Pengisian Baterai Sistem 24 Vdc Menggunakan Panel Surya

Waktu Pengujian (Wita)	Data Baterai (Alat Ukur Multimeter)			Data Output Panel Surya Seri (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter									Data Output SCC (Charger) (Sistem 24Vdc) - Alat Ukur Wattmeter							Alat Ukur Pyranometer		Daya Input	Daya Output	Efisiensi
	Baterai 1	Baterai 2	Vdr Seri Sistem 24 Volt	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Peak Voltage	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Peak Voltage	Intensitas Radiasi Matahari	Kondisi Cuaca			
09.00	13.1	13.2	26	27.4	1.05	26.17	67.9	1.62	44.7	2.78	26.18	21.5	0.87	25.97	9.8	1.15	30.6	0.376	25.51	1063.4	Cerah	2148.07	27.48	1.28
09.10	13.2	13.1	26.2	30.5	1.16	26.31	75	1.62	44.7	2.947	26.16	25.5	0.93	26.08	13.3	1.15	30.6	0.511	25.51	1289.4	Cerah	2604.59	30.52	1.17
09.20	13.2	13.2	26.4	42.344	1.58	26.8	78.4	1.63	45.1	3.174	26.24	36.9	1.4	26.39	17.9	1.46	38.2	0.692	25.51	1255.7	Cerah	2536.51	42.34	1.67
09.30	13.4	13.4	26.8	34.84	1.3	26.8	87.9	2.7	53.2	3.529	27.76	59.1	2.16	27.39	25.8	2.37	65.1	1.057	27.1	904.3	Cerah	1826.69	34.84	1.91
09.40	13.6	13.7	27.3	67.2	2.59	29.38	102.8	2.72	82.3	4.059	28.51	59.8	2.15	27.38	37.5	2.45	67.1	1.421	26.97	843.5	Cerah	1703.87	76.09	4.47
09.50	13.6	13.7	27.3	69.6	2.45	29.28	114.7	2.74	82.3	4.273	28.54	58.7	2.11	27.21	45.9	2.49	68.2	1.986	28.4	943.4	Cerah	1905.67	71.74	3.76
10.00	13.6	13.6	27.2	83.7	2.6	32.21	124.8	2.75	91.5	4.807	32.21	55.3	2.03	27.28	55.2	2.54	69.6	2.082	27.2	944	Cerah	1906.88	83.75	4.39
10.10	13.6	13.6	27.2	63.4	2.01	31.56	136.8	2.88	91.5	5.215	31.58	54.5	2	27.27	63.9	2.77	76.3	2.411	26.72	545.2	Cerah Berawan	1101.30	63.44	5.76
10.20	13.6	13.6	27.2	77.5	2.29	33.86	153.9	2.88	91.5	5.763	32.48	55.7	2.04	27.32	76.8	2.77	76.3	2.921	26.72	774.8	Cerah Berawan	1565.10	77.54	4.95
10.30	13.8	13.8	27.6	82.1	2.26	36.33	162.9	2.88	102.1	6.03	35.62	68.8	2.48	27.76	83.1	2.77	76.3	3.151	26.72	1179.3	Cerah	2382.19	82.11	3.45
10.40	13.7	13.8	27.6	88.8	2.36	35.51	173.6	2.88	102.1	6.347	34.15	46.4	1.68	27.66	90.5	2.77	76.3	3.435	26.72	1105.8	Cerah	2233.72	83.80	3.75
10.50	13.7	13.6	27.3	66.3	2.24	29.6	187.2	2.88	102.8	6.75	30.96	51.3	1.98	27.34	99.9	2.77	76.3	3.801	26.72	587.2	Cerah Berawan	1186.14	66.30	5.59
11.00	13.6	13.6	27.2	70.2	2.27	31.49	199.2	2.88	102.8	7.143	31.48	51.1	1.87	27.33	108.4	2.77	76.3	4.132	26.72	497.6	Cerah Berawan	1005.15	71.48	7.11
11.10	13.8	13.6	27.3	80.9	2.28	35.49	212.1	3.68	118.6	7.536	36.86	54.1	1.96	27.62	117.4	3.58	97.3	4.471	27.41	510.1	Cerah Berawan	1030.40	80.92	7.85
11.20	14	13.7	27.6	75.5	2.16	34.91	223.2	3.68	118.6	7.872	34.91	51	1.84	27.74	125	3.58	97.3	4.757	27.18	666.8	Cerah Berawan	1346.94	75.41	5.60
11.30	13.9	13.7	27.6	75.4	2.17	34.78	235.5	3.68	118.6	8.246	32.72	53	1.91	27.75	133.4	3.58	97.3	5.072	27.18	542.9	Cerah Berawan	1096.66	75.47	6.88
11.40	14	13.7	27.6	73.51	2.12	34.65	254.4	3.68	118.6	8.796	34.02	57.1	2.05	27.89	142.7	3.58	97.3	5.645	27.18	1190	Cerah	2403.80	73.46	3.06
11.50	14	13.7	27.7	75.3	2.24	34.37	259.4	3.68	118.6	8.94	34.37	49.8	1.76	27.72	148.9	3.58	97.3	5.691	27.18	630.4	Cerah Berawan	1273.41	76.99	6.05
12.00	14	13.6	27.7	87.8	2.05	37.56	272.6	3.68	118.6	9.331	36.12	58	2.09	27.78	157.3	3.58	97.3	6.037	27.18	1156.1	Cerah	2335.32	77.00	3.30
12.10	14	13.7	27.7	65.3	1.88	34.77	283.2	3.68	118.6	9.64	34.13	40.7	1.47	27.71	164	3.58	97.3	6.319	27.18	702.9	Cerah	1419.86	65.37	4.60
12.20	14	13.7	27.7	61.9	2.06	36.07	296	3.68	118.6	10.016	36.71	57.5	2.07	27.8	171.88	3.58	97.3	6.659	27.18	1046.6	Cerah	2114.13	74.30	3.51
12.30	14	13.7	27.7	62.7	1.71	36.68	307.3	3.68	118.6	10.337	35.97	39	1.41	27.71	178.8	3.58	97.3	6.954	27.18	1105.9	Cerah	2233.92	62.72	2.81
12.40	14.1	13	28.1	66.7	1.86	35.9	310.1	3.68	118.6	10.649	35.9	54.2	1.95	27.82	185.4	3.58	97.3	7.238	27.18	882.3	Cerah	1782.25	66.77	3.75
12.50	14.1	13.9	28.1	55.5	1.49	37.31	331.9	3.68	118.6	11.046	36.68	40.1	1.45	27.68	194.2	3.58	97.3	7.607	27.18	1078	Cerah	2177.56	55.59	2.55
13.00	14.1	13.9	28.1	65.3	1.69	36.56	339.1	3.68	118.6	11.254	35.65	46.5	1.68	27.72	198.9	3.58	97.3	7.795	27.18	1058	Cerah	2137.16	61.79	2.89
13.10	14.1	13.9	28.1	70.2	1.88	37.36	350	3.68	118.6	11.577	36.41	45.9	1.65	27.68	206.4	3.58	97.3	8.077	27.18	979.2	Cerah	1977.98	70.24	3.55
13.20	14.1	13.9	28.1	48.1	1.3	37.02	360.1	3.68	118.6	11.868	36.88	20.6	0.75	27.55	213.4	3.58	97.3	8.348	27.18	1102.2	Cerah	2226.44	48.13	2.16
13.30	14	13.8	28	54	1.6	33.77	371.1	3.68	118.6	12.182	33.72	33.2	1.2	27.73	220.9	3.58	97.3	8.637	27.18	688.4	Cerah Berawan	1390.57	54.03	3.89
13.40	14	13.8	28	35.8	0.97	36.94	379.4	3.68	118.6	12.432	35.93	28.7	1.04	27.69	226.7	3.58	97.3	8.853	27.18	642.1	Cerah Berawan	1297.04	35.83	2.76
13.50	14	13.9	28.1	55.2	1.51	36.6	360.3	3.68	118.6	11.868	36.86	20.6	0.75	27.55	213.4	3.58	97.3	8.355	27.18	1050.2	Cerah	2121.40	55.27	2.61
14.00	14	13.9	28	37.4	1	37.41	102.2	5.73	162.5	13.107	36.8	33	1.19	27.75	243.5	5.64	150.3	9.476	26.77	683.8	Cerah Berawan	1381.28	37.41	2.71
14.10	14	13.7	27.9	43.5	1.2	36.32	410.9	5.73	162.5	13.359	35.53	29.5	1.07	27.65	249.7	5.64	150.3	9.707	26.77	793	Cerah	1601.86	43.58	2.72
14.20	14	13.8	28	47.1	1.3	36.25	419.5	5.73	162.5	13.6112	34.05	27.1	0.98	27.68	255.5	5.64	150.3	9.926	26.77	692.2	Cerah	1398.24	47.13	3.37
14.30	14	13.9	28.1	49.8	1.42	35.11	127.9	5.73	162.5	13.857	34.31	27.9	1.02	27.38	261.2	5.64	150.3	10.144	26.77	655.4	Cerah	1323.91	49.86	3.77
14.40	14	13.9	28.1	44.6	1.34	33.32	436.7	5.73	162.5	14.116	32.12	33.6	1.23	27.37	267.1	5.64	150.3	10.372	26.77	655.4	Cerah Berawan	1323.91	44.65	3.37
14.50	14	13.9	28.1	53.7	1.49	36.06	446.1	5.73	162.5	14.398	36.69	22.9	0.83	27.65	273.2	5.64	150.3	10.613	26.77	978.2	Cerah	1975.96	53.73	2.72
15.00	14	13.9	28.1	47.4	1.24	38.3	452.1	5.73	162.5	14.569	37.6	22.7	1.1	26.77	277.1	5.64	150.3	10.772	26.77	536.7	Cerah Berawan	1084.13	47.49	4.38

Lampiran C2. (Tabel Hasil Analisis)

Tanggal: 3 September 2022

Lokasi: Pelabuhan Perikanan Untia

Keterangan: Pengisian Baterai Sistem 12 Vdc dan Pengoperasian Aerator

Tabel 8. Data Pengujian Pengisian Baterai Sistem 12 Vdc dan Pengoperasian Aerator Sistem *Hybrid* (PLTS-PTB)

Waktu Pengujian (Wka)	Data Output Panel Surya Seri (Sistem 12Vdc) - Abt Ukur Wattmeter									Data Output SCC (Charger) (Sistem 12Vdc) - Abt Ukur Wattmeter									Data Volt/Amp PLTB - Volt/Amp Digital		Data Cepat an (m/s)	Data Volt/Amp Motor DC - Wattmeter		Alat Ukur Pyranometer		Putaran	Keterangan	Daya Motor P _m (w)	PLTS			PLTB			Sistem Hybrid (PLTS-PLTB)		
	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Voltage Peak	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Voltage Peak	Voltage (AC)	Current (AC)	Voltage (DC)	Current (DC)		Intensitas Radiasi Matahari	Kondisi Cuaca	Daya Anan	Daya Output				Efisiensi	Daya Angan	Daya Turbin	Daya Generator	Efisiensi	Daya Generator	Daya Hybrid/PLTS-PLTB	Efisiensi	
	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)	(volt)	(amp)	(volt)	(amp)		(W/m ²)		P _m (w)	P _{pv} (W)				P _{out} (W)	η (%)	P _t (W)	P _g (W)	P _g (W)	η (%)	P _s (DC) (W)	P _s (W)	η (%)
09:00	112.1	7.94	14.12	33.2	8.02	113.8	2.321	13.6	97.9	7.64	12.82	202.4	7.89	101.6	14.746	12.76	0	0	2.9	18.22	7.28	1150.3	Cerah	60.2	PLTB Off / PLTS On	Aerator On	132.64	232.61	112.11	4.82	11.73	6.92	0.00	0.00	0.00	112.11	5.68
09:10	119.6	8.73	13.7	66.2	8.86	126.7	4.744	13.58	110.2	8.36	12.87	230.4	8.6	110.6	16.958	12.74	0	0	3.4	18.14	7.98	1186.5	Cerah	60.2	PLTB Off / PLTS On	Aerator On	144.76	2396.73	119.60	4.99	18.90	11.15	0.00	0.00	0.00	119.60	5.99
09:20	122.2	8.88	13.77	84.2	8.91	128.5	6.038	13.29	111.5	8.66	12.88	245.6	8.85	113.9	18.177	12.69	0	0	3.4	18.1	7.82	1182.2	Cerah	60.2	PLTB Off / PLTS On	Aerator On	141.54	2388.04	122.28	5.12	18.90	11.15	0.00	0.00	0.00	122.28	5.88
09:30	35	2.74	12.79	95.4	9.45	138.8	6.882	12.61	47.5	3.78	12.58	255	9.32	120.4	18.892	12.42	0	0	3.5	18.13	7.8	879.3	Cerah	60.2	PLTB Off / PLTS On	Aerator On	141.41	1776.19	35.04	1.97	20.61	12.16	0.00	0.00	0.00	35.04	7.87
09:40	143.5	10.3	10.3	106.9	11.89	171.4	7.761	13.91	134.3	10.06	12.93	265.2	11.8	154.1	19.69	12.42	0	0	3	18.11	8.15	1157.1	Cerah	60.2	PLTB Off / PLTS On	Aerator On	147.60	2337.34	106.09	4.54	12.98	7.66	0.00	0.00	0.00	106.09	6.28
09:50	127.5	9.26	13.77	175.6	11.89	171.4	9.993	13.1	134.2	10.35	12.97	281	11.8	154.1	20.924	12.42	0	0	2.1	17.97	8.79	923	Cerah	60.2	PLTB / PLTS On	Aerator On	157.96	1864.46	127.51	6.84	4.45	2.69	0.00	0.00	0.00	127.51	8.45
10:00	40.6	3.17	12.81	140.1	11.89	171.4	10.186	12.65	36.8	2.95	12.5	293.2	11.8	154.1	21.903	12.42	9.6	0.1	4.6	18.27	7.12	1096.5	Cerah	60.2	PLTB / PLTS On	Aerator On	130.08	2214.93	40.61	1.83	46.80	27.61	0.90	1.92	2.84	43.45	8.75
10:10	100.1	5.75	17.42	173.6	12.79	187.3	12.494	16.58	74.6	5.03	13.45	320.5	12.8	166.9	23.995	12.42	12.1	0.2	5.2	-	-	1074.4	Cerah	-	PLTB / PLTS On	Charging	67.65	2170.29	100.17	4.62	67.61	89.89	2.26	3.35	7.17	107.33	3.02
10:20	93.1	3.25	17.42	191.7	12.79	187.3	13.493	16.6	67.2	4.99	13.47	333.7	12.8	166.9	24.981	12.42	13.6	0.2	6.9	-	-	1193	Cerah	-	PLTB / PLTS On	Charging	67.22	2409.86	93.1	2.35	157.95	93.19	2.54	1.61	8.05	84.67	2.62
10:30	59.5	4.23	14.08	217.9	12.79	187.3	15.033	13.84	57.3	4.14	13.86	218.1	12.8	166.9	26.459	12.42	14.1	0.6	7.3	-	-	984.6	Berawan	-	PLTB / PLTS On	Charging	57.38	978.89	59.56	6.08	187.04	110.36	7.91	4.23	25.05	84.61	4.92
10:40	95.4	5.33	17.91	232.9	12.79	187.3	15.979	16.86	88.5	6.5	13.63	365.6	12.8	166.9	27.352	12.42	14.4	0.6	7.3	-	-	381.1	Wendung	-	PLTB / PLTS On	Charging	88.60	769.82	95.46	12.40	187.04	110.36	8.08	4.32	25.59	121.05	9.26
10:50	49.6	4	12.4	256	12.79	187.3	16.977	16.76	84.5	6.2	13.62	378.7	12.8	166.9	28.567	12.42	13.9	0.1	6.5	-	-	1064	Cerah	-	PLTB / PLTS On	Charging	84.44	2149.28	49.60	2.31	132.04	77.91	1.30	0.98	4.12	53.72	3.70
11:00	84.6	4.94	17.21	276.1	12.79	187.3	18.707	16.52	71.5	5.26	13.61	399.9	12.8	166.9	29.94	12.42	0	0	3	-	-	1183.4	Cerah	-	PLTB / PLTS On	Charging	71.59	2390.47	84.60	3.56	12.98	7.66	0.00	0.00	0.00	84.60	2.98
11:10	59.7	4.28	13.95	289	12.79	187.3	19.575	13.94	56.4	4.26	13.56	410.2	12.8	166.9	30.657	12.42	0	0	2.8	-	-	327.6	Wendung	-	PLTB / PLTS On	Charging	57.77	664.75	59.71	9.02	10.55	6.23	0.00	0.00	0.00	59.71	8.59
11:20	60.8	4.25	14.31	298.9	12.79	187.3	20.281	13.83	57	4.2	13.59	418.7	12.8	166.9	31.29	12.42	14.2	0.9	7.8	-	-	304.2	Wendung	-	PLTB / PLTS On	Charging	57.08	614.48	60.82	9.90	228.17	134.62	11.95	5.24	37.85	98.66	6.77
11:30	60.4	4.31	14.03	394	12.79	187.3	21.004	14.01	61.1	4.48	13.64	428.4	12.8	166.9	32.007	12.42	14.2	0.6	7.2	-	-	371.3	Wendung	-	PLTB / PLTS On	Charging	61.11	750.03	60.47	8.06	179.46	105.88	7.97	4.44	25.23	85.70	6.57
11:40	125	6.82	18.33	328.3	12.79	187.3	22.195	17.28	104.2	5.79	18.01	328.3	12.8	166.9	33.167	12.42	14.2	0.5	7.6	-	-	467.4	Berawan	-	PLTB / PLTS On	Charging/Laptop	104.28	944.15	125.01	13.24	211.07	124.53	6.64	3.15	21.03	146.04	9.03
11:50	61.335	4.23	14.5	323.1	12.79	187.3	22.654	13.84	57.4	4.3	13.45	342.5	12.8	166.9	33.334	12.42	0	0	3	-	-	435.7	Berawan	-	PLTB Off / PLTS On	Charging	57.84	880.11	61.34	6.97	12.98	7.66	0.00	0.00	0.00	61.34	6.48
12:00	44	3.27	12.65	342.5	12.79	187.3	23.016	17.16	67.3	4.83	13.94	454.1	12.8	166.9	34.652	12.42	10	0.9	8	7.82	18.16	423	Berawan	60.2	PLTB / PLTS On	Aerator On	142.01	854.46	41.37	4.84	246.18	145.24	8.42	3.42	26.65	68.02	12.90
12:10	43	3.34	12.87	362.8	12.79	187.3	24.377	12.72	52.6	4.19	12.72	471.3	12.8	166.9	35.221	12.56	10.3	2.2	8.8	8.33	18.04	180	Wendung	60.2	PLTB / PLTS On	Aerator On	150.27	363.60	42.99	11.82	327.66	193.32	21.19	6.47	67.10	110.09	21.74
12:20	50.3	3.85	12.76	371.9	12.79	187.3	25.07	12.72	80	6.28	12.73	488.1	12.8	166.9	36.175	12.56	10.4	2.5	9.5	7.82	18.14	187	Wendung	60.2	PLTB / PLTS On	Aerator On	141.85	377.74	49.13	13.01	412.24	245.22	24.32	5.90	76.99	126.12	17.96
12:30	32.2	2.59	12.85	377.2	12.79	187.3	25.471	12.72	53	4.22	12.59	490.7	12.8	166.9	36.797	12.8	10.2	1.2	8.4	8.12	18.06	234	Wendung	60.2	PLTB / PLTS On	Aerator On	146.65	472.68	32.28	7.04	284.98	168.14	11.45	4.02	36.25	69.53	19.36
12:40	42.7	3.3	12.96	383.2	12.79	187.3	25.944	12.67	53.6	4.27	12.57	497.8	12.8	166.9	37.563	12.44	10.2	1.3	8.2	8.98	18.94	345	Wendung	60.2	PLTB / PLTS On	Aerator On	170.08	696.90	42.77	6.14	265.10	156.41	12.40	4.68	39.27	82.04	17.68
13:50	50	3.78	12.31	393.1	12.79	187.3	26.711	12.67	41.6	3.34	12.48	507.5	12.8	166.9	38.111	12.44	10	1.1	8	8.34	18.06	356	Wendung	60.2	PLTB / PLTS On	Aerator On	150.62	719.12	46.53	6.47	246.18	145.24	10.29	4.18	32.57	79.11	15.60
13:00	23	1.79	12.85	399.4	12.79	187.3	27.201	12.56	22.2	1.8	12.38	513.2	12.8	166.9	38.559	12.37	10.3	2.2	8.8	8.1	18.19	367	Wendung	60.2	PLTB / PLTS On	Aerator On	147.34	741.34	23.00	3.10	327.66	193.32	21.19	6.47	67.10	90.11	13.78
13:10	29.6	2.17	13.65	402.8	12.79	187.3	27.471	12.42	50.4	3.82	13.22	521.1	12.8	166.9	39.354	12.31	10.2	1.7	8.9	-	-	117.9	Wendung	-	PLTB / PLTS On	Charging	50.50	238.16	29.62	12.44	338.96	199.99	16.22	4.78	51.35	80.97	8.75
13:20	32	2.25	13.95	405.6	12.79	187.3	27.489	12.45	78.3	5.82	13.22	523.6	12.8	166.9	39.757	12.31	10.2	1.2	7.6	-	-	167	Wendung	-	PLTB / PLTS On	Charging	76.94	337.34	31.39	9.30	211.07	124.53	11.45	5.42	36.25	67.63	14.03
13:30	52.9	3.81	13.8	411.1	12.79	187.3	28.072	13.22	73.6	5.52	13.25	534.6	12.8	166.9	40.192	12.31	10.7	2.1	9.7	-	-	165.4	Wendung	-	PLTB / PLTS On	Charging	79.14	394.11	52.98	15.74	438.82	258.91	21.02	4.79	66.54	119.12	9.46
13:40	36.72	2.72	13.5	414.7	12.79	187.3	28.339	13.22	62.5	4.71	13.27	539.4	12.8	166.9	40.558	12.31	10.6	3	10.1	-	-	132.3	Wendung	-	PLTB / PLTS On	Charging	62.50	267.25	36.72	13.74	495.38	292.28	29.74	6.00	94.17	130.89	8.20
14:00	44.53	3.25	13.7	428.6	12.79	187.3	28.629	13.22	66.3	4.98	13.22	544.6	12.8	166.9	40.945	12.31	11.5	2.2	9.9	-	-	131.2	Wendung	-	PLTB / PLTS On	Charging	65.84	265.02	44.53	16.80	466.53	275.25	23.66	5.07	74.92	119.45	9.00
14:10	31.9	2.36	13.39	425.9	12.79	187.3	29.154	13.22	45.6	3.66	13.22	554.9	12.8	166.9	41.736	12.31	10.3	3.5	9.8	-	-	134.8	Wendung	-	PLTB / PLTS On	Charging	48.39	272.30	31.60	11.61	452.54	267.00	33.72	7.45	106.76	138.36	6.68
14:20	29.5	2.16	13.29	430.1	12.79	187.3	29.461	13.22	41.9	3.19	13.21	562.5	12.8	166.9	42																						

Lampiran C3. (Tabel Hasil Pengujian)

Tanggal: 4 September 2022

Lokasi: Pelabuhan Perikanan Untia

Keterangan: Pengisian Baterai Sistem 12 Vdc

Tabel 9. Data Pengujian Pengisian Baterai Sistem 12 Vdc Menggunakan Turbin Angin

Waktu Pengujian (Wita)	Data Output SHC (Charger) (Sistem 12Vdc) - Alat Ukur Wattmeter								Data Volt/ Amp PLTB - Volt/ Amp Digital		Data Kecepatan Angin (m/s)	PLTB		
	Power	Current	Voltage	Power Flow Rate	Peak Current	Peak Power	Peak Current	Voltage Peak	Voltage (AC)	Current (AC)		Daya Angin	Daya Turbin	Efisiensi
	(watt)	(amp)	(volt)	(Wh)	(amp/Ap)	(watt/Wp)	(Ah)	(Vmax)	(volt)	(amp)		P_a (W)	P_t (W)	η (%)
11:00	5,1	0,4	12,91	598,1	12,8	166,9	39,567	12,31	10,4	1,4	7,25	183,17	107,38	1,11
11:10	2,1	0,17	12,8	598,7	12,8	166,9	44,959	12,31	10	1,2	6,98	207,92	95,68	0,17
11:20	3	0,24	12,76	598,9	12,8	166,9	44,977	12,31	10,2	0,5	7,11	220,39	101,42	0,33
11:30	1,1	0,11	12,77	599,9	12,8	166,9	45,075	12,31	10,2	0,8	7,39	246,81	113,58	0,05
11:40	4,7	0,37	12,81	600,7	12,8	166,9	45,117	12,31	10,2	0,5	7,93	305,82	140,73	0,57
11:50	4,7	0,37	12,74	601,6	12,8	166,9	45,192	12,31	10,1	0,6	5,20	86,01	39,58	2,02
12:00	12,85	0,88	11,3	602,5	12,8	166,9	45,261	12,31	10,1	0,5	5,47	100,31	46,16	11,27
12:00	11,6	0,9	12,97	603,5	12,8	166,9	45,337	12,31	10,3	0,3	6,02	133,52	61,44	7,82
12:10	12,4	0,96	13,02	604,8	12,8	166,9	45,448	12,31	10,4	0,7	6,98	207,92	95,68	5,73
12:20	12,1	0,93	13,02	606	12,8	166,9	45,536	12,31	10,4	0,7	6,84	195,93	90,16	5,74
12:30	9,5	0,73	13,03	607	12,8	166,9	45,611	12,31	10,3	0,7	6,57	173,34	79,77	4,00
12:40	21,3	1,6	13,11	607,9	12,8	166,9	45,557	12,31	10,5	1,4	6,98	207,92	95,68	16,39
12:50	15,8	1,22	13,03	608,8	12,8	166,9	45,757	12,31	10,3	0,5	6,29	152,57	70,21	12,63
13:00	14,4	1,09	13,04	609,7	12,8	166,9	45,826	12,31	10,4	1,2	7,25	233,35	107,38	6,73
13:10	9,3	0,72	13	611,1	12,8	166,9	45,933	12,31	10,3	0,4	5,74	116,13	53,44	5,77
13:20	10,8	0,83	13,03	612,5	12,8	166,9	46,042	12,31	10,4	1	6,70	184,40	84,86	4,86
13:30	24	1,83	13,14	615,6	12,8	166,9	46,281	12,31	10,5	1,2	6,98	207,92	95,68	21,12
13:40	23	1,74	13,18	619,8	12,8	166,9	46,613	12,31	10,5	1,4	6,98	207,92	95,68	19,25
13:50	20,7	1,57	13,19	624,6	12,8	166,9	46,966	12,31	10,6	1,5	7,52	260,78	120,00	12,46
14:00	29,6	2,21	13,25	628,8	12,8	166,9	47,281	12,31	10,6	1,7	7,52	260,78	120,00	25,08
14:10	11,9	0,91	13,14	632,4	12,8	166,9	47,632	12,31	10,4	0,7	5,74	116,13	53,44	9,33
14:20	6,5	0,5	13	636,1	12,8	166,9	47,855	12,31	10,3	0,8	6,70	184,40	84,86	1,76
14:30	8,4	0,65	13,03	637,6	12,8	166,9	47,968	12,31	10,4	0,8	6,57	173,34	79,77	3,15
14:40	11,3	0,87	13,05	639,4	12,8	166,9	48,112	12,31	10,2	0,4	6,43	162,73	74,89	6,04
14:50	13,8	1,06	13,07	640,3	12,8	166,9	48,187	12,31	10,4	0,9	6,70	184,40	84,86	7,93
15:00	6,8	0,53	12,95	640,7	12,8	166,9	48,223	12,31	9,5	0,043	4,65	61,61	28,35	5,85
15:10	2,1	0,17	12,88	641,1	12,8	166,9	48,257	12,31	10,2	0,4	5,74	116,13	53,44	0,31
15:20	9,4	1,93	12,93	641,3	12,8	166,9	48,278	12,31	10,2	0,5	5,74	116,13	53,44	15,62
15:30	6,9	0,14	12,91	641,6	12,8	166,9	48,279	12,31	10,2	0,4	6,02	133,52	61,44	0,72
15:40	9,7	0,75	12,97	642	12,8	166,9	48,309	12,31	10,3	0,7	5,47	100,31	46,16	7,25
15:50	8,3	0,65	12,86	642,2	12,8	166,9	48,344	12,31	10,1	0,1	4,51	56,33	25,92	9,58
16:00	6,9	0,54	12,85	642,3	12,8	166,9	48,337	12,31	10,1	0,1	4,79	67,20	30,92	5,54



LAMPIRAN E
(DETAIL RANGKA KINCIR AIR)

Lampiran D1. (Dokumentasi Kegiatan Pembuatan Alat)



Lampiran D2. (Dokumentasi Pengujian Alat)



(Lokasi: Lab. Pemipaian Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang)

Lampiran D3. (Dokumentasi Kegiatan Proses Pengambilan dan Pengimputan Data)

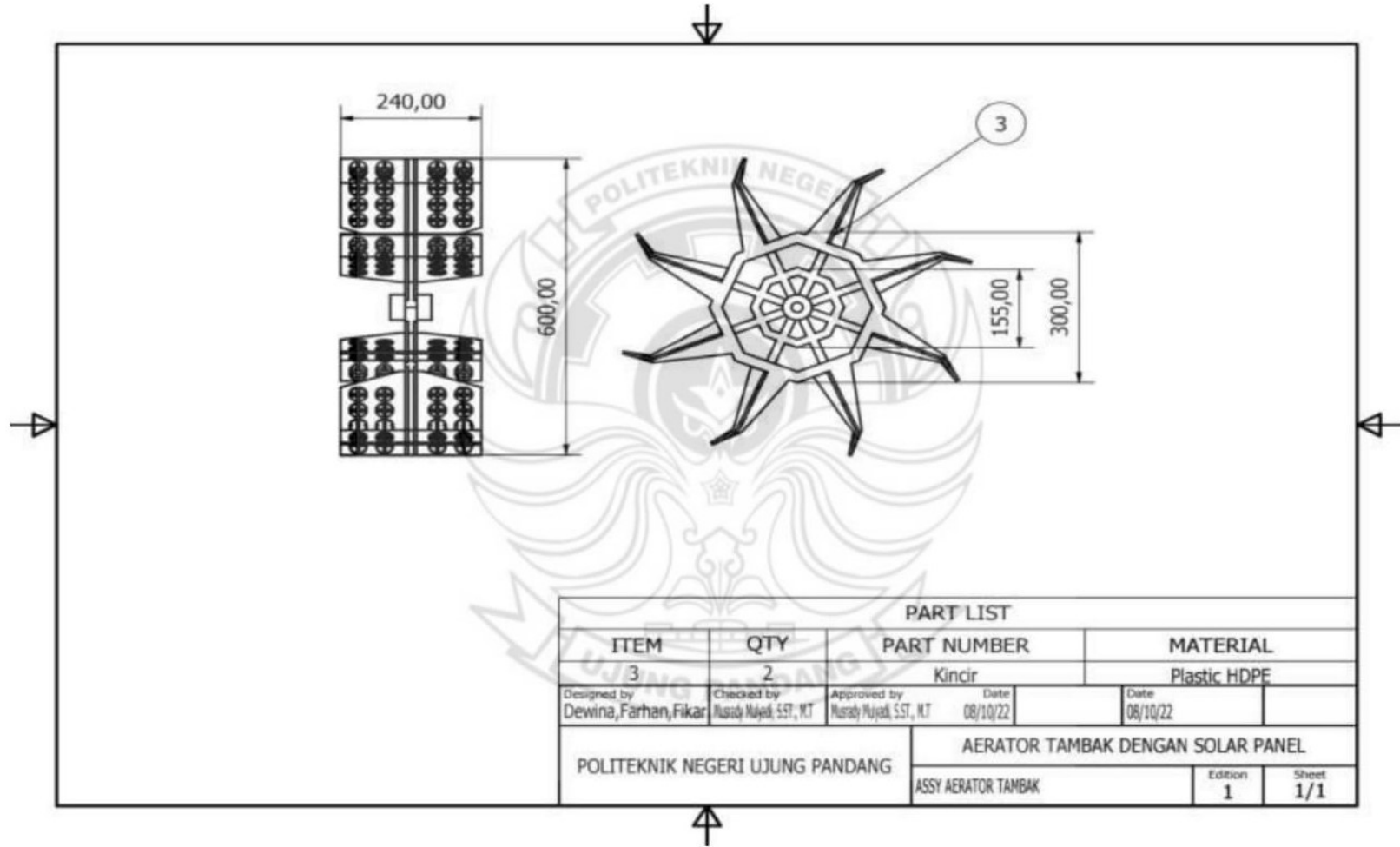


Lampiran D4. (Dokumentasi Kegiatan Bersama Dosen Pembimbing)





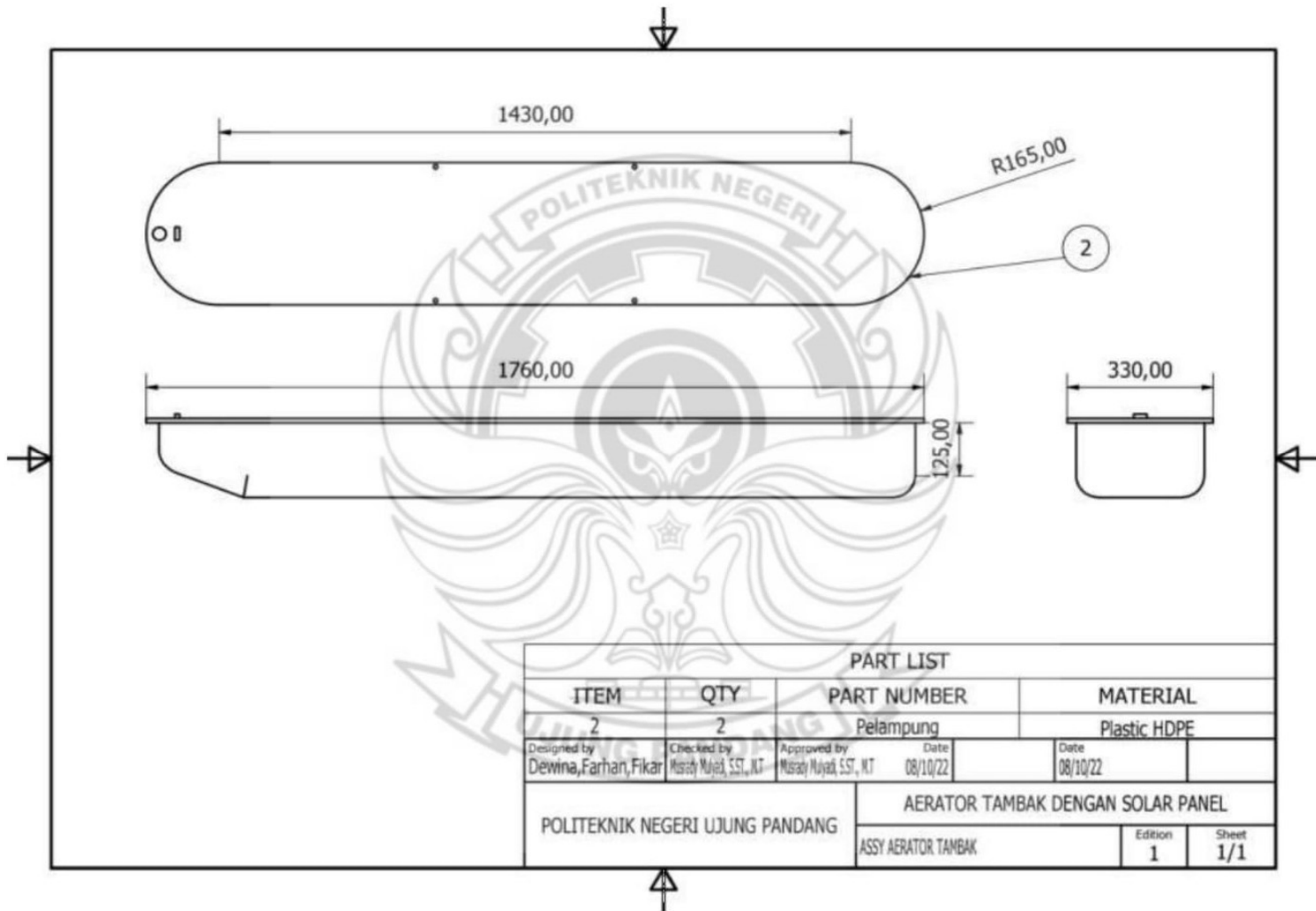
LAMPIRAN E
(DETAIL RANGKA KINCIR AIR)



PART LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	MATERIAL
3	2	Kincir	Plastic HDPE
Designed by Dewina, Farhan, Fikar	Checked by Musabdy Mujedy, S.ST, MT	Approved by Musabdy Mujedy, S.ST, MT	Date 08/10/22
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG		AERATOR TAMBAK DENGAN SOLAR PANEL	
		ASSY AERATOR TAMBAK	Edition 1 Sheet 1/1



LAMPIRAN F
(DETAIL RANGKA PELAMPUNG)

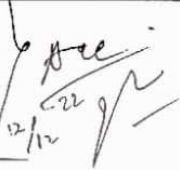
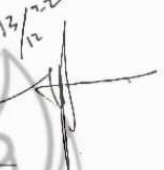



PART LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	MATERIAL
2	2	Pelampung	Plastic HDPE
Designed by Dewina, Farhan, Fikar	Checked by Hardy Mujid, SST, NT	Approved by Musray Mujid, SST, NT	Date 08/10/22
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG		AERATOR TAMBAK DENGAN SOLAR PANEL	
ASSY AERATOR TAMBAK		Edition 1	Sheet 1/1

LEMBAR REVISI JUDUL TUGAS AKHIR

Nama : Dewina Firyal Ufairah/ Muh. Farhan/ Muhammad Zulfikar Hidayat
 NIM : 34219050/ 34219058/ 34219062

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Prof. Suryanto, Ph.D	<ul style="list-style-type: none"> - Luasan untuk setiap kincir & spesifikasi Pancang Bangun. - Balance energi vs Days - Point-point Rangkaian 	 12/12
2.	Abdul Rahman	<ul style="list-style-type: none"> - Gambar Teknik + Detail Bahan - Pengukuran Radar M4 - Grafik Intensitas - asus - seri 	 13/12
3.	Yiyin Klistafani	<ul style="list-style-type: none"> - rumus Esperandi - flow chart - grafik / simbol 	 14/12

Makassar, 27 September 2022
 Ketua Ujian Sidang,



Yiyin Klistafani, S.T., M.T.
 NIP 199005172015042001

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.