

AUTOMATIC TRANSFER SWITCH PENGATUR HIBRID PLTS-PLTB DAN PLN SEBAGAI SUMBER LISTRIK MOTOR BLDC KINCIR AERATOR

Musrady Mulyadi^{1,*}, Sukma Abadi², Gusri Emiyati³, Dewina Firyal⁴, Muh.Farhan⁵, Muhammad Zulfikar H²⁶
¹ Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

Aeration is the process of dissolving oxygen in water. The main function of aeration is to increase dissolved oxygen levels in water and release gases dissolved in water. Aerator is a tool used to carry out the aeration process. An electric wheel aerator usually consists of a motor, a speed reduction mechanism, a paddle wheel and a float. For a more effective utilization and application of alternative energy with consideration of utilizing alternative energy that is environmentally friendly and aimed at minimizing the use of supply from PLN. The aerator developed in this activity is a hybrid energy system aerator (PLTS-PLTB) with PLN as the back up to operate the aerator. This activity begins with the design, assembly, and testing stages. The tests carried out include testing battery charging using solar panels, testing battery charging using wind turbines, and testing battery charging and aerator operation using a PLTS-PLTB hybrid system. The mill type aerator that was successfully made for the hybrid system (PLTS-PLTB) uses a 200Wp solar panel, a small-scale wind turbine *ista breezer* 500 W and a 24 V VRLA battery to supply the load, namely a 24Vdc BLDC electric motor to drive the aerator with a rotation of 60 rpm.

Keywords: aerator, BLDC, hybrid

ABSTRAK

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. Aerator kincir listrik biasanya terdiri dari sebuah motor, mekanisme reduksi kecepatan, pedal kincir dan pelampung. 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. Aerator yang dikembangkan pada kegiatan ini adalah aerator sistem energi *hybrid* (PLTS-PLTB) dengan PLN sebagai *buck up* untuk mengoperasikan aerator. Kegiatan ini dimulai dengan tahap perancangan, perakitan, dan tahap pengujian. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian pengisian baterai menggunakan panel surya, pengujian pengisian baterai menggunakan turbin angin, dan pengujian pengisian baterai serta pengoperasian aerator menggunakan sistem *hybrid* PLTS-PLTB. 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 menyuplai beban yaitu motor listrik BLDC 24Vdc untuk menggerakkan kincir aerator dengan putaran 60 rpm.

Kata Kunci: aerator, BLDC, hybrid

1. PENDAHULUAN

Tambak dikenal dalam budi daya perairan sebagai kolam buatan yang biasanya dibangun di daerah pantai yang dimanfaatkan masyarakat pertanian tambak sebagai sarana budi daya hewan air payau. Keberhasilan budi daya melalui tambak sangat tergantung pada kualitas air yang sesuai standar harus selalu dijaga. Namun, karena tambak merupakan kolam buatan, maka air tambak ini tidak mengalir. Teknologi umum yang biasa digunakan pada pertanian tambak yaitu aerasi. Aerasi merupakan proses penambahan oksigen dalam air yang berfungsi untuk meningkatkan kadar oksigen di dalam air dan melepaskan kandungan gas yang terlarut dalam air [1]. Pada prinsipnya proses aerasi merupakan proses pencampuran air dengan udara sehingga air yang beroksigen rendah kontak dengan oksigen atau udara. Dengan terjaganya kadar oksigen dalam air maka produktivitas pertanian tambak menjadi lebih baik. Proses aerasi ini menggunakan suatu alat yang biasa disebut dengan aerator. Aerator umumnya bekerja dengan menggunakan sumber tenaga listrik dari PLN maupun bahan bakar minyak (BBM). Sedangkan penggunaan energi listrik dan BBM tergolong tidak hemat energi ditambah BBM yang kian hari semakin langka. Maka dari itu dilakukan inovasi baru yang digunakan sebagai sumber energi utama dengan menggunakan sumber energi alternatif dari energi matahari yaitu PLTS atau biasa dikenal

* Korespondensi penulis: Musrady Mulyadi, email; musrady_mulyadi@poliupg.ac.id

** Mahasiswa tingkat Sarjana (S1)

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

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

Untuk pemanfaatan dan pengaplikasian yang lebih efektif dari energi surya, dapat dilakukan dengan sistem saklar alih sumber PLN dan PLTS. Sistem ini akan memadukan sumber energi alternatif dari panel surya dan sumber energi listrik dari PLN yang nantinya sumber dari PLN akan dijadikan sebagai *back up* dalam pengoperasian aerator. Aerator yang berhasil dibuat menggunakan baterai 12 V sebanyak 2 buah yang diserikan dengan beban motor 24 V 250 W dengan pengaturan putaran dan sistem alih saklar yang diprogram menggunakan Arduino agar bekerja secara otomatis.

2. METODE PENELITIAN

Pemilihan baterai berdasarkan kebutuhan spesifikasi motor listrik yaitu Brushless DC Motor (BLDC) tipe internal *sine wave*, *voltage* 24V_{dc}, *rated current* 12A dan daya maksimum 250 W, kemampuan torsi sampai 70 Nm dan kecepatan BLDC dapat diatur menggunakan *twist rotate* maksimum 110 rpm. Penggunaan BLDC sebagai motor listrik penggerak *paddle wheel* pada aerator beroperasi selama 6 jam, dan putaran *paddle wheel* diatur dari putaran 60-100 rpm dengan kemampuan daya motor rata-rata 235 Watt. Pengaturan putaran *paddle wheel* tersebut telah disesuaikan dengan kebutuhan aerasi pada kolam tambak udang.

Pemilihan baterai berdasarkan kebutuhan spesifikasi motor listrik yaitu BLDC 24V_{dc} dan daya maksimum 250 W, merupakan motor listrik penggerak *paddle wheel* pada aerator yang beroperasi selama 6 jam. Jika aerator dioperasikan pada malam hari maka energi akan disuplai oleh baterai saja. Berdasarkan pola operasi aerator tersebut dan mempertimbangkan kondisi kebutuhan beban, maka kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah : $(70W) \cdot (6h) / 12V = 35Ah$. Penggunaan baterai yang ideal untuk jangka panjang maka persentase penggunaan baterai dibatasi pada 60%. Sehingga kapasitas baterai harus $35Ah / 60\% = 58.33Ah$. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dan memperhatikan spesifikasi tegangan input motor BLDC, maka digunakan 2 buah baterai 12V terangkai seri = 24V rangkaian ini dipilih untuk menjaga tegangan input motor BLDC 24V dan kapasitas baterai yang dipilih 50 Ah sesuai spesifikasi baterai Valve Regulated Lead Acid (VRLA) yang tersedia dipasaran. Efisiensi baterai berdasarkan kebutuhan daya motor BLDC untuk mensuplai listrik dengan menggunakan 2 buah baterai 12V, 50 Ah terpasang seri, adalah 2400 Watt-Jam. Penggunaan listrik dari baterai untuk menggerakkan motor BLDC kincir aerator rata-rata adalah 70 W dengan waktu operasi selama 6 jam = 420 Watt-Jam.

Energi matahari adalah sumber energi alternatif yang paling bersih, berlimpah, dan terbarukan. *Photovoltaic* (PV) dipandang sebagai solusi cepat, terukur, dan berkelanjutan untuk mengurangi perubahan iklim. Panel PV surya merupakan susunan kemiringan yang tetap dan sistem PV berfluktuasi dengan parameter berikut: jumlah modul dan sudut pemasangan *array* surya. Jumlah modul mempertimbangkan tegangan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) dalam inverter dan tegangan rangkaian terbuka dalam modul [4]. Untuk memenuhi kebutuhan energi pada pengisian baterai maka digunakan solar panel kapasitas 300 Wp, pemilihan tersebut berdasarkan kebutuhan daya beban Motor BLDC 110W, kemudahan dan kesederhanaan dalam pemasangan di aerator, stabilitas PV ketika terpasang di pelampung aerator, 2 panel surya memberikan kemudahan dalam menyusun konfigurasi seri maupun paralel dan faktor rugi-rugi seperti suhu, pengisian baterai dan proses pengosongan, dan kerugian dalam *charger controller* dan kabel). Untuk alasan ini dipilih panel surya output 100 Wp sebanyak 2 buah, tipe *cell monokristaline* dengan tegangan pada daya maksimal adalah 18.3V, dan arus adalah 8.21A, produk tersebut sangat mudah diperoleh dipasaran.

Penggunaan energi surya sebagai sumber energi alternatif untuk aerator memang dapat menekan biaya konsumsi listrik dari PLN. Namun penggunaan energi surya sebagai sumber energi alternatif juga memiliki permasalahan. Efisiensi suatu panel surya sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari. Sedangkan waktu efektif yang didapat untuk penyinaran hanya sekitar 5 jam per hari. Dan apabila masuk musim hujan, maka panel surya tidak akan mendapat cahaya yang cukup untuk melakukan pengisian baterai. Untuk itu sistem *switch* PLTS-PLN merupakan salah satu cara efektif dalam pemanfaatan sumber energi listrik dalam penggunaan aerator tambak. Sehingga sumber listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat digabungkan dengan sumber listrik dari PLN, dengan panel surya sebagai sumber listrik utama dan PLN sebagai *back up* dalam melakukan pengisian baterai apabila panel surya tidak dapat melakukan pengisian secara maksimal. Sistem ini biasa disebut

sistem PLTS dengan teknologi *hybrid*. Prinsipnya, saat siang hari atau ketika intensitas cahaya matahari dalam keadaan yang baik, panel surya akan melakukan pengisian baterai yang nantinya akan digunakan untuk menggerakkan aerator. Ketika baterai bermuatan penuh, maka rangkaian akan diputus menggunakan kontrol dari *charger controller*. Apabila intensitas cahaya matahari sangat minim dan muatan baterai telah mencapai nilai minimum tertentu maka akan dilakukan *switch* sumber energi dari PLTS ke PLN secara otomatis. Kemudian dilakukan pengisian baterai dengan interval waktu tertentu. Dan apabila intensitas cahaya kembali normal maka dilakukan *switch* kembali dari PLN ke PLTS.

Penggunaan *hybrid charge controller* adalah untuk melakukan penyesuaian tegangan dan arus dari sumber energi PV sesuai tingkat kebutuhan kapasitas baterai, sehingga mampu mencapai kapasitas penuh ideal dari baterai pada tegangan input baterai $26V_{dc}$. Dari spesifikasi *hybrid charge controller*, diketahui bahwa jika tegangan baterai mencapai $16V \pm 1\% V$, maka arus dari *power supply* akan terputus sehingga proses pengisian berhenti. Sementara jika baterai mencapai $10.8V \pm 1\%$, arus yang mengalir ke beban akan terputus sehingga proses pemakaiannya berhenti, dengan demikian *hybrid charge controller* juga berfungsi untuk mengontrol proses pengisian dan pengosongan daya untuk menghindari pengisian yang berlebihan. *Hybrid charge controller* ini menggunakan jenis MPPT eSmart 12V/24V/36V/48V-series dengan tingkat efisiensi $\geq 99.5\%$, mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai, bila tegangan baterai di bawah $24 V_{dc}$, maka secara otomatis pengisian arus dari PV, dan motor bldc digerakkan oleh sumber listrik PLN. Ketika tercapai titik *overcharge* maka *hybrid charge controller* bekerja untuk menghidupkan dan mematikan koneksi. Ketika tegangan baterai mencapai $16V \pm 1\% V$, arus yang mengalir ke baterai akan terputus. Semakin tinggi tegangan baterai, semakin kecil siklusnya. Ketika tegangan baterai mencapai $26V \pm 1\% V$, arus yang mengalir ke baterai akan terputus (nilai siklus = 0) [1]. *Hybrid charge controller* akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.

Penerapan aerator terapung *hybrid* PV-PLN terdiri dari sistem kelistrikan dan sistem mekanik. Desain mekanik dengan mempertimbangkan struktur rangka dudukan panel surya berdasarkan ukuran dan berat panel surya, dudukan motor listrik BLDC dibuat kokoh dan ringan serta kemampuan untuk menahan getaran dan dudukan poros penggerak *paddle wheel* menggunakan bantalan luncur tahan karat yang menjamin poros mampu memutar *paddle wheel* sesuai putaran yang direncanakan. Sistem transmisi mekanik menggunakan transmisi rantai sebagai perpindahan daya dari motor listrik ke poros penggerak. Sistem mekanik menggunakan perangkat struktur rangka besi siku, poros berongga panjang 200 mm, $\phi 1''$ *stainless steels*, bantalan luncur $\phi 1''$ dan *paddle wheel* diameter 620 mm dengan jumlah sudu 8 buah dan perahu apung/ponton berukuran panjang 1760 mm, lebar 330 mm, tinggi 113 mm dan sistem transmisi rantai yang dilengkapi dengan *Chain Guard Double Gear*. Konstruksi rangka berada di atas ponton/*float boat* berukuran 1760 x 330 x 113 mm. *Kapasitas angkut ponton/float boat* dan pelampung pipa PVC berdasarkan volume ponton dan pelampung pipa serta *displaced water weight* maka kapasitas angkut ponton sebesar 118,86 kg. Posisi pusat massa, titik daya apung dan titik metacentre akan menentukan kondisi stabilitas kapal/pelampung [2]. Berdasarkan perhitungan daya apung diperoleh 1792N dan gaya gravitasi ponton/*float boat* sebesar 618,03 kg. Gaya apung lebih besar dari *gaya gravitasi* ponton/*float boat*, sehingga ponton/*float boat* dapat mengapung dan mengangkat beban peralatan 61 kg yang dengan keseimbangan merata dan stabil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancang bangun konstruksi mekanik dari sistem yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 1. Konstruksi mekanik aerator, panel surya dan turbin angin terdiri dari:

1. Rangka panel surya yang dibuat dengan bahan besi siku ukuran 3×1 cm.
2. Pelampung dengan bahan fiberglass memiliki tinggi 30 cm, panjang 250 cm, lebar 34 cm yang digunakan untuk menahan kincir aerator, motor listrik, serta panel surya.
3. Rangka dudukan bearing dan motor yang terbuat dari bahan besi siku ukuran 4×4 cm.
4. Bearing yang digunakan untuk menumpu poros sehingga gerakan atau putaran bolak-baliknya dapat berlangsung halus. Poros penggerak tipe berongga yang berfungsi untuk meneruskan tenaga putar dari transmisi motor listrik bldc ke kincir air.
5. Kincir dengan bahan plastik dan memiliki pedal yang berjumlah 8 yang berfungsi sebagai penghasil aerasi pada perairan tambak. Rantai yang berfungsi untuk meneruskan putaran dan daya dari satu poros ke poros yang lain.
6. Panel surya 2 buah terpasang pada menara turbin angin dengan ketinggian 5 meter.
7. Turbin angin 3 blade terpadang pada puncak menara dengan ketinggian 7 meter.



Gambar 1. Konstruksi mekanik aerator, panel surya dan turbin angin.

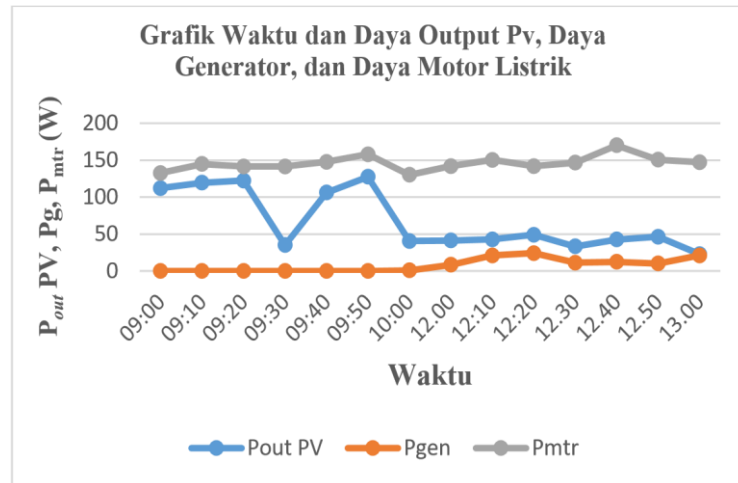
Hasil rancang bangun sistem listrik disajikan pada Gambar 2. Panel kontrol sistem kelistrikan aerator terdiri dari:

1. Panel surya 150Wp dengan ukuran 145×65 cm yang digunakan sebagai sumber pengisian baterai. Panel surya yang digunakan sebanyak 2 buah. Konverter dengan daya 360W, 220VAC-24VDC yang digunakan untuk menyuplai tegangan AC dari PLN ke motor dc 24V.
2. Motor BLDC dengan spesifikasi 24VDC, 250 Watt, 13 A. Motor ini digunakan untuk menggerakkan kincir aerator. *Solar Charge Controller*, yaitu pengontrol pengisian daya panel surya dengan memastikan baterai disuplai dengan tingkat daya yang stabil dan optimal.
3. Baterai VRLA 12V/50Ah yang digunakan dalam pembuatan alat aerator dengan ukuran 23×12×22. Baterai ini digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan dari panel surya. Kabel yang memiliki spesifikasi ukuran 2×25 mm, dengan berat 2,5 kg/18m dan berfungsi sebagai media penghantar arus listrik.
4. *Speed controller*, yaitu alat yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor. Untuk alat yang akan dibuat digunakan 2 *speed controller* masing-masing untuk sumber PLTS dan PLN. Wattmeter yang digunakan untuk mengukur beberapa parameter diantaranya daya (W), arus (A), tegangan (V), arus puncak (Ap), energi total (Wh), daya puncak (Wp), dan tegangan puncak (Vmax).
5. Saklar yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus aliran listrik. Untuk alat yang telah dibuat digunakan 4 saklar diantaranya saklar PV-MPPT, saklar MPPT-Baterai, saklar Baterai-Motor DC, saklar PLN-Motor DC.



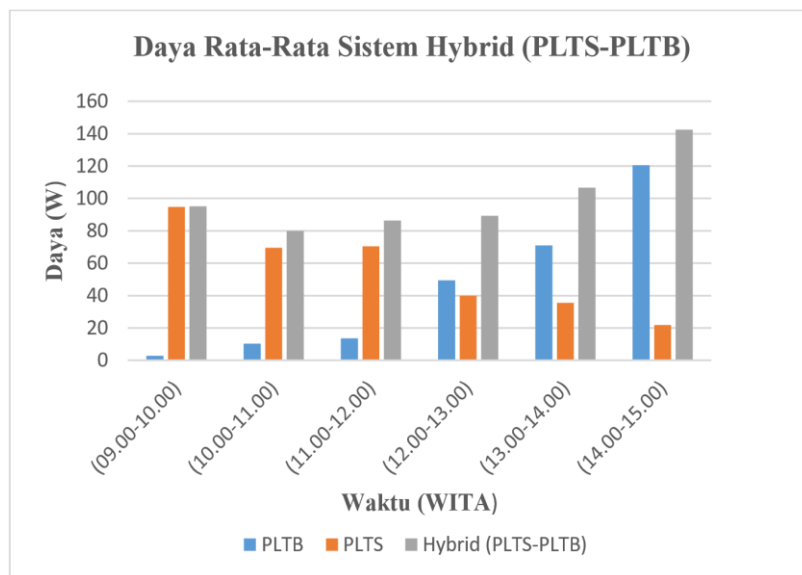
Gambar 2. Panel kontrol sistem kelistrikan aerator

Gambar 3 menunjukkan grafik hubungan antara waktu terhadap daya output PV, daya generator dan daya motor listrik (beroperasi). Grafik tersebut 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. Berdasarkan grafik tersebut juga, menunjukkan daya generator sama dengan 0, hal ini dikarenakan 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 dan 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.



Gambar 3. Grafik hubungan antara waktu, daya *output* pv, daya generator, dan daya motor listrik

Grafik perbandingan daya PLTS, daya PLTB, dan daya sistem *hybrid* (PLTS-PLTB) dapat dilihat pada Gambar 4. 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 memutar 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.



Gambar 4. Grafik perbandingan daya PLTS, Daya PLTB, dan Daya Sistem *Hybrid* (PLTS-PLTB)

4. KESIMPULAN

Aerator tipe kincir yang berhasil dibuat untuk sisitem *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. Rata-rata daya yang dibangkitkan oleh sistem *hybrid* PLTS-PLTB selama pengoperasian aerator kincir yaitu sebesar 88,44 W.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai melalui anggaran DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Pengabdian kepada Masyarakat Nomor : B/14/PL10.11/PT.01.05/2022, tanggal 7 Juni 2022. Penulis mengucapkan terimakasih kepada P3M Politeknik Negeri Ujung Pandang atas kepercayaan yang diberikan kepada kami, dan kepada unsur Pimpinan Politeknik Negeri Ujung Pandang dan Jurusan Teknik Mesin yang selalu memberikan dukungan dan memfasilitasi kegiatan kami sehingga pengabdian masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik.

6 . DAFTAR PUSTAKA

- [1] Banjarnahor D, Hanifan M, Budi E., 2017. Design of Hybrid Solar and Wind Energy Harvester for Fishing Boat. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 75(2017) 012007
- [2] Bahri dkk. 2014. Perkembangan Desain dan Kinerja Aerator Tipe Kincir. Dalam *Jurnal Keteknik Pertanian*, (Online), 1(2): 9-13. (<https://journal.ipb.acid>), diakses 28 Juni 2022
- [3] Nugraha, Made Aditya. 2020. Perancangan Sistem Hibrid PLTS dan Generator sebagai Catu Daya Tambahan pada Tambak Udang Vaname: Studi Kasus Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang. Dalam *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 19(1): 122.
- [4] Frank K and Gosmawi D 2015 Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy (CRC Press)
- [5] Djoyowasito, Gunomo dkk. 2019. Rancang Bangun Sistem Aerator Tambak Udang Bertenaga Bayu. Dalam *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 7 (2):121.