

## HIBRID PLTS DAN PLN UNTUK MENGERAKKAN MOTOR BLDC KINCIR AERATOR

Musrady Mulyadi<sup>1)</sup>, Lewi<sup>1)</sup>, Nurul Amalia<sup>2)</sup>, Agung Basofi Suherman<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>2)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

The aeration process serves to increase the oxygen level in the water and release the dissolved gas content in the water which is usually done using a tool called an aerator. Aerators generally operate using a power source from PLN or fuel oil. While the use of electrical energy and fuel is classified as not energy efficient. The new innovation is implemented using a hybrid system of PLTS 300 Wp and PLN. The PLTS and PLN automatic switch settings are programmed using Arduino to regulate if the battery voltage is below 24 Vdc, then the PLN power source will supply power to the driving motor. Tests show that photovoltaic can produce an average of 370.54 Wh of energy every day. Therefore, the system can meet the energy requirements of the aerator at an average rotation of the paddle wheel of 80 rpm, even though solar panels are dominant.

**Keywords:** *aeration, energy, bldc motor, Arduino*

### 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. Demi keberhasilan budi daya melalui tambak maka kualitas air yang sesuai standar harus selalu dijaga. Namun, karena tambak merupakan kolam buatan, maka air tambak ini tidak mengalir. Teknologi umum yang biasa digunakan pada pertanian tambak yaitu aerasi. Aerasi merupakan proses penambahan oksigen dalam air yang berfungsi untuk meningkatkan kadar oksigen di dalam air dan melepaskan kandungan gas yang terlarut dalam air (Rafsanjani, 2019). Pada prinsipnya proses aerasi merupakan proses pencampuran air dengan udara sehingga air yang beroksigen rendah kontak dengan oksigen atau udara. Dengan terjaganya kadar oksigen dalam air maka produktivitas pertanian tambak menjadi lebih baik. Proses aerasi ini menggunakan suatu alat yang biasa disebut dengan aerator. Aerator umumnya bekerja dengan menggunakan sumber tenaga listrik dari PLN maupun bahan bakar minyak (BBM). Sedangkan penggunaan energi listrik dan BBM tergolong tidak hemat energi ditambah BBM yang kian hari semakin langka. Maka dari itu dilakukan inovasi baru yang digunakan sebagai sumber energi utama dengan menggunakan sumber energi alternatif dari energi matahari yaitu PLTS atau biasa dikenal dengan panel surya. Keunggulan utama energi surya dibandingkan dengan energi alternatif lain yaitu tersedia di semua tempat. Sehingga, pemanfaatannya akan lebih mudah.

Meskipun energi matahari tersedia di semua tempat, namun sistem ini masih memiliki permasalahan. Hal ini dikarenakan matahari hanya memiliki waktu penyinaran maksimal yang terbatas yakni rata-rata 8 jam per hari. Jika masuk musin 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

#### 2.1. Pemilihan motor penggerak aerator paddle wheel dan Baterai

Pemilihan baterai berdasarkan kebutuhan spesifikasi motor listrik yaitu Brushless DC Motor (BLDC) tipe internal sine wave, voltage 24V<sub>dc</sub>, rated current 12A dan daya maksimum 250 W, kemampuan torsi sampai 70 Nm dan kecepatan Brushless DC Motor (BLDC) dapat diatur menggunakan twist rotate maksimum 110 rpm. Penggunaan Brushless DC Motor 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.

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Musrady Mulyadi, Telp 085399148487, musrady\_mulyadi@poliupg.ac.id

Pemilihan baterai berdasarkan kebutuhan spesifikasi motor listrik yaitu Brushless DC Motor (BLDC) 24V<sub>dc</sub> 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.

## 2.2. Pemilihan Panel Surya

Energi matahari adalah sumber energi alternatif yang paling bersih, berlimpah, dan terbarukan. Fotovoltaik surya (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 150 W sebanyak 2 buah, tipe cell monokristaline voltage at  $P_{max}$  18.3V, Current at  $P_{max}$  8.21A, produk tersebut sangat mudah di peroleh dipasaran.

## 2.3. Saklar Alih Arduino Uno

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 penghujan, 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.

## 2.4. Pemilihan Solar Charge Controller

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<sub>dc</sub>. 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 Maximum Power Point Tracking (MPPT) eSmart 12V/24V/36V/48V-series dengan tingkat efisiensi  $efficiency \geq 99.5\%$ , mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai, bila tegangan baterai dibawah 24 V<sub>dc</sub>, 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.

### 2.5. Konstruksi mekanik

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 rencanakan. 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 diatas 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

### 3.1 Hasil Rancang Bangun Konstruksi Mekanik

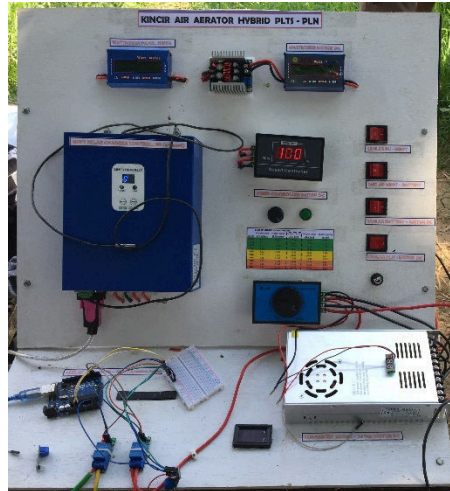


Gambar 3.1 Konstruksi Mekanik Aerator

Konstruksi mekanik aerator terdiri dari:

1. Rangka panel surya yang dibuat dengan bahan besi siku ukuran  $3 \times 1$  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  $4 \times 4$  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.

### 3.2 Hasil Rancang Bangun Sistem Listrik

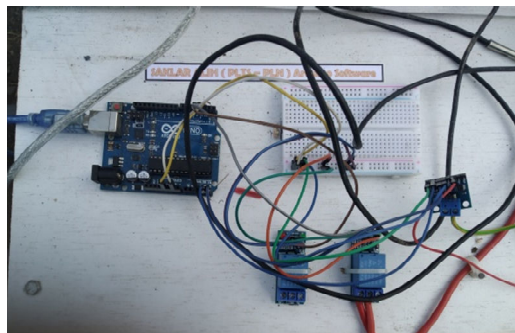


Gambar 3.2 Panel Kontrol Sistem Kelistrikan Aerator

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), energy 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.

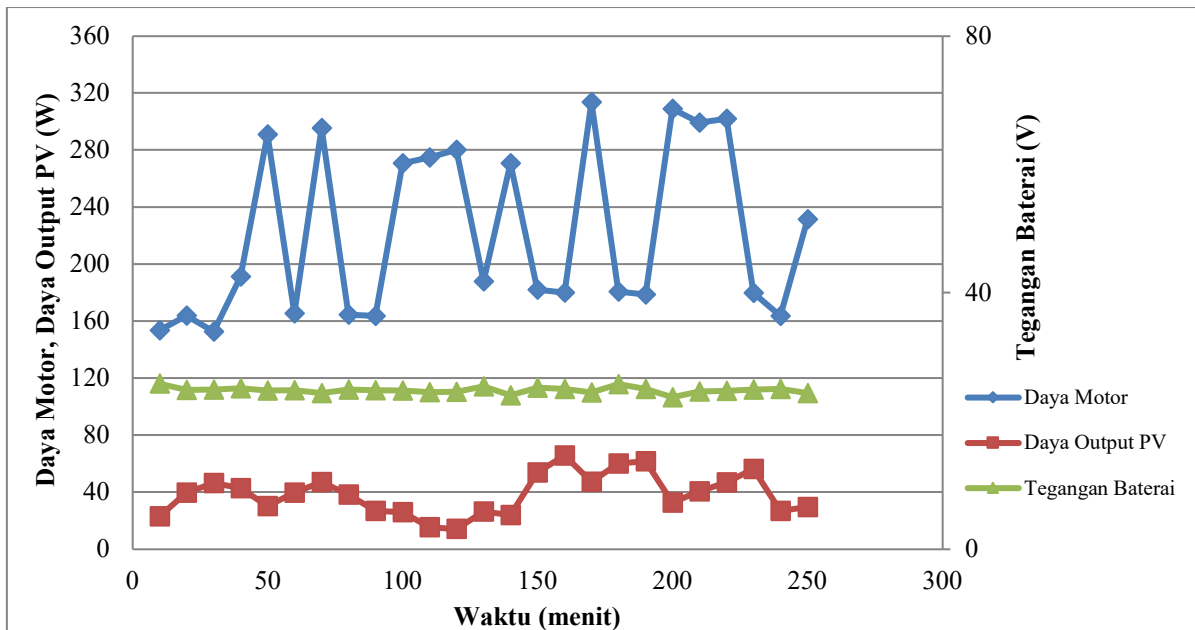
### 3.3 Sistem Saklar Alih Otomatis



Gambar 3.3 Rangkaian Sistem Kontrol Saklar Alih

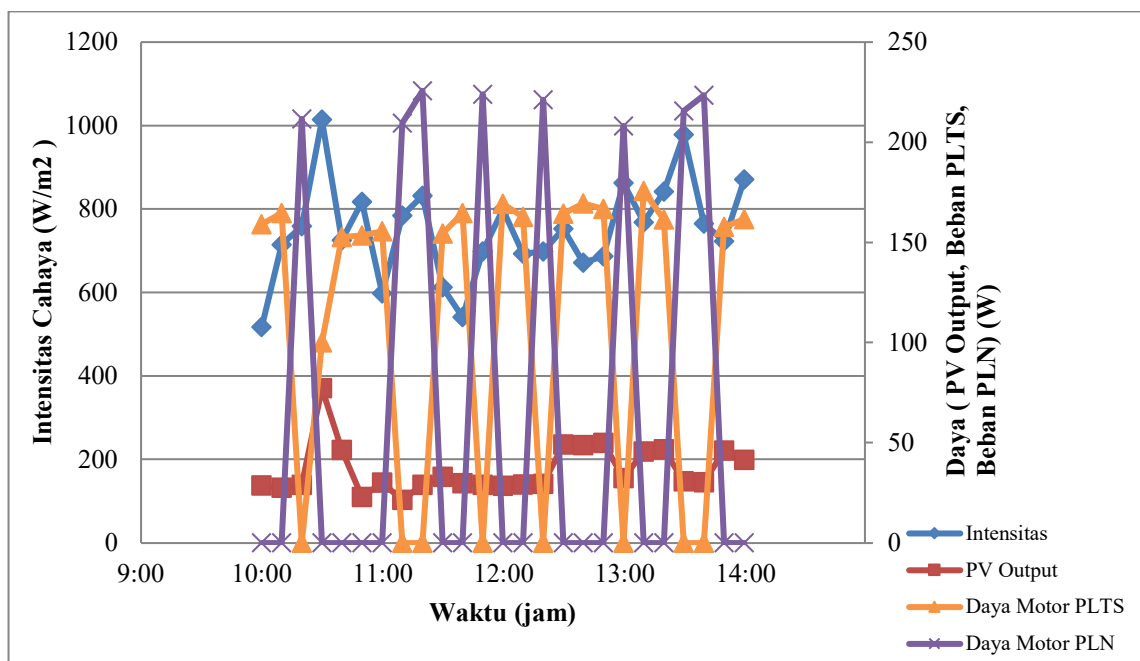
Rangkaian sistem saklar alih aerator terdiri dari:

1. Arduino UNO.
2. Sensor INA226 yang digunakan pada rancang bangun aerator ini berfungsi sebagai pendeteksi atau pembaca tegangan pada baterai hasil pengisian dari panel surya. Sensor ini terdiri dari beberapa pin diantaranya IN+, IN-, VBS, ALE, SCL, SDA, GND, VCC.
3. Modul relay 1 channel sebanyak 2 buah.



Gambar 3.4 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Daya Motor, Daya PV Output dan Tegangan Baterai

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara waktu terhadap daya motor, daya output panel dan tegangan baterai pada tanggal 2 Agustus 2021. Dimana tegangan baterai dan daya output panel cenderung konstan. Dari grafik di atas, daya output panel cenderung konstan namun pada menit ke 150 dan seterusnya cenderung mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan bahwa pada cuaca cerah yang stabil maka daya output panel berbanding lurus terhadap waktu. Artinya, makin lama waktu (makin siang), maka daya output yang dihasilkan panel makin besar. Sedangkan daya motor pada grafik di atas berfluktuatif. Nilai rata-rata tegangan baterai selama pengujian yaitu 24,77 V. Sedangkan nilai rata-rata daya motor dan daya output panel masing-masing 221,77 W dan 38,36 W.



Gambar 3.5 Grafik Hubungan antara Waktu terhadap Intensitas Cahaya, Daya Output PV, Daya Motor PLTS, Daya Motor PLN

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara waktu terhadap intensitas cahaya, daya output panel, daya motor dengan sumber PLTS dan daya motor dengan sumber PLN. Dari grafik di atas menunjukkan intensitas cahaya matahari berfluktuatif, artinya nilai intensitas bergantung pada cuaca pada saat pengujian. Untuk nilai output

panel surya cenderung stabil namun mengalami kenaikan ketika di atas pukul 12:00 WITA. Untuk daya motor yang bersumber dari PLTS juga cenderung stabil. Adapun pada grafik di atas yang menunjukkan nilai 0 pada daya motor yang bersumber dari PLTS dikarenakan perpindahan saklar alih PLTS-PLN. Begitu pula untuk daya motor yang bersumber dari PLN juga cenderung stabil. Adapun pada grafik di atas yang menunjukkan nilai 0 pada daya motor yang bersumber dari PLN dikarenakan perpindahan saklar alih PLTS-PLN. Dari grafik di atas juga menunjukkan daya motor yang dihasilkan dari PLN lebih besar dibandingkan dengan PLTS.

#### 4. KESIMPULAN

Dari pembahasan bab sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa:

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

#### 5. 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] Purwoto, Bambang Hari dkk. 2018. Efisiensi Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. Dalam *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18 (1): 10-11.
- [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.

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang dan Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) atas dukungan dana yang diberikan.