

## PENGEMBANGAN DESAIN AERATOR TERAPUNG SISTEM PANEL SURYA

Musrady Mulyadi<sup>1)</sup>, A.M Shiddiq Yunus<sup>2)</sup>

<sup>1),2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

### ABSTRACT

Improvement of shrimp farming can be done by making aeration system in pond area. This aeration system is intended as a tool for the addition of air in water while increasing oxygen levels with considerable volume. The influencing factors in the aeration system is the regulation of flow direction and air velocity on the paddle wheel system, and mechanization of rotation settings on the paddle wheel, as well as the ability of the propulsion energy source. By consideration the economic factors and business in driving energy diversification, a paddle wheel aerator tool is utilized solar panels as an energy source. The paddle has the ability to produce oxygen levels and it is wiser in the utilization of natural energy. Floating aerator design with solar panels consists of electrical systems with charging patterns using solar power plants, and mechanical systems that consider the frame structure of the solar panel holder based on the size and weight of the solar panels, the electric motor holder made sturdy and lightweight, and the ability to withstand vibrations. The tool feasibility test includes an aerator balance test under floating conditions taking into account the capacity of the battery in aerator operation under paddle wheel load conditions and without constant spinning load and the paddle wheel blade is immersed in 7 cm depth water. The use of solar powered aerators has not been developed and is a novelty in solar panel applications on aerators. The solar-powered floating paddle wheel generator has a fittings structure with a unit that supports 300Wp solar module frame structure using a 48V / 350W BLDC electric motor as a paddle wheel drive can work for 145 minutes until the battery state of charger (SoC) capacity reaches 58.7% during operation aeration of 110 cm and a height of 55 cm.

**Keywords :** aerators, solar panel, paddle wheel

### 1. PENDAHULUAN

Atase Perdagangan Kedutaan Besar Republik Indonesia untuk Amerika Serikat Ni Made Ayu Marthini, menyatakan Indonesia mencetak rekor sebagai penguasa ekspor udang ke AS dengan nilai 93,5 juta dolar AS, atau mendominasi dengan menguasai pangsa pasar sebesar 22,7 persen. Tren permintaan AS untuk produk ikan yang semakin meningkat merupakan peluang bisnis bagi petani dan pengusaha udang nasional. "Apalagi kita sedang berupaya untuk membangun sumber daya maritim sebagai sumber kekuatan ekonomi terbarukan," kata Made. Kebutuhan pasar serta konsumsi ikan dan produk ikan di AS sangat tinggi. Berdasarkan *US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* lebih dari 90 persen pasar ikan dan produk ikan di AS diisi melalui impor. Pada 2014, total ekspor produk fish and seafood Indonesia ke AS mencapai 1,3 miliar dolar AS, sedangkan total ekspor produk udang mencapai sekitar 1,1 miliar dolar AS. "Angka ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu eksportir utama perikanan dan produk perikanan ke AS, terutama produk udang" ujar Made menerangkan (Rep:rizkyjaramaya/Red:Damanhuri Zuhri, <http://www.republika.co.id/berita/ekonomi/bisnis-global>). Kemampuan peningkatan produktivitas budidaya tambak yang intensif sangat dipengaruhi oleh kemampuan petani tambak dalam mengatasi terjadinya penurunan kualitas air dalam hal ini masalah kelarutan oksigen yang rendah. Oksigen terlarut (DO) merupakan faktor yang sangat penting dalam budidaya ikan dan udang. Kekurangan oksigen terlarut dapat membahayakan hewan air karena menyebabkan stress, mudah tertular penyakit, menghambat pertumbuhan bahkan dapat menyebabkan kematian sehingga produktivitas menjadi menurun (Kordi & Tacung, 2007). Nonot Triwaluyo Setjadi (2015) mengemukakan bahwa sistem aerator (kincir air) sangat dibutuhkan dalam tambak udang jenis vannamei karena jenis udang tersebut membutuhkan suplai oksigen yang cukup pada tebaran udang dengan volume yang cukup banyak, akan tetapi petani tambak sering diperhadapkan pada masalah kincir air akibat beban listrik yang tinggi atau penggunaan bahan bakar minyak yang relatif mahal sehingga menimbulkan masalah ekonomi.

Faktor yang berpengaruh dalam sistem aerasi untuk meningkatkan produktivitas budidaya udang adalah pengaturan arah aliran dan kecepatan udara pada sistem *paddle wheel* dan mekanisasi pengaturan putaran pada *paddle wheel* serta kemampuan sumber energi penggerak. Dengan demikian diperlukan sistem aerasi untuk penambahan udara dalam air untuk meningkatkan kadar oksigen dengan volume yang cukup

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Musrady Mulyadi, Telp 085399148487, [musrady\\_mulyadi@poliupg.ac.id](mailto:musrady_mulyadi@poliupg.ac.id)

banyak serta mempertimbangkan faktor ekonomis dan usaha untuk mendorong diversifikasi energi, yaitu dengan menggunakan alat aerator *paddle wheel* menggunakan panel surya sebagai sumber energi yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan kadar oksigen dan lebih bijak dalam pemanfaatan energi alam.

Aerasi adalah mekanisme penambahan sejumlah oksigen ke dalamnya air untuk menyediakan jumlah oksigen yang cukup. Aerasi adalah dilakukan dengan meningkatkan kontak air dan udara dengan menggunakan alat aerator. Salah satu jenis alat aerator yang banyak digunakan pada tambak adalah aerator roda dayung (Laksitanonta 2003). *Paddle wheel* aerator ini dianggap sebagai alat aerator yang paling tepat karena aerasi mekanisme dan daya dorong yang dapat digunakan luas (Romaine & Merry 2007). Aerator *paddle wheel* adalah metode aerasi yang paling banyak digunakan. Saat ini *paddle wheel* adalah aerator yang paling efisien karena cara gabungannya dengan cepat decertifies sebuah kolam melalui sirkulasi air yang kuat dan aerasi dengan menyemprotkan air ke udara serta menyeret udara ke dalam air menciptakan area permukaan air yang lebih luas. Boyd (1990 & 1998) dalam laporannya juga menjelaskan aerasi mekanis metode seperti *paddle wheel* lebih efisien dibandingkan metode aerator lainnya. Geometri, ukuran dan kecepatan roda mempengaruhi kinerja aerasi (Peterson & Walker 2002; Moulick et al., 2002). Kincir dengan desain yang baik umumnya mempunyai diameter kincir kurang lebih 90 cm dengan susut triangular sebesar 135°. Kedalaman kincir sekitar 10-15 cm dan kecepatannya sekitar 80-90 rpm. Aerator kincir membutuhkan tenaga kira-kira sebesar 1 kW untuk setiap 50 cm panjang kincir dan kedalaman operasi. Untuk tenaga ideal yang dibutuhkan yaitu sebesar 2-10 kW. Variasi kincir yang ada tidak terlalu banyak, sebagian menggunakan kincir dengan bentuk segitiga dan sebagian yang lain menggunakan menyilang (Boyd, 1992).

Konstruksi geometri, ukuran dan putaran yang lebih tinggi cenderung memiliki aerasi yang lebih tinggi yang diikuti simulatif dengan kebutuhan daya yang lebih tinggi karena gaya drag yang lebih tinggi. Konstruksi tersebut menyebabkan meningkatnya biaya operasional termasuk sumber energi listrik dan konsumsi bahan bakar. Sistem energi terbarukan Photovoltaic (PV) menawarkan alternatif baru bagi konsumen mengenai bagaimana daya dapat disediakan. Sistem PV bereaksi terhadap cahaya dengan mengubah sebagian energi radiasi menjadi listrik. Sel PV tidak memerlukan bahan bakar untuk beroperasi, tidak menghasilkan polusi, memerlukan sedikit perawatan, dan bersifat modular (Markvart, 1999; Marshall & Dimova-Malinovska, 2001). Keuntungan lain dari sistem PV meliputi: input energi surya tak terbatas, output daya yang andal, fleksibilitas dalam perakitan, dan pemasangan yang mudah (Boyd, 1997; Butler & Sinton, 2004).

Sistem fotovoltaik (PV) tidak memerlukan bahan bakar untuk beroperasi, tidak menghasilkan polusi saat menghasilkan listrik, memerlukan sedikit perawatan dan modular yang memungkinkan berbagai aplikasi tenaga surya. Aplikasi sistem fotovoltaik (PV) pada aerator adalah sebagai sumber energi listrik untuk menggerakkan motor listrik yang terhubung dengan poros *paddle wheel*. Sejauh ini, penggunaan aerator bertenaga surya belum terlalu banyak dikembangkan dan hal baru dalam aplikasi panel surya pada aerator adalah struktur aerator *paddle wheel* terapan bertenaga surya dengan unit lengkap yang mendukung struktur rangka modul surya dan *paddle wheel* dengan menggunakan motor listrik bldc sebagai penggerak *paddle wheel*.

## 2. METODE PENELITIAN

Desain aerator terapan panel surya terdiri dari sistem kelistrikan dan sistem mekanik. Perancangan sistem kelistrikan meliputi perancangan kebutuhan kapasitas baterai dengan pola pengisian menggunakan pembangkit listrik tenaga surya dengan beban motor listrik bldc, dengan pertimbangan penentuan daya per hari, kapasitas alat yang digunakan dan pengujian alat. Sistem kelistrikan panel surya sebagai sumber energi listrik untuk menggerakkan *paddle wheel* terdiri dari panel surya dengan konstruksi rangka didudukkan pada perahu pelampung/ponton, baterai akumulator dan solar charger controller. Panel surya berfungsi untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik melalui photovoltaic effect. Selanjutnya listrik yang dihasilkan tersimpan pada baterai. Solar charger controller mengendalikan proses pengisian pada baterai pada kondisi aman. Desain mekanik dengan mempertimbangkan struktur rangka dudukan panel surya berdasarkan ukuran dan berat panel surya, dudukan motor listrik 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.

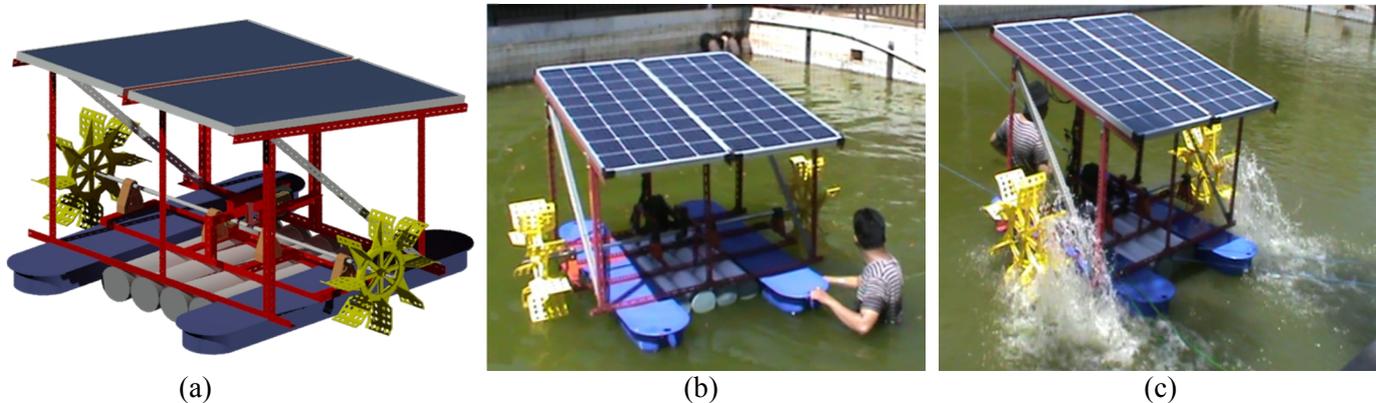
Sistem kelistrikan pengisian dengan menggunakan perangkat panel surya monocrystalline greentech 150Wp x 2, solar charger controller MPPT (maximum power point tracking) esmart2-20A/30A/40A dengan tingkat efisiensi  $\geq 99,5\%$ , baterai VRLA (Valve Regulated Lead Acid) 12V/50Ah dan motor listrik bldc

48V/350W. Sistem mekanik menggunakan perangkat struktur rangka besi siku, poros berongga panjang 200mm,  $\phi$  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 x 2 buah dan pipa pvc 5" panjang 1000mm.

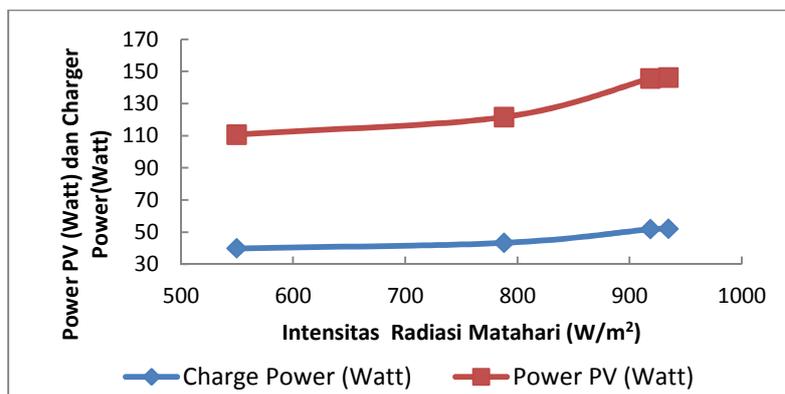
Uji kelaikan sistem meliputi pengujian keseimbangan aerator dalam kondisi terapung dengan menentukan kapasitas pelampung, pengujian pengisian baterai kapasitas 12V/50Ah 2 buah terhubung seri dengan perhitungkan kemampuan panel surya dan pengujian operasi aerator berbeban pada kondisi paddle wheel berputar konstan dan sudu paddle wheel tercelup di air kedalaman 7 cm dan tanpa beban paddle wheel konstan dan tidak tercelup di air.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

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. 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.

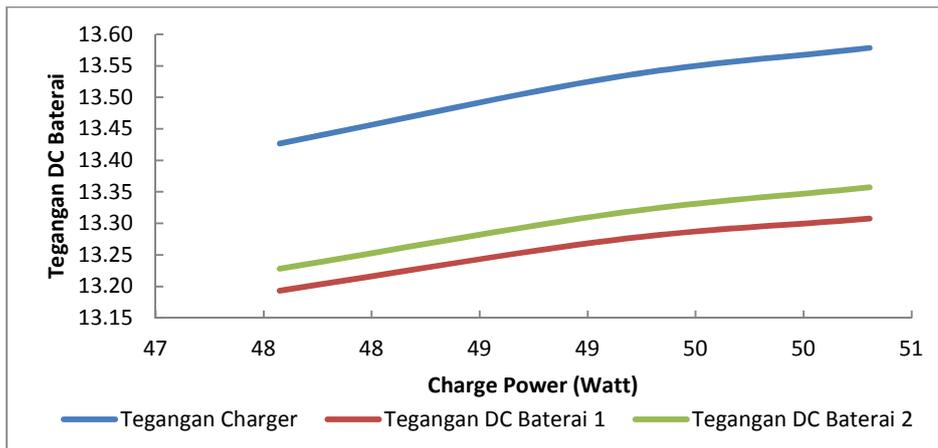


Gambar 1. (a) Desain prototype aerator, (b) pengujian keseimbangan aerator dalam kondisi terapung dan (c) pengujian operasi aerator terapung



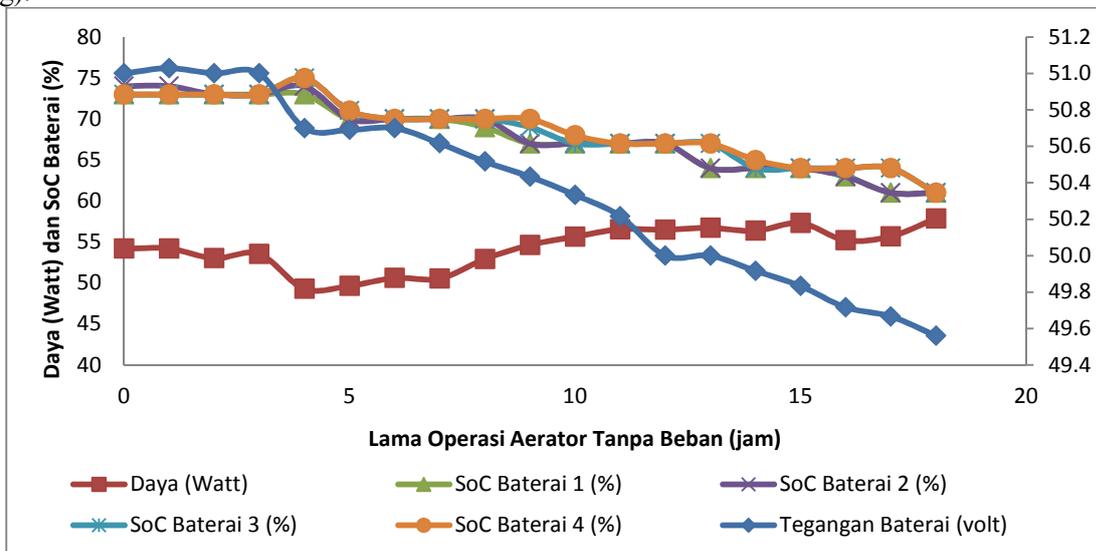
Gambar 2. Grafik hubungan intensitas radiasi matahari terhadap power pv dan charger power

Gambar 2 menunjukkan menunjukkan hubungan intensitas radiasi matahari terhadap daya panel surya pada pengujian pengisian baterai yang terhubung seri, karakteristik daya panel surya mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya intensitas radiasi matahari yang berkisar 550 sampai dengan 940 W/m<sup>2</sup> dengan kenaikan daya panel surya dari 110 sampai dengan 150 Watt dan daya pengisian 39 sampai dengan 52 Watt. Kemampuan daya panel surya dan daya pengisian mampu untuk melakukan proses pengisian pada baterai.



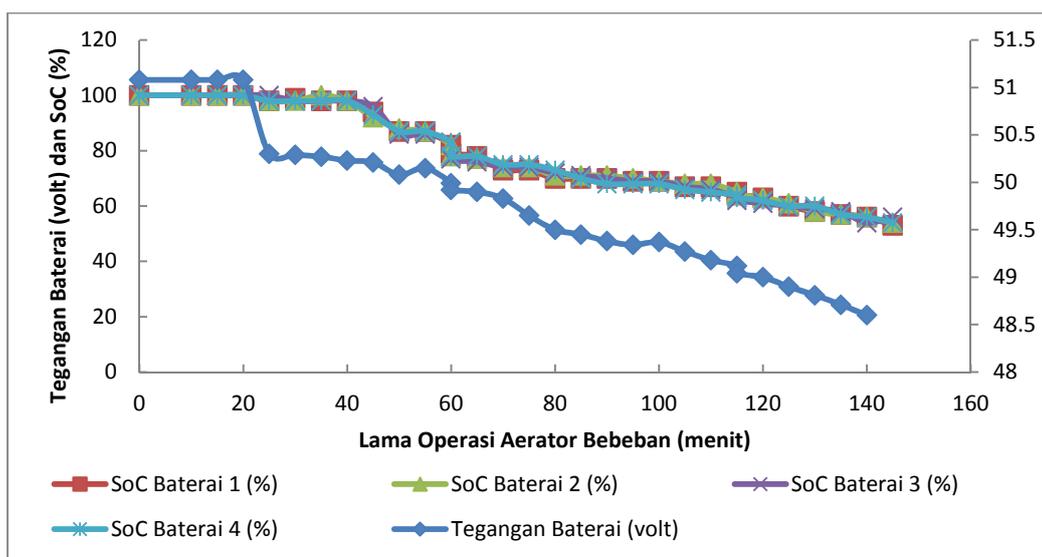
Gambar 3. Grafik hubungan Charge Power terhadap Tegangan DC Baterai

Pada gambar 3 menunjukkan hubungan Charge Power terhadap Tegangan DC Baterai 1 dan 2 pada pengujian pengisian baterai 1 dan 2 yang terhubung seri, karakteristik daya pengisian baterai keluaran solar charger controller tegangan baterai 1 dan 2 mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya Charge Power yang berkisar 47,5 sampai dengan 50 Watt dengan kenaikan tegangan baterai 1 dan 2 dari 13,15 sampai dengan 13,35 volt. Sedangkan tegangan DC charger berkisar 13,42 sampai dengan 13,60 volt, hal ini memperlihatkan kemampuan solar charger controller menjaga dan mengontrol dimana tegangan charger keluaran solar charger controller masih lebih tinggi dari tegangan baterai 1 dan 2, sehingga proses pengisian masih dapat berlangsung. Tegangan yang didistribusikan untuk mengisi baterai sangat stabil yang diatur oleh solar charger controller (SCC) berkisar 13,6 volt. Jika tegangan baterai sudah mencapai tegangan maksimumnya maka secara otomatis SCC memutus proses pengisian sehingga tidak terjadi pengisian yang berlebihan (over charging).



Gambar 4. Grafik hubungan lama operasi aerator tanpa beban terhadap tegangan baterai dan state of charger (SoC)

Pada gambar 4 menunjukkan hasil pengujian aerator panel surya dimana paddle wheel/kincir air digerakkan dengan menggunakan motor listrik bldc 48Vdc, pengujian tersebut tanpa beban artinya kincir air ketika berputar pada putaran konstan 145 rpm tidak tercelup di air, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui lama waktu operasi motor, daya dan tegangan yang dikeluarkan baterai dan state of charger (SoC) pada masing-masing baterai selama operasi berlangsung. Pada grafik diatas penggunaan daya motor listrik bldc rata-rata 54,23 Watt selama 18 jam operasi, penggunaan daya tersebut berpengaruh terhadap tegangan keluaran baterai dan state of charger (SoC) baterai. Pada 4 jama operasi, tegangan keluaran baterai masih stabil pada kisaran tegangan 51 Vdc, dan pengoperasian berikutnya sampai pada 18 jam terjadi penurunan tegangan keluaran baterai dan SoC hingga 61% , penurunan tegangan hingga 49,56 volt hal akibat penggunaan daya baterai untuk menggerakkan kincir air aerator.



Gambar 5. Grafik hubungan lama operasi aerator berbeban terhadap tegangan baterai dan state of charger (SoC)

Pada gambar 5 menunjukkan hasil pengujian aerator panel surya dimana paddle wheel/kincir air digerakkan dengan menggunakan motor listrik bldc 48Vdc, pengujian tersebut beban artinya kincir air ketika berputar pada putaran konstan 80 rpm tercelup di air dengan kedalaman 7 cm, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui lama waktu operasi motor, daya dan tegangan yang dikeluarkan baterai dan state of charger (SoC) pada masing-masing baterai selama operasi berlangsung. Pada grafik diatas penggunaan daya motor listrik bldc rata-rata 400 Watt selama 145 menit operasi, penggunaan daya tersebut berpengaruh terhadap tegangan keluaran baterai dan state of charger (SoC) baterai. Pada 20 menit pertama operasi, tegangan keluaran baterai masih stabil pada kisaran tegangan 51,08 Vdc, dan pengoperasian berikutnya sampai pada 145 menit terjadi penurunan tegangan keluaran baterai dan SoC baterai terendah 54,25 % ,penurunan tegangan hingga 48,48 volt hal akibat penggunaan daya baterai untuk menggerakkan kincir air aerator.

#### 4. KESIMPULAN

Sistem aerator paddle wheel menggunakan panel surya 300 Wp dan motor bldc 48Vdc sebagai penggerak paddle wheel, dapat bekerja selama 145 menit, pada putaran konstan 80 rpm, penggunaan daya motor listrik bldc rata-rata 410 Watt, energy storage menggunakan baterai VRLA diuji hingga state of charger (SoC) mencapai 58,7 %, selama operasi berlangsung cakupan aerasi 110 cm dan ketinggian 55 cm dalam kondisi berfungsi dengan baik, stabil terapung dan tanpa getaran. Distribusi tegangan yang bersumber dari panel surya kapasitas 300Wp, tegangan yang dihasilkan rata-rata 13,86 volt dengan kondisi stabil untuk pengisian baterai yang diatur oleh solar charger controller.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Boyd, C. E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Shimp Mart (Thai) Co.Ltd.Thailand.
- Boyd, C. E. 1992. *Water Quality Management and Aeration in Shrimp farming*. Pedoman Teknis dari Proyek Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- Boyd, C. E. (1997). *Advances In Pond Aeration Technology And Practices*. INFOFISH 2, pp. 24–28
- Boyd,CE.1998. *Pond Water Aeration Systems*. Aquac Eng 18:9-40.
- Butler, R., And Sinton, W. (2004) *Solar-Powered Water Pumping System In New York State*. New York State Energy Research and Development Authority.
- Kordi, MGHK, Tacung AB. , 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. PT Rineka Cipta. Jakarta
- Laksitanonta S,Singh S,Singh G.2002. *Review Of Aerators And Aeration Practice In Thai Aquaculture*. Agricultural Machanization in Asia,Africa and Latin america 34 (4):64-71.
- L.B. Bhuyar, dkk.(2009), *Design Characteristics Of Curved Blade Aerator W.R.T. Aeration Efficiency And Overall Oxygen Transfer Coefficient And Comparison With CFD Modeling*. International Journal of Engineering, Science and Technology Vol. 1, No. 1, pp. 1-15.
- Markvart, T. (1999). *Solar electricity*. John Wiley & Sons, New York, pp. 7-9, 25-45, 83-84.
- Marshall, J. M. And Dimova-Malinovska, D. (2001). *Photovoltaic Materials–Properties, Technology and Applications*. NATO science series, pp.15, 18.

- Moulick S, Mal BC, Bandyopadhyay. 2002. *Prediction of aeration performance of paddle wheel aerators*. *Aquac Eng* 25:217-237.
- Nonot Triwaluyo Setjadi. 2015. *Kincir Air Bahan bakar Gas untuk Revitalisasi Tambak Udang*: Jakarta Energy Today, [online], (<http://pkspl.ipb.ac.id/berita-kincir-air-bahan-bakar-gas-untuk-revitalisasi-tambak-udang.html#ixzz477MhlgJw>, diakses tanggal 1 Juni 2015).
- Peterson EL, Walker MB. 2002. *Effect of speed on taiwanese paddlewheel aeration*. *Aquac Eng* 26:129-147
- Rizkyjaramaya/Damanhuri Zuhri. 2015. *Udang Indonesia Kuasai Pasar Amerika Serikat*: *Ekonomi*, [online], (<http://www.republika.co.id/berita/ekonomi/bisnis-global>, diakses tanggal 15 Pebruari 2016).
- Romair RP, Merry GE. 2007. *Effect Of Paddle Wheel Aeration On Water Quality In Crawfish Pond*. *Appl Aquac* 19(3):61-75.