

## **Pengaruh Jumlah Lubang Pada Sudu Terhadap Performa Kincir Air Tambak Type *Paddle Wheel***

RIDWAN, RUDI IRAWAN, ALVIN MUBARAK

### ABSTRAK

Penerapan teknologi terbukti mampu meningkatkan produktifitas kerja dan peradaban manusia pada berbagai sektor industri dan kehidupan sehari-hari. Penerapan Teknologi pada sektor perikanan khususnya pada budidaya tambak yaitu teknologi aerasi dapat memberikan atau menambahkan kandungan oksigen terlarut dalam kolam air/tambak. Kandungan oksigen terlarut dalam air kolam/tambak ikan atau udang sangat diperlukan dan mempengaruhi pertumbuhan dan produktifitas hasil kolam budidaya. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh jumlah lubang pada sudu (bilah) aerator tambak tipe kincir air (*paddle wheel*) terhadap performa (kemampuan) menambahkan kandungan oksigen dalam air tambak. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dengan terlebih dahulu merancang dan membuat sudu kincir air. Ada tiga variasi jumlah lubang pada sudu yang diuji yaitu 12 lubang, 16 lubang dan 20 lubang. Ketiga variasi jumlah lubang ini diujicoba pada sudu (bilah) kincir air kolam budidaya tambak dengan jumlah 8 (delapan) bilah (daun). Ketiga jenis/jumlah lubang ini diuji putaran tetap yakni 100 RPM dalam air kolam. Penambahan kandungan oksigen terlarut yang dibangkitkan/ dihasikan oleh kincir air tambak diukur dengan alat Dissolved Oxygen (DO) meter. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kincir air tambak dengan jumlah lubang sebanyak 16, memberikan performa atau peningkatan kandungan oksigen terlarut dalam air kolam budidaya lebih tinggi dibanding dengan bilah (sudu) dengan jumlah 12 lubang, dan 20 lubang. Jumlah lubang pada sudu (bilah) kincir air kolam/tambak sangat mempengaruhi jumlah kandungan oksigen terlarut yang dihasilkan/dibangkitkan.

*Kata kunci: Kincir air, sudu, paddle wheel*

### PENDAHULUAN

Sektor Perikanan di Indonesia mengalami pertumbuhan yang cepat dalam beberapa dekade terakhir. Sektor ini memberikan kontribusi besar terhadap ketersediaan peluang usaha dan lapangan kerja masyarakat khususnya bagi wilayah pesisir. Berbagai jenis produk perikanan yang dapat dibudidaya dalam aquakultur atau kolam budidaya yakni udang, nila, gurami, gabus, lele dan lain sebagainya.

Air dalam kolam budidaya sangat penting untuk diperhatikan kualitas dan kuantitasnya, kehidupan udang/ikan dalam air kolam budidaya/kolam sangat dipengaruhi oleh keadaan atau kualitas air didalamnya [1]. Secara umum ada tiga parameter yang mempengaruhi kualitas air, yaitu parameter fisik, kimia, dan biologi, yakni oksigen terlarut (*disolved oxygen*) disingkat DO, suhu, salinitas,

kekeruhan, pH, nitrogen, amoniak, nitrit, nitrat, fosfat, dan silica, serta parameter biologi seperti klorofil-a, *koliform fekal*, *vibrio* dan bakteri.[2] . Parameter DO merupakan aspek penting dari kualitas air dalam budidaya kolam budidaya [3],[4].

Bila kandungan oksigen terlarut dalam air kolam budidaya/kolam udang rendah, hal ini bisa menyebabkan pertumbuhan udang kurang baik dan wabah penyakit dan daya imunitas udang/ikan didalamnya menurun. Oleh karena itu, harus dipastikan kandungan oksigen terlarut dalam air selalu tercukupi 4 sampai 8 mg/L.[5]. dalam mensuplay DO untuk mempertahankan konsentrasi DO yang memadai ke dalam kolam budidaya sangat penting untuk pertumbuhan yang sehat dan kelangsungan hidup udang/ikan didalamnya.

Dalam budidaya secara intensif, aerator memiliki peran yang sangat penting yaitu untuk menciptakan sistem aerasi. Sistem aerasi sendiri merupakan suatu proses penambahan udara atau oksigen ke dalam air dengan membawa air dan udara ke dalam kontak terdekat dengan tujuan agar udang/ikan yang hidup di dalamnya tumbuh lebih sehat dan cepat. Aerator diklasifikasikan menjadi dua tipe dasar yaitu splashers (percikan) dan bubblers (gelembung) [6]. Tipe splashers melibatkan penyemprot pompa vertikal, aerator paddle wheel memercikkan air ke udara untuk menyebabkan oksigenasi. Sedangkan tipe bubblers melepaskan gelembung udara ke dalam air untuk membuat aerasi, termasuk sistem udara terdifusi seperti aerator propeller aspirator pump. Di antara aerator tersebut, aerator paddle wheel [7] dan aerator propeller aspirator pump digunakan secara umum karena memiliki efisiensi tinggi dalam mentransfer oksigen dan sirkulasi air [8].

Sistem aerasi memberikan banyak manfaat, namun hal ini disertai dengan biaya operasional yang sangat tinggi, terutama dalam hal konsumsi daya listrik. Konsumsi daya listrik yang disuplay untuk mengoperasikan aerator masih tinggi karena aerator biasanya dioperasikan selama 24 jam sehari untuk berlangsungnya produktivitas budidaya di kolam budidaya [9]. Proporsi kebutuhan energi utama dalam budidaya tambak/kolam ikan/udang adalah dalam hal operasional seperti kincir air dan pompa air. Persentase porsi kebutuhan energi tersebut dalam operasionalnya adalah aerator mengkonsumsi energi sebesar 80%, pompa air sebesar 10% dan penggunaan lainnya sebesar 10% [10]. Aerator

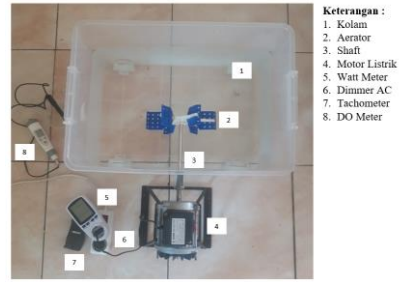
menjadi hal yang sangat penting diperhatikan dalam operasional usaha budidaya perikanan, Pada sisi lain masih memiliki masalah karena membutuhkan daya listrik yang sangat besar. Sehingga pembudidaya akan terbebani dalam biaya operasional yang sangat besar pula.

Penggunaan energi untuk mengoperasikan kincir air tambak untuk budidaya kolam/tambak dalam beberapa kasus adalah pemborosan. Oleh karena itu, merancang *design*, *prototyping* dan *experimental* pada aerator harus dioptimalkan untuk meningkatkan dalam pengelolaan energi secara efektif dan efisien [11]. Beberapa penelitian sudah dilakukan terkait hubungan antara DO dan konsumsi daya listrik telah dilakukan dengan menentukan kecepatan putaran optimal dari aerator tipe paddle wheel dan aerator tipe spiral [12] dengan kolam yang berbeda. Konfigurasi aerator tipe paddle wheel perlu diteliti lebih lanjut dalam meningkatkan nilai DO dan hemat dalam konsumsi daya listrik yang berfokus pada perbandingan dengan variasi jumlah bilah dan jumlah lubang untuk membantu pembudidaya dalam memilih tipe aerator yang optimal dan dapat menghasilkan budidaya yang berkualitas, efektif dan efisien. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memberikan analisis tentang *design*, *prototyping* dan *experimental* pada aerator tipe paddle wheel untuk mengetahui pengaruh, fenomena dan performa DO dan konsumsi daya listrik yang dihasilkan dengan perbedaan jumlah lubang pada bilah/daun kincir.

## METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan *design*, *prototyping* dan *experimental*. Pembuatan *design* dilakukan menggunakan *software* SolidWork dengan ukuran prototype 1:4 dari ukuran asli dengan jumlah bilah 8, dengan variasi jumlah lubang pada setiap bilah yakni: 12, 16 dan 20. *Prototyping* menggunakan mesin 3D Printing PRUSA H4 berbantu perangkat lunak Ultimaker Cura 4.4. Selanjutnya dilakukan pengambilan data/pengujian *experimental*, dalam pengujian *experimental* parameter yang dicari diantaranya adalah tingkat konsentrasi DO (mg/L), dan konsumsi/pemakaian daya listrik (Watt). Sejumlah parameter lain yang juga mempengaruhi kualitas air pada kolam budidaya, namun parameter DO merupakan parameter paling penting dalam keberlangsungan kehidupan udang/ikan

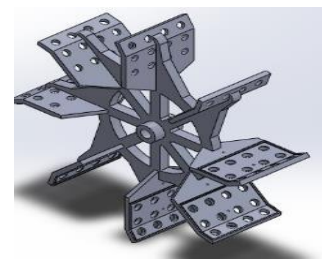
didalamnya. Parameter lainnya yang juga sangat penting adalah konsumsi energi dari kincir yaitu daya listrik yang digunakan untuk menaikkan kandungan oksigen terlarut. Pengambilan data ini dimaksudkan untuk mengetahui besar konsumsi daya listrik, pada ketiga jenis atau model kincir air yang diuji. Data ini sangat berguna untuk mengetahui performa kincir air yakni seberapa besar konsumsi listrik yang digunakan untuk menaikkan kandungan oksigen terlarut dalam suatu waktu tertentu.



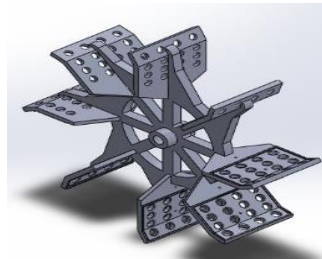
Keterangan :  
 1. Kolam  
 2. Aerator  
 3. Shaft  
 4. Motor Listrik  
 5. Watt Meter  
 6. Dimmer AC  
 7. Tachometer  
 8. DO Meter

Gambar.2 Alat dan Bahan Penelitian

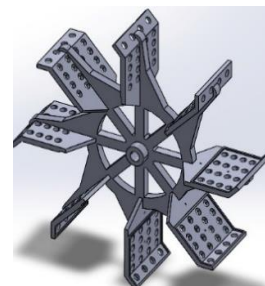
Penelitian dilakukan pada kolam dengan ukuran 600 x 290 x 450 mm dan volume air yang digunakan saat penelitian adalah 27840 cm<sup>3</sup> (27,84 Liter) selama 20 menit. Bilah aerator yang tercelup kedalam air adalah 4 cm. Air kolam diganti dengan air yang baru ketika pengambilan data aerator berikutnya, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya perbedaan nilai DO awal yang jauh berbeda karena setelah digunakan pengambilan data sebelumnya tentu air dalam kolam masih menyimpan nilai DO yang cukup tinggi. Diawali dengan merangkai alat penelitian, lalu mengatur dan mengukur kecepatan putaran pada motor penggerak sampai 100 rpm dengan dimmer AC dan tachometer tipe GMN8905. Pengambilan data dilakukan 1 menit awal dan berikutnya setiap 2 menit menggunakan DO meter dan watt meter selama 20 menit. Data akhir berupa data hasil perbandingan performa peningkatan konsentrasi DO (mg/L) dan konsumsi daya listrik (Watt) dari 3 kincir dengan variasi jumlah lubang yang kemudian dianalisis dan ditarik kesimpulan



(a)

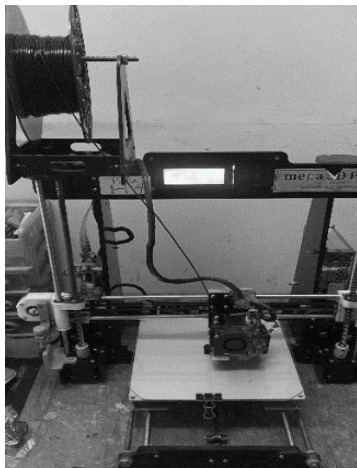


(b)

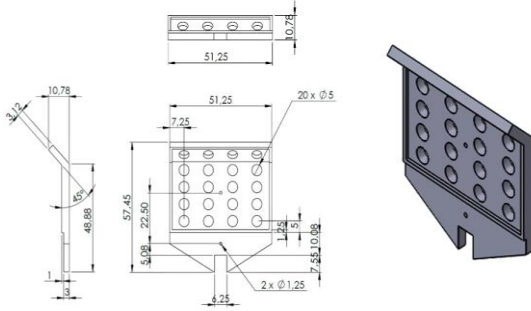


(c)

Gambar.3. 3D Prototype Aerator 8 bilah: (a). 12 lubang, (b) 16 Lubang, (c) 20 lubang.



Gambar.1 Printer 3D Prusa H4



Gambar.4 Bilah/daun aerator type paddle wheel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas Bidang Bilah Aerator

Dengan adanya variasi jumlah lubang, maka luas bidang bilah aerator akan berbeda. Luas bidang bilah aerator diperoleh dari luas bidang keseluruhan dikurangi jumlah luas lubang. Berikut hasil perhitungan luas bidang bilah aerator dengan variasi jumlah lubang.

Tabel.X Luas Bidang Bilah Aerator

Luas Bidang Bilah Aerator (A)	Satuan (cm <sup>2</sup> )
Jumlah Lubang 12	13,648 cm <sup>2</sup>
Jumlah Lubang 16	12,864 cm <sup>2</sup>
Jumlah Lubang 20	12,08 cm <sup>2</sup>

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian untuk tiga jenis model kincir air, dengan putaran konstan 100 Rpm. Pengambilan data selama 20 menit. Data mencakup suhu, kandungan oksigen, konsumsi listrik. Hasil lengkap dapat dilihat pada Tabel 2 sampai Tabel 4.

Tabel. 2 Hasil Pengujian kincir air jumlah lubang 12 pada setiap Bilah/daun

Waktu (menit)	Putaran (rpm)	Suhu (°c)	DO (mg/l)	Daya Listrik (watt)	Delta DO (mg/l)
0	100	28,6	5,6	0	
1	100	28,5	8,4	137	
2	100	28,5	8,4	135	
4	100	28,5	8,4	134	
6	100	28,5	8,5	135	
8	100	28,4	8,5	135	
10	100	28,4	8,5	136	2,9
12	100	28,4	8,5	135	
14	100	28,4	8,5	135	
16	100	28,4	8,5	135	
18	100	28,4	8,6	135	
20	100	28,3	8,6	135	

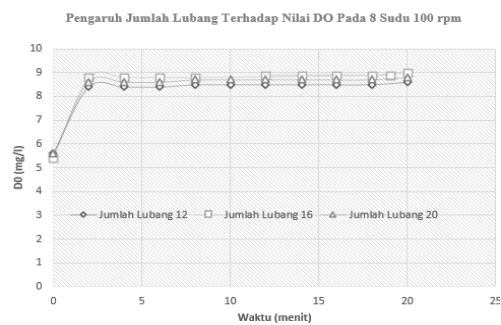
Tabel. 3 Hasil Pengujian kincir air jumlah lubang 16 pada setiap Bilah/daun

Waktu (menit)	Putaran (rpm)	Suhu (°c)	DO (mg/l)	Daya Listrik (watt)	Delta DO (mg/l)
0	100	28,9	5,4	0	
1	100	28,8	8,8	125	
2	100	28,8	8,8	122	
4	100	28,8	8,8	123	
6	100	28,8	8,8	122	
8	100	28,7	8,9	122	
10	100	28,7	8,9	122	3,3
12	100	28,7	8,9	123	
14	100	28,7	8,9	122	
16	100	28,6	8,9	122	
18	100	28,6	9	122	
20	100	28,6	9	122	

Tabel. 4 Hasil Pengujian kincir air jumlah lubang 20 pada setiap Bilah/daun

Waktu (menit)	Putaran (rpm)	Suhu (°c)	DO (mg/l)	Daya Listrik (watt)	Delta DO (mg/l)
0	100	28,7	5,6	0	
1	100	28,6	8,6	116	
2	100	28,6	8,6	116	
4	100	28,6	8,6	116	
6	100	28,6	8,7	116	
8	100	28,6	8,7	116	
10	100	28,5	8,7	116	3,1
12	100	28,5	8,7	116	
14	100	28,5	8,7	115	
16	100	28,4	8,7	115	
18	100	28,4	8,8	116	
20	100	28,4	8,8	116	

Berikut merupakan grafik hasil variasi jumlah lubang pada aerator 8 bilah dengan putaran poros kincir 100 RPM selama 20 menit. Pengaruh Tingkat Konsentrasi DO Terhadap Waktu



Gambar 5. Pengaruh Tingkat Konsentasi DO Terhadap Waktu

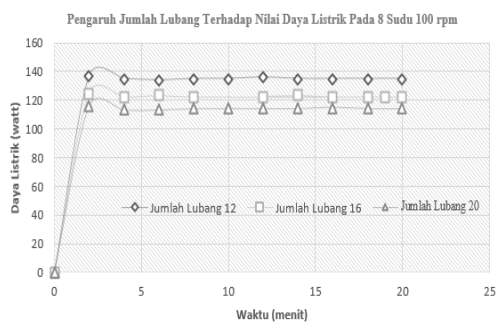
Nilai kandungan oksigen terlarut sebelum dan sesudah diaerasi mengalami peningkatan secara signifikan, seiring dengan bertambahnya waktu aerasi. Variasi jumlah lubang pada daun kincir sangat mempengaruhi nilai Dissolved Oksigen (DO) yg dihasilkan/dibangkitkan. Semburan

gelembung udara dan lamanya kontak udara dan air diudara sangat mempengaruhi banyaknya oksigen dari udara masuk dan terbawah masuk dalam kolam uji. Dengan demikian kandungan oksigen yang dihasilkan oleh masing-masing aerator bervariasi, sehingga jumlah lubang aerator akan mempengaruhi kandungan DO.

Nilai delta atau perubahan DO merupakan perolehan dari nilai DO setelah aerasi (dengan durasi waktu tertentu) dikurangi nilai DO mula mula. Hal ini bertujuan untuk mengetahui besar peningkatan atau perubahan nilai DO setelah dilakukan aerasi yaitu kincir beroperasi/berputar. Delta DO pada kincir 12 lubang yaitu 2,9 mg/L, 16 Lubang 3,3 mg/L dan kincir 20 Lubang 3,1 mg/L.

Konsumsi daya listrik terhadap waktu pada ketiga jenis/model aerator yang diuji, Aerator dengan jumlah lubang 12 membutuhkan daya listrik 136 Watt, mengalami penurunan masing masing pada aerator 16 lubang (122 Watt) dan aerator 20 Lubang hanya membutuhkan Daya listrik sebesar 116 Watt.

Bila dilakukan perbandingan antara delta DO yang dihasilkan terhadap masing masing konsumsi listrik maka aerator dengan jumlah lubang 16 memperlihatkan performa/kinerja lebih baik disbanding kincir dengan jumlah lubang 20 dan 12. Masing masing dengan nilai untuk 16 Lubang  $3,3/122 = 21,32$ ; kincir dengan 20 lubang  $3,1/116 = 26,72$  dan kincir dengan 12 lubang  $2,9/136 = 21,32$ . Sehingga dari tiga model atau bentuk aerator yang diuji, aerator dengan jumlah lubang 16 memperlihatkan kinerja/performa yang terbaik dibanding kincir lainnya.



Gambar 6. Pengaruh Konsumsi Daya Listrik Terhadap Waktu

Berdasarkan Tabel 2 sampai Tabel 4 serta Gambar 5 dan Gambar 6, diketahui besarnya kenaikan atau penambahan kandungan oksigen terlarut dalam air tambak/kolam. Konsumsi daya listrik berdasarkan waktu mengalami penurunan diwaktu awal dan setelahnya kembali stabil. Penurunan ini disebabkan adanya daya tahanan gerak aerator saat aerator baru dinyalakan. Penurunan terjadi di menit awal dan setelahnya kembali stabil. Dengan rata-rata penurunan sebesar 1-4 Watt.

Variasi jumlah lubang dapat mempengaruhi nilai daya listrik yg akan dihasilkan. Berdasarkan grafik, jumlah lubang yang semakin banyak nilai daya listrik yang dibutuhkan semakin berkurang/menurun. Hal ini disebabkan karena kincir dengan jumlah lubang yang lebih sedikit terjadi hambatan yang lebih besar disbanding dengan aerator dengan jumlah lubang yang lebih banyak. Terlihat pada table dan grafik. Aerator dengan jumlah lubang 12 membutuhkan daya listrik 136 Watt, mengalami penurunan masing masing pada aerator 16 lubang (122 Watt) dan aerator 20 Lubang hanya membutuhkan Daya listrik sebesar 116 Watt.

## KESIMPULAN

Kincir air/aerator dengan jumlah lubang sebanyak 16 pada setiap sudu/bilah, memberikan performa berupa peningkatan kandungan oksigen terlarut dalam air lebih tinggi dibanding dengan bilah (sudu) dengan jumlah 12 lubang, dan 20 lubang. Jumlah lubang pada sudu (bilah) kincir air kolam budidaya sangat mempengaruhi kemampuan untuk meningkatkan jumlah kandungan oksigen terlarut dalam air tambak.

Konsumsi/ pemakaian listrik dari 3 jenis kincir yang diuji diketahui bahwa kincir dengan jumlah lubang 12 membutuhkan konsumsi listrik lebih tinggi dibanding kincir dengan jumlah lubang 16 dan 20. Kincir dengan jumlah lubang 16 mampu meningkatkan perubahan/penambahan jumlah oksigen terlarut didandingkan dengan kincir 12 dan 20 lubang. Dari ketiga jenis kincir yang diuji kincir 12 lubang memperlihatkan performa paling rendah disbanding kincir dengan jumlah lubang 16 dan 20.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, kebudayaan, Riset, dan teknologi Republik Indonesia atas dukungan dana dalam penelitian ini. (No. Kontrak 069/E5/PG.02.00.PT/2022)

#### DAFTAR PUSTAKA

- (1) Tanveer, M., Roy, S. M., Vikneswaran, M., Renganathan, P., & Balasubramanian, S. (2018). Surface aeration systems for application in aquaculture: a review. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(5), 342-347.
- (2) Bahri, S., Setiawan, R. P. A., Hermawan, W., & Junior, M. Z. (2018, May). The development of furrower model blade to paddle wheel aerator for improving aeration efficiency. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 352, No. 1, p. 012006). IOP Publishing.
- (3) Supriatna, M., Mahmudi, M., & Musa, M. (2020). Model Ph dan Hubungannya Dengan Parameter Kualitas Air Pada Kolam budidaya Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Banyuwangi Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 4(3), 368-374.
- (4) Karya Tani Mandiri. (2020). Budi daya Udang dalam Kolam budidaya. Penerbit Nuansa Aulia. Bandung
- (5) Purnamasari, I., Purnama, D., & Utami, M. A. F. (2017). Pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di kolam budidaya intensif. *Jurnal enggano*, 2(1), 58-67.
- (6) R.S. M., M. Sanjib, M.B. C. (2017) "Design characteristics of spiral aerator." *Journal of the World Aquaculture Society* 48(6): 898-908.
- (7) Adachi, T., Kubo, T., Higashiono, K., Terashima, M., & Takahashi, Y. (2018). Correlation of oxygen mass transfer and power consumption in an aeration system by a rotating cone. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 125, 105-111.
- (8) Fiyanti, A., Warsito, W., & Suciwati, S. W. (2017). Sistem otomasi kincir air untuk respirasi udang kolam budidaya menggunakan sensor Dissolved oxygen (DO). *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 5(2), 155-160.
- (9) JIANG, J. M., ZHU, Z. W., HUAN, J., & SHI, B. (2019). Energy-efficient Mechanical Aeration System in Aquaculture. *DEStech Trans. Eng. Technol. Res.*, 198-202.
- (10) R.S. M., M. Sanjib, M.B. C. "Design characteristics of spiral aerator." *Journal of the World Aquaculture Society* 48(6) (2017): 898-908
- (11) Omofunmi, O. E., Adewumi, J. K., Adisa, A. F., & Aiegbeleye, S. O. (2017). Development of a paddle wheel aerator for small and medium fish farmers in Nigeria. *AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 48(1), 22-26.
- (12) Zhang, J., & Kitazawa, D. (2016, April). Measurement of water current field created by paddle wheel aerators in shrimp culture pond. In *OCEANS 2016-Shanghai* (pp. 1-4). IEEE.

---

#### PENULIS 1:

Ridwan

Program Studi Teknik Mesin FTI Universitas Gunadarma, Jalan Margonda Raya No. 100 Depok Jawa Barat 16424.

Email: ridwan@staff.gunadarma.ac.id

(Penulis 2, Rudi Irawan; Penulis 3, Alvin Mubarak).

Laboratorium Teknik Mesin FTI Universitas Gunadarma, Jalan Margonda Raya No. 100 Depok Jawa Barat 16424.