

# Kajian Eksperimen Pengaruh Variasi Perubahan Sudut Kincir terhadap Kinerja *Paddle Wheel Aerator*

Anis Mustaghfirin<sup>1</sup>, Eky Novianarenti<sup>2</sup>, Muhammad Abid Al Fatih<sup>3</sup>, Priyambodo Nur Ardi Nugroho<sup>4\*</sup>,  
Dwi Sasmita Aji Pambudi<sup>5</sup>, Dyah Arum Wulandari<sup>6</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

<sup>4</sup> Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

<sup>5</sup> Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

<sup>6</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta

<sup>1,2,3,4,5</sup> Jln. Teknik Kimia ITS, Keputih, Sukolilo, Kota Surabaya, 60111, Indonesia

<sup>6</sup> Jln. R.Mangun Muka Raya No.11 Rawamangun Pulo Gadung Jakarta 13220, Indonesia

E-mail: mustaghfirin@ppns.ac.id<sup>1</sup>, ekynovianarenti@ppns.ac.id<sup>2</sup>, mabid@student.ppns.ac.id<sup>3</sup>,  
priyambodo@ppns.ac.id<sup>4</sup>, dwi.sasmita@ppns.ac.id<sup>5</sup>, dyaharum@unj.ac.id<sup>6</sup>.

## Info Naskah:

Naskah masuk: 23 November 2022

Direvisi: 11 Januari 2023

Diterima: 26 Januari 2023

## Abstrak

Masalah utama yang dibahas dalam penelitian ini adalah usaha untuk meningkatkan kualitas air tambak udang, khususnya kadar oksigen terlarut yang rendah dengan melakukan modifikasi pada sudut kincir aerator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut (DO) sangat penting dalam budidaya tambak udang dan bahwa *paddle wheel aerator* adalah alat yang berguna dalam sistem budidaya tambak intensif karena dapat menghasilkan DO sesuai kebutuhan. Penelitian menggunakan model yang dirancang menggunakan perangkat lunak *Solidworks* dan diuji pada skala 1:10 dengan 3 variasi sudut (15°, 35°, dan 55°) pada masing-masing sudut kincir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi sudut mempengaruhi kecepatan putar dan produksi DO, dengan kecepatan putar dan produksi DO tertinggi dicapai pada variasi sudut 55°. Namun, parameter terbaik untuk aerator ditemukan pada variasi sudut kincir 35° dan kecepatan putar 300 rpm, karena menghasilkan oksigen terlarut tertinggi dengan daya yang relatif rendah.

## Keywords:

aerator model;  
experiment;  
paddle wheel aerator;  
angle variation;  
dissolved oxygen.

## Abstract

The main problem discussed in this study is the effort to improve the quality of shrimp pond water, especially the low dissolved oxygen levels by modifying the angle of the aerator wheel. The results showed that dissolved oxygen (DO) levels were very important in shrimp pond culture and that the paddle wheel aerator was a useful tool in intensive aquaculture systems because it could produce DO as needed. The study used a model designed using Solidworks software and tested at a scale of 1:10 with 3 variations of angles (15°, 35°, and 55°) at each wheel angle. The test results show that the angle variation affects the rotational speed and DO production, with the highest rotational speed and DO production achieved at an angle variation of 55°. However, the best parameters for the aerator were found at a variation of the wheel angle of 35° and a rotational speed of 300 rpm, because it produced the highest dissolved oxygen with relatively low power.

## \*Penulis korespondensi:

Priyambodo Nur Ardi Nugroho

E-mail: priyambodo@ppns.ac.id

## 1. Pendahuluan

Industri akuakultur telah menjadi sektor dominan dalam produksi makanan akuatik dan melanjutkan industri yang berkembang pesat yang mendukung perekonomian negara. Industri akuakultur di Indonesia merupakan sektor yang sedang naik daun. Menurut data dari penelitian sebelumnya [1], dalam hal produksi perikanan budidaya bruto tahunan secara global, Indonesia menempati urutan keempat sebagai negara paling produktif. Indonesia memanfaatkan sebagai negara kepulauan yang terletak di garis khatulistiwa dengan iklim tropis. Survei [2] menempatkan Indonesia sebagai garis pantai terpanjang ketiga dengan 95.181 km. Produk perikanan budidaya yang paling banyak diekspor adalah udang, ikan, dan rumput laut. Dari target kebutuhan udang Nasional, terdapat bagian mendukung peningkatan ekspor udang sebanyak 250% atau 578 ribu ton [3]. Oleh karena itu kemampuan petani dalam budidaya tambak sangat mempengaruhi kapasitas produksi tambak udang. Permasalahan utama yang sering ditemukan dalam kegagalan tambak udang adalah buruknya kualitas air selama masa pemeliharaan [4].

Hal yang mempengaruhi buruknya kualitas air yang salah satunya perihal kadar oksigen yang rendah [5]. Salah satu hal yang penting dalam budidaya udang di tambak adalah sumber DO (*Dissolved Oxygen*) di dalam air tambak agar udang mendapatkan asupan oksigen yang cukup. Sehingga udang tidak mengalami kekurangan oksigen. *Paddle wheel aerator* merupakan salah satu sarana penunjang dalam sistem budidaya tambak intensif dikarenakan dapat menghasilkan DO yang dibutuhkan juga [6].

Kincir air mengangkat air ke udara yang disemprot sedemikian rupa sehingga meningkatkan area kontak dengan udara dan air. kincir yang bentuknya tidak hidrodinamik maupun aerodinamis memiliki drag yang tinggi [7]. Menurut penelitian sebelumnya [8], adanya hambatan yang bekerja pada roda yang berputar mengurangi kecepatan putaran. Oleh karena itu, meskipun dengan daya listrik yang sama, hal itu menyebabkan beberapa kerugian pada sepeda, menghasilkan kecepatan yang lebih rendah. Hal ini menambah waktu operasi, sehingga konsumsi listrik meningkat dan penggunaan waktu kerja meningkat [9].

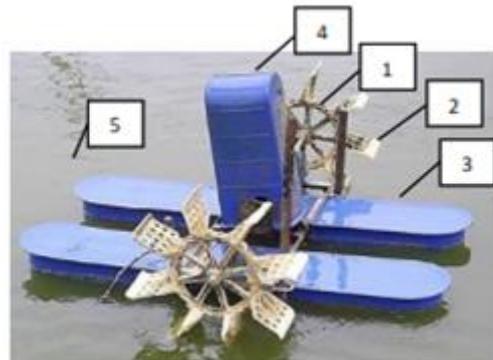
Penelitian sebelumnya [10], [11], [12], dan [13] menunjukkan bahwa dalam pengembangan pedal lengkung dilakukan uji fungsional terhadap kinerja aerator pedal lengkung yang dapat mengurangi konsumsi energi. tetapi masih menghasilkan ventilasi. efektif Kondisioner telah membuktikan dirinya. Namun penelitian ini tidak menguji pengaruh aerasi terhadap peningkatan oksigen terlarut dalam air yaitu uji coba lapangan pada tambak yang kaya akan ikan. Selain itu, akibat dari penelitian ini, sistem transmisi dinilai kurang memadai sehingga masih perlu dilakukan modifikasi untuk meningkatkan kecepatan putaran [14], [15].

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh desain besar sudut dan posisi sudu kincir air tambak yang memenuhi kriteria seperti dapat menghasilkan gelembung air yang banyak dengan putaran dan daya mesin yang

sekecil mungkin sehingga nantinya dapat dijadikan referensi bagi produsen kincir air.

## 2. Metode

Bagian bagian *paddle wheel aerator* dapat dilihat pada gambar 1. Pada nomor 1 adalah kincir, merupakan komponen yang tersambung dengan *gearbox* melalui *shaft*. Terdapat dua kincir pada model yang diuji. Kincir memiliki desain segi 8 dimana di setiap sudutnya terdapat sudu dengan sudut tertentu. Nomor 2 adalah sudu/padel yang memiliki lubang yang berguna untuk menimbulkan gelembung gelembung air yang banyak saat sudu masuk kedalam air. Nomor 3 adalah pelampung berbahan HDPE, sedangkan nomor 4 dan 5 adalah motor dan *gearbox*.



Gambar 1. Komponen *Paddle Wheel Aerator*



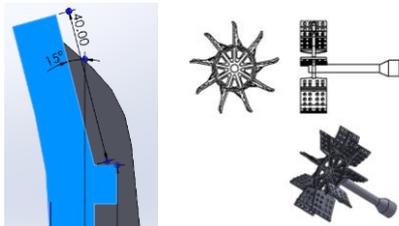
Gambar 2. Kolam Uji dan Proses Pengujian



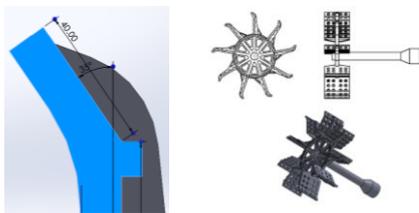
Gambar 3. Dinamo motor dan Kincir

Penelitian ini menggunakan 3 variasi sudut pada sudu, yaitu  $15^\circ$ ,  $35^\circ$ ,  $55^\circ$  dan dilakukan pengujian pada model dengan skala 1:10 yang merupakan pendekatan dari skala aktual dari tambak dan aerator dimana ukuran kolam uji dibuat dengan ukuran Panjang 100 cm x lebar 60 cm x tinggi 15 cm serta ketinggian air 10 cm seperti tampak pada gambar 2.

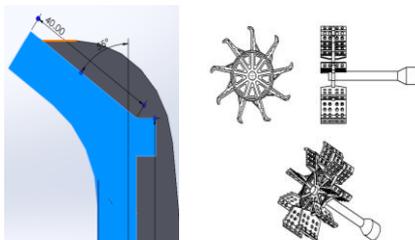
Dinamo motor pada gambar 3 miniatur *paddle wheel aerator* menggunakan motor atau dinamo DC 6 volt dengan *gear box* dikarenakan model ini adalah model yang mendekati acuan skala 1:10 yang telah umum ada di pasaran. Gambar model dengan skala 1:10 dari pengukuran aktual didapatkan geometri *paddle wheel aerator* sesuai Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6. Menggunakan skala 1:10 dari perhitungan aktual didapatkan geometri frame sesuai Tabel 1 dan gambar 7.



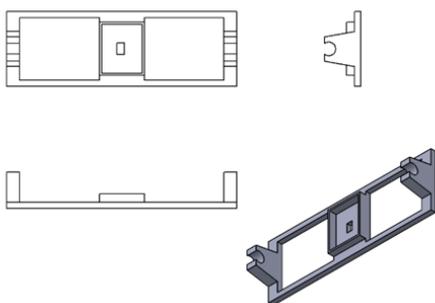
Gambar 4 Kincir Sudut 15°



Gambar 5 Kincir Sudut 35°



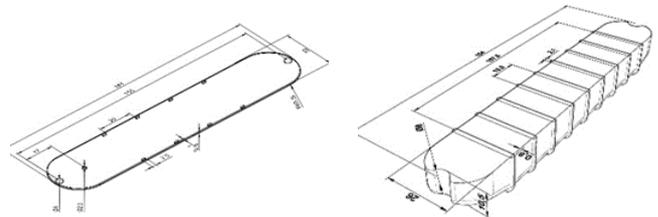
Gambar 6. Kincir Sudut 55°



Gambar 7. Geometri Frame

Tabel 1. Ukuran Frame

Nama	Ukuran
Luas Frame	352 x 1072 mm
Luas Frame Motor	230 x 190 mm
Ketebalan Frame	10 mm
Ketinggian Frame	30 mm
Diameter Lubang baring	32 mm
Ketebalan baring	60 mm
Luas Trapesium baring	120 x (115 + 164) mm



Gambar 8. Geometri Pelampung

Tabel 2. Ukuran Pelampung

Nama	Ukuran
Luas Tutup Pelampung	320 x 1610 mm
Luas lambung Pelampung	260x 1540 mm
Jumlah Sekat	9 unit
Ketebalan Sekat	21 mm

Percobaan menggunakan skala 1:10 dari perhitungan aktual didapatkan geometri pelampung sesuai tabel 2 dan gambar 8. Hasil desain yang didapatkan menggunakan software *SolidWorks* kemudian dilakukan penyesuaian dengan skala 1:10 menggunakan software *Ultimaker Cura*. Kemudian dilakukan pencetakan dan perakitan komponen miniatur sebelum dilakukan pengujian. Pengujian akan dilakukan setelah paddle wheel aerator telah di printing menggunakan 3D Printer. Pengambilan data akan dilakukan pada masing-masing *paddle wheel aerator* dengan menggunakan beberapa peralatan.

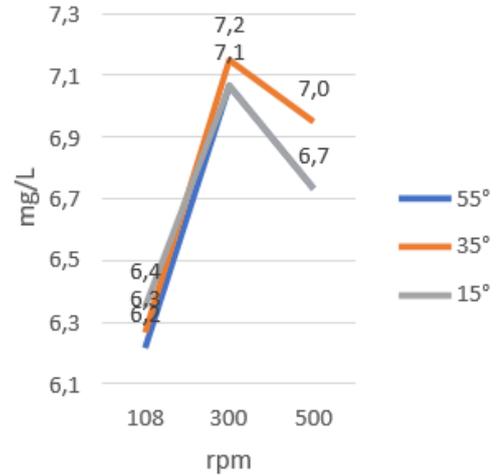
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Analisis Hasil Pengujian

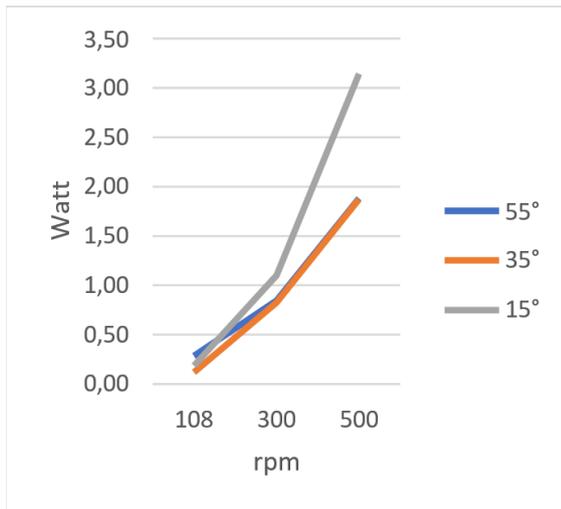
Dari pengujian didapatkan hasil yang ditunjukkan oleh tabel 3 dan grafik gambar 9. Pada Gambar 9 menunjukkan konsumsi daya terendah adalah variasi 35° pada putaran 108 rpm dengan daya 0.12 watt. Sedangkan konsumsi daya tertinggi adalah variasi 15 pada putaran 500 rpm dengan daya 3.14 watt. Selain itu, nampak bahwa variasi 15° memiliki laju kenaikan konsumsi daya yang signifikan yang menandakan bahwa variasi ini bukanlah pilihan baik untuk digunakan berdasarkan konsumsi daya yang menaik pesat. Konsumsi daya yang tinggi pada sudut 15° diakibatkan oleh gaya drag yang dialami oleh kincir ketika berputar paling besar dibandingkan dengan variasi sudut 35° dan 55°. Hasil grafik juga mengindikasikan laju kenaikan konsumsi daya pada variasi 35° dengan 55° yang semakin mendekati satu sama lain.

Tabel 3 Hasil Pengujian

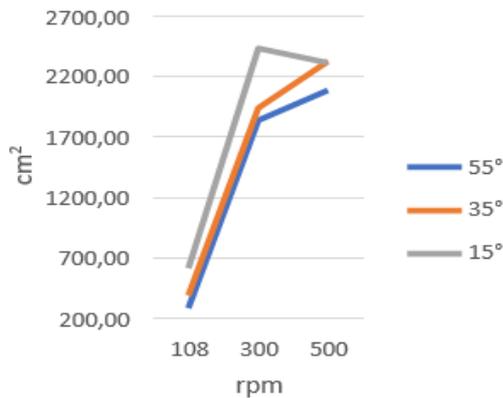
Variasi	Putaran (rpm)	Daya (W)	Luas Area (cm <sup>2</sup> )	Dissolved Oxygen (mg/L)
55°	108	0.28	284.05	6.2
	300	0.85	1840.18	7.1
	500	1.85	2089.83	6.7
35°	108	0.12	389.18	6.3
	300	0.83	1942.63	7.2
	500	1.87	2329.43	7.0
15°	108	0.19	616.74	6.4
	300	1.1	2348.32	7.1
	500	3.14	2318.5	6.7



Gambar 11. Grafik Hasil Dissolved Oxygen



Gambar 9. Grafik Hasil Konsumsi Daya



Gambar 10. Grafik Hasil Luas Area DO

Gambar 10 menunjukkan luas area terluas yang dihasilkan selama 15 menit adalah variasi 15° pada putaran 300 rpm dengan luas area 2438.32 cm<sup>2</sup>. Sedangkan luas area terkecil adalah variasi 55° pada putaran 108 rpm dengan luas area 284.05 cm<sup>2</sup>. Grafik luas area menunjukkan bahwa setiap variasi mengalami laju kenaikan yang tinggi dari kecepatan 108 rpm ke 300 rpm sedangkan mengalami laju penurunan pada kecepatan 500 rpm menandakan bahwa kecepatan 500 rpm bukanlah pilihan terbaik untuk digunakan berdasarkan luas area yang dihasilkan.

Dengan kadar dissolved oxygen awal adalah 5 mg/L. Maka pada gambar 11 menunjukkan kadar dissolved oxygen yang dihasilkan selama 15 menit adalah variasi 35° pada putaran 300 rpm dengan kadar DO 7.2 mg/L yang berarti meningkatkan kadar DO sebanyak 2.2 mg/L. Sedangkan kadar DO terendah adalah variasi 55° pada putaran 108 rpm dengan kadar DO 6.2 mg/L yang berarti hanya meningkatkan kadar DO sebanyak 1.2 mg/L. Grafik *dissolved oxygen* menunjukkan bahwa setiap variasi mengalami laju kenaikan yang tinggi dari kecepatan 108 rpm ke 300 rpm sedangkan mengalami laju penurunan pada kecepatan 500 rpm menandakan bahwa kecepatan 500 rpm bukanlah pilihan terbaik untuk digunakan berdasarkan kadar dissolved oxygen akhir.

Hasil grafik juga menunjukkan laju kenaikan maupun penurunan kadar *dissolved oxygen* pada variasi 15° dengan 55° memiliki nilai yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa putaran 300 rpm menghasilkan dissolved oxygen yang paling tinggi, hal ini selaras dengan penelitian sebelumnya [16] bahwa *oxygen transfer parameters* (E) dan *power consumption* (Ne) masing-masing berkorelasi baik dengan bilangan *Froude* (Fr) dan *Reynolds* (Re).

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang telah dijabarkan di atas, kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini diantaranya konsumsi daya listrik terkecil yang digunakan adalah kincir 35°. Sedangkan konsumsi daya terbesar adalah kincir 15°. Dalam waktu 15 menit luas area terluas adalah kincir 15° terutama saat kecepatan 300 rpm. Sedangkan luas area terkecil adalah kincir 55°. Kadar DO tertinggi dihasilkan oleh kincir 35° yaitu mencapai batas kondisi terbaik untuk pertumbuhan yang baik yaitu 8 mg/L pada kecepatan 300 rpm. Sedangkan untuk DO kincir 15 dan 55° tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Parameter terbaik adalah variasi sudut 35° dan kecepatan putaran 300 rpm karena menghasilkan *dissolve oxygen* tertinggi dengan daya yang cukup rendah.

### Ucapan Terimakasih

Penelitian ini didukung oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan melalui Program Pendanaan Riset Keilmuan Terapan Tahun 2021.

### Daftar Pustaka

- [1] T. Nhuong, P. Rodriguez, C. Chan, M. Phillips, C. Mohan, P. Henriksson, Koeshendrajana, dan S. Hall, "Indonesian aquaculture futures: An analysis of fish supply and demand in Indonesia to 2030 and role of aquaculture using the AsiaFish model," *Marine Policy*, vol. 79, p. 25–32, 2017.
- [2] World Resources Institute Coastal and Marine Ecosystems, "Marine Jurisdictions: Coastline length," 2012.
- [3] M. Solichin, M. Alfian, Syamsul, Sugeng dan Misiran, "Pengembangan Desain Kincir Aerator Untuk Meningkatkan Produksi Pada Budidaya Tambak Udang," *Jurnal Abdi Masyarakat*, vol. 14, no. 1, pp. 23-31, 1997.
- [4] Ilham, Efektifitas Penggunaan Kincir Air (Paddle Wheel) Pada Tambak Udang Vannamei Di UPT BAPL Bangil Kabupaten Pasuruan Jawa Timur, Sidoarjo: Politeknik Kelautan Dan Perikanan Sidoarjo, 2019.
- [5] E. Boyd dan C. Tucker, *Pond Aquaculture Water Quality Management*, Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [6] E. Boyd, *Water Quality Management for Pond Fish Culture*, Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1982.
- [7] F. Adnan, Pengaruh Jumlah Lubang, Bentuk Pedal, dan Posisi Pemasangan Pedal Pada Aerator Tipe Kincir Terhadap Daya, Diameter Semburan, dan Luas Penutupan, Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2003.
- [8] Novianarenti, "Numerical Study of The Power Plant Surface Condenser to Prevent High Pressure in Critical Areas," *Journal of Mechanical Engineering, Science, and Innovation*, vol. 1, no. 2, 2021.
- [9] H. Napitupulu dan F. Mauritz, "Uji Eksperimental Dan Analisis Pengaruh Variasi Kecepatan Dan Jumlah Sudu Terhadap Daya Dan Putaran Turbin Angin Vertical Axis Savonius Dengan Menggunakan Sudu Pengarah," *Jurnal Dinamis*, vol. 2, no. 12, 2013.
- [10] B. Samsul, "Simulation on blade Geometri and Operational Condition Toward Torque Requirement and drag Force in Paddle Wheel Aerator," *International Journal of scientific & Engineering Research*, vol. 6, no. 2, 2015.
- [11] M. Rozzaq, *Analisa Pengembangan Desain Kincir Aerator Tipe Paddle Wheel*, Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 2021.
- [12] Khasanah, *Rancang Bangun Sistem Aerator Tambak Udang Bertenaga Bayu*, Malang: Universitas Brawijaya, 2018.
- [13] S. Rosmawati, *Pengaruh Modifikasi Aerator Kincir Tipe Pedal Lengkung Pada Peningkatan Kadar Oksigen Air*, Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2009.
- [14] R. P. Setiawan, *Komponen Pedal Lengkung untuk Kincir Aerator Hemat Energi*, Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2006.
- [15] R. P. Setiawan, "Aerator Tipe Kincir," dalam *Seminar Nasional Crustaceae*, Bogor, 2003.
- [16] S. Roy, S. Moulick, C. Mukherjee dan B. Mal, "Effect of Rotational Speeds of Paddle Wheel Aerator on Aeration cost," *American research thoughts*, 2015.