

STUDI NUMERIK PENGARUH JENIS LUKUKAN DAN JUMLAH LUBANG SUDU PADA PERFORMA AERASI TAMBAK UDANG VANNAMEI MARINE SCIENCE TECHNO PARK - UNDIP

*Fakhriansyah¹, Muchammad², Mohammad Tauviqirrahman²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: fakhriansyah969@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menganalisis pengaruh jenis lekukan dan jumlah lubang sudu pada performa aerasi tambak udang vaname di Marine Science Techno Park (MSTP) Undip. Menggunakan simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) dengan software ANSYS Fluent, ditemukan bahwa sudu dengan lekukan 170 derajat dan 16 lubang menghasilkan intensitas turbulensi terbaik 6,78%, meningkatkan pencampuran oksigen yang efektif. Validasi hasil simulasi menunjukkan bahwa metode dan asumsi yang digunakan dapat diterima. Penelitian ini menyimpulkan bahwa variasi lekukan dan jumlah lubang sudu pada aerator sangat mempengaruhi performa aerasi, berkontribusi pada pengembangan teknologi aerasi yang efisien untuk budidaya udang vaname di Indonesia. Kata kunci: *Dissolved oxygen*, intensitas turbulensi, *computational fluid dynamics*, aerator, udang vanname.

Kata kunci: aerator; *computational fluid dynamics*; *dissolved oxygen*; intensitas turbulensi; udang vanname

Abstract

This research analyzes the impact of blade curvature types and the number of blade holes on the aeration performance of vannamei shrimp ponds at Marine Science Techno Park (MSTP) Undip. Using Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations with ANSYS Fluent software, it was found that blades with a 170-degree curvature and 16 holes produced the best turbulence intensity of 6.78%, effectively enhancing oxygen mixing. Validation of the simulation results indicates that the methods and assumptions used are acceptable. This research concludes that variations in blade curvature and the number of blade holes significantly affect aeration performance, contributing to the development of efficient aeration technology for vannamei shrimp farming in Indonesia.

Keywords: aerator; computational fluid dynamics; dissolved oxygen; turbulence intensity; vannamei shrimp

1. Pendahuluan

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) adalah salah satu komoditas unggulan yang penting untuk sektor ekspor perikanan Indonesia. Spesies ini sangat digemari oleh para pembudidaya karena memiliki ketahanan terhadap penyakit yang baik dan produktivitas tinggi [1]. Indonesia, sebagai negara eksportir utama udang dunia, terus meningkatkan produksinya setiap tahun, membuka peluang besar untuk meningkatkan kinerja ekspor [2]. Udang vaname (*L. vannamei*) dapat dibudidayakan baik secara tradisional, semi intensif, maupun intensif [3]. Pembudidaya udang kini dapat memelihara hingga 120 ekor benur/m², dengan kebutuhan oksigen terlarut yang harus dijaga baik [4].

Oksigen terlarut sangat penting untuk budidaya udang, dihasilkan dari fotosintesis tanaman air dan difusi udara. Aerasi diperlukan untuk meningkatkan efisiensi transfer oksigen ke dalam air [5]. Aerasi berfungsi untuk melarutkan oksigen ke dalam air dan melepaskan gas-gas terlarut lainnya [6].

Aerator buatan, seperti paddlewheel, jet Scorpion, jet Venture, dan Wavesurge, digunakan untuk menjaga konsentrasi oksigen terlarut, meski efisiensi dan pola sirkulasi airnya masih kurang dipahami [7]. Paddlewheel aerator, dilengkapi dayung, adalah yang paling umum digunakan. Aerator ini berputar, menciptakan turbulensi yang mengaerasi air [8]. Desain aerator kincir dikembangkan untuk meningkatkan tingkat oksigen terlarut, memungkinkan pengembangan dan perbaikan desain untuk meningkatkan kinerja aerator [9].

CFD menggantikan eksperimen, menghemat biaya dan waktu. Software ini memprediksi aliran fluida berdasarkan hukum konservasi, dapat menganalisis pola aliran, efisiensi aerasi, dan hidronamik bioreaktor [10]. CFD digunakan dalam penelitian untuk analisis aerasi tambak udang, mencari kadar oksigen maksimal dan optimisasi aliran menggunakan aerator.

2. Metode Penelitian

2.1 Observasi

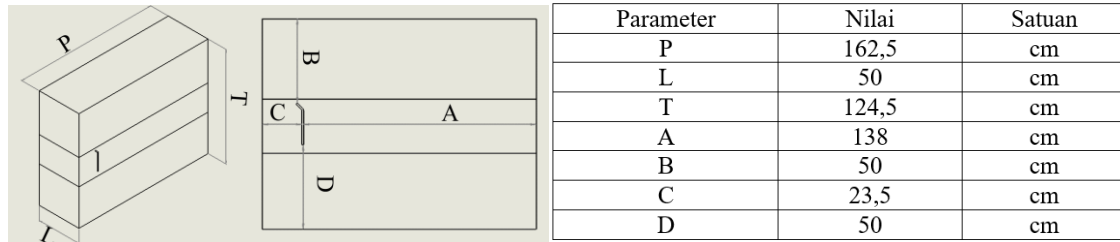
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode numerik dengan software ANSYS fluent untuk menganalisis kecepatan aliran dan intensitas turbulensi yang akan menggambarkan kinerja aerasi pada kolam budidaya udang oleh paddlewheel aerator. Data diambil dengan cara pengukuran dari spesifikasi mechanical aerator, dan dimensi mechanical aerator.

2.2 Pemodelan Simulasi

Penelitian ini menggunakan simulasi tiga dimensi dengan ANSYS Fluent untuk menguji berbagai konfigurasi paddlewheel aerator dalam mempengaruhi kecepatan aliran dan intensitas turbulensi dalam proses aerasi kolam. Domain Fluida

1. Domain fluida

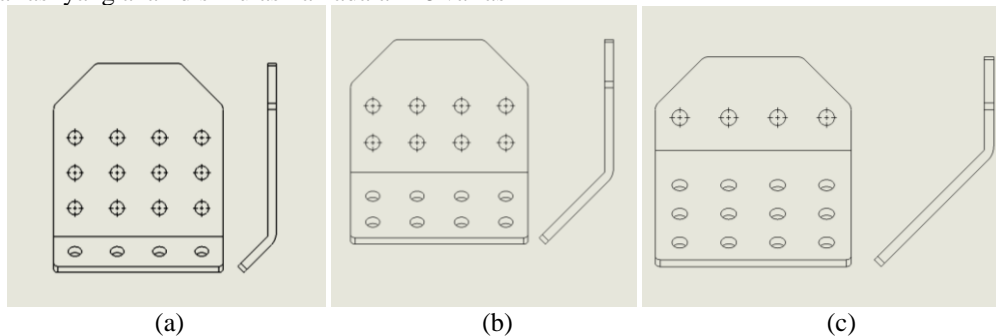
dibuat menggunakan software spaceclaim. Berikut merupakan gambar serta ukuran dari domain fluida



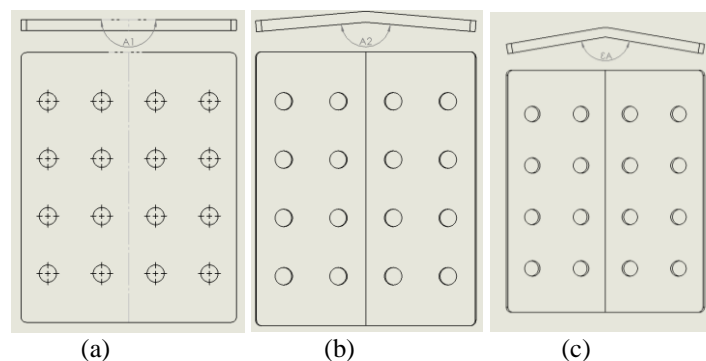
Gambar 1. Domain Fluida Dan Ukurannya Pada Simulasi

a. Sudu Aerator

Ukuran sudu yang digunakan sama pada semua simulasi dengan panjang sudu sebesar 24,6 cm, lebar sudu sebesar 19 cm. Sudu berada dalam domain yang telah ditentukan dan dibuat menggunakan software spaceclaim. Variasi tersebut digunakan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap intensitas turbulensi yang dihasilkan oleh setiap sudu. Berikut merupakan jenis lekukan yang akan divariasikan dalam simulasi serta akan dikombinasikan dengan jumlah lubang oleh karena itu total variasi yang akan disimulasikan adalah 18 variasi



Gambar 2. (a) Sudu dengan lekukan berada di antara lubang baris pertama dengan baris kedua dengan 16 lubang (b) sudu dengan lekukan berada di antara lubang baris kedua dengan baris ketiga dengan 16 lubang (c) sudu dengan lekukan berada di antara lubang baris ketiga dengan baris keempat dengan 16 lubang



Gambar 3. (a) Sudu dengan sudut 180° dan 16 lubang (b) sudu dengan sudut 170° dengan 16 lubang (c) sudu dengan sudut 160° dengan 16 lubang

2.3 Processing

Tahap processing dilakukan dengan mensimulasikan model yang telah dibuat menggunakan software Ansys Fluent 2020. Simulasi dijalankan dengan steady 3D. Jenis turbulen yang digunakan merujuk pada penelitian yaitu menggunakan $k - \omega$ SST *turbulent*. Material yang digunakan pada simulasi ini hanya satu yaitu material air yang digambarkan sebagai domain. Sifat material air berupa density senilai $998,2 \text{ Kg/m}^3$ dan viskositas $0,001003 \text{ kg/ms}$.

Tabel 1. Kondisi batas simulasi

<i>Boundary Condition</i>	<i>Condition</i>	<i>Value</i>	<i>Unit</i>
<i>Inlet</i>	<i>Velocity Inlet</i>	28,5	m/s
<i>Outlet</i>	<i>Pressure Outlet</i>	1	atm
<i>Wall</i>	<i>Blade</i>	No Slip	-

Kecepatan dari aerator digunakan sebagai kecepatan inlet dari fluida yang akan melewati wall atau sudu. Selain itu, Solution solver menggunakan kondisi incompressible viscous fluid. Skema yang digunakan pada solution method menggunakan skema Semi-Implicit Method for Pressure-Linked Equations (SIMPLE).

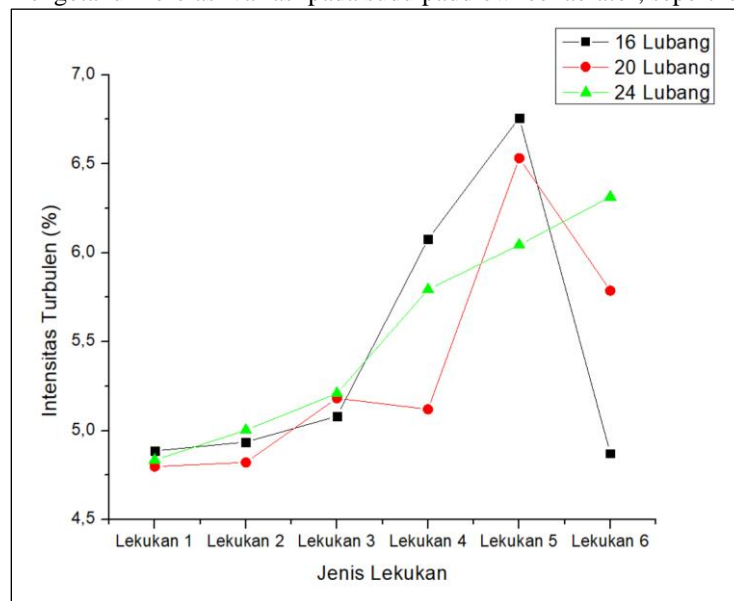
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Grid Independence Test

Penelitian ini melakukan simulasi numerik untuk menganalisis intensitas turbulensi aerator. Ukuran grid 35 mm menghasilkan 1.289.984 elemen dengan kecepatan maksimum 40,97 dan kesalahan 2,8%. Ukuran grid 30 mm menghasilkan 645.942 elemen dengan kecepatan maksimum 40,17 dan kesalahan 3,2%. Ukuran grid 25 mm menghasilkan 408.418 elemen dengan kecepatan maksimum 39,85 dan kesalahan 3,2%. Ukuran grid 20 mm menghasilkan 304.325 elemen dengan kecepatan maksimum 38,94 dan kesalahan 3,1%. Ukuran grid 15 mm menghasilkan 250.478 elemen dengan kecepatan maksimum 38,97 dan kesalahan 2,2%. Hasil ini menunjukkan bahwa variasi ukuran grid tidak lagi secara signifikan mempengaruhi hasil simulasi.

3.2 Hasil Simulasi

Simulasi pada software ANSYS dilakukan hingga mencapai kondisi konvergen dengan nilai residual 10^{-3} . Hasil simulasi dibandingkan untuk mengetahui korelasi variasi pada sudu paddlewheel aerator, seperti terlihat pada gambar 8.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Tiap Variasi.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan paddlewheel aerator menghasilkan turbulensi yang bermanfaat untuk pencampuran oksigen. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sudu dengan sudut 170 derajat dan 16 lubang menghasilkan intensitas turbulensi terbaik sebesar 6,78%. Profil lekukan dan jumlah lubang sudu sangat mempengaruhi intensitas turbulensi, memungkinkan pengaturan profil aliran yang optimal untuk meningkatkan aerasi tambak udang.

5. Daftar Pustaka

- [1] Asmawati NE, Adhawati SS, Jusni J. Analisis Efisiensi Produksi Tambak Udang Vaname (*Litopenaeus Vaname*) di Kabupaten Maros. *Media Agribisnis*. 2022;6(1):96–103.
- [2] Fatimah SS, Marwanti S, Supardi S. Kinerja Ekspor Udang Indonesia Di Amerika Serikat Tahun 2009-2017: Pendekatan Model Constant Market Share (Cms). *J Sos Ekon Kelaut dan Perikan*. 2020;1(1):57.
- [3] Ariadi H, Wafi A, Supriatna S, Musa M. Tingkat Difusi Oksigen Selama Periode Blind Feeding Budidaya Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Rekayasa*. 2021;14(2):152–8.
- [4] Saputra HK, Hamka MS, Susanti L, Mulyani R, Dwiarto A, Alam HS. Aplikasi Teknologi Aerasi Dan Bioekonomi Pada Transportasi Benur Udang Vaname *Litopenaeus Vannamei* Jarak Pendek Dengan Kepadatan Berbeda. *J Sains Terap*. 2021;11(1):9–19.

- [5] Makmur ., Suwoyo HS, Fahrur M, Syah R. PENGARUH JUMLAH TITIK AERASI PADA BUDIDAYA UDANG VANAME, *Litopenaeus vannamei*. *J Ilmu dan Teknol Kelaut Trop*. 2018;10(3):727–38.
- [6] I Ketut Daging, Pungkas Prayitno, Iwan G. Wardana, Akhmad Syarifudin, Hendro Sukismo, Sugianto. Rancang Bangun Alat Aerasi Mikro Bubblepada Budidaya Air Tawar. *J Innov Res Knowl*. 2022;2(1):239–44.
- [7] Jayanthi M, Balasubramaniam AAK, Suryaprakash S, Veerapandian N, Ravisankar T, Vijayan KK. Assessment of standard aeration efficiency of different aerators and its relation to the overall economics in shrimp culture. *Aquac Eng*
- [8] Arini NR, Ala MU Al, Kusuma WR, Mubarak MA, Sigalo MB. Numerical Study on the Effect of Wheel Aerator Paddle Profiles to Fluid Flow Characteristics and Aeration Performance Prediction. 2023 Int Electron Symp. 2023.
- [9] Bahri S, Setiawan R, Hermawan W, Yunior M. Perkembangan Desain dan Kinerja Aerator Tipe Kincir. *J Keteknikan Pertan*. 2014;2(1):21685.
- [10] Mohan. T R, Kumar MSM, Rao L. Numerical modelling of oxygen mass transfer in diffused aeration systems: A CFD-PBM approach. *J Water Process Eng [Internet]*. 2021;40(September 2020):101920. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.101920>