

## STUDI NUMERIK PENGARUH JUMLAH DAN UKURAN LUBANG SUDU PADA PERFORMA AERASI TAMBAK UDANG VANNAMEI MARINE SCIENCE TECHNO PARK – UNDIP

\*Muhamad Ari Ariyuda<sup>1</sup>, Muchammad<sup>2</sup>, Mohammad Tauvqiirrahman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

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

\*E-mail: muhamadariyuda@gmail.com

### Abstrak

Udang vaname (*L. vannamei*) banyak dibudidayakan karena memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan jenis udang yang lain. Pada budidaya udang, oksigen terlarut merupakan faktor penting bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang sehingga penggunaan aerator khususnya paddlewheel aerator untuk membantu pemenuhan oksigen terlarut merupakan salah satu hal yang krusial. Penelitian ini dilakukan agar dapat mengetahui variasi jumlah dan ukuran lubang pada sudu yang paling optimal untuk memenuhi kebutuhan oksigen terlarut pada tambak udang. Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan melakukan simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) pada sebuah sudu dalam domain fluida yang memiliki kecepatan inlet untuk mengetahui nilai intensitas turbulensi yang berbanding lurus dengan pencampuran dissolved oxygen dari udara ke air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi sudu dengan jumlah lubang 16 dan lubang berukuran 16 mm menghasilkan intensitas turbulensi yang paling baik dibandingkan dengan sudu variasi lain yaitu sebesar 16,8% sehingga dapat mencampur oksigen terlarut dari udara ke air dengan baik. Kesimpulannya, jumlah dan ukuran lubang pada sudu aerator berpengaruh terhadap performa dari paddlewheel aerator dikarenakan tingkat intensitas turbulensi yang menunjukkan pencampuran dissolved oxygen terpengaruhi dari jumlah dan ukuran lubang sudu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pengembangan desain paddlewheel aerator sehingga penggunaan aerator dapat mencapai hasil yang optimal.

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

### Abstract

*Vannamei shrimp (L. vannamei) are widely cultivated due to their many advantages compared to other shrimp species. In shrimp farming, dissolved oxygen is a crucial factor for shrimp growth and survival, making the use of aerators, especially paddlewheel aerators, essential to meet dissolved oxygen requirements. This research aims to determine the optimal variation in the number and size of holes on the paddlewheel to fulfill dissolved oxygen needs in shrimp ponds. The methodology employed in this study involves conducting Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations on a paddlewheel within a fluid domain with an inlet velocity to determine the turbulence intensity, which correlates with the mixing of dissolved oxygen from air into water. The results show that a paddlewheel variation with 16 holes, each 16 mm in size, produces the best turbulence intensity at 16.8% compared to other variations, facilitating efficient mixing of dissolved oxygen from air into water. In conclusion, the number and size of holes on the aerator paddlewheel significantly affect its performance, as indicated by the turbulence intensity, which influences the mixing of dissolved oxygen, emphasizing the importance of optimizing paddlewheel aerator design. This research is expected to aid in the development of paddlewheel aerator designs to achieve optimal results in aerator usage.*

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

### 1. Pendahuluan

Udang adalah komoditas unggulan dan memiliki peran penting pada sektor ekspor perikanan. Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu spesies komoditas budidaya perikanan yang sangat digemari oleh para pembudidaya udang di Indonesia. Hal itu dikarenakan udang ini memiliki banyak keunggulan, yaitu memiliki ketahanan terhadap penyakit dan tingkat produktivitasnya tinggi [1]. Indonesia sebagai salah satu negara eksportir utama udang dunia, juga diimbangi dengan produksi udang dari tahun ke tahun yang mengalami peningkatan sehingga Indonesia memiliki peluang yang besar untuk terus meningkatkan kinerja ekspornya [2]. Udang vaname (*L. vannamei*) dapat dibudidayakan baik secara tradisional, semi intensif, maupun intensif [3]. Pembudidaya udang modern bisa membudidayakan udang pada kepadatan benur tinggi yaitu bisa mencapai 120 ekor benur/m<sup>2</sup>. Kepadatan tersebut bisa dilakukan dikarenakan dapat terpenuhinya kebutuhan oksigen terlarut [4].

Kandungan oksigen terlarut adalah faktor yang krusial dalam menunjang keberhasilan budidaya udang di tambak. Oksigen dapat dihasilkan dari kegiatan fotosintesis tanaman air dan juga difusi dari udara. Konsentrasi oksigen yang ada di

udara sangat kecil yaitu sekitar 20,95%. Kemampuan difusi oksigen ke dalam air dipengaruhi oleh keseimbangan tekanan oksigen di air dan atmosfer. Oleh karena itu, aerasi dibutuhkan untuk meningkatkan efisiensi transfer oksigen ke dalam air [5] Aerasi memiliki fungsi utama untuk melarutkan oksigen ke dalam air untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan melepaskan kandungan gas-gas yang terlarut dalam air [6].

Pembudidaya udang modern menggunakan aerator buatan untuk menjaga konsentrasi oksigen terlarut sesuai kebutuhan. Jenis aerator yang cocok untuk budidaya udang ada banyak jenisnya. Namun, efisiensi komparatif dan pola sirkulasi airnya masih kurang dipahami. Jenis aerator yang tersebut adalah *paddlewheel* aerator, jet Scorpion, jet Venture, Wavesurge [7]. *Paddlewheel* aerator yang paling umum digunakan merupakan roda air yang dilengkapi dengan beberapa dayung untuk melakukan proses aerasi. Aerator tersebut berputar sehingga menciptakan turbulensi yang menciptakan aerasi dari udara ke permukaan air [8]. Desain aerator sangat mempengaruhi tingkat oksigen yang terlarut dalam air untuk industri budidaya udang dan juga ikan. Oleh karena itu, desain aerator dikembangkan sehingga memberi alternatif pengembangan dan perbaikan desain guna peningkatan kinerja aerator tipe kincir [9].

Semakin berkembangnya bidang komputasi, Computational Fluid Dynamics (CFD) dilakukan untuk menggantikan prosedur eksperimental sehingga lebih menghemat biaya dan waktu. Software CFD merupakan software yang dapat menghasilkan prediksi kuantitatif aliran fluida berdasarkan hukum konservasi (konservasi, massa, momentum, dan energi). Computational Fluid Dynamics (CFD) dapat digunakan untuk menganalisis pola aliran, efisiensi aerasi dan aspek-aspek hidronamik bioreaktor lainnya [10]. Oleh karena itu, CFD digunakan pada penelitian ini untuk menganalisis proses aerasi yang terjadi pada tambak udang. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kadar oksigen maksimal dan optimasi aliran pada kolam tambak udang menggunakan aerator yang dianalisis menggunakan CFD.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Pemodelan Simulasi

Penelitian dilakukan dengan menyederhanakan proses aerasi kolam dengan menentukan ukuran domain fluida yang akan dianalisis dan juga menggunakan sebuah sudu yang berada pada posisi terendahnya sebagai perwakilan yang menggambarkan kinerja dari semua sudu yang ada pada mechanical aerator. Kecepatan sudu dimasukkan kepada kecepatan inlet domain fluida dan menggunakan jenis turbulensi  $K-\omega$  SST turbulent. Nilai intensitas turbulensi dijadikan acuan untuk mengetahui performa dari aerator yang disimulasikan dikarenakan nilai intensitas turbulensi berbanding lurus dengan konsentrasi oksigen terlarut yang dapat dihasilkan oleh aerator.

#### 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. Sudu yang disimulasikan sebanyak 9 variasi dengan menggunakan kombinasi antara ukuran lubang sebesar 12 mm, 16 mm, 20 mm dengan jumlah lubang 12, 16, 20. Variasi tersebut digunakan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap intensitas turbulensi yang dihasilkan oleh setiap sudu.

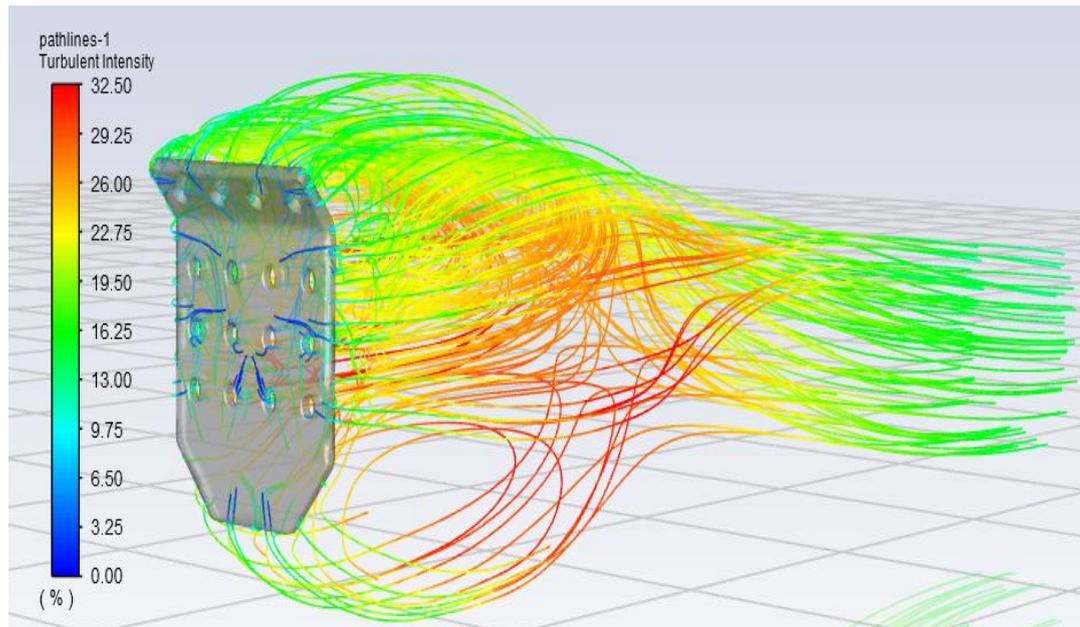
**Tabel 1.** Variasi sudu

Variasi	Jumlah Lubang	Ukuran Lubang (mm)
1	12	12
2	12	16
3	12	20
4	16	12
5	16	16
6	16	20
7	20	12
8	20	16
9	20	20

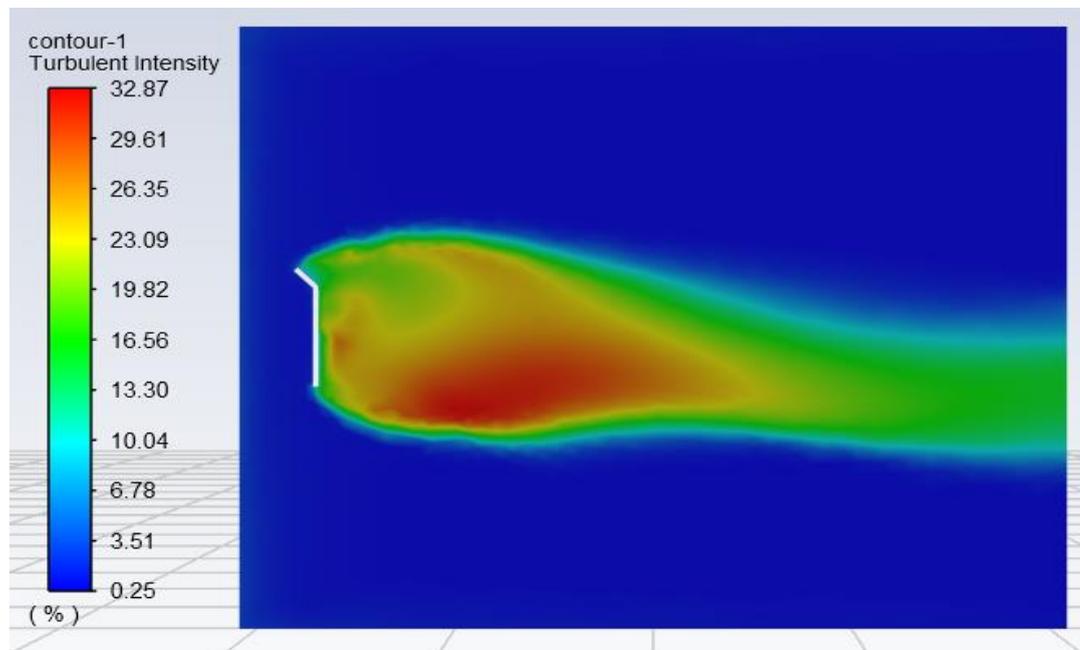
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Simulasi

Simulasi dilakukan pada software ANSYS hingga seluruh simulasi telah mencapai kondisi konvergen. Nilai residual hingga mencapai konvergensi adalah 10-3. Hasil simulasi dari tiap variasi dibandingkan agar dapat diketahui konfigurasi jumlah dan ukuran lubang yang menghasilkan performa paling baik.



(a)



(b)

**Gambar 1.** (a) Pathline intensitas turbulensi sudu variasi 5 (b) Kontur intensitas turbulensi sudu variasi 5

Variasi sudu 5 dengan konfigurasi jumlah lubang 16 berukuran 16 mm menghasilkan intensitas turbulensi yang paling baik. Hal itu menunjukkan bahwa sudu variasi 5 memiliki performa yang paling baik dalam mencampurkan oksigen ke dalam air. Gambar 1 memperlihatkan letak dari turbulensi yang terjadi pada sudu aerator. Turbulensi yang diakibatkan oleh sudu masih terjadi hingga jarak 138 cm setelah posisi sudu. Pada bagian sekitar sudu, vortex atau pusaran fluida terbentuk dan merupakan posisi dengan tingkat intensitas turbulensi tertinggi yang dihasilkan oleh sudu. Pada variasi 5, nilai maksimum dari intensitas turbulensi yang terjadi di sekitar sudu adalah 16,80%.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini dapat menyimpulkan bahwa penggunaan *paddlewheel* aerator pada kolam menghasilkan turbulensi sehingga pencampuran oksigen dari udara ke air dapat terjadi dengan baik. Selain itu hasil simulasi dari ke-9 variasi menunjukkan bahwa konfigurasi sudu dengan jumlah lubang 16 berukuran 16 mm menghasilkan intensitas turbulensi yang paling baik. Pada perbandingan sudu dengan ukuran lubang sama, sudu dengan jumlah 16 menghasilkan intensitas turbulensi yang paling baik. Selain itu, perbandingan sudu dengan jumlah ukuran yang sama menunjukkan bahwa ukuran lubang 16 mm menghasilkan intensitas turbulensi yang paling baik. Konfigurasi lubang pada sudu aerator menjadi faktor yang penting untuk dapat menghasilkan turbulensi yang optimal.

## 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* [Internet]. 2021;92:102142. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860920301886>
- [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;1–6.
- [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>