

## STUDI NUMERIK POLA ALIRAN (FLOW PATTERN) PADA TAMBAK UDANG VANNAMEI MARINE SCIENCE TECHNO PARK – UNDIP

\*Rafi Aldiansyah<sup>1</sup>, Muchammad<sup>2</sup>, M.S.K. Tony Suryo Utomo<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: [rafialdiansyah321@gmail.com](mailto:rafialdiansyah321@gmail.com)

### Abstrak

Udang merupakan salah satu komoditas unggulan ekspor nonmigas yang memiliki harga tinggi dan pasar yang luas. Keberhasilan dalam kegiatan budidaya perikanan berkaitan dengan sistem pemeliharaan dan kondisi lingkungan budidaya. Kondisi lingkungan yang buruk dapat menjadi kendala bagi pertumbuhan komoditas dan dapat menyebabkan kematian dalam skala besar. Salah satu parameter penentunya adalah persebaran udang dan pemerataan distribusi pakan untuk menghasilkan performa perkembangan udang secara baik, maka petani aqua menggunakan aerator untuk menopang kebutuhan tersebut. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis persebaran pakan udang dan area preferensi kecepatan udang melalui rekayasa aliran menggunakan paddlewheel aerator. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode numerik dengan perangkat lunak CFD Fluent dengan mengasumsikan kolam menjadi dua dimensi menjadi beberapa variasi kemudian membandingkan hasilnya. Dari hasil tersebut dapat diketahui konfigurasi terbaik dalam persentase preferensi area kecepatan sesuai habitat udang tersebut. Hasil penelitian pada geometri kolam berbentuk persegi persentase nilai area kecepatan preferensi nilai persentase variasi ini memiliki nilai persentase sebesar 32,28%. Pemilihan konfigurasi optimal untuk diterapkan akan berdampak pada persebaran pakan yang merata pada area kecepatan preferensi sehingga memiliki dampak baik pada kenaikan performa perkembangan udang dan penghematan penggunaan energi listrik.

**Kata kunci :** *aquaculture; computational fluid dynamics; paddlewheel aerator; vannamei*

### Abstract

*Shrimp is one of the leading non-oil and gas export commodities which has a high price and a wide market. Success in aquaculture activities is related to the maintenance system and environmental conditions of the cultivation. Poor environmental conditions can be an obstacle to commodity growth and can cause deaths on a large scale. One of the determining parameters is the distribution of shrimp and equal distribution of feed to produce good shrimp development performance, so aqua farmers use aerators to support these needs. The aim of this research is to analyze the distribution of shrimp feed and the shrimp speed preference area through flow engineering using a paddlewheel aerator. This research was carried out using numerical methods with Fluent CFD software by assuming the pool to be two dimensions into several variations and then comparing the results. From these results, it can be seen that the best configuration in terms of percentage of speed area preferences suits the shrimp habitat. The results of the research on the geometry of a square-shaped pool, the percentage value of the preference speed area, the percentage value of this variation has a percentage value of 32.28%. Choosing the optimal configuration to be applied will have an impact on the even distribution of feed in the preferred speed area so that it will have a good impact on increasing shrimp development performance and saving on electrical energy use.*

**Keywords :** *aquaculture; computational fluid dynamics; paddlewheel aerator; vannamei*

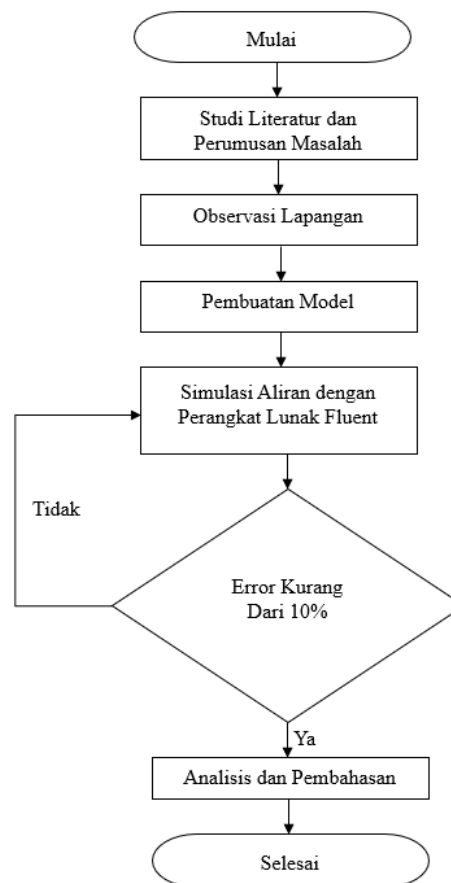
### 1. Pendahuluan

Udang merupakan salah satu komoditas unggulan ekspor nonmigas yang memiliki harga tinggi dan pasar yang luas. Keberhasilan dalam kegiatan budidaya perikanan berkaitan dengan sistem pemeliharaan dan kondisi lingkungan budidaya [1]. Budidaya udang berskala besar juga perlu memperhatikan persebaran udang dan pemerataan distribusi pakan untuk menghasilkan performa perkembangan udang secara baik [2], maka petani aqua menggunakan aerator untuk menopang kebutuhan tersebut [3]. Tujuan petani aqua adalah memaksimalkan produksi dan keuntungan serta

meminimalkan risiko. *Aerator* menawarkan solusi paling cepat untuk manajemen kualitas air pada kolam, permasalahan kekurangan oksigen, dan pendistribusian pakan [4]. Ada tiga jenis metode dasar penambahan oksigen kedalam air yaitu *mechanical aeration (surface aeration)*, *diffused aeration*, dan *combined and turbine aeration*. Pengaplikasian aerator sebagai penyuplai oksigen kedalam kolam dipilih karena memiliki efisiensi yang baik, serta kemudahan dalam pengoperasian dan perawatannya [5]. Transfer oksigen kedalam air menggunakan metode *mechanical aeration* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah *blade*, RPM, kedalaman aerator, bentuk *blade*, dan sifat air pada kolam [6]. *Computational Fluid Dynamic (CFD)* adalah software yang menghasilkan prediksi kuantitatif fenomena aliran fluida berdasarkan hukum konservasi (konservasi massa, momentum, dan energi), hukum konservasi tersebut menjadi dasar sebagai pengatur gerak fluida [7]. Penggunaan *software CFD* sebagai metode numerik komputasi dinilai lebih efisien terutama dalam hal biaya dan waktu dibandingkan percobaan secara eksperimental [8], maka metode komputasi menggunakan CFD dipilih dalam penelitian ini. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konfigurasi *paddlewheel aerator* terhadap persebaran pakan dan area dengan preferensi kecepatan dari udang, serta optimasi aliran pada kolam menggunakan *paddlewheel aerator* yang dilakukan secara numerik.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan analisis aliran berupa persebaran pakan udang pada tambak udang menggunakan penggerak berupa *mechanical aerator*, kemudian data dari tambak udang berupa dimensi kolam dan *mechanical aerator* dibuat kembali menggunakan *software solidworks*. Geometri kolam dan proyeksi dua dimensi kincir dari *solidworks* kemudian dimasukkan ke *software ansys fluent* untuk dilakukan meshing geometri dengan *skewness* dibawah 0,47. Hasil meshing dianalisis menggunakan model turbulensi *k – epsilon* dengan injeksi partikel di kolam sebagai pakan udang sehingga didapatkan hasil berupa kontur kecepatan, vektor kecepatan, kontur tekanan, dan *particle track*.

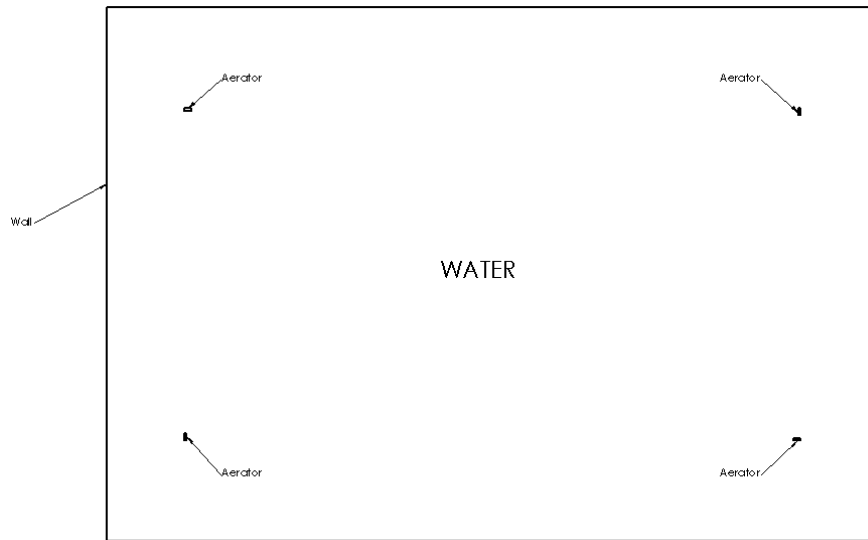


Gambar 1 Diagram alir penelitian

### 2.1 Pemodelan Simulasi Acuan

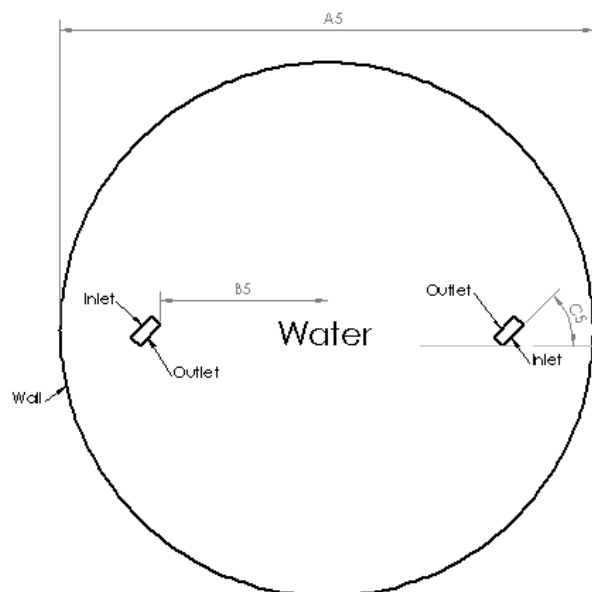
Penelitian ini menggunakan metode numerik dengan software ANSYS fluent untuk menganalisis persebaran pakan serta kecepatan aliran yang terbentuk pada kolam budidaya udang oleh *paddlewheel aerator*. Simulasi ini menggunakan metode simulasi berdasarkan penelitian acuan yang dilakukan oleh Wu dkk. [9]. Penelitian Wu dkk. [9] menyederhanakan proses aerasi kolam secara dua dimensi menggunakan aerator dimana alat tersebut berfungsi untuk

menciptakan aliran dan sirkulasi pada kolam. Dengan metode yang digunakan dapat menghasilkan data dan gambar visual yang menjelaskan pola aliran pada kolam.



**Gambar 2** Model kolam simulasi acuan

Gambar 2 adalah model kolam yang digunakan penelitian acuan dengan kolam berbentuk persegi panjang dengan ukuran 130 m x 90 m menggunakan 4 buah *aerator* sebagai alat untuk menghasilkan aliran dengan arah aliran berlawanan jarum jam.



**Gambar 3** Dimensi kolam variasi

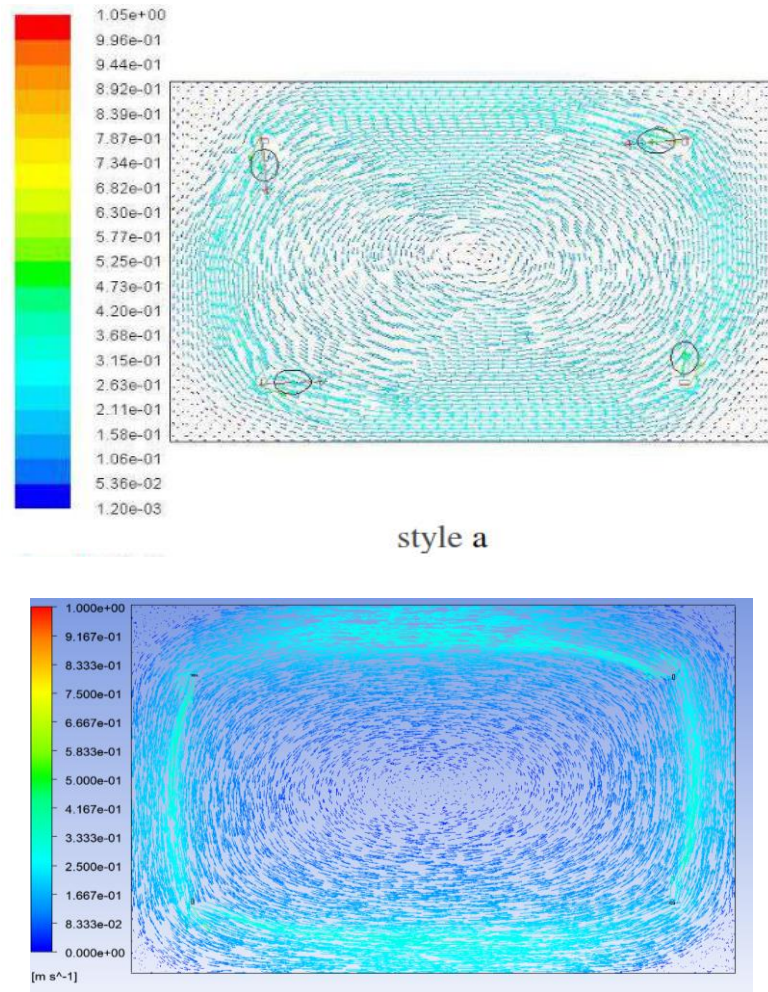
**Tabel 1** Parameter kolam variasi

Paraneter	Nilai	Satuan
A5	16	m
B5	5	m
C5	45	°

Gambar 3 dan Tabel 1 memperlihatkan dimensi dan kondisi batas pada variasi 5. Dimensi kolam yaitu, A5 senilai 16 m menggunakan dua paddlewheel aerator berjarak B5 bernilai 5 m dari pusat kolam dengan sudut C5 yaitu 45°. Sisi kolam diasumsikan sebagai wall dan domain kolam berupa air, lalu aerator memiliki inlet dan outlet.

## 2.2 Validasi Metode

Untuk membuktikan bahwa metode dan persamaan – persamaan yang digunakan untuk melakukan simulasi sudah benar maka dilakukan validasi dengan membandingkan hasil simulasi dengan data dari penelitian sebelumnya. Hasil simulasi yang dilakukan pada laboratorium tribologi menggunakan ANSYS fluent 2021 menghasilkan keluaran simulasi berupa vektor kecepatan menggunakan geometri kolam dan *setting fluent* yang sama pada paper penelitian sebelumnya [9], selanjutnya membandingkan kontur kecepatan tersebut sebagai validasi.



**Gambar 2** Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Gambar 4.1 menjadi perbandingan simulasi dengan *variasi a* penelitian oleh [9], kecepatan aliran yang dihasilkan oleh aerator pada paper acuan bernilai antara 0.263 m/s hingga 0.315 m/s sedangkan hasil simulasi dihasilkan range kecepatan dari 0.25 m/s sampai 0.333 m/s dengan galat pada batas bawah sebesar 4,942% dan batas atas sebesar 5,714%. Vektor kecepatan diatas menunjukkan area *vortex* pada bagian pusat dan disudut kolam, area tersebut memiliki kecepatan rendah karena aliran di area tersebut kurang terpengaruh oleh aliran yang dihasilkan *mechanical aerator*.

## 3 Hasil dan Pembahasan

Hasil dari simulasi pada penelitian ini menghasilkan keluaran data kuantitatif berupa persentase area berkecepatan rendah pada kolam dan data kualitatif berupa kontur kecepatan, vektor kecepatan, kontur tekanan, dan *particle track*. [10] melakukan penelitian pola migrasi serta preferensi habitat udang, dan melakukan analisis kecepatan aliran di beberapa titik sampel habitat. Hasilnya kecepatan aliran tidak berpengaruh secara signifikan terhadap distribusi ukuran, dan rasio jenis kelamin, dengan kecepatan bervariasi antara 0,01 m/s dan 0,21 m/s. Berdasarkan penelitian yang dilakukan [10] diasumsikan udang tertarik untuk berada di aliran dengan kecepatan 0,01 m/s sampai 0,21 m/s. Penelitian oleh [11]

memperlihatkan bahwa kepadatan udang dan persaingan udang untuk mendapatkan pakan mempengaruhi hasil dari budidaya udang, sehingga distribusi pakan dan area preferensi perlu merata.

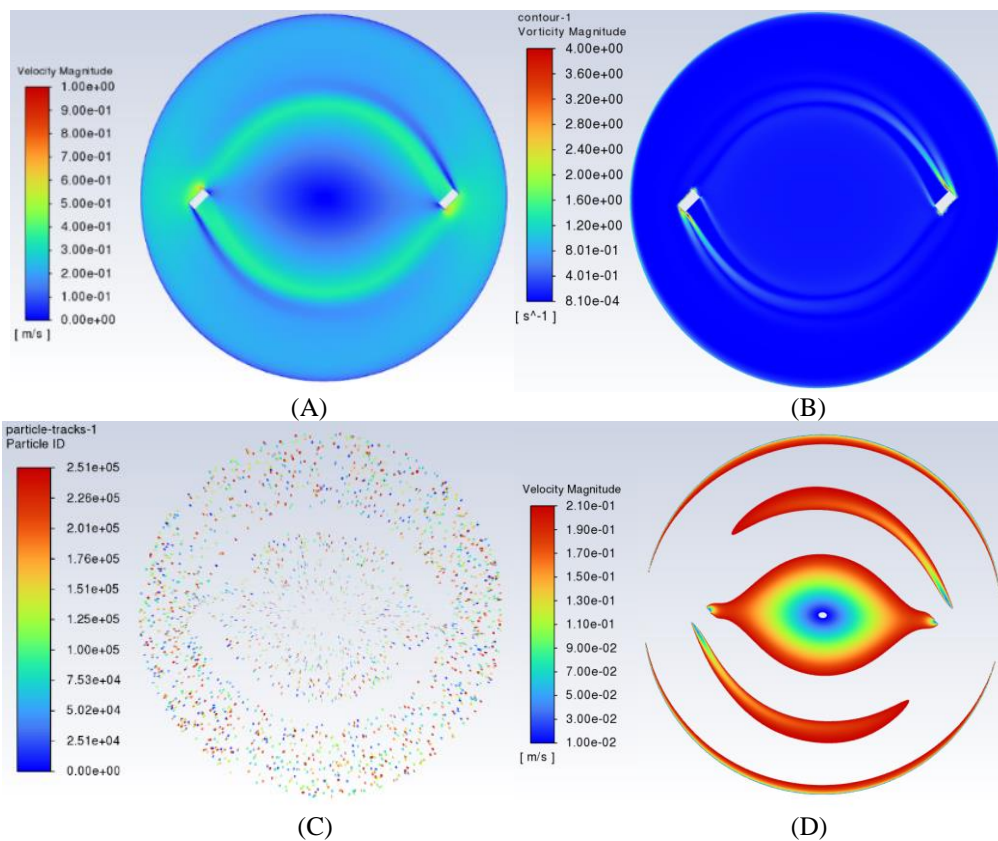
**Tabel 3** Persentase area kecepatan Preferensi

Area Kolam ( $m^2$ )	Area Kecepatan Preferensi ( $m^2$ )	Persentase (%)
201	60,15871254	29,929

Pada Tabel 3 Dapat dilihat perbandingan area berkecepatan preferensi pada variasi ini. Area dengan kecepatan 0,01 m/s sampai 0,21 m/s diasumsikan sebagai area preferensi keberadaan udang. Dari hasil simulasi didapatkan nilai persentase sebesar 29,92% dari total area kolam berbentuk persegi dengan diameter 16 m.

### 3.1 Hasil Simulasi

Keluaran simulasi ini berupa kontur kecepatan, vektor kecepatan, *particle track*, vortisitas, dan area berkecepatan antara 0,01 m/s sampai 0,21 m/s yang ditunjukkan oleh *velocity contour*. Dari hasil simulasi berupa kolam lingkaran menggunakan dua *paddlewheel aerator* di bagian kanan dan kiri kolam dengan sudut 45°. Informasi ini digunakan untuk menganalisis kecenderungan udang untuk berkumpul pada area tertentu pada kolam lingkaran berdasarkan kecepatan preferensi dan persebaran pakan berupa *particle track*.



**Gambar 3** Hasil Simulasi Variasi 5 (A) Kontur kecepatan (B) Kontur vortisitas (C) Particle track (D) Area preferensi kecepatan

Gambar 3 memperlihatkan pola aliran dari satu *aerator* ke *aerator* lainnya sehingga membentuk sirkulasi memusat ditengah, namun terdapat separasi aliran pada bagian *aerator* karena aliran menabrak langsung *aerator*. Partikel pakan terdistribusi dengan baik pada bagian dekat dinding dan tengah kolam. *Vortex* hanya terjadi pada aliran dekat *aerator* dengan nilai sekitar 1,8 S<sup>-1</sup> sampai 3,6 S<sup>-1</sup>.

### 4. Kesimpulan

Setelah dilakukan pembahasan mengenai hasil dari proses simulasi, didapatkan hasil persentase area sebesar 29,92% dari total area kolam dan area preferensi berada pada bagian tengah kolam pada area *vortex* sekitar 1,8 S<sup>-1</sup> sampai 3,6 S<sup>-1</sup>. Partikel pakan terdistribusi dengan baik pada area preferensi kecepatan udang, namun area preferensi tidak mencakup semua area dengan persebaran pakan yang baik. Rendahnya nilai persentase disebabkan oleh geometri kolam

yang cukup kecil dengan diameter 16 m dan tingginya rpm *paddlewheel aerator* sebesar 110 rpm. Nilai persentase ini memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap kepadatan dan persaingan udang sehingga mempengaruhi performa pertumbuhan udang.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] Sanny L, Kusuma D, Willyanto ME. Competitiveness of Indonesian Shrimp Export to the United States. *Binus Business Review* 2021;12:103–12. <https://doi.org/10.21512/bbr.v12i2.6144>.
- [2] Anh NTN, Shayo FA, Nevejan N, Van Hoa N. Effects of stocking densities and feeding rates on water quality, feed efficiency, and performance of white leg shrimp *Litopenaeus vannamei* in an integrated system with sea grape *Caulerpa lentillifera*. *J Appl Phycol* 2021;33:3331–45. <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02501-4>.
- [3] Boyd CE, McNevin AA. Overview of aquaculture feeds: global impacts of ingredient production, manufacturing, and use. *Feed and Feeding Practices in Aquaculture*, Elsevier; 2022, p. 3–28. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821598-2.00003-5>.
- [4] Prapti DR, Mohamed Shariff AR, Che Man H, Ramli NM, Perumal T, Shariff M. Internet of Things (IoT)-based aquaculture: An overview of IoT application on water quality monitoring. *Rev Aquac* 2022;14:979–92. <https://doi.org/10.1111/raq.12637>.
- [5] Hafeez A, Shamair Z, Shezad N, Javed F, Fazal T, Rehman S ur, et al. Solar powered decentralized water systems: A cleaner solution of the industrial wastewater treatment and clean drinking water supply challenges. *J Clean Prod* 2021;289:125717. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125717>.
- [6] Bhuyar LB, Thakre SB, Ingole NW. Design characteristics of Curved Blade Aerator w.r.t. aeration efficiency and overall oxygen transfer coefficient and comparison with CFD modeling. vol. 1. 2009.
- [7] Solmaz S, Van Gerven T. Integration of Interactive CFD Simulations with AR and VR for Educational Use in CRE, 2020, p. 2011–6. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823377-1.50336-0>.
- [8] Otter A, Murphy J, Pakrashi V, Robertson A, Desmond C. A review of modelling techniques for floating offshore wind turbines. *Wind Energy* 2022;25:831–57. <https://doi.org/10.1002/we.2701>.
- [9] Wu GL, Zhu LS, Li FC. Numerical simulation of dissolved oxygen transfer in an aerated pond. *Applied Mechanics and Materials*, vol. 587–589, Trans Tech Publications Ltd; 2014, p. 588–93. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.587-589.588>.
- [10] Wutz S, Geist J. Sex- and size-specific migration patterns and habitat preferences of invasive signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus* Dana). *Limnologica* 2013;43:59–66. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2012.02.002>.
- [11] Suwoyo HS, Hendrajat EA. High density aquaculture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in controlled tank. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 2021;777:012022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/777/1/012022>.