

Efektivitas Penggunaan Microbubble Venturi Untuk Sistem Aerasi pada Tempat Pembibitan Nila

Diaz Azmiraldy^{1*}, Pancataty Hesti Gunawan¹.

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jl. Tanah Merdeka No.6, RT.10/RW.5, Rambutan, Kec. Ciracas, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13830

*Corresponding author: dadiaz48@gmail.com

Artikel info: Diterima: 3 November 2023 | Disetujui 29 Maret 2024 | Tersedia online: 30 April 2024
DOI: 10.32722/jmt.v5i1.6345

Abstrak

Budidaya ikan nila telah menjadi sumber protein penting untuk konsumsi manusia. Namun, keberhasilan penangkaran ikan nila sangat bergantung pada sistem aerasi yang digunakan di kolam penangkaran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan microbubble venturi untuk sistem aerasi di kolam penangkaran ikan nila. Eksperimen dilakukan di dua kolam dengan dimensi yang sama, satu kolam menggunakan sistem microbubble venturi dan kolam lainnya menggunakan sistem aerasi tradisional. Penelitian berlangsung selama enam bulan, selama itu parameter kualitas air, kinerja pertumbuhan ikan, dan tingkat kelangsungan hidup dipantau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem microbubble venturi secara signifikan meningkatkan parameter kualitas air di tambak, termasuk oksigen terlarut, pH, dan total amonia nitrogen. Selain itu, kinerja pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan secara signifikan lebih tinggi di kolam dengan sistem venturi microbubble dibandingkan dengan sistem aerasi tradisional. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem microbubble venturi merupakan sistem aerasi yang efektif untuk kolam penangkaran ikan nila, karena meningkatkan kualitas air dan performa pertumbuhan ikan, serta dapat dipertimbangkan sebagai teknologi alternatif untuk budidaya ikan nila..

Kata-kata kunci: Microbubble Venturi, Aerasi, Ikan Nila

Abstract

Tilapia farming has become an important source of protein for human consumption. However, the success of tilapia breeding depends largely on the aeration system used in the breeding ponds. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of using a microbubble venturi for aeration systems in tilapia breeding ponds. The experiment was conducted in two ponds of similar dimensions, with one pond using the microbubble venturi system and the other pond using a traditional aeration system. The study lasted for six months, during which time the water quality parameters, fish growth performance, and survival rates were monitored. The results showed that the microbubble venturi system significantly improved the water quality parameters in the pond, including dissolved oxygen, pH, and total ammonia nitrogen. Moreover, the fish growth performance and survival rate were significantly higher in the pond with the microbubble venturi system compared to the traditional aeration system. The results of this study suggest that the microbubble venturi system is an effective aeration system for tilapia breeding ponds, as it improves water quality and fish growth performance, and can be considered as an alternative technology for tilapia farming.

Keywords: Microbubble Venturi, Aeration, Tilapia

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan potensi sumber daya laut dan ekosistem berbasis perairan yang sangat besar. Ini juga memiliki potensi produksi akuakultur terbesar di dunia (Farobie et al., 2022). Akuakultur melibatkan budidaya dan pemuliaan berbagai tumbuhan dan hewan air menggunakan air sebagai komponen utama (Tsai et al., 2022). Salah satu faktor kunci yang mempengaruhi kualitas dan pertumbuhan ikan adalah oksigen terlarut (Burke et al., 2021). Teknologi *microbubble* adalah metode untuk mendistribusikan oksigen secara merata ke dalam air melalui gelembung udara berukuran mikro yang dihasilkannya. Konstruksinya lebih sederhana dan memiliki kemampuan penjernihan air yang lebih baik dibandingkan dengan teknologi lainnya (Suwartha et al., 2020).

Laju metabolisme ikan yang cepat mempengaruhi pertumbuhannya, yang secara langsung berkaitan dengan jumlah oksigen yang ada di dalam air (Jiang et al., 2021). Penurunan kadar oksigen dapat menyebabkan penurunan nafsu makan ikan, kesehatan, perkembangan, dan konversi pakan. Untuk mengatasi masalah ini, telah dikembangkan teknologi baru bernama *microbubble* (Heriyati et al., 2022). Dengan menerapkan teknologi pengendalian kualitas air menggunakan *microbubble* diharapkan kualitas air tetap optimal dan berdampak positif bagi pengelolaan kualitas air dan pengendalian penyakit di tambak (Heriyati et al., 2021).

Efektivitas *microbubble* venturi dalam sistem aerasi untuk kolam penangkaran ikan nila menjadi masalah penelitian yang ingin dibahas dalam penelitian ini (Yustiati et al., 2020). Penelitian akan dibatasi pada penggunaan mesin pompa Tsurumi dengan Hmax 7,5m dan daya 0,15 kw atau 150w, pengujian di kolam berukuran 267,5 cm x 111 cm, dan pengukuran kadar oksigen terlarut menggunakan *Dissolved Oxygen Meter*. Penelitian bertujuan untuk menerapkan sistem *Microbubble Venturi* di kolam ikan untuk membudidayakan ikan nila, mengatasi masalah penurunan kadar oksigen dalam air, dan menstabilkan kadar pH, nitrat, dan amonia dalam air.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Microbubble Generator*

Perangkat yang menghasilkan *microbubbles* disebut *microbubble generator*, dan dapat mengatasi berbagai masalah yang terkait dengan aliran dua fase. Salah satu aplikasinya adalah dalam pengolahan air, dimana dapat meningkatkan kadar oksigen dalam air (Wang et al., 2020).

B. *Dissolved Oxygen*

Oksigen terlarut atau oksigen dalam air merupakan kebutuhan mendasar untuk menunjang kehidupan tumbuhan dan hewan di dalam air. Air memiliki kemampuan untuk menyediakan oksigen untuk kelangsungan makhluk hidup di dalamnya. Ketika padat tebar ikan dalam akuakultur tinggi, bersamaan dengan input pakan yang tinggi, akumulasi kelebihan pakan dan feses dalam wadah budidaya meningkat, menyebabkan penurunan kualitas air (seperti oksigen terlarut) dan berdampak buruk pada produktivitas ikan (Kisi et al., 2020).

C. *Aeration*

Proses aerasi digunakan untuk meningkatkan kelarutan oksigen dalam air dan menghilangkan bahan organik dalam air limbah. Ada beberapa jenis proses aerasi, salah satunya menggunakan *tray aerator*. Aerasi atau transfer oksigen merupakan metode yang digunakan untuk menurunkan kadar besi dan mangan dalam air. Banyak istilah yang terkait dengan aerasi dapat ditemukan dalam literatur, tetapi arti dari istilah-istilah ini mungkin berbeda di antara berbagai sumber (Roy et al., 2021).

D. *Venturi Tube*

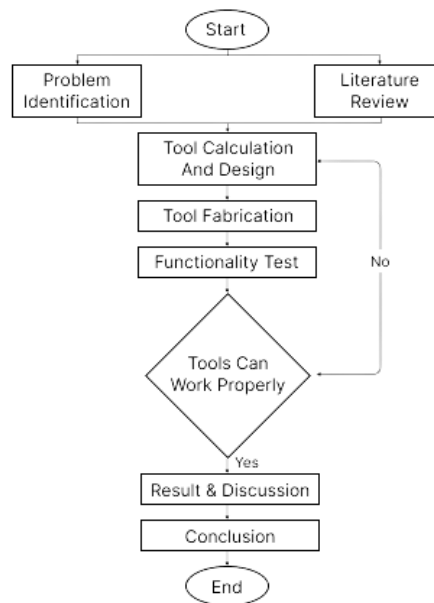
Sebuah tabung venturi, juga dikenal sebagai nozzle venturi atau hanya venturi, adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran fluida dengan memanfaatkan prinsip persamaan Bernoulli. Tabung venturi terdiri dari bagian konvergen, bagian tenggorokan, dan bagian divergen (Soyama, 2021). Bagian konvergen mempersempit diameter tabung, yang menyebabkan peningkatan kecepatan fluida. Saat fluida mengalir melalui bagian tenggorokan, kecepatannya mencapai maksimum, dan tekanannya mencapai minimum, menurut persamaan Bernoulli. Bagian yang menyimpang kemudian secara bertahap meningkatkan diameter tabung, yang menyebabkan penurunan kecepatan fluida dan peningkatan tekanannya (Finley, 2022).

E. Mekanika Fluida

Mekanika fluida adalah bidang ilmu yang menyelidiki perilaku fluida baik dalam kondisi statis maupun dinamis, dan interaksinya dengan media batas, termasuk bahan padat atau fluida dengan kerapatan yang bervariasi (Garnier et al., 2021). Mirip dengan disiplin akademis lainnya, mekanika fluida memiliki sejarah yang kaya akan penemuan mendasar yang mengarah ke masa kini. Dalam mekanika fluida, material dikategorikan sebagai fluida atau padatan. Perbedaan di antara keduanya terletak pada reaksinya terhadap tegangan geser atau tegangan tangensial. Padatan dapat menahan tegangan geser tanpa berubah bentuk (statis), sedangkan fluida akan selalu mengalir sebagai respon terhadap tegangan geser sekecil apapun. Dengan demikian, fluida bergerak konstan dan bentuknya terus berubah karena tegangan geser bekerja padanya (Barisam et al., 2022).

3. METODE PENELITIAN

Untuk menginvestigasi microbubble venturi untuk sistem aerasi, metodologi penelitian akan diterapkan, termasuk melakukan tinjauan literatur yang komprehensif dari sumber yang dapat dipercaya. Informasi yang dikumpulkan kemudian akan dianalisis, dan kesimpulan akan ditarik berdasarkan temuan. Laporan penelitian akan terdiri dari beberapa bagian, antara lain kerangka kerja, metodologi penelitian, hasil, dan pembahasan yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Usulan Metode Penelitian

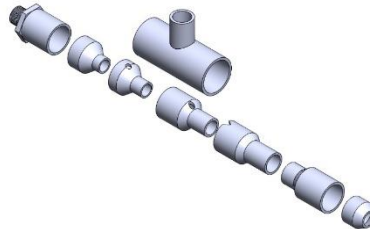
Diagram yang disajikan pada Gambar 1 menggambarkan langkah-langkah dan metodologi yang digunakan oleh peneliti. Langkah pertama melibatkan identifikasi masalah yang berkaitan dengan *microbubble* venturi, dengan bukti pendukung dari tinjauan literatur. Langkah selanjutnya terdiri dari pengembangan produk yang layak minimum (MVP) dengan menentukan alat dan desain yang sesuai. Setelah itu, peneliti membuat alat menggunakan standar fabrikasi yang telah ditetapkan sambil memastikan fungsionalitasnya. Terakhir, alat *microbubble* diuji pada sistem aerasi ikan nila. Alat-alat yang digunakan dalam merancang venturi *microbubble* disebutkan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Table 1. Alat Penelitian

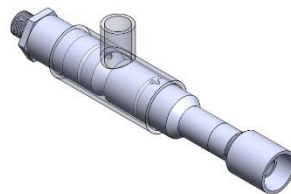
Number	Tools	Function	Specifications	Unit	Brand
1	Submersible pump	To supply water	Hmax 7,5 m Power 220 w	-	Tsurumi pump
2	Dissolved oxygen measured	To measure the dissolved oxygen content	DO 0,0 – 40,0 mg/L	mg/L	BLE-9100
3	Hand grinding	Cutting pipe sections	-	-	BITEC

4	Drill	To make a hole in the pipe	-	-	NRT PRO
5	Vernier calipers	Measure the pipe diameter	Tolerance 0,02 mm	mm	Mitutoyo
6	M10 drill bit	Make airflow holes	-	-	-

Dan gambaran konsep desain *Microbubble* Venturi adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Design of venturi *microbubble* parts



Gambar 3. Venturi *microbubble* inner design

4. HASIL PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut (DO) dalam air kolam dengan menggunakan alat *microbubble* venturi yang menghasilkan *microbubble* yang diharapkan dapat meningkatkan DO dalam air dan menstabilkan suhu, pH, nitrat, dan kadar amonia. Air bersih digunakan sebagai sampel untuk proses Aerasi pada kolam berukuran 265.5 cm × 111 cm × 52.5 cm dengan debit air 1.450 cm³/s. Perangkat digunakan selama empat jam, dan data dikumpulkan setiap 30 dan 60 menit:

A. Pengukuran Temperatur

Berdasarkan pengukuran parameter kualitas air, suhu berkisar antara 27,3 - 28,3°C. Kisaran suhu optimal untuk hidup ikan adalah antara 28°C - 32°C.

Table 2. Pengukuran Temperatur

No	Time	Test 1	Test 2
1	09 : 00	28,0°C	27,6°C
2	10 : 00	28,2°C	26,3°C
3	11 : 00	28,3°C	28,2°C
4	12 : 00	27,7°C	28,1°C

B. Dissolved Oxygen

Berdasarkan pengukuran kualitas air menggunakan *Dissolved Oxygen* Meter diperoleh hasil berkisar antara 8,1 - 10,3 mg/l:

Table 3. Pengukuran *Dissolved Oxygen*

No	Time	Test 1	Test 2
1	09 : 00	7,3 mg/l	8,1 mg/l

2	10 : 00	8,2 mg/l	8,4 mg/l
3	11 : 00	8,5 mg/l	8,3 mg/l
4	12 : 00	10,3 mg/l	9,0 mg/l

C. Pengukuran Kadar PH

Kadar pH pada kolam yang berisi ikan nila diukur menggunakan pH Tetra Test dan hasilnya berkisar antara 7,0 hingga 8,0 mg/l. Ikan mujair dapat bertahan hidup dan tumbuh paling baik di air dengan tingkat keasaman berkisar antara 5 hingga 8,5 mg/l.

Table 4. Pengukuran Kadar PH

No	Time	Test 1	Test 2
1	09 : 00	8.0 mg/l	7.0 mg/l
2	10 : 00	7.5 mg/l	7.0 mg/l
3	11 : 00	7.0 mg/l	7.0 mg/l
4	12 : 00	7.5 mg/l	7.5 mg/l

D. Pengukuran Amonia

Tetra Test NH₃ digunakan untuk mengukur parameter amonia dan hasilnya menunjukkan kisaran 0,25 - 0 mg/l. Batas aman konsentrasi amonia untuk ikan nila adalah kurang dari 0,025 mg/l.

Table 5. Pengukuran Amonia

No	Time	Pengujian 1	Pengujian 2
1	09 : 00	0.25 mg/l	0.25 mg/l
2	10 : 00	0.25 mg/l	0 mg/l
3	11 : 00	0 mg/l	0 mg/l
4	12 : 00	0.25 mg/l	0 mg/l

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap *Microbubble* Venturi, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Penggunaan *Microbubble* Venturi dapat secara efektif mengatasi masalah penurunan kadar oksigen dalam air.
- Penggunaan *Microbubble* Venturi dapat dengan cepat meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan *Dissolved Oxygen Meter*, dalam 30 menit pertama pengujian, kadar oksigen dalam air sudah meningkat menjadi 7,3 mg/l dari semula 5,5 mg/l. Selanjutnya, setelah 4 jam penggunaan, kadar oksigen terlarut tertinggi tercatat sebesar 10,3 mg/l.
- Penggunaan *Microbubble* Venturi dapat secara efektif menstabilkan kadar pH, nitrat, dan amonia dalam air.

Dari penelitian penggunaan *Microbubble* Venturi untuk sistem aerasi pada kolam pembenihan ikan nila, maka diajukan saran sebagai berikut untuk penelitian selanjutnya:

- Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menentukan dan menghitung jumlah *microbubble* yang dikeluarkan per menit dengan menggunakan kamera tertentu.

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian di kolam indoor karena kolam outdoor dipengaruhi oleh faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kadar oksigen dalam air, seperti air hujan.

REFERENSI

- Barisam, M., Niavol, F. R., Kinj, M. A., Saidi, M. S., Ghanbarian, H., & Kashaninejad, N. (2022). Enrichment of cancer stem-like cells by controlling oxygen, glucose and fluid shear stress in a microfluidic spheroid culture device. *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*, 7(2), 100439. <https://doi.org/10.1016/j.jsamd.2022.100439>

2. Burke, M., Grant, J., Filgueira, R., & Stone, T. (2021). Oceanographic processes control dissolved oxygen variability at a commercial Atlantic salmon farm: Application of a real-time sensor network. *Aquaculture*, 533(November), 736143. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736143>
3. Farobie, O., Syaftika, N., Hartulistiyoso, E., Amrullah, A., Bayu, A., Moheimani, N. R., Matsumura, Y., & Karnjanakom, S. (2022). The Potential of Sustainable Biogas Production from Macroalgae in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1038(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1038/1/012020>
4. Finley, J. P. (2022). A fluid description based on the Bernoulli equation of the one-body stationary states of quantum mechanics with real valued wavefunctions. *Journal of Physics Communications*, 6(4). <https://doi.org/10.1088/2399-6528/ac623d>
5. Garnier, P., Viquerat, J., Rabault, J., Larcher, A., Kuhnle, A., & Hachem, E. (2021). A review on deep reinforcement learning for fluid mechanics. *Computers and Fluids*, 225, 104973. <https://doi.org/10.1016/j.compfluid.2021.104973>
6. Heriyati, E., Rustadi, R., Isnansetyo, A., Triyatmo, B., & Istiqomah, I. (2021). Microbubble aerator test and harvest target prediction based on oxygen consumption of red tilapia (*Oreochromis sp.*). *AACL Bioflux*, 14(5), 3006–3022.
7. Heriyati, E., Rustadi, R., Isnansetyo, A., Triyatmo, B., Istiqomah, I., Deendarlianto, D., & Budhijanto, W. (2022). Microbubble Aeration in A Recirculating Aquaculture System (RAS) Increased Dissolved Oxygen, Fish Culture Performance, and Stress Resistance of Red Tilapia (*Oreochromis sp.*). *Trends in Sciences*, 19(20). <https://doi.org/10.48048/tis.2022.6251>
8. Jiang, X., Dong, S., Liu, R., Huang, M., Dong, K., Ge, J., Gao, Q., & Zhou, Y. (2021). Effects of temperature, dissolved oxygen, and their interaction on the growth performance and condition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Thermal Biology*, 98(September 2020), 102928. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102928>
9. Kisi, O., Alizamir, M., & Gorgij, A. D. (2020). Dissolved oxygen prediction using a new ensemble method. *Environmental Science and Pollution Research*, 2017.
10. Roy, S. M., Jayraj, P., Machavaram, R., Pareek, C. M., & Mal, B. C. (2021). Diversified aeration facilities for effective aquaculture systems—a comprehensive review. *Aquaculture International*, 29(3), 1181–1217. <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00685-7>
11. Soyama, H. (2021). Luminescence intensity of vortex cavitation in a Venturi tube changing with cavitation number. *Ultrasonics Sonochemistry*, 71(October 2020), 105389. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105389>
12. Suwartha, N., Syamzida, D., Priadi, C. R., Moersidik, S. S., & Ali, F. (2020). Effect of size variation on microbubble mass transfer coefficient in flotation and aeration processes. *Heliyon*, 6(4), e03748. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03748>
13. Tsai, K. L., Chen, L. W., Yang, L. J., Shiu, H., & Chen, H. W. (2022). IoT based Smart Aquaculture System with Automatic Aerating and Water Quality Monitoring. *Journal of Internet Technology*, 23(1), 177–184. <https://doi.org/10.53106/160792642022012301018>
14. Wang, X., Shuai, Y., Zhang, H., Sun, J., Yang, Y., Huang, Z., Jiang, B., Liao, Z., Wang, J., & Yang, Y. (2020). Bubble breakup in a swirl-venturi microbubble generator. *Chemical Engineering Journal*, 403(February 2020), 126397. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126397>
15. Yustiati, A., Nariswari, S., Rostini, I., & Suryadi, I. B. B. (2020). Effect of Stocking Density on Survival Rate and Growth of Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) in Round Container with Water Current Combined with Venturi Aeration System. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, February 2021, 52–61. <https://doi.org/10.9734/ajfar/2020/v8i130132>