



Design of Solar-Powered Integrated Aerator System for Optimization of Water Quality in Tilapia Fish Farming Ponds

Heri Suropto^{1,*}, Anton Ariyanto², Al Muzafri³, Ridwan Sinurat⁴

¹Program Studi Teknik Mesin
Universitas Pasir Penaraian
Jl.Tuanku Tambusai, Rambah,
Kec. Rambah Hilir, Kabupaten
Rokan Hulu, Riau 28558
herisuropto@upp.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil
Universitas Pasir Penaraian
Jl.Tuanku Tambusai, Rambah,
Kec. Rambah Hilir, Kabupaten
Rokan Hulu, Riau 28558
aariyantost@gmail.com

³Program Studi
Agroteknologi
Universitas Pasir Penaraian
Jl.Tuanku Tambusai, Rambah,
Kec. Rambah Hilir, Kabupaten
Rokan Hulu, Riau 28558
amuzafri@gmail.com

⁴Program Studi Pendidikan
Olahraga dan Kesehatan
Universitas Pasir Penaraian
Jl.Tuanku Tambusai, Rambah,
Kec. Rambah Hilir, Kabupaten
Rokan Hulu, Riau 28558
idonsinurat@gmail.com

ABSTRAK

Kualitas air yang optimal memiliki peran penting dalam budidaya ikan nila di kolam. Tingkat oksigen terlarut menjadi faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan ikan. Penelitian ini memfokuskan pada desain sistem aerator terintegrasi yang ditenagai surya untuk meningkatkan tingkat oksigenasi air dengan efisiensi energi tinggi. Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya listrik tradisional, menghasilkan dampak lingkungan yang lebih baik. Evaluasi kinerja aerator surya dan pemantauan kualitas air, seperti suhu, pH, dan tingkat oksigen terlarut, merupakan bagian integral dari penelitian ini. Hasil perancangan menunjukkan untuk budidaya ikan nila sebanyak 100 ekor kebutuhan oksigen sebesar 4 gram O₂ per jam dengan system aerator tenaga surya dengan kapasitas aerator 4 l/menit sebesar 80 wp dan baterai 12 x 20 ampere, scc 14 ampere inveter 500 watt.

Kata kunci: Kualitas air; Oksigen terlarut; Aerator tenaga surya; Dampak lingkungan; Budidaya ikan

ABSTRACT

The optimal water quality plays a crucial role in the cultivation of Nile tilapia in ponds. Dissolved oxygen levels become the primary factor influencing the growth and health of the fish. This research focuses on the design of an integrated solar-powered aeration system to enhance the water's oxygenation level with high energy efficiency. This approach aims to reduce dependency on traditional electricity sources, resulting in a more environmentally friendly impact. Evaluating the performance of the solar aerator and monitoring water quality parameters such as temperature, pH, and dissolved oxygen levels are integral parts of this study. The design results indicate that for the cultivation of 100 Nile tilapia, an oxygen requirement of 4 grams O₂ per hour is met by a solar-powered aeration system with an aerator capacity of 4 liters per minute, using an 80 Wp solar panel and a battery of 12 x 20 ampere-hours, SCC 14 ampere inverter 500 watts

Keywords : Water quality; Dissolved oxygen; Solar-powered aeration; Environmental impact; Aquaculture

1. PENDAHULUAN

Akuarium terbuka adalah salah satu metode yang populer untuk budidaya ikan tilapia. Dalam budidaya ikan tilapia, kualitas air adalah faktor kunci yang mempengaruhi pertumbuhan, kesehatan, dan produktivitas ikan. Salah satu cara untuk memastikan kualitas air yang baik adalah dengan mengintegrasikan sistem aerator yang efisien. Sistem aerator ini bertanggung jawab untuk memasok oksigen ke air dan menghilangkan zat-zat berbahaya seperti amonia dan karbon dioksida (Hargreaves 2006). Namun, di banyak daerah, terutama di daerah pedesaan, pasokan listrik konvensional sering tidak tersedia atau mahal untuk digunakan dalam sistem aerator. Oleh karena itu, solusi alternatif yang berkelanjutan dan hemat energi perlu dikembangkan. Inilah mengapa penelitian ini ditujukan untuk

Corresponding Author:
✉ Heri Suropto
Accepted on: 2023-12-04

merancang sistem aerator terintegrasi yang didukung oleh tenaga surya. Penggunaan energi surya adalah pilihan yang menarik karena ramah lingkungan dan memungkinkan penghematan biaya jangka panjang (Li, Y., Yang, D., Chen, J., Li, X., & Luo 2018), Boopathy, R., & Karthikeyan 2017).

Selain itu, ikan tilapia adalah salah satu jenis ikan air tawar yang paling banyak dibudidayakan di seluruh dunia karena pertumbuhannya yang cepat dan adaptabilitasnya yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan. Oleh karena itu, optimasi kualitas air di kolam budidaya tilapia sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko penyakit (Boyd 2015). Budidaya ikan tilapia merupakan salah satu sektor penting dalam industri perikanan budidaya. Ikan tilapia, yang dikenal dengan pertumbuhan cepatnya, toleransi terhadap berbagai kondisi lingkungan, dan rasa daging yang lezat, merupakan sumber protein penting bagi masyarakat di seluruh dunia. Karena permintaan yang terus meningkat terhadap ikan tilapia, penting untuk meningkatkan produktivitas budidaya ikan ini. Salah satu faktor kunci yang mempengaruhi hasil budidaya ikan tilapia adalah kualitas air di kolam budidaya (Ponnoth, D., Kumar, V., & Kumar 2015), (Amin, S. M. N., & Saad 2015). Kualitas air yang optimal dalam kolam budidaya ikan tilapia sangat penting untuk pertumbuhan dan kesehatan ikan. Parameter seperti tingkat oksigen terlarut, pH, suhu, dan kadar amonia harus dipantau dan dikelola dengan cermat. Ketidakseimbangan dalam parameter-parameter ini dapat mengakibatkan penurunan pertumbuhan ikan, peningkatan risiko penyakit, dan akhirnya, kerugian ekonomis bagi petani ikan Nila (Magalhaes, A. R. M., & Pereira 2016), (Benfield, M. C., Ward, G. M., Brinkley, P. D., & Wood n.d.).

2. MATERIAL DAN METODE

2.1 Desain Sistem Aerasi Terintegrasi yang Ditenagai oleh Surya

Desain sistem aerasi terintegrasi memadukan sistem aerasi dengan panel surya untuk menciptakan sistem yang beroperasi secara mandiri. Panel surya berfungsi sebagai sumber daya utama yang menghasilkan energi listrik yang diperlukan untuk mengoperasikan sistem aerasi (Jannat, M., Alam, M. L., & Uddin 2018). Desain sistem aerasi terintegrasi menggunakan kontrol otomatis yang dapat mengoptimalkan penggunaan energi berdasarkan kebutuhan oksigen ikan. Ini menciptakan efisiensi penggunaan energi yang tinggi dan mengurangi pemborosan energi. Sistem aerasi terintegrasi menawarkan ketersediaan energi yang stabil sepanjang hari, terutama di daerah yang cenderung mendapatkan sinar matahari yang konsisten. Hal ini mendukung operasi sistem aerasi yang konsisten, yang sangat penting untuk menjaga kualitas air yang optimal. Sistem ini dapat dilengkapi dengan sistem pemantauan otomatis yang memungkinkan pemantauan jarak jauh. Ini mempermudah pemantauan dan pemeliharaan sistem serta memberikan notifikasi jika ada masalah.

2.2 Tahapan penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dan metode numerik berdasarkan formula yang mendapatkan tujuan yang diinginkan. Adapun tahap penelitian diantaranya: Penentuan Tujuan dan Perumusan Masalah yaitu Identifikasi masalah dengan menganalisis masalah kualitas air dalam budidaya ikan nila. Tinjauan Literatur dan Kajian Terdahulu yaitu mengumpulkan literatur terkait tentang sistem aerasi tenaga surya dan pengelolaan kualitas air dalam budidaya ikan nila dan menganalisis penelitian terdahulu yang terkait dengan integrasi sistem aerasi tenaga surya dalam budidaya ikan. Perancangan Sistem Aerasi Terintegrasi yaitu memilih lokasi penelitian dengan menentukan lokasi budidaya ikan nila yang sesuai serta mendesain sistem aerasi terintegrasi yang memadai berdasarkan pengetahuan dari literatur dan kajian terdahulu. Kemudian menentukan spesifikasi komponen, seperti panel surya, pompa aerasi, saluran aerasi, dan kontroler otomatis, dan menghitung estimasi kebutuhan daya dan energi yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan oksigen ikan di kolam budidaya. Kesimpulan dan Rekomendasi dengan menarik kesimpulan berdasarkan hasil penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Kebutuhan Oksigen

Estimasi tingkat metabolisme bibit ikan nila sebesar 20 mg O₂ per gram berat ikan per jam maka:

1. Untuk 100 ekor bibit ikan nila, kebutuhan total oksigen per jam dapat dihitung dengan mengalikan kebutuhan oksigen per ekor dengan jumlah ikan
2. Kebutuhan Oksigen per ekor = Berat rata-rata bibit ikan × Tingkat metabolisme
Jika berat ikan rata-rata per usia 1-2 minggu adalah sebesar 2 gram maka:
Kebutuhan Oksigen per ekor = 2 gram x 20 mg O₂
Kebutuhan Oksigen per ekor = 40 mg O₂
3. Kebutuhan Total Oksigen = Kebutuhan Oksigen per ekor × Jumlah ikan
Kebutuhan Total Oksigen = 40 mg O₂ × 100 ekor
Kebutuhan Total Oksigen = 4000 mg O₂ per jam atau 4 gram O₂ per jam

3.2 Pemilihan Sistem Aerasi

Satu gram oksigen membutuhkan sekitar 1,429 liter udara pada suhu dan tekanan standar (STP - 0 °C dan 1 atm). Oleh karena itu, jika kebutuhan oksigen per jam adalah 4 gram, maka:

1. Jumlah udara = Jumlah oksigen × Rasio konversi udara-oksigen
Jumlah udara = 4 gram O₂ per jam x 1,429 liter/gram
Jumlah udara = 5,716 liter/jam
2. Waktu Residensial Aerasi:
Waktu residensial aerasi (WRA) merupakan waktu yang diperlukan untuk menyediakan volume air kolam dengan udara yang dibutuhkan.

$$WRA = \frac{\text{Volume kolam}}{\text{Jumlah udara yang dibutuhkan per Jam}}$$

$$WRA = \frac{\pi \times 1^2 \times 0,7 \text{ m}^3}{5,716 \text{ liter per jam}}$$

$$WRA = 384,5 \text{ liter per jam}$$

3.2 Pemilihan Sistem Panel Surya

Kapasitas aerator yang dipilih sesuai WRA sebesar 384,5 liter per jam adalah aerator dengan spesifikasi :

Tabel 1. Spesifikasi Aerator

No	Spesifikasi	Nilai	Satuan
1	Kapasitas	2 x 4	l/menit
2	Daya	6	watt
3	Tegangan	220	volt

Untuk merancang sistem tenaga surya yang dapat memberikan daya sebesar 6 watt selama 24 jam, maka:

$$\text{Energi total} = \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

$$\text{Energi total} = 6 \text{ watt} \times 24 \text{ jam}$$

$$\text{Energi total} = 144 \text{ watt-jam}$$

asumsikan efisiensi 70% untuk sistem tenaga surya, maka:

$$\text{Daya yang dihasilkan} = \text{Energi total yang dibutuhkan} \div \text{Efisiensi}$$

$$\text{Daya yang dihasilkan} = 144 \text{ watt-jam} \div 0.7$$

$$\text{Daya yang dihasilkan} = 205.71 \text{ watt-jam dengan tegangan } 220 \text{ volt}$$

Untuk menentukan kapasitas baterai yang dibutuhkan untuk menyimpan daya sebesar 205,7 watt dalam kondisi DC maka harus mempertimbangkan efisiensi inverter yang umumnya berada di kisaran 85% hingga 95%, sehingga:

Daya DC = 205,7 watt ÷ 0,90 (atau 90% dalam bentuk desimal)

Daya DC = 228,56 watt (atau sekitar 228,6 watt) maka daya baterai yang digunakan sebesar 12 volt x 20 ah

Untuk menghasilkan energi surya dalam kondisi ideal asumsikan bahwa panel surya akan mendapat sinar matahari sebesar 3 jam per hari maka besar watt peak yang dibutuhkan adalah 240 watt : 3 jam = 80 watt peak dengan tegangan 17 volt sehingga scc yang digunakan adalah

Daya = Tegangan × Arus

240 watt = 17 volt × Arus

240 watt = 17 volt × Arus

Arus = 14.12ampere

Jika output panel surya sekitar 17 volt, arus dari Charge Controller yang dibutuhkan untuk daya 240 watt dari panel surya 80 watt-peak adalah sekitar 14.12 ampere menggunakan inveter 500 watt

4. KESIMPULAN

Kualitas air yang optimal memiliki peran penting dalam budidaya ikan nila di kolam. Tingkat oksigen terlarut menjadi faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan ikan. Penelitian ini memfokuskan pada desain sistem aerator terintegrasi yang ditenagai surya untuk meningkatkan tingkat oksigenasi air dengan efisiensi energi tinggi. Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya listrik tradisional, menghasilkan dampak lingkungan yang lebih baik. Hasil perancangan menunjukkan untuk budidaya ikan nila sebanyak 100 ekor kebutuhan oksigen sebesar 4 gram O₂ per jam dengan system aerator tenaga surya dengan kapasitas aerator 4 l/menit sebesar 80 wp dan baterai 12 x 20 ampere, scc 14 ampere inveter 500 watt

DAFTAR PUSTAKA

- Hargreaves, J. A. 2006. "The Role of Oxygen in Fish–Water Dynamics. In *Tilapia Aquaculture*." *CABI*: 201–31.
- Li, Y., Yang, D., Chen, J., Li, X., & Luo, J. 2018. "Design and Performance of a Solar-Powered Aeration System for Fish Pond Aquaculture." *Aquacultural Engineering* 81.: 20–27.
- Boopathy, R., & Karthikeyan, O. P. 2017. "Performance Analysis of Solar Photovoltaic Powered Aeration System for Sustainable Aquaculture." *Journal of Environmental Management* 193: 105–12.
- Boyd, C. E. 2015. "Water Quality Management for Pond Fish Culture." *Springer*.
- Ponnoth, D., Kumar, V., & Kumar, K. P. 2015. "Water Quality Assessment and Suitability Analysis of Noyyal River in Tamil Nadu, India." *Environmental Monitoring and Assessment* 187(11): 678.
- Amin, S. M. N., & Saad, C. R. 2015. "Physicochemical Factors Influencing the Abundance of Benthic Macroinvertebrates in Keniam River, Pahang, Malaysia." *Procedia Environmental Sciences* 30: 126-131.
- Magalhaes, A. R. M., & Pereira, R. 2016. "Water Quality Monitoring in Tilapia Production: A Review of Traditional Indicators and New Biosensors." *Reviews in Aquaculture* 8(4): 358–69.
- Benfield, M. C., Ward, G. M., Brinkley, P. D., & Wood, L. L. "Application of Nanosensors to Monitor Water Quality in Aquaculture Systems." *Aquacultural Engineering* 73: 12-23.
- Kim, L. H., Kim, J. D., & Jung, S. W. 2016. "Energy-Saving Strategies in Aquaculture." *Aquaculture Engineering* 74(1-10).
- Belfort, B., & Chipps, S. 2017. "Energy Sources for Aerators in Aquaculture." *In Energy in agroecosystems* (pp. 169-179).
- Tidwell, J. H., Webster, C. D., & Yúfera, M. 2018. "Fish Nutrition." *Academic Press*