



Sistem Monitoring Kualitas Air Secara Real Time pada Tambak Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Muhammad Rizaldy^{1*}, Alauddin Y², Muhammad Basri³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

*Email : 99muhrizaldi@gmail.com

Abstract: The continuous activity of Vannamee shrimp farming can lead to environmental degradation, marked by a decline in water quality. The location of the pond must be close to a water source that has good quality and is free from pollution. This research aims to create a design tool for the water quality of shrimp ponds. The design for the water quality of Vannamee shrimp ponds forms the basis of the qualitative research method, which draws from relevant literature. Using the Visual Studio programming language. The implementation of the research was conducted at a shrimp farm location in the city of Parepare. The results of the prototype design and construction can monitor pH values ranging from the lowest to the highest, which are 7.06–8.13, and salinity values from 15710–4905 ppm. Through the application, the water quality in the pond is monitored as normal, with a pH of 7.5–8.5 and salinity of 15–25 ppt. The device that has been created is functioning well.

Keywords: Pond, Vannamee shrimp, Monitoring, pH, salinity

1. PENDAHULUAN

Tambak merupakan salah satu habitat buatan yang dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya air payau di wilayah pesisir. Aktivitas budidaya tambak yang dilakukan secara terus-menerus berpotensi menimbulkan degradasi lingkungan, yang ditandai dengan penurunan kualitas air (Moehammad *et al.*, 2025) Permasalahan lingkungan pada budidaya tambak umumnya disebabkan oleh penataan wilayah dan pengelolaan yang tidak memperhatikan daya dukung lingkungan, sehingga dalam jangka panjang menimbulkan dampak lingkungan yang kompleks (Suparjo, 2008). Secara umum, tambak merupakan kolam buatan berbentuk persegi panjang yang digunakan untuk budidaya ikan atau udang secara intensif, dilengkapi dengan saluran pembuangan lumpur dan kincir air sebagai penunjang pertumbuhan serta pernapasan udang (Anggraini, 2023; Umidayati *et al.*, 2021).

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan spesies introduksi yang berasal dari perairan Amerika Tengah dan Selatan dan telah banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki sejumlah keunggulan, seperti pertumbuhan cepat, responsif terhadap pakan, tahan terhadap penyakit, tingkat kelangsungan hidup tinggi, serta waktu pemeliharaan yang relatif singkat sekitar 90–100 hari per siklus (Purnamasari *et al.*, 2017; Yustiati & Andriani, 2022). Keberhasilan budidaya udang vaname sangat dipengaruhi oleh kualitas air, khususnya parameter pH dan salinitas. pH menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan air dan diukur menggunakan sensor pH-4502C yang mengirimkan data dalam bentuk sinyal analog ke mikrokontroler (Tansa *et al.*, 2024; Primanandra *et al.*, 2024). Salinitas menggambarkan kadar garam terlarut dalam air yang umumnya berkisar 3–4% pada air laut dan dapat diukur menggunakan sensor

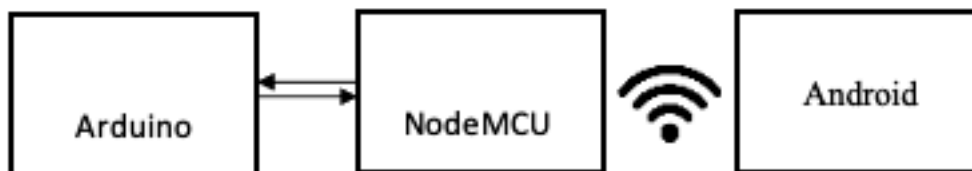
berbasis konduktivitas listrik atau Daya Hantar Listrik (DHL) (Ala *et al.*, 2018; Salfia *et al.*, 2018). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan sistem monitoring kualitas air tambak udang vaname berbasis aplikasi untuk memudahkan pemantauan secara real time dan dapat diakses kapan saja tanpa perlu melakukan pengukuran manual di lapangan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring kualitas air pada tambak udang vaname. Sistem monitoring tersebut dirancang untuk memantau parameter kualitas air yang berpengaruh terhadap keberhasilan budidaya udang vaname. Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Kota Parepare dengan waktu pelaksanaan selama empat bulan pada tahun 2024.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Perangkat keras yang digunakan meliputi Arduino Uno sebagai unit pengendali utama, sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman air, sensor salinitas untuk mengukur kadar garam dalam air tambak, sensor ultrasonik waterproof untuk mengukur ketinggian permukaan air, serta modul ESP-01 sebagai media komunikasi data berbasis jaringan nirkabel. Seluruh komponen tersebut dirangkai dan diintegrasikan untuk membentuk sistem monitoring kualitas air yang bekerja secara real time.

Sementara itu, perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah aplikasi Visual Studio Code yang berfungsi untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke Arduino Uno dan modul ESP-01. Perancangan sistem secara keseluruhan ditunjukkan dalam bentuk blok diagram yang disajikan pada Gambar 1.



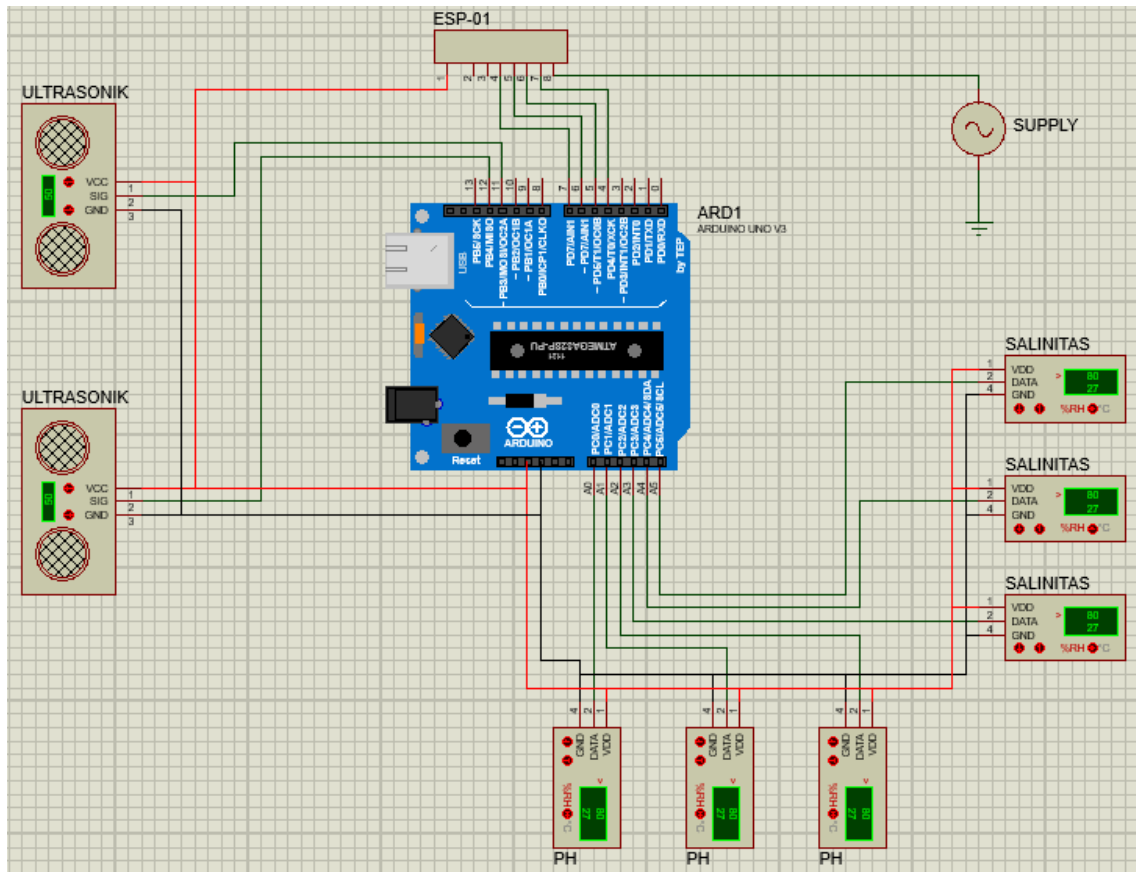
Gambar 1. Blok Diagram

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada proses perancangan hardware, digunakan komponen-komponen perangkat keras yang terhubung satu sama lain. Perangkat keras yang digunakan ada beberapa yaitu arduino berfungsi untuk membaca sensor pH dan kelembapan tanah, dan pompa berfungsi untuk menyiram secara otomatis ketika nilai pH dan kelembapan tanah

kurang dari nilai yang sudah ditentukan, kemudian nilai yang didapat dari pH dan kelembapan tanah akan diperlihatkan melalui LCD 20x4.



Gambar 2. Rangkaian Rancang Bangun Monitoring Tambak Udang Vaname

Gambar 2 menunjukkan rangkaian rancang bangun sistem monitoring kualitas air pada tambak udang vaname yang dikembangkan dalam penelitian ini. Konstruksi alat tersebut merupakan hasil perancangan peneliti dengan menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama. Karena Arduino Uno tidak dilengkapi dengan modul Wi-Fi, maka sistem diintegrasikan dengan modul ESP-01 sebagai media komunikasi untuk mengirimkan data hasil pengukuran ke jaringan internet.

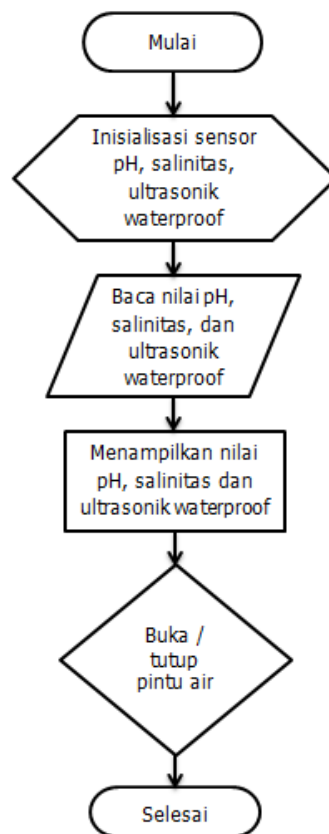
Arduino Uno terhubung dengan dua sensor ultrasonik waterproof. Sensor ultrasonik pertama digunakan untuk mengukur ketinggian air di dalam tambak, sedangkan sensor ultrasonik kedua digunakan untuk mengukur ketinggian air pada saluran air. Selain itu, Arduino Uno juga terhubung dengan tiga sensor pH, di mana sensor pH pertama ditempatkan pada saluran air untuk mengukur tingkat keasaman air masuk, sedangkan sensor pH kedua dan ketiga ditempatkan pada area tambak dengan posisi yang berbeda untuk memantau pH air tambak secara menyeluruh.

Selanjutnya, sistem juga dilengkapi dengan tiga sensor salinitas. Sensor salinitas pertama diletakkan pada saluran air untuk mengukur kadar garam air masuk, sementara sensor salinitas kedua dan ketiga ditempatkan di dalam tambak untuk

memantau tingkat salinitas air tambak. Diagram koneksi antara seluruh sensor dan modul Wi-Fi ESP-01 terhadap Arduino Uno ditunjukkan pada bagian bawah gambar.

3.2 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Sistem monitoring yang dikembangkan menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama. Pada sisi perangkat lunak, sistem ini mencakup tahapan perancangan program yang akan ditanamkan pada mikrokontroler, berupa serangkaian instruksi untuk mengolah data masukan yang diperoleh dari sensor agar dapat diaplikasikan sesuai dengan fungsi sistem. Program tersebut mengatur proses pembacaan sensor, pengolahan data, serta pengiriman data ke jaringan internet. Alur kerja program sistem rangkaian secara keseluruhan disajikan dalam bentuk diagram alir (flowchart) yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Flowchart* Program Sistem Rangkaian

3.3 Pengujian Sensor pH

Pada tahap pengujian ini, sensor pH dirangkai dan dihubungkan ke Arduino Uno menggunakan kabel jumper sesuai dengan konfigurasi yang telah ditetapkan. Sensor kemudian dicelupkan ke dalam sampel air yang telah diberi larutan untuk menaikkan dan menurunkan nilai pH sebagai media pengujian. Selanjutnya, program pembacaan sensor pH dimasukkan ke dalam aplikasi Arduino IDE (arduino.cc) dan dilakukan

proses validasi untuk memastikan program dapat berjalan dengan baik. Apabila proses validasi berhasil, hasil pembacaan sensor pH dapat diamati melalui serial monitor.

Pengujian sensor pH dilakukan sebanyak lima kali dengan variasi lima jumlah tetesan larutan yang diberikan untuk setiap pengujian. Proses dan hasil pengujian sensor pH dalam kondisi peningkatan (up) dan penurunan (down) pH ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengujian Sensor pH

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor pH (*up*)

| Jumlah Tetesan | Pengujian Ke | Hasil Pembacaan Sensor pH | Pembacaan pH Meter |
|----------------|--------------|---------------------------|--------------------|
| 1 | 1 | 6.24 | 6.3 |
| | 2 | 6.25 | 6.3 |
| | 3 | 6.26 | 6.3 |
| | 4 | 6.27 | 6.3 |
| | 5 | 6.28 | 6.3 |
| 2 | 1 | 6.49 | 6.5 |
| | 2 | 6.51 | 6.5 |
| | 3 | 6.53 | 6.5 |
| | 4 | 6.56 | 6.5 |
| | 5 | 6.61 | 6.5 |
| 3 | 1 | 6.81 | 6.8 |
| | 2 | 6.82 | 6.8 |
| | 3 | 6.83 | 6.8 |
| | 4 | 6.84 | 6.8 |
| | 5 | 6.85 | 6.8 |
| 4 | 1 | 7.04 | 7.0 |
| | 2 | 7.05 | 7.0 |
| | 3 | 7.07 | 7.0 |

| Jumlah Tetesan | Pengujian Ke | Hasil Pembacaan Sensor pH | Pembacaan pH Meter |
|----------------|--------------|---------------------------|--------------------|
| | 4 | 7.09 | 7.0 |
| | 5 | 7.11 | 7.0 |
| 5 | 1 | 7.23 | 7.2 |
| | 2 | 7.24 | 7.2 |
| | 3 | 7.25 | 7.2 |
| | 4 | 7.26 | 7.2 |
| | 5 | 7.28 | 7.2 |

Tabel 1. Hasil pengujian sensor pH dengan metode *up* pengujian yang telah dilaksanakan pengambilan data pada 5 jumlah tetesan dilakukan lima kali percobaan per tetesan, total percobaan sebanyak dua puluh lima kali. Pada tetesan pertama dengan pengujian pertama sampai ke lima hasil pembacaan sensor pH dan pH meter nya sama yaitu 6.24 dan 6.3. Pada tetesan lima dengan pengujian pertama sampai lima hasil pembacaan sensor pH dan pH meter 6.3 dan 7.2. Dari hasil diatas maka pengujian akan semakin naik jika setiap jumlah tetesan nya bertambah. Dari dua puluh lima pengujian hasil pembacaan sensor pH dan pH meter, pengujian paling tinggi yaitu pada tetesan pertama 7.28 dan 7.2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor pH (*down*)

| Jumlah Tetesan | Pengujian Ke | Hasil Pembacaan Sensor pH | Pembacaan pH Meter |
|----------------|--------------|---------------------------|--------------------|
| 1 | 1 | 6.08 | 6.2 |
| | 2 | 6.07 | 6.2 |
| | 3 | 6.06 | 6.2 |
| | 4 | 6.05 | 6.2 |
| | 5 | 6.05 | 6.2 |
| 2 | 1 | 4.78 | 4.8 |
| | 2 | 4.77 | 4.8 |
| | 3 | 4.76 | 4.8 |
| | 4 | 4.75 | 4.8 |
| | 5 | 4.73 | 4.8 |
| 3 | 1 | 4.27 | 4.3 |
| | 2 | 4.26 | 4.3 |
| | 3 | 4.25 | 4.3 |
| | 4 | 4.24 | 4.3 |
| | 5 | 4.23 | 4.3 |
| 4 | 1 | 3.88 | 3.8 |
| | 2 | 3.87 | 3.8 |
| | 3 | 3.86 | 3.8 |
| | 4 | 3.85 | 3.8 |
| | 5 | 3.84 | 3.8 |

| Jumlah Tetesan | Pengujian Ke | Hasil Pembacaan Sensor pH | Pembacaan pH Meter |
|----------------|--------------|---------------------------|--------------------|
| 5 | 1 | 3.50 | 3.4 |
| | 2 | 3.49 | 3.4 |
| | 3 | 3.43 | 3.4 |
| | 4 | 3.43 | 3.4 |
| | 5 | 3.35 | 3.4 |

Tabel 2. Hasil pengujian sensor pH *down* pengujian yang telah dilaksanakan pengambilan data pada 5 jumlah tetesan dilakukan lima kali percobaan per tetesan, total pecobaan sebanyak dua puluh lima kali. Pada tetesan pertama dengan pengujian pertama sampai ke lima hasil pembacaan sensor pH dan pH meter nya tidak sama yaitu 6,08 dan 6.2. Pada tetesan lima dengan pengujian pertama sampai lima hasil pembacaan sensor pH dan pH meter 3.50 dan 3.4. Dari hasil diatas maka pengujian akan semakin turun jika setiap jumlah tetesan nya bertambah. Dari dua puluh lima pengujian hasil pembacaan sensor pH dan pH meter, pengujian paling tinggi yaitu pada tetesan pertama 6.08 dan 6.2.

3.4 Pengujian Sensor Salinitas

Pada tahap ini, sensor salinitas dirangkai dan dihubungkan ke Arduino Uno menggunakan kabel jumper sesuai dengan konfigurasi yang telah ditentukan. Sensor kemudian dicelupkan ke dalam sampel air yang telah diberi garam halus sebagai media pengujian untuk mensimulasikan peningkatan kadar salinitas. Selanjutnya, program pembacaan sensor salinitas dimasukkan ke dalam aplikasi Arduino IDE (arduino.cc) dan dilakukan proses validasi untuk memastikan program dapat berjalan dengan baik. Apabila proses validasi berhasil, hasil pembacaan nilai salinitas yang direpresentasikan dalam satuan Total Dissolved Solids (TDS) dapat diamati melalui serial monitor. Pengujian sensor salinitas dilakukan sebanyak lima kali pengulangan dengan satu variasi takaran dan volume air sebesar 250 ml. Proses dan hasil pengujian sensor salinitas tersebut ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar 5. Pengujian Sensor Salinitas

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Salinitas

| Jumlah Takaran | Volume Air | Pengujian Ke | Sensor Salinitas | TDS Meter |
|----------------|------------|--------------|------------------|-----------|
| 1 | 250 ml | 1 | 1430.31 ppm | 1450 ppm |
| | | 2 | 1431.34 ppm | |
| | | 3 | 1431.68 ppm | |
| | | 4 | 1432.36 ppm | |
| | | 5 | 1432.36 ppm | |

Tabel 3. Hasil pengujian sensor salinitas di atas dilakukan pengujian sensor tds dengan jumlah takaran satu kali dan volume air nya 250 ml, pengujian sebanyak lima kali dengan nilai sensor tds 1430.31 dan tds meter 1450 ppm.

3.5 Pengujian Sensor Ultrasonik *Waterproof*

Pada tahap ini, sensor ultrasonik waterproof dirangkai dan dihubungkan ke Arduino Uno menggunakan kabel jumper sesuai dengan konfigurasi yang telah ditetapkan. Sensor kemudian ditempatkan dan dicelupkan ke dalam air sebagai media pengujian untuk mengukur ketinggian permukaan air. Selanjutnya, program pembacaan sensor ultrasonik dimasukkan ke dalam aplikasi Arduino IDE (arduino.cc) dan dilakukan proses validasi untuk memastikan program dapat berjalan dengan baik. Apabila proses validasi berhasil, hasil pembacaan jarak atau ketinggian air yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik dapat diamati melalui serial monitor. Pengujian sensor ultrasonik waterproof dilakukan sebanyak lima kali pengulangan dengan variasi volume air mulai dari 1 liter hingga 3 liter. Hasil pengujian sensor ultrasonik waterproof tersebut ditunjukkan pada Gambar 6.

**Gambar 6.** Pengujian Sensor Ultrasonik *Waterproof*

Tabel 4. Data Pengujian Sensor Ultrasonik *Waterproof*

| No | Volume Air | Pengujian Ke | Ketinggian |
|----|------------|--------------|------------|
| 1 | 1 liter | 1 | 36.77cm |
| 2 | | 2 | 36.77cm |
| 3 | | 3 | 36.77cm |
| 4 | | 4 | 36.77cm |
| 5 | | 5 | 36.77cm |
| 6 | 2 liter | 1 | 33.38cm |
| 7 | | 2 | 33.38cm |
| 8 | | 3 | 33.38cm |
| 9 | | 4 | 33.38cm |
| 10 | | 5 | 33.38cm |
| 11 | 3 liter | 1 | 30.05cm |
| 12 | | 2 | 30.07cm |
| 13 | | 3 | 30.07cm |
| 14 | | 4 | 30.07cm |
| 15 | | 5 | 30.07cm |

Tabel 4. Data pengujian sensor ultrasonik *waterproof* di atas dilakukan pengujian sensor ultrasonik dengan lima kali percobaan setiap satu liter volume air saat di uji dan mendapat nilai ketinggian yaitu 36.77 cm. Terbukti jika setiap volume air ditambahkan sebanyak satu liter maka ketinggian nya akan berkurang yaitu 30.07 cm.

3.6 Pengujian Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan ditampilkan dalam bentuk log data yang merekam seluruh hasil pengukuran dari sensor pH, sensor salinitas, dan sensor ultrasonik. Data yang ditampilkan merupakan hasil akuisisi data yang telah direkap dan disimpan secara otomatis ke dalam basis data (database) melalui sistem monitoring. Selanjutnya, data tersebut ditampilkan kembali pada antarmuka sistem sebagai informasi historis yang dapat digunakan sebagai rujukan oleh pengguna untuk keperluan pemantauan lanjutan, analisis kondisi kualitas air, serta pengambilan keputusan terkait pengelolaan tambak udang vaname. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengintegrasikan proses pengukuran, penyimpanan, dan penyajian data secara konsisten dan berkelanjutan.

Tabel 5. Hasil Data Pengujian Sistem

| Ketinggian air tambak (cm) | Tinggi S Air (cm) | pH 1 tbk | pH 2 tbk | pH S. Air | TDS 1 tbk (ppm) | TDS 2 tbk (ppm) | TDS S. Air (ppm) |
|----------------------------|-------------------|----------|----------|-----------|-----------------|-----------------|------------------|
| 26.96 | 26.96 | 7.29 | 7.32 | 7.08 | 15710 | 18499 | 15710 |
| 27.95 | 27.95 | 7.90 | 7.40 | 8.00 | 17255 | 16362 | 17255 |
| 28.93 | 28.93 | 7.94 | 7.66 | 7.42 | 19702 | 19093 | 19702 |

| | | | | | | | |
|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 25.61 | 25.61 | 7.52 | 7.74 | 7.94 | 16204 | 18929 | 16204 |
| 29.57 | 29.57 | 7.67 | 8.13 | 7.79 | 19495 | 19883 | 19495 |
| 29.65 | 29.65 | 7.95 | 8.02 | 8.07 | 19191 | 18396 | 19001 |
| 28.23 | 28.23 | 7.17 | 7.15 | 7.81 | 16259 | 19833 | 16259 |
| 27.56 | 27.56 | 7.75 | 7.85 | 7.77 | 18617 | 18323 | 18617 |
| 26.27 | 26.27 | 8.11 | 8.12 | 7.81 | 18640 | 19810 | 18640 |
| 28.75 | 28.75 | 7.06 | 7.73 | 7.67 | 19481 | 18947 | 19481 |

Berdasarkan Tabel 5 yang menyajikan hasil data pengujian keseluruhan sistem, terlihat bahwa ketinggian permukaan air yang terukur oleh sensor ultrasonik, baik pada area tambak maupun saluran air, berada pada rentang jarak antara 25,61 cm hingga 29,65 cm. Variasi nilai tersebut disebabkan oleh adanya gelombang dan pergerakan air yang mengakibatkan fluktuasi ketinggian permukaan air secara dinamis, namun masih berada dalam batas pengukuran yang aman dan terkendali. Hasil pengukuran sensor pH pada area tambak dan saluran air menunjukkan nilai yang berada pada rentang 7,06 hingga 8,13. Rentang nilai tersebut mencerminkan karakteristik alami air laut yang umumnya bersifat netral hingga sedikit basa. Sementara itu, hasil pengukuran sensor salinitas menunjukkan nilai berkisar antara 15.710 ppm hingga 19.495 ppm. Nilai tersebut mengindikasikan tingginya kandungan garam terlarut dalam air laut, yang merupakan kondisi khas perairan laut dan relevan dengan lingkungan budidaya udang vaname. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring mampu merekam parameter kualitas air secara konsisten dan sesuai dengan kondisi aktual di lapangan.

4. KESIMPULAN

Sistem monitoring kualitas air secara real time telah berhasil diimplementasikan pada tambak udang vaname dan menunjukkan kinerja yang baik berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan. Seluruh sensor yang digunakan memiliki tingkat kepekaan dan respons yang sesuai dengan fungsinya masing-masing. Sensor pH up dan down menghasilkan nilai pH sebesar 6,3 dan 7,2 pada kondisi up serta 7,28 dan 7,2 pada kondisi down, yang menunjukkan kesesuaian dengan standar cairan uji. Sensor salinitas mampu mengukur konsentrasi garam secara akurat dengan nilai 1430,31 ppm yang mendekati hasil pembacaan alat pembanding TDS meter sebesar 1450 ppm pada berbagai variasi kadar salinitas. Sensor ultrasonik menunjukkan kemampuan yang baik dalam mendeteksi ketinggian permukaan air dengan hasil pengukuran berkisar antara 36,77 cm hingga 30,07 cm, terutama pada kondisi air yang relatif tenang. Meskipun demikian, faktor lingkungan seperti angin dan riak air dapat memengaruhi performa sensor ultrasonik, sehingga diperlukan kalibrasi secara berkala serta perlindungan sensor untuk menjaga akurasi dan keandalan sistem monitoring.

DAFTAR PUSTAKA

- Ala, A., Mariah, Y., Zakiah, D., & Fitrial, D. (2018). Analisa pengaruh salinitas dan derajat keasaman (ph) air laut di pelabuhan jakarta terhadap laju korosi plat baja material kapal. *Meteor STIP Marunda*, 11(2), 33-40.
- Anggraini, N. L. (2023). *Peran Usaha Budidaya Udang Terhadap Kesejahteraan Masyarakat Menurut Perspektif Ekonomi Islam (Studi kasus petani tambak udang di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Lampung Timur)*. Skripsi. IAIN Metro).
- Moehammad, K. S., Kurniawan, A., & Faqih, A. R. (2025). Aplikasi Bakteri Probiotik Bacillus Spp. terhadap Pembentukan Biofilm dan Kualitas Air: Studi Eksperimental pada Media Kultur Budidaya Udang Vaname: Application of Probiotic Bacteria Bacillus Spp. on Biofilm Formation and Water Quality: an Experimental Study on Vaname Shrimp Culture Media. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 9(1), 10-19.
- Primanandra, A., Yusfi, M., & Rasyid, R. (2024). Sistem Pemantauan Serta Pengendalian Suhu Dan PH Air Berbasis Arduino Uno Pada Pendederan Udang Vaname. *Jurnal Fisika Unand*, 13(3), 322-328.
- Purnamasari, I., Purnama, D., & Utami, M. A. F. (2017). Pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak intensif. *Jurnal enggano*, 2(1), 58-67.
- Salfia, E., Azhar, A., & Kamal, M. (2018). Rancang bangun alat pengendalian dan monitoring kualitas air tambak udang berbasis salinitas dan kadar oksigen terlarut. *Jurnal Tektro*, 2(2).
- Suparjo, M. N. (2008). Daya dukung lingkungan perairan tambak desa Mororejo Kabupaten Kendal. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 4(1), 50-55.
- Tansa, S., Latekeng, N. A., & Yunginger, R. (2024). Monitoring Kualitas Air Sungai (Kekeruhan, Suhu, TDS, pH) Menggunakan Mikrokontroler Atmega328. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 6(1), 70-75.
- Umidayati, U., Khaerudin, K., Dewi, I. J. P., Kusriyati, K., Indrayati, A., Lestari, S. W., ... & Kurman, K. (2021). Pelatihan Budidaya Udang Vannamei Sistem Semi Intensif di Desa Karang Anyar Provinsi Lampung. *Jurnal Abdi Insani*, 8(3), 365-376.
- Yustiati, A., & Andriani, Y. (2022). Budidaya udang vannamei Pembesaran Udang vannamei Pada Berbagai Sistem Akuakultur: telaah Pustaka. *Journal of Fish Nutrition*, 2(1), 26-36.