

Penerapan Fuzzy Inference System untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air pada Budidaya Cheerax Quadricarinatus

Budi Arif Dermawan¹, Adhi Rizal², dan Anis Fitri Nur Masruriyah³

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. H. S. Ronggowaluyo Telukjambe Timur, Karawang, 41361

³Teknik Informatika, Universitas Buana Perjuangan, Jl. H. S. Ronggowaluyo Telukjambe Timur, Karawang, 41361

e-mail: ¹budi.arif@staff.unsika.ac.id, ²adhi.rizal@staff.unsika.ac.id, ³anis.masruriyah@ubpkarawang.ac.id

Submitted Date: March 14th, 2023

Reviewed Date: March 29th, 2023

Revised Date: March 30th, 2023

Accepted Date: March 31th, 2023

Abstract

Cheerax quadricarinatus (Redclaw) becomes a fishery commodity that has high selling value with various advantages in terms of cultivation. In the Redclaw cultivation process, water quality is one of the indicators that require attention. Flawed water quality affects the conditions when the lobsters molt. In addition, shoddy water quality also impacts the slow growth rate and high mortality during ontogeny. The level of water quality is influenced by the parameters of Temperature, Potential of Hydrogen (pH), Ammonia, and Total Dissolved Solid (TDS). The level of water quality requires monitoring in real-time with the aim of being able to find out the latest conditions according to the category of aquaculture pond. Water quality monitoring is carried out by implementing a Fuzzy Inference System in a Water Quality Monitoring System based on a Wireless Sensor Network (WSN) and the Internet of Things (IoT). The water quality monitoring system is running well, marked by all sensors being able to send parameter values and the monitoring dashboard being able to display all parameter values along with water quality and condition values. The water quality level results show that the pond's cultivation habitat is in a suitable category, indicated by a water quality value of more than 90%. The level of water quality can be represented as suitability for Redclaw habitat to increase growth.

Keywords: Redclaw; Kesesuaian Habitat; SAMOS; WSN; IoT

Abstrak

Cheerax quadricarinatus (Redclaw) adalah komoditas perikanan yang memiliki nilai yang tinggi dengan berbagai keunggulan dalam hal membudidayakannya. Pada proses budidaya Redclaw atau Lobster Air Tawar, indikator yang perlu diperhatikan adalah kualitas air. Kualitas air yang buruk dapat berpengaruh terhadap kondisi saat lobster berganti kulit (*molting*). Selain itu kualitas air yang buruk juga berpengaruh terhadap tingkat pertumbuhan yang lambat dan tingginya tingkat kematian pada masa ontogeni. Tingkat kualitas air dipengaruhi oleh parameter suhu, Potential of Hydrogen (pH), ammonia, dan Total Dissolved Solid (TDS). Tingkat kualitas air memerlukan pemantauan secara *real-time* dengan tujuan dapat memahami kondisi terkini sesuai dengan kategori kolam pembudidayaan. Pemantauan kualitas air dilakukan dengan menerapkan Fuzzy Inference System pada Sistem Pemantauan Kualitas Air berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) dan *Internet of Things* (IoT). Sistem pemantauan kualitas air berjalan dengan baik ditandai dengan seluruh sensor dapat mengirimkan nilai parameter dan *dashboard* monitoring dapat menampilkan seluruh nilai parameter disertai nilai kualitas dan kondisi air. Hasil dari tingkat kualitas air menunjukkan habitat budidaya di kolam tersebut masuk ke dalam kategori baik ditunjukkan oleh nilai kualitas air lebih dari 90%. Tingkat kualitas air tersebut dapat direpresentasikan menjadi tingkat kesesuaian habitat lobster air tawar untuk meningkatkan pertumbuhan.



Kata kunci: Redclaw; Kesesuaian Habitat; WSN; IoT

1. Pendahuluan

Salah satu komoditas perikanan yang bernilai ekonomis adalah Lobster Air Tawar/*Cheerax quadricarinatus* (*Redclaw*) (A'yunin, 2017). Selain memiliki nilai jual yang tinggi (A'yunin, 2017), *Redclaw* juga memiliki keunggulan lainnya yaitu perkembangan hidup yang sederhana (Holdich, 1993), rasa yang enak (Holdich & Lowery, 1988), mudah dalam pembudidayaannya, cepat berkembang, tahan penyakit, tingginya kandungan gizi, kadar lemak rendah, dan memiliki struktur daging empuk (Lukito & Prayugo, 2007). Dalam pembudidayaannya, satu di antara indikator yang perlu dipantau adalah kualitas air. Jika kualitas air dapat terjaga dengan baik, maka *Redclaw* dapat tumbuh dan berkembang optimal.

Kualitas air sangat berpengaruh terutama saat dalam kondisi rentan setelah berganti kulit. *Redclaw* yang baru berganti kulit akan bersembunyi hingga kulit yang baru tumbuh mengeras (A'yunin, 2017). Permasalahan lain yang terjadi adalah tingkat pertumbuhan yang lambat pada masa inkubasi telur sampai penetasan (kurang dari 25 hari), dan tingkat kematian pada masa ontogeni yang tinggi diakibatkan oleh deformasi tungkai dan gagal berganti kulit (*moult*). Salah satu parameter pada kualitas air yang berpengaruh adalah temperatur. Menurut Garcia-Guerrero, pada masa ontogeni *Redclaw* sensitif terhadap suhu (García-Guerrero et al., 2003). Kelangsungan hidup *Redclaw* lebih rendah pada suhu yang lebih tinggi. Parameter lain yang mempengaruhi pertumbuhan *Redclaw* di antaranya adalah keasaman air (pH), amoniak dan kekeruhan (Alaerts & Santika, 1987), oksigen terlarut (DO), dan volume air. *Redclaw* dapat tumbuh optimal pada suhu 26-30°C, PH 6,7-7,8, DO 3 - 5 mg/l (Sukmajaya & Suharjo, 2003), dan kandungan amoniak maksimal 1,2 ppm (Setiawan, 2006).

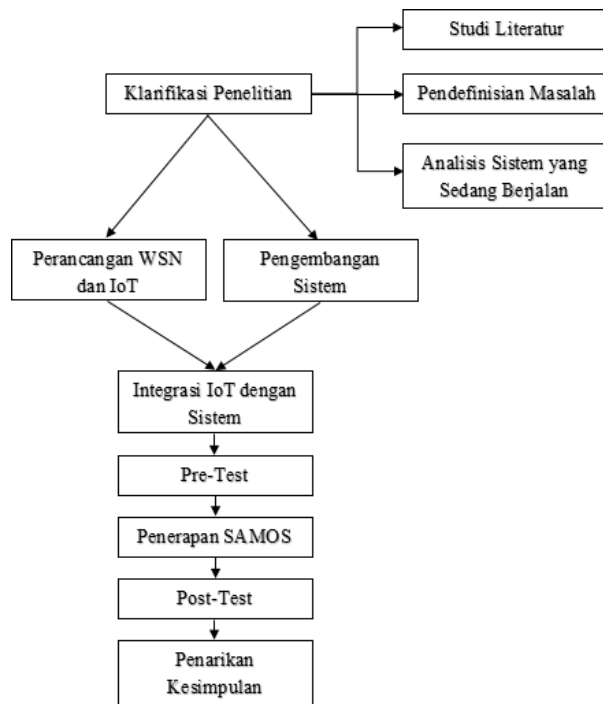
WSN berbasis IoT dapat memantau kualitas air secara efektif dan akurat. Teknologi WSN dapat dimanfaatkan untuk memantau berbagai parameter seperti suhu, kelembaban, tingkat cahaya, tingkat kebisingan, pergerakan objek, dan lain-lain (Syafiqoh et al., 2018). Pemantauan kualitas air dengan IoT memungkinkan pemantauan dapat dilakukan secara *real time* (Arimbawa, 2019).

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini telah dilakukan. Penelitian pertama yang dilakukan oleh Rasin dan Abdullah terbukti dapat merancang dan membangun WSN yang mampu memantau kualitas air (Rasin & Abdullah, 2009). Parameter yang diukur adalah pH, temperatur, dan kekeruhan air. Penelitian berikutnya yang dilakukan oleh Arimbawa terbukti dapat mengatur ketinggian dan pH air dalam aquaponik agar tetap stabil dengan menerapkan IoT dan *Inference Fuzzy Tsukamoto* (Arimbawa, 2019). Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Cipto et al. terbukti dapat membuat sistem pemantauan dan kontrol kualitas air secara otomatis menggunakan Sistem Inferensi Fuzzy berbasis IoT (Cipto et al., 2018). Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan perbedaan pertumbuhan sebesar 0,191 cm lebih optimal dibandingkan menggunakan proses konvensional.

Berdasarkan penelitian serupa dalam pemantauan kualitas air, maka penelitian yang diusulkan yaitu perancangan dan pengembangan sistem pemantauan kualitas air untuk budidaya *Cheerax quadricarinatus* berbasis teknologi WSN dan IoT untuk melakukan pemantauan beserta pengambilan data berdasarkan beberapa parameter. Metode yang digunakan dalam pemantauan kualitas air yaitu *Fuzzy Inference System Mamdani* untuk menentukan kondisi kualitas air. Parameter yang diukur di antaranya temperatur, pH, kandungan amoniak, dan *total dissolved solid*. Penelitian ini bertujuan memantau kualitas air pada budidaya *Redclaw* secara efisien menggunakan teknologi informasi dan komunikasi. Hasil pemanfaatannya diharapkan dapat menjadi alat kontrol pemantauan kualitas air dalam mendukung pemecahan masalah pada pembudidayaan *Redclaw*.

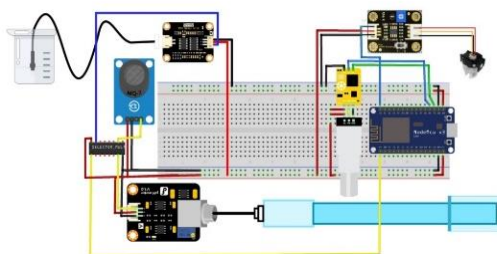
2. Metode Penelitian

Tahapan yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Gambar 1 menjelaskan tahapan penelitian dimulai dari klarifikasi penelitian sampai evaluasi dari penerapan sistem yang dibangun menggunakan FIS Mamdani. Tahapan yang dilakukan dimulai dari klarifikasi penelitian. Klarifikasi penelitian dilakukan dengan cara studi kasus, mendefinisikan masalah, dan analisis sistem yang sedang berjalan. Selanjutnya dilakukan perancangan WSN dan IoT. Sensor yang digunakan dalam arsitektur ini sesuai dengan parameter yang digunakan yaitu sensor suhu, pH, DO, dan ammonia. Kemudian base monitoring system yang digunakan ATMega 2560 yang bertugas sebagai perangkat pusat penerima data yang dikirim dari beberapa node sensor yang digunakan secara nirkabel.

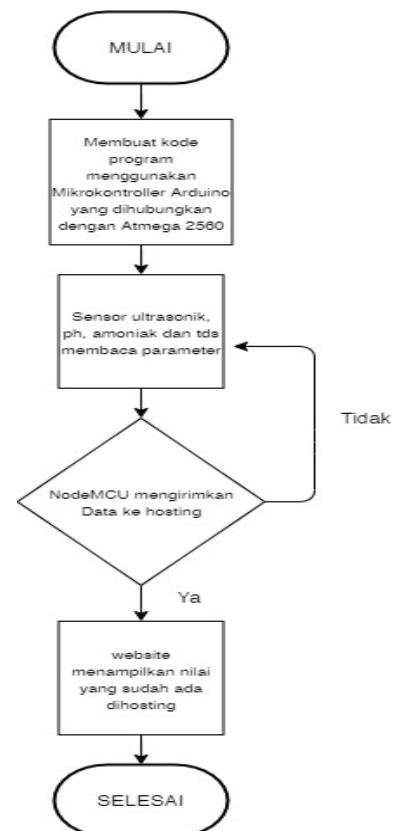


Gambar 2. Rancangan WSN dan IoT

Adapun penjelasan dari rancangan pada Gambar 2 adalah sebagai berikut:

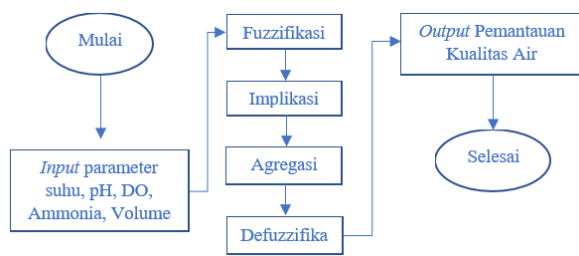
- a) Proses pertama adalah semua sensor yang menerima masukan berupa nilai suhu ($^{\circ}\text{C}$), kadar pH, kadar ammonia (ppm), dan jumlah padatan yang terlarut (ppm) akan mengirimkan nilai tersebut ke Atmega 2560.
- b) Proses kedua adalah Atmega 2560 mengirimkan data yang diterima dari berbagai sensor ke *database*.

Di mana tahap dalam pengiriman data ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Pengiriman Data

Tahap selanjutnya adalah pengembangan sistem. Sistem pemantauan kualitas air merupakan aplikasi berbasis *web* yang digunakan untuk melihat data dari 4 parameter. Data tersebut kemudian diolah untuk dapat menentukan kualitas air menggunakan algoritme Fuzzy Inference System Mamdani. Parameter masukan yang digunakan adalah suhu, pH, TDS, dan ammonia sesuai batasan kondisi ideal yang telah ditentukan. Alur kerja sistem pemantauan kualitas air ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Alur Kerja Sistem

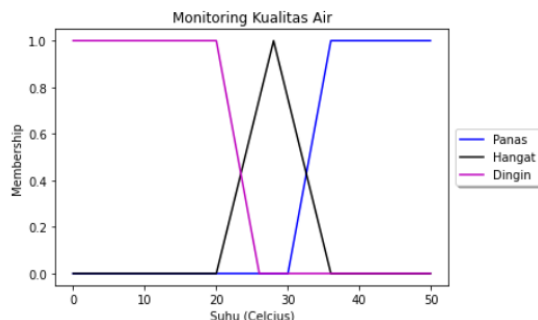
Dalam menentukan tingkat kualitas air, algoritme FIZ Mamdani melakukan tiga tahap yaitu fuzzifikasi parameter *input* dan *output*, penentuan *rule* fuzzy, dan defuzzifikasi.

a) Fuzzifikasi

Variabel *input* maupun *output* pada metode Mamdani dibagi menjadi satu atau lebih himpunan Fuzzy. *Membership function* yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1) *Membership function* parameter suhu

Nilai linguistik parameter suhu terbagi menjadi tiga yaitu dingin, hangat, dan panas. Suhu ideal untuk pertumbuhan *Cheerax quadricarinatus* yaitu 26-30°C, sehingga tergolong hangat. Sedangkan nilai 0-25°C tergolong wilayah abu-abu antara dingin dan hangat, dan 30-50°C tergolong wilayah abu-abu antara hangat dan panas. *Membership function* parameter suhu ditunjukkan pada Gambar 5.

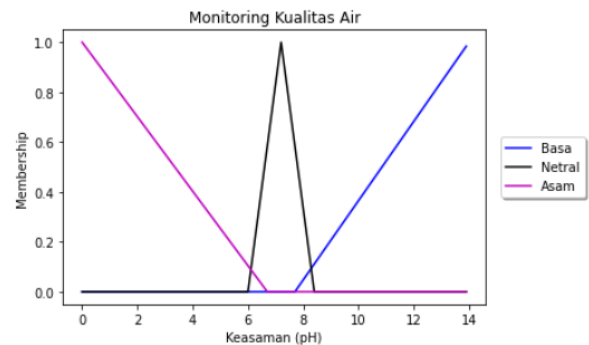


Gambar 5. *Membership Function* Parameter Suhu

2) *Membership function* parameter kadar keasaman (pH)

Tiga nilai linguistik kadar keasaman (pH) air yaitu asam, netral, dan basa. *Cheerax quadricarinatus* memiliki kesesuaian dengan air yang memiliki nilai pH 6.7-7.8, sehingga nilai ini dapat digolongkan netral. Sedangkan 0-6.7 adalah wilayah abu-abu antara asam dan netral, dan 7.8-14 adalah wilayah abu-abu antara netral dan basa. *Membership function* parameter

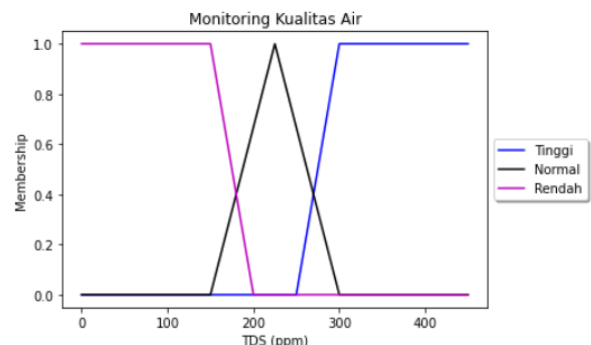
kadar keasaman (pH) ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. *Membership function* Parameter Kadar Keasaman (pH)

3) *Membership function* parameter Total Dissolved Solid (TDS)

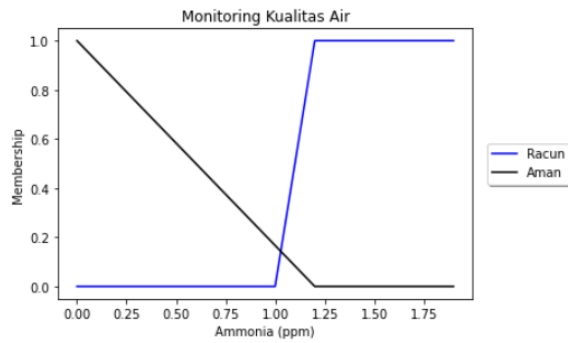
TDS atau konsentrasi jumlah ion kation (bermuatan positif) dalam air dibagi ke dalam tiga nilai linguistik yaitu rendah, normal, dan tinggi. Nilai ideal parameter ini untuk pertumbuhan lobster yaitu 200-250 ppm, sehingga nilai tersebut dikategorikan normal. Sedangkan 0-200 ppm dikategorikan wilayah abu-abu antara rendah dan normal, dan 250-450 menjadi wilayah abu-abu antara normal dan tinggi. *Membership function* parameter TDS ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. *Membership Function* Parameter TDS

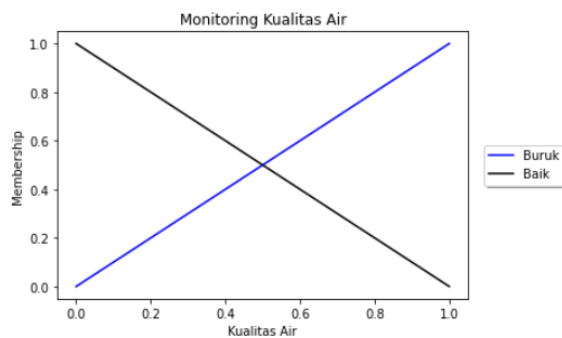
4) *Membership function* parameter ammonia

Nilai linguistik kadar ammonia terbagi menjadi aman dan racun. Nilai ideal pada pertumbuhan lobster dengan maksimal 1.2 ppm. Maka dari itu, nilai ammonia lebih dari 1.2 ppm dikategorikan racun. *Membership function* parameter ammonia ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. *Membership Function* Parameter Ammonia

- 5) *Membership function* parameter kualitas air
 Nilai linguistik kualitas air terdiri dari buruk dan baik. Nilai 0-1 menjadi wilayah abu-abu antara baik dan buruk. *Membership function* parameter kualitas air ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. *Membership Function* Kualitas Air

Pada langkah selanjutnya dipetakan beberapa kemungkinan hasil dari gabungan beberapa parameter yang digunakan. Tiga *rule* fuzzy yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Algoritme 1.

Algoritme 1. *Rule/Aturan* Sistem Inferensi Fuzzy Kualitas Air

- 1: if (suhu is Dingin) or (pH is Asam) or (TDS is Rendah) or (Ammonia is Racun) then (Kualitas Air is Buruk)
- 2: if (suhu is Panas) or (pH is Basa) or (TDS is Tinggi) then (Kualitas Air is Buruk)
- 3: if (suhu is Hangat) or (pH is Netral) or (TDS is Normal) or (Ammonia is Aman) then (Kualitas Air is Baik)

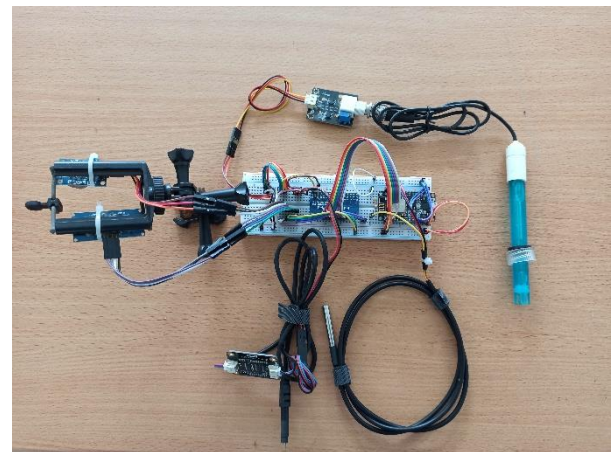
Metode implikasi Max digunakan untuk membangun ketiga *rule* pada Algoritme 1, dengan mengasumsikan bahwa kualitas air menjadi buruk jika satu atau lebih parameternya tidak sesuai. Hasil

dari masing-masing aturan tersebut digabungkan dengan menggunakan metode agregasi Max, sehingga menghasilkan satu area fuzzy. Metode centroid digunakan untuk area ini dengan tujuan untuk mendapatkan nilai kualitas air (Persamaan 1).

$$Z^i = \frac{\int z \cdot \mu_c(z) dz}{\int \mu_c(z)} \quad (1)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian dimulai dari realisasi penyusunan perangkat. Realisasi penyusunan perangkat dari sistem pemantauan ditunjukkan pada Gambar 10.

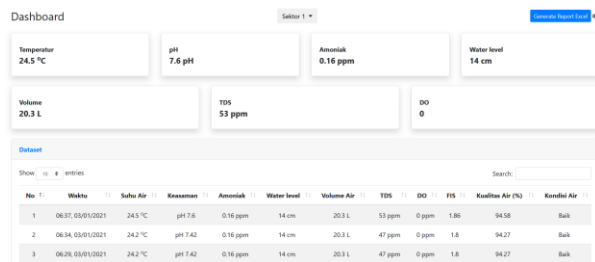


Gambar 10. Perakitan Perangkat

Tahap realisasi perangkat dilakukan dengan merangkai perangkat berdasarkan rancangan. Gambar 10 menunjukkan terdapat 5 perangkat keras yang dihubungkan menjadi perangkat sistem cerdas pemantauan kualitas air. Perangkat tersebut terdiri dari Atmega 2560, sensor suhu, sensor pH, sensor TDS, sensor Ammonia.

Selanjutnya, tahap pembuatan sistem pemantauan kualitas air menggunakan bahasa pemrograman PHP. Sistem ini memiliki beberapa halaman yaitu halaman login, pengaturan parameter, dan *dashboard*. Halaman login digunakan dengan memasukkan *username* dan *password* agar *user* yang juga sebagai pembudidaya dapat melihat data secara *real-time*. Setelah *user* berhasil login, sistem akan

menampilkan tabel yang berisi data dari 4 parameter yang digunakan (Gambar 11).



No	Waktu	Suhu Air	Keasaman	Amoniak	Water level	Volume Air	TDS	DO	FIS	Kualitas Air (%)	Kondisi Air
1	06:37:03/01/2021	24.5 °C	pH 7.6	0.16 ppm	14 cm	20.3 L	53 ppm	0 ppm	1.86	94.58	Baik
2	06:34:03/01/2021	24.2 °C	pH 7.42	0.16 ppm	14 cm	20.3 L	47 ppm	0 ppm	1.8	94.27	Baik
3	06:28:03/01/2021	24.2 °C	pH 7.42	0.16 ppm	14 cm	20.3 L	47 ppm	0 ppm	1.8	94.27	Baik

Gambar 11. Halaman Dashboard Sistem Pemantauan

Tabel yang tampil dalam halaman *dashboard* terdiri dari kolom nomor, waktu, suhu, keasaman, amoniak, TDS, FIS, kualitas air, dan kondisi air. Gambar 11 menunjukkan data terbaru dari sistem pemantauan. Parameter pertama (suhu) menunjukkan peningkatan mulai dari jam 9 pagi (26°C-30°C) dan menurun kembali mulai dari jam 5 sore (<26°C). Namun peningkatan tersebut tidak memiliki dampak yang berbahaya dikarenakan masih dalam kondisi hangat atau suhu yang ideal berdasarkan baku mutu. Dampak tersebut disebabkan karena posisi kolam terletak di atap rumah dan dinaungi penutup. Perubahan suhu dinilai tidak ekstrem karena perubahan suhu ekstrem dapat menyebabkan pertumbuhan lobster terhambat (Tumembouw, 2011).

Parameter pH cenderung tidak mengalami perubahan yang signifikan karena berkaitan dengan kondisi kolam sesuai dengan parameter suhu. Perubahan pH dapat dipengaruhi oleh air hujan. Parameter TDS cenderung tidak mengalami perubahan yang signifikan yaitu di antara nilai 215-230 ppm, di mana perubahan yang terjadi masih di dalam kategori kategori rendah. Perubahan signifikan terjadi apabila nilai TDS turun kurang dari 200 ppm atau naik lebih dari 250ppm. Pada parameter amoniak perubahan nilai masih di bawah ambang batas yaitu berkisar dari 0.16 – 0.25 ppm. Hal ini disebabkan karena pengaturan yang tepat terhadap pemberian pakan dan dikombinasikan dengan pakan alami. Kandungan amoniak dalam air dapat berpengaruh terhadap budidaya lobster air tawar (Bachtiar, 2006).

Selain itu sistem ini juga akan menampilkan informasi berupa *early warning* yang ditampilkan pada beberapa indikator yang akan berubah warna menjadi merah dan berkedip. Informasi ini berguna untuk menjadi pengambilan keputusan penanggulangan oleh pembudidaya.

4. Kesimpulan

Sistem pemantauan kualitas air berjalan dengan baik ditandai dengan seluruh sensor dapat mengirimkan nilai parameter dan *dashboard* monitoring dapat menampilkan seluruh nilai parameter disertai nilai kualitas dan kondisi air. Tingkat kualitas air dalam kolam semen yang dipantau untuk budidaya lobster air tawar secara *real-time* diperoleh dari parameter suhu, pH, TDS, dan ammonia. Hasil dari tingkat kualitas air menunjukkan habitat budidaya di kolam tersebut masuk ke dalam kategori baik ditunjukkan oleh nilai kualitas air lebih dari 90%. Tingkat kualitas air tersebut dapat direpresentasikan menjadi tingkat kesesuaian habitat lobster air tawar untuk meningkatkan pertumbuhan.

5. Penelitian Selanjutnya

Penelitian berikutnya yang akan dilakukan berupa merancang sistem pemberian pakan otomatis dan sistem penyesuaian lingkungan dalam meningkatkan proses perkembangan lobster air tawar dengan tujuan untuk membangun sistem yang dapat menjamin kualitas dan efisiensi dalam membudidayakan lobster air tawar.

6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih yang mendalam disampaikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah mendukung penelitian ini dengan pendanaan Hibah Kompetitif Nasional Skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) pada tahun pelaksanaan 2020.

Daftar Pustaka

- A'yunin, Q. (2017). Application of Freshwater Lobster Breeding Technology to Increase Production of Larvae and Profitability. *Journal of Innovation and Applied Technology*, 3(1), 414-419. <https://doi.org/10.21776/ub.jiat.2017.003.01.11>
- Alaerts, G., & Santika, S. S. (1987). Metode Penelitian Air. *Usaha Nasional*. Surabaya, 309.
- Arimbawa, I. W. A. (2019). Implementasi IoT Cerdas Berbasis Inference Fuzzy Tsukamoto pada Pemantauan Kadar pH dan Ketinggian Air dalam Akuaponik. 3(1), 65-74.
- Bachtiar, I. Y. (2006). *Usaha Budi Daya Lobster Air Tawar di Rumah*. AgroMedia.
- Cipto, G., Putrada, A. G., & Rakhmatsyah, A. (2018). Optimasi Tingkat Hidup Udang Crystal Red dengan Menerapkan Metode Fuzzy Logic

- Berbasis IoT*. 5(2), 3649–3656.
- García-Guerrero, M., Villarreal, H., & Racotta, I. S. (2003). Effect of Temperature on Lipids, Proteins, and Carbohydrates Levels During Development from Egg Extrusion to Juvenile Stage of *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae). *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 135(1), 147–154. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(02\)00354-9](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(02)00354-9)
- Holdich, D. M. (1993). A Review of Astaciculture: Freshwater Crayfish Farming. *Aquatic Living Resources*, 6(4), 307–317.
- Holdich, D. M., & Lowery, R. S. (1988). *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*.
- Lukito, A., & Prayugo, S. (2007). Panduan Lengkap Lobster Air Tawar. *Penebar Swadaya*. Jakarta, 292.
- Rasin, Z., & Abdullah, M. R. (2009). Water Quality Monitoring System Using Zigbee Based Wireless Sensor Network. *International Journal of Engineering & Technology*, 9(10), 14–18.
- Setiawan, C. (2006). Teknik Pembenihan dan Cara Cepat Pembesaran Lobster Air Tawar. *Agromedia Pustaka*, Jakarta, 49–57.
- Sukmajaya, Y., & Suharjo, I. (2003). Mengenal Lebih Dekat Lobster Air Tawar Komoditas Perikanan Prospektif. *Agromedia Pustaka Utama*. Jakarta. *Sarjana Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya*. Malang, 41.
- Syafiqoh, U., Sunardi, S., & Yudhana, A. (2018). Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 3(2), 285–289. <https://doi.org/10.30591/jpit.v3i2.878>
- Tumembouw, S. S. (2011). Kualitas Air pada Kolam Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*) di BBAT Tatelu. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Tropis*, 7(3), 128–131.