

MONITORING KUALITAS AIR TAMBAK UDANG VANAME BERBASIS INTERNET OF THINGS

Sholeh Rachmatullah¹, Muhammad Yazir Zain², Anang Faktchur Rachman³, Matsaini⁴

^{1,2,3,4}Universits Madura

Email:sholeh@unira.ac.id

Abstrak:

Udang vaname merupakan salah satu bidang usaha perikanan yang sangat prospektif di Indonesia. Namun dalam proses pembudidayaan masih ditemukan kendala untuk menghasilkan panen yang optimal. Salah satu hal penting yang perlu diperhatikan adalah kualitas air tambak karena terkait dengan ketahanan hidup dan pertumbuhan udang. Parameter kualitas air tambak yang disarankan memiliki rentan suhu air adalah 28-31oC dan Total Dissolved Solid (TDS) adalah 200-600 ppm. Tujuan dari penelitian adalah membuat sistem monitoting kualitas air tambak secara real-time dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Penelitian ini memberikan solusi praktis bagi pembudidaya udang dalam memonitoring kualitas air melalui aplikasi website, kualitas air dipeloeh dari sensor suhu DS18B20 dan sensor TDS Meter yang diletakkan di dalam tambak serta ESP-32 sebagai pusat kontrolnya. Hasil pengukuran suhu air dan TDS bisa dilihat melalui website, hasil penelitian berdasarkan pengukuran suhu air menunjukkan tingkat akurasi 96% dan pengukjuran TDS sensor menunjukkan tingkat akurasi 92%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dalam mengukur suhu dan TDS. Penerapan teknologi IoT dalam monitoring kualitas air tambak dapat memberikan solusi bagi pembudidaya udang vaname, sehingga diharapkan bisa menjaga ketahanan hidup dan pertumbuhan udang.

Kata kunci: *IoT, udang vaname, ESP-32, DS18B20 sensor, TDS meter*

Abstract:

Vaname shrimp is one of the most prospective fisheries business sectors in Indonesia. However, in the cultivation process, obstacles still need to be found in producing optimal harvests. One important thing that needs to be considered is the quality of pond water because it is related to the survival and growth of shrimp. The recommended pond water quality parameters have a water temperature range of 28-31oC and Total Dissolved Solids (TDS) of 200-600 ppm. This research aims to create a real-time pond water quality monitoring system using Internet of Things (IoT) technology. This research provides a practical solution for shrimp farmers to monitor water quality through a website application. Water quality is monitored using the DS18B20 temperature sensor and TDS Meter sensor placed in the pond, and ESP-32 is used as the control center. The results of water temperature and TDS measurements can be seen on the website. Research results based on water temperature measurements show an accuracy rate of 96%, and TDS sensor measurements show an accuracy rate of 92%. This shows that the system works well in measuring temperature and TDS. The application of IoT technology in monitoring pond water quality can provide solutions for shrimp farmers so that they can maintain the survival and growth of shrimp.

Keywords: *IoT, white shrimp, ESP-32, DS18B20 sensor, TDS meter*

Pendahuluan

Budidaya udang vaname merupakan salah satu sektor perikanan yang berkembang pesat di Indonesia dengan tingkat produksi yang tinggi¹. Namun, kualitas air tambak yang buruk dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan udang vaname², sehingga memerlukan sistem monitoring yang efektif dan efisien. Saat ini, sistem monitoring kualitas air tambak masih dilakukan secara manual dan tidak real-time. Pelaporan kualitas air tambak dilakukan menggunakan alat ukur tertentu yang harus dilakukan pengecekan secara konfesional dan pelaporan dikirimkan dalam bentuk catatan excel, hal ini menyebabkan kurang efektif dalam mengambil keputusan dalam pengelolaan tambak. Berdasarkan hasil diskusi dengan kelompok tani udang vaname mereka membutuhkan pelaporan data aktifitas yang dilakukan di tambak mulai dari kondisi air, pakan sehingga bisa memberikan laporan yang baik guna memberikan perlakuan khusus untuk udang berdasarkan kondisi air terakhir dan petani juga bisa menghitung biaya laba rugi dalam satu siklus tambak udangya.

Sistem monitoring kualitas air tambak merupakan kelanjutan pengembangan penelitian sebelumnya yang membahas tentang sistem informasi manajemen pakan udang vaname berbasis web³. Dimana aktifitas penelitian sebelum feeding program, assignment, water treatment, monitoring air, cek anco, dan sampling. Proses monitoring air saat ini masih dilakukan secara konvensional dengan cara pengamatan langsung, mengambil sampel air kemudian diukur dengan alat ukur PH, suhu, kadar oksigen, salinitas dan TDS atau tingkat kekeruhan air, dari hasil pengukuran tersebut dilaporkan melalui website yang telah diberikan akses kepada petani. Proses ini sudah cukup lebih baik dibandingkan sebelum menggunakan bantuan aplikasi, namun perlu dikembangkan lebih baik lagi dengan teknologi berbasis internet of things⁴,

¹ Lukman Hudi; Shahab Abdullah, "Optimasi Produktifitas Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan Menggunakan Metode Respon Surface Dan Non Linier Programing," *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi II Program Studi MMT-ITS II*, no. II (2005): 9; Rachman Syah, Makmur Makmur, and Mat Fahrur, "Budidaya Udang Vaname Dengan Padat Penebaran Tinggi," *Media Akuakultur* 12, no. 1 (August 2017): 19–26, <https://doi.org/10.15578/MA.12.1.2017.19-26>.

² Muhammad Ghufroon et al., "Teknik Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Pada Tambak Pendampingan Pt Central Proteina Prima Tbk Di Desa Randutatah, Kecamatan Paiton, Probolinggo, Jawa Timur," *Journal of Aquaculture and Fish Health* 7, no. 2 (June 2018): 70, <https://doi.org/10.20473/JAFH.V7I2.11251>; Atika Marisa Halim, Mega Krisnawati, and Anna Fauziah, "Dinamika Kualitas Air Pada Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Secara Intensif Di Pt. Andulang Shrimp Farm Desa Andulang Kecamatan Gapura Kabupaten Sumenep Jawa Timur," *Chanos Chanos* 19, no. 2 (December 2021): 143–53, <https://doi.org/10.15578/CHANOS.V19I2.10229>; Sulastri Arsad et al., "Studi Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda," *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan* 9, no. 1 (April 2017): 1, <https://doi.org/10.20473/JIPK.V9I1.7624>; Abdul Wafi et al., "Oxygen Consumption of *Litopenaeus Vannamei* in Intensive Ponds Based on the Dynamic Modeling System," *Journal of Aquaculture and Fish Health* 10, no. 1 (January 2021): 17, <https://doi.org/10.20473/JAFH.V10I1.18102>; Zulfajri Basri Multazam, A. Emil; Hasanuddin, "View of Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname," *URNAL IT*, 2017, 118–25.

³ Sholeh Rachmatullah et al., "Sistem Informasi Manajemen Pakan Dan Monitoring Kualitas Air Tambak Pada Budidaya Udang Vaname Berbasis Web," *ILKOMNIKA: Journal of Computer Science and Applied Informatics* 5, no. 1 (April 2023): 84–95, <https://doi.org/10.28926/ILKOMNIKA.V5I1.541>.

⁴ Saeful Bahri and Ridwan Ridwan, "Pengaturan Oksigen Terlarut Berbasis Logika Fuzzy Dan Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname Berbasis Web," *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)* 4, no. 2 (November 2021): 111–20, <https://doi.org/10.24853/RESISTOR.4.2.111-120>; Miftahul Faruq and Dedeng Hirawan, "Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Udang Vaname Di Kecamatan Tirtayasa Menggunakan Internet

teknologi ini mampu mengirimkan informasi berupa kualitas air tambak secara otomatis dan real time sehingga pekerjaan petani lebih efisien.

Penelitian yang diusulkan dengan menggunakan mikrokontroler Node MCU ESP32 yang merupakan sebuah board development kit untuk aplikasi IoT, modul ini terintegrasi dengan komponen wireless5 agar bisa terhubung ke modem untuk mengirimkan data kualitas air berdasarkan sensor suhu DS18B20 dan sensor TDS Meter yang dikirimkan ke server cloud6.

Metode Penelitian

Tahapan Penelitian

Manajemen pakan yang baik dan monitoring kualitas air tambak merupakan tolak ukur keberhasilan dari budidaya udang vanami karena biaya terbesar dari budidaya adalah biaya pakan udang, manajemen pakan bisa dikatakan baik jika nilai perbandingan pendapatan udang dengan jumlah pakan yang diberikan rendah, nilai ini kita sebut dengan (FCR) Feed Conversion Ratio. maka dalam penelitian ini memberikan kontrol pakan dengan berdasarkan laporan anco dan monitoring kualitas air tambak berbasis IoT agar teknisi bisa memberikan perlakuan yang tepat untuk keperluan budidaya.

Metodologi yang digunakan dengan pendekatan Systems development life cycle (SDLC) waterfall model7. Model pengembangan ini sangat penting untuk membantu proses pengembangan perangkat lunak. Waterfall Model8, disebut juga

of Things (IoT)," *Elibrary.Unikom.Ac.Id* 3 (2019); Dynar Angga; Wibisono, Siti; Aminah, and Gungun; Maulana, "Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Udang Berbasis Internet of Things," in *Proceeding SNIA 2019*, 2019, B1-5; Min Chie Chiu et al., "Development of Smart Aquaculture Farm Management System Using IoT and AI-Based Surrogate Models," *Journal of Agriculture and Food Research* 9 (September 2022), <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2022.100357>; R Deekshath et al., "IoT Based Environmental Monitoring System Using Arduino UNO and Thingspeak," *IJSTE-International Journal of Science Technology & Engineering* / 4, no. 9 (2018): 68-75; Abhinav Jain and K Selvakumar, "Intelligent Automated IoT Based Irrigation System," *International Journal of Advanced Research in Computer Science* 9, no. 2 (2018): 512-15, <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26483/ijarcs.v9i2.5769>; Moh Khusain, "Perancangan Alat Monitoring Dan Penyiraman Otomatis Tanaman Cabai Hidroponik Sistem Fertigasi Berbasis Android," 2018, 1-6; Redmond Ramin Shamshiri et al., "Advances in Greenhouse Automation and Controlled Environment Agriculture: A Transition to Plant Factories and Urban Agriculture," *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 11, no. 1 (2018): 1-22, <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20181101.3210>.

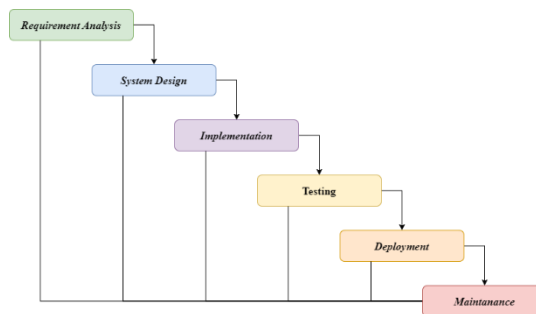
⁵ Aulivier Gilchrist Q. Aquino, Alejandro H. Ballado, and Azriell V. Bautista, "Implementing a Wireless Sensor Network with Multiple Arduino-Based Farming Multi-Sensor Tool to Monitor a Small Farm Area Using ESP32 Microcontroller Board," *2021 IEEE 13th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management, HNICEM 2021*, 2021, <https://doi.org/10.1109/HNICEM54116.2021.9731989>.

⁶ Maison M. Othman and Ali El-Mousa, "Internet of Things Cloud Computing Internet of Things as a Service Approach," *2020 11th International Conference on Information and Communication Systems, ICICS 2020*, April 2020, 318-23, <https://doi.org/10.1109/ICICS49469.2020.239503>; Amr Abozeid Alanazi Rayan, Ahmed I. Taloba, Rasha M. Abd El-Aziz, "IoT Enabled Secured Fog Based Cloud Server Management Using Task," 2020.

⁷ Mulyani Sri, *Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Manajemen Keuangan Daerah: Notasi Pemodelan Unified Modeling Language (UML)*, 1st ed. (Bandung: Abdi Sistematika, 2016); Hidayati Nur, "Penggunaan Metode Waterfall Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan," *Generation Journal* 3, no. 1 (January 2019): 1-10, <https://doi.org/10.29407/GJ.V3I1.12642>.

⁸ Jefonses Yarsian Pote, "Analysis and Design of Information Systems News Portal Citizen Journalism Sumba-Indonesia as Local Content Promotion Media," *Jurnal Informatika* 12, no. 1 (January 2019): 30, <https://doi.org/10.26555/jifo.v12i1.a8367>.

model klasik, memiliki beberapa tahap utama, yaitu analisis dan rekayasa sistem, perancangan, penulisan program, pengujian, dan pemeliharaan.



Gambar 1 Tahapan metode penelitian

Requirement analisis pada tahapan ini melakukan observasi terhadap budidaya udang vaname, mulai pemberian pakan, pengecekan kualitas air tambak berdasarkan suhu dan TDS. Menentukan kebutuhan perangkat IoT yang digunakan dalam monitoring kualitas air tambak seperti mikrokontroler Node MCU ESP32 sebagai pengolah data, sensor input suhu air DS18B20 dan input sensor TDS Meter. Kemudian menyiapkan modem Wifi sebagai sarana untuk menghubungkan mikrokontroler dengan cloud server.

System design pada tahap ini membuat prototipe aplikasi monitoring kualitas air tambak dan perancangan perangkat IoT. Tahapan dimulai dengan membuat rancangan arsitektur monitoring kualitas air tambak udang, user interface aplikasi, diagram skematik, diagram aliran data, flowchart system dan desain box perangkat IoT.

Implementation pada tahapan ini dilakukan melakukan perakitan komponen perangkat IoT, dan melakukan pembuatan koding aplikasi.

Testing pada tahapan ini dilakukan pengujian aplikasi dan perangkat IoT secara otomatis dan pengujian secara manual untuk mengetahui apakah perangkat sudah berjalan sebagaimana mestinya sehingga akurasi sensor yang didapatkan masih dalam batas normal.

Deployment pada tahapan ini melakukan ujicoba penerapan prototipe langsung di lokasi tambak udang vaname, dalam waktu bersamaan bisa aplikasi bisa tetap dikembangkan atau update tanpa mengganggu aktifitas yang sedang berjalan

Maintenance pada tahapan ini dilakukan perbaikan sistem jika ditemukan bug aplikasi atau diperlukan pengembangan aplikasi dan perangkat IoT.

Perangkat IoT.

Berdasarkan hasil observasi awal dan literatur dalam menunjang kebutuhan aplikasi SiVaname diperlukan sensor dan perangkat pendukung sistem berbasis IoT. Ada 3 perangkat keras utama dalam memonitoring kualitas air tambak yaitu Node MCU ESP32, sensor suhu DS18B20 dan sensor TDS.



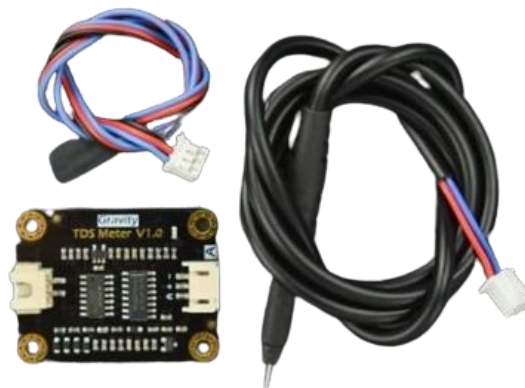
Gambar 2 Node MCU ESP32

Node MCU ESP32 adalah board pengembangan yang berbasis pada mikrokontroler ESP329. Mikrokontroler ini memiliki kemampuan WiFi dan Bluetooth, serta memiliki banyak pin input/output yang dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai macam sensor dan aktuator. Kemampuan ini membuatnya sangat populer dalam proyek Internet of Things (IoT).



Gambar 3 Sensor DS18B20 waterproof

Sensor DS18B20 waterproof adalah komponen elektronik yang digunakan untuk mengukur suhu dalam lingkungan, kompatibilitas sensor bisa ditelakkan di bawah permukaan air tambak. Sensor ini menggunakan pendekatan analog-digital (ADC) untuk mengonversi suhu lingkungan ke dalam bentuk digital yang dapat dilebihkan oleh mikrokontroler¹⁰.



Gambar 4. Sensor TDS

Sensor TDS dapat digunakan bersama dengan mikrokontroler Arduino untuk mengukur kualitas air dalam berbagai aplikasi, seperti sistem pengukuran kualitas air untuk budidaya perikanan atau hidroponik. Cara kerja sensor ini adalah dengan mengukur jumlah partikel terlarut dalam air, seperti mineral, garam, dan logam.

⁹ Andri Setiawan and S. A. Aris Budiman, "Rancang Bangun Prototype Jemuran Pakaian Otomatis Berbasis IoT Telegram Dan NodeMCU ESP32," 2019.

¹⁰ Rifqi Firmansyah et al., "IoT Based Temperature Control System Using Node MCU ESP 8266," December 2020, <https://doi.org/10.2991/AER.K.201124.072>.

Semakin banyak partikel terlarut dalam air, semakin tinggi konsentrasinya.



Gambar 5. LCD 2004 character blue

LCD 2004 adalah layar Liquid Crystal Display (LCD) yang memiliki dua puluh karakter dan empat baris. Layar ini dapat digunakan bersama dengan mikrokontroler seperti Arduino untuk menampilkan informasi kualitas air tambak udang berupa nilai suhu dan TDS.

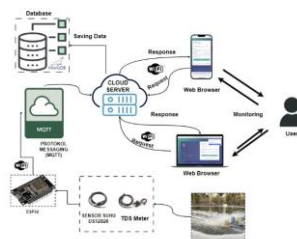
Box Perangkat IoT adalah merukan kotak pelindung perangkat IoT yang terbuat dari bahan plastik padat. Kotak ini juga sebagai tempat seluruh rangkaian elektornik dari perangkat IoT.



Gambar 6. Box perangkat IoT

Pemodelan Arsitektur IoT Untuk Tambak Udang Vaname.

Arsitektur IoT bisa dilihat Gambar 7, sensor suhu DS12B20 dan TDS Meter dipasang di tambak untuk memonitor suhu dan TDS . Informasi dari kedua sensor ini dikirim ke modul ESP32, yang berfungsi sebagai pengumpul data dan jembatan antara perangkat keras dan pengguna. Data suhu dan TDS dikirimkan dari ESP32 ke Arduino, yang selanjutnya mengirimkannya ke cloud menggunakan protokol MQTT dengan format data JSON. Di cloud server, layanan pubsub memantau dan menyimpan data yang masuk ke database. Layanan front end (Vue JS) memberikan antarmuka pengguna untuk mengakses dan menampilkan informasi dari database, sedangkan layanan back end (Lumen) berfungsi sebagai perantara antara front end dan database. Dengan konfigurasi ini, informasi suhu dan TDS tambak dapat diakses dan dipantau secara efisien oleh pengguna..



Gambar 7. Arsitektur monitoring kualitas air tambak udang vaname berbasis IoT
Diagram skematik Perangkat IoT.

Sistem ini didesain khusus untuk melakukan pemantauan dan pengumpulan

data kualitas air pada tambak udang secara real-time lihat Gambar 8. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32, yang terkoneksi dengan dua sensor utama, yaitu TDS (Total Dissolved Solids) dan sensor suhu DS18B20. Berikut adalah penjelasan konfigurasi koneksi antara ESP32 dan kedua sensor tersebut:

Sensor TDS (Total Dissolved Solids):

Koneksi 5V, GND, dan Input (IN):

Kabel merah (5V) dari sensor TDS terhubung ke pin 5V ESP32.

Kabel hitam (GND) dari sensor TDS terhubung ke pin GND ESP32.

Kabel hijau (IN) dari sensor TDS terhubung ke pin 13 ESP32.

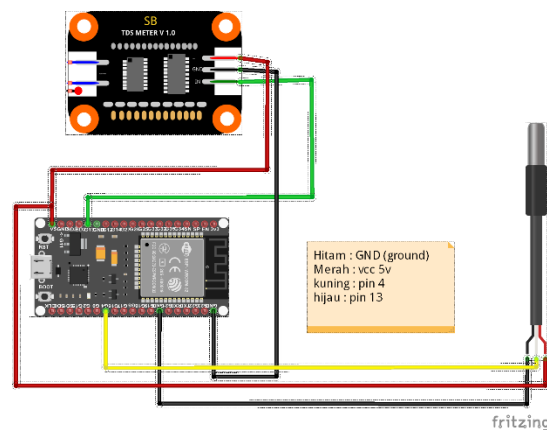
Sensor Suhu DS18B20:

Koneksi 5V, GND, dan Input (IN):

Kabel merah (5V) dari sensor suhu DS18B20 terhubung ke pin 5V ESP32.

Kabel hitam (GND) dari sensor suhu DS18B20 terhubung ke pin GND ESP32.

Kabel kuning (IN) dari sensor suhu DS18B20 terhubung ke pin 4 ESP32.



Gambar 8. Diagram skematik perangkat IoT

Hasil dan Pembahasan

Perancangan Perangkat IoT

Gambar 8 memperlihatkan rangkaian perangkat IoT yang sudah dibuat. Seluruh



modul dirangkai dan ditempatkan di dalam box plastik

Gambar 8. Perangkat IoT

Perancangan Aplikasi Monitoring

Perangkat IoT pada Gambar 8 memiliki nomer Id Perangkat agar mudah diidentifikasi, kemudian diuji coba pengenalan perangkat ke aplikasi SiVaname dengan menambahkan perangkat IoT pada Form Koneksi Perangkat. Lihat Gambar 9.

Gambar 9. Identifikasi perangkat IoT ke aplikasi SiVaname

Implementasi Sistem

Gambar 10 memperlihatkan implementasi perangkat IoT ketika diletakkan di tepian tambak udang vaname. Peletakan sensor suhu dan TDS ditempatkan dibawah permukaan air pada kedalaman 20-30 cm. Pada Gambar 10 ada kesalahan penulisan label kadar garam yang seharusnya label TDS, label tinggi air dan pH masih dalam proses pengembangan.



Gambar 10. Implementasi perangkat IoT

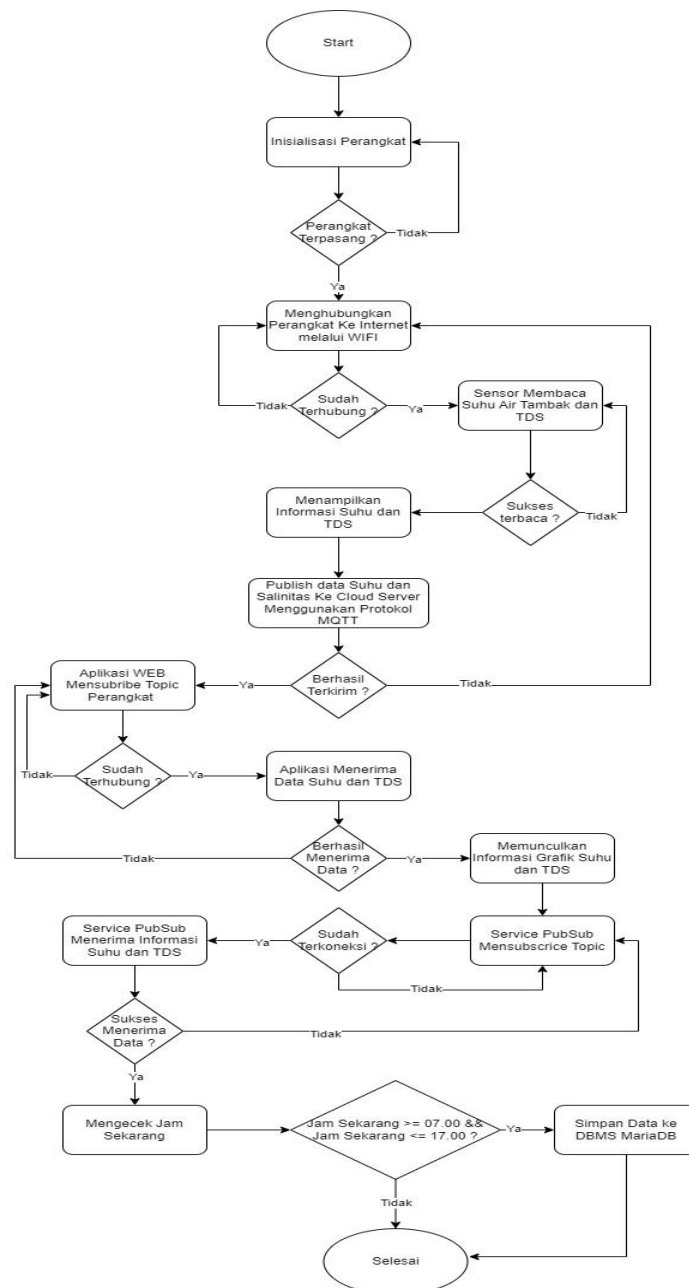
Tampilan Web Monitoring Kualitas Air.

Petani udang vaname bisa melihat tampilan kondisi air berupa suhu dan TDS secara real time melalui website.

No	Tanggal	Suhu	TDS	pH
1	2023-09-13	30.2°C	100.5	7.5
2	2023-09-13	30.1°C	100.5	7.5
3	2023-09-13	30.0°C	100.5	7.5
4	2023-09-13	30.0°C	100.5	7.5
5	2023-09-13	30.0°C	100.5	7.5
6	2023-09-13	30.0°C	100.5	7.5
7	2023-09-13	30.0°C	100.5	7.5
8	2023-09-13	30.0°C	100.5	7.5
9	2023-09-13	30.0°C	100.5	7.5
10	2023-09-13	30.0°C	100.5	7.5

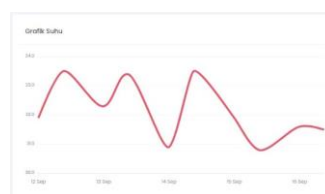
Gambar 11. Implementasi perangkat IoT

Adapun alur sistem perangkat IoT monitoring kualitas air tambak udang vaname ditunjukkan pada Gambar 12.

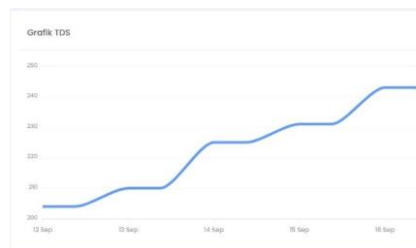


Gambar 12 Flowchart sytem

Pengamatan menunjukkan kondisi air tambak udang vaname saat dilakukan pengujian terpantau normal sesuai dengan standar suhu kisaran 28-31oC dan TDS sesuai standar ketentuan tidak melebihi 600 ppm. Kondisi air ditunjukkan pada



Gambar 12.



Gambar 13. Garfik suhu dan TDS

Pengujian Akurasi Sensor Suhu

Pengukuran sensor suhu DS18B20 bertujuan untuk mengukur tingkat akurasi dan tingkat kesalahan data suhu yang diperoleh dari sensor. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan hasil yang diperoleh dari sensor suhu DS18B20 dengan alat pengukur suhu air standar. Untuk mengetahui akurasi dilakukan perhitungan formula (1-3).

$$error = |X - Xi|$$

(1)

$$\%error = \left| \frac{error}{X} * 100 \right| \quad (2)$$

$$Accuracy = (100 - \%error) \quad (3)$$

Tabel 1. Akurasi sensor suhu air tambak

Test	Termometer Suhu	Sensor Suhu	Error	Error %	Accuracy %
1	31.2	30.9	0.3	0.96	99.04
2	31.8	30.5	1.3	4.09	95.91
3	30.3	29.7	0.6	1.98	98.02
4	29.8	30.9	1.1	3.69	96.31
5	30.9	29.8	1.1	3.56	96.44
6	32.5	31.4	1.1	3.38	96.62
7	31.9	30.5	1.4	4.39	95.61
8	30.8	32.7	1.9	6.17	93.83
9	31.6	30.9	0.7	2.22	97.78
10	30.7	32.5	1.8	5.86	94.14
Rata-rata			1.13	3.63	96.37

A. Pengujian Akurasi TDS meter

Tabel 1. Akurasi TDS meter

Test	TDS meter	Sensor TDS	Error	Error %	Accuracy %
1	182	201	19	10.44	89.56
2	182	201	19	10.44	89.56
3	231	246	15	6.49	93.51
4	231	246	15	6.49	93.51
5	201	218	17	8.46	91.54
6	201	218	17	8.46	91.54
7	220	232	12	5.45	94.55
8	220	232	12	5.45	94.55
9	221	239	18	8.14	91.86
10	221	239	18	8.14	91.86
Rata-rata			16.20	7.80	92.20

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan keberhasilan penggunaan perangkat IoT untuk monitoring kualitas air tambak udang vaname dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 dan sensor TDS yang dihubungkan dengan mikrokontroler ESP-32. Akurasi yang diperoleh dari pengukuran suhu air adalah 96,37% dan tingkat kesalahan pembacaan sensor suhu dengan error 3,63%. Akurasi yang diperoleh dari pengukuran TDS meter adalah 92,2% dengan tingkat error 7,8%. Penelitian ini telah berhasil implementasikan perangkat IoT dalam bentuk website. Penelitian ini masih bisa dilanjutkan dengan mengukur pH, kadar oksigen, salinitas dan warna air yang terhubung dengan perangkat IoT dan artificial intelligence.

DAFTAR PUSTAKA

- Alanazi Rayan, Ahmed I. Taloba, Rasha M. Abd El-Aziz, Amr Abozeid. "Iot Enabled Secured Fog Based Cloud Server Management Using Task," 2020.
- Aquino, Aulivier Gilchrist Q., Alejandro H. Ballado, and Azriell V. Bautista. "Implementing a Wireless Sensor Network with Multiple Arduino-Based Farming Multi-Sensor Tool to Monitor a Small Farm Area Using ESP32 Microcontroller Board." 2021 IEEE 13th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management, HNICEM 2021, 2021. <https://doi.org/10.1109/HNICEM54116.2021.9731989>.
- Arsad, Sulastri, Ahmad Afandy, Atika P Purwadhi, Betrina Maya V, Dhira K Saputra, and Nanik Retno Buwono. "Studi Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda." *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan* 9, no. 1 (April 2017): 1. <https://doi.org/10.20473/JIPK.V9I1.7624>.
- Bahri, Saeful, and Ridwan Ridwan. "Pengaturan Oksigen Terlarut Berbasis Logika Fuzzy Dan Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vannamei Berbasis Web." *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga*

- Listrik Komputer) 4, no. 2 (November 2021): 111–20.
<https://doi.org/10.24853/RESISTOR.4.2.111-120>.
- Chiu, Min Chie, Wei Mon Yan, Showkat Ahmad Bhat, and Nen Fu Huang. "Development of Smart Aquaculture Farm Management System Using IoT and AI-Based Surrogate Models." *Journal of Agriculture and Food Research* 9 (September 2022). <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2022.100357>.
- Deekshath, R, P Dharanya, KR Dimpil Kabadia, G Deepak Dinakaran, and S Shanthini. "IoT Based Environmental Monitoring System Using Arduino UNO and Thingspeak." *IJSTE-International Journal of Science Technology & Engineering* | 4, no. 9 (2018): 68–75.
- Faruq, Miftahul, and Dedeng Hirawan. "Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Udang Vaname Di Kecamatan Tirtayasa Menggunakan Internet of Things (Iot)." *Elibrary.Unikom.Ac.Id* 3 (2019).
- Firmansyah, Rifqi, Muhamad Yusuf, Pressa P. Surya Saputra, Muhammad Eko Prasetyo, Fahmi Mahardi Mochtar, and Fandik Agung Kurniawan. "IoT Based Temperature Control System Using Node MCU ESP 8266," December 2020. <https://doi.org/10.2991/AER.K.201124.072>.
- Ghufron, Muhammad, Mirni Lamid, Putri Desi Wulan Sari, and Hari Suprpto. "Teknik Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Pada Tambak Pendampingan Pt Central Proteina Prima Tbk Di Desa Randutatah, Kecamatan Paiton, Probolinggo, Jawa Timur." *Journal of Aquaculture and Fish Health* 7, no. 2 (June 2018): 70.
<https://doi.org/10.20473/JAFH.V7I2.11251>.
- Halim, Atika Marisa, Mega Krisnawati, and Anna Fauziah. "Dinamika Kualitas Air Pada Pembesaran Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Secara Intensif Di Pt. Andulang Shrimp Farm Desa Andulang Kecamatan Gapura Kabupaten Sumenep Jawa Timur." *Chanos Chanos* 19, no. 2 (December 2021): 143–53.
<https://doi.org/10.15578/CHANOS.V19I2.10229>.
- Jain, Abhinav, and K Selvakumar. "Intelligent Automated Iot Based Irrigation System." *International Journal of Advanced Research in Computer Science* 9, no. 2 (2018): 512–15.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26483/ijarcs.v9i2.5769>.
- Khusain, Moh. "Perancangan Alat Monitoring Dan Penyiraman Otomatis Tanaman Cabai Hidroponik Sistem Fertigasi Berbasis Android," 2018, 1–6.
- Lukman Hudi ; Shahab Abdullah. "Optimasi Produktifitas Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan Menggunakan Metode Respon Surface Dan Non Linier Programing." *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi II Program Studi MMT-ITS II*, no. II (2005): 9.
- Multazam, A. Emil ; Hasanuddin, Zulfajri Basri. "View of Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname." *URNAL IT*, 2017, 118–25.
- Mulyani Sri. *Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Manajemen Keuangan Daerah: Notasi Pemodelan Unified Modeling Language (UML)*. 1st ed. Bandung: Abdi Sistematika, 2016.
- Nur, Hidayati. "Penggunaan Metode Waterfall Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan." *Generation Journal* 3, no. 1 (January 2019): 1–10.
<https://doi.org/10.29407/GJ.V3I1.12642>.
- Othman, Maison M., and Ali El-Mousa. "Internet of Things Cloud Computing Internet of Things as a Service Approach." 2020 11th International

- Conference on Information and Communication Systems, ICICS 2020, April 2020, 318–23. <https://doi.org/10.1109/ICICS49469.2020.239503>.
- Pote, Jefonses Yarsian. "Analysis and Design of Information Systems News Portal Citizen Journalism Sumba-Indonesia as Local Content Promotion Media." *Jurnal Informatika* 12, no. 1 (January 2019): 30. <https://doi.org/10.26555/jifo.v12i1.a8367>.
- Rachmatullah, Sholeh, Nirwana Haidar Hari, Matsaini Matsaini, and Anang Faktchur Rachman. "Sistem Informasi Manajemen Pakan Dan Monitoring Kualitas Air Tambak Pada Budidaya Udang Vaname Berbasis Web." *ILKOMNIKA: Journal of Computer Science and Applied Informatics* 5, no. 1 (April 2023): 84–95. <https://doi.org/10.28926/ILKOMNIKA.V5I1.541>.
- Setiawan, Andri, and S. A. Aris Budiman. "Rancang Bangun Prototype Jemuran Pakaian Otomatis Berbasis IoT Telegram Dan NodeMCU ESP32," 2019.
- Shamshiri, Redmond Ramin, Fatemeh Kalantari, K. C. Ting, Kelly R. Thorp, Ibrahim A. Hameed, Cornelia Weltzien, Desa Ahmad, and Zahra Shad. "Advances in Greenhouse Automation and Controlled Environment Agriculture: A Transition to Plant Factories and Urban Agriculture." *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 11, no. 1 (2018): 1–22. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20181101.3210>.
- Syah, Rachman, Makmur Makmur, and Mat Fahrur. "Budidaya Udang Vaname Dengan Padat Penebaran Tinggi." *Media Akuakultur* 12, no. 1 (August 2017): 19–26. <https://doi.org/10.15578/MA.12.1.2017.19-26>.
- Wafi, Abdul, Heri Ariadi, Abdul Muqsith, Mohammad Mahmudi, and Mohammad Fadjar. "Oxygen Consumption of *Litopenaeus Vannamei* in Intensive Ponds Based on the Dynamic Modeling System." *Journal of Aquaculture and Fish Health* 10, no. 1 (January 2021): 17. <https://doi.org/10.20473/JAFH.V10I1.18102>.
- Wibisono, Dynar Angga,, Siti, Aminah, and Gungun; Maulana. "Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Udang Berbasis Internet of Things." In *Proceeding SNIA 2019*, B1-5, 2019.