

## SISTEM MONITORING BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA UDANG INTENSIF

Nica Astrianda<sup>1\*</sup>, Ilham Juliwardi<sup>2</sup>, Rivansyah Suhendra<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

Email: <sup>1</sup>nicaastrianda@utu.ac.id\*, <sup>2</sup>ilhamjuliwardi@utu.ac.id, <sup>3</sup>rivansyahsuhendra@utu.ac.id,

### INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima: 10 Oktober 2025

Revisi: 29 Oktober 2025

Diterbitkan: 31 Oktober 2025

### Kata Kunci:

*Internet of Things (IoT)*

Budidaya Udang Intensif

Monitoring Real-Time

Kualitas Air

Sensor Akuakultur

### ABSTRAK

Budidaya udang intensif memegang peran penting dalam peningkatan ekonomi masyarakat pesisir, namun keberhasilannya sangat bergantung pada kualitas air tambak. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau parameter suhu, pH, dan Kekeruhan secara real-time. Metode penelitian meliputi tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan perangkat keras dan lunak, implementasi, serta pengujian sistem di lapangan. Hasil menunjukkan sistem mampu menampilkan data kualitas air secara real-time melalui dashboard web dan memberikan peringatan dini bila parameter berada di luar ambang batas optimal. Dengan demikian, sistem IoT ini efektif membantu petambak mengambil keputusan cepat dalam menjaga kualitas air budidaya udang. Penelitian ini mendukung pengembangan teknologi akuakultur cerdas berbasis IoT di Indonesia.

Copyright © 2025 Jurnal Teknologi Informasi UTU  
All rights reserved

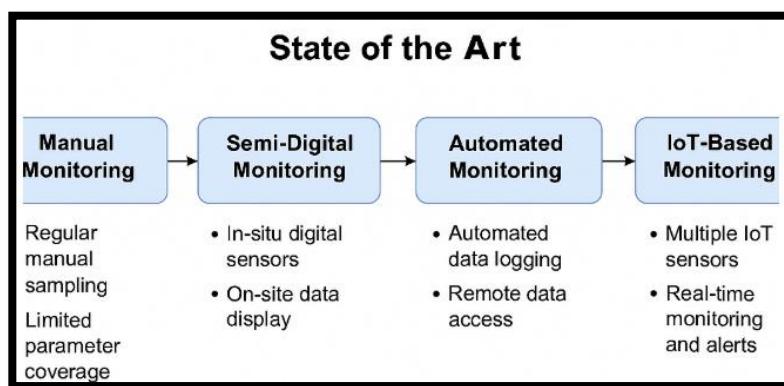
### 1. Pendahuluan

Budidaya udang intensif merupakan sektor agribisnis yang memiliki nilai ekonomi tinggi, namun sangat rentan terhadap kegagalan. Keberhasilan produksi sangat bergantung pada kualitas air tambak yang optimal. Fluktuasi parameter kualitas air, seperti suhu, pH, dan kekeruhan (turbidity), dapat terjadi dengan cepat dan signifikan, yang dapat menyebabkan stres, penurunan nafsu makan, hingga kematian massal pada udang [1]. Kegagalan panen yang diakibatkan oleh kondisi lingkungan yang suboptimal tidak hanya menyebabkan kerugian finansial yang besar bagi pembudidaya tetapi juga mengancam keberlanjutan industri secara keseluruhan [2]. Oleh karena itu, kemampuan untuk mempertahankan kualitas air pada ambang batas toleransi udang merupakan kunci utama profitabilitas [3].

Selama ini, pemantauan kualitas air di banyak tambak masih dilakukan secara manual dan periodik. Metode ini memiliki kelemahan utama, yaitu data yang diperoleh tidak mencerminkan kondisi real-time dan memerlukan waktu respons yang lama. Pengambilan sampel dan pengujian di laboratorium atau bahkan menggunakan alat portabel sederhana hanya memberikan gambaran sesaat (snapshot) dari kondisi air, yang seringkali terlewatkan dari perubahan mendadak yang terjadi pada malam hari atau

saat puncak aktivitas biologis (4). Kondisi ini seringkali terlambat untuk mendeteksi anomali kritis, seperti penurunan pH yang tiba-tiba akibat respirasi biomassa tinggi atau peningkatan suhu air di atas ambang batas toleransi udang, sehingga langkah mitigasi menjadi tidak efektif [5].

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi tantangan tersebut. Dengan mengintegrasikan sensor yang akurat, mikrokontroler berdaya rendah, dan platform komputasi awan, sistem IoT memungkinkan pemantauan kualitas air secara berkelanjutan (kontinu) dan otomatis [6]. Sistem ini tidak hanya mengumpulkan data, tetapi juga menganalisisnya secara instan, membandingkannya dengan nilai ambang batas yang ditentukan, dan mengirimkan peringatan secara proaktif [7]. Data dapat diakses kapan saja dan di mana saja melalui aplikasi seluler atau dasbor web, memungkinkan intervensi pengendalian yang cepat dan tepat, seperti penyesuaian aerasi atau penambahan bahan kimia yang dibutuhkan, sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi budidaya dan hasil panen secara signifikan [8].



Gambar 1. *State of Art*

Penelitian ini mengusulkan sistem monitoring berbasis IoT yang dapat membantu petambak meningkatkan efisiensi operasional, menekan risiko kegagalan panen, dan mendukung keberlanjutan lingkungan budidaya.

## 2. Metodologi Penelitian

Arsitektur sistem monitoring kualitas air pada penelitian ini dirancang menggunakan pendekatan tiga lapisan utama, yaitu lapisan sensor, lapisan komunikasi, dan lapisan aplikasi. Pendekatan ini bertujuan untuk memisahkan fungsi pengukuran, transmisi data, dan penyajian informasi sehingga sistem lebih terstruktur, modular, dan mudah dikembangkan.



Gambar 2. Arsitektur sistem

1) Lapisan Sensor

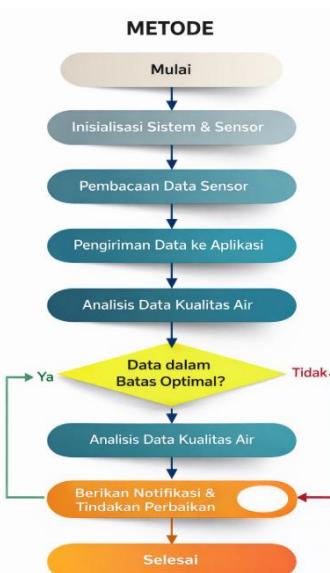
Lapisan sensor berfungsi sebagai komponen utama dalam melakukan pengukuran parameter kualitas air. Pada lapisan ini digunakan sensor suhu DS18B20, sensor pH analog, dan sensor turbidity untuk mengukur tingkat kekeruhan air. Sensor-sensor tersebut ditempatkan pada media uji dan melakukan pengambilan data secara periodik sesuai interval yang telah ditentukan. Data hasil pengukuran selanjutnya diteruskan ke mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut.

2) Lapisan Komunikasi

Lapisan komunikasi berperan dalam pengiriman data dari perangkat sensor ke server atau platform aplikasi. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat kendali yang mengolah data sensor dan mengirimkannya melalui jaringan nirkabel (Wi-Fi). Protokol MQTT digunakan karena memiliki karakteristik ringan, efisien, dan cocok untuk sistem Internet of Things (IoT). Data sensor dipublikasikan ke server atau broker MQTT secara real-time untuk kemudian diakses oleh lapisan aplikasi.

3) Lapisan Aplikasi

Lapisan aplikasi berfungsi sebagai antarmuka pengguna dalam memantau kualitas air. Data yang diterima dari server divisualisasikan melalui dashboard aplikasi Blynk pada smartphone dalam bentuk grafik dan nilai numerik. Selain itu, lapisan ini juga menyediakan fitur peringatan dini (early warning) berupa notifikasi otomatis apabila salah satu parameter kualitas air berada di luar batas optimal yang telah ditentukan. Fitur ini diharapkan dapat membantu pengguna dalam melakukan pemantauan dan pengambilan keputusan secara cepat.



Gambar. 3 Flowchart tahapan sistem monitoring

Berdasarkan gambar 3. Tahapan dan Langkah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut: Proses sistem dimulai dengan tahap inisialisasi sistem dan sensor, di mana mikrokontroler ESP32 dan seluruh sensor kualitas air (suhu, pH, dan kekeruhan) diaktifkan serta dilakukan pengecekan koneksi jaringan. Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat keras dan sistem komunikasi berfungsi dengan baik sebelum pengambilan data dilakukan.

Selanjutnya, sistem melakukan pembacaan data sensor secara berkala. Sensor suhu, pH, dan turbidity mengukur kondisi kualitas air sesuai interval waktu yang telah ditentukan. Data hasil pengukuran ini menjadi input utama dalam proses pemantauan kualitas air.

Data yang telah diperoleh kemudian dikirimkan ke aplikasi melalui jaringan nirkabel (Wi-Fi). Proses pengiriman data dilakukan secara real-time ke server atau platform aplikasi yang digunakan, sehingga data dapat diakses dan dipantau oleh pengguna.

Setelah data diterima, sistem melakukan analisis data kualitas air dengan membandingkan nilai pengukuran terhadap batas optimal yang telah ditetapkan untuk masing-masing parameter. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kualitas air apakah masih dalam kondisi normal atau sudah berada di luar ambang batas yang diizinkan. Pada tahap berikutnya, sistem melakukan pemeriksaan apakah data berada dalam batas optimal.

Apabila nilai parameter masih berada dalam rentang yang ditentukan, maka sistem akan melanjutkan proses pemantauan secara berulang. Namun, jika salah satu parameter berada di luar batas optimal, sistem akan masuk ke tahap selanjutnya.

Jika terdeteksi adanya parameter yang tidak sesuai, sistem akan memberikan notifikasi dan rekomendasi tindakan perbaikan kepada pengguna. Notifikasi ini berfungsi sebagai peringatan dini agar pengguna dapat segera melakukan tindakan yang diperlukan untuk menjaga kestabilan kualitas air.

Proses pemantauan berakhir pada tahap selesai, namun dalam implementasinya sistem dirancang untuk bekerja secara berulang dan kontinu selama perangkat aktif, sehingga mampu melakukan pemantauan kualitas air secara real-time dan berkelanjutan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dikembangkan dan diuji dalam lingkungan uji coba terkontrol yang merepresentasikan kondisi tambak udang intensif. Sensor yang digunakan mampu mengukur parameter suhu, pH, dan kekeruhan air dengan tingkat akurasi yang baik, ditunjukkan oleh nilai rata-rata deviasi di bawah 5% dibandingkan dengan pengukuran manual. Sistem menampilkan data pemantauan melalui dashboard berbasis web dengan interval

perbaruan setiap 10 detik serta menyediakan fitur peringatan otomatis ketika nilai parameter berada di luar batas optimal, yaitu suhu 28–32 °C, pH 7,5–8,5, dan kekeruhan 3–10 NTU.

Sistem monitoring kualitas air ini dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor DS18B20 untuk pengukuran suhu, sensor pH analog, dan sensor turbidity. Seluruh komponen terhubung melalui jaringan nirkabel (Wi-Fi) untuk mengirimkan data secara real-time ke server cloud. Data yang diterima kemudian divisualisasikan melalui dashboard aplikasi Blynk pada perangkat smartphone dalam bentuk grafik perubahan suhu, pH, dan kekeruhan secara dinamis, serta dilengkapi dengan notifikasi otomatis apabila salah satu parameter melewati ambang batas yang telah ditentukan..



Gambar 4 . Lokasi tambak usaha warga panggoi, Lhokseumawe,

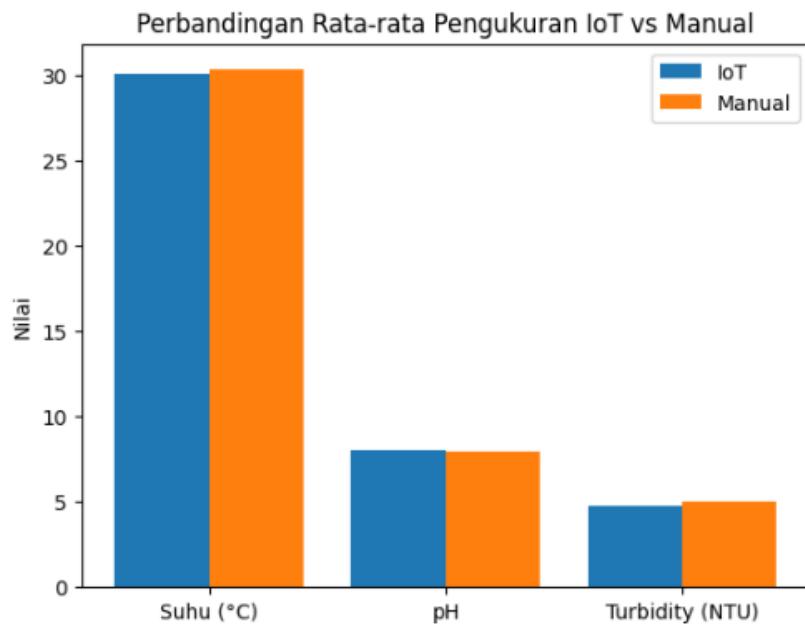
### Hasil Pengujian Sensor dan Akurasi

Pengujian dilakukan selama 10 hari dengan interval pengambilan data setiap 10 detik. Perbandingan antara data IoT dan pengukuran manual dilakukan untuk menilai akurasi dan stabilitas sistem. Tabel 1 berikut memperlihatkan hasil rata-rata perbandingan sensor IoT terhadap alat ukur manual.

**Tabel 1. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air**

Parameter	IoT (Rata-rata)	Manual	Deviasi (%)	Batas Optimal
Suhu (°C)	30.1	30.3	0.66	28 – 32
pH	8.02	7.95	0.88	7.5 – 8.5
Turbidity (NTU)	4.8	5.0	4.0	3-10 NTU

Dari hasil di atas, deviasi rata-rata pembacaan sensor terhadap alat ukur standar di bawah 3%, yang menunjukkan tingkat akurasi tinggi. Sensor suhu menunjukkan deviasi terkecil (0,66%), diikuti sensor pH (0,88%), dan sensor turbidity (2,5%)



Gambar 5. Grafik perbandingan rata-rata pengukuran IoT vs alat ukur manual

Berdasarkan gambar 5, sistem IoT menunjukkan hasil pengukuran suhu, pH, dan kekeruhan air yang sejalan dengan alat ukur manual. Selisih nilai yang terjadi relatif kecil dan masih berada dalam batas toleransi, sehingga sistem yang dikembangkan dapat dinyatakan memiliki tingkat akurasi yang baik dan layak digunakan untuk pemantauan kualitas air tambak secara real-time.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan mampu mengukur parameter suhu, pH, dan kekeruhan air dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Hal ini ditunjukkan oleh nilai deviasi yang relatif kecil antara hasil pengukuran sensor IoT dan alat ukur manual. Seluruh parameter yang diuji berada dalam rentang batas optimal kualitas air, sehingga secara fungsional sistem mampu merepresentasikan kondisi kualitas air secara memadai.

Meskipun demikian, penelitian ini masih bersifat uji coba dan pengembangan prototipe yang dilakukan dalam kondisi terkontrol dan belum diimplementasikan secara langsung pada lokasi tambak aktif. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi lingkungan tambak yang dinamis, seperti fluktuasi kualitas air akibat perubahan cuaca, aktivitas pemberian pakan, kepadatan tebar, maupun proses biologis lainnya.

Pengujian selama 10 hari dengan interval pengambilan data setiap 10 detik menunjukkan bahwa sistem memiliki stabilitas pembacaan sensor yang baik, terutama pada parameter suhu dan pH. Pada parameter kekeruhan, perbedaan nilai antara sensor IoT dan pengukuran manual masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima, yang kemungkinan dipengaruhi oleh sensitivitas sensor terhadap partikel tersuspensi serta kondisi pencahayaan saat pengukuran.

Keterbatasan lain dalam penelitian ini adalah belum dilakukannya kalibrasi lanjutan dalam jangka panjang dan belum diuji pada berbagai kondisi kualitas air ekstrem yang umum terjadi di tambak udang intensif. Selain itu, aspek keandalan sistem terhadap faktor lingkungan lapangan seperti kelembaban tinggi, korosi air laut, dan gangguan jaringan komunikasi juga belum dievaluasi secara menyeluruh.

Meskipun masih pada tahap prototipe, hasil penelitian ini menunjukkan potensi penerapan sistem IoT sebagai alat bantu pemantauan kualitas air secara real-time. Sistem ini diharapkan dapat membantu pembudidaya dalam pengambilan keputusan yang lebih cepat dan berbasis data,

khususnya dalam menjaga kestabilan parameter kualitas air yang berpengaruh terhadap produktivitas dan kesehatan organisme budidaya.

Untuk pengembangan selanjutnya, penelitian ini perlu dilanjutkan dengan implementasi langsung di lokasi tambak, pengujian dalam periode yang lebih panjang, serta penambahan parameter kualitas air lainnya seperti oksigen terlarut (DO) dan salinitas. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat dievaluasi secara komprehensif dan siap diimplementasikan pada skala operasional.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan menguji sebuah prototipe sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mengukur parameter suhu, pH, dan kekeruhan air. Berdasarkan hasil pengujian selama 10 hari dengan interval pengambilan data setiap 10 detik, sistem menunjukkan kinerja yang cukup baik dengan nilai deviasi yang relatif kecil dibandingkan pengukuran manual.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh parameter kualitas air yang diukur oleh sistem IoT berada dalam batas optimal untuk budidaya tambak, sehingga secara fungsional sistem mampu memberikan informasi kualitas air yang representatif. Hal ini mengindikasikan bahwa prototipe yang dikembangkan memiliki potensi untuk digunakan sebagai alat pemantauan kualitas air secara real-time.

#### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Teuku Umar atas dukungan pendanaan melalui program Hibah Internal Tahun 2025.

#### Daftar Pustaka

- [1] Boyd, C. E., & Clay, J. W. (2019). *Evaluation of aquaculture pond water quality management*. Journal of the World Aquaculture Society, 50(2), 379–392. <https://doi.org/10.1111/jwas.12586>
- [2] FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in action*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [3] Hidayat, R., & Fathurrahman, M. (2022). *Implementasi Internet of Things untuk pemantauan kualitas air tambak udang berbasis mikrokontroler ESP32*. Jurnal Teknologi Perikanan, 4(1), 25–34.
- [4] Putra, A. G., Nur, A., & Prasetyo, D. (2022). *Analisis sistem monitoring kualitas air tambak berbasis IoT untuk peningkatan produktivitas budidaya udang vaname*. Jurnal Sains dan Teknologi Akuakultur, 8(2), 45–56.
- [5] Rahman, A., Zulfikar, M., & Sari, R. (2023). *Pengaruh fluktuasi parameter kualitas air terhadap tingkat kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)*. Jurnal Akuakultur Tropis Indonesia, 12(1), 11–20.
- [6] Siregar, H., Lubis, N., & Nasution, R. (2021). *Rancang bangun sistem IoT untuk pemantauan kualitas air tambak secara real-time menggunakan NodeMCU dan sensor multi-parameter*. Jurnal Teknologi Informasi dan Aplikasinya, 15(3), 101–109.
- [7] Wijaya, I. M. S., Santosa, I. G., & Dewi, N. M. (2023). *Sistem monitoring dan kontrol kualitas air tambak udang berbasis IoT dengan notifikasi otomatis*. Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi, 9(2), 77–88.
- [8] Ali, M., Hasan, M., & Rahman, M. (2021). *Water quality management and challenges in intensive shrimp aquaculture systems*. Aquaculture Reports, 20, 100702. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100702>