

Rancang Bangun Sistem *Smart Farming* Berbasis *Internet of Things* Menggunakan ESP32 untuk Monitoring dan Aerasi Otomatis pada Budidaya Cacing Sutera

Muhamad Ludpi ^{1,*}, Raimon Efendi ², Efri Yandani ³

^{1,2,3}Teknik Informatika; Universitas Dharma Indonesia; Sumatera Barat;

e-mail: muhamadludpinew3@gmail.com¹, raimon.efendi@gmail.com², efriyandani@gmail.com

* Korespondensi: e-mail: muhamadludpinew3@gmail.com

Diterima: 22 Juni 2026 ; Review: 8 Juli 2026; Disetujui: 30 Juli 2026

Cara sitasi: L.Muhamad, E.Raimon, Y.Efri. 2026. Rancang Bangun Sistem *Smart Farming* Berbasis *Internet of Things* Menggunakan ESP32 untuk Monitoring dan Aerasi Otomatis pada Budidaya Cacing Sutera : Journal of Vocational Education and Information Technology. Vol (no): halaman.

Abstrak: Budidaya cacing sutera (*Tubifex* sp.) memerlukan pengelolaan kualitas air yang optimal karena parameter seperti suhu dan derajat keasaman (pH) berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan produktivitas. Pemantauan kualitas air yang masih dilakukan secara manual menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi perubahan kondisi media budidaya sehingga berpotensi menurunkan produktivitas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem **smart farming** berbasis **Internet of Things (IoT)** menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk melakukan monitoring kualitas air secara *real-time* serta mengendalikan aerasi secara otomatis. Penelitian menggunakan metode **Research and Development (R&D)** yang meliputi tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan evaluasi. Sistem dikembangkan dengan mengintegrasikan sensor suhu DS18B20, sensor pH, ESP32, relay, aerator, dan aplikasi Blynk sebagai media monitoring. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan secara *real-time* ke aplikasi Blynk melalui jaringan internet, sedangkan aerator dikendalikan secara otomatis berdasarkan nilai ambang suhu dan pH yang telah ditetapkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memonitor suhu dan pH secara *real-time*, menampilkan data pada aplikasi Blynk dengan baik, serta mengaktifkan aerator secara otomatis ketika parameter kualitas air berada di luar kisaran optimal. Sistem yang dikembangkan berhasil meningkatkan efisiensi proses pemantauan, mempercepat respons terhadap perubahan kualitas air, serta mendukung pengelolaan media budidaya cacing sutera secara lebih efektif dan berkelanjutan.

Kata kunci: *Smart Farming; Internet of Things; ESP32; Monitoring Kualitas Air; Aerasi Otomatis; Tubifex* sp.

Abstract: *Tubifex* (*Tubifex* sp.) cultivation requires optimal water quality management because environmental parameters, such as temperature and pH, directly affect growth and productivity. Conventional water quality monitoring is generally performed manually, resulting in delayed detection of environmental changes that may reduce cultivation performance. This study aimed to develop an Internet of Things (IoT)-based smart farming system using an ESP32 microcontroller for real-time water quality monitoring and automatic aeration control. The study employed a Research and Development (R&D) approach consisting of needs identification, system design, implementation, testing, and evaluation. The proposed system integrates a DS18B20 temperature sensor, a pH sensor, an ESP32 microcontroller, a relay module, an aerator, and the Blynk platform for remote monitoring. Sensor data are transmitted to the Blynk application via the Internet, enabling real-time visualization of water quality parameters, while the aerator is automatically activated based on predefined temperature and pH threshold values. Experimental results demonstrated that the system successfully monitored temperature and pH in real time, displayed sensor data accurately on the Blynk platform, and automatically controlled

aeration when water quality parameters exceeded the optimal range. The developed system improves monitoring efficiency, enables rapid responses to water quality fluctuations, and supports more effective and sustainable management of Tubifex cultivation.

Keywords: Smart Farming; Internet of Things; ESP32; Automatic Aeration Control; Tubifex sp

1. Pendahuluan

Budidaya cacing sutera (*Tubifex* sp.) merupakan salah satu sektor akuakultur yang memiliki peran strategis sebagai penyedia pakan alami bagi larva dan benih ikan karena mengandung protein tinggi, mudah dicerna, serta mampu meningkatkan tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan pada fase awal [1], [2]. Seiring meningkatnya produksi perikanan budidaya, kebutuhan terhadap cacing sutera sebagai pakan alami juga mengalami peningkatan [3]. Kondisi tersebut mendorong perlunya sistem budidaya yang mampu menghasilkan cacing sutera secara berkelanjutan dengan kualitas dan kuantitas yang stabil.

Keberhasilan budidaya cacing sutera sangat dipengaruhi oleh kualitas media budidaya, terutama suhu, derajat keasaman (pH), kandungan oksigen terlarut, serta sirkulasi air [4]. Perubahan parameter tersebut di luar kisaran optimum dapat menyebabkan stres, menurunkan laju pertumbuhan, menghambat reproduksi, bahkan meningkatkan risiko kematian cacing. Oleh karena itu, pengelolaan kualitas air menjadi faktor utama yang menentukan produktivitas budidaya sehingga diperlukan sistem pemantauan yang mampu memberikan informasi kondisi media secara cepat dan akurat.

Pada praktik budidaya di lapangan, proses monitoring kualitas air masih banyak dilakukan secara manual menggunakan alat ukur sederhana dengan interval pemeriksaan tertentu [5]. Metode tersebut memiliki beberapa keterbatasan karena perubahan kondisi media budidaya tidak dapat diketahui secara langsung sehingga tindakan korektif sering terlambat dilakukan [6]. Selain itu, pengoperasian aerator maupun pompa sirkulasi masih bergantung pada pengamatan pembudidaya sehingga kurang efisien, membutuhkan tenaga kerja yang lebih besar, dan berpotensi menyebabkan kualitas media budidaya tidak stabil. Kondisi ini menunjukkan perlunya sistem monitoring yang mampu bekerja secara berkelanjutan serta memberikan respons otomatis terhadap perubahan parameter lingkungan.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang besar dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan budidaya melalui konsep smart farming [7], [8]. Integrasi sensor, mikrokontroler, komunikasi nirkabel, serta platform berbasis cloud memungkinkan proses akuisisi, pengiriman, dan visualisasi data dilakukan secara real-time [9]. Teknologi tersebut tidak hanya mempermudah proses pemantauan dari jarak jauh, tetapi juga memungkinkan pengambilan keputusan otomatis berdasarkan kondisi lingkungan yang terdeteksi oleh sensor sehingga dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan budidaya.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem smart farming berbasis IoT pada sektor pertanian maupun akuakultur. Penelitian yang dilakukan oleh efendi menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT mampu menjaga kestabilan parameter lingkungan sehingga meningkatkan pertumbuhan organisme budidaya [10]. Penelitian lain oleh [6] mengembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan aplikasi berbasis web maupun perangkat bergerak untuk mempermudah proses pemantauan secara real-time [11]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan budidaya dibandingkan metode konvensional [12].

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada komoditas budidaya seperti ikan, hidroponik, akuaponik, maupun peternakan cacing tanah [13], sedangkan implementasi pada budidaya cacing sutera masih sangat terbatas [14], [15]. Selain itu, sebagian penelitian hanya mengembangkan sistem monitoring tanpa dilengkapi mekanisme pengendalian otomatis, sementara penelitian lainnya lebih menitikberatkan pada sistem kontrol tanpa menyediakan fasilitas monitoring real-time yang terintegrasi [16]. Dengan demikian, masih terdapat kesenjangan penelitian (research gap) berupa belum tersedianya sistem yang mengintegrasikan monitoring suhu dan pH secara real-time dengan pengendalian aerasi otomatis yang secara khusus dirancang untuk budidaya cacing sutera.

Berdasarkan research gap tersebut, penelitian ini menawarkan suatu sistem smart farming berbasis Internet of Things menggunakan mikrokontroler ESP32 yang mengintegrasikan sensor suhu DS18B20, sensor pH, modul relay, aerator, dan aplikasi Blynk dalam satu sistem terpadu. Sistem dirancang untuk melakukan monitoring kualitas air secara real-time sekaligus

mengendalikan aerasi secara otomatis berdasarkan nilai ambang (threshold) suhu dan pH yang telah ditentukan. Integrasi tersebut diharapkan mampu meningkatkan stabilitas kualitas media budidaya sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pemantauan manual.

Kontribusi ilmiah (scientific contribution) penelitian ini terletak pada pengembangan sistem monitoring dan pengendalian otomatis yang secara khusus disesuaikan dengan karakteristik budidaya cacing sutera. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada satu fungsi, penelitian ini mengintegrasikan fungsi monitoring, komunikasi data berbasis IoT, dan pengendalian aktuator dalam satu platform yang mampu memberikan respons otomatis terhadap perubahan kondisi media budidaya. Pendekatan tersebut memberikan alternatif solusi yang lebih efisien, mudah diimplementasikan, dan berpotensi diterapkan pada skala usaha budidaya kecil maupun menengah.

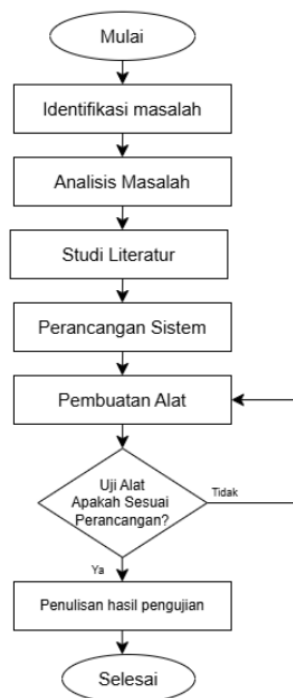
Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem smart farming berbasis Internet of Things menggunakan ESP32 untuk melakukan monitoring kualitas air secara real-time serta mengendalikan aerasi secara otomatis pada budidaya cacing sutera. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pemantauan, menjaga kestabilan kualitas media budidaya, mendukung peningkatan produktivitas cacing sutera, serta menjadi salah satu model penerapan teknologi IoT pada sektor akuakultur yang berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sistem *smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 pada budidaya cacing sutera. Penelitian dilaksanakan di Rangkang Farm, Kabupaten Dharmasraya, sebagai lokasi budidaya cacing sutera. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air dan sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman air. Data hasil pembacaan sensor diproses oleh ESP32, kemudian dikirimkan melalui jaringan WiFi ke aplikasi Blynk untuk ditampilkan secara *real-time*. Berdasarkan nilai sensor yang diperoleh, ESP32 mengendalikan relay untuk mengaktifkan atau menonaktifkan aerator secara otomatis sesuai dengan ambang batas yang telah ditentukan.

Tahapan penelitian meliputi lima tahap, yaitu identifikasi masalah, analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengujian sistem, dan evaluasi sistem. Pada tahap identifikasi masalah dilakukan observasi terhadap proses budidaya cacing sutera untuk mengetahui kendala yang dihadapi, khususnya pada proses monitoring kualitas air dan pengoperasian aerator yang masih dilakukan secara manual. Tahap analisis kebutuhan dilakukan dengan menentukan spesifikasi perangkat keras berupa ESP32, sensor DS18B20, sensor pH, relay dua kanal, aerator, serta perangkat lunak berupa Arduino IDE dan aplikasi Blynk. Selanjutnya dilakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak dengan menyusun rangkaian sistem serta mengembangkan program pengendalian berbasis ESP32.

Pengujian sistem dilakukan dengan menguji setiap komponen secara bertahap, meliputi pengujian sensor suhu, sensor pH, komunikasi data antara ESP32 dan aplikasi Blynk, serta pengujian fungsi aerasi otomatis. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam membaca parameter kualitas air, mengirimkan data secara real-time, dan mengendalikan aerator berdasarkan kondisi media budidaya. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem, meliputi ketepatan pembacaan sensor, respons aktuator, serta keberhasilan monitoring melalui aplikasi Blynk.



Gambar 1 Kerangka Kerja Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

3.1.1 Analisa Sistem

Analisa sistem dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan pada proses budidaya cacing sutera serta menentukan solusi yang sesuai melalui penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT). Berdasarkan hasil observasi di Rangkang Farm, proses pemantauan kualitas air masih dilakukan secara manual dengan mengukur suhu dan pH secara berkala menggunakan alat ukur sederhana. Kondisi tersebut menyebabkan perubahan kualitas air tidak dapat diketahui secara langsung sehingga tindakan penanganan sering terlambat dilakukan. Selain itu, pengoperasian aerator masih bergantung pada pengamatan pembudidaya sehingga kurang efisien dan berpotensi mengganggu kestabilan media budidaya.

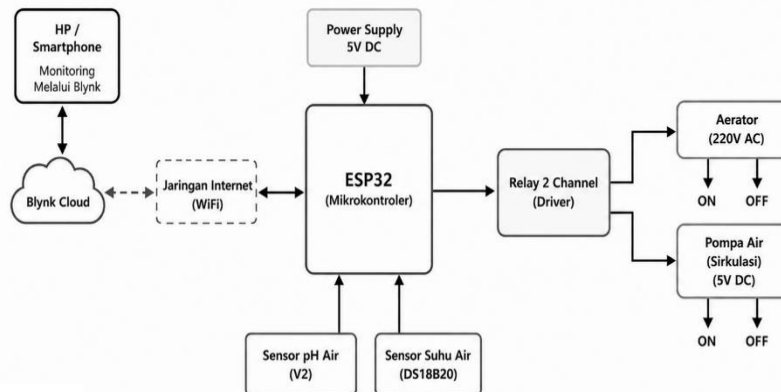
Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem *smart farming* berbasis *Internet of Things* menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem memanfaatkan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air dan sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman air. Data hasil pembacaan sensor diproses oleh ESP32, kemudian dikirimkan melalui jaringan WiFi ke aplikasi Blynk sehingga pengguna dapat memantau kondisi media budidaya secara *real-time*. Selain itu, ESP32 mengendalikan relay untuk mengaktifkan aerator secara otomatis apabila nilai suhu melebihi 29°C atau nilai pH berada di luar rentang 6,0–7,5, sehingga kualitas media budidaya dapat dipertahankan pada kondisi yang lebih stabil.

Dengan penerapan sistem tersebut, proses monitoring tidak lagi bergantung pada pemeriksaan manual. Pembudidaya dapat mengetahui kondisi media budidaya dari jarak jauh melalui aplikasi Blynk, sedangkan sistem secara otomatis mengendalikan aerator sesuai kondisi yang terdeteksi oleh sensor. Integrasi antara sensor, ESP32, jaringan internet, dan aplikasi monitoring diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan budidaya cacing sutera serta mengurangi risiko penurunan kualitas air.

3.1.2 Perancangan Alat

Perancangan alat dilakukan untuk menghasilkan sistem *smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu melakukan monitoring kualitas air dan pengendalian aerasi secara otomatis pada budidaya cacing sutera. Sistem dirancang dengan mengintegrasikan mikrokontroler ESP32, sensor suhu DS18B20, sensor pH, relay 2 channel, pompa, aerator, dan aplikasi Blynk sebagai media monitoring.

ESP32 berfungsi sebagai pusat pengendali yang menerima data dari sensor suhu dan sensor pH. Sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu air, sedangkan sensor pH digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman media budidaya. Data hasil pembacaan kedua sensor diproses oleh ESP32, kemudian dikirimkan melalui jaringan WiFi ke server Blynk sehingga dapat dipantau secara *real-time* menggunakan *smartphone*. Berikut adalah skema blok yang dirancang dapat dilihat pada gambar 2 Skema Blok Diagram.



Gambar 2 Skema Blok Diagram

Sebelum membuat Rangkaian pada Perancangan Sistem *Smart Farming* Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Esp32 Untuk Monitoring *Real-time* Dan Aerasi Otomatis Pada Budidaya Cacing Sutera. Ada beberapa alat dan bahan yang perlu disiapkan. Daftar alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Perangkat Keras yang Digunakan

No	Nama Alat	Fungsi
1	ESP32	Mikrokontroler utama untuk mengolah data dan komunikasi IoT
2	Sensor pH	Mengukur Ph air
3	Aerator	Menambah oksigen dalam air
4	Relay 2 Channel	Mengontrol On/Of aerator dan pompa
5	Sensor Suhu DS18B20	Sumber daya listrik untuk sistem
6	Adaptor 5 V	Mengukur suhu air
7	Pompa Celup	Monitoring
8	Smartphone	Sirkulasi Air

3.1.3 Mekanisme Kerja Sistem

Alur kerja sistem dimulai ketika ESP32 memperoleh sumber tegangan dan melakukan proses inisialisasi seluruh perangkat. Setelah berhasil terhubung ke jaringan internet melalui WiFi, ESP32 melakukan pembacaan data dari Sensor suhu DS18B20 dan sensor pH secara periodik.

Nilai suhu dan pH yang diperoleh kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk menentukan kondisi media budidaya. Selanjutnya data dikirimkan ke server Blynk sehingga dapat ditampilkan pada dashboard aplikasi di smartphone pengguna secara *real-time*. Seluruh proses tersebut berlangsung secara berulang sehingga kondisi media budidaya selalu dipantau selama sistem beroperasi.

Tabel 2. Parameter optimal cacing sutera

Parameter	Kisaran Optimal	Keterangan
pH	6,0 – 7,5	Kondisi netral hingga sedikit asam/basa
Suhu	25 – 28 °C	Suhu ideal untuk pertumbuhan
Amoniak (NH ₃)	< 3 ppm	Kadar tinggi dapat bersifat toksik

Berdasarkan gambar 2. Parameter optimal cacing sutera, apabila nilai suhu maupun pH berada di luar batas yang telah ditentukan, ESP32 akan memberikan perintah kepada relay untuk mengaktifkan aktuator yang diperlukan, yaitu aerator maupun pompa sirkulasi. Sebaliknya, apabila kondisi air berada dalam rentang ideal, maka aktuator akan dimatikan secara otomatis.

3.1.4 Testing dan Implementasi

Tahap implementasi sistem merupakan proses penerapan hasil perancangan perangkat keras dan perangkat lunak menjadi sebuah sistem yang dapat beroperasi sesuai dengan tujuan penelitian. Perangkat keras telah berhasil dirakit sesuai dengan rancangan yang terdiri atas ESP32, sensor suhu DS18B20, sensor pH air, relay 2 channel, pompa celup, aerator. Dapat dilihat pada gambar 3. Hasil Perakitan Alat



Gambar 3. Hasil Perakitan Alat

Dashboard Blynk berhasil menampilkan informasi suhu air dan nilai pH secara *real-time*. Selain itu, grafik monitoring juga mampu menampilkan perubahan data sensor selama sistem beroperasi. Dapat dilihat pada gambar 4. Dashboard Monitoring Blynk berikut :



Gambar 4 Dashboard Monitoring Blynk

Pengujian pompa dilakukan untuk memastikan sistem mampu mengaktifkan pompa ketika suhu air melebihi 29°C atau nilai pH berada di luar rentang 6,0–7,5. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Pompa Otomatis

No	Suhu (°C)	pH	Pompa
1.	25	7,0	OFF
2.	30	7,0	ON
3.	25	5,8	ON
4.	25	7,8	ON
5.	27	6,9	OF

Berdasarkan Tabel 3. pompa aktif ketika suhu mencapai 30°C atau ketika nilai pH berada di luar batas normal. Sebaliknya, pompa tidak aktif apabila suhu dan pH berada pada kisaran yang telah ditentukan.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa logika kendali pada ESP32 telah berjalan sesuai rancangan. Respons otomatis terjadi karena program secara terus-menerus membandingkan hasil pembacaan sensor dengan nilai ambang batas. Hasil ini mendukung penelitian mengenai sistem kontrol otomatis berbasis IoT yang menyatakan bahwa penggunaan nilai ambang (*threshold*) mampu meningkatkan kecepatan respons sistem terhadap perubahan lingkungan.

Pengujian aerator dilakukan untuk memastikan aerator bekerja sesuai algoritma yang telah dirancang. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian Aerator

No	Kondisi	aerator
1.	Sistem mulai	ON
2.	Sebelum baca sensor	OFF (5 detik)
3.	Setelah baca sensor	ON

Berdasarkan Tabel 4, aerator bekerja secara terus-menerus untuk menjaga suplai oksigen pada media budidaya. Aerator dimatikan selama 5 detik saat pembacaan sensor pH agar gelembung udara tidak mengganggu proses pengukuran, kemudian diaktifkan kembali setelah pembacaan selesai.

Strategi tersebut meningkatkan kestabilan pembacaan sensor pH karena mengurangi gangguan turbulensi di sekitar elektroda sensor. Dengan demikian, data yang diperoleh lebih representatif terhadap kondisi media budidaya.

3.2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem smart farming berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan mampu menjalankan fungsi monitoring suhu dan pH secara real-time sekaligus melakukan pengendalian aerasi secara otomatis sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Keberhasilan sistem tersebut dipengaruhi oleh integrasi antara sensor DS18B20, sensor pH, mikrokontroler ESP32, modul relay, serta platform Blynk yang memungkinkan proses akuisisi, pengolahan, pengiriman, dan visualisasi data berlangsung secara berkesinambungan. Mekanisme ini membuat perubahan kualitas air dapat dideteksi lebih cepat dibandingkan metode monitoring manual sehingga tindakan pengendalian dapat dilakukan secara otomatis tanpa menunggu intervensi pembudidaya.

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penerapan teknologi IoT pada sistem budidaya mampu meningkatkan efektivitas monitoring lingkungan melalui pengiriman data secara real-time dan mempermudah pengambilan keputusan berbasis data [5]. Pada penelitian ini, data suhu dan pH tidak hanya ditampilkan pada aplikasi Blynk, tetapi juga langsung digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan oleh ESP32 untuk mengaktifkan pompa maupun aerator ketika parameter kualitas air berada di luar kisaran optimal. Dengan demikian, sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantauan, tetapi juga sebagai sistem kendali otomatis yang mampu menjaga kestabilan media budidaya.

Selain itu, keberhasilan komunikasi data antara ESP32 dan aplikasi Blynk memperkuat temuan penelitian [6] yang menunjukkan bahwa mikrokontroler ESP32 memiliki kemampuan yang baik dalam mendukung monitoring kualitas air berbasis Internet of Things. Pada penelitian ini seluruh data sensor berhasil ditampilkan secara real-time pada aplikasi Blynk sehingga pembudidaya dapat memantau kondisi media budidaya dari jarak jauh. Kemampuan tersebut meningkatkan efisiensi proses monitoring karena tidak lagi bergantung pada pemeriksaan langsung di lokasi budidaya.

Temuan penelitian ini juga berhasil menjawab research gap yang telah diidentifikasi pada pendahuluan. Penelitian terdahulu umumnya hanya mengembangkan sistem monitoring atau sistem pengendalian secara terpisah pada berbagai komoditas budidaya, sedangkan penelitian ini mengintegrasikan kedua fungsi tersebut dalam satu sistem yang secara khusus dirancang untuk budidaya cacing sutera. Integrasi monitoring suhu dan pH secara real-time dengan pengendalian aerasi otomatis memungkinkan sistem memberikan respons langsung terhadap perubahan kualitas air sehingga kestabilan media budidaya lebih mudah dipertahankan.

Dari sisi kontribusi ilmiah, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan sistem IoT terpadu berbasis ESP32 pada budidaya cacing sutera dapat menjadi alternatif solusi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan kualitas air. Integrasi sensor, komunikasi data real-time, dan pengendalian aktuator dalam satu platform memberikan nilai tambah dibandingkan penelitian sebelumnya karena tidak hanya menyediakan informasi kondisi media budidaya, tetapi juga mampu melakukan tindakan korektif secara otomatis. Oleh karena itu, sistem yang dikembangkan berpotensi diterapkan pada skala usaha budidaya kecil maupun menengah sebagai bagian dari implementasi konsep smart farming pada sektor akuakultur.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang sistem *smart farming* berbasis *Internet of Things* menggunakan ESP32 untuk monitoring kualitas air dan pengendalian aerasi otomatis pada budidaya cacing sutera. Sistem mampu membaca parameter suhu menggunakan sensor DS18B20 dan derajat keasaman menggunakan sensor pH, kemudian mengirimkan data ke aplikasi Blynk secara real-time melalui jaringan internet. Berdasarkan hasil pengujian, sistem dapat mengendalikan pompa secara otomatis ketika suhu air melebihi 29°C atau nilai pH berada di luar rentang 6,0–7,5, serta mengoperasikan aerator sesuai logika yang telah diprogram. Integrasi antara sensor, ESP32, relay, dan aplikasi Blynk berjalan dengan baik sehingga sistem dapat membantu pembudidaya memantau kondisi media budidaya secara lebih efektif dan meningkatkan efisiensi pengelolaan kualitas air pada budidaya cacing sutera.

Referensi

- [1] S. Febrianti, D. Shafruddin, and E. Supriyono, "Budidaya cacing sutra (*Tubifex* sp.) dan budidaya ikan lele menggunakan sistem bioflok di Kecamatan Simpenan, Sukabumi," *J. Pus. Inov. Masy.*, vol. 2, no. 3, 2020.
- [2] AHMAD SAIFUL WATHONI, MOHAMMAD SUBHAN, and SULASTRI, "ANALISA PERBANDINGAN BUDIDAYA CACING SUTRA (*Tubifex* sp.) DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA AIR BERSIH DAN LUMPUR DI BBIP LABUHAN HAJI KABUPATEN LOMBOK TIMUR," *J. Ilm. Bahari*, vol. 3, no. 02, 2022.
- [3] A. Nuraisyah, R. Rendi, M. Abror, and R. C. Mukti, "Teknologi Budidaya Cacing Sutra (*Tubifex* sp.) di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi, Jawa Barat," *J. Sumberd. Akuatik Indopasifik*, vol. 7, no. 2, 2023.
- [4] J. P. Batubara *et al.*, "Pemanfaatan Bahan Organik sebagai Pakan Alami dalam Budidaya Cacing Sutra (*Tubifex* sp.) di Kelurahan Sidomukti Kecamatan Kisaran Timur Kabupaten Asahan," *BERNAS J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 3, 2023.
- [5] F. A. Maulana, N. Cokrowati, and A. R. Scabra, "PENGARUH LIMBAH BUDIDAYA IKAN LELE (*Clarias* sp.) TERHADAP PERTUMBUHAN CACING SUTRA (*Tubifex* sp.)," *Indones. J. Aquac. Mediu.*, vol. 3, no. 2, 2023.
- [6] A. Mullah, N. Diniarti, and B. H. Astriana, "PENGARUH PENAMBAHAN CACING SUTRA (*Tubifex*) SEBAGAI KOMBINASI PAKAN BUATAN TERHADAP EFISIENSI PEMANFAATAN PAKAN DAN PERTUMBUHAN LARVA IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias gariepinus*)," *J. Perikan. Unram*, vol. 9, no. 2, 2020.
- [7] H. Sudibyo *et al.*, "Sistem Monitoring Budidaya Perikanan Berbasis Iot Fish Feeder

- Sebagai Implementasi Smart Farming,” *J. Inf. Syst. Informatics Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 236–247, 2024.
- [8] W. A. Purnomo and R. Efendi, “Smart Trash System: Inovasi IoT dalam Manajemen Sampah Organik Berkelanjutan Berbasis Zero Waste,” *Int. J. Technol. Vocat. Educ. Train.*, vol. 5, no. 2, pp. 65–69, 2024.
 - [9] H. Sudibyo, F. T. Yuniko, A. Fadel, L. S. Lesmana, and R. Efendi, “Sistem Monitoring Budidaya Perikanan Berbasis IoT Fish Feeder sebagai Implementasi Smart Farming,” *JOISIE*, vol. 8, no. 2, 2024.
 - [10] R. Efendi, A. Fadel, and L. S. Lesmana, “Prototype Fish Feeder Berbasis Bot Telegram Menggunakan Wemos D1 Mini Di Rangkang Farm,” *Informatics Educ. Prof. J. Informatics*, vol. 9, no. 2, pp. 155–161, 2024.
 - [11] R. Efendi, F. T. Yuniko, R. A. Wulandari, and T. V. Meisy, “Pendampingan Implementasi Teknologi Pakan Alternatif Ikan Lele Terintegrasi Magot BSF pada Pokdakan Rangkang,” *Abditeknika J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 2, pp. 117–126, 2024.
 - [12] B. Sugandi and R. F. Hasibuan, “Monitoring Suhu, pH dan Kelembapan Untuk Aplikasi Smart Farming Berbasis Internet Of Things,” *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 19, no. 03, 2025.
 - [13] I. Agustine Cahyaningtyas, A. Stefanie, and I. Ibrahim, “IMPLEMENTASI ESP32 CAM DAN KODULAR BERBASIS ANDROID UNTUK MONITORING SMART GARDEN,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 7, no. 4, 2024.
 - [14] G. P. Pereira, M. Z. Chaari, and F. Daroge, “IoT-Enabled Smart Drip Irrigation System Using ESP32,” *Internet of Things*, vol. 4, no. 3, 2023.
 - [15] A. Meidia Rianto, N. Khafidhoh, P. Airlangga, and M. Anshori Aris Widya, “SMART FARMING BUDIDAYA CACING TANAH BERBASIS ESP32 YANG TERINTEGRASI DENGAN WEBSITE,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 4, 2024.
 - [16] A. M. Rianto *et al.*, “Smart Farming Budidaya Cacing Tanah Berbasis Esp32,” *JATI (Jurnal Mhs. ...)*, vol. 8, no. 4, 2024.