

Prototipe Sistem Monitoring Suhu, Ketinggian Air, dan Kontrol Otomatis pada Budidaya Ikan dalam Ember Berbasis IoT

Abdul Yazid¹⁾, Weny Indah Kusumawati ^{*2)}, Ridha Febriliana³⁾

^{1), 2)} Teknik Komputer, Fakultas Teknologi dan Informatika, Universitas Dinamika,
Jl. Raya Kedung Baruk 98, Kec. Rungkut Kota Surabaya 60298 Indonesia

³⁾ Sistem Telekomunikasi, Fakultas Kampus Daerah Purwakarta, Universitas Pendidikan Indonesia,
Jl. Veteran No.8, Nagri Kaler, Kec. Purwakarta Kab. Purwakarta 41115 Indonesia

Email: weny@dinamika.ac.id

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk memanfaatkan lahan terbatas yang tersedia di perkotaan dengan sebaik-baiknya dengan membuat sistem kendali dan sistem pemantauan pembudidayaan ikan dalam ember yang didasarkan pada *Internet of Things*. Penggunaan *Internet of Things* yang cerdas dan sensor-sensor pada penelitian ini memungkinkan segala pemantauan dan pengaturan keadaan budidaya ikan dalam ember secara remote. Teknologi ini memungkinkan pembudidaya ikan untuk memantau dan mengendalikan budidaya secara lebih efektif dan cepat, sehingga sistem ini memiliki potensi untuk secara positif mempengaruhi perluasan budidaya ikan ember dalam konteks perkotaan yang terbatas. Hasil pengujian Sensor DS18B20 menunjukkan bahwa terdapat nilai kesalahan (error) sebesar 1.6%. Hasil pengujian jarak Sensor Ultrasonik menunjukkan bahwa terdapat nilai kesalahan sebesar 2.5%. Pada uji coba komponen penggerak (servo) memiliki tingkat keberhasilan 93.3%. Pada pengujian modul relay memiliki tingkat keberhasilan adalah 100%. Pada pengujian keseluruhan sistem berhasil dalam menjalankan fungsinya tanpa kesalahan yang dapat memengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan.

Kata kunci: *Internet of Things, Kontroling, Monitoring*

1. Pendahuluan (Introduction)

Teknologi yang kerangka kerjanya memiliki representasi dari keberadaan internet yang baru muncul beberapa tahun terakhir diberi nama *Internet of Things*. Beberapa perangkat saling terhubung ke Internet untuk dapat berkomunikasi satu sama lain melalui konsep *Internet of Things* ini (Hassan, Ahmed and Liban, Abdilahi and Zawaideh, 2022). Pemantauan sistem atau pengoperasian perangkat dengan mudah secara otomatis dijalankan dengan tujuan untuk membantu kehidupan sehari-hari (Anwar and Hermanto, 2022). Bidang manufaktur, pertanian bahkan *smart home* saat ini menerapkan teknologi tersebut untuk menunjang aktivitas menggunakan kendali pintar (Arta *et al.*, 2022).

Sistem aquaponik yang dikenal dengan budidaya ikan dalam ember yang memiliki keuntungan dalam kesederhanaan dan kemudahan penggunaan (Syamsunarno *et al.*, 2020). Sistem budidaya ikan dalam ember dapat digunakan untuk membudidayakan berbagai jenis ikan air tawar, antara lain lele, nila, gurame dan sepat. Selain itu, tanaman seperti kangkung dapat tumbuh dengan menggunakan pendekatan ini (Purnaningsih *et al.*, 2020). Alasan tersebut memperkuat tujuan dari penelitian ini untuk menciptakan atau membuat dan menerapkan sistem IoT berbasis Wi-Fi dalam mengendalikan dan memantau perangkat pintar dalam budidaya ikan dalam ember menggunakan mikrokontroler ESP32 yang akan terhubung ke platform Blynk dan aplikasi seluler (Babic *et al.*, 2022). Desain sistem perangkat pintar tersebut mencakup sejumlah parameter pemantauan dari monitoring suhu air, ketinggian air, dan *feeder* otomatis (Herliabriyana, Kirono and Handaru, 2019). Pembudidaya ikan diharapkan mampu mengelola dan mengawasi perkembangan ikan di dalam ember dengan tepat melalui metode sederhana agar dapat menekan peningkatan dari kualitas maupun produksi ikan yang dibudidayakan (Prasetya *et al.*, 2022).

Urgensi dari penelitian ini sendiri adalah terkait memberikan kesempatan untuk penduduk urban dalam mendapatkan produksi ikan rumahan dengan perawatan yang cukup mudah (Zuraiyah *et al.*, 2019). Penduduk urban tidak perlu menyediakan lahan yang luas dan perawatan yang terus-menerus secara langsung karena semua kendali sistem dapat diakses melalui perangkat cerdas (Kumar, Tiwari and Zymbler, 2019). Ini menjadi salah satu terobosan untuk dapat tetap mengkonsumsi ikan yang baik di area terbatas yang ramah lingkungan (Nesse, Lindtvedt and Frøhaug, 2021). Peningkatan produksi dan kualitas dari budidaya ikan pun menjadi salah satu tujuan penelitian ini karena produksi dapat ditingkatkan dengan tolak ukur pertumbuhan ikan dari ketersediaan air dan pemberian pakan yang sesuai (Kelana *et al.*, 2021). Penelitian ini berfokus pada sistem pemantauan dan kontrol otomatis untuk budidaya dalam ember menggunakan ESP32 karena lebih hemat energi dan dapat terkoneksi dengan mudah pada Wi-Fi dan penggunaan platform Blynk dan Kodular sebagai *user interface* dapat menjadi inovasi baru dan berkontribusi untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas budidaya ikan (Shafitri and Hafsaridewi, 2012). Aplikasi seluler yang dikembangkan ditujukan untuk kemudahan pembudidaya dalam mengakses semua perangkat *Internet of Things* hanya dari *smartphone*.

2. Metode Penelitian (Methods)

Berikut ini adalah teknik dalam tahapan pengambilan data dari penelitian untuk pengontrolan dan pemantauan budidaya ikan dalam ember yang memiliki parameter monitoring suhu air, pemantauan ketinggian air, dan *auto feeder*:

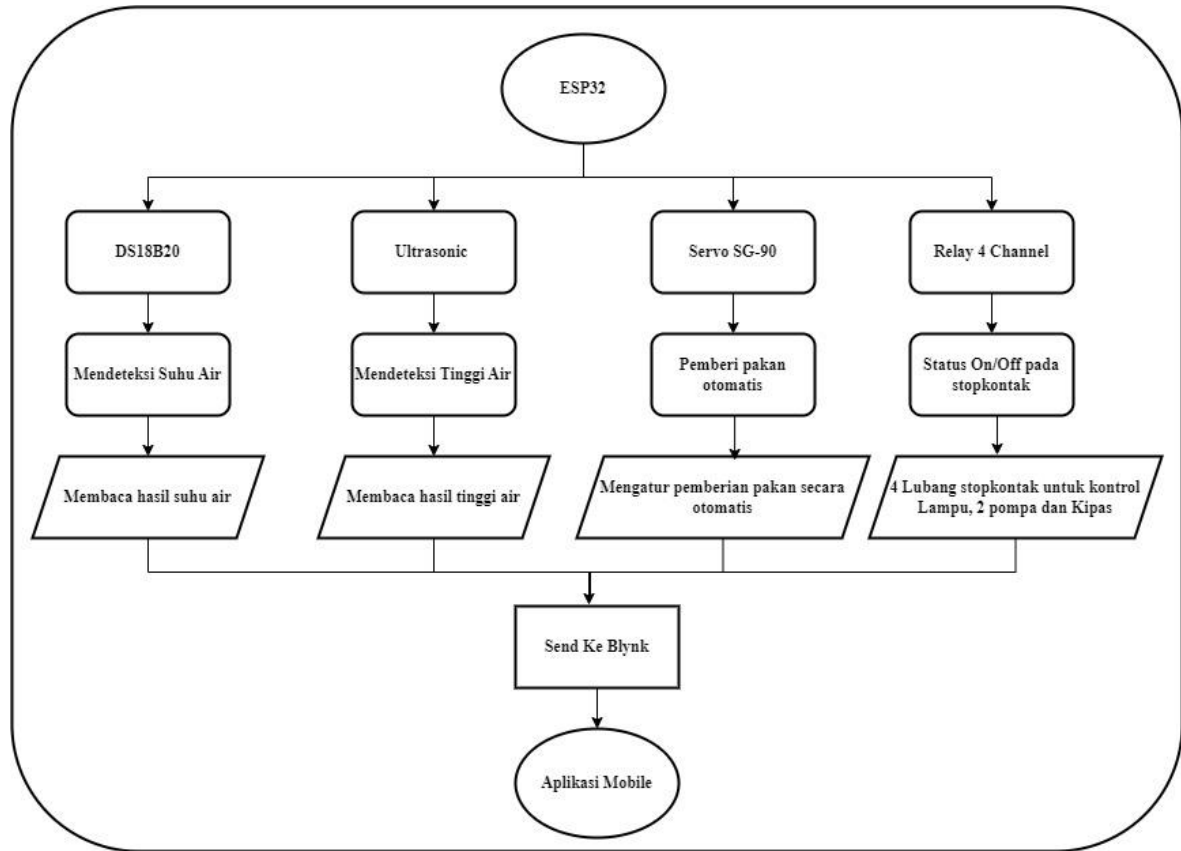
1. Penelitian mengenai *Internet of Things*, perikan, mikrokontroler ESP32, platform Blynk dan Kodular menjadi tinjauan literatur untuk mempelajari cukup banyak tentang ide mendasar dari pembuatan implementasi *Internet of Things* dalam budidaya ikan dalam ember.
2. Setelah mengkaji tinjauan literatur diatas, dilanjutkan dengan membuat desain sistem monitoring dengan ESP32 dan platform Blynk untuk memantau suhu air, ketinggian air, dan pengumpan otomatis pada budidaya ikan dalam ember.
3. Tahap selanjutnya adalah pengujian yang dilakukan setelah pembuatan desain sistem monitoring yang bertujuan dalam memastikan sistem tersebut mampu menghasilkan suatu data dari monitoring dan kontroling budidaya ikan dalam ember.
4. Terakhir adalah melakukan evaluasi desain sistem monitoring dan kontroling.

Secara lebih terperinci, penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen dengan tahapan terstruktur untuk mencapai tujuan penelitian. Pertama, pada tahap desain, peneliti merancang secara detail konfigurasi *hardware* dan *software* yang digunakan. ESP32, sebuah mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul WiFi, dipilih sebagai perangkat utama untuk mengumpulkan data sensor dari budidaya ikan dalam ember. Selanjutnya, platform Kodular digunakan untuk mengembangkan antarmuka pengguna dalam bentuk aplikasi *mobile*, yang nantinya memvisualisasikan dan berinteraksi dengan data yang diperoleh. Tahap implementasi melibatkan pengaturan dan menghubungkan ESP32 dengan perangkat lunak yaitu aplikasi Kodular.

Data sensor dari budidaya ikan dalam ember diakuisisi oleh ESP32 dan dikirim ke aplikasi Blynk melalui protokol komunikasi. Aplikasi Blynk bertindak sebagai jembatan antara ESP32 dan Kodular, memungkinkan pengiriman dan penerimaan data yang efisien. Selanjutnya, tahap pengujian dilakukan untuk memvalidasi kinerja dari sistem yang diimplementasikan. Pengujian meliputi mengamati respon data sensor yang ditampilkan melalui aplikasi Blynk dan Kodular. Pengujian ini juga berfokus pada stabilitas dan keakuratan data yang ditampilkan di antarmuka pengguna. Analisis data dilakukan dengan membandingkan data yang dihasilkan oleh ESP32 dengan kondisi aktual di budidaya ikan dalam ember. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi efektivitas dan keandalan teknologi budidaya ikan dalam ember yang diimplementasikan menggunakan ESP32, Kodular dan Blynk.

Semua tahapan dan teknik yang disusun dan dilakukan pada desain sistem monitoring budidaya ikan dalam ember tersebut dapat lebih maju dan efisien sehingga penelitian ini berkontribusi secara aktif

membantu pembudidaya ikan dalam meningkatkan produktivitas. Tahapan penelitian dalam secara detail tersaji dalam bentuk flowchart sebagai berikut di Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart tahapan penelitian

Ada beberapa prosedur yang terlibat dalam pemrosesan data sensor ditunjukkan pada diagram alur di atas. Pertama, mikrokontroler ESP32 menerima data sensor. Arduino IDE kemudian digunakan untuk memproses data. Data sensor diproses sebelum dikirim ke platform Blynk untuk diterima. Informasi yang telah diterima oleh program Blynk, kemudian disimpan dalam database dan diubah menjadi *firmware* untuk *user interface*. Data tersebut, kemudian disajikan melalui antarmuka pengguna yang dibuat menggunakan aplikasi seluler yang dibuat dengan Kodular. Melalui teknik ini, pengguna dapat dengan mudah dan intuitif memantau dan berinteraksi dengan data sensor melalui aplikasi seluler.

3. Hasil dan Pembahasan (*Results and Discussions*)

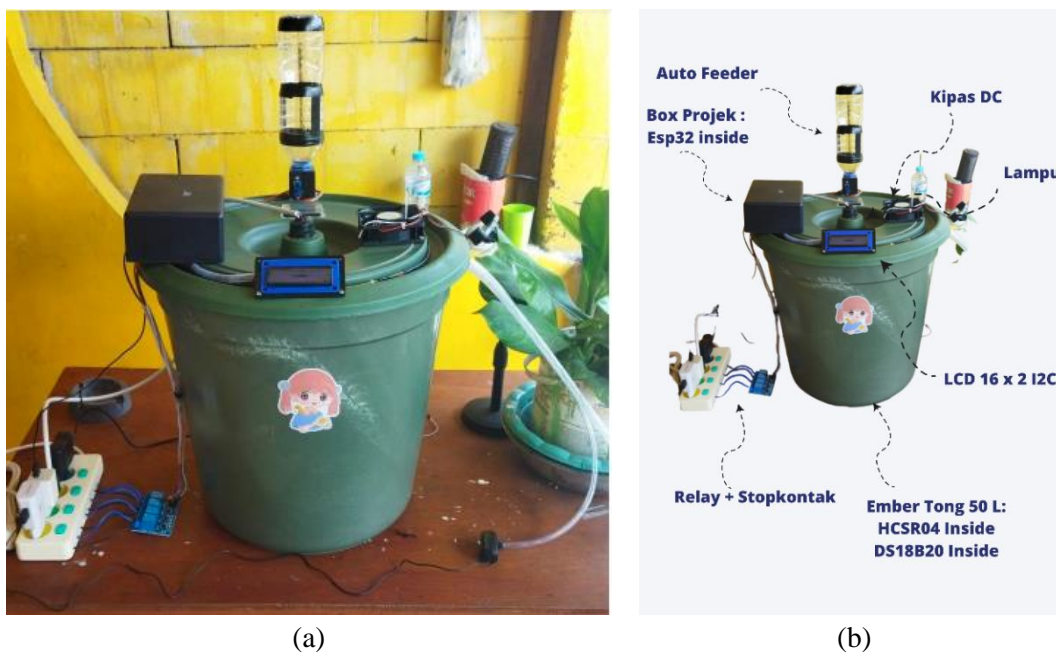
3.1. Prototipe

Prototipe tersebut mampu mengukur suhu dan ketinggian air secara akurat dengan membandingkan hasil pengukuran prototipe dengan alat ukur standar yang telah dikalibrasi seperti termometer digital dan meteran. Prototipe dapat secara otomatis mengelola keadaan agar tetap berada dalam kisaran yang ditentukan dan responsif terhadap variasi suhu dan ketinggian air. Prototipe terdiri dari Box Proyek, Kipas DC, Lampu, LCD 16x2 I2C, Ember Tong 50 Liter, HCSR04, DS18B20, Relay dan Stopkontak yang memiliki berbagai kegunaan untuk memberikan solusi yang lebih cerdas dan efisien dalam mengelola budidaya ikan dalam ember. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai komponen alat yang dipakai:

1. Box Proyek yang didalamnya terdapat ESP32 untuk mengontrol keseluruhan sistem dan mengumpulkan informasi dari sensor tambahan, mengeluarkan perintah ke aktuator, dan menggunakan WiFi atau protokol lain untuk berinteraksi.

2. Ember dengan kapasitas 50 liter yang didalamnya sebagai tempat penyimpanan sensor HCSR04 dan DS18B20. Ketinggian air dalam ember ditentukan oleh sensor HCSR04 dan suhu air ditentukan oleh sensor DS18B20. Selain itu, ember berfungsi sebagai tempat budidaya ikan.
3. Kipas DC digunakan untuk menjaga suhu dalam ember berada kisaran yang terbaik untuk kesehatan ikan. Untuk mencegah kenaikan suhu yang berlebihan, kipas dapat diatur.
4. Lampu untuk memberikan penerangan dan dapat diatur untuk mensimulasikan siklus cahaya siang dan malam yang sangat penting untuk melihat pertumbuhan ikan.
5. LCD 16x2 I2C yang menawarkan tampilan visual kepada pengguna. Panel ini dapat dengan mudah menampilkan informasi seperti suhu air, jarak air atau status koneksi WiFi.
6. Relay dan Stopkontak digunakan untuk mengontrol peralatan tambahan atau perangkat eksternal sesuai kebutuhan, seperti pengisian air, pengurasan air, menyalakan kipas DC atau menyalakan lampu.

Gambar 2a dan 2b menunjukkan prototipe yang telah berhasil dibuat dengan spesifikasi alat yang digunakan dalam pembuatan prototipe.



Gambar 2. (a) Prototipe; (b) Spesifikasi Alat Prototipe

3.2. Analisa Parameter Prototipe

Berikut ini adalah tabel-tabel hasil pengujian dari parameter yang diuji. Parameter tersebut adalah pengujian sensor DS18B20 pada Tabel 1, pengujian jarak sensor *ultrasonic* pada Tabel 2, pengujian kontrol pakan pada Tabel 3 dan pengujian kontrol *relay* modul pada Tabel 4. Pengujian nilai kesalahan (*error*) sensor DS18B20 dan sensor *ultrasonic* serta pengujian nilai keberhasilan pada servo dan *relay* adalah sebagai berikut:

$$Error = \left| \frac{Thermometer - DS18B20}{Thermometer} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 1. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Suhu pada Sensor DS18B20	Suhu pada Thermometer	Error (%)	Monitoring pada Smartphone
32.2 Celcius	32.9 Celcius	2.1	Muncul
32.2 Celcius	32.9 Celcius	2.1	Muncul
32.2 Celcius	32.9 Celcius	2.1	Muncul
32.2 Celcius	32.9 Celcius	2.1	Muncul
32.2 Celcius	32.9 Celcius	2.1	Muncul

Percobaan Ke-	Status Kontrol		Kondisi Pakan Ikan
	On	Off	
16	x	✓	Tertutup
17	✓	x	Terbuka
18	x	✓	Tertutup
19	✓	x	Terbuka
20	x	✓	Tertutup
21	✓	x	Terbuka
22	x	✓	Tertutup
23	✓	x	Terbuka
24	x	✓	Tertutup
25	✓	x	Terbuka
26	✓	x	Terbuka
27	x	✓	Tertutup
28	✓	x	Terbuka
29	x	✓	Tertutup
30	✓	x	Terbuka
Tingkat Keberhasilan			93.3%

$$Keberhasilan = \frac{\text{Banyak Data Berhasil}}{\text{Jumlah Data}} \times 100\% \quad (3)$$

Pada uji coba komponen penggerak, yakni Servo yang berfungsi memberi pakan kepada ikan, ditemukan tingkat keberhasilan mencapai 93.3%. Pengujian ini dilakukan dalam kurun waktu 1 hari yang dilakukan sebanyak 30 kali dengan alasan prinsip statistik dan keandalan hasil.. Informasi yang disajikan dalam Tabel 3 mengindikasikan bahwa ada ketidakcocokan hanya pada uji coba ke-13 dan ke-14. Status kondisi pakan ikan mengikuti keadaan "On" dalam kolom kontrol status.

Tabel 4. Pengujian Kontrol Relay Module

Percobaan Ke-	Status Kontrol				Kondisi
	Relay 1 Lampu	Relay 2 Kipas	Relay 3 Pompa 1	Relay 4 Pompa 2	
1	On	On	On	On	Menyala
2	Off	Off	Off	Off	Mati
3	On	On	On	On	Menyala
4	Off	Off	Off	Off	Mati
5	On	On	On	On	Menyala
6	Off	Off	Off	Off	Mati
7	On	On	On	On	Menyala
8	Off	Off	Off	Off	Mati
9	On	On	On	On	Menyala
10	Off	Off	Off	Off	Mati
11	On	On	On	On	Menyala
12	Off	Off	Off	Off	Mati
13	On	On	On	On	Menyala
14	Off	Off	Off	Off	Mati
15	On	On	On	On	Menyala
16	Off	Off	Off	Off	Mati
17	On	On	On	On	Menyala

Percobaan Ke-	Status Kontrol				Kondisi
	Relay 1 Lampu	Relay 2 Kipas	Relay 3 Pompa 1	Relay 4 Pompa 2	
18	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	Mati
19	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	Menyala
20	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	Mati
21	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	Menyala
22	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	Mati
23	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	Menyala
24	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	Mati
25	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	Menyala
26	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	Mati
27	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	Menyala
28	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	Mati
29	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	Menyala
30	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	Mati
Tingkat Keberhasilan					100%

Pada pengujian modul relay memiliki tingkat keberhasilan adalah 100%. Pengujian tersebut dilakukan dalam kurun waktu 1 hari yang dilakukan sebanyak 30 kali dengan alasan prinsip statistik dan keandalan hasil.. Tampak pada Tabel 4, jika status kontrol relay 1 lampu “On”, relay 2 kipas “On”, relay 3 Pompa 1 “On”, dan relay 4 pompa 2 “On”, maka status kondisi dinyatakan menyala. Demikian juga sebaliknya jika status kontrol relay 1 lampu “Off”, relay 2 kipas “Off”, relay 3 Pompa 1 “Off”, dan relay 4 pompa 2 “Off”, maka status kondisi dinyatakan mati.

Tabel 5. Pengujian Keseluruhan Sistem

Percobaan Ke-	Suhu pada Sensor DS18B20 (°C)	Jarak air sesuai dengan Sensor Ultrasonic (CM)	Monitoring pada Smartphone	Perintah pada Smartphone	Kondisi Pakan Ikan	Kondisi Semua Relay*	Keterangan
1	33.2	14.7	Muncul	<i>On</i>	Terbuka	Menyala	Sesuai
2	33.2	14.7	Muncul	<i>Off</i>	Tertutup	Mati	Sesuai
3	33.2	14.7	Muncul	<i>On</i>	Terbuka	Menyala	Sesuai
4	33.2	14.7	Muncul	<i>Off</i>	Tertutup	Mati	Sesuai
5	33.2	14.7	Muncul	<i>On</i>	Terbuka	Menyala	Sesuai
6	31.7	14.7	Muncul	<i>Off</i>	Tertutup	Mati	Sesuai
7	31.7	14.7	Muncul	<i>On</i>	Terbuka	Menyala	Sesuai
8	31.7	13.5	Muncul	<i>Off</i>	Tertutup	Mati	Sesuai
9	31.7	13.5	Muncul	<i>On</i>	Terbuka	Menyala	Sesuai
10	30.2	13.5	Muncul	<i>Off</i>	Tertutup	Mati	Sesuai
11	30.2	14.7	Muncul	<i>On</i>	Terbuka	Menyala	Sesuai
12	30.2	14.7	Muncul	<i>Off</i>	Tertutup	Mati	Sesuai
13	30.5	14.7	Muncul	<i>On</i>	Terbuka	Menyala	Sesuai
14	30.5	14.7	Muncul	<i>Off</i>	Tertutup	Mati	Sesuai
15	31.5	15.2	Muncul	<i>On</i>	Terbuka	Menyala	Sesuai
16	31.5	15.2	Muncul	<i>Off</i>	Tertutup	Mati	Sesuai
17	31.5	15.2	Muncul	<i>On</i>	Terbuka	Menyala	Sesuai

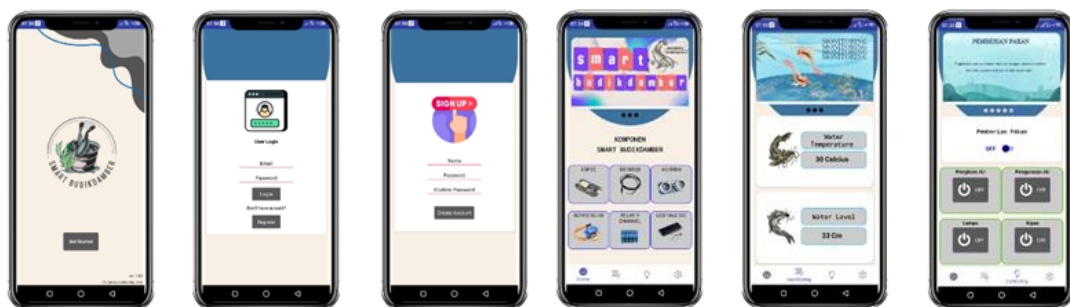
Percobaan Ke-	Suhu pada Sensor DS18B20 (°C)	Jarak air sesuai dengan Sensor Ultrasonic (CM)	Monitoring pada Smartphone	Perintah pada Smartphone	Kondisi Pakan Ikan	Kondisi Semua Relay*	Keterangan
18	31.5	15.2	Muncul	Off	Tertutup	Mati	Sesuai
19	31.5	15.5	Muncul	On	Terbuka	Menyala	Sesuai
20	32.2	15.5	Muncul	Off	Tertutup	Mati	Sesuai
21	32.2	15.5	Muncul	On	Terbuka	Menyala	Sesuai
22	32.2	15.5	Muncul	Off	Tertutup	Mati	Sesuai
23	33.5	15.5	Muncul	On	Terbuka	Menyala	Sesuai
24	33.5	15.5	Muncul	Off	Tertutup	Mati	Sesuai
25	33.7	16.2	Muncul	On	Terbuka	Menyala	Sesuai
26	33.7	16.2	Muncul	Off	Tertutup	Mati	Sesuai
27	34.1	16.2	Muncul	On	Terbuka	Menyala	Sesuai
28	34.1	16.2	Muncul	Off	Tertutup	Mati	Sesuai
29	33.9	16.2	Muncul	On	Terbuka	Menyala	Sesuai
30	33.9	16.2	Muncul	Off	Tertutup	Mati	Sesuai
Tingkat Keberhasilan							100%

* : 2 Pompa, Lampu dan Kipas

Pada pengujian keseluruhan sistem yang dilakukan dalam kurun waktu 1 hari yang dilakukan sebanyak 30 kali *dengan alasan* prinsip statistik dan keandalan hasil. didapatkan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Tampak pada Tabel 5, keterangan tertulis “Sesuai”, dimana seluruh komponen dapat berfungsi dengan baik, dan status yang dimunculkan juga sudah sesuai.

3.3. Aplikasi Seluler

Aplikasi seluler berbasis Kodular berhasil menghadirkan pengalaman pengguna yang simpel dan *user-friendly*. Selain itu, menawarkan data secara *real time* mendapatkan detail perubahan suhu atau level air untuk memenuhi kebutuhan ikan. Selain itu kontrol otomatis juga dapat dijalankan tanpa *delay* dalam memberi pakan, pengisian air, pengurasan air dan penyalaaan lampu. Gambar 3 menunjukkan tampilan dari *mobile application* dari prototipe yang dibuat.



Gambar 2. Aplikasi Seluler

Pembahasan sampai pada kesimpulan bahwa prototipe sistem pemantauan suhu, ketinggian air, dan kontrol otomatis pada budidaya ikan dalam ember berbasis IoT penelitian ini memiliki keunggulan substansial dalam membantu pembudidaya ikan memantau dan mengontrol kondisi budidaya ikan dalam ember secara lebih efektif dan cepat. Selain itu, penerapan teknologi IoT dalam sistem ini berpotensi meningkatkan produksi umum dan standar budidaya ikan berbasis ember. Namun, untuk meningkatkan

tingkat optimalisasi dalam sistem ini, studi ini juga menyoroti sejumlah fitur yang dapat ditingkatkan. Seperti penambahan sensor-sensor lainnya yang mendukung budidaya ikan lebih unggul.

4. Kesimpulan (Conclusion)

Prototipe sistem pemantauan suhu, ketinggian air, dan kontrol otomatis pada budidaya ikan dalam ember berbasis IoT berhasil dikembangkan sebagai hasil dari penelitian ini. Hasil uji coba menunjukkan akurasi alat dalam mengukur suhu dan ketinggian air, yang memungkinkan produsen ikan memantau kondisi lingkungan dengan baik. Selain itu, prototipe ini memiliki kemampuan untuk mengirimkan data dari semua Sensor terhubung dengan server Blynk IoT dan terintegrasi dengan aplikasi. Seluler buatan Kodular secara langsung. Melalui aplikasi *mobile*, pengguna dapat memantau dan mengontrol semua sensor dengan cepat, menawarkan kemudahan dalam mengontrol data. Dengan bantuan prototipe ini, pembudidaya ikan diharapkan dapat menggunakan teknologi pemantauan dan kontrol canggih untuk meningkatkan efektivitas dan keberhasilan budidaya ikan dalam ember. Hasil pengujian Sensor DS18B20 menunjukkan bahwa terdapat nilai kesalahan (*error*) sebesar 1.6%. Hasil pengujian jarak Sensor Ultrasonik menunjukkan bahwa terdapat nilai kesalahan sebesar 2.5%. Pada uji coba komponen penggerak (*servo*) memiliki tingkat keberhasilan 93.3%. Pada pengujian modul *relay* memiliki tingkat keberhasilan adalah 100%. Pada pengujian keseluruhan sistem didapatkan tingkat keberhasilan sebesar 100%.

Daftar Pustaka

- Anwar, S. and Hermanto (2022) 'Pemanfaatan Internet of Thing (IoT) Dalam Pengendalian Lampu Dan Kipas Berbasis Android', *Jurnal RESTIKOM : Riset Teknik Informatika dan Komputer*, 2(1), pp. 17–31. Available at: <https://doi.org/10.52005/restikom.v2i1.63>.
- Arta, I.K.C. et al. (2022) 'Animal Tracking Berbasis Internet of Things', *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 21(1), p. 7. Available at: <https://doi.org/10.24843/mite.2022.v21i01.p02>.
- Babic, D. et al. (2022) 'An Internet of Things System for Environmental Monitoring Based on ESP32 and Blynk', *2022 26th International Conference on Information Technology, IT 2022* [Preprint], (May). Available at: <https://doi.org/10.1109/IT54280.2022.9743538>.
- Hassan, Ahmed and Liban, Abdilahi and Zawaideh, F. (2022) 'The Internet of Things as A Revolution to Enhance the Technology of the Future', *International Journal of Special Education*, 37, pp. 2022–6521. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19815.11686>.
- Herliabriyana, D., Kirono, S. and Handaru, H. (2019) 'Sistem Kontrol Pakan Ikan Lele Jarak Jauh Menggunakan Teknologi Internet of Things(IoT)', *Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS*, 1(02), pp. 62–74. Available at: <https://doi.org/10.46772/intech.v1i02.70>.
- Kelana, P.P. et al. (2021) 'Studi Kesesuaian Kualitas Air Untuk Budidaya Ikan Lele Dumbo (Clarias Gariepinus) Di Kampung Lauk Kabupaten Bandung *Study of Water Quality Suitability For Catfish (Clarias Gariepinus) Cultivation In Lauk Villages Bandung District*', *Aurelia Journal*, 2(April), pp. 159–164. Available at: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15578/aj.v2i2.9887>.
- Kumar, S., Tiwari, P. and Zymbler, M. (2019) 'Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review', *Journal of Big Data*, 6(1). Available at: <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0268-2>.
- Nesse, P.J., Lindtvedt, I.C. and Frøhaug, R.S. (2021) 'The Municipality's Role in a Smart Internet of Things Ecosystem', *International Journal of Public Administration in the Digital Age*, 8(1), pp. 67–81. Available at: <https://doi.org/10.4018/IJPADA.20210101.0a5>.
- Prasetya, I.E. et al. (2022) 'Penerapan Iot (Internet of Things) Untuk Sistem Monitoring Air', *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), pp. 1184–1191.

- Purnaningsih, N. *et al.* (2020) 'Diseminasi Budidaya Ikan Dalam Ember Sebagai Solusi Kegiatan Budidaya di Lahan Sempit', *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat Desember*, 2, pp. 112–120.
- Shafitri, N. and Hafsaridewi, R. (2012) 'Identification of Production Input Needs in Catfish (*Clarias sp*) Cultivation Business in Boyolali Regency (Identifikasi Kebutuhan Input Produksi pada Usaha Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp*) di Kabupaten Boyolali)', *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 7(2), p. 61.
- Syamsunarno, M.B. *et al.* (2020) 'Pemberdayaan Masyarakat Melalui Teknologi Akuaponik Untuk Kemandirian Pangan Di Desa Banyuresmi Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten', *Jurnal ABDINUS: Jurnal Pengabdian Nusantara*, 3(2), pp. 329–341. Available at: <https://doi.org/10.29407/ja.v3i2.13851>.
- Zurayyah, T.A. *et al.* (2019) 'Information Management For Educators and Professionals Smart Urban Farming Berbasis Internet Of Things (IoT) Smart Urban Farming Berbasis Internet Of Things (IoT)', (June).

Halaman ini sengaja dikosongkan