

PROTOTYPE OTOMATISASI PENGENDALIAN DAN MONITORING SUHU DAN PH AIR PADA TAMBAK UDANG PONDOK KELAPA

Katon Prayoga^{1*}, Reva Ragam Santika², Painem³, Subandi⁴

^{1,2,3,4} Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, DKI Jakarta, Indonesia

Email: ^{1*}katonprayoga0103@gmail.com, ²reva.ragam@budiluhur.ac.id, ³painem@budiluhur.ac.id, ⁴subandi@budiluhur.ac.id
(* : corresponding author)

Abstrak-Udang merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki peluang ekonomi yang baik. Namun, diperlukannya perhatian khusus dalam hal penjagaan kualitas air yaitu suhu dan keasamaan(pH) pada air. Dengan air yang baik maka kualitas dan pertumbuhan udang akan terjaga dengan baik. Proses pengambilan data air pada tambak masih dilakukan secara manual dengan mengutus seseorang menggunakan 2 alat yang berbeda. Dengan cara tersebut ditakutkan dapat membuat udang terkena stress akibat virus dan bakteri yang tidak sengaja dibawa oleh manusia ataupun lainnya. Oleh sebab itu, pada penelitian ini membuat alat yang dapat digunakan untuk mengontrol pengendalian pH dan suhu air secara otomatis. Metode pengembangan yang digunakan disini adalah *prototype*, dengan adanya alat pengendalian pH dan suhu air secara otomatis ini air dalam tambak akan terjaga pada kondisi normal, dalam proses penjagaannya 2 buah *waterpump* akan aktif yang bergungsi untuk menambahkan air normal dan mengurangi air yang ada pada tambak agar kondisi air menjadi normal kembali. Alat ini juga mengirimkan data secara *realtime* menggunakan firebase dan dapat dimonitoring oleh pemilik tambak melalui Android. Selain untuk monitoring tingkat kualitas air melalui Android, pengguna juga dapat mengontrol secara mandiri 2 buah *waterpump* yang digunakan untuk penambahan air ataupun dalam hal pengurangan air. Hasil dari pengujian sistem menggunakan Mikrokontroler NodeMCU Esp32 adalah dapat mengukur tingkat suhu dan pH air serta pengendalian secara otomatis dapat berfungsi apabila suhu tidak dalam kondisi ideal (26 – 30) derajat dan pH (6.0 – 9.0).

Kata Kunci: Otomatisasi Pengendalian, Monitoring Suhu, Monitoring PH Air, Pengendalian Suhu dan pH Otomatis, Tambak Udang

PROTOTYPE AUTOMATION CONTROL AND MONITORING WATER TEMPERATURE AND PH IN PONDOK KELAPA SHRIMP POND

Abstract-Shrimp is a fishery commodity that has good economic opportunities. However, special attention is needed in terms of maintaining water quality, namely temperature and acidity (pH) in water. With good water, the quality and growth of shrimp will be maintained properly. The process of collecting water data on ponds is still done manually by sending someone using 2 different tools. In this way it is feared that it can stress the shrimp due to viruses and bacteria that are accidentally brought by humans or others. Therefore, this research created a tool that can be used to control pH and water temperature automatically. The development method used here is a *prototype*, with the automatic pH and water temperature control device the water in the pond will be maintained at normal conditions, in the maintenance process 2 water pumps will be active which function to add normal water and reduce the water in the pond so that water conditions returned to normal. This tool also sends data in real time using Firebase and can be monitored by pond owners via Android. In addition to monitoring the level of water quality via Android, users can also independently control 2 waterpumps used for adding water or reducing water. The results of system testing using the NodeMCU Esp32 Microcontroller are that it can measure the temperature and pH levels of the water and control can automatically function if the temperature is not in ideal conditions (26 – 30) degrees and pH (6.0 – 9.0).

Keywords: Automation Control, Temperature Monitoring, Water PH Monitoring, Automatic Temperature and pH Control, Shrimp Farms

1. PENDAHULUAN

Udang vaname (*Litopenaus vannamei*) merupakan jenis udang yang dapat dengan mudah dibudidayakan di Indonesia karena banyaknya keunggulan yang dimiliki [1]. Udang ini mulai menjadi alternatif bagi pembudidaya selain dari udang windu yang produksinya menurun akibat terserang penyakit *White Spot Syndrome Virus* (WSSV)[2]. Budidaya sendiri merupakan salah satu kegiatan yang dapat menunjang kegiatan produksi serta meningkatkan perekonomian baik lokal maupun mancanegara. Permintaan KKP pada komoditas kegiatan budidaya air laut maupun air tawar sejak 2010 terus mengalami peningkatan tiap tahunnya karena banyak masyarakat yang membutuhkan protein hewani [3].

Kualitas air merupakan parameter utama dalam keberhasilan pada pembudidayaan udang. Kondisi air harus

tetap terjaga pada kondisi normal agar udang sehat terhindar dari serangan penyakit serta dapat tumbuh kembang dengan baik. Kualitas air yang perlu dijaga pada tambak khususnya suhu dengan tingkat ideal 26 hingga 30 derajat celsius[4] dan pH dengan tingkat ideal untuk udang vaname dapat tumbuh adalah 6.0 sampai 9.0[5] haruslah rutin dilakukan pengukuran dan pengontrolan secara akurat guna memastikan tambak layak digunakan untuk udang dalam pembudidayannya. Apabila pembudidaya tidak melakukan hal tersebut dikhawatirkan hasil panen tidak maksimal bahkan mengalami kerugian[6].

Namun, dengan proses pengukuran yang terus menerus dilakukan oleh pemilik atau orang lain udang rentan terkena virus dan bakteri yang tidak sengaja dibawa oleh kita sebagai pengecek ataupun benda yang tidak sengaja tertempel virus dan bakteri. Lalu ketika kondisi air sedang tidak normal sedangkan pemilik tambak lupa untuk mengontrol ataupun mengecek malah akan membuat udang merasa tidak nyaman. Udang dapat terkena stress yang berkelanjutan akibat kondisi air yang dihuninya tidak normal.

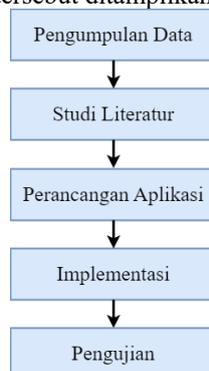
Oleh karena itu, diperlukan alat otomatisasi yang dipergunakan untuk mengendalikan suhu dan pH air ketika kondisi air sedang tidak normal dan memantau kondisi air tanpa harus mengganggu udang. Pada penelitian ini dirancang prototype sistem tersebut untuk Tambak Udang Pondok Kelapa. Sistem yang dirancang memanfaatkan pompa air DC mini (Waterpump) 2 buah yang akan aktif. Prinsip kerja dari waterpump itu sendiri adalah dengan memindahkan volume air dari satu tempat ke tempat lainnya melalui ruang suction ke ruang outlet dengan menggunakan impeller[7]. Untuk mengaktifkan 2 buah waterpump pada sistem ini diperlukan juga sebuah relay 2 channel yang dipergunakan sebagai saklar pada waterpump. Ketika relay mendapat sinyal LOW maka waterpump akan aktif. Sedangkan ketika relay mendapat sinyal HIGH maka waterpump tidak akan aktif karena tidak mendapat tegangan[8].

Diperlukan juga sebuah Mikrokontroler NodeMCU Esp32 untuk melakukan sebuah tugas atau proses yang diperlukan. Didalam sebuah NodeMCU juga sudah tersedia komponen Wifi sehingga Mikrokontroler tersebut dapat terkoneksi dengan internet[9]. Pada dasarnya, sebuah Mikrokontroler NodeMCU Esp32 terdiri dari satu atau lebih inti prosesor, memori, dan input dan output yang dapat kita program sesuai kebutuhan. Sensor yang dipergunakan untuk mengetahui tingkat kualitas suhu bertipe DS18B20 yang tahan air. Sensor ini menggunakan 1 kabel untuk komunikasinya (1-wire). Rentang daya yang di butuhkan pada sensor ini adalah 3.0 Volt sampai 5.5 Volt. Sedangkan rentang suhu yang dapat diukur menggunakan sensor ini berkisar -55 hingga +125 derajat celsius[9]. Sedangkan sensor yang digunakan untuk mendeteksi tingkat keasamaan (pH) air adalah PH-4502C with probe electrode [10].

Sistem monitoring merupakan sebuah langkah yang dilakukan untuk memantau sebuah kualitas air pada tambak. Proses monitoring itu sendiri dapat kita lakukan secara offline ataupun online untuk memantau data nilai pada sensor pada saat itu juga (*Real-time*) [11]. Proses monitoring dari tingkat kualitas suhu dan pH air dapat dilihat secara offline melalui LCD I2C 16x2 dan secara online pada aplikasi Android “Tambak Sehat”. Selain dapat dimonitoring melalui Android, pemilik tambak juga dapat melakukan proses secara mandiri untuk mengaktifkan 2 buah waterpump penambahan air ataupun pengurangan air pada tambak. Dengan bantuan database *Firebase* yang digunakan untuk mempermudah para developer perangkat lunak untuk mengembangkan aplikasinya. *Firebase* berfungsi sebagai *Backend as a Service* (BaaS) merupakan solusi yang ditawarkan oleh Google agar developer dapat fokus mengembangkan keseluruhan aplikasi [12].

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode *prototype*, yang dimana metode ini merupakan metodologi pengembangan pada sistem untuk membuat desain secara cepat dan bertahap sehingga dapat dievaluasi dan diimplementasikan. Tahapan yang dilakukan tersebut ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Metode

2.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan 2 langkah yang dilakukan untuk pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

- Wawancara dengan mengajukan pertanyaan kepada narasumber dari tempat penelitian, sehingga dapat memperoleh informasi tentang permasalahan yang ada.
- Observasi dilakukan dengan cara pengamatan kondisi secara langsung tentang cara memperoleh informasi pada air tambak yang ada di Tambak Udang Pondok Kelapa.

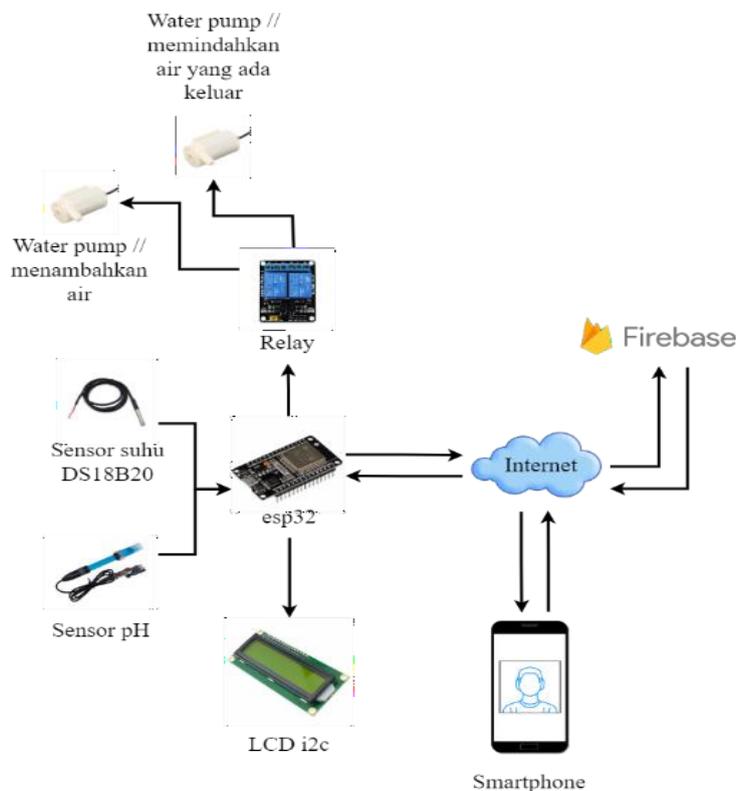
2.2 Studi Literatur

Setelah dilakukan pengumpulan data, studi literatur dilakukan untuk mendapatkan landasan referensi kuat yang berkaitan dengan pembuatan sistem otomatisasi pengendalian dan monitoring suhu dan pH air pada tambak udang. Beberapa teori diperoleh dengan mengambil informasi berupa buku, jurnal atau majalah yang sedikit mirip dengan penelitian ini atau sumber pendukung lainnya.

2.3 Perancangan Aplikasi

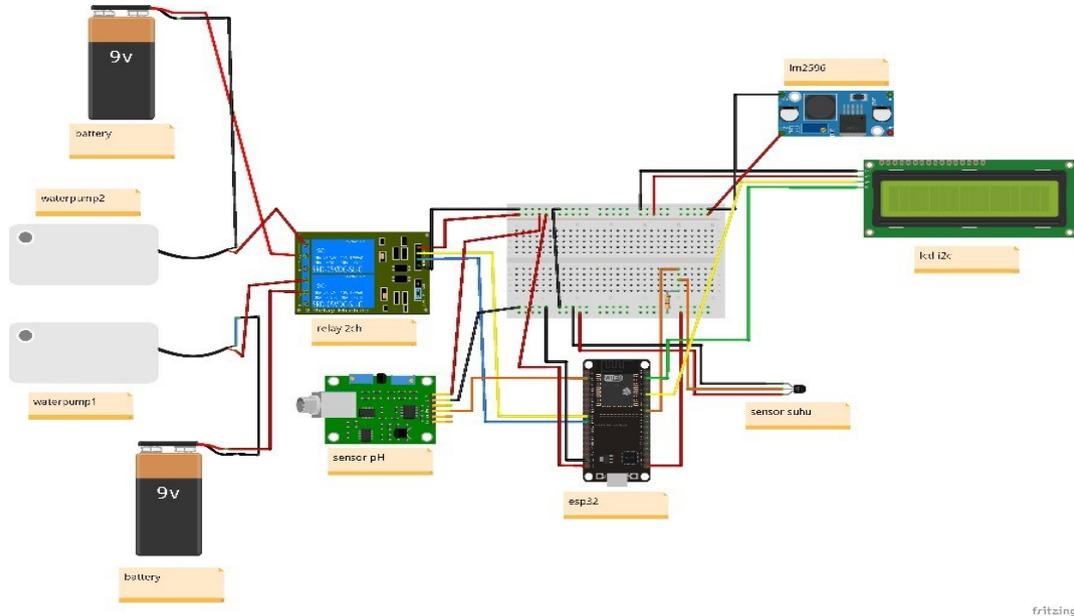
Prinsip kerja dari sistem otomatisasi pengendalian dan monitoring suhu dan pH air pada tambak udang dengan memanfaatkan sensor suhu DS18B20 dan sensor pH PH-4502C *with probe electrode* menggunakan Mikrokontroler NodeMCU Esp32, dapat berkerja karena ada rangkaian elektronik yang dibuat dengan menggunakan Esp32 ini berkomunikasi dengan server atau database yang sudah dibuatkan *firebase* melalui jaringan internet, tujuan komunikasi ini untuk memberitahukan data yang dikirim dari sensor sebagai *input* untuk Esp32 agar dapat memberi *output* perintah keluar dan memberikan informasi ke aplikasi android yang sudah dibuat yang telah terhubung dengan *firebase* untuk proses penyampaian informasi kualitas air pada tambak udang.

Rangkaian elektronik akan membaca data mengenai status yang berisikan kondisi suhu serta tingkat keasamaan air pada tambak. Apabila data dari status kondisi air pada tambak tidak normal maka rangkaian elektronik akan melakukan otomatisasi pengendalian air pH dan suhu dan dapat dimonitoring melalui aplikasi android dan LCD. Serta proses pergantian air juga dapat dilakukan secara mandiri menggunakan Android dari jarak jauh. Tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Arsitektur Perancangan Aplikasi

Setelah mengetahui prinsip kerja dari sistem, berikutnya adalah membuat skema perancangan alat *prototype* agar dapat berjalan dengan baik. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan Keseluruhan *Prototype*

2.4 Implementasi

Tahap ini akan dilakukan rancang bangun aplikasi dengan pengkodean yang dibuat agar berfungsi dengan benar dan sesuai dengan tujuan yang telah diharapkan. Untuk bisa menjalankan aplikasi dibutuhkan hardware dan software agar sistem bisa diimplementasikan dan diuji.

- Spesifikasi Perangkat Keras : Prosesor Intel Core I5 Gen 10, Memory Ram 8 GB, SSD 512 GB.
- Spesifikasi Perangkat Lunak : Sistem Operasi Windows 10 Home, Arduino IDE, Android Studio, Firebase, Figma, Balsamiq, dan Fritzing.

2.5 Pengujian

Tahap pengujian merupakan tahapan dimana aplikasi yang telah dibuat yaitu “Rancang Bangun Otomatisasi Pengendalian dan Monitoring Suhu dan pH Air Menggunakan Mikrokontroler NodeMcu Esp32 dan Android Pada Tambak Udang Pondok Kelapa” akan diuji dan dipastikan bahwa aplikasi yang telah dibuat sesuai dengan tujuannya, dan pengujian aplikasi ini dilakukan dengan menggunakan blackbox yang bertujuan untuk memastikan bahwa sistem otomatisasi pengendalian suhu dan pH sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rancangan Alat

Dalam rancangan sistem otomatisasi pengendalian dan monitoring suhu dan pH pada tambak udang dibutuhkan beberapa alat untuk merancang alat ini. Alat-alat yang diperlukan dalam perancangan ini seperti pada Tabel 1.

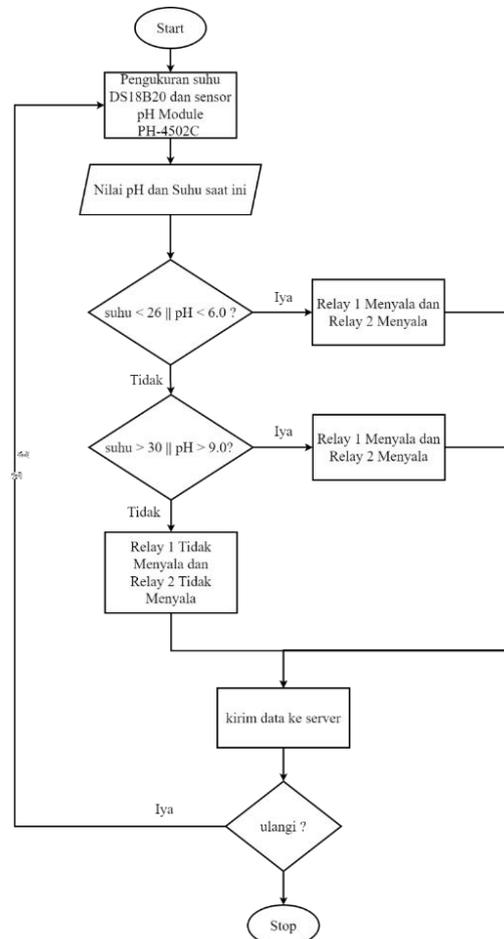
Tabel 1. Alat – alat yang digunakan

Nama Komponen	Tipe	Fungsi
Mikrokontroler	NodeMCU Esp32	Untuk mengendalikan agar semua komponen yang digunakan dapat saling terhubung dan memproses data yang diinput dan menghasilkan output
Sensor Suhu	DS18B20	Digunakan untuk membaca nilai suhu air pada tambak
Sensor pH	PH-4502C	Digunakan untuk membaca nilai keasamaan (pH) air pada tambak
LCD	I2C 16x2	Digunakan untuk melihat nilai pH dan suhu air

Nama Komponen	Tipe	Fungsi
BreadBoard	400 Tie Point	Digunakan untuk menyatukan berbagai alat menjadi satu komponen
Kabel Jumper		Digunakan untuk penghubung antara komponen pada BreadBoard
Kabel Serial	USB	Digunakan untuk penghubung antara mikrokontroler dengan laptop
Relay	Relay 2 Chanel	Digunakan sebagai saklar untuk mengendalikan waterpump
Water Pump	Mini Water Pump	Digunakan untuk proses menambahkan serta pengurangan air agar pH dan suhu dapat terjaga
Adaptor	LM2596	Digunakan sebagai sumber daya dari input dc 12 v untuk menjadikan output 5v

3.2 Flowchart Alat

Flowchart pada alat menjelaskan alur proses pada sistem otomatisasi pengendalian dan monitoring suhu dan pH pada tambak udang. Dimulai dari inisiasi modul sampai proses kirim data ke firebase.



Gambar 4. Flowchart Alat

3.3 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan terhadap sisi fungsionalitas alat dan program aplikasi sistem “Rancang Bangun Otomatisasi Pengendalian dan Monitoring Suhu dan pH Air Menggunakan Mikrokontroler NodeMCU Esp32 dan Android Pada Tambak Udang Pondok Kelapa”. Pada tahap pengujian ini menggunakan metode blackbox yang bertujuan untuk memastikan bahwa sistem kendali otomatis pH dan suhu sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

Tabel 2. Pengujian Alat

No	Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	NodeMCU Esp32	NodeMCU dapat terhubung dengan <i>wifi</i> dan <i>firebase</i>	NodeMCU berhasil terhubung dengan <i>wifi</i> dan <i>firebase</i> . Nilai sensor dapat terkirim dan terbaca pada <i>firebase</i> secara <i>realtime</i>	Valid
2.	Sensor DS18B20	Dapat membaca nilai suhu	Sensor DS18B20 berhasil membaca nilai suhu air	Valid
3.	Sensor pH	Dapat membaca nilai keasaman (pH) air	Sensor pH dapat membaca nilai pH air	Valid
4.	LCD I2C	Dapat menampilkan nilai sensor suhu dan pH	LCD I2C berhasil menampilkan nilai sensor dan pH buffer yang akan keluar (dalam waktu 1 menit)	Valid
5.	Waterpump 1	Jika air memerlukan dalam hal mengisi air	Waterpump 1 berhasil aktif ketika pengisian air	Valid
6.	Waterpump 2	Jika air memerlukan dalam hal mengurangi air	Waterpump 2 berhasil aktif ketika pengurangan air	Valid
7.	Relay 1	Saklar yang dapat mengontrol waterpump 1	Relay 1 berhasil menjadi saklar agar waterpump 1 dapat aktif	Valid
8.	Relay 2	Saklar yang dapat mengontrol Waterpump 2	Relay 2 berhasil menjadi saklar agar waterpump 2 dapat aktif	Valid

Kalibrasi pH menggunakan 2 buah bubuk powder yaitu pH 4.01, dan pH 6.86 dengan tingkat ketelitian sensor pH sekitar 0.2 – 0.5. Berikut ini proses kalibrasi pH menggunakan *buffer powder* dapat dilihat pada gambar 5 dan Gambar 6.



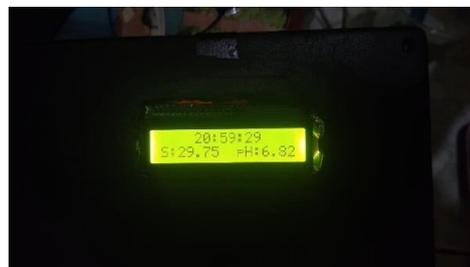
Gambar 5. pH Buffer Powder 4.01



Gambar 6. Terbaca Pada LCD pH Buffer Powder 4.01



Gambar 7. pH Buffer Powder 6.86



Gambar 8. Terbaca Pada LCD pH Buffer Powder 6.86

Selanjutnya dilakukan pengujian otomatisasi pengendalian suhu dan pH untuk mengetahui apakah sistem yang sudah direncanakan dapat berfungsi dengan benar dan terhindar dari kesalahan. Pengujian dilakukan dengan membuat air menjadi tidak ideal menggunakan air basa, air asam, air panas dan air dingin. Berikut ini adalah proses pengujian pengendalian otomatis yang dilakukan.

Tabel 3. Tabel Pengujian Pengendalian Otomatis

No.	Waktu Pengujian	Suhu Air	pH Air	Pompa 1	Pompa 2	Keterangan
1	08.05	28.00	7.50	Tidak aktif	Tidak aktif	Suhu dan pH dalam kondisi normal
2	09.10	28.40	8.20	Tidak aktif	Tidak aktif	Suhu dan pH dalam kondisi normal
3	11.05	27.85	9.47	Aktif	Aktif	pH dalam kondisi basa dan proses pergantian air berfungsi (pompa pengisian dan pengurangan air aktif)
4	14.20	35.30	7.89	Aktif	Aktif	Suhu dalam kondisi panas dan proses pergantian air berfungsi (pompa pengisian dan pengurangan air aktif)
5	16.30	24.30	8.20	Aktif	Aktif	Suhu dalam kondisi dingin dan proses pergantian air berfungsi (pompa pengisian dan pengurangan air aktif)
6	18.00	33.40	9.88	Aktif	Aktif	Suhu dalam kondisi panas dan pH dalam kondisi basa, proses pergantian air berfungsi (pompa pengisian dan pengurangan air aktif)

3.4 Tampilan Layar dan Alat

Pada bagian ini akan menjelaskan proses tampilan layar pada aplikasi yang sudah jadi sesuai dengan rancangan layar dan rancangan alat yang telah dibuat dari pertama hingga proses selesai.

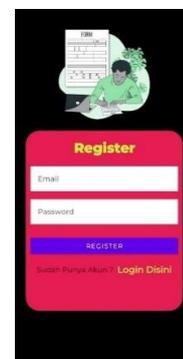
a. Tampilan Layar



Gambar 9. Tampilan Layar Splash Screen



Gambar 10. Tampilan Layar Login



Gambar 11. Tampilan Layar Register



Gambar 12. Tampilan Layar Halaman Monitoring



Gambar 13. Tampilan Layar Halaman Controlling

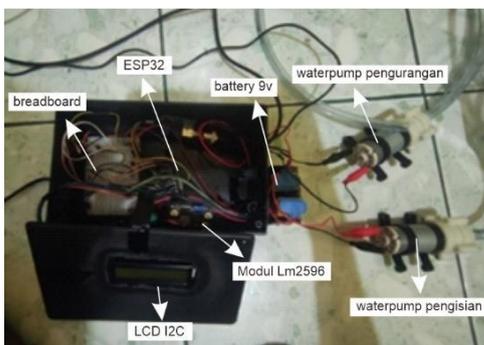


Gambar 14. Tampilan Layar Halaman History

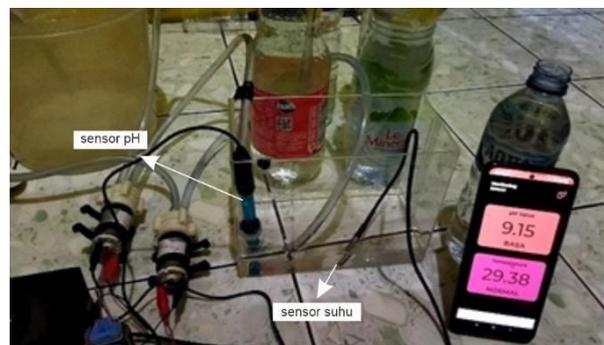


Gambar 15. Tampilan Layar Halaman About

b. Tampilan Alat



Gambar 16. Tampilan Alat Tidak Aktif



Gambar 17. Tampilan Alat Aktif

3.5 Analisa Hasil Alat dan Aplikasi

Berdasarkan pengujian alat dan aplikasi pintu otomatis yang sudah dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut :

- Alat dapat terhubung dengan wifi, firebase, dan aplikasi Android yang sudah dibuat.
- Sensor suhu dan sensor pH dapat membaca nilai air.
- Proses kalibrasi pembacaan nilai keasamaan air (pH) dilakukan dengan 2 buah pH buffer yaitu 6.86 dan 4.01 yang dicampur kedalam air. Sensor dapat membaca pH buffer dengan tingkat ketelitian adalah 0,2 – 0,5.
- Pengguna dapat melakukan secara mandiri dalam proses penambahan atau pengeluaran air melalui kontrol yang ada pada aplikasi.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian prototype otomatisasi pengendalian dan monitoring suhu dan pH air menggunakan mikrokontroler NodeMCU Esp32 dan Android. Pertama, dengan adanya sistem *prototype* dan aplikasi ini dapat memonitoring tingkat kualitas air terutama keasamaan air (pH) dan suhu tanpa menggunakan alat yang berbeda dan dapat dilihat pada Android secara *realtime*. Kedua, dengan adanya sistem kendali otomatis pada alat ini air dapat terjaga menjadi normal dengan bantuan 2 buah *relay* yang akan aktif ketika air membutuhkan pergantian air menjadi normal kembali tanpa harus dilakukan secara manual. Pengguna juga dapat melakukan secara mandiri proses penambahan atau pengeluaran air pada Android.

DAFTAR PUSTAKA

- N. D. Setiawan and I. A. Dianta, "Sistem Monitoring dan Kontroling Kualitas Air Tambak Udang Vannamei Berbasis Arduino menggunakan Teknologi Internet of Things," *MEANS (Media Informasi Analisa dan Sistem)*, vol. 5, no. 2, 2020.
- S. Anwar and A. Abdurrohman, "Pemanfaatan Teknologi Internet Of Things Untuk Monitoring Tambak Udang Vaname Berbasis Smartphone Android Menggunakan NODEMCU WEMOS D1 Mini," *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 5, no. 2, p. 77, Dec. 2020, doi: 10.32897/infotronik.2020.5.2.484.

- [3] S. Aminah, G. Maulana, and A. Wibisono, “Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Tambak Udang Berbasis Internet of Things,” *Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya (SNIA)*, p. 2019, 2019.
- [4] A. Rianto, “Suhu Optimal Untuk Budidaya Udang Vaname,” *ISW GROUP*, Sep. 10, 2019. <https://www.isw.co.id/post/2019/09/10/suhu-optimal-bagi-budidaya-udang-vaname> (accessed Dec. 07, 2022).
- [5] A. Rianto, “Penyebab Meningkatnya pH Air Tambak,” *ISW GROUP*, Aug. 22, 2019. <https://www.isw.co.id/post/2019/08/22/penyebab-meningkatnya-ph-air-tambak> (accessed Feb. 01, 2023).
- [6] S. Y. Damayanti, T. Andriyanto, and A. Ristywan, “Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Ikan Koi (Cyprinus Carpio) Berbasis Teknologi Internet Of Things (IOT),” *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 2021.
- [7] K. Hakam Gilang Ahmad and B. Suprianto, “Sistem Kontrol Temperatur, Ph, Dan Kejernihan Air Kolam Ikan Berbasis Arduino Uno,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 08, no. 2, 2019.
- [8] A. Ghamaliel Ty and P. Utomo, “Pengembangan Prototype Sistem Kendali Kualitas Air Tambak Udang,” *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 4, no. 1, pp. 75–82, Nov. 2019, doi: 10.21831/elinvo.v4i1.28373.
- [9] F. Pradana Rachman and H. Santoso, “Sistem Kontrol Suhu Dan Pakan Otomatis Dalam Aquarium Aquascape Menggunakan Nodemcu ESP8266,” *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 9, no. 1, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.mdp.ac.id>
- [10] F. Wahyu Christanto, B. Ardi Pramono, I. Ardiyanto, and R. Ryan Hidayatulloh, “Nodemcu Dan Kontrol Pengukuran Ph Air Berbasis Android Untuk Menentukan Tingkat Kejernihan Pada Air Tawar,” *Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*, vol. 16, no. 1, 2020, [Online]. Available: <http://journals.usm.ac.id/index.php/jprt/index>
- [11] M. S. Oktavian, A. Budiyanto, D. Farahiyah, and H. H. Triharminto, “Rancang Bangun Sistem Pengendalian dan Monitoring di Tambak Udang,” *Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO AAU)*, vol.1, no. 1, 2019.
- [12] H. Pratama Ramadhan, C. Kartiko, and A. Prasetiadi, “Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan Metode Data Logging,” *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 6, no. 1, Apr. 2020, doi: 10.28932/jutisi.v6i1.2365.