

Rancang Bangun Purwarupa Monitor Kualitas Air Tambak Udang Vaname Berbasis Mikrokontroler Dengan Catu Daya PLTS dan Aplikasi Vaname Mobile

Ni Md Damayanti Putri A^{1*}, Vazza Akmala D H², Nur Adinda F³, I N Budiastara⁴, I N Setiawan⁵, IGAP Raka Agung⁶, IB Alit Swamardika⁷

Alamat: Jl.Kampus Bukit UNUD Jimbaran, Badung-Bali

¹⁻⁴Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email: adnyaniputri01@gmail.com¹, vazzaadh@gmail.com², nuradinda13@gmail.com³, budiastara@unud.ac.id⁴, setiawan@unud.ac.id⁵, rakaagung@unud.ac.id⁶, gusalit@unud.ac.id⁷

*Korespondensi Penulis: adnyaniputri01@gmail.com

Abstract. *Vaname shrimp (Litopenaeus vannamei) cultivation is one of the fisheries businesses widely developed in Indonesia due to its high productivity and relatively low failure rate. The success of cultivation is strongly influenced by water quality, particularly temperature, pH, and water level. At Mr. Prasna's vaname shrimp pond in Pemogan, Denpasar, water quality monitoring is still carried out manually, causing delays in responding to changes in pond conditions. This study aimed to design a prototype of a pond water quality monitoring system based on a microcontroller, supported by a solar power supply and a mobile application. The research methods included literature study, block diagram design, hardware and software design, and system testing. The system used an ESP32 as the main controller, DS18B20 temperature sensor, pH-4502C pH sensor, JSN-SR04T ultrasonic sensor, and INA219 sensor. Sensor data were transmitted via Wi-Fi to Firebase and displayed on the Vaname Mobile application. The system was powered by a 12V 22Ah LiFePO4 battery charged by a 50 Wp solar panel. The 7-day testing results showed water temperature ranging from 28.8–31.8°C, pH from 6.8–7.5, and water level from 81–85 cm. Battery voltage ranged from 13.1–13.4 V. The results indicate that the system was successfully implemented and capable of monitoring pond water quality in real time.*

Keywords: *ESP32 Microcontroller; IoT (Internet of Things); Mobile Application; Solar Power Plant; Vaname Shrimp.*

Abstrak. Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu usaha perikanan yang berkembang pesat di Indonesia karena produktivitasnya tinggi dan tingkat kegagalannya relatif rendah. Keberhasilan budidaya sangat dipengaruhi oleh kualitas air, terutama suhu, pH, dan ketinggian air. Di tambak udang vaname milik Bapak Prasna di Pemogan, Denpasar, pemantauan kualitas air masih dilakukan secara manual sehingga respons terhadap perubahan kondisi tambak sering terlambat. Penelitian ini bertujuan merancang purwarupa sistem monitor kualitas air tambak berbasis mikrokontroler dengan catu daya PLTS dan aplikasi seluler. Metode penelitian meliputi studi literatur, perancangan blok diagram, perancangan hardware dan software, serta pengujian sistem. Sistem menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama, sensor suhu DS18B20, sensor pH-4502C, sensor ultrasonik JSN-SR04T, dan sensor INA219. Data sensor dikirim melalui Wi-Fi ke Firebase dan ditampilkan pada aplikasi Vaname Mobile. Sumber daya sistem berasal dari baterai LiFePO4 12V 22Ah yang diisi oleh panel surya 50 Wp. Hasil pengujian selama 7 hari menunjukkan suhu air berkisar 28,8–31,8°C, pH 6,8–7,5, dan ketinggian air 81–85 cm. Tegangan baterai berada pada kisaran 13,1–13,4 V. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil diimplementasikan dan mampu memantau kualitas air tambak secara real-time.

Kata kunci: Aplikasi Mobile; IoT (Internet of Things); Mikrokontroler ESP32; PLTS; Udang Vaname.

1. LATAR BELAKANG

Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu usaha perikanan yang banyak dikembangkan di Indonesia karena memiliki produktivitas tinggi dan tingkat kegagalan yang relatif rendah. Hal ini membuat budidaya udang vaname memiliki peluang besar untuk terus dikembangkan di berbagai daerah.

Data Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2023 menunjukkan bahwa produksi udang vaname di Indonesia terus mendominasi, dengan kontribusi lebih dari 90% dari total produksi udang nasional dalam beberapa tahun terakhir (Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2023). Salah satu daerah yang memiliki potensi dalam budidaya udang vaname adalah Pemogan, Denpasar Selatan. Lokasi penelitian berada di Tambak Udang Vaname, Gg. Wijaya IV, Suwung Kauh, Pemogan, Denpasar Selatan, yang dikelola oleh Bapak Prasna. Kawasan tersebut merupakan pesisir dengan kondisi lingkungan berupa tambak air payau yang terbentuk dari percampuran air laut dan air tawar. Pemanfaatan air payau dipilih karena sesuai dengan kebutuhan fisiologis udang vaname yang mampu tumbuh optimal pada kondisi tersebut.

Beberapa parameter penting yang perlu diperhatikan antara lain suhu air berada pada kisaran 27–32°C dan tingkat keasaman air (pH) 6,5–8,5 (Ramadani dkk., 2024). Selain itu, berdasarkan hasil survei dengan Mitra Petambak yaitu Bapak Prasna, ketinggian air juga berpengaruh terhadap pertumbuhan udang. Pada usia kurang dari 1 bulan, ketinggian air biasanya dijaga sekitar 80 cm. Memasuki usia 2 bulan, ketinggian air dinaikkan menjadi sekitar 120 cm. Saat udang berumur 3 bulan, ketinggian air ditambah hingga sekitar 160 cm karena ukuran udang yang semakin besar membutuhkan lebih banyak oksigen terlarut. Dengan menyesuaikan ketinggian air sesuai umur udang, kondisi tambak bisa lebih stabil sehingga udang tidak mudah mengalami stres. Untuk menjaga kondisi lingkungan tambak tetap ideal, dilakukan pula proses penggantian air sebanyak 30–40% yang dilakukan setiap 3–4 hari. Pergantian ini diperlukan apabila nilai pH air menurun untuk menyeimbangkan tingkat keasaman atau ketika suhu air meningkat sehingga penambahan sekaligus penggantian air menjadi langkah yang tepat agar kualitas Air Tambak berada pada parameter aman bagi pertumbuhan udang.

Tambak yang digunakan untuk budidaya udang vaname ini bukan merupakan lahan pribadi, melainkan sistem sewa tahunan dengan tiga kolam berukuran 40 × 50 m², 25 × 45 m², dan 16 × 40 m², serta ketinggian air 120 cm dari dasar tambak. Saat ini sistem pemantauan kualitas air seperti suhu air, pH air, dan ketinggian air yang diterapkan masih bersifat manual yang dilakukan menggunakan alat celup dan pengukuran tersebut dilakukan dua kali sehari sehingga dalam pengelolaan kualitas air dan sering menyebabkan keterlambatan dalam penanganan perubahan kualitas air yang pada akhirnya berdampak negatif terhadap kesehatan dan pertumbuhan udang.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan solusi yaitu sistem monitor kualitas air untuk menjaga kondisi lingkungan tambak udang. Dalam *capstone project* ini, akan dibangun "Rancang Bangun Purwarupa Monitor Kualitas Air Tambak Udang Vaname Berbasis Mikrokontroler dengan Catu Daya PLTS dan Aplikasi Vaname *Mobile*". Sistem ini dirancang agar data parameter air dapat diakses melalui *smartphone*, sehingga petambak tidak perlu melakukan pengecekan manual ke lokasi tambak setiap saat. Pemantauan kualitas air dilakukan melalui sistem yang dilengkapi sensor suhu DS18B20, sensor pH-4502c, sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian air, dan sensor tegangan INA219 untuk mengukur tegangan baterai. Data hasil pengukuran kemudian dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan pada aplikasi Vaname *Mobile*. Vaname *Mobile* adalah sebuah aplikasi berbasis Android yang menyinkronkan data dari sensor ke perangkat seluler agar dapat digunakan untuk memantau kondisi air secara nirkabel. Salah satu keunggulan utama sistem ini adalah penggunaan panel surya sebagai sumber energi pada sistem monitor. Panel surya mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik untuk menyuplai energi ke sensor dan mikrokontroler.

Berdasarkan penelitian terdahulu (Kalbii dkk., 2022), yang memiliki kesamaan, rancang bangun pada penelitian *capstone project* ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya dengan sejumlah keunggulan baru. Pada penelitian terdahulu, pengukuran ketinggian air masih menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang tidak tahan air (*non-waterproof*), sedangkan pada penelitian ini digunakan sensor JSN-SR04T yang *waterproof* sehingga lebih cocok untuk kondisi tambak yang lembab dan rawan percikan air. Inovasi lainnya adalah pembuatan aplikasi Vaname *Mobile* berbasis android yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32, Penggunaan LED pada *panel box* berfungsi sebagai notifikasi visual apabila kualitas air berada di luar batas normal serta pemanfaatan panel surya ini juga bertujuan agar sistem monitor tetap dapat beroperasi meskipun terjadi pemadaman listrik PLN. Dengan adanya perbedaan ini, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan solusi pemantauan kualitas air yang dapat membantu petambak udang vaname.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di tambak udang vaname yang berlokasi di Pemogan, Denpasar Selatan, selama empat bulan (Agustus–Desember 2025) dengan memanfaatkan purwarupa tambak berukuran $2 \times 2 \text{ m}^2$ sebagai media pengujian. Data penelitian terdiri atas data primer yang diperoleh melalui pengukuran suhu, pH, ketinggian air, serta tegangan

sistem menggunakan sensor DS18B20, pH-4502C, JSN-SR04T, dan INA219, serta data sekunder yang bersumber dari jurnal, buku, artikel ilmiah, *datasheet* komponen, dan hasil penelitian terdahulu. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur dan pengujian langsung (*trial and error*) guna memperoleh landasan teoritis sekaligus memvalidasi kinerja sistem yang dirancang. Pemilihan komponen didasarkan pada kemampuan integrasi, akurasi, keandalan, dan kesesuaiannya dengan kebutuhan sistem *Internet of Things* (IoT), seperti penggunaan ESP32 sebagai pengendali utama dan panel surya monokristalin sebagai sumber energi utama (Nuryadi dkk., 2025; Huda & Kurniawan, 2022; Akbar & Irawan, 2023; Anggara & Saputra, 2023).

Tahapan penelitian meliputi studi literatur, perancangan diagram blok sistem, perancangan *hardware* dan *software*, pengujian setiap blok sistem, serta uji coba keseluruhan sistem. Sistem yang dikembangkan menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali yang terintegrasi dengan sensor suhu, pH, ketinggian air, dan tegangan baterai untuk memantau kondisi tambak secara *real-time*. Data hasil pengukuran dikirim melalui jaringan Wi-Fi menuju Firebase dan ditampilkan pada aplikasi *Vaname Mobile*. Sistem juga dilengkapi aktuator berupa relay dan LED sebagai indikator visual apabila parameter kualitas air berada di luar batas normal. Untuk menjamin keberlanjutan operasional di lokasi tambak, sistem memperoleh pasokan energi dari PLTS *off-grid* yang terdiri atas panel surya monokristalin 50 Wp, baterai LiFePO4 12 V 22 Ah, *Solar Charge Controller* (SCC), *Low Voltage Disconnect* (LVD), dan modul *step-down* XL4015. Perancangan kapasitas baterai dan panel surya dilakukan berdasarkan kebutuhan energi harian sistem sebesar 110 Wh dengan mempertimbangkan rugi-rugi sistem sebesar 20% (Devia dkk., 2024; Nasrullah dkk., 2019; Astawa dkk., 2025).

Perancangan perangkat lunak dilakukan menggunakan Arduino IDE untuk pemrograman ESP32 dan Android Studio untuk pengembangan aplikasi *Vaname Mobile*. Aplikasi ini menyediakan fitur *login*, registrasi, pemantauan parameter kualitas air, notifikasi kondisi tambak, dan informasi penanganan apabila terjadi penyimpangan parameter. Pengujian sistem dilakukan melalui pengujian fungsional pada perangkat keras dan *Black Box Testing* pada perangkat lunak. Pengujian perangkat keras difokuskan pada akurasi sensor, respons aktuator, kinerja PLTS, serta kesesuaian data yang ditampilkan pada aplikasi dengan hasil pengukuran aktual. Sementara itu, pengujian perangkat lunak bertujuan memastikan seluruh fitur aplikasi, mulai dari autentikasi pengguna hingga sinkronisasi data sensor dengan Firebase, berjalan sesuai spesifikasi. Melalui tahapan tersebut diharapkan sistem mampu memberikan pemantauan kualitas air tambak udang vaname secara akurat,

berkelanjutan, dan mudah diakses oleh petambak melalui perangkat bergerak. (Prastiwi dkk. :2025)

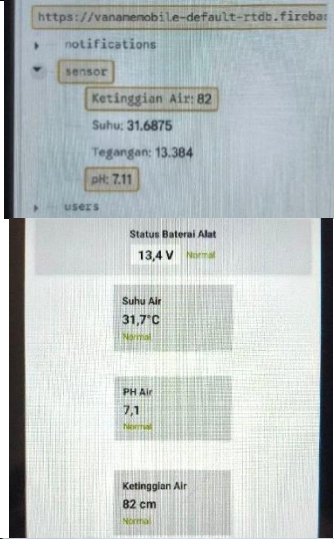
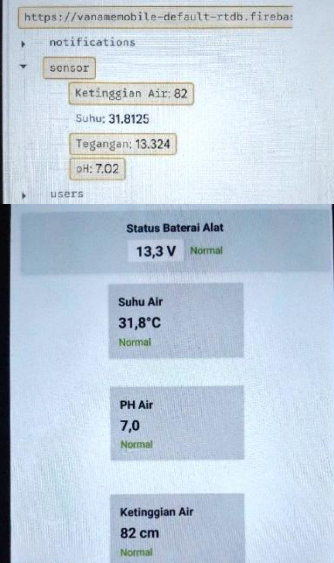
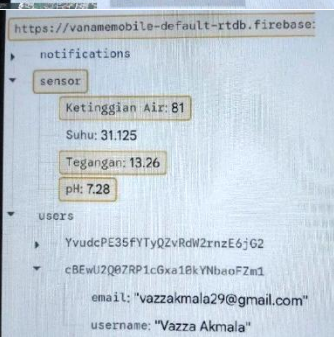
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

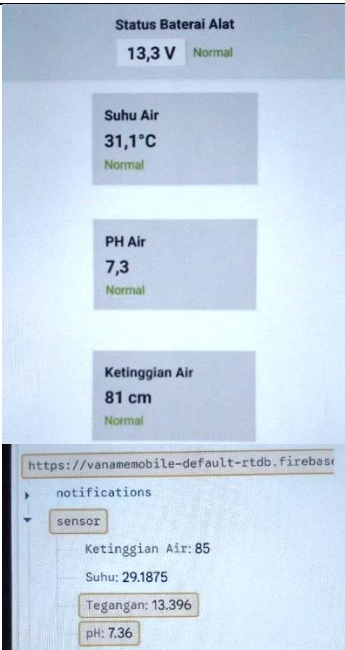
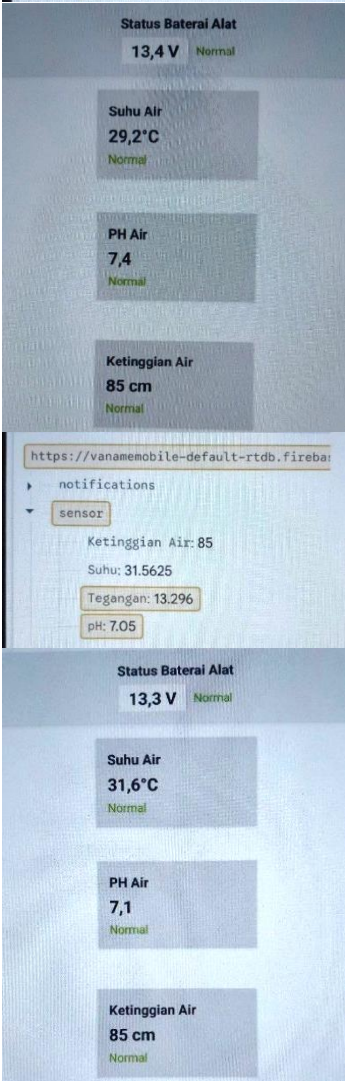
Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

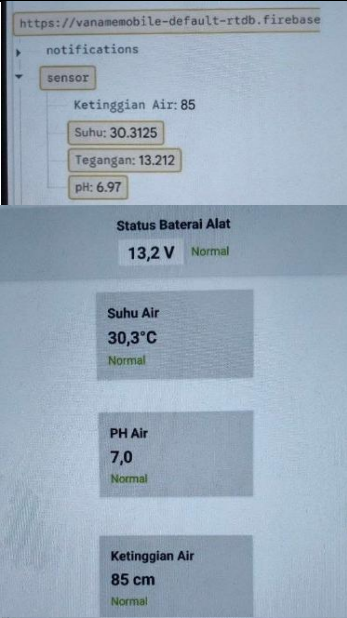
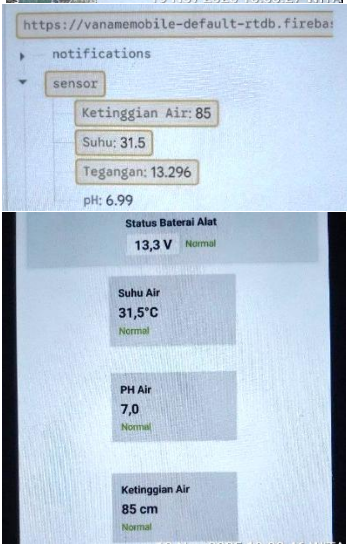
Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk memastikan seluruh komponen pada perangkat “Rancang Bangun Purwarupa Monitor Kualitas Air Tambak Udang Vaname Berbasis Mikrokontroler dengan Catu Daya PLTS dan Aplikasi Vaname Mobile” dapat berfungsi sesuai dengan fungsinya. Sistem ini mencakup pemantauan parameter kualitas air seperti suhu, pH, dan ketinggian air yang diukur menggunakan sensor DS18B20, pH-4502C, dan JSN-SR04T. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan aktuator LED *eagle eye* sebagai indikator kondisi air apabila suhu atau pH berada di luar batas normal.

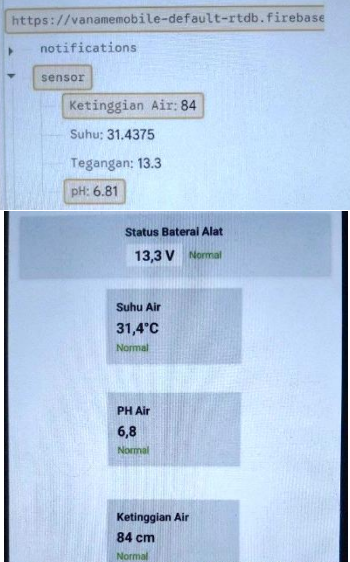
Sumber energi sistem berasal dari panel surya yang terhubung dengan baterai LiFePO₄ sebagai penyimpan daya untuk memastikan sistem tetap beroperasi meskipun tanpa sinar matahari langsung. Hasil pembacaan sensor diproses oleh ESP32 *devkit*, dikirimkan ke Firebase, dan ditampilkan pada aplikasi Vaname *Mobile*. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa data dapat terbaca dengan benar, ditransmisikan ke aplikasi, dan aktuator LED dapat beroperasi. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian sistem secara keseluruhan.

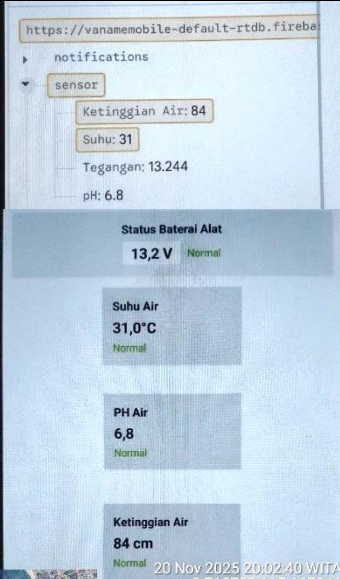
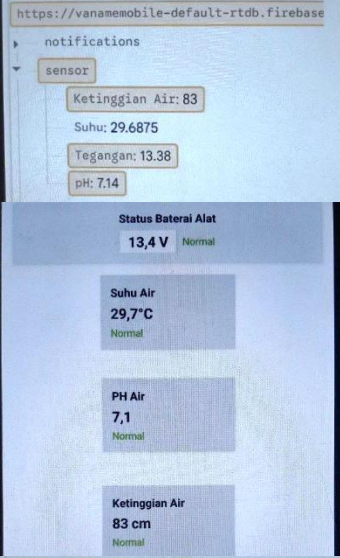
Tabel 1. Data Hasil Pengujian Keseluruhan

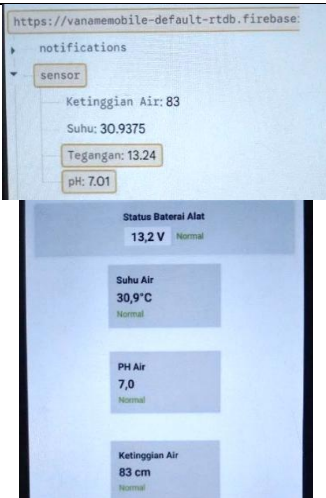
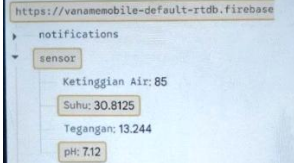
Hari	Tanggal	Waktu	Gambar	Keterangan
1	17 November 2025	10.00		Pada pukul 10.00, tegangan pada baterai adalah 13,38 V, ketinggian air 82 cm, suhu air 31,7°C, dan nilai pH 7,1. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.
		15.00		Pada pukul 15.00, tegangan pada baterai adalah 13,32 V, ketinggian air 82 cm, suhu air 31,8°C, dan nilai pH 7,0. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.
		20.00		Pada pukul 20.00, tegangan pada baterai adalah 13,26 V, ketinggian air 81 cm, suhu air 31,1°C, dan nilai pH 7,28. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.

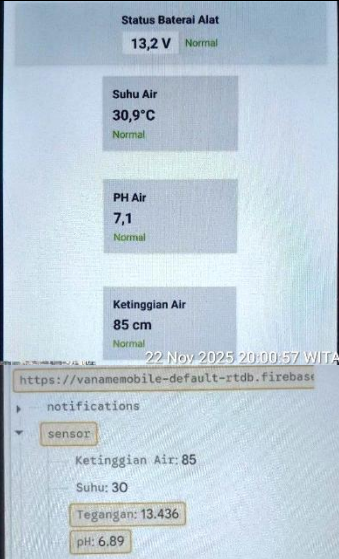
Hari	Tanggal	Waktu	Gambar	Keterangan
2	18 November 2025	10.00		Pada pukul 10.00, tegangan pada baterai adalah 13,4 V, ketinggian air 85 cm, suhu air 29,2°C, dan nilai pH 7,4. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.
		15.00		Pada pukul 15.00, tegangan pada baterai adalah 13,3 V, ketinggian air 85 cm, suhu air 31,6°C, dan nilai pH 7,1. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.

Hari	Tanggal	Waktu	Gambar	Keterangan
3	19 November 2025	20.00		Pada pukul 20.00, tegangan pada baterai adalah 13,2 V, ketinggian air 85 cm, suhu air 30,3°C, dan nilai pH 6,97. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.
		10.00		Pada pukul 10.00, tegangan pada baterai adalah 13,12 V, ketinggian air 85 cm, suhu air 28,8°C, dan nilai pH 7,5. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.
		15.00		Pada pukul 15.00, tegangan pada baterai adalah 13,29 V, ketinggian air 85 cm, suhu air 31,5°C, dan nilai pH 7,0. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.

Hari	Tanggal	Waktu	Gambar	Keterangan
20	November	2025		Pada pukul 20.00, tegangan pada baterai adalah 13,2 V, ketinggian air 85 cm, suhu air 30,3°C, dan nilai pH 6,9. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.
				
				

Hari	Tanggal	Waktu	Gambar	Keterangan
21 November 2025		20.00		Pada pukul 20.00, tegangan pada baterai adalah 13,24 V, ketinggian air 84 cm, suhu air 31°C, dan nilai pH 6,8. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.
		10.00		Pada pukul 10.00, tegangan pada baterai adalah 13,38 V, ketinggian air 83 cm, suhu air 29,7°C, dan nilai pH 7,14. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.
		15.00		Pada pukul 15.00, tegangan pada baterai adalah 13,32 V, ketinggian air 83 cm, suhu air 30,6°C, dan nilai pH 6,9. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.

Hari	Tanggal	Waktu	Gambar	Keterangan
22 November 2025		20.00		Pada pukul 20.00, tegangan pada baterai adalah 13,24 V, ketinggian air 83 cm, suhu air 30,9°C, dan nilai pH 7,0. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.
		10.00		Pada pukul 10.00, tegangan pada baterai adalah 13,41 V, ketinggian air 85 cm, suhu air 29,3°C, dan nilai pH 7,3. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.
		15.00		Pada pukul 15.00, tegangan pada baterai adalah 13,18 V, ketinggian air 85 cm, suhu air 31,75°C, dan nilai pH 7,18. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.
		20.00		Pada pukul 20.00, tegangan pada baterai adalah 13,24 V, ketinggian air 85 cm, suhu air 30,8°C, dan nilai pH 7,12. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air

Hari	Tanggal	Waktu	Gambar	Keterangan
23	November	2025		tidak melebihi batas normal.
				Pada pukul 10.00, tegangan pada baterai adalah 13,43 V, ketinggian air 85 cm, suhu air 30°C, dan nilai pH 6,9. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.
				Pada pukul 15.00, tegangan pada baterai adalah 13,22 V, ketinggian air 85 cm, suhu air 31°C, dan nilai pH 7,34. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.
				Pada pukul 20.00, tegangan pada baterai adalah 13,23 V, ketinggian air 85 cm, suhu air 29,8°C, dan nilai pH 6,82. LED tidak menyala dikarenakan suhu dan ketinggian air tidak melebihi batas normal.

Sumber : Diolah oleh peneliti

Berdasarkan hasil pengujian selama periode 17–23 November 2025, sistem menunjukkan bahwa pada pukul 10.00, 15.00, dan 20.00 seluruh parameter air seperti suhu, pH, ketinggian air, serta tegangan baterai berhasil dipantau menggunakan sensor. Suhu air tambak berada pada kisaran 28,9–31,8°C dengan rata-rata 30,5°C, nilai pH berada pada kisaran 6,8–7,5 dengan rata-rata 7,10, dan ketinggian air berada pada kisaran 81–85 cm dengan rata-rata 83,9 cm. Penurunan ketinggian pada beberapa hari disebabkan oleh peresapan air ke tanah dasar tambak, sedangkan kenaikan kembali ke 85 cm terjadi setelah petugas tambak menambahkan air secara manual.

Pemantauan terhadap tegangan baterai juga menunjukkan pola operasi yang normal, yaitu 13,1–13,3V pada pagi hari, meningkat menjadi 13,3–13,4V pada siang hari saat panel surya aktif, lalu turun sedikit menjadi 13,2–13,3V pada malam hari.

Selama periode pengujian, LED indikator peringatan tidak menyala sama sekali karena seluruh parameter tetap berada dalam batas aman dan tidak melampaui ambang yang ditentukan sesuai dengan SNI yang dirujuk pada penelitian Prastiwi dkk. (2025). Kondisi ini menunjukkan bahwa mekanisme peringatan dini pada sistem bekerja sesuai fungsi, yaitu hanya aktif ketika terdeteksi kondisi berpotensi bahaya dan tetap tidak memberikan sinyal ketika keadaan tambak normal.

Selain itu, hasil pengujian juga menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pemantauan secara konsisten tanpa gangguan, baik dari sisi sensor, mikrokontroler, maupun suplai daya PLTS. Konsistensi tersebut menandakan bahwa purwarupa dapat digunakan sebagai alat bantu pemantauan harian untuk mendeteksi perubahan kualitas air.

Cara Menjaga Kualitas Air Berdasarkan Hasil Monitor Sensor

Sistem monitor yang dibangun dalam penelitian ini sebagai media pembacaan dan penyajian data dan bukan sebagai sistem kendali otomatis. Hal ini didasari oleh pertimbangan bahwa ekosistem tambak udang vaname bersifat kompleks, sehingga pengambilan tindakan harus melalui proses analisis dan pertimbangan petambak yang memiliki otoritas penuh di lapangan. Hal ini sejalan dengan prosedur manajemen yang dipraktikkan dalam penelitian Prastiwi dkk. (2025), data yang dihasilkan oleh sensor suhu, pH, dan ketinggian air menjadi dasar pertimbangan petambak dalam melakukan langkah-langkah manajemen kualitas air berikut:

Penanganan Suhu Air

Ketika sensor mendeteksi suhu air berada di luar batas 28–32°C, menurut Prastiwi dkk. (2025), suhu yang terlalu dingin atau terlalu panas akan menurunkan nafsu makan udang.

Tindakan yang dilakukan petambak adalah menambah air kolam (jika suhu turun) atau menyalakan kincir lebih lama untuk membantu proses pendinginan melalui evaporasi di permukaan air (jika suhu naik).

Penanganan Kadar Derajat Keasaman (pH)

Data dari sensor pH-4502C berfungsi sebagai petunjuk bagi petambak untuk melakukan pemeliharaan. Jurnal Prastiwi dkk. (2025) menyebutkan bahwa jika sensor mendeteksi penurunan pH di bawah standar tersebut (akibat akumulasi asam organik dari pembusukan sisa pakan), maka tindakan yang dilakukan adalah:

a.) Pengapuran/Penaburan kapur dolomit atau kalsit secara terukur untuk menormalkan kembali kondisi air, b.) Melakukan pergantian air sebanyak 30–40% setiap 3–4 hari untuk membuang air kotor yang memicu keasaman, sehingga nilai pH kembali normal dan aman bagi proses (molting) udang.

Manajemen Ketinggian Air

Sensor ketinggian air digunakan untuk memastikan air kolam selalu cukup sesuai umur udang. Mengacu pada jurnal Prastiwi dkk. (2025), pada prosedur di CV. Lautan Sumber Rejeki petambak harus mengisi air secara manual jika sensor menunjukkan tinggi air di bawah 80 cm (untuk udang kecil), 120 cm (udang sedang), atau 160 cm (udang besar). Berdasarkan observasi lapangan Prastiwi dkk. (2025), volume air yang lebih rendah cenderung mempercepat akumulasi sisa pakan yang dapat memicu ketidakseimbangan nilai pH secara mendadak. Berdasarkan observasi lapangan Prastiwi dkk. (2025), volume air yang lebih rendah cenderung mempercepat akumulasi sisa pakan yang dapat memicu ketidakseimbangan nilai pH secara mendadak.

Pembersihan Dasar Kolam (Sipon)

Sistem monitor yang dibangun tidak mengukur zat kimia secara langsung, namun jika data pH dan suhu mulai berada di luar batas suhu 28–32°C dan 6,5–8,5, itu menjadi tanda bagi petambak untuk melakukan penyiponan atau membersihkan kotoran di dasar kolam. Menurut Prastiwi dkk. (2025), membuang sisa pakan dan kotoran udang adalah cara paling ampuh untuk menjaga kualitas air agar tidak beracun bagi udang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan tahapan penelitian yang telah dilaksanakan, beberapa kesimpulan sebagai berikut: a.) Sistem catu daya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dirancang dengan panel surya berkapasitas 50 Wp yang terhubung ke baterai LiFePO₄ 12 V 22 Ah sebagai sumber energi utama sistem monitor. Pengujian dilakukan dengan mengamati

kinerja pengisian dan penyediaan daya baterai selama pengoperasian sistem. Berdasarkan hasil pengujian, tegangan baterai berada pada kisaran 13,1–13,4 V, yang menunjukkan bahwa sistem catu daya mampu menyuplai energi sehingga sistem monitor dapat beroperasi, b.) Sistem monitor kualitas air tambak udang vaname berbasis mikrokontroler ESP32 telah teruji secara fungsional, dengan sensor suhu DS18B20 memiliki rata-rata kesalahan 0,6 dengan akurasi 98,78%, sensor pH-4502C sebesar 0,02 dengan akurasi 99,52%, sensor ultrasonik JSN-SR04T sebesar 0,19 cm dengan akurasi 99,30%, serta sensor tegangan INA219 dengan akurasi rata-rata 99,25%. Data hasil pengukuran berhasil diproses dan dikirimkan ke Firebase, c.) Aplikasi Vaname *Mobile* telah diimplementasikan menggunakan Android Studio dengan integrasi *database* Firebase. Berdasarkan pengujian selama 7 hari, aplikasi menunjukkan kemampuan sinkronisasi data secara otomatis tanpa adanya kegagalan pengiriman (*data loss*). Hal ini dibuktikan melalui kesesuaian nilai yang ditampilkan pada antarmuka aplikasi dengan data riwayat yang tersimpan di *database* Firebase, d.) Hasil pengujian keseluruhan sistem monitor berbasis mikrokontroler, PLTS dan aplikasi Vaname *Mobile* menunjukkan kemampuan sistem dalam melakukan pemantauan parameter kualitas air. Data hasil pembacaan sensor DS18B20 menunjukkan suhu air pada rentang 28,8–31,8°C dengan nilai rata-rata 30,50°C, data pembacaan sensor pH-4502C berada pada kisaran 6,8–7,5 dengan rata-rata 7,10, sedangkan data pembacaan sensor ultrasonik JSN-SR04T menunjukkan ketinggian air sebesar 81–85 cm dengan nilai rata-rata 83,9 cm. Sistem catu daya PLTS mencapai tegangan baterai pada kisaran 13,1–13,4 V yang mendukung proses pembacaan data sensor, pengiriman data ke Firebase serta penampilan data parameter kualitas air pada aplikasi Vaname *Mobile* selama proses pengujian.

DAFTAR REFERENSI

- Akbar, M. F., & Irawan, D. (2023). Sistem Kontrol Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Fuzzy Logic. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 5(1), 23. <https://doi.org/10.30595/jrre.v5i1.17547>
- Akma, N., Nazati, S., Wahyu, M. I., Anwar, K., Sekar, L., Sari, & Hamzah. (2025). Prototype Alat Pengukuran Daya DC Berbasis IoT Arduino NodeMCU. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 4(2), 215–223.
- Albahar, A. K., & Haqi, M. F. (2020). PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA (PV) TERHADAP KELUARAN DAYA. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 8(2), 115–122.
- Alifi, M. R., Semiawan, T., Lieharyani, D. C. U., & Hayati, H. (2022). Pemodelan Data Relasional pada NoSQL Berorientasi Dokumen. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi* |, 11(3), 183–191.

- Amrullah, M., 'Ubaid, Nugraha, A. T., Asri, P., Darmajanti, P., & Agna, D. I. Y. (2023). Rancang Bangun Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname Dengan Kontrol Paddle Wheel Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal 7 Samudra*, 8(2), 117–122. <https://doi.org/10.54992/7samudra.v8i2.132>
- AMSAN Electronics. SS PWM Lithium 10A–20A–30A Charger untuk Lithium dan Lead Acid. <https://amsanelectronics.com/product/ss-pwm-lithium-10a-20a-30a-charger-untuk-lithium-dan-lead-acid/>. Diakses tanggal 25 April 2025.
- Anggara, M., & Saputra, W. (2023). Analisis Kinerja Sel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline di Kabupaten Sumbawa NTB. *Jurnal Flywheel*, 14(1), 7–12. <https://doi.org/10.36040/flywheel.v14i1.6521>
- Android. Android. <https://www.android.com/>. Diakses tanggal 25 April 2025.
- Arduino. Arduino IDE Environment. <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/Environment/>. Diakses tanggal 13 Mei 2025.
- Ariprihata, A., Erfandy, E., Susilo, S. W., & Sujito, S. (2023). Rancang Bangun Panel Surya Off-Grid Untuk Catu Daya Alat Pengusir Hama Tikus. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 4(3), 224–245. <https://doi.org/10.14710/jebt.2023.19665>
- Aryanto, I. K. A. A., & I Gusti Ayu Nandia Lestari. (2023). Implementasi Sistem Pengendali Lampu Berbasis Mikrokontroler dan Teknologi Infrared. *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI)*, 18(1), 10–17. <https://doi.org/10.30864/jsi.v18i1.597>
- Astawa, I. K. A., Wijaya, P. A. S., & Wirawan, I. M. A. (2025). RANCANG BANGUN SISTEM MONITOR KONDISI AIR DAN PAKAN BERBASIS IOT. 12(3), 21–32.
- Az-Zikri, A. N., Indriyanto, S., & Wicaksono, A. (2025). Perancangan Prototipe Sistem Monitoring Level Air Tandon Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Sensor Ultrasonik Jsn-Sr04T. *Jurnal SINTA: Sistem Informasi dan Teknologi Komputasi*, 2(1), 13–22. <https://doi.org/10.61124/sinta.v2i1.38>
- Blog Indobot. Pemantau Suhu Akuarium Menggunakan Sensor DS18B20 dengan IoT Telegram. <https://blog.indobot.co.id/pemantau-suhu-akuarium-menggunakan-sensor-ds18b20-dengan-iot-telegram/>. Diakses tanggal 24 April 2025.
- Cimpleo. Arduino pH Meter Using pH-4502C. <https://cimpleo.com/blog/arduino-ph-meter-using-ph-4502c/>. Diakses tanggal 25 April 2025.
- Cipta Karya Energi. Panel Surya 50WP Polycrystalline. <https://ciptakaryaenergi.co.id/product/panel-surya-50wp-polycrystalline/>. Diakses tanggal 25 April 2025.
- Clever Solar Power. LiFePO4 Voltage Chart. <https://cleversolarpower.com/lifepo4-voltage-chart/>. Diakses tanggal 25 April 2025.
- Devia, R., Nugraha, B., Pranita, S., Raka Agung, I. G., & Setiawan, I. N. (2024). Rancang Bangun Purwarupa Toilet Portable Berdinding Pdlc Dengan Sistem Solar Tracking Berbasis Esp32. *Jurnal SPEKTRUM*, 11(1), 48–57. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2024.v11.i01.p6>
- Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2023). *Profil Pasar Udang*. <https://kkp.go.id/download-pdf/Materi-profil-pasar-udang667533620a258.pdf>
- Ebasee. RT18 Low Voltage Fuse Holder. <https://www.ebasee.com/product/rt18-low-voltage-fuse-holder/>. Diakses tanggal 25 April 2025.

- Esp32.net. 2023. ESP32 Microcontroller Overview. <http://esp32.net/>. Diakses tanggal 26 Januari 2026.
- Fadilah, Sofiah, R. (2023). Analisis Kerja LVD (Low Voltage Disconnect) Multisistem Pada Akumulator 12 Volt Pada Panel Surya. *JURNAL SURYA ENERGY*, 7(2), 54–59.
- Figma. Figma. <https://figma.com>. Diakses tanggal 13 Mei 2025.
- Hareendran, T. K. (2021). INA219 Current Sensor Module Primer. <https://www.edn.com/ina219-current-sensor-module-primer/>. Diakses tanggal 19 Mei 2025.
- Hidayat, N., Hidayat, S., Pramono, N. A., & Nadirah, U. (2020). Sistem Deteksi Kebocoran Gas Sederhana Berbasis Arduino Uno. *Rekayasa*, 13(2), 181–186. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i2.6737>
- Huda, M. B. R., & Kurniawan, W. D. (2022). Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2), 18–23.
- Kalbii, A. T., Kartini, U. T., Kholis, N., & Endryansyah. (2022). Monitoring Level Air Pada Tambak Udang Dengan Sensor Ultrasonic Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro*, 11(3), 433–439.
- Khang, S., & Pangaribuan, H. (2021). Penerapan Google Asistant Untuk Rumah Cerdas Berbasis NodeMCU. *Comasie*, 4(3), 67–76.
- Leonardo, R., Arwani, I., & Ratnawati, D. E. (2020). Pemanfaatan Teknologi Firebase dalam Pengembangan Aplikasi Pengelolaan Stok Barang Berbasis Mobile pada Rumah Makan Nakamse Malang. *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi, dan Edukasi Sistem Informasi*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.25126/justsi.v1i1.1>
- MakerGuides. 2019. JSN-SR04T Datasheet. <https://www.makerguides.com/wp-content/uploads/2019/02/JSN-SR04T-Datasheet.pdf>. Diakses tanggal 25 April 2025.
- MSBCUR. 2018. Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei). <https://msbcur.wordpress.com/2018/09/29/udang-vannamei-litopenaeus-vannamei/>. Diakses tanggal 25 April 2025.
- Nasrullah, E., Alam, S., & Arif, A. (2019). Perancangan Alat Ukur State Of Charge, Depth Of Distance Dan State Of Helath Baterai Lithium-Ion (LI-ION) Dan Baterai Nickel-Metal Hydride (NI-MH) Menggunakan Arduino Nano. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu ...*, 7(12), 204–212.
- Nizam, M., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>
- Nurba, H. P., Fauzi, Y., Djabatika, A. G., & Munastha, K. A. (2022). Implementasi Panel Surya Untuk Perangkat Baterai Portabel. *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 7(2), 110. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2022.7.2.2259>
- Nuryadi, F., Wayan, N., Septiani, P., Lestari, M., & Tanah, P. (2025). *Implementasi Esp32 Untuk Sistem Pemantauan*. 79–86.
- Phippselectronics. XL4015 5A Adjustable CC CV Step Down DC Power Supply Module. <https://www.phippselectronics.com/product/xl4015-5a-adjustable-cc-cv-step-down-dc-power-supply-module/>. Diakses tanggal 5 Mei 2025.

- Pijoh, F., P. K., B. D., & Lasman, P. P. (2024). Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Energi Ramah Lingkungan yang Berkelanjutan. *Industrial & System Engineering Journals*, 2(2), 201–207.
- Pratama, W. R. A., Dalimunthe, E. R., & Putri, N. U. (2025). Implementasi Sensor PH-4502C dan Sensor Suhu DS18B20 untuk Pemantauan Air Kolam Nila. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 19(2), 130–137.
- Pratiwi, N. L., Fauziah, A., & Nazran, N. (2025). Kesesuaian Kualitas Air pada Tambak Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Intensif di CV. Lautan Sumber Rejeki Kabupaten Banyuwangi Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Perikanan Kamasan: Smart, Fast, & Professional Services*, 5(2), 1–30. <https://doi.org/10.58950/jpk.v5i2.72>
- Ramadani, M. F., Salsabila, S., M. R., Iskandar, A. S., Hajirah, R. N., Azani, S. A., & Putri, N. E. (2024). *Teknik Budidaya Udang Vaname Skala Super Intensif*. Perpustakaan Universitas Negeri Makassar.
- Ratna Dwi Pratiwi. (2023). *Pengembangan Web Menggunakan Figma Di Era Society 5.0*. [http://repository.radenintan.ac.id/31545/1/BAB 1 2 DAPUS.pdf](http://repository.radenintan.ac.id/31545/1/BAB%201%20DAPUS.pdf)
- Royal PV. Baterai Lithium Iron Phosphate (LiFePO4). <https://www.royalpv.com/kategori-produk/baterai-lithium-iron-phosphate-lifepo4/>. Diakses tanggal 18 April 2025.
- Rytechindo. Relay. <https://www.rytechindo.com>. Diakses tanggal 18 April 2025.
- Salam, M. A. (2024). Monitoring dan Kendali Charger Accu Berbasis Node-RED. *Jurnal Teknik Elektro*, 13, 14–19.
- Salim, S., Jumiarti, I., & Rafli. (2022). [15] 10790-30304-1-Pb. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(1).
- Samsudin, Abdullah, Muni, A., & Niansyah, N. (2025). Design of an IoT-Based 4-Channel 5V Relay Controller Using WiFi and Smartphone Integration. *Sistemasi*, 14(3), 1233–1245. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v14i3.5111>
- Shopee. WERACE Lampu LED Eagle Eye Mata Elang 2IN1 2 Warna Sorot. <https://shopee.co.id/WERACE-Lampu-LED-Eagle-Eye-Mata-Elang-2IN1-2-Warna-Sorot-i.34680048.18081606544>. Diakses tanggal 25 April 2025.
- Sibuea, S., Saputro, M. I., Agie, A., & Widodo, Y. B. (2022). Aplikasi Mobile Collection Berbasis Android Pada PT. Suzuki Finance Indonesia. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Komputer (JITEK)*, 2(1), 31–42. <https://doi.org/10.55606/jitek.v2i1.185>
- Sisternet. 2021. 4 Aplikasi Mobile Ini Siap Menampung Ceritamu. <https://www.sisternet.co.id/read/68697-4-aplikasi-mobile-ini-siap-menampung-ceritamu>. Diakses tanggal 25 April 2025.
- Suara Sulsel. 2021. Menteri Kelautan dan Perikanan Tinjau Tambak Udang Super Intensif di Takalar. <https://sulsel.suara.com/read/2021/06/19/142302/menteri-kelautan-dan-perikanan-tinjau-tambak-udang-super-intensif-di-takalar>. Diakses tanggal 25 April 2025.
- Wardhani, R. N., Danaryani, S., Setiowati, S., & Riandini. (2022). DESAIN SISTEM MONITORING CERDAS KUALITAS AIR KERAMBA BUDIDAYA TERIPANG BERBASIS IOT. *Jurnal Ilmiah MATRIK*, 24(1), 28–39.
- XH-M609 (Amazon). Digital Disconnect Discharge Protection. <https://www.amazon.ca/XH-M609-Digital-Disconnect-Discharge-Protection/dp/B07WRZSJ5M>. Diakses tanggal 25 April 2025.

- Yunita, H., & Dina. (2021). Aplikasi Pelayanan Kesehatan Pada Puskesmas. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Komputer*, 1(1), 1–13.
- Zidni, I. (2020). ANALISIS EFISIENSI PENGISIAN MUATAN BATERAI LITHIUM IRON PHOSPHATE (LiFePO_4) mencapai derajat Sarjana S1 Disusun oleh : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. In *Jurnal Universitas Islam Indonesia*.