

# Prototipe Sistem Proteksi dan Peningkatan Efisiensi Penggunaan Pompa dan Kincir Air Tambak Berbasis IoT

**Author:**

Andri Ramadhan<sup>1</sup>  
Panangian Mahadi  
Sihombing<sup>2</sup>  
Mawardi<sup>3</sup>  
Sari Novalianda<sup>4</sup>  
Nabila Yudisha<sup>5</sup>  
Dwiyanto<sup>6</sup>

**Affiliation:**

Universitas Al-  
Azhar<sup>1,2,3,4</sup>  
Politeknik Negeri  
Jakarta<sup>5</sup>  
Politeknik Penerbangan  
Medan<sup>6</sup>

**Corresponding email**

\*<sup>1</sup>[andriamadhan2@gmail.com](mailto:andriamadhan2@gmail.com)

**Histori Naskah:**

Submit: 2024-06-27  
Accepted: 2024-06-30  
Published: 2024-06-30



This is an Creative Commons  
License This work is licensed  
under a Creative Commons  
Attribution-NonCommercial 4.0  
International License

**Abstrak:**

Mayoritas petani budidaya udang di Indonesia menggunakan kincir air tambak secara terus menerus untuk mengontrol kadar oksigen ataupun suhu air. Pompa air juga digunakan dalam waktu lama untuk meningkatkan level air. Namun, kedua hal tersebut sering menimbulkan masalah berupa kerusakan mesin penggerak kincir dan/atau pompa air (motor listrik) akibat panas berlebih. Selain itu, peningkatan biaya produksi juga terjadi akibat penggunaan kincir air yang tidak optimal. Oleh karena itu, sebuah sistem proteksi dan peningkatan efisiensi penggunaan kincir dan pompa air berbasis *internet of things* (IoT) diperlukan untuk mengatasi masalah tersebut. Sistem tersebut tersusun dari tiga sensor, yaitu sebuah sensor suhu tipe *contactless* (MLX90614), dua buah sensor tipe *waterproof*, yaitu sensor suhu air (DS18B20) dan sensor level air berbasis ultrasonik (JSN-SR04T). Sebuah prosesor ESP32 digunakan untuk menampilkan hasil sensor pada monitor dan mengirimkannya ke pengguna melalui jaringan internet. ESP32 juga berfungsi untuk mengontrol kincir dan pompa air secara otomatis. Serta mengirimkan notifikasi kepada pengguna secara otomatis juga jika suhu dan level air tidak optimal. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan bahwa sistem yang dihasilkan mampu menghentikan kerja motor listrik secara otomatis jika suhu motor listrik terlalu panas ( $>65^{\circ}\text{C}$ ). Sistem juga mampu mengontrol kincir air untuk mempertahankan suhu air di antara  $29^{\circ}\text{C}$  -  $32^{\circ}\text{C}$  dan mengontrol pompa air untuk mempertahankan level air di antara 80cm – 90cm secara otomatis. Sistem yang dihasilkan telah mampu memproteksi motor listrik secara otomatis dari panas berlebih. Selain itu, sistem juga mampu mengontrol kerja kincir dan pompa air agar bekerja lebih efisien.

**Kata kunci:** ESP32, IoT, Kincir, Otomatis, Pompa.

## Pendahuluan

Kadar oksigen terlarut dan level air tambak yang sesuai adalah parameter penting untuk budidaya udang. Kadar oksigen mempengaruhi suhu air di mana suhu air optimal tambak udang berkisar  $28^{\circ}\text{C}$  –  $33^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan level air optimal tambak udang berkisar 90cm – 100cm (Mawardi et al., 2024). Kincir air biasa digunakan oleh petani tambak untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dan/atau mengontrol suhu air tambak. Sedangkan pompa air secara umum digunakan untuk meningkatkan level air tambak (Mawardi et al., 2023). Berdasarkan kondisi di lapangan, kincir air dan pompa selalu digunakan dalam waktu yang lama. Bahkan, khusus kincir air digunakan secara terus menerus tanpa berhenti. Sehingga, tindakan tersebut dapat merusak mesin penggerak kedua sistem tersebut yang umumnya berupa motor listrik (Amaliah et al., 2023a; Usman et al., 2023). Dengan demikian, sebuah sistem proteksi dan peningkatan efisiensi penggunaan pompa dan kincir air tambak berbasis *internet of things* (IoT) diperlukan. Penelitian terkait sistem tersebut

sangat penting dilakukan untuk mengurangi biaya produksi budidaya udang akibat penggunaan kincir air dan pompa yang tidak efisien. Selain itu, penelitian terkait sistem tersebut kebanyakan hanya membahas terkait sistem pemantauan/ monitoring kualitas air tambak udang. Sementara penelitian yang telah dilaporkan pada artikel ini tidak hanya membahas monitoring beberapa kualitas air tambak, namun sudah membahas pengontrolan beberapa parameter kualitas air, yaitu kontrol kincir air dan pompa.

Penelitian ini menggunakan sebuah prosesor ESP32 sehingga sistem dapat mengaplikasikan teknologi IoT yang memungkinkan petani budidaya udang dapat memantau suhu air, suhu motor listrik, dan level air (Hercog et al., 2023). Prosesor tersebut memiliki antena jenis microstrip (Abubar et al., 2020; Sihombing, 2021; Sihombing et al., 2020) sehingga dapat terhubung ke internet melalui propagasi gelombang radio (Pinem et al., 2022; Sihombing et al., 2021; Sihombing, Sari, et al., 2022). Selain itu, prosesor tersebut juga digunakan pada sistem ini untuk memproteksi dan mengontrol kerja kincir air dan pompa secara otomatis sehingga penggunaan kedua perangkat tersebut lebih efisien (Sihombing et al., 2023). Pada sistem ini, prosesor ESP32 juga di program sehingga dapat mengirimkan notifikasi secara otomatis ke android pengguna melalui jaringan internet jika parameter suhu atau level air tidak optimal (Abu Sneineh & Shabaneh, 2023; Pereira & Chaari, 2023). Agar hal tersebut dapat berjalan lancar maka pada android pengguna harus telah terinstal platform Blynk IoT dan platform tersebut telah terkoneksi dengan perangkat keras sistem, yaitu ESP32 (Serikul et al., 2018; Ulum & Haryudo, 2020). NodeMCU ESP32 dilengkapi dengan sistem *analog to digital converter* (ADC) sehingga memungkinkan untuk mengolah sensor dengan keluaran sinyal analog (Amril et al., 2023; Cahyadi et al., 2023; Sihombing, Pratama, et al., 2022).

Penelitian ini menggunakan beberapa sensor untuk mendukung kinerja sistem yang dihasilkan. Sensor-sensor tersebut adalah sensor suhu tipe *waterproof* DS18B20, sensor suhu tipe *contactless* berbasis inframerah MLX90614, dan sensor level air tipe *waterproof* berbasis ultrasonik JSN-SR04T. Sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu air tambak. Sensor tersebut memiliki kelebihan tahan air dan dapat mengukur suhu di antara  $-55^{\circ}\text{C}$  -  $+85^{\circ}\text{C}$  dengan ketelitian hingga  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  (Wardhany et al., 2019). Sensor suhu MLX90614 digunakan untuk mengukur suhu motor listrik yang terdapat pada kincir air maupun pompa. Sensor tersebut memiliki beberapa kelebihan, yaitu mudah diaplikasikan karena sensor tidak perlu bersentuhan langsung dengan objek yang diukur dan memiliki rentang pengukuran di antara  $-40^{\circ}\text{C}$  -  $+125^{\circ}\text{C}$  dengan tingkat akurasi  $0,5^{\circ}\text{C}$  (Examples, 2019; Melexis, 2007). Sensor JSN-SR04T digunakan untuk mengukur level air tambak. Sensor tersebut memiliki beberapa kelebihan, yaitu tahan air dan bekerja efektif untuk mengukur jarak di antara 20cm – 600cm dengan akurasi 2mm. Sensor tersebut digunakan untuk mengukur jarak di antara permukaan air dan posisi sensor. Dengan demikian, kedalaman air tambak dapat diperoleh dengan menentukan selisih kedalaman kolam maksimum terhadap hasil pengukuran sensor (Saputra & Suhandi, 2019).

## Studi Literatur

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian monitoring dan kontrol kualitas air tambak budidaya udang. Penelitian yang telah dilakukan oleh Orozco-lugo (Orozco-lugo et al., 2022), yaitu sistem pemantauan kualitas air untuk tambak udang telah diproduksi menggunakan jaringan ad-hoc terbang (*flying ad-hoc network*-FANET). Sistem FANET diterapkan untuk mengatasi kelemahan sistem *wireless sensor network* (WSN) yang membutuhkan banyak sensor untuk memantau kualitas air di tambak udang yang berbeda. Dalam sistem FANET, semua sensor yang memantau kualitas air, termasuk suhu, PH, salinitas, dan oksigen terlarut (*dissolved oxygen*-DO), dipasang pada kendaraan udara tak berawak

(*unmanned aerial vehicle-UAV*). Selanjutnya, UAV dihubungkan dengan setiap titik radio yang ditempatkan pada setiap tambak udang sehingga UAV dapat digunakan secara bergantian untuk mengukur kualitas air setiap tambak udang. Penelitian yang dilakukan oleh Uddin (Uddin, 2020) telah menghasilkan sistem pemantauan berbasis IoT untuk budidaya udang air tawar di Bangladesh. Pemantauan parameter air meliputi suhu, PH, DO, salinitas, dan kekeruhan. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau parameter air menggunakan aplikasi web dan menerima pemberitahuan secara otomatis jika parameter air melebihi batas yang telah ditentukan.

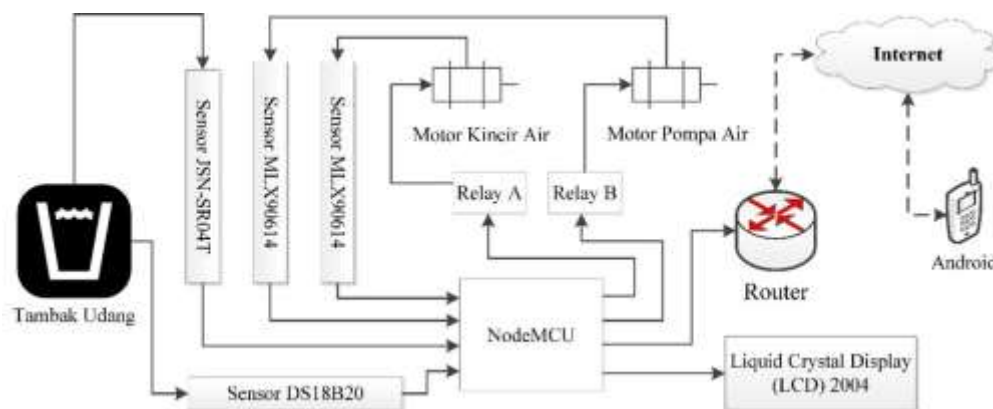
Pada penelitian Fithrotul (Amaliah et al., 2023b), telah dikembangkan sistem pemantauan kualitas air tambak udang berdasarkan suhu, potensi hidrogen (PH), salinitas, dan informasi DO. Pembacaan sensor dikirim ke jaringan internet menggunakan teknologi IoT untuk kemudian diklasifikasikan dengan sistem logika fuzzy sehingga petambak dapat dengan mudah menemukan kualitas air tambak udang. Hasil klasifikasi kualitas air tambak udang didasarkan pada empat informasi sensor yang digunakan: kualitas air baik, sedang, buruk, dan rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Chuyen et al. (Chuyen et al., 2023) telah menghasilkan sistem yang dapat memantau suhu, DO, PH, salinitas, dan potensi pengurangan oksigen (ORP) berbasis IoT. Selain itu, sistem ini juga dapat mengontrol pompa air dan generator oksigen secara otomatis dengan teknologi *inverter*. Sumber listrik diperoleh melalui panel surya yang digunakan untuk memasok sistem pemantauan, pompa air, dan generator oksigen.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*research and development - R&D*). Penelitian ini dikembangkan dari penelitian yang dilakukan oleh Mawardi (Mawardi et al., 2024). Pengembangan yang telah dilakukan adalah menambahkan sistem proteksi pada motor listrik dengan memanfaatkan sensor MLX90614. Terdapat tiga tahapan untuk menyelesaikan penelitian ini, yaitu perancangan perangkat keras, pembuatan program, dan pengujian sistem.

### 1. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini diperlihatkan pada diagram blok penelitian seperti pada Gambar 1 berikut. Berdasarkan gambar tersebut, terdapat beberapa komponen yang diperlukan untuk menghasilkan sistem proteksi dan peningkatan efisiensi penggunaan pompa dan kincir air berbasis IoT seperti diperlihatkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Diagram Blok Penelitian

NodeMCU ESP32 berfungsi memproses hasil pengukuran dari setiap sensor dan menampilkannya pada LCD2004. Hasil pembacaan setiap sensor juga dikirimkan ke android pengguna melalui jaringan internet secara kontinu. NodeMCU ESP32 mendapatkan akses jaringan internet melalui sebuah router. Selanjutnya,

pengguna dapat mengakses hasil pembacaan sensor melalui platform Blynk IoT yang telah terpasang pada android. NodeMCU ESP32 juga mengirimkan notifikasi ke pengguna jika parameter suhu dan level air tidak optimal. Pada sistem ini, NodeMCU32 memiliki fungsi utama untuk memproteksi dan mengontrol kerja motor kincir air dan motor pompa air secara otomatis agar lebih efisien.

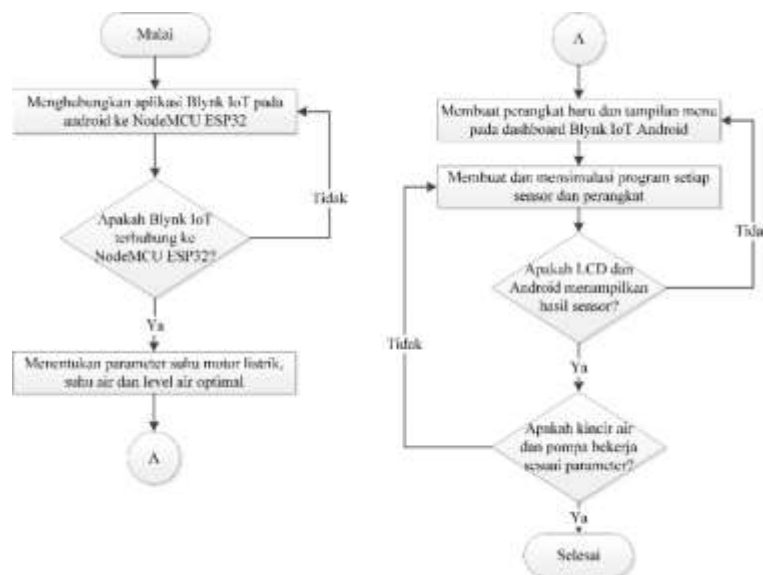
Tabel 1. Komponen yang Diperlukan

Komponen	Kuantitas (Unit)
NodeMCU ESP32	1
Extension board NodeMCU ESP32	1
Sensor DS18B20 tipe <i>waterproof</i>	1
Sensor MLX90614 tipe <i>contactless</i>	2
Sensor JSN-SR04T tipe <i>waterproof</i>	1
Relai dua channel	1
Liquid crystal display (LCD) 2004	1
Router	1
Android	1

Sistem proteksi dari sistem ini dihasilkan dengan memanfaatkan sensor suhu tipe *contactless* (MLX90614) untuk mengukur suhu motor listrik. Selanjutnya, peningkatan efisiensi penggunaan kincir dan pompa air memanfaatkan dua sensor tipe *waterproof*, yaitu sensor suhu air (DS18B20) dan sensor level air berbasis ultrasonik (JSN-SR04T). Relai berfungsi sebagai saklar berbasis elektromagnetik untuk menghubungkan atau memutuskan suplai daya ke motor listrik. Relai sepenuhnya dikontrol oleh NodeMCUESP32.

## 2. Pembuatan Program

Perangkat lunak Arduino IDE digunakan untuk merancang program agar sistem yang dihasilkan dapat bekerja secara otomatis. Tahapan pembuatan program penelitian diperlihatkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Program

- NodeMCU ESP32 dihubungkan ke android pengguna melalui platform Blynk IoT. Pada tahap ini, program harus menyertakan SSID dan *password* dari *router* agar dapat mengakses jaringan internet. Selain itu, program harus mendefinisikan BLYNK\_TEMPLATE\_ID, BLYNK\_TEMPLATE\_NAME, dan BLYNK\_AUTH\_TOKEN yang diperoleh dari situs Blynk IoT.

- b. Parameter optimal suhu air tambak udang berkisar  $28^{\circ}\text{C}$  –  $33^{\circ}\text{C}$ , level air berkisar 90cm – 100cm, dan suhu motor listrik  $<65^{\circ}\text{C}$ .
- c. Perangkat baru dan menu tampilan pada Blynk IoT dapat dibuat pada situs Blynk IoT dan/atau android.
- d. Pembuatan dan simulasi program meliputi program sensor suhu DS18B20, sensor suhu MLX90614, LCD2004, dan kedua relai untuk mengontrol kerja motor listrik.

### 3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem pada penelitian ini meliputi pengujian sensor, pengujian tampilan data, dan pengujian relai. Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan data hasil pengukuran yang dilakukan oleh sistem terhadap alat ukur. Data hasil pengukuran yang dibandingkan meliputi suhu air tambak, suhu motor listrik, dan level air tambak. Pengujian tampilan data pada penelitian ini meliputi tampilan data pada LCD2004, *dashboard Blynk IoT*, dan notifikasi untuk parameter tidak optimal. Pengujian relai dilakukan dengan mengamati relai bekerja atau tidak pada keadaan parameter yang telah ditentukan, seperti relai bekerja jika suhu motor listrik, suhu air tambak, dan level air tambak tidak optimal.

### Hasil

Terdapat beberapa hasil penelitian yang telah diperoleh setelah menerapkan metode penelitian yang telah ditentukan. Hasil penelitian meliputi hasil perancangan perangkat keras dan hasil pengujian sistem. Hasil perancangan perangkat keras diperlihatkan pada Gambar 3. Gambar 3(a) adalah tampilan luar sistem dan Gambar 3(b) adalah tampilan dalam sistem.



Gambar 3. Perangkat Keras Sistem (a) Tampak Luar (b) Tampak Dalam

Pengujian setiap sensor dan kedua relai dilakukan pada tambak udang seperti pada Gambar 4. Setiap sensor dilengkapi dengan pelindung terhadap lingkungan luar. Sedang relai dan NodeMCU ESP32 beserta modulnya berada di dalam panel listrik. Hasil tampilan data sensor pada android diperlihatkan pada Gambar 5. Sedangkan data hasil setiap sensor masing-masing diperlihatkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.

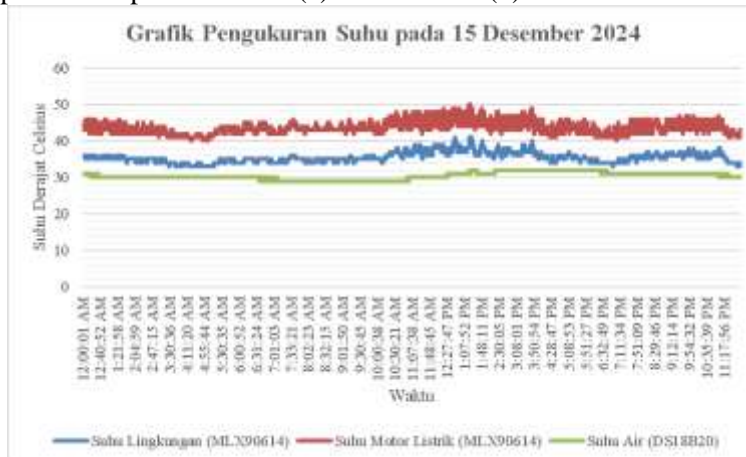




Gambar 4. Tampilan Pelindung Setiap Sensor (a) JSN-SR04T dan DS18B20 (b) MLX90614



Gambar 5. Tampilan Data pada Android (a) Data Sensor (b) Notifikasi Parameter Tidak Optimal



Gambar 6. Grafik Pengujian Sensor DS18B20 dan Sensor MLX90614



Gambar 7. Grafik Pengujian Sensor JSN-SR04T

Berdasarkan data hasil pengujian sensor DS18B20 bahwa telah diketahui suhu air minimal 29°C dan suhu air maksimal 32°C dengan suhu rata-rata air 30°C. Data hasil pengujian sensor JSN-SR04T diketahui bahwa level air minimal 92cm dan level air maksimal 96cm dengan level air rata-rata 95cm. Dan, data hasil pengujian sensor MLX90614 menghasilkan bahwa suhu motor listrik minimal 40°C dan suhu maksimal adalah 50°C dengan suhu rata-rata 44°C.

## Pembahasan

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa prototipe telah mampu menampilkan hasil pengukuran dari setiap sensor pada LCD 2004, yaitu sensor suhu DS18B20, sensor suhu MLX90614, dan sensor level air JSN-SR04T. Selanjutnya, berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui juga bahwa prototipe memiliki kapabilitas yang baik untuk diaplikasikan pada lingkungan sebenarnya karena telah dilengkapi dengan pelindung pada setiap sensornya. Kemudian, berdasarkan Gambar 5 telah diketahui bahwa data hasil setiap sensor dapat ditampilkan juga pada android pengguna begitu juga dengan notifikasi untuk kondisi suhu dan level air yang tidak optimal. Hal tersebut menunjukkan bahwa prototipe telah mampu mengaplikasikan teknologi IoT. Prototipe mengirimkan data hasil setiap sensor secara kontinu ke jaringan internet, selanjutnya pada android pengguna yang telah terinstal aplikasi Blynk IoT dan terhubung ke prototipe dapat menampilkan data hasil pengukuran dari setiap sensor. Selanjutnya, hasil pengujian kinerja kedua relai juga telah dilakukan dan telah menunjukkan hasil yang sesuai. Hal tersebut dibuktikan dengan motor kincir air yang bekerja saat suhu air tidak optimal, yaitu <28°C atau >33°C, selanjutnya motor pompa yang bekerja saat level air tidak optimal, yaitu <90cm. Kedua motor listrik tersebut bekerja secara otomatis, begitu juga ketika parameter optimal telah dicapai maka kedua motor listrik tersebut berhenti bekerja secara otomatis. Tabel 2 adalah hasil pengujian prototipe.

Tabel 2. Hasil Pengujian Prototipe yang Dihasilkan

Pengujian	Hasil
LCD2004 menampilkan data hasil sensor	Ya
Blynk IoT menampilkan data hasil sensor	Ya
Blynk IoT mengirimkan notifikasi	Ya
Kincir air bekerja saat suhu <28°C atau >33°C	Ya
Kincir air tidak bekerja saat suhu di antara 29°C – 32°C	Ya
Pompa air bekerja saat level air < 90cm	Ya
Pompa air tidak bekerja saat level air >100cm	Ya
Kincir air dan pompa air berhenti bekerja saat suhu motor listrik > 65°C	Ya

Gambar 6 dan Gambar 7 adalah data hasil pengukuran dalam bentuk grafik dari setiap sensor yang diuji. Jumlah data pengukuran dari setiap sensor sebanyak 41.672 data. Pengujian setiap sensor dilakukan secara bersamaan pada tanggal 15 Desember 2023 mulai pukul 00.00 – 23.59 WIB. Berdasarkan Gambar 6 dapat diketahui bahwa suhu air lebih rendah daripada suhu udara pada lingkungan sekitar dan pada saat yang sama kincir air sedang bekerja. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Shandikri & Erfianto, 2021) yang menyatakan bahwa kadar oksigen terlarut mempengaruhi suhu air. Berdasarkan Gambar 6 juga diketahui bahwa suhu motor listrik paling tinggi dari suhu air dan suhu lingkungan. Hal tersebut menunjukkan bahwa setiap sensor memiliki kinerja yang baik dalam mengukur suhu. Hal itu dibuktikan juga dengan hasil pengukuran suhu mulai pukul 10.00 (10.00 AM) – 15.00 (03.00 PM) WIB mengalami peningkatan. Berdasarkan Gambar 7 telah diketahui bahwa level air memiliki kestabilan di antara 94cm – 96cm. Namun, pada pukul 07.41 AM pembacaan oleh sensor JSN-SR04T mengalami anomali pengukuran, yaitu 92cm. Hal tersebut hanya terjadi satu kali selama 24 jam. Selanjutnya, Dengan demikian, dapat diketahui bahwa sensor JSN-SR04T memiliki kinerja yang baik untuk mengukur suhu air.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa prototipe yang dihasilkan telah mampu memproteksi motor listrik yang digunakan sebagai penggerak untuk kincir air ataupun pompa air dari panas berlebih. Selain itu, prototipe juga mampu meningkatkan efisiensi penggunaan kincir air dan pompa air. Hal tersebut dibuktikan dengan kemampuan prototipe yang baik dalam mengontrol kedua relai untuk mengontrol motor listrik sesuai parameter yang telah ditentukan. Selain itu, prototipe juga mampu menampilkan data hasil pengukuran setiap sensor pada LCD2004 dan android pengguna. Dengan demikian, prototipe yang dihasilkan telah mampu mengaplikasikan teknologi IoT.

### Referensi

- Abubar, A. R., Usman, Sitopu, M. W., Sihombing, P. M., Hidayat, J., & Sahputra, A. (2020). Microstrip antenna design with left handed metamaterial (LHM) for automatic dependent surveillance broadcast (ADS-B). *2020 4th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering, ELTICOM 2020 - Proceedings*, 103–106. <https://doi.org/10.1109/ELTICOM50775.2020.9230510>
- Abu Sneineh, A., & Shabaneh, A. A. A. (2023). Design of a smart hydroponics monitoring system using an ESP32 microcontroller and the Internet of Things. *MethodsX*, 11, 102401. <https://doi.org/10.1016/J.MEX.2023.102401>
- Amaliah, F. I., Gunawan, A. I., Sena, B., Dewantara, B., & Putra, F. A. (2023a). Water Quality Level for Shrimp Pond at Probolinggo Area Based on Fuzzy Classification System. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 19(1), 38–45. <https://doi.org/10.17529/jre.v19i1.28631>
- Amaliah, F. I., Gunawan, A. I., Sena, B., Dewantara, B., & Putra, F. A. (2023b). Water Quality Level for Shrimp Pond at Probolinggo Area Based on Fuzzy Classification System. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 19(1), 38–45. <https://doi.org/10.17529/jre.v19i1.28631>
- Amril, M., Sihombing, P. M., & Sukarwoto. (2023). Design and Simulation of ADC Circuits Compiled by IC ADC0804 and IC ADC0809. *Jurteksi*, IX(2), 207–214. <https://doi.org/10.33330/jurteksi.v9i2.1957>
- Cahyadi, C. I., Atmia, K., & Sihombing, P. M. (2023). Simulasi dan Pengukuran Rangkaian Konverter Analog ke Digital Resolusi 8 Bit Berbasis IC ADC0804 dan IC ADC0809 Simulation and



- Measurement of 8 Bit Resolution Analog to Digital Converter Circuits Based on IC ADC0804 and IC ADC0809. *Jurnal Riset Sains Dan Teknologi*, 7(1), 83–91.
- Chuyen, T. D., Nguyen, D. D., Cuong, N. C., & Thong, V. V. (2023). Design and manufacture control system for water quality based on IoT technology for aquaculture in the Vietnam. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 12(4), 1893–1900. <https://doi.org/10.11591/eei.v12i4.5180>
- Examples, A. (2019). *MLX90614 family Datasheet Single and Dual Zone*.
- Hercog, D., Lerher, T., & Truntiř, M. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *Sensors*, 23(6739), 1–20. <https://doi.org/10.3390/s23156739>
- Mawardi, M., Sihombing, P. M., & Yudisha, N. (2024). An internet of things-based pump and aerator control system. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 34(2), 848. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v34.i2.pp848-860>
- Mawardi, Sihombing, P. M., Adelisa, S., Siregar, M. A., Aditia, M., Putra, D., Lubis, D. T., & Siregar, M. Z. (2023). PROTOTIPE PENGAWASAN DAN PENGONTROLAN AERATOR UNTUK BUDIDAYA UDANG BERBASIS IOT. *JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN, INDUSTRI, ELEKTRO DAN SIPIL*, 04(01). <https://doi.org/10.54123/vorteks.v4i1.265>
- Melexis. (2007). *MLX90614 family Single and Dual Zone Infra Red Thermometer in TO-39*.
- Orozco-lugo, A. G., Mclernon, D. C., Lara, M., Ali, S., Zaidi, R., Gonz, B. J., Illescas, O., Mclernon, D. C., & Lara, M. (2022). Monitoring of Water Quality in A Shrimp Farm Using A Fanet. *IoT*, 18, 100170. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100170>
- Pereira, G. P., & Chaari, M. Z. (2023). IoT-Enabled Smart Drip Irrigation System Using ESP32. *IoT*, 4(3), 221–243. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/iot4030012>
- Pinem, M., Sihombing, P. M., Zulfin, M., Panjaitan, S. P., Rangkuti, H. H., & Siregar, M. A. (2022). Implementation of Outdoor to Indoor Path Loss Model at 1.8 GHz and 2.1 GHz with a Transmitter Placed on Top of the Building. *Proceeding - ELTICOM 2022: 6th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering 2022*, 111–116. <https://doi.org/10.1109/ELTICOM57747.2022.10037980>
- Saputra, H., & Suhandi, A. (2019). Investigation of ultrasonic sensor type JSN-SRT04 performance as flood elevation detection Investigation of ultrasonic sensor type JSN-SRT04 performance as flood elevation detection. *Materials Science and Engineering 550 (2019)*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/550/1/012018>
- Serikul, P., Nakpong, N., & Nakjuatong, N. (2018). Smart Farm Monitoring via the Blynk IoT Platform. *2018 16th International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE)*, 1–6.
- Shandikri, R., & Erfianto, B. (2021). Internet of Things : Water quality classification based on estimation of dissolved oxygen solubility and unionized ammonia for small- scales freshwater aquaculture. *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*, 4(3).

- Sihombing, P. M. (2021). Perancangan Antena Mikrostrip Dual Band Profil Rendah Menggunakan Teknik DGS dan Meander Line untuk Aplikasi GNSS. *Trekritel*, 1(1), 55–64. <https://doi.org/10.30596/trekritel.v1i1.412>
- Sihombing, P. M., Pinem, M., & Rezkika, S. I. (2021). Analysis of the selection of propagation models from outside into the building at 1800 MHz and 2100 MHz. *Sinkron*, 5(2), 239–250. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v5i2.10871>
- Sihombing, P. M., Pratama, R. A., Sari, I. V., Lubis, D. T., Susilawati, & Novalianda, S. (2022). Evaluasi Kinerja Modul Praktikum Pengkonversi Sinyal Analog ke Sinyal Digital Resolusi 8 Bit 1. *Jurnal Informatika Dan Perancangan Sistem*, 4(2), 1–7.
- Sihombing, P. M., Samosir, H. A., Cahyadi, C. I., Engineering, A. E., Medan, P. P., & Al-azhar, U. (2023). An IoT Prototype for Temperature Monitoring and Automatic Control of Electric Motor. *Jurteks*, 19(4), 559–566. <https://doi.org/10.33330/jurteks.v9i4.2255>
- Sihombing, P. M., Samosir, H. A., Hutabarat, L. T., Sitopu, M. W., Margolang, J., & Hidayat, J. (2020). Microstrip antenna design using meander line technique for communication between pilot and air traffic controller in VHF A/G Band. *2020 4th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering, ELTICOM 2020 - Proceedings*, 111–114. <https://doi.org/10.1109/ELTICOM50775.2020.9230499>
- Sihombing, P. M., Sari, I. V., & Pratama, J. (2022). Pengaruh Koridor Terhadap Rugi-Rugi Lintasan Gelombang Radio Di Dalam Gedung Kampus. 8(2), 132–144.
- Uddin, M. S. (2020). Freshwater shrimp farm monitoring system for Bangladesh based on internet of things. *Wiley*, June 2019, 1–14. <https://doi.org/10.1002/eng2.12184>
- Ulum, M. A., & Haryudo, S. I. (2020). Perancangan Sistem Monitoring Kecepatan Putar Motor DC Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Blynk. *Jurnal Teknik Elektro*, 09(01), 855–862.
- Usman, Dwiyanto, Panjaitan, A., Samosir, H. A., & Sihombing, P. M. (2023). Pelatihan Menggulung Ulang Kumparan Motor Listrik Alternating Current 1 Phasa di Kelurahan Jati Makmur Kecamatan Binjai Utara. *Deputi*, 3(1), 134–139. <https://doi.org/10.54123/deputi.v3i1.235>
- Wardhany, V. A., Yulindoko, H., Subono, Harun Ar, M. U., & Astawa, I. G. P. (2019). Fuzzy Logic Based Control System Temperature, pH and Water Salinity on Vanammei Shrimp Ponds. *2018 International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications, IES-ETA 2018 - Proceedings*, 145–149. <https://doi.org/10.1109/ELECSYM.2018.8615464>