

ID: 22

Sistem Pemantauan dan Pengendalian Suhu dan Kadar Oksigen pada Model Tambak Udang Vaname dengan Teknologi IoT

Monitoring and Controlling System of Temperature and Oxygen Level in Vaname Shrimp Pond Model with IoT Technology

Patra L Tobing¹, Damar Widjaja^{2*}

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta
patratobing1@gmail.com¹, damar@usd.ac.id^{2*}

Abstrak - Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan komoditas perikanan bernilai tinggi dengan peran penting di pasar domestik dan global. Budidaya udang ini di Indonesia menggunakan metode intensif untuk meningkatkan produktivitas tambak. Namun budidaya ini juga menghadapi tantangan seperti kualitas air buruk, penyakit, pakan tidak memadai, dan perubahan iklim yang dapat menyebabkan gagal panen. Pengendalian kualitas air, terutama kadar oksigen terlarut dan suhu, menjadi faktor kunci keberhasilan budidaya. Penelitian ini merancang sistem pemantauan dan pengendalian suhu serta kadar oksigen pada tambak udang berbasis Internet of Things (IoT) dengan Arduino Mega sebagai pengendali utama dan ESP32 sebagai pengirim data ke platform Blynk. Sistem menggunakan sensor DO SKU SEN 0237 untuk mengukur kadar oksigen terlarut dan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air. Data dari sensor diproses oleh Arduino Mega dan diteruskan ke ESP32 untuk pemantauan dan pengendalian real-time melalui smartphone. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu mendeteksi dan mengontrol kondisi air di model tambak udang secara efektif.

Kata Kunci : Tambak udang, kadar oksigen, suhu air, pemantauan, pengendalian, IoT.

Abstract- *Vannamei shrimp (Litopenaeus vannamei) is a high-value fishery commodity with significant importance in domestic and global markets. In Indonesia, intensive farming methods are used to boost shrimp pond productivity rapidly. However, this farming faces challenges such as poor water quality, disease, inadequate feed, and climate change, which can lead to cultivation failure. Controlling water quality, particularly dissolved oxygen levels and temperature, is crucial for successful shrimp farming. This study aims to design a monitoring and control system for pond temperature and dissolved oxygen levels using Internet of Things (IoT) technology. The system utilizes an Arduino Mega as the main controller and an ESP32 to transmit data to the Blynk platform. Sensors used include the DO SKU SEN 0237 for measuring dissolved oxygen levels and the DS18B20 sensor for measuring water temperature. Data from the sensors is processed by the Arduino Mega and sent to the ESP32 for real-time monitoring and control via a smartphone. The study's results show that the designed system effectively detects and controls pond model water conditions.*

Keywords : Shrimp pond, dissolve oxygen, water temperature, monitoring, controlling, IoT.

1. Pendahuluan

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) termasuk jenis komoditas perikanan dengan nilai ekonomis tinggi baik di pasar domestik maupun global. Budidaya udang vaname memiliki peranan yang penting untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam dan luar negeri [1]. Sistem

Budidaya udang secara intensif telah menjadi pola budidaya yang dilakukan sebagian besar petambak Indonesia dalam meningkatkan produktifitas tambak secara cepat.

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kelangsungan hidup udang agar dapat hidup sehat dan tumbuh secara maksimal [2]. Kadar oksigen dan suhu dalam air budidaya harus diperhatikan dengan baik. Jika kadar oksigen dan suhu tidak diperhatikan maka akan berakibat fatal pada metabolisme tubuh ikan sehingga energi ikan untuk bergerak, berkembang, dan bereproduksi akan terganggu. Kadar oksigen terlarut yang rendah dapat berpengaruh terhadap fungsi dan lambatnya pertumbuhan, bahkan dapat mengakibatkan kematian. Perubahan suhu yang tidak normal akan mengakibatkan kemampuan biota air untuk bertahan hidup semakin berkurang.

Pada tahun 2022-2023 sektor budidaya udang masih menghadapi berbagai tantangan yang menyebabkan terjadinya gagal panen. Beberapa faktor utama yang menjadi penyebab gagal panen yaitu; kualitas air yang buruk, penyakit akibat kualitas air yang tidak optimal, pakan yang tidak memadai, pengelolaan tambak yang kurang baik, dan perubahan iklim [3],[4].

Stevanus Hari wijatmika (2014) telah melakukan penelitian tentang alat ukur kadar oksigen terlarut dengan metode elektrolisis[5]. Sistem ini berhasil melakukan pengukuran kadar oksisgen terlarut, tetapi proses pengukuran membutuhkan waktu yang sangat lama.

Pada tahun 2020, Novia Indriani Putri telah membuat sistem monitoring dan pengendalian jarak jauh tingkat keasaman dan salinitas kolam ikan koi [6]. Alat yang dibuat menggunakan dua buah sensor yaitu sensor pH (SEN0161) dan sensor TDS. Kedua sensor tersebut terhubung dengan air pada kolam ikan dan memberikan keluaran berupa pemberitahuan kualitas air. Sistem yang dibuat mampu menetralkan air jika tingkat keasaman, basa, dan salinitas di luar rentang nilai yang disarankan. Hasil nilai pembacaan dari sensor juga ditampilkan pada aplikasi ponsel.

Penelitian ini bertujuan merancang sistem pemantauan dan pengendalian suhu serta kadar oksigen pada model tambak udang berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem ini menggunakan Arduino Mega sebagai pengendali utama [7] dan ESP32 [8] untuk mengirim data ke platform Blynk [9] untuk pemantauan jarak jauh melalui *smartphone* secara *real time*. Desain penelitian menggunakan dua sensor DO SKU SEN 0237 untuk mengukur kadar oksigen terlarut [10] dan dua sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air [11]. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan kondisi tambak udang pada model tambak berupa akuarium, memantau suhu dan kadar oksigen terlarut menggunakan sensor yang telah diintegrasikan dengan sistem.

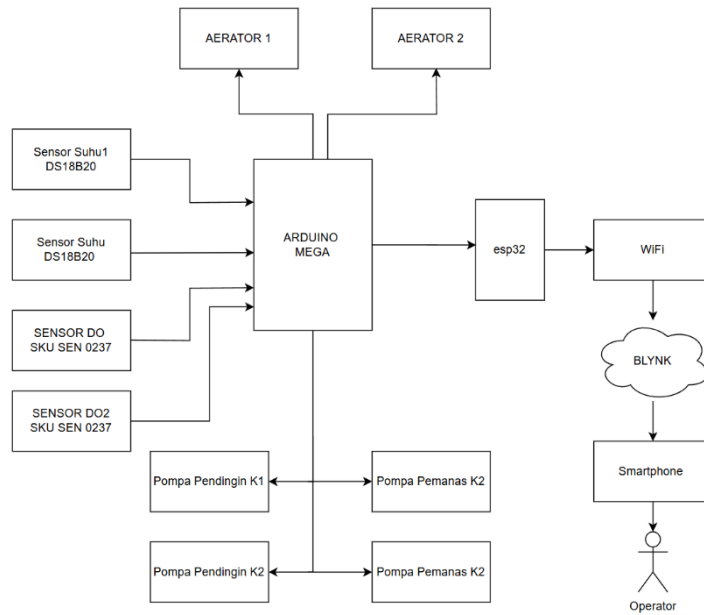
2. Metode Penelitian

Sistem yang dibuat menggunakan Arduino Mega sebagai pengendali utama dengan ESP32 sebagai modul pengirim data ke platform Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Sistem ini dilengkapi dengan dua sensor DO SKU SEN0237 untuk mengukur kadar oksigen terlarut dan dua sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air. Selain itu, motor DC 12V digunakan untuk memompa air ke dalam bak uji jika terdeteksi kondisi air yang tidak normal.

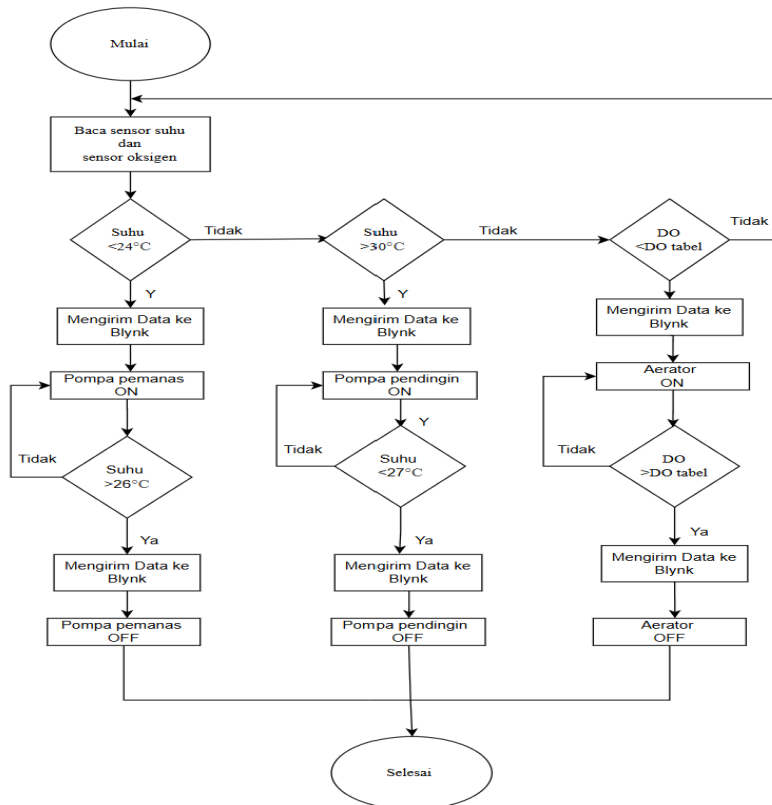
Pengujian sistem mencakup kalibrasi sensor, pengujian komunikasi data antara Arduino Mega dan ESP32, serta uji fungsi motor DC. Selanjutnya, sistem diimplementasikan pada model tambak udang skala kecil (menggunakan akuarium). Data dari sensor dikumpulkan dan dianalisis untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam mendeteksi kondisi air yang abnormal dan mempertahankan parameter air yang sesuai untuk budidaya udang.

Diagram blok pada sistem ini terdiri dari tiga bagian yaitu, masukan, proses dan keluaran. Masukan pada sistem ini adalah dua buah sensor oksigen tipe SKU SEN 0237 dan dua buah sensor suhu tipe DS18b20. Data masukan dari sensor akan diproses Aduino Mega. Setelah diproses, arduino mega akan mengirimkan perintah ke pompa air dan aerator jika terjadi kondisi abnormal. Data yang diolah arduino mega diteruskan ke ESP 32 untuk melanjutkan pengiriman ke platform

Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Diagram blok dapat dilihat pada Gambar 1 dan diagram alir keseluruhan proses dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem.



Gambar 5. Diagram Alir Sistem Pemantauan dan Pengendalian.

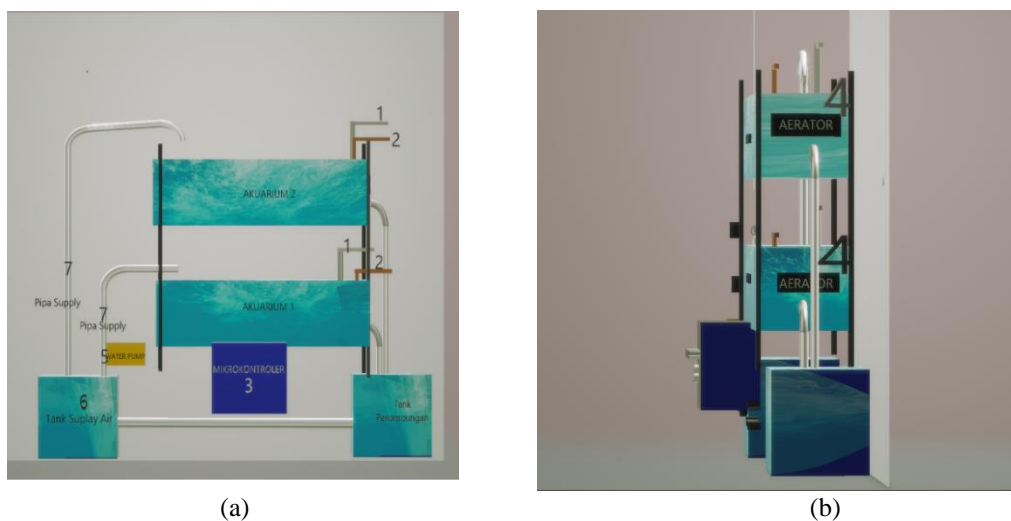
Gambar 2 merupakan alur kerja sistem yang dimulai dari pembacaan sensor suhu dan sensor oksigen. Jika sensor suhu membaca suhu pada kolam uji dibawah 24°C, maka sistem akan menyalakan pompa yang berisi cairan pemanas sampai suhu lebih dari 26°C. Apabila sudah mencapai ambang batas yang sudah ditentukan, maka pompa pemanas off. Jika kondisi air lebih dari 30°C, maka sistem akan menyalakan pompa yang berisi cairan pendingin sampai suhu dibawa 27°C. Jika kadar oksigen kurang dari DO Tabel berdasarkan suhu yang sudah ditentukan, maka sistem akan menyalakan aerator sampai kadar oksigen melebihi ambang batas oksigen pada DO tabel. Nilai DO berdasarkan suhu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 4 Nilai DO bersdasarkan Suhu [10]

T °C	DO mg/L	T °C	DO mg/L	T °C	DO mg/L
0	14.6	16	9.86	32	7.3
1	14.22	17	9.64	33	7.17
2	13.8	18	9.47	34	7.06
3	13.44	19	9.27	35	6.94
4	13.08	20	9.09	36	6.84
5	12.76	21	8.91	37	6.72
6	12.44	22	8.74	38	6.6
7	12.11	23	8.57	39	6.52
8	11.83	24	8.41	40	6.4
9	11.56	25	8.25	41	6.33
10	11.29	26	8.11	42	6.23
11	11.04	27	7.96	43	6.13
12	10.76	28	7.83	44	6.06
13	10.54	29	7.68	45	5.97
14	10.31	30	7.56	46	5.88
15	10.06	31	7.43	47	5.79

2.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan model tambak dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan model kolam. (a). Tampak depan. (b). Tampak samping.

Penjelasan komponen-komponen perancangan pada Gambar 2 sebagai berikut :

1. Sensor oksigen terlarut digunakan untuk mengukur kadar oksigen pada air prototipe kolam 2 tingkat.
2. Sensor suhu digunakan untuk memantau kondisi suhu air prototipe kolam 2 tingkat.
3. Box Mikrokontroler, di dalam box terdapat Arduino Mega, ESP 32, *Power Supply* 12V dan *Relay*.
4. Aerator digunakan untuk memompa oksigen kedalam air.
5. Pompa air digunakan untuk memompa air ke dalam kolam.
6. *Tank Supply* air digunakan untuk cadangan air apabila suhu pada kolam perancangan terindikasi abnormal, maka pompa akan mulai mensirkulasikan air kolam sampai kondisi suhu stabil.
7. *Pipa Supply* air digunakan untuk menyalurkan air dari *tank supply* ke kolam perancangan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Implementasi Sistem

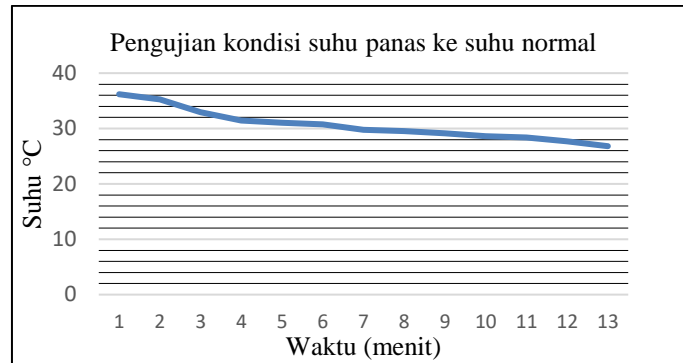
Gambar 4 menunjukkan hasil implementasi model kolam udang. Pengujian sistem dilakukan melalui percobaan pada kondisi suhu yang berbeda, baik dalam kondisi suhu panas sampai kondisi suhu stabil dan suhu dingin sampai pada suhu stabil. Selain itu pengujian juga dilakukan untuk mengetahui kadar oksigen saat nilai DO (*Dissolved Oxygen*) kurang dari nilai DO standar.



Gambar 4. Implementasi Sistem

3.2. Pengujian Kondisi Panas ke Kondisi Normal

Pengujian ini dilakukan untuk mengamati *respons* sistem ketika suhu berubah dari kondisi panas ke kondisi normal pada akuarium uji pertama. *Setpoint* suhu ditetapkan pada 27°C. Hasil respon sistem terhadap perubahan suhu dari kondisi panas ke kondisi normal ditunjukkan pada Gambar 5. *Error Steady State* (ESS) pada pengujian ini 0,703% dengan suhu akhir 26,81°C.



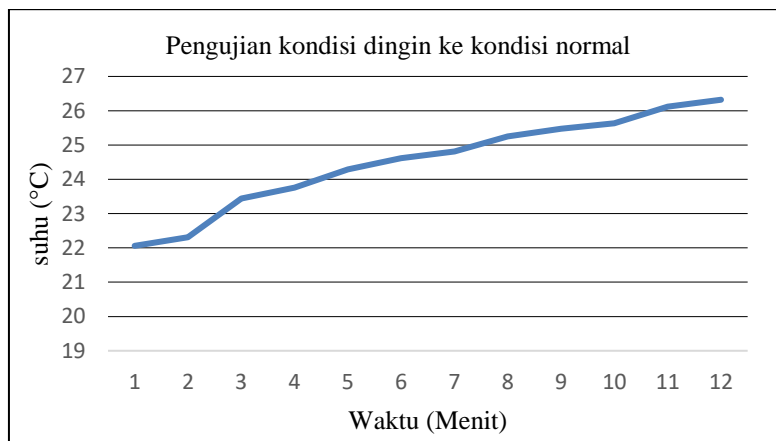
Gambar 5. Grafik penurunan suhu dari panas ke normal.

Kondisi saat menit pertama, suhu berada pada 36,19°C dan kondisi pompa pendingin *on* sampai suhu 27,69°C. Ketika suhu sudah mencapai 26,81°C pompa dalam kondisi *off*. Pompa pendingin berfungsi dengan baik dengan proses penurunan suhu membutuhkan waktu ± 13 menit.

3.3. Pengujian Kondisi Dingin ke Kondisi Normal

Pengujian ini dilakukan untuk mengamati respons sistem ketika suhu berubah dari kondisi dingin ke kondisi normal. *Setpoint* suhu ditetapkan pada 26°C. Sistem merespon dengan mengaktifkan pompa air pemanas untuk meningkatkan suhu air hingga mencapai *setpoint* yang ditetapkan. Grafik perubahan suhu selama pengujian ditunjukkan pada Gambar 6. *Error Steady State* (ESS) pada pengujian ini adalah 0,461% dengan suhu akhir 26,12°C.

Proses pengujian dimulai dengan suhu awal air pada kondisi dingin pada suhu 22,06°C. Pada kondisi ini, pompa pemanas berada dalam keadaan *on* untuk menaikkan suhu air sampai suhu menuju *setpoint* 26°C. Pada menit kesepuluh, suhu air mencapai 26,12°C. Pada kondisi ini, pompa pemanas secara otomatis beralih ke kondisi *off*. Proses kenaikan suhu sampai suhu kembali normal membutuhkan waktu ± 10 menit. Sistem menunjukkan respon yang efektif dalam menjaga suhu air pada level yang ditetapkan sesuai dengan perancangan alat.

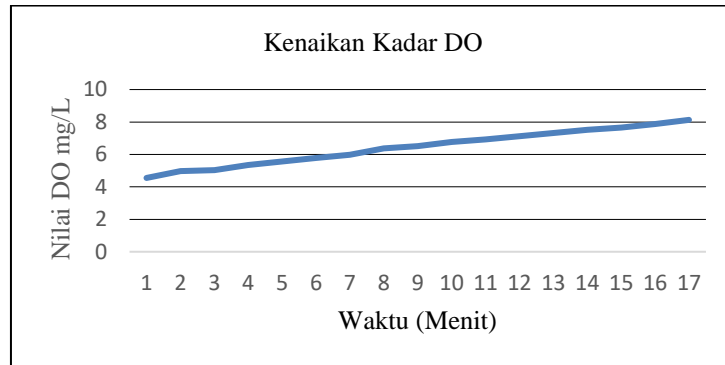


Gambar 6. Grafik Kenaikan Suhu

3.4. Pengujian Sensor Oksigen Terlarut

Pengujian ini dilakukan untuk mengamati respons sistem ketika kadar oksigen terlarut turun dari kondisi rendah dan sampai kondisi normal pada suhu konstan 27°C. Berdasarkan nilai DO-tabel di kondisi suhu 27°C, nilai *setpoint* DO adalah sebesar 7,96 mg/L. Pengujian kadar oksigen dengan kondisi awal 4,55 mg/L. Sistem merespon dengan menyalakan aerator untuk

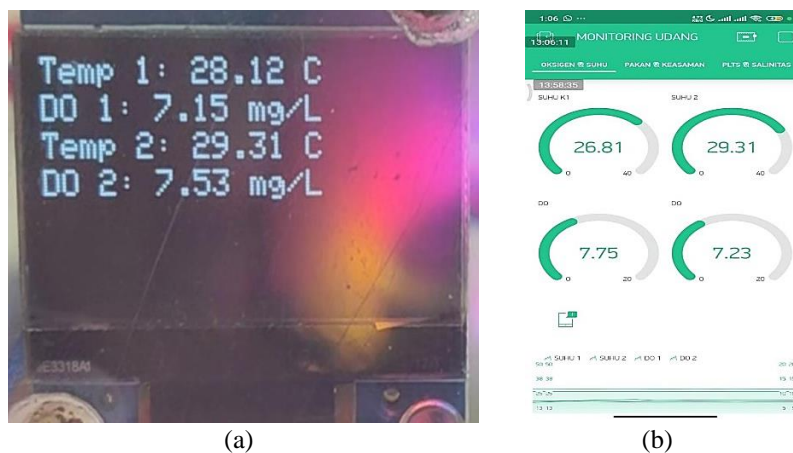
meningkatkan kadar oksigen terlarut di kolam. Kenaikan kadar oksigen membutuhkan waktu ± 16 menit sampai mencapai nilai kadar oksigen yang ditetapkan. *Error Steady State* (ESS) pada pengujian ini adalah 2,135% dengan suhu akhir DO akhir = 8,13 mg/L. Grafik kenaikan kadar oksigen selama pengujian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik kenaikan DO.

3.5. Sistem Pemantauan

Sistem pemantauan secara langsung dipantau melalui tampilan OLED dan sistem pemantauan jarak jauh dipantau melalui *smartphone* dengan aplikasi *Blynk*. OLED menampilkan data keluaran berupa huruf dan angka sehingga pengawasan akan lebih mudah dipahami. Gambar 8 merupakan tampilan pemantauan.



Gambar 8. Tampilan sistem pemantauan. (a). OLED. (b). Blynk.

4. Kesimpulan

Pengujian sistem kendali dan sistem pemantauan secara jarak jauh dapat bekerja dengan baik sesuai perancangan. Pemantauan jarak jauh melalui platform *blynk* menggunakan *smartphone* juga sudah berjalan dengan baik. Pompa pendingin dan pemanas sudah bekerja dengan baik dengan proses pengaturan suhu dari kondisi abnormal ke suhu normal membutuhkan waktu ± 13 menit dari suhu panas ke normal dengan $Ess = 0,703\%$ dan ± 10 menit dari dingin ke normal dengan $Ess = 0,461\%$. Sistem juga berhasil meningkatkan kadar oksigen ke tingkat normal dalam waktu ± 16 menit dengan $Ess = 2,135\%$

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Sanata Dharma yang telah mendanai penelitian ini.

Referensi

- [1] Andhika Rakhmanda, Naila Husnayain, 2021, Membangun Keberlanjutan Pangan dan Perikanan: Ciptakan Udang Segar, Sehat dan Berkualitas melalui Budidaya Udang Berkelanjutan.
- [2] Halim, A.M., Krisnawati, M. and Fauziah, A., 2021, Dinamika Kualitas Air Pada Pembesaran Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Secara Intensif Di Pt. Andulang Shrimp Farm Desa Andulang Kecamatan Gapura Kabupaten Sumenep Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Chanos Chanos*, 19(2), pp.143-153.
- [3] Detik.com, 2022, Dampak Perubahan Iklim, Udang Tambak di Brebes Gagal Dipanen, diakses 10 Oktober 2023.
- [4] Fenza, 2023, Penyebab Gagal Panen di Tambak Udang & Cara Mengatasinya, diakses 10 Oktober 2023.
- [5] Stevanus Hari Wijatmika. 2014. "Alat Ukur Kadar Oksigen Terlarut Dengan Metode Elektrolisis Berbasis ATmega8535". Tugas Akhir. Universitas Sanata Dharma.
- [6] Putri, Novia Indriani. 2020. "Sistem Monitoring Dan Pengendalian Jarak Jauh Tingkat Keasaman Dan Salinitas Kolam Ikan Koi." Tugas Akhir. Universitas Sanata Dharma.
- [7] Labelektronika. "ARDUINO MEGA 2560 MIKROKONTROLER ATmega2560," diakses 10 Oktober 2023.
- [8] Abarca, Roberto Maldonado. "Sistem Mikro Kontroler." *Nuevos Sist. Comun. e Inf* 4, no. 1 (2021): 2013-2015.
- [9] N. Nordin, "Integration of IoT on Power Monitoring and Control for Housing Electrical System," vol. 2, no. 2, pp. 1–50, 2020.
- [10] DFROBOT, "Gravity: Analog Dissolved Oxygen Sensor SKU:SEN0237", diakses 10 Oktober 2023.
- [11] Ikhsan, Rizqy Nurul, and Niken Syafitri. "Pemanfaatan Sensor Suhu DS18B20 sebagai Penstabil Suhu Air Budidaya Ikan Hias." In *Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi (SNETO)*, pp. 18-26. 2021.