

Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Budidaya Udang *Litopenaeus vannamei* Menggunakan NodeMCU ESP32 Berbasis IoT

Eza Ariyani^{(1,a)*}, Sri Wahyu Suciayati^(1,b), Donni Kis Apriyanto^(1,c), dan Amir Supriyanto^(1,d)

⁽¹⁾Jurusan Fisika, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, 35141
Email : ^(a*)ezaariyani2000@gmail.com, ^(b)sri.wahyu@fmipa.unila.ac.id
^(d)donni.kis@fmipa.unila.ac.id

Diterima (01 Oktober 2024) Direvisi (27 Desember 2025)

Abstract. In this research a water quality monitoring system was designed that is capable of monitoring temperature, pH, and Total Dissolve Solid (TDS) using an Internet of Things (IoT)-based NodeMCU ESP32 in the water quality of *Litopenaeus vannamei* shrimp ponds. In this study, E201-C BNC Kit version pH sensor, DFRobot TDS sensor and DS18B20 waterproof sensor controlled by ESP32 microcontroller were used. The working principle of this system is that when the sensor is inserted into the shrimp pond, the sensor will detect the water quality. The measurement result will be processed by ESP32 and displayed on LCD and telegram. The telegram application can receive data when measuring using the long poll method. The sensor test mechanism is carried out by comparing the sensor reading with a calibrated device. E201-C BNC version Kit pH sensor tests were conducted using an acid (vinegar) solution, a DFRobot TDS sensor with a TDS-3 meter, and a DS18B20 waterproof sensor using an HTC-2 thermometer. The results of the study show that the sensor can detect pH, TDS, and temperature values with an accuracy of 98.87%, 98.33% and 98.73% for each parameter.

Keywords: ESP32, water quality, monitoring system, shrimp pond, telegram.

Abstrak. Pada penelitian ini dikembangkan sistem monitoring kualitas air yang dapat memantau suhu, pH, dan total padatan terlarut (TDS) kualitas air tambak udang *Litopenaeus vannamei* menggunakan NodeMCU ESP32 berbasis *Internet of Things* (IoT). Penelitian ini menggunakan sensor pH kit versi E201-C BNC, sensor DFRobot TDS, dan sensor tahan air DS18B20 yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Prinsip kerja sistem ini adalah ketika sensor dimasukkan ke dalam tambak udang maka akan mendeteksi kualitas air. Hasil pengukuran diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada LCD dan Telegram. Aplikasi Telegram dapat menggunakan *long polling* untuk menerima data pada saat pengukuran. Mekanisme pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat yang telah dikalibrasi. Sensor pH kit versi E201C BNC diuji menggunakan larutan asam (cuka), sensor DFRobot TDS diuji menggunakan TDS-3 meter, dan sensor tahan air DS18B20 diuji menggunakan termometer HTC-2. Berdasarkan hasil penelitian, sensor dapat mendeteksi nilai pH, TDS, dan suhu dengan akurasi parameter masing-masing sebesar 98,87%, 98,33%, dan 98,73%.

Kata kunci: ESP32, kualitas air, sistem monitoring, tambak, telegram.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan eksportir udang terbesar ketiga di pasar global setelah

Thailand dan India [1]. Jenis udang yang paling banyak diekspor ke Indonesia adalah udang *Vanname*. Pada tahun 2016 hingga tahun 2020, nilai ekspor udang rata-rata

mengalami peningkatan sebesar 7,12%, dan kontribusi nilai ekspor udang terhadap nilai ekspor makanan laut Indonesia mencapai 39,20% pada tahun 2020 [2]. Udang *Vanname* tahan terhadap penyakit, dapat beradaptasi pada lingkungan bersuhu rendah, dan memiliki tingkat kelangsungan hidup yang tinggi [3].

Udang *Vanname* juga dapat ditebar dengan kepadatan yang relatif tinggi di tambak, karena udang *Vanname* dapat memanfaatkan makanan dan ruang dengan lebih efisien. Namun karena kepadatan yang tinggi dan seiring bertambahnya usia udang, kualitas air untuk perkembangan udang menurun [4].

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air tambak antara lain suhu, pH air [5], dan kekeruhan [6]. Teknik untuk mengatasi masalah ini memerlukan monitoring yang tepat untuk menjaga kualitas air budidaya dan meningkatkan produktivitas tambak udang. Saat ini monitoring lebih banyak dilakukan secara konvensional, namun tentunya terdapat kendala. Monitoring lebih efisien bila dilakukan dengan metode jarak jauh, dan penggunaan alat monitoring meningkatkan efisiensi waktu dan menghemat biaya. Beberapa alat monitoring telah dikembangkan berdasarkan *Internet of Things* (IoT). IoT sendiri merupakan sebuah konsep dimana objek tertentu dapat mengirimkan data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke perangkat komputasi [7]. IoT semakin berkembang dengan berkembangnya mikrokontroler, modul berbasis WiFi, dan mikrokontroler bernama NodeMCU ESP32 yang merupakan generasi terbaru dari NodeMCU ESP8266 [8].

Penelitian sebelumnya oleh Pauzi dkk. (2017) berhasil membuat sistem pemantauan kualitas air tambak udang dengan menggunakan Arduino Uno berbasis IoT, aplikasi Blynk sebagai tampilan, dan ESP8266-01 sebagai modul koneksi ke

server Blynk. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas air tambak udang yang dapat ditentukan dengan menggunakan smartphone Android [9]. Selain itu, Maulidin dkk. (2020) juga berhasil membuat sistem monitoring konsumsi air PDAM berbasis IoT berbasis bot Telegram menggunakan aplikasi Android lain [9]. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi Telegram juga dapat digunakan sebagai aplikasi sistem pengawasan. Hal ini dikarenakan Telegram mendukung fungsi bot atau dapat diartikan sebagai mesin yang dapat secara otomatis merespon pesan pengguna untuk pekerjaan yang diinginkan serta gratis, ringan, dan *multi-platform* [11].

Penelitian sistem monitoring ini menggunakan sensor suhu DS18B20 untuk mengukur nilai suhu, sensor DFRobot TDS untuk mengukur padatan terlarut, dan sensor pH kit versi E201-C BNC untuk mengukur nilai pH. Sensor-sensor ini diukur, diubah dan diproses menggunakan mikrokontroler ESP32. Sensor mengubah tegangan menjadi nilai kualitas air dan menampilkannya melalui LCD I2C sebagai media tampilan keluaran. Sistem kemudian mengirimkan data tersebut melalui Internet dan menampilkannya menggunakan aplikasi Telegram.

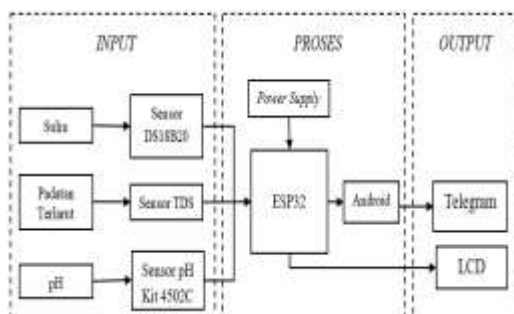
METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *power supply*, kabel *micro USB*, kabel sambungan, dan perlengkapan lainnya seperti bor, gunting, dan besi solder. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor suhu digital DS18B20, sensor DFRobot TDS meter, sensor pH versi E201-CBNC, LCD I2C 20x4, dan NodeMCU ESP32. Perangkat lunak yang digunakan antara lain Arduino IDE, *Fritzing*, dan *SketchUp*. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu perancangan perangkat keras, perancangan perangkat

lunak, kalibrasi dan pengujian alat, serta pengumpulan data seluruh alat.

Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Desain perangkat keras dibagi menjadi tiga blok: *input*, *proses*, dan *output*. *Input* sensor diproses menggunakan mikrokontroler ESP32 yang disuplai sumber tegangan melalui catu daya. Setelah diolah, data akan ditampilkan di aplikasi Telegram dan di LCD. Terdapat sensor suhu digital DS18B20, sensor TDS DFRobot, kit sensor pH versi BNC E201-C, dan ESP32 yang digunakan sebagai mikrokontroler untuk menangani semua sistem. **Gambar 1.** Blok diagram rencana sistem monitoring kualitas air tambak udang.



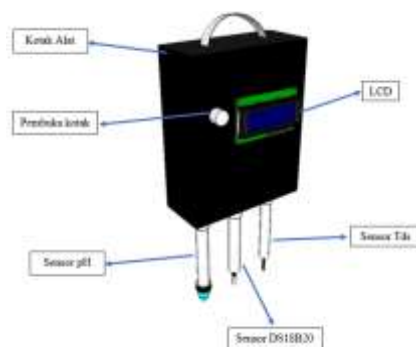
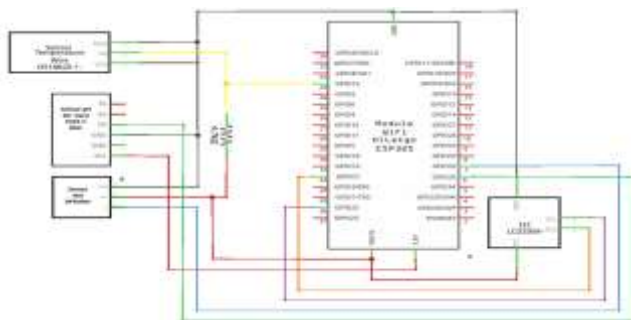
Gambar 1. Diagram Blok sistem

Sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu air pada tambak udang. Sensor DS18B20 memiliki tiga pin yang terdiri dari +5V, *ground*, dan *output*

data. Suhu pengoperasian DS18B20 adalah -55°C hingga 125°C. Keunggulan DS18B20 adalah mengeluarkan data digital dengan akurasi $\pm 0,5^\circ\text{C}$ pada rentang suhu 10°C hingga $+85^\circ\text{C}$, sehingga mudah dibaca oleh mikrokontroler. Rangkaian sensor DS18B20 hingga ESP32 menggunakan resistor tambahan $4,7\text{k}\Omega$ untuk memastikan pembacaan sensor stabil.

Sensor pengukuran DFRobot TDS digunakan untuk mengukur padatan terlarut di tambak udang. Sensor TDS menggunakan prinsip fungsional dua elektroda terpisah untuk mengukur nilai konduktivitas cairan sampel. Sensor TDS memiliki tiga pin yang terdiri dari +5V, *output* data, dan *ground*. Rangkaian sensor TDS ke ESP32 GPIO pin 32 digunakan untuk koneksi transfer data sensor. Sensor pH kit versi E201-C BNC digunakan untuk mengukur keasaman air di tambak udang. Sifat asam mempunyai pH 0 sampai 7, dan sifat basa mempunyai pH 7 sampai 14. Prinsip kerja alat ini adalah semakin banyak elektron dalam sampel maka semakin asam, begitu pula sebaliknya. Rangkaian sensor pH ke ESP32 pin GPIO pin 35 digunakan untuk mengirimkan data sensor.

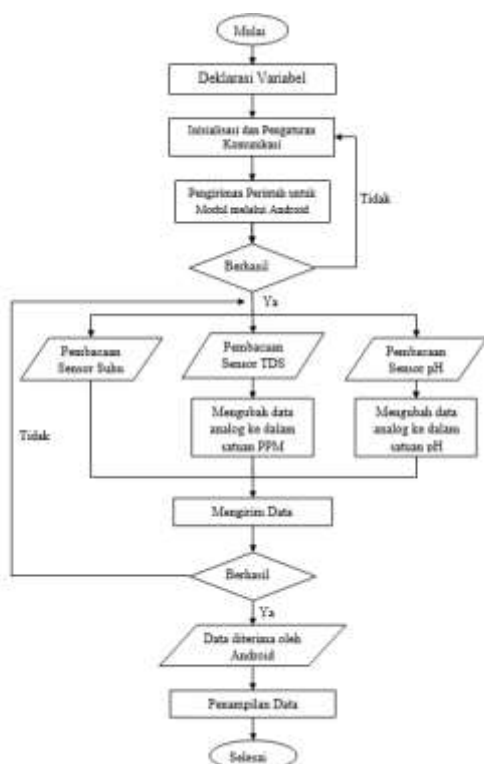
Data hasil pengukuran ditampilkan pada LCD berupa nilai kualitas air. LCD yang digunakan adalah LCD I2C 20x4. LCD berkomunikasi melalui pin SDA dan SCL yang terhubung ke pin GPIO 21 dan GPIO 22. **Gambar 2.** menunjukkan rangkaian dan konfigurasi keseluruhan sistem pemantauan.



Gambar 2. Alat Monitoring (a) rangkaian skematik keseluruhan alat, (b) desain monitoring air tambak

Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Bot Telegram dibuat menggunakan fitur yang tersedia di Telegram yaitu *BotFather*. Saat membuat bot Telegram, akan menerima token yang terhubung ke server Telegram. Token dimasukkan ke dalam program Arduino IDE dan dihubungkan ke board ESP32.



Gambar 3. Flowchart perangkat lunak

Gambar 3 menunjukkan flowchart perancangan perangkat lunak sistem monitoring menggunakan tiga parameter sensor.

Kalibrasi dan Pengujian

Kalibrasi dan pengujian dilakukan pada peralatan yang dirancang untuk memastikan bahwa pengukuran sensor sesuai dengan peralatan yang dikalibrasi.

- Kalibrasi LCD I2C 20x4
Pengujian LCD dilakukan dengan menampilkan karakter teks, angka, dan simbol pada LCD untuk menunjukkan kesesuaian antara *input* program dan layar LCD I2C.
- Kalibrasi sensor suhu DS18B20
Pengujian sensor DS18B20 dilakukan dengan menggunakan air panas untuk membandingkan hasil pengukuran kedua sensor. Pengukuran parameter ini dilakukan sebanyak tiga kali. Data pengukuran meliputi suhu 25 hingga 52°C dengan jarak 1°C antara setiap pengukuran dan hasil pengujian sensor DS18B20 pada HTC-2.
- Kalibrasi sensor *Total Dissolve Solid* (TDS)
Pengujian sensor TDS dilakukan dengan mengukur kandungan padatan terlarut dari beberapa sampel larutan dengan nilai padatan terlarut yang berbeda, dan hasil yang diperoleh dibandingkan dengan hasil pada TDS-3 meter.
- Kalibrasi sensor pH Kit versi E201-C BNC
Pengujian sensor pH kit versi E201-C BNC dilakukan dengan cara merendam sensor pada beberapa larutan pH dengan konsentrasi pH yang berbeda-beda. Hasil pengukuran dibandingkan dengan pH meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Realisasi Alat

Sistem monitoring kualitas air tambak udang meliputi parameter temperatur, pH, dan padatan terlarut pada tambak udang vaname berbasis NodeMcu ESP32 menggunakan aplikasi telegram telah terealisasi. Tampilan pengukuran di tampilkan menggunakan LCD 20×4 dan

aplikasi telegram. **Gambar 3** menunjukkan alat monitoring yang dapat beroperasi menggunakan catu daya 5 V.

Sistem pemantauan kualitas air tambak udang berbasis NodeMcu ESP32 meliputi parameter suhu, pH, dan padatan terlarut untuk tambak udang vaname yang direalisasikan menggunakan aplikasi Telegram. Pengukuran ditampilkan melalui LCD 20x4 dan aplikasi Telegram. **Gambar 3** menunjukkan alat monitoring yang dapat beroperasi dari supply 5V.



Gambar 3. Realisasi Alat Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang, (1) LCD 20x4, (2) probe sensor TDS, (3) probe sensor DS18B20, (4) probe sensor pH, (5) Kabel Micro USB, (6) Modul LCD I2C, (7) Modul sensor TDS, (8) Modul Sensor pH, (10) Resistor 4,7 k Ω

Hasil Kalibrasi dan Pengujian

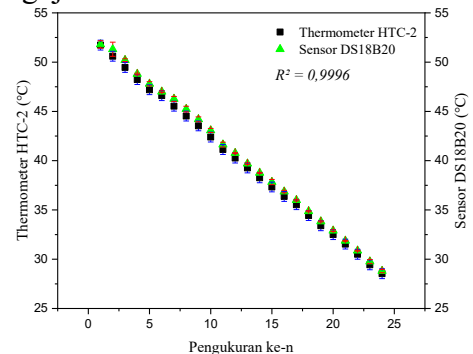
a. Pengujian LCD 20x4 dengan Modul I2C

Pada penelitian ini LCD digunakan jika terjadi masalah pada *smartphone* atau koneksi internet, karena IoT sendiri tidak bisa dioperasikan jika tidak ada internet. Pengujian LCD dilakukan untuk memastikan keadaan LCD dalam kondisi yang baik. **Gambar 4** menunjukkan hasil pengujian LCD 20x4.



Gambar 4. Hasil pengujian LCD 20x4

b. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

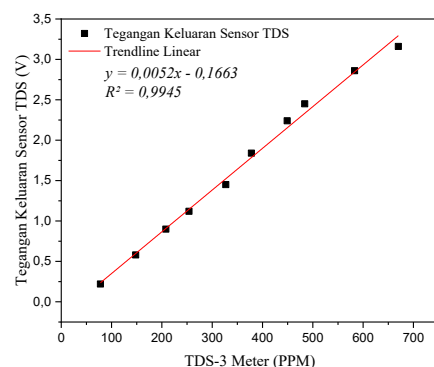


Gambar 5. Grafik pengujian sensor DS18B20

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sensor DS18B20 menampilkan nilai suhu sesuai dengan komparator termometer HTC-2 yang dikalibrasi. **Gambar 5** menunjukkan hasil tiga pengujian sensor DS18B20. Hasil uji linieritas DS18B20 diperoleh dengan nilai R^2 sebesar 0,9996 dan nilai *error* sebesar 1,26%. Akurasi yang dicapai sebesar 98,73% dan presisi sebesar 99,63%. Nilai ini menunjukkan tingkat kesesuaian kedua parameter yang diperoleh terhadap variasi data [12].

c. Sensor Total Dissolve Solid (TDS)

Pengujian dilakukan dengan menggunakan berbagai sampel larutan TDS dengan menggunakan 100 ml aquades dan menambahkan 0,25 gram kopi. **Gambar 6** menunjukkan hasil karakterisasi sensor TDS.

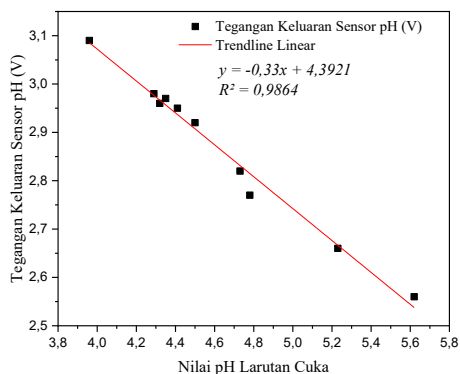


Gambar 6. Grafik karakterisasi sensor TDS

Hasil uji linearitas sensor TDS diperoleh R^2 yaitu 0,9945 dan *error* 1,66%. Akurasi sensor TDS diperoleh 98,33 % dan presisi sebesar 99,05 %. Semakin tinggi nilai presisi maka semakin tepat pengukuran tersebut [13].

d. Pengujian Sensor pH Kit versi E201-C BNC

Pengujian dilakukan terhadap sampel larutan berbagai pH dengan menambahkan 1 tetes cuka ke dalam 50 ml air suling. **Gambar 7** menunjukkan hasil karakterisasi sensor pH. Hasil uji linearitas sensor pH diperoleh R^2 yaitu 0,9669 dan nilai *error* sebesar 1,12 %. Akurasi sensor pH diperoleh sebesar 98,87 % dan presisi sebesar 99,80 %. Hal ini menunjukkan bahwa sensor pH mempunyai tingkat akurasi dan presisi yang baik dan dapat digunakan untuk mengukur keasaman air budidaya udang vanname.



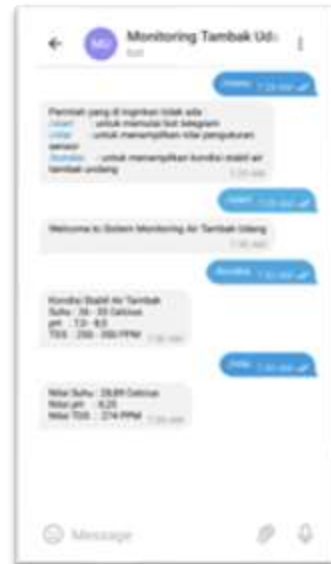
Gambar 7. Grafik karakterisasi sensor pH

Pembuatan Perangkat Lunak (*software*)

Pembuatan Bot Telegram

Penggunaan Telegram pada penelitian ini menggunakan metode *long polling*. Server secara berkala memeriksa dengan bot apakah perintah telah diterima. Setelah memiliki server, bot akan berjalan sesuai permintaan pesan yang dikirim oleh pengguna. **Gambar 8** menunjukkan

tampilan di Telegram menggunakan perintah `/menu`. Bot mengirimkan pengukuran dari sensor.



Gambar 8. Tampilan bot telegram

Pengambilan Data Uji Alat Secara Keseluruhan

Pengumpulan data akhir dilakukan berupa data uji instrumen selama 3 hari di tambak udang Vanname Way Lubuk, Kalianda. Pengambilan data dilakukan pada waktu pagi (pukul 07.30 WIB), waktu siang (pukul 12.30 WIB), dan waktu sore (pukul 15.30 WIB). **Gambar 8** menunjukkan penempatan posisi alat pada tambak udang.

Keunggulan sistem ini dibandingkan penelitian konvensional adalah proses monitoring dan pengumpulan data kualitas



Gambar 8. Realisasi sistem monitoring di tambak udang

air tambak dilakukan secara otomatis melalui aplikasi Telegram dan juga ditampilkan pada LCD. Sistem ini mengukur tiga parameter kualitas air kolam: pengukuran suhu, nilai pH, dan tingkat padatan terlarut. **Tabel 1** menunjukkan hasil pengumpulan data selama 3 hari.

Tabel 1. Data pengukuran kualitas air tambak udang selama 3 hari

Hari ke-	Waktu Pengukuran (WIB)	Parameter		
		Suhu (°C)	pH	TDS (PPM)
1	07.30	28,89	8,25	274
	12.30	30,37	8,34	278
	15.27	29,83	8,28	276
2	07.39	28,78	8,03	264
	12.37	30,17	8,14	271
	15.35	29,65	8,27	268
3	07.36	28,88	8,17	279
	12.39	30,43	8,27	275
	15.32	29,97	8,22	277

Data **Tabel 1** diperoleh dari *request pengguna* telegram yang dikirim melalui modul ESP32. Data pengukuran yang ditampilkan pada bot telegram menampilkan nilai pengukuran yang sama dengan nilai tampilan LCD 20x4.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa sistem monitoring kualitas air tambak udang *Litopenaeus vannamei* diterapkan dengan menggunakan parameter berikut: suhu, pH, padatan terlarut, dan salinitas. Nilai R^2 yang diperoleh untuk sensor suhu DS18B20 sebesar 0,9996, nilai *error* sebesar 1,26%, dan akurasi sensor sebesar 98,73%, serta nilai R^2 yang diperoleh untuk sensor pH sebesar 0,9669, nilai *error* sebesar 1,12%, dan akurasi sensor adalah 98,87. %, nilai R^2 sensor TDS sebesar 0,9988, nilai *error* sebesar 1,66, dan akurasi sensor sebesar 98,33%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Soetjipto *et al.*, *Peluang Usaha Dan Investasi Udang Vaname*. Direktorat Usaha Dan Investasi Ditjen Penguatan Daya Saing Produk Kelautan Dan Perikanan Kementerian Kelautan Dan Perikanan. Jakarta, 2019.
- [2] Ditjen PDSPKP KKP, *Statistik Impor Hasil Perikanan Tahun 2016-2020*. Sekretariat Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan. Jakarta, 2021.
- [3] N. E. Yulistiani, “Upaya pemerintah Indonesia dalam meningkatkan ekspor komoditas udang ke Eropa,” *Skripsi*, hal. Universitas Pasundan, 2019.
- [4] L. E. Orfa, B. Wignyosukarto, dan Istiarto, “Pengelolaan Kualitas Air Guna Peningkatan Produksi Tambak Udang (Studi Kasus di Tambak Udang Desa Kembang Kabupaten Pacitan),” Universitas Gajah Mada, 2015.
- [5] A. Salim dan S. Andini, “Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan Wireless Sensor Network,” *Tugas Akhir*, hal. Politeknik Manufaktur Negeri: Bangka Belitung, 2019.
- [6] I. Yuan Avisena, W. Kurniawan, M. Hannats, dan H. Ichsan, “Monitoring Kualitas Air Tambak dengan Fitur Plug and Play dengan Metode State Machine,” vol. 3, no. 8, hal. 8198–8204, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [7] T. Rachmadi, *Mengenal Apa Itu Internet of Things*. Jakarta: TIGA Ebook, 2020.

- [8] A. Setiawan dan A. I. Purnamasari, “Pengembangan Smarth Home Dengan Microcontrollers ESP23 Dan MC-38 Door Magnetic Switch Sensor Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Meningkatkan Deteksi Dini Keamanan Perumahan,” *J. Resti (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 3, hal. 541–457, 2019.
- [9] G. A. Pauzi, M. A. Syafira, A. Surtono, dan A. Supriyanto, “Aplikasi IoT Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Uno,” *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 5, no. 2, hal. 1–8, 2017.
- [10] M. A. R. Maulidin, T. N. Ali, dan M. I. Mustofa, “Perancangan Sistem Monitoring Penggunaan Air Pam Berbasis Iot Dengan Bot Telegram,” *Indones. J. Technol. Informatics Sci.*, vol. 2, no. 1, hal. 46–50, 2020, doi: 10.24176/ijtis.v2i1.5627.
- [11] “Telegram FAQ,” 2022. <https://telegram.org/faq#q-what-is-telegram-what-do-i-do-here>. (diakses Mar 04, 2022).
- [12] A. S. Morris, *Measurement and Intrumentation Principles Edition III*. Planta Tree. Inggris, 2001.
- [13] L. D. Jones dan A. F. Chin, *Electronics Instruments and Measurements*. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1991.