



KARYA ILMIAH

SMA KOLESE DE BRITTO



Pemanfaatan Sistem Monitoring Air Berbasis IoT Untuk Mendukung Program Keberlanjutan Budidaya Perikanan

Andreas Avelino Setiawan ^{a,1*}, Arya Danendra ^{b,2}, Felix Evans Wijaya ^{c,3}, E. Megia Nofita, M.Kom.

17793@student.debritto.sch.id ; email penulis ketiga;

17794@student.debritto.sch.id ; email penulis ketiga;

17801@student.debritto.sch.id ; email penulis ketiga;

Informasi artikel	A B S T R A K
Kata kunci: Sistem Monitoring Kualitas Air Internet of Things (IoT) Budidaya Ikan Sensor suhu DS18B20 Sensor Kekeruhan Real-time Monitoring Mikrokontroler ESP32 Platform ThingsBoard Visualisasi Data Perangkat Keras Perangkat Lunak Arduino IDE Filter Air Otomatis Pemberi Makanan Otomatis Sensor pH Keberlanjutan Efisiensi Pengembangan Sistem Pengujian Jangka Panjang Solusi Inovatif	Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) untuk mendukung keberlanjutan budidaya ikan. Sistem ini memanfaatkan sensor suhu DS18B20 dan sensor kekeruhan guna memantau parameter kualitas air secara real-time. Data yang diperoleh dikirimkan melalui mikrokontroler ESP32 ke platform ThingsBoard, memungkinkan visualisasi dan analisis data yang mudah diakses melalui dashboard. Proses pengembangan melibatkan perancangan perangkat keras menggunakan sensor dan komponen IoT serta pemrograman perangkat lunak menggunakan Arduino IDE. Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat memantau kondisi air secara efektif dalam jangka waktu panjang tanpa pengawasan langsung. Selain itu, sistem ini dirancang untuk mendukung integrasi dengan perangkat otomatis, seperti filter air dan pemberi makan otomatis (auto feeder), yang dioperasikan berdasarkan data sensor. Meskipun sistem telah berfungsi dengan baik, terdapat peluang pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan sensor pH untuk meningkatkan akurasi dan pengujian dalam jangka panjang guna memastikan keandalan. Dengan pendekatan ini, sistem yang diusulkan berpotensi menjadi solusi inovatif dalam mendukung keberlanjutan budidaya ikan secara efisien.
Keywords: Air Quality Monitoring System Internet of Things (IoT) Fish Farming DS18B20 Temperature Sensor Turbidity Sensor Real-Time Monitoring ESP32 Microcontroller ThingsBoard Platform Data Visualization Hardware Software Arduino IDE Automatic Air Filter Automatic Feeder pH Sensor Sustainability Efficiency System Development	A B S T R A K This study develops an Internet of Things (IoT)--based water quality monitoring system to support sustainable fish farming. This system utilizes DS18B20 temperature and turbidity sensors to monitor water quality parameters in real-time. The data obtained is sent via an ESP32 microcontroller to the ThingsBoard platform, allowing for easily accessible data visualization and analysis via a dashboard. The development process involved designing hardware using sensors and IoT components and programming software using Arduino IDE. Test results showed that the system can effectively monitor water conditions over a long period without direct supervision. In addition, the system is designed to support integration with automated devices, such as water filters and auto feeders, which are operated based on sensor data. Although the system has been functioning well, there are opportunities for further development, such as adding pH sensors to improve accuracy and long-term testing to ensure reliability. With this approach, the

Pendahuluan

Alasan mengapa kelompok memilih membuat proyek IoT ini yang terutama mengarah kepada sektor perairan adalah karena ingin menemukan sebuah inovasi atau *creation* yang baru terutama dalam perkembangan budidaya perikanan dengan mengenalkan dan mengaplikasikan inovasi baru seperti IoT ini peluang penggunaannya bisa pada bidang apa saja, salah satunya bidang perikanan. Penggunaan IoT pada kolam ikan guna melakukan pemantauan kualitas air kolam itu sendiri

Berbeda dengan sensor air biasa, keunggulan teknologi IoT ini apabila diaplikasikan pada budidaya perikanan, memungkinkan adanya pemantauan kualitas air kolam ikan itu sendiri secara *Real Time* guna untuk memastikan kondisi kolam ikan yang optimal serta efektif dalam pendataan nilai air seperti nilai suhu dan kekeruhan. Efektif dalam konteks ini berarti bahwa nilai suhu dan tingkat kekeruhan dapat dipantau secara konstan atau real-time. Pemantauan semacam ini tentunya sangat bermanfaat dalam sektor perikanan, karena tidak hanya membantu mencegah potensi masalah, tetapi juga mendukung perkembangan spesies ikan yang sedang diteliti.

Pemantauan melalui IoT secara Real Time dapat terealisasi di kolam dengan beberapa sensor yang terhubung dengan IoT itu sendiri seperti sensor suhu, dan sensor kekeruhan. Sensor itu merupakan faktor penting untuk pertumbuhan ikan dalam pembudidayaan ikan sendiri akibat dapat membantu peneliti melihat angka/nilai suhu serta kekeruhan yang optimal atau *suitable* untuk ikan hidup serta berkembangbiak.

Kajian Literatur

Penelitian ini membahas pengelolaan kualitas air dalam budidaya ikan dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) dan perangkat sensor. Air merupakan elemen vital dalam budidaya ikan, karena kualitasnya sangat memengaruhi kesehatan dan produktivitas

ikan. Oleh karena itu, monitoring secara rutin diperlukan untuk memastikan kondisi optimal, seperti suhu dalam rentang 28–32°C, pH 6,5–8, dan tingkat kekeruhan 25–100 NTU. Ketidaksesuaian parameter-parameter ini dapat memengaruhi kadar oksigen terlarut, meningkatkan stres pada ikan, dan menciptakan lingkungan yang kondusif bagi polutan serta patogen (Indartono et al., 2020).

Teknologi IoT memberikan solusi praktis untuk pemantauan kualitas air. Dengan menghubungkan perangkat melalui jaringan, IoT memungkinkan pengumpulan data secara otomatis menggunakan sensor. Dalam penelitian ini, digunakan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu air dan sensor turbidity untuk mendeteksi tingkat kekeruhan. Sensor DS18B20 bekerja dengan memanfaatkan perubahan resistansi internal akibat suhu (Maxim Integrated Products, 2019), sedangkan sensor turbidity menggunakan metode nefelometrik untuk mengukur intensitas cahaya yang tersebar, menghasilkan data dalam satuan NTU (Maxim Integrated Products, 2019).

Implementasi IoT dalam sistem ini menggunakan ESP32, sebuah microcontroller yang dapat mengintegrasikan berbagai sensor dan mengirimkan data secara real-time melalui koneksi Wi-Fi. Data dari sensor diprogram menggunakan Arduino IDE dengan bahasa C++ dan divisualisasikan di platform ThingsBoard. Platform ini memungkinkan pembudidaya untuk memantau kualitas air secara efisien, menganalisis data, dan menerima notifikasi ketika parameter kualitas air melebihi batas yang diizinkan (The ThingsBoard Authors, 2024).

Selain itu, penelitian ini juga mengungkapkan pentingnya standar kualitas air sebagai panduan utama dalam budidaya ikan. Peningkatan suhu, misalnya, dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dan mempercepat reaksi kimia yang merugikan ekosistem perairan. Demikian pula, air yang keruh dapat menghambat penetrasi cahaya, mengganggu fotosintesis tanaman air, dan menyediakan tempat berkembangnya bakteri patogen (Sulistiyanti et al., 2020).

Penelitian ini memberikan wawasan tentang pemanfaatan teknologi IoT untuk meningkatkan

efektivitas monitoring kualitas air dalam budidaya ikan. Dengan sistem otomatisasi berbasis sensor, pembudidaya dapat memastikan bahwa kualitas air tetap dalam standar yang diperlukan, sehingga mendukung kesehatan ikan dan keberlanjutan produksi.

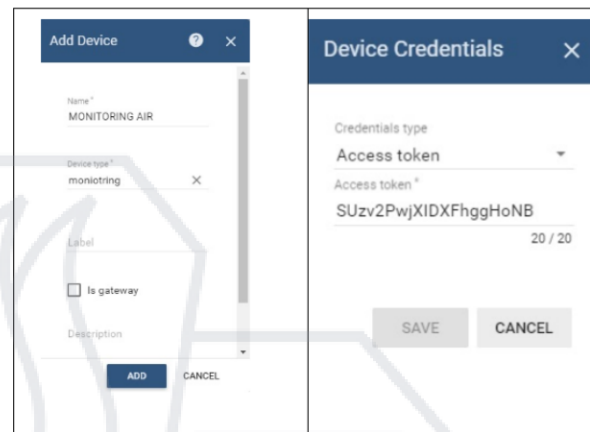
Metode

Metode Penelitian yang kelompok pakai pada penelitian ini yaitu berfokus pada pengembangan sistem monitoring air berbasis IoT yang diaplikasikan pada kolam atau akuarium Ikan. Subjek penelitian adalah mengenai sistem monitoring air berbasis IoT yang dirancang untuk memastikan kualitas air pada sebuah kolam atau akuarium tetap optimal. Objek penelitian mencakup pengujian kinerja sistem monitoring dalam hal keefektifitasan dan akurasi alat dan membandingkan dengan alat ukur konvensional. Ruang lingkup penelitian mencakup pengujian pada model prototype berskala kecil dengan fokus pada ikan secara umum. Parameter yang diamati meliputi suhu, pH, dan kekeruhan air sebagai indikator kualitas air. Penelitian ini dilakukan dengan jenis eksperimen untuk menganalisis hubungan antara variabel yang diuji dalam kondisi yang terkontrol.

Data dikumpulkan melalui sensor IoT yang bekerja secara otomatis, serta menggunakan alat ukur konvensional sebagai pembanding. Observasi foto dan dokumentasi juga dilakukan untuk melengkapi data penelitian. Teknik analisis data mencakup analisis kuantitatif terhadap data numerik dari sensor dan alat ukur, serta analisis kualitatif untuk menilai keefektifan dan kegunaan produk secara keseluruhan.

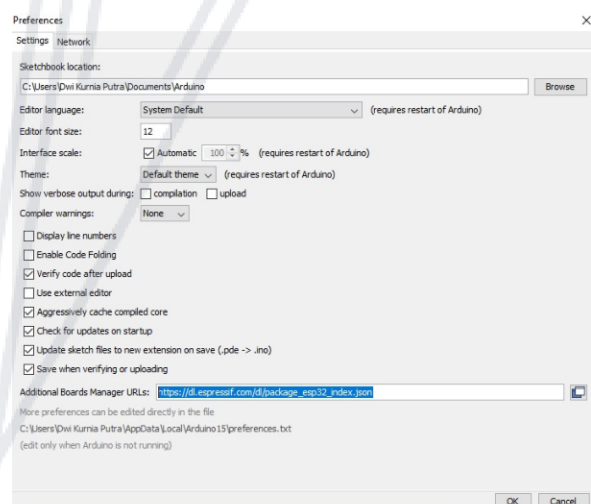
Hasil dan pembahasan

Penelitian ini menghasilkan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT dengan menggunakan modul ESP32 sebagai pengontrol utama, yang terhubung dengan sensor suhu DS18B20 dan sensor turbidity untuk mengukur tingkat kekeruhan air. Sistem ini dirancang untuk memudahkan pemantauan kualitas air secara real-time melalui platform ThingsBoard, memungkinkan pengguna untuk mengakses data suhu dan kekeruhan dari perangkat yang terhubung ke internet.

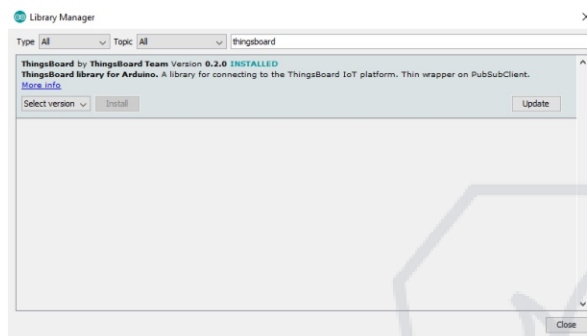


Gambar 1. Add Device Di Thingsboard

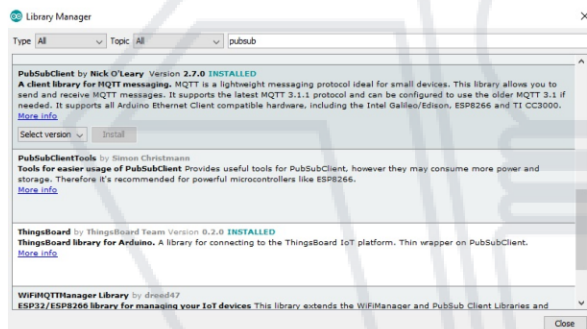
Prototype sistem ini terdiri dari beberapa komponen perangkat keras, seperti modul ESP32, breadboard, dan komponen pendukung lainnya, termasuk casing yang dicetak menggunakan teknologi 3D. Tahapan implementasi dimulai dengan instalasi perangkat lunak Arduino IDE, penambahan pustaka yang relevan (ThingsBoard, PubSubClient, ArduinoHttpClient, dan ArduinoJson), serta konfigurasi modul ESP32 untuk mengirim data ke server ThingsBoard. Proses integrasi perangkat keras meliputi penyambungan sensor dengan breadboard dan ESP32, memastikan setiap komponen mendapatkan suplai daya dan konektivitas yang sesuai.



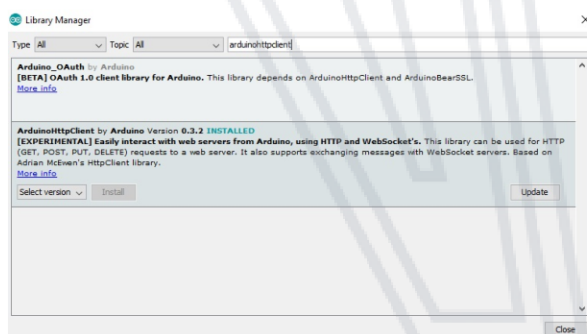
Gambar 2. Menginstall Firmware ESP32



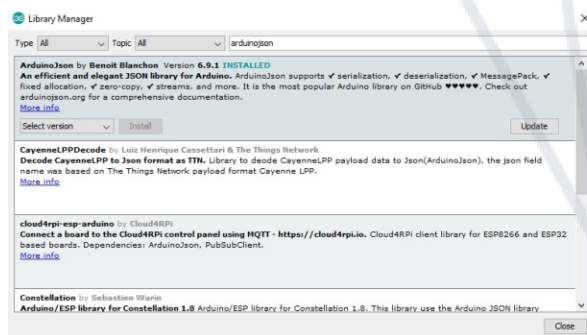
Gambar 3. Menginstall Library Thingsboard



Gambar 4. Menginstall Library PubSubClient



Gambar 5. Menginstall Library ArduinoHttpClient



Gambar 6. Menginstall Library ArduinoJson

Sistem diuji dengan menyambungkan sensor ke permukaan air yang akan diawasi. Dalam uji coba, data suhu yang diukur oleh sensor DS18B20 dan data kekeruhan yang diukur oleh sensor turbidity ditampilkan dalam aplikasi Arduino IDE serta dikirimkan secara real-time ke platform ThingsBoard. Informasi ini membantu pengguna dalam memantau kondisi air dengan mudah.

Pada pengaplikasian pertama, sistem ini dilengkapi dengan filter air otomatis yang aktif berdasarkan tingkat kekeruhan (NTU). Jika sensor mendeteksi nilai NTU melebihi ambang batas yang telah ditentukan (misalnya 15 NTU), filter otomatis akan menyala untuk memproses air hingga tingkat kekeruhan turun ke nilai yang diinginkan. Fitur ini memberikan solusi efisien untuk menjaga kualitas air secara berkelanjutan tanpa intervensi manual.

Pada pengaplikasian kedua, sistem dirancang untuk mendukung pengelolaan kualitas air menggunakan daun ketapang sebagai penurun pH alami. Alat auto feeder bekerja secara otomatis dengan mendeteksi nilai NTU tertentu, kemudian menambahkan daun ketapang ke air. Fungsi ini meningkatkan efektivitas pengelolaan air dalam menjaga ekosistem akuarium atau kolam.

Sistem monitoring berbasis IoT ini menunjukkan potensi besar dalam mendukung budidaya ikan dan pengelolaan air. Dengan teknologi ini, parameter kualitas air seperti suhu dan kekeruhan dapat dipantau secara akurat dan real-time. Penerapan filter otomatis dan auto feeder dalam kedua pengaplikasian produk menunjukkan fleksibilitas sistem dalam menjawab berbagai kebutuhan pengguna.

Hasil penelitian ini sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa pengelolaan kualitas air berbasis teknologi IoT meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pemantauan (Indartono et al., 2020). Dalam konteks keberlanjutan, fitur otomatisasi seperti filter air dan auto feeder dapat membantu pengguna mengurangi risiko kerusakan ekosistem perairan akibat kualitas air yang buruk.

Dengan kemampuannya yang adaptif, sistem ini berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan integrasi sensor tambahan untuk parameter lain seperti kadar oksigen terlarut atau

tingkat pH, yang relevan untuk berbagai aplikasi di industri perikanan.

Simpulan

Sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa tahapan perancangannya melibatkan pemilihan bahan, instalasi perangkat lunak, dan pengujian alat. Meski terjadi kendala dalam integrasi sensor pH, penelitian ini berhasil merancang sistem yang mampu memantau suhu dan tingkat kekeruhan air secara real-time melalui platform ThingsBoard. Kebaruan yang ditawarkan adalah integrasi otomatisasi seperti filter air dan auto feeder, yang dapat diaktifkan berdasarkan parameter yang terdeteksi oleh sensor. Untuk penelitian selanjutnya, diusulkan pengembangan sistem dengan menambahkan sensor pH agar sistem dapat memonitor lebih banyak parameter kualitas air secara simultan. Eksperimen dalam durasi lebih panjang serta pengaplikasian produk yang lebih kompleks, seperti auto feeder dan filter air otomatis yang sepenuhnya terintegrasi, diharapkan mampu meningkatkan efektivitas dan relevansi sistem ini dalam bidang perikanan dan pengelolaan air.

Ucapan terima kasih

Kelompok menyampaikan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, kesabaran, dan kelancaran selama proses penyusunan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga kelompok tujukan kepada Ibu E. Megia Nofita, S.T., M.Kom., selaku pembimbing utama, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dengan penuh dedikasi. kelompok juga berterima kasih kepada Bapak FX. Catur Supatmono, S.Pd., M.Pd., sebagai Kepala SMA Kolese De Britto Yogyakarta, serta kepada Ibu Parmamita Suryaningrum, M.Pd., Bapak Nova Tri Utomo, S.Pd., dan Bapak D. Pujiyono, S.Fk., selaku koordinator karya ilmiah kelas XI tahun ajaran 2024/2025, yang telah memberikan dukungan selama proses pengerjaan karya ilmiah ini.

Rasa terima kasih juga kelompok haturkan kepada Ibu Fr. Ratna Dwi Astuti, M.Pd., Bapak Prima Ibnu Wijaya, S.Pd., dan Bapak Nova Tri Utomo, S.Pd., yang senantiasa memberikan semangat serta pengingat dalam penyelesaian

karya ilmiah ini. Dukungan dari Cosmas Jerry Anggoro, S.Pd., sebagai pembimbing awal, dan Bapak Ari Pardiyanto sebagai narasumber dalam analisis user, sangat berarti bagi kelancaran proses penulisan.

kelompok tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada orang tua kelompok yang selalu memberikan dukungan, baik moral maupun material, sehingga kelompok dapat menyelesaikan karya ini dengan baik. Selain itu, apresiasi kelompok sampaikan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan langsung maupun tidak langsung selama proses pengerjaan karya ilmiah ini. kelompok menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna, dan kritik serta saran yang membangun sangat kelompok harapkan demi pengembangan karya ilmiah yang lebih baik di masa mendatang.

Referensi

Afiatun, E., Wahyuni, S., & Hamdan, F. (2018).

Perbandingan Komposisi Koagulan Biji Kelor (*Moringan Oleifera*), Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L*) dan Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) untuk menurunkan Kekeruhan Air Sungai Citarum Atas, Ciparay, Kabupaten Bandung. *Journal of Community Based Environmental E*. Retrieved 08 07, 2024, from <https://journal.unpas.ac.id/index.php/temali/article/view/1453>

Arafat, M. K. (2016). SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266. *Jurnal*

- Ilmiah Fakultas Teknik "Technologia,"* 7(4)(262–268). <https://home.cern/science/computing/birth-web/short-history-web>
- Arduino. (2020). *Getting Started with Arduino products*. <https://www.arduino.cc/en/Guide>
- Aronggear, Supit, & Mamoto. (2019). *Analisa kualitas dan Kuantitas Penggunaan Air Bersih PT. Air Manado Kecamatan Wenang*.
- atillah, R., & Gischa, S. (2023, November 18). *Mengenal Kualitas Air dalam Budidaya Ikan*. Kompas.com. Retrieved August 10, 2024, from <https://www.kompas.com/skola/read/2023/11/18/040000969/mengenal-kualitas-air-dalam-budidaya-ikan>
- Ayu, R. D. (2023, December 1). *Daftar 10 Negara Penghasil Ikan Terbesar di Dunia - Ekonomi dan Bisnis - koran.tempo.co*. Koran TEMPO. Retrieved October 1, 2024, from <https://koran.tempo.co/read/ekonomi-dan-bisnis/485853/daftar-10-negara-penghasil-ikan-terbesar-di-dunia>
- Cailliau, R. (2024). *A short history of the Web*. CERN. Retrieved October 1, 2024, from <https://home.cern/science/computing/birth-web/short-history-web>
- Darso, Al Hudry, M. H., Fathoni, F., Ulkhaq, Y., Wijaya, P. T. R., & H, M. A. (2023). *Perancangan Sistem Pendeteksi dan Monitoring Ketinggian Air Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266. STORAGE – Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 2(3), 87-93. 10.55123
- David, M. A. M., & Iriana, R. (2024). *PEMBUATAN PROTOTYPE ALAT MONITORING KUALITAS AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)*. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 3(2), 91-102.
- Departemen Explorasi Laut. (2014). *Program dan Kegiatan: Depatemen Eksplorasi Laut dan Perikanan Republik Indonesia tahun 2000-2004. Panduan Jurusan & Peta Karir Setelah Lulus*. <http://jurusanku.com/wp-content/uploads/2014/08/Newsletter-perikanan.pdf>
- Eriyanto, H. D. F. (2023, 08 14). *Rancangan Bangun Alat Monitoring Pengisian Air Otomatis Berbasis IOT*.
- Espressif Systems. (2016). *ESP-IDF Programming Guide. Get Started -*

- ESP32 - — ESP-IDF Programming Guide v5.3.1 documentation. Retrieved September 15, 2024, from <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/stable/esp32/get-started/index.html>
- Fahmi, A. M. (2010). *Panduan Penelitian Untuk Ikan Laut*.
- Fitri, Luqman, M., & Chanza, C. S. (2021). *Sistem Kendali Smart Aquarium Ikan Arwana Menggunakan Fuzzy Logic Controller (FLC)*. <https://journal3.um.ac.id/index.php/ft/article/download/3216/2059/6281#:~:text=Ikan%20arwana%20membutuhkan%20kadar%20pH,tingkat%20kekeruhan%207%2C5%20NTU>.
- Harris, W., Pollette, C., & Chandler, N. (2023). *Who Invented the First Computer? | HowStuffWorks*. Science | HowStuffWorks. Retrieved October 1, 2024, from <https://science.howstuffworks.com/innovation/inventions/who-invented-the-computer.htm>
- Indartono, K., Kusuma, B. A., & Putra, A. P. (2020). *PERANCANGAN SISTEM PEMANTAU KUALITAS AIR PADA BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR*.
- Laksono, I. L., Kynta, D. P., Fadli, M., Wijaya, V., & Hermanto, D. (2024, 10 01). *Pemantauan Kelembaban tanah Berbasis IoT Menggunakan Sensor Soil Moisture*.
- Maier, A., Sharp, A., & Vagapov, Y. (2017). Comparative Analysis and Practical Implementation of the ESP32 Microcontroller Module for the Internet of Things. *7th IEEE Int. Conference on Internet Technologies and Applications ITA-17*. https://glyndwr.repository.guildhe.ac.uk/17286/1/MSV%20%20ITA-17%20rev_inc%20c%20sheet.pdf
- Maxim Integrated Products. (2019). *DS18B20:Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer*. <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ds18b20.pdf>
- Muslim, A. (2024, February 15). *Pengguna Smartphone RI Diprediksi 194 Juta*. Investor Daily. Retrieved October 1, 2024, from

- <https://investor.id/business/353856/pengguna-smartphone-ri-diprediksi-194-juta>
- Petrosyan, A. (2024, August 19). *Internet and social media users in the world 2024*. Statista. Retrieved October 1, 2024, from <https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/>
- Prasetyo, S. M., Rehan Gustiawan, Farhat, & Albani, F. R. (2024). Analisis Pertumbuhan Pengguna Internet Di Indonesia. *BIIKMA : Buletin Ilmiah Ilmu Komputer dan Multimedia*, 2(1), 65-71. <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/biikma/article/download/1032/692/2267>
- Pravalika, V., & Prasad, C. R. (2019, June). Internet of Things Based Home Monitoring and Device Control Using Esp32. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8(1S4), 58-62. https://www.researchgate.net/profile/Rajendra-Prasad-Ch/publication/334226986_Internet_of_Things_Based_Home_Monitoring_and_Device_Control_Using_Esp32/links/5d1de7fe458515c11c0ff074/Internet-of-Things-Based-Home-Monitoring-and-Device-Control-Using-Esp32.pdf
- Redwing, R. (2023). *Why Did it Take So Long Between the Bronze Age and the Iron Age? | MATSE 81: Materials In Today's World*. Dutton Institute. Retrieved October 1, 2024, from <https://www.e-education.psu.edu/matse81/node/2129>
- Rohadi, E., Adhitama, D. W., Ekojono, Asmara, R. A., Ariyanto, R., Siradjuddin, I., Ronilaya, F., & Setiawan, A. (2018, 10 15). *SISTEM MONITORING BUDIDAYA IKAN LELE BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN RASPBERRY PI*.
- Sanfilippo, F., Söderby, K., & Hylén, J. (2024). *Board Installation*. <https://docs.arduino.cc/micropython/basics/board-installation/>
- Sulistiyanti, S. R., Purwiyanti, S., & Pauzi, G. A. (2020). Pusaka Media. *Sensor dan Prinsip Kerjanya*. http://repository.lppm.unila.ac.id/30298/1/sertifikat_EC00202046860%20dan%20bukti.pdf
- Susanah, Santosa, & Utami. (2013). *Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Bandeng di Tambak Wilayah Tapak Kelurahan*

Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang. Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education, 5(1).

Applications. New Age International (P) Limited Publishers.

Syahrizal, H., & Jailani, M. S. (2023, 5 30).

Jenis-Jenis Penelitian Dalam Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. *QOSIM: Jurnal Pendidikan, Sosial & Humaniora, 1(1),* 14-23.

<https://ejournal.yayasanpendidikandzurriyatulquran.id/index.php/qosim/article/download/49/27>

Tatangindatu, F., Kalesaran, O., & Rompas, R. (2013, 5). *Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa.*

The ThingsBoard Authors. (2024). *ThingsBoard Open-source IoT Platform.* <https://thingsboard.io/>

University System of Georgia. (n.d.). *A Brief History of the Internet.* University System of Georgia. Retrieved October 1, 2024, from https://www.usg.edu/galileo/skills/unit07/internet07_02.phtml

Yadav, D. S., & Singh, A. K. (2006). *Microcontrollers: Features and*