

Sistem Pemantauan Kualitas Air Berbasis Internet of Things (IoT)

Water Quality Monitoring System Based on the Internet of Things (IoT)

Yasman Halawa^{1*}, Robbi Kurniawan², Shau That³, Agamita Sasya Cahyani Arista⁴, Dwi Marisa Midyanti⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak, telp./fax : (0561) 577963
h1051201048@student.untan.ac.id^{1*}, robbikurniawan07@student.untan.ac.id²,
h1051201089@student.untan.ac.id³, h1051201032@student.untan.ac.id⁴,
dwi.marisa@siskom.untan.ac.id⁵

Abstrak – Air merupakan kebutuhan mendasar bagi kelangsungan hidup manusia. Air yang tercemar dapat menimbulkan beberapa penyakit pada manusia, tumbuhan, dan hewan sehingga mengganggu siklus hidup ekosistem. Deteksi dini kontaminasi air memungkinkan penerapan tindakan yang tepat, sehingga mencegah keadaan kritis. Untuk menjamin akses terhadap air bersih, pemantauan kualitas air secara real-time harus dilakukan melalui website untuk memastikan kondisi pasokan air saat ini. Penelitian ini fokus pada pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor pH air, Suhu DS18B20, Turbiditas, dan DHT11 untuk mendeteksi nilai pH, suhu air, kekeruhan dalam air, suhu lingkungan, dan kelembaban. Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) yang efektif dan efisien. Sistem ini dapat memberikan pemantauan kualitas air secara real-time. Data yang diperoleh dikirim ke cloud menggunakan aplikasi berbasis web untuk memantau kualitas air.

Kata Kunci: Internet of Things (IoT), Website, Mikrokontroler, Sensor, Kualitas Air.

Abstract – Water is a fundamental necessity for human survival. Polluted water can lead to several human, plant, and animal diseases, disrupting the ecosystem's life cycle. Early detection of water contamination enables the implementation of suitable measures, thereby preventing critical circumstances. Real-time monitoring of water quality must be conducted via the website to guarantee access to clean water and ascertain the condition of the current water supply. This research focuses on monitoring water quality based on the Internet of Things (IoT) using water pH sensors, DS18B20 Temperature, Turbidity, and DHT11 to detect pH values, water temperature, turbidity in water, ambient temperature, and humidity. This research succeeded in developing an effective and efficient Internet of Things (IoT) based water quality monitoring system. The system can provide real-time monitoring of water quality. The data obtained is sent to the cloud using a web-based application to monitor water quality.

Keywords: Internet of Things, Websites, Microcontrollers, Sensors, Water Quality.

1. Pendahuluan

Kalimantan Barat adalah sebuah wilayah yang bisa disebut sebagai Provinsi Seribu Sungai dan juga dikenal kaya akan kekayaan hutan dan kekayaan alam lainnya. Sungai merupakan bagian tak terpisahkan dari kehidupan masyarakat Kalimantan dan digunakan untuk transportasi dan kegiatan sehari-hari. Namun, sungai-sungai ini menghadapi beberapa masalah, antara lain pembangunan jembatan yang menyumbat aliran air ke hulu dan pencemaran dari limbah

domestik, industri, dan anorganik. Aktivitas manusia, termasuk industri, menjadi penyebab penurunan kualitas air sungai di daerah tangkapan air[1]. Pencemaran air di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Karena pencemaran air yang hebat, jumlah sumber air yang layak untuk dikonsumsi berkurang. Menurut sebuah berita yang diterbitkan online di Republik pada 23 Maret 2019, di Indonesia, 82 % dari 550 sungai telah tercemar.

Irwan Gunawan, Direktur Kehutanan dan Air Tawar Indonesia di *World Wide Fund for Nature* (WWF), memberikan ceramah tentang "Bersama Air, Menjaga Sumber Kehidupan" pada rangka "Hari Air Sedunia" yang diperingati pada 22 Maret 2019 di Jakarta (Jumat, 22 Maret 2019) mengatakan bahwa dari 550 sungai di Indonesia, 52 sungai kritis tercemar, antara lain Sungai Ciliwung di DKI Jakarta dan Sungai Citarum di Jawa Barat. Irwan Gunawan menyatakan, sebagian besar sungai yang penting bagi kegiatan sosial, pertanian, dan industri berada dalam kondisi memprihatinkan akibat pencemaran limbah domestik yang dihasilkan oleh keluarga dan industri[2].

Penelitian terdahulu mengenai kualitas air sudah pernah dilakukan oleh Varsha Lakshmikantha[3], permasalahan yang terjadi adalah sering terjadi pencemaran air akibat banyaknya limbah pabrik yang membuat kualitas air tidak layak digunakan dalam sehari-hari. Penelitian selanjutnya yang memiliki judul "Implementasi Internet of Things (IoT) Monitoring Kualitas Air Dan Sistem Administrasi Pada Pengelola Air Bersih Skala Kecil". Permasalahan ini muncul di Desa Pangkalan Lada, Kalimantan Tengah, dimana masih banyak warga yang memanfaatkan sumur tadah hujan dengan kualitas air yang tidak konsisten. Untuk mengatasi masalah ini, pendekatan yang dapat diterapkan adalah dengan memantau kualitas air untuk memastikan kesesuaiannya untuk digunakan oleh masyarakat[4]. Penelitian lainnya yaitu "Perancangan Dan Implementasi Web Server Untuk Pemantauan Kualitas Air Berbasis *Internet of Things* (IoT)." Permasalahan yang terjadi yaitu banyaknya perusahaan startup yang beroperasi di area filter air minum yang mencakup telaga yang kurang akan layaknya air tersebut dikonsumsi. Penelitian ini menghasilkan uji *Quality of Service* (QoS) untuk *One-Way delay* memperoleh skor rata-rata 43.87 ms, *Jitter* dengan nilai 37.69 ms, *Packet Loss* 0.0043% dengan kategori bagus, sedangkan *Throughput* memperoleh skor rata-rata yaitu sejumlah 1640 bps[5].

Metodologi *Internet of Things* (IoT) terus berkembang dan menawarkan manfaat dalam mengawasi kondisi lingkungan dan gadget elektronik dari jarak jauh melalui internet. Merujuk pada fenomena diatas, maka dilakukan penelitian dengan judul "Sistem Pemantauan Kualitas Air Berbasis *Internet of Things* (IoT)". Sebuah sistem yang dirancang untuk memfasilitasi penilaian kualitas air dan menyediakan pemantauan suhu, kekeruhan, pH, dan kelembaban air secara *real-time* melalui situs web. Sistem ini membantu warga yang menghadapi kesulitan dalam mendapatkan air bersih dan menilai kesesuaian air untuk penggunaan hewan peliharaan. Penelitian ini melibatkan pengembangan sistem pemantauan kualitas air dengan menggunakan mikrokontroler ESP32. Sensor pH, suhu, dan kekeruhan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan aplikasi berbasis web untuk menampilkan kualitas air dalam jaringan. Mikrokontroler ESP32 digunakan karena modul Wi-Fi terintegrasi. Selanjutnya, penelitian akan fokus pada pengembangan mekanisme pemantauan tingkat pH dan kekeruhan air di habitat kata lembu [7].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Prototyping. Prototyping adalah pembuatan dan evaluasi model fungsional (prototipe) aplikasi baru dengan cepat melalui proses interaktif dan berulang yang sering digunakan oleh sistem informasi dan profesional bisnis [8]. Metodologi penelitian yang digunakan dalam pengembangan ide *Internet of Things* (IoT) untuk pembelajaran berbasis web adalah tinjauan literatur. Peneliti mengumpulkan literatur dan kemudian mengembangkan ide desain *Internet of Things* (IoT) dalam pendidikan online [9]. Adapun tahapan metodologi yang diterapkan pada studi ini yakni seperti berikut:

2.1. Analisa Kebutuhan Fungsional

Ada berbagai keperluan fungsional pada alat pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan fungsional

| No | Hardware | Software |
|----|------------------|--------------------|
| 1 | ESP32 | Arduino IDE |
| 2 | Sensor pH Air | Visual Studio Code |
| 3 | Sensor Turbidity | Web Browser |
| 4 | Sensor DS18B20 | XAMPP |
| 5 | Sensor DHT11 | Ecel |
| 6 | Relay 2 Channel | - |
| 7 | Kipas Angin | - |
| 8 | LCD 16x2 | - |
| 9 | Adaptor | - |

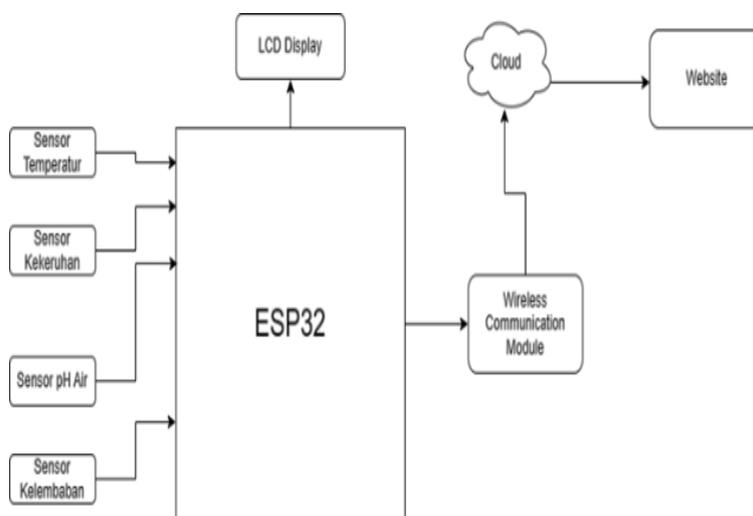
2.2. Analisa Kebutuhan Non-Fungsional

Berbagai keperluan Non-fungsional pada alat pemantauan kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT) antara lain:

- Website* pemantauan bisa berlangsung dalam *web browser*.
- Datasheet* yang dimanfaatkan ialah capaian dari baca masing-masing sensor.
- Halaman pemantauan menggunakan server lokal.
- Situs terbatas untuk memantau kualitas air.

2.3. Diagram Blok Sistem

Sistem pemantauan kualitas air dimulai dengan perancangan sensor kekeruhan, suhu air, dan kadar pH, dilanjutkan dengan pengembangan database dan proses perancangan aplikasi. Arsitektur sistem diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok system

Penelitian yang dilakukan adalah membangun suatu sistem pemantauan suhu air, tingkat kekeruhan air, pH air, dan kelembaban berbasis *Internet of Things* (IoT), yakni sistem tersebut akan melakukan pengendalian suhu dan kelembaban otomatis apabila kondisi tidak sesuai dengan keadaan air. Pengendalian suhu dan kelembaban pada sistem ini menggunakan sistem kontrol ESP32.

Diagram blok menggambarkan alur proses sistem yang akan digunakan dalam penelitian ini. Sistem ini menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban, yang akan dijadikan masukan untuk pemrosesan. ESP32 sebagai controller utama untuk membaca nilai sensor, memproses dan mengirim data ke *database*. Kemudian untuk memantau kondisi suhu dan kelembaban pada kandang menggunakan LCD dan *website*.

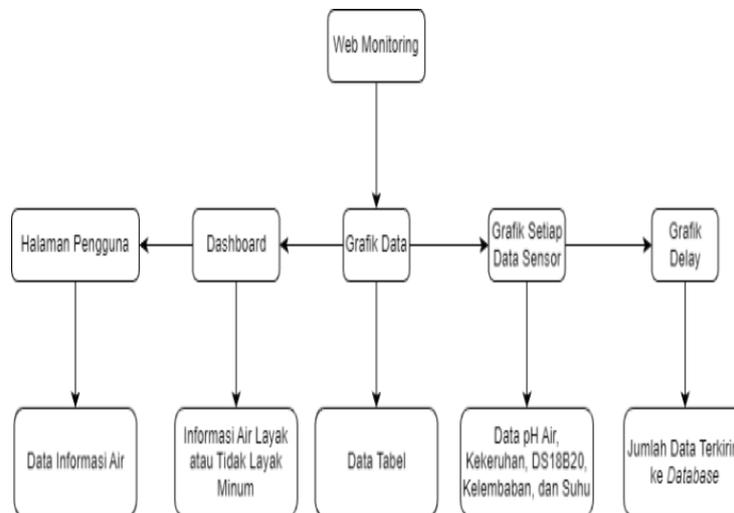
2.4. Struktur Menu Website

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 492/Menkes/Per/IV/2010, pada 19 April 2010 terkait persyaratan kualitas air minum [10]. Syarat kualitas air minum bisa diamati di Tabel 2.

Tabel 2. Persyaratan kualitas air minum

| No | Jenis Parameter | Satuan | Kadar Maksimum |
|----|--------------------------------|--------|--------------------|
| 1 | Bau | - | Tidak berbau |
| 2 | Warna | TCU | 15 |
| 3 | Total Zat Padat Terlarut (TDS) | mg/l | 500 |
| 4 | Kekeruhan | NTU | 5 |
| 5 | Rasa | - | Tidak berasa |
| 6 | Suhu | °C | Suhu udara \pm 3 |

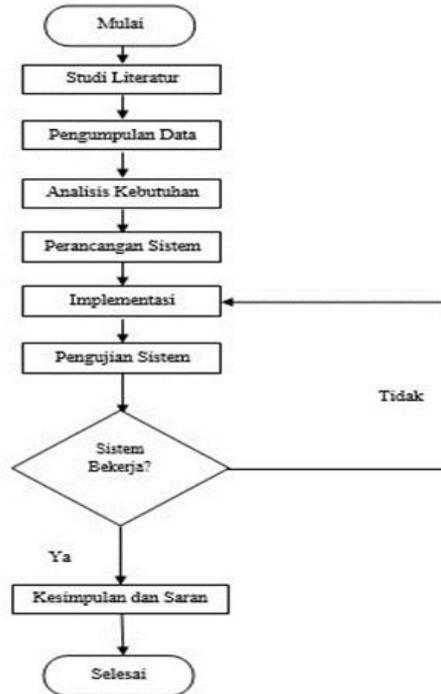
Website pengamatan kualitas air yang memiliki basis *Internet of Things* (IoT) terdiri dari halaman pengguna, *dashboard*, grafik data, grafik setiap data sensor, dan grafik delay. Struktur menu website bisa diamati di Gambar 2.



Gambar 2. Struktur website

2.5. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Proses metodologi yang diterapkan pada studi ini bisa diamati di Gambar 3.

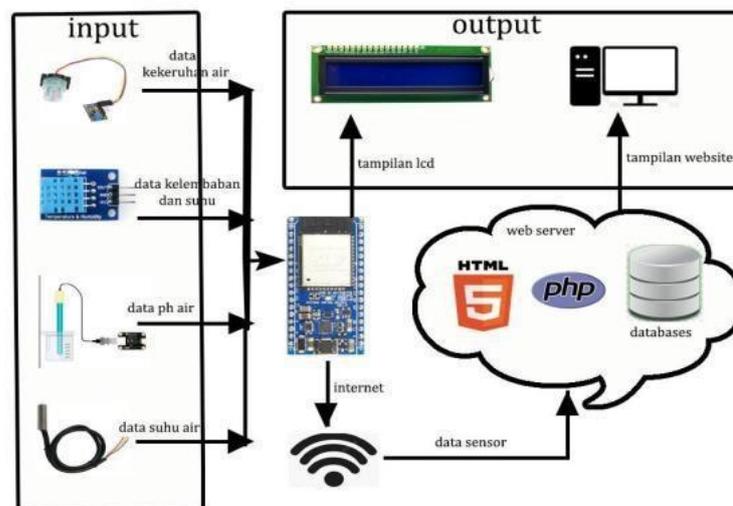


Gambar 3. Diagram alir metodologi penelitian

Pendekatan penelitian dimulai dengan studi literatur untuk mengumpulkan informasi mengenai teori-teori yang mendasari penyelidikan. Selanjutnya, metodologi analisis kebutuhan digunakan, yang mencakup evaluasi prasyarat perangkat keras dan perangkat lunak sebelum instalasi perangkat keras dan perangkat lunak. Proses pengujian sistem, yang dimulai dengan modul sensor dan berakhir pada aplikasi, adalah tahap akhir yang dilakukan.

2.6. Perancangan Perangkat Keras

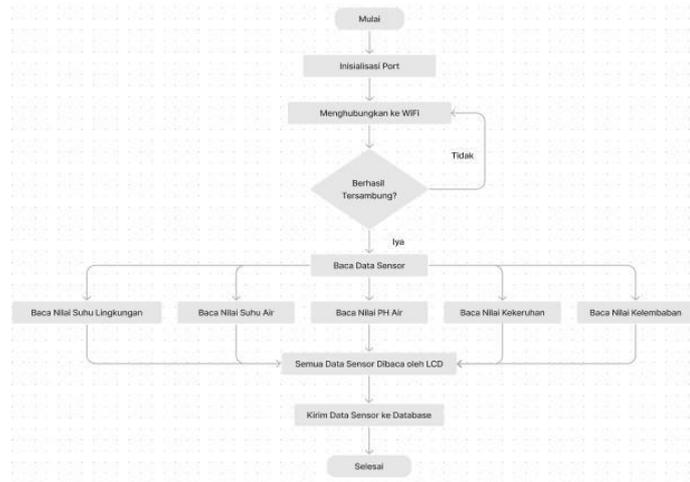
Perancangan masing-masing sensor yang dimanfaatkan yaitu bagian dari perancangan perangkat keras. Semua sensor terhubung ke ESP32, termasuk DS18B20, pH Air, *Turbidity*, dan DHT-11. Sesudah tahapan pemantauan selesai, ESP32 mengirimkan data dari sensor ke server dengan memanfaatkan wifi dan internet. Rancangan perangkat keras seperti yang ditunjukkan di Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan perangkat keras

2.7. Perancangan Perangkat Lunak

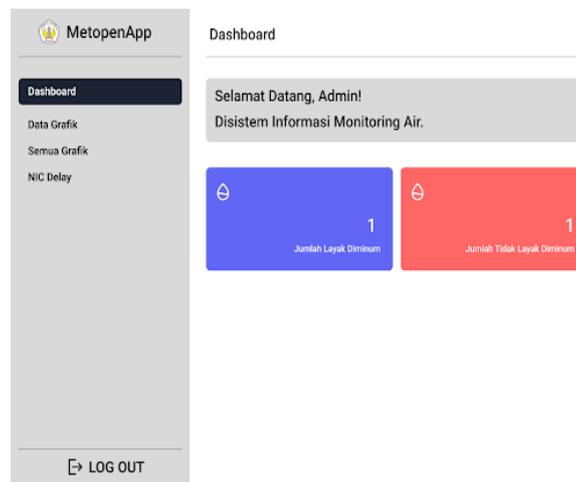
Tahap perancangan perangkat lunak yang diimplementasikan pada studi ini, tujuannya adalah untuk menghubungkan ESP32 dan komponen perangkat keras lainnya secara bersamaan. Rancangan program yang akan diimplementasikan adalah kode program yang dimasukkan lalu akan memproses informasi yang diterima dan kemudian digunakan dalam proses kontrol dan pemantauan pada kualitas air minum. Informasi yang diterima dikirim langsung ke database yang ditampilkan secara real-time dalam aplikasi berbasis website. Diagram alur kerja sistem perangkat lunak bisa diamati di Gambar 5.



Gambar 5. Perancangan perangkat lunak

2.8. Implementasi Perangkat Lunak Program

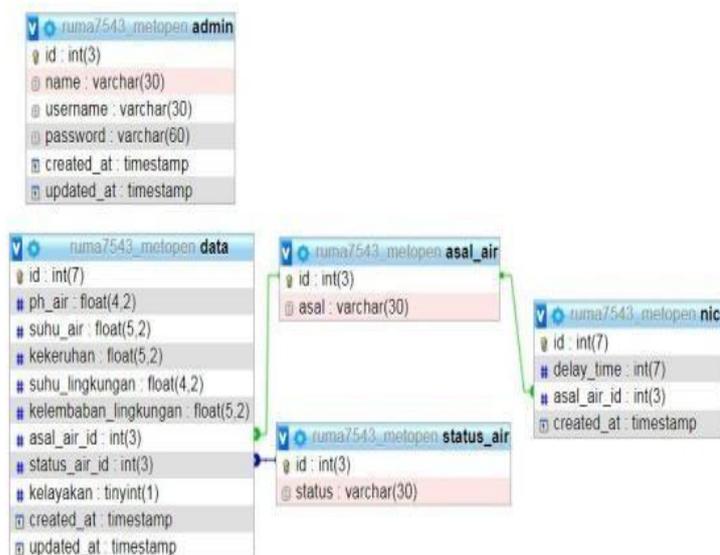
Mengirimkan data ke server berdasarkan informasi yang diamati oleh semua sensor. Berikut merupakan hasil program yang telah dibuat dan data telah masuk ke *database* dan ditampilkan ke *website* sebagai tampilan sistem informasi dan tampilan interface. Informasi data air bisa diamati di Gambar 6.



Gambar 6. Informasi data air.

2.9. Database

Gambar 7 menunjukkan lima tabel yang dimanfaatkan pada tahapan observasi dan perekaman data dalam penelitian ini.



Gambar 7. Rangkaian Database.

3. Hasil dan Pembahasan

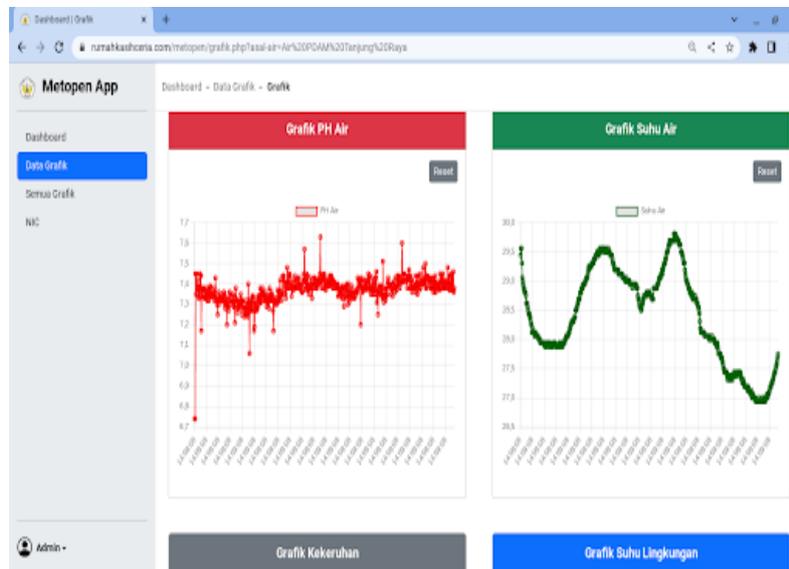
Bagian ini akan membahas tahapan pengujian sistem. Para peneliti mengevaluasi sistem pemantauan dan menerapkan “*Internet of Things (IoT)*”. Tahap pengujian monitoring kualitas air pada beberapa sensor dilakukan selama 9 hari. Pengujian seluruh sistem dilakukan dalam tiga tahap untuk pengujian sampel air.

Tahap pertama adalah pengujian sistem pada sampel air pertama yang bersumber dari Air Bukit Kelam Kabupaten Sintang, kemudian pengujian sistem pada sampel air kedua yang bersumber dari Air PDAM Kabupaten Kubu Raya dan pengujian sistem pada sampel air ketiga yang bersumber dari Air PDAM Tanjung Raya Kota Pontianak selama tiga hari berturut-turut, kualitas air setiap sampel dinilai menggunakan sensor kekeruhan, sensor pH, sensor DS18B20, dan sensor DHT11 pada sampel air yang disediakan. Hasil pengujian sistem pada sampel air bisa diamati di Gambar 8.

| No | Waktu | PH Air | Suhu Air (°C) | Kekeruhan (NTU) | Suhu Lingkungan (°C) | Kelembaban (%) | Asal Air | Status | Keterangan | Grafik |
|----|---------------------|--------|---------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------------------|--------|---------------|-----------|
| 1 | 2023-05-31 09:45:31 | 7.38 | 27.75 | 2.90 | 29.90 | 92.10 | Air PDAM Tanjung Raya | Jernih | Layak Diminum | Tampilkan |
| 2 | 2023-05-31 09:40:21 | 7.36 | 27.69 | 2.89 | 29.90 | 92.10 | Air PDAM Tanjung Raya | Jernih | Layak Diminum | Tampilkan |
| 3 | 2023-05-31 09:35:10 | 7.46 | 27.62 | 2.88 | 29.80 | 91.60 | Air PDAM Tanjung Raya | Jernih | Layak Diminum | Tampilkan |
| 4 | 2023-05-31 09:29:59 | 7.37 | 27.56 | 2.90 | 29.70 | 92.60 | Air PDAM Tanjung Raya | Jernih | Layak Diminum | Tampilkan |
| 5 | 2023-05-31 09:24:48 | 7.38 | 27.56 | 2.90 | 29.60 | 92.60 | Air PDAM Tanjung Raya | Jernih | Layak Diminum | Tampilkan |

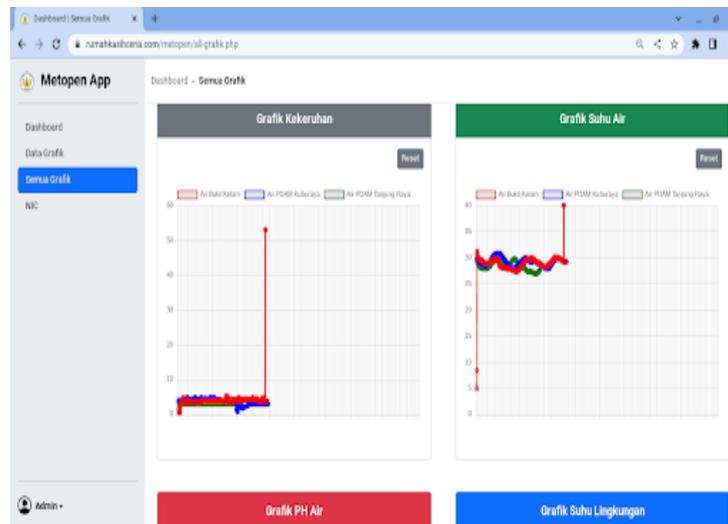
Gambar 8. Hasil pengujian sistem pada sampel air

Tahap kedua ialah melangsungkan uji sistem pemantauan yang terhubung pada interface melalui website dan perekaman data sensor di database web server memanfaatkan ESP32 sebagai mikrokontroler dan data sensor terbaca pada LCD 16x2 sebelum mengirimkan datanya ke database serta menunjukkan data dalam bentuk grafik di halaman website. Grafik data bisa diamati di Gambar 9.



Gambar 9. Grafik data air

Tahap ketiga meliputi pengujian sistem dan penerapan alat yang dibuat untuk memantau kualitas air, serta menilai kinerja alat tersebut secara keseluruhan melalui penyajian data dalam bentuk tabel dan grafik. Grafik data bisa diamati di Gambar 10.



Gambar 10. Grafik data air

3.1. Implementasi Arsitektur Sistem

Fase ini dilakukan untuk menilai fungsionalitas dan kelancaran pengoperasian semua komponen. Implementasi alat mulai dilakukan setelah selesai perancangan alat secara keseluruhan dan setelah mengumpulkan masing-masing sumber air baik dari Air Bukit Kelam Kabupaten Sintang, Air PDAM Kabupaten Kubu Raya maupun Air PDAM Tanjung Raya Kota Pontianak. Implementasi alat dilakukan dalam ruangan 3x4 meter dengan suhu lingkungan rata-rata 30-31 °C pada malam dan siang hari. Implementasi alat di lokasi bisa diamati di Gambar 11.



Gambar 11. Implementasi di lapangan

Di hari pertama pengujian, alat akan diujikan pada sampel air yang berasal dari Air Bukit Kelam Kabupaten Sintang Provinsi Kalimantan Barat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah fungsionalitas komponen dapat menampilkan data berupa karakter secara akurat sesuai yang diinginkan. Pengujian dilakukan dengan menampilkan karakter menggunakan program yang dikembangkan pada mikrokontroler. Implementasi sensor alat pada Air Bukit Kelam bisa diamati di Gambar 12.



Gambar 12. Implementasi sensor pada air bukit kelam.

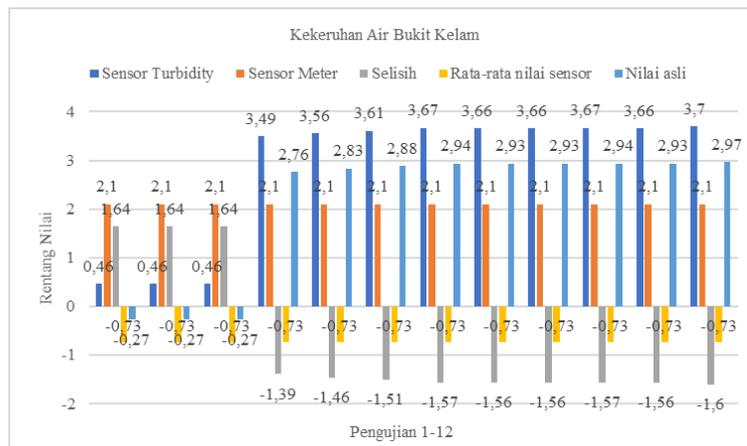
Setelah perancangan alat secara keseluruhan dan sampel air telah terkumpul, maka pada tahap terakhir adalah pengujian alat pada sumber air dan melakukan pengambilan data selama 3 hari setiap sumber air. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah fungsi komponen dapat menampilkan data berupa karakter secara akurat sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan menampilkan karakter menggunakan program yang dikembangkan pada mikrokontroler. Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sensor pH air, kekeruhan, DS18B20, kelembaban, dan suhu di beberapa lokasi perairan sebenarnya. Uji dilakukan dengan merendam sensor di dalam air. Uji ini bisa diamati di Gambar 13.



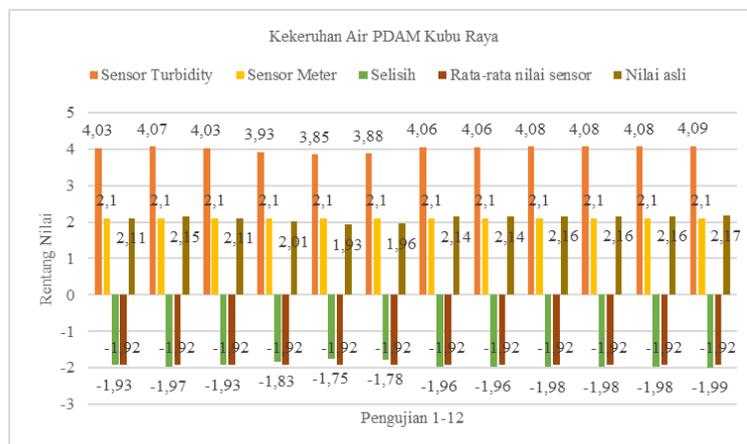
Gambar 13. Implementasi seluruh sensor pada sumber air

3.2. Pengujian Sensor Kekeruhan

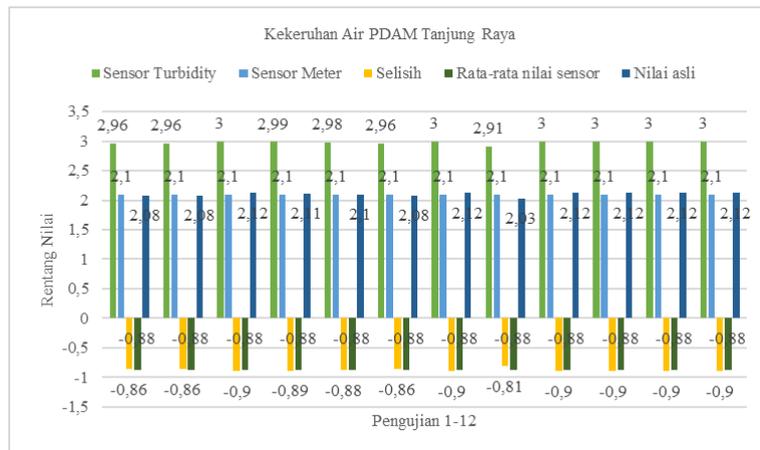
Pengujian sensor merupakan tahap kalibrasi atau modifikasi data instrumen yang dikembangkan dengan alat dan standar pemantauan kualitas air saat ini, termasuk kekeruhan, pH, dan suhu. Data didapat dari pemantauan kualitas air yang diambil di pukul 00.00, 06.00, 12.00, dan 18.00 dalam jangka waktu tiga hari. Hasil pengujian untuk setiap sensor bisa diamati di Gambar 14 – Gambar 16.



Gambar 14. Grafik data kekeruhan air bukit kelayam



Gambar 15. Grafik data kekeruhan air PDAM Kubu Raya

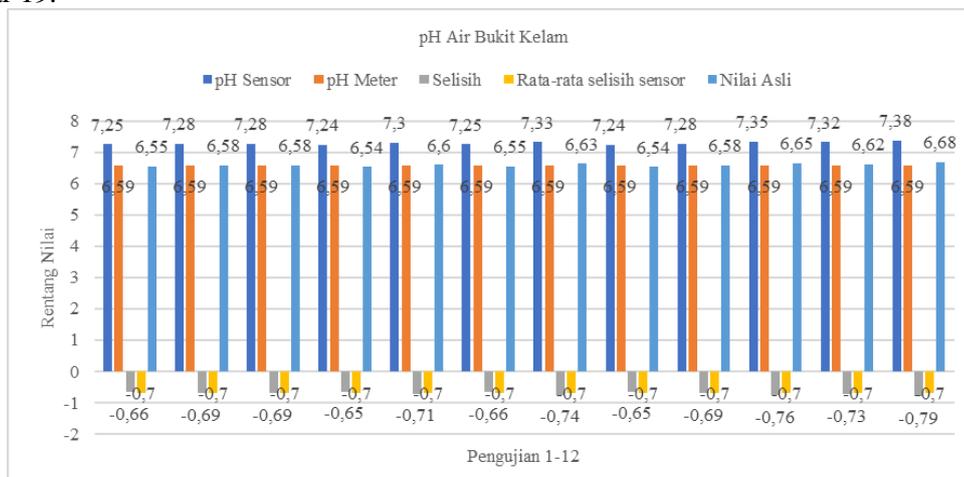


Gambar 16. Grafik Data kekeruhan air PDAM Tanjung Raya

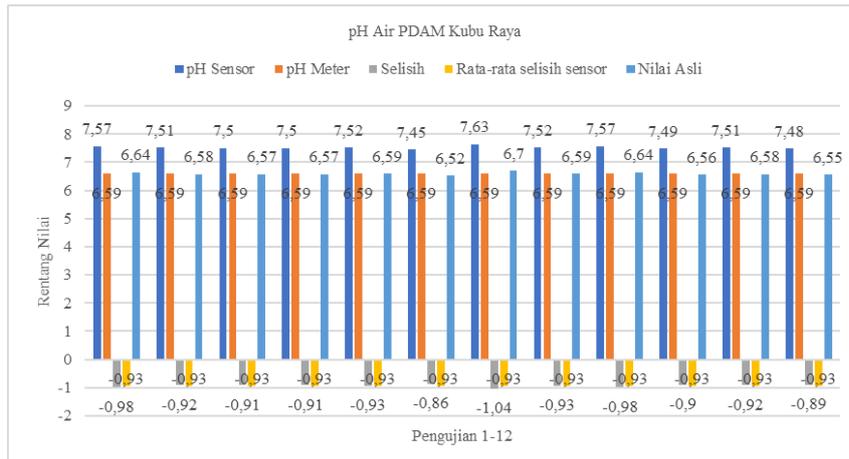
Sensor Turbidity dimanfaatkan untuk mengevaluasi derajat kekeruhan air pada satuan NTU. Untuk mengetahui kemampuan sensor turbidity dalam pengukuran kekeruhan air dilakukan pengujian dengan pembandingan adalah turbidity meter. Pengujian dilaksanakan melalui tahap mencelupkan sensor turbidity dan turbidity meter pada beberapa sampel air. Sampel air yang digunakan antara lain Air Bukit Kelam, Air PDAM Kubu Raya dan Air PDAM Tanjung Raya. Pada pengujian sistem pembacaan kekeruhan air menggunakan sensor turbidity dengan pembandingan nilai dari turbidity meter. Dalam pengujian ini, ditemukan bahwa terdapat error dalam pembacaan sensor pada masing-masing sumber air. Rata-rata error pembacaan untuk sampel air yang berasal dari Air Bukit Kelam adalah 0,73% dengan nilai asli kekeruhan sebesar 2,10. Sementara itu, sampel Air PDAM Kubu Raya memiliki rata-rata error pembacaan sebesar 1,92% dengan nilai asli kekeruhan sebesar 2,10. Selain itu, sampel Air PDAM Tanjung Raya juga mengalami error pembacaan dengan rata-rata sebesar 0,88% dengan nilai asli kekeruhan yaitu 2,10. Berdasarkan hasil pengujian dan pembacaan sensor tersebut, Air PDAM Kubu Raya memperoleh kualitas yang baik dengan nilai kekeruhan rata-rata sebesar 2,1 NTU, yang juga merupakan nilai kekeruhan terendah di antara ketiga sumber air tersebut.

3.3. Pengujian Sensor pH Air

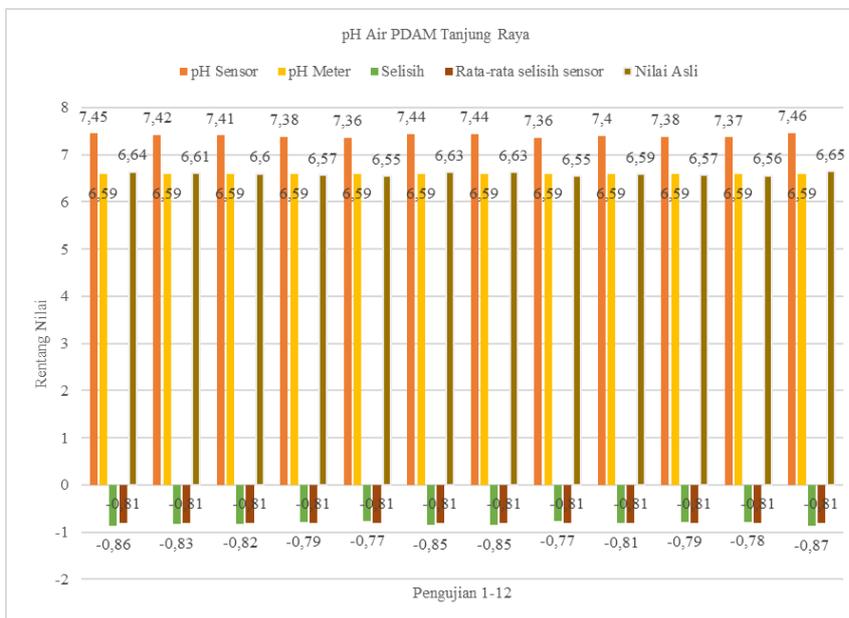
Pengujian sensor merupakan tahap kalibrasi atau modifikasi data instrumen yang dikembangkan sesuai dengan alat dan standar yang telah ditetapkan untuk mengukur kualitas air, termasuk kekeruhan, pH, dan suhu. Temuan uji dalam seluruh sensor bisa diamati di Gambar 17 – Gambar 19.



Gambar 17. Grafik data pH air Bukit Kelam



Gambar 18. Grafik data pH air PDAM Kubu Raya

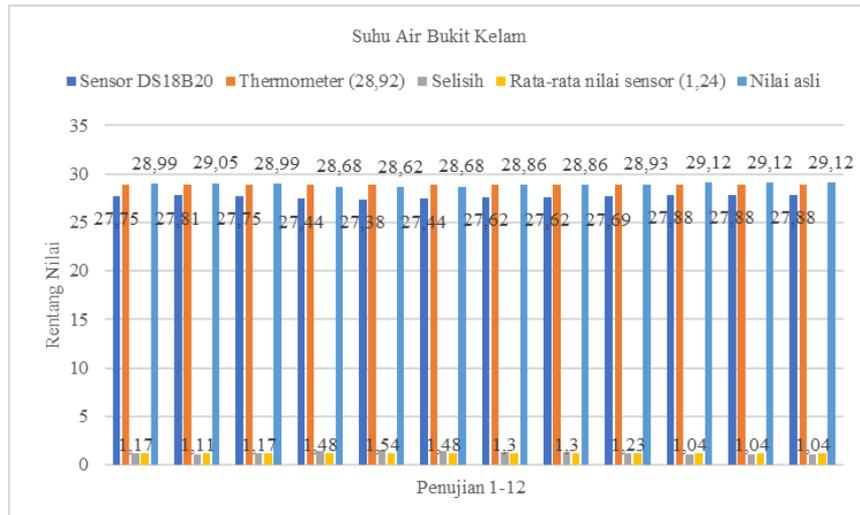


Gambar 19. Grafik data pH air PDAM Tanjung Raya

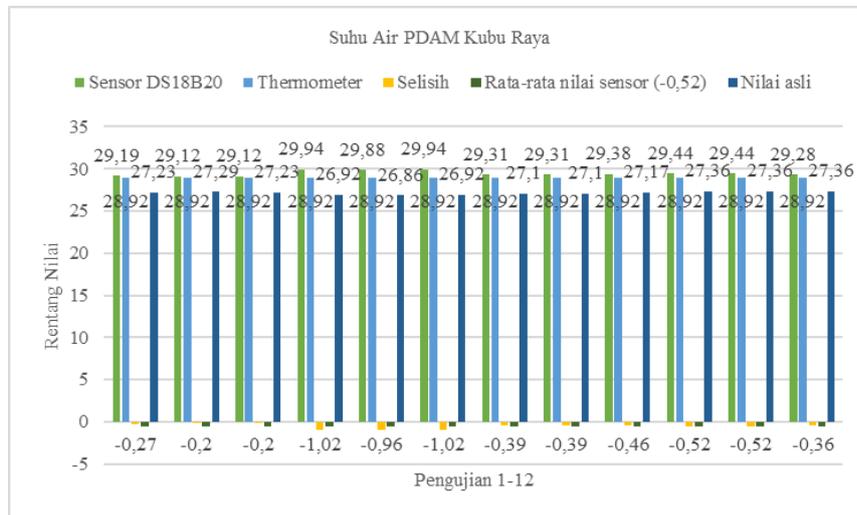
Pembacaan pH air diuji dengan membandingkan hasil sensor pH analog versi 2 dengan hasil pH meter. Percobaan ini dilakukan dua belas kali. Dalam pengujian ini, terdapat hasil error dalam pembacaan sensor pada masing-masing sumber air. Rata-rata error pembacaan untuk sampel air yang berasal dari Air Bukit Kelam adalah 0,70% dengan nilai aslinya yang sebesar 6,60%. Sementara itu, sampel Air PDAM Kubu Raya memiliki rata-rata error pembacaan sebesar 0,93% dengan nilai aslinya yang juga sebesar 6,59%. Selain itu, sampel Air PDAM Tanjung Raya juga mengalami error pembacaan dengan rata-rata sebesar 0,81% dengan nilai aslinya yang sama, yaitu 6,60%. Berdasarkan hasil pengujian dan pembacaan sensor tersebut, Air PDAM Kubu Raya memperoleh nilai pH yang baik dengan nilai pH rata-rata sebesar 6,59.

3.4. Pengujian Sensor Suhu (DS18B20)

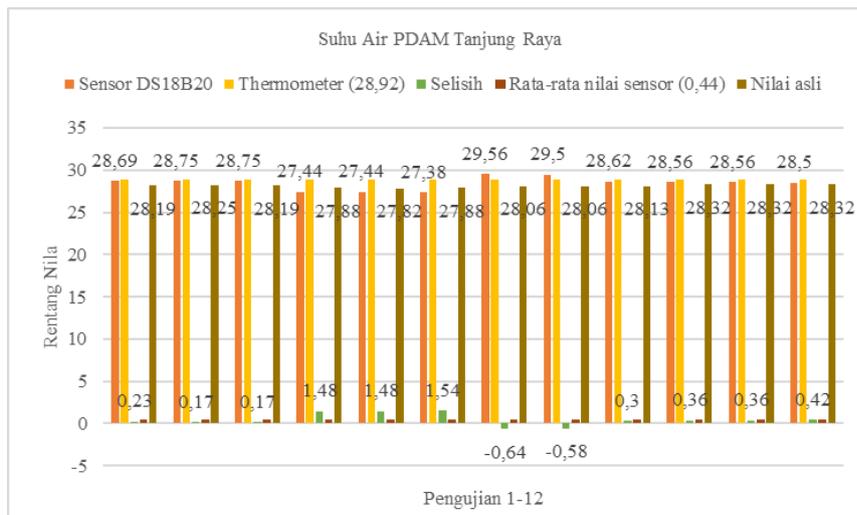
Pengujian sensor merupakan tahap kalibrasi atau modifikasi data instrumen yang dikembangkan sesuai dengan alat dan standar yang telah ditetapkan untuk mengukur kualitas air, termasuk kekeruhan, pH, dan suhu. Temuan uji dalam seluruh sensor bisa diamati di Gambar 20 - Gambar 22.



Gambar 20. Grafik data suhu air Bukit Kelam



Gambar 21. Grafik data suhu air PDAM Kubu Raya



Gambar 22. Grafik data suhu air PDAM Tanjung Raya

Sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu air dalam satuan derajat celsius. Untuk mengetahui kemampuan sensor DS18B20 dalam pengukuran suhu dilakukan pengujian dengan perbandingan adalah thermometer digital. Pengujian dilakukan dengan mencelupkan sensor DS18B20 dan thermometer digital dalam air yang sama. Dalam hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 12 kali, ditemukan bahwa terdapat error rata-rata pembacaan sebesar 1,24% dengan nilai aslinya pada sampel air yang berasal dari Air Bukit Kelam, dengan pembacaan suhu rata-rata sebesar 28,91°C. Sementara itu, sampel Air PDAM Kubu Raya memiliki rata-rata error pembacaan sebesar 0,52% dengan nilai aslinya yang sebesar 27,15°C. Selain itu, sampel Air PDAM Tanjung Raya juga mengalami error pembacaan dengan rata-rata sebesar 0,44% dari nilai aslinya yang sebesar 28,11°C. Berdasarkan hasil pengujian dan pembacaan sensor tersebut, Air PDAM Kubu Raya memperoleh kualitas yang baik dengan rata-rata nilai suhu sebesar 27,15°C.

4. Kesimpulan

Perancangan sistem monitoring kualitas air minum dan aplikasi berbasis web secara efektif menampilkan nilai monitoring dan timestamp yang dihasilkan oleh masing-masing sensor. Temuan uji sensor pH air, suhu air, kekeruhan, kelembaban, dan suhu menjabarkan capaian yang positif dan memberikan informasi tentang status dan deskripsi masing-masing sampel air. Dari pengujian keseluruhan sistem diperoleh temuan bahwa sistem bisa beroperasi secara optimal dimana pengukuran suhu air, tingkat kekeruhan air, dan pH air yang dilakukan secara bersamaan. Berdasarkan hasil tabel yang disajikan, seluruh sampel air menunjukkan kualitas yang memenuhi standar, karena tidak terdapat nilai kekeruhan yang melebihi 5 NTU, nilai pH masih berada pada level tujuh yang termasuk dalam kategori netral, dan suhu air yang tercatat adalah sebesar 27,15°C.

Referensi

- [1] Rido Simbolon, "Pengembangan Kawasan Wisata di Sungai Kapuas Kota Pontianak," pp. 1–26, 2019.
- [2] R. Online, "82 Persen Sungai di Indonesia Tercemar dan Kritis," *Republika Online*. <https://news.republika.co.id/berita/nasional/umum/19/03/22/porsc1383-82-persen-sungai-di-indonesia-tercemar-dan-kritis>
- [3] V. Lakshmikantha, A. Hiriyannagowda, A. Manjunath, A. Patted, J. Basavaiah, and A. A. Anthony, "IoT based smart water quality monitoring system," *Glob. Transitions Proc.*, vol. 2, no. 2, pp. 181–186, 2021, doi: 10.1016/j.gltp.2021.08.062.
- [4] F. Febrianti, S. Adi Wibowo, and N. Vendyansyah, "Implementasi IoT (Internet of Things) Monitoring Kualitas Air dan Sistem Administrasi Pada Pengelola Air Bersih Skala Kecil," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 1, pp. 171–178, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3249.
- [5] B. G. Ramadhan, A. T. Hanuranto, and R. Mayasari, "Perancangan Dan Implementasi Web Server Untuk Pemantauan Peternakan Ayam Berbasis Iot," *e-Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 3897–3907, 2020.
- [6] D. A. S. & E. S. Sigit Wasista, Setiawardhana, "Sigit Wasista, Setiawardhana, Delima Ayu Saraswati & Eko Susanto," in *Buku Aplikasi Internet Of Things (IoT) Dengan ARDUINO Dan ANDROID "Membangun Smart Home Dan Smart Robot Berbasis Arduino Dan Android."* DEEPUBLISH, 2019, p. 1.
- [7] K. Dharma Yasa, I. G. N. Janardana, and I. N. Budiastara, "Rancang Bangun Siste, Monitoring Nilai pH dan Kadar Kekeruhan Air Pada Kolam Ternak Kodok Lembu Berbasis IoT," *J. SPEKTRUM*, vol. 7, no. 2, p. 29, 2020, doi: 10.24843/spektrum.2020.v07.i02.p5.
- [8] R. Saputra, S. R. Henim, and A. Trisnadoli, "Pengembangan Sistem Informasi Akuntansi Kios Ikan Laut berbasis Web dan Mobile," *J. Appl. Comput. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 186–192, 2022, doi: 10.52158/jacost.v3i2.361.
- [9] R. H. Hardyanto, "Konsep Internet Of Things Pada Pembelajaran Berbasis Web," *J. Din.*

- Inform., vol. 6, no. 1, pp. 87–97, 2017.
- [10] Permenkes, “Permenkes No. 492 tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.” pp. 1–9, 2010.
- [11] R. Daniel, “Rancang Bangun Alat Monitoring Kelembaban, PH Tanah dan Pompa Otomatis Berbasis Arduino,” *J. Appl. Comput. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 208–212, 2022, doi: 10.52158/jacost.v3i2.384.