

Sistem pemantauan kualitas air real-time berbasis IoT di instalasi pengolahan air (WTP)

¹Nadiyahul Hasanah Hsb, ²Isela Amanda, ³Antika Apriliya, ⁴Imam Akbar

Email : ^{1,2,3,4}hasanahnadiyahulz@gmail.com, sellaamandazoo@gmail.com, antikaapriyia@gmail.com, imamakbarprasetyoo6@gmail.com

Teknologi Informasi, Sanis dan Teknologi dan Universitas Labuhanbatu

ABSTRAK

Ketersediaan air bersih yang aman merupakan hal mendasar bagi kesehatan dan kesejahteraan manusia, namun isu yang berkembang sumber air alami semakin terkontaminasi oleh berbagai polutan terutama di area pertambangan. Sumber air di pertambangan berasal dari air hujan dan ditampung pada danau bekas aktivitas pertambangan, sehingga kondisi air cenderung keruh dan banyak mengandung zat-zat kimia berbahaya. World Health Organization (WHO) dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 2 tahun 2023 menyatakan bahwa air bersih yang layak digunakan untuk MCK adalah air yang tidak keruh, tidak berwarna, suhu antara 15 - 35 °C, bebas dari bahan kimia atau dengan pH antara 6,5 - 9, dan Total Dissolved Solids (TDS) air tidak lebih dari 1000 ppm. Tujuan penelitian ini yakni menyediakan monitoring kualitas air pada Water Treatment Plant (WTP) di area pertambangan batubara berbasis Internet of Things (IoT). Produk IoT yang dibuat yaitu sistem monitoring kualitas air memiliki beberapa keunggulan utama sistem ini dapat memantau pH air, TDS air, suhu air, dan kekeruhan air, serta menampilkan data secara real-time di website monitoring. Pada website tersebut, data sensor ditampilkan dalam bentuk chart, memungkinkan pengguna untuk memantau perubahan data secara signifikan. Selain itu, terdapat fitur ekspor ke excel yang memudahkan para teknisi WTP dalam membuat laporan. Teknik pengujian alat dilakukan dengan menggunakan 15 sampel air, hasilnya sensor pH memiliki tingkat akurasi sebesar 97.93%, sensor TDS memiliki tingkat akurasi sebesar 99%, sensor suhu

ARTICLE INFO

Article History:

Received
Revised
Accepted
Available online

Kata Kunci:

pertambangan, monitoring air, kualitas air, website

memiliki tingkat akurasi sebesar 98.58%, dan sensor kekeruhan menunjukkan nilai yang sesuai dengan sampel air yang digunakan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem IoT yang dibuat efektif dalam memantau parameter penting seperti pH, TDS, suhu, dan kekeruhan air secara real-time, yang dapat meningkatkan efisiensi operasional di WTP dan membantu para teknisi dalam memonitoring WTP yang sebelumnya dilakukan secara manual.

© Journal Computer Science and Information Technology(JCoInT)

1. PENDAHULUAN

Water Treatment Plant atau tempat pengolahan air merupakan fasilitas yang melakukan proses peningkatan kualitas air untuk penggunaan akhir tertentu[1].492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.Pemantauan kualitas air hanya dilakukan secara fisik dengan memeriksa parameter seperti warna,bau,rasa,dan kekeruhan[2].Akibat pemantauan fisik tersebut menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi dan merespons perubahan kualitas air secara cepat.Frekuensi pencatatan yang tidak menentu dapat menciptakan ketidakpastian terkait kualitas air.Oleh karena itu,diusulkan pembuatan prototipesistem pengukuran dan monitoringkualitas air baku secara real-time dengan menggunakan teknologi Internet of Things.Dengan demikian,tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan suatu sistem pengukuran dan monitoringkualitas air baku olahan di WTP berbasis IoT. Namun isu yang berkembang sumber air alami semakin terkontaminasi oleh berbagai polutan terutama di area pertambangan. Sumber air di pertambangan berasal dari air hujan dan ditampung pada danau bekas aktivitas pertambangan. Kondisi air di lingkungan pertambangan belum layak digunakan, kondisi air cenderung keruh dan banyak mengandung zat-zat kimia berbahaya dikarenakan ditampung pada danau bekas dari aktivitas pertambangan batubara. World Health Organization (WHO) dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 2 tahun 2023 menyatakan bahwa air bersih yang layak digunakan untuk MCK adalah air yang tidak keruh, tidak berwarna, suhu antara 15 - 35 °C, bebas dari bahan kimia atau dengan pH antara 6,5 - 9, dan Total Dissolved Solids (TDS) air tidak lebih dari 1000 ppm [3].

Tujuan penelitian ini yakni menyediakan monitoring kualitas air [4] pada Water Treatment Plant (WTP) di area pertambangan batubara berbasis Internet of

Things (IoT). WTP adalah sistem yang dirancang untuk menghilangkan kontaminasi dari air yang bertujuan untuk mencapai tingkat kualitas air yang siap digunakan untuk MCK [5]. Air pada WTP berasal dari air hujan dan ditampung di danau lokal yang merupakan bekas dari aktivitas pertambangan batubara. Oleh karena itu sebelum digunakan, air tersebut harus diolah dahulu agar dapat memberikan kualitas air yang sesuai dengan standar mutu dan siap digunakan. Berdasarkan latarbelakang masalah di atas, maka diperlukan adanya teknologi Internet of Things (IoT) untuk menyelesaikan masalah tersebut. Sistem IoT yang dibuat adalah sistem monitoring kualitas air menggunakan sensor pH [6], sensor TDS, sensor suhu (DS18B20) [7] dan sensor turbidity (kekeruhan) [8][9]. Produk IoT yang dibuat memiliki beberapa keunggulan utama. Sistem ini dapat memantau pH air, TDS air, suhu air, dan kekeruhan air, serta menampilkan data secara real-time di website monitoring. Pada website tersebut, data sensor juga ditampilkan dalam bentuk chart, memungkinkan pengguna untuk memantau perubahan data secara signifikan. Selain itu, terdapat fitur ekspor ke excel yang memudahkan para teknisi WTP dalam membuat laporan. Dengan adanya alat tersebut maka teknisi WTP yang sebelumnya melakukan monitoring secara manual, kini monitoring WTP dapat dilakukan secara jarak jauh melalui website monitoring.

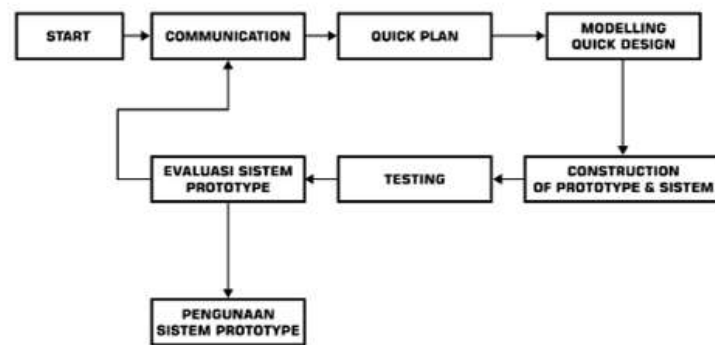
2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Pengembangan Sistem Metode

Pengembangan sistem yang digunakan adalah metode prototyping sebagai model pengembangan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT ini. Tahapan-tahapan dari metode pengembangan sistem prototyping sebagai berikut:

- a. *Communication*, langkah pertama dalam metode ini adalah melakukan komunikasi yaitu wawancara kepada pihak-pihak yang terkait untuk menentukan kebutuhan apa saja yang digunakan untuk membuat sistem ini, mulai dari hardware dan software. Wawancara dilakukan dengan pihak dari perusahaan pertambangan yang berlokasi di Kalimantan, Indonesia.
- b. *Quick Plan*, pada tahap ini melakukan perencanaan perancangan dari sistem yang akan dibuat yaitu menentukan tujuan dari prototype yang dibuat, identifikasi kebutuhan sistem dan menyusun jadwal. Kemudian melakukan identifikasi sistem dan membuat jadwal penelitian yang bertujuan agar kegiatan yang dilakukan peneliti lebih terstruktur.
- c. *Modelling Quick Design*, yaitu tahapan dimana dibuat sebuah desain rangkaian komponen untuk sistem monitoring kualitas air berbasis web, melakukan desain alat, skema rangkaian dan website monitoring dengan menggunakan figma.

- d. *Construction of Prototype and System*, yaitu tahapan yang dilakukan untuk mulai membangun rancangan prototype dengan melakukan perakitan komponen-komponen hardware, software untuk sistem yang dibuat dan pembuatan dashboard website menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL. Pada tahap ini mulai dilakukan perakitan komponen dan membuat produk prototipenya serta membangun website monitoring dan mengkoneksikan dengan alat tersebut.
- e. *Testing dan Evaluasi Prototype*, yaitu melakukan pengujian terhadap prototype yang telah dirancang, kemudian dilakukan evaluasi apakah sistem tersebut sudah berjalan sesuai dengan yang dibutuhkan. Pada tahap ini melakukan testing terhadap alat apakah sudah berjalan dengan baik dan tertampil di website monitoring secara realtime. Pada Gambar 1 merupakan urutan dari metode prototyping yang dilakukan peneliti.

Gambar 1. Tahapan Metode *Prototyping*

2.2. Metode Pengumpulan Data

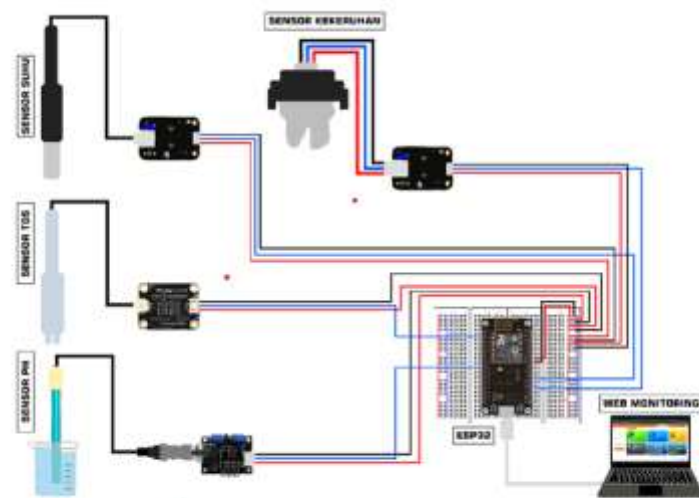
Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam mendukung pembuatan sistem monitoring ini antara lain:

- a. Metode Wawancara Metode wawancara dilakukan dengan cara melakukan wawancara terkait alat yang dibuat kepada pihak perusahaan pertambangan yang berlokasi di Kalimantan, Indonesia yang bertujuan untuk mengetahui apa saja komponen yang dibutuhkan dalam membuat prototype sistem monitoring kualitas air ini.
- b. Metode Observasi Metode observasi melibatkan pengumpulan data dengan mengamati dan mencatat perilaku atau kejadian yang diamati secara langsung. Observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung di perusahaan pertambangan.

2.3. Skema Rangkaian Desain Prototype

Desain Prototype yang dibuat berfungsi sebagai media yang memudahkan dalam melakukan perakitan komponen. Tampilan desain prototype pada Gambar 2

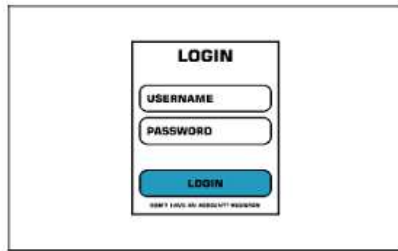
menampilkan wiring komponen komponen saling terhubung. Sensor pH terhubung dengan esp32 dimana pin VCC sensor pH terhubung 3.3V esp32, pin GND terhubung dengan pin GND esp32 dan pin Po terhubung dengan pin 35 esp32 untuk membaca nilai sensor. Sensor TDS, pin VCC sensor TDS terhubung ke 3.3V esp32, pin GND sensor TDS terhubung ke pin GND esp32 dan pin output TDS ke pin 33 esp32. Sensor suhu, pin VCC sensor terhubung ke 3.3V esp32, pin GND sensor terhubung ke pin GND esp32 dan pin output sensor suhu terhubung ke pin 14 esp32. Selanjutnya untuk sensor kekeruhan, pin VCC terhubung dengan 3.3V esp32, pin GND terhubung dengan pin GND esp32 dan pin output terhubung ke pin 34 esp32. Kemudian data dari 4 sensor tersebut akan diproses oleh esp32 dan selanjutnya akan dikirimkan ke server database dengan menggunakan modul Wi-Fi esp32 [10]. Setelah itu, data sensor akan disimpan di database dan website yang sudah terintegrasi oleh database tersebut dapat mengambil data sensor untuk ditampilkan pada website monitoring secara realtime [11].



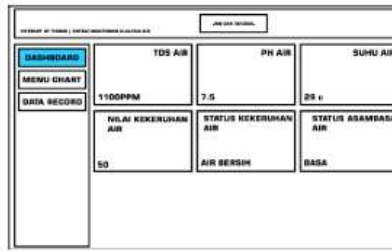
Gambar 2. Skema Rangkaian Desain Prototype

2.4. Desain Website Monitoring

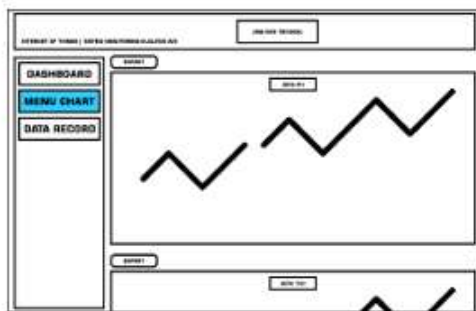
Desain Website Monitoring yang dibuat bertujuan untuk mempermudah dalam membuat website dan juga tujuan dibuatnya website ini untuk mempermudah para teknisi dalam memonitor WTP. Di mana dalam website monitoring terdapat fitur login dengan username dan password yang disajikan pada Gambar 3 dan pada dashboard website menampilkan data TDS air, pH air, suhu air, nilai kekeruhan air, status kekeruhan air dan status asam basa air disajikan pada Gambar 4. Selain itu, data dari sensor juga dapat ditampilkan dalam bentuk chart dan dapat diekspor dalam bentuk excel yang disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6 merupakan tampilan menu data record.



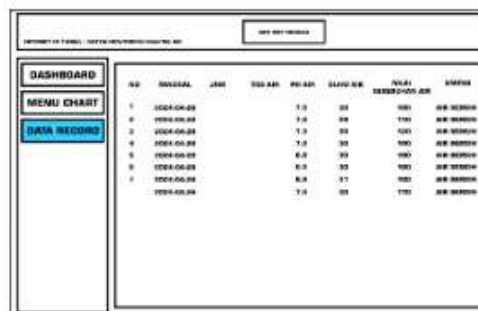
Gambar 3. Desain Halaman Login Website



Gambar 4. Desain Dashboard Website



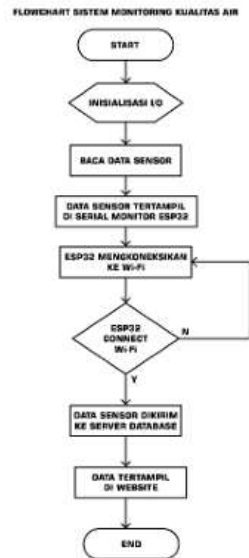
Gambar 5. Desain Menu Chart



Gambar 6. Menu Data Record

2.5. Flowchart Sistem

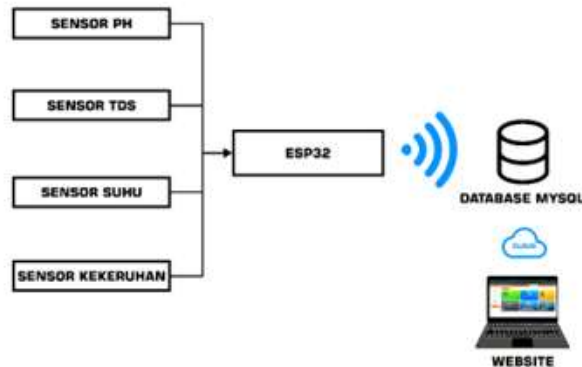
Flowchart sistem merupakan alur dari cara kerja sistem yang dibuat dan keputusan keputusan yang memungkinkan. Penjelasan flowchart sistem ini disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Flowchart Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah alat monitoring air yang digunakan untuk membaca pH air (tingkat asam basa), TDS air (jumlah partikel yang terlarut), suhu air dan tingkat kekeruhan air. Selain itu, data dari sensor juga akan disimpan di database dan ditampilkan dalam website monitoring secara realtime yang bertujuan untuk membantu para teknisi untuk memonitoring WTP. Gambar 8 menampilkan blok diagram cara kerja dari sistem monitoring ini.



Gambar 8. Blok Diagram Cara Kerja

3.1 Pengujian Akurasi Sensor dan Kalibrasi Sensor

Pengujian akurasi sensor bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor yang digunakan, dan jika hasil akurasi sensor memiliki nilai error terlalu tinggi, maka dilakukan kalibrasi yang bertujuan untuk menyesuaikan antara keluaran data sensor dengan data yang sebenarnya. Teknik pengujian dilakukan dengan membandingkan keluaran nilai sensor dengan nilai standar kalibrasi dan menghitung presentase error sensor. Kalibrasi sensor pH dilakukan dengan menggunakan pH buffer powder [12], sensor TDS dilakukan kalibrasi dengan cairan TDS Calibration yang sudah diketahui nilai TDS nya [13], sensor suhu dilakukan kalibrasi dengan thermometer digital suhu cairan dan menggunakan 5 sampel air, sedangkan untuk sensor kekeruhan dilakukan kalibrasi dengan menggunakan 7 sampel air dengan nilai NTU yang bervariasi [14]. Hasil pengujian akurasi sensor pH setelah dikalibrasi disajikan pada Tabel 1, pengujian akurasi sensor TDS disajikan pada Tabel 2, pengujian akurasi sensor suhu disajikan pada Tabel 3 dan pengujian akurasi sensor kekeruhan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 1. Pengujian Sensor pH

No.	Sensor pH	pH Buffer Powder	Selisih	Presentase Error (%)
1	4.05	4.01	0.04	0.99%
2	4.13	4.01	0.12	2.97%
3	4.02	4.01	0.01	0.24%
4	3.95	4.01	0.06	1.49%
5	6.93	6.86	0.07	1.02%
6	7.00	6.86	0.14	2.04%
7	6.73	6.86	0.13	1.89%
8	6.79	6.86	0.07	1.02%
9	9.46	9.18	0.28	3.05%
10	9.33	9.18	0.15	1.63%
11	8.82	9.18	0.36	3.92%
12	8.75	9.18	0.43	4.68%
Rata - rata				2.07%
Presentase Akurasi Sensor pH				97.93%

Tabel 2. Pengujian Sensor TDS

No.	Sensor TDS	TDS Calibration	Selisih	Presentase Error (%)
1	1513ppm	1515ppm (Suhu 30°C)	2	0.13%
2	1535ppm	1515ppm (Suhu 30°C)	20	1.32%
3	1533ppm	1515ppm (Suhu 30°C)	18	1.18%
4	1525ppm	1515ppm (Suhu 30°C)	10	0.66%
5	1541ppm	1515ppm (Suhu 30°C)	26	1.71%
Rata - rata				1%
Presentase Akurasi Sensor				99%

Tabel 3. Pengujian Sensor Suhu

No.	Sample Air	Sensor Suhu	Termometer Cairan	Selisih	Presentase Error (%)
1	Air Minum	28.2°C	27.7°C	0.5	1.8%
2	Air Sumur	28.8°C	28.3°C	0.5	1.8%
3	Air Es	16.2°C	16.0°C	0.2	1.2%
4	Air Sirup	25.8°C	25.5°C	0.3	1.1%
5	Air Detergen	30.7°C	30.5°C	0.2	1.2%
Rata - rata					1.42%
Presentase Akurasi Sensor					98.58%

Tabel 4. Pengujian Sensor *Turbidity*

No.	Sampel Air	Nilai Sensor <i>Turbidity</i>	Kesimpulan
1	Air Minum	110	Air Bersih
2	Air Sumur	107	Air Bersih
3	Air Tepung	42	Air Keruh
4	Air Teh	89	Air Keruh
5	Air Kopi	20	Air Kotor
6	Air Tanah	8	Air Kotor
7	Air Semen	5	Air Kotor

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring kualitas air yang dikembangkan ini menjamin kualitas air bersih, yang merupakan kebutuhan utama bagi manusia, terutama di lingkungan pertambangan batubara. Selain itu, dengan adanya sistem ini juga menjadi solusi signifikan bagi para teknisi Water Treatment Plant (WTP). Sebelumnya, monitoring dilakukan secara manual, tetapi sekarang dapat dilakukan secara remote melalui website monitoring. Melalui sistem ini, data penting seperti pH air, TDS air, suhu air, kekeruhan air, serta status kekeruhan dan asam basa air dapat dipantau dengan mudah melalui website monitoring. Fitur ekspor data ke excel juga memudahkan teknisi dalam membuat laporan berdasarkan data yang terkumpul. Selain itu, adanya fitur login untuk username dan password meningkatkan privasi akses pengguna terhadap informasi yang tersedia dalam sistem. Dalam analisis sistem ini, juga terdapat beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah ketidakstabilan koneksi internet yang dapat memengaruhi keandalan pemantauan secara real-time. Selain itu, sensor-sensor yang digunakan juga perlu dilakukan perawatan secara rutin yaitu dengan membersihkannya agar pembacaan dari sensor tetap optimal. Dari pengujian yang dilakukan terhadap alat monitoring kualitas air ini menunjukkan bahwa sensor pH memiliki tingkat akurasi 97.93%, sensor TDS memiliki tingkat akurasi 99%, sensor suhu memiliki tingkat akurasi 98.58% dan sensor kekeruhan menunjukkan nilai sesuai dengan sample air yang dipakai. Hasil pengujian alat dilakukan dengan menggunakan 15 sampel air yang memiliki pH, TDS, suhu dan nilai kekeruhan bervariasi dan hasilnya sesuai dengan tampilan website monitoring. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, beberapa saran yang dapat digunakan untuk perbaikan penelitian selanjutnya. Pertama, sistem ini menggunakan empat sensor yang harus dikalibrasi secara rutin untuk meningkatkan akurasi pengukuran kualitas air. Selain itu, penambahan fitur notifikasi otomatis berbasis SMS atau aplikasi mobile dapat membantu memberikan peringatan dini kepada pihak berwenang tentang perubahan signifikan dalam kualitas air.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. P. E. W. E. V. Veber, N. Yulistio, dan Q. Fitriyah, "Water Treatment," *Electrical Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 31–37, 2021.
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*, Jakarta: Kemenkes RI, 2010.
- [3] R. Aini, S. Suhartini, dan I. Gunawan, "Website Monitoring Penggunaan Air PDAM (e-Water) Berbasis Internet of Things," *Jurnal Pengembangan Rekayasa Informatika dan Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 129–141, 2023.
- [4] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023*, Jakarta: Kemenkes RI, 2023.
- [5] M. Mursalin dan A. Rahmadi, "Sistem Monitoring Kualitas Air Mandi Menggunakan Mikrokontrol Berbasis Arduino pada Panti Asuhan Muhammadiyah Sintang," *Community Development Journal*, vol. 4, no. 5, pp. 10574–10580, 2023.
- [6] R. Priyatna, F. M. S. Nursuwars, dan A. Andang, "Model Sistem Otomatis Water Treatment Plant Menggunakan PLC Berbasis Wireless," *Journal of Energy and Electrical Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 12–18, 2021.
- [7] D. A. Susilo, J. Maulindar, dan M. E. Yuliana, "Perancangan Alat Monitoring Kualitas Air Kolam Ikan Lele Berbasis Internet of Things," *Innovative: Journal of Social Science Research*, vol. 3, no. 2, pp. 4703–4711, 2023.
- [8] H. Jatnika *et al.*, "Monitoring Kualitas Air Berbasis Smart System untuk Ketersediaan Air Bersih Desa Ciaruteun Ilir," *PETIR (Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika)*, vol. 14, no. 2, pp. 181–192, 2021.
- [9] N. Nurhalim *et al.*, "Pembuatan Alat Pemantauan Kualitas Air Sungai di Kelurahan Tirta Siak, Kota Pekanbaru," *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI*, vol. 5, no. 2, pp. 166–172, 2021.
- [10] T. Rikanto dan A. Witanti, "Sistem Monitoring Kualitas Kekeruhan Air Berbasis Internet of Things," *Jurnal Fasilkom*, vol. 11, no. 2, pp. 87–90, 2021.
- [11] Ariyanto, "Monitoring Suhu Box Panel dan Voltase Pengisian Baterai pada Base Transceiver Station Berbasis IoT," *G-Tech Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 8, no. 1, pp. 444–452, 2024.

- [12] T. Widodo *et al.*, “Sistem Kendali Proporsional Kualitas Air berupa pH dan Suhu pada Budidaya Ikan Lele Berbasis IoT,” *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, vol. 9, no. 1, pp. 59–66, 2023.
- [13] M. Muslimin, K. Karim, dan T. W. T. Winarsih, “Perancangan Alat Ukur pH Digital Berbasis Mikrokontroler ATmega32u4 Menggunakan Sensor pH Meter V1.1,” *Jurnal Natural*, vol. 18, no. 1, pp. 36–44, 2022.
- [14] B. Reforma, A. Ma’arif, dan S. Sunardi, “Alat Pengukur Kualitas Air Bersih Berdasarkan Tingkat Kekeruhan dan Jumlah Padatan Terlarut,” *Jurnal Teknologi Elektro Universitas Mercu Buana*, vol. 13, no. 2, pp. 66–73, 2022.
- [15] F. R. Rahman *et al.*, “Otomasi Proses Pengaturan Kualitas pH dan Kekeruhan Air untuk Water Cooling Furnace,” vol. 7, no. 4, pp. 224–230, 2022.
- [16] D. Rusmana, “Rancang Bangun Pengaman Sistem Login Menggunakan Metode Captcha,” *Incomtech*, vol. 10, no. 1, pp. 46–52, 2021.