
Monitoring Kualitas Air Kolam Pemandian Berbasis IoT Menggunakan Firebase dan Google Colab

Ahmad Rian Afandi^{*1}, Farihin Lazim², Hermanto³

Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ibrahimy

Email: ^{*1}ahmadrianafandi121@gmail.com, ²farihinlazim9@gmail.com, ³otnamreh54@gmail.com

(Naskah masuk: 1 Juni 2026, diterima untuk diterbitkan: 2 Juli 2026)

Abstrak: Kualitas air kolam pemandian perlu dipantau secara berkala karena berkaitan dengan kenyamanan dan kesehatan pengunjung. Pemantauan manual pada Waterpark Kangean masih memiliki keterbatasan karena belum menyediakan data real-time dan riwayat pengukuran yang terdokumentasi otomatis. Penelitian ini bertujuan merancang prototipe sistem monitoring kualitas air kolam pemandian berbasis Internet of Things (IoT) dengan integrasi Firebase Realtime Database dan Google Colab. Sistem menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor pH, sensor suhu DS18B20, dan sensor kekeruhan. Data sensor dikirim ke Firebase, ditampilkan pada dashboard web, dan dianalisis melalui Google Colab menggunakan Python. Hasil pengujian fungsional menunjukkan tingkat keberhasilan pengiriman data sebesar 100% dengan waktu respons rata-rata kurang dari 2 detik. Sistem berhasil mengirim, menyimpan, menampilkan, dan mengolah 1.235 data pengukuran. Berdasarkan spesifikasi datasheet, sensor DS18B20 memiliki akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, namun pada pengujian ini ditemukan anomali pembacaan -127°C yang mengindikasikan gangguan pada koneksi hardware, bukan kesalahan akurasi sensor. Sebagai prototipe awal, sistem ini berfokus pada keberhasilan integrasi dan fungsionalitas, sehingga kalibrasi sensor dan validasi menggunakan alat ukur standar menjadi rekomendasi untuk pengembangan berikutnya.

Kata Kunci – Internet of Things; Firebase; Google Colab; Kualitas Air; Monitoring; Prototipe

IoT-Based Swimming Pool Water Quality Monitoring Using Firebase and Google Colab

Abstract: Bathing pool water quality needs to be monitored periodically because it is related to visitor comfort and health. Manual monitoring at Waterpark Kangean still has limitations because it does not provide real-time data or automatically documented measurement history. This study aims to design a prototype of an Internet of Things (IoT)-based bathing pool water quality monitoring system integrated with Firebase Realtime Database and Google Colab. The system uses ESP32 as the microcontroller, a pH sensor, a DS18B20 temperature sensor, and a turbidity sensor. Sensor data are sent to Firebase, displayed on a web dashboard, and analyzed through Google Colab using Python. Functional testing results showed a data transmission success rate of 100% with an average response time of less than 2 seconds. The system successfully transmitted, stored, displayed, and processed 1,235 measurement records. Based on the datasheet specifications, the DS18B20 sensor has an accuracy of $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$; however, a reading anomaly of -127°C was found during testing, indicating a hardware connection issue rather than sensor accuracy error. As an initial prototype, this system focuses on integration and functionality; therefore, sensor calibration and validation using standard measurement instruments are recommended for future development.

Keywords – Internet of Things; Firebase; Google Colab; Water Quality; Monitoring; Prototype

1. PENDAHULUAN

Waterpark Kangean merupakan salah satu objek wisata air di Desa Kalinganyar, Kecamatan Arjasa, Pulau Kangean, Kabupaten Sumenep. Sebagai sarana rekreasi keluarga, kualitas air kolam menjadi faktor penting yang berkaitan langsung dengan keamanan, kenyamanan, dan kepercayaan pengunjung. Air kolam yang tidak terkontrol dapat menimbulkan gangguan seperti iritasi kulit, iritasi mata, bau tidak sedap, dan penurunan citra fasilitas wisata. Oleh karena itu, pemantauan parameter air perlu dilakukan secara terukur dan berkelanjutan [1][2].

Pemantauan kualitas air yang berjalan masih dilakukan secara manual oleh petugas. Pemeriksaan manual umumnya mengandalkan pengamatan visual atau pengecekan pada waktu

tertentu sehingga perubahan kualitas air tidak selalu terdeteksi secara cepat. Selain itu, data hasil pengecekan belum tersimpan secara digital, sehingga pengelola sulit melihat riwayat perubahan kualitas air dari waktu ke waktu. Kondisi ini menunjukkan perlunya sistem monitoring yang mampu menyimpan data secara otomatis dan dapat diakses kembali untuk evaluasi [1]-[3].

Internet of Things (IoT) dapat digunakan untuk mengatasi keterbatasan tersebut karena memungkinkan sensor membaca kondisi air secara otomatis dan mengirimkan data melalui jaringan internet. Pada penelitian ini, parameter yang dipantau meliputi pH, suhu, dan kekeruhan. Sensor pH digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan air, sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu, sedangkan sensor turbidity digunakan untuk mengetahui tingkat kekeruhan air [3]-[7].

Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa sistem monitoring kualitas air berbasis IoT dapat dibangun menggunakan mikrokontroler dan platform cloud. Putra dan Rosano memanfaatkan platform Blynk dan Google Sheet untuk monitoring kualitas air secara real-time, di mana Blynk menyediakan antarmuka mobile yang mudah digunakan namun terbatas pada visualisasi sederhana [8]. Khaerudin menggunakan ESP32 dan Firebase Realtime Database untuk pemantauan kualitas air, membuktikan bahwa Firebase mampu menyimpan dan mengirimkan data sensor dengan latensi rendah [9]. Penelitian Smart Comp oleh Kuswanto dkk. juga menunjukkan bahwa ESP32 dapat digunakan pada sistem IoT berbasis sensor dengan performa yang andal [10]. Dibandingkan dengan pendekatan berbasis Blynk yang lebih cocok untuk visualisasi real-time sederhana, integrasi Firebase dengan Google Colab memberikan keunggulan dalam hal penyimpanan data historis dan kemampuan analisis lanjutan menggunakan Python. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengintegrasikan ESP32, Firebase Realtime Database, dashboard monitoring, dan Google Colab agar data kualitas air dapat dipantau sekaligus dianalisis secara digital.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem monitoring kualitas air kolam pemandian berbasis IoT, mengintegrasikan data sensor dengan Firebase Realtime Database, serta melakukan analisis dan visualisasi data menggunakan Google Colab. Fokus utama penelitian ini adalah pada keberhasilan aliran data end-to-end (sensor → ESP32 → Firebase → dashboard → Google Colab) dan fungsionalitas integrasi antar komponen, bukan pada validasi akurasi sensor terhadap alat ukur standar. Kontribusi utama penelitian ini adalah tersedianya rancangan sistem yang tidak hanya menampilkan kondisi air secara real-time, tetapi juga menyimpan data historis sebagai dasar evaluasi pengelolaan kualitas air. Penelitian ini berada pada tahap prototipe untuk membuktikan konsep integrasi IoT.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem model Waterfall. Model Waterfall dipilih karena kebutuhan sistem telah terdefinisi sejak awal, pengembangan dilakukan secara bertahap dan terstruktur, serta setiap tahapan harus diselesaikan sebelum masuk ke tahapan berikutnya. Tahapan model Waterfall yang diterapkan meliputi: (1) analisis kebutuhan, yaitu mengidentifikasi kebutuhan sistem monitoring berbasis IoT melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pengelola Waterpark Kangean; (2) perancangan sistem, yaitu merancang arsitektur perangkat keras dan perangkat lunak termasuk skema koneksi sensor, ESP32, Firebase, dashboard, dan Google Colab; (3) implementasi, yaitu membangun perangkat keras dan menulis kode program untuk setiap komponen sistem; (4) pengujian integrasi, yaitu menguji fungsionalitas setiap komponen dan alur kerja sistem secara keseluruhan; serta (5) evaluasi, yaitu menganalisis hasil pengujian dan mengidentifikasi keterbatasan sistem untuk perbaikan ke depan. Metode pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, studi literatur, dan pengujian sistem secara langsung [11].

2.1. Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem terdiri atas sensor pH, sensor suhu DS18B20, sensor kekeruhan, mikrokontroler ESP32, Firebase Realtime Database, dashboard monitoring, dan Google Colab. Sensor membaca parameter kualitas air, kemudian ESP32 memproses data dan mengirimkannya ke

Firestore melalui jaringan internet. Data yang tersimpan pada Firestore digunakan sebagai sumber data dashboard dan sebagai dataset untuk analisis di Google Colab. [4]-[13].

Tabel 1. Komponen sistem monitoring kualitas air

Komponen	Fungsi	Keterangan
ESP32	Pengendali utama dan koneksi WiFi	Mengolah data sensor dan mengirimkan data ke Firestore
Sensor pH	Membaca tingkat asam/basa air	Menentukan status pH asam, normal, atau basa
DS18B20	Membaca suhu air	Menghasilkan data suhu dalam derajat Celsius
Sensor kekeruhan	Membaca tingkat kekeruhan air	Menghasilkan nilai NTU dan status kejernihan
Firestore Realtime Database	Penyimpanan data real-time	Menyimpan data sensor dalam struktur JSON
Google Colab	Analisis dan visualisasi data	Mengambil data dari Firestore menggunakan Python
Dashboard web	Antarmuka monitoring	Menampilkan nilai terbaru, status koneksi, status air, dan grafik parameter

2.2. Alur Kerja Sistem

ESP32 melakukan inisialisasi sensor pH, sensor suhu DS18B20, sensor kekeruhan, dan koneksi WiFi. Sensor membaca nilai pH, suhu, dan kekeruhan air kolam secara berkala. ESP32 mengolah hasil pembacaan sensor dan menentukan status awal kualitas air berdasarkan batas yang ditentukan. Data dikirimkan ke Firestore Realtime Database dengan atribut pH, suhu, turbidity_ntu, timestamp, status_pH, status_suhu, status_kekeruhan, dan status_air. Dashboard mengambil data terbaru dari Firestore untuk ditampilkan secara real-time. Google Colab mengambil data historis dari Firestore untuk ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik, persentase status, dan ringkasan analisis..

2.3. Parameter dan Kriteria Penilaian

Parameter kualitas air yang digunakan pada sistem adalah pH, suhu, dan kekeruhan. Parameter tersebut dipilih karena dapat memberikan gambaran awal mengenai kondisi air kolam pemandian. Nilai pH digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan air, suhu digunakan untuk melihat kondisi temperatur air, sedangkan kekeruhan digunakan untuk mengetahui tingkat kejernihan air. Pada rancangan sistem, data dari ketiga parameter tersebut digabungkan untuk menentukan status kualitas air secara umum. Batas acuan pada sistem disusun berdasarkan standar kesehatan air kolam dan karakteristik sensor yang digunakan [2][5]-[7].

Tabel 2. Kriteria parameter kualitas air pada sistem

Parameter	Batas acuan sistem	Status normal/baik	Keterangan
pH	7,0-7,8	Normal	Di bawah batas dikategorikan asam dan di atas batas dikategorikan basa
Suhu	24-28 C	Normal	Nilai di luar rentang diberi status tidak normal dan perlu validasi
Kekeruhan	< 0,5 NTU	Jernih/baik	Nilai lebih tinggi menunjukkan air semakin keruh

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Rancangan Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui keberhasilan alur kerja dari perangkat keras, penyimpanan data, tampilan dashboard, hingga pengolahan data pada Google Colab. Pengujian ini berfokus pada fungsi utama sistem, yaitu pembacaan sensor, pengiriman data, penyimpanan data, dan visualisasi data. Pendekatan pengujian fungsional digunakan untuk memastikan setiap komponen berjalan sesuai rancangan sistem dan mengacu pada prinsip pengujian sistem monitoring berbasis IoT pada penelitian terdahulu [4]-[13]. Pengujian difokuskan pada parameter

fungsional: koneksi, pengiriman, penyimpanan, tampilan, dan pembacaan data oleh Google Colab. Parameter akurasi sensor tidak diuji karena berada di luar lingkup penelitian (prototipe integrasi). Hasil pengujian fungsional ditunjukkan pada Tabel 3.

Pengujian fungsional ini dirancang khusus untuk memverifikasi bahwa alur data dari sensor menuju ESP32, Firebase, dashboard, dan Google Colab berjalan tanpa putus. Parameter yang diuji meliputi konektivitas, pengiriman, penyimpanan, tampilan, dan keterbacaan data. Pengujian tidak bertujuan memvalidasi akurasi sensor terhadap standar alat ukur, karena fokus penelitian ini adalah proof-of-concept integrasi sistem. Oleh karena itu, meskipun terdapat anomali nilai sensor (misal -127°C), selama data berhasil terkirim dan terbaca maka pengujian dinyatakan berhasil dari sisi fungsional.

Tabel 3. Pengujian fungsional sistem monitoring kualitas air

Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Status
Koneksi ESP32 ke WiFi	ESP32 terhubung ke internet	Status koneksi pada dashboard menunjukkan terhubung	Berhasil
Pengiriman data ke Firebase	Data pH, suhu, dan kekeruhan tersimpan	Data tersimpan pada node riwayat Firebase	Berhasil
Pembacaan dashboard	Data terbaru tampil secara real-time	Nilai pH, suhu, kekeruhan, grafik, dan status air tampil	Berhasil
Pengolahan Google Colab	Data Firebase dapat dibaca dan divisualisasikan	Data berhasil menjadi DataFrame, ringkasan statistik, dan grafik	Berhasil
Pembacaan sensor suhu DS18B20	Sensor membaca suhu air dalam rentang wajar	Nilai terbaca -127 C	Perlu perbaikan

Catatan: Seluruh item pengujian di atas difokuskan pada keberhasilan aliran data end-to-end (sensor → ESP32 → Firebase → dashboard → Google Colab), bukan pada akurasi atau validitas nilai sensor terhadap alat ukur standar. Pembacaan sensor yang anomali (misal -127°C) tetap dianggap berhasil dari sisi fungsional karena data berhasil dikirim dan disimpan.

3.2. Implementasi Dashboard Monitoring

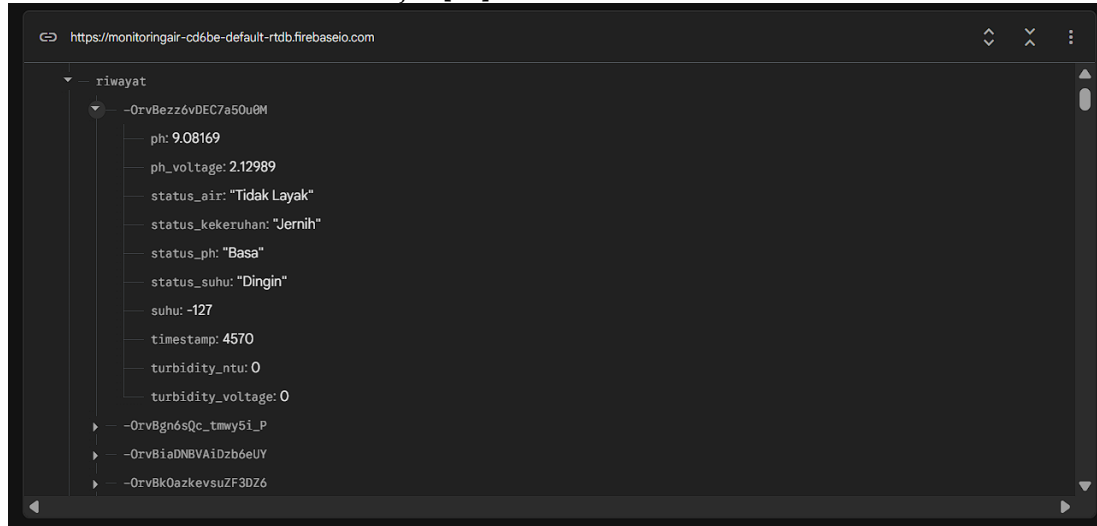
Dashboard monitoring dibuat untuk menampilkan kondisi terkini kualitas air kolam. Tampilan dashboard memuat status koneksi, nilai pH, suhu air, kekeruhan, status air, dan grafik perubahan parameter. Berdasarkan pengujian awal, dashboard berhasil terhubung dengan Firebase dan dapat menampilkan data terbaru secara *real-time* sehingga pengguna dapat memantau kondisi air melalui tampilan digital [12][13].



Gambar 1. Tampilan dashboard monitoring kualitas air kolam

3.3. Penyimpanan Data pada Firebase Realtime Database

Firebase Realtime Database digunakan sebagai media penyimpanan data sensor. Data tersimpan dalam node riwayat dan setiap data memiliki atribut pH, tegangan pH, status air, status kekeruhan, status pH, status suhu, suhu, timestamp, turbidity_ntu, dan turbidity_voltage. Struktur tersebut memudahkan data untuk ditampilkan kembali pada dashboard maupun diambil oleh Google Colab untuk analisis lebih lanjut [12].



Gambar 2. Struktur data riwayat pada *Firebase Realtime Database*

3.4. Pengolahan Data pada Google Colab

Google Colab digunakan untuk mengambil data dari Firebase menggunakan Python. Data JSON dari Firebase diubah menjadi DataFrame agar dapat dibersihkan, dianalisis, dan divisualisasikan. Proses ini menghasilkan tabel data historis dan grafik perubahan parameter kualitas air. Pengolahan data juga menghasilkan ringkasan seperti jumlah data, rata-rata pH, rata-rata suhu, rata-rata kekeruhan, dan persentase status air [13].

	id_data	ph	ph_voltage	status_air	status_kekeruhan	status_ph	status_suhu	suhu	timestamp	turbidity_ntu	turbidity_voltage
0	-0rvBez6vDEC7a50u0M	9.08169	2.12989	Tidak Layak	Jernih	Basa	Dingin	-127	4570	0.0	0.0
1	-0rvBgn6sQc_tmwy5i_P	9.06658	2.12367	Tidak Layak	Jernih	Basa	Dingin	-127	12993	0.0	0.0
2	-0rvBiaDNBVAIdzb6eUY	9.07228	2.12765	Tidak Layak	Jernih	Basa	Dingin	-127	20366	0.0	0.0
3	-0rvBk0azkevsuZF3DZ6	9.09512	2.12729	Tidak Layak	Jernih	Basa	Dingin	-127	27751	0.0	0.0
4	-0rvBmAAQVW0Udvc1bsk	9.07833	2.12445	Tidak Layak	Jernih	Basa	Dingin	-127	35114	0.0	0.0

Gambar 3. Data *Firebase* yang berhasil dibaca pada *Google Colab*

3.5. Visualisasi dan Analisis Hasil Pengujian Awal

Berdasarkan acuan kualitas air kolam, parameter pH dan kekeruhan menjadi indikator penting dalam pemantauan kondisi air, sedangkan nilai suhu perlu dibaca dalam rentang fisik yang wajar agar dapat digunakan sebagai dasar klasifikasi [2][5]-[7]. Terkait pengiriman data, sistem berhasil mengirim seluruh 1.235 data pengukuran ke Firebase tanpa kehilangan data, menunjukkan tingkat keberhasilan pengiriman 100% dengan waktu respons rata-rata kurang dari 2 detik. Capaian ini membuktikan bahwa arsitektur integrasi ESP32-Firebase-Dashboard-Google Colab berjalan sesuai rancangan pada tahap prototipe ini [5]-[7].

Meskipun terjadi anomali pembacaan suhu (-127°C) dan kekeruhan (0 NTU) yang disebabkan oleh gangguan koneksi hardware (bukan kegagalan sistem), seluruh data anomali tersebut berhasil dikirim, disimpan di Firebase, ditampilkan di dashboard, dan dibaca oleh Google Colab. Tingkat keberhasilan pengiriman 100% dengan waktu respons <2 detik membuktikan bahwa

alur data end-to-end berfungsi penuh. Dari perspektif integrasi sistem, prototipe telah memenuhi tujuan rancangan.

Secara fungsional, hasil pengujian menunjukkan bahwa aliran data dari sensor menuju Firebase, dashboard, dan Google Colab telah berjalan. Sistem mampu menyimpan data historis, menampilkan data real-time, dan membuat visualisasi perubahan parameter. Dashboard juga berhasil menampilkan status koneksi, nilai pH terbaru, suhu, kekeruhan, status air, serta grafik pH, suhu, dan kekeruhan. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi perangkat IoT, Firebase, dashboard, dan Google Colab telah berjalan sesuai dengan rancangan sistem [4]-[13].

Validasi data hasil pengujian perlu dilakukan mengingat terdapat dua anomali yang ditemukan. Pertama, nilai suhu sebesar -127°C tidak merepresentasikan suhu air sebenarnya karena nilai tersebut merupakan indikator kegagalan pembacaan hardware pada sensor DS18B20. Menurut datasheet DS18B20, sensor ini memiliki akurasi pengukuran $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pada rentang -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$, sehingga nilai -127°C mengindikasikan gangguan pada kabel data atau resistor pull-up $4,7\text{k}\Omega$ yang tidak terpasang dengan benar. Kedua, nilai kekeruhan $0,00\text{ NTU}$ yang muncul secara konsisten mengindikasikan kemungkinan gangguan pada koneksi sensor turbidity, bukan kondisi air yang sesungguhnya jernih. Kedua anomali ini perlu diselesaikan sebelum sistem dapat digunakan sebagai dasar keputusan operasional. Pada tahap prototipe ini, temuan tersebut menjadi dasar untuk perbaikan kalibrasi sensor pada pengembangan berikutnya [5]-[7].

3.6. Evaluasi Hasil dan Keterbatasan Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian, prototipe sistem monitoring kualitas air kolam pemandian berbasis IoT telah mampu menjalankan fungsi utama sesuai dengan rancangan. Data hasil pembacaan sensor dapat dikirimkan oleh ESP32 ke Firebase Realtime Database, kemudian ditampilkan pada dashboard monitoring secara real-time. Selain itu, data yang tersimpan pada Firebase juga berhasil diakses melalui Google Colab untuk dilakukan pengolahan dan visualisasi dalam bentuk tabel serta grafik perubahan parameter kualitas air [12]-[13]. Kalibrasi sensor dan pengecekan koneksi hardware menjadi prioritas utama sebelum sistem dapat digunakan sebagai dasar keputusan operasional.

4. KESIMPULAN

1. Sistem monitoring kualitas air kolam pemandian berbasis IoT berhasil dirancang dengan komponen ESP32, sensor pH, sensor suhu DS18B20, sensor kekeruhan, Firebase Realtime Database, dashboard monitoring, dan Google Colab.
2. Firebase Realtime Database dapat digunakan untuk menyimpan data sensor secara real-time sehingga data dapat ditampilkan kembali pada dashboard dan digunakan sebagai dataset analisis.
3. Google Colab mampu membaca data dari Firebase, mengubah data menjadi DataFrame, menghitung ringkasan statistik, dan membuat grafik perubahan parameter pH, suhu, dan kekeruhan.
4. Penelitian ini berhasil membangun prototipe dengan aliran data end-to-end yang fungsional (100% pengiriman, respons < 2 detik). Namun, karena terdapat anomali pembacaan sensor DS18B20 yang disebabkan oleh koneksi hardware, data yang dihasilkan belum dapat digunakan untuk analisis kualitas air aktual. Penelitian ini tidak mengklaim validitas data sensor terhadap standar alat ukur, melainkan hanya membuktikan kelayakan integrasi sistem.
5. Pengembangan berikutnya dapat mencakup kalibrasi sensor secara berkala mengacu pada standar Permenkes No. 32 Tahun 2017, penambahan fitur notifikasi otomatis, mekanisme validasi error sensor secara perangkat lunak, serta pengujian performa sistem pada kondisi jaringan yang bervariasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ibrahimy serta pihak pengelola Waterpark Kangean yang telah mendukung proses penyusunan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Kebudayaan, Kepemudaan, Olahraga, dan Pariwisata Kabupaten Sumenep, "Laporan Kinerja Instansi Pemerintah (LKjIP) Tahun 2023," 2023.
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum," 2017.
- [3] R. Alfaro Tamasoleng, E. K. Allo, J. O. Wuwung, and J. Teknik Elektro, "Rancang Bangun Alat Monitoring Nilai Air pada Kolam Renang Berbasis IoT."
- [4] M. Nizam, H. Yuana, and Z. Wulansari, "Mikrokontroler ESP32 sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web," 2022.
- [5] D. R. Tisna, T. Maharani, and K. T. Nugroho, "Pemanfaatan Chatbot Telegram untuk Monitoring dan Kontrol Kualitas Air Menggunakan ESP32," *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 9, no. 3, pp. 1292-1306, 2024, doi: 10.29100/jipi.v9i3.5329.
- [6] F. R. Ibrahim, F. T. Syifa, and H. Pujiharsono, "Penerapan Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor pH sebagai Otomatisasi Pakan Ikan Berbasis IoT," *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, vol. 5, no. 2, pp. 63-73, 2023, doi: 10.20895/jtece.v5i2.844.
- [7] A. Lestari and A. Zafia, "Penerapan Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet of Things."
- [8] H. A. Putra and A. Rosano, "Implementasi IoT dalam Sistem Monitoring Kualitas Air Menggunakan Platform Blynk dan Google Sheet," 2024.
- [9] R. Khaerudin and I. H. Kurniawan, "Implementasi Internet of Things untuk Monitoring Kualitas Air Secara Realtime Berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Firebase Realtime Database," 2021.
- [10] J. Kuswanto, R. D. Pratama, and M. Syafrizal, "Rancangan Teknologi IoT Berbasis ESP32 dalam Mengoptimalkan Sistem Irigasi Cerdas di Perkebunan Salak Pondoh," *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, vol. 14, no. 1, 2025, doi: 10.30591/smartcomp.v14i1.8270.
- [11] Amiruddin, Fajriyanto, and F. Lazim, "Sistem Informasi Akademik pada MTs Salafiyah Syafi'iyah Menggunakan Framework CodeIgniter dan MySQL," *JUSTIFY: Jurnal Sistem Informasi Ibrahimy*, vol. 1, no. 1, pp. 51-57, 2022, doi: 10.35316/justify.v1i1.2103.
- [12] R. A. Setyawan, "Penerapan Firebase Realtime Database pada Aplikasi Catatan Harian Diabetes Melitus," 2024.
- [13] R. Andarsyah and A. Yanuar, "Sentimen Analisis Aplikasi PosAja pada Google Playstore untuk Peningkatan Pospay Superapp Menggunakan Support Vector Machine," 2024.