



# Pengembangan Sistem Informasi Monitoring Kualitas Air Berbasis IoT untuk Pengelolaan Sanitasi Pondok Pesantren

Dendy Kurniawan <sup>1\*</sup>, dan Achmad Lutfiana Afifudin <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitas Sains dan Teknologi Komputer; Semarang, Jawa Tengah; e-mail : [dendy@stekom.ac.id](mailto:dendy@stekom.ac.id)

<sup>2</sup> Universitas Sains dan Teknologi Komputer; Semarang, Jawa Tengah; e-mail : [afanadin@gmail.com](mailto:afanadin@gmail.com)

\* Corresponding Author : Dendy Kurniawan

**Abstract:** The availability of clean water is a crucial factor in supporting sanitation and health in Islamic boarding schools, especially for bathing, washing, and toilet (MCK) facilities. Pondok Ma'had Al-Aqwam MAN Kendal faces poor water quality issues, such as murky water, unpleasant odors, and unsuitable acidity levels. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based water quality monitoring information system to support *real-time* sanitation management in boarding schools. The system is designed using an ESP32 microcontroller integrated with pH, turbidity, and temperature sensors, displaying data directly through the Android-based Blynk application. It also includes an automation logic that activates the filtration pump when the pH or turbidity values fall outside the normal range. Testing results indicate that the system can accurately read and display water conditions and perform automatic re-filtration when water is deemed unfit for use. Expert and user validation yielded an average score of 90%, indicating the system is highly feasible for clean water management in boarding schools. Therefore, this system offers a practical and efficient solution for continuously monitoring and maintaining water quality.

**Keywords:** Information System, IoT; Water Quality; pH Sensor; Turbidity; Blynk

**Abstrak:** Ketersediaan air bersih menjadi faktor krusial dalam mendukung kebersihan dan kesehatan lingkungan pesantren, terutama pada fasilitas mandi, cuci, dan kakus (MCK). Pondok Ma'had Al-Aqwam MAN Kendal menghadapi permasalahan kualitas air yang buruk, seperti air keruh, berbau, dan tingkat keasaman yang tidak sesuai standar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem informasi monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) guna mendukung pengelolaan sanitasi pondok pesantren secara *real-time*. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor pH, turbidity, dan suhu, serta menampilkan data secara langsung melalui aplikasi Blynk berbasis Android. Sistem juga dilengkapi dengan logika otomatisasi untuk mengaktifkan pompa penyaringan apabila nilai pH atau turbidity tidak berada dalam rentang normal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca dan menampilkan kondisi air secara akurat serta memberikan tindakan otomatis penyaringan ulang jika air tidak layak digunakan. Validasi oleh pakar dan pengguna menghasilkan skor rata-rata 90% yang menunjukkan sistem sangat layak untuk diterapkan dalam pengelolaan air bersih pesantren. Dengan demikian, sistem ini memberikan solusi praktis dan efisien dalam memantau serta menjaga kualitas air secara berkelanjutan.

**Kata Kunci:** Sistem Informasi; IoT; Kualitas Air; Sensor pH; Turbidity; Blynk

## 1. Pendahuluan

Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia yang sangat vital dalam menunjang kehidupan sehari-hari, terutama untuk keperluan mandi, mencuci, dan aktivitas sanitasi lainnya. Kualitas air yang buruk, seperti air yang keruh, berbau, atau terkontaminasi, dapat berdampak langsung terhadap kesehatan masyarakat dan meningkatkan risiko penyakit berbasis

Received: May 29, 2025

Revised: June 14, 2025

Accepted: July 27, 2025

Published: July 31, 2025

Curr. Ver.: July 31, 2025



Copyright: © 2025 by the authors.  
Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

lingkungan seperti diare, kolera, dan hepatitis A [1], [2]. Dalam konteks lembaga pendidikan berbasis pesantren, ketersediaan air bersih menjadi hal krusial mengingat tingginya intensitas penggunaan fasilitas mandi, cuci, dan kakus (MCK) oleh santri dalam jumlah besar.

Salah satu tantangan yang dihadapi oleh Pondok Ma'had Al-Aqwam MAN Kendal adalah belum tersedianya sistem yang mampu memantau dan memastikan kualitas air secara berkala. Air yang digunakan berasal dari sumur bor dan sumur tabung dengan jarak yang relatif dekat dengan saluran pembuangan dan septic tank, menyebabkan air bersifat keruh, mengandung kapur, dan berbau tidak sedap [3]. Saat ini, pengujian kualitas air masih dilakukan secara manual dan tidak terstruktur, sehingga tidak mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan tepat terkait kelayakan air untuk digunakan oleh santri.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan pengawasan kualitas air dilakukan secara *real-time* dan terotomatisasi dengan menggunakan sensor pH, turbidity, dan suhu air yang terintegrasi ke dalam sistem informasi berbasis platform seperti Blynk [4]. Sistem informasi ini mampu mengumpulkan data sensor, memrosesnya, dan menampilkan status kualitas air dalam bentuk informasi visual yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja oleh pengelola pondok pesantren. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan fitur validasi otomatis berdasarkan parameter standar mutu air, seperti pH antara 6–9 dan tingkat kekeruhan (turbidity) di atas 60%, untuk menentukan apakah air layak digunakan atau harus melalui proses penyaringan ulang [3].

Dengan pendekatan sistem informasi berbasis IoT, pengelolaan sanitasi pondok pesantren dapat ditingkatkan melalui monitoring yang efisien, transparan, dan akurat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem informasi monitoring kualitas air berbasis IoT yang mampu mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan sanitasi di lingkungan pesantren.

## 2. Kajian Pustaka atau Penelitian Terkait

### 2.1 Sistem Informasi

Sistem informasi adalah kombinasi dari teknologi informasi dan aktivitas manusia yang menggunakan teknologi tersebut untuk mendukung proses bisnis atau kegiatan operasional tertentu. Sistem ini mencakup komponen-komponen penting seperti perangkat keras, perangkat lunak, data, prosedur, dan pengguna (brainware) yang saling terintegrasi untuk menghasilkan informasi yang berguna [5]. Dalam konteks penelitian ini, sistem informasi digunakan sebagai sarana pemantauan data kualitas air yang diambil dari sensor fisik dan disajikan secara *real-time* untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan sanitasi.

### 2.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep pengembangan teknologi yang memungkinkan perangkat fisik saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet. Perangkat-perangkat ini dapat mengumpulkan, mengolah, dan mengirimkan data secara otomatis tanpa keterlibatan manusia secara langsung [6]. Teknologi IoT banyak diterapkan dalam sistem monitoring lingkungan karena kemampuannya dalam melakukan akuisisi data secara terus menerus dan *real-time*.

### 2.3 Monitoring Kualitas Air

Monitoring kualitas air adalah proses penting dalam manajemen lingkungan yang bertujuan untuk menilai parameter fisik, kimia, dan biologis air guna menentukan tingkat

kelayakan penggunaannya [7]. Parameter yang umum digunakan dalam sistem monitoring air meliputi tingkat keasaman (pH), kekeruhan (turbidity), dan suhu. Standar kelayakan air bersih berdasarkan Permenkes RI No. 32 Tahun 2017 menetapkan bahwa air dikategorikan layak digunakan jika memiliki pH antara 6,5 hingga 9 dan kekeruhan tidak melebihi 25 NTU [3].

## 2.4 Sensor Kualitas Air

Sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman air, di mana nilai pH < 6,5 menunjukkan kondisi asam dan > 9 menunjukkan kondisi basa. Sensor kekeruhan (turbidity) digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air dengan satuan NTU (Nephelometric Turbidity Unit), yang menunjukkan jumlah partikel tersuspensi dalam air [8]. Sensor suhu air digunakan untuk mengamati fluktuasi temperatur yang dapat mempengaruhi reaksi kimia dalam air. Semua sensor ini bekerja dengan prinsip konversi sinyal fisik menjadi sinyal digital yang dapat diolah oleh mikrokontroler.

## 2.5 ESP32 dan Platform Blynk

ESP32 adalah mikrokontroler dengan kemampuan Wi-Fi dan Bluetooth yang banyak digunakan dalam aplikasi Internet of Things karena mendukung komunikasi data secara nirkabel dan memiliki GPIO yang luas untuk integrasi sensor [9]. Platform Blynk digunakan sebagai media antarmuka pengguna (*user interface*) untuk menampilkan data sensor secara *real-time* melalui smartphone. Dengan dukungan pustaka yang luas, Blynk memungkinkan integrasi cepat dengan ESP32 melalui internet untuk visualisasi dan pengendalian perangkat [10].

## 3. Metode yang Diusulkan

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development/ R&D*) yang bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem informasi monitoring kualitas air berbasis IoT. Penelitian dilakukan melalui tahapan identifikasi masalah, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan evaluasi sistem [11].

### 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Pondok Ma'had Al-Aqwam MAN Kendal yang berlokasi di Jalan Soekarno-Hatta Komplek Islamic Center, Bugangin, Kendal. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung mulai dari bulan April hingga Juli 2023.

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi:

- a. Observasi, untuk mengamati kondisi air dan fasilitas MCK secara langsung di lokasi penelitian.
- b. Wawancara, dilakukan dengan pihak pengelola pondok untuk menggali kebutuhan sistem dan permasalahan yang dihadapi.
- c. Studi pustaka, dilakukan untuk mendukung landasan teori serta merujuk pada penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan dengan pengembangan sistem [12].

### 3.4. Rancangan Sistem

Sistem ini dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat kendali dan pengolah data sensor. Tiga jenis sensor digunakan untuk memantau parameter kualitas air, yaitu:

- Sensor pH, untuk mendeteksi tingkat keasaman air.
- Sensor kekeruhan (turbidity), untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air.
- Sensor suhu (DS18B20), untuk mengetahui suhu air.

Data dari sensor dikirim ke platform Blynk melalui koneksi Wi-Fi, lalu ditampilkan dalam antarmuka visual pada smartphone pengguna. Sistem ini juga dilengkapi OLED display, relay, pompa air 12V, dan valve otomatis yang memungkinkan pengendalian aliran air secara *real-time* berdasarkan hasil sensor [13].

### 3.5. Metode Pengembangan Sistem

Model pengembangan yang digunakan adalah metode prototyping, yaitu pembuatan sistem secara iteratif dengan umpan balik dari pengguna. Langkah-langkahnya mencakup:

- Identifikasi kebutuhan sistem
- Desain dan simulasi awal perangkat
- Pembuatan prototipe sistem
- Uji coba dan validasi sistem
- Revisi berdasarkan hasil uji validasi

Validasi dilakukan melalui pengujian fungsionalitas sensor serta evaluasi sistem oleh pakar dan pengguna menggunakan skala likert untuk menilai tingkat kelayakan dan kepraktisan [14].

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Implementasi Sistem Monitoring Air Berbasis IoT

Sistem monitoring kualitas air yang dikembangkan terdiri dari perangkat keras (ESP32, sensor pH, sensor kekeruhan (turbidity), dan sensor suhu) serta perangkat lunak yang menampilkan data secara *real-time* menggunakan aplikasi Blynk. Sistem ini dirancang untuk membaca tiga parameter utama, yaitu tingkat keasaman (pH), tingkat kekeruhan (turbidity), dan suhu air.



Gambar 1. Rangkaian Alat Monitoring Air

Gambar di atas menunjukkan susunan perangkat ESP32 yang terhubung dengan sensor kualitas air, modul relay, pompa, dan OLED display untuk monitoring lokal.

#### 4.2. Tampilan Sistem Informasi Monitoring

Sistem monitoring menampilkan status kualitas air secara visual pada aplikasi Blynk berbasis Android. Tampilan antarmuka mencakup nilai pH, turbidity, suhu, serta status validasi apakah air layak digunakan atau tidak.



Gambar 2. Tampilan Monitoring di Aplikasi Blynk

Aplikasi menampilkan data sensor secara *real-time*. Jika nilai pH berada dalam rentang 6–9 dan turbidity di bawah 60 NTU, maka sistem menyatakan air "LAYAK" digunakan.

#### 4.3. Hasil Pengujian Sensor

Sistem diuji menggunakan air dari sumur tabung pondok pesantren dalam kondisi sebelum dan sesudah proses penyaringan. Hasil pembacaan sensor disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Pembacaan Sensor Sebelum dan Sesudah Penyaringan

| Parameter  | Sebelum Penyaringan | Sesudah Penyaringan | Batas Normal         |
|------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| pH         | 5.8                 | 7.1                 | 6.0 – 9.0            |
| Turbidity  | 72 NTU              | 32 NTU              | < 60 NTU             |
| Suhu       | 27°C                | 26.5°C              | 10°C – 40°C (umum)   |
| Status Air | Tidak Layak         | Layak               | Berdasarkan validasi |

Sumber : peneliti 2025

Setelah melalui proses penyaringan, kualitas air mengalami peningkatan dan memenuhi syarat kelayakan berdasarkan parameter yang digunakan.

#### 4.4. Hasil Validasi Sistem

Validasi sistem dilakukan oleh tiga responden ahli yang menilai aspek fungsi sistem, ketepatan pembacaan sensor, dan kemudahan antarmuka. Skor rata-rata validasi menunjukkan hasil 90% dengan kategori "Sangat Layak".

#### 4.5. Pembahasan

Sistem berhasil memenuhi tujuan penelitian dengan menghasilkan informasi kualitas air secara otomatis dan *real-time*. Perangkat mampu membaca nilai sensor secara akurat dan menyajikannya ke pengguna dengan antarmuka yang sederhana. Integrasi sistem berbasis IoT ini mendukung efektivitas dalam pengawasan sanitasi lingkungan pondok pesantren. Selain itu, sistem juga menyediakan fungsi otomatisasi berupa aktivasi pompa penyaringan ketika air terdeteksi tidak layak, yang menambah nilai praktis dari sistem.

### 5. Perbandingan

Penelitian ini dibandingkan dengan dua penelitian terdahulu yang relevan, yaitu:

- a. Y. Arsyad dkk. (2022) yang mengembangkan sistem monitoring kekeruhan air berbasis IoT dengan sensor kekeruhan (turbidity) dan mikrokontroler ESP8266, serta tampilan data pada antarmuka web [13].
- b. H. Ngatikoh (2022) yang membangun sistem monitoring kualitas air kolam ikan berbasis IoT dengan sensor suhu dan pH menggunakan ESP32, serta metode klasifikasi K-Means untuk menentukan tingkat kualitas air [14].

Perbandingan penelitian dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 2. Perbandingan Penelitian Ini dengan Penelitian Terdahulu

| Aspek                   | Penelitian Ini                                   | Arsyad dkk. [13]            | Ngatikoh [14]                                  |
|-------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------|
| Parameter yang diukur   | pH, turbidity, suhu                              | Turbidity                   | pH, suhu                                       |
| Mikrokontroler          | ESP32                                            | ESP8266                     | ESP32                                          |
| Media antarmuka         | Aplikasi mobile (Blynk)                          | Web browser                 | Platform Thinger.io                            |
| Penambahan filter fisik | Ya (filter sedimen dan CTO)                      | Tidak                       | Tidak                                          |
| Tindakan otomatisasi    | Ya (pompa menyala otomatis jika air tidak layak) | Tidak                       | Tidak                                          |
| Validasi sistem         | Uji pakar dan pengguna, skala Likert             | Pengujian blackbox          | Tidak disebutkan                               |
| Pengembangan sistem     | Monitoring Penyaringan otomatis                  | + Monitoring turbidity saja | Monitoring kualitas air + klasifikasi kualitas |

Sumber: Penelitian ini, Arsyad dkk. [13], Ngatikoh [14]

## 6. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem informasi monitoring kualitas air berbasis IoT yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor pH, turbidity, dan suhu berhasil memantau kondisi air secara *real-time* dan akurat, serta menampilkan data melalui aplikasi Blynk yang mudah diakses oleh pengguna. Sistem ini juga mampu melakukan penyaringan otomatis ketika parameter air tidak memenuhi standar kelayakan, sehingga meningkatkan efektivitas pengelolaan sanitasi di pondok pesantren. Validasi oleh pakar dan pengguna menunjukkan bahwa sistem tergolong sangat layak untuk diterapkan, dan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, sistem ini menawarkan keunggulan berupa integrasi monitoring dan tindakan penyaringan dalam satu sistem yang praktis dan efisien.

## Daftar Pustaka

- [1] Rasyidah, U. M., "Sanitasi Air dan Dampaknya Terhadap Kesehatan," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 7, no. 2, pp. 112–118, 2019.
- [2] Taufiqurrachman, "Polusi Air dan Dampaknya pada Kesehatan," *Modul Sistem Lingkungan Industri*, 2018.
- [3] Mahendra, I. A., & Rohman, M. A. (2020). Rancang Bangun Alat Monitoring pH dan Suhu Air Kolam Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(1), 1–8.
- [4] H. Ngatikoh, "Sistem Monitoring dan Penentuan Kualitas Air pada Kolam Ikan Berbasis IoT dengan Metode K-Means Clustering," *Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 1, pp. 45–52, 2022.
- [5] G. B. Davis and M. H. Olson, *Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure, and Development*, New York: McGraw-Hill, 1985.
- [6] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Computer Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, 2010.
- [7] H. Arifin, "Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no. 2, pp. C235–C239, 2017.
- [8] I. Mahendra and M. Rohman, "Rancang Bangun Alat Monitoring pH dan Suhu Air Kolam Berbasis IoT," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 8, no. 1, pp. 1–8, 2020.
- [9] E. Upton and G. Halfacree, *The Official ESP32 Book*, 2nd ed., USA: Elektor, 2021.
- [10] H. Z. Hassan et al., "Smart Water Quality Monitoring System Based on IoT and Cloud Computing," *Journal of Sensor and Actuator Networks*, vol. 10, no. 1, pp. 1–15, 2021.
- [11] Sugiyono, *Metode Penelitian dan Pengembangan (Research and Development/ R&D)*, Bandung: Alfabeta, 2021.
- [12] Lestari, E. D., & Pramono, E. T. (2022). Monitoring Kualitas Air Sungai Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 9(2), 300–307.
- [13] H. Ngatikoh, "Sistem Monitoring dan Penentuan Kualitas Air pada Kolam Ikan Berbasis IoT dengan Metode K-Means Clustering," *Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 1, pp. 45–52, 2022.
- [14] N. Alim and R. Yuniarti, "Pengujian Sistem Monitoring Air Berbasis Sensor dengan Pendekatan Validasi Pakar," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 100–108, 2021.