

PENGEMBANGAN SISTEM *MONITORING* PENGELOLAAN SAMPAH RUANG KELAS OTOMATIS STUDI KASUS SMK BINA PUTRA MANDIRI

Soma Ludina¹, Khanif Faozi²

Universitas Pamulang¹²

E-mail: ss3191294@gmail.com^{1*}, dosen02418@unpam.ac.id²

Abstrak

Sampah merupakan salah satu permasalahan umum yang sering muncul di lingkungan sekolah, termasuk di SMK Bina Putra Mandiri. Pengelolaan sampah yang masih dilakukan secara manual menimbulkan berbagai kendala, seperti keterlambatan pengangkutan, penumpukan sampah, serta rendahnya efisiensi dalam pemanfaatan sumber daya kebersihan. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengembangkan sistem monitoring pengelolaan sampah ruang kelas otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, dan motor servo yang berfungsi untuk mendeteksi volume sampah secara *real-time* serta mengatur mekanisme buka-tutup tempat sampah secara otomatis. Data hasil pengukuran dikirimkan ke dashboard web berbasis Bootstrap SB Admin 2 melalui protokol MQTT, sehingga pengelola sekolah dapat memantau kondisi tempat sampah secara terpusat dan efisien. Pengembangan sistem menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD), yang menekankan proses perancangan dan pengujian secara cepat serta bertahap berdasarkan umpan balik pengguna. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan tingkat kepenuhan tempat sampah dengan akurasi tinggi dan memberikan notifikasi otomatis saat kapasitas telah mencapai batas maksimal. Selain itu, sistem juga dapat merekam data historis untuk membantu proses evaluasi kebersihan sekolah. Dengan diterapkannya sistem ini, proses pengelolaan sampah menjadi lebih efisien, terorganisir, serta mendukung penerapan teknologi IoT dalam menciptakan lingkungan sekolah yang bersih dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Sistem Monitoring; IoT; *Rapid Application Development* (RAD), Pengelolaan Sampah.

Abstract

466

Soma Ludina, Khanif Faozi. (2025). Pengembangan Sistem Monitoring Pengelolaan Sampah Ruang Kelas Otomatis Studi Kasus Smk Bina Putra Mandiri. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Teknologi Informasi (JIPTI)*, 6(2), 466-474. <https://doi.org/10.52060/jipti.v6i2.3725>

Waste is a common problem frequently encountered in school environments, including at SMK Bina Putra Mandiri. The manual waste management process often causes several issues such as delayed collection, waste accumulation, and inefficiency in utilizing sanitation resources.

To address these problems, this research aims to develop an automatic classroom waste management monitoring system based on the Internet of Things (IoT). The system is built using an ESP32 microcontroller, ultrasonic sensors, and a servo motor to detect waste volume in real-time and automatically control the trash bin lid mechanism. Sensor data are transmitted to a web-based dashboard built with Bootstrap SB Admin 2 via the MQTT protocol, allowing school administrators to monitor the condition of all trash bins centrally and efficiently. The development process applies the Rapid Application Development (RAD) method, which emphasizes fast and gradual design and testing based on user feedback. The implementation results show that the system can display the waste bin's capacity level with high accuracy and automatically send notifications when the bin is full. Additionally, the system can record historical data to support the school's cleanliness evaluation process. The implementation of this system makes waste management more efficient, organized, and supports the application of IoT technology in creating a cleaner and more sustainable school environment.

Keywords: Monitoring System; IoT; Rapid Application Development (RAD); Waste Management.

PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah di SMK Bina Putra Mandiri masih dilakukan secara manual, yang sering menyebabkan keterlambatan pengangkutan dan penumpukan sampah sehingga mengganggu kebersihan serta kenyamanan lingkungan belajar. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dikembangkan sistem monitoring pengelolaan sampah ruang kelas otomatis berbasis teknologi Internet of Things (IoT) yang mampu mendeteksi kondisi tempat sampah secara real-time dan memberikan peringatan otomatis ketika kapasitas hampir penuh. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi sensor ultrasonik, mikrokontroler ESP32, dan dashboard web berbasis Bootstrap SB Admin 2 yang terhubung

melalui protokol MQTT, menciptakan sistem pemantauan yang terpadu, presisi, dan responsif. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengelolaan kebersihan sekolah serta mendukung penerapan konsep lingkungan cerdas (smart environment) di dunia pendidikan. Sementara itu, penelitian terdahulu umumnya hanya berfokus pada sistem monitoring sampah berbasis IoT di area publik dan belum banyak menerapkan integrasi teknologi seperti yang digunakan dalam penelitian ini, sehingga menjadikan penelitian ini memiliki nilai inovatif dan kontribusi baru bagi pengelolaan kebersihan di lingkungan sekolah.

Dapat diakses melalui perangkat yang dikenal sebagai peramban web, *World Wide*

Web (www), atau singkatnya web, adalah jaringan halaman hiperteks yang saling terhubung dan memuat berbagai informasi, termasuk teks, foto, audio, video, dan multimedia lainnya (Putra et al., 2022). Melalui penggunaan protokol yang dikenal sebagai HTTP, atau Hypertext Transfer Protocol, peramban web membaca halaman web yang tersimpan di server web untuk mengonversi teks *hypertext* ke dalam bentuk yang mudah dipahami (Siregar & Sari, 2018).

PHP, singkatan dari *Personal Home Page*, adalah bahasa pemrograman web atau skrip. Rasmus Lerdorf pertama kali mengembangkannya untuk melacak pengunjung situs webnya. Penambahan tag pembuka, tanda tanya (<?), dan tag penutup (>?>) merupakan cara PHP dan HTML dapat digabungkan(Christianti & Supriyadi, 2013).

Bootstrap merupakan kerangka kerja (framework) CSS berbasis open-source yang berfungsi untuk mempermudah proses pembuatan tampilan website yang responsif dan menarik. Di dalamnya sudah tersedia berbagai komponen antarmuka siap pakai, seperti sistem grid, tombol, form, menu navigasi, serta elemen desain lainnya, sehingga pengembang tidak perlu menulis kode dari awal. Bootstrap mendukung tampilan adaptif terhadap berbagai ukuran layar, baik pada perangkat komputer, tablet, maupun smartphone. Dengan kemudahan penggunaan dan kelengkapan fiturnya, Bootstrap menjadi salah satu framework frontend yang paling banyak digunakan dalam pengembangan web masa kini (Sanjaya, 2021).

Internet of Things, juga dikenal sebagai IoT, adalah teknologi canggih yang bertujuan untuk memperluas dan mengembangkan manfaat konektivitas internet yang terus terhubung. IoT menghubungkan benda-benda di sekitar untuk mempermudah aktivitas sehari-hari, sehingga sangat membantu pekerjaan manusia. Pentingnya *Internet of Things* dapat dilihat dari semakin luasnya penerapannya dalam berbagai aspek kehidupan saat ini (Selay et al., 2022).

Mikrokontroler adalah sebuah chip tunggal yang menampung keseluruhan sistem mikroprosesor. Elemen-elemen dasar sistem mikroprosesor, seperti memori dan pemrograman input-output, biasanya terdapat di dalam mikrokontroler, yang membedakannya dari mikroprosesor serbaguna yang terdapat pada PC. Perhitungan, input, dan output semuanya dapat diprogram ke dalam mikrokontroler. Pemrograman input-output, memori, dan inti prosesor semuanya terdapat di dalam mikrokontroler (Dahrony, 2013).

Perangkat apa pun yang dapat mengubah besaran fisik baik kimia, biologi, maupun fisika menjadi sinyal listrik yang dapat dihitung dan disimpan disebut sensor. Suhu, tekanan, getaran, intensitas suara, intensitas cahaya, berat, konsentrasi molekul, dan variabel lainnya dapat dideteksi menggunakan sensor. Di dunia saat ini, sensor sangat penting bagi operasional industri. Sensor merupakan sarana komunikasi antara dunia fisik dan peralatan elektronik seperti komputer karena

kemampuannya mengubah besaran menjadi sinyal listrik (Aryawan et al., 2020).

Modul sensor ultrasonik hanya akan mengirimkan suara ultrasonik ketika ada pulse trigger dari mikrokontroler (*Pulse high selamaSuS*). Suara ultrasonik didefinisikan sebagai suara atau getaran yang memiliki frekuensi melebihi 20 kilohertz, yang terlalu tinggi untuk dideteksi oleh telinga manusia. Benda padat, cair, dan gas semuanya dapat ditembus oleh gelombang ultrasonik ini. Seperti pada radar dan deteksi gerakan oleh sensor pada robot atau hewan, gelombang ultrasonik memanfaatkan jeda waktu antara gelombang datang dan gelombang pantul. Mengingat suara merambat pada kecepatan 343 m/s, kita dapat menentukan jarak antara pemancar dan penerima dengan mengukur interval antara transmisi dan penerimaan gelombang (Beni, 2018).

Motor servo adalah motor dua arah yang menggunakan sistem umpan balik tertutup di mana posisi motor dikomunikasikan kembali ke sirkuit kontrol di dalam motor servo. Motor servo terdiri dari motor, rangkaian roda gigi, potensiometer, dan sirkuit kontrol. Potensiometer pada motor servo menentukan batas sudut putaran motor. Motor servo biasanya hanya bergerak dalam sudut tertentu dan tidak terus-menerus, meskipun dapat dimodifikasi agar bergerak terus-menerus untuk penggunaan tertentu (Christianti & Supriyadi, 2013).

Pengadaan Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPS) dan penyuluhan kepada masyarakat Desa Jabiren tentang

sampah organik dan anorganik agar tumbuh kesadaran dan kepedulian terhadap kebersihan lingkungan sekitar sekolah (Bustan et al., 2022).

Mikrokontroler ATMega 328, sebuah perangkat yang berfungsi serupa dengan komputer, terdapat pada papan elektronik Arduino Uno. Perangkat ini dapat digunakan untuk membuat rangkaian elektronik sederhana maupun kompleks. Papan yang relatif sederhana ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari kendali robot hingga kendali LED. Arduino Uno dilengkapi osilator kristal 16MHz, 14 pin input/output digital (enam di antaranya dapat digunakan sebagai keluaran PWM), 6 masukan analog, tombol reset, port USB, colokan listrik, dan header ICSP. Semua karakteristik ini diperlukan untuk mendukung rangkaian mikrokontroler (Dasuki & Abdurrahman, 2024).

METODE PENELITIAN

A. Metode Observasi

Metode yang digunakan dalam teknik observasi adalah observasi langsung terhadap item penelitian, analisis sistem dan pengumpulan data, serta memberikan masukan atau solusi yang sesuai. Data tempat sampah setiap ruang kelas yang diperoleh selanjutnya dijadikan sebagai penelitian.

B. Metode Wawancara

Metode wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data dengan

melakukan percakapan langsung bersama kepala sekolah SMK BINA PUTRA MANDIRI, untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam pengembangan sistem monitoring.

C. Metode Analisis Data

Tahapan implementasi metode *Rapid Application Development* (RAD) atau pembuatan prototipe cepat, adalah model proses pengembangan perangkat lunak yang diklasifikasikan sebagai teknik inkremental. *Rapid Application Development* (RAD) menekankan siklus pengembangan yang singkat, padat, dan cepat. Jangka waktu yang singkat menjadi kendala utama model ini (Jijon Raphita Sagala, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

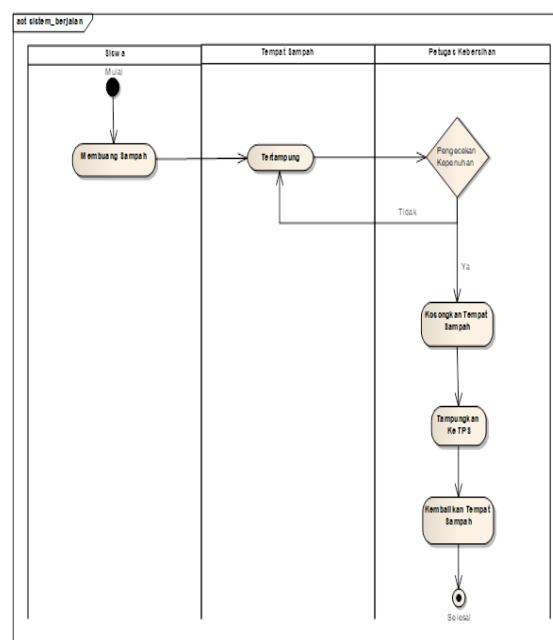
1. Analisa Sistem

Analisa sistem merupakan proses penting dalam pengembangan sistem yang dilakukan untuk menelaah, memahami, dan menilai permasalahan serta kebutuhan dari sistem yang sedang berjalan. Melalui tahapan ini, pengembang dapat mengenali kebutuhan pengguna, alur kerja, serta bagian-bagian yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan.

a) Analisa sistem berjalan

Pada SMK Bina Putra Mandiri, proses pengelolaan sampah saat ini masih dilakukan secara manual dan belum terintegrasi dengan teknologi. Petugas kebersihan melakukan pemeriksaan serta pengangkutan sampah

berdasarkan jadwal yang telah ditetapkan, tanpa mempertimbangkan kondisi nyata dari tempat sampah. Kondisi ini sering menimbulkan penumpukan akibat tempat sampah yang sudah penuh sebelum waktu pengangkutan, atau sebaliknya, pengangkutan dilakukan meskipun tempat sampah belum terisi penuh, sehingga menyebabkan pemborosan tenaga dan waktu kerja. Selain itu, belum terdapat sistem pemantauan dan pencatatan data secara digital, sehingga seluruh kegiatan masih mengandalkan pengamatan langsung dari petugas.

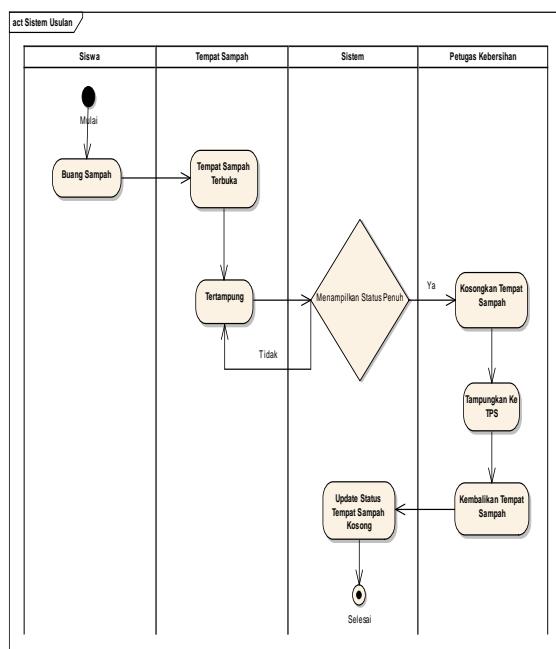


Gambar 1. Sistem berjalan

b) Analisa sistem usulan

Pengelolaan sampah di SMK Bina Putra Mandiri hingga kini masih dilakukan secara manual tanpa dukungan sistem informasi. Setiap ruang kelas memiliki tempat sampah yang dikelola oleh petugas kebersihan atau

siswa yang ditugaskan, namun tingkat kepuasan sampah belum dapat dipantau secara langsung. Akibatnya, penumpukan sering terjadi sebelum diketahui oleh petugas. Selain itu, belum tersedia pencatatan maupun laporan data mengenai jumlah dan frekuensi pengumpulan sampah, sehingga proses kebersihan berjalan kurang terkoordinasi dan belum memanfaatkan teknologi otomatis.



Gambar 2. Sistem Usulan

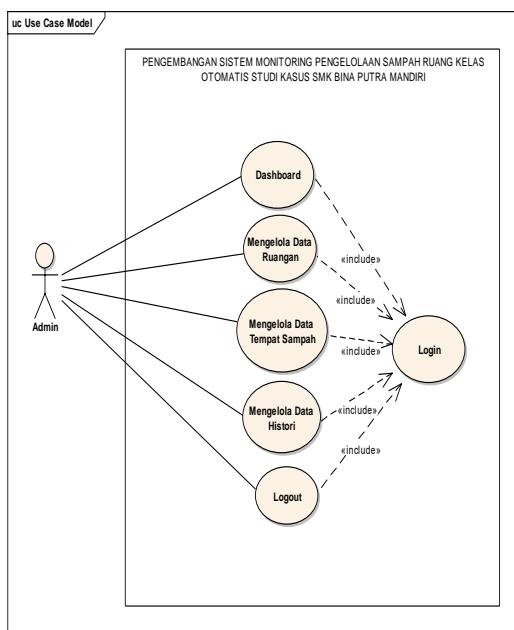
c) Analisa Data

Sistem monitoring pengelolaan sampah ruang kelas otomatis yang dikembangkan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi jarak antara penutup tempat sampah dengan permukaan sampah di dalamnya, sehingga sistem

dapat mengetahui kondisi penuh atau kosong secara real-time. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan ke server melalui protokol MQTT, kemudian ditampilkan pada dashboard web berbasis Bootstrap SB Admin 2. Berdasarkan hasil uji coba, sistem mampu menampilkan data volume sampah secara akurat dengan pembaruan cepat tanpa delay yang signifikan. Kecepatan pengiriman data dan kestabilan koneksi Wi-Fi juga menunjukkan performa yang baik, menjadikan sistem ini efektif dalam mendeteksi dan menampilkan status tempat sampah di setiap ruang kelas secara otomatis.

2. Use Case Diagram

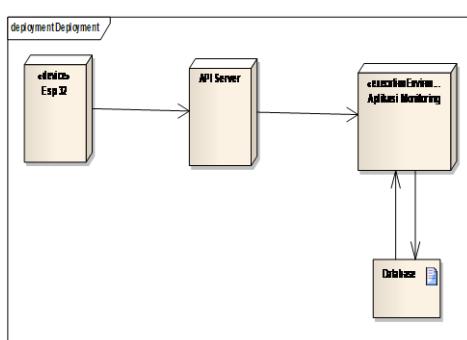
Use Case Diagram untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem. Diagram tersebut menampilkan yaitu admin (kepala sekolah SMK Bina Putra Mnadiri) yang mengelola seluruh fungsi sistem. Berikut adalah *use case diagramnya* :



Gambar 3. Use Case Diagram

3. Deployment Diagram

Deployment diagram merupakan salah satu jenis diagram dalam Unified Modeling Language (UML) yang berfungsi untuk memperlihatkan bagaimana komponen perangkat lunak ditempatkan (deploy) pada perangkat keras seperti komputer, server, atau mikrokontroler. Diagram ini menggambarkan keterkaitan antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam suatu sistem.



Gambar 4, Deployment Diagram

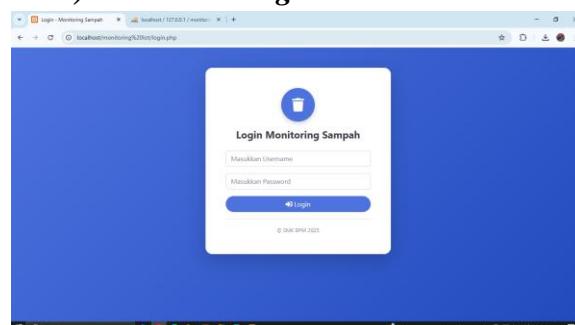
Berikut ini adalah penjelasannya :

1. Dari device mengirimkan informasi kepada API Server menggunakan mqtt broker.
2. Dari API Server mengirimkan informasi ke website menggunakan mqtt broker.
3. Dari website mengirimkan informasi ke database.
4. Dari database mengirimkan informasi ke website.

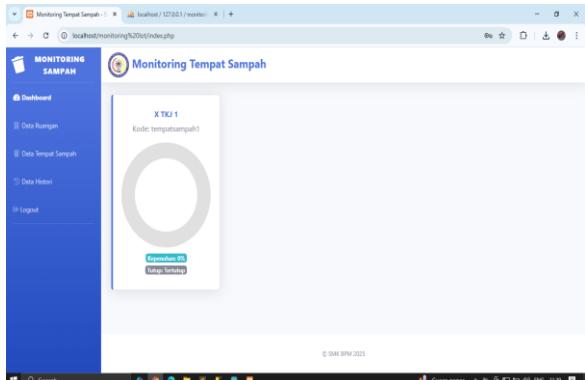
4. Implementasi Antar Muka

Implementasi sistem pada penelitian ini diwujudkan dalam bentuk aplikasi website yang digunakan untuk Monitoring Pengelolaan Sampah Ruang Kelas Otomatis. Implementasi dilakukan melalui beberapa tampilan utama, seperti halaman login, dashboard, pengelolaan data ruangan, data tempat sampah dan data histori sampah. Setiap tampilan merepresentasikan fungsi yang telah dirancang sesuai kebutuhan sehingga alur penggunaan aplikasi dapat berjalan terstruktur.

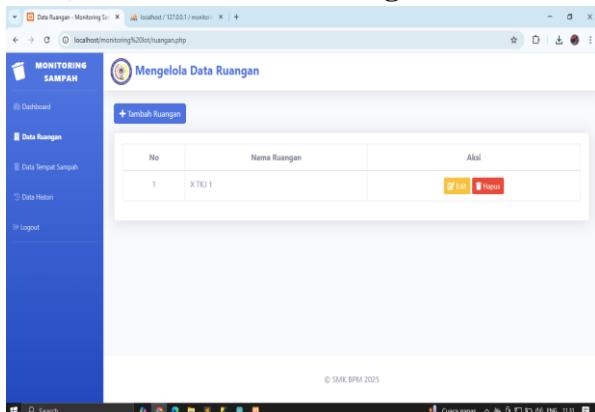
a) Halaman Login



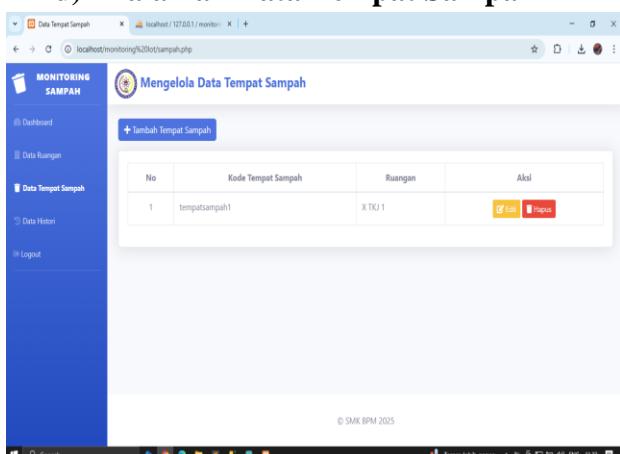
Gambar 5. Halaman Login

b) Halaman Dashboard

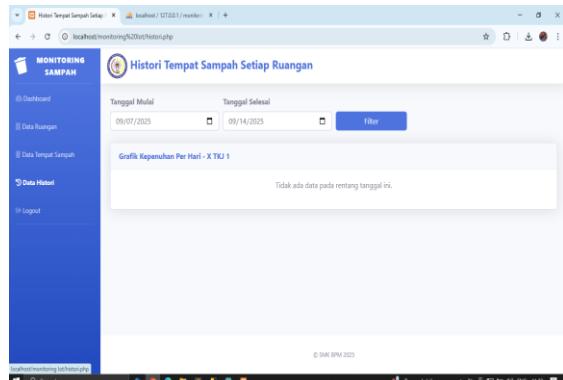
Gambar 6. Halaman Dashboard

c) Halaman Data Ruangan

Gambar 7. Halaman Data Ruangan

d) Halaman Data Tempat Sampah

Gambar 8. Halaman Data Tempat Sampah

e) Halaman Histori

Gambar 9. Halaman Histori

KESIMPULAN

1. Kondisi tempat sampah di ruang kelas dapat dipantau secara *real-time* dengan memanfaatkan sensor yang terhubung ke sistem *monitoring*. Informasi mengenai kapasitas sampah dapat langsung ditampilkan sehingga penumpukan dapat diminimalisir melalui tindak lanjut yang cepat.
2. Sistem pengelolaan sampah yang dirancang mampu menggantikan metode manual dengan menyediakan alur yang lebih terencana. Melalui database, data terkait ruangan, tempat sampah, serta histori sampah dapat tercatat secara otomatis, sehingga proses pengelolaan menjadi lebih terstruktur dan optimal.
3. Teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat dimanfaatkan untuk mendukung pengelolaan sampah di sekolah melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan aplikasi *monitoring*. Dengan cara ini, pihak sekolah dapat memperoleh data yang akurat dan terkini

sebagai dasar dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryawan, I. P., Sukariawan, K. D., Wiguna, G. R. T., & Astika, I. P. F. (2020). *Sistem Kendali Analog Sensor Suhu Dalam Prototipe*. November, 9–11.
- Beni, A. (2018). Pembuatan Otomasi Pengaturan Kereta Api, Penggereman, Dan Palang Pintu Pada Rel Kereta Api Mainan Berbasis Mikrokontroler. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 3(2), 25–32. <https://doi.org/10.24967/teksis.v3i2.629>
- Bustan, R. N., Irawan, M. D., Haryanto, N. F. R., & Syafitri, P. (2022). Pengadaan Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPS) Sebagai Upaya Mewujudkan Kampung Bersih. *Surya Abdimas*, 6(4), 709–717. <https://doi.org/10.37729/abdimas.v6i4.2326>
- Christanti, R. F., & Supriyadi, D. (2013). Pengendalian Motor Servo Yang Terintegrasi Dengan Webcam Berbasis Internet Dan Arduino. 5(2), 17–23. <https://doi.org/10.20895/infotel.v5i2.4>
- Dahrony. (2013). Pembuatan Sistem Otomasi Dispenser Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Imran. *Jurnal FEMA, Volume 1, Nomor 2, April 2013*, 1(April), 1–7.
- Dasuki, M., & Abdurrahman, G. (2024). Rancang Bangun Aplikasi Smart Kids English Berbasis Mobile. *INFORMAL: Informatics Journal*, 8(3), 216. <https://doi.org/10.19184/isj.v8i3.38420>
- Jijon Raphita Sagala. (2021). Model Rapid Application Development (Rad)Dalam Pengembangan Sistem Informasi Penjadwalanbelajar Mengajar. *Jurnal Mantik Penusa*, 2(1), 88.
- Putra, Y. I., Hakiki, M., Ridoh, A., Fauziah, Fadli, R., & Sundahry. (2022). *Konsep Interaksi Manusia Dan Komputer*. Penerbit Lakeisha.
- Sanjaya, H. (2021). Rancang Bangun Website Profil Hotel Agung Prabumulih Menggunakan Framework Bootstrap. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 7(2), 57–64. <https://doi.org/10.34010/jati.v7i2.758>
- Selay, A., Andgha, G. D., Alfarizi, M. A., Bintang, M. I., Falah, M. N., Khaira, M., & Encep, M. (2022). INTERNET OF THINGS. *Karimah Tauhid*, 1(2963-590X), 861–862.
- Siregar, H. F., & Sari, N. (2018). Rancang Bangun Aplikasi Simpan Pinjam Uang Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Asahan Berbasis Web. *Jurnal Teknologi Informasi*, 2(1), 53. <https://doi.org/10.36294/jurti.v2i1.409>