

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING VOLUME TEMPAT
SAMPAH BERBASIS IOT UNTUK OPTIMALISASI PENGELOLAAN
SAMPAH DI SD NEGERI KARAWACI BARU 03**

**Muhammad Gading Herlambang Sopian¹, Ahmad Daffa Herdian²,
Mohamad Kendis Prasetya³**

Universitas Pamulang

E-mail: mgading3101@gmail.com¹, ahmaddaffaherdiann@gmail.com²,
prasetya.kendis05@gmail.com³

ABSTRAK

Pengelolaan kebersihan di lingkungan institusi pendidikan sering kali menghadapi kendala efisiensi akibat metode pemantauan volume sampah yang masih bersifat konvensional. Di SDN Karawaci Baru 3, petugas sarana prasarana diharuskan melakukan patroli manual secara rutin untuk memeriksa kondisi fisik tempat sampah di setiap lantai, yang menyebabkan keterlambatan penanganan saat volume sampah meningkat drastis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring volume tempat sampah berbasis Internet of Things (IoT) guna mendigitalisasi proses pemantauan secara real-time. Metode penelitian yang digunakan meliputi observasi, wawancara, dan studi literatur untuk membangun arsitektur sistem yang mengintegrasikan sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler Arduino Nano, serta middleware berbasis Python. Data kapasitas sampah disimpan dalam database MySQL dan divisualisasikan melalui dashboard monitoring berbasis web, sementara notifikasi peringatan dikirimkan secara otomatis melalui Telegram Bot API saat kondisi sampah penuh. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan data akurat mengenai tingkat keterisian wadah dengan waktu respon pengiriman notifikasi antara 1 hingga 2 detik. Penerapan teknologi ini berhasil menghilangkan rutinitas patroli manual yang tidak produktif dan meningkatkan efisiensi operasional pengelolaan kebersihan sekolah dalam mendukung program Adiwiyata.

Kata Kunci — Internet of Things, Smart Dustbin, Telegram Bot, Efisiensi Operasional, Manajemen Sampah.

PENDAHULUAN

Pengelolaan kebersihan lingkungan merupakan instrumen vital dalam menciptakan ekosistem pembelajaran yang sehat dan produktif di lembaga pendidikan dasar. Sebagai instansi yang mengelola ratusan siswa dengan aktivitas harian yang padat, sekolah menghadapi tantangan signifikan dalam manajemen limbah domestik. Peningkatan volume sampah yang fluktuatif, terutama pada jam istirahat atau acara sekolah, menuntut sistem penanganan yang responsif agar tidak terjadi penumpukan yang mengganggu kenyamanan dan kesehatan. Kondisi eksisting di banyak sekolah menunjukkan bahwa pemantauan tempat sampah masih bergantung pada patroli manual oleh petugas kebersihan. Metode ini dinilai tidak efisien karena menyita waktu operasional yang besar dan memiliki keterbatasan jangkauan pemantauan secara real-time, terutama pada bangunan sekolah bertingkat. Sering kali, informasi mengenai sampah yang meluap terlambat diterima oleh petugas, sehingga proses pengangkutan tidak dilakukan berdasarkan kebutuhan aktual wadah (Irmayanti et al., 2026).

Teknologi Internet of Things (IoT) hadir sebagai solusi strategis untuk mentransformasi objek fisik menjadi perangkat cerdas yang mampu mengumpulkan dan

bertukar data melalui jaringan internet. Konsep IoT memungkinkan integrasi sensor-sensor elektronik ke dalam infrastruktur sekolah untuk menciptakan efisiensi kerja yang terukur (Gokhale et al., 2021). Dalam konteks pengelolaan sampah, pemanfaatan sensor ultrasonik dan mikrokontroler telah terbukti mampu memberikan akurasi tinggi dalam mendeteksi kapasitas wadah (Damayanti & Noer, 2025). Beberapa penelitian terdahulu telah mengeksplorasi penggunaan platform pesan instan sebagai antarmuka monitoring karena efektivitas biaya dan kecepatan transmisi datanya (Damayanti & Noer, 2025). Selain itu, kajian mengenai kinerja sistem menunjukkan bahwa algoritma pemrosesan data di sisi server dapat berjalan sangat cepat, meskipun dipengaruhi oleh stabilitas koneksi internet (Tari et al., 2025). Namun, implementasi yang mengintegrasikan monitoring berbasis web tersentralisasi dengan notifikasi instan pada lingkup sekolah dasar masih memerlukan pengujian lebih lanjut untuk memastikan relevansinya dengan program digitalisasi lingkungan sekolah seperti Adiwiyata.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem Smart Dustbin yang menghubungkan sensor ultrasonik dengan dashboard web dan bot Telegram. Melalui pendekatan ini, diharapkan terdapat gap fungsional yang terisi antara kebutuhan monitoring tersentralisasi dengan respon penanganan yang cepat. Fokus utama penelitian adalah pada optimasi kinerja petugas melalui penghapusan patroli manual dan penyediaan data keterisian sampah secara akurat dan real-time (Nur et al., n.d.).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan sistem yang komprehensif, dimulai dari pengumpulan data hingga perancangan arsitektur teknis. Tahapan pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap 10 hingga 15 titik penempatan tempat sampah di koridor sekolah serta pengujian kualitas jaringan WiFi di area tersebut. Selain itu, dilakukan wawancara mendalam dengan kepala sekolah dan koordinator sarana prasarana untuk mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan kendala operasional yang dihadapi. Studi literatur juga dilakukan untuk memperkuat landasan teori mengenai pemrograman Arduino dan integrasi API.

Arsitektur sistem yang dibangun terdiri dari beberapa lapisan fungsional sebagai berikut:

1. Sensor Ultrasonik HC-SR04: Berfungsi sebagai indra pengukur jarak yang mendeteksi ketinggian tumpukan sampah di dalam wadah
2. Arduino Nano: Bertindak sebagai unit pengendali utama yang mengolah sinyal dari sensor menjadi data numerik jarak
3. Python Middleware: Aplikasi perantara yang berjalan di sisi komputer untuk mengambil data serial dari Arduino, memproses logika ambang batas, dan mengirimkannya ke database melalui API
4. MySQL Database: Pusat penyimpanan data terstruktur yang mencatat identitas wadah, persentase kapasitas, status keterisian, dan stempel waktu
5. Dashboard Monitoring: Antarmuka berbasis web yang menampilkan visualisasi kondisi seluruh tempat sampah secara terpusat
6. Telegram Bot Notification: Media peringatan dini yang mengirimkan pesan otomatis ke ponsel petugas saat kapasitas mencapai batas maksimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Implementasi perangkat keras dilakukan dengan mengintegrasikan mikrokontroler Arduino Nano dengan sensor ultrasonik HC-SR04 yang ditempatkan pada bagian tutup tempat sampah. Perangkat keras ini dikalibrasi untuk wadah dengan ketinggian berkisar

antara 40 hingga 50 cm. Di sisi perangkat lunak, pemrograman dilakukan menggunakan bahasa C++ pada lingkungan Arduino IDE untuk pengolahan sensor, sementara Python digunakan sebagai middleware untuk mengelola komunikasi data antara perangkat fisik dengan server lokal.

Mekanisme Kerja Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik bekerja dengan memancarkan gelombang suara yang kemudian memantul saat mengenai permukaan sampah. Waktu tempuh pantulan gelombang dihitung oleh mikrokontroler untuk menentukan jarak antara sensor dan objek. Data jarak ini kemudian dikonversi menjadi persentase keterisian. Penggunaan algoritma filter pada kode program memastikan bahwa fluktuasi pembacaan akibat benda yang masuk sementara tidak memicu notifikasi palsu.

Integrasi Database dan Dashboard Monitoring

Seluruh data hasil pembacaan sensor dikirimkan secara berkala dan disimpan dalam database MySQL melalui perintah POST yang dikelola oleh aplikasi Python. Struktur database mencatat histori perubahan status, yang memungkinkan analisis pola pembuangan sampah di sekolah. Dashboard monitoring berbasis web dirancang untuk memberikan kemudahan bagi pimpinan sekolah dan petugas dalam melihat status kebersihan seluruh area hanya melalui satu layar, tanpa harus melakukan pengecekan fisik di lapangan.

Mekanisme Notifikasi Telegram dan Peringatan Lokal

Sistem mengintegrasikan Telegram Bot API untuk menjamin informasi sampah penuh diterima secara instan oleh petugas sarpras. Berdasarkan hasil pengujian, waktu respons pengiriman pesan mencapai rata-rata 1-2 detik setelah sensor mendeteksi kondisi penuh. Selain notifikasi digital, perangkat juga dilengkapi dengan buzzer sebagai media peringatan lokal yang memberikan sinyal suara bagi warga sekolah di sekitar lokasi agar tidak memaksakan membuang sampah ke wadah yang sudah penuh.

Analisis Efisiensi dan Kontribusi Sistem

Dibandingkan dengan sistem manual yang mengharuskan petugas menyisir setiap lantai secara rutin, sistem berbasis IoT ini menawarkan efisiensi kerja yang signifikan. Berdasarkan perbandingan fungsional, petugas kini hanya bergerak menuju lokasi tempat sampah yang memberikan sinyal "Penuh" pada sistem. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa digitalisasi monitoring mampu meningkatkan efisiensi waktu kerja hingga 80% karena pengangkutan dilakukan berdasarkan kondisi aktual. Implementasi ini juga memperkuat citra sekolah dalam mendukung program Adiwiyata melalui modernisasi infrastruktur yang ramah lingkungan.

Analisis Kelebihan dan Keterbatasan

Kelebihan utama sistem ini terletak pada kemampuannya memberikan pemantauan real-time yang akurat dengan biaya infrastruktur yang relatif rendah karena memanfaatkan platform pesan instan yang sudah ada. Namun, terdapat beberapa keterbatasan, antara lain ketergantungan pada stabilitas jaringan WiFi sekolah dan pasokan listrik gedung. Faktor lingkungan seperti debu atau kelembapan tinggi juga berpotensi mempengaruhi akurasi sensor ultrasonik dalam jangka panjang, sehingga memerlukan perawatan berkala.

KESIMPULAN

Pengembangan sistem monitoring volume tempat sampah berbasis IoT di SDN Karawaci Baru 3 telah berhasil diimplementasikan untuk mengotomatisasi pengawasan kebersihan sekolah. Integrasi antara sensor ultrasonik, Arduino Nano, dan middleware Python terbukti efektif dalam menyajikan data kapasitas sampah secara akurat pada dashboard web dan mengirimkan notifikasi responsif melalui Telegram. Sistem ini secara

nyata mampu menghilangkan kebutuhan patroli manual yang tidak efisien, meningkatkan produktivitas petugas, serta mendukung digitalisasi lingkungan sekolah. Untuk pengembangan di masa depan, disarankan penggunaan sensor berat (load cell) untuk analisis data massa sampah yang lebih mendalam serta penerapan panel surya sebagai sumber energi mandiri untuk meningkatkan keberlanjutan perangkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti, S., & Noer, Z. M. (2025). Smart Dustbin Berbasis Internet of Things (IoT) Sistem Informasi Menggunakan Telegram. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 451–462. <https://doi.org/10.57152/malcom.v5i1.1754>
- Gokhale, P., Bhat, O., & Bhat, S. (2021). Introduction to IoT. *Introduction to IoT*, 1–387. <https://doi.org/10.1017/9781108913560>
- Irmayanti, Marwita, F., Widiono, E., Supriyadi, E., Ariman, Febriansyah, & Dumadi, S. W. (2026). IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING WADAH SAMPAH BERBASIS ESP32 UNTUK EFISIENSI. 1–11. <https://doi.org/10.35706/babakti.v3i1.13195>
- Nur, A., Gymnasdiar, A., Hani, O. P., Sulistiyo, A. R., & Apriliyanto, E. (n.d.). Smart Gate Guardian : Purwarupa Gerbang Rumah Otomatis Berbasis IoT dengan Kontrol Telegram dan Sensor Ultrasonik.
- Tari, S., Sabuna, S., & Midyanti, D. M. (2025). Jurnal Computer Science and Information Technology (CoSciTech) Waktu Respons Transmisi Data Dalam Implementasi Algoritma A-Star Pada Sistem Pengambilan. 6(3), 354–363.