



Pengembangan Sistem *Eco Green* Berbasis IoT untuk Mengurangi Timbulan Sampah di Lingkungan Kampus

Ahmad Zacky^{1,*}, Hanif Maulana Amru¹, Vibi Adestin¹

¹Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Indonesia

Informasi Artikel

Sejarah Artikel:
Submit: 05 September 2025
Revisi: 17 September 2025
Diterima: 27 September 2025
Diterbitkan: 30 September 2025

Kata Kunci

Internet of Things, Deteksi Volume Sampah, Pengembangan Sistem, Kebersihan, Lingkungan Kampus

Correspondence

E-mail: zackybks@gmail.com*

A B S T R A K

Permasalahan timbulan sampah yang tidak terdeteksi secara tepat waktu di lingkungan kampus menyebabkan proses pengelolaan menjadi tidak efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pendeteksi volume sampah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan aplikasi *Eco Green* guna memudahkan pemantauan dan pengendalian kebersihan lingkungan kampus secara *real-time*. Metode yang digunakan adalah pendekatan rekayasa perangkat lunak dengan model *Waterfall*, yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem ini menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontroler utama, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian sampah, serta LED sebagai indikator visual. Aplikasi Android digunakan sebagai antarmuka pengguna untuk menerima notifikasi dan menampilkan status volume sampah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi volume sampah secara akurat dan memberikan respon cepat melalui indikator maupun aplikasi. Integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam sistem *Eco Green* terbukti meningkatkan efisiensi pemantauan dan pengelolaan kebersihan di lingkungan kampus. Temuan ini menunjukkan bahwa teknologi IoT dengan basis Arduino UNO dapat menjadi solusi cerdas dan terjangkau untuk mendukung pengelolaan sampah yang lebih efektif.

Abstract

The problem of undetected waste generation in a timely manner on campus causes the management process to become inefficient. This study aims to design and build an Internet of Things (IoT)-based waste volume detection system integrated with the Eco Green application to facilitate real-time monitoring and control of campus environmental cleanliness. The method used is a software engineering approach with a Waterfall model, which includes the stages of needs analysis, design, implementation, testing, and maintenance. This system uses an Arduino UNO as the main microcontroller, an HC-SR04 ultrasonic sensor to detect waste height, and an LED as a visual indicator. An Android application is used as a user interface to receive notifications and display waste volume status. Test results show that the system is able to detect waste volume accurately and provide a quick response through indicators and applications. The integration between hardware and software in the Eco Green system has been proven to increase the efficiency of monitoring and managing cleanliness in the campus environment. These findings indicate that IoT technology based on Arduino UNO can be a smart and affordable solution to support more effective waste management.

This is an open access article under the CC-BY-SA license



1. Pendahuluan

Sampah merupakan salah satu masalah lingkungan yang semakin mendesak untuk diselesaikan di abad ke-21. Setiap aktivitas manusia menghasilkan sampah, dan apabila tidak ditangani secara tepat, dapat menimbulkan pencemaran air, tanah, maupun udara. Ketidapkahaman dalam

pengelolaan sampah dapat merusak keseimbangan ekosistem. Sebaliknya, jika dikelola dengan baik, sampah dapat bernilai ekonomis dan bahkan berkontribusi pada peningkatan pendapatan suatu institusi, termasuk lingkungan kampus [1]. Oleh karena itu, kebersihan lingkungan menjadi indikator penting dalam mewujudkan kampus yang unggul, sehat, dan ramah lingkungan. Namun, proses pembersihan lingkungan yang masih dilakukan secara manual oleh petugas kebersihan cenderung tidak efisien, terutama karena keterbatasan tenaga dan tidak adanya sistem pemantauan secara *real-time*. Akibatnya, tempat sampah sering luput dari pemantauan, yang menyebabkan penumpukan sampah dan menurunkan kualitas lingkungan. Untuk menjawab tantangan tersebut, integrasi teknologi dalam pengelolaan sampah menjadi solusi yang mendesak dan relevan.

Salah satu teknologi yang berkembang pesat dan dapat dimanfaatkan untuk mengatasi masalah ini adalah *Internet of Things* (IoT). IoT merupakan jaringan perangkat elektronik yang dapat saling berkomunikasi dan bertukar data secara otomatis melalui koneksi internet [2]. Teknologi ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian perangkat dari jarak jauh secara efisien dan *real-time*.

Sejumlah penelitian telah menunjukkan keberhasilan penerapan IoT dalam sistem pengelolaan sampah. Penelitian oleh Prananta, Pardede, dan Sitompul [3] membuktikan bahwa robot pembersih berbasis NodeMCU ESP8266 yang dikendalikan melalui aplikasi Blynk dapat membersihkan sampah dan dikontrol secara *real-time* dari lokasi yang berjauhan. Di sisi lain, Kodar Udoyono dan Taufiq Abdulrohman [4] mengembangkan sistem pemilahan sampah otomatis berbasis jaringan LoRa dan platform Node-RED yang mampu mengirim data dan notifikasi secara otomatis untuk mencegah terjadinya penumpukan sampah. Kedua studi tersebut menunjukkan bahwa teknologi IoT mampu meningkatkan efisiensi, efektivitas, serta keakuratan pengelolaan sampah modern.

Namun, berdasarkan pengamatan di Politeknik Negeri Bengkalis, proses pengelolaan sampah di lingkungan kampus masih bergantung pada metode manual tanpa dukungan sistem yang memadai. Timbulan sampah sering tidak terdeteksi secara tepat waktu sehingga mengganggu kebersihan lingkungan. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak akan penerapan teknologi untuk mendukung pengelolaan sampah yang lebih modern, efisien, dan berkelanjutan. Berdasarkan uraian tersebut, maka permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: Bagaimana penerapan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat meningkatkan efisiensi pembersihan dan mempermudah pemantauan kebersihan lingkungan kampus di Politeknik Negeri Bengkalis?

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem deteksi volume sampah berbasis IoT, yang terintegrasi dengan aplikasi *Eco Green*, guna membantu proses pemantauan kondisi tempat sampah secara otomatis dan *real-time* [5][6][7][8]. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi ramah lingkungan di lingkungan kampus. Sistem ini diharapkan dapat membantu petugas kebersihan dalam mengetahui status tempat sampah secara langsung, sehingga pengangkutan sampah dapat dilakukan tepat waktu dan terjadwal, serta mendukung visi kampus hijau yang lebih bersih dan efisien [9][10].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pendeteksi volume sampah berbasis *Internet of Things* (IoT), dengan model pengembangan yang digunakan adalah model *Waterfall*. Model ini mencakup tahapan-tahapan sistematis, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan sistem. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga Mei 2025, dengan lokasi utama di lingkungan kampus Politeknik Negeri Bengkalis, khususnya di area-area tempat sampah yang menjadi titik uji coba penerapan sistem.

Sasaran dari penelitian ini adalah sistem *Eco Green* yang dikembangkan untuk mendeteksi timbulan sampah secara otomatis dan memberikan notifikasi kepada petugas kebersihan. Subjek penelitian adalah sistem IoT itu sendiri serta petugas kebersihan sebagai pengguna akhir yang akan

berinteraksi langsung dengan aplikasi yang terintegrasi. Prosedur penelitian mengikuti alur pengembangan model *Waterfall*, dimulai dari analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak berdasarkan observasi lapangan dan studi literatur. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem berupa skema rangkaian perangkat keras menggunakan Arduino UNO, sensor ultrasonik HC-SR04, dan LED, serta desain perangkat lunak yang mencakup logika pemrograman dan antarmuka aplikasi *Eco Green*.

Tahap implementasi dilakukan dengan merakit alat, mengembangkan program menggunakan Arduino IDE, serta mengintegrasikan alat dengan aplikasi Android. Setelah sistem siap, dilakukan pengujian yang mencakup uji fungsional sensor, koneksi Wi-Fi, pengiriman data *real-time* ke aplikasi, dan notifikasi ketika volume sampah hampir penuh. Setelah berhasil diuji, sistem dipasang di lingkungan kampus dan aplikasi dibagikan kepada petugas kebersihan. Pemeliharaan dilakukan secara berkala melalui pemeriksaan dan dokumentasi hasil pemakaian sistem serta identifikasi kebutuhan pengembangan lanjutan.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi perangkat keras seperti Arduino UNO, sensor HC-SR04, LED, breadboard, kabel jumper, dan baterai Lithium 18650 dengan modul TP4056. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE untuk pemrograman dan aplikasi *Eco Green* sebagai antarmuka monitoring. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap kondisi lapangan dan uji coba sistem yang dilakukan secara menyeluruh. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan membandingkan hasil pengujian terhadap spesifikasi fungsi sistem yang dirancang. Parameter utama dalam analisis mencakup keakuratan pembacaan sensor, ketepatan pengiriman data ke aplikasi, dan efektivitas notifikasi.

Definisi operasional dalam penelitian ini mencakup beberapa istilah penting. *Internet of Things* (IoT) didefinisikan sebagai jaringan perangkat elektronik yang saling terhubung untuk mengirim dan menerima data secara otomatis. Volume sampah adalah ketinggian sampah di dalam tempat sampah yang terukur melalui sensor ultrasonik. Sedangkan *real-time* monitoring adalah kemampuan sistem dalam menampilkan data kondisi sampah secara langsung melalui aplikasi yang terhubung.

3. Hasil dan Pembahasan

Temuan dan pembahasan dapat disajikan dalam satu bagian (sebagai bagian 'temuan dan pembahasan') atau dua bagian terpisah (sebagai 'subjudul temuan' dan 'subjudul pembahasan'). Temuan adalah penyajian penelitian yang murni berdasarkan data yang dianalisis, sedangkan pembahasan adalah penjelasan temuan yang relevan dengan literatur yang dibahas dalam pendahuluan dan teori serta gagasan relevan lainnya. Penulis diharuskan untuk memberikan temuan dan pembahasan pada urutan yang sama dengan tujuan penelitian, dan juga harus memberikan ringkasan pembahasan yang ditujukan untuk menjawab pertanyaan besar penelitian di akhir bagian pembahasan.

Penyampaian hasil penelitian dapat dilengkapi dengan tabel, grafik (gambar), dan/atau bagan. Judul tabel ditempatkan pada bagian atas tabel dan diberi nomor sesuai dengan urutan tabel.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Volume Sampah (%)	Jarak Terdeteksi (cm)	Notifikasi Aktif
0%	20	Tidak
50%	10	Tidak
>80%	3	Ya

Sumber: Data Hasil Prototipe *Eco Green*, (2025)

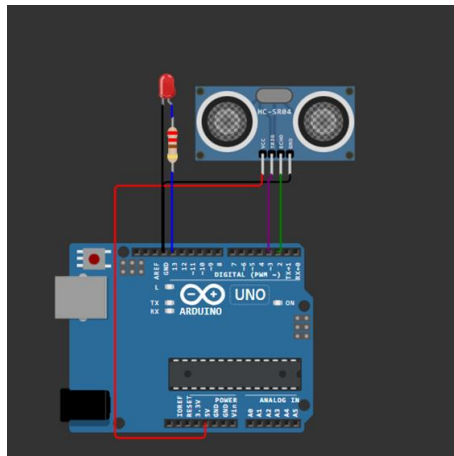
3.1. Hasil

Rancangan prototipe sistem *Eco Green* ditunjukkan pada Gambar 1. Prototipe ini dikembangkan menggunakan mikrokontroler Arduino UNO sebagai pusat kendali utama, yang berfungsi untuk

menerima data dari sensor dan memberikan keluaran berupa indikator LED. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi jarak atau keberadaan objek, khususnya tumpukan sampah dalam tempat sampah, sebagai bentuk sistem monitoring lingkungan berbasis *Internet of Things* (IoT).

Komponen utama yang digunakan dalam prototipe ini terdiri dari sensor ultrasonik HC-SR04, LED indikator, dan resistor. Sensor ultrasonik HC-SR04 bekerja dengan prinsip gelombang ultrasonik yang dipantulkan dari permukaan objek dan dikembalikan ke sensor. Sensor ini memiliki empat pin yaitu VCC, Trig, Echo, dan GND. VCC dihubungkan ke pin 5V pada Arduino, GND ke pin GND, dan pin Trig serta Echo masing-masing dihubungkan ke pin digital Arduino (misalnya pin 9 dan 10). Ketika sistem diaktifkan, Arduino akan mengirimkan sinyal ke pin Trig sensor HC-SR04, kemudian sensor akan memancarkan gelombang ultrasonik dan menunggu pantulan dari permukaan sampah. Waktu pantulan tersebut kemudian dikirimkan kembali ke pin Echo dan dihitung oleh Arduino untuk menentukan jarak. Jika jarak yang terdeteksi lebih kecil dari ambang batas yang telah ditentukan, maka LED indikator akan menyala sebagai tanda bahwa volume sampah telah mendekati penuh.

Desain ini memungkinkan sistem untuk memberikan peringatan secara visual kepada petugas kebersihan dan juga mengirimkan data secara *real-time* ke aplikasi *Eco Green*. Dengan begitu, sistem ini mampu meningkatkan efisiensi pemantauan kebersihan dan mengurangi risiko penumpukan sampah di lingkungan kampus. Gambar 1 berikut menggambarkan tampilan antarmuka pengguna dari aplikasi *Eco Green* yang digunakan untuk memantau status tempat sampah.



Gambar 1. Data Hasil Prototipe *Eco Green*, (2025)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan sistem pendeteksi volume sampah berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan aplikasi *Eco Green* terbukti efektif dalam memantau kapasitas sampah secara *real-time*. Integrasi antara NodeMCU ESP8266, sensor ultrasonik HC-SR04, dan aplikasi mobile memungkinkan proses pengelolaan sampah menjadi lebih efisien, khususnya melalui fitur notifikasi otomatis yang muncul saat volume sampah dalam tempat penampungan telah mendekati penuh. Selain itu, sistem ini secara signifikan membantu mengurangi risiko terjadinya penumpukan sampah di lingkungan kampus, meminimalkan bau tidak sedap, serta mengoptimalkan waktu kerja petugas kebersihan. Penerapan pendekatan smart environment melalui *Eco Green* menjadi salah satu solusi inovatif dan terjangkau dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan kebersihan di institusi pendidikan seperti Politeknik Negeri Bengkalis.

Daftar Pustaka

- [1] M. Marzuki, M. Hasibuan, D. T. W, R. Rizal, and W. R. Lestari, "Perancangan Aplikasi Bank Sampah Berbasis Website Untuk Kampus Bebas Sampah," *J. Digit. Lit. Volunt.*, vol. 2, no. 1, pp. 23-30, 2024, doi: 10.57119/litdig.v2i1.77.
- [2] Moh. Muslimin, Andhika C.P., Luki Ardiantoro, and Soffa Zahara, "Internet of Thing (IoT) untuk Pembuangan Akhir Sampah di Mojokerto," *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 6, pp. 897-906, 2022, doi: 10.55123/insologi.v1i6.1214.
- [3] A. Manaor, H. Pardede, M. Pita, U. Sitompul, and S. Utara, "Rancang Bangun Pengembangan Robot Pembersih Sampah Berbasis Internet of Thing (IOT) Untuk Pemantauan dan Pengontrolan Jarak Jauh.," vol. 3, no. 2, 2025.
- [4] K. Udoyono and T. Abdulrohman, "Sistem Pemilahan Dalam Pengelolaan Sampah Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Teknologi Jaringan Lora Pada Platform Node-Red," *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 14, no. 2, pp. 105-111, 2022, doi: 10.47561/a.v14i2.219.
- [5] S. Suparmin and S. Abdullah, "Penggunaan Alat Rekayasa Pembersih Sampah Plastik Dalam Menunjang Proses Pengolahan Sampah Di Kampus 7 Poltekkes Kemenkes Semarang," *Bul. Keslingmas*, vol. 39, no. 2, pp. 60-64, 2020, doi: 10.31983/keslingmas.v39i2.5893
- [6] Muhammad Imron Rosadi, Faris, Z. Ahwan, and Mulyono Wibisono, "Modernisasi Manajemen Bank Sampah Melalui Pemanfaatan Aplikasi Bank Sampah IT Mobile Pada Komunitas Bank Sampah TPI BISA Kelurahan Pagak Kecamatan Beji Kab. Pasuruan," *Soeropati*, vol. 2, no. 1, pp. 1-18, 2019, doi: 10.35891/js.v2i1.1719.
- [7] M. Ikaningtyas and S. A. Hilmawan, "INCOME: Indonesian Journal of Community Service and Engagement Optimalisasi Tong Sampah sebagai Teknologi Tepat Guna pada Wisata Padepokan Lembah Sumilir," *Indones. J. Community Serv. Engagem.*, vol. 02, no. 04, pp. 256-262, 2023, [Online]. Available: <https://journals.eduped.org/index.php/income/indexdoi:https://doi.org/10.56855/income.v2i4.730>
- [8] I. Pancane, A. Aslih, and S. Abu, "Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Beban Listrik pada Unit Produksi Bakmi GM Denpasar dengan Internet Of Think Menggunakan App Inventor," vol. 3, 2025.
- [9] A. A. Putra and A. A. Slameto, "Sistem Monitoring dan Smart Farm untuk Ayam Pedaging Berbasis Internet Of Think," *Respati*, vol. 15, no. 3, p. 12, 2020, doi: 10.35842/jtir.v15i3.361.
- [10] H. Herpendi, V. Julianto, and K. A. Hafizd, "Perancangan Multicontrol Pada Lampu Berbasis Internet Of Think (IOT)," *J. SAINTEKOM*, vol. 8, no. 2, p. 129, 2018, doi: 10.33020/saintekom.v8i2.65.