



SIENTONG SEBAGAI MEDIA EDUKASI IOT DAN UPAYA MANAJEMEN KEBERSIHAN PROAKTIF DI LINGKUNGAN SEKOLAH

Oleh

Chalifa Chazar¹, Mohamad Dedrick Finnegan², Devit Saputra³, Freddy Kristian Putra⁴, Oki Ariansyah⁵

^{1,2,3,4,5}Institut Teknologi Nasional Bandung

E-mail: ¹chalifa@itenas.ac.id

Article History:

Received: 18-12-2025

Revised: 06-01-2026

Accepted: 21-01-2026

Keywords:

Internet of Things,
Manajemen Sampah,
Kebersihan
Lingkungan, Perilaku
Pengguna,
Pendidikan STEM,
Kecerdasan Buatan

Abstract: Proyek pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini menerapkan SiEntong (Sistem Entitas Tong Sampah Pintar Otomatis dan Monitoring Isi Kapasitas Tong Sampah) di SMA BPI 1 Bandung sebagai media edukasi STEM dan manajemen kebersihan proaktif. SiEntong dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonic, dengan data kapasitas sampah ditampilkan secara real-time pada dashboard web. Metode melibatkan pengembangan sistem, implementasi dan evaluasi kualitatif melalui observasi dan diskusi interaktif. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sistem SiEntong berfungsi optimal dan efektif meningkatkan pemahaman praktis peserta mengenai konsep IoT. Umpan balik positif diterima terkait efisiensi dan manfaat sistem. Namun, teridentifikasi risiko pengguna awam membuka tutup sampah secara manual karena ketidaktahuan. Keberhasilan edukasi tercapai, tetapi keberlanjutan sistem sangat bergantung pada mitigasi risiko user-centric design dan sosialisasi berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Kebersihan Lingkungan sekolah merupakan aspek penting dalam menciptakan suasana belajar yang sehat dan nyaman (Sahputri, *et al.* 2023). Salah satu upaya untuk menjaga kebersihan tersebut adalah melalui pengelolaan sampah yang baik dan terpantau. Namun, proses pemantauan kapasitas tong sampah umumnya masih dilakukan secara konvensional, sehingga belum sepenuhnya efisien (Brouwer, *et al.* 2023).

Dalam era digital, penerapan teknologi Internet of Things (IoT) menjadi solusi inovatif untuk mendukung pengelolaan lingkungan yang lebih efektif (Kuzhin, *et al.* 2024). Melalui sistem berbasis sensor, kondisi tong sampah dapat dipantau secara real-time, sehingga memudahkan pengelola untuk mengetahui tingkat kepenuhan dan melakukan pengangkutan tepat waktu (Kurniawan, Chandrawati and Dewi 2025).

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menerapkan SiEntong (Sistem Entitas Tong Sampah Pintar Berbasis IoT untuk Monitoring Isi Kapasitas Tong Sampah) di SMA BPI 1 Bandung. Pemilihan sekolah mitra ini didasari oleh keselarasan visi sekolah yang berkomitmen mendukung peningkatan pendidikan STEM (Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika) serta menjalankan program aktif dalam mewujudkan lingkungan bersih dan hijau.



Gambar 1. Imbauan Kebersihan di SMA BPI 1 Bandung

Dengan demikian, penerapan SiEntong ini menjadi upaya strategis untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah sekaligus menumbuhkan kesadaran lingkungan di kalangan siswa dan tenaga pendidik. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi kapasitas sampah serta menampilkan data pada dashboard berbasis web (Maulida, *et al.* 2025). Melalui penerapan teknologi ini, diharapkan sekolah mitra dapat mengelola sampah secara lebih teratur, higienis, dan berkelanjutan.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berjudul "SiEntong sebagai Media Edukasi IoT dan Upaya Manajemen Kebersihan Proaktif di Lingkungan Sekolah" ini dilaksanakan di SMA BPI 1 Bandung sebagai mitra utama. Pelaksanaan kegiatan secara keseluruhan dibagi menjadi tiga tahapan yang saling berkesinambungan, dimulai dari persiapan teknologi, implementasi di lapangan, hingga tahap evaluasi keberhasilan program.

Tahap Persiapan dan Pengembangan Sistem

Fase awal kegiatan berfokus pada persiapan sistem dan perangkat keras. Proses dimulai dengan koordinasi dan survei awal bersama pihak sekolah untuk mengidentifikasi kebutuhan spesifik di lokasi dan menyelaraskan tujuan program dengan visi SMA BPI 1 Bandung yang berkomitmen pada pendidikan STEM dan program lingkungan hijau. Setelah kebutuhan divalidasi, tim pengabdian melanjutkan pada perancangan dan pengembangan perangkat keras. SiEntong dirakit dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang diintegrasikan dengan sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ini berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian sampah, yang kemudian datanya diproses oleh mikrokontroler (Pratama and Harijono 2024). Secara paralel, tim melakukan pengembangan perangkat lunak dengan membangun dashboard monitoring berbasis web. Dashboard ini berfungsi sebagai antarmuka visual yang menerima data real-time dari perangkat SiEntong dan menyajikannya dalam bentuk indikator persentase kepenruhan yang mudah dipahami oleh petugas kebersihan dan pengelola sekolah.

Tahap Implementasi dan Edukasi

Puncak pelaksanaan kegiatan dilakukan pada tanggal 12 November 2025 di lingkungan SMA BPI 1 Bandung. Tahap ini difokuskan pada transfer pengetahuan dan teknologi kepada peserta yang terdiri dari siswa dan perwakilan tenaga pendidik. Kegiatan diawali dengan sosialisasi konsep dasar Internet of Things (IoT), diikuti dengan penjelasan mengenai pentingnya inovasi digital dalam menciptakan manajemen kebersihan yang lebih proaktif dan berkelanjutan (Apriani, *et al.* 2023). Selanjutnya, tim melakukan demonstrasi fungsional

sistem SiEntong secara langsung. Proses ini mencakup penjelasan terperinci mengenai cara kerja sensor, alur pengiriman data melalui jaringan nirkabel, hingga data tersebut berhasil diolah dan ditampilkan pada dashboard web. Untuk memperkuat aspek edukasi STEM, kegiatan diakhiri dengan sesi edukasi interaktif yang membahas komponen utama yang digunakan dan memberikan wawasan praktis mengenai logika dasar pemrograman yang diterapkan, sehingga peserta memperoleh pemahaman menyeluruh tentang teknologi yang mereka gunakan.



Gambar 2. Demonstrasi dan Edukasi SiEntong di SMA BPI 1 Bandung

Tahap Evaluasi

Untuk mengukur dampak dan efektivitas program, dilakukan evaluasi hasil kegiatan yang berfokus penuh pada pendekatan kualitatif. Pengumpulan data tidak menggunakan instrumen tes kuantitatif, melainkan mengandalkan observasi partisipatif selama demonstrasi sistem dan sesi diskusi interaktif serta tanya jawab dengan peserta. Metode ini bertujuan untuk mengumpulkan umpan balik langsung mengenai manfaat yang dirasakan, pemahaman mereka terhadap konsep IoT, serta persepsi kemudahan penggunaan (*usability*) sistem SiEntong. Diskusi ini secara spesifik dirancang untuk menggali potensi tantangan implementasi dan masukan praktis untuk keberlanjutan program di lingkungan sekolah. Sebagai contoh, diskusi diarahkan untuk mengidentifikasi potensi kendala operasional, seperti masukan yang didapat mengenaiantisipasi perilaku pengguna awam yang mungkin akan mencoba membuka tutup sampah secara manual karena ketidaktahuan. Seluruh data kualitatif yang terkumpul ini menjadi dasar untuk menganalisis keberhasilan program dalam mencapai tujuan edukasi dan manajemen lingkungan.

HASIL

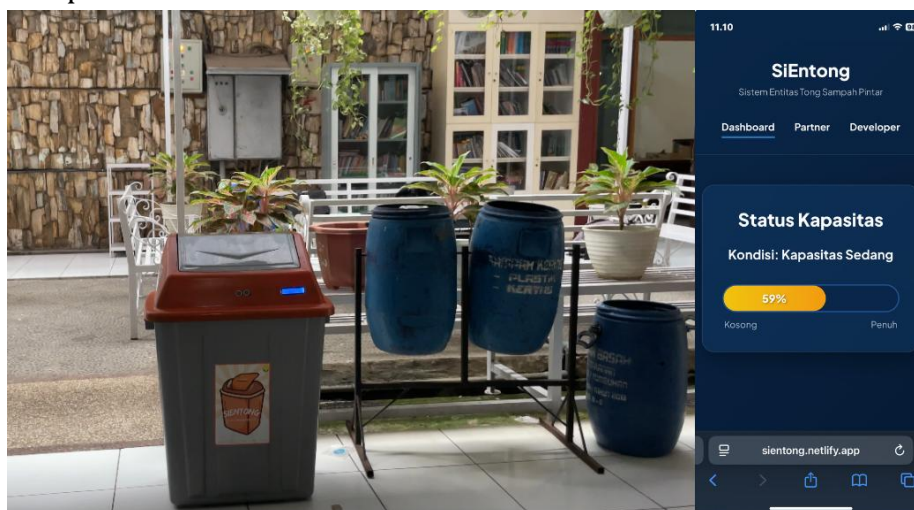
Menyajikan temuan-temuan faktual dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilaksanakan, meliputi fungsionalitas sistem SiEntong dan data kualitatif yang diperoleh dari peserta.

Fungsionalitas Sistem SiEntong

Tahap persiapan dan pengembangan sistem berhasil mewujudkan sebuah rancangan

awal SiEntong yang siap diimplementasikan di lingkungan SMA BPI 1 Bandung. Perangkat keras ini dibangun dengan mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04, yang berfungsi sebagai detektor level atau kapasitas sampah. Data yang dikumpulkan sensor ini diproses dan dikirim secara nirkabel untuk ditampilkan pada dashboard monitoring berbasis web.

Selama tahap implementasi pada 12 November 2025, fungsionalitas sistem telah berhasil didemonstrasikan. Peserta dapat mengamati secara langsung alur kerja sistem, mulai dari deteksi objek oleh sensor, pemrosesan dan pengiriman data oleh ESP32, hingga perubahan indikator kapasitas yang terjadi secara real-time pada dashboard web. Fungsionalitas ini membuktikan bahwa perangkat dapat berjalan sesuai rancangan teknis yang telah ditetapkan.



Gambar 3. Perangkat SiEntong (kiri) dan dashboard monitoring (kanan)
Hasil Evaluasi Kualitatif dan Umpan Balik Peserta

Evaluasi kualitatif yang dilaksanakan melalui observasi partisipatif dan sesi diskusi interaktif menunjukkan respons yang positif dari siswa dan tenaga pendidik.

Pada aspek edukasi STEM, sesi sosialisasi dan edukasi interaktif berhasil meningkatkan pemahaman praktis peserta mengenai konsep Internet of Things (IoT). Observasi menunjukkan antusiasme yang tinggi, di mana banyak siswa mendapatkan pengalaman pertama melihat integrasi sensor, mikrokontroler, dan aplikasi web dalam satu sistem yang memecahkan masalah lingkungan nyata.

Pada aspek manfaat dan *usability*, umpan balik yang diterima sangat positif dengan peserta memandang SiEntong sebagai solusi inovatif yang relevan. Para petugas kebersihan dan tenaga pendidik sepakat bahwa sistem ini berpotensi besar membantu manajemen kebersihan menjadi lebih proaktif dan efisien, mengurangi kebutuhan untuk pengecekan fisik konvensional.

Masukan utama yang signifikan adalah potensi kendala operasional terkait perilaku pengguna awam, yang belum terbiasa dengan sistem otomatis dan dikhawatirkan akan mencoba membuka tutup sampah secara manual karena ketidaktahuan.



DISKUSI

Pembahasan diawali dengan konfirmasi bahwa tujuan utama proyek, yaitu penerapan teknologi dan peningkatan kesadaran lingkungan, telah tercapai secara teknis dan edukatif. Fungsionalitas sistem yang berjalan baik membuktikan bahwa teknologi IoT, yang diwakili oleh SiEntong, adalah solusi yang layak dan dapat direplikasi untuk manajemen kebersihan proaktif. Selain itu, tingginya antusiasme dan peningkatan pemahaman siswa mengindikasikan bahwa proyek ini berhasil berfungsi sebagai media edukasi STEM yang efektif.

Namun, temuan kualitatif mengenai potensi kendala operasional yaitu, perilaku pengguna yang membuka paksa tutup sampah secara manual menjadi fokus penting dalam pembahasan ini. Temuan ini menegaskan bahwa keberhasilan implementasi teknologi tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknis (*engineering*), tetapi juga pada aspek sosial dan adaptasi pengguna (Alkdour, *et al.* 2023).

Analisis menunjukkan perlunya pendekatan *user-centric design* yang lebih kuat pada iterasi SiEntong selanjutnya. Perilaku pengguna awam yang belum familiar dengan sistem otomatis merupakan tantangan yang harus diatasi. Dengan demikian, nilai dari evaluasi kualitatif terbukti sangat berharga, karena berhasil mengidentifikasi risiko ini sebelum sistem diimplementasikan secara permanen.

KESIMPULAN

Proyek SiEntong berhasil mencapai tujuan edukasi dan membuktikan fungsionalitas teknisnya. Namun, keberlanjutan dan adopsi jangka panjang sangat bergantung pada upaya mitigasi risiko yang diidentifikasi dari umpan balik pengguna, melalui penambahan instruksi visual yang jelas dan sosialisasi yang berkelanjutan.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan, kontribusi, dan fasilitas dari berbagai pihak sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini dapat terlaksana dengan baik dan lancar, mulai dari tahap perencanaan hingga penulisan artikel ini. Pengakuan dan apresiasi khusus ditujukan kepada:

1. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Bandung atas dukungan fasilitas, dan izin yang krusial selama proses pelaksanaan dan penulisan artikel.
2. SMA BPI 1 Bandung sebagai mitra utama atas sambutan, kerjasama yang sangat baik, dan partisipasi aktif. Terima kasih secara khusus disampaikan kepada Tatang, M.Pd selaku Kepala Sekolah, M. Irfan Triawan, M.Pd selaku Wakil Kepala Sekolah Bidang Humas, dan Taufan Hikaiat, S.Pd selaku PIC (*Person-in-Charge*) kegiatan, serta seluruh jajaran guru dan siswa/i yang terlibat, sehingga implementasi dan evaluasi sistem dapat berjalan optimal.

Dukungan dari semua pihak tersebut merupakan kunci keberhasilan proyek SiEntong dalam mencapai tujuan edukasi dan manajemen lingkungan.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Sahputri, Juwita, et al. "Sosialisasi Kebersihan Lingkungan Sekolah SD Negeri 3 Muara Dua Kota Lhokseumawe." *AUXILIUM: Jurnal Pengabdian Kesehatan* 1, no. 1 (2023): 11-16. <https://doi.org/10.29103/auxilium.v1i1.12611>



- [2] Brouwer, Yoeri, Ana Paula Barbosa-Póvoa, António Pais Antunes, and Tânia Rodrigues Pereira Ramos. "Comparison of different waste bin monitoring approaches: An exploratory study." *Waste Management & Research* 41, no. 10 (2023): 1570 –1583. <https://doi.org/10.1177/0734242X231160691>
- [3] Kuzhin, Marat F., Abhishek Joshi, Vaibhav Mittal, Monika Khatkar, and Ugur Guven. "Optimizing Waste Management through IoT and Analytics: A Case Study Using the Waste Management Optimization Test." *BIO Web of Conferences* 86 (2024). <https://doi.org/10.62712/juktisi.v4i2.420>
- [4] Kurniawan, Andre, T Brenda Chandrawati, and Stephani Inggrit Swastini Dewi. "IoT-Based Smart Bin Waste Management System with Real-Time Capacity Monitoring." *SISFORMA: Journal of Information Systems* 12 (1 2025). <https://doi.org/10.24167/sisforma.v12i1.13753>
- [5] Maulida, Allya, Choirunnisa Safa Fayzalmi, Faiz Ata Choirul Anaam, Dikhi Ardiansyah, Muhamad Ariel Gunawan, and Nur Ridwan. "Design of IoT-Based Smart Trash Bin Monitoring Using ESP32 And Firebase." *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Komputer* 4, no. 2 (2025): 420-428. <https://doi.org/10.62712/juktisi.v4i2.420>
- [6] Pratama, Adam Wicaksono, and Agus Harijono. "Analisis Sensor Ultrasonik pada Teknologi tempat Sampah Pintar Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano." *Journal of Mechanical Engineering* 1, no. 3 (2024): 1-9. <https://doi.org/10.47134/jme.v1i3.3206>
- [7] Apriani, Enda, et al. "PENERAPAN SCM DAN INTERNET OF THINGS (IOT) PADA SISTEM PENGELOLAAN SAMPAH YANG BERKELANJUTAN." *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 4, no. 1 (2023): 195-199. <https://doi.org/10.31949/jb.v4i1.3875>
- [8] Alkdour, Tayseer, Mohammed Amin Almaiah, Rima Shishakly, Abdalwali Lutfi, and Alrawad Mahmoud. "Exploring the Success Factors of Smart City Adoption via Structural Equation Modeling." *Sustainability* 15 (2023). <https://doi.org/10.3390/su152215915>