

Aplikasi Smart Waste Management untuk Mendukung Pengelolaan Sampah di SMK Prudent School

¹⁾Sevierda Raniprima*, ²⁾Kamelia Quzwain, ³⁾Aisyah Novfitri, ⁴⁾Putri Rahmawati, ⁵⁾Dimas Putra Sadewa, ⁶⁾Muhammad Bintang Alfarisi, ⁷⁾Muhammad Agung Pratama, ⁸⁾Muhammad Ramadhan Alfaridzi

^{1,2,3,4,5,6,7,8)}Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom Jakarta, Jakarta, Indonesia

Email Corresponding: sevierdar@telkomuniversity.ac.id*

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: Pengelolaan Sampah Internet of Things (IoT) Aplikasi Smart Trash Bin Smart Environment	Pengelolaan sampah di lingkungan sekolah masih menghadapi berbagai kendala, seperti rendahnya kesadaran pemilahan sampah, keterbatasan sistem pemantauan kapasitas tempat sampah, serta belum optimalnya pengelolaan berbasis data. Sebagai tindak lanjut dari program Pengabdian kepada Masyarakat sebelumnya yang menghasilkan prototipe <i>smart trash bin</i>, kegiatan ini bertujuan mengembangkan aplikasi Smart Waste Management berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) sebagai media monitoring dan edukasi pengelolaan sampah. Aplikasi yang dikembangkan memungkinkan pengguna memantau kapasitas tempat sampah secara <i>real-time</i>, menerima notifikasi saat kapasitas hampir penuh, serta mengakses informasi terkait pemilahan dan pengelolaan sampah. Implementasi dilakukan di SMK Prudent School Tangerang melalui kegiatan pelatihan dan pendampingan kepada siswa dan guru. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa semua peserta memberikan respons positif terhadap kemudahan penggunaan aplikasi dan kesesuaian materi dengan kebutuhan mereka. Temuan ini menunjukkan bahwa program berhasil meningkatkan pemahaman peserta mengenai pemanfaatan teknologi digital dalam pengelolaan sampah serta mendukung terciptanya lingkungan sekolah yang lebih bersih, efisien, dan berkelanjutan. Model implementasi ini berpotensi direplikasi pada institusi pendidikan lainnya sebagai bagian dari pengembangan <i>smart environment</i>.
Keywords: Waste Management Internet of Things (IoT) Mobile Application Smart Trash Bin Smart Environment	Waste management in schools continues to face several challenges, including low awareness of waste segregation, limited monitoring of waste bin capacity, and inefficient waste management practices. As a continuation of a previous Community Service Program that developed a <i>smart trash bin</i> prototype, this project aimed to develop an IoT-based Smart Waste Management mobile application as a monitoring and educational tool for waste management. The application enables users to monitor bin capacity in real time, receive notifications when bins approach full capacity, and access educational content related to proper waste segregation and management practices. The system was implemented at SMK Prudent School Tangerang through training and mentoring activities involving students and teachers. Evaluation results indicated that 98% of participants provided positive feedback regarding the ease of use of the application and the relevance of the training materials to their needs. These findings demonstrate that the program successfully enhanced participants' understanding of digital technology utilization in waste management while supporting the creation of a cleaner, more efficient, and sustainable school environment. Furthermore, the implementation model has the potential to be replicated in other educational institutions as part of smart environment initiatives
This is an open access article under the CC-BY-SA license. 	

I. PENDAHULUAN

Peningkatan volume sampah masih menjadi tantangan dalam mewujudkan lingkungan yang sehat dan berkelanjutan. Di Indonesia, pengelolaan sampah masih didominasi oleh pendekatan kumpul–angkut–buang, sementara praktik pemilahan sampah dari sumbernya belum berjalan optimal (Brotosusilo & Handayani, 2020; Kahfi, 2017). Kondisi ini menunjukkan perlunya penerapan teknologi yang dapat mendukung pemantauan dan pengelolaan sampah secara lebih efektif.

Lingkungan sekolah, termasuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), juga menghadapi permasalahan serupa. Pengelolaan sampah umumnya masih dilakukan secara manual tanpa sistem monitoring yang memadai, sehingga pengangkutan sampah sering bersifat reaktif setelah tempat sampah penuh. Selain berdampak pada kebersihan lingkungan, kondisi tersebut juga menghambat pembentukan budaya pemilahan sampah di kalangan siswa.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang penerapan konsep *Smart Waste Management* melalui penggunaan sensor dan sistem monitoring berbasis internet (Zanella et al., 2014). Berbagai penelitian telah mengembangkan tempat sampah pintar menggunakan sensor ultrasonik untuk memantau kapasitas sampah secara otomatis (Hanafie et al., 2021; Kristanti et al., 2022; Mulyono & Nasution, 2022). Penelitian lain juga menunjukkan potensi teknologi dalam melakukan pemilahan sampah secara otomatis berdasarkan jenisnya (Lubis et al., 2021; Falinda et al., 2023).

Meskipun demikian, sebagian besar pengembangan masih berfokus pada perangkat keras, sementara pemanfaatan aplikasi mobile sebagai media monitoring dan edukasi pengguna masih terbatas. Padahal, keberhasilan implementasi teknologi sangat dipengaruhi oleh kemampuan pengguna dalam memahami dan memanfaatkan sistem secara berkelanjutan.

Tim pelaksana sebelumnya telah mengembangkan alat bantu pembelajaran sistem pemilah sampah otomatis sebagai media pembelajaran berbasis teknologi (Quzwain et al., 2025). Hasil evaluasi menunjukkan perlunya pengembangan lanjutan berupa aplikasi yang mampu mengintegrasikan fungsi monitoring, pengelolaan data, dan edukasi pengguna dalam satu platform. Oleh karena itu, kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini berfokus pada pengembangan dan implementasi aplikasi *Smart Waste Management* yang terintegrasi dengan perangkat *Smart Trash Bin* di SMK Prudent School Tangerang.

Aplikasi yang dikembangkan menyediakan fitur monitoring kapasitas tempat sampah secara *real-time*, notifikasi kondisi penuh, riwayat pengangkutan, serta materi edukasi terkait pemilahan sampah. Melalui pelatihan dan pendampingan, kegiatan ini bertujuan meningkatkan literasi teknologi siswa dan guru, memperkuat kesadaran lingkungan, serta mendukung pengelolaan sampah yang lebih efektif dan berkelanjutan di lingkungan sekolah.

II. MASALAH

SMK Prudent School merupakan salah satu sekolah menengah kejuruan di Kota Tangerang yang memiliki fasilitas pembelajaran berupa ruang kelas dan laboratorium untuk mendukung kegiatan akademik siswa. Sebagai institusi pendidikan yang berorientasi pada pembentukan karakter dan keterampilan peserta didik, sekolah memiliki komitmen untuk menciptakan lingkungan belajar yang bersih, sehat, dan nyaman. Namun demikian, berdasarkan hasil observasi lapangan, pengelolaan sampah di lingkungan sekolah masih menghadapi beberapa kendala.

Permasalahan utama yang ditemukan adalah belum tersedianya fasilitas tempat sampah yang mendukung pemilahan sampah secara sistematis. Sampah organik dan non-organik masih dibuang dalam wadah yang sama sehingga proses pemilahan tidak dapat dilakukan sejak dari sumbernya. Kondisi ini menyebabkan potensi daur ulang sampah menjadi rendah serta meningkatkan risiko tercampurnya berbagai jenis limbah yang seharusnya dapat dikelola secara berbeda.

Selain keterbatasan fasilitas, rendahnya penerapan praktik pemilahan sampah juga berdampak pada kurang optimalnya pembentukan kesadaran lingkungan di kalangan peserta didik. Siswa belum memperoleh pengalaman langsung dalam menerapkan konsep pengelolaan sampah yang baik dan berkelanjutan. Padahal, lingkungan sekolah merupakan media yang efektif untuk menanamkan kebiasaan peduli lingkungan sejak usia dini.



Gambar 1. SMK Prudent School

Permasalahan lainnya adalah belum adanya pemanfaatan teknologi sebagai media edukasi dan monitoring pengelolaan sampah di sekolah. Sistem pengelolaan yang masih bersifat konvensional menyebabkan proses pemantauan kondisi tempat sampah tidak dapat dilakukan secara efektif. Akibatnya, pengelolaan sampah cenderung bersifat reaktif dan belum didukung oleh data yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan lingkungan sekolah.

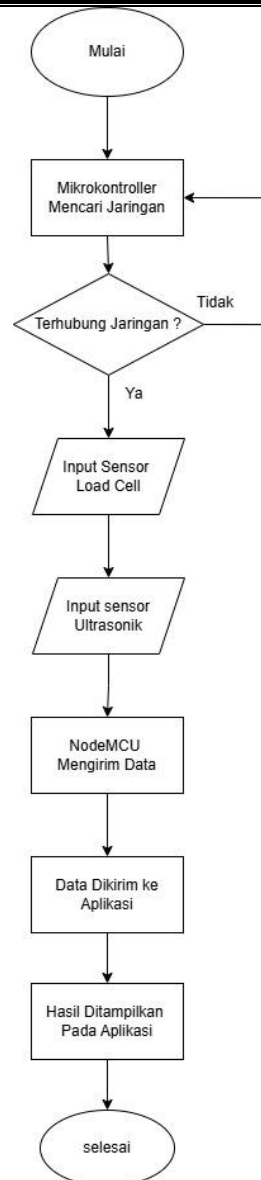
Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan solusi yang tidak hanya menyediakan fasilitas tempat sampah terpilah, tetapi juga mampu mengintegrasikan aspek edukasi dan teknologi. Pengembangan sistem Smart Waste Management berupa tempat sampah pintar yang terintegrasi dengan aplikasi mobile diharapkan dapat menjadi sarana pembelajaran interaktif bagi siswa sekaligus mendukung pengelolaan sampah yang lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan. Melalui penerapan teknologi ini, sekolah diharapkan mampu meningkatkan kualitas kebersihan lingkungan, memperkuat literasi lingkungan peserta didik, serta mendukung terwujudnya budaya sekolah yang berwawasan ekologis.

III. METODE

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan di SMK Prudent School Tangerang dengan tujuan meningkatkan literasi teknologi dan kesadaran lingkungan melalui implementasi aplikasi Smart Waste Management yang terintegrasi dengan perangkat tempat sampah pintar. Metode pelaksanaan kegiatan disusun dalam tiga tahapan utama, yaitu tahap pra-kegiatan, tahap pelaksanaan, dan tahap pasca-kegiatan.

Tahap pra-kegiatan diawali dengan proses identifikasi kebutuhan mitra melalui observasi langsung dan diskusi bersama pihak sekolah. Hasil observasi menunjukkan bahwa sekolah telah memiliki prototipe alat pemilah sampah otomatis yang mampu mengelompokkan sampah berdasarkan jenisnya, namun belum dilengkapi dengan aplikasi yang dapat digunakan untuk melakukan monitoring kondisi tempat sampah secara real-time. Oleh karena itu, pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan pengguna, perancangan fitur aplikasi, serta penyusunan materi pelatihan yang akan digunakan selama kegiatan berlangsung. Selain itu, tim juga melakukan persiapan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk mendukung implementasi sistem. Persiapan tersebut mencakup integrasi sensor pada tempat sampah pintar, konfigurasi modul komunikasi data, perancangan basis data, serta pengujian awal aplikasi sebelum digunakan oleh mitra.

Tahap pelaksanaan berfokus pada implementasi aplikasi Smart Waste Management yang terintegrasi dengan perangkat tempat sampah pintar berbasis Internet of Things (IoT). Sistem yang dikembangkan mampu menyajikan informasi mengenai klasifikasi sampah yang terdiri atas sampah organik, anorganik, dan logam. Selain itu, sistem juga menyediakan informasi kapasitas tempat sampah berdasarkan parameter volume dan berat sampah yang terdeteksi oleh sensor. Data yang diperoleh dari sensor dikirimkan melalui modul ESP8266 menuju server berbasis Firebase secara real-time. Selanjutnya, data tersebut disimpan dalam basis data dan ditampilkan pada aplikasi Android sehingga pengguna dapat memantau kondisi tempat sampah kapan saja dan di mana saja. Melalui mekanisme sesuai Gambar 2 ini, proses pengelolaan sampah menjadi lebih efektif karena pengguna dapat mengetahui tingkat kepenuhan tempat sampah tanpa harus melakukan pemeriksaan secara langsung.



Gambar 2. Flowchart monitoring aplikasi

Aplikasi Smart Waste Management dikembangkan pada platform Android menggunakan Android Studio. Aplikasi dirancang untuk memudahkan pengguna dalam memantau kondisi tempat sampah pintar melalui antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan. Fitur utama yang tersedia meliputi menu registrasi dan login pengguna, halaman monitoring kondisi tempat sampah, informasi kapasitas dan berat sampah berdasarkan kategori organik, anorganik, dan logam, serta fitur notifikasi ketika kapasitas tempat sampah mencapai batas tertentu. Sistem peringatan secara otomatis akan aktif apabila tingkat kepenruhan atau berat sampah telah mencapai 80% dari kapasitas maksimum. Integrasi sistem dan tampilan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Monitoring berbasis aplikasi

Setelah sistem berhasil diimplementasikan, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan dan pendampingan kepada siswa serta pihak sekolah. Materi yang diberikan meliputi pengenalan konsep Smart Waste Management, penggunaan aplikasi monitoring, interpretasi data yang ditampilkan sistem, serta edukasi mengenai pentingnya pemilahan sampah. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan pengguna dalam mengoperasikan sistem sekaligus membangun kesadaran terhadap pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

Tahap pasca-kegiatan dilakukan melalui evaluasi penggunaan aplikasi dan pendampingan lanjutan kepada mitra. Evaluasi dilakukan untuk mengukur tingkat pemahaman peserta terhadap penggunaan aplikasi, kemudahan pengoperasian sistem, serta manfaat yang dirasakan setelah implementasi teknologi. Selain itu, tim juga mengumpulkan masukan dari pengguna sebagai bahan pengembangan sistem pada tahap berikutnya.

Melalui tahapan tersebut, diharapkan aplikasi Smart Waste Management dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan sebagai media monitoring dan edukasi pengelolaan sampah di lingkungan sekolah. Integrasi antara teknologi IoT dan aplikasi mobile diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah sekaligus mendukung pembentukan budaya peduli lingkungan di kalangan peserta didik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai bagian dari proses implementasi teknologi yang telah dikembangkan, tim pengabdian menyelenggarakan kegiatan pelatihan dan pendampingan kepada siswa serta guru SMK Prudent School. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta dalam memanfaatkan aplikasi Smart Waste Management sebagai media monitoring pengelolaan sampah berbasis Internet of Things (IoT). Materi yang diberikan mencakup pengenalan konsep Smart Waste Management, penggunaan aplikasi Android, interpretasi data monitoring, serta pentingnya pemilahan sampah sejak sumbernya. Pelatihan dilakukan secara praktik langsung sehingga peserta dapat mencoba menggunakan aplikasi. Peserta juga diberikan kesempatan untuk melakukan simulasi pemantauan kondisi tempat sampah dan memahami fungsi notifikasi yang tersedia pada sistem, seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5.

Berdasarkan hasil observasi selama kegiatan, peserta menunjukkan antusiasme yang tinggi terhadap pemanfaatan teknologi dalam pengelolaan sampah. Aplikasi yang dikembangkan dinilai mudah digunakan karena memiliki antarmuka yang sederhana dan informasi yang ditampilkan mudah dipahami. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa integrasi aplikasi Smart Waste Management dengan perangkat tempat sampah pintar tidak hanya membantu proses monitoring kondisi tempat sampah secara real-time, tetapi juga menjadi sarana edukasi yang efektif dalam meningkatkan kesadaran lingkungan di kalangan siswa. Melalui pendekatan pembelajaran berbasis praktik, peserta memperoleh pengalaman langsung dalam memanfaatkan teknologi digital untuk mendukung pengelolaan sampah yang lebih efektif dan berkelanjutan.



Gambar 4. Pemaparan materi



Gambar 5. Sesi diskusi dan tanya jawab mengenai aplikasi

Tabel 1. Hasil Umpan Balik

Pertanyaan	STS (%)	N (%)	S (%)	SS (%)
1. Materi kegiatan sesuai dengan kebutuhan mitra/peserta			42	58
2. Waktu pelaksanaan kegiatan ini relatif sesuai dan cukup			38	62
3. Materi/kegiatan yang disajikan jelas dan mudah dipahami			15	85
4. Panitia memberikan pelayanan yang baik selama kegiatan			22	78
5. Masyarakat menerima dan berharap kegiatan-kegiatan seperti ini dilanjutkan di masa yang akan datang			20	80

SS = Sangat Setuju; S = Setuju; N = Netral; TS = Tidak Setuju; STS = Sangat Tidak Setuju

Hasil umpan balik pada Tabel 1 menunjukkan tingkat kepuasan yang sangat tinggi terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Rata-rata persentase responden yang memberikan penilaian Setuju (S) dan Sangat Setuju (SS) mencapai 100% pada seluruh aspek yang dievaluasi. Temuan ini mengindikasikan bahwa program yang dilaksanakan telah berjalan secara efektif, mampu mencapai tujuan yang ditetapkan, serta memberikan manfaat yang dirasakan secara langsung oleh mitra. Selain itu, tingginya tingkat persetujuan responden menunjukkan bahwa materi yang disampaikan, metode pelatihan yang digunakan, serta aplikasi Smart Waste Management yang diperkenalkan dinilai relevan dengan kebutuhan sekolah.

V. KESIMPULAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat di SMK Prudent School Tangerang berhasil mengimplementasikan aplikasi Smart Waste Management yang terintegrasi dengan perangkat tempat sampah pintar berbasis Internet of Things (IoT). Aplikasi ini mampu memantau klasifikasi, volume, dan berat sampah secara *real-time*, sehingga mendukung pengelolaan sampah yang lebih efektif dan efisien. Hasil pelatihan dan pendampingan menunjukkan respons yang sangat positif dari peserta, yang menandakan bahwa program sesuai dengan kebutuhan mitra dan memberikan manfaat nyata. Melalui integrasi teknologi IoT, aplikasi mobile, dan pembelajaran berbasis praktik, kegiatan ini berhasil meningkatkan literasi teknologi

dan kesadaran lingkungan siswa serta guru, sehingga berpotensi menjadi solusi berkelanjutan untuk mendukung pengelolaan sampah dan pendidikan lingkungan di sekolah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada Universitas Telkom yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- BrotoSusilo, A., & Handayani, D. (2020). Dataset on waste management behaviors of urban citizens in large cities of Indonesia. *Data in Brief*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106053>
- Falinda, W., Hadian, M. P., & Nuzuluddin, M. (2023). Rancang Bangun Pemilah Sampah Logam, Plastik dan Organik Secara Otomatis Berbasis Internet of Things (Iot). *Jurnal Printer: Jurnal Pengembangan Rekayasa Informatika dan Komputer*, 1(2), 142–153.
- Hanafie, A., Sukirman, K., & Putri, E. M. (2021). Pengembangan Tempat Sampah Cerdas Berbasis Internet of Things (Iot) Studi Kasus Fakultas Teknik Uim. *Iltek: Jurnal Teknologi*, 16(1), 34–39.
- Hassan, M. M., Song, B., & Huh, E. (2014). A framework of sensor-cloud integration for smart campus services. *IEEE Sensors Journal*, 14(11), 4047–4055.
- Kahfi, A. (2017). *Tinjauan Terhadap Pengelolaan Sampah* (Vol. 4, Issue 1). Jurusan Ilmu Hukum Fakultas Syariah dan Hukum.
- Kristanti, N., Samsugi, S., Surahman, A., Pratama, F. R., & Adam, I. R. (2022). Penerapan Sensor Ultrasonik Pada Kotak Sampah Otomatis Menggunakan Telegram dan Alarm Suara. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, 3(2), 67–78.
- Lubis, I. S., Khair, U., & Lubis, I. (2021). Rancang Bangun Prototype Alat Pemilah Limbah Logam Dan Plastik Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Algoritma: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 5(2), 196–206.
- Mulyono, S., & Nasution, M. Z. (2022). Rancang Bangun Keranjang Sampah Menggunakan Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Volume Sampah Berbasis Arduino Uno. *Zahra: Bulletin Big data, Data Science and Artificial Intelligence*, 1(1), 49–54.
- Noordi, D. R. P., Prastowo, A. I., Sugiarto, R. A. M., & Hartanti, D. (2022). Perancangan tempat sampah otomatis berbasis Arduino. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 1(2), 51–54.
- Novfitri, A., Kamelia, R., P., M., & R, S. (2025). Penguatan Kompetensi Siswa SMK Votech 1 Tangerang Melalui Workshop Alat Pembelajaran Arduino. *PROFICIO: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2). <https://doi.org/10.36728/jpf.v6i2.5248>
- Puspasari, F., Satya, P. T., Oktiawati, Y. U., Fahrurrozi, I., & Prisyanti, H. (2020). Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 16(1), 40–45.
- Ramadhan, B. A., Rizianiza, I., & Manta, F. (2022). Rancang Bangun Tempat Sampah Pemilah Otomatis Berbasis Arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(2), 265–274. <https://doi.org/10.32497/JRM.V17I2.3283>
- Revayanti, I. (2023). Pendampingan Karang Taruna Sebagai Pengelola Bank Sampah RW.05 Kelurahan Cipamokolan Kecamatan Rancansari Kota Bandung. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 4(1), 364–370.
- Quzwain, K., Novfitri, A., Rahmawati, P., Raniprima, S., Maulana, R. I., Alfandi, E., Trivibisono, C., & Suhendra, A. A. (2025). Alat bantu pembelajaran sistem pemilah sampah otomatis. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 6(4), 6514–6521. <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v6i4.7843>
- Sucipto, D. C. (2009). *Teknologi Pengolahan Daur Ulang Sampah*. GoysenPublishing.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22–32. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328>