

Abstrak

Bank Sampah KHALISA RW 06 Cipedak merupakan inisiatif masyarakat dalam pengelolaan sampah rumah tangga yang berkelanjutan dengan melibatkan 200 kepala keluarga sebagai nasabah aktif. Dalam pelaksanaannya, pengelolaan operasional masih menghadapi kendala, seperti pemantauan kondisi wadah sampah yang dilakukan secara manual, keterbatasan jumlah petugas pengangkut, serta belum tersedianya sistem berbasis data untuk mendukung efisiensi kerja. Untuk menjawab permasalahan tersebut, tim Pengabdian kepada Masyarakat dari Program Studi Teknik Elektro ISTN merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring wadah sampah berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, dan sensor berat (load cell). Sistem ini berfungsi untuk mendeteksi tingkat kepenuhan dan berat sampah anorganik, menampilkan informasi pada LCD, serta mengirimkan notifikasi secara real-time kepada petugas melalui aplikasi Telegram. Hasil uji coba menunjukkan bahwa alat bekerja sesuai dengan tujuan perancangan. Implementasi sistem berhasil menurunkan frekuensi keterlambatan pengangkutan hingga 90% berdasarkan perbandingan jumlah kejadian selama satu pekan sebelum dan sesudah penerapan, serta meningkatkan efisiensi waktu kerja petugas sebesar 80% berdasarkan rata-rata durasi kerja per siklus antara metode manual dan sistem IoT, karena pengambilan sampah dilakukan sesuai kondisi aktual wadah. Selain memberikan dampak teknis, kegiatan ini juga mendorong partisipasi dan kedisiplinan masyarakat dalam memilah sampah organik dan anorganik. Meskipun pengurangan biaya operasional belum dapat dievaluasi dan perangkat yang diterapkan masih terbatas, sistem ini terbukti efektif dalam mendukung pengelolaan sampah yang lebih tepat waktu, terstruktur, dan berbasis data di tingkat komunitas.

Kata Kunci: bank sampah, IoT, ESP32, sensor ultrasonik, monitoring sampah

Abstract

The Bank Sampah KHALISA RW 06 Cipedak is a community-based initiative in sustainable household waste management involving 200 households as active members. In its implementation, operational management still faces several challenges, including manual monitoring of waste bins, a limited number of collection staff, and the absence of a data-based system to support work efficiency. To address these issues, the Community Service team from the Electrical Engineering Department of ISTN designed and implemented an Internet of Things (IoT)-based waste bin monitoring system using an ESP32 microcontroller, an ultrasonic sensor, and a load cell. The system detects the fill level and weight of inorganic waste, displays information on an LCD, and sends real-time notifications to staff via the Telegram application. Trial results indicate that the device operates according to its design objectives. The system implementation successfully reduced delays in waste collection by up to 90%, based on a comparison of incident frequency within one week before and after implementation, and improved staff time efficiency by 80%, measured by the average working duration per cycle between the manual method and the IoT-based system. This improvement was achieved because waste collection was conducted according to the actual condition of the bins. In addition to its technical impact, the program also enhanced community participation and discipline in separating organic and inorganic waste. Although the reduction in operational costs has not yet been evaluated and the deployed devices remain limited in number, the system has proven effective in supporting more timely, structured, and data-driven waste management at the community level.

Keywords: waste bank, IoT, ESP32, ultrasonic sensor, waste monitoring

IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING WADAH SAMPAH BERBASIS ESP32 UNTUK EFISIENSI PENGELOLAAN DI BANK SAMPAH KHALISA CIPEDAK

Irmayani¹, Fivit Marwita¹, Edi Widiono¹, S. Wahyu Dumadi¹, Edy Supriyadi¹, Ariman¹, M. Febriansyah¹, M. Fadhli Abdilllah¹, Harlan Effendi¹, Iriandi Ilyas¹, Poedji Oetomo¹

¹) Program Studi Teknik Elektro, FSTT, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta

Article history

Received : February 2, 2026

Revised : February 28, 2026

Accepted : March 5, 2026

*Corresponding author

Irmayani

Email : ir.irmayani@istn.ac.id



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

PENDAHULUAN

Permasalahan sampah rumah tangga masih menjadi isu lingkungan yang kompleks di kawasan perkotaan, khususnya di wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Volume sampah yang terus meningkat, apabila tidak diimbangi dengan sistem pengelolaan yang efektif, dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti pencemaran lingkungan, gangguan kesehatan masyarakat, serta penurunan kualitas hidup. Sejumlah studi menunjukkan bahwa pengelolaan sampah perkotaan memerlukan pendekatan yang terintegrasi antara sistem teknis dan partisipasi masyarakat untuk mencapai keberlanjutan (Guo, 2022; Purnomo & Efendi, 2022). Masalah pengelolaan sampah tidak hanya dihadapi oleh kelurahan Cipedak saja, tetapi berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), sekitar 57% rumah tangga di Indonesia masih rutin membakar sampah sebagai cara utama membuang limbah rumah tangga. Hal ini terutama di daerah yang belum memiliki akses layanan pengangkutan sampah. Bahaya membakar sampah secara terbuka (tanpa pengolahan dan alat khusus), berdampak sangat buruk terhadap kesehatan dan lingkungan (Tabel 1). Sedangkan untuk pengelolaan dengan cara dibuat kompos dan setor ke bank sampah hanya 0,3%, dan yang paling sedikit adalah pengelolaan dengan cara daur ulang hanya 0,1% (Network, 2023).

Tabel 1. Jenis Sampah dan dampak terhadap kesehatan dan lingkungan

No	Jenis Sampah	Dampak	Keterangan
1	Sampah organik yang membusuk	Menimbulkan bau dan penyakit	Dapat menjadi tempat berkembang biak lalat, bakteri, dan menyebabkan diare, muntaber, dsb.
2	Sampah plastik	Pencemaran tanah dan air	Sulit terurai secara alami, mencemari lingkungan hingga ratusan tahun.
3	Sampah elektronik (e-waste)	Keracunan dan gangguan kesehatan	Mengandung logam berat berbahaya seperti merkuri, timbal, dan kadmium.
4	Sampah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)	Pencemaran lingkungan dan bahaya kesehatan	Contohnya seperti baterai, cat, dan obat kadaluarsa yang jika dibuang sembarangan bisa merusak lingkungan.
5	Sampah yang dibakar sembarangan	Polusi udara dan risiko penyakit	Menghasilkan dioksin dan furan yang bersifat karsinogenik (pemicu kanker).

Di tingkat masyarakat, permasalahan pengelolaan sampah tidak hanya disebabkan oleh keterbatasan sarana dan prasarana, tetapi juga rendahnya pemahaman warga dalam mengelola dan memanfaatkan sampah rumah tangga secara berkelanjutan. Limbah rumah tangga yang dihasilkan dari aktivitas sehari-hari belum dimanfaatkan secara optimal karena minimnya pengetahuan dan kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan sampah sejak dari sumbernya (Achmad et al., 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa solusi pengelolaan sampah perlu mempertimbangkan aspek edukatif dan perubahan perilaku masyarakat. Bank sampah merupakan salah satu bentuk pengelolaan sampah berbasis komunitas yang berperan penting dalam mendorong partisipasi masyarakat. Melalui konsep pemilahan dan pengelolaan sampah bernilai ekonomis, bank sampah mampu mengurangi beban tempat pembuangan akhir sekaligus meningkatkan kesadaran lingkungan warga. Kegiatan sosialisasi, edukasi, dan pendampingan pengelolaan sampah yang dilakukan di wilayah Cipedak Jagakarsa terbukti mampu meningkatkan partisipasi masyarakat dan membentuk pola pikir yang lebih peduli terhadap lingkungan (Irmayani & Azhar, 2025).

Bank Sampah KHALISA RW 06 Cipedak merupakan salah satu inisiatif masyarakat yang telah melibatkan sekitar 200 kepala keluarga (KK) sebagai nasabah aktif. Meskipun perkembangan jumlah nasabah menunjukkan tren positif, pengelolaan operasional bank sampah ini masih menghadapi berbagai kendala,

seperti proses pemantauan kondisi wadah sampah yang masih dilakukan secara manual, keterbatasan jumlah petugas pengangkut, serta minimnya sarana transportasi pendukung. Kondisi tersebut menyebabkan pengelolaan sampah belum berjalan secara optimal dan sering kali tidak berbasis pada kondisi aktual di lapangan (Ayutantri et al., 2021; Irmayani & Azhar, 2025; South et al., 2019). Dalam kegiatan operasional, terdapat beberapa kesenjangan yang teridentifikasi pada mitra. Pertama, belum tersedia indikator kuantitatif tingkat kepenuhan dan berat wadah sampah sehingga keputusan pengangkutan tidak berbasis data aktual. Kedua, penjadwalan dan rute pengangkutan masih bersifat tetap dan tidak mempertimbangkan kondisi riil wadah di lapangan. Ketiga, tidak adanya sistem pencatatan digital menyebabkan evaluasi kinerja, seperti frekuensi keterlambatan dan durasi pengangkutan, belum terdokumentasi secara terukur.

Berbagai literatur menegaskan bahwa keberhasilan pengelolaan sampah sangat dipengaruhi oleh tingkat kesadaran dan partisipasi aktif masyarakat. Pendekatan edukasi dan kolaborasi lintas sektor dinilai efektif dalam meningkatkan pemahaman masyarakat serta mendorong perubahan perilaku dalam pengelolaan sampah (Astuti & Kamil, 2024; Dewi et al., 2020). Namun demikian, perubahan perilaku masyarakat dalam pengurangan dan pemanfaatan sampah membutuhkan waktu yang panjang serta komitmen yang berkelanjutan dari seluruh pihak yang terlibat (Musaddad et al., 2021). Oleh karena itu, dukungan sistem yang mampu membantu pengelolaan sampah secara efisien menjadi kebutuhan yang mendesak. Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang penerapan sistem monitoring cerdas dalam pengelolaan sampah. Teknologi ini memungkinkan integrasi sensor dan mikrokontroler untuk memantau kondisi wadah sampah secara real-time, sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan secara lebih tepat dan berbasis data (Khatab & Abdelgawad, 2019; Widodo & Rifky, 2022). Pemanfaatan mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi konektivitas internet, sensor ultrasonik untuk mendeteksi tingkat kepenuhan, merupakan solusi teknis yang efektif dalam mendukung operasional bank sampah (Syaroni et al., 2025; Wuryanto et al., 2019)

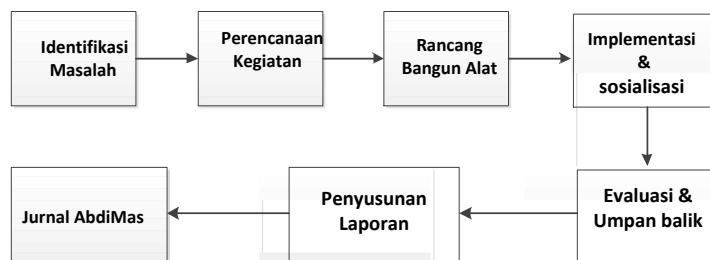
Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dirancang untuk mengintegrasikan pendekatan teknologi dan partisipasi masyarakat melalui implementasi sistem monitoring wadah sampah berbasis IoT di Bank Sampah KHALISA RW 06 Cipedak. Selain mengimplementasikan alat dan sistem monitoring, kegiatan ini juga bertujuan memberikan pemahaman masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan sampah yang berkelanjutan, sejalan dengan kebijakan pemerintah daerah sebagaimana tertuang dalam Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta Nomor 3 Tahun 2013 tentang Pengelolaan Sampah yang telah diperbarui dengan Peraturan Daerah Nomor 4 Tahun 2019 (Perda No. 3 Tahun 2013, 2013). Dengan keterlibatan aktif masyarakat, kegiatan ini diharapkan mampu menciptakan perubahan positif dalam perilaku dan pola pikir warga, serta mendukung pengelolaan sampah yang lebih efisien, tepat waktu, dan berbasis data.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan dukungan pengukuran kinerja operasional untuk memberikan gambaran secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai kondisi pengelolaan sampah serta implementasi sistem monitoring wadah sampah berbasis Internet of Things (IoT) di Bank Sampah KHALISA RW 06 Cipedak. Pendekatan deskriptif digunakan untuk memahami kondisi nyata di lapangan, perilaku masyarakat, serta efektivitas penerapan teknologi yang dikembangkan (Assyakurrohim et al., 2022; Darwin et al., 2021). Pendekatan kualitatif digunakan untuk menganalisis fenomena sosial dan teknis yang terjadi secara alamiah di lingkungan masyarakat melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi kegiatan (Sugiyono, 2022). Sementara itu, aspek kuantitatif operasional digunakan untuk mengukur indikator kinerja sebelum dan sesudah implementasi sistem, seperti frekuensi keterlambatan pengangkutan dan rata-rata durasi kerja petugas per siklus pengambilan sampah.

Teknik pengumpulan data meliputi observasi lapangan, wawancara dengan pengelola Bank Sampah KHALISA dan warga RW 06 Cipedak, rancang bangun serta pengujian sistem monitoring wadah sampah, dan dokumentasi kegiatan pelaksanaan pengabdian. Data primer diperoleh secara langsung dari lokasi kegiatan

melalui wawancara, observasi kondisi pengelolaan sampah, serta pengukuran kinerja operasional sebelum dan sesudah penerapan sistem. Data sekunder diperoleh dari studi kepustakaan, peraturan perundang-undangan terkait pengelolaan sampah, serta literatur ilmiah yang relevan dengan topik pengelolaan sampah dan penerapan teknologi IoT.



Gambar 1. Diagram blok metode dan tahapan kegiatan

Secara umum, metode dan tahapan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini digambarkan dalam bentuk diagram blok (Gambar 1) yang terdiri atas beberapa tahapan utama, yaitu: identifikasi masalah, perencanaan kegiatan, rancang bangun alat, praktik dan sosialisasi penggunaan alat, evaluasi dan umpan balik, penyusunan laporan, serta publikasi pada jurnal nasional.

1. Identifikasi Masalah

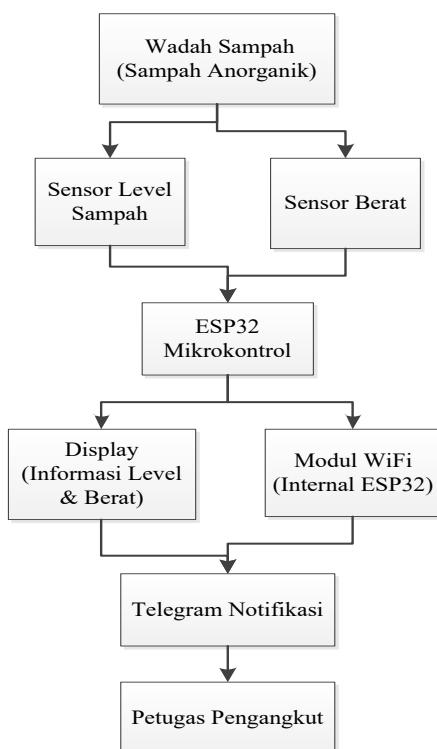
Tahapan awal kegiatan adalah identifikasi masalah yang bertujuan untuk mengetahui kondisi nyata pengelolaan sampah di Bank Sampah KHALISA RW 06 Cipedak. Kegiatan ini dilakukan melalui observasi langsung, wawancara dengan pengelola bank sampah dan warga, serta pengumpulan data terkait jumlah nasabah aktif dan mekanisme pengangkutan sampah. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa proses pemantauan kondisi wadah sampah masih dilakukan secara manual, partisipasi warga dalam pemilahan sampah belum optimal, serta keterbatasan sumber daya manusia dalam pengangkutan sampah. Dari total sekitar 800 kepala keluarga (KK), jumlah warga yang aktif berpartisipasi sebagai nasabah bank sampah masih relatif sedikit, sehingga diperlukan solusi yang mampu meningkatkan efisiensi operasional dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

2. Perencanaan Kegiatan

Berdasarkan hasil identifikasi masalah, dilakukan perencanaan kegiatan yang disesuaikan dengan kebutuhan dan tantangan di lapangan. Tahap ini meliputi perancangan konsep sistem monitoring wadah sampah berbasis IoT, pemilihan komponen utama seperti mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, dan sensor berat (*load cell*), serta penyusunan rencana kegiatan sosialisasi dan pelatihan penggunaan alat kepada masyarakat dan pengelola bank sampah. Selain itu, disusun pula materi pendukung berupa panduan penggunaan alat dan bahan sosialisasi yang mudah dipahami oleh masyarakat.

3. Rancang Bangun Alat

Tahapan rancang bangun alat meliputi perakitan perangkat keras dan pengembangan perangkat lunak sistem monitoring wadah sampah. Sistem dirancang untuk mendeteksi tingkat kefullan dan berat sampah secara real-time menggunakan sensor ultrasonik dan *load cell* yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32. Sistem komunikasi nirkabel berbasis ESP32 ini dapat memberikan alternatif dalam implementasi sistem monitoring cerdas berbasis Internet of Things (IoT) untuk pengelolaan wadah sampah yang lebih responsif dan terukur, dengan latensi yang rendah, bahkan ketika digunakan secara bersamaan oleh beberapa pengguna (Abdillah et al., 2025; Irmayani et al., 2025). Data hasil pengukuran kemudian dikirimkan melalui jaringan internet untuk memudahkan pemantauan oleh petugas bank sampah.



Gambar 2. Diagram blok sistem monitoring wadah sampah

Diagram blok konseptual sistem monitoring (Gambar 2) terdiri atas tiga bagian utama, yaitu unit input, proses, dan output. Pada unit input, sensor ultrasonik mengukur tingkat kepenuhan wadah berdasarkan jarak permukaan sampah, sedangkan load cell mengukur berat sampah. Data dari kedua sensor dikirim ke mikrokontroler ESP32 sebagai unit proses untuk diolah menjadi persentase kepenuhan dan berat aktual, kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Hasil pengolahan ditampilkan pada LCD sebagai informasi lokal. Jika nilai melebihi batas kapasitas, ESP32 mengirimkan notifikasi secara real-time melalui Telegram menggunakan koneksi WiFi. Dengan mekanisme ini, sistem mampu memantau kondisi wadah secara otomatis dan mendukung pengangkutan sampah yang lebih tepat waktu dan efisien. Tahap ini juga mencakup pengujian fungsi alat guna memastikan sistem dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan operasional di lapangan.

4. Praktik dan Sosialisasi Penggunaan Alat

Setelah alat selesai dirancang dan diuji, dilakukan kegiatan praktik dan sosialisasi penggunaan alat kepada pengelola Bank Sampah KHALISA dan warga RW 06 Cipedak. Kegiatan ini dilaksanakan dalam pertemuan yang bersifat interaktif, meliputi penjelasan fungsi sistem, demonstrasi penggunaan alat, sosialisasi pemilahan sampah berkaitan dengan sampah non organic yang dapat dimasukkan dalam wadah serta sesi diskusi dan tanya jawab. Tujuan dari tahapan ini adalah agar masyarakat dan pengelola bank sampah memahami cara kerja sistem monitoring serta mampu memanfaatkan informasi yang dihasilkan untuk mendukung pengelolaan sampah yang lebih efisien.

5. Evaluasi dan Umpan Balik

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas penerapan sistem monitoring dan respons masyarakat terhadap penggunaan alat. Evaluasi dilakukan melalui pengamatan langsung, wawancara, serta pengumpulan masukan dari pengelola bank sampah dan warga. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar untuk perbaikan sistem serta penyempurnaan kegiatan pengabdian di masa mendatang. Dalam evaluasi ini

digunakan instrumen dan indikator keberhasilan yang terukur. Keterlambatan pengangkutan didefinisikan sebagai kondisi ketika wadah sampah telah mencapai tingkat kepenuhan $\geq 80\%$ atau melewati batas berat yang ditentukan, namun tidak dilakukan pengangkutan dalam waktu lebih dari 24 jam sejak notifikasi diterima. Sementara itu, efisiensi waktu kerja petugas didefinisikan sebagai penurunan rata-rata durasi operasional per siklus pengangkutan, yang mencakup waktu pengecekan wadah dan waktu pengambilan sampah, serta pengurangan jumlah kunjungan yang tidak diperlukan karena kondisi wadah masih belum penuh.

6. Penyusunan Laporan

Seluruh rangkaian kegiatan pengabdian kemudian didokumentasikan dalam bentuk laporan kegiatan yang mencakup latar belakang, metode pelaksanaan, hasil kegiatan, evaluasi, dan rekomendasi. Laporan ini disusun sebagai bentuk pertanggungjawaban pelaksanaan kegiatan sekaligus sebagai bahan evaluasi dan pengembangan program lanjutan.

7. Publikasi pada Jurnal Nasional

Tahapan akhir kegiatan adalah penyusunan artikel ilmiah berdasarkan hasil pelaksanaan pengabdian untuk dipublikasikan pada jurnal nasional ber-ISSN. Publikasi ini diharapkan dapat menjadi sarana diseminasi hasil kegiatan serta referensi bagi pelaksanaan kegiatan pengabdian serupa di lingkungan masyarakat lainnya.

HASIL PEMBAHASAN

1. Pemilahan Sampah Organik dan Anorganik

Pengelolaan sampah memerlukan kesadaran masyarakat, partisipasi aktif dari penduduk setempat, serta penerapan konsep pengurangan, penggunaan kembali, dan daur ulang. Selain itu, pengelolaan sampah di tingkat rumah tangga, modernisasi sistem pengelolaan, serta pengelolaan limbah padat secara ilmiah juga sangat diperlukan untuk mencapai solusi yang efektif (Adhikari, 2022). Proses pemilahan sampah dimulai sejak dari rumah tangga, bertujuan untuk memisahkan antara sampah organik dan anorganik, yang akan mempermudah dalam pengelolaan dan meminimalisir dampak buruk bagi lingkungan. Hasil pelaksanaan kegiatan PKM menunjukkan bahwa pemilahan sampah menjadi sampah organik dan anorganik dapat diterapkan dengan lebih terstruktur setelah dilakukan sosialisasi dan implementasi sistem monitoring wadah sampah berbasis IoT. Masyarakat diarahkan untuk memisahkan sampah organik, seperti sisa makanan dan limbah dapur, dengan sampah anorganik, seperti plastik, kertas, dan logam, sesuai dengan jenis tempat sampah yang telah disediakan (Gambar 3).



Gambar 3. Cara memilah sampah organik, anorganik dan residu

Sampah anorganik dimasukkan ke dalam wadah yang telah dilengkapi dengan sistem monitoring berbasis mikrokontroler ESP32. Wadah ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi tingkat kepenuhan dan sensor berat (load cell) untuk mengukur massa sampah. Ketika volume sampah mencapai batas maksimum, sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer sebagai tanda penuh (Gambar 4). Pada saat yang sama, layar LCD menampilkan status wadah beserta berat sampah. Data ini juga dikirimkan secara real-time ke aplikasi Telegram, sehingga petugas dapat segera mengambil sampah anorganik sesuai kondisi actual (Gambar 5). Sementara itu, sampah organik ditempatkan pada wadah terpisah dan diambil secara rutin setiap hari untuk mencegah pencampuran dan menjaga kebersihan lingkungan.



Gambar 4. Demonstrasi penggunaan alat



Gambar 5. Tampilan Informasi pada (a) LCD dan (b) HP Android

2. Respons dan Partisipasi Masyarakat

Implementasi sistem monitoring wadah sampah berbasis ESP32 tidak hanya memberikan manfaat teknis, tetapi juga menjadi sarana edukasi. Masyarakat terlibat aktif dalam pembekalan materi, praktik langsung penggunaan alat. Aktivitas ini mendorong pemahaman yang lebih baik mengenai pentingnya pemilahan sampah sejak dari sumbernya. Adapun pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini

dilakukan pada Kamis, 9-10-2025, dan dapat dideskripsikan secara rinci dalam Tabel 2. Tabel ini memuat tahapan kegiatan beserta waktu pelaksanaannya.

Tabel 2. Rincian Pelaksanaan Kegiatan PKM

No	Kegiatan	Waktu
1	Pembekalan materi mengenai pengelolaan sampah, sistem monitoring wadah	09.00 - 09.50 wib
2	Pelaksanaan praktek dan pendampingan	10.00 – 12.00 wib
3	Evaluasi melalui diskusi dan tanya jawab	13.00 – 15.00 wib

Kegiatan dimulai dengan pembekalan materi yang bertujuan memberikan pemahaman awal kepada peserta terkait konsep dan teknik pengelolaan sampah. Selanjutnya, dilakukan praktik lapangan dan pendampingan secara langsung untuk mengaplikasikan materi yang telah diberikan. Terakhir, kegiatan ditutup dengan sesi evaluasi melalui diskusi dan tanya jawab guna menilai tingkat pemahaman serta mendapatkan umpan balik dari peserta. Setelah dilakukan edukasi dan pendampingan langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi dan umpan balik serta menilai dampak dari kegiatan yang telah dilaksanakan. Selama pelaksanaan kegiatan, dokumentasi visual dilakukan untuk mencatat proses dan interaksi antara tim pengabdian serta masyarakat. Foto bersama tim dan petugas Bank Sampah KHALISA RW 06 Cipedak menegaskan keterlibatan aktif semua pihak dalam implementasi sistem monitoring (Gambar 6). Kegiatan tanya jawab dengan peserta menunjukkan antusiasme dan partisipasi masyarakat, di mana warga aktif menyampaikan pertanyaan terkait penggunaan sistem, prosedur pemilahan sampah, serta strategi pengelolaan sampah berbasis data (Gambar 7). Dokumentasi ini tidak hanya berfungsi sebagai bukti implementasi, tetapi juga menunjukkan keterlibatan, kepedulian, dan respons positif masyarakat terhadap program pengelolaan sampah yang diterapkan.



Gambar 6. Foto bersama pengurus Bank Sampah KHALISA



Gambar 7. Foto Pelaksanaan kegiatan PKM

3. Evaluasi dan Dampak Kegiatan

Evaluasi kegiatan dilakukan melalui kombinasi pengukuran kuantitatif, observasi lapangan, wawancara, dan pengujian teknis sistem. Parameter utama yang dinilai meliputi frekuensi keterlambatan pengangkutan, efisiensi waktu kerja petugas, akurasi sensor, respons notifikasi, serta partisipasi masyarakat dalam memilah sampah. Data kuantitatif diperoleh dari catatan operasional sebelum dan sesudah implementasi, sedangkan data kualitatif diperoleh melalui wawancara dan observasi langsung. Selain dampak teknis dan operasional, kegiatan ini juga mendorong partisipasi dan kedisiplinan masyarakat dalam memilah sampah organik dan anorganik. Dokumentasi data operasional yang terstruktur memudahkan evaluasi jangka panjang dan menjadi dasar untuk pengembangan sistem lebih lanjut, sehingga pengelolaan sampah di tingkat komunitas menjadi lebih tepat waktu, terstruktur, dan berbasis data. Berdasarkan hasil uji coba lapangan, sistem monitoring wadah sampah berbasis ESP32 yang diimplementasikan di Bank Sampah KHALISA menunjukkan kinerja yang sesuai dengan tujuan perancangan. Alat mampu mendeteksi tingkat kepenuhan dan berat sampah secara akurat, menampilkan informasi pada LCD, serta mengirimkan notifikasi secara real-time kepada petugas pengangkut. Dari sisi kuantitatif, terjadi penurunan frekuensi keterlambatan pengangkutan hingga 90% dibandingkan sebelum sistem diterapkan. Selain itu, efisiensi waktu kerja petugas meningkat sekitar 80% karena pengambilan sampah dilakukan berdasarkan kondisi aktual wadah, bukan lagi berdasarkan perkiraan atau pengecekan manual. Meskipun demikian, evaluasi terhadap pengurangan biaya operasional belum dapat dilakukan karena alat yang dibuat masih berjumlah satu unit dan belum diterapkan secara luas.

Dari aspek sosial, evaluasi terhadap masyarakat peserta menunjukkan respons yang sangat positif. Masyarakat menjadi lebih disiplin dalam memilah sampah organik dan anorganik karena adanya sistem yang memberikan umpan balik langsung terhadap kondisi wadah. Kehadiran teknologi ini juga meningkatkan rasa tanggung jawab kolektif dalam menjaga kebersihan lingkungan. Sementara itu, petugas pengangkut sampah

menyatakan bahwa sistem ini membantu mereka dalam menentukan prioritas pengangkutan, mengurangi beban pengecekan rutin, serta meminimalkan risiko keterlambatan dan penumpukan sampah. Walaupun alat masih dalam tahap awal implementasi, hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem telah memberikan dampak nyata terhadap efektivitas pengelolaan sampah di tingkat komunitas.

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, berdasarkan hasil evaluasi dan pengamatan lapangan selama satu pekan sebelum dan satu pekan sesudah implementasi, sistem monitoring berbasis ESP32 di Bank Sampah KHALISA RW 06 Cipedak dinyatakan berhasil secara teknis dan sosial. Sistem mampu meningkatkan ketepatan waktu pengangkutan hingga 90% dalam periode pengamatan tersebut serta meningkatkan efisiensi kerja petugas sebesar 80% berdasarkan indikator kinerja operasional yang telah ditetapkan. Sistem ini mendukung pengelolaan sampah yang lebih tepat waktu, terstruktur, dan berbasis data, meskipun pengurangan biaya operasional belum dapat dievaluasi dan jumlah perangkat yang diterapkan masih terbatas. Selain memberikan dampak teknis, sistem ini juga berdampak sosial dengan mendorong keterlibatan dan kedisiplinan masyarakat dalam pengelolaan sampah berbasis komunitas. Untuk keberlanjutan program, disarankan perluasan cakupan sistem melalui penambahan sensor pada seluruh wadah sampah, disertai pelatihan dan pendampingan berkelanjutan bagi petugas serta masyarakat agar pemanfaatan sistem semakin optimal.

PUSTAKA

- Abdillah, H. R., Abrianto, H., Sidik, A. D., & Irmayani. (2025). Rancang Bangun Sistem Auto dan Manual Pompa untuk Monitor dan Kontrol Level Air Berbasis IoT dengan NodeMCU ESP 8266 dan Aplikasi Blynk. *Journal Scientific of Mandalika (JSM)*, 6(5), 2809–0543. <https://doi.org/https://doi.org/10.36312/10.36312/vol6iss5pp1124-1135>
- Achmad, F., Setianingrum, N., Jarwinda, Firmansyah, A., Satria, A. W., Susanto, H., & Fahni, Y. (2024). Sosialisasi Pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL) Dari Sampah Rumah Tangga Pada Pekon Way Kerkai. *Babakti: Journal of Community Engangement*, 1(1), 17–22. <https://doi.org/10.35706/babakti.v1i1.5>
- Adhikari, R. C. (2022). Investigation on Solid Waste Management in Developing Countries. *Journal of Research and Development*, 5(1), 42–52. <https://doi.org/10.3126/jrdn.v5i1.50095>
- Assyakurrohim, D., Ikhrum, D., Sirodj, R. A., & Afgani, M. W. (2022). Metode Studi Kasus dalam Penelitian Kualitatif. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 3(01), 1–9.
- Astuti, W., & Kamil, I. (2024). Implementasi Kebijakan Pengelolaan Sampah di Kota Bandung (Studi Kasus : Kelurahan Pasirlayung). *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(5), 5328–5341.
- Ayutantri, D. A., Dedy Irawan, J., & Wibowo, S. A. (2021). Penerapan IoT (Internet Of Things) Dalam Pembuatan Tempat Sampah Pintar Untuk Rumah Kos. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 115–124. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3263>
- Darwin, M., Mamondol, M. R., Sormin, S. A., Nurhayati, Y., Tambunan, H., Sylvia, D., Adnyana, I Made D. M., Prasetyo, B., Vianitati, P., & Gebang, A. A. (2021). *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif* (T. S. Tambunan (ed.)). MEDIA SAINS INDONESIA.
- Dewi, I. nurani, Royani, I., Sumarjan, S., & Jannah, H. (2020). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pengelolaan Sampah Skala Rumah Tangga Menggunakan Metode Komposting. *Sasambo: Jurnal Abdimas (Journal of Community Service)*, 2(1), 12–18. <https://doi.org/10.36312/sasambo.v2i1.172>
- Guo, J. (2022). IoT Technology in Urban Waste Management: Smart Waste Bin Systems. *Highlights in Science, Engineering and Technology*. <https://doi.org/10.54097/sf9xfd10>
- Irmayani, & Azhar, M. (2025). Sosialisasi, Edukasi Dan Pendampingan Dalam Pengelolaan Sampah Di Lingkungan Cipedak Jagakarsa. *Babakti: Journal of Community Engangement*, 2(2), 96–107.

<https://doi.org/10.35706/babakti.v2i2.206>

- Irmayani, I., Marwita, F., Newton, I., & Hakim, L. (2025). Prototipe Sistem Komunikasi Data Text Wireless Topologi Mesh Untuk meningkatkan area Cakupan Berbasis ESP 32. *Sinusoida: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Elektro*, 27(1), 1–12. <https://doi.org/10.37277/s.v27i1.2417>
- Khattab, A., & Abdelgawad, A. (2019). Design and Implementation of a Smart Waste Bin. *SpringerBriefs in Electrical and Computer Engineering*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20895-4_2
- Musaddad, A., Jannah, M., Hotimah, H., & Ningsih, L. (2021). Optimalisasi Program Lingkungan Bersih Melalui Pembuatan Tempat Sampah. *Nusantara Journal of Community Engangement*, 2(1), 87–94.
- Network, K. M. (2023). *57% rumah tangga di Indonesia masih rutin membakar sampah*.
- Perda No. 3 Tahun 2013. (2013). *Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta No. 3 Tahun 2013 Tentang Pengelolaan Sampah*. 7(6), 583–606.
- Purnomo, W. A., & Efendi, R. (2022). Smart Trash System: IoT Innovation in Sustainable Organic Waste Management Based on Zero Waste. *IJTVET*. <https://doi.org/10.46643/ijtvvet.v5i2.182>
- South, J. D., Rompis, L., & Rante, J. C. (2019). Rancang Bangun Prototipe Smart Trash Bin Dalam Ruang Berbasis Mikrokontroler Di Unika De La Salle Manado. *Jurnal Ilmiah Realtech*, 15(2), 74–82. <https://doi.org/10.52159/realtech.v15i2.87>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (Revisi/cet)*. Alfabeta Bandung.
- Syaroni, A., Abrianto, H., Sidik, A. D., & Irmayani. (2025). Rancang Bangun Pintu Gerbang Secara Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Blynk. *Journal Scientific of Mandalika (JSM)*, 6(5), 1136–1158. <https://doi.org/10.36312/10.36312/vol6iss5pp1136-1158>
- Widodo, A., & Rifky, A. N. (2022). IoT-Based Smart Trash Monitoring Using Blynk Application. *BEST Journal*, 3(2), 4266. <https://doi.org/10.36456/best>
- Wuryanto, A., Hidayatun, N., Rosmiat, M., & Maysaroh, Y. (2019). Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3. *Paradig. - J. Komput. Dan Inform*, XXI(1), 1–8.