

Alat Bantu Pembelajaran Sistem Pemilah Sampah Otomatis

¹⁾Kamelia Quzwain*, ²⁾Aisyah Novfitri, ³⁾Putri Rahmawati, ⁴⁾Sevierda Raniprima, ⁵⁾Refsi Indra Maulana,
⁶⁾Erwin Alfandi, ⁷⁾Christanto Triwibisono, ⁸⁾Agus Achmad Suhendra

^{1,2,3,4,5,6,7,8)}Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom Jakarta, Jakarta, Indonesia
Email Corresponding: kquzwain@telkomuniversity.ac.id*

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:

Internet of Things (IoT)
Sistem pemilah sampah

Peningkatan jumlah sampah di Indonesia menimbulkan tantangan lingkungan yang signifikan akibat minimnya kesadaran masyarakat untuk memilah sampah. Kondisi ini menuntut adanya inovasi yang efektif sekaligus memiliki nilai edukatif bagi masyarakat. Seiring dengan kemajuan teknologi, berbagai inovasi perangkat teknologi telah dikembangkan guna mendukung efektivitas dalam sistem pemilah sampah berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memilah sampah secara otomatis. Salah satu Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang berada di Tangerang adalah SMK Prudent School dimana berdasarkan hasil survey tim pengabdian masyarakat (pengmas) masih minim akan fasilitas pemilah sampah. Oleh karena itu, kegiatan pengmas tahun ini berfokus pada perancangan alat bantu pembelajaran mengenai sistem pemilah sampah. Implementasi sensor yang dikombinasikan dengan IoT dapat membantu dalam meningkatkan efisiensi pemilahan sampah. Hasil survei kepuasan yang dilakukan oleh tim pengabdian kepada masyarakat pengmas menunjukkan bahwa 98% responden menyatakan sangat setuju bahwa kegiatan ini mudah dipahami serta relevan antara materi yang disampaikan dengan kebutuhan peserta. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan kegiatan pengmas telah sejalan dengan tujuan dan kebutuhan yang telah direncanakan.

ABSTRACT

Keywords:

Internet of Things (IoT)
Waste-sorting system

The increasing volume of waste in Indonesia poses a significant environmental challenge, primarily due to the low level of public awareness regarding waste segregation. This situation necessitates the development of effective innovations that simultaneously provide educational value to the community. Alongside technological advancements, various technological devices have been developed to enhance the effectiveness of Internet of Things (IoT)-based waste sorting systems capable of automatically classifying waste. One of the vocational high schools (SMK) located in Tangerang is SMK Prudent School, where, based on a survey conducted by the community service team, waste-sorting facilities remain limited. Therefore, this year's community service program focuses on designing an instructional aid related to waste-sorting systems. The implementation of sensors integrated with IoT can help improve the efficiency of waste segregation. The satisfaction survey conducted by the community service team indicates that 98% of respondents strongly agreed that the activity was easy to understand and that the materials delivered were relevant to participants' needs. Thus, it can be concluded that the implementation of the community service activities aligns well with the intended objectives and ide.

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



I. PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan dengan jumlah penduduk yang melampaui 270 juta jiwa, Indonesia menghadapi persoalan yang kompleks terkait manajemen limbah (Kahfi, 2017). Volume sampah yang dihasilkan setiap hari mencapai jutaan ton, sehingga menempatkan Indonesia di antara negara dengan tingkat produksi sampah tertinggi secara global (Brotosusilo & Handayani, 2020). Ketidakefektifan dalam pengelolaan limbah tidak hanya mempercepat degradasi kualitas lingkungan, tetapi juga meningkatkan potensi munculnya berbagai masalah kesehatan masyarakat (Sucipto, 2009). Limbah organik yang tidak dipilah akan mengalami proses dekomposisi yang menghasilkan gas berbahaya, sedangkan limbah non-

organik yang tidak ditangani secara tepat berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan dalam rentang waktu yang panjang (Revayanti, 2023).

Implementasi teknologi IoT memiliki kemampuan untuk berintegrasi dengan berbagai jenis sistem dan perangkat (Novfitri et al., 2025). Pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) berperan sebagai suatu pendekatan yang signifikan dalam meningkatkan efektivitas sistem pengelolaan limbah (Lubis et al., 2021). Melalui integrasi sensor berpresisi tinggi dan perangkat komputasi cerdas, sistem pemilahan sampah berbasis IoT dapat memfasilitasi proses identifikasi, klasifikasi, dan pemantauan limbah secara lebih efisien (Hanafie et al., 2021). Teknologi ini tidak hanya memungkinkan deteksi otomatis terhadap jenis sampah yang dibuang, tetapi juga menyediakan informasi *real-time* kepada pengguna. Lebih jauh lagi, sistem ini mampu mengirimkan data mengenai kondisi kapasitas tempat sampah kepada pengelola, termasuk status keterisian, sehingga mendukung pengambilan keputusan operasional yang lebih akurat dan responsif (Ramadhan et al., 2022).

Sekolah SMK Prudent School merupakan salah satu sekolah menengah kejuruan yang berada di Tangerang. Sekolah ini resmi berdiri dan mendapatkan izin operasional pada 24 Maret 1995. Sekolah ini berada di Tangerang dan memiliki akreditasi A. Berdasarkan data DAPODIK per semester 2024/2025, sekolah ini memiliki total peserta didik 237 serta jumlah pendidik & tenaga kependidikan 21 orang. SMK Prudent School memiliki bangunan dua lantai dan memiliki beberapa fasilitas ruang kelas dan laboratorium. Namun sekolah ini masih belum memiliki tempat sampah yang dapat memilah sampah organik dan non organik. Kondisi ini menunjukkan kebutuhan mendesak akan tempat sampah yang mampu memilah organik dan anorganik yang dapat meningkatkan kualitas hidup para siswa dalam pembelajaran. Mengakui tantangan yang dihadapi oleh SMK Prudent School, kami merasa penting untuk mengembangkan tempat sampah yang inovatif dan efektif.

Program pengabdian kepada masyarakat ini dirancang sebagai suatu inisiatif strategis untuk meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat sasaran. Dalam pelaksanaannya, dikembangkan sebuah perangkat pembelajaran berupa sistem pemilah sampah otomatis yang berfungsi sebagai media edukatif sekaligus demonstratif. Penerapan tempat sampah cerdas berbasis Internet of Things bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi proses pemilahan limbah, sehingga dapat mendukung pihak sekolah dan peserta didik dalam membangun lingkungan belajar yang lebih sehat dan berkelanjutan. Melalui pendekatan ini, diharapkan tercipta solusi teknologi yang tidak hanya efektif dan aplikatif, tetapi juga memiliki tingkat keterjangkauan yang tinggi, sehingga mampu memberikan kontribusi positif yang nyata bagi siswa dan tenaga pendidik di SMK Prudent School serta masyarakat secara lebih luas.

II. MASALAH

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Prudent School merupakan salah satu institusi pendidikan kejuruan yang berlokasi di wilayah Tangerang. Dari segi infrastruktur, SMK Prudent School memiliki bangunan dua lantai yang dilengkapi dengan berbagai ruang kelas dan laboratorium sebagai sarana pendukung proses pembelajaran. Namun demikian, hasil observasi menunjukkan bahwa fasilitas pengelolaan sampah di sekolah ini belum sepenuhnya memadai, khususnya dalam hal penyediaan tempat sampah terpilah. Sekolah belum memiliki fasilitas tempat sampah yang mampu memisahkan sampah organik dan non-organik secara sistematis. Ketiadaan fasilitas ini berpotensi menghambat upaya pembentukan perilaku peduli lingkungan di kalangan peserta didik serta dapat berdampak pada kualitas kebersihan lingkungan belajar. Situasi tersebut mengindikasikan adanya kebutuhan mendesak untuk menghadirkan solusi inovatif dalam pengelolaan sampah sekolah. Ketersediaan tempat sampah terpilah merupakan aspek penting yang tidak hanya mendukung penerapan prinsip kebersihan dan kesehatan lingkungan, tetapi juga berfungsi sebagai sarana edukasi bagi siswa dalam memahami konsep pemilahan sampah sejak dini. Dengan mempertimbangkan tantangan yang dihadapi oleh SMK Prudent School, pengembangan perangkat tempat sampah inovatif yang mampu melakukan pemilahan sampah organik dan anorganik secara efektif dipandang sebagai langkah strategis. Inisiatif ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas lingkungan belajar, memperkuat literasi lingkungan peserta didik, serta mendukung implementasi budaya sekolah yang berwawasan ekologis.



Gambar 1. Tampak Depan SMK Prudent School

III. METODE

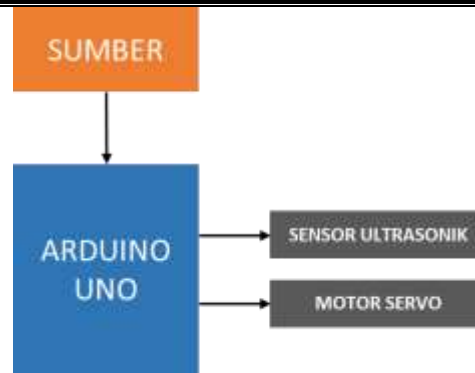
Dalam upaya mencapai tujuan dari kegiatan pengabdian kepada Masyarakat ini, keseluruhan rangkaian kegiatan disusun ke dalam tiga tahapan utama, yaitu tahap pra-kegiatan, tahap pelaksanaan, dan tahap pasca-kegiatan. Tahap pra-kegiatan meliputi proses perencanaan yang sistematis dan persiapan yang menyeluruh, yang bertujuan untuk memastikan bahwa kegiatan yang dirancang dapat terlaksana secara efektif, relevan, dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat sasaran. Pada tahap ini pula dilakukan analisis kebutuhan serta penentuan lokasi kegiatan.

Data yang dihasilkan dari survei lapangan dan wawancara di SMK Prudent School, data kemudian dianalisis secara triangulatif untuk memastikan validitas dan konsistensi informasi. Temuan utama pada tahap pra-kegiatan menghasilkan beberapa implikasi penting:

1. Perlu diterapkan sistem pemilah berbasis sensor yang mampu mengenali jenis sampah secara otomatis.
2. Alat yang dirancang harus memiliki nilai edukatif untuk mendukung pembelajaran praktikum dan meningkatkan literasi teknologi siswa.

Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) pada sistem tempat sampah otomatis merupakan salah satu inovasi penting dalam upaya meningkatkan efisiensi manajemen sampah di lingkungan sekolah, perkantoran, maupun kawasan public (Noordi et al., 2022). Sistem ini biasanya terdiri atas sensor ultrasonik atau infrared untuk mendeteksi keberadaan objek, sensor berat untuk memantau kapasitas sampah, aktuator seperti servo motor untuk membuka dan menutup penutup tempat sampah (Falinda et al., 2023). Integrasi berbagai komponen ini memungkinkan proses pembuangan secara otomatis tanpa interaksi fisik langsung, sehingga dapat mengurangi risiko kontaminasi dan meningkatkan higienitas (Zanella et al., 2014). Pada tempat sampah otomatis pada kegiatan pengmas ini menggunakan beberapa komponen, yaitu arduino mega 2560, sensor loadcell, modul HX711, nodeMCU ESP8266, sensor HC-SR04, sensor infrared dan Motor Servo MG996R.

Gambar 2 merupakan blok diagram di bawah ini merupakan rancangan awal tempat sampah otomatis. Blok diagram tersebut menggambarkan rancangan sistem pada perangkat tempat sampah otomatis yang mengintegrasikan berbagai komponen utama, seperti sensor ultrasonik HC-SR04, mikrokontroler Arduino, motor servo, serta sumber energi. Arduino berperan sebagai pusat kendali utama dalam sistem, yang menerima masukan dari sensor ultrasonik HC-SR04 dan selanjutnya mengeksekusi perintah sesuai dengan instruksi yang telah ditanamkan dalam perangkat lunaknya (Mulyono & Nasution, 2022). Motor servo berfungsi sebagai aktuator yang menggerakkan mekanisme buka-tutup pada tempat sampah, sehingga memungkinkan proses operasi berlangsung secara otomatis dan terkoordinasi (Puspasari et al., 2020).

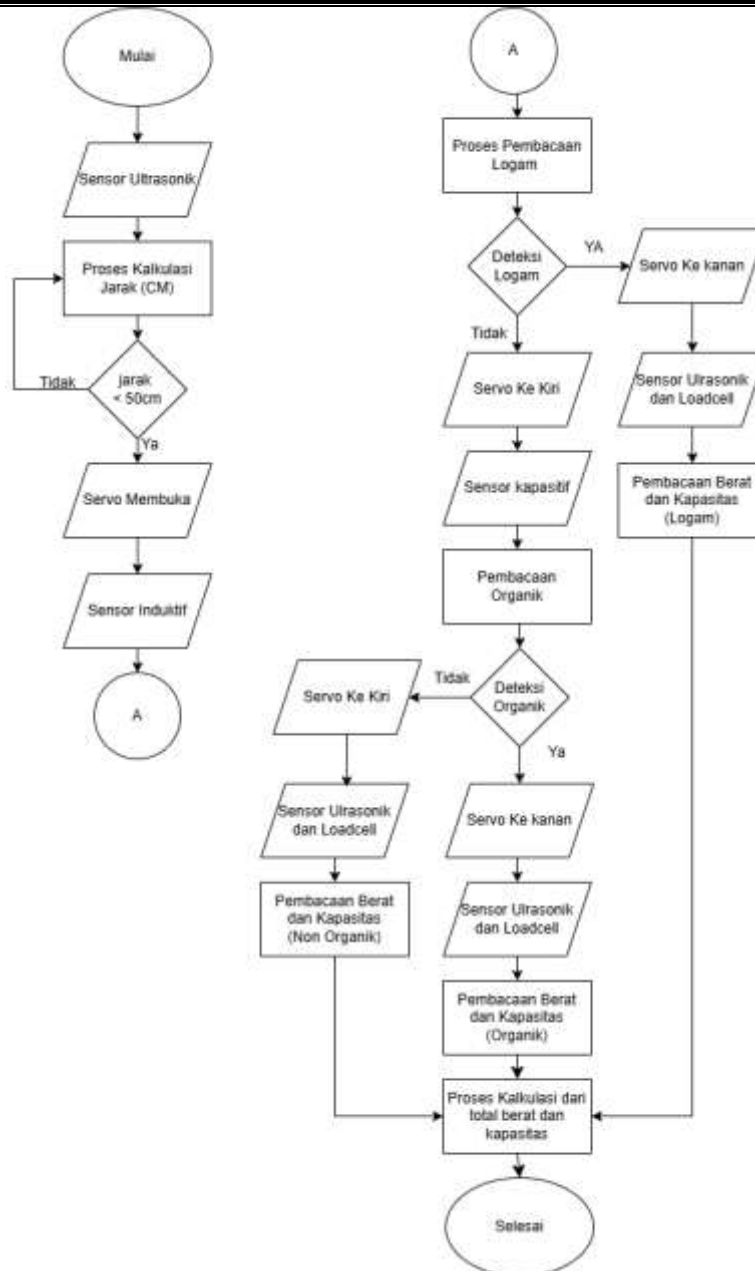


Gambar 2. Blok Diagram Tempat Sampah Otomatis

Flowchart pada sistem tempat sampah otomatis dapat dilihat pada Gambar 3. Proses diawali dengan pendeteksian objek menggunakan sensor ultrasonik yang berfungsi mengukur jarak antara sistem dan material yang mendekat (Kristanti et al., 2022). Apabila jarak yang terdeteksi kurang dari 50 cm, sistem mengaktifkan motor servo untuk membuka jalur pemilahan dan melanjutkan proses. Jika jarak melebihi ambang batas tersebut, sistem akan kembali ke kondisi awal untuk menunggu deteksi berikutnya. Setelah jalur pemilahan terbuka, sensor induktif digunakan untuk mengidentifikasi apakah material yang masuk merupakan logam.

Apabila terdeteksi sebagai logam, sampah dialihkan menuju lintasan khusus logam, di mana sensor ultrasonik dan sel beban digunakan untuk mengukur berat serta volumenya. Jika material bukan logam, sistem beralih menggunakan sensor kapasitif untuk menentukan apakah sampah termasuk kategori organik. Apabila sampah teridentifikasi sebagai organik, motor servo akan mengarahkan material tersebut menuju lini biowaste untuk dilakukan pencatatan nilai berat. Sebaliknya, jika sampah tidak tergolong organik, material dialihkan ke jalur non-organik untuk dilakukan proses pengukuran berat. Data hasil pengukuran dari setiap jalur pemilahan kemudian digunakan sebagai dasar dalam pengelolaan sampah lanjutan, seperti proses daur ulang maupun pengangkutan. Setelah seluruh rangkaian proses selesai, sistem secara otomatis kembali ke kondisi awal untuk memulai siklus pemilahan berikutnya.

Setelah rangkaian pra-kegiatan diselesaikan dan perangkat yang dirancang berfungsi dengan optimal, proses berlanjut pada tahap pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Tahap ini merupakan fase utama dalam program pengmas, di mana perangkat yang telah dikembangkan diimplementasikan secara langsung kepada kelompok masyarakat sasaran. Pada tahap pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat, dilakukan sosialisasi mengenai perangkat tempat sampah otomatis yang telah berhasil dirancang. Tim pengabdian memberikan penjelasan komprehensif terkait proses perancangan perangkat serta prosedur operasionalnya. Kehadiran perangkat ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman peserta, khususnya para siswa, terhadap konsep desain alat sekaligus memperkuat kesadaran mengenai pentingnya memilah sampah dan membuangnya pada tempat yang semestinya.



Gambar 3. Flowchart Tempat Sampah Otomatis

Tahap pasca-kegiatan merupakan tahap terakhir dan menjadi komponen yang krusial dalam keseluruhan siklus pengabdian. Fase ini mencakup evaluasi komprehensif terhadap dampak kegiatan, pendokumentasian temuan dan capaian, serta perumusan rekomendasi tindak lanjut guna memastikan keberlanjutan manfaat program. Evaluasi pasca-kegiatan tidak hanya berfungsi sebagai penjamin mutu, tetapi juga sebagai dasar perbaikan untuk implementasi kegiatan pengabdian masyarakat di masa mendatang. Pada tahap pasca-kegiatan, dilakukan penyebaran kuesioner evaluasi untuk menilai sejauh mana pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat telah memenuhi tujuan serta kebutuhan mitra. Instrumen evaluasi ini digunakan untuk memperoleh gambaran objektif terkait efektivitas kegiatan yang telah dilaksanakan.



Gambar 4. Pemaparan Materi Tempat Sampah Otomatis

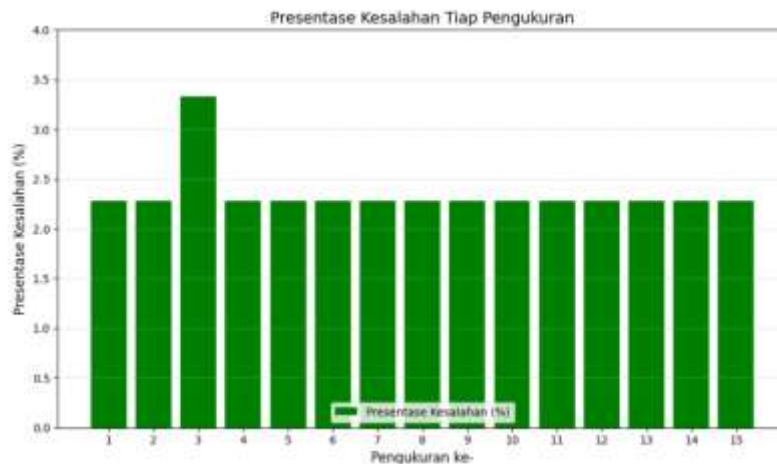


Gambar 5. Pasca Kegiatan Pengmas

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian perangkat IoT yang diterapkan dalam sistem difokuskan pada evaluasi kinerja serta akurasi sensor-sensor utama yang digunakan. Proses pengujian dilakukan pada berbagai kondisi yang disesuaikan dengan situasi operasional yang diperkirakan akan terjadi saat implementasi. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh sensor mampu berfungsi secara tepat, akurat, dan responsif dalam mendukung kinerja sistem secara keseluruhan.

Gambar 6 memperlihatkan grafik berisi 15 percobaan berturut-turut pada alat yang telah dibuat. Seluruh hasil tampak berwarna hijau, menandakan kestabilan sistem dengan satu batang sedikit lebih tinggi yang menunjukkan percobaan ke-3 dengan tingkat kesalahan 3,33%. Gambar ini mendukung kesimpulan bahwa alat dapat memberikan hasil yang lebih stabil.



Gambar 6. Presentase Kesalahan Pada Alat

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berpotensi untuk diterapkan oleh lembaga pendidikan sebagai media pembelajaran yang dapat memperkaya pengalaman siswa dalam memahami proses pemilahan sampah secara lebih mendalam dan aplikatif. Pengembangan perangkat berbasis teknologi ini menunjukkan bahwa platform Arduino memiliki karakteristik yang fleksibel serta efisien dari segi biaya, sehingga dapat dimanfaatkan untuk menciptakan inovasi pembelajaran yang inklusif, interaktif, dan menarik. Tabel 1 menyajikan hasil umpan balik dari mitra peserta terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat. Secara umum, mitra memberikan penilaian Sangat Setuju (SS), yang menandakan bahwa kegiatan ini memberikan dampak positif dan relevan terhadap kebutuhan serta tujuan mitra.

Tabel 1. Hasil Umpan Balik

Pertanyaan	STS (%)	N (%)	S (%)	SS (%)
1. Materi kegiatan sesuai dengan kebutuhan mitra/peserta			10	90
2. Waktu pelaksanaan kegiatan ini relatif sesuai dan cukup			5	95
3. Materi/kegiatan yang disajikan jelas dan mudah dipahami			5	95
4. Panitia memberikan pelayanan yang baik selama kegiatan			4	96
5. Masyarakat menerima dan berharap kegiatan-kegiatan seperti ini dilanjutkan di masa yang akan datang			2	98

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

Berdasarkan hasil umpan balik yang disajikan pada tabel, kegiatan pengabdian kepada masyarakat memperoleh penilaian yang sangat positif, dengan persentase responden yang menyatakan setuju dan sangat setuju mencapai lebih dari 85% secara rata-rata. Temuan ini mengindikasikan bahwa pelaksanaan program pengmas telah selaras dengan tujuan yang ditetapkan serta mampu memenuhi kebutuhan mitra secara efektif. Penerapan sistem tempat sampah otomatis berbasis IoT dalam kegiatan pengabdian masyarakat tidak hanya berfungsi sebagai solusi teknologi untuk pengelolaan sampah, tetapi juga memiliki nilai edukatif yang signifikan. Melalui kegiatan ini, peserta—khususnya siswa di SMK Prudent School dapat memperoleh pemahaman praktis mengenai konsep dasar IoT, sensor, aktuator, dan sistem kendali tertanam (embedded system). Pembelajaran berbasis proyek ini mendorong pendekatan learning by doing yang efektif untuk meningkatkan kompetensi teknologi sekaligus kesadaran lingkungan.

V. KESIMPULAN

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat menunjukkan bahwa penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam perancangan tempat sampah otomatis berhasil meningkatkan pemahaman peserta

terhadap konsep dasar IoT sekaligus prinsip pemilahan sampah. Perangkat yang dikembangkan mampu mengimplementasikan sistem pemilah sampah otomatis berbasis IoT yang dapat mengklasifikasikan sampah ke dalam tiga kategori utama, yaitu organik, non-organik, dan logam. Pengembangan sistem ini merupakan respons terhadap rendahnya tingkat kesadaran masyarakat dalam melakukan pemilahan sampah serta keterbatasan fasilitas pendukung, khususnya di area publik seperti lingkungan kampus dan perkantoran. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem ini memiliki kelayakan untuk diterapkan sebagai solusi teknologi inovatif dalam mendukung pengelolaan sampah yang efisien pada lingkungan dengan keterbatasan ruang dan tuntutan operasional yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

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

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. *Itek: Jurnal Teknologi*, 16(1), 34–39.
- 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 Votekh 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., Oktawati, 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.
- 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>