



## Sistem Smart Trash Berbasis Long Range Menggunakan Metode Research And Development (R&D)

Muhammad Syahru Romadhona<sup>1\*</sup>, Mardi Yudhi Putra<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Informatika, Universitas Bina Insani, Indonesia

Email author: <sup>1</sup>[muhamadarul746@gmail.com](mailto:muhamadarul746@gmail.com), <sup>2</sup>[mardi@binainsani.ac.id](mailto:mardi@binainsani.ac.id)

### Article Info

#### Article history:

Received September 29, 2025

Revised Oktober 10, 2025

Accepted Oktober 20, 2025

#### Keywords:

Smart Trash

Internet of Things

LoRa

Research and Development

Waste Sorting

### ABSTRACT

Conventional waste management at SMK PKP 1 Jakarta is inefficient due to the lack of sorting and real-time capacity monitoring, resulting in waste accumulation problems. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based smart trash system with Long Range (LoRa) technology that can automatically sort waste and monitor volume to improve efficiency. Using the Research and Development (R&D) method, this system was created for automation of sorting and monitoring. The main findings show that the system successfully sorts organic and inorganic waste using proximity sensors and monitors volume with ultrasonic sensors. The system is capable of sending notifications to the Blynk dashboard via LoRa when the capacity is 95% full. LoRa testing demonstrated reliable data transmission range up to 280 meters in open areas and 30 meters in areas obstructed by walls. The system is concluded to be an effective solution for creating modern waste management through automation.

### Corresponding Author:

Muhammad Syahru Romadhona,  
Universitas Bina Insani

Jl. Raya Siliwangi No.6, Kec. Rawalumbu, Kota Bekasi, Jawa Barat

Email: [muhamadarul746@gmail.com](mailto:muhamadarul746@gmail.com)



**Abstrak.** Pengelolaan sampah konvensional di lingkungan SMK PKP 1 Jakarta tidak efisien karena ketiadaan pemilahan dan pemantauan kapasitas real-time, sehingga menimbulkan masalah penumpukan sampah. Penelitian ini bertujuan merancang sistem smart trash berbasis Internet of Things (IoT) dengan teknologi Long Range (LoRa) yang mampu memilah sampah otomatis dan memantau volume untuk meningkatkan efisiensi. Dengan metode Research and Development (R&D), sistem ini diciptakan untuk otomatisasi pemilahan dan pemantauan. Temuan utama menunjukkan sistem berhasil memilah sampah organik dan anorganik menggunakan sensor proximity serta memantau volume dengan sensor ultrasonik. Sistem mampu mengirimkan notifikasi ke dashboard Blynk via LoRa saat kapasitas terisi 95%. Pengujian LoRa menunjukkan jangkauan transmisi data yang andal hingga 280 meter di area terbuka dan 30 meter di area terhalang tembok. Sistem ini disimpulkan sebagai solusi efektif menciptakan pengelolaan sampah modern melalui otomatisasi.

**Kata Kunci:** Smart Trash, Internet of Things, LoRa, Research and Development, Pemilahan Sampah.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi, khususnya Internet of Things (IoT), telah membuka peluang untuk menciptakan solusi pengelolaan lingkungan yang lebih modern dan efisien dibandingkan metode konvensional. Salah satu teknologi pendukung ekosistem IoT adalah Long Range (LoRa), yang memungkinkan transmisi data jarak jauh dengan konsumsi daya rendah, menjadikannya ideal untuk sistem pengelolaan sampah digital. Namun, permasalahan di lokasi studi, SMK PKP 1 Jakarta, menunjukkan bahwa sistem pengelolaan sampah masih dilakukan secara manual. Petugas kebersihan harus memeriksa setiap tempat sampah secara langsung, yang sering kali menyebabkan penumpukan sampah dan bau tidak sedap akibat ketiadaan pemantauan otomatis. Selain itu, tidak adanya sistem pemilahan otomatis di sumber membuat sampah organik dan anorganik tercampur, sehingga proses daur ulang menjadi tidak efektif dan menambah beban kerja petugas yang harus memilahnya secara manual.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba mengatasi masalah pengelolaan sampah menggunakan teknologi. Dengan mengembangkan prototipe tempat sampah berbasis IoT untuk pemantauan kapasitas secara real-time melalui aplikasi mobile (Lailiyah, 2024). Penelitian lain juga merancang sistem monitoring tingkat sampah menggunakan LoRa dan IoT yang terhubung ke aplikasi Flutter untuk meningkatkan efisiensi pengumpulan sampah (Najikethus et al., 2024). Adapun penelitian yang merancang arsitektur sistem yang lebih mendalam dengan sensor node dan gateway khusus berbasis LoRa untuk memantau tingkat keterisian sampah dengan konsumsi daya minimal dan jangkauan transmisi yang jauh (Akram et al., 2021). Selain itu dari sisi pemilahan, sebuah penelitian berfokus pada perancangan smart trash untuk mendeteksi sampah logam dan non-logam (Dedi et al., 2022). Sementara penelitian lainnya membangun sistem pemilah sampah organik dan anorganik berbasis IoT untuk mengatasi masalah sampah yang tercampur (Ismail et al., 2023).

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah menawarkan solusi untuk pemantauan kapasitas atau pemilahan sampah secara terpisah, masih terdapat celah untuk mengintegrasikan kedua fungsi tersebut ke dalam satu sistem yang komprehensif, terutama dengan memanfaatkan keunggulan jangkauan luas dari teknologi LoRa. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan sebuah sistem smart trash yang tidak hanya mampu memilah sampah menjadi kategori organik dan anorganik secara otomatis, tetapi juga dilengkapi dengan pemantauan volume sampah secara real-time. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem smart trash berbasis IoT dengan dukungan LoRa yang mampu melakukan pemilahan sampah otomatis, menerapkan sensor dan aktuator untuk mendukung proses daur ulang, dan mengintegrasikan sensor ultrasonik untuk pemantauan kapasitas dengan notifikasi otomatis. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah, mengurangi beban kerja petugas, dan menciptakan lingkungan sekolah yang lebih bersih dan modern di SMK PKP Jakarta.

## 2. METHOD

### METODE PENGUMPULAN DATA

#### A. Observasi

Metode observasi adalah teknik pengumpulan data melalui pengamatan langsung terhadap situasi atau peristiwa di lapangan. Proses ini melibatkan pencatatan yang sistematis terhadap fenomena atau gejala yang diteliti untuk mengumpulkan informasi sebagaimana yang disaksikan oleh peneliti (Hasibuan et al., 2023).

## B. Wawancara

wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang melibatkan interaksi langsung antara peneliti dan responden untuk mengajukan pertanyaan dan menggali informasi mendalam tentang topik yang diteliti. Teknik ini memungkinkan peneliti untuk memahami perspektif, pengalaman, atau opini responden secara lebih rinci, terutama pada subjek yang kompleks atau personal (Romdona et al., 2025).

## C. Studi Pustaka

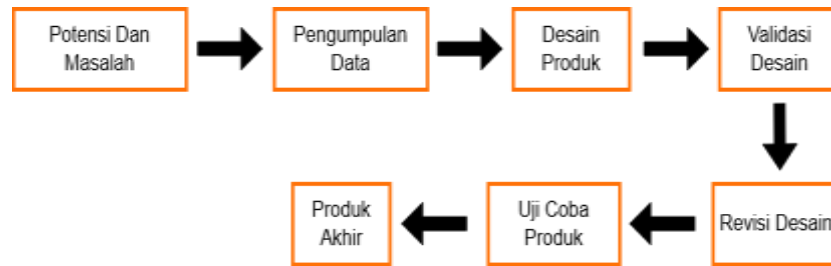
Metode studi pustaka ini dilakukan untuk pengumpulan data dengan cara memahami dan mempelajari teori-teori dari berbagai literatur yang berhubungan dengan penelitian. Proses pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mencari sumber dan membangun konstruksi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan riset-riset yang sudah ada sebelumnya (Nina Adlini et al., 2022).

## METODE PENGEMBANGAN SISTEM

### Metode Research and Development (R&D)

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) untuk merancang, membangun, dan menguji sistem smart trash. Metode R&D dipilih karena menyediakan kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur, mulai dari identifikasi masalah hingga menghasilkan produk akhir yang fungsional dan tervalidasi. Alur penelitian ini diadaptasi dari model pengembangan yang mencakup tujuh tahapan Utama yaitu, identifikasi potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, dan produk akhir (Azmi et al., 2023).

1. Potensi dan Masalah, Tahap pertama adalah peneliti mengidentifikasi potensi yang dapat memberikan nilai tambah dan masalah yang perlu dipecahkan diselesaikan (Azmi et al., 2023).
2. Pengumpulan Data, Tahap ini melibatkan pengumpulan informasi dan data yang relevan sebagai dasar pengembangan alat atau solusi yang akan dikembangkan (Azmi et al., 2023).
3. Desain Produk, Pada langkah ini peneliti merancang desain produk atau solusi yang akan dikembangkan. Desain ini biasanya diwujudkan dalam bentuk gambar atau diagram untuk mempermudah visualisasi (Azmi et al., 2023).
4. Validasi Desain, Pada tahapan ini, melakukan proses evaluasi rancangan awal yang dilakukan sebelum prototipe fisik dibuat. Tujuannya untuk memastikan kelayakan teknis dan logika alur sistem pada rancangan, sehingga potensi kesalahan mendasar pada rancangan dapat teridentifikasi, dan mencegah pengerjaan ulang yang memakan waktu pada tahap perakitan (Azmi et al., 2023).
5. Revisi Desain, merupakan langkah penting yang dilakukan berdasarkan temuan dari hasil validasi desain sebelumnya. Tujuan utama dari revisi ini adalah untuk menyempurnakan dan mengoptimalkan produk dengan memperbaiki berbagai kelemahan yang teridentifikasi selama tahap pengujian (Azmi et al., 2023).
6. Uji Coba Produk, Setelah prototipe fisik selesai dirakit, tahap uji coba produk dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik pada kondisi nyata. (Sihombing & Arnomo, 2023).
7. Produk Akhir, Produk akhir merupakan tahap final dari siklus penelitian dan pengembangan (R&D), di mana prototipe telah melalui serangkaian revisi dan pengujian yang komprehensif. Pada fase ini, produk yang dikembangkan dinyatakan telah memenuhi kriteria kelayakan setelah berhasil melewati tahap uji coba, validasi, dan evaluasi (Sihombing & Arnomo, 2023).



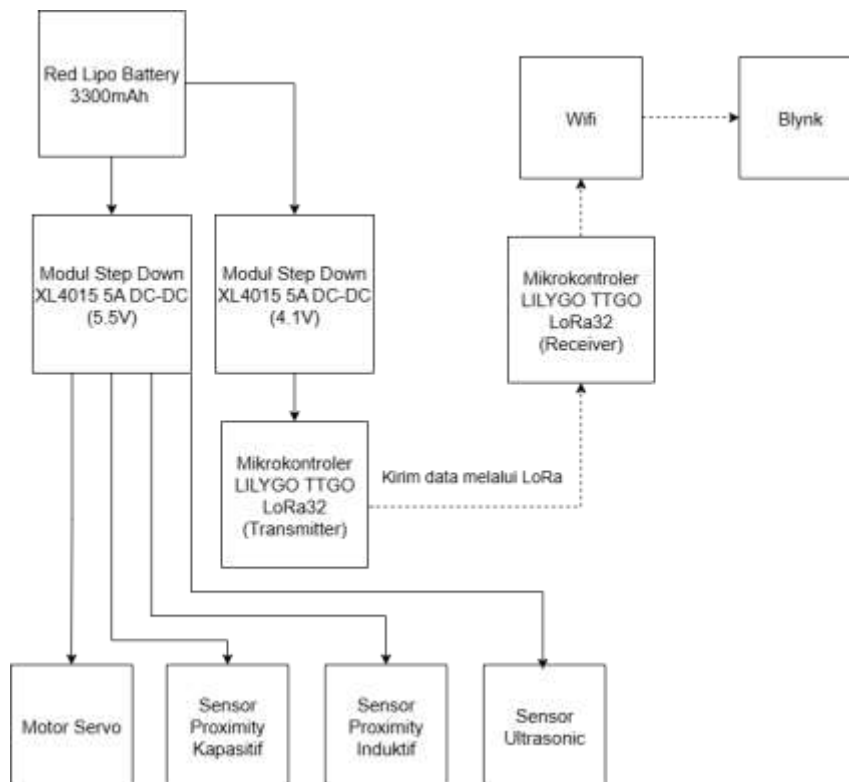
Gambar 1. Metode Research and Development (R&amp;D)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian dari sistem smart trash berbasis LoRa. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi kinerja fungsional sistem serta mengukur efektivitasnya dalam memecahkan masalah pengelolaan sampah di lokasi studi.

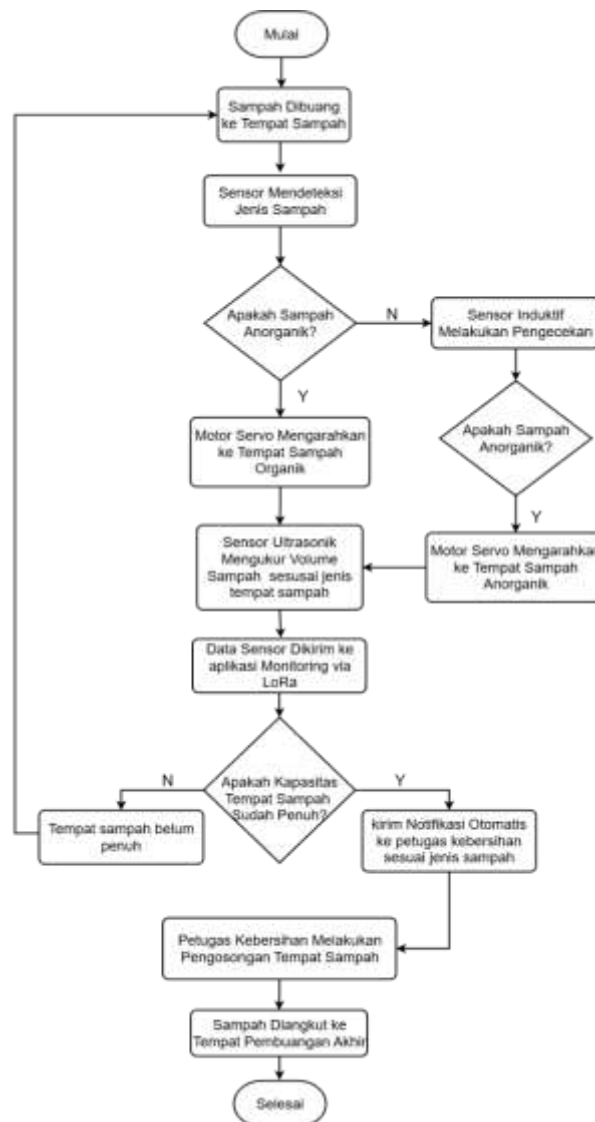
#### 3.1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu unit transmitter yang ditempatkan pada tempat sampah dan unit receiver yang berfungsi sebagai gateway ke aplikasi monitoring. Unit transmitter bertanggung jawab untuk mendeteksi jenis sampah menggunakan sensor proximity kapasitif untuk sampah organik dan induktif untuk sampah anorganik, mengukur volume sampah dengan sensor ultrasonik, serta menggerakkan motor servo untuk pemilahan. Data yang terkumpul kemudian dikirimkan secara nirkabel menggunakan teknologi LoRa. Unit receiver menerima data tersebut dan meneruskannya ke platform aplikasi Blynk melalui koneksi WiFi untuk pemantauan secara real-time.



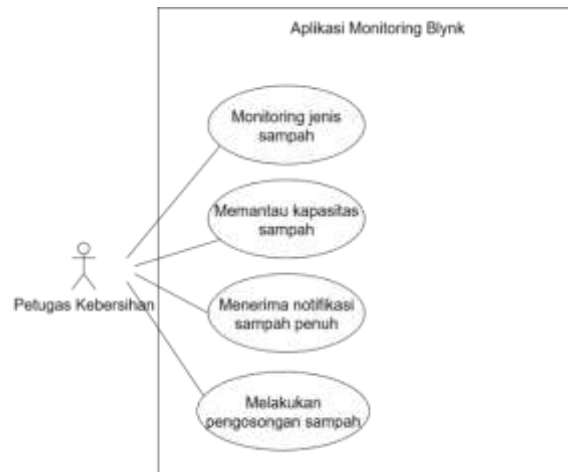
Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Flowchart program merupakan suatu bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan suatu urutan dari proses secara detail dan berhubungan antara suatu proses instruksi dengan proses lainnya dalam suatu program (Zalukhu et al., 2023). Dalam perancangan sistem yang menggabungkan beberapa komponen perangkat keras dan lunak seperti ini, flowchart berperan penting untuk menguraikan konsep besar menjadi alur kerja yang terstruktur. Bagan alur ini menggambarkan secara visual setiap tahapan kerja sistem secara berurutan, mulai dari saat sampah pertama kali dimasukkan, proses pengenalan jenis sampah oleh sensor proximity, pengambilan keputusan untuk mengarahkan motor servo, pengukuran volume oleh sensor ultrasonik, hingga proses akhir yaitu pengiriman data melalui LoRa ke aplikasi pemantauan. Dengan demikian, flowchart tidak hanya berfungsi sebagai panduan utama saat penulisan kode program, tetapi juga menjadi alat sangat penting untuk memudahkan analisis dan pencarian masalah jika terjadi kesalahan logika pada sistem.



Gambar 3. Flowchart Alur Kerja Sistem

Use case diagram adalah jenis diagram Unified Modeling Language (UML) yang digunakan dalam rekayasa perangkat lunak untuk secara visual merepresentasikan interaksi antara berbagai aktor (pengguna atau sistem eksternal) dan suatu sistem. Diagram ini menggambarkan bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem untuk mencapai tujuan tertentu (Rasiban et al., 2023). Pada penelitian ini, use case menggambarkan scenario interaksi antara petugas kebersihan dengan sistem melalui aplikasi Blynk. Petugas kebersihan dapat memantau kapasitas sampah secara real-time, menerima notifikasi otomatis saat tempat sampah penuh, melakukan pengosongan tempat sampah setelah menerima notifikasi, serta melakukan monitoring terhadap jenis sampah yang telah dipilah secara otomatis oleh sistem.



Gambar 4. Use Case Aplikasi Monitoring

### 3.2. Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan realisasi dari tahap perancangan. Perangkat keras dirakit menjadi sebuah prototipe fungsional seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5, di mana semua sensor dan aktuator terhubung ke mikrokontroler LILYGO TTGO LoRa32 (Transmitter). Untuk perangkat lunak, antarmuka pengguna (UI) dirancang pada aplikasi Blynk yang berfungsi sebagai dashboard monitoring pada Gambar 6.



Gambar 5. Implementasi Perangkat Keras

Dashboard ini menampilkan status jenis sampah yang masuk, persentase volume sampah organik dan anorganik secara terpisah, serta mengirimkan notifikasi jika salah satu tempat sampah telah penuh.









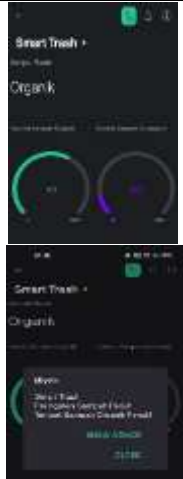
Gambar 6. Aplikasi Monitoring Blynk

### 3.2. Implementasi Sistem

Pada tahap ini, pengujian dilakukan untuk memvalidasi fungsionalitas dan kinerja sistem secara keseluruhan. Pengujian fungsional menggunakan metode Black Box Testing untuk memastikan setiap komponen bekerja sesuai skenario yang diharapkan, sementara pengujian konektivitas bertujuan untuk mengukur keandalan transmisi data LoRa.





Table 1. Pengujian Fungsional

No	Komponen	Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Checklist	Gambar
1.	Sensor Proximity Kapasitif	Mendeteksi jenis sampah Organik	Sensor mampu membaca sampah organik seperti daun, kulit buah, dan ranting	✓	
2.	Sensor Proximity Induktif	Mendeteksi jenis sampah anorganik	Sensor mampu membaca sampah anorganik seperti kaleng minuman, plastik minuman	✓	
3.	Sensor Ultrasonik HC-SR04 Organik	Mengukur ketinggian sampah pada level kosong, setengah, dan penuh	Sensor dapat mengukur volume sampah organik	✓	
4.	Sensor Ultrasonik HC-SR04 Anorganik	Mengukur ketinggian sampah pada level kosong, setengah, dan penuh	Sensor dapat mengukur volume sampah Anorganik	✓	

No	Komponen	Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Checklist	Gambar
5.	Motor MG996R	Servo Menggerakkan tempat sampah organik dan anorganik	Memberikan perintah untuk pemilah sampah ke posisi organik yaitu 180° dan anorganik 0°  sedangkan posisi istirahat yaitu di 90°	✓	
6.	Modul LoRa	Mengirim data dari transmitter dan menerima data di receiver	Data sensor berhasil diproses dan dikirimkan ke receiver tanpa kehilangan informasi.	✓	
7.	Aplikasi Blynk	Menampilkan volume dan mengirimkan notifikasi	Aplikasi menampilkan data volume secara real-time dan notifikasi diterima saat sampah penuh.	✓	

Hasil pengujian fungsional yang ditampilkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa semua komponen perangkat keras dan fitur perangkat lunak berjalan dengan baik. Sensor proximity berhasil membedakan sampah organik dan anorganik, sensor ultrasonik mampu mengukur ketinggian sampah dengan akurat, dan motor servo dapat mengarahkan sampah sesuai jenisnya. Aplikasi Blynk juga berhasil menampilkan data secara real-time dan mengirimkan notifikasi saat kapasitas sampah penuh.

Table 2. Pengujian Konektivitas LoRa

No	Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian (Jarak & RSSI)	Checklist	Gambar
1.	Transmisi di areaData terbuka tanpadangan halangan	terkirim RSSI melebihi -120 dBm	stabilBerhasil hingga jarak tidak280 meter (RSSI -116 dBm)	✓	 
2.	Transmisi di areaData terhalang tembok	tetap meskipun halangan tembok.	terkirimBerhasil hingga jarak terdapat30 meter (RSSI -107 dBm).	✓	 

Hasil pengujian konektivitas pada tabel 2 membuktikan bahwa teknologi LoRa sangat efektif untuk diterapkan di lingkungan sekolah. Kemampuannya untuk mentransmisikan data hingga 280 meter di area terbuka dan menembus halangan fisik hingga 30 meter memastikan sistem dapat berfungsi dengan andal di berbagai penempatan lokasi tempat sampah.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem smart trash fungsional berbasis IoT dan LoRa yang mengintegrasikan dua fungsi kunci, yaitu pemilahan sampah otomatis organik dan anorganik serta pemantauan kapasitas secara real-time dengan notifikasi. Keberhasilan transmisi data LoRa hingga 280 meter di area terbuka dan 30 meter di area terhalang membuktikan efektivitas dan kelayakan implementasi sistem di lingkungan sekolah yang kompleks. Dengan demikian, sistem ini menjadi solusi teruji untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah dan mendukung modernisasi fasilitas di lokasi studi. Pengembangan selanjutnya direkomendasikan untuk berfokus pada integrasi panel surya untuk kemandirian energi, penambahan sensor sensor yang lebih spesifik atau menggunakan teknologi machine learning dengan kamera untuk pengenalan objek, demi menciptakan manajemen sampah yang lebih efisien dan presisi, dan pembuatan aplikasi mobile khusus untuk manajemen data yang lebih komprehensif.

## REFERENCES

- Akram, S. V., Singh, R., Alzain, M. A., Gehlot, A., Rashid, M., Faragallah, O. S., ... Prashar, D. (2021). Performance Analysis of IoT and Long-Range Radio-Based Sensor Node and Gateway Architecture for Solid Waste Management. *Sensors*, 21(8), 1–22. <https://doi.org/10.3390/s21082774>
- Azmi, R., Astini, B. N., Rachmayani, I., & Fahrudin, F. (2023). Pengembangan Media Boneka Jari Untuk Meningkatkan Kemampuan Bahasa Ekspresif Anak Usia Dini. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(4), 2557–2565. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i4.1795>
- Dedi, W., Prahenusa, W. C., & Hafid, H. (2022). PERANCANGAN SMART TRASH PENDETEKSI SAMPAH LOGAM DAN NON LOGAM BERBASIS ARDUINO UNO. *JURNAL PERANGKAT LUNAK*, 4(3), 132–138. Retrieved from <https://doi.org/10.32520/jupel.v4i3.2238>
- Hasibuan, M. P., Azmi, R., Arjuna, D. B., & Rahayu, S. U. (2023). Analisis Pengukuran Temperatur Udara Dengan Metode Observasi. *Jurnal Garuda Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 8–15. Retrieved from <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- Ismail, Nusri, A. Z., & Rahman, S. (2023). Sistem Smart Trash Pemilah Sampah Organik dan Anorganik Berbasis Internet of Things. *Jurnal SAINTEKOM*, 13(2), 193–201. <https://doi.org/10.33020/saintekom.v13i2.487>
- Lailiyah, M. (2024). Pengembangan Purwarupa Tempat Sampah Otomatis Berbasis IOT Dengan Sistem Pemantauan Kapasitas Melalui Aplikasi Mobile. Studi Kasus: Kabupaten Gresik. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 8(4), 1–9. Retrieved from <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Najikethus, T., Devika, T. M., Nayana, D., & Nirmal Raja, K. (2024). Waste Management System: Implementing Lora WAN IoT for Smart Trash Bin Level Monitoring. *International Journal Of Progressive Research In Science And Engineering*, 5(4), 18–22. Retrieved from [www.ijprse.com](http://www.ijprse.com)
- Nina Adlini, M., Hanifa Dinda, A., Yulinda, S., Chotimah, O., & Julia Merliyana, S. (2022). METODE PENELITIAN KUALITATIF STUDI PUSTAKA. *Jurnal Pendidikan*, 6(1), 974–980. Retrieved from <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/pgsd/article/download/15051/1949>
- Rasiban, Septiansyah, A., Hasanah, S., Nita Permatasari, V., & Yuliawati, A. (2024). SISTEM INFORMASI OTOMATISASI PELAPORAN DATA PENJUALAN TOKO BUKU NAZWA YANG MASUK DAN YANG KELUAR. *IKRAITH-INFORMATIKA*, 8(1), 279–292. <https://doi.org/10.37817/ikraith-informatika.v8i1>
- Romdona, S., Senja Junista, S., & Gunawan, A. (2025). TEKNIK PENGUMPULAN DATA: OBSERVASI, WAWANCARA DAN KUESIONER. *JURNAL ILMU SOSIAL EKONOMI DAN POLITIK*, 3(1), 39–47. Retrieved from <https://samudrapublisher.com/index.php/JISOSEPOL>
- Sihombing, R., & Arnomo, S. A. (2023). RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PELAYANAN RESTORANHOTEL BERBASIS WEB DENGAN FRAMEWORK CODEIGNITER. *Computer and Science Industrial Engineering*, 9(2), 250–258. Retrieved from <https://doi.org/10.33884/comasiejournal.v9i2.7619>

---

Zalukhu, A., Purba, S., & Darma, D. (2023). PERANGKAT LUNAK APLIKASI PEMBELAJARAN FLOWCHART. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Industri*, 4(1), 61–70. Retrieved from <http://ejournal.istp.ac.id/index.php/jtii/article/view/351>