

Bangun Rancang Tempat Sampah Otomatis Berbasis NodeMCU Dan Platform Blynk Sri Wahyuni, Jamila, Muhammad Fiqri Almunawwar Nasution, Abi Raihan Ansahari Nasution

Email: ¹sriwahyuni552067@gmail.com, ²jamila12072020@gmail.com, ³fgnrst01@gmail.com,
⁴abiraihan200516@gmail.com

Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Labuhanbatu

ABSTRAK

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan penerapan sistem otomatisasi pada berbagai aspek kehidupan sehari-hari, salah satunya pada pengelolaan sampah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan tempat sampah otomatis berbasis NodeMCU yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik dan motor servo serta terintegrasi dengan platform Blynk sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek di sekitar tempat sampah, sedangkan motor servo berfungsi sebagai penggerak tutup tempat sampah secara otomatis. NodeMCU berperan sebagai pengendali utama yang memproses data sensor dan mengatur pergerakan servo berdasarkan jarak yang terdeteksi. Integrasi dengan platform Blynk memungkinkan pengguna untuk memantau status sistem dan melakukan kontrol manual melalui perangkat mobile. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan baik dalam mendeteksi objek pada jarak tertentu dan membuka serta menutup tutup tempat sampah secara otomatis. Dengan demikian, sistem yang dirancang dapat meningkatkan kebersihan, mengurangi kontak langsung dengan tempat sampah, serta menjadi salah satu solusi penerapan IoT dalam pengelolaan sampah berbasis teknologi cerdas.

ARTICLE INFO

Article History:

Received

Revised

Accepted

Available online

Kata Kunci:

Internet of things

NodeMCU

Blynk

Tempat sampah otomatis

1. PENDAHULUAN

Pendahuluan Permasalahan kebersihan lingkungan masih menjadi perhatian penting dalam kehidupan masyarakat sehari-hari, khususnya yang berkaitan dengan pengelolaan sampah. Salah satu permasalahan yang sering ditemui adalah rendahnya kesadaran masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya serta adanya kontak langsung dengan tempat sampah yang berpotensi menjadi media penyebaran kuman dan bakteri. Kondisi ini mendorong perlunya inovasi teknologi yang mampu meningkatkan kebersihan sekaligus kenyamanan dalam penggunaan tempat sampah.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang besar dalam penerapan sistem otomatisasi dan monitoring berbasis jaringan internet. IoT memungkinkan berbagai perangkat elektronik saling terhubung dan berkomunikasi secara real time, sehingga dapat dimanfaatkan untuk menciptakan sistem yang lebih efisien dan cerdas. Salah satu penerapan IoT yang relevan dalam kehidupan sehari-hari adalah pada sistem tempat sampah otomatis yang mampu bekerja tanpa sentuhan langsung dari pengguna.

Pemanfaatan mikrokontroler NodeMCU sebagai pengendali utama menjadi solusi yang efektif karena telah dilengkapi dengan modul WiFi, sehingga memudahkan integrasi dengan platform IoT. Sensor ultrasonik dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek berdasarkan jarak tertentu, sementara motor servo berfungsi sebagai aktuator untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah secara otomatis. Selain itu, penggunaan platform Blynk memungkinkan sistem untuk dipantau dan dikendalikan melalui perangkat mobile, sehingga pengguna dapat mengetahui status sistem secara langsung dan melakukan kontrol manual apabila diperlukan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi tempat sampah otomatis berbasis NodeMCU yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik, motor servo, dan platform Blynk. Diharapkan sistem

yang dirancang dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah, mengurangi kontak langsung antara pengguna dan tempat sampah, serta menjadi salah satu contoh penerapan teknologi IoT dalam mendukung lingkungan yang lebih bersih dan sehat

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perancangan dan implementasi sistem (research and development). Metode ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sebuah sistem tempat sampah otomatis berbasis Internet of Things (IoT) agar dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian sistem.



Gambar 2.1 Metode penelitian

Tahap awal penelitian meliputi identifikasi permasalahan dan penentuan kebutuhan sistem, yang meliputi identifikasi permasalahan dan penentuan kebutuhan sistem. Pada tahap ini ditentukan komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan, seperti NodeMCU sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik sebagai pendeteksi jarak, motor servo sebagai aktuator, serta platform Blynk sebagai media monitoring dan kontrol. Selain itu, ditetapkan pula jarak deteksi sensor dan waktu buka tutup servo yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem, yang mencakup perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras dilakukan

dengan menyusun hubungan antar komponen agar dapat bekerja secara terintegrasi. Sensor ultrasonik dihubungkan ke NodeMCU untuk mengirimkan data jarak, sedangkan motor servo dikendalikan oleh NodeMCU untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat program pada NodeMCU untuk mengolah data sensor, mengendalikan motor servo, serta menghubungkan sistem dengan platform Blynk melalui jaringan internet.

Setelah tahap perancangan selesai, dilakukan tahap implementasi sistem. Pada tahap ini seluruh komponen dirangkai sesuai dengan desain yang telah dibuat dan program diunggah ke NodeMCU. Sistem kemudian diintegrasikan dengan aplikasi Blynk pada perangkat mobile untuk menampilkan status sistem dan menyediakan fitur kontrol manual. Implementasi dilakukan secara bertahap untuk memastikan setiap komponen berfungsi dengan baik sebelum sistem dijalankan secara keseluruhan.

Tahap terakhir adalah pengujian sistem. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor ultrasonik dalam mendeteksi objek, respon motor servo dalam membuka dan menutup tutup tempat sampah, serta kestabilan koneksi NodeMCU dengan platform Blynk. Hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem dan memastikan bahwa tempat sampah otomatis dapat bekerja sesuai dengan tujuan penelitian.

a. Analisis Kebutuhan

Pada tahap identifikasi masalah, ditemukan bahwa penggunaan tempat sampah konvensional masih mengharuskan pengguna membuka tutup secara manual, sehingga berpotensi menimbulkan kontak langsung dengan permukaan yang kotor dan menjadi media penyebaran kuman maupun bakteri. Selain itu, rendahnya minat masyarakat untuk membuka tutup tempat sampah juga sering menyebabkan sampah dibuang tidak pada tempatnya. Kondisi ini menunjukkan

perlunya sebuah sistem tempat sampah yang dapat bekerja secara otomatis tanpa sentuhan langsung dari pengguna, sehingga dapat meningkatkan kebersihan lingkungan dan kenyamanan dalam penggunaannya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, ditentukan spesifikasi sistem yang dibutuhkan untuk merancang tempat sampah otomatis berbasis Internet of Things. Sistem menggunakan NodeMCU sebagai pengendali utama karena telah dilengkapi dengan modul WiFi untuk mendukung konektivitas jaringan. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek berdasarkan jarak tertentu sebagai pemicu pembukaan tutup tempat sampah, sedangkan motor servo berfungsi sebagai aktuator untuk menggerakkan tutup secara otomatis. Selain itu, platform Blynk digunakan sebagai antarmuka monitoring dan kontrol jarak jauh melalui perangkat mobile, sehingga pengguna dapat memantau status sistem dan melakukan pengendalian secara manual apabila diperlukan.

b. Perancangan sistem

Perancangan sistem pada penelitian ini terdiri dari perancangan perangkat keras dan integrasi perangkat lunak yang saling terhubung dalam satu kesatuan sistem tempat sampah otomatis berbasis Internet of Things. Perangkat keras utama yang digunakan meliputi NodeMCU ESP8266, motor servo, dan sensor ultrasonik. NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pengendali utama sistem sekaligus penghubung ke jaringan internet karena telah dilengkapi dengan modul WiFi. Mikrokontroler ini bertugas untuk menerima data dari sensor ultrasonik, memproses data tersebut, serta mengendalikan pergerakan motor servo sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan. Selain itu, NodeMCU juga berperan dalam mengirim dan menerima data dari platform Blynk sebagai bagian dari sistem IoT.



Gambar 2.2 esp8266, moto servo dan sensor ultrasonik

Sensor ultrasonik digunakan sebagai alat pendeteksi jarak untuk mengetahui keberadaan objek di sekitar tempat sampah. Sensor ini bekerja dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dan menerima kembali pantulan gelombang tersebut untuk menghitung jarak objek. Apabila jarak yang terdeteksi berada di bawah batas yang telah ditentukan, maka sistem akan memberikan perintah kepada motor servo untuk membuka tutup tempat sampah. Motor servo berfungsi sebagai aktuator yang menggerakkan tutup tempat sampah dengan sudut tertentu. Servo dipilih karena mampu bergerak secara presisi dan mudah dikendalikan menggunakan sinyal PWM dari NodeMCU, sehingga proses buka dan tutup tutup tempat sampah dapat berjalan dengan stabil dan terkontrol.



Gambar 2.3 Software blynk

Selain perancangan perangkat keras, sistem ini juga terintegrasi dengan platform Blynk sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh. Blynk merupakan platform IoT berbasis aplikasi mobile yang memungkinkan pengguna berinteraksi

langsung dengan perangkat melalui jaringan internet. Pada proyek ini, Blynk digunakan untuk menampilkan status sistem, seperti kondisi tutup tempat sampah terbuka atau tertutup, serta menyediakan fitur kontrol manual untuk menggerakkan motor servo. Dengan adanya Blynk, pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem secara real time melalui smartphone tanpa harus berinteraksi langsung dengan perangkat. Integrasi platform Blynk menjadikan sistem tempat sampah otomatis ini lebih fleksibel, modern, dan sesuai dengan konsep Internet of Things.

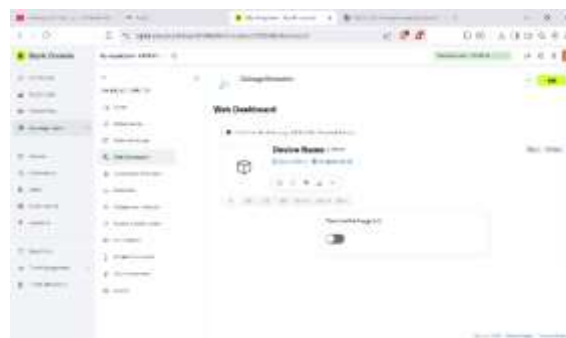
c. Implementasi

Tahap implementasi dilakukan dengan merealisasikan skema perancangan sistem ke dalam bentuk perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi. Berdasarkan skema perancangan, NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pusat kendali sistem yang menghubungkan seluruh komponen, yaitu sensor ultrasonik, motor servo, catu daya, serta platform Blynk melalui jaringan internet. Sensor ultrasonik dihubungkan ke pin digital NodeMCU sebagai jalur trigger dan echo untuk mengirimkan data jarak. Data tersebut diproses oleh NodeMCU untuk menentukan kondisi keberadaan objek di depan tempat sampah. Apabila jarak yang terdeteksi berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, NodeMCU akan mengirimkan sinyal kendali ke motor servo melalui pin PWM untuk membuka tutup tempat sampah, kemudian menutup kembali setelah selang waktu tertentu.



Gambar 2.4 Skema perancangan

Pada sisi catu daya, sistem menggunakan sumber daya eksternal seperti adaptor atau power bank untuk memastikan suplai tegangan yang stabil bagi NodeMCU dan motor servo. Kestabilan daya menjadi faktor penting karena motor servo membutuhkan arus yang cukup saat bergerak. Seluruh komponen dirangkai sesuai dengan skema perancangan agar komunikasi data dan kontrol antar perangkat dapat berjalan dengan baik. Setelah perakitan selesai, program diunggah ke NodeMCU untuk mengatur logika pembacaan sensor, pengendalian servo, serta komunikasi data dengan platform Blynk.



Gambar 2.5 Dashboard blynk

Integrasi platform Blynk dilakukan sebagai bagian dari implementasi sistem berbasis Internet of Things. NodeMCU dihubungkan ke jaringan WiFi sehingga dapat berkomunikasi dengan server Blynk secara real time. Melalui aplikasi Blynk pada smartphone, pengguna dapat memantau status sistem dan melakukan kontrol manual terhadap motor servo, seperti membuka dan menutup tutup

tempat sampah menggunakan tombol virtual. Selain itu, Blynk juga berfungsi sebagai media pengiriman dan penerimaan data antara pengguna dan perangkat, sehingga sistem tidak hanya bekerja secara otomatis berdasarkan sensor, tetapi juga dapat dikendalikan dari jarak jauh. Integrasi ini menjadikan sistem tempat sampah otomatis lebih fleksibel, interaktif, dan sesuai dengan konsep IoT modern.

d. Pengujian sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja dan keandalan tempat sampah otomatis berbasis NodeMCU yang telah dirancang dan diimplementasikan. Pengujian difokuskan pada tiga bagian utama, yaitu pengujian sensor ultrasonik, pengujian motor servo, dan pengujian integrasi sistem dengan platform Blynk. Setiap pengujian dilakukan secara bertahap untuk memastikan bahwa masing-masing komponen dapat bekerja dengan baik sebelum sistem dijalankan secara keseluruhan.

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan mengukur kemampuan sensor dalam mendeteksi keberadaan objek pada jarak tertentu. Objek didekatkan ke sensor dengan variasi jarak, kemudian diamati respon sistem terhadap perubahan jarak tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi objek secara akurat pada jarak yang telah ditentukan sebagai batas pemicu. Ketika jarak objek berada di bawah nilai ambang batas, NodeMCU berhasil memproses data dan memberikan perintah kepada motor servo untuk membuka tutup tempat sampah. Sebaliknya, ketika tidak ada objek yang terdeteksi, sistem tetap berada dalam kondisi siaga.

Pengujian motor servo dilakukan untuk memastikan ketepatan dan kestabilan gerakan buka dan tutup tempat sampah. Motor servo diuji dengan beberapa kali perintah buka dan tutup, baik secara otomatis berdasarkan sensor ultrasonik maupun secara manual melalui aplikasi Blynk. Dari hasil pengujian, motor servo mampu bergerak sesuai sudut yang telah diprogram dan dapat kembali ke posisi

awal tanpa kendala. Selain itu, respon servo terhadap perintah dari NodeMCU berjalan dengan baik dan tidak mengalami keterlambatan yang signifikan.

Pengujian integrasi sistem dengan platform Blynk dilakukan untuk memastikan komunikasi data antara NodeMCU dan aplikasi berjalan secara real time. Pengujian ini meliputi koneksi NodeMCU ke jaringan WiFi, pengiriman status sistem ke aplikasi Blynk, serta penerimaan perintah kontrol dari pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa NodeMCU dapat terhubung dengan server Blynk secara stabil, dan pengguna dapat melakukan kontrol buka dan tutup tutup tempat sampah melalui smartphone. Dengan demikian, sistem tidak hanya berfungsi secara otomatis, tetapi juga dapat dikendalikan dari jarak jauh sesuai dengan konsep Internet of Things.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem tempat sampah otomatis berbasis NodeMCU, sensor ultrasonik, motor servo, dan platform Blynk dapat bekerja sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Sistem mampu mendeteksi keberadaan objek di depan tempat sampah menggunakan sensor ultrasonik dan meresponsnya dengan membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Respon sistem terjadi dengan cepat setelah objek berada pada jarak yang telah ditentukan, sehingga pengguna tidak perlu menyentuh tutup tempat sampah secara langsung. Hal ini membuktikan bahwa penerapan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi jarak cukup efektif untuk mendukung sistem otomasi pada tempat sampah.

Berdasarkan hasil pengujian motor servo, diperoleh bahwa aktuator mampu bergerak dengan stabil dan presisi sesuai dengan sudut yang telah diprogram. Tutup tempat sampah dapat terbuka dan tertutup kembali secara konsisten baik melalui perintah otomatis dari sensor maupun perintah manual dari aplikasi

Blynk. Meskipun demikian, kinerja motor servo sangat dipengaruhi oleh kestabilan catu daya. Ketika suplai daya kurang stabil, pergerakan servo menjadi kurang maksimal. Oleh karena itu, penggunaan sumber daya yang memadai dan stabil menjadi faktor penting dalam menjaga performa sistem secara keseluruhan.

Integrasi platform Blynk memberikan nilai tambah pada sistem yang dirancang. Melalui aplikasi Blynk, pengguna dapat memantau status sistem dan melakukan kontrol jarak jauh terhadap tutup tempat sampah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komunikasi data antara NodeMCU dan Blynk berjalan dengan baik selama koneksi internet tersedia. Namun, ketergantungan sistem terhadap jaringan internet menjadi salah satu keterbatasan, karena keterlambatan respon dapat terjadi apabila kualitas koneksi menurun. Meskipun demikian, secara keseluruhan sistem ini telah berhasil menerapkan konsep Internet of Things dan dapat menjadi solusi alternatif dalam meningkatkan kebersihan serta kenyamanan penggunaan tempat sampah di lingkungan sehari-hari.

4. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem tempat sampah otomatis berbasis NodeMCU menunjukkan kinerja yang sesuai dengan tujuan perancangan. Penggunaan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi objek terbukti efektif dalam memicu proses pembukaan tutup tempat sampah tanpa memerlukan kontak fisik dari pengguna. Hal ini sejalan dengan tujuan utama penelitian, yaitu meningkatkan kebersihan dan kenyamanan dalam penggunaan tempat sampah. Sensor mampu membaca jarak objek secara akurat dalam rentang tertentu, sehingga sistem dapat membedakan kondisi saat terdapat objek dan saat tidak terdapat objek di depan tempat sampah.

Dari sisi aktuator, motor servo mampu menjalankan perannya dengan baik sebagai penggerak tutup tempat sampah. Gerakan buka dan tutup yang dihasilkan cukup presisi dan konsisten sesuai dengan sudut yang telah diprogram pada

NodeMCU. Namun demikian, hasil pengujian menunjukkan bahwa performa motor servo sangat dipengaruhi oleh kestabilan catu daya. Ketika suplai daya tidak optimal, respon servo menjadi kurang maksimal. Temuan ini menunjukkan bahwa aspek kelistrikan merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pengembangan sistem otomasi berbasis motor.

Integrasi platform Blynk memberikan kontribusi signifikan terhadap fleksibilitas sistem. Dengan adanya Blynk, sistem tidak hanya bekerja secara otomatis berdasarkan input sensor, tetapi juga dapat dikendalikan secara manual melalui perangkat mobile. Hal ini memberikan kemudahan bagi pengguna untuk memantau dan mengontrol sistem dari jarak jauh. Meskipun demikian, ketergantungan terhadap koneksi internet menjadi salah satu keterbatasan sistem, karena kestabilan komunikasi data sangat dipengaruhi oleh kualitas jaringan. Secara keseluruhan, pembahasan ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang telah berhasil menerapkan konsep Internet of Things dan memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut, baik dari sisi fitur maupun keandalan sistem.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem tempat sampah otomatis berbasis NodeMCU, sensor ultrasonik, motor servo, dan platform Blynk berhasil direalisasikan dan dapat berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi keberadaan objek dengan baik dan memberikan respon yang tepat dalam memicu pembukaan dan penutupan tutup tempat sampah secara otomatis, sehingga dapat mengurangi kontak langsung antara pengguna dan tempat sampah.

Integrasi motor servo sebagai aktuator menunjukkan kinerja yang stabil dan presisi dalam menggerakkan tutup tempat sampah, baik melalui perintah

otomatis dari sensor maupun kontrol manual melalui aplikasi Blynk. Selain itu, pemanfaatan platform Blynk memungkinkan sistem untuk dipantau dan dikendalikan secara jarak jauh melalui perangkat mobile, sehingga mendukung penerapan konsep Internet of Things secara efektif. Dengan demikian, sistem ini berpotensi meningkatkan kebersihan, kenyamanan, serta efisiensi dalam pengelolaan sampah dan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk aplikasi yang lebih kompleks di masa mendatang.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Maulida, C. S. Fayzalmi, F. A. C. Anaam, D. Ardiansyah, M. A. Gunawan, and N. Ridwan, "Design of IoT-Based Smart Trash Bin Monitoring Using ESP32 and Firebase," *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Informasi (JUKTISI)*, vol. 4, no. 2, pp. 420–428, 2025, doi: 10.62712/juktisi.v4i2.420.
- [2] S. S. Md Ilyas, M. A. R. M. Halim, N. A. Wahab, and N. Ibrahim, "IoT-based smart garbage monitoring," *Journal of Computing Research and Innovation*, vol. 6, no. 2, 2025, doi: 10.24191/jcrinn.v6i2.187.
- [3] I. Ismail, A. Z. Nusri, and S. Rahman, "Sistem smart trash pemilah sampah organik dan anorganik berbasis Internet of Things," *Jurnal Saintekom*, vol. 13, no. 2, 2025, doi: 10.33020/saintekom.v13i2.487.
- [4] P. Intiadi, G. Sihaloho, A. F. D. Prasetyo, and B. Wibowo, "Development of an IoT-based smart waste bin with automated operation and capacity monitoring," *International Journal of Science Education and Cultural Studies*, vol. 4, no. 2, 2026, doi: 10.58291/ijsecs.v4i2.379.
- [5] W. Widodo and A. N. Rifky, "IoT-based smart trash monitoring using Blynk application," *BEST: Journal of Applied Electrical, Science and Technology*, vol. 3, no. 2, 2025, doi: 10.36456/best.vol3.no2.4266.

- [6] D. Kurniawan, "Smart trash bin berbasis IoT dengan notifikasi real-time melalui Telegram," *Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer (JITEK)*, vol. 5, no. 1, 2025, doi: 10.55606/jitek.v5i1.6196.
- [7] M. W. P. Prayoga, "Sistem monitoring dan pengelolaan sampah berbasis IoT dan Firebase pada tempat sampah pintar," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 13, no. 3, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3.7175.
- [8] L. R. Jaelani, L. D. Samsumar, and Z. Zaenudin, "Rancang bangun smart trash berbasis IoT dengan aplikasi Telegram," *Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 1, no. 4, 2025, doi: 10.70248/jcsit.v1i4.1231.
- [9] E. J. Kadja and M. Snae, "Sistem pemantauan tempat sampah pintar berbasis IoT dengan NB-IoT," *Jurnal Manajemen Informatika dan Teknologi*, 2025, doi: 10.51903/s79tw983.
- [10] S. Damayanti and Z. M. Noer, "Smart dustbin berbasis IoT sistem informasi menggunakan Telegram," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 5, no. 1, 2025, doi: 10.57152/malcom.v5i1.1754.
- [11] S. Sarmila, A. Achmad, and A. L. Arda, "Smart waste management monitoring and control analysis based on IoT," *Journal of Applied Informatics and Computing*, vol. 9, no. 6, 2025, doi: 10.30871/jaic.v9i6.11281.
- [12] D. Aditya, H. Khair, and M. A. Syari, "Rancang bangun tong sampah pintar dengan pemisahan metal dan non-metal berbasis IoT," *Repeater: Publikasi Teknik Informatika dan Jaringan*, vol. 3, no. 3, 2025, doi: 10.62951/repeater.v3i3.618.
- [13] M. H. Syamtamami and A. Anas, "Tempat sampah pintar berbasis Arduino dan sensor ultrasonik," *Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer (JITEK)*, vol. 2, no. 3, 2023, doi: 10.55606/jitek.v2i3.773.
- [14] A. Sharma *et al.*, "Smart bin using IoT," *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET)*, 2023, doi: 10.22214/ijraset.2023.52204.
- [15] A. Rahman *et al.*, "Internet of Things based waste can monitoring system to detect waste can capacity," *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications*, vol. 5, no. 1, 2025, doi: 10.59934/jaiea.v5i1.1227.
-