

# Pemilah Sampah Organik dan Anorganik Otomatis menggunakan Teknologi Telegram Bot untuk Pemberitahuan Real-Time

Ayudia Sekar Kedaton<sup>1</sup>, Eka Fitri Handayani<sup>2\*</sup>, Fiza Trisna Aqilla<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika  
Universitas Duta Bangsa Surakarta  
<sup>1</sup>220103145@mhs.udb.ac.id

<sup>2</sup> Teknik Informatika  
Universitas Duta Bangsa Surakarta  
<sup>2\*</sup>220103149@mhs.udb.ac.id

<sup>3</sup>Teknik Informatika  
Universitas Duta Bangsa  
Surakarta  
<sup>3</sup>220103152@mhs.udb.ac.id

**Abstrak**— Peningkatan jumlah sampah setiap harinya menuntut adanya solusi inovatif dalam pengelolaan sampah yang lebih efisien. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan teknologi otomatisasi berbasis Internet of Things (IoT) dalam sistem pemilahan dan pemantauan tempat sampah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem tempat sampah pintar yang mampu memilah sampah organik dan anorganik secara otomatis, serta mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui Telegram Bot. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor ultrasonik dan proximity untuk mendeteksi keberadaan dan ketinggian sampah dalam wadah. Ketika sensor mendeteksi keberadaan sampah, mikrokontroler akan mengaktifkan servo motor untuk mengarahkan sampah ke tempat yang sesuai. Selanjutnya, informasi mengenai status tempat sampah akan dikirimkan secara otomatis ke Telegram. Sistem ini memungkinkan pengguna mengetahui kondisi tempat sampah secara *real-time* tanpa perlu memeriksa secara manual. Dengan sistem ini, pengelolaan sampah dapat dilakukan secara lebih efektif dan mendukung terciptanya lingkungan yang bersih serta minim penumpukan sampah. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa teknologi berbasis ESP32 dapat diandalkan untuk pengembangan sistem pemantauan lingkungan yang terhubung langsung dengan pengguna melalui jaringan internet.

**Kata kunci**— ESP32, tempat sampah pintar, sensor ultrasonik, IoT, Telegram Bot.

**Abstract**— The increasing amount of waste generated daily requires innovative solutions for more efficient waste management. One approach to address this issue is the implementation of automation technology based on the Internet of Things (IoT) in waste sorting and monitoring systems. This study aims to design and implement a smart trash bin system capable of automatically sorting organic and inorganic waste, while also sending notifications to users via Telegram Bot. The system utilizes an ESP32 microcontroller connected to ultrasonic and proximity sensors to detect the presence and height of waste in the bin. When the sensors detect waste, the microcontroller activates a servo motor to direct the waste into the appropriate bin. Subsequently, the system automatically sends status updates about the trash bin to the user through Telegram. This allows users to monitor the condition of the bin in real-time without having to check it manually. The system promotes more effective waste management and contributes to a cleaner environment by preventing overflow and accumulation. This research also demonstrates that ESP32-based technology is reliable for developing environmental monitoring systems that communicate directly with users via internet connectivity.

**Keywords**— ESP32, smart trash bin, ultrasonic sensor, IoT, Telegram Bot.

## I. PENDAHULUAN

Masalah pengelolaan sampah menjadi tantangan yang terus berkembang seiring dengan pertumbuhan penduduk, konsumsi masyarakat, dan peningkatan aktivitas ekonomi. Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan. Jenis sampah yang umum dijumpai di kehidupan sehari-hari terdiri dari sampah organik yang berasal dari bahan alami dan dapat terurai secara biologis, serta sampah anorganik yang berasal dari bahan buatan manusia dan sulit terurai oleh alam. Pengelolaan sampah yang masih dilakukan secara manual, terutama dalam hal pemantauan dan pengosongan tempat sampah, tidak hanya menguras tenaga dan waktu, tetapi juga dapat

menyebabkan penumpukan sampah yang berlebihan di area umum.

Dengan kemajuan teknologi, penerapan konsep *Internet of Things (IoT)* dapat menjadi solusi cerdas untuk mengatasi permasalahan tersebut. IoT memungkinkan perangkat fisik seperti tempat sampah terhubung ke jaringan internet dan melakukan pemantauan secara real-time [1]. Salah satu bentuk implementasi teknologi ini adalah sistem tempat sampah otomatis yang mampu mendeteksi kondisi sampah dan memberikan informasi langsung kepada pengguna. Dalam hal ini, sensor ultrasonik menjadi pilihan utama karena kemampuannya dalam mengukur jarak objek secara akurat tanpa kontak langsung. Sensor ini bekerja dengan prinsip pantulan

gelombang ultrasonik untuk menentukan seberapa penuh wadah tempat sampah tersebut[1].

Penelitian terdahulu mengembangkan tempat sampah pintar menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik yang dirancang untuk mengirimkan notifikasi secara otomatis ke smartphone ketika tempat sampah sudah penuh[2]. Sistem ini juga memungkinkan pemantauan status tempat sampah secara terus-menerus melalui jaringan internet, sehingga petugas kebersihan dapat segera melakukan pengosongan tepat waktu[3]. Pendekatan serupa juga dilakukan oleh Kristanti et al., di mana sistem pengelolaan sampah menggunakan sensor ultrasonik yang dihubungkan ke Telegram Bot untuk mengirimkan pesan peringatan kepada pengguna saat sampah hampir penuh[4].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemilahan tempat sampah otomatis yang terintegrasi dengan Telegram Bot. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik dan proximity untuk mendeteksi keberadaan dan tinggi sampah, serta servo motor sebagai aktuator pemilah. Sistem akan mengirimkan notifikasi secara real-time kepada pengguna melalui aplikasi Telegram ketika sampah terdeteksi dalam jumlah tertentu. Dengan sistem ini, diharapkan proses pengelolaan sampah dapat dilakukan secara lebih efisien, meminimalisir keterlambatan pengosongan, serta mendorong kesadaran masyarakat akan pentingnya kebersihan dan pemilahan sampah sejak dari sumbernya [5].

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan prototipe [6]. Proses penelitian dilakukan secara sistematis mulai dari pengumpulan informasi awal hingga pengujian fungsional alat yang telah dirancang. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini dijabarkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Literatur Review

Tahapan penelitian dimulai dengan:

Studi Literatur, yaitu pengumpulan referensi dari jurnal, buku, dan artikel yang relevan mengenai teknologi tempat sampah otomatis, sensor ultrasonik, proximity, serta penggunaan mikrokontroler ESP32 dan Telegram Bot sebagai media notifikasi. Informasi ini digunakan untuk merumuskan solusi dan konsep sistem yang akan dikembangkan.

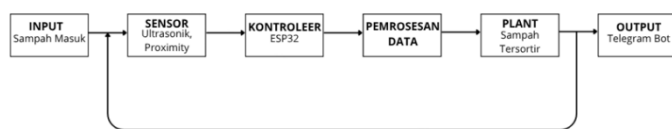
Pencarian dan Pengumpulan Kebutuhan, yang mencakup identifikasi komponen utama sistem seperti ESP32, sensor ultrasonik, proximity, motor servo, serta kebutuhan perangkat lunak seperti koneksi ke Telegram API.

Analisis Kebutuhan Masukan, yaitu analisis fungsi masing-masing komponen dan bagaimana keterhubungannya dalam sistem otomatisasi tempat sampah.

Perancangan Sistem, yang melibatkan pembuatan rangkaian elektronik dan pemrograman ESP32. Perancangan sistem juga menggambarkan alur proses data mulai dari pendeteksian sampah hingga pengiriman notifikasi.

Pembuatan Prototipe, yaitu implementasi rancangan dalam bentuk fisik dan integrasi perangkat keras dengan perangkat lunak.

Pengujian Prototipe, untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan fungsi yang diharapkan.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem







Diagram blok sistem menggambarkan alur kerja tempat sampah otomatis, sebagai berikut:

1. **Sampah Masuk (Input):** Sistem dimulai saat objek (sampah) dimasukkan ke dalam tempat sampah.
2. **Sensor Deteksi:** Sensor proximity mendeteksi keberadaan objek, sedangkan sensor ultrasonik membaca jarak tinggi sampah di dalam wadah.
3. **Kontroler (ESP32):** Data dari sensor dikirim ke mikrokontroler ESP32 yang bertugas sebagai otak sistem.
4. **Pemrosesan Data:** Mikrokontroler memproses data input untuk menentukan tindakan selanjutnya, seperti menggerakkan motor servo atau mengirim notifikasi.
5. **Plant (Sampah Tersortir):** Berdasarkan hasil pemrosesan, sistem menggerakkan aktuator untuk mengarahkan sampah ke wadah yang sesuai.
6. **Output (Telegram Bot):** ESP32 mengirimkan data ke Telegram Bot yang akan memberitahukan status isi tempat

sampah kepada pengguna melalui jaringan internet.

Setelah rancangan selesai, dilanjutkan ke tahap implementasi perangkat keras dan perangkat lunak. Tahap awal dimulai dengan pengumpulan alat dan bahan yang terdiri dari mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali, motor servo untuk mekanisme aktuasi, sensor ultrasonik dan sensor proximity untuk mendeteksi jarak dan keberadaan objek, sensor infrared untuk mendeteksi warna atau keberadaan objek berdasarkan pantulan cahaya, serta kabel jumper sebagai penghubung antar komponen. Seluruh komponen dirakit sesuai skema, dan mikrokontroler ESP32 diprogram menggunakan Arduino IDE. Program yang dikembangkan berfungsi untuk membaca data dari sensor, memproses logika pemilahan berdasarkan input warna dan jarak, serta mengontrol pergerakan aktuator.

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Gambar	Keterangan
1.	ESP32		Mikrokontroler dengan konektivitas wifi dan bluetooth, digunakan sebagai pusat kendali seluruh sistem otomatisasi.
2.	Motor Servo SG90		Aktuator yang digunakan untuk menggerakkan mekanisme buka / tutup secara presisi berdasarkan perintah dari mikrokontroler.
3.	Sensor Ultrasonik		Sensor jarak yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk mengukur jarak antara sensor dan objek di depannya.
4.	Sensor Proximity		Sensor untuk mendeteksi keberadaan benda logam tanpa kontak langsung, biasa digunakan dalam sistem otomatisasi industri.
5.	Sensor Infrared		Sensor yang bekerja dengan cahaya inframerah, digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek atau membedakan warna benda berdasarkan pantulan Cahaya.
6.	Kabel Jumper		Kabel fleksibel yang digunakan untuk menghubungkan pin antar komponen pada rangkaian elektronik.

Sistem ini juga diintegrasikan dengan Telegram Bot. Telegram Bot dibuat menggunakan BotFather dan token yang diperoleh digunakan dalam pemrograman ESP32[7]. Library seperti

*UniversalTelegramBot* dan *WiFiClientSecure* digunakan untuk mengirim notifikasi ke pengguna setiap kali sistem selesai memproses dan memilah sampah [8]. Notifikasi mencakup informasi jenis sampah dan waktu pemrosesan [9].

Tahap akhir adalah pengujian dan evaluasi sistem. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan sampah organik dan anorganik [10], kemudian diamati respon sistem dalam mengenali dan memilah sampah. Sistem juga diuji untuk melihat kecepatan dan ketepatan pengiriman notifikasi melalui Telegram. Hasil dari pengujian dianalisis untuk menilai tingkat keberhasilan sistem, mencakup aspek akurasi klasifikasi, efektivitas aktuasi, dan keandalan notifikasi real-time.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memberikan solusi inovatif dalam pengelolaan sampah dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) dan komunikasi real-time melalui Telegram Bot. Inovasi ini sangat relevan dengan tantangan modern dalam manajemen sampah, terutama di daerah perkotaan yang memiliki volume sampah tinggi.

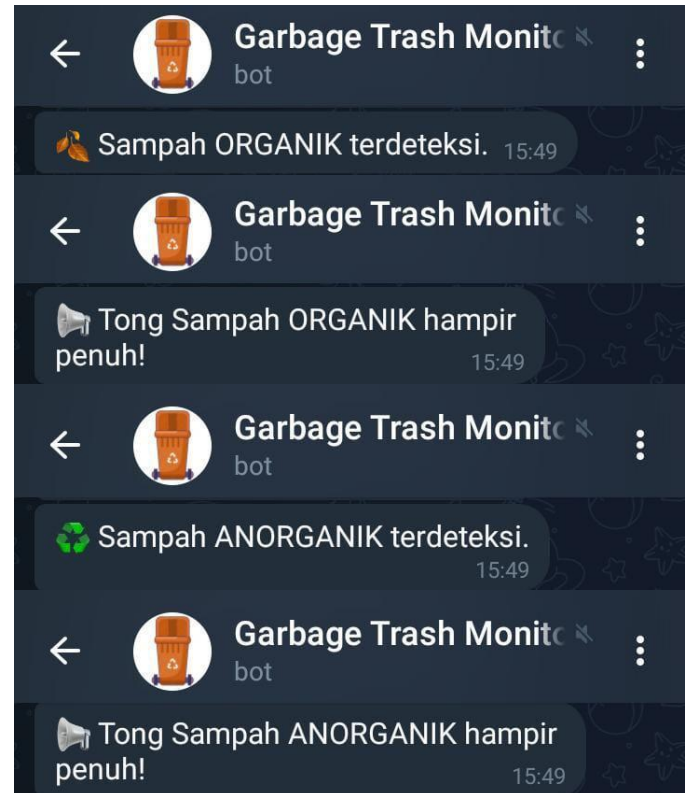
Sistem yang dikembangkan mengandalkan ESP32 sebagai pusat pengendali utama yang memproses data dari sensor ultrasonik, proximity, dan IR. Sensor-sensor ini bekerja untuk mendeteksi keberadaan dan jenis sampah dalam tempat sampah, serta volume isi wadah. Sistem menggunakan dua buah motor servo yang bertugas mengarahkan sampah ke wadah yang sesuai secara otomatis berdasarkan hasil deteksi jenis sampah.



Gambar 4. Alat Pemilah Sampah Otomatis Berbasis ESP32

Integrasi dengan Telegram Bot menjadikan sistem ini responsif dan interaktif. Setiap kali

sampah terdeteksi dan diproses, informasi akan langsung dikirimkan ke Telegram pengguna. Dengan begitu, pengguna bisa memantau kondisi tempat sampah dari jarak jauh dan secara *real-time*. Fitur ini sangat membantu dalam mempercepat proses pengosongan tempat sampah dan mencegah penumpukan yang dapat menimbulkan masalah lingkungan.



Gambar 5. Notifikasi dari Telegram Bot

#### • Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk menilai keandalan fungsi utama sistem, meliputi deteksi sampah, pengendalian motor servo, pengiriman notifikasi, dan stabilitas koneksi:

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem

No	Variable	Metode Pengujian	Hasil
1	Telegram Notifikasi	Kirim Notifikasi Saat Sampah Masuk Dan Tong Penuh	Berhasil
2	Timer Servo	Servo Bergerak Selama 2 Detik Lalu Kembali Ke Posisi Awal	Berhasil

3	Kondisi Idle(diam)	Tidak Ada Sampah, Tidak Ada Notifikasi, Tidak Ada Gerakan Servo	Berhasil
4	Koneksi Wifi & Bot Telegram	Cek Status Saat ESP32 Hidup: Kirim Pesan "Sistem Aktif"	Berhasil
5	Deteksi Ganda Sensor	Kedua Sensor Aktif Bersamaan , Sistem Pilih Satu	Yang terpilah hanya sampah anorganik
6	Telegram Delay Saat Jaringan Lambat	Coba Kirim Notifikasi Di Jaringan Buruk	Kadang Gagal (Delay 5-10s)

1. **Telegram Notifikasi** berhasil dikirim setiap kali sampah terdeteksi masuk dan ketika tempat sampah penuh.
  2. **Servo motor** mampu bergerak selama 2 detik dan kembali ke posisi awal secara konsisten.
  3. Dalam **kondisi idle**, sistem tetap stabil tanpa gerakan atau notifikasi palsu.
  4. **Koneksi WiFi dan Bot Telegram** stabil, dapat merespons saat diaktifkan dengan mengirim pesan "Sistem Aktif".
  5. **Deteksi sensor ganda** ditangani dengan prioritas sensor yang lebih dahulu aktif.
  6. Namun, pada **jaringan internet yang lambat**, pengiriman Telegram terkadang gagal atau mengalami delay 5–10 detik.
- **Pengujian Kinerja Alat**

Tabel 3. Pengujian Kinerja Alat

No	Komponen yang Diuji	Metode / Input	Hasil
1	Sensor Ultrasonik (Jarak)	Simulasi Sampah Penuh Dengan Karton 5 Cm Dari Sensor	Terdeteksi pada 15cm, $\pm 1$ Cm Toleransi
2	Sensor Proximity Kapasitif IR	Sampah Organik: Kertas , Kulit	Terdeteksi

		Pisang max 7cm	
3	Sensor Proximity Kapasitif	Sampah Anorganik: Plastik, Botol Minum max 2cm	Terdeteksi
4	Servo Motor 1 (Organik)	Respon Terhadap Sensor Kapasitif	Buka & Tutup Sempurna
5	Servo Motor 2 (Anorganik)	Respon Terhadap Sensor IR	Buka & Tutup Sempurna

Pengujian terhadap komponen individual juga menunjukkan hasil yang baik:

1. **Sensor ultrasonik** mampu mendeteksi ketinggian sampah dengan akurasi  $\pm 1$  cm.
2. **Sensor proximity kapasitif dan IR** berhasil mendeteksi sampah organik (kertas, kulit pisang) dan anorganik (plastik, botol) pada jarak tertentu.
3. Kedua **servo motor** dapat membuka dan menutup sesuai respon dari sensor terkait secara sempurna.

- **Pengujian Error Sistem**

Tabel 4. Pengujian Error Sistem

No	Bentuk Masalah / Error	Reaksi Sistem	Antisipasi / Solusi
1	Sampah Salah Masuk	Tetap Masuk Ke Tong Aktif Berdasarkan Sensor	Tambahkan Validasi Jika Kedua Sensor Aktif Sekaligus
2	Kedua Sensor Aktif Bersamaan	Salah Satu Servo Tetap Aktif (Yang Terbaca Lebih Dulu)	Tambahkan Delay + Logika Prioritas Sensor
3	Tidak Ada Input Sensor Sama Sekali	Sistem Tidak Bergerak / Idle	Sistem Standby Menunggu Input Sensor

4	Servo Tidak Berputar	Tidak Merespon Walau Sensor Aktif	Gunakan Power Eksternal 5v Untuk Servo
5	Telegram Tidak Terkirim	Tidak Ada Pesan Masuk Ke Telegram	Perlu Implementasi Retry Atau Buffer
6	Sensor Kemasukan Air (Basah)	Membaca Acak / Tidak Akurat	Gunakan Pelindung Sensor Waterproof

Sistem diuji terhadap berbagai kondisi error. Berikut adalah beberapa temuan penting:

1. Ketika sampah salah masuk, sistem tetap memilah sesuai sinyal sensor yang dominan, namun perlu penambahan validasi.
2. Bila dua sensor aktif bersamaan, servo yang pertama terbaca akan aktif. Disarankan implementasi logika delay dan prioritas.
3. Pada kondisi tidak ada input sensor, sistem masuk ke mode siaga.
4. Servo tidak merespons jika suplai daya rendah; solusi dengan power eksternal 5V.
5. Telegram tidak terkirim dapat terjadi bila jaringan terputus, sehingga sistem perlu fitur retry.
6. Sensor yang kemasukan air dapat membaca secara acak, sehingga dibutuhkan pelindung waterproof.

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem tempat sampah pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memilah sampah organik dan anorganik secara otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor ultrasonik, proximity, dan IR. Sistem ini juga terintegrasi dengan Telegram Bot untuk memberikan notifikasi *real-time* kepada pengguna mengenai status tempat sampah.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi jenis dan volume sampah dengan akurat, mengarahkan sampah ke tempat yang sesuai melalui motor servo, serta mengirimkan pemberitahuan secara cepat dan responsif. Meskipun

terdapat kendala seperti keterlambatan notifikasi pada jaringan internet yang lambat dan potensi kesalahan deteksi saat sensor aktif bersamaan, sistem tetap menunjukkan kinerja yang andal dan stabil secara keseluruhan.

Dengan teknologi ini, proses pemantauan dan pengelolaan sampah menjadi lebih efisien, mengurangi potensi penumpukan sampah, dan mendorong masyarakat untuk lebih sadar terhadap pentingnya pemilahan sampah. Sistem ini dapat menjadi solusi praktis untuk mendukung pengelolaan lingkungan yang bersih, terutama di kawasan padat penduduk atau fasilitas umum yang menghasilkan volume sampah tinggi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penelitian ini, terutama kepada dosen pembimbing, rekan-rekan, serta pihak sponsor yang telah membantu dalam penyediaan perangkat yang dibutuhkan. Tanpa bantuan mereka, penelitian ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan teknologi pemilahan sampah yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

#### REFERENSI

- [1] Ade Agung Kurniawan, Hermanto, And S. Rahmawati, "Smart Tong Sampah Pendeteksi Otomatis Sampah Organik & Anorganik Berbasis Iot Smart City," *Jurnal Komtekinfo*, Pp. 163–172, Sep. 2024, Doi: 10.35134/Komtekinfo.V11i3.564.
- [2] R. Agustino, M. I. Saputro, H. Gustiawan, M. A. Sakaria, And F. Widyahastuti, "Inovasi Pengelolaan Sampah: Tempat Sampah Pintar Berbasis Iot Di Museum Mh.Thamrin Jakarta," *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, Vol. 10, No. 1, Pp. 309–325, Mar. 2024, Doi: 10.37012/Jtik.V10i1.2129.
- [3] H. Sanjaya, N. K. Daulay, J. Trianto, And R. Andri, "Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Jurikom (Jurnal Riset Komputer)*, Vol. 9, No. 2, P. 451, Apr. 2022, Doi: 10.30865/Jurikom.V9i2.4058.
- [4] J. Penerapan, T. Informasi, D. Komunikasi, J. Putera Perdana, And T. Wellem, "It-Explore Perancangan Dan Implementasi Sistem Kontrol Untuk Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Arduino Dan Sensor Ultrasonik".
- [5] D. Nafilah, N. Kamaly, And I. Pemerintahan, "Edukasi Pengelolaan Sampah Berbasis Bsu (Bank Sampah Usk) Di Venue Pon 2024," 2025.

- [6] F. A. Sianturi And K. Kunci, “Sains Dan Ilmu Terapan Pengembangan Internet Of Things (Iot) Untuk Sistem Smart Home Berbasis Energi Ramah Lingkungan,” 2024, Doi: 10.69688/Juksit.V3i1.53.
- [7] I. Gunawan *Et Al.*, “Sistem Keamanan Iot Dengan Sensor Rfid Dan Kamera Esp32 Untuk Verifikasi Identitas Dan Visual.”
- [8] E. W. Santoso, H. Abrianto, And A. D. Sidik, “Prototype Pemilah Dan Monitoring Sampah Logam Non Logam Dan Basah Otomatis Berbasis Iot.”
- [9] S. Damayanti And Z. M. Noer, “Smart Dustbin Berbasis Internet Of Things (Iot) Sistem Informasi Menggunakan Telegram,” *Malcom: Indonesian Journal Of Machine Learning And Computer Science*, Vol. 5, No. 1, Pp. 451–462, Jan. 2025, Doi: 10.57152/Malcom.V5i1.1754.
- [10] A. Kurniawan, N. Ikhsan, M. Rivan, And A. S. Wijaya, “How To Cite.”