

PENGEMBANGAN ALAT PEMILAH SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK BERBASIS ESP32

Muhammad Hadist Tarisza¹, Mursyidin²

¹Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

² Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

Email: hadisttarisza@gmail.com¹, mursyidin@ar-raniry.ac.id²

Corresponding Author : Muhammad Hadist Tarisza

Pendidikan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Email: hadisttarisza@gmail.com

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan alat pemilah sampah otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 yang mampu mengklasifikasikan sampah menjadi tiga kategori, yaitu organik, anorganik, dan logam. Sistem ini memanfaatkan sensor infrared sebagai pendeteksi awal keberadaan objek, sensor proximity induktif untuk mendeteksi logam, serta sensor proximity kapasitif untuk membedakan sampah non-logam. Proses pemilahan dilakukan secara otomatis dengan bantuan motor servo yang dikendalikan berdasarkan hasil pembacaan sensor. Metode yang digunakan adalah Design Thinking dengan tahapan empathize, define, ideate, prototype, dan testing. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keberhasilan di atas 85% dalam memilah sampah, dengan performa terbaik pada sampah anorganik yang mencapai tingkat keberhasilan 100%. Beberapa kendala yang ditemukan meliputi ketidakstabilan tegangan, posisi sensor, serta variasi karakteristik fisik sampah yang memengaruhi akurasi deteksi. Secara keseluruhan, alat yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi proses pemilahan sampah dan berpotensi diterapkan dalam pengelolaan sampah di lingkungan kampus maupun masyarakat.

Kata-kata kunci: *ESP32, Pemilah Sampah Otomatis, Sensor Proximity, Sensor Infrared, Motor Servo, Smart Waste Management.*

Abstract – This research aims to design and implement an automatic waste sorting tool based on the ESP32 microcontroller that is able to classify waste into three categories, namely organic, inorganic, and metal. This system utilizes an infrared sensor as an initial detector of the presence of objects, an inductive proximity sensor to detect metal, and a capacitive proximity sensor to distinguish non-metallic waste. The sorting process is carried out automatically with the help of a servo motor that is controlled based on the results of sensor readings. The method used is Design Thinking with stages of empathize, define, ideate, prototype, and testing. The test results show that the system has a success rate of above 85% in sorting waste, with the best performance on inorganic waste reaching a success rate of 100%. Several obstacles found include voltage instability, sensor position, and variations in the physical characteristics of the waste that affect detection accuracy. Overall, the developed tool is able to increase the efficiency of the waste sorting process and has the potential to be applied in waste management in campus and community environments.

Keywords: *ESP32, Automatic Waste Sorter, Proximity Sensor, Infrared Sensor, Servo Motor, Smart Waste Management.*

I. PENDAHULUAN

Sampah merupakan hasil samping dari aktivitas manusia yang jumlahnya terus meningkat seiring pertumbuhan populasi. Pengelolaan sampah yang kurang optimal, khususnya di lingkungan kampus, dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dan masalah kesehatan. Dalam praktiknya, sampah organik, anorganik, dan logam masih sering tercampur atau salahnya pemilahan sampah karena rendahnya kesadaran masyarakat dalam memilah sampah, bahkan pada umumnya tempat sampah hanya 1 yang menampung

segala jenis sampah [1]. Oleh karena itu, diperlukan solusi berbasis teknologi yang mampu membantu proses pemilahan sampah secara otomatis dan efisien, salah satunya melalui pemanfaatan sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 [2].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan alat pemilah sampah otomatis menggunakan berbagai teknologi seperti Raspberry Pi [3], Arduino, dan sensor proximity. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem tersebut mampu melakukan pemilahan sampah, namun masih memiliki keterbatasan dalam akurasi dan integrasi teknologi. Penggunaan

ESP32 menjadi alternatif yang lebih unggul karena memiliki fitur WiFi terintegrasi dan kemampuan pemrosesan yang lebih baik. Meskipun demikian, penelitian sebelumnya umumnya masih berfokus pada aspek teknis dan belum banyak mengevaluasi efektivitas penggunaan alat di lingkungan nyata, seperti di kampus dan masyarakat [4].

Dwi Wulan Nabilla dan Rully Pramudita “Sistem Pendeteksi Sampah Logam Dengan Sampah Non Logam untuk Pengepul Barang Bekas Dikampung Bekasi Jati” metode yang digunakan yaitu metode prototype. Sebagai hasilnya, sistem pendeteksi sampah logam dan non-logam ini dapat meminimalkan waktu dalam proses pemisahan sampah berdasarkan jenisnya dan sistem ini juga dapat melakukan pemantauan. Akan tetapi, penelitian Dwi Wulan lebih terbatas pada pemisahan sampah logam dan non-logam untuk pengepul barang bekas, sedangkan penelitian ini memiliki cakupan pemilahan lebih luas yaitu organik, anorganik, dan logam.

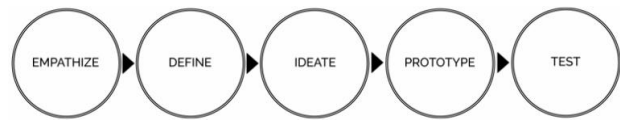
Penelitian terdahulu berfokus pada pemisahan sampah logam dan non-logam untuk mendukung efisiensi kerja pengepul barang bekas. Sistem ini menggunakan Arduino Uno yang dipadukan dengan NodeMCU ESP8266 [5], sensor proximity induktif, serta sensor ultrasonic, dengan metode Prototype yang lebih sederhana dan linear. Hasil pengujian menunjukkan sistem bekerja valid dalam semua skenario, dengan tambahan fitur monitoring berbasis aplikasi Garbage Monitor. Dengan demikian, penelitian Tarisza unggul dalam cakupan klasifikasi dan integrasi teknologi modern, sedangkan penelitian Nabilla lebih menonjol dalam penerapan praktis di sektor industri daur ulang. Kedua penelitian saling melengkapi: Sistem Tarisza dapat ditingkatkan akurasi melalui kalibrasi sensor, sementara sistem Nabilla dapat diperluas cakupannya agar mampu memilah lebih dari dua kategori sampah. Perbedaan tersebut merupakan perbedaan yang cukup mendasar dalam ruang lingkup, metodologi, serta penerapan sistem pemilah sampah berbasis ESP32.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemilah sampah otomatis berbasis ESP32 yang mampu mengklasifikasikan sampah menjadi organik, anorganik, dan logam secara akurat. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas alat serta respon pengguna terhadap penerapannya di lingkungan kampus. Dengan menggunakan pendekatan Design Thinking, yang menekankan empati terhadap pengguna kampus, ideate, prototyping, dan pengujian, sehingga penelitian ini lebih berorientasi pada inovasi dan kebutuhan nyata di lingkungan pendidikan.

II. METODOLOGI

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode Design Thinking. Design Thinking adalah proses kreatif yang bertujuan untuk memahami kebutuhan pengguna dan menciptakan solusi yang inovatif. Pendekatan ini mengutamakan empati terhadap pengguna, kolaborasi antar tim, dan iterasi dalam pengembangan produk. Design Thinking sering digunakan dalam berbagai

bidang, seperti desain produk, layanan, pendidikan, dan bisnis. Terdapat 5 tahapan dalam metodologi ini seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



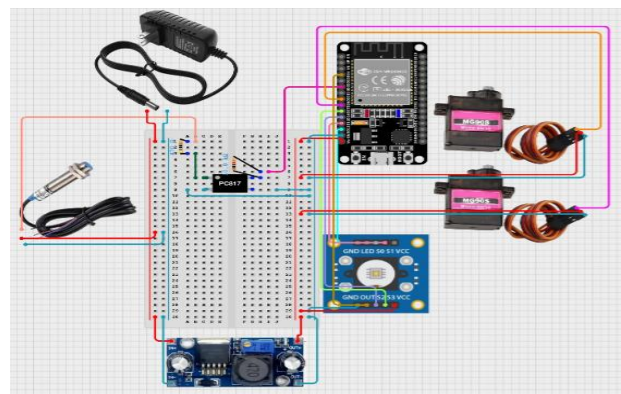
Gbr. 1 Metode Design Thinking

Tahap *Empathize* adalah langkah awal yang krusial di mana peneliti berusaha memahami pengguna secara mendalam. Tujuannya adalah untuk mengumpulkan wawasan tentang kebutuhan, keinginan, dan tantangan yang dihadapi pengguna.

Pada tahap *Define* peneliti mengumpulkan informasi dari tahap *Empathize*. Peneliti menganalisa data tersebut untuk mengidentifikasi masalah inti yang dihadapi pengguna. Pada tahap *Define* ini, problem statement dirumuskan dengan menggunakan perspektif pengguna.

Tahap *Ideate*, peneliti mengambil kesimpulan bahwa dengan permasalahan di atas, peneliti akan membuat sebuah robot untuk memilah sampah otomatis berbasis ESP32 dengan menggunakan beberapa sensor seperti proximity induktif, proximity kapasitif, ultrasonik, infrared, motor servo.

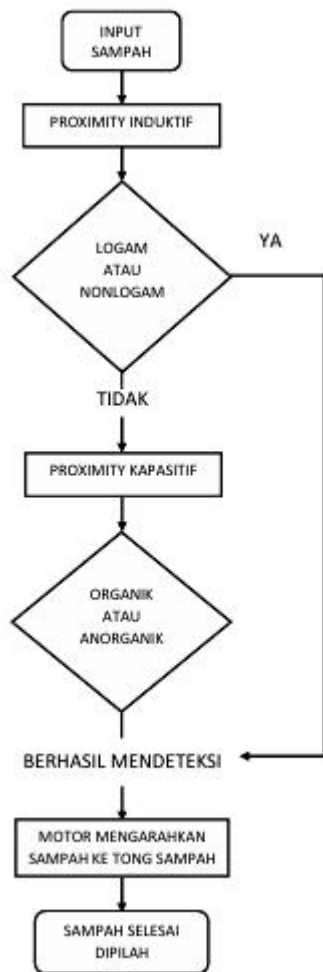
Setelah tahapan *Ideate* terkumpul ide-ide terbaik dipilih dan tahapan *Prototyping* melibatkan pembuatan prototipe atau model awal dari solusi tersebut. Prototipe bisa berupa sketsa, mockup digital, atau model fisik, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



Gbr. 2 Design Rangkaian

Pada Gambar 2 terlihat beberapa komponen alat pemilah sampah, yaitu Proximity Induktif, Proximity Kapasitif, Infrared, Motor servo, dan ESP32.

Sistem pemilah sampah otomatis ini menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan sensor dan aktuator. Sensor inframerah mendeteksi keberadaan sampah, sensor proximity induktif mengidentifikasi logam, dan sensor kapasitif membedakan sampah organik dan anorganik. Hasil deteksi diproses untuk menggerakkan motor servo yang mengarahkan sampah ke tempat yang sesuai secara otomatis dan efisien. Gambar 3 memperlihatkan *flowchart* alur kerja alat ini.



Gbr. 3 Flowchart Alur Kerja Alat

Setelah tahapan *Prototyping* selesai, dilanjutkan tahapan *Testing*. Tahap terakhir ini adalah menguji prototipe dengan pengguna nyata untuk mendapatkan umpan balik. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas solusi dan mengidentifikasi area perbaikan.

Pengujian alat pemilah sampah otomatis berbasis ESP32 dilakukan pada tiga jenis sampah, yaitu sampah logam, sayur timun (organik), dan botol plastik (anorganik). Setiap sampel diuji untuk mengamati respon sistem berupa pergerakan servo 1 dan servo 2, serta aktivitas sensor-sensor (sensor proximity induktif, sensor proximity kapasitif, dan sensor infrared) dalam mendeteksi jenis sampah.

Hasil dari deteksi tersebut dicatat untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan alat dalam memilah sampah berdasarkan jenisnya. Kategori keberhasilan deteksi ditentukan berdasarkan kesesuaian antara jenis sampah yang dimasukkan dan keluaran berupa pergerakan aktuator (servo) dan aktivasi sensor.

Teknik pengumpulan data melalui eksperimen merupakan salah satu metode yang digunakan dalam penelitian kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui hubungan sebab-akibat antara variabel secara sistematis dan terkontrol. Dalam eksperimen, peneliti secara

sengaja memanipulasi satu atau lebih variabel independen (variabel bebas) untuk melihat dampaknya terhadap variabel dependen (variabel terikat), sambil mengendalikan variabel lain yang dapat mempengaruhi hasil penelitian.

Pada penelitian ini digunakan 30 sampel dengan metode uji eksperimen. Keunggulan teknik eksperimen terletak pada kemampuannya memberikan bukti empiris dan kuat mengenai hubungan kausal antara variabel. Dari 30 sampel menggunakan 1 sampah untuk mewakili setiap jenisnya, yang dilakukan percobaan sebanyak 10 kali untuk setiap jenis sampah. Sampah organik menggunakan jenis sampah sayuran timun, sampah anorganik menggunakan jenis sampah botol plastik, dan untuk sampah logam menggunakan jenis sampah botol minuman kaleng.



Gbr. 4 Timun



Gbr. 5 Botol Plastik



Gbr. 6 Botol Minuman Kaleng

Analisis data merupakan proses mengolah data yang telah dikumpulkan secara sistematis untuk memperoleh kesimpulan dari hasil penelitian. Pada penelitian ini, peneliti menghitung jumlah keberhasilan

alat per jenis sampah dengan rumus tingkat keberhasilan dibawah ini :

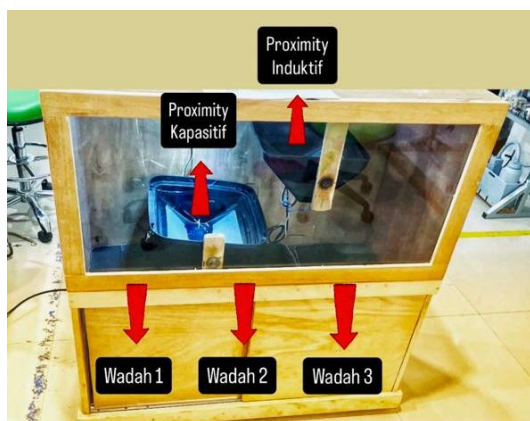
$$\text{Tingkat Keberhasilan} = \frac{\text{Hasil Uji per Jenis Sampah}}{\text{Jumlah Uji}} \times 100\% \quad (1)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

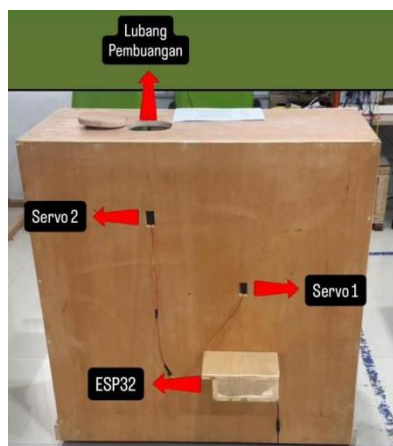
A. Hasil Rancangan Sistem

Sistem pemilah sampah otomatis dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang terintegrasi dengan beberapa sensor dan aktuator. Sensor infrared digunakan sebagai pendeteksi awal keberadaan sampah, kemudian sensor proximity induktif berfungsi untuk mengidentifikasi sampah logam. Jika sampah tidak terdeteksi sebagai logam, proses dilanjutkan menggunakan sensor proximity kapasitif untuk membedakan sampah organik dan anorganik.

Hasil deteksi sensor diproses oleh ESP32 untuk mengendalikan dua motor servo yang berfungsi mengarahkan sampah ke tempat yang sesuai, sehingga proses pemilahan dapat dilakukan secara otomatis dan efisien. Hasil rancangan alat pemilah sampah seperti diperlihatkan pada Gambar 7.



Gbr. 7 Tampak Depan Alat



Gbr. 8 Tampak Belakang Alat

Dari gambar diatas bisa dilihat cara kerja alat pemilah sampah berawal dari sampah yang dimasukkan dan dideteksi oleh sensor proximity induktif dan infrared

untuk menentukan jenis sampah logam dan keberadaan sampah-sampah pada posisi yang tepat. Apabila sampah tersebut bukan jenis sampah logam maka pemilah akan dipindahkan pada pemilah kedua untuk dideteksi jenis sampah organik atau anorganik menggunakan sensor proximity kapasitif sehingga sampah dapat dipilah berdasarkan jenis-jenisnya.

B. Hasil Pengujian Sistem

Tabel 1 merupakan hasil kinerja sistem alat pemilah sampah.

TABEL I
Hasil Pengujian Deteksi Jenis Sampah oleh Sensor dan Gerakan Servo

No	Jenis sampah	Servo 1	Servo 2	Proximity Induktif	Proximity Kapasitif	Infrared	Pengujian Sensor
1	Logam	✓	✓	✓	-	✓	✓
2	Logam	✓	✓	✓	-	✓	✓
3	Logam	✓	✓	-	✓	✓	-
4	Logam	✓	✓	✓	-	✓	✓
5	Logam	✓	✓	✓	-	✓	✓
6	Logam	✓	✓	✓	-	✓	✓
7	Logam	✓	✓	✓	-	✓	✓
8	Logam	✓	✓	✓	-	✓	✓
9	Logam	✓	✓	✓	-	✓	✓
10	Logam	✓	✓	✓	-	✓	✓
11	Timun	✓	✓	-	✓	✓	✓
12	Timun	✓	✓	-	✓	✓	✓
13	Timun	✓	✓	-	-	✓	-
14	Timun	✓	✓	-	-	✓	-
15	Timun	✓	✓	-	✓	✓	✓
16	Timun	✓	✓	-	-	✓	-
17	Timun	✓	✓	-	✓	✓	✓
18	Timun	✓	✓	-	✓	✓	✓
19	Timun	✓	✓	-	✓	✓	✓
20	Timun	✓	✓	-	✓	✓	✓
21	Botol Plastik	✓	✓	-	-	✓	✓
22	Botol Plastik	✓	✓	-	-	✓	✓
23	Botol Plastik	✓	✓	-	-	✓	✓
24	Botol Plastik	✓	✓	-	-	✓	✓
25	Botol Plastik	✓	✓	-	-	✓	✓
26	Botol Plastik	✓	✓	-	-	✓	✓
27	Botol Plastik	✓	✓	-	-	✓	✓
28	Botol Plastik	✓	✓	-	-	✓	✓
29	Botol Plastik	✓	✓	-	-	✓	✓
30	Botol Plastik	✓	✓	-	-	✓	✓

Tabel 1 merupakan hasil pengujian menggunakan simbol (✓) dan (-) untuk menunjukkan kinerja sistem dalam proses pemilahan sampah. Simbol (✓)

menunjukkan bahwa sensor dan motor servo bekerja dengan baik sesuai perintah sistem, sedangkan simbol (-) menunjukkan adanya kegagalan, baik pada proses deteksi sensor maupun pergerakan servo.

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

- a. Sampah Logam – (Sampel 1–10). Sebagian besar sampah logam berhasil terdeteksi oleh sensor proximity induktif dan sensor infrared, serta diarahkan oleh servo 1 ke kategori logam dengan keberhasilan hampir sempurna. Hanya pada sampel ke-3, sensor induktif tidak mendeteksi dengan baik, yang menyebabkan gagal deteksi penuh, meskipun komponen lainnya aktif.
- b. Sampah Organik – sayur timun (Sampel 11–20). Sensor proximity kapasitif berperan dalam mengidentifikasi material organik. Beberapa sampel, seperti sampel ke-13, 14, dan 16, mengalami kegagalan pendeteksian, terutama karena sensor kapasitif tidak aktif, atau infrared tidak memberi respon secara optimal. Namun, secara umum sistem tetap mampu mengarahkan sampah organik ke kategori yang benar.
- c. Sampah Anorganik – Botol Plastik (Sampel 21–30). Sampah jenis ini tidak terdeteksi oleh sensor proximity induktif maupun kapasitif (karena tidak mengandung logam dan bersifat tembus cahaya). Sensor infrared bekerja secara konsisten dalam mendeteksi kehadiran sampah, dan servo berhasil mengarahkan sampah anorganik dengan tepat. Semua sampel botol plastik menunjukkan hasil deteksi dan pemilahan yang berhasil 100% setelah dihitung menggunakan persamaan (1).

Dengan menggunakan Persamaan (1), maka total tingkat keberhasilan alat dalam mendeteksi berbagai jenis sampah mencapai 85%.

C. Analisis Kinerja Sistem

Berdasarkan hasil pengujian terhadap alat pemilah sampah otomatis yang menggunakan sensor proximity induktif, sensor proximity kapasitif, dan sensor infrared, sistem menunjukkan kinerja yang cukup efektif dalam mengenali dan memisahkan jenis sampah logam, organik, dan anorganik. Pada jenis sampah logam, sistem mampu mendeteksi secara konsisten hampir di seluruh sampel.

Untuk kategori sampah organik seperti sayur timun, alat ini mengandalkan sensor proximity kapasitif untuk mendeteksi material non-logam yang memiliki karakteristik organik. Pada pengujian, sebagian besar sampel dapat dikenali dengan baik, meskipun terdapat beberapa kasus kegagalan deteksi, seperti pada sampel ke-13, 14, dan 16. Kegagalan tersebut kemungkinan disebabkan oleh tidak aktifnya sensor kapasitif atau kurang optimalnya pembacaan karena variabilitas material organik yang lebih kompleks dan lembab.

Sementara itu, untuk jenis sampah anorganik seperti botol plastik, sistem bekerja sangat baik. Meskipun sensor proximity induktif maupun kapasitif tidak memberikan respons terhadap material plastik yang tidak bersifat logam dan cenderung transparan, sensor infrared tetap mampu mendeteksi keberadaan objek tersebut secara konsisten. Dengan bantuan logika pemrosesan dan gerakan servo 2, seluruh botol plastik berhasil dipilah ke kategori anorganik dengan tingkat keberhasilan 100%. Ini menunjukkan bahwa sensor infrared memiliki peran penting sebagai pemicu utama dalam proses pemilahan ketika sensor lainnya tidak aktif.

Secara umum, sistem pemilah sampah otomatis ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan estimasi keberhasilan di atas 85% dari seluruh sampel yang diuji. Hasil ini menunjukkan bahwa desain sistem yang dibangun berbasis ESP32, yang terintegrasi dengan berbagai jenis sensor dan dua motor servo, mampu menjalankan fungsinya secara otomatis dan sesuai dengan algoritma pemilahan yang telah dirancang. Keandalan sistem dalam mengklasifikasikan tiga jenis sampah juga membuktikan bahwa alat ini dapat diterapkan sebagai solusi teknologi sederhana namun efektif untuk mendukung pengelolaan sampah di lingkungan masyarakat.

D. Pembahasan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem, alat pemilah sampah otomatis berbasis ESP32 yang dikembangkan menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mengklasifikasikan sampah menjadi kategori logam, organik, dan anorganik. Sistem bekerja dengan memanfaatkan kombinasi sensor infrared sebagai pendeteksi awal, sensor proximity induktif untuk mendeteksi logam, serta sensor kapasitif untuk membedakan sampah non-logam. Integrasi sensor dengan aktuator berupa motor servo memungkinkan proses pemilahan dilakukan secara otomatis dan *real-time*.

Hasil pengujian yang ditampilkan dalam tabel menunjukkan bahwa sebagian besar percobaan berhasil, yang ditandai dengan simbol (✓), sementara beberapa kegagalan (–) masih terjadi. Kegagalan ini umumnya disebabkan oleh faktor teknis seperti ketidakstabilan tegangan, posisi sensor yang kurang optimal, serta kondisi fisik sampah yang memengaruhi sensitivitas sensor. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sistem telah berfungsi dengan baik, masih terdapat keterbatasan dalam hal stabilitas dan akurasi deteksi, terutama pada kondisi tertentu.

Jika dibandingkan dengan konsep awal, implementasi sistem telah sesuai dengan rancangan, namun performa di lapangan menunjukkan adanya perbedaan antara kondisi ideal dan kondisi nyata. Sensor bekerja optimal pada kondisi tertentu, tetapi kurang akurat ketika menghadapi variasi material sampah.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan telah mampu memenuhi tujuan penelitian, yaitu melakukan pemilahan sampah secara otomatis dengan

tingkat keberhasilan yang cukup tinggi. Namun demikian, hasil pengujian juga menunjukkan bahwa masih terdapat ruang untuk pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan keandalan dan akurasi sistem, sehingga dapat diterapkan secara lebih efektif dalam lingkungan nyata.

Sistem ini memanfaatkan kombinasi sensor infrared, proximity induktif, dan proximity kapasitif yang terintegrasi dengan motor servo sehingga mampu melakukan pemilahan secara otomatis dengan tingkat keberhasilan di atas 85%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem pemilah sampah otomatis berbasis ESP32 berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem mampu mengklasifikasikan sampah menjadi kategori logam, organik, dan anorganik secara otomatis menggunakan kombinasi sensor dan aktuator.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat keberhasilan yang cukup tinggi dalam proses pemilahan yaitu 85%, meskipun masih terdapat beberapa kegagalan yang disebabkan oleh faktor teknis seperti ketidakstabilan sumber daya, posisi sensor, serta karakteristik fisik sampah yang memengaruhi sensitivitas sensor.

Secara keseluruhan, sistem ini telah memenuhi tujuan penelitian dan menunjukkan potensi untuk diterapkan dalam pengelolaan sampah di lingkungan kampus. Namun, untuk meningkatkan keandalan dan akurasi sistem, diperlukan pengembangan lebih lanjut,

seperti kalibrasi sensor yang lebih optimal, perbaikan desain mekanik, serta peningkatan stabilitas sistem.

REFERENSI

- [1] Mandira, I. M. C., Wijaya, K., Devia, F., Pramadiyani, A., & Sapta, D. (2024). Pemilahan Sampah Organik dan Anorganik melalui Sosialisasi Guna Meminimalisir Penumpukan Sampah. *Jurnal Dinamika Pengabdian*, 10(1), 27–33. <https://doi.org/10.20956/jdp.v10i1.21216>
- [2] Satmata, S. I., Afroni, M. J., & Sugiono, S. (2022). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Pemilah Logam, Non Logam Dan Organik Otomatis Berbasis Iot (Internet Of Things). *SCIENCE ELECTRO*, 14(2).
- [3] Wibysono, A. Y., Susilawati, H., & Matin, I. M. M. (2022). Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Organik dan Non Organik Berbasis Raspberry Pi. *Fuse-teknik Elektro*, 2(2), 88-96.
- [4] Nabilla, D. W., & Pramudita, R. (2022). Sistem Pendeteksi Sampah Logam dengan Sampah Non Logam untuk Pengepul Barang Bekas di kampung Bekasi Jati. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 415-419.
- [5] Adzim, M. R. S., Rosy, R. V., Khuzaimah, U. I., & Hidayah, I. (2023). Pemanfaatan Sampah Organik dan Anorganik sebagai Upaya Peningkatan Kreativitas Masyarakat. *Journal of Education Research*, 4(1), 397–403. <https://doi.org/10.37985/jer.v4i1.121>.