SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7560

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043 Email : snestik@itats.ac.id

Rancang Bangun Pemilah Sampah Organic, Anorganik dan Metal Secara Otomatis Berbasis IoT

Marcellinus Dias R, Ratna Hartayu, Lutfi Agung Swarga, Santoso

Fakultas Tknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
e-mail: dias.marcellinus@gmail.com

ABSTRACT

The automatic waste sorting system based on Internet of Things (IoT) technology is designed to address waste management issues in Indonesia. This device utilizes various sensors, including capacitive, inductive, infrared, and ultrasonic sensors to detect and automatically separate organic, inorganic, and metal waste. The system also employs servo motors to open and close waste bins according to the detected waste type, and uses an Arduino Mega 2560 with a Wi-Fi module to control the system and send notifications via the Telegram application. The novelty of this research lies in the integration of a multispectral sensor system with real-time notification delivery via Telegram, which has not been widely implemented in similar waste sorting systems in Indonesia. Test results show that the system can sort waste with 95% accuracy, where organic waste can be used as fertilizer, while inorganic and metal waste can be recycled. It is expected that this device can improve waste management efficiency and contribute to a cleaner and more sustainable environment.

***Keywords**: Automatic Waste Sorter, Internet of Things, Arduino Mega 2560 with WiFi, Capacitive Proximity, Inductive Proximity, Infrared Proximity*

ABSTRAK

Sistem pemilahan sampah otomatis berbasis teknologi Internet of Things (IoT) dirancang untuk mengatasi masalah pengelolaan sampah di Indonesia. Alat ini memanfaatkan berbagai sensor, seperti sensor kapasitif, sensor induktif, sensor inframerah, dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi dan memisahkan sampah organik, anorganik, dan metal secara otomatis. Sistem ini juga menggunakan motor servo untuk membuka dan menutup tempat sampah sesuai jenis sampah yang terdeteksi, serta Arduino Mega 2560 dengan modul Wi-Fi untuk mengontrol dan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Telegram. Keunikan dari penelitian ini terletak pada integrasi sistem sensor multispektral dengan pengiriman notifikasi real-time berbasis Telegram, yang belum banyak diterapkan pada sistem pemilah sampah serupa di Indonesia. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat memisahkan sampah dengan akurasi 95%, dengan

sampah organik dapat digunakan sebagai pupuk, sedangkan sampah anorganik dan metal dapat didaur ulang. Diharapkan, alat ini dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah, menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Kata Kunci : Pemilah Sampah Otomatis, Internet of Things, Arduino Mega 2560 dengan Wifi, Proximity.

PENDAHULUAN

Masalah sampah menjadi salah satu isu lingkungan yang terus berkembang di Indonesia, dengan dampak negatif yang luas terhadap ekosistem, seperti pencemaran udara, kerusakan tanah, dan kekeruhan air. Selain itu, sampah juga berdampak buruk bagi kesehatan manusia, yang dapat menjadi sarang penyakit. Salah satu contoh yang mencolok adalah pencemaran laut akibat sampah yang tidak dikelola dengan baik, yang dapat merusak ekosistem dan mengancam keberlanjutan budidaya laut. Saat ini, Indonesia menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan sampah, dengan banyaknya tumpukan sampah di sekitar tempat pembuangan akhir yang tidak terkelola dengan baik. Hal ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah sampah yang dihasilkan, seiring dengan meningkatnya keragaman penggunaan barang oleh masyarakat [1].

Tingginya volume sampah yang tidak terkelola dengan baik memerlukan solusi yang lebih efektif. Pengelompokan sampah yang tepat antara sampah organik, anorganik, dan metal sangat penting untuk memudahkan proses daur ulang dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu tantangan utama adalah kesulitan dalam memilah sampah secara manual yang memerlukan waktu dan tenaga yang besar. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam teknologi untuk mengotomatisasi proses pemilahan sampah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pemilah sampah otomatis yang dapat membantu dalam pengelompokan sampah dengan lebih efisien [2].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pemilahan sampah dengan pendekatan manual maupun otomatis, menggunakan teknologi seperti sensor warna, sensor logam, atau pengenalan gambar berbasis kecerdasan buatan [3], [4]. Namun, sebagian besar solusi tersebut masih menghadapi keterbatasan dalam hal akurasi deteksi, kecepatan pemrosesan, dan kesesuaian dengan kondisi lingkungan nyata. Beberapa sistem tidak memiliki fitur notifikasi real-time, atau belum mampu melakukan integrasi langsung dengan sistem manajemen limbah digital. Selain itu, sebagian sistem hanya mampu mengenali satu atau dua jenis sampah, sehingga pemisahan tidak dapat dilakukan secara menyeluruh dan efisien.

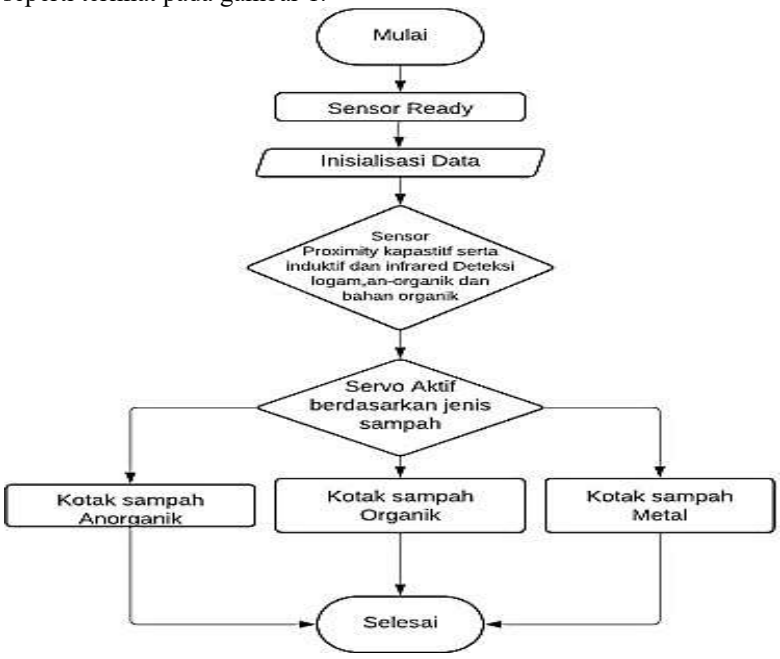
Penelitian ini menawarkan pendekatan baru dengan mengintegrasikan berbagai jenis sensor (kapasitif, induktif, inframerah, dan ultrasonik) untuk mendeteksi jenis sampah secara simultan. Sistem yang dikembangkan memungkinkan pemilahan otomatis menjadi tiga kategori utama: organik, anorganik, dan logam, dengan akurasi tinggi. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan mekanisme pembuka-tutup tempat sampah berbasis motor servo dan fitur notifikasi real-time melalui aplikasi Telegram ketika tempat sampah penuh. Kebaruan utama dari sistem ini terletak pada kombinasi sensor multispektral, pemrosesan otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560, dan integrasi langsung dengan platform IoT untuk pemantauan kondisi tempat sampah secara jarak jauh. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pemilahan sampah, tetapi juga mendukung implementasi kota pintar (smart city) di bidang pengelolaan limbah [5], [6], [7].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan sistem pemilah sampah otomatis yang dapat mengelompokkan sampah berdasarkan jenisnya dengan akurasi tinggi. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengintegrasikan sistem dengan aplikasi yang dapat memberi informasi tentang kondisi tempat sampah. Ruang lingkup penelitian ini mencakup pengembangan prototipe sistem pemilah sampah dengan menggunakan sensor-sensor yang relevan dan pengujian fungsionalitasnya dalam situasi nyata.

Struktur paper ini terdiri dari beberapa bagian. Bagian pertama membahas tinjauan pustaka yang mencakup teknologi pemilahan sampah dan berbagai sistem otomatis yang telah dikembangkan sebelumnya. Bagian kedua menjelaskan secara rinci mengenai desain dan pengembangan sistem pemilah sampah otomatis, termasuk komponen dan mekanisme yang digunakan dalam alat ini. Selanjutnya, bagian ketiga menyajikan pengujian terhadap sistem yang dikembangkan, disertai analisis hasil uji coba untuk mengevaluasi kinerja alat. Terakhir, bagian penutup menyajikan kesimpulan dari penelitian ini serta saran untuk pengembangan lebih lanjut demi meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem pemilahan sampah otomatis tersebut.

METODE

Penelitian ini melibatkan pengembangan sistem pemilahan sampah otomatis menggunakan berbagai sensor untuk mendeteksi jenis sampah (organik, anorganik, dan metal). Sampah yang dibuang akan dipindai oleh sensor dan dipilah secara otomatis ke dalam wadah yang sesuai. Sistem ini juga dilengkapi dengan mekanisme pembukaan dan penutupan tempat sampah secara otomatis, serta pengiriman notifikasi melalui aplikasi Telegram ketika tempat sampah sudah penuh, memastikan pengelolaan sampah yang efisien dan terorganisir, seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Perancangan Sistem Kerja

Pada tahap awal yang digambarkan dalam Gambar 1, sistem dimulai ketika pengguna mendekatkan sampah ke tempat sampah otomatis. Begitu sampah dibuang, data atau informasi mengenai jenis sampah yang dibuang akan dimasukkan ke dalam sistem melalui berbagai sensor yang terpasang di tempat sampah. Sensor-sensor tersebut berfungsi untuk mendeteksi apakah sampah yang dibuang termasuk dalam kategori organik, anorganik, atau metal. Sensor-sensor yang digunakan antara lain sensor kapasitif, sensor induktif, sensor inframerah, dan sensor ultrasonik, yang masing-masing memiliki fungsi untuk mendeteksi jenis material sampah yang berbeda.

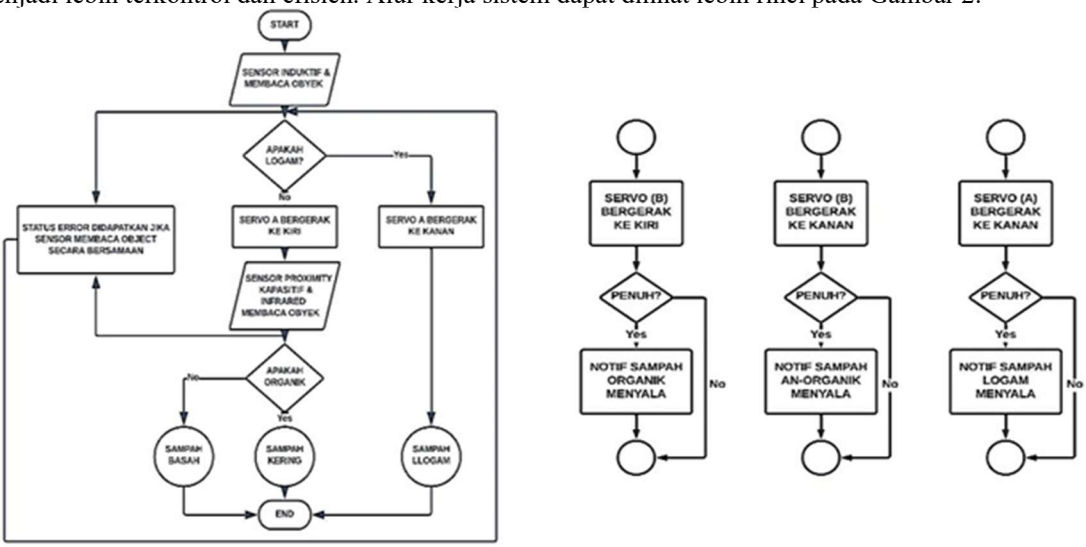
Setelah sampah terdeteksi, sistem akan langsung melaksanakan proses pemilahan berdasarkan hasil deteksi sensor. Jika sampah terdeteksi sebagai organik, tempat sampah untuk sampah organik akan otomatis terbuka, dan sampah tersebut akan langsung dimasukkan ke dalamnya. Proses pemilahan ini dilakukan secara otomatis dengan mempertimbangkan karakteristik fisik dan material sampah yang telah dikenali sensor. Jika sampah yang terdeteksi bukan organik, sistem akan melanjutkan proses pemeriksaan untuk menentukan apakah sampah tersebut anorganik atau metal.

Sampah yang teridentifikasi sebagai anorganik akan dipisahkan ke tempat sampah anorganik, yang juga dilengkapi dengan mekanisme pembukaan otomatis. Sedangkan sampah yang teridentifikasi sebagai metal akan dipisahkan lebih lanjut ke tempat sampah khusus untuk material metal. Setelah sampah dimasukkan ke dalam tempat sampah sesuai kategori, tempat sampah tersebut akan menutup kembali secara mekanis, menjaga kebersihan dan mencegah sampah tercecer.

Sistem ini juga dilengkapi dengan sensor pengisi untuk memantau kondisi wadah sampah, yang berfungsi untuk mendeteksi apakah tempat sampah sudah penuh atau belum. Jika tempat sampah sudah penuh, sensor akan mengirimkan sinyal ke sistem untuk mengirimkan pemberitahuan melalui aplikasi, seperti Telegram, kepada pengguna atau petugas kebersihan. Pemberitahuan ini akan memberi tahu bahwa

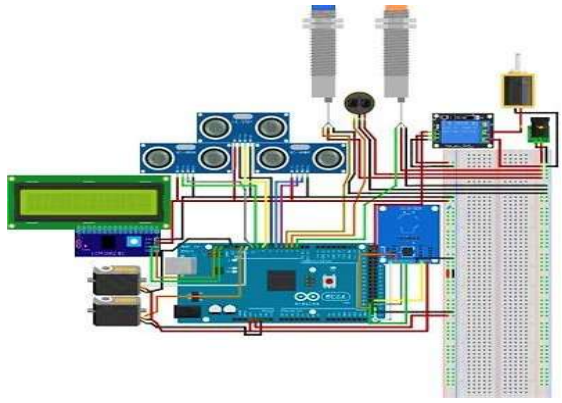
tempat sampah perlu dikosongkan. Jika tempat sampah belum penuh, proses ini akan terus berlanjut, dan sistem akan siap menerima sampah berikutnya.

Proses pemilahan sampah ini berlanjut hingga seluruh sampah terpilah dengan baik sesuai jenisnya. Setelah tempat sampah dikosongkan, sistem siap untuk digunakan kembali. Alur kerja ini menggambarkan cara kerja sistem pemilahan sampah otomatis yang jelas, terstruktur, dan efisien. Proses ini menjamin pemilahan sampah yang lebih baik, mendukung pengelolaan sampah yang ramah lingkungan, serta memberikan notifikasi real-time kepada pengguna atau petugas kebersihan, sehingga pengelolaan sampah menjadi lebih terkontrol dan efisien. Alur kerja sistem dapat dilihat lebih rinci pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Alur Kerja Pemilah Sampah

Pada gambar 2, proses dimulai ketika sampah didekatkan ke tempat sampah otomatis, yang kemudian akan mendeteksi jenis sampah menggunakan sensor yang ada. Jenis sampah akan diperiksa, apakah organik, anorganik, atau metal. Jika sampah terdeteksi sebagai organik, tempat sampah organik akan terbuka secara otomatis dan sampah akan dimasukkan ke dalamnya. Jika tidak, langkah selanjutnya adalah memeriksa apakah sampah anorganik atau metal. Setelah sampah dimasukkan sesuai jenisnya, sensor ultrasonik akan mengukur apakah tempat sampah sudah penuh. Jika penuh, pemberitahuan akan dikirimkan melalui aplikasi, memberi tahu bahwa tempat sampah perlu dikosongkan. Setelah itu, sistem siap menerima sampah berikutnya, dan proses berakhir.



Gambar 3. Rangkaian Sensor Secara Detail

Sensor memainkan peran penting dalam mendeteksi dan mengotomatisasi proses pemilahan. Sensor kapasitif mendeteksi material non-logam, sensor induktif untuk material logam, sensor optik untuk mendeteksi karakteristik permukaan, serta sensor berat (*load cell*) untuk mengetahui bobot sampah.

Sensor ultrasonik digunakan untuk memantau kapasitas tempat sampah, sedangkan mikrokontroler berfungsi mengolah semua data dan mengendalikan aktuator serta komunikasi nirkabel.

Untuk memberikan pemahaman teknis yang lebih ringkas, berikut adalah tabel spesifikasi komponen utama yang digunakan dalam sistem:

Tabel 1. Spesifikasi komponen utama sistem

No.	Komponen	Spesifikasi
1	Mikrokontroler	Arduino Mega 2560, 54 digital I/O, 16 analog input, kompatibel dengan Wi-Fi
2	Sensor Ultrasonik	HC-SR04, jarak deteksi 2 cm – 400 cm, akurasi ±3 mm
3	Sensor Kapasitif	TTP223 atau setara, deteksi material non-logam
4	Sensor Induktif	LJ12A3-4-Z/BX, deteksi logam, jangkauan 4 mm
5	Sensor Inframerah	Infrared proximity sensor, deteksi kehadiran objek
6	Sensor Optik	Photodiode + LED, deteksi cahaya pantulan permukaan
7	Load Cell	1–5 kg kapasitas, dengan amplifier HX711
8	Motor Servo	SG90/DS3218, sudut rotasi 0°–180°, torsi 2–20 kg.cm (tergantung tipe)
9	Modul Wi-Fi	ESP8266/ESP01, komunikasi data nirkabel ke aplikasi Telegram
10	Sensor Suhu & Kelembapan	DHT11 atau DHT22, monitoring kondisi lingkungan tempat sampah
11	Power Supply	Adaptor 12V DC atau baterai 7.4V Li-Po

Dengan integrasi seluruh komponen ini, sistem pemilah sampah otomatis dapat melakukan deteksi, pemilahan, dan notifikasi secara efisien dan real-time, mendukung pengelolaan sampah yang lebih bersih, praktis, dan berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

hasil pengujian disajikan dan dianalisis secara mendalam. Pengujian dilakukan untuk mengukur kinerja sistem dalam mendeteksi dan memisahkan sampah berdasarkan jenisnya, serta efektivitas mekanisme otomatis dalam membuka dan menutup tempat sampah.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Proximity Induktif

No.	Nama Objek	Nilai Sensor	Keterangan
1	Kantong kresek	0	Tidak Terbaca
2	Kaleng minuman	1	Terbaca
3	Gelas stainless mini	1	Terbaca
4	Kaca	0	Tidak Terbaca
5	Pisang	0	Tidak Terbaca
6	Timun	0	Tidak Terbaca
7	Kaos kaki	0	Tidak Terbaca

Pada tabel 1, Dari 7 objek yang diuji, hanya 2 objek logam yang berhasil dideteksi oleh sensor induktif (kaleng minuman dan gelas stainless mini). Ini menunjukkan bahwa sensor induktif memiliki tingkat akurasi sebesar 100% dalam mendeteksi objek logam yang menjadi target utamanya, dan false positive rate sebesar 0% karena objek non-logam tidak terbaca sebagai logam.

Akurasi sensor induktif:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ objek\ logam\ terbaca}{Jumlah\ total\ objek\ logam} = \frac{2}{2} = 100\%$$

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Proximity Kapasitif

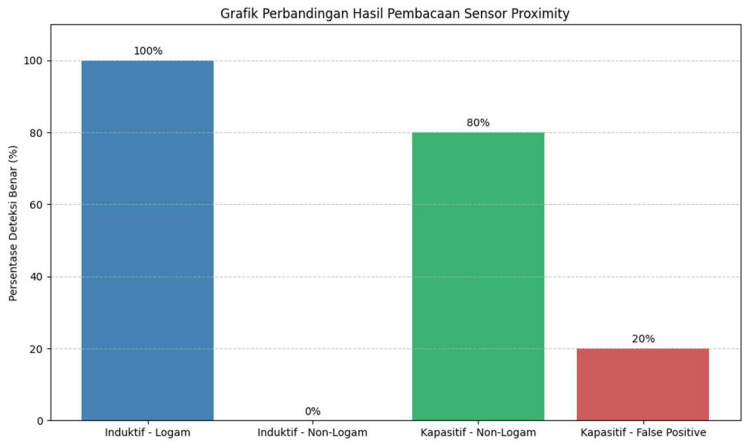
No.	Nama Objek	Nilai sensor	Keterangan
1	Kantong kresek	0	Tidak Terbaca (Gagal)
2	Kaleng minuman	1	Terbaca (Berhasil)
3	Botol plastik	0	Tidak Terbaca (Gagal)
4	Kaca	1	Terbaca (berhasil)
5	Pisang	1	Terbaca (berhasil)
6	Timun	1	Terbaca (berhasil)
7	Kentang	1	Terbaca (berhasil)

Pada Tabel 2 Sensor kapasitif berhasil mendeteksi sebagian besar objek non-logam seperti pisang, timun, kentang, dan kaca, dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Namun, terdeteksinya kaleng minuman (logam) sebagai objek oleh sensor kapasitif menunjukkan false positive, yang menurunkan akurasi keseluruhan. Jumlah objek non-logam ada 5, Objek non-logam yang terbaca= 4 (pisang, timun, kentang, kaca), Objek logam yang salah terbaca= 1 (kaleng minuman).

Akurasi sensor kapasitif:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ objek\ non-logam\ terbaca\ dengan\ benar}{Jumlah\ total\ objek\ non-logam} = \frac{4}{5} = 80\%$$

Berikut adalah grafik batang (bar chart) yang memperlihatkan perbandingan antara objek yang terbaca dan tidak terbaca oleh masing-masing sensor:



Gambar 4. Grafik Perbandingan Hasil Pembacaan Sensor

Gambar 4 menunjukkan grafik perbandingan hasil pembacaan dua jenis sensor proximity yang digunakan dalam sistem pemilah sampah otomatis, yaitu sensor induktif dan sensor kapasitif. Grafik ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas masing-masing sensor dalam mendeteksi jenis material sampah berdasarkan hasil pengujian terhadap beberapa objek. Sensor proximity induktif menunjukkan performa yang sangat baik dalam mendeteksi material logam. Dari seluruh objek logam yang diuji, sensor ini berhasil mendeteksi 100% dengan akurasi penuh dan tanpa kesalahan deteksi pada objek non-logam, sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor induktif sangat ideal untuk klasifikasi sampah berbahan logam. Sebaliknya, sensor induktif tidak memberikan respons terhadap objek non-logam, seperti plastik, kaca, atau bahan organik, yang menunjukkan bahwa sensor ini bekerja secara selektif sesuai fungsinya.

Sementara itu, sensor kapasitif menunjukkan kemampuan deteksi yang cukup baik terhadap objek non-logam, dengan tingkat akurasi sebesar 80%. Sensor ini berhasil mendeteksi objek seperti kaca, pisang, timun, dan kentang. Namun demikian, beberapa objek ringan seperti kantong kresek dan botol plastik gagal terdeteksi. Selain itu, ditemukan satu kasus kesalahan deteksi (false positive), di mana sensor kapasitif secara keliru membaca kaleng minuman (logam) sebagai objek non-logam, sehingga menghasilkan nilai deteksi sebesar 20% untuk kesalahan identifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sensor kapasitif berguna untuk mendeteksi sampah non-logam, ia masih memiliki keterbatasan yang dapat mempengaruhi akurasi

sistem secara keseluruhan. Berdasarkan grafik ini, penggunaan kedua sensor secara terintegrasi dapat saling melengkapi untuk meningkatkan efektivitas sistem pemilahan sampah otomatis secara menyeluruh.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pemilah sampah otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mengelompokkan sampah menjadi tiga kategori utama: organik, anorganik, dan logam. Sistem menggunakan kombinasi sensor kapasitif, induktif, inframerah, dan ultrasonik yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan modul Wi-Fi untuk deteksi sampah serta pengiriman notifikasi melalui aplikasi Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor induktif memiliki akurasi 100% dalam mendeteksi material logam, sedangkan sensor kapasitif mencapai akurasi 80% dalam mendeteksi sampah non-logam dengan tingkat kesalahan sebesar 20%. Mekanisme buka-tutup otomatis bekerja secara responsif, dan sistem notifikasi tempat sampah penuh berfungsi dengan baik. Sistem ini dinilai efektif untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah secara otomatis, akurat, dan terorganisir. Pengembangan lebih lanjut dapat diarahkan pada peningkatan kecerdasan sistem menggunakan algoritma klasifikasi lanjutan serta integrasi dengan sumber daya energi terbarukan untuk mendukung keberlanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] '7,2 Juta Ton Sampah di Indonesia Belum Terkelola Dengan Baik | Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan'. Accessed: Mar. 24, 2025. [Online]. Available: https://www.kemenkopmk.go.id/72-juta-ton-sampah-di-indonesia-belum-terkelola-dengan-baik

[2] H. D. Atmanti, 'KAJIAN PENGELOLAAN SAMPAH DI INDONESIA'.

[3] I. Y. D. Widayanti, J. Maulindar, and Nurchim, 'PERANCANGAN SISTEM PEMILAH SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN SENSOR PROXIMITY', *INFOTECH J.*, vol. 9, no. 1, pp. 207–214, May 2023, doi: 10.31949/infotech.v9i1.5345.

[4] M. Rahayu, A. N. Hidayah, R. Solihin, and S. Ramadona, 'Sistem Cerdas Pemilah Sampah Logam Non-Logam dan Penghitung Volume Sampah', *JTERA J. Teknol. Rekayasa*, vol. 6, no. 2, pp. 303–312, Dec. 2021, doi: 10.31544/jtera.v6.i2.2021.303-312.

[5] B. N. Putra, F. Maghfurah, and R. Effendi, 'PERANCANGAN PEMILAH SAMPAH OTOMATIS DENGAN PENERAPAN SISTEM IOT (INTERNET OF THINGS)', *Pros. Semnastek*, no. 0, Art. no. 0, Jun. 2024, Accessed: Mar. 24, 2025. [Online]. Available: https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/22641

[6] R. Firnanda *et al.*, 'Sistem Pemilah Sampah Otomatis Berdasarkan Jenis Sampah Berbasis Microcontroller Arduino Uno', in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK)*, 2024, pp. 7–15. Accessed: Mar. 24, 2025. [Online]. Available: https://ejournal.itats.ac.id/snestik/article/view/5724

[7] E. Sutoyo, A. Safitri, and S. Mardadi, 'Upaya Peningkatan Pemahaman Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) Terkait Pengelolaan Sampah di Lingkungan Masyarakat Desa Leuwisadeng', *Abdi Dosen J. Pengabdi. Pada Masy.*, vol. 4, no. 1, pp. 13–20, 2020.

[8] A. E. Widodo and S. Suleman, 'Otomatisasi Pemilah Sampah Berbasis Arduino Uno', *Indones. J. Softw. Eng. IJSE*, vol. 6, no. 1, pp. 12–18, 2020.

[9] M. Kiftiyah, S. Santoso, and M. Munsyi, 'Robot Pendeteksi Warna', *J. Sains Dan Inform.*, vol. 1, no. 2, 2015, Accessed: Mar. 24, 2025. [Online]. Available: https://jsi.politala.ac.id/index.php/JSI/article/view/25

Halaman ini sengaja dikosongkan