Jurnal Fakultas Teknik
Universitas Muhamadiyah Parepare
Vol. xx No. xx, 2025

Implementasi Sensor Proxitimity Induktif Pada Alat Pemilah Sampah Logam Dan Non Logam Berbasis Mikrokontroller

Aufar Makhmun[1*], Ashadi Amir[2], Asrul[3]

*[1*23]Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia*
**Email : aufarmakhmun26@email.com*

Abstract: Waste management, particularly the sorting of metallic and non-metallic materials, presents significant environmental challenges and demands efficient technological solutions. This research aims to design and implement an automated waste sorting device capable of accurately distinguishing between metallic and non-metallic waste using a microcontroller-based system. The system utilizes an inductive proximity sensor to detect metallic materials, an ultrasonic sensor to monitor the capacity of the trash bin, and a servo motor to drive the sorting mechanism. The sorting process is triggered by a push button, with the microcontroller handling data processing and servo movements based on sensor readings. This research employed a Research and Development (R&D) method with an experimental approach, conducted over seven months at the Electrical Engineering Laboratory of the University of Muhammadiyah Parepare. The main components include an Arduino Uno, an inductive proximity sensor, an ultrasonic sensor, a servo motor, and a 16x2 I2C LCD. Test results show that the system effectively separates metallic and non-metallic waste and issues an alert when the trash bin reaches full capacity. However, limitations in power handling and sensor response under varying environmental conditions affect the overall efficiency of the system. This prototype offers a practical solution to improve automated waste separation, especially for household and educational applications.

Keywords: Sensor Proximity Induktif; Motor Servo; Sensor Ultrasonik; Arduino Uno; Pemilah Sampah

1. PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan yang semakin kompleks akibat meningkatnya jumlah sampah padat di masyarakat, menuntut adanya solusi yang efisien dan berkelanjutan dalam proses pengelolaannya. Salah satu aspek penting dalam pengelolaan sampah adalah proses pemilahan antara sampah logam dan non-logam. Sampah logam seperti kaleng dan besi memiliki potensi daur ulang yang tinggi, sementara sampah non-logam seperti plastik dan kertas juga dapat dimanfaatkan kembali apabila dipisahkan dengan benar (Mulyani, 2021; Aripin, 2017).

Pengelolaan sampah menjadi isu krusial yang menuntut solusi berbasis teknologi dan edukasi masyarakat. Sistem otomatisasi dengan mikrokontroler dan sensor proximity dinilai efektif dalam memilah sampah berdasarkan jenis material. Edukasi juga berperan penting dalam membangun kesadaran lingkungan, (Ismirawati et al. 2023) dalam konteks pemberdayaan masyarakat pesisir. Efektivitas sensor proximity dalam respon

cepat terhadap objek telah dibuktikan pada sistem otomatis seperti mesin cuci tangan berbasis Arduino (Asrul et al., 2021). Oleh karena itu, integrasi edukasi dan otomasi menjadi strategi penting untuk menciptakan sistem pemilah sampah yang efisien dan berkelanjutan.

Proses pemilahan sampah secara manual masih menjadi kendala utama karena memerlukan tenaga manusia, waktu, serta berpotensi menimbulkan kesalahan klasifikasi. Oleh karena itu, pengembangan teknologi berbasis mikrokontroler dengan sensor otomatis menjadi kebutuhan penting untuk mendukung program pemilahan sampah yang lebih akurat dan efisien.

Sensor proximity induktif merupakan salah satu sensor yang paling tepat digunakan untuk mendeteksi benda logam tanpa perlu kontak langsung. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik dan mampu mendeteksi keberadaan logam dalam jarak tertentu. Selain itu, sensor ultrasonik digunakan untuk memantau kapasitas sampah dalam wadah, sedangkan motor servo digunakan untuk menggerakkan mekanisme pemilah secara otomatis (Janaki, 2024; Munir, 2017).

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan dalam pengembangan sistem pemilah sampah berbasis mikrokontroler. Penelitian oleh (Agustya & Fahruzi (2020) mengembangkan sistem pemilah sampah berbasis Arduino dengan sensor proximity, namun sistem masih bekerja secara semi-otomatis dan terbatas pada satu jenis material logam. Selanjutnya, (Dhika Aditya Rumansyah, Safrina Amini, Sri Mulyati, dan Purwanto 2022) merancang alat pemilah sampah otomatis menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, sensor proximity induktif dan kapasitif, serta mikrokontroler NodeMCU, yang dikendalikan juga melalui smartphone untuk membuka dan menutup tempat sampah otomatis saat objek terdeteksi. Sementara itu, (Oktami Puadi dan Hambali 2022) merancang alat pemilah sampah otomatis berbasis mikrokontroler ATmega2560 dengan menggunakan sensor proximity untuk mendeteksi logam dan sensor soil moisture untuk membedakan antara sampah basah dan kering. Sistem ini mampu memisahkan tiga jenis sampah sekaligus, yaitu logam, basah, dan kering, berdasarkan karakteristik materialnya.

Penelitian ini mengembangkan sistem pemilah sampah otomatis yang mampu membedakan sampah logam dan non-logam secara langsung menggunakan sensor proximity induktif berbasis Arduino Uno sebagai pendeteksi utama, serta motor servo sebagai aktuator pemilah. Berbeda dari penelitian sebelumnya, sistem ini bekerja sepenuhnya otomatis dan dilengkapi LCD untuk menampilkan informasi serta sensor ultrasonik guna memantau kapasitas tempat sampah secara real-time. Inovasi ini ditujukan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemilahan sampah dalam skala rumah tangga maupun lingkungan edukatif.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan eksperimental, yang bertujuan untuk merancang dan menguji alat pemilah sampah otomatis berbasis mikrokontroler. Metode ini dipilih untuk mengembangkan sistem yang mampu mengidentifikasi dan memilah sampah logam dan non-logam secara otomatis melalui serangkaian tahapan pengujian dan evaluasi kinerja alat.

2.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare, dengan durasi pelaksanaan selama agustus 2024 – juni 2025.

2.3 Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari berbagai komponen elektronik yang dirancang untuk mendeteksi jenis sampah dan mengendalikan proses pemilahan secara otomatis. Komponen-komponen tersebut dirinci pada Tabel 1.

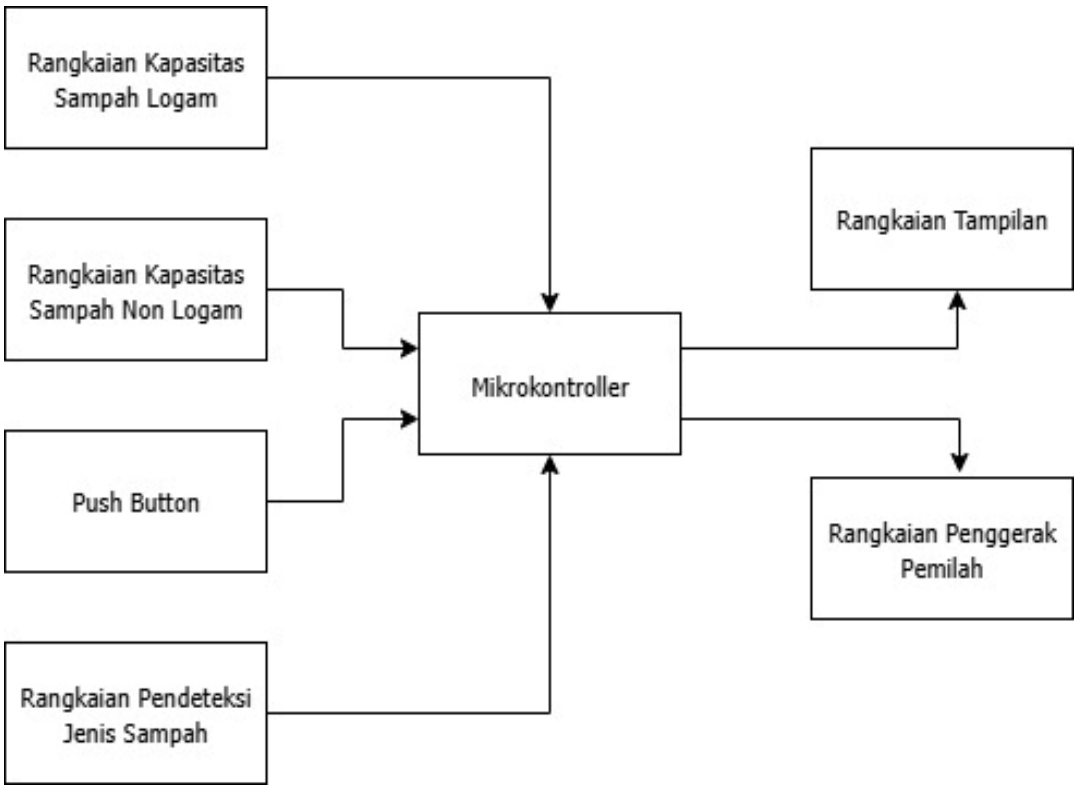
Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Nama Komponen	Spesifikasi / Fungsi
1	Arduino Uno	Mikrokontroler berbasis ATmega328P. Menerima input sensor, mengendalikan servo dan LCD.
2	Sensor Proximity Induktif	Tipe LJ12A3-4-Z/BY. Mendeteksi logam dalam jarak ≤ 4 mm berbasis induksi elektromagnetik.
3	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Mengukur jarak menggunakan gelombang ultrasonik. Digunakan untuk deteksi kapasitas tempat sampah.
4	Motor Servo TD 8120mg	Aktuator pemilah sampah. Bergerak ke sudut tertentu berdasarkan sinyal PWM dari Arduino.
5	LCD	Menampilkan status sistem: "Sampah Logam", "Sampah Non-Logam", dan "Tempat Sampah Penuh".
6	Push Button	Tombol input sebagai pemicu awal proses pendeteksian sampah.
7	Breadboard & Kabel Jumper	Media koneksi antar komponen dalam rangkaian
8	Power Supply 5V dan 12V	Menyediakan sumber tegangan stabil untuk sistem Arduino dan sensor.

2.4 Rancangan Penelitian

Blok diagram sistem pemilah sampah otomatis yang dirancang pada penelitian ini menggambarkan hubungan antar komponen utama, mulai dari input berupa sensor, proses pengolahan data oleh mikrokontroler, hingga output berupa penggerak mekanik (motor servo) dan tampilan informasi pada LCD. Sistem dirancang untuk mendeteksi

jenis sampah logam atau non-logam secara otomatis, kemudian memberikan respon berupa pemilahan sampah ke tempat yang sesuai. Blok diagram ditujukkan pada Gambar 1.



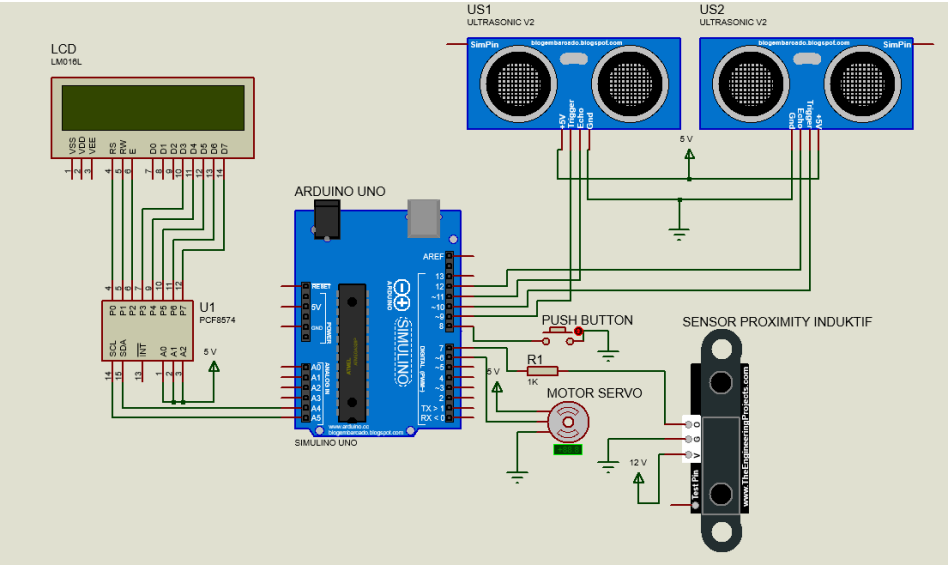
Gambar 1. Blok Diagram

Gambar 1 menampilkan blok diagram sistem pemilah sampah otomatis berbasis mikrokontroler yang dirancang untuk mendeteksi jenis material (logam atau non-logam) dan mengarahkan sampah ke wadah yang sesuai menggunakan motor servo. Sistem terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu: (a) Rangkaian pendeteksi jenis sampah berbasis induksi elektromagnetik untuk mendeteksi logam, (b) Rangkaian pendeteksi kapasitas yang memantau kondisi penuh pada tempat sampah, (c) Push button sebagai pemicu awal proses, (d) Arduino Uno sebagai mikrokontroler untuk memproses input sensor dan mengontrol aktuator, (e) Rangkaian penggerak pemilah yang mengatur arah pembuangan sampah, dan (f) Rangkaian tampilan yang menampilkan status pemilah dan kondisi penuh tempat sampah melalui LCD.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras, komponen-komponen utama yang digunakan disusun dan diintegrasikan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Rangkaian ini mencakup sensor proximity induktif, sensor ultrasonik, Arduino Uno, motor servo, LCD I2C, dan push button, yang bekerja secara sinergis untuk mendeteksi, mengklasifikasi, dan mengarahkan sampah logam dan non-logam secara otomatis.



Gambar 2. Rangkaian Perangkat Keras

Sistem ini dibangun menggunakan komponen-komponen utama yang saling terhubung untuk mendeteksi jenis sampah dan mengatur proses pemilahan secara otomatis. Arduino Uno berfungsi sebagai pusat kendali, menerima input dari sensor proximity induktif dan dua sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor proximity mendeteksi sampah logam berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, sementara sensor ultrasonik memantau kapasitas tempat sampah. Hasil deteksi diproses oleh Arduino, yang selanjutnya mengontrol motor servo untuk mengarahkan sampah ke tempat logam (180°) atau non-logam (0°). Push button digunakan sebagai pemicu awal proses, dengan resistor 1KΩ sebagai pembatas arus. Sebagai umpan balik visual, LCD I2C 16x2 menampilkan informasi status sistem seperti "Sampah Logam", "Sampah Non-Logam", dan "TempatSampah Penuh". Realisasi fisik dari perangkat keras sistem ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Realisasi Perangkat Keras

Gambar 3 merupakan realisasi perangkat keras sistem yang terdiri dari rangkaian pendeteksi kapasitas sampah, rangkaian tampilan, rangkaian pendeteksi jenis sampah, rangkaian penggerak pemilah berbasis sensor proximity induktif yang semuanya dikendalikan oleh Arduino Uno sebagai pusat kontrol sistem.

1. Rangkaian Tampilan ini menggunkan LCD yang berfungsi untuk menampilkan jenis sampah logam dan sampah non logam beserta menampilkan status penuhnya tempat sampah. Box mikrokontroller ini untuk mengontrol keseluruhan kerja alat yang dimana didalamnya terdapat arduino uno dan modul stepdown .

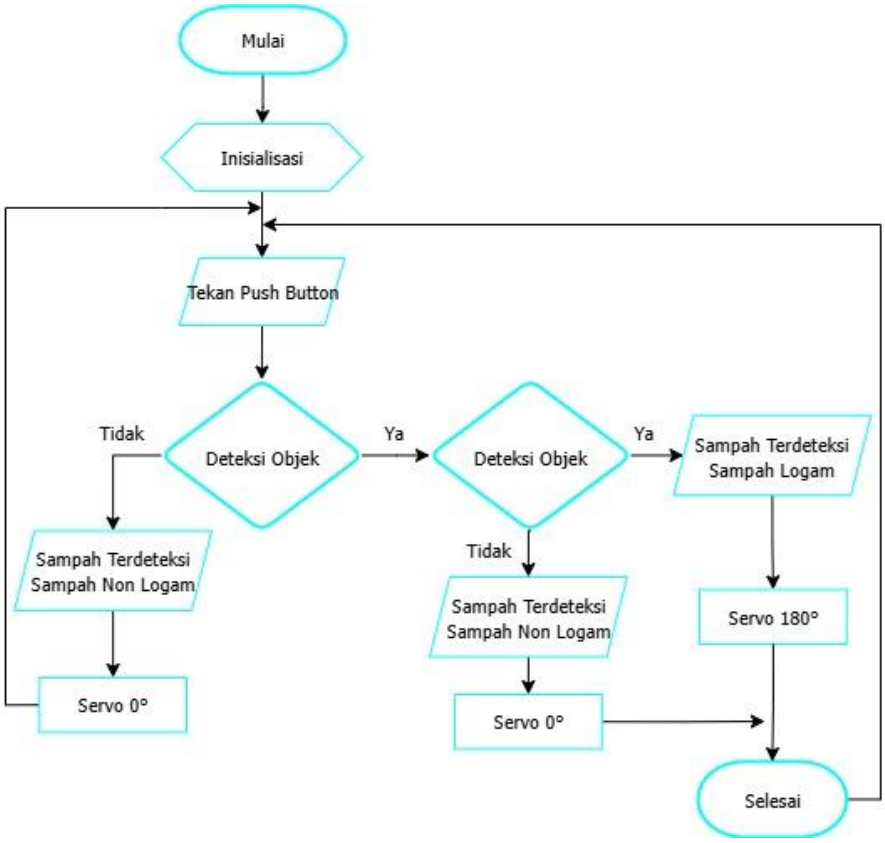
2. Rangkian Pendeteksi Kapasitas Sampah ini menggunakan Sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi objek kapasitas sampah logam.

3. Rangkian Pendeteksi Kapasitas Sampah ini menggunakan Sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi objek kapasitas sampah non logam.

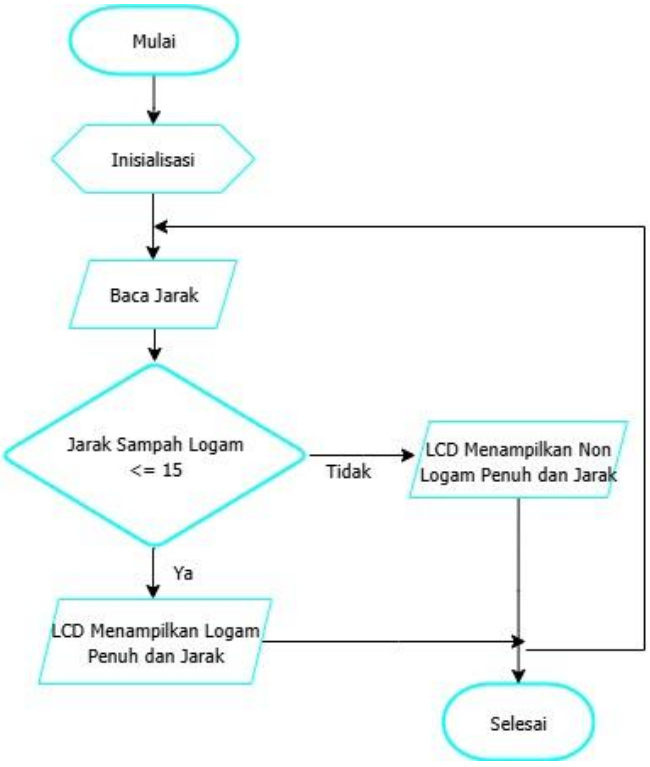
4. Rangkian Pendeteksi Jenis Sampah ini menggunakan Sensor proximity inductive yang berfungsi untuk mendeteksi benda yang ada kandungan logamnnya atau tidak ada kandungan logamnnya untuk kemudian dipilah (sensor proximity inductive tetap bisa mendeteksi logam walaupun benda logam dibungkus dengan plastik dan kertas asal tebal benda yang membungkus logam tidak tebal dari 0.5 cm.
5. Rangkaian Penggerak Pemilah Sampah ini menggunakan Motor servo yang berfungsi sebagai pengerak pemilah sampah antara sampah logam yang berputar 180° dan sampah non logam yang berputar 0° berdasarkan hasil deteksi sensor proximity inductive.
6. Tempat sampah logam untuk menampung sampah yang dikategorikan sampah logam.
7. Tempat sampah non logam untuk menampung sampah yang dikategorikan sampah non logam.

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak merupakan elemen penting dalam pengembangan sistem pemilah sampah otomatis karena menentukan alur logika kerja sistem. Flowchart digunakan untuk menggambarkan dua bagian utama, yaitu proses pemilahan jenis sampah dan pemantauan kapasitas tempat sampah. Alur ini terdiri dari tahapan inisialisasi sensor, pembacaan data, pengambilan keputusan, hingga perintah untuk menggerakkan aktuator dan menampilkan informasi pada LCD. Gambar 4 menunjukkan Diagram Alir Sistem Pemilahan Sampah, sementara Gambar 5 menggambarkan Diagram Alir Sistem Monitoring Kapasitas Sampah. Keduanya menggambarkan logika sistem secara otomatis, responsif, dan efisien.



Gambar 4. Diagram Alir Sistem Pemilihan Sampah



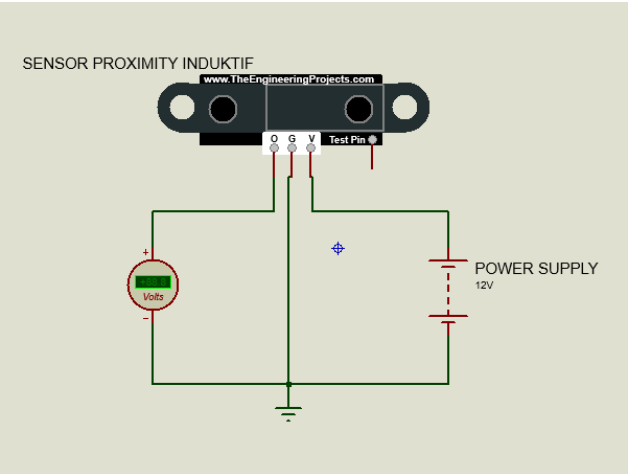
Gambar 5. Monitoring Kapasitas Sampah

Pada Gambar 4, sistem pemilah sampah bekerja dimulai dari kondisi standby, di mana sistem menunggu input dari pengguna melalui push button. Setelah tombol ditekan, Arduino akan mendeteksi objek menggunakan sensor proximity. Jika tidak terdeteksi objek, sistem kembali ke kondisi awal. Namun jika objek terdeteksi, sistem mengevaluasi jenis materialnya. Jika terdeteksi sebagai logam, maka motor servo diarahkan ke sudut 180° menuju tempat sampah logam. Jika non-logam, maka servo diarahkan ke sudut 0° menuju tempat sampah non-logam. Informasi hasil deteksi tersebut ditampilkan secara real-time melalui LCD.

Sementara pada Gambar 5, digambarkan alur pemantauan kapasitas tempat sampah dengan sensor ultrasonik yang membaca jarak dan memberikan notifikasi saat tempat sampah penuh. Jika jarak kurang dari batas tertentu (<15 cm), maka sistem akan menampilkan status "Tempat Sampah Penuh" pada LCD. Dengan ini, pengguna dapat mengetahui kapan wadah harus dikosongkan. Setelah proses pemilahan selesai, sistem akan kembali ke posisi awal untuk siap menerima sampah berikutnya. Proses ini berjalan secara otomatis dan berulang tanpa memerlukan intervensi manual selama sistem aktif.

3.3 Pengujian Sensor Proximity Induktif

Pengujian sensor proximity induktif dilakukan untuk mengetahui respons sensor terhadap keberadaan benda logam dan non-logam pada jarak tertentu. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip perubahan medan elektromagnetik, di mana keberadaan logam akan memicu perubahan sinyal yang menghasilkan tegangan output dan menyalakan indikator LED. Pengujian dilakukan secara sistematis dengan mendekatkan berbagai jenis benda logam dan non-logam ke sensor pada rentang jarak 5 mm hingga 1 mm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor hanya memberikan respon positif (tegangan output ±12 V dan LED menyala) terhadap benda logam, sedangkan benda non-logam tidak memicu respon meskipun berada pada jarak sangat dekat. Data lengkap hasil uji dapat dilihat pada Tabel 2, yang menunjukkan konsistensi deteksi sensor terhadap logam pada jarak efektif kurang dari 5 mm.



Gambar 6. Pengujian Sensor Proximity Induktif

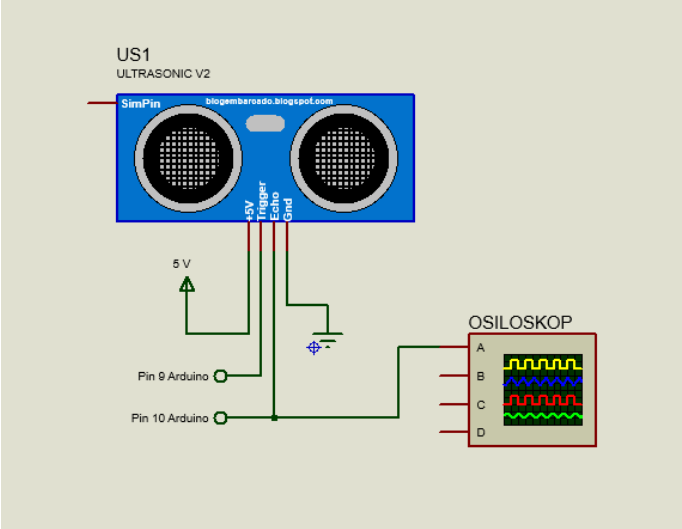
Tabel 2. Pengujian Sensor Proximity Induktif

No	Jenis Benda	Jarak (mm)	Tegangan Output (V)	LED Sensor
1	Paku (logam)	5	0	Padam
		4–1	12,05	Nyala
2	Teh Kotak (logam)	5	0	Padam
		4–1	12,05	Nyala
3	Kaleng Minuman	5	0	Padam
		4–1	12,05	Nyala
4	Kertas	5–1	0	Padam
5	Air Gelas	5–1	0	Padam
6	Botol Minuman	5–1	0	Padam
7	Bungkus Rokok	5	0	Padam
		4–1	12,05	Nyala

Pengujian sensor proximity induktif bertujuan untuk mengevaluasi efektivitasnya dalam mendeteksi berbagai jenis benda logam dan non-logam. Berdasarkan data pada Tabel 2, secara objektif sensor mulai memberikan output tegangan sebesar 12,05 V dan menyalakan indikator LED ketika benda logam berada pada jarak kurang dari atau sama dengan 4 mm, sedangkan pada jarak 5 mm tidak ada respon yang ditunjukkan. Sensor juga tidak memberikan respon terhadap benda non-logam seperti kertas, botol plastik, dan air gelas, yang mengindikasikan tingkat selektivitas yang tinggi terhadap material logam. Menariknya, benda seperti bungkus rokok berbahan foil tipis juga terdeteksi, yang menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi material logam meskipun dalam bentuk lapisan tipis. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sensor proximity induktif menunjukkan performa yang baik dan akurat dalam mendeteksi logam dalam jarak efektifnya, sehingga sangat sesuai untuk diterapkan pada sistem pemilah sampah otomatis berbasis jenis material logam dan non-logam.

3.4 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi keakuratan sensor ultrasonik HC-SR04 dalam mendeteksi jarak objek, yang digunakan sebagai indikator kapasitas tempat sampah. Secara objektif, metode pengujian dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor dengan pengukuran manual menggunakan penggaris, serta divalidasi menggunakan osiloskop untuk memastikan kestabilan sinyal output. Sensor ditempatkan secara horizontal, kemudian objek diletakkan pada berbagai jarak mulai dari 5 cm hingga 30 cm. Hasil pembacaan sensor kemudian dicatat dan dibandingkan dengan data aktual dari penggaris. Hasilnya, sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 3, menunjukkan bahwa sensor memberikan pembacaan yang sangat mendekati pengukuran manual, dengan selisih rata-rata yang kecil (sekitar 0,1–0,6 cm). Hal ini mengindikasikan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 cukup akurat dan andal digunakan dalam sistem pemantauan kapasitas sampah secara real-time.



Gambar 7. Pengujian Sensor Ultrasonik

Tabel 3. Pengujian Sensor Ultrasonik

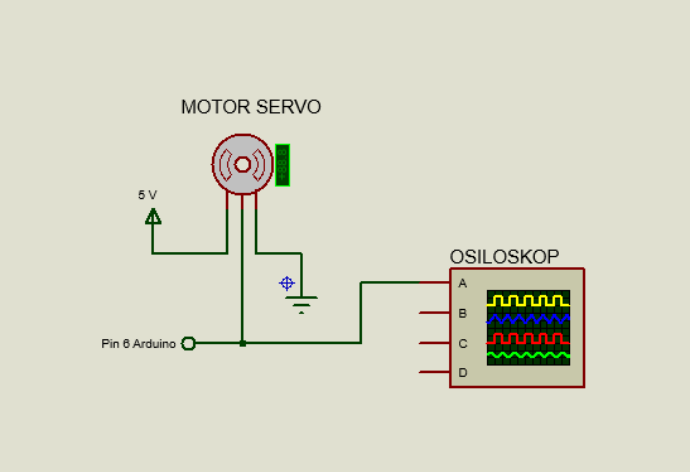
No	Penggaris (cm)	Ultrasonik (cm)
1	5	5, 1
2	10	10, 2
3	15	15, 3
4	20	20, 4
5	25	25, 5
6	30	30, 6

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3, sensor ultrasonik HC-SR04 menunjukkan tingkat akurasi yang baik dengan selisih rata-rata pembacaan sebesar ±0,1–0,6 cm dibandingkan dengan pengukuran manual menggunakan penggaris. Selisih ini masih berada dalam batas toleransi wajar untuk aplikasi pemantauan kapasitas sampah. Penyimpangan kecil yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh gangguan gelombang (noise), pantulan sinyal ultrasonik, suhu lingkungan, serta sudut pantul antara sensor dan permukaan objek. Secara keseluruhan, sensor ini mampu memberikan hasil pengukuran yang akurat dan konsisten, sehingga dapat diandalkan dalam sistem monitoring kapasitas tempat sampah secara otomatis.

3.5 Pengujian Motor Servo

Pengujian motor servo dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara lebar pulsa sinyal PWM dan sudut rotasi motor servo TD 8120MG, serta memastikan kesesuaian antara sinyal dari Arduino dengan pergerakan aktual servo. Pengujian ini melibatkan pemberian sinyal PWM dengan lebar pulsa antara 1000 µs hingga 2000 µs, yang secara teoritis merepresentasikan sudut rotasi dari 0° hingga 180°. Hasil pengujian menunjukkan

bahwa pergerakan motor servo sejalan dengan sudut teoretis berdasarkan rumus perhitungan pulsa, dan divalidasi menggunakan osiloskop serta pengukuran manual dengan busur derajat. Data pengujian yang disajikan dalam Tabel 4 menunjukkan korelasi yang konsisten antara lebar pulsa, sudut teoritis, dan rotasi aktual, membuktikan bahwa motor servo dapat diandalkan dalam mengarahkan sampah sesuai jenis yang terdeteksi oleh sensor.



Gambar 8. Pengujian Motor Servo

Tabel 4. Pengujian Motor Servo

No	Pulsa (µs)	Perhitungan Sudut (°)	Keterangan
1	1000	0°	Sudut Awal
2	1200	36°	Sudut Posisi 1
3	1350	63°	Sudut Posisi 2
4	1500	90°	Sudut Tengah
5	1700	126°	Sudut Posisi 3
6	1850	153°	Sudut Posisi 4
7	2000	180°	Sudut Maksimum

Perhitungan sudut dilakukan dengan rumus:
Sudut (°) = (Pulsa – 1000) × 180 / 1000
Pulsa (µs) = (Sudut × 1000 / 180) + 1000

Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan osiloskop, sinyal PWM yang dihasilkan Arduino konsisten dengan lebar pulsa yang diprogram. Servo TD 8120MG merespon dengan baik terhadap perubahan lebar pulsa dan menghasilkan rotasi sudut yang sesuai secara akurat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa servo mampu bergerak tepat ke sudut yang diinginkan tanpa adanya lag atau getaran signifikan.

Penggunaan osiloskop dalam pengujian ini membantu memastikan bahwa output PWM sesuai secara waktu (µs) dengan teori, sehingga kinerja sistem lebih valid secara elektronik maupun mekanik.

3.6 Pengujian Sampah Logam

Pengujian sistem dilakukan dengan cara memasukkan berbagai jenis sampah ke dalam alat, baik logam maupun non-logam, untuk melihat bagaimana sistem mengenali dan mengarahkan sampah ke tempat yang sesuai secara otomatis. Sensor proximity digunakan untuk mendeteksi apakah sampah mengandung logam, sedangkan servo motor digunakan untuk mengarahkan sampah ke wadah logam (putaran ke kiri, 180°) atau wadah non-logam (putaran ke kanan, 0°). Hasil deteksi ditampilkan pada LCD 16x2 dalam bentuk teks informasi. Hasil pengujian sampah logam disajikan pada Tabel 5.



Gambar 9. Pengujian Sampah Logam

Tabel 5. Pengujian Sampah Logam

No	Jenis Benda	Deteksi Sensor	Tampilan LCD	Putaran Servo
1	Teh Kotak	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri (180°)
2	Susu Beruang	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri (180°)
3	Kaleng	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri (180°)
4	Pembungkus Rokok	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri (180°)
5	Baterai	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan (0°)
6	Susu Ultra	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri (180°)
7	Pembungkus Rokok	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan (0°)
8	Aluminium	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri (180°)
9	Besi	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri (180°)

10	Kaleng	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan (0°)
11	Baterai	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan (0°)
12	Pembungkus Rokok	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan (0°)
13	Aluminium	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan (0°)

Dari total 13 kali pengujian, sistem berhasil mendeteksi dan memproses jenis sampah dengan benar sebanyak 7 kali, sedangkan 6 pengujian mengalami kesalahan deteksi. Kesalahan terjadi pada material logam seperti kaleng dan aluminium dan lainya yang tidak terdeteksi oleh sensor proximity, karena lapisan permukaan tertutup bahan isolator, atau posisi tidak tepat di area deteksi sensor.

Dengan hasil tersebut, tingkat akurasi sistem secara keseluruhan dalam mendeteksi dan mengarahkan jenis sampah berada di angka 53,8 % (7 dari 13 uji berhasil). Meskipun demikian, sistem masih layak digunakan untuk aplikasi edukatif atau skala rumah tangga, dengan potensi peningkatan pada penempatan sensor dan desain mekanik input sampah agar hasil lebih konsisten.

3.7 Pengujian Sampah Non Logam

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan sensor proximity induktif tidak memberikan respon terhadap material non-logam, sehingga sistem dapat mengarahkan sampah non-logam ke wadah yang sesuai. Sistem dirancang agar jika tidak terdeteksi logam, motor servo akan berputar ke arah kanan (sudut 0°) dan LCD menampilkan status "Sampah Non-Logam". Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali menggunakan berbagai jenis material non-logam seperti plastik, botol, kaca, tisu, dan kertas. Hasil pengujian sampah non logam disajikan pada Tabel 6.



Gambar 10. Pengujian Sampah Non Logam

Tabel 6. Pengujian Sampah Non Logam

No	Jenis Benda	Sensor Proximity	Tampilan LCD	Putaran Servo
1	Botol	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
2	Plastik	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
3	Air Gelas	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
4	Kaca	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
5	Tisu	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
6	Kertas	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
7	Pembungkus Makanan	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
8	Saset Minuman	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
9	Botol Minuman	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
10	Plastik	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°

Dari hasil pengujian pada Tabel 6, sistem berhasil mengenali seluruh jenis sampah non-logam dan mengarahkan ke tempat yang sesuai dengan tingkat keberhasilan 100%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor proximity induktif tidak memberikan sinyal palsu terhadap bahan non-logam, dan sistem bekerja secara konsisten dalam kondisi ideal.

Keberhasilan ini juga didukung oleh penempatan sensor yang tepat dan pengaturan sudut rotasi servo yang sesuai, sehingga sistem mampu bekerja tanpa intervensi manual. Dengan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa fungsi pemilahan untuk sampah non-logam berjalan efektif dan akurat, sesuai dengan tujuan perancangan alat.

3.8 Pengujian Sampah Logam dan Non Logam

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui konsistensi dan keandalan sensor proximity induktif dalam mendeteksi jenis sampah yang sama ketika diuji secara berulang. Objek yang digunakan dalam pengujian ini adalah kaleng minuman, pembungkus rokok (berlapis foil), dan baterai. Ketiga jenis objek ini memiliki karakteristik logam, namun dengan bentuk, lapisan, atau orientasi yang dapat mempengaruhi hasil deteksi sensor. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali, dan hasil deteksi direkam bersama dengan tampilan LCD dan arah rotasi motor servo sebagai penentu keluaran sistem. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Sampah Logam dan Non Logam

No	Jenis Benda	Sensor Proximity	Tampilan LCD	Putaran Servo
1	Kaleng	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri 180°
2	Kaleng	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
3	Kaleng	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
4	Kaleng	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri 180°
5	Kaleng	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri 180°
6	Kaleng	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri 180°
7	Pembungkus Rokok	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
8	Pembungkus Rokok	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
9	Pembungkus Rokok	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri 180°
10	Pembungkus Rokok	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
11	Pembungkus Rokok	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri 180°
12	Pembungkus Rokok	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri 180°
13	Pembungkus Rokok	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
14	Baterai	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
15	Baterai	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
16	Baterai	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri 180°
17	Baterai	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri 180°
18	Baterai	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°
19	Baterai	Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Logam	Ke Kiri 180°
20	Baterai	Tidak Terdeteksi	Sampah Terdeteksi Sampah Non Logam	Ke Kanan 0°

Dari total 20 pengujian, hanya 11 kali sistem berhasil mendeteksi jenis sampah secara tepat**,** sementara 9 kali terjadi kesalahan deteksi. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sensor proximity induktif efektif dalam banyak kasus, namun hasilnya dipengaruhi oleh posisi, orientasi, dan bahan pelapis sampah logam.

Sebagai contoh, kaleng dan baterai yang tidak terdeteksi kemungkinan disebabkan oleh penempatan yang terlalu jauh dari jangkauan sensor atau karena permukaan logam tertutup bahan non-konduktif seperti plastik dan jatuhnya sampah saat dibuang. Hal serupa juga terjadi pada pembungkus rokok yang berlapis tipis logam (foil), namun tidak selalu terbaca secara konsisten.

Dengan demikian, sistem menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan pengujian dengan sampah yang sama secara berulang adalah 55% (11 dari 20 uji berhasil). Hal ini mengindikasikan bahwa untuk aplikasi lapangan, sistem masih perlu optimalisasi pada aspek mekanik input (penempatan sensor atau jatuhnya sampah) agar deteksi lebih stabil dan akurat.

4. KESIMPULAN

Sistem pemilah sampah otomatis berbasis sensor proximity induktif berhasil membedakan antara sampah logam dan non-logam secara otomatis, dengan deteksi optimal pada jarak kurang dari 5 mm. Saat material logam terdeteksi, sistem menggerakkan motor servo ke sudut 180° dan menampilkan status pada LCD, sedangkan sampah non-logam diarahkan ke sudut 0°. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu mengenali Sebagian besar logam seperti kaleng, aluminium, dan besi, namun akurasinya dipengaruhi oleh posisi jatuh sampah. Deteksi berulang menghasilkan tingkat keberhasilan sebesar 55%, menunjukkan adanya keterbatasan mekanik, khususnya pada cakupan area sensor. Diperlukan perbaikan pada desain mekanik saluran input agar sistem lebih stabil dan akurat dalam memilah sampah secara otomatis.

REFERENSI

Akhiruddin. (2023). *Pemilahan Sampah Logam dan Non Logam*. Jakarta: Pustaka Teknik Nusantara.

Alfarisi, M. (2020). *Dasar-Dasar Mikrokontroler dan Motor Servo*. Yogyakarta: Deepublish.

Apriyani, N. (2023). "Analisis Dampak Sampah Terhadap Lingkungan." *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(2), 112–118.

Ardiansyah, S., & Suhir. (2024). *Teknik Rangkaian Adaptor dan Power Supply*. Bandung: Elektronika Press.

Arifandi, H. (2020). "Karakteristik Sensor Proximity Induktif untuk Deteksi Logam." *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 7(1), 45–52.

Aripin, S. (2017). *Pengelolaan Sampah Logam Berbasis Daur Ulang*. Surabaya: Graha Ilmu.

Asrul, A., Sahidin, S., & Alam, S. (2021). Mesin Cuci Tangan Otomatis Menggunakan Sensor Proximity Dan DFPlayer Mini Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Mosfet*, 1(1), 1–7.

Deddy Pradana, Y. (2021). *Penerapan Sensor Proximity dalam Otomasi Industri*. Jakarta: CV. Tekno Media.

Fonna, A. (2020). *Pengantar Robotika dan Aktuator*. Bandung: Informatika.

Gunawan, I. K. W., et al. (2020). *Pengantar Mikrokontroler untuk Otomasi*. Denpasar: Bali State Press.

Hutabarat, B. (2023). *Sistem Aktuator dalam Otomasi Industri*. Jakarta: Andi Publisher.

Ismirawati, N., Amir, A., Pratami Irwan, I. N., Djamal, M., & Siti Aminah, N. (2023). Pemberdayaan masyarakat nelayan melalui edukasi sampah. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(6), 11475–1178.

Janaki, R. (2024). "Inductive Proximity Sensor for Waste Sorting Systems." *International Journal of Smart Waste Technology*, 8(1), 65–71.

Januar, R. (2023). "Analisis Pemisahan Sampah Otomatis Menggunakan Sensor Proximity." *Jurnal Inovasi Teknologi*, 11(3), 89–95.

Kusnayadi, D. (2021). *Pengenalan Jenis-Jenis Sampah dan Dampaknya*. Jakarta: Penerbit Lingkungan Sejahtera.

Limantara, L. (2017). *Sensor dan Transduser dalam Sistem Otomasi*. Malang: UMM Press.

Maulana, R. (2023). "Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk Pengukuran Kapasitas." *Jurnal Elektro dan Otomasi*, 3(2), 55–60.

Mulyani, T. (2021). *Manajemen Lingkungan dan Pengolahan Sampah*. Yogyakarta: Deepublish.

Munir, A. (2017). *Sensor Induktif dalam Sistem Industri*. Bandung: Elektronika Media.

Ndiung, P. (2022). *Dasar-Dasar Ilmu Lingkungan*. Kupang: Pustaka Nusa.

Pangestu, M. (2024). *Pengenalan LCD dan Modul I2C dalam Embedded System*. Jakarta: Eltekindo.

Pratama, R. (2018). *Strategi Pengelolaan Sampah Non Logam*. Surabaya: Graha Edukasi.

Siburian, R. (2024). *Komponen Elektronika Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: Andi Publisher.

Siregar, K. Y., & Pangaribuan, H. (2025). *Panduan Lengkap Arduino untuk Proyek Mahasiswa Teknik*. Medan: Teknika Press.