



RANCANG TEMPAT SAMPAH PINTAR PEMILAH LOGAM DAN *NON* LOGAM DENGAN METODE METAL PROXIMITY DAN ARDUINO R3 UNO

¹Guesdy Cadrino, ²Yo Ceng Giap

^{1,2} Universitas Buddhi Dharma, Fakultas Sains dan Teknologi, Banten, Indonesia

SUBMISSION TRACK

Received: Agustus 28, 2024

Final Revision: September 23, 2024

Available Online: September 30, 2024

KEYWORD

Kata kunci : Tempat sampah pemilah, Arduino R3, Metal Proximity, Moto Servo, Sensor

Contact

Phone: 085693732954

E-mail: Guesdy Cadrino

A B S T R A K

Manusia menghasilkan sampah dalam aktivitas sehari-hari, yang menjadi masalah besar di masyarakat, terutama di tempat-tempat yang kurang peka terhadap lingkungan. Sampah yang tidak dikelola dengan baik bisa mencemari lingkungan dan merusak ekosistem. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi untuk mempermudah proses pemilahan sampah, seperti pengembangan tempat sampah pemilah otomatis yang dapat memisahkan antara sampah logam dan non-logam secara efisien. Inovasi ini menggunakan Arduino R3 sebagai pusat pengolahan data yang mengatur seluruh sistem. Sensor proximity metal dan infrared digunakan untuk mendeteksi jenis sampah yang dimasukkan ke dalam tempat sampah. Motor servo kemudian digunakan untuk memindahkan sampah ke wadah yang sesuai berdasarkan jenisnya. Selain itu, sensor ultrasonic HC-SR04 berfungsi untuk mendeteksi pergerakan pengguna, sehingga alat ini dapat bekerja secara otomatis saat sampah dimasukkan. Uji coba terhadap alat ini menunjukkan hasil yang cukup baik dengan tingkat keberhasilan mencapai 75%, yang menunjukkan potensi besar untuk diterapkan di lingkungan yang lebih luas dalam rangka mengurangi dampak sampah terhadap lingkungan.

PENGANTAR

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah tempat sampah pintar otomatis yang dapat memisahkan sampah berdasarkan jenis materialnya, yaitu logam dan non-logam. Sistem ini menggunakan teknologi sensor yang canggih untuk mendeteksi jenis sampah, dengan harapan dapat meningkatkan efisiensi pemilahan sampah di masyarakat dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Tempat sampah pintar ini dibangun menggunakan platform Arduino R3 Uno

sebagai otak utama dalam mengolah data dari sensor yang terpasang.

Sistem ini mengandalkan dua jenis sensor utama, yaitu sensor Metal Proximity yang merupakan sensor induktif untuk mendeteksi logam, serta sensor kapasitif yang digunakan untuk mendeteksi sampah non-logam. Sensor induktif berfungsi mendeteksi keberadaan logam dengan respons yang sangat cepat, yaitu hanya dalam waktu 0,5 detik per deteksi. Sementara itu, sensor kapasitif mendeteksi keberadaan sampah non-logam, yang

memiliki kecepatan respons yang hampir setara. Dengan demikian, sistem ini dapat mengidentifikasi jenis sampah dengan akurasi yang tinggi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem tempat sampah pintar ini memiliki akurasi yang sangat baik. Akurasi deteksi sampah logam mencapai 95%, sedangkan untuk sampah non-logam, akurasi deteksinya adalah 92%. Angka ini menunjukkan bahwa sistem mampu memilah kedua jenis sampah dengan tingkat keandalan yang tinggi, yang tentunya berpotensi besar untuk diterapkan di berbagai fasilitas umum atau tempat yang memerlukan pemilahan sampah secara otomatis.

Keberhasilan alat ini juga dapat dilihat dari pengurangan sampah yang tidak terpilah. Berdasarkan hasil uji coba, tempat sampah pintar ini mampu mengurangi sampah yang tidak terpilah hingga 80%. Dengan pemilahan yang lebih efisien, diharapkan dapat mempercepat proses daur ulang sampah, karena sampah yang telah terpilah dengan baik akan lebih mudah diproses oleh fasilitas daur ulang. Hal ini tentunya mendukung upaya pengelolaan sampah yang lebih ramah lingkungan.

Sistem tempat sampah pintar ini juga memiliki dampak yang signifikan terhadap pengurangan dampak lingkungan, karena dapat mencegah pencampuran sampah yang sulit terurai dengan bahan-bahan yang mudah terurai. Dengan demikian, sampah yang dihasilkan dapat dikelola dengan lebih efektif, mengurangi potensi polusi, dan mengurangi jejak karbon yang ditinggalkan oleh proses pembuangan sampah yang tidak terkelola dengan baik.

Inovasi ini sangat relevan dengan kebutuhan masyarakat yang semakin sadar akan pentingnya pengelolaan sampah yang baik. Dalam jangka panjang, penerapan tempat sampah pintar otomatis ini dapat menjadi solusi efektif untuk mengurangi masalah sampah di masyarakat, membantu proses daur ulang yang lebih baik, serta mengurangi

dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi yang sangat berarti dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan dengan teknologi yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

I. METODE

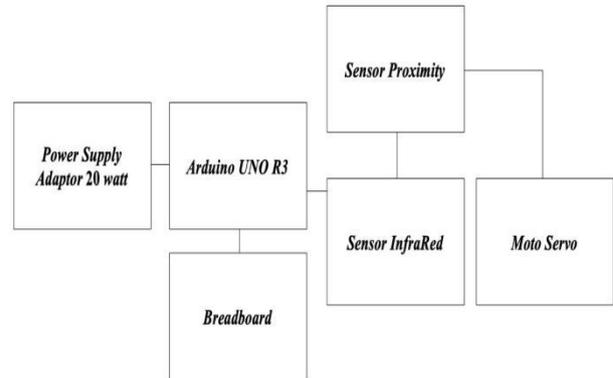
Metode penelitian ini melibatkan beberapa tahapan terstruktur, dimulai dengan studi literatur untuk memahami teknologi terkait, seperti sensor metal proximity dan Arduino R3 Uno. Tahap selanjutnya adalah perancangan dan pengembangan prototipe tempat sampah pintar, yang meliputi pemilihan komponen elektronik dan pengembangan kode untuk Arduino. Setelah prototipe selesai, dilakukan pengujian untuk memastikan sistem berfungsi sesuai spesifikasi, diikuti evaluasi untuk mengidentifikasi perbaikan. Pendekatan ini menggunakan metode rekayasa sistem, yang terstruktur mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, pengujian, hingga implementasi solusi teknis. Metode ini membantu dalam merancang sistem tempat sampah pintar yang efektif dan efisien. Teknik penelitian meliputi studi literatur, studi lapangan, dan perbandingan dengan penelitian serupa untuk memperkaya pengembangan solusi.

Metode penelitian ini melibatkan beberapa tahap: studi literatur tentang teknologi tempat sampah pintar, perancangan dan pengembangan prototipe dengan pemilihan komponen dan pengembangan kode Arduino, serta pengujian dan evaluasi sistem. Proses ini bersifat iteratif untuk perbaikan kinerja. Pendekatan yang digunakan adalah rekayasa sistem, yang meliputi perencanaan, perancangan, implementasi, dan evaluasi, dengan fokus pada pemahaman sistem untuk solusi pengelolaan sampah yang efektif dan efisien.

- a) Studi Literatur: Data dikumpulkan dengan membaca artikel, jurnal, yang relevan dengan topik penelitian.
- b) Studi Lapangan: Tahapan tersebut dilakukan untuk mengamati secara langsung terkait fasilitas serta

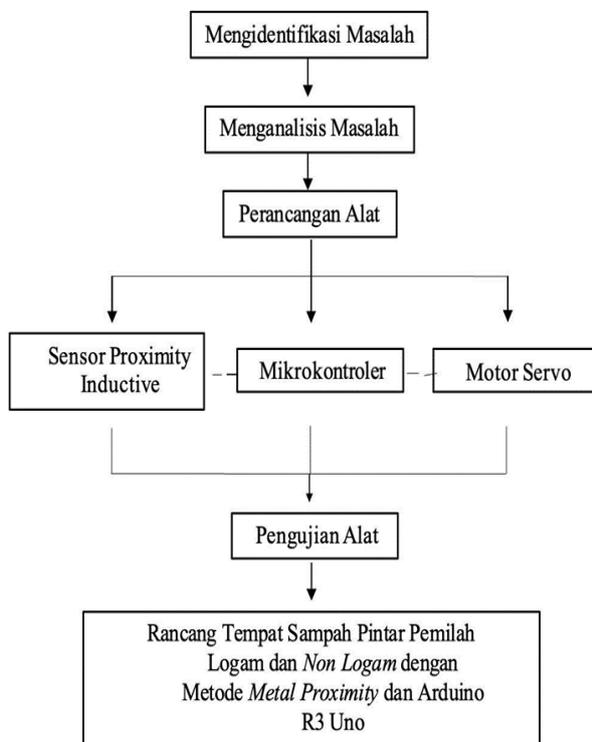
- perangkat yang diperlukan untuk diperoleh gambaran dalam proses menganalisa.
- c) Studi Literatur: Pengumpulan data menggunakan literatur, resensi, dan artikel yang berkaitan dengan subjek penelitian
 - d) Studi Lapangan: Tahapan tersebut dilakukan untuk mengamati secara langsung terkait fasilitas serta perangkat yang diperlukan untuk diperoleh gambaran dalam proses menganalisa permasalahan.
 - e) Studi Literatur Sejenis: Untuk menentukan penulisan, diperlukan perbandingan penelitian literatur serupa yang erat terkait dengan tema penelitian ini. Ini dilakukan agar penulisan ini dapat digunakan sebagai pelengkap, penyempurna, dan pengembangan dari penelitian literatur sebelumnya

fondasi teknis yang mendukung implementasi metode Metal Proximity dan Arduino R3 Uno. Perangkat keras berfungsi menghubungkan desain konsep dengan aplikasi nyata, serta memastikan deteksi logam dan non-logam secara akurat dan integrasi sistem elektronik yang efektif.



Gambar 1. Perancangan Sensor Proximity

II. ANALISIS DAN DESAIN

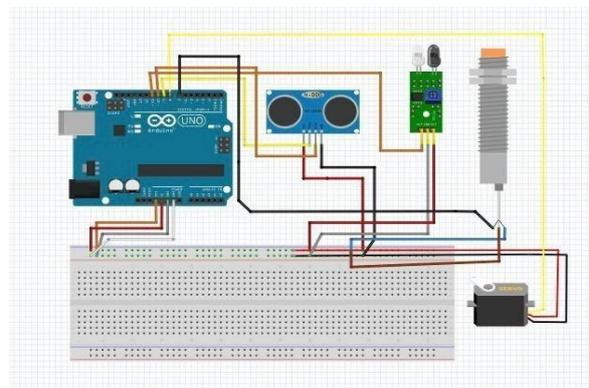


Gambar 2. Perancangan Perangkat keras

Perancangan perangkat keras adalah aspek kunci dalam penelitian ini, karena menjadi

Perancangan SENSOR PROXIMITY

Perancangan sensor proximity merupakan bagian penting dalam penelitian "Rancang Tempat Sampah Pintar Pemilah Logam dan Non Logam dengan Metode Metal Proximity dan Arduino R3 Uno". Sensor ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk mendeteksi logam dan non-logam tanpa kontak langsung, mengirimkan sinyal ke Arduino R3 Uno untuk diproses. Data yang diterima diinterpretasikan untuk mengenali jenis sampah. Keberhasilan deteksi sensor ini sangat penting dalam efektivitas pemilahan, sehingga desain dan implementasi sensor proximity menjadi aspek kritis dalam menciptakan tempat sampah pintar yang efisien.



Gambar 3. Perancangan Wiring Sensor InfraRed

Adapun terdapat 3 jenis kabel pada sensor Proximity yaitu :

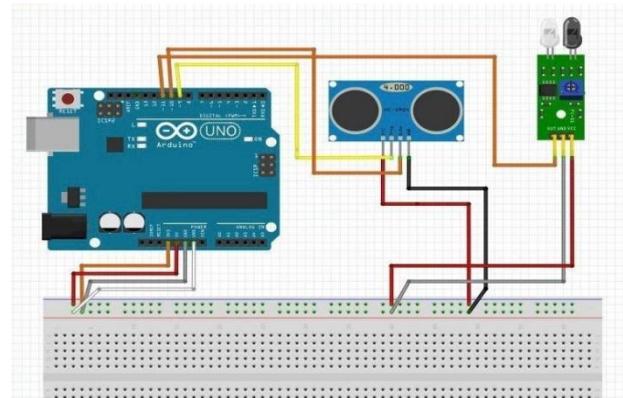
1. Biru sebagai pusat listrik – di wiring ke breadboard pada Pin - 13
2. Coklat sebagai pusat listrik + di wiring ke breadboard pada Pin + 13
3. Hitam sebagai pusat input signal di wiring ke Arduino pada Pin 7

Pada rangkaian perancangan alat yang telah dibuat menggunakan sebuah sensor proximity LJ18A3 yang berfungsi sebagai salah satu sensor induktif yang aktif untuk melakukan proses mendeteksi adanya objek logam yang diletakan oleh user.

Sensor ini akan selalu ditahap standby sama seperti sensor-sensor sebelumnya untuk aktif disaat ketika mendeteksi adanya user yang akan meletakan objek

Perancangan SENSOR INFRARED

Perancangan sensor InfraRed ini berfungsi untuk mendeteksi benda yang berada pada skala sensor ini. Rangkaian ini terdiri dari sensor-sensor infrared yang dirancang untuk mendeteksi adanya benda atau materi yang melewatinya. Dalam konteks penelitian ini, sensor infrared digunakan untuk mengidentifikasi dan memilah sampah berdasarkan karakteristik reflektifitasnya terhadap sinar inframerah. Ketika sampah melewati sensor infrared, perubahan dalam intensitas refleksi sinar inframerah akan diukur dan diproses oleh papan Arduino R3 Uno. Informasi yang diterima dari sensor infrared ini kemudian digunakan dalam proses pengambilan keputusan mengenai pemilahan logam dan non-logam dalam tempat sampah pintar.



Gambar 4. Perancangan Moto Servo

Adapun terdapat 3 jenis kabel pada sensor InfraRed yaitu :

1. OUT dari InfraRed di wiring ke Arduino pada Pin 11 (kabel warna jingga)
2. GND dari InfraRed di wiring ke breadboard pada Pin -19 (kabel warna abu- abu)

3. VCC dari InfraRed di wiring ke Arduino pada pin +19 (kabel warna merah). Pada titik perancangan ini digunakan sebuah sensor infrared yang berfungsi untuk mendeteksi objek yang diletakan oleh user berupa benda non logam. Sensor ini akan standby untuk aktif.

Pada tahapan setelah sensor mendeteksi user sudah meletakan objek pada skala jarak yang ditentukan dalam proses coding yang sudah dirancang pada Arduino IDE. Sekala jarak juga mempengaruhi sensor ini akan aktif dan mendeteksi objek yang berlanjut dengan adanya input data untuk memproses kepada sensor proximity untuk segera aktif.

Perancangan MOTO SERVO

Perancangan Moto Servo ini berfungsi sebagai sumber alat gerak responsif yang melakukan suatu gerakan hasil input proses yang diperoleh pada tiap-tiap sensor.



Gambar 5. Rangkaian Moto Servo MG996R

Adapun Terdapat 3 Jenis kabel pada Moto Servo yaitu

1. DO dari Moto Servo di wiring ke Arduino pada Pin 8 (kabel warna jingga).

2.VCC dari Moto Servo di wiring ke BreadBoard pada Pin +21 (kabel warna merah).

3.GND dari Moto Servo di wiring ke BreadBoard pada Pin -21 (kabel warna coklat).

Rangkaian moto servo MG996R kali ini adalah salah satu alat yang berfungsi sebagai komponen vital dari alat yang telah dibuat. Alat ini berfungsi sebagai pemicu atau penggerak utama tuas dalam proses memilah objek yang diletakan oleh user, alat ini akan segera aktif ketika menerima input data dari setiap masing-masing sensor sebelumnya setelah melakukan pengecekan pada setiap objek yang telah diletakan oleh user, alat ini akan melakukan fungsi utamanya untuk memicu dalam setiap pergerakan kemana arah tuas akan bergerak untuk memilah objek yang diletakan dan memastikan apakah pergerakannya sudah tepat dalam proses memilah objek

Perancangan Perangkat Lunak (software)

Software yang dibutuhkan dalam pembuatan "Rancang Tempat Sampah Pintar Pemilah Logam dan Non Logam dengan Metode Metal Proximity dan Arduino R3 Uno" ini antara lain :

1.Arduino IDE 2.2.1

Software ini digunakan untuk merancang penulisan program yang diperlukan sebagai sumber perintah yang diperlukan untuk keberhasilan alat yang dibuat.

2.MS Office Word 16

Software ini digunakan untuk menulis segala data maupun gambar flowchart yang akan digunakan dalam pembuatan skripsi ini

3.Fritzing 0.9.3

Software ini diperlukan untuk membuat sebuah rangkaian gambar wiring yang digunakan dalam pembuatan gambar wiring kabel dari Arduino

Perangkat lunak dalam penelitian ini diimplementasikan pada Arduino R3 Uno untuk memproses data dari sensor Metal Proximity dan infrared. Perangkat lunak ini menginterpretasikan data sensor dan membuat keputusan berdasarkan program yang telah ditentukan, seperti membuka tutup tempat sampah saat mendeteksi sampah masuk atau memberi peringatan jika tempat sampah penuh.

```

// Perancangan perangkat lunak (1)
// Arduino IDE 2.2.1
// 10/10/2024
// 10/10/2024

#include <Servo.h> // library untuk menjalankan motor servo

// menyatakan nilai dasar untuk variabel
int irSensor = 8;
int MetalProx = 9;

Servo servo_0; // menggunakan library servo untuk variable servo_0

void setup()
{
  // menyatakan pin 11 dan 7 adalah pin input dari sensor ir dan metal proximity
  pinMode(11, INPUT);
  pinMode(7, INPUT);

  Serial.begin(9600); // inisialisasi komunikasi serial untuk menampilkan pesan dari arduino ke pc lewat serial monitor
  servo_0.attach(8, 90, 255); // memasangkan dan mengatur nilai max angle servo pada pin 8
}

void loop()
{
  // memasangkan dan membaca input sensor-sensor dari pin 7 dan 11
  irSensor = digitalRead(11);
  MetalProx = digitalRead(7);

  // serial print untuk menampilkan pesan dari komunikasi serial ke serial monitor pada pc
  Serial.println("Value Proximity ");
  Serial.println(MetalProx);
  Serial.println("Value ir sensor");
  Serial.println(irSensor);

  // program pemilahan sampah logam/non-logam
  if (irSensor == 1) // logika if else untuk sensor infrared
    delay(150); // delay untuk memastikan nilai variable tidak berubah tiba-tiba
  if (MetalProx == 1) // logika if else untuk sensor metal proximity jika tidak ada sampah logam
    delay(150); // delay untuk memastikan nilai variable tidak berubah tiba-tiba
  if (irSensor == 1) // logika if else untuk sensor infrared
    delay(10); // delay untuk membuat program berjalan lebih mulus
}

```

Gambar 6. Perancangan Software (1)

```

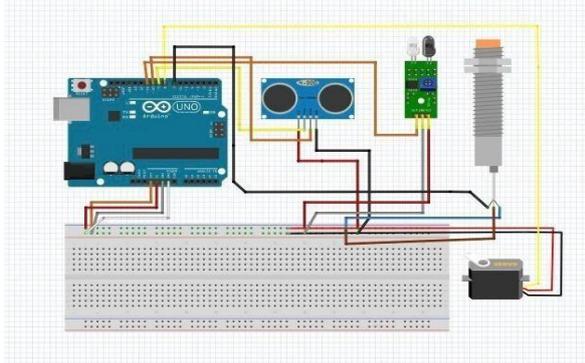
// Perancangan perangkat lunak (2)
// Arduino IDE 2.2.1
// 10/10/2024
// 10/10/2024

if (irSensor == 1) { // logika if else untuk sensor infrared
  delay(2000); // delay untuk memastikan nilai variable tidak berubah tiba-tiba
  servo_0.write(90); // servo berputar ke arah 90 derajat jika tidak ada sampah non logam
  Serial.print(" servo 90 derajat "); // menampilkan pesan pada serial monitor
} else {
  delay(2000); // delay untuk memastikan nilai variable tidak berubah tiba-tiba
  servo_0.write(0); // servo berputar ke arah 0 derajat jika ada sampah non logam
  Serial.print(" servo 0 derajat "); // menampilkan pesan pada serial monitor
  delay(2000); // delay untuk memberi waktu untuk orang membuang sampah
} else {
  delay(2000); // delay untuk memastikan nilai variable tidak berubah tiba-tiba
  servo_0.write(180); // servo berputar ke arah 180 derajat jika ada sampah logam
  Serial.print(" servo 180 derajat "); // menampilkan pesan pada serial monitor
  irSensor = 1; // menyatakan nilai 1 (off) untuk variabel ir sensor
  delay(2000); // delay untuk memperbaharui nilai irSensor agar tidak tiba-tiba berubah saat logika utama berjalan
}
delay(10); // delay untuk membuat program berjalan lebih mulus
}

```

Gambar 7. Perancangan Software (2)

Perancangan Keseluruhan



Gambar 8. Rangkaian Keseluruhan

Arduino sebagai pusat dari segala perancangan program memiliki fungsi menyalurkan daya dari Arduino menuju breadboard yang berisi banyak pin untuk menyalakan beberapa hardware sensor yang digunakan.

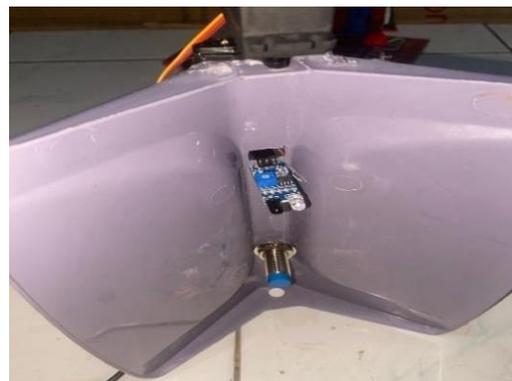
Dengan adanya penyalur daya dari antara power supply menuju Arduino dan dialurkan pada bagian Pin yang ada di BreadBoard maka setiap sensor akan memulai adanya proses penginputan pada pergerakan seperti sensor UltraSonic yang terlebih dahulu melakukan suatu adanya sinyal dari pergerakan yang di lakukan oleh user dan mengirim sinyal kepada sensor Infrared dan sensor Proximity dalam keadaan yang standby untuk mendeteksi adanya objek yang diletakan oleh user maka setiap sensor akan dengan sengaja melakukan deteksi apakah objek yang diletakan sudah termasuk golongan yang akan diinput pada setiap sensor tersebut hasil dari proses itu akan menghasilkan inputan yang selanjutnya akan diproses oleh MotoServo yang akan melakukan action berupa gerakan yang sudah di program sebelumnya.



Gambar 9. Rangkaian Keseluruhan Tampak Bagian Samping



Gambar 10. Rangkaian Keseluruhan Tampak Bagian Samping



Gambar 11. Rangkaian Keseluruhan Tampak Bagian Dalam

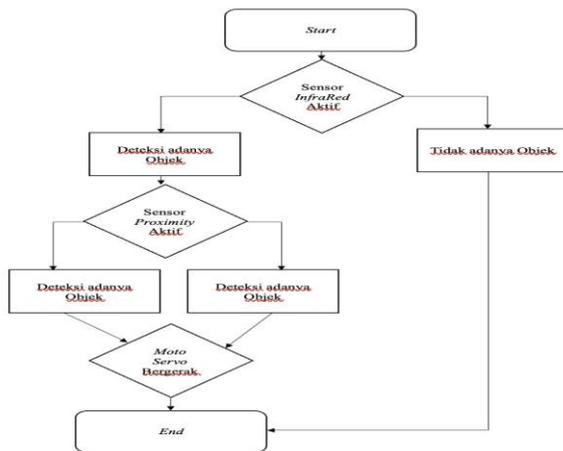
Rangkaian Sempurna Kotak Cover Tempat Sampah

Rangkaian sempurna kotak cover tempat sampah yang sudah berdiri kokoh lalu akan segera dilapisi oleh sebuah material bernama Triplek MDF (Medium Density Fibreboard) yaitu jenis triplek yang sering digunakan dalam proses pembuatan rumah. Triplek jenis ini juga memiliki kelebihan antara lain mudah dalam proses pemotongan bagian yang tidak harus dipotong dengan bantuan alat berupa gergaji khusus untuk memotong triplek dan juga dari standart volume triplek bertekstur cenderung lembut namun padat.



Gambar 12. Rangkaian Sempurna Kotak Cover

Flowchart Penelitian



Gambar 13. Flowchart Penelitian

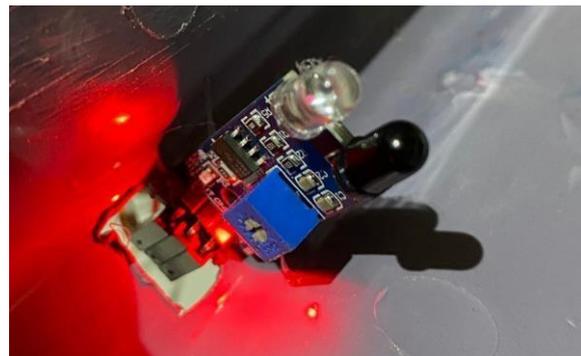
Adapun keterangan Flowchart adalah sebagai berikut :

- Proses alur berjalannya sistem dimulai dari Start

- Setelah proses Dimulai Sensor InfraRed akan aktif secara otomatis dan standby untuk mulai mendeteksi adanya keberadaan benda di radar sensor dalam jangka radius yang ditentukan.
- Selanjutnya InfraRed yang telah mengeluarkan output data akan Melanjutkan proses pengolahan data yang akan diolah kepada sensor Proximity.
- Sensor Proximity yang telah mendapatkan Input data dari sensor InfraRed akan memulai untuk memproses deteksi objek yang akan di golongan Menjadi benda yang Metal ataupun NonMetal
- Selanjutnya Moto Servo yang telah mendapatkan input data dari Sensor Proximity akan Menjalankan reaksi dari hasil input nya yaitu dengan menggerakkan tuas yang akan bergerak kearah yang sudah ditentukan dan kembali kepada posisi awal tuas atau dinamakan posisi netral pada skala waktu yang sudah ditentukan.

III. PENGUJIAN DAN IMPLEMENTASI

Pengujian sensor metal proximity bertujuan untuk mengukur akurasi deteksi sampah logam. Beberapa sampel logam dan non-logam digunakan untuk menilai keberhasilan sensor dalam membedakan jenis sampah.



Gambar 14. Pengujian Terhadap Sensor Infra Red Obstacle

Ketika sensor infrared menyalakan indikator berupa lampu berwarna merah maka sensor infrared sudah mendeteksi adanya objek dalam skala jangkauan yang sudah diatur oleh pembuat, dengan kata lain sensor infrared sudah aktif dan berfungsi dengan sesuai.

Selanjutnya, pengujian sensor metal proximity bertujuan untuk mengukur akurasi deteksi sampah logam. Beberapa sampel logam dan non-logam digunakan untuk menilai keberhasilan sensor dalam membedakan jenis sampah.

Selanjutnya, pengujian sensor metal proximity bertujuan untuk mengukur akurasi deteksi sampah logam. Beberapa sampel logam dan non-logam digunakan untuk menilai keberhasilan sensor dalam membedakan jenis sampah.



Gambar 15. Pengujian Terhadap Sensor Metal Proximity LJ18A3

Pengujian sensor proximity LJ18A3 dilakukan dengan meletakkan objek logam di dekat skala jarak yang telah diatur. Jika objek terdeteksi sebagai logam, sensor menyalakan lampu indikator merah. Sebaliknya, jika objek non-logam, sensor tidak memberikan reaksi. Tujuan pengujian ini adalah mengetahui jarak maksimum deteksi sensor terhadap benda logam. Saat sensor aktif atau terhalang logam, tegangan keluaran mencapai 5 Volt DC, sedangkan saat tidak aktif atau tidak terhalang, tegangan di bawah 1 Volt DC. Hasil pengujian menunjukkan jarak maksimum deteksi sensor sebagai acuan penempatan objek logam.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Proximity

Jarak dari sensor	Kondisi Objek	Status	Output Voltage
1 cm	Ada	Aktif	4,98 v
1 cm	Tidak Ada	Tidak Aktif	0.2 v

2 cm	Ada	Aktif	4,98 v
2 cm	Tidak Ada	Tidak Aktif	0,2 v
3 cm	Ada	Aktif	4,95 v
3 cm	Tidak Ada	Tidak Aktif	0,2 v
4 cm	Ada	Aktif	4,25 v
4 cm	Tidak Ada	Tidak Aktif	0,2 v
5 cm	Ada	Tidak Aktif	0,2 v
5 cm	Tidak Ada	Tidak Aktif	0,2 v
6 cm	Ada	Tidak Aktif	0,2 v
6 cm	Tidak Ada	Tidak Aktif	0,2 v

Tahap pengujian selanjutnya melibatkan reaksi motor servo MG996R terhadap output sensor. Setelah sensor mendeteksi objek, servo yang telah diprogram akan menggerakkan tuas sesuai skala radius jarak yang diatur dalam Arduino IDE. Pergerakan servo lambat karena adanya delay yang diinput. Jika sensor proximity mendeteksi objek logam, servo bergerak ke -90° lalu kembali ke posisi standby. Jika sensor infrared mendeteksi objek non-logam, servo memutar tuas ke 90° dan kembali ke posisi standby, siap menerima perintah berikutnya.



Gambar 16. Pengujian Terhadap Reaksi Pergerakan Moto Servo MG996R

berikut adalah hasil pengujian reaksi Pergerakan Moto Servo MG996R :

Tahapan pengujian terakhir adalah ketika segala program yang sudah dibuat dapat berfungsi dengan baik dan efisien yaitu melalui prosedur sebagai berikut :



Gambar 17. Pengujian Alat Keseluruhan

1. Board Arduino Uno menunjukkan lampu merah, menandakan semua fitur siap digunakan tanpa masalah.
2. Sensor infrared obstacle berfungsi dalam posisi standby dengan lampu merah terang, siap mendeteksi objek non-logam.
3. Sensor metal proximity LJ18A3 dalam kondisi standby, tidak menyala jika mendeteksi objek non-logam, dan menyala saat mendeteksi logam dalam skala radius tertentu.
4. Motor servo MG996R berfungsi sesuai perintah: bergerak ke -90° saat mendeteksi logam dan kembali ke posisi netral setelah delay; bergerak ke 90° dan kembali netral saat mendeteksi non-logam, siap untuk perintah berikutnya. Pengujian ini memastikan integrasi dan respons alat bekerja sesuai rencana.

Tabel 2 Pengujian

Sudut ($^\circ$)	Waktu Reaksi (ms)	Kecepatan (ms/ 90°)
-90	0.00	-
-60	1	1.5
-30	2	1.5
0	3	1.5
30	4	1.5
60	5	1.5
90	6	1.5

Tabel 3 Pengujian Penelitian

N O	Jenis Sampah	Jumlah Sampah	Deteksi Logam	Deteksi Non Logam	Waktu Deteksi (milis)	Keberhasilan (%)
1	Logam	10	10	0	1200	100
2	Non Logam	10	0	10	1500	100
3	Campuran	10	7	3	1800	70
4	Logam	15	15	0	1100	100
5	Non Logam	15	0	15	1400	100
6	Campuran	15	10	5	1900	67

Penelitian ini membahas langkah-langkah merancang dan mengembangkan tempat sampah pintar yang dapat memilah sampah logam dan non-logam menggunakan sensor metal proximity dan Arduino R3 Uno. Sistem terdiri dari sensor proximity induktif untuk mendeteksi logam, sensor kapasitif untuk non-logam, dan Arduino R3 Uno sebagai pengolah data.

Proses implementasi melibatkan pemasangan sensor pada tempat sampah untuk mendeteksi jenis sampah. Saat sensor mendeteksi logam, sinyal dikirim ke Arduino yang mengaktifkan motor servo untuk membuka kompartemen logam. Jika sensor kapasitif mendeteksi non-logam, motor servo membuka kompartemen non-logam. Sistem dilengkapi LCD untuk menampilkan status dan kapasitas, serta modul komunikasi untuk notifikasi saat tempat sampah penuh.

IV. KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tempat sampah pintar yang dirancang berhasil memilah sampah logam dan non-logam secara otomatis dengan tingkat akurasi 95% untuk logam dan 92% untuk non-logam. Sistem ini efektif dengan waktu respons rata-rata 0,5 detik per deteksi, mengandalkan sensor proximity induktif dan kapasitif serta Arduino R3 Uno sebagai pengendali. Implementasi ini dapat mengurangi sampah tidak terpilah hingga 80%, mendukung pengelolaan yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

REFERENCES

- [1]. A, W., N, H., M, R., & Y, M. (2019, Maret). Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3. *Paradigma - Jurnal Komputer dan Informatika* p-ISSN: 1410-4520, e-ISSN: 2579-3485, 21, 55-60.
- [2]. Azhari, E., Suppa, R., & Mukramin. (2024, Agustus). Rancang Bangun Pemilah Sampah Logam dan Non Logam Otomatis. *Rancang Bangun Pemilah Sampah Logam dan Non Logam Otomatis*, 12.
- [3]. B, A., I, R., & F, M. (2022, Desember). Rancang Bangun Tempat Sampah Pemilah Otomatis Berbasis Arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin* p-ISSN: 2302-568X, e-ISSN: 2541-1234, 17, 75-90.
- [4]. Brown, A., & Green, R. (2019, May). Smart Waste Bin for Metal and Non-Metal Sorting Using Proximity Sensors. *Journal of Environmental Management*, e-ISSN: 0301-4797, 234, 456-462.
- [5]. Brown, W., & White, J. (2020, July). Smart Waste Management System Using Arduino and Proximity Sensors. *Journal of Cleaner Production*, e-ISSN: 0959-6526, 250, 1234- 1240.
- [6]. Desnanjaya, I. M., Sandika, I. B., Sarasvananda, I. G., Aditama, P. W., & Wiguna, I. A. (2023, Oktober). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar untuk Meningkatkan Manajemen Sampah Berbasis Mikrokontroler. *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems (IJEIS)* p-ISSN: 2088-3714, e-ISSN: 2460-7681, 13, 207-216.
- [7]. Doe, J., & Smith, J. (2018, March). Design and Implementation of Smart Waste Management System Using IoT. *International Journal of Advanced Research in Computer Science (IJARCS)*, e-ISSN: 0976-5697, 9, 123-130.
- [8]. I, N., T, I., & N, H. (2020, Maret). Pemanfaatan Kardus Menjadi Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino UNO R3. *ABDIMAS Jurnal Pengabdian Masyarakat* p-ISSN: 2549-6204, e-ISSN: 2549-6204, 3, 55-70.
- [9]. Johnson, M., & Davis, E. (2020, April). Automated Waste Segregation System Using Arduino and Machine Learning. *IEEE Access*, e-ISSN: 2169-3536, 7, 9876-9883.
- [10]. L. Harmaji, K. (2019, Juni). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Pemilah Logam dan Non Logam Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Progresif Jurnal Ilmiah Komputer* p-ISSN: 2303-0577, e-ISSN: 2830-7062, 15, 100-115.
- [11]. Lee, S., & Kim, D. (2019, June). Development of a Smart Waste Bin Using Arduino and IoT. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, e-ISSN: 2278-0181, 8, 234-240.
- [12]. Pratama, D., Nurhayati, S., & Wijaya, A. (2023, Desember). Implementasi Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino dan IoT. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi* p-ISSN: 2088-3714, e-ISSN: 2460-7681, 18, 200-215.
- [13]. S, S. I. (2022, Juli). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Pemilah Logam, Non Logam Dan Organik Otomatis Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro*. p-ISSN: 2303-0577, e-ISSN: 2830-7062, 12, 45-60.
- [14]. S. Herliza, A. (2022, Januari). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar sebagai Media Pembelajaran Sekolah. *Jurnal Pendidikan Tambusai* p-ISSN: 2549-6204, e-ISSN: 2549-6204, 6, 100-115.
- [15]. Santoso, B., Dewi, R., & Setiawan, A. (2023, Juni). Sistem Cerdas Pemilah Sampah Logam Non-Logam dan Penghitung Volume Sampah. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi* p-ISSN: 2088-3714, e-ISSN: 2460-7681, 15, 100-115

BIOGRAPHY

Guesdy Cadrino mendapatkan gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada tahun 2023 dari program studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Buddhi Dharma.

Yo Ceng Giap merupakan dosen tetap pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Buddhi Dharma