KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer
ISSN 2723-3898 (Media Online)
Vol 3, No 5, April 2023
Hal 554-562
https://djournals.com/klik

Prototype Lengan Robot Pemilah Sampah Organik dan Anorganik

Eno Febra Wardani[1], Nelly Khairani Daulay[1,*], Muhammad Nur Alamsyah[2]

[1]Fakultas Ilmu Teknik, Program Studi Rekayasa Sistem Komputer, Universitas Bina Insan, Lubuklinggau, Indonesia
[2]Fakultas Ilmu Teknik, Program Studi Sistem Informasi, Universitas Bina Insan, Lubuklinggau, Indonesia
Email: [1]1902010003@mhs.univbinainsan.ac.id, [2,*]nellydaulay@univbinainsan.ac.id, mnuralamsyah@univbinainsan.ac.id
Email Penulis Korespondensi: nellydaulay@univbinainsan.ac.id

Abstrak−Seiring perkembangan zaman seperti sekarang ini, dengan adanya teknologi kesadaran masyarakat terhadap kebersihan lingkungan sangat rendah khususnya membuang sampah. Tetapi berkat kemajuan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dapat mendorong manusia untuk mengatasi berbagai masalah yang dihadapi. Salah satunya dengan teknologi microcontroller yang sangat berperan penting dalam bidang kehidupan manusia. Seperangkat robot dengan empat fungsi ini yakni, robot mengikuti garis, robot penjejak, robot lengan dan robot pemilah sampah sebagai robot pemilah sampah jenis organik dan anorganik, sehingga dapat mengurangi penumpukan sampah dalam ruangan. Dari Robot ini pekerjaan pemungutan sampah secara konvensional oleh manusia dapat lebih ringan tentunya lebih akurat terutama dalam memisahkan dua jenis sampah yaitu sampah jenis organik dan anorganik. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun seperangkat robot dengan empat fungsi yakni, robot mengikuti garis, robot penjejak, robot lengan dan robot pemilah sampah. Hal ini dapat berkerja sebagai robot pemilah sampah jenis organik dan anorganik. Sehingga dapat mengurangi penumpukan sampah dalam ruangan. Maka hasil dari pengujian sensor HCSR04 dapat deteksi kurang dari 10cm, sehingga sensor Proximity Induktif dapat deteksi kurang dari 2mm, sensor Proximity Kapasitif dapat deteksi kurang dari 4 mm, pengujian 4 Motor Servo dapat berfungsi dengan baik dalam satu rangkaian, sekaligus pengujian Motor DC berkerja dalam tegangan supply 9v secara normal.

Kata Kunci: Robot Lengan; Motor Driver; Sampah Organik dan Anorganik

Abstract−Along with the times like today, with the existence of technology, public awareness of environmental cleanliness is very low, especially for disposing of garbage. But thanks to advances in science and technology, it can encourage people to overcome the various problems they face. One of them is microcontroller technology which plays an important role in the field of human life. There is a package of robots with these four functions, namely, line-following robots, tracker robots, arm robots and waste sorting robots as organic and inorganic waste sorting robots, so as to reduce the accumulation of waste in the room. With this robot, the work of conventional garbage collection by humans can be lighter, of course, more accurate, especially in separating two types of waste, namely organic and inorganic types of waste. The purpose of this research is to design and build a package of robots with four functions namely, line following robot, tracker robot, arm robot and waste sorting robot. Which later can work as a robot sorting organic and inorganic waste. So that it can reduce the accumulation of garbage in the room. The results of testing the HCSR04 sensor can detect less than 10cm, Inductive Proximity sensors can detect less than 2mm, Capacitive Proximity sensors can detect less than 4 mm, testing 4 Servo Motors can function properly in one circuit, and testing DC Motor works in supply voltage 9v normally.

Keywords: Arm Robot; Motor Driver; Organic and Inorganic Waste

1. PENDAHULUAN

Semakin pesat kemajuan teknologi tentunya mempunyai dampak positif juga dampak negatif terhadap manusia[1]. Karena teknologi seperti sekarang ini kesadaran masyarakat terhadap kebersihan lingkungan sangat rendah khususnya membuang sampah[2]. Tetapi berkat kemajuan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dapat mendorong manusia untuk mengatasi berbagai masalah yang dihadapi[3]. Salah satunya dengan teknologi microcontroller yang sangat berperan penting dalam bidang kehidupan manusia. banyaknya tugas tersebut manusia banyak menghabiskan tenaga, biaya serta mengeluarkan materi terbilang besar, tetapi dengan kemajuan microcontroller kebutuhan rumah tangga bisa ditekan seminimal mungkin[4]. Robot mobil mempunyai banyak kegunaan diberbagai bidang[5]. Mulai dari tujuan hiburan, robot mobil cerdas, alat pengangkut barang, hingga misi luar angkasa telah menggunakan teknologi robot mobil sebagai alat bantu manusia Dengan cara menambah tingkat kecerdasan sebuah robot tersebut, penulis mengiplementasikan robot mobil dengan robot arm. Robot ini dirancang untuk mengambil dan menyimpan barang secara otomatis berdasarkan alamat yang sudah ditentukan untuk membawa/memindahkan barang dari satu tempat ke tempat tujuan dengan menggunakan robot yang berjalan mengikuti garis yang sudah ditentukan (line follower). Tidak hanya itu, Penelitian ini melakukan rancang bangun pemilah sampah otomatis kategori sampah logam seperti jenis makanan atau minuman yang berbahan dari alumunium foil dan non logam yang meliputi sampah organik serta anorganik, karena sampah logam merupakan limbah yang memperlukan waktu yang sangat lama untuk terurai di lingkungan dan sampah non logam merupakan limbah yang memerlukan waktu yang relatif lebih cepat[6]. Cara menerapkan dari beberapa robot yang telah diteliti sebelumnya, robot ini nantinya dapat berkerja dengan satu kegunaan yaitu robot pemilah sampah organik dan anorganik menggunakan lengan tiruan. Sistem kerja robot tersebut menggunakan robot avoider sebagai media geraknya, robot lengan sebagai pemungut sampah, robot sampah sebagai pemilah sampah organik dan anorganik. Dari Penelitian sebelumnya oleh [7] Dalam penelitian ini dikembangkan rancang bangun robot pemilah sampah organik dan non organik dengan machine learning. Dalam machine learning, klasifikasi dianggap sebagai tugas belajar yang diawasi untuk menyimpulkan fungsi data pelatihan, dengan dibantu hardware usbcam dan motor servo yang terhubung dengan raspberry pi sebagai otak utama. usbcam dapat mengambil gambar (foto atau video) yang kemudian diproses lebih lanjut oleh machine learning dengan dukungan algoritma SVM untuk mengukur akurasi objek. pada raspberry pi, motor servo dapat bergerak dengan memanfaatkan pin GPIO kemudian program digabungkan. Selanjutnya raspberry pi akan

Copyright © 2023, Eno Febra Wardani. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

terhubung pada jaringan internet sehingga pengendalian sistem dapat dilakukan secara real time. Pada penelitian selanjutnya oleh [8] Arsitektur alat pengurai sampah jenis pemilah sampah bertujuan agar sampah dapat dipisahkan berdasarkan jenis sampahnya, baik sampah anorganik maupun sampah organik yang dapat diolah. Sampah akan terpilah secara otomatis dengan menggunakan Sensor. Sensor yang digunakan pada auto proximity yaitu kapasitif untuk mendeteksi sampah an-organik, serta proximity induktif untuk mendeteksi jenis tempat sampah, dan sensor Ultrasonic untuk mendeteksi ketinggian sampah dan LCD untuk menampilkan kondisi dan jenis sampah. Hasil pengujian pada tempat sampah secara otomatis adalah ukuran maksimal yang dapat dimasukan kurang lebih 5 cm x 10 cm dengan waktu 10-17 detik dari pertama kali masuk tempat sampah sampai akhir. Pada penelitian selanjutnya [9] sampah yang relatif jauh dijangkau sehingga masyarakat lebih memilih membuang sampah di lingkungan sekitar. Dari segi inovasi agar tempat sampah kedepannya lebih praktis, beberapa hal yang dapat diterapkan pada tempat sampah saat ini seperti pembuka tutup tempat sampah otomatis dengan menggunakan sensor ultrasonic sebagai sensor objek dan memberikan infomasi terhadap volume pada tempat sampah. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa pengaruh sudut, jarak, volume dari sensor ultrasonik, menganalisis kinerja metal detector sebagai sensor logam dan motor servo sebagai penggerak mekanis. Metode yang digunakan yaitu dengan mencari nilai error pada sistem deteksi sensor. Pada penelitian selanjutnya oleh [10] Pemilahan sampah bertujuan untuk memisahkan sampah berdasarkan jenis bahan (logam dan non-logam) sehingga lebih mudah untuk melakukan tindakan lanjutan terhadap sampah yang ada seperti daur ulang. Pada kenyataanya di tempat pembuangan sampah berbagai jenis sampah bercampur menjadi satu baik sampah logam maupun non- logam. Hal ini dapat menurunkan kualitas kesehatan lingkungan. Untuk itu penulis mencoba membuat rancang bangun alat pemilah sampah cerdas otomatis ini. Dengan alat ini sampah dapat dipilah berdasarkan jenisnya secara otomatis dengan menggunakan sensor proximity. Alat ini bekerja ketika sampah mendekati sensor kemudian sensor akan membaca jenis benda yang mendekat. Hasil deteksi akan diproses oleh Arduino UNO sebagai sistem control dan hasil proses akan diteruskan pada output yang berupa indicator jenis sampah pada LCD 16x2 dan servo sebagai penggerak sampah menuju tempat sesuai jenis sampahnya. Dapat kita lihat penulis menyusun penelitian berjudul "Rancang Bangun Robot Lengan Dengan Motor Driver Untuk Pemilah Sampah Organik dan Anorganik". Harapan dibuatnya alat tersebut dapat mengurangi penumpukan sampah yang ada dilingkungan sekitar. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun sepaket robot dengan empat fungsi yakni, robot mengikuti garis, robot penjejak, robot lengan dan robot pemilah sampah. Yang nantinya dapat berkerja sebagai robot pemilah sampah jenis organik dan anorganik Sehingga dapat mengurangi penumpukan sampah dalam ruangan. Maka hasil dari pengujian sensor HCSR04 dapat deteksi kurang dari 10cm, sensor Proximity Induktif dapat deteksi kurang dari 2mm, sensor Proximity Kapasitif dapat deteksi kurang dari 4 mm, pengujian 4 Motor Servo dapat berfungsi dengan baik dalam satu rangkaian, seingga pengujian Motor DC berkerja dalam tegangan supply 9v secara normal.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan langsung dari sumber data. Cara menghasilkan data primer, penulis mengumpulkan data secara langsung dari objek yang diteliti[11]. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah sebagai berikut:

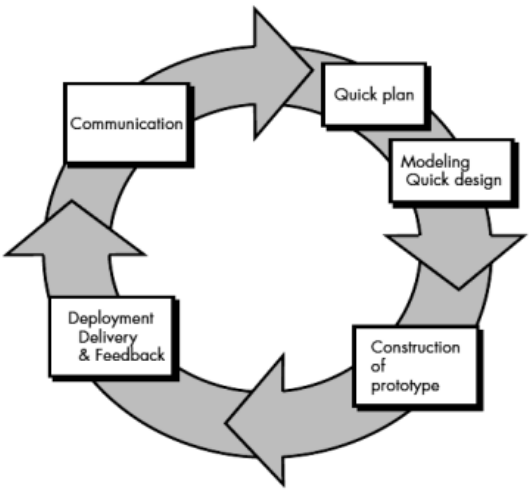
1. Metode Pengamatan(Observasi)
   Merupakan metode pengamatan kebutuhan sistem dan menganalisa kebutuhan sistem. Kemudian mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam pembuatan system.
2. Metode Dokumentasi
   Dalam metode ini penulis mencari dokumentasi-dokumentasi seperti struktur organisasi yang ada hubungannya dengan pembahasan permasalahan penelitian serta melengkapi data-data yang diperlukan dalam penulisan proposal penelitian ini.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsug dari objek penelitian baik dari situs internet maupun refrensi lain dari pihak kedua atau lebih[12]. Dalam penelitian ini data yang didapat dan digunakan berupa pengetahuan teoritis yang didapat penulis selama ini, baik dari materi perkuliahan, buku-buku referensi yang relevan, serta dari hasil penjelajahan (browsing) jurnal di internet yang berhubungan dengan penelitian[13].

2.2 Metode Pengembangan Sistem

Dalam penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem berupa prototype. Metode pengembangan sistem berupa prototype yakni dimana model atau simulasi dari semua aspek produk sesungguhnya yang akan dikembangkan yang dimana model tersebut harus representatif dari produk akhirnya. Metode Prototype dimulai dengan mengumpulkan kebutuhan[14]. Pengembang dan klien bertemu guna mendefinisikan obyektif keseluruhan dari perangkat lunak, mengidentifikasikan segala kebutuhan dari segi input dan format output serta gambaran interface, kemudian dilakukan perancangan cepat. Dari hasil perancangan cepat tersebut nantinya akan dilakukan pengujian dan evaluasi[15].
Siklus paradigma prototype pada penelitian ini seperti gambar di bawah ini :



Gambar 1. Metode Prototype

Fase dalam metode prototype:

a. *Communication*, pada tahap ini, dilakukan identifikasi masalah dan menentukan tujuan umum antara pengembang dan pelaku usaha.
b. *Quick Plan*, tahapan ini dikerjakan dengan kegiatan penentuan alat-alat yang digunakan dalam pembuatan sistem.
c. *Modelling Quick Design Displaying*, tahap selanjutnya adalah membahas atau menggambarkan model framework yang akan dikembangkan, misalnya siklus dengan rencana menggunakan flowchart[16].
d. *Construction of Prototype*, membuat struktur atau model rencana produk yang akan dirakit[17].
e. *Deployment Delivery & Feedback*, model yang telah dibuat oleh pengembang akan diberikan kepada klien untuk dinilai, kemudian pelanggan akan memberikan masukan yang akan digunakan untuk memperbaharui kebutuhan produk yang akan dibangun[18].

Setelah sistem sudah menjadi suatu sistem yang siap pakai, harus dites dahulu sebelum digunakan. Pengujian ini dilakukan dengan pengujian fungsional sistem, pengujian arsitektur dan lain-lain. Mengevaluasi apakah sistem yang sudah jadi sudah sesuai dengan yang diharapkan[19]. Jika sudah, maka langkah ketujuh dilakukan Pengujian dilakukan pada perangkat keras (*hardware*) dan *software* yang digunakan. *Software* yang digunakan bertujuan untuk mengetahui kinerja alat sehingga dapat diimplementasikan dalam satu kesatuan sistem[20]. Selain dari itu, pengujian dan analisis bertujuan untuk menemukan kompatibilitas dari penggunaan hardware, software dan mekanik yang telah dibuat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembahasan Hasil Pengujian

a. Hasil pengujian robot mengikuti garis ini berjalan dengan semestinya mengikuti garis yang telah ada pada lantai, selama sensor HCSR04 tidak mendeteksi objek maka sensor *IR Infrared* mengambil alih agar robot berjalan dengan memperintahkan *Motor DC* untuk mengkontrol maju, mundur, dan berhenti.

Gambar 2. Hasil Pengujian Robot *Linefollower*

b. Hasil robot pemilah sampah berjenis anorganik ini jika sensor logam mendeteksi metal atau besi maka *Motor DC* berhenti dan *Motor Servo* bertindak sebagai *robot arm* bertugas memilah sampah dan memasukkan sampah kedalam jenis sampah yang ditentukan yaitu anorganik. Dibawah ini merupakan deteksi logam dengan sensor *Proximity Indukti*[10]*f.*

Gambar 3. Hasil Pengujian Robot Sampah Anorganik

c. Selanjutnya proses pengambilan sampah jenis anorganik yaitu besi

Gambar 4. Hasil Pengujian Robot Sampah Anorganik Capit

d. Lalu mengangkat sampah tersebut untuk dimasukkan kedalam bak yang sudah disediakan

Gambar 5. Hasil Pengujian Robot Sampah Anorganik Angkat

e. Gambar dibawah ini merupakan proses pelepasan sampah jenis anorganik dari capit *robot arm*

Gambar 6. Hasil Pengujian Robot Sampah Anorganik Lepas

f. Hasil robot pemilah sampah berjenis organik ini jika sensor *Proximity Kapasitif* mendeteksi benda bertekstur mudah terurai maka *Motor DC* berhenti dan *Motor Servo* bertindak sebagai *robot arm* bertugas memilah sampah dan memasukkan sampah kedalam jenis sampah yang ditentukan yaitu organik. Dibawah ini merupakan deteksi dengan sensor *Proximity Kapasitif.*

Gambar 7. Hasil Pengujian Robot Sampah Organik Capit

g. Proses pengambilan sampah jenis organik yaitu kertas

Gambar 8. Hasil Pengujian Robot Sampah Organik Angkat

h. Selanjutnya proses pelepasan sampah jenis organik dari capit *robot arm*

Gambar 9. Hasil Pengujian Robot Sampah Organik Lepas

i. Hasil robot Avoider, jika HCSR04 tidak mendeteksi objek lebih dari 11 cm maka *Motor DC* berjalan maju. Tetapi jika HCSR04 mendeteksi objek kurang dari 10 cm maka semua *Motor DC* berhenti selama 3 detik kemudian *Motor DC* depan-samping kanan dan *Motor DC* belakang-samping kanan akan berjalan mundur, lalu *Motor DC* depan-samping kiri dan *Motor DC* belakang-samping kiri akan berjalan maju.

Gambar 10. Hasil Pengujian *Robot Avoider* Deteksi Objek

j. Proses belok kekanan saat mendeteksi ada objek didepan sehingga robot tidak menabrak

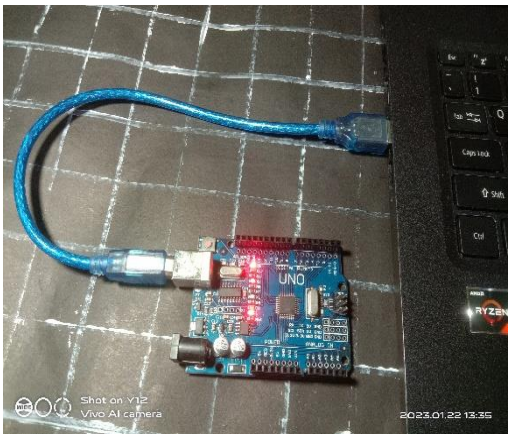
Gambar 11. Hasil Pengujian Robot Avoider Berbelok

3.2 Hasil Rancangan Sistem Perangkat keras (Hardware)

Seperti yang dijelaskan secara umum diatas, maka hasil rancangan perangkat keras sebagai berikut :

a. Hasil Rangkaian Power Supply

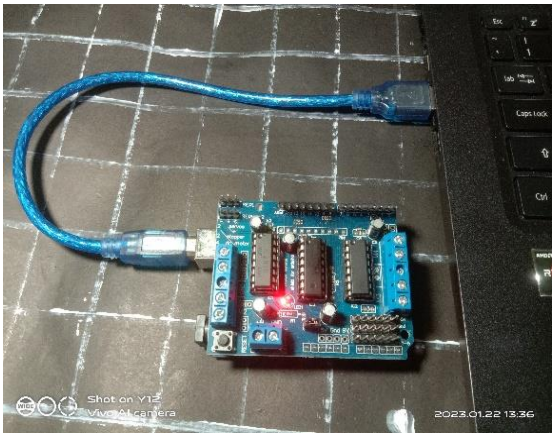
Rangkaian *Power Supply* ini yaitu menghubungkan baterai dengan tegangan 3.7v-5v DC ke *board Driver* L293D yang terhubung ke Arduino Uno.



Gambar 12. Hasil Rangkaian *Power Supply*

b. Hasil Rangkaian Motor Driver dan Arduino Uno

Rangkaian Motor Driver terhubung langsung pada board Arduino Uno dengan menghubungkan jumper yang sudah ada, sehingga tinggal mendudukkan lurus posisi pin Male Motor Driver ke pin Famale Arduino Uno seperti gambar berikut.



Gambar 13. Hasil Rangkaian *Motor Driver*

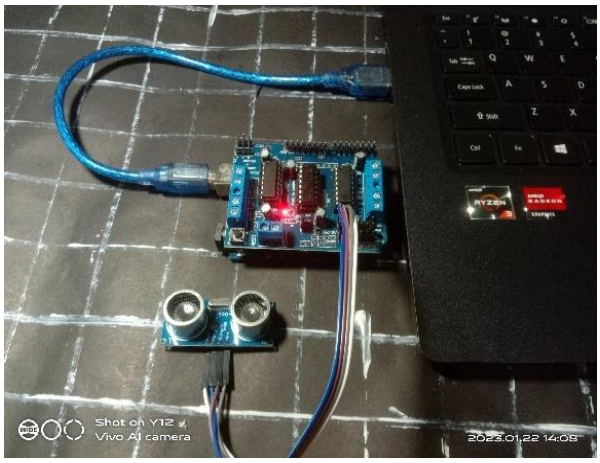
c. Hasil Rangkaian Motor DC

Rangkaian Motor DC yaitu menghubungkan Motor DC ke board Driver L293D yang terhubung ke Arduino Uno seperti gambar dibawah. Pin yang digunakan yaitu M1 untuk roda depan kiri, M2 untuk roda belakang kiri, M3 untuk roda depan kanan dan M4 untuk roda depan kanan.

Gambar 14. Hasil Rangkaian *Motor DC*

d. Hasil Rangkaian HCSR04

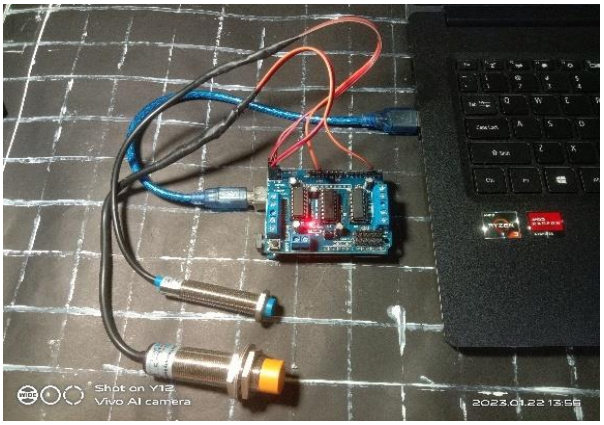
Rancangan Sistem HCSR04 yaitu menghubungkan HCSR04 ke board Driver L293D yang terhubung ke Arduino Uno. Pin yang digunakan Triger ke pin A0 sedangkan Echo ke pin A1 pada Motor Driver.



Gambar 15. Hasil Rangkaian HCSR04

e. Hasil Rangkaian Proximity Induktif dan Proximity Kapasitif

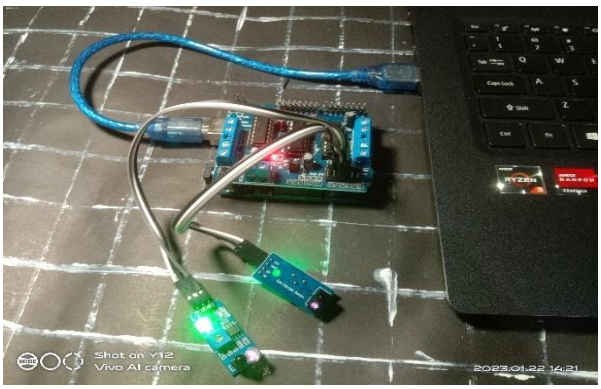
Hasil rangkaian Proximity Induktif dan Proximity Kapasitif yaitu menghubungkan Proximity Induktif ke pin 13 pada Motor Driver dan Proximity Kapasitif ke pin 2 pada Motor Driver ke board Driver L293D yang terhubung ke Arduino Uno.



Gambar 16. Hasil Rangkaian *Proximity Induktif* dan *Kapasitif*

f. Hasil Rangkaian IR Infrared

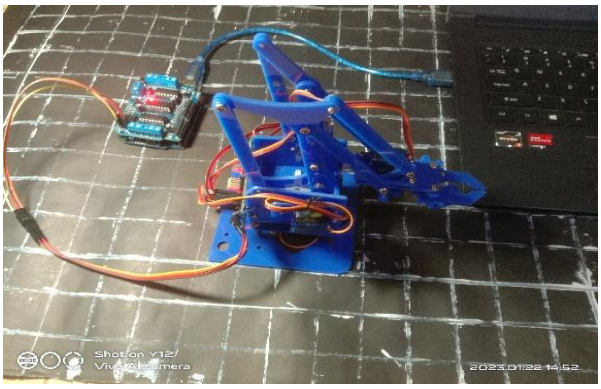
Rangkaian IR Infrared yaitu menghubungkan IR Infrared 1 ke pin A2 pada Motor Driver dan IR Infrared 2 ke pin A3 pada Motor Driver.



Gambar 18. Hasil Rangkaian *IR Infrared*

g. Hasil Rangkaian Motor Servo

Rangkaian Motor Servo yaitu menghubungkan Motor Servo ke PWM PCA9685 Servo dan ke board Driver L293D yang terhubung ke Arduino Uno.



Gambar 3.18 Hasil Rangkaian *Motor Servo*

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan dan pengujian diatas penulis menarik kesimpulan dapat disimpulkan bahwa dengan adanya seperangkat robot dengan empat fungsi yakni, robot mengikuti garis, robot penjejak, robot lengan dan robot pemilah sampah sebagai robot pemilah sampah jenis organik dan anorganik, sehingga dapat mengurangi penumpukan sampah dalam ruangan seperti di dalam rumah. Dengan adanya robot ini pekerjaan pemungutan sampah secara konvensional oleh manusia dapat lebih ringan tentunya lebih akurat terutama dalam memisahkan dua jenis sampah yaitu sampah jenis organik dan anorganik. Dari robot ini pekerjaan pemungutan sampah secara konvensional oleh manusia dapat lebih ringan tentunya lebih akurat terutama dalam memisahkan dua jenis sampah yaitu sampah jenis organik dan anorganik. Tujuan dari

penelitian ini adalah merancang dan membangun sepaket robot dengan empat fungsi yakni, robot mengikuti garis, robot penjejak, robot lengan dan robot pemilah sampah. Yang nantinya dapat berkerja sebagai robot pemilah sampah jenis organik dan anorganik. Sehingga dapat mengurangi penumpukan sampah dalam ruangan. Hasil dari pengujian sensor HCSR04 dapat deteksi kurang dari 10cm, sensor Proximity Induktif dapat deteksi kurang dari 2mm, sensor Proximity Kapasitif dapat deteksi kurang dari 4 mm, pengujian 4 Motor Servo dapat berfungsi dengan baik dalam satu rangkaian, sehingga pengujian Motor DC berkerja dalam tegangan supply 9v secara normal.

REFERENCES

[1] A. Rohman, J. Aditama, M. B. Arifin, R. Rahmawati, and S. Sendari, "Rancang Bangun Smart Cleaner Robot sebagai Robot Pengambil dan Pemilah Sampah," Semin. Nas. Fortei7, vol. 7, no. 1, pp. 353–358, 2018.

[2] T. U. Kalsum, "Implementasi Pengendalian Robot Mobil Pencari Target Dan Penghindar Rintangan," vol. 11, no. 2, pp. 36–42, 2021.

[3] R. Rahmadewi, I. A. Bangsa, and U. S. Karawang, "ARM ROBOT PEMINDAH BARANG (AtwoR) MENGGUNAKAN MOTOR SERVO MG995 SEBAGAI PENGGERAK ARM BERBASIS ARDUINO ROBOT ARM GOODS MOVING (AtwoR) USES MG995 SERVO MOTOR," vol. 6, no. 2, 2020.

[4] O. Berdasarkan, W. Menggunakan, and A. Uno, "3) 123," vol. 3, no. 2, pp. 176–186, 2020.

[5] M. Otomatis and B. Arduino, "1) , 2)," vol. 2, no. 2, pp. 233–241, 2019.

[6] U. A. Pringsewu et al., "Volume 4 Issue 1 Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering Sistem Kendali Peralatan Elektronik Berbasis Internet Of Things Keywords : Control , Relay , Arduino Uno , Electronics Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering Aisya," vol. 4, no. 1, pp. 1–5.

[7] P. Studi, T. Informatika, F. Sains, D. A. N. Teknologi, U. Islam, and N. Syarif, "RANCANG BANGUN ROBOT PEMILAH SAMPAH," 2019.

[8] E. C. Nugroho, A. R. Pamungkas, and I. P. Purbaningtyas, "Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560," vol. 24, no. 2, pp. 124–133, 2018, doi: 10.36309/goi.v24i2.96.

[9] B. A. Ramadhan, I. Rizianiza, and F. Manta, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pemilah Otomatis Berbasis Arduino," J. Rekayasa Mesin, vol. 17, no. 2, p. 265, 2022, doi: 10.32497/jrm.v17i2.3283.

[10] A. E. Widodo, "Otomatisasi Pemilah Sampah Berbasis Arduino Uno," vol. 6, no. 1, pp. 12–18, 2020.

[11] N. Putri, N. Agung Prabowo, and R. A. Widyanto, "Implementasi Metode Prototyping pada Perancangan Aplikasi Electronic Ticket (E-Ticket) berbasis Android," J. Komtika (Komputasi dan Inform., vol. 3, no. 2, pp. 62–68, 2020, doi: 10.31603/komtika.v3i2.3474.

[12] O. Puadi and H. Hambali, "Perancangan Alat Pemilah Sampah Otomatis," JTEIN J. Tek. Elektro Indones., vol. 3, no. 1, pp. 1–14, 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i1.195.

[13] R. U. Latifah et al., PENGEMBANGAN ROBOT PEMILAH SAMPAH. 2022.

[14] Suryaman, "Prototype Sistem Monitoring Ketinggian dan Berat Sampah Berbasis IoT Menggunakan Modul Wemos D1 Mini," 2022.

[15] A. G. Sahlan, "Simulasi Alat Penjaring Sampah Otomatis Berbasis Sensor Ultrasonic," pp. 463–465, 2008.

[16] T. Menggunakan, T. Jaringan, and L. Pada, "SISTEM PEMILAHAN DALAM PENGELOLAAN SAMPAH BERBASIS IOT (INTERNET OF THING) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI JARINGAN LORA PADA PLATFORM NODE-RED Kodar Udoyono *1 , Taufiq Abdulrohman #2," vol. 14, no. 2, 2021.

[17] A. Febriani, A. Hidayati, and H. Tri Saputra, "Upaya Peningkatan Sikap Peduli Lingkungan Melalui Kegiatan Ekstrakurikuler Robotik di MTSN 3 Pekanbaru," Din. J. Pengabdi. Kpd. Masy., vol. 6, no. 6, pp. 1471–1479, 2022, doi: 10.31849/dinamisia.v6i6.11514.

[18] A. Nurseptaji and R. T. Prasetio, "Rancangan Implementasi Animasi Interaktif Edukasi Pengenalan Sampah Berdasarkan Jenisnya," J. Responsif Ris. Sains dan Inform., vol. 3, no. 2, pp. 223–232, 2021, doi: 10.51977/jti.v3i2.593.

[19] A. R. Hidayat, I. Rahmawati, F. Nabilah, and K. Kunci, "PERANCANGAN DAN REALISASI SMASH ENERGY (SMART TRASH BIN WITH SOLAR ENERGY)," pp. 65–75.

[20] H. N. Kai et al., "Aplikasi Layanan Pengangkutan Sampah Berbasis Android," J. Tek. Inform., vol. 13, no. 4, pp. 1–12, 2018.