

Rancang Bangun Prototipe Robot Pembersih Lantai 3 In 1 Berbasis Mikrokontroler

Nina Nina*, Nini Firmawati, Marzuki

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 19 Januari 2022

Direvisi: 7 Februari 2022

Diterima: 11 Februari 2022

Kata kunci:

pembersih lantai
robot

sensor ultrasonik HC-SR04

sensor DHT22

sensor debu GP2Y1010AU0F

Keywords:

floor cleaner

robotic

HC-SR04 ultrasonic sensor

DHT22 sensor

GP2Y1010AU0F dust sensor

Penulis Korespondensi:

Nina

Email: nina.rahayu98@gmail.com

ABSTRAK

Lantai merupakan bagian penting dalam rumah yang berfungsi sebagai penunjang kegiatan maupun aktivitas sehari-hari. Ketika seseorang jarang mengepel lantai setelah menyapu lantai dengan rutin, justru debu yang menempel pada lantai belum sepenuhnya hilang. Hal inilah yang dapat menyebabkan berkembangnya berbagai macam kuman dan bakteri yang membahayakan tubuh penggunanya. Untuk mengatasi permasalahan di atas, maka dirancang sebuah prototipe robot pembersih lantai 3 in 1 berbasis mikrokontroler. Prototipe ini dilengkapi dengan 3 sensor yaitu sensor debu GP2Y1010AU0F digunakan untuk mendeteksi debu sehingga vacuum akan otomatis aktif. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi objek sampah, kemudian sensor DHT22 digunakan untuk mendeteksi kelembaban lantai. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dan efektivitas dari robot. Hasil pengujian kinerja menunjukkan robot mampu bergerak maju, mundur, berhenti, dan berbelok 360°. Pada pengujian kamera, kamera yang digunakan mampu menangkap objek dengan jelas. Hasil pengujian efektivitas tangan robot, robot telah berhasil mengangkat sampah hingga beban maksimal yang ditetapkan yaitu 150 g. Pada pengujian penyedotan debu oleh robot, vacuum cleaner yang digunakan dapat berfungsi dengan persentase efektivitas pembersihan rata-rata sebesar 96,33%. Pada pengujian sistem pengepelan lantai, robot mampu membaca kondisi lantai basah maupun kering dengan dan basah sesuai dengan kondisi lantai tersebut.

The floor is an important part of the house that serves as a support for daily activities and activities. When someone rarely mop the floor after sweeping the floor regularly, the dust attached to the floor has not completely disappeared. This is what can cause the development of various kinds of germs and bacteria that harm the body of its users. To overcome the above problems, a prototype of the 3 in 1 floor cleaning robot based on microcontrollers. This prototype is equipped with 3 sensors, namely the GP2Y1010AU0F dust sensor is used to detect dust so that the vacuum will automatically activate. Tests are conducted to determine the performance and effectiveness of the robot. Performance test results showed the robot was able to move forward, backward, stop, and turn 360°. In camera testing, the camera used is able to capture objects clearly. The results of testing the effectiveness of the robot hand, the robot has managed to lift the garbage to the maximum weight set is 150 g. In the test of vacuum suction by robots, the vacuum cleaner used can function with an average cleaning effectiveness percentage of 96.33%. In testing the floor mopping system, the robot is able to read the condition of the wet and dry floor with and wet according to the condition of the floor.

Copyright © 2022 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Robot diartikan sebagai gabungan dari peralatan mekanik yang bisa dikontrol oleh perangkat elektronik yang bergerak berdasarkan fungsi yang dibuat. Robot tidak harus meniru tingkah laku manusia, namun robot dapat mengadopsi salah satu dari sistem yang ada pada manusia. Sistem yang dapat diadopsi oleh robot seperti sistem pendengaran (telinga), penglihatan (mata) maupun sistem gerak. Robot dibuat dengan sistem yang bertujuan untuk mempermudah pekerjaan maupun kegiatan manusia (Supriyanto *et al.*, 2010). Berikut beberapa fungsi robot yang kehadirannya sangat dibutuhkan oleh manusia yaitu :

1. Dalam bidang industri, dapat meningkatkan produksi, akurasi, serta kualitas.
2. Dalam bidang-bidang beresiko, berbahaya, dan kotor.
3. Dalam bidang pendidikan, untuk meningkatkan minat pelajar memahami teknologi robot seperti robot lego.
4. Dalam kehidupan sehari-hari, seperti saat membersihkan rumah menggunakan alat penyedot debu otomatis, menghantarkan makanan untuk pasien di rumah sakit serta membantu kegiatan operasi dan sebagainya.

Salah satu jenis robot yang tentunya dapat mempermudah pekerjaan manusia adalah robot pembersih lantai. Robot pembersih lantai akan membantu penggunanya terhindar dari lantai kotor yang mengandung kuman dan bakteri yang dapat membahayakan tubuh penggunanya. Bakteri *Escherichia coli* dapat berkembang pesat dan mengakibatkan penyakit muntah dan diare. Selain itu, terdapat juga bakteri lain seperti *Staphylococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter spp*, *Klebsiella spp* dan *Citrobacter spp* dan *Shigella spp* yang dapat membahayakan kesehatan (Redaksi dokter sehat, 2014). Untuk mengatasi permasalahan di atas, maka diperlukan peralatan yang dapat membersihkan lantai dengan sempurna.

(Faraby *et al.*, 2017) mengembangkan robot pembersih lantai berbasis arduino, robot ini didesain dengan menggunakan LED dan fotodiode sebagai sensor proximity yang membaca garis untuk membedakan garis hitam dan putih, Robot pembersih lantai ini bekerja dengan cara mengikuti garis hitam sebagai jalur kerja robot, robot akan bekerja menggunakan sapu pada bagian depan yang berguna untuk membersihkan dan mengangkat sampah kering yang dilewatinya. Namun robot ini masih perlu dikembangkan agar tingkat pembersihan lantai menjadi optimal.

(Hermawansa and Kalsum, 2019) mengembangkan robot pembersih lantai berbasis Arduino dengan menggunakan sensor jarak ultrasonik, sensor posisi (optical flow sensors), sensor kelembaban dan sensor debu (dust sensors). Robot ini dapat berfungsi dengan baik, tetapi tingkat kebersihan lantai yang dihasilkan masih kurang karena busa pembersih yang digunakan berukuran kecil.

(Patta and Iskandar, 2019) mengembangkan prototipe robot pemungut sampah berbasis Arduino Mega dengan menggunakan sensor ultrasonik. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan komponen prototype ini dapat berfungsi dan bermanuver berdasarkan input dan output baik saat dan telah memungut sampah. Robot ini masih memiliki banyak batasan dan perlu dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan sensor ataupun kamera yang dapat mendeteksi dan membedakan objek agar dapat berfungsi lebih sempurna.

(Utama *et al.*, 2020) membuat robot sederhana pembersih lantai menggunakan sensor ultrasonik berbasis Arduino. Robot ini dapat membersihkan lantai dengan baik dan menghasilkan kinerja yang lebih efektif dibandingkan sensor proximity karena tidak memerlukan lintasan khusus. Robot ini memiliki toleransi sebesar 50 cm, sehingga dapat membaca rintangan dengan baik. Selain itu, robot ini juga dapat berbelok 180°. Akan tetapi, pada robot ini tidak didukung oleh sistem pengepelan lantai sehingga kebersihan lantai kurang maksimal.

(Fitriansyah *et al.*, 2020) membuat alat pembersih lantai berbasis Arduino Uno dan android. Alat ini akan bekerja dengan dikontrol oleh pengguna melalui smartphone android. Untuk mematikan alat ini, pengguna cukup mematikan koneksi bluetooth yang terhubung melalui smartphone android. Namun, alat yang dikembangkan oleh (Fitriansyah *et al.*, 2020) juga belum didukung dengan sistem pengepelan lantai sehingga kebersihan lantai kurang maksimal sehingga perlu pengembangan agar robot dapat berfungsi lebih baik lagi.

(Pranoto *et al.*, 2020) telah membuat sistem penyapu pada robot pembersih lantai. Robot ini mengaplikasikan kinerja dari sistem penyapu pada robot pembersih lantai dengan pengendalian Arduino Mega2560Pro yang menggunakan sistem penyapu motor DC dengan 2 kecepatan yaitu 1200

rpm dan 1000 rpm. Robot ini dapat berfungsi dengan baik, dimana efisiensi 1200 rpm bekerja lebih baik, namun masih perlu dikembangkan karena masih terdapat debu dan kotoran yang tertinggal.

Berdasarkan keterbatasan alat-alat yang sudah ada, maka dirancang sebuah prototipe robot yang dapat berfungsi 3 in 1, yaitu menyedot debu, mengangkat sampah, dan juga mengepel lantai. Alat ini dilengkapi dengan sensor debu GP2Y1010AU0F yang digunakan untuk mendeteksi debu, kemudian robot melakukan penyedotan debu menggunakan vacuum cleaner. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi sampah kemudian direspon oleh tangan robot. Robot akan memindahkan sampah pada tempat yang telah disediakan. Sensor kelembaban DHT22 digunakan untuk mendeteksi kondisi lantai kemudian robot merespon mengaktifkan pompa air untuk melakukan pengepulan lantai. Sensor mengirimkan sinyal ataupun data kepada mikrokontroler sehingga robot akan merespon dan dapat berfungsi sesuai output yang diinginkan. Robot juga dipasang kamera yang digunakan untuk mendeteksi rintangan yang akan dilalui oleh robot. Robot ini menggunakan sumber tegangan powerbank dengan kapasitas 5000 mAh.

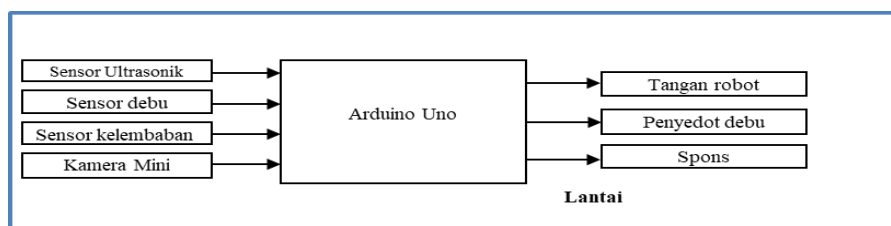
II. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah sensor ultrasonik, ESP 32 CAM, sensor kelembaban DHT22, sensor debu GP2Y1010AU0F, vacuum cleaner, roda, lengan robot, dc gear motor, motor servo, Arduino Uno, sumber tegangan powerbank 5000 mAh, PC (Personal Computer), solder, driver L298N, relai, pompa air, USB/kabel data, selang plastik, toples plastik, busa, jumper, dan air.

2.2 Perancangan Sistem

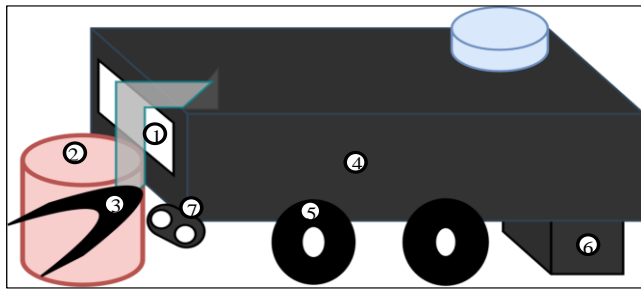
Perancangan sistem dilakukan guna untuk memaksimalkan kinerja robot sehingga robot dapat bekerja secara otomatis dalam menyedot debu, mengambil sampah dan mengepel lantai. Skema rangkaian robot dapat dilihat pada Gambar 1. Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi sampah kemudian direspon oleh tangan robot. Robot akan memindahkan sampah pada tempat yang telah disediakan. Sensor debu GP2Y1010AU0F digunakan untuk mendeteksi debu, kemudian robot melakukan penyedotan debu menggunakan vacuum cleaner. Sensor kelembaban DHT22 digunakan untuk mendeteksi kondisi lantai kemudian robot merespon mengaktifkan pompa air untuk melakukan pengepulan lantai. Pada robot juga dipasang kamera yang digunakan sebagai navigasi agar robot tidak menabrak rintangan dan halangan yang akan dilewatinya.



Gambar 1 Skema rangkaian robot

2.3 Perancangan Bentuk Fisik Robot

Gambar 2 menunjukkan bentuk fisik robot. Pergerakan robot akan dikontrol langsung oleh perangkat yang terhubung dengan kamera yang terpasang pada robot, sehingga dapat bergerak menghindari rintangan maupun halangan yang dilalui oleh robot. Robot dilengkapi sensor debu GP2Y1010AU0F untuk mendeteksi debu jika kadar debu terbaca di atas $0,38 \text{ mg/m}^3$ maka vacuum akan otomatis aktif. Selain itu, robot juga dilengkapi dengan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi objek sampah dengan jarak terbaca adalah 14 cm dari sensor. Massa maksimal yang dapat diangkat adalah 150 g. Sensor DHT22 digunakan untuk mendeteksi kelembaban lantai, jika kelembaban yang terbaca di atas 84%RH maka pompa air akan aktif selama 0,2 s dengan volume air yang dikeluarkan sebesar 2 ml. Pengujian efektivitas robot dilakukan pada lantai keramik dengan luas area yang digunakan sebesar 9600 cm^2 .



Keterangan robot:

1. Kamera
2. Vacuum cleaner
3. Tangan robot
4. Komponen utama (mikrokontroler, modul L298N, sensor kelembaban DHT22, sensor debu, relai, powerbank, wadah penampung air, selang penyalur air)
5. Roda
6. Pengepel lantai
7. Sensor ultrasonik HC-SR04

Gambar 2 Rancangan bentuk fisik robot

2.4 Pengujian dan Analisis Data

Pengujian alat dilakukan untuk menentukan bagaimana kinerja dari sistem robot yang telah dirancang. Tahap ini ditujukan untuk mengetahui sistem kerja dan ketahanan maksimal dari robot dan kecepatan respon robot dalam membersihkan lantai. Pengujian yang dilakukan adalah karakterisasi sensor ultrasonik HC-SR04, sensor DHT22, sensor debu GP2Y1010AU0F, mikrokontroler, serta rangkaian keseluruhan. Data yang diambil yaitu efektivitas robot dalam membersihkan lantai sehingga dapat diketahui bagaimana kinerja robot dalam membersihkan lantai.

Pengujian efektivitas pembersihan dilakukan pada lantai keramik dengan luas area sebesar 9600 cm² dengan massa debu total 3000 mg. Efektivitas pembersihan dihitung dengan Persamaan (1).

$$\eta = \frac{mt}{mto} \times 100\% \quad (1)$$

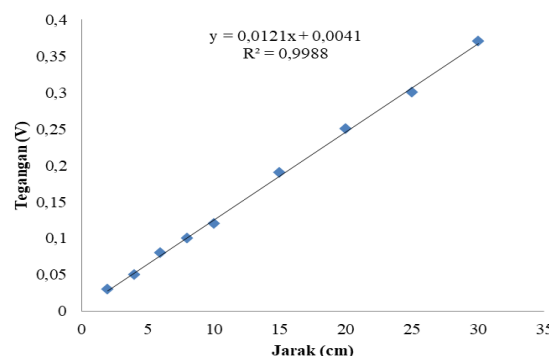
dengan η adalah efektivitas pembersihan (%), mt adalah massa debu yang tersedot (mg), dan mto adalah massa debu total (mg).

Efektivitas pengujian dari lengan robot diketahui dengan cara melakukan 5 kali pengujian terhadap suatu objek dengan massa bervariasi yaitu 25 g, 50 g, 75g, 150g, dan 151 g. Efektivitas pengepelan lantai diketahui dengan melihat respon sensor pada lantai basah dan kering kemudian pompa air akan menyalurkan air ke lantai atau tidak, sesuai dengan kondisi lantai tersebut.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui jarak dari suatu objek. Sensor ultrasonik yang digunakan dihubungkan langsung dengan mikrokontroler Arduino Uno dan diberi sumber tegangan sebesar 5 V. Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04. Semakin jauh jarak yang terbaca pada sensor ultrasonik HC-SR04, maka tegangan yang dibutuhkan juga semakin besar karena jarak objek yang terbaca sebanding dengan tegangan yang dibutuhkan. Untuk nilai persentase error rata-rata adalah sebesar 1,9 % sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik yang digunakan dapat berfungsi dengan baik dan layak untuk digunakan.



Gambar 3 Hasil pengujian sensor ultrasonik HC-SR04

3.2 Pengujian Sensor Kelembaban DHT 22

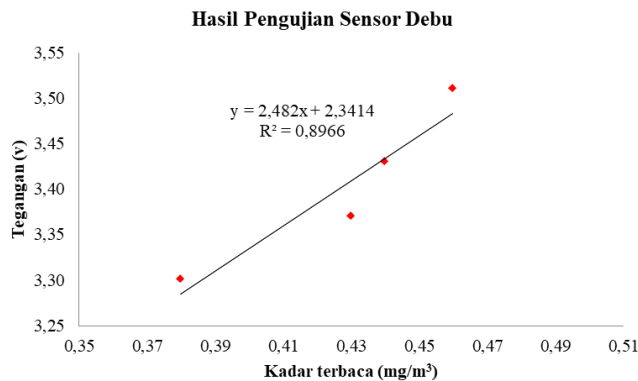
Pengujian sensor DHT22 dilakukan untuk mengetahui kondisi kelembaban pada lantai sehingga pompa air akan aktif untuk menyalurkan air pel ke lantai ketika lantai terdeteksi dalam kondisi kering dan sebaliknya. Sensor DHT22 yang digunakan dihubungkan langsung dengan mikrokontroler Arduino Uno dengan sumber tegangan sebesar 5 V. Sensor ini ditempatkan pada robot di bagian bawah dengan posisi 3 cm dari lantai. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian sensor DHT22. Kelembaban relatif pada lantai basah memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan lantai kering. Persentase error rata-rata yang didapatkan bila dibandingkan dengan alat uji higrometer adalah sebesar 1,5 %. Dengan demikian, sensor berfungsi dengan baik dan layak untuk digunakan.

Tabel 1 Hasil pengujian sensor DHT22

Kondisi	Pengujian	Kelembaban yang terbaca oleh sensor DHT22 (%RH)	Uji dengan higrometer (%RH)	Error (%)
Lantai kering	Uji 1	84,0	83	1,2
	Uji 2	83,9	82	2,3
	Uji 3	83,8	82	2,2
Lantai basah	Uji 1	85,4	84	1,7
	Uji 2	84,5	84	0,6
	Uji 3	84,9	84	1,1
Rata-rata				1,5

3.3 Pengujian Sensor Debu GP2Y1010AU0F

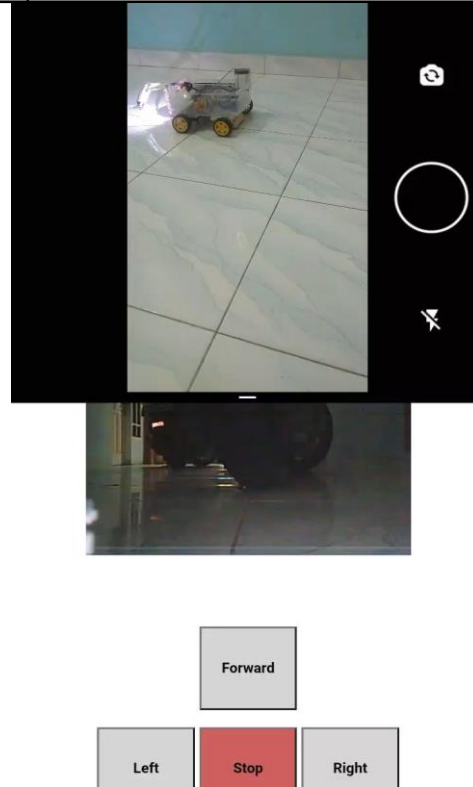
Pengujian sensor debu GP2Y1010AU0F dilakukan untuk mengetahui kadar debu pada lantai sehingga akan menginstruksikan *vacuum cleaner* untuk aktif. Sensor debu GP2Y1010AU0F yang digunakan dihubungkan langsung dengan mikrokontroler Arduino Uno dengan sumber tegangan sebesar 5 V. Sensor ini ditempatkan pada bagian bawah robot dengan posisi 3 cm dari lantai. Gambar 4 menunjukkan hasil dari pengujian sensor debu GP2Y1010AU0F. Semakin tinggi kadar yang terbaca pada sensor maka tegangan yang dibutuhkan juga semakin besar, begitupun sebaliknya.



Gambar 4 Hasil pengujian sensor debu GP2Y1010AU0F

3.4 Pengujian Pergerakan dan Kamera pada Robot

Pengujian pergerakan dan kamera pada robot dilakukan untuk mengetahui bagaimana efektivitas robot dalam melakukan pergerakan dan resolusi kamera yang digunakan. Pergerakan dan kamera pada robot terhubung langsung dengan jaringan *wi-fi* yang telah ditanamkan melalui *software* Arduino IDE sehingga dapat diakses melalui perangkat yang terhubung menggunakan *website* yang ditampilkan pada serial monitor saat menanamkan program. Gambar 5 menunjukkan tampilan kontrol pergerakan robot dan kamera pada *web*.



Gambar 5 Tampilan kontrol pergerakan robot dan kamera pada web

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa pergerakan robot berfungsi dengan baik, robot mampu bergerak maju, mundur, berhenti dan berbelok 360°. Untuk kamera yang digunakan telah mampu menangkap objek dengan baik pada ruangan terang maupun ruangan gelap karena kamera telah dilengkapi dengan *flash* penerangan. Dengan demikian pergerakan dan kamera robot dapat berfungsi dengan baik dan layak untuk digunakan.

Robot mampu bergerak dengan baik hingga jarak 20 m dari konektivitas perangkat *wi-fi* yang terhubung dengan robot. Semakin jauh jarak perangkat *wi-fi* dengan perangkat terhubung maka akan semakin lemah konektivitas *wi-fi* terhadap perangkat terhubung tersebut begitupun sebaliknya.

3.5 Pengujian Efektivitas Robot

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian terdiri dari 5 kali percobaan. Hasil efektivitas pembersihan rata-rata *vacuum cleaner* sebesar 96,33%, sedangkan efektivitas error rata-rata adalah sebesar 4,67%.

Tabel 2 Pengujian efektivitas pembersihan lantai

No	Massa debu awal (mg)	Massa debu tersisa (mg)	Massa debu yang tersedot (mg)	Efektivitas Pembersihan (%)
1	3000	90	2910	97,00
2	3000	101	2899	96,63
3	3000	110	2890	96,33
4	3000	125	2875	95,83
5	3000	125	2875	95,83
Efektivitas Rata-rata				96,33

Pengujian sistem pengepelan lantai juga dilakukan pada lantai keramik dengan luas area yang digunakan sebesar 9600 cm². Hasil pengujian terdiri dari 5 kali percobaan pada lantai kering dan lantai basah. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa sistem pengepelan robot telah mampu membaca kondisi lantai basah dan lantai kering sesuai dengan kondisi lantai, ketika lantai terdeteksi dalam kondisi kering pompa air aktif untuk menyalurkan air pel dan begitupun sebaliknya.

Pengujian lengan robot juga dilakukan sebanyak 5 kali pada daerah seluas 9600 cm². Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3. Dari 5 percobaan yang telah dilakukan hanya sekali terjadi kegagalan yaitu ketika massa objek melebihi 150 g.

Tabel 3 Hasil efektivitas lengan robot

No	Kondisi Servo	Massa Sampah (g)	Keterangan
1	Aktif	25	Berhasil, sampah terangkat dan robot dapat berjalan dengan baik
2	Aktif	50	Berhasil, sampah terangkat dan robot dapat berjalan dengan baik
3	Aktif	75	Berhasil, sampah terangkat dan robot dapat berjalan dengan baik
4	Aktif	150	Berhasil, sampah terangkat dan robot dapat berjalan dengan baik
5	Aktif	151	Tidak berhasil, sampah tidak terangkat dan robot tidak dapat berjalan dengan baik

IV. KESIMPULAN

Hasil pengujian kinerja menunjukkan pergerakan robot dapat dikontrol hingga jarak 20 m, robot mampu bergerak maju, mundur, berhenti, dan berbelok 360°. Pada pengujian kamera, kamera yang digunakan mampu menangkap objek dengan jelas. Kemudian, hasil pengujian efektivitas robot, pada pengujian efektivitas tangan robot, dari 5 percobaan yang telah dilakukan robot telah mampu mengangkat beban hingga beban maksimal yang telah ditetapkan, yaitu sebesar 150 g. Pada pengujian penyedotan debu oleh robot, vacuum cleaner yang digunakan dapat berfungsi dengan persentase efektivitas eror rata-rata sebesar 3,67%. Kemudian pengujian sistem pengepelan lantai, robot mampu membaca kondisi lantai basah dan lantai kering sesuai dengan kondisi lantai tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek) Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Faraby, M.D., Akil, M., Fitriati, A. and Isminarti, I. (2017), "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Berbasis Arduino", *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, Vol. 5 No. 1, pp. 70–76.
- Fitriansyah, A., Esmeralda, G.N. and Setiadi, D. (2020), "Alat Pembersih Lantai Berbasis Arduino Uno dan Android", *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, Vol. 6 No. 1, pp. 72–84.
- Hermawansa, H. and Kalsum, T.U. (2019), "Analisis kinerja sensor pada robot pendeteksi kotoran debu dan air", *ILKOM Jurnal Ilmiah*, Vol. 11 No. 1, pp. 53–58.
- Patta, A.R. and Iskandar, I. (2019), "Prototype Robot Pemungut Sampah Berbasis Arduino Mega", *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, Vol. 3 No. 2, pp. 155–164.
- Pranoto, H., Sutisna, S.P. and Sutoyo, E. (2020), "Rancang Bangun Sistem Penyapu pada Robot Pembersih Lantai", *MEKANIKA*, Vol. 1 No. 2.
- Redaksi dokter sehat. (n.d.). "No Title", available at: <https://doktersehat.com/jarang-membersihkan-lantai-beresiko-menyebabkan-berbagai-penyakit/> (accessed 20 January 2021).
- Supriyanto, R., Hustinawati, R.W., Nugraini, A.B., Kurniawan, Y.P. and Sa'ad, A. (2010), *Robotika*, Universitas Gunadarma. Tangerang.
- Utama, S.N., Muriyatmoko, D. and Hekmatyar, F. (2020), "Rancang Bangun Robot Sederhana Pembersih Lantai Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino", *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, Vol. 8 No. 2, pp. 154–159.