

Perancangan dan Implementasi Robot Pembersih Lantai Otomatis Menggunakan Sensor Debu dan Ultrasonik

Gregorius Varian Seniman¹, Christy Mahendra^{#2}, Putu Samuel Prihatmajaya³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Yos Sudarso
Jl. SMP 5, Windusara, Karangklesem, Kec. Purwokerto Sel., Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53144, Indonesia

¹gregorius.201903009@student.stikomyos.ac.id

^{#2}chrisma@stikomyos.ac.id

³putu.samuel@stikomyos.ac.id

Dikirim pada 03-11-2024, Direvisi pada 11-11-2024, Diterima pada 02-12-2024

Abstrak

Pembersihan lantai di XYZ masih dilakukan secara manual, sedangkan petugas kebersihan yang bekerja hanya berjumlah 2 orang dan petugas tersebut tidak selalu bertugas membersihkan lantai. Pekerjaan mereka sangat berat sehingga memerlukan bantuan alat atau fasilitas untuk membantu mereka dan teknologi dapat diterapkan dalam pekerjaan tersebut. Oleh karena itu, perlu dirancang suatu robot pembersih lantai dengan menggunakan sensor debu dan sensor ultrasonik yang dapat diaplikasikan dalam membersihkan lantai. Pada penelitian ini, robot pembersih lantai menggunakan mikrokontroler arduino nano, motor driver L298N, sensor ultrasonik, sensor inframerah, sensor debu, sensor air, kipas, pompa air, dan motor stepper. Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi sensor inframerah dalam mendeteksi lantai sebesar 100%. Akurasi sensor ultrasonik dalam mendeteksi benda atau halangan di depannya sebesar 92%. Akurasi pompa air akan menyala setiap 10 detik sebesar 99.444%. Akurasi vakum akan mati jika lantai basah sebesar 100%. Serta akurasi robot dalam berbelok 90 derajat sebesar 92.556%.

Kata Kunci: robot, arduino, ultrasonik.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC BY-SA](#).



Penulis Koresponden:

Christy Mahendra

Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Yos Sudarso Jl. SMP 5, Windusara, Karangklesem, Kec. Purwokerto Sel., Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53144, Indonesia Email: chrisma@stikomyos.ac.id

I. PENDAHULUAN

Lingkungan yang bersih akan memberikan manfaat bagi manusia, karena kebersihan merupakan salah satu faktor terwujudnya kesehatan, sedangkan lingkungan yang kotor akan memberikan masalah yang besar [1]. Oleh karena itu, kegiatan membersihkan merupakan salah satu kegiatan rutin yang penting dilakukan di setiap ruangan seperti ruang institusi, kantor, tempat umum, dan sebagainya [2]. Untuk itu, kegiatan kebersihan yang penting tersebut berupa kegiatan membersihkan lantai. Namun, dengan meningkatnya beban kerja dan laju kehidupan yang cepat, kegiatan membersihkan lantai, yang dianggap tugas berulang, membosankan, melelahkan, dan memakan waktu, menciptakan efek buruk pada kualitas hidup manusia [3]. Beban kerja ini menyebabkan manusia tidak sempat memperhatikan kebersihan dalam lingkungan tersebut, misalnya kondisi lantai gazebo dan ruangan XYZ yang tidak dibersihkan secara teratur, padahal membersihkan lantai pada tempat umum tidak cukup dengan hanya dilakukan pada pagi atau sore hari, melainkan petugas kebersihan harus selalu siap untuk membersihkan lantai tersebut.

Keadaan ruangan di XYZ pada umumnya, menjadi tugas dan tanggung jawab yang dilakukan oleh petugas kebersihan, sedangkan petugas kebersihan di XYZ hanya berjumlah 2 petugas kebersihan, sehingga

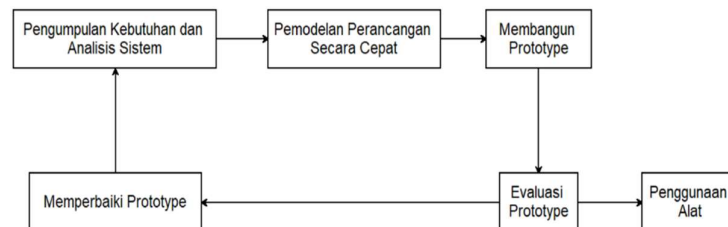
petugas kebersihan tidak bisa selalu di tempat untuk membersihkan lantai, maka karyawan memiliki banyak pekerjaan. Oleh karena itu, para petugas tersebut membutuhkan bantuan alat atau sarana yang sesuai dengan perkembangan teknologi, sehingga pekerjaan manusia dalam kehidupan sehari-hari menjadi lebih mudah dengan adanya alat teknologi tersebut yang berupa robot sebagai alat bantu [4].

Robot memasuki pasaran konsumen di bidang alat pembantu rumah tangga. Salah satu jenis robot yang dapat membantu mengerjakan tugas tersebut adalah robot pembersih lantai [5]. Robot pembersih lantai memiliki banyak variasi keahlian, seperti menyapu, mengambil sampah, mengepel, penghisap debu, dan sebagainya [6]. Meskipun robot pembersih lantai telah tersedia di pasaran dengan berbagai kemampuan seperti menyapu, mengepel, dan menghisap debu, kenyataannya masih banyak masyarakat yang belum memanfaatkan teknologi ini dan tetap melakukan pembersihan lantai secara manual. Hal ini menjadi perhatian, terutama pada tempat umum seperti ruangan di XYZ, di mana jumlah petugas kebersihan terbatas dan beban kerja mereka sangat tinggi. Ketidakhadiran teknologi robot dalam mendukung tugas-tugas kebersihan ini menunjukkan adanya kesenjangan dalam penerapan teknologi untuk meringankan pekerjaan berulang yang membosankan dan melelahkan. Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengembangkan dan mengadaptasi teknologi robot pembersih lantai yang lebih terjangkau, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat serta lingkungan tempat umum seperti XYZ.

Oleh karena itu, peneliti merancang robot pembersih lantai yang dapat melakukan pembersihan vakum dan mengepel lantai secara otomatis sehingga membantu mengurangi beban kerja karyawan dan kebersihan lantai XYZ dapat terjaga karena dibersihkan secara teratur. Alat ini dilengkapi dengan sensor air untuk mendeteksi kebasahan lantai yang kemudian akan mematikan pembersihan vakum atau penyedot debu dan pompa air untuk mengepel lantai. Robot juga dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi halangan di depannya agar dapat menghindari halangan tersebut. Sensor inframerah juga dipasang di bagian bawah robot untuk mendeteksi lantai agar tidak jatuh ketika terdapat lantai yang lebih rendah. Serta sensor debu untuk mendeteksi densitas partikel debu. .

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *prototype* dimana pengembangan dan pelanggan dapat saling berinteraksi selama proses pembuatan alat. Dalam metode *prototype*, perangkat yang dihasilkan dipresentasikan kepada pelanggan, kemudian pelanggan akan memberikan masukan dan kritikan sehingga perangkat yang dihasilkan sesuai dengan keinginan pelanggan. Proses ini dapat dilakukan berulang-ulang hingga pelanggan puas dengan perangkat yang dikembangkan. Secara garis besar tahapan model *prototype* mempunyai langkah-langkah sebagai berikut: pengumpulan kebutuhan dan analisis sistem, pemodelan perancangan secara cepat, membangun *prototype*, evaluasi *prototype*, memperbaiki sistem, dan penggunaan alat.



Gambar 1. Metode *Prototype*

Tahap pertama dalam metode *prototype* yaitu pengumpulan kebutuhan dan analisis sistem yang bertujuan untuk mengetahui langkah apa dan permasalahan yang akan dibuat dan dipecahkan. Tahap kedua yaitu pemodelan perancangan secara cepat yang akan digunakan untuk acuan dalam pembuatan *prototype*. Tahap ketiga yaitu membangun *prototype* sesuai dengan pengumpulan kebutuhan dan pemodelan perancangan yang telah dilakukan. Tahap ketiga yaitu evaluasi *prototype* yang bertujuan sebagai penentu kesesuaian dengan pelanggan. Jika *prototype* belum sesuai dengan keinginan pelanggan maka akan ke tahap memperbaiki *prototype*. Tahap memperbaiki *prototype* dilakukan untuk menyempurnakan *prototype* sesuai dengan evaluasi yang kembali ke tahap pertama agar memenuhi kebutuhan. Jika evaluasi *prototype* sesuai dengan kebutuhan maka akan ke tahap terakhir yaitu penggunaan sistem. Setelah sistem selesai dibuat maka sistem dapat digunakan oleh pelanggan dan adanya *maintenance* agar sistem terjaga dan berfungsi dengan semestinya [7].

A. Perhitungan Daya Hisap Vakum

Untuk menghitung daya hisap vakum, pertama perlu menentukan kecepatan vakum dengan menggunakan persamaan kecepatan sudut dengan kecepatan linier sebagai berikut:

$$v = \omega \cdot r \quad (1)$$

Keterangan:

v = kecepatan aliran udara (m / s)

ω = kecepatan sudut (rad / s)

r = jari-jari (m)

Setelah menghitung kecepatan hisap vakum, maka perlu menghitung kapasitas udara yang dihisap dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Q = v \cdot A \quad (2)$$

Keterangan:

Q = kapasitas (m^3 / s)

v = kecepatan aliran udara (m / s)

A = luas penampang (m^2)

Setelah menghitung kapasitas hisap vakum, maka dapat menghitung daya yang dibutuhkan vakum untuk menghisap campuran udara dan debu agar dapat menghisap dengan optimal dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h \quad (3)$$

Keterangan:

P = daya yang dibutuhkan (W)

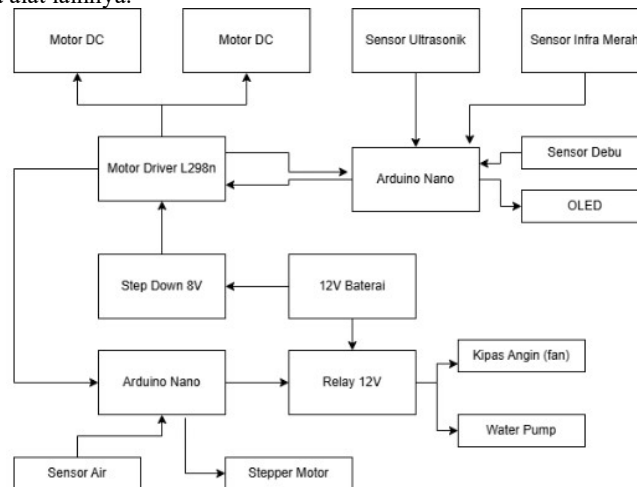
ρ = massa jenis (kg / m^3)

Q = kapasitas hisap (m^3 / s)

g = gaya gravitasi (m / s^2)

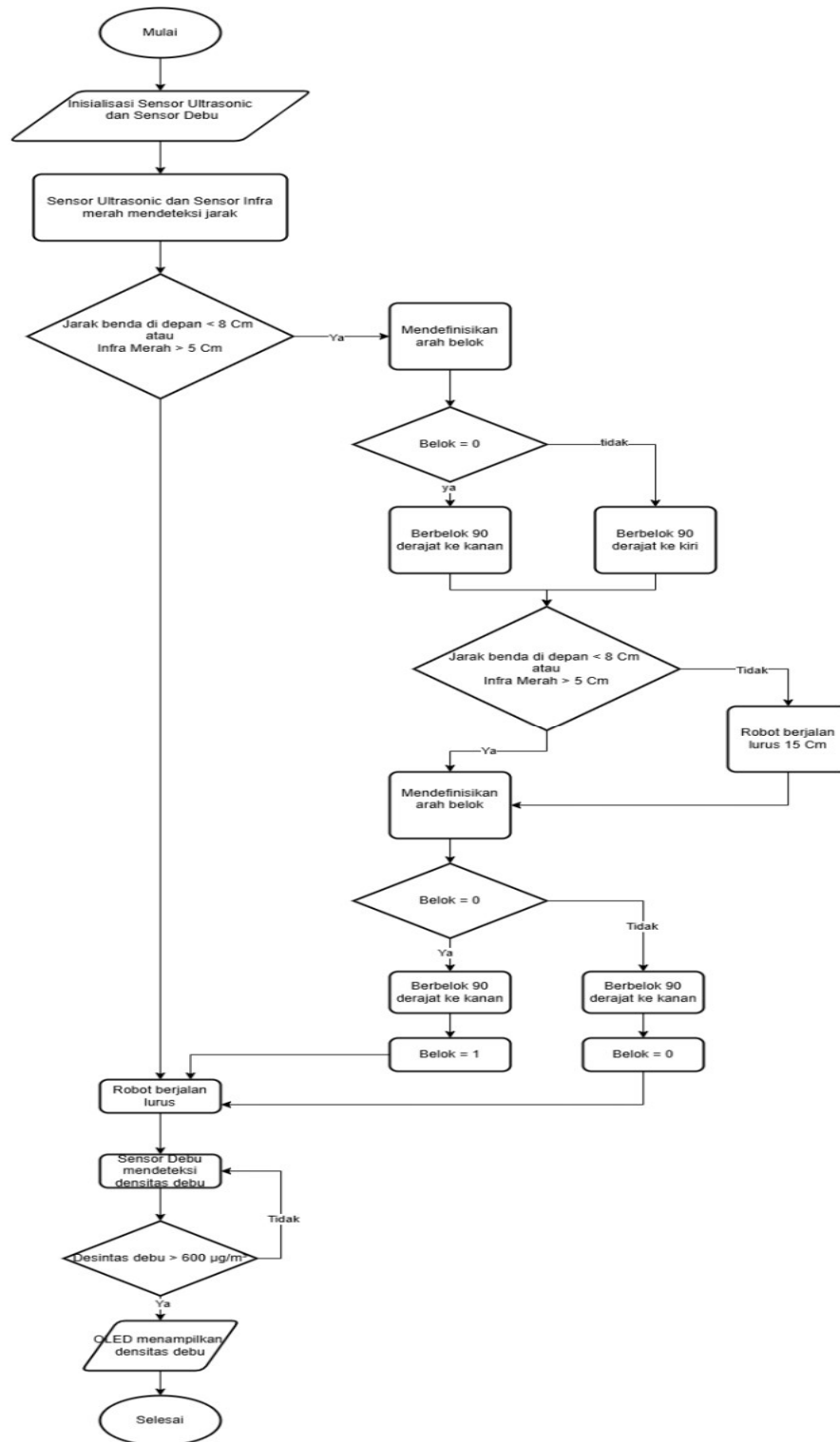
B. Perancangan Sistem

Untuk memudahkan proses perancangan dan cara kerja masing-masing rangkaian maka dibuat diagram blok. Hal ini sangat penting karena dalam pembuatan suatu alat setiap rangkaian saling berhubungan dan mempengaruhi kinerja alat lainnya.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

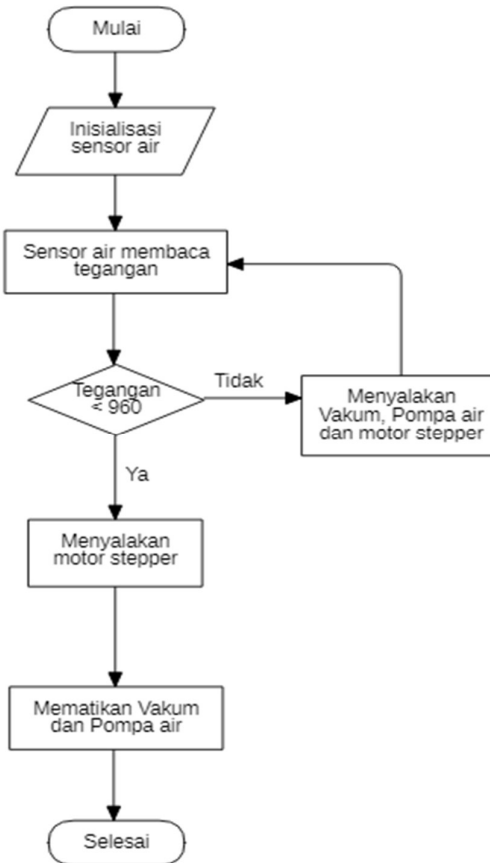
Blok diagram sistem pada Gambar 2 menjelaskan bahwa arduino nano sebagai pusat kontrol. Sensor ultrasonik, sensor debu, dan motor driver L298N memberikan *input* ke arduino nano. Arduino nano memberikan *output* ke motor driver L298N dan relay. Motor driver L298n memberikan *output* ke motor DC. Relay memberikan *output* ke motor DC, kipas, dan water pump. Motor DC akan menyala untuk memutar roda dan pel. Kipas menyala untuk melakukan pembersihan vakum. Water pump menyala untuk meneteskan air.



Gambar 3. Flowchart Sistem Robot Bergerak

Gambar 3 menunjukkan alur sistem Bergeraknya robot dengan sensor ultrasonik, sensor inframerah dan sensor debu. Pertama, sensor ultrasonik menghitung jarak objek di depannya dan sensor inframerah mendeteksi lantai. Jika jarak objek di depan lebih dari 8 cm dan jarak lantai kurang dari 5 cm, maka robot

akan berjalan lurus. Namun, jika jarak benda di depan kurang dari 8 cm atau jarak lantai lebih dari 5 cm, maka robot akan berbelok/berputar 90 derajat. Untuk menentukan arah belok akan menggunakan variabel belok dimana jika variabel belok bernilai 0, maka robot akan berbelok ke kanan. Sedangkan jika variabel belok bernilai 1, maka robot akan berbelok ke kiri. Kemudian robot akan mendeteksi densitas debu yang akan ditampilkan OLED.



Gambar 4. Flowchart Sistem Pembersih Lantai Robot

Gambar 4 menunjukkan alur sistem robot dalam membersihkan lantai. Pertama sensor air akan membaca tegangan, Jika tegangan tersebut lebih dari 960 atau lantai kering, maka robot akan menyalakan vakum, pompa air, dan motor stepper. Sedangkan, jika tegangan tersebut kurang dari 960 atau lantai basah, maka robot akan mematikan vakum dan pompa air.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembuatan robot pembersih lantai dengan menggunakan sensor debu dan sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Implementasi Alat

Penggunaan sensor inframerah berfungsi untuk mengetahui adanya lantai atau tidak sehingga robot dapat menghindari dan tidak jatuh. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur jarak antara sensor dan lantai dengan menggunakan penggaris. Sensor inframerah akan aktif jika berjarak kurang dari 5 cm.

Pengujian ini dilakukan dengan menghitung tingkat akurasi sensor inframerah dengan menggunakan rumus [9]:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ percobaan\ berhasil}{Total\ percobaan} \times 100\% \quad (4)$$

TABEL I. Pengujian Sensor Inframerah

No.	Jarak Lantai (cm)	Sensor IR	Keterangan
1	0	Mendeteksi	Berhasil
2	1	Mendeteksi	Berhasil
3	2	Mendeteksi	Berhasil
4	3	Mendeteksi	Berhasil
5	4	Mendeteksi	Berhasil
6	5	Mendeteksi	Berhasil
7	6	Tidak Mendeteksi	Berhasil
8	7	Tidak Mendeteksi	Berhasil
9	8	Tidak Mendeteksi	Berhasil
10	9	Tidak Mendeteksi	Berhasil

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa sensor inframerah bekerja dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari akurasi sensor inframerah sebesar 100% yang akan mendeteksi lantai kurang dari 5 cm. Penggunaan sensor ultrasonik berfungsi untuk menghitung jarak benda atau halangan di depan robot. Robot akan berbelok jika sensor ultrasonik mendeteksi benda dengan jarak kurang dari 8 cm.

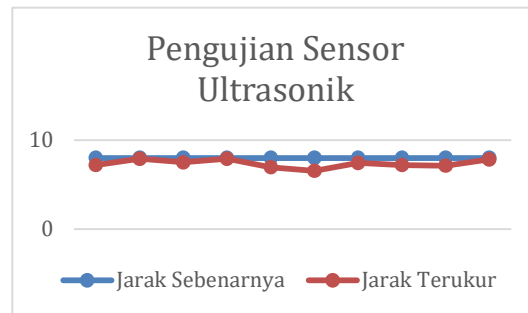
Pengujian selanjutnya adalah pengujian sensor ultrasonik. Berdasarkan pengujian pada Tabel 2. persentase error dapat dihitung dengan menggunakan rumus [10]:

$$Error = \frac{Jarak\ Sebenarnya - Jarak\ Terukur}{Jarak\ Sebenarnya} \times 100\% \quad (5)$$

TABEL II. Pengujian Sensor Ultrasonik

No.	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Terukur (cm)	Error (%)
1	8	7.19	10.125
2	8	7.91	1.125
3	8	7.50	6.25
4	8	7.91	1.125
5	8	6.95	13.125
6	8	6.55	18.125
7	8	7.42	7.25
8	8	7.19	10.125
9	8	7.14	10.75
10	8	7.84	2
Rata – rata error			8

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa sensor ultrasonik mendeteksi benda dengan eror terbesar 18.125% pada jarak 6.55 cm.



Gambar 6. Hasil Error Sensor Ultrasonik

Gambar 6 menunjukkan eror terkecil dengan nilai 1.125% pada jarak 7.91 cm. Rata-rata eror dari pengujian sensor ultrasonik dengan total 10 pengujian adalah sebesar 8%.

Tahap ini, peneliti menguji pompa air yang akan digunakan untuk penyemprotan lantai. Pompa air akan menyala setiap 10 detik untuk mengepel lantai. Pengujian dilakukan dengan menghitung selisih waktu di antara pompa menyala. Berdasarkan pengujian pada Tabel III persentase eror dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Error = \frac{Waktu Sebenarnya - Waktu Terukur}{Waktu Sebenarnya} \times 100\% \quad (6)$$

TABEL III. Pengujian Pompa Air

No.	Waktu (detik)	Interval Pompa Menyala (detik)	Error (%)
1	10	10.055	0.55
2	10	10.057	0.57
3	10	10.055	0.55
4	10	10.056	0.56
5	10	10.055	0.55
6	10	10.056	0.56
7	10	10.055	0.55
8	10	10.056	0.56
9	10	10.056	0.56
10	10	10.055	0.55
Rata – rata error			0.556

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa pompa air bekerja dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari akurasi sebesar 99.444%. Pompa air akan menyala setiap 10 detik.

Pengujian selanjutnya adalah pengujian robot bergerak. Ada beberapa pengujian robot yaitu, pengujian berbelok, pengujian kecepatan berjalan robot, dan pengujian daya hisap vakum. Robot akan berputar 90 derajat jika sensor ultrasonik mendeteksi halangan di depannya atau sensor inframerah tidak mendeteksi lantai. Pengujian ini dilakukan dengan menghitung putaran robot dengan menggunakan busur.

TABEL IV. Pengujian Berbelok Robot

No.	Putaran (derajat)	Putaran Robot Menggunakan Busur (derajat)	Error (%)
1	90	84	6.667
2	90	86	4.444
3	90	100	11.111
4	90	98	8.889
5	90	93	3.333
6	90	91	1.111
7	90	87	3.333
8	90	99	10
9	90	75	16.667
10	90	82	8.889
Rata – rata error			7.444

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa robot dapat berbelok dengan error terbesar 16.667% yaitu 75 derajat. Dan error terkecil dengan nilai 1.111% yaitu 91%. Rata-rata error dari pengujian putaran robot dengan total 10 pengujian adalah sebesar 7.444%.

Pengujian daya hisap debu akan ditampilkan OLED. Penggunaan OLED berfungsi untuk menampilkan hasil sensor debu. Sensor debu akan memberikan informasi mengenai densitas partikel debu yang ada di udara. Hasil pengujian sensor debu dengan tampilan OLED ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan OLED Hasil Data Debu

Robot pengisap debu bergerak dengan kecepatan terukur. Pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung waktu yang dibutuhkan robot untuk menempuh jarak 1 meter dengan menggunakan *stopwatch*. Berdasarkan pengujian kecepatan robot dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$v = \frac{S}{t} \quad (7)$$

Keterangan:

v= kecepatan robot

s= jarak yang ditempuh

t= waktu yang diperlukan

TABEL V. Pengujian Kecepatan Robot

No.	Jarak (m)	Waktu (detik)	Kecepatan Robot (m/s)
1	1	7.52	0.1329
2	1	8.37	0.1194
3	1	7.59	0.1317
4	1	8.16	0.1225
5	1	7.76	0.1288
6	1	7.49	0.1335
7	1	8.08	0.1237
8	1	8.17	0.1223
9	1	7.70	0.1298
10	1	8.18	0.1222
Rata – rata kecepatan robot			0.12668

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa rata-rata kecepatan robot yang didapatkan mencapai 0.12668 m/s atau 12.668 cm/s dengan 10 kali percobaan.

Robot ini berfungsi untuk menghisap debu partikel. Untuk menentukan daya hisap vakum, pertama menghitung kecepatan hisap vakum dengan menggunakan persamaan kecepatan sudut dengan kecepatan linier sebagai berikut:

$$v = \omega \cdot r \quad (1)$$

Dimana rumus diterapkan dengan perhitungan berikut:

$$v = 1675,51 \cdot 1,9 \times 10^{-2}$$

$$v = 3183,47 \times 10^{-2}$$

$$v = 31,84 \text{ m/s}$$

Pada persamaan (1), ω merupakan kecepatan yang didapatkan dari kipas, sedangkan r merupakan jari-jari kipas. Setelah menghitung kecepatan hisap vakum, maka perlu menghitung kapasitas udara yang dihisap dengan menggunakan persamaan (2).

$$Q = v \cdot A \quad (2)$$

Dimana rumus tersebut diterapkan dengan perhitungan berikut:

$$Q = 31,84 \cdot 24,32 \times 10^{-4}$$

$$Q = 774,35 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Pada persamaan (2), v merupakan hasil dari perhitungan persamaan (1) yaitu kecepatan hisap vakum, dan A merupakan luas penampang hisap vakum.

Setelah menghitung kapasitas hisap vakum, maka dapat menghitung daya yang dibutuhkan vakum untuk menghisap campuran udara dan debu agar dapat menghisap dengan optimal dengan menggunakan persamaan (3).

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h \quad (3)$$

Dimana rumus tersebut diterapkan dalam perhitungan berikut:

$$P = 210 \cdot 9,81 \cdot 774,35 \times 10^{-4} \cdot 5,6 \times 10^{-2}$$

$$P = 8933335,236 \times 10^{-6}$$

$$P = 8,93 \text{ W}$$

Pada persamaan (3), ρ merupakan massa jenis debu yang dihisap, g merupakan gaya gravitasi bumi, Q merupakan hasil dari perhitungan persamaan (4), dan h merupakan tingginya dalam melakukan hisap vakum.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi sistem, diperoleh: 1) Prototipe robot pembersih lantai dengan menggunakan sensor debu dan sensor ultrasonik berhasil dibuat dengan menggunakan mikrokontroler arduino nano sebagai pengendali sistem; 2) Robot akan berbelok jika ada halangan atau tidak terdeteksi lantai di depannya; 3) Akurasi sensor inframerah dalam mendeteksi lantai sebesar 100%. Sensor hanya akan mendeteksi lantai kurang atau sama dengan 5 cm; 4) Akurasi sensor ultrasonik dalam mendeteksi halangan atau benda di depannya sebesar 92%; 5) Akurasi pompa air dalam meneteskan air setiap 10 detik untuk mengepel lantai sebesar 99.444%; 6) Rata – rata kecepatan robot mencapai 0.12668 m/s.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Irawan, Muhandi, R. Ordila, and R. Diandra, "Automatic floor cleaning robot using arduino and ultrasonic sensor," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 2, no. 4, pp. 240–243, 2021.
- [2] T. Verma and A. Mishra, "Development of robot model for cleaning open space," *Mater Today Proc*, vol. 22, pp. 1803–1811, 2019.
- [3] M. A. V. J. Muthugala et al., "Expressing attention requirement of a floor cleaning robot through interactive lights," *Autom Constr*, vol. 110, no. November 2019, p. 103015, 2020.
- [4] A. Muis and M. I. Thirafi, "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Dengan Sensor Suara," *Sinusoida*, vol. 22, no. 4, pp. 54–64, 2020.

-
- [5] Y. D. Widiarto, M. E. I. Najoan, and M. D. Putro, "Sistem Penggerak Robot Beroda Vacuum Cleaner Berbasis Mini Computer Raspberry pi," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 25–32, 2018.
 - [6] S. Monika, K. Aruna Manjusha, S. V. S. Prasad, and B. Naresh, "Design and implementation of smart floor cleaning robot using android app," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, vol. 8, no. 4S2, pp. 250–252, 2019.
 - [7] R. Ordila, Y. Irawan, Yulanda, and Putra, "Penerapan Alat Kendali Kipas Angin Menggunakan Microcontroller Arduino Mega 2560 dan Sensor DHT22 Berbasis Android," *Riau Journal of Computer Science*, vol. 06, no. 02, pp. 101–106, 2020.
 - [8] E. Suwanto, T. Budisantoso, and Paryono, "Aplikasi Mesin Penyedot Debu Pada Industri Kecil Kerajinan Tempurung Kelapa Application Of Dust Collector In Small Industries Of Coconut Shell Craft," *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, vol. 1, pp. 704–707, 2018.
 - [9] A. Z. Hasibuan and M. S. Asih, "Rancang Bangun Robot Vacum Cleaner Berbasis Mikrokontroler dengan Pengendali Smartphone Android," *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan)*, vol. 4, no. 1, pp. 116–120, 2019.
 - [10] E. A. Karina, Azhar, and M. Kamal, "Rancang Bangun Sistem Telemetry Untuk Monitoring Sampah Pada Bak Penampung," *Jurnal TEKTRO*, vol. 1, no. 2, pp. 17–22, 2018.