

Robot Pembersih Lantai Otomatis Berbasis Arduino Uno

Muhammad Ihsan*)¹, Made Rahmawaty²

^{1,2}Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika, Jurusan Teknologi Industri, Politeknik Caltex Riau, Indonesia

*)Corresponding author, ihsan16tm@alumni.pcr.ac.id

Abstrak

Robot pembersih lantai adalah robot yang dapat melakukan kegiatan bersihkan yang sederhana seperti menyapu dan mengepel. Pada dasarnya tujuan pembuatan robot adalah untuk mempermudah pekerjaan manusia, apalagi kemajuan zaman menuntut manusia lebih efektif dan efisien. Dalam urusan membersihkan rumah terkadang seseorang terlalu mengabaikannya, untuk itu dibuatlah robot atau alat pembersih lantai agar mempermudah dalam membersihkan lantai. Beberapa penelitian telah banyak dikembangkan salah satunya ialah robot berkaki dan robot beroda, robot bergerak bisa dengan cara dikontrol menggunakan *remote control* dan dapat bergerak secara bebas atau otomatis. *Remote* yang mengontrol pergerakan robot, di kontrol langsung oleh manusia. Sedangkan robot yang bergerak secara otomatis, karena robot memiliki beberapa kemampuan untuk merespon beberapa informasi dari luar yang dibaca oleh sensor. Pada penelitian ini sendiri, robot pembersih lantai yang dirancang dikendalikan secara otomatis menggunakan sensor *ultrasonic* dengan *Arduino Uno* sebagai otak robot. Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapat, robot ini mampu membersihkan lantai ukuran 2x2 meter selama 3 menit 32 detik dengan persentase 97,44%, serta robot mampu beroperasi selama 5 jam 14 menit.

Abstract

Floor cleaning robot is robot that can carry out simple cleaning activities such as sweeping and mopping. Basically the purpose of making robots is to facilitate human work, allotted to the time people need more effective and efficient humans. In matters of cleaning the house sometimes someone is too ignorant. for this reason a robot or floor cleaning tool is made to make it easier to clean the floor. Several studies have been developed, one of which is legged robots and wheeled robots, mobile robots can be controlled using a remote control and can move freely or automatically. Remote that controls the movement of robots, in direct control by humans. While robots that move automatically, because the robot has several abilities to respond to some information from outside that is read by the sensor. This cleaning robot is controlled automatically using an ultrasonic sensor with Arduino Uno as a robot brain. This robot is able to clean a floor size of 2x2 meters for 3 minutes 32 seconds with a percentage of 97.44%, and the robot is able to operate for 5 hours 14 minutes

INFO.

Info. Artikel:

No. 397

Received. May, 24, 2023

Revised. June, 5, 2023

Accepted. June, 08, 2023

Page. 332 - 344

Kata kunci:

- ✓ Vacuum Robot
- ✓ Arduino Uno
- ✓ Ultrasonic
- ✓ Automatic robot

PENDAHULUAN

Rumah, ruangan, maupun tempat tertutup lainnya adalah tempat aktivitas manusia. Seseorang dapat menghabiskan hampir 90% waktunya di dalam ruangan. Namun, Salah satu permasalahan yang sering dihadapi di ruangan tertutup adalah kurangnya simpati mengenai kebersihan ruang. Selain itu, karena tuntutan pekerjaan yang banyak saat ini menyebabkan banyak orang tidak sempat lagi memperhatikan kebersihan ruangan tempat tinggal mereka. Tentunya permasalahan tersebut sangat mempengaruhi kehidupan manusia, maka dari itu berkembangnya teknologi saat ini memacu semangat manusia untuk menciptakan suatu alat yang dapat membantu pekerjaan yaitu robot [1]. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini sangat pesat, terutama dibidang teknologi elektronika. Perkembangan ilmu teknologi elektronika ini juga mempengaruhi kehidupan masyarakat

untuk melangkah lebih maju, praktis, dan *simple*. Salah satu perkembangan dibidang teknologi elektronika adalah otomatis robot.

Otomatis robot merupakan definisi dari seperangkat mekanis yang dapat diperintah melakukan tugas fisik dengan menggunakan pengawasan dan kontrol manusia atau menggunakan program yang sudah dirancang atau ditentukan sebelumnya (kecerdasan buatan). Istilah robot berasal dari kata Chech "robot" yaitu pekerja [2]. Otomatis robot juga dipahami sebagai mesin yang dapat diprogram dan mampu melakukan tugas kompleks dengan minimal intervensi manusia [3]. Salah satu kemampuan otomatis robot yang canggih adalah mampu melakukan adaptasi pada lingkungan sekitarnya. Kemampuan ini merupakan analogi terhadap kemampuan manusia secara khusus yang dikenal juga dengan otomatis robot [4]. Otomatis robot sangat dibutuhkan dalam kehidupan ini, apalagi kemajuan zaman menuntut pekerjaan manusia yang efektif dan efisien. Maka dari itu, untuk membantu pekerjaan manusia, dalam menjalankan tugasnya dapat dikontrol langsung oleh manusia ataupun bekerja secara otomatis sesuai program yang telah ditanamkan pada chip kontroler robot. Perancangan robot dapat diprogramkan sesuai dengan kebutuhan. Robot pembersih lantai yang telah berkembang dan semakin canggih, salah satu contohnya robot pembersih lantai dari Xiaomi. Xiaomi Mi Robot Vacuum dibekali 12 sensor berbeda agar bisa bergerak bebas, pintar, dan aman di area lantai rumah.



Gambar 1. Robot pembersih lantai Xiaomi

Perkembangan ilmu elektronika saat ini pun juga menghasilkan beberapa jenis robot yang berbeda di antaranya robot beroda, robot berkaki, robot humanoid, robot pengintai, dan robot domestik digunakan di rumah. Namun, pengendalian robot tersebut dapat melalui *smartphone*. Salah satu contoh pengendali robot yang membantu manusia dalam bekerja adalah robot Pembersih lantai yang dikendalikan *smartphone* [5]. Beberapa penelitian telah banyak dikembangkan salah satunya ialah robot berkaki dan robot beroda. Robot bisa bergerak dengan cara dikontrol menggunakan remote control dan dapat bergerak secara bebas atau otomatis. Remote yang mengontrol pergerakan robot, di kontrol langsung oleh manusia, sedangkan robot yang bergerak secara otomatis karena robot memiliki beberapa kemampuan untuk merespon beberapa informasi dari luar yang dibaca oleh sensor. Salah satu contoh robot otomatis adalah robot pembersih lantai. Akan tetapi robot ini hanya dapat membersihkan lantai dengan cara mengepel saja [6]-[7]. Penelitian tentang robot otomatis sudah banyak dilakukan, namun tidak masih ada beberapa kekurangan yang ditemukan. Salah satunya sensor ultrasonik sebagai anti penghalang (*avoider*) pada robot penyedot debu otomatis sehingga robot tersebut berjalan otomatis untuk menyedot debu di lantai, cara ini kurang efektif membersihkan lantai karena hanya memanfaatkan *vacuum cleaner* mesin sebagai pembersihnya [8].

Melihat dari permasalahan tersebut maka dibuat suatu sistem robot yang dapat bekerja secara otomatis menggunakan sensor *ultrasonic* yang dapat merespon rintangan, serta dapat membersihkan lantai secara efisien. Robot pembersih ini didesain dengan mekanisme seperti menyapu, menyedot, dan mengepel sehingga dapat memaksimalkan sistem kerja robot dan memperbaikinya dari robot pembersih lantai yang pernah dibuat sebelumnya. Robot pembersih lantai yang dibuat hendaknya dapat efektif membantu dan melindungi kesehatan manusia secara langsung dan tidak langsung. Juga hendaknya dapat mencegah serangan hama dengan mengurangi residu yang dapat menarik dan mendukung bakteri. Ha Ini juga dapat meningkatkan masa pakai lantai karena pembersihan yang dilakukan oleh robot pembersih lantai otomatis [9]. Oleh sebab itu, judul yang diangkat dalam tugas

akhir ini adalah “Robot Pembersih Lantai Berbasis Arduino”. Arduino adalah istilah dari perangkat keras (*hardware*) komputer *open source* dan perangkat lunak (*software*) tetapi juga mewakili perusahaan, proyek, dan pengguna. Setelah data tersebut diterima Arduino akan memproses data agar alat dapat bekerja maksimal [10]-[11]. Robot ini akan membersihkan permukaan lantai dengan menggunakan sapu yang dapat berputar yang dilengkapi dengan penyedot dan alat pel yang memanfaatkan kontrol otomatis dengan menggunakan sensor ultrasonik sesuai dengan fungsinya sebagai salah satu solusi untuk mengatasi kebersihan suatu ruangan dengan memanfaatkan perkembangan teknologi saat ini terutama dalam bidang robotika.

METODE PENELITIAN

Perancangan adalah tahap awal dari suatu proses pembuatan dan pengerjaan alat yang bertujuan untuk mempermudah dan memperlancar proses pembuatannya. Pada tahap perancangan ini akan dilakukan perancangan proses dan perancangan user interface dari aplikasi yang rancangan prosesnya ditampilkan pada flowchart [12]. Begitu juga dalam proses pengerjaan proyek akhir ini, perancangan menjadi bagian utama yang sangat menentukan hasil jadi keseluruhan alat ini. Perancangan diperlukan guna mempertimbangkan material, komponen mekanik, serta kontroler yang diperlukan. Ada beberapa tahap dalam proses perancangan ini, mulai dari pembuatan perancangan sistem, perancangan kontroler, perancangan mekanik, serta perancangan elektronik. robot akan dihidupkan dengan menekan tombol *switch*. Robot akan diletakkan dilantai yang datar, saat tombol *switch* ditekan semua aktuator akan aktif. Pada keadaan awal robot akan bergerak maju, saat sensor aktif robot akan membaca situasi ada atau tidaknya halangan didepan, robot akan bergerak secara acak menyusuri seluruh ruangan. fitur robot mampu menyapu, menyedot dan mengelap serta prinsip alat ini dalam membersihkan lantai adalah dengan menggunakan *side brush* yang berputar sehingga dapat mengarahkan debu atau sampah ke dalam *vacuum cleaner*, dibelakang robot dilengkapi alat pel yang dapat mengelap lantai, sistem pergerakan robot di adopsi dari robot vakum yang ada di pasaran dimana robot membersihkan dengan metode *auto cleaning path*, robot bergerak secara acak dengan bantuan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi jarak.

Blok Diagram

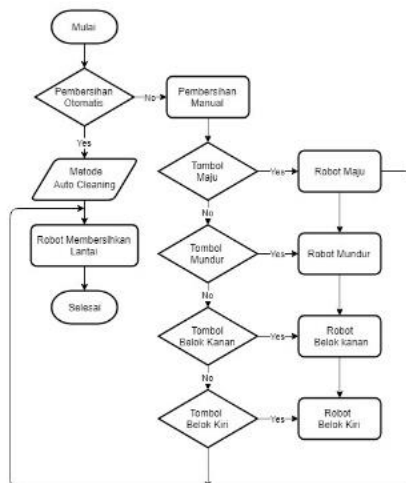
Diagram blok disebut juga dengan penggambaran sistem kerja alat secara total dalam bentuk blok, mulai dari input, proses, hingga output. Diagram blok akan menunjukkan secara keseluruhan sistem kerja yang akan dilakukan oleh robot nantinya [13]. Secara umum blok diagram sistem robot pembersih lantai ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Robot Pembersih Lantai

Flowchart

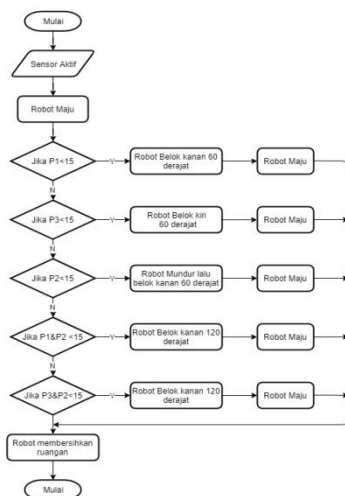
Flowchart adalah diagram yang menunjukkan algoritma dan proses kerja yang runtutannya ditampilkan dalam bentuk grafik dan rangkaiannya dihubungkan dengan panah [14]. Dalam perancangan robot pembersih lantai ini dibutuhkan flowchart yang dapat menjelaskan kerja dari sistem yang direncanakan. Adapun flowchart secara umum yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Robot Pembersih Lantai

Pada *flowchart* robot pembersih lantai otomatis, robot akan mulai ketika tombol *switch* pada robot dihidupkan. Pada tampilan aplikasi di IOS terdapat tombol manual yang difungsikan sebagai tombol untuk pergerakan ketika membersihkan lantai, dan juga terdapat tombol otomatis yang difungsikan sebagai pemilihan mode otomatis dalam pembersihan. Pada *flowchart* ini terdapat beberapa subflowchart, yaitu proses pembersihan otomatis

Flowchart Mode Auto Cleaning

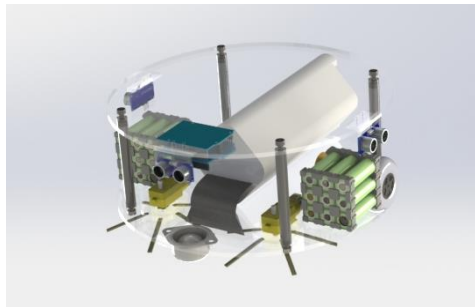


Gambar 4. Flowchart Auto Cleaning

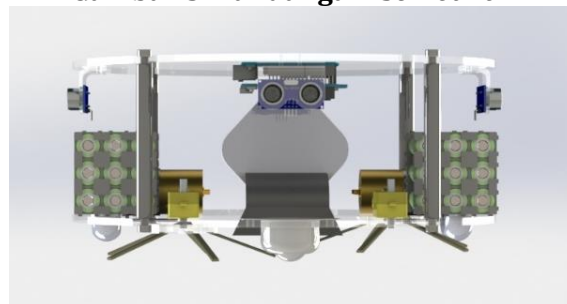
Flowchart auto cleaning ini robot bergerak secara acak dengan bantuan 3 sensor akan menyusuri ruangan dan akan menghindari rintangan yang ada di depan maupun di samping. *Flowchart* dapat dilihat pada gambar.

Perancangan Mekanik

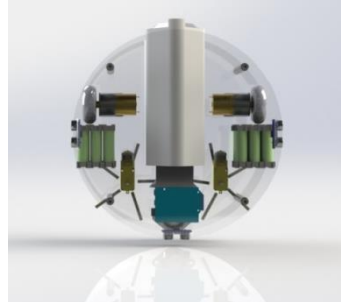
perancangan mekanik atau yang dikenal juga dengan konstruksi mekanik yakni proses penentuan pertama dari sebuah sistem mekanis yang digunakan dalam sebuah alat yang dirancang [15]. Perancangan utama mekanik yang dibuat adalah base robot dan top robot yang berbahan *Acrylic*, roda utama, kedudukan motor, peletakan posisi sensor ultrasonik, peletakan aktuator, *side Brush* dan *Vacuum Cleaner*. Gambar 5 untuk pandangan *isometric*, Gambar 6 untuk pandangan depan, Gambar 7 untuk pandangan atas dan gambar 8 untuk pandangan samping. Berikut merupakan desain Robot Pembersih Lantai Otomatis.



Gambar 5. Pandangan isometric



Gambar 6. Pandangan depan



Gambar 7. Pandangan atas



Gambar 8. Pandangan samping

Bagian-bagian robot.

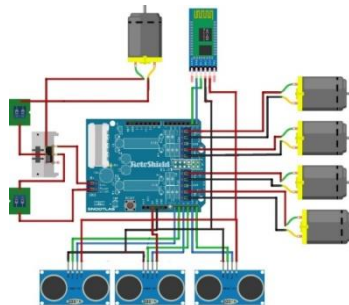
1. *Vacuum Cleaner Portable*
2. *Atap Robot*
3. *Base Robot*
4. *Side Brush*
5. *Battery 12 Vdc*
6. *Motor DC JGA25-370*
7. *Mop*
8. *Arduino Uno*
9. *Sensor Ultrasonic HC-SR04*
10. *Motor untuk Side Brush*

Pada Gambar di atas ditunjukkan perancangan mekanik robot pembersih lantai yang terdapat 2 motor DC 12Vdc sebagai penggerak robot, 2 motor DC 12V sebagai motor penyapu sampah atau debu, pada bagian depan serta masing-masing sisi samping robot terdapat sensor *ultrasonic* HC-SR04. Robot ini juga dilengkapi *Vacuum cleaner portable* 12Vdc sebagai penghisap debu atau sampah.

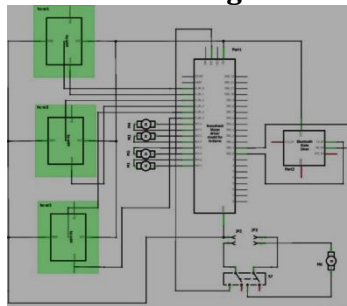
Panjang robot	= 397 mm
Diameter robot	= 320 mm
Tinggi robot	= 122 mm
Berat robot	= 6 Kg

Perancangan Elektronika

Rangkain *arduino* adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan.



Gambar 9. Blok diagram sistem



Gambar 10. Rangkaian skematik

Perhitungan Mekanik

Pada robot pembersih lantai ini digunakan motor dc sebagai penggerak roda. Robot menggunakan 2 buah motor dc untuk menggerakkan masing-masing roda dengan seluruh beban itu sendiri dan beban yang dibawanya. Berdasarkan kalkulasi massa dari *design* keseluruhan, didapatkan massa total adalah 6 kg dengan beban yang dibawa. Dari massa total tersebut dianggap masing-masing motor dc harus menerima beban sebesar 6 kg. selanjutnya dari beban tersebut, dapat dihitung gaya yang diterima pada tiap motor dc. Prototipe robot ini menggunakan roda karet yang nanti akan diuji pada landasan sehingga koefisien gesek kinetiknya (μ_k)= 0.3.

Berdasarkan massa robot yang diterima motor, maka dapat dihitung gaya beratnya (W).

$$W = m \times g$$

$$W = 6 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 58.86 \text{ N}$$

Dengan diperoleh gaya berat yang diterima roda, maka dapat dihitung gaya gesek antara roda dengan permukaan landasan tempat jalannya robot.

$$F_k = \mu_k \times W$$

$$Fk = 0.3 \times 58.86 \text{ N}$$

$$Fk = 17.658 \text{ N}$$

Jika kecepatan putar motor yang direncanakan adalah 150 rpm, dan diameter roda yang digunakan adalah 64 mm, maka kecepatan nominal linear roda adalah:

$$v_t = \omega \times r$$

$$v_t = \frac{2\pi n}{60} \times r$$

$$v_t = \frac{2 \times 3.14 \times 150}{60} \text{ s} \times 32 \text{ mm}$$

$$v_t = 502,4 \text{ mm/s}$$

Berdasarkan hasil perhitungan v_t , didapatkan nilai kecepatan nominal adalah 502,4 mm/s. Waktu yang dibutuhkan untuk menca pai kecepatan ini direncanakan selama 10 s, sehingga dapat dihitung nilai percepatan yang dibutuhkan.

$$a = \frac{v_t - v_0}{t}$$

$$a = \frac{502,4 \text{ mm/s} - 0}{10 \text{ s}}$$

$$a = 50,24 \text{ mm/s}^2$$

$$a = 0.05024 \text{ m/s}^2$$

Setelah didapat nilai gaya gesek antara roda dengan landasan dan percepatan yang direncanakan serta massa yang dikalkulasikan berdasarkan *software solidwork*, maka dapat dihitung nilai gaya yang dibutuhkan.

$$F - Fx = m \times a$$

$$F = (m \times a) + Fx$$

$$F = (6 \text{ kg} \times 0.05024 \text{ m/s}^2) + 17.658 \text{ N}$$

$$F = 17.95944 \text{ N}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan gaya sebesar 17.95944 N. Pada perancangan digunakan roda dengan diameter 64 mm, sehingga dapat dicari besar torsi motor yang dibutuhkan robot agar dapat berjalan dengan baik.

$$T = F \times r$$

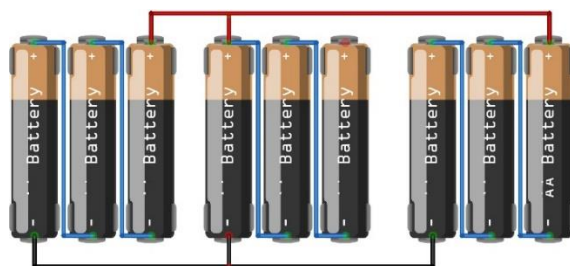
$$T = 17.95944 \times 0.032 \text{ m}$$

$$T = 0,5747 \text{ Nm}$$

Dari perhitungan torsi motor, didapatkan torsi motor yang dibutuhkan adalah sebesar 0,5747 Nm . Torsi motor yang akan digunakan harus lebih besar dari nilai torsi yang diperoleh dari perhitungan.

Perencanaan Konsumsi Daya

Daya tahan baterai merupakan komponen penting dan konsumsi daya dalam robot yang dibutuhkan sehingga robot dapat bekerja secara maksimal. Pada robot ini menggunakan 18 buah baterai 3000 mAh Li-ion 3,7V 18650. Sembilan buah digunakan untuk 4 aktuaktor dan 9 baterai lagi digunakan untuk vakum. Baterai dirangkai secara seri dan paralel. Rangkaian seri baterai akan meningkatkan tegangan (Voltage) *output* baterai sedangkan *current*/arus listriknya (Ampere) akan tetap sama. Hal ini Berbeda dengan rangkaian paralel baterai yang akan meningkatkan *current*/arus Listrik (Ampere) tetapi Tegangan (Voltage) *Output* akan tetap sama.



Gambar 11. Rangkaian baterai

Gambar rangkaian baterai diatas, 3 buah baterai (bat_1, bat_2, bat_3) di rangkai seri, masing-masing menghasilkan *current* atau kapasitas arus listrik (Ampere) yang sama seperti arus listrik pada 1 buah baterai, tetapi tegangannya yang dihasilkan menjadi 3 kali lipat dari tegangan 1 buah baterai, 3 buah baterai yang masing-masing bertegangan 3,7 Volt dan 3000 miliampere per jam (mAh) akan menghasilkan 11,7 Volt tegangan tetapi kapasitas arus Listriknya (Current) akan tetap yaitu 3000 miliampere per jam (mAh).

$$V_{seri_1} = V_{bat_1} + V_{bat_2} + V_{bat_3}$$

$$V_{seri_1} = 3,7V + 3,7V + 3,7V$$

$$V_{seri_1} = 11,1V$$

Selanjutnya 3 baterai seri di paralelkan dengan 3 baterai seri lainnya. Tegangan yang dihasilkan dari rangkaian paralel adalah sama yaitu 11,7 Volt tetapi *current* atau kapasitas arus listrik yang dihasilkan adalah 17,400 mA (miliampere per Jam) yaitu total dari semua kapasitas arus listrik pada baterai.

$$I_{tot} = I_{seri_1} + I_{seri_2} + I_{seri_3}$$

$$I_{tot} = 3000mAh + 3000mAh + 3000mAh$$

$$I_{tot} = 9000 mAh$$

Dari hasil sumber daya baterai tersebut dapat memperkirakan daya tahan baterai. Pada robot ini menggunakan 4 motor dc, diantaranya 2 motor HJP37RIC dengan spesifikasi 8W, 150 RPM, 0.05-3 NM (torsi), 2 motor dc gearbox dengan spesifikasi 1,2W, 200 RPM, dan *Vacuum cleaner* 12V 120W. dari spesifikasi alat yang digunakan dapat mencari daya total dari .

$$P_{tot} = (2 \times P_{m_1}) + (2 \times P_{m_2}) + (P_{vacuum})$$

$$P_{tot} = (2 \times 8W) + (2 \times 1,2W) + (120W)$$

$$P_{tot} = (14W) + (2,4W) + (120W)$$

$$P_{tot} = 16,4W + 120W$$

$$P_{tot} = 136,4W$$

Dari hasil total daya didapat daya total adalah 136,4 W, sehingga dapat mencari daya tahan baterai.

$$\text{Kapasitas baterai 1} = 9000mAh = 9 Ah$$

$$\text{Sumber daya baterai} = 9 Ah \times 11.1 V = 99,9 \text{ Watt Hours}$$

$$\text{Daya tahan batterai} = \frac{\text{Sumer daya baterai}}{P_{tot}}$$

$$= \frac{99,9 \text{ Watt Hours}}{16,5 \text{ Watt}}$$

$$= 6,05 \text{ Hours}$$

$$\text{Kapasitas baterai 2} = 9000mAh = 9 Ah$$

$$\text{Sumber daya baterai} = 9 Ah \times 11.1 V = 99,9 \text{ Watt Hours}$$

$$\text{Daya tahan batterai} = \frac{\text{Sumer daya baterai}}{P_{tot}}$$

$$= \frac{99,9 \text{ Watt Hours}}{120 \text{ Watt}}$$

$$= 0,832 \text{ Hours}$$

Dari hasil perhitungan daya tahan baterai 1 sebesar 6,05 jam dan daya tahan baterai 2 sebesar 0,832 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab pengujian dan analisa ini, yang dilakukan adalah pengamatan terhadap kinerja sistem yang dibuat. Pada bab ini, dilakukan pengujian sistem yang kemudian hasil pengujiannya akan dianalisa, apakah sistem yang telah dibuat telah sesuai dengan perancangan sistem. Dari hasil analisa tersebut akan diketahui penyebab kesalahan yang terjadi pada sistem yang dibuat. Adapun hal-hal yang akan diuji untuk Robot Pembersih Lantai Otomatis ini adalah:

Pengujian Sensor *Ultrasonic*

Pada robot pembersih lantai ini, sensor ultrasonik berfungsi sebagai pendeteksi jarak pada saat mode otomatis. Sensor ini mendeteksi jarak bagian depan, kiri dan kanan robot. Agar robot dapat berjalan dengan baik di lorong, robot dilengkapi dengan sensor jarak yaitu sensor ultrasonik. Untuk

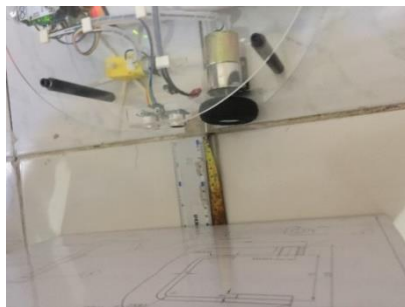
itu perlu diuji tingkat keakuratan sensor. Jarak yang didapatkan dari sensor ultrasonik akan menentukan apakah robot harus belok kiri atau kanan agar robot tetap relatif di tengah jalan dan tidak menabrak. Adapun prosedur yang digunakan untuk menguji keakuratan sensor ultrasonik adalah:

1. Menjalankan program untuk pembacaan semua sensor.
2. Meletakkan penghalang berupa papan kayu atau plat tepat di depan sensor ultrasonik.
3. Atur jarak penghalang dengan sensor setiap 10 cm hingga 100cm
4. Catat hasil pengukuran yang muncul Aplikasi IOS.



Gambar 12 Tampilan pada aplikasi IOS

5. Hitung selisih dari data yang didapat dengan pengukuran sebenarnya
6. Pengujian dilakukan 5 kali untuk masing masing jarak pada setiap sensor.



Gambar 13. Pengujian sensor

Dari hasil pengujian sebanyak 5 kali untuk jarak setiap 10 cm pada masing-masing sensor, maka dapat diambil rata-rata hasil pengukuran setiap jarak. Dari hasil pengukuran setiap jarak, maka didapat selisih antara hasil pengukuran sensor dengan jarak sebenarnya yang kemudian didapatkan nilai error dan akurasi dari sensor tersebut. Dari pengujian sensor kiri didapatkan hasil seperti pada Tabel 1 untuk sensor jarak depan pada Tabel 2 dan untuk sensor jarak kanan pada Tabel 3. Dari hasil pengambilan data Sensor ultrasonik, tiga sensor tersebut memiliki tingkat error rata-rata 2%.

Tabel 1. Hasil pengujian sensor jarak kiri

Jarak Sebenarnya (cm)	Rata-rata hasil pengukuran (cm)	Error (%)	Akurasi (%)
10	10	0	100
20	20	0	100
30	30	0	100
40	39,8	1	99
50	48,4	3	97
60	57,6	4	96
70	68	3	97
80	81,8	2	98
90	88,4	2	98
100	97,6	2	98

Tabel 2. Hasil pengujian sensor jarak depan

Jarak Sebenarnya (cm)	Rata-rata hasil pengukuran (cm)	Error (%)	Akurasi (%)
10	10	0	100
20	20	0	100
30	29,4	2	98
40	40	0	100
50	49,6	1	99
60	60	0	100
70	68,2	3	97
80	82	3	97
90	87,4	3	97
100	94,8	5	95

Tabel 3. Hasil pengujian sensor jarak kanan

Jarak Sebenarnya (cm)	Rata-rata hasil pengukuran (cm)	Error (%)	Akurasi (%)
10	10	0	100
20	20	0	100
30	30	0	100
40	39	3	97
50	48	4	96
60	58	3	97
70	67,2	4	96
80	77	4	96
90	86,8	4	96
100	96,6	3	97

Pengujian Jangkauan sinyal *Bluetooth*

Hasil pengujian jangkauan signal *bluetooth* menghasilkan data berupa jarak kontrol berdasarkan jangkauan deteksi rintangan berupa ruangan terbuka antara *iOS* dengan robot. Pengujian pada Tabel 4 dilakukan workshop PCR karena memiliki jarak yang luas sehingga sangat cocok untuk menguji kemampuan modul *Bluetooth* dalam menerima sinyal *iOS*. Data pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Berikut ini ada beberapa prosedur dalam pengujian pergerakan robot pada saat berjalan, yaitu:

1. Meletakkan robot pada posisi *start* yang telah di sediakan.
2. Menekan tombol *switch on* untuk mengaktifkan robot.
3. Mengatur jarak antara *iOS* dengan robot tersebut hingga menempuh jarak 5 m, 10 m, 15 m,
4. Memperhatikan responsibilitas signal *Bluetooth* terhadap robot.

Berdasarkan data pada Tabel 4.5, kemampuan deteksi modul *Bluetooth* pada robot diuji hingga maksimum, pada saat pengujian pertama jarak awal 5 meter robot masih bisa dikendalikan saat 10 meter masih bisa dikendalikan seterusnya hingga 12 meter koneksi robot sudah terputus hal tersebut diverifikasi dengan tanda ✓ sedangkan tanda ✗ merupakan tanda bahwa koneksi robot sudah terputus.

Tabel 4. Pengujian jangkauan Bluetooth

No	Jarak (m)	P1	P2	P3	P4	P5
1	5	✓	✓	✓	✓	✓
2	10	✓	✓	✓	✓	✓
3	15	✗	✗	✗	✗	✗

Catatan : ✓ : Terhubung

✗ : Tidak terhubung

Pn : Jumlah percobaan

Pengujian Daya baterai

Baterai yang digunakan dalam perancangan robot ini adalah baterai Li-On 18650 3000mAh. Pengujian daya ini bertujuan untuk menentukan waktu maksimum operasi robot, maka dilakukan pengujian dengan cara mengaktifkan robot secara terus menerus sampai robot berhenti.

Berikut ini ada beberapa prosedur dalam pengujian pergerakan robot pada saat berjalan, yaitu

1. Sebelum dilakukan pengujian daya, kondisi baterai dalam keadaan penuh.
2. Memasang baterai pada robot.
3. Menekan tombol *switch on* untuk mengaktifkan robot.
4. Setelah robot berjalan menghitung waktu kerja robot sampai robot berhenti bekerja.
5. Mengukur tegangan baterai setiap 30 menit
6. Robot diaktifkan secara terus menerus sampai robot berhenti

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa tegangan minimum dari baterai adalah 7,48 Volt dan tegangan maksimum saat baterai dalam keadaan terisi penuh adalah 12,54 Volt. Dapat disimpulkan bahwa robot dapat beroperasi selama 5 jam 14 menit, terdapat perbedaan dengan hasil perhitungan daya secara teori disebabkan karena naik turunnya arus yang mengalir pada robot.

Tabel 5. Pengujian daya baterai

Waktu (jam)	Tegangan (Volt)
0	12,54
0,5	12,1
1	11,64
1,5	11,21
2	10,8
2,5	10,37
3	9,9
3,5	9,46
4	9,04
4,5	8,48
5	7,91
5,23	7,48

Pengujian Kinerja Robot

Pengujian ini dilakukan untuk melihat kinerja robot secara keseluruhan seperti pengujian berapa lama waktu yang dibutuhkan robot untuk membersihkan ruangan dan persentase kebersihan.

Berikut ini adalah prosedur dalam pengujian kinerja robot yaitu :

1. Menaburkan sampah atau debu keseluruh ruangan,pada percobaan ini menggunakan sebuk kopi.
2. Meletakkan robot dan menjalankan robot.
3. Mencatat waktu pembersihan yang dilakukan robot.
4. Menguji robot dengan dasar tingkat persentase kebersihan

5. Menguji robot dengan dasar waktu .

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa sistem kerja robot sudah berjalan dengan baik. Rata rata waktu robot untuk membersihkan area 2x2 selama 3,54 menit atau 3 menit 32 detik dan rata-rata persentase kebersihan dengan waktu tersebut sebesar 97,44%. Berikut hasil pengambilan data yang sudah dilakukan.

Tabel 6 Pengujian kinerja robot berdasarkan tingkat kebersihan

Percobaan	Tingkat Kebersihan (%)	Waktu (m)
Percobaan 1	95%-99%	3,33 menit
Percobaan 2	95%-99%	3,53 menit
Percobaan 3	95%-99%	3,83 menit
Percobaan 4	95%-99%	3,16 menit
Percobaan 5	95%-99%	3,36 menit

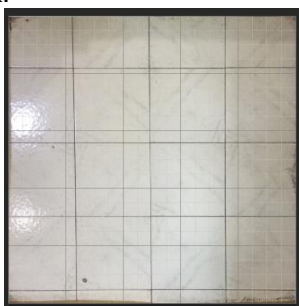
$$\begin{aligned}
 \text{waktu rata - rata} &= \frac{(3,33 + 3,53 + 3,83 + 3,16 + 3,36)}{(5)} \\
 &= 3,442 \text{ menit} \\
 &= 3 \text{ menit } 26 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Tabel 7. Pengujian kinerja robot berdasarkan waktu

Percobaan	Waktu (m)	Tingkat Kebersihan (%)
Percobaan 1	3,442 menit	98,2%
Percobaan 2	3,442 menit	96,25
Percobaan 3	3,442 menit	97,5
Percobaan 4	3,442 menit	98%
Percobaan 5	3,442 menit	97,44
Rata-rata tingkat kebersihan		97,44

$$\begin{aligned}
 \text{Kebersihan}(\%) &: \\
 &= \frac{(\text{seluruh area} - \text{jumlah kotak area kotor})}{\text{seluruh area}} \times 100\% \\
 &= \frac{(400 - 10)}{400} \times 100\% \\
 &= \frac{(400 - 10)}{400} \times 100\% \\
 &= 97,7 \%
 \end{aligned}$$

Untuk pengujian berdasarkan waktu, area pembersihan 2x2 meter dibagi menjadi 400 bagian pengkotakan, sehingga area yang tidak bersih dapat diidentifikasi. Berikut gambar area yang sudah dibersihkan.



Gambar 14. Kondisi area yang sudah di bersihkan Gambar 15. Identifikasi area yang masih kotor

KESIMPULAN

Selaras dengan pembahasan dan gambar yang telah dijabarkan, maka dapat disimpulkan bahawa Dari hasil perancangan dan implementasi robot yang dibuat menggunakan mikrokontroler arduino, sensor HC-SR04 dan driver motor ini mampu menghindari halangan yang ada di depan maupun di samping. Selanjutnya Pembacaan sensor ultrasonik sebagai sensor jarak pada robot sudah sangat

akurat dari 5 percobaan yang telah dilakukan dan robot sudah mampu berjalan lurus dengan sudut error 2%. Selain itu, uji coba jarak bluetooth yang dilakukan membuktikan bahwa robot ini dapat terhubung dengan jarak maksimal sejauh 10 meter. Waktu yang dibutuhkan untuk membersihkan area 2x2 meter pun hanya 3 menit 32 detik dengan persentase 97,44% dan robot mampu beroperasi selama 5 jam 14 menit dengan kekuatan hisap dari vakum sebesar 3500Pa. Hal ini membuktikan bahwa proses yang dilakukan selaras dengan hasil yang diinginkan. Maka dari itu, prospek kedepannya dapat dimaksimalkan dengan menambahkan pompa air dan kain pel agar pembersihan di area basah lebih maksimal. Tidak hanya itu, agar pembersihan lebih efektif, dapat ditambahkan berbagai mode pergerakan robot atau metode pembersihan dan encoder pada motor penggerak agar pergerakan robot dapat diatur sehingga gerak maju dan belok robot lebih stabil lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. D. Faraby, M. Akil, A. Fitriati, and I. Isminarti, "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Berbasis Arduino," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 5, no. 1, p. 70, 2017, doi: 10.32487/jtt.v5i1.214.
- [2] A. Jalil, "Robot Operating System (Ros) Dan Gazebo Sebagai Media Pembelajaran Robot Interaktif," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 10, no. 3, pp. 284–289, 2018, doi: 10.33096/ilkom.v10i3.365.284-289.
- [3] P. S. Adithya, R. Tejas, V. Sai Varun, and B. N. Prashanth, "Design and Development of Automatic Cleaning and Mopping Robot," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 577, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/577/1/012126.
- [4] M. D. Putro and J. Litouw, "Robot Pintar Penyambut Costumer pada Pusat Perbelanjaan Kota Manado," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 13, no. 1, p. 8, 2017, doi: 10.17529/jre.v13i1.5901.
- [5] P. P. P. Turahyo, and Zaini, "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroler Dengan Kendali Ponsel Pintar," *Pros. Snitt Poltekba*, vol. 3, no. 0, 2018.
- [6] Y. Yuliza and U. N. Kholifah, "Robot Pembersih Lantai Berbasis Arduino Uno Dengan Sensor Ultrasonik," *J. Teknol. Elektro*, vol. 6, no. 3, pp. 136–143, 2015, doi: 10.22441/jte.v6i3.800.
- [7] M. W. Sari, "231-458-1-Sm," pp. 204–207.
- [8] I. Print, A. Z. Hasibuan, and M. S. Asih, "InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan Rancang Bangun Robot Vacuum Cleaner Berbasis Mikrokontroler dengan Pengendali Smartphone Android," vol. 1, 2019.
- [9] P. D. M. Kumbhar, "Smart Floor Cleaning Robot," vol. 7, no. 10, pp. 2397–2401, 2020.
- [10] S. Ardhi, "Pembuatan Alat Pembersih Lantai Yang Dikendalikan Dari Bluetooth Software Android," *Senati*, vol. E.55-8, pp. 55.1-55.8, 2016.
- [11] D. Montreano and S. Pradana, "Disain Robot Pembersih Lantai untuk Pemerataan Beban Kerja Cleaning Service," *J. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 25–35, 2019, doi: 10.25105/jti.v9i1.4784.
- [12] A. Wijaya, "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Menggunakan Arduino Nano Dengan Sistem Pengendali Berbasis Android," *Pseudocode*, vol. 8, no. 2, pp. 98–107, 2021.
- [13] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, "Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, p. 17, 2020, doi: 10.33365/jtst.v1i1.719.
- [14] T. Putra and M. Yuhendri, "Rancang Bangun Robot Pelontar Bola Tennis Lapangan Berbasis Internet of Thing (IoT)," vol. 4, no. 1, pp. 19–30, 2023.
- [15] R. S. Zukro Aini, A. Arifin, and A. F. Babgei, "Perancangan Mekanik Pulmonary Rehabilitation Robot sebagai Pendukung Mekanisme Rehabilitasi Asma Breathing Retraining," *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 1, pp. 47–52, 2020, doi: 10.12962/j23373539.v9i1.48237.