

RANCANG BANGUN PROTOTIPE ROBOT PEMBERSIH LANTAI RUANGAN OTOMATIS BERBASIS MQTT

by Dendhy Yonidha Riswanto

Submission date: 11-Sep-2023 06:35PM (UTC-0700)

Submission ID: 2163683866

File name: 1912071-FILE LENGKAP SKRIPSI_FIX_-_Copy_-_dendhy_yonidha.pdf (2.38M)

Word count: 7732

Character count: 46648



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI - ELEKTRONIKA

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE ROBOT
PEMBERSIH LANTAI RUANGAN OTOMATIS
BERBASIS MQTT**

Dendhy Yonidha Riswanto
NIM 1912071

Dosen Pembimbing
M. Ibrahim Ashari, ST., MT.
Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2023



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI - ELEKTRONIKA

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE ROBOT
PEMBERSIH LANTAI RUANGAN OTOMATIS
BERBASIS MQTT**

Dendhy Yonidha Riswanto
NIM 1912071

Dosen Pembimbing
M. Ibrahim Ashari, ST., MT.
Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2023

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN PROTOPTIPE ROBOT PEMBERSIH LANTAI RUANGAN OTOMATIS BERBASIS MQTT

SKRIPSI

DENDHY YONIDHA RISWANTO
NIM 1912071

1

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi Teknik Elektro S-1
Peminatan Elektronika
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

M. Ibrahim Ashari, ST., MT.
NIP. P. 1030100358

Ir. Kartiko Ardi Widodo., MT.
NIP. Y. 1030400475

Mengetahui:
Plt. Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

Sotyohadi, S.T., M.T.
NIP. Y. 1039700309

Malang
Juli, 2023

ABSTRAK

RANCANG BANGUN PROTOTIPE ROBOT PEMBERSIH LANTAI RUANGAN OTOMATIS BERBASIS MQTT

Dendhy Yonidha Riswanto, NIM: 1912071

Dosen Pembimbing I: M. Ibrahim Ashari, ST., MT.

Dosen Pembimbing II: Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT.

Robot pembersih lantai ruangan ini dirancang dengan tujuan dapat membantu tugas dari petugas kebersihan untuk mengurangi beban kerja dan resiko kerja dengan melakukan pembersihan lantai menggunakan robot secara otomatis dengan komunikasi menggunakan sistem monitoring ruangan berbasis MQTT jika terdeteksi debu dan gangguan air oleh sistem monitoring. **Komponen utama alat ini meliputi hardware dan software yaitu** ESP32 (mengontrol proses input output), HC-SR04 (sebagai sensor jarak untuk robot), sistem monitoring ruangan (menjadi input yang akan bertindak sebagai pengirim data untuk mengaktifkan robot), *Invers* kinematik (menjadi algoritma untuk pergerakan robot), Kipas *vacuum* (sebagai komponen yang digunakan untuk menghisap debu).

Kata kunci: Lantai Rumah Sakit, ESP32, Sistem Monitoring Ruangan berbasis MQTT, HC-SR04, *Invers* Kinematik, Kipas *Vacuum*.

ABSTRACT**DESIGN OF A MQTT-BASED AUTOMATIC ROOM FLOOR CLEANING PROTOTYPE**

Dendhy Yonidha Riswanto, NIM: 1912071
Dosen Pembimbing I: M. Ibrahim Ashari, ST., MT.
Dosen Pembimbing II: Ir. Kartiko Ardi Widodo, MT.

This room floor cleaning robot is designed with the aim of helping the cleaning staff to reduce workload and work risk by cleaning floors using robots automatically by communicating using a MQTT-based room monitoring system if dust and standing water are detected by the monitoring system. The main components of this tool include hardware and software, namely ESP32 (controls the input output process), HC-SR04 (as a distance sensor for the robot), room monitoring system (as an input that will act as a sender of data to activate the robot), kinematic inverse (as an algorithm for robot movement), vacuum fan (as a component used to suck dust).

Keywords: Hospital Floor, ESP32, Room Monitoring System based on MQTT, HC-SR04, Inverse Kinematic, Vacuum Fan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa oleh anugrah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia yang besar, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai bentuk pembelajaran. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Karena itu, tidak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, S.T, M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
2. Bapak M. Ibrahim Ashari, S.T., M.T., dan Bapak Ir. Kartiko Ardi Widodo, M.T., Selaku dosen pembimbing yang senantiasa selalu **1** membimbing dengan kesabaran serta sepenuh penuh hati.
3. Bapak dan Ibu dosen Teknik Elektro S-1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
4. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, serta dukungan baik berupa morel maupun materiel dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Teman-teman Program Studi Teknik Elektro ITN angkatan 2019 yang selalu mendukung satu sama lain.
6. Achmad Arif Bryantono, S.Tr.T., dan Elang Pangeran Kevin, S.Tr.T. selaku teman penulis atas segala masukan serta semangat dan bantuan yang **1** diberikan

Penulis menyadari tanpa bantuan dan dukungan dari pihak yang terkait, penyelesaian skripsi ini tidak dapat tercapai dengan baik, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perkembangan skripsi ini serta bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Malang, Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	Error! Bookmark not defined.
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Kinematika	7
2.2.2 Message Queue Telemetry Transport (MQTT)	8
2.2.3 Vacuum Cleaner	10
2.2.4 ESP32	11
2.2.5 HC-SR04	12
2.2.6 Arduino IDE	13
2.2.7 Motor DC	14
2.2.8 Modul Driver motor L298N Dual Bridge	15
2.2.9 Modul Stepdown XL4015	16
2.2.10 Baterai Li-Po 3 Cell	16
2.2.11 Sistem Monitoring Ruangn Berbasis MQTT	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Dasar Teori	19
3.1.1 Metodologi Penelitian	19
3.2 Perancangan Perangkat Keras	21
3.3 Perancangan Perangkat Lunak	26
3.3.1 Flowchart Pengoperasian Sistem	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Pengujian Sensor HC-SR04	33
4.2 Pengujian Pergerakan Robot	39
4.2.1 Pengujian Sensor Samping	39

4.2.2 Pengujian Sensor Depan	41
4.3 Pengujian Penghisap Debu	46
4.4 Pengujian Komunikasi Robot dengan MQTT.....	47
4.5 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	49
4.5.1 Pengujian Mengaktifkan Robot Secara Otomatis	50
4.5.2 Pengujian Mengaktifkan Robot Secara Manual	52
BAB V	55
PENUTUP	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	56
Daftar Pustaka	57

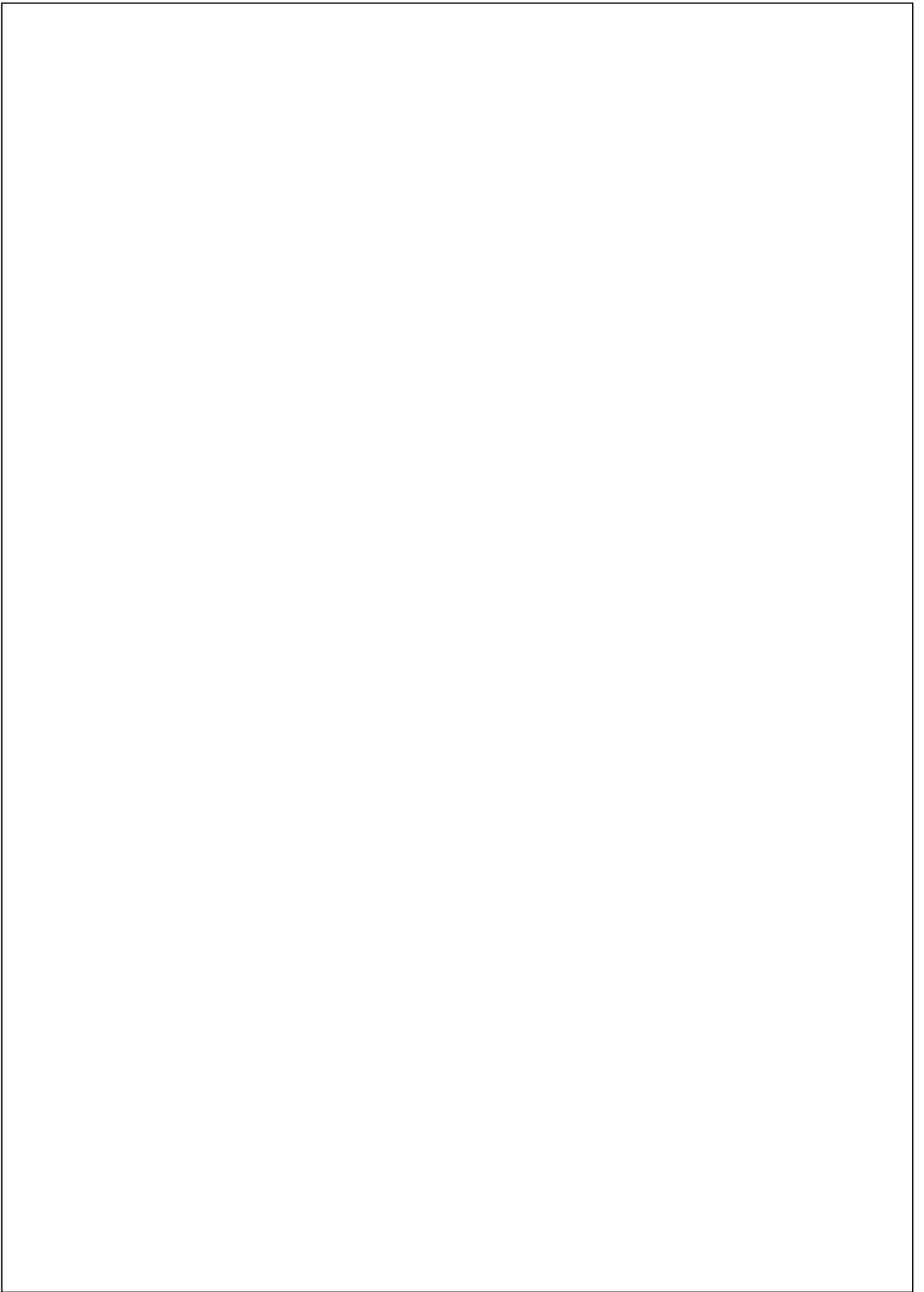
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 kinematika differential drive [10]	7
Gambar 2. 2 Logo MQTT [19]	8
Gambar 2. 3 MQTT Panel [20].....	9
Gambar 2. 4 <i>Vacuum cleaner</i> [21]	10
Gambar 2. 5 Pin konfigurasi ESP32	11
Gambar 2. 6 Sensor HC-SR04	12
Gambar 2. 7 Diagram pewaktu sensor	13
Gambar 2. 8 <i>software</i> Arduino IDE	14
Gambar 2. 9 Motor DC <i>gearbox</i>	15
Gambar 2. 10 Modul <i>driver motor L298N</i>	15
Gambar 2. 11 Modul <i>stepdown XL4015</i>	16
Gambar 3. 1 Metodologi penelitian	19
Gambar 3. 2 Blok Hardware	20
Gambar 3. 3 Rangkaian ESP32 dan Sensor HC-SR04	22
Gambar 3. 4 Rangkaian ESP32 dan kipas <i>vacuum</i> 12 DC	23
Gambar 3. 5 Rangkaian ESP32, <i>driver motor</i> , dan motor dc	24
Gambar 4. 1 Pengukuran jarak aktual	34
Gambar 4. 2 Pengukuran jarak sensor.....	34
Gambar 4. 3 Pengujian sensor HC-SR04 bagian samping	40
Gambar 4. 4 Pengujian dengan titik refrensi sensor kanan	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 ESP 32 dan Sensor Kanan.....	22
Tabel 3. 2 ESP 32 dan Sensor Depan.....	22
Tabel 3. 3 ESP 32 dan Sensor Kiri.....	23
Tabel 3. 4 ESP 32 dan kipas <i>vacuum</i> 12 V.....	24
Tabel 3. 5 ESP 32 dan Modul Driver L298N.....	25
Tabel 3. 6 Motor A dan Modul Driver L298N.....	25
Tabel 3. 7 Motor B dan Modul Driver L298N.....	25
Tabel 4. 1 Percobaan Sensor Kanan.....	35
Tabel 4. 2 Percobaan Sensor Depan.....	36
Tabel 4. 3 Percobaan Sensor Kiri.....	38
Tabel 4. 4 Pengujian pergerakan robot menggunakan sensor samping.....	41

[Halaman Ini Sengaja Dikosongkan]



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah sakit merupakan suatu fasilitas umum yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup manusia. Rumah sakit menjadi tempat masyarakat untuk berobat atau berkonsultasi atas penyakitnya kepada tenaga ahli medis. Oleh karena itu, banyak bagian rumah sakit yang bisa menjadi sarang penyebaran virus atau penyakit menular lainnya terutama pada bagian lantai.[1]

Kebersihan merupakan suatu hal yang harus dijaga terutama saat di rumah sakit agar ruangan tetap steril. Rumah sakit dapat menjadi pencemaran lingkungan, gangguan kesehatan hingga tempat penularan penyakit. Kualitas lingkungan di rumah sakit menjadi salah satu hal yang perlu diperhatikan karena transmisi kuman penyebab infeksi dapat terjadi dengan berbagai cara, baik melalui droplet, airborne maupun kontak langsung. Hal tersebut membuat penyakit dapat berada di udara dan kemudian jatuh ke lantai. [2]

Alat pembersih lantai yang biasa digunakan oleh tenaga medis seperti sapu atau kemoceng membuat banyak partikel debu serta virus atau penyakit berterbangan, sehingga semakin besar resiko bagi petugas medis terjangkit penyakit.[3] Dalam perkembangan teknologi saat ini khususnya pada bidang robotika dan komunikasi berkembang sangat pesat hal tersebut bisa kita buat otomatisasi dengan bantuan robot.[4]

Terdapat beberapa jurnal penelitian yang membahas tentang pembuatan robot pembersih lantai otomatis multisensor tetapi jumlahnya yang terbatas. Penyebabnya dikarenakan jurnal yang membahas tentang robot pembersih lantai lebih condong ke arah bagaimana robot bisa berjalan dengan menggunakan satu sensor saja. Pada banyak jurnal masih menggunakan dua mikrokontroler dimana fungsi masing-masing untuk mengontrol robot dan mengirim data. Pada penelitian sebelumnya hanya terdapat perbedaan pada jenis mikrokontroler yang digunakan yang di mana penelitian tersebut terdapat beberapa kelemahan pada bagian proses pengiriman data yang harus dilakukan dua kali pada mikrokontroler dan pembacaan satu sensor saja sebagai acuan jalan

robot serta harga yang cukup mahal untuk pembuatan robot karena mikrokontroler lebih dari satu.

Oleh karena permasalahan diatas dibuatlah judul “*RANCANG BANGUN PROTOTIPE PEMBERSIH LANTAI RUANGAN OTOMATIS BERBASIS MQTT*” sebagai alat yang dirancang untuk membantu manusia guna membersihkan lantai pada ruangan secara otomatis. Alat ini juga dirancang dengan bentuk berupa robot yang cukup ringkas dan bisa digunakan dengan mudah. Sehingga diharapkan alat ini dapat memudahkan tugas para tenaga medis dalam menjaga kesehatan dan juga kebersihan dari lantai rumah sakit.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas maka dapat disimpulkan beberapa masalah yang akan dituangkan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana merancang robot yang dapat bergerak membersihkan lantai ?
2. Bagaimana membangun mekanisme penghisap debu supaya robot dapat membersihkan debu di lantai ?
3. Bagaimana membuat integrasi robot supaya dapat menerima data dari sistem monitoring ruangan berbasis MQTT ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pembuatan alat ini, yaitu:

1. Merancang algoritma pergerakan robot menggunakan sensor ultrasonik.
2. Membuat robot yang bisa berjalan dengan baik dan dapat membersihkan lantai ruangan.
3. Membuat robot dapat berkomunikasi dengan cara menerima data melalui MQTT dari alat monitoring ruangan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada petugas medis supaya bisa lebih nyaman melakukan pekerjaan melayani masyarakat karena ruangan yang selalu dibersihkan dengan otomatis secara berkala serta bisa digunakan untuk pengembangan bidang robotika. (di kembangkan)

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat terfokus pada tujuan dan tidak terjadi penyimpangan maksud, maka penulis memberikan batasan sebagai berikut:

1. Robot hanya dapat digunakan pada ruangan bebas halangan dengan luas 6,25 m².
2. Robot hanya menyedot kotoran pada lantai ruangan.
3. Robot tidak dapat menghisap genangan air pada lantai ruangan.
4. Robot harus terlebih dahulu disesuaikan dengan wifi ruangan supaya bisa beroperasi dengan normal.
5. Penempatan posisi awal sisi samping bagian robot yang terdapat sensor harus berjarak minimal 20 cm dari tembok.
6. Filter pada robot harus diganti ketika sudah kotor.

1

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan skripsi ini disusun secara sistematis agar mempermudah dalam memahami pembahasan laporan skripsi ini, dengan susunan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan berisi latar belakang, rumusan serta batasan masalah, tujuan serta manfaat penelitian, dan yang terakhir sistematika penulisan laporan skripsi.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bagian tinjauan pustaka berisi teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bagian metodologi penelitian berisi tahapan-tahapan penelitian yaitu rencana serta proses pembuatan alat yang terdiri dari rancangan, proses pengerjaan, cara kerja, serta penggunaan alat.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian hasil dan pembahasan berisi tentang hasil pengujian alat secara keseluruhan serta analisis hasil pengujian.

BAB V : PENUTUP

Bagian penutup berisi kesimpulan yang berasal dari perancangan dan pembuatan alat, serta usulan perbaikan maupun pengembangan.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian daftar pustaka berisi sumber kutipan yang digunakan sebagai teori pendukung berupa jurnal, buku, dan lain-lain.

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) sangat penting sebagai pegangan para pekerja terutama oleh pegawai medis. Namun sebagian dari pegawai medis tersebut sedikit abai tentang K3 terutama bagian kesehatan.[3] Sehingga biasanya di beberapa bagian rumah sakit masih dapat ditemui lantai yang terlihat kotor karena tidak dibersihkan secara berkala.

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dahulu (kecerdasan buatan).[5] Robot dibagi beberapa jenis pada penelitian ini menggunakan jenis *mobile robot*. *Mobile robot* adalah robot yang dapat bergerak atau berpindah tempat. *Mobile robot* dapat dikendalikan secara otomatis maupun pengendalian secara manual.[6] Pengendalian otomatis dapat menggunakan kinematika sebagai algoritma penggerak robot.

Telah banyak jurnal penelitian yang membahas mengenai pembuatan ataupun pengembangan sebuah alat bantu pembersih lantai berupa robot dengan tujuan membantu membersihkan lantai, baik untuk ditempatkan pada rumah maupun pada fasilitas umum. Dengan mekanisme menyalakan robot sehingga dapat membersihkan lantai otomatis dan tanpa perlu khawatir robot akan terkena dinding atau halangan lainnya. Namun dari banyak penelitian perancangan alat memiliki kekurangan yang sama yaitu robot hanya aktif berdasarkan tombol on/off ataupun timer. Adapun inovasi lainnya, pengembangan alat menggunakan dua mikrokontroler, yaitu : kontrol manual menggunakan mikrokontroler untuk pengiriman data pada Internet of Things (IoT) serta penggunaan mikrokontroler lainnya untuk mengontrol gerakan robot secara manual. Dalam penelitian sebelumnya tidak ada alat/aplikasi untuk menampilkan hasil monitoring kebersihan lantai menjadikannya kurang efektif. Berikut ini beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa orang sebelumnya, dimana pada

penelitian ini memiliki tema penelitian yang sama dengan penelitian yang akan dilakukan:

Rancang bangun robot pembersih lantai menggunakan arduino nano dengan sistem pengendali berbasis android.[4] Pada penelitian ini berisi tentang rancang bangun robot yang akan membersihkan lantai dengan cara kerja yaitu sensor ultrasonik yang akan mendeteksi jarak kepada suatu objek yang berada pada ruangan berbentuk lorong. Robot ini memiliki lengan yang berfungsi untuk mengambil barang berupa kertas yang nanti akan dibuang pada tempat sampah terdekat dan penghisap debu yang menggunakan kipas dengan kelemahan robot tidak dapat mendeteksi kertas yang datar masih serta gerak robot masih harus dikendalikan secara manual menggunakan *bluetooth*.

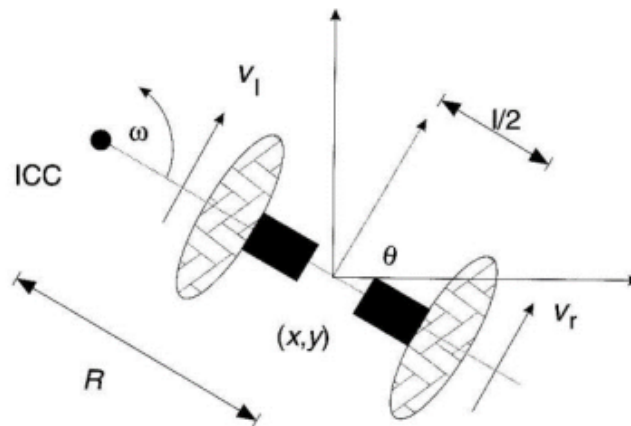
Alat pembersih lantai berbasis arduino uno dan android.[7] Pada penelitian ini berisi tentang rancang bangun robot yang akan membersihkan lantai dengan cara kerja yaitu mendeteksi debu menggunakan sensor debu, serta robot harus dikendalikan dengan cara manual pada *smartphone* menggunakan *bluetooth* dan kelemahannya tidak bisa mendeteksi halangan di sekitar robot karena tidak dilengkapi sensor.

Aplikasi raspberry pi pada telerobot pembersih lantai.[8] Pada penelitian ini berisi tentang rancang bangun telerobot pembersih lantai yang dapat membantu pekerjaan manusia Dengan menggunakan koneksi WiFi dan web browser sebagai sumber komunikasi dan Raspberry Pi dapat dikontrol sebagai mikroprosesor Pembersihan lantai dengan situs telerobot. Pada penelitian ini juga terdapat kelemahan di mana masih menggunakan dua mikrokontroller yaitu Raspberry Pi yang berfungsi untuk robot dapat terkoneksi internet serta melakukan pengolahan citra yang di dapatkan dari kamera dan Arduino untuk mengatur pergerakan robot serta tidak ada nya sensor yang digunakan pada penelitian ini.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Kinematika

Banyak *mobile* robot menggunakan mekanisme kinematika penggerak yang dikenal sebagai *differential drive*. [9] Ini terdiri dari 2 roda penggerak dipasang pada sumbu yang sama, dan setiap roda dapat digerakkan secara independen baik ke depan atau ke belakang. Meskipun kita dapat memvariasikan kecepatan setiap roda, agar robot dapat melakukan gerakan bergulir, robot harus berputar di sekitar titik yang terletak di sepanjang sumbu roda kiri dan kanan yang sama. Intinya bahwa robot berputar di sekitar dikenal sebagai *Instantaneous Center of Curvature (ICC)*. [10] Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 kinematika differential drive [10]

Dengan memvariasikan kecepatan (*velocity*) kedua roda, kita dapat memvariasikan lintasan yang diambil robot. Karena laju rotasi ω tentang ICC harus sama untuk kedua roda, kita dapat menulis persamaan berikut:

$$\omega (R + l/2) = V_r$$

$$\omega (R - l/2) = V_l$$

Rumus Persamaan I merupakan jarak antara pusat kedua roda, V_r dan V_l adalah kecepatan dari roda kanan dan kiri. R adalah jarak yang ditandai dari ICC ke titik tengah antara roda. kita dapat menyelesaikan R dan ω :

$$R = \frac{l}{2} \frac{V_l + V_r}{V_r - V_l}; \quad \omega = \frac{V_r - V_l}{l};$$

2.2.2 *Message Queue Telemetry Transport (MQTT)*

Message Queue Telemetry Transport (MQTT) merupakan protokol komunikasi data *machine to machine* (M2M) yang berada pada layar aplikasi, MQTT bersifat *lightweight message* artinya MQTT berkomunikasi dengan mengirimkan data pesan yang memiliki header berukuran kecil yaitu hanya sebesar 2 bytes untuk setiap jenis data, sehingga dapat bekerja di dalam lingkungan yang terbatas sumber dayanya seperti kecilnya *bandwidth* dan terbatasnya sumber daya listrik, selain itu protokol ini juga menjamin terkirimnya semua pesan walaupun koneksi terputus sementara, protokol MQTT menggunakan metode *publish/subscribe* untuk metode komunikasinya.[11]



Gambar 2.2 Logo MQTT [19]

² *Publish/subscribe* sendiri adalah sebuah pola pertukaran pesan di dalam komunikasi jaringan dimana

pengirim data disebut *publisher* dan penerima data disebut dengan *subscriber*, metode *publish/subscribe* memiliki beberapa kelebihan salah satunya yaitu *loose coupling* atau *decouple* dimana berarti antara *publisher* dan *subscriber* tidak saling mengetahui keberadaannya, terdapat 3 buah decoupling yaitu *time decoupling*, *space decoupling* dan *synchronization decoupling*. *Time decoupling* adalah sebuah kondisi dimana *publisher* dan *subscriber* tidak harus saling aktif pada waktu yang sama, *space decoupling* adalah dimana *publisher* dan *subscriber* aktif di waktu yang sama akan tetapi antara *publisher* dan *subscriber* tidak saling mengetahui keberadaan dan identitas satu sama lain, dan yang terakhir adalah *synchronization decoupling* kondisi dimana pengaturan event baik itu penerimaan atau pengiriman pesan di sebuah node hingga tidak saling mengganggu satu sama lain.[12]

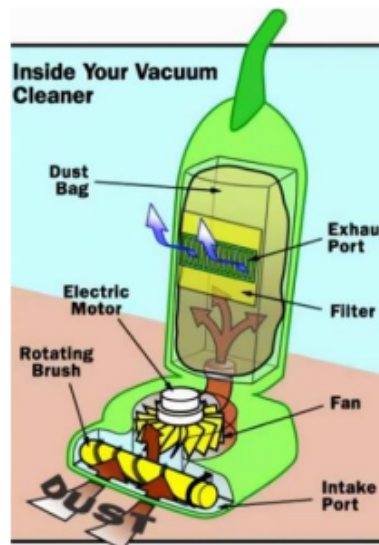
Pada percobaan ini menggunakan IoT MQTT Panel yang merupakan salah satu platform yang tersedia di playstore yang dapat digunakan sebagai interface untuk pengguna handphone dapat menerima dan mengirim data melalui komunikasi MQTT, selain itu pengguna juga dapat mengatur data tersebut untuk ditampilkan secara grafik, gauge, chart maupun hanya berupa text log. Dengan aplikasi tersebut pengguna dapat memantau hasil monitoring dari hasil image processing kamera serta pengguna dapat mengirimkan perintah ke robot pembersih lantai melalui tombol yang tersedia.



Gambar 2. 3 MQTT Panel [20]

2.2.3 Vacuum Cleaner

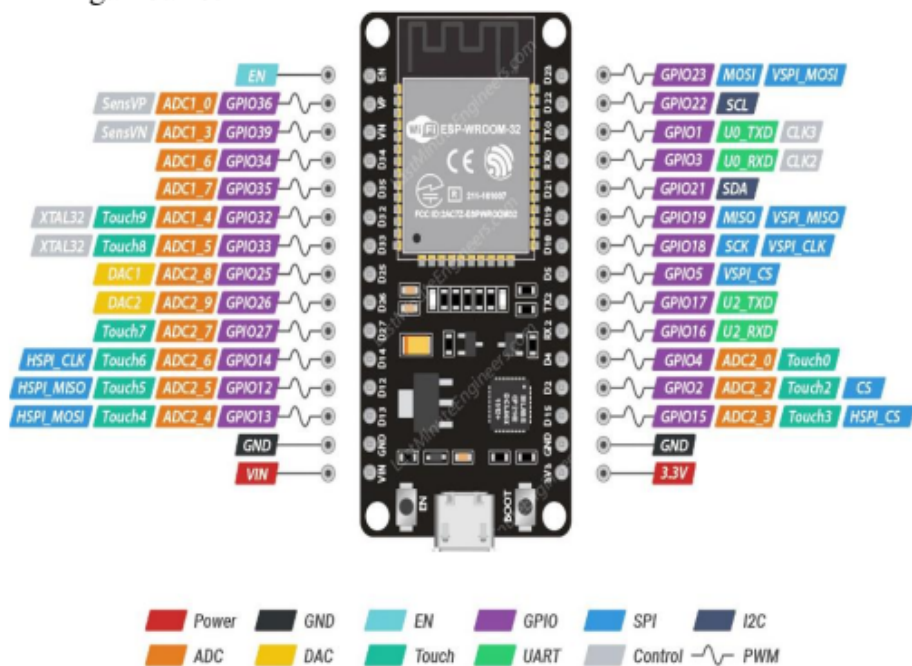
Vacuum cleaner juga dikenal sebagai peghisap debu, adalah alat yang menggunakan pompa udara (kipas sentrifugal, kecuali beberapa model yang paling tua), untuk membuat vakum parsial untuk menyedot debu dan kotoran, biasanya dari lantai.[13] Prinsip kerja *vacuum cleaner* merupakan suatu proses menghisap dan membuang dengan menerapkan sejumlah konsep fisika untuk membersihkan kotoran secara efektif. Bagian kipas atau *fan* akan menghasilkan udara vakum untuk mengisap debu melalui saluran masuk, kemudian disaring dan debu yang tersaring terkumpul di dalam wadah penyimpanan. Selanjutnya, debu dan kotoran ini pun dibuang keluar dari *vacuum cleaner*.



Gambar 2.4 Vacuum cleaner [21]

2.2.4 ESP32

ESP 32 merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang sangat terintegrasi, memiliki daya yang rendah, serta memiliki 2,4 Ghz Wi-Fi System-On-Chip (SoC). Dimana sudah termasuk Wi-Fi subsistem yang terintegrasi Wi-Fi MAC, Wi-Fi radio and baseband, RF Swith, RF Balun, power amplifier, low noise amplifier (LNA). Sehingga mampu difungsikan sebagai pengirim data sekaligus pengatur robot tanpa harus menggunakan tambahan modul Wi-Fi atau GSM lagi bahkan tidak perlu menggunakan 2 mikrokontroler. ESP 32 memiliki pin-pin input dan output (IO) berupa *General Purpose Input dan Output* (GPIO). Pin-pin tersebut dapat digunakan untuk membaca input dari tombol serta switches serta mengontrol aktuator seperti LED, relay dan motor, yang difungsikan sebagai input atau output data digital. Pin konfigurasinya dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 2.5 Pin konfigurasi ESP32

2.2.5 HC-SR04

1 HC-SR04 merupakan salah satu jenis sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengubah besaran listrik menjadi besaran fisis (bunyi) dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini berdasarkan prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Dinamakan sensor ultrasonik karena pada sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik.

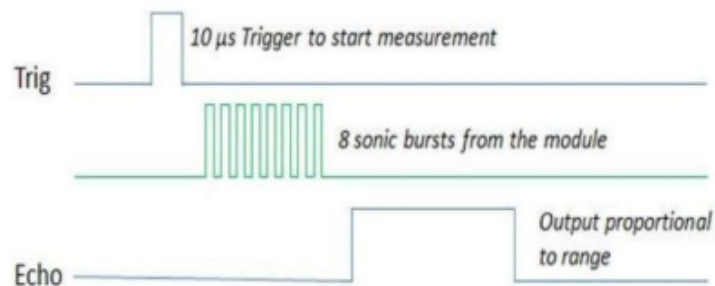
Gelombang ultrasonik merupakan gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak bisa di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik bisa didengar oleh kucing, anjing, lumba lumba, dan kelelawar. Bunyi ultrasonik dapat merambat melalui zat cair, padat dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat lumba lumba, kucing, dan kelelawar. Bunyi ultrasonik dapat merambat melalui zat cair, padat dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat.



Gambar 2.6 Sensor HC-SR04

1 Cara menggunakan alat ini yaitu: Jika kita memberikan tegangan (+) pada pin Trigger selama 10uS, maka sensor tersebut mengirimkan 8 langkah sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal tersebut akan diterima oleh pin Echo. Untuk mengukur jarak jarak pada sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika menerima dan mengerim

sinyal yang digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut. Rumus untuk menghitungnya sudah disampaikan di atas. Berikut ini merupakan visualisasi dari sinyal yang dikirimkan oleh sensor HC-SR04.[14]

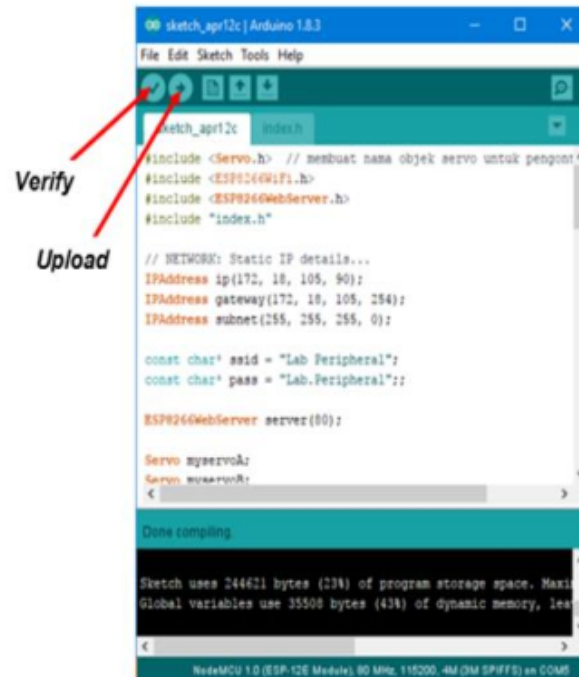


Gambar 2.7 Diagram pewaktu sensor

2.2.6

3 Arduino IDE

IDE merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment*. IDE merupakan program yang digunakan untuk membuat program pada Arduino. Program yang ditulis menggunakan Software Arduino IDE disebut sketch. Sketch ditulis dengan suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi .ino. Pada software Arduino IDE, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile* dan *upload program*. Di bagian paling kanan software Arduino IDE menunjukkan board yang terkonfigurasi beserta COM Ports yang digunakan. Verify/Compile, berfungsi untuk memeriksa apakah sketch yang dibuat ada kesalahan dari segi sintaks atau tidak. Jika tidak ada kesalahan maka sintaks yang dibuat akan di-*compile* kedalam Bahasa mesin. Upload, berfungsi mengirimkan program yang sudah dikompilasi ke Arduino Board [15].



Gambar 2.8 software Arduino IDE

2.2.7 Motor DC

Motor Listrik DC/ motor DC adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). motor DC mempunyai dua terminal serta memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk bisa menggerakannya. Motor DC ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (*Revolutions per Minute*) serta bisa dibuat berputar searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada motor DC tersebut dibalik. Pada penelitian ini menggunakan motor DC 12V bertipe dinamo.



Gambar 2.9 Motor DC *gearbox*

2.2.8 Modul *Driver* motor L298N *Dual Bridge*

Driver Motor L298N adalah sebuah modul yang digunakan untuk mengendalikan motor DC. Dengan menggunakan *driver* motor L298N dapat mengendalikan kecepatan serta arah rotasi 2 motor sekaligus. *driver* motor L298N dirancang menggunakan IC L298 Dual H-Bridge Motor Driver berisikan gerbang gerbang logika yang sering digunakan sebagai pengendali motor.[16]



Gambar 2.10 Modul *driver* motor L298N

2.2.9 Modul Stepdown XL4015

Modul *Stepdown* XL4015 adalah modul linier yang berfungsi sebagai pengatur tegangan atau modul step down, dimana biasanya digunakan untuk mengurangi tegangan dengan tegangan masukan mulai dari 8v – 36v dapat menghasilkan output yang dapat diatur melalui potensio mulai dari 1.25v – 32v dengan maks arus 5A.[17]



Gambar 2. 11 Modul *stepdown* XL4015

2.2.10 Baterai Li-Po 3 Cell

Baterai *lithium-polymer* (Li-Po) merupakan baterai *lithium* bertenaga tinggi yang banyak digunakan untuk proyek elektronika. Teknologi *lithium-polymer* menggunakan elektroda positif dan negatif, tetapi dengan padatan kering, bahan kimia berpori, bukan cairan. Pada penelitian ini menggunakan baterai Li-Po 12v 3 cell.[18]



Gambar 2. 12 Baterai Li-Po 3 cell

2.2.11 Sistem Monitoring Ruang Berbasis MQTT

Pada penelitian ini sistem monitoring berbasis MQTT ini sangat penting karena pada alat ini mengirim tipe data *character* yang diterima oleh robot di penelitian ini, sehingga robot dapat berjalan dengan normal.



Gambar 2. 13 Sistem monitoring ruang berbasis MQTT

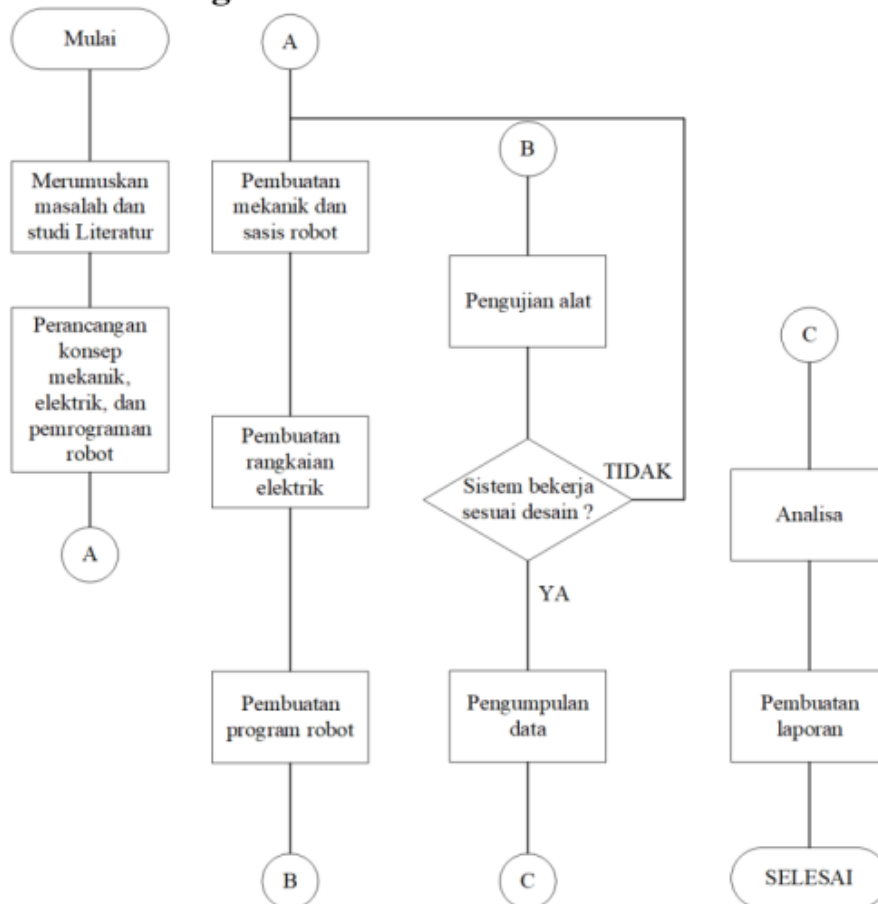
[Halaman Ini Sengaja Dikosongkan]

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian ini akan membahas mengenai cara kerja sistem dari diagram blok hingga *flowchart* sistem. Dan juga akan membahas mengenai perancangan mekanik, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak sistem.

3.1 Dasar Teori

3.1.1 Metodologi Penelitian

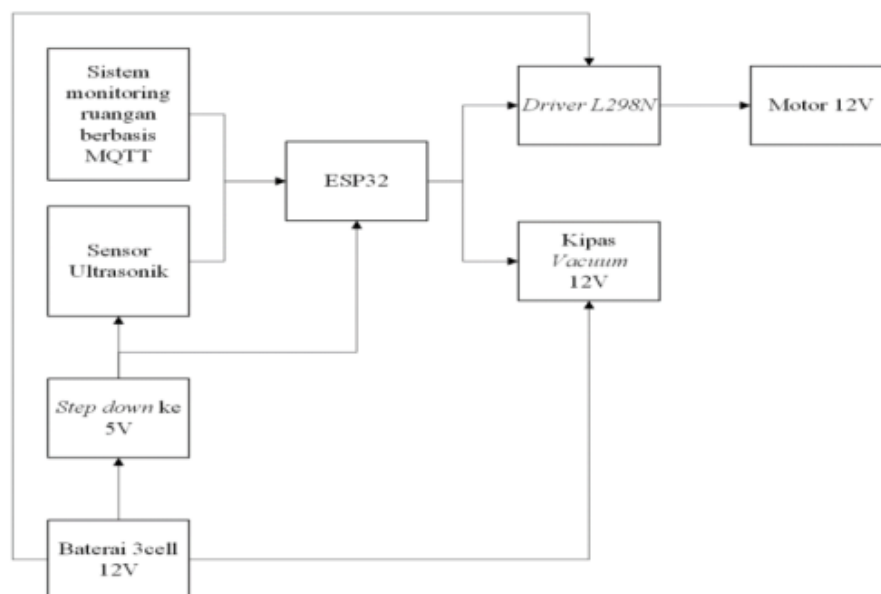


Gambar 3.1 Metodologi penelitian

Pada penelitian ini mengacu pada gambar 3.1 berawal pada identifikasi masalah yang diangkat dari topik *capstone design*, kemudian studi literatur tentang topik yang diangkat yaitu pembersih ruangan otomatis berbasis multisensor. Kemudian membuat konsep untuk mekanik, elektrik, dan pemrograman robot. Kemudian membuat mekanik robot, rangkaian elektrik, dan pembuatan program robot. Setelah robot jadi dilakukan pengujian alat apakah berjalan sesuai konsep. Jika tidak maka dilakukan revisi alat sampai sesuai konsep, jika bekerja sesuai desain maka dilakukan pengambilan data. Setelah itu dilakukan analisis data serta penyusunan laporan.

3.1.1 Blok Hardware

Dibawah ini merupakan rancangan diagram blok dari sistem yang akan dibuat. Dan akan dibahas juga mengenai kegunaan setiap komponen yang ada serta dijelaskan hubungan antar komponen yang ada



Gambar 3. 2 Blok Hardware

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa komponen utama yang digunakan adalah ESP32. Kemudian komponen yang terhubung dan bertugas sebagai pemberi inputan adalah sensor ultrasonik dan data dari sistem monitoring ruangan berbasis MQTT. Dan yang terakhir terdapat komponen yang bertugas sebagai output adalah kipas *vacuum* 12V dan Motor DC 12 V.

Berikut merupakan fungsi-fungsi setiap komponen yang ada pada diagram blok :

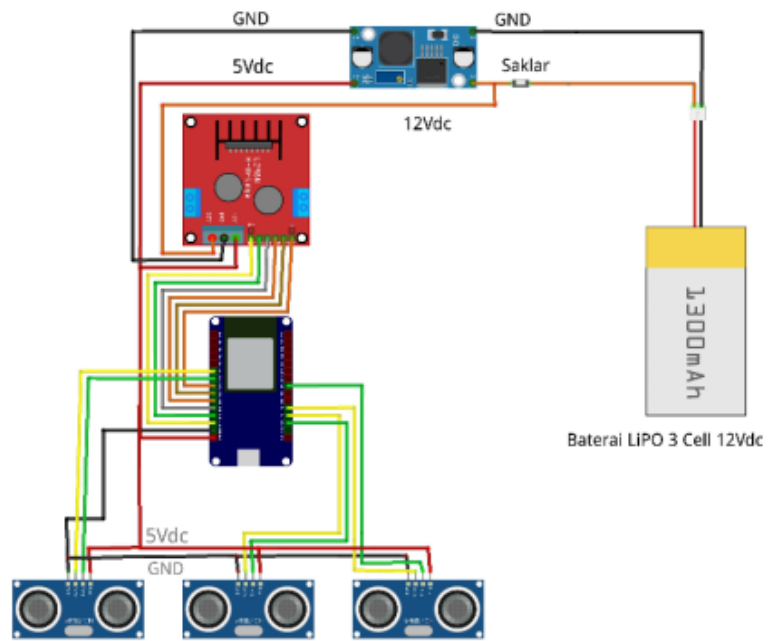
- a. **ESP32**
Berfungsi untuk mengontrol proses input output setiap komponen.
- b. **Sensor Ultrasonik**
Berfungsi untuk mengambil data jarak robot sebagai pengatur jalan robot.
- c. **Sistem Monitoring Ruangan Berbasis MQTT**
Berfungsi untuk memberi data input kepada robot yang akan bertindak mengaktifkan robot.
- d. **Kipas Vacuum 12 V**
Berfungsi untuk menjadi output yang akan bertindak sebagai aktutor untuk menghisap debu.
- e. **Motor DC 12 V**
Berfungsi untuk menjadi output yang bertindak sebagai penggerak robot.

3.2 Perancangan Perangkat Keras

Berikut merupakan rancangan perangkat keras yang akan digunakan.

3.2.1 ESP32 dan Rangkaian Sensor

Pada rangkaian ini ESP32 akan dihubungkan dengan Sensor HC-SR04. Fungsi dari sensor ini sebagai pengatur pergerakan robot.



Gambar 3. 3 Rangkaian ESP32 dan Sensor HC-SR04

fritzing

Tabel 3. 1 ESP 32 dan Sensor Kanan

ESP32	HC-SR04
Pin D32	Pin Echo
Pin D33	Pin Trigger

Tabel 3. 2 ESP 32 dan Sensor Depan

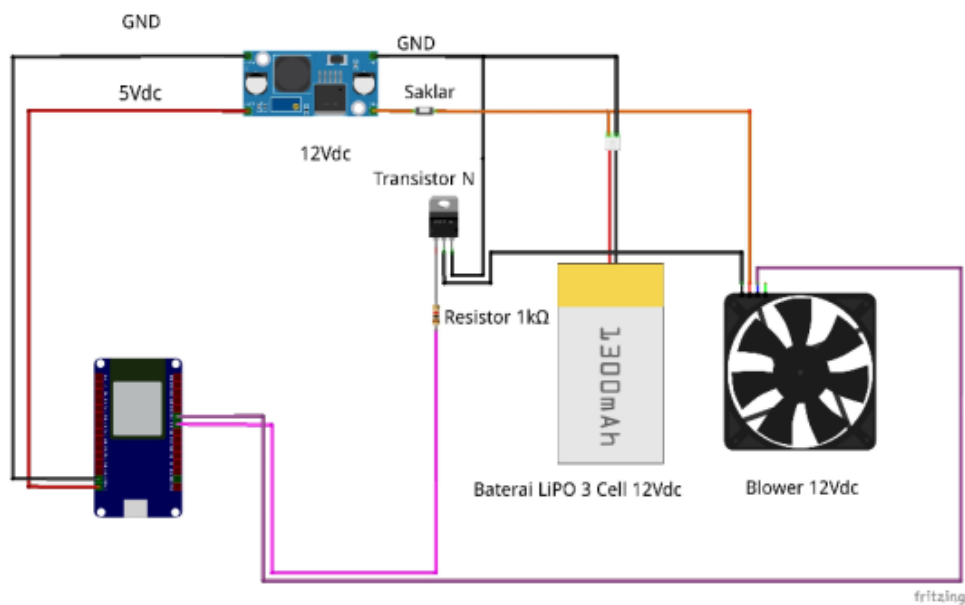
ESP32	HC-SR04
Pin D2	Pin Echo
Pin D15	Pin Trigger

Tabel 3. 3 ESP 32 dan Sensor Kiri

ESP32	HC-SR04
Pin D4	Pin Echo
Pin D5	Pin Trigger

3.2.2 ESP32 dan Rangkaian Penghisap debu

Pada rangkaian ini ESP32 akan dihubungkan dengan kipas *vacuum* 12 V. Fungsi dari kipas ini sebagai pengatur penghisap debu pada robot.

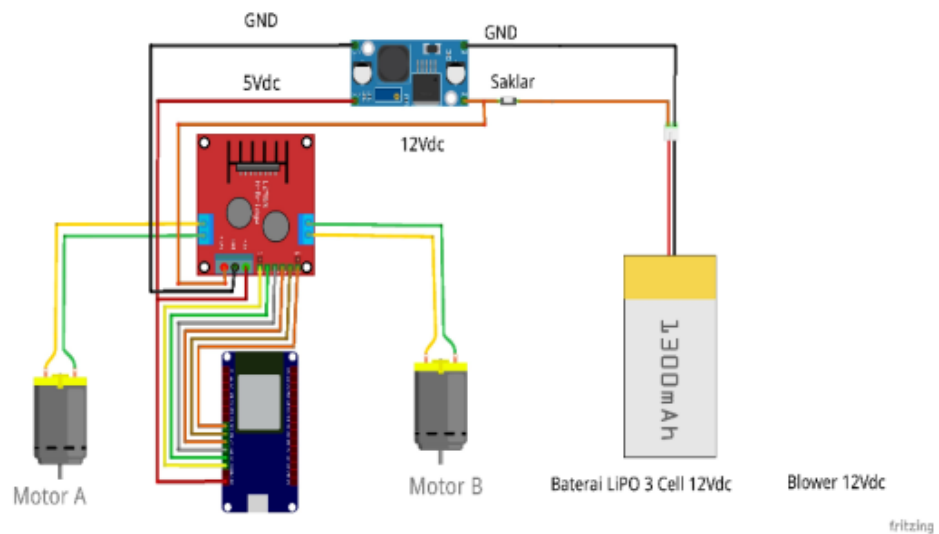
**Gambar 3. 4** Rangkaian ESP32 dan kipas *vacuum* 12 DC

Tabel 3. 4 ESP 32 dan kipas *vacuum* 12 V

ESP32	Kipas <i>vacuum</i> 12 V
Pin D18	Pin Enable
Pin D19	Pin PWM

3.2.3 ESP32 dan Rangkaian Penggerak Robot

Pada rangkaian ini ESP32 akan dihubungkan dengan Motor DC 12 V. Fungsi dari kipas ini sebagai penggerak robot.

**Gambar 3. 5** Rangkaian ESP32, *driver* motor, dan motor dc

Tabel 3. 5 ESP 32 dan Modul Driver L298N

ESP32	Modul Driver L298N
Pin D14	Pin <i>Channel 1A</i>
Pin D12	Pin <i>Channel 1B</i>
Pin D13	Pin <i>Enable Channel A</i>
Pin D26	Pin <i>Channel 2A</i>
Pin D27	Pin <i>Channel 2B</i>
Pin D25	Pin <i>Enable Channel B</i>

Tabel 3. 6 Motor A dan Modul Driver L298N

Motor DC 12 V	Modul Driver L298N
Pin VCC	Pin <i>Channel 1A</i>
Pin GND	Pin <i>Channel 1B</i>

Tabel 3. 7 Motor B dan Modul Driver L298N

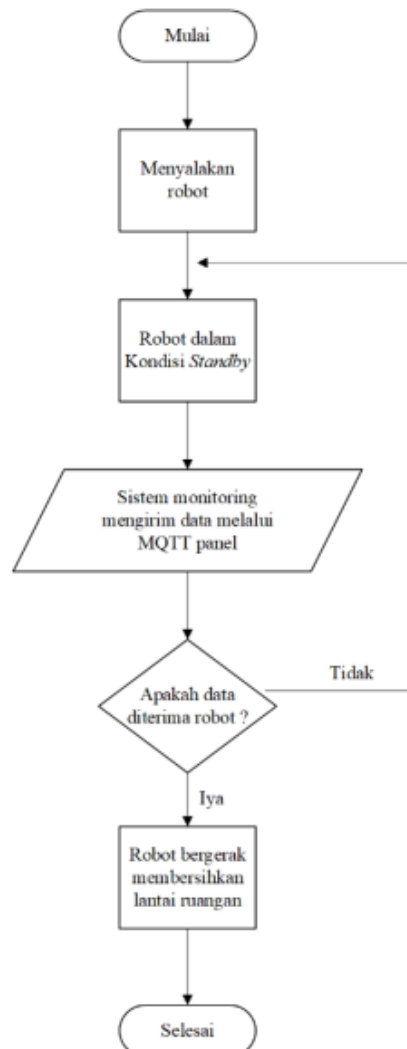
Motor DC 12 V	Modul Driver L298N
Pin VCC	Pin <i>Channel 2A</i>
Pin GND	Pin <i>Channel 2B</i>

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak ini berisikan flowchart proses sistem. Flowchart sendiri merupakan sebuah gambaran pemetaan dari sebuah proses secara berurutan agar dapat mempermudah untuk dipahami dan dipelajari. Pada flowchart ini akan dibahas mengenai flowchart pengoperasian sistem, flowchart algoritma pergerakan robot, dan flowchart MQTT Communication.

3.3.1 *Flowchart Pengoperasian Sistem*

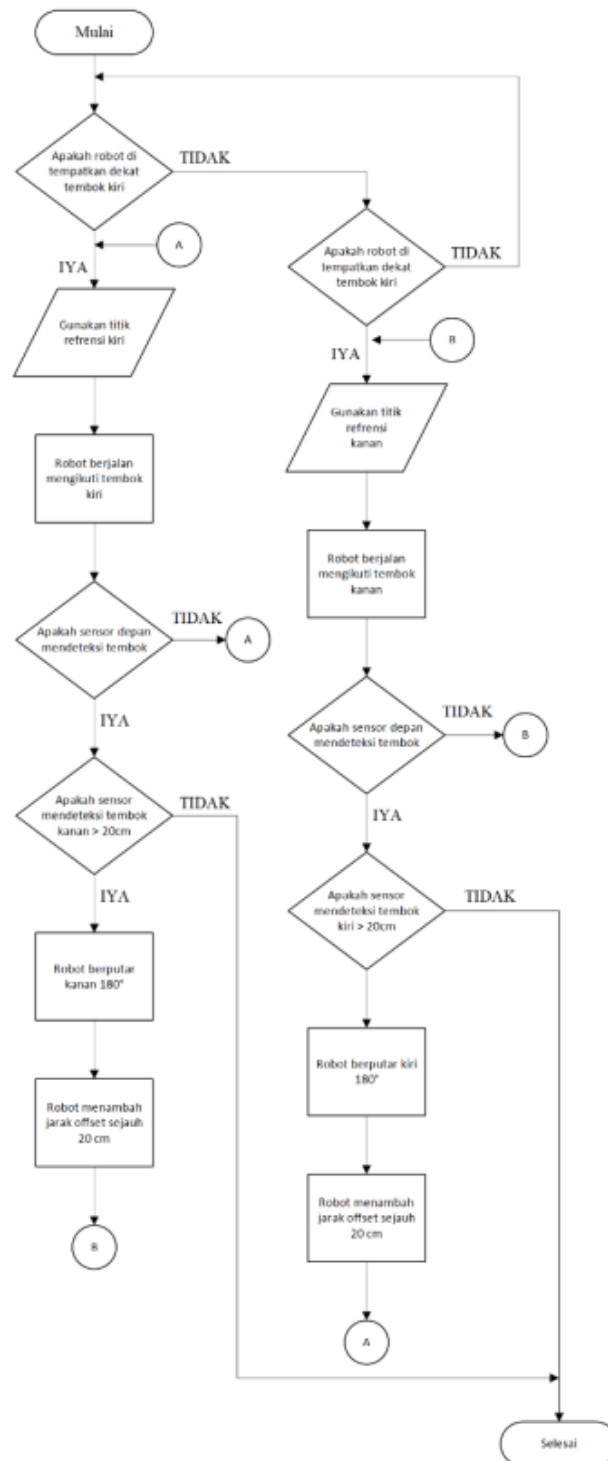
Program dimulai dengan menyalakan robot kemudian robot akan masuk kedalam keadaan *standby*. Jika robot menerima data dari MQTT yang dikirimkan oleh sistem monitoring ruangan berbasis MQTT, robot akan bergerak membersihkan ruangan. Jika tidak menerima data maka robot akan tetap masuk dalam keadaan *standby*. Seperti yang tertera pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Flowchart Pengoperasian Sistem

3.3.1 Sub *Flowchart* Algoritma Robot.

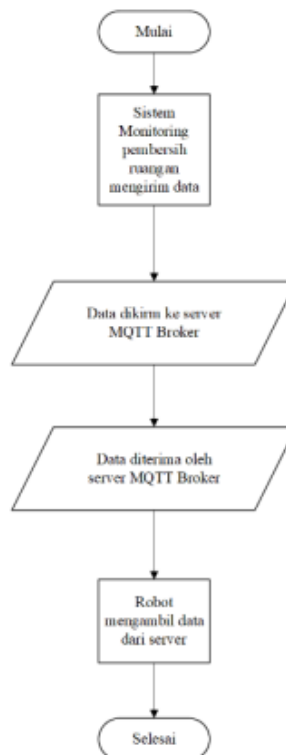
Pada bagian ini merupakan penjelasan konfigurasi pergerakan robot menggunakan algoritma *invers* kinematik sehingga robot dapat berjalan. Pada algoritma ini robot bergerak dengan menggunakan metode *wall following*, dimana robot akan berjalan mengikuti tembok dengan titik offset yang sudah di atur 20 cm. diagram alir dapat di lihat pada gambar 3.7 pada halaman berikutnya.



Gambar 3. 7 Flowchart pergerakan robot

3.3.2 Sub Flowchart MQTT Communication

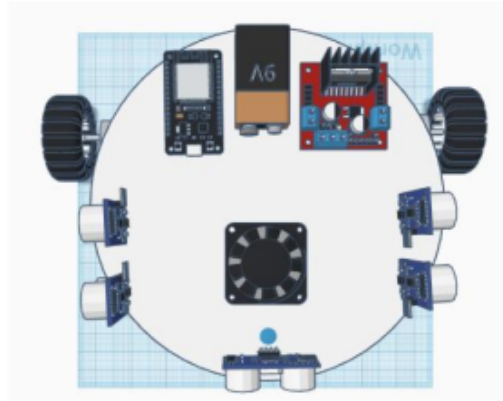
Pada bagian ini, komunikasi MQTT dimulai dengan Sistem Monitoring ruangan mengirim data ke alamat MQTT Broker. Setelah itu data yang dikirim ke server MQTT Broker, kemudian data itu akan di akses oleh robot menggunakan ESP32.



Gambar 3. 8 Flowchart MQTT Communication

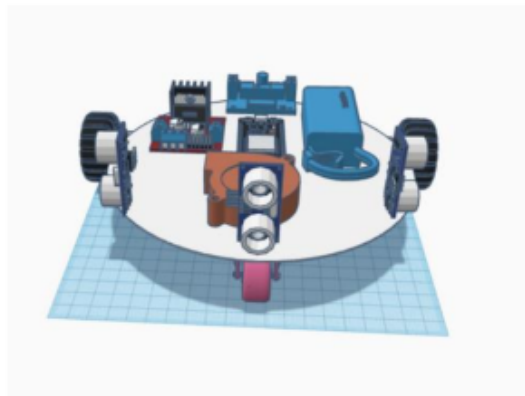
3.4 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik pada alat yang akan dibuat menggunakan akrilik sebagai sasis robot, serta menggunakan 3d print untuk penempatan beberapa komponen pada robot, terutama pembuatan *nozzle* penghisap debu.



1

Gambar 3. 9 Rancangan Mekanik tampak atas



Gambar 3. 10 Rancangan Mekanik tampak depan

[Halaman Ini Sengaja Dikosongkan]

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas tentang hasil ¹ pengujian dari alat mulai dari hardware hingga pengujian kepada software, dengan hasil berupa Analisa dari setiap bagian yang akan diuji. Selain itu akan diuji juga secara ¹ keamanan antara software dan hardware.

Dari hasil pengujian ini akan menjadi dasar dari kesimpulan serta point point kekurangan yang harus segera diperbaiki agar kinerja keseluruhan sistem dapat sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

Berikut merupakan urutan dari beberapa pengujian yang akan dilakukan :

1. Pengujian sensor HC-SR04
2. Pengujian pergerakan robot
3. Pengujian penghisap debu
4. Pengujian komunikasi MQTT
5. Pengujian keseluruhan sistem

4.1 Pengujian Sensor HC-SR04

Pada pengujian ini penulis akan menguji apakah sensor dapat melakukan pengiriman data jarak secara real-time. Dengan jarak yang sudah ditentukan dari permukaan sensor sampai dinding atau halangan, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1 dengan menggunakan alat ukur meteran sebagai tolak ukur perhitungan, sedangkan jarak ukur sensor menggunakan fitur *serial monitor* yang ada pada Arduino IDE pada gambar 4.2. Percobaan dimulai dari jarak 10 cm, dengan kondisi masing-masing percobaan jarak akan ditambah kelipatan 10. Adapun komponen yang digunakan pada percobaan ini adalah sensor ultrasonik dan ESP32.



Gambar 4.1 Pengukuran jarak aktual

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'DOIT ESP32 DEV
07:17:20.491 -> DS1:252 DS2:44 DS3:15
07:17:20.991 -> DS1:252 DS2:43 DS3:15
07:17:21.503 -> DS1:251 DS2:43 DS3:15
07:17:22.000 -> DS1:250 DS2:44 DS3:15
07:17:22.499 -> DS1:102 DS2:43 DS3:16
07:17:22.499 -> 0
07:17:23.010 -> DS1:251 DS2:43 DS3:15
07:17:23.511 -> DS1:255 DS2:44 DS3:14
07:17:24.005 -> DS1:255 DS2:43 DS3:13
07:17:24.473 -> DS1:80 DS2:39 DS3:11
07:17:24.968 -> DS1:17 DS2:28 DS3:11
07:17:25.514 -> DS1:16 DS2:24 DS3:10
CLI Daemon Offline
```

Gambar 4.2 Pengukuran jarak sensor

Berikut adalah tabel hasil pengujian masing masing sensor HC-SR04 pada robot :

Tabel 4. 1 Percobaan Sensor Kanan

no	Jarak Aktual (cm)	Jarak Ukur (cm)
1	10	10
2	20	20
3	30	29
4	40	40
5	50	51
6	60	61
7	70	69
8	80	80
9	90	90
10	100	101
11	110	110
12	120	121
13	130	130
14	140	140
15	150	150
16	160	161
17	170	170
18	180	181
19	190	190
20	200	200
21	210	211
22	220	219
23	230	230
24	240	240
25	250	251
26	260	260

27	270	270
28	280	280
29	290	290
30	300	300
31	310	309
32	320	318
33	330	331
34	340	341
35	350	352
36	360	362
37	370	367
38	380	368
39	390	367
40	400	368

Tabel 4. 2 Percobaan Sensor Depan

no	Jarak Aktual (cm)	Jarak Ukur (cm)
1	10	9
2	20	20
3	30	30
4	40	40
5	50	50
6	60	60
7	70	70
8	80	80
9	90	91
10	100	100
11	110	110
12	120	120
13	130	130
14	140	140

15	150	150
16	160	161
17	170	170
18	180	180
19	190	190
20	200	200
21	210	210
22	220	219
23	230	230
24	240	240
25	250	251
26	260	260
27	270	270
28	280	280
29	290	290
30	300	300
31	310	310
32	320	320
33	330	331
34	340	341
35	350	352
36	360	362
37	370	367
38	380	368
39	390	367
40	400	368

Tabel 4. 3 Percobaan Sensor Kiri

no	Jarak Aktual (cm)	Jarak Ukur (cm)
1	10	9
2	20	20
3	30	30
4	40	40
5	50	50
6	60	60
7	70	70
8	80	80
9	90	91
10	100	100
11	110	110
12	120	120
13	130	130
14	140	140
15	150	150
16	160	161
17	170	170
18	180	180
19	190	190
20	200	200
21	210	210
22	220	219
23	230	230
24	240	240
25	250	251
26	260	260
27	270	270
28	280	280
29	290	290

30	300	300
31	310	310
32	320	320
33	330	331
34	340	341
35	350	352
36	360	362
37	370	367
38	380	368
39	390	367
40	400	368

Menurut hasil percobaan bahwa hasil pengukuran setiap sensor HC-SR04 yang digunakan linear dengan jarak yang diukur, serta cukup akurat antara jarak aktual dengan jarak ukur. Kemampuan sensor HC-SR04 untuk mendeteksi jarak dapat dilihat pada tabel 4.1, tabel 4.2, dan tabel 4.3 diatas bahwa jarak ukur dengan jarak aktual hanya terdapat perbedaan sedikit kurang lebih 1 sampai 2 cm dan jarak terjauh yang dapat di deteksi oleh sensor HC-SR04 adalah 368 cm.

4.2 Pengujian Pergerakan Robot

Pada pengujian ini penulis akan melakukan pengujian pada pergerakan robot dimana dalam pengujian ini terdapat beberapa percobaan meliputi pergerakan robot ketika sensor ultrasonik bagian samping serta bagian sensor pada sisi depan ketika didekatkan pada tembok maupun halangan. Adapun komponen yang digunakan controller ESP32, semua sensor ultrasonik serta aktuator yang meliputi *driver* motor L298N dan motor DC.

4.2.1 Pengujian Sensor Samping

Pada pengujian ini penulis melakukan pengujian pada pergerakan robot saat awal robot aktif dan mengamati pergerakan robot seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Pengujian sensor HC-SR04 bagian samping

Hasil pengujian pergerakan robot dapat dilihat pada tabel 4.4 dengan melakukan 5 kali percobaan dengan jarak sensor ultrasonik dengan berbagai jarak mulai 10 cm sampai 50 cm.

Tabel 4. 4 Pengujian pergerakan robot menggunakan sensor samping

No	Jarak aktual (cm)	Percobaan				
		1	2	3	4	1
1	10	lurus	Lurus	Lurus	lurus	lurus
2	20	lurus	Lurus	Lurus	lurus	lurus
3	30	lurus	Lurus	Lurus	lurus	lurus
4	40	Bergerak mendekati dinding	Bergerak mendekati dinding	Bergerak mendekati dinding	Bergerak mendekati dinding	Bergerak mendekati dinding
5	50	Bergerak mendekati dinding	Bergerak mendekati dinding	Bergerak mendekati dinding	Bergerak mendekati dinding	Bergerak mendekati dinding

Menurut hasil pengujian yang tertera pada tabel diatas penulis menyimpulkan bahwa pergerakan robot ketika awal diaktifkan lebih stabil bergerak saat robot berada di posisi 10 – 30 cm dari dinding. Sedangkan ketika robot sedikit di jauhkan jaraknya pada 40 – 50 cm robot akan melakukan pergerakan mendekati dinding karena *setpoint* awal yang sudah ditetapkan penulis sejauh 20 cm.

4.2.2 Pengujian Sensor Depan

Pada pengujian ini penulis melakukan pengujian pada pergerakan robot saat sensor sisi depan terkena halangan dengan bantuan 2 titik referensi dari sensor bagian kanan seperti pada gambar 4.2 dan sensor bagian kiri seperti yang ditunjukan oleh gambar 4.3.



Gambar 4.4 Pengujian dengan titik referensi sensor kanan



Gambar 4.3 Pengujian dengan titik refrensi sensor kiri

Tabel 4. 3 Pengujian pergerakan robot menggunakan sensor samping

No	Jarak Sensor Sisi Depan (cm)	Sampel percobaan kondisi pergerakan robot				
		1	2	3	4	5
1	5	berputar 180° berlawanan arah jarum jam	berputar 180° berlawanan arah jarum jam	berputar 180° berlawanan arah jarum jam	berputar 180° berlawanan arah jarum jam	berputar 180° berlawanan arah jarum jam
2	10	lurus	Lurus	Lurus	lurus	lurus
3	15	lurus	Lurus	Lurus	lurus	lurus
4	20	lurus	Lurus	Lurus	lurus	lurus
5	25	lurus	Lurus	Lurus	lurus	lurus

Tabel 4. 3 Pengujian pergerakan robot menggunakan sensor samping

No	Jarak Sensor Sisi Depan (cm)	Sampel percobaan kondisi pergerakan robot				
		1	2	3	4	5
1	5	berputar 180° searah jarum jam	berputar 180° searah jarum jam	berputar 180° searah jarum jam	berputar 180° searah jarum jam	berputar 180° searah jarum jam
2	10	lurus	Lurus	Lurus	lurus	lurus
3	15	lurus	Lurus	Lurus	lurus	lurus
4	20	lurus	Lurus	Lurus	lurus	lurus
5	25	lurus	Lurus	Lurus	lurus	lurus

Pada hasil pendeteksian itu dapat diamati pada hasil masing-masing tabel diatas robot akan terus berjalan lurus dengan mengikuti titik refrensi awal baik menggunakan sensor kanan maupun kiri ketika sensor depan mendeteksi terdapat halangan maka robot akan berputar sebesar 180° membelakangi titik refrensi pergerakan robot.

Pada pengujian ini penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa robot bergerak secara stabil, tetapi dengan catatan bahwa penempatan awal robot harus berada dalam jarak minimal 10 cm dari tembok dengan menggunakan salah satu titik refrensi dari bagian sisi kanan atau kiri robot. Bagian sisi depan robot juga hanya mendeteksi halangan ketika sudah dalam jarak 5 cm. Ketika robot bergerak menggunakan titik refrensi sensor kanan dan ketika sensor depan mendeteksi adanya halangan maka robot akan bergerak

memutar sebesar 180° berlawanan arah jarum jam. Berlaku juga sebaliknya, ketika robot bergerak menggunakan titik referensi bagian kiri robot dan sensor bagian depan mendeteksi halangan maka robot akan berputar sebesar 180° searah jarum jam.

Hasil ini bisa didapatkan karena menerapkan algoritma *invers* kinematik untuk algoritma robot supaya bisa berjalan. Hal ini bisa didapatkan karena menggunakan rumus

$$\begin{aligned}\omega (R + l/2) &= V_r \\ \omega (R - l/2) &= V_l\end{aligned}$$

Untuk nilai dari ω di ambil dari rumus algoritma kontrol *peripheral* pada control PID dengan rumus

$$K_p(e - t) = \omega$$

Dimana K_p merupakan nilai konstanta P, sedangkan e adalah nilai *setpoint* dan t adalah jarak aktual sehingga hasil dari ω akan menentukan arah gerak putar robot.

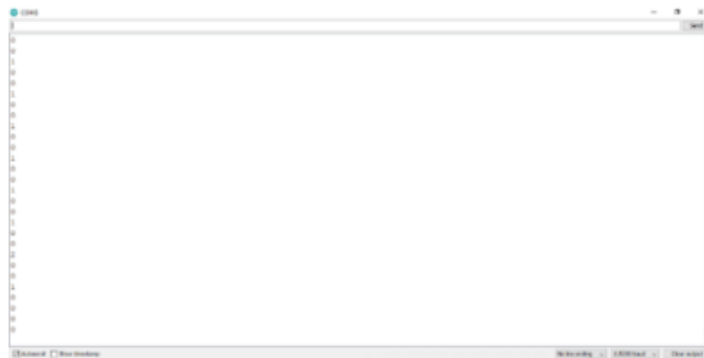
4.3 Pengujian Penghisap Debu

Pada pengujian ini dilakukan pengambilan *sample* dengan mengubah RPM (*Revolution Per Minute*) dari kipas untuk mengetahui efektivitas penghisapan debu. Pada tabel 4.4 menunjukkan bahwa kemampuan robot untuk menghisap jenis debu serbuk kopi dengan berat 25 gr.

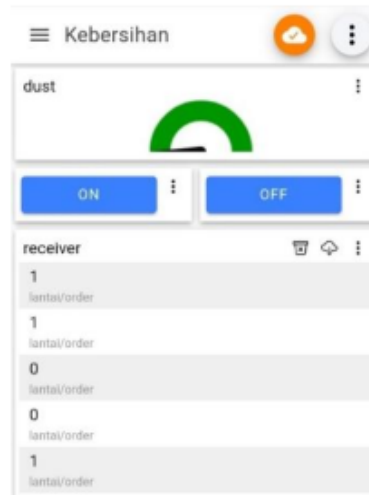
Tabel 4. 4 Pengujian penghisap debu

no	RPM	debu terhisap (gr)
1	100	3
2	200	3
3	300	5
4	400	8
5	500	10
6	600	12
7	700	13
8	800	16
9	900	18
10	1000	20

4.4 Pengujian Komunikasi Robot dengan MQTT



Gambar 4. 5 Pengujian Komunikasi IoT MQTT Panel dengan ESP32 (Tampilan Serial Monitor)



Gambar 4. 6 Pengujian Komunikasi IoT MQTT Panel dengan ESP32 (Tampilan IoT MQTT Panel)

Pada gambar 4.5 dan 4.6 merupakan tampilan dari serial monitor pada aplikasi Arduino IDE, dapat dilihat ESP32 dapat terhubung dan menerima data dari IoT MQTT Panel untuk memberikan perintah manual.

Tabel 4. 4 Hasil dari pengujian Komunikasi IoT MQTT Panel dengan ESP32

No	IoT MQTT Panel	ESP32	Hasil Output
1	1	1	Sesuai
2	0	0	Sesuai
3	0	0	Sesuai
4	1	1	Sesuai
5	1	1	Sesuai
6	0	0	Sesuai
7	1	1	Sesuai
8	1	1	Sesuai
9	0	0	Sesuai
10	1	1	Sesuai

4.5

1 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem merupakan pengujian yang bertujuan untuk menjawab keseluruhan pertanyaan yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini. Dalam hal ini meliputi pengujian integrasi antara Raspberry Pi dengan Robot Pembersih Lantai.

4.5.1 Pengujian Mengaktifkan Robot Secara Otomatis



Gambar 4.7 Pengujian integrasi Raspberry Pi dengan Robot Pembersih Lantai (Tampilan Hasil Image Processing)



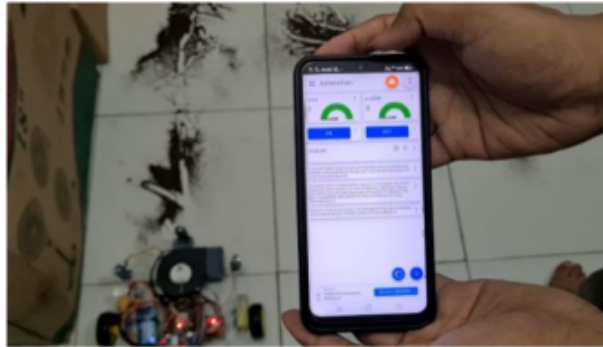
Gambar 4.8 Pengujian integrasi Raspberry Pi dengan Robot Pembersih Lantai (Tampilan Robot Pembersih Lantai)

Pada gambar 4.7 dan 4.8 merupakan tampilan monitor dari hasil image processing pada Raspberry Pi, dapat dilihat hasil uji pada tabel 4.5 bahwa robot pembersih lantai akan berstatus ON jika menerima nilai lebih dari 0 dan akan berstatus OFF jika menerima nilai 0 dari Raspberry Pi. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kontrol secara otomatis dapat berjalan dengan baik.

Tabel 4.5 Hasil dari pengujian integrasi Raspberry Pi dengan Robot Pembersih Lantai

No	Raspberry Pi	Robot	Hasil Output
1	0	OFF	Sesuai
2	1	ON	Sesuai
3	2	ON	Sesuai
4	3	ON	Sesuai
5	4	ON	Sesuai
6	2	ON	Sesuai
7	3	ON	Sesuai
8	1	ON	Sesuai
9	0	OFF	Sesuai
10	3	ON	Sesuai

4.5.2 Pengujian Mengaktifkan Robot Secara Manual



Gambar 4. 9 Pengujian integrasi Raspberry Pi dengan Robot Pembersih Lantai (Tampilan Hasil Image Processing)



Gambar 4. 10 Pengujian integrasi Raspberry Pi dengan Robot Pembersih Lantai (Tampilan Robot Pembersih Lantai)

Pada gambar 4.9 dan 4.10 merupakan tampilan dari aplikasi IoT MQTT Panel, di mana pada interface tersebut terdapat tombol untuk kontrol ON/OFF robot secara manual, dapat dilihat hasil uji pada tabel 4.6 bahwa robot

pembersih lantai akan berstatus ON jika menerima nilai 1 dan akan berstatus OFF jika menerima nilai 0 dari aplikasi IoT MQTT Panel. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kontrol secara manual dapat berjalan dengan baik.

Tabel 4. 6 Hasil dari pengujian integrasi Robot Pembersih Lantai dengan sistem monitoring ruangan berbasis MQTT

No	IoT MQTT Panel	Robot	Hasil Output
1	0	OFF	Sesuai
2	1	ON	Sesuai
3	0	OFF	Sesuai
4	1	ON	Sesuai
5	0	OFF	Sesuai
6	1	ON	Sesuai
7	0	OFF	Sesuai
8	1	ON	Sesuai
9	0	OFF	Sesuai
10	1	ON	Sesuai

[Halaman Ini Sengaja Dikosongkan]

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan¹

Berdasarkan semua pengujian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan dari rancang bangun prototip¹ robot pembersih lantai ruangan otomatis berbasis MQTT. Berikut merupakan hasil kesimpulan yang didapatkan dari setiap pengujian.

1. Pengujian sensor dapat dikategorikan akurat karena hasil pengukuran tidak berbeda jauh dengan jarak aktual.
2. Penentuan jarak robot dengan dinding yang didekatkan pada salah satu sisi samping robot bertujuan sebagai titik *setpoint* awal pergerakan robot akan berfungsi maksimal ketika diberi jarak sejauh 10 cm - 30 cm. Ketika robot diletakkan lebih jauh dari jarak tersebut robot akan otomatis bergerak dengan mencari setpoint tembok terdekat. Serta sensor depan hanya mendeteksi tembok ketika berjarak 5 cm.
3. Penghisapan kipas *vacuum* pada robot lebih efektif jika menggunakan nilai pwm 10 bit.
4. Integrasi antara robot dengan sistem monitoring ruangan dapat dikategorikan berhasil karena data yang diterima esp32 sama dengan data yang dikirim melalui sistem monitoring ruangan dan data dari MQTT *panel*. Sehingga robot dapat diaktifkan dan di matikan secara otomatis menggunakan sistem monitoring ruangan maupun secara manual pada aplikasi MQTT *panel*.
5. Robot hanya dapat menerima data dari sistem monitoring ruangan dan MQTT *panel* tetapi tidak mengirimkan data Kembali ke sistem monitoring ruangan maupun MQTT *panel*.

5.2 ¹ Saran

Pada penelitian yang telah dibuat ini, penulis jauh dari kata sempurna dan tidak luput akan adanya kesalahan. Oleh karena itu diperlukan adanya pengembangan serta perbaikan pada sistem yang telah dibuat. Adapun saran dan masukan dari penulis untuk pengembangan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat menggunakan sensor yang spesifikasinya lebih baik dari sensor HC-SR04. Supaya jangkauan dari robot dapat lebih jauh serta lebih baik.
2. Ditambahkan penggunaan tipe sensor jenis lain yang dapat mengukur percepatan supaya pergerakan robot lebih presisi.
3. Penggunaan sistem penghisap debu yang lebih baik supaya hasil penghisapan debu bisa lebih maksimal.
4. Penambahan fitur pada robot supaya dapat diketahui jika sudah menerima data dari komunikasi MQTT.
5. Menggunakan sistem komunikasi tipe lain supaya robot juga dapat mengirimkan data ke sistem monitoring ruangan sehingga terjadi komunikasi dua arah.

Daftar Pustaka

- [1] M. Akil, A. Awal, and F. Azis, "Smart Robot Uv Sebagai Sterilisasi Lantai Masjid Pencegahan Penularan New Variants Covid-19 Berbasis Internet Of Things," *Jurnal Sistem Cerdas*, vol. 6, no. 1, pp. 44–53, 2023.
- [2] W. Wulandari *et al.*, "ANGKA KUMAN UDARA DAN LANTAI RUANG RAWAT INAP RUMAH SAKIT PKU MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA."
- [3] M. N. Sholikin *et al.*, "Majalah Hukum Nasional ASPEK HUKUM KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) BAGI TENAGA MEDIS DAN KESEHATAN DI MASA PANDEMI (Legal Aspects of Occupational Safety and Health for Medical and Health Workers During the Pandemic)", doi: 10.33331/mhn.
- [4] A. Wijaya and D. Juliadi, "RANCANG BANGUN ROBOT PEMBERSIH LANTAI MENGGUNAKAN ARDUINO NANO DENGAN SISTEM PENGENDALI BERBASIS ANDROID," 2021. [Online]. Available: www.ejournal.unib.ac.id/index.php/pseudocode
- [5] L. H. Nyayu, S. Rasyad, M. S. Putra, Y. Hasan, and J. Al Rasyid, "Pengaplikasian sensor warna pada navigasi line tracking robot sampah berbasis mikrokontroler," *Jurnal Ampere*, vol. 4, no. 2, pp. 297–306, 2019.
- [6] I. M. Suradana and I. W. Sudiarsa, "Pengendalian Mobile Robot Menggunakan Personal Computer Dengan Koneksi Bluetooth," *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI*, vol. 2, no. 1, pp. 95–109, 2013.
- [7] A. Fitriansyah, G. N. Esmeralda, and D. Setiadi, "Alat Pembersih Lantai Berbasis Arduino Uno dan Android," *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer MH Thamrin*, pp. 72–84, 2020.

- [8] R. F. Christiant, N. Puspamelati, and D. Kurnianto, "Aplikasi raspberry pi pada telerobot pembersih lantai," *PROSIDING SENATEK FAKULTAS TEKNIK UMP*, 2015.
- [9] V. Hendrayawan and N. Sulistiyanto, "Implementasi Invers Kinematics pada Sistem Pergerakan Mobile Robot Roda Mekanum," *Publikasi Jurnal Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya*, 2014.
- [10] G. Dudek and M. Jenkin, *Computational principles of mobile robotics*. Cambridge University Press, 2010.
- [11] H. A. Rochman, R. Primananda, and H. Nurwasito, "Sistem Kendali Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Protokol MQTT pada Smarthome," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer E-ISSN*, vol. 2548, p. 964X, 2017.
- [12] W. P. Putra, A. Sumarudin, and A. E. Putro, "Implementasi LoRaWAN server untuk sistem tracking perahu nelayan berbasis mqtt protocol," *Journal of Applied Informatics and Computing*, vol. 2, no. 2, pp. 46–50, 2018.
- [13] R. C. Ginting, I. Ishak, and S. Yakub, "Implementasi Real Time Clock (Rtc) Pada Robot Line Follower Untuk Vacuum Cleaner Berbasis Arduino," *Jurnal Teknisi*, vol. 1, no. 1, pp. 8–12, 2021.
- [14] M. A. Silaban, "Rancang Bangun alat bantu baca tunanetra dengan sarung tangan cerdas berbasis raspberry pi," *ITN MALANG*, 2022.
- [15] R. Y. Endra, A. Cucus, F. N. Afandi, and M. B. Syahputra, "Model Smart Room Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Untuk Efisiensi Sumber Daya," *Explore: Jurnal Sistem informasi dan telematika*, vol. 10, no. 1, 2019, doi: 10.36448/jsit.v10i1.1212.
- [16] M. M. Maung, M. M. Latt, and C. M. Nwe, "DC Motor Angular Position Control using PID Controller with Friction Compensation," *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, vol. 8, no. 11, Nov. 2018, doi: 10.29322/ijsrp.8.11.2018.p8321.

- [17] J. A. Rachman, J. Jumiyatun, and S. Dewi, "RANCANG BANGUN ALAT PENYAMBUNG DAN PEMUTUS SUPLAI LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) DAN SMS GATEWAY BERBASIS ARDUINO," *Foristek*, vol. 10, no. 1, Mar. 2020, doi: 10.54757/fs.v10i1.53.
- [18] F. H. Karlina, Sunarno, M. M. Waruwu, and R. Wijaya, "Study of Several Types of Lithium-polymer Batteries with 3s Battery Management System," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, Dec. 2021. doi: 10.1088/1755-1315/927/1/012023.
- [19] Wikipedia, "MQTT", Accessed: Jun. 22, 2023. [Online]. Available: upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e0/Mqtt-hor.svg
- [20] ichi.pro, "Logo IoT MQTT panel", Accessed: Jun. 25, 2023. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=snr.lab.iotmqttpanel.prod.pro&hl=en&pli=1>
- [21] www.insinyoer.com, "Ilustrasi bagian vacuum cleaner", Accessed: Jun. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-vacuum-cleaner/>

RANCANG BANGUN PROTOTIPE ROBOT PEMBERSIH LANTAI RUANGAN OTOMATIS BERBASIS MQTT

ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

eprints.itn.ac.id

Internet Source

10%

2

123dok.com

Internet Source

2%

3

eprints.akakom.ac.id

Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On