

Perancangan Sistem Mekanik Dan Pemantauan Pada Robot Desinfeksi Ruangan

Rio Alfandy Justisio¹, Indar Sugiarto², Handry Khoswanto³

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra

Jl.Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

Email: c11170017@john.petra.ac.id¹, indi@peter.petra.ac.id² handry@petra.ac.id³

Abstrak — Pandemi Covid 19 membuat banyak orang melakukan protokol kesehatan seperti desinfeksi ruangan. Salah satu cara desinfeksi ruangan adalah menggunakan lampu UVC. Namun lampu UVC berbahaya bagi tubuh manusia apabila sinar UVC terkena kulit secara langsung sehingga diperlukan alat pelindung diri.

Salah satu alternatif untuk melakukan desinfeksi menggunakan lampu UVC adalah menggunakan robot yang secara *autonomous* sehingga dapat melakukan desinfeksi tanpa kontak langsung dengan lampu UVC. Maka dari itu proyek ini akan menghasilkan sebuah robot desinfeksi ruangan yang dikerjakan secara kelompok dengan Jeremy Winston.

Robot *autonomous* berjalan mengikuti jalur magnet sehingga dibutuhkan sensor magnet untuk mendeteksi jalur magnet. Robot dapat dikontrol secara manual menggunakan joystick. Keseluruhan program robot dibuat dengan bahasa Python yang dikontrol dengan Raspberry Pi 4.

Kata Kunci — Robot desinfeksi ruangan, *line following*, *Raspberry Pi 4*

I. PENDAHULUAN

Awal tahun 2020 China dilanda virus covid 19, penyakit yang menyerang paru - paru manusia dengan gejala batuk kering, sesak nafas hingga pneumonia yang dapat menyebabkan kematian. Seiring berjalannya waktu virus covid 19 ini menyebar ke beberapa negara hingga sudah ditetapkan sebagai pandemi. Penyakit covid 19 ini membuat banyak orang khawatir dan takut untuk keluar.

Banyak orang menggunakan UV-C sebagai alat untuk mendesinfeksi ruangan karena UV-C ini bebas dari bahan kimia, tidak beracun dan natural. Namun penggunaan lampu UV-C ini harus digunakan secara hati – hati. Karena UV-C ini hanya bisa digunakan di ruangan kosong, yaitu pada saat pasien dan petugas kesehatan telah meninggalkan ruangan. UV-C ini bisa diserap oleh molekul organik dan bisa menyebabkan kerusakan di kulit dan retina[1]. Sehingga penggunaan UVC ini harus dilakukan secara hati – hati

Dengan penggunaan UV-C ini bisa merusak rantai DNA yang ada didalam virus ini, namun ada sisi negatif dimana DNA manusia yang terpapar sinar UV-C ini juga bisa rusak.[2] Sehingga UV-C untuk desinfeksi ruangan ini lebih baik digerakkan oleh sebuah robot yang bisa mengelilingi ruangan. Dengan robot *autonomous* kemungkinan untuk orang terpapar sinar UV-C lebih kecil. Dengan robot *autonomous* diharapkan bisa membantu dalam desinfeksi ruangan dengan mudah dan aman.

II. PERENCANAAN DAN IMPLEMENTASI

Proyek ini bertujuan membuat robot desinfeksi ruangan secara *autonomous* dengan metode *magnetic line following*. Robot ini akan mengikuti jalur magnet yang berada pada lantai. Metode ini dibutuhkan agar robot tetap dapat bekerja dengan baik meskipun dalam lingkungan yang kotor maupun berdebu.

Robot ini memiliki ukuran panjang x lebar x tinggi yaitu 50x50x170 CM dan memiliki *base* robot dengan ukuran panjang x lebar x tinggi 50x50x30 CM. Robot ini menggunakan Raspberry Pi 4 sebagai *microprocessor* dan *microcontroller*. Digunakan 4 input data sebagai penunjang sistem robot ini yaitu *magnetic* sensor AGV, *time flight* sensor, joystick dan kamera. Digunakan 2 Output berupa kontrol motor untuk menggerakkan robot dan video *live streaming* untuk pemantauan robot. Robot ini membutuhkan modul UVC sebagai modul desinfeksi dan modul UVC dibuat oleh Jeremy Winston.

Time flight sensor akan dibaca menggunakan mikrokontroler Wemos D1 Mini yang dikirim melalui MQTT dan untuk pemantauan robot digunakan kamera yang diproses melalui Raspberry Pi Zero W yang akan dikirim ke Raspberry Pi 400 (operator). Data joystick akan diterima oleh Raspberry Pi 400 (operator) dan akan dikirim ke Raspberry Pi 4 (robot) melalui Wifi untuk mengontrol robot secara manual.

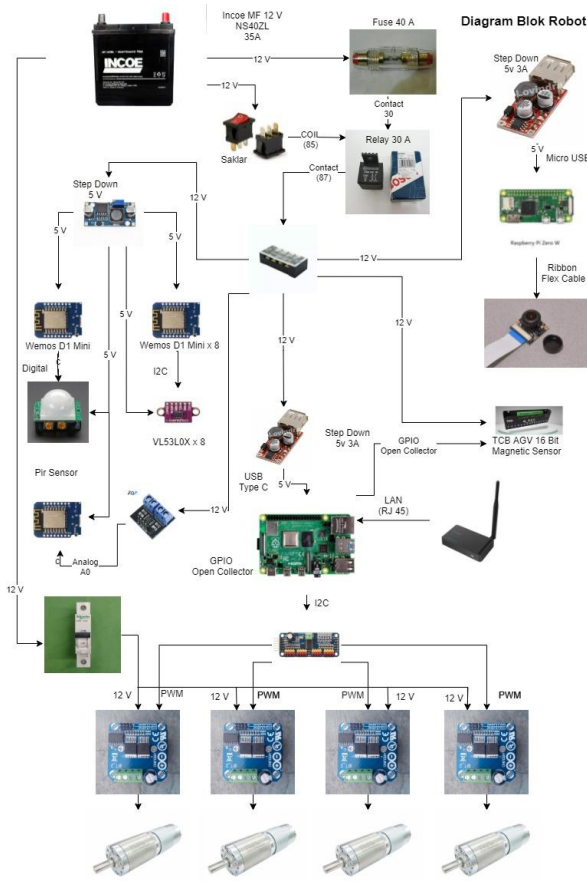
Magnetic sensor digunakan untuk mendeteksi magnet yang ada di lantai, sensor akan memberikan sinyal yang digunakan untuk fungsi *line following*. Kamera digunakan untuk memantau posisi dan status robot. *Time flight* sensor digunakan untuk mendeteksi barang yang ada di sekitar sehingga robot dapat menghindari dari barang – barang sekitar agar tidak menabrak.

Motor gearbox yang digunakan harus mampu untuk membawa beban yang cukup berat, dikarenakan rangka yang digunakan terbuat dari besi dan membawa baterai atau aki yang memiliki berat sekitar 5Kg. Maka dari itu dibutuhkan motor dengan torsi yang cukup besar.

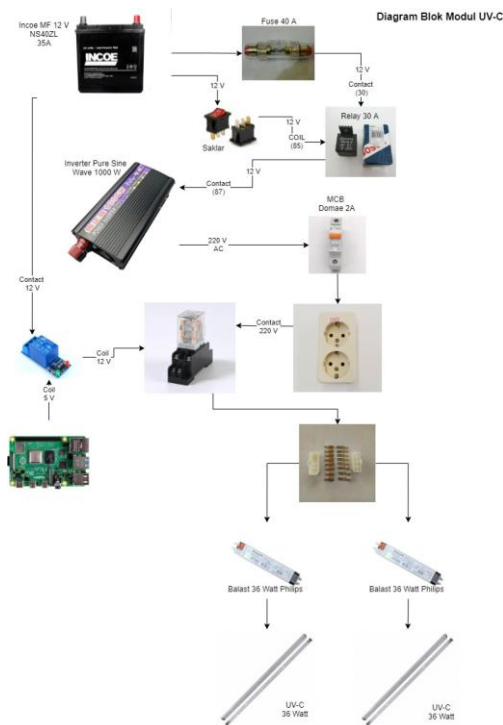
Mekanisme pengiriman gambar atau video dibutuhkan jaringan antara robot dengan pengguna. Maka dari itu diperlukan *local area network* yang menghubungkan robot dan komputer operator.

A. Supply Perangkat keras robot

Supply digunakan untuk tenaga perangkat keras yang ada pada robot desinfeksi ruangan.



Gambar 1. Diagram blok perangkat keras robot



Gambar 2. Diagram blok perangkat keras modul UV-C

Gambar 1 merupakan rancangan perangkat keras dari robot, sedangkan Gambar 2 merupakan rancangan perangkat keras modul uvc. Secara garis besar *supply* dari perangkat *microprocessor* hingga lampu UV menggunakan baterai dengan kapasitas 35 Ah. Untuk pengaman dari perangkat keras seperti *microprocessor* hingga inverter untuk supply UVC digunakan *Fuse* dengan kapasitas 40 A dan untuk pengaman motor digunakan MCB Schneider IC60N dengan kapasitas 25 A yang support tegangan DC.

Untuk *supply* lampu UVC dibutuhkan inverter DC to AC dan untuk pengaman *supply* dari inverter ke lampu UVC menggunakan MCB Schneider Domae dengan kapasitas 2 A. Robot ini mengusung sistem *plug and play* dimana base robot ini dapat dipasang modul selain modul UVC sehingga dapat difungsikan dengan keperluan lain. Untuk *plug and play* digunakan *socket* 8 pin untuk supply lampu UVC dan supply Raspberry Pi Zero.

Untuk supply Raspberry Pi 4 digunakan modul step down USB dengan tegangan 5 V dan arus maksimal 3 A karena Raspberry Pi 4 membutuhkan arus maksimal 3 A. Untuk supply Wemos D1 mini menggunakan modul stepdown, dan masuk ke Wemos D1 mini di pin 5 V dan Ground.

B. Rancangan Jaringan

Untuk komunikasi antar *microprocessor* seperti Raspberry Pi 4 dengan Wemos D1 mini maka dibutuhkan konfigurasi jaringan agar dapat berkomunikasi. Pengiriman data menggunakan protokol MQTT sehingga data sensor yang terpasang pada Wemos D1 mini dapat diterima oleh Raspberry Pi 4 untuk memproses seluruh proses robot.



Gambar 3. Diagram blok jaringan

Untuk komunikasi Raspberry Pi 4 dengan Raspberry Pi 400 untuk operator digunakan access point yang berada pada luar robot dan untuk komunikasi antara Raspberry Pi dengan Wemos D1 mini untuk menerima data sensor digunakan Router Prolink PRN 2001 yang berada pada dalam robot.

C. Hardware Robot

Untuk keperluan *magnetic line following* digunakan sensor magnet TCB MGS-16FP 16 bit yang dipasang di bawah *body* robot. Untuk wiring ke Raspberry Pi 4 dipasangkan sebuah resistor antara sensor dengan Raspberry Pi 4 sehingga sensor dipasang secara *Open Collector* dan dibuatkan PCB HAT yang disesuaikan dengan pin yang ada di Raspberry Pi 4.

Agar robot tidak menabrak digunakan sensor *time flight sensor* VL53L0X dan dipasang ke Wemos D1 Mini. Data sensor tersebut dikirimkan ke Raspberry Pi 4 menggunakan

protokol MQTT, dan komunikasi antara VL53L0X dengan Wemos D1 mini yaitu I2C.

Motor *planetary gear* yang terpasang di robot memiliki putaran 25 RPM dan memiliki torsi 120 KgFCM yang jika dikonversikan menjadi 11.76 NM dan dikopel secara langsung dengan *omnidirectional wheel* dengan diameter 10 CM. Berat dari robot desinfeksi ruangan ini 25 Kg dan torsi yang diperlukan sebesar 12.25 NM. Robot ini diberikan 4 buah motor sehingga jika dikalikan menjadi 47.04 NM sehingga cukup agar robot dapat bergerak.

Untuk kontrol kecepatan motor digunakan PCA9685 16 channel PWM yang dipasang ke Raspberry Pi 4 dengan komunikasi I2C. Untuk tenaga motor diberikan *supply* dari baterai namun diberikan driver BTS7960 dengan kapasitas maksimal 43 A dan PWM *driver* motor didapatkan dari PCA9685.

Karena robot berjalan secara *autonomous* maka untuk intervensi adanya *stuck* di suatu tempat maka robot harus bisa dikontrol secara manual, maka diperlukan *joystick* yang tersambung di komputer operator dalam proyek ini dipasang di Raspberry Pi 400. Data *joystick* ini akan dikirim melalui *local area network*

Untuk pengisian baterai robot digunakan *power supply* 12 V dengan arus maksimal 30 A. *Power Supply* ini dapat mengeluarkan tegangan hingga 15 V dan pengisian baterai ini membutuhkan tegangan 14.4 V dan pengisiannya dikontrol dengan *charger control*. Untuk pemantauan tegangan robot digunakan sensor MAX471 yang akan dibaca secara analog oleh Wemos D1 Mini dan akan dikirimkan data tegangan menggunakan protokol MQTT yang akan dikirimkan secara langsung ke Raspberry Pi 400 untuk ditampilkan di UI operator.

D. Software Robot

Software robot terdiri dari beberapa bagian untuk kontrol manual robot hingga pemantauan robot

1) Software Motor Control

Software motor control pada sistem robot desinfeksi ruangan terdapat beberapa node untuk menjalankan kontrol manual yaitu `node_motor_control.py` yang merupakan modifikasi dari `node_low_level_control.py`. Di dalam node ini terdapat `class ServoConvert()` untuk menyimpan beberapa variabel dan `method` untuk mengatur kecepatan motor. `Servo Convert` digunakan untuk mengatur *duty cycle* PWM.

Dalam node ini juga terdapat `class MotorControl()` merupakan `class` yang berisi program utama untuk mengontrol motor pada robot. Robot ini diperlukan pengontrolan motor untuk putaran *pwm* dimana 1 motor diperlukan 2 PWM dimana 1 PWM untuk putaran *Clock Wise* (CW) dan 1 PWM untuk *Counter Clock Wise*.

Node ini akan dipublish ke topik `/servos_absolute` dan akan subscribe ke 5 buah topic yaitu `/operator`, `/joy`, `/follow_line`, `/distance_status` dan `/motion_status`. Masing – masing topik yang `unsubscribe` memiliki `callback` yang merupakan sebuah fungsi yang akan dipanggil apabila ada pesan yang diterima pada topik itu.

2) Node I2C_PWMBoard.py

Node ini berfungsi untuk mengatur output PWM dari modul PCA9685. Terdapat 2 komponen utama yang akan

digunakan dalam node ini yaitu `set_pwm_frequency()` dan `subscriber servos_absolute()`. `Service ROS set_pwm_frequency()` ini berfungsi untuk mengubah frekuensi dari PWM yang dihasilkan.

`Subscriber servos_absolute()` merupakan node yang berfungsi untuk `subscribe` ke topik `/servos_absolute` yang nantinya dapat mengubah *duty cycle* setiap channel PWM yang diinginkan. Topik ini memiliki tipe `message ServoArray` yang berisi `array` dari `message Servo` dan berisi 2 variabel yaitu `int16 servo` dan `float32 value`. `Int16 servo` merupakan alamat dari output PWM yang ingin diatur dari 1 – 16 sedangkan `float32 value` merupakan *duty cycle* PWM dari range 0 – 4095.

3) Program VL53L0X

VL53L0X diperlukan agar robot tidak menabrak apabila robot mendekati objek maupun tembok. Data VL53L0X dikirim melalui MQTT dan menggunakan Wemos D1 Mini untuk memproses data dan mengirimkan data. Pemrograman Wemos D1 Mini menggunakan Arduino IDE dan diperlukan `library` Adafruit VL53L0X beserta package yang secara otomatis ditambahkan saat menginstal `library`. Untuk pengiriman menggunakan MQTT dibutuhkan `library` `PubSubClient` agar Wemos D1 Mini dapat tersambung dengan broker MQTT.

Untuk membaca data dapat dilakukan dengan perintah `VL53L0X_RangingMeasurementData_t measure;`. Dan untuk mendapatkan data dalam satuan millimeter digunakan `function` `measure.RangeMillimeter`. Lalu `datayang` didapatkan akan diubah menjadi variabel `string` yang nantinya akan dipublish ke broker MQTT dengan `function` `client.publish`. Dan `client.publish` ini dimasukan topik yang ditentukan dan data yang akan dikirim, dan untuk pengiriman data ditambahkan `c_str` untuk mengkonversi `string` ke `c style` yang diakhiri dengan `null`.

4) Software MAX471

Untuk memantau tegangan baterai robot, MAX471 digunakan untuk mendapatkan nilai tegangan dan dikeluarkan ke output analog untuk dibaca oleh Wemos D1 Mini. Data yang didapatkan dari output analog MAX471 berupa tegangan dari 0 – 5V dan Wemos D1 mini hanya mapu menerima tegangan maksimal 3.3 V sehingga pembacaan maksimal MAX471 untuk Wemos D1 mini sebesar 16 Volt.

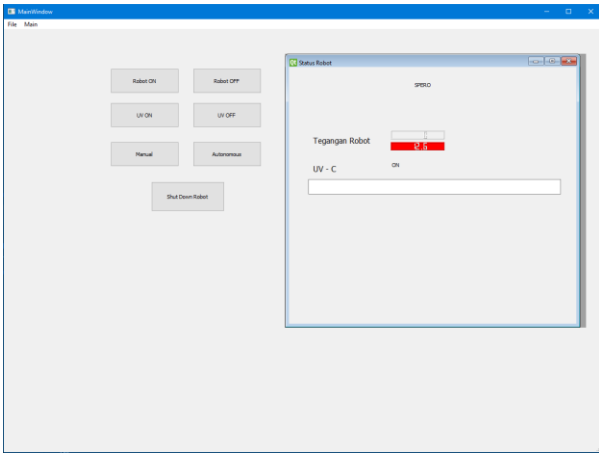
Output analog ini akan dilakukan *mapping* sehingga *mapping* tersebut akan mengeluarkan hasil tegangan baterai. Setelah tegangan baterai diketahui maka hasil *mapping* tersebut dipublish ke MQTT broker dengan topik `status_tegangan`.

E. Software Operator

Beberapa perangkat lunak operator diperlukan untuk kontrol robot dan memantau robot diantaranya :

1) UI Kontrol Robot

Desain UI (User Interface) dibuat menggunakan QT Designer 5 dan UI ini dibuat dengan desain sederhana untuk utilitas yang mudah agar robot dapat dikendalikan dengan mudah.



Gambar 4. Design UI Robot

Pada gambar 4 ini terdapat beberapa button untuk fungsi kontrol robot yaitu “Robot On” untuk menyalakan robot, lalu “Robot Off” untuk mematikan robot, “UV ON” untuk menyalakan lampu UVC, “UV OFF” untuk mematikan lampu UVC, “Manual” untuk memerintahkan robot berjalan dengan kontrol manual, “Autonomous” untuk memerintahkan robot berjalan dengan mode autonomous dan “Shut Down Robot” untuk mematikan seluruh sistem robot.

Semua perintah tersebut dikirimkan dengan protokol MQTT dan perintah tersebut dikirim dari Raspberry Pi 400 untuk operator ke Raspberry Pi 4 yang ada pada robot. Untuk pemantauan tegangan dan UV data didapat dengan *subscribe* ke topik *status_tegangan* dan *status_uv*.

2) Joystick

Joystick yang terpasang pada Raspberry Pi 400 (operator) digunakan untuk kontrol manual robot desinfeksi ruangan. Dalam Raspberry Pi 400 sudah terpasang ROS (*Robotic Operating System*) dimana Raspberry Pi 400 ini menjadi *slave* dan Raspberry Pi 4 ini menjadi *master*.

Beberapa konfigurasi dilakukan sebelum mengontrol manual yaitu *roscore* pada Raspberry Pi 4 di robot harus diaktifkan lalu *node joy* bisa diaktifkan dan beberapa konfigurasi pada Raspberry Pi 400 yaitu IP dari master pada */etc/host/* sehingga *node joy* mengetahui data yang didapat dari joystick akan dikirim ke robot.

Untuk menjalankan *node joy* dapat dilakukan pada terminal Raspberry Pi 400 dengan memberikan perintah *roslaunch joy joy_node*. Untuk mengetahui data joystick secara langsung maka diberikan perintah *rostopic echo joy* untuk melihat data pada topik *joy*.

3) Pemantauan Robot

Untuk pemantauan visual robot menggunakan *browser Chromium* pada Raspberry Pi 400 untuk membantu operator robot dalam pemantauan. Untuk melihat visual robot maka dapat membuka alamat IP static kamera beserta port dari kamera tersebut.

F. Software Kamera

Untuk memantau robot dalam hal visual digunakan kamera *Omnivision OV5647* dengan lensa *wide 130* derajat. Untuk memproses video yang ditangkap kamera digunakan program bernama *motion*. *Motion* ini sering digunakan untuk IP Camera seperti CCTV.

III. PENGUJIAN DAN HASIL

Pada bab ini dilakukan pengujian terhadap sensor, aktuator dan fungsionalitas dari fitur yang ada pada robot desinfeksi ruangan.

A. Pengujian Sensor Magnet AGV TCB MGS-16FP

Pada pengujian sensor magnet AGV TCB MGS-16FP ini bertujuan untuk mengetahui berapa jarak dan berapa kekuatan magnet agar sensor dapat membaca magnet. Hal ini akan menentukan ketinggian sensor pada body robot. Pada saat pengujian kondisi jalur yaitu berdebu dan sering dilewati orang dan pengujian menggunakan magnet ferrite dengan diameter 1.8 CM dan tebal 3 mm. Untuk pengukuran medan magnet ini menggunakan teslameter dan pengukuran kuat medan magnet.

Tabel 1 Hasil pengujian sensor magnet AGV TCB MGS-16FP

Jarak	Magnet Terdeteksi	Kuat Medan Magnet
0 CM	Ya	35.8 mT
0.5 CM	Ya	13.8 mT
1 CM	Ya	4.5 mT
1.5 CM	Ya	2.6 mT
2 CM	Ya	1.4 mT
2.5 CM	Ya	1 mT
3 CM	Ya	0.7 mT
3.5 CM	Tidak	0.5 mT
4 CM	Tidak	0.3 mT

Pada tabel 4 hasil pengujian sensor magnet dapat disimpulkan bahwa sensor magnet AGV TCB MGS-16FP, dapat membaca magnet dengan kuat medan magnet minimal 0.7 mT dan memiliki jarak maksimal 3 CM. Pada hasil pengujian sensor magnet ini dapat disimpulkan bahwa saat kondisi jalur robot yang kotor pembacaan sensor tetap baik hal ini dapat dibuktikan pada tabel 4 dimana meskipun jalur yang kotor pembacaan sensor maksimal di angka 3 CM. Karena sensor magnet berada pada bawah robot sehingga pencahayaan untuk jalur magnet tertutup dengan *body* robot. Hal ini membuktikan bahwa pembacaan jalur robot magnet tidak dipengaruhi oleh cahaya seperti pembacaan jalur menggunakan kamera yang membutuhkan pencahayaan yang optimal.

B. Pengujian Sensor VL53L0X

Tabel 2 Hasil pengujian *time flight sensor* VL53L0X

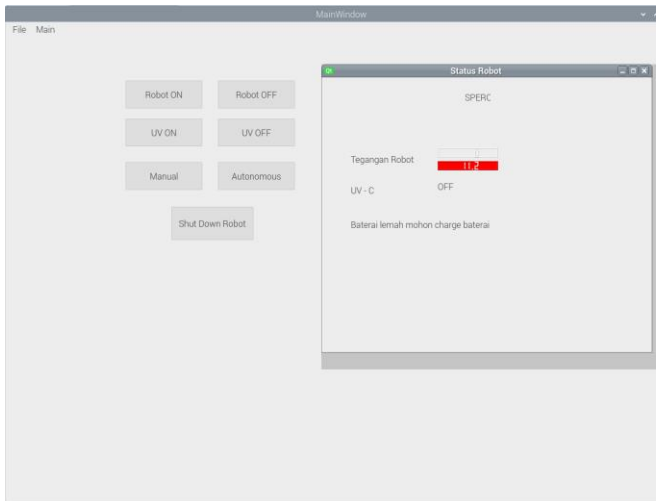
Jarak Objek	Pembacaan Sensor	Error
100 mm	118 mm	18 mm
200 mm	229mm	29 mm
300 mm	330 mm	30 mm
400 mm	430 mm	30 mm
500 mm	515 mm	15 mm
600 mm	614 mm	14 mm
700 mm	702 mm	2 mm
800 mm	801 mm	1 mm
900 mm	905 mm	5 mm
1000 mm	1004 mm	4 mm
1100 mm	1123 mm	23 mm
1200 mm	1202 mm	2 mm

1300 mm	Out of range	Out of Range
1400 mm	Out of range	Out of Range
	Rata - Rata Error	14.42 mm

Dari tabel 5 pembacaan dan error sensor VL53L0X dapat disimpulkan pembacaan maksimal sensor ini pada jarak 1200 mm atau 120 cm, di atas jarak tersebut sensor sudah tidak bisa mendeteksi objek. Namun sensor VL53L0X hanya dapat membaca jarak objek yang tepat di depannya dan peletakan sensor VL53L0X ada pada sisi dan ujung robot dengan ketinggian 20 CM sehingga apabila ada objek dengan tinggi kurang dari 20 CM maka robot tidak dapat mendeteksi objek tersebut. Dengan demikian pembacaan sensor ini sudah cukup baik mengingat pada jarak antara robot dengan objek agar robot berhenti adalah 15 CM dan mengurangi kecepatan pada jarak 25 CM.

C. Pengujian Pemantauan Robot

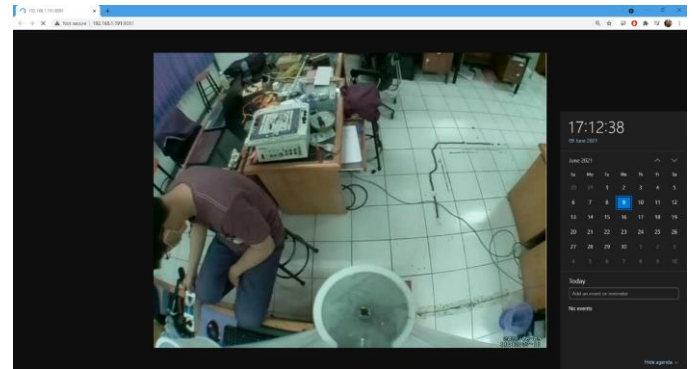
Pada pengujian pemantauan robot dilakukan untuk menguji fungsi pemantauan parameter tegangan baterai robot, UVC dan pemantauan visual robot.



Gambar 5. UI robot dengan peringatan baterai lemah

Pada gambar 5 menunjukkan robot dalam kondisi tegangan baterai 11.2 V dan mendapatkan notifikasi “Baterai lemah mohon charge baterai”. Notifikasi tersebut muncul apabila tegangan baterai dibawah 11.3 V. Status UV juga menunjukkan kondisi “OFF” status tersebut sesuai dengan kondisi secara langsung karena Raspberry Pi 4 pada robot mengirimkan status *trigger* relay lampu UVC.

Untuk pemantauan visual robot akan ditampilkan pada browser agar dapat dilihat secara langsung. Pengujian visual robot bertujuan untuk mengukur *latency* dari *streaming camera*.



Gambar 6 Screenshot pengujian pemantauan visual robot

Pada gambar 6 menunjukkan hasil pengujian pemantauan visual robot. Hasil pengujian *latency* camera sebesar 1 detik sehingga hasil pemantauan visual robot ini sedikit terlambat jika dibandingkan dengan *real time* pada robot.

D. Pengujian Kontrol Manual

Pengujian kontrol manual ini bertujuan untuk mengetahui apakah robot berjalan sesuai dengan *joystick* dan berapa delay yang terjadi pada saat mengontrol robot menggunakan *joystick*. Untuk delay diambil dari statistik yang ada dari program ROS, sehingga dapat diketahui delay yang terjadi untuk topik *joystick*.

```
topic: "/joy"
node_pub: "/joy_node"
node_sub: "/motor_control"
window_start:
  secs: 1623223262
  nsecs: 865001916
window_stop:
  secs: 1623223267
  nsecs: 473594903
delivered_msgs: 100
dropped_msgs: 0
traffic: 11800
period_mean:
  secs: 0
  nsecs: 46306453
period_stddev:
  secs: 0
  nsecs: 146631555
period_max:
  secs: 1
  nsecs: 151160002
stamp_age_mean:
  secs: 0
  nsecs: 230171682
stamp_age_stddev:
  secs: 0
  nsecs: 149961788
stamp_age_max:
  secs: 0
  nsecs: 517689382
--
```

Gambar 7 Screenshot statistic data topik joy

Pada gambar 7 sesuai dengan *screenshot* didapatkan pada rentang waktu yang didapatkan oleh topik *statistics* pada. *Delay* pada kontrol manual memiliki *delay* rata – rata yaitu 230 ms dan memiliki *delay* maksimal sebesar 517.

E. Pengujian Sistem Tenaga Robot

Pada pengujian sistem tenaga robot ada 3 pengujian yang dilakukan yaitu:

1) Pengujian daya tahan baterai saat robot tidak bergerak dan 6 lampu UVC menyala

Pada pengujian ini baterai robot dapat mensupply 6 lampu dengan waktu 1 jam 15 menit dan memiliki tegangan terakhir yaitu 10,2 V. Pada tegangan 10,2 V inverter DC to AC ini melakukan cut off untuk mengamankan komponen yang berada di dalam inverter.

2) Pengujian daya tahan baterai saat robot bergerak dan 6 lampu UVC mati

Pada saat robot bergerak dengan lampu mati pengujian ini mendapatkan hasil daya tahan baterai dengan waktu 5 jam dan memiliki tegangan terakhir yaitu 10,2 Volt.

3) Pengujian daya tahan baterai saat robot bergerak dan 6 lampu UVC menyala

Pada saat robot bergerak dengan lampu menyala pengujian ini mendapatkan hasil daya tahan baterai dengan waktu maksimal 55 menit dan memiliki tegangan baterai terakhir yaitu 10.2 Volt.

Semua pengujian daya tahan baterai dilakukan saat baterai dalam kondisi penuh. Baterai yang digunakan memiliki tegangan 12 V dan untuk pengisian dibutuhkan tegangan 14.4 V dan untuk pengisian dikontrol menggunakan charger control sehingga saat baterai robot pada tegangan 14.4 V maka charger control secara otomatis akan memutus pengisian baterai.

Untuk memantau tegangan baterai robot digunakan sensor MAX471 dan hasil pembacaan sensor MAX471 akan dibandingkan dengan avometer Zotek ZT 102 yang memiliki error ±0.5 %.

Tabel 3 Pengujian Sensor MAX 471 terhadap Zotek ZT 102

Tegangan Supply	Zotek ZT-102	Sensor MAX471	Error
10 V	10.02 V	10.05 V	0.03 V = 0.29 %
10.5 V	10.53 V	10.55 V	0.02 V = 0.18%
11 V	11.01 V	11.03 V	0.02 V = 0.18%
11.5 V	11.52 V	11.53 V	0.01 V = 0.08%
12 V	12.00 V	12.02 V	0.02 V = 0.16%
12.5 V	12.52 V	12.53 V	0.01 V = 0.08%
13 V	13.02 V	13.03 V	0.01 V = 0.08%
13.5 V	13.51 V	13.52 V	0.01 V = 0.08%
14 V	14.02 V	14.02 V	0 V = 0%
14.5 V	14.51 V	14.53 V	0.02 V = 0.13%
		Rata – rata error	0.0167 V

Pada tabel 3 hasil pengujian sensor MAX471 terhadap avometer Zotek ZT-102 memiliki rata – rata error dari sensor MAX471 ini sebesar 0.0167 V, sehingga dapat disimpulkan

bahwa sensor MAX471 ini memiliki akurasi yang mirip dengan Avometer Zotek ZT-102 yang memiliki error ± 0.5%.

F. Pengujian Motor Planetary Gear

Pada pengujian motor planetary gear di robot desinfeksi ruangan ini mendapatkan hasil kecepatan pada tabel 4.6

Tabel III.1 Hasil Pengujian Kecepatan Motor

Tegangan	Kecepatan
12 V	8.69 CM/s
24 V	17.39 CM/s

Berdasarkan tabel 4.6 ini dapat disimpulkan bahwa kecepatan motor di robot desinfeksi ruangan ini saat tegangan 24 V mengasilkan kecepatan 17.39 CM/s dan pada tegangan 12 V menghasilkan kecepatan setengah dari tegangan 24 V yaitu. Hal ini dikarenakan motor memiliki tegangan kerja di 24 V untuk mendapatkan torsi maksimal dan memiliki kecepatan yang lebih tinggi. Kecepatan ini sesuai dengan skenario desinfeksi yang didesain oleh Jeremy Winston dimana untuk menempuh jarak 10 meter ditempuh dalam waktu sekitar 2 menit.

IV. KESIMPULAN

Dari seluruh perencanaan, implemetasi dan pengujian robot desinfeksi ruangan ini dapat disimpulkan :

1. Deteksi sensor magnet AGV TCB MGS-16FP dapat membaca magnet dengan kekuatan medan magnet minimal 0.7 mT, dan range jarak deteksi sensor terhadap magnet ditentukan terhadap kekuatan medan magnet yang dibaca. Semakin kuat medan magnet, maka range jarak pembacaan sensor terhadap magnet semakin jauh. Pembacaan sensor tidak tergantung pada pencahayaan, sehingga kondisi pencahayaan ruangan tidak akan mengganggu proses line following.

2. Deteksi sensor VL53L0X dapat membaca objek dengan jarak terjauh 1200 mm atau 1.2 meter, dan memiliki error dengan rata – rata 14.42 mm. Peletakan sensor ini terdapat pada sisi dan ujung sensor dengan ketinggian 20 cm sehingga jika ketinggian objek dibawah 20 cm maka sensor VL53L0X pada robot ini tidak dapat mendeteksi jarak objek tersebut.

3. Pada pemantauan visual robot dengan kamera yang ada pada robot memiliki latency 1 detik. Latency tersebut membuat video pada pemantauan mengalami keterlambatan antara video yang menyebabkan video tidak real time. Latency pada pemantauan visual robot ini termasuk ultra low latency sehingga latency pada pemantauan visual robot ini cukup baik karena ultra low latency memiliki range 0.6 s hingga 2 s.

4. Kontrol manual robot dengan joystick dapat bekerja sesuai dengan gerakan pada axis pada joystick. Delay pada pengiriman data joystick dari Raspberry Pi 400 ke Raspberry pi 4 memiliki delay rata – rata 230 ms dan delay maksimal 517 ms.

5. Sistem tenaga robot desinfeksi ruangan memiliki kemampuan waktu desinfeksi ruangan kurang dari 1 jam mengingat pada pengujian gabungan daya tahan baterai hanya sekitar 50 menit dan robot mampu bergerak tanpa

lampu UVC selama 5 jam, dan memiliki waktu *charging* baterai 4 jam.

6. Sensor MAX471 memiliki rata – rata *error* sebesar 0.0167V sehingga persentase error dari sensor MAX471 0.5% dan sensor ini dapat digunakan pada sistem ini untuk memantau status baterai robot dengan tingkat akurasi yang tinggi.

7. *Motor planetary gear* yang dipasang dengan tegangan 12 V memiliki kecepatan 8.7 CM/s sehingga kecepatan tersebut sesuai dengan desain proses desinfeksi oleh Jeremy Winston.

Pada perencanaan, implementasi dan pengujian sistem parameter kondisi sekitar robot dan magnet sangat berpengaruh terhadap pembacaan sensor robot.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sarada, B. V., Vijay, R., Johnson, R., Rao, T. N., & Padmanabham, G. (2020). Fight Against COVID-19: ARCI's Technologies for Disinfection. *Transactions of the Indian National Academy of Engineering*, 5(2), 2–4. <https://doi.org/10.1007/s41403-020-00153-3>
- [2] Heffernan, T. P., Simpson, D. A., Frank, A. R., Heinloth, A. N., Paules, R. S., Cordeiro-Stone, M., & Kaufmann, W. K. (2002). An ATR- and Chk1-Dependent S Checkpoint Inhibits Replicon Initiation following UVC-Induced DNA Damage. *Molecular and Cellular Biology*, 22(24), 2. <https://doi.org/10.1128/mcb.22.24.8552-8561.2002>