

RANCANG BANGUN ROBOT PENGECAT DINDING OTOMATIS BERBASIS ARDUINO

Antonius Prawira,
1612218
antoniusprawir@gmail.com

Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT.
Pembimbing 1

M. Ibrahim Ashari, ST., MT.
Pembimbing 2

Abstrak—Robot ini digunakan untuk menjaga keamanan dan keselamatan tenaga kerja pada saat mengecat dinding yang tinggi dan mengurangi resiko akibat kecelakaan kerja yang nantinya dapat meningkatkan produktivitas kerja. Robot ini menggunakan sensor warna TCS3200 untuk membedakan warna dinding sebelum maupun sesudah dicat dan menentukan dinding mana yang akan di cat dengan berdasarkan warna, jika warna dinding terbaca merah atau biru maka relay dalam kondisi “ON” tetapi jika terbaca hijau maka relay dalam kondisi “OFF”. Menggunakan motor stepper sebagai pengecatan dari atas ke bawah maupun sebaliknya. Robot akan bergerak maju ketika Limit Switch Atas dan Limit Switch Bawah bernilai “1” secara bergantian. Dan robot ini dapat bergerak belok kiri ketika jarak dari HCSR-04 Samping kurang dari 35 cm. Jarak dari kedua sensor HCSR-04 akan ditampilkan di LCD 16 x 2. Pengecatan dinding ini menggunakan warna dasar biru dan akan di cat berwarna merah. Pada hasil pengecatan, warna merah telah merata terhadap warna dasar sebelumnya dan dapat dinilai hasil pengecatan tersebut sangat baik. Kata kunci—Robot pengecat dinding, TCS3200, HCSR-04, motor stepper, motor DC, limit switch.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Cat merupakan produk yang telah dikenal oleh masyarakat luas, karena produk ini banyak sekali digunakan pada objek. Cat digunakan sebagai pelapis permukaan yang berfungsi untuk melindungi dan memberikan warna yang tentu saja juga memberikan keindahan pada objek yang dilapisi. Hampir semua objek dapat digunakan oleh produk ini, antara lain untuk pengawet (mencegah korosi atau kerusakan oleh air), industri (pelapisan), ataupun benda seperti perabotan rumah tangga, besi, kayu dan dinding.

Robot ini digunakan untuk menjaga keamanan dan keselamatan tenaga kerja pada saat mengecat dinding yang tinggi dan mengurangi resiko akibat kecelakaan kerja yang nantinya bisa dapat meningkatkan produktivitas kerja. Selain itu, mengecat dinding merupakan pekerjaan yang sulit bagi orang yang belum pernah mengecat sebelumnya, karna mengecat dinding membutuhkan latihan atau teknik yang tepat agar

cat dapat diaplikasikan ke dinding dengan baik. Mengecat dinding harus memiliki kesabaran dan ketelitian karena akan mempengaruhi bagus tidaknya hasil cat dinding. Misalnya cat yang tidak merata yang menyebabkan kurangnya fungsi cat sebagai keindahan ataupun sebagai pelindung dinding. Jika hasil cat dinding kurang bagus maka disarankan mengulang mengecat untuk hasil yang maksimal. Mengecat dinding untuk hasil yang maksimal juga membutuhkan waktu yang lama yang menyebabkan pekerjaan lebih berat.

Pada penelitian (Jamilah dkk, 2014) menjelaskan luas daerah pengecatan berdasarkan input yang diberikan melalui keypad yang mengakibatkan robot tersebut belum bekerja secara otomatis. Maka dari itu penulis ingin membuat rancangan yang dapat bergerak secara otomatis. Robot ini mempunyai kelebihan yaitu menggunakan sensor warna yang digunakan untuk menghemat produk cat dengan membedakan warna dinding sebelum maupun sesudah di cat dan juga memilih warna dinding mana yang akan di cat berdasarkan warna dinding tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang robot pengecat dinding secara otomatis
2. Bagaimana merancang robot berbelok kiri terhadap jarak
3. Bagaimana cara mengetahui warna dinding sebelum atau sesudah dicat.

C. Tujuan

1. Membantu menjaga keamanan dan keselamatan tenaga kerja.
2. Mempermudah pekerjaan mengecat dinding untuk siapapun dengan hasil yang bagus dan rapi.

D. Batasan Masalah

1. Sensor warna hanya digunakan untuk warna tertentu

2. Hanya untuk mengecat permukaan dinding yang rata
3. Panjang dan lebar dinding untuk mengecat sesuai dengan ukuran robot

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Sensor TCS3200*

TCS3200 adalah IC (*Integrated Circuit*) pengkonversi warna cahaya ke frekuensi. Fotodiode dan pengkonversi arus ke frekuensi adalah komponen utama IC ini. Fotodiode pada IC TCS3200 disusun secara array 8×8 dengan konfigurasi: masing - masing 16 fotodiode untuk menfilter warna merah, warna hijau dan warna biru.

B. *Sensor Ultrasonic HCSR-04*

Sensor ultrasonic HCSR-04 adalah sensor yang mengirimkan gelombang suara dan kemudian diterima pantulannya sehingga dapat digunakan untuk mengetahui jarak antara sensor dengan objek yang memantulkan kembali gelombang suara tersebut.

C. *Arduino*

“Arduino adalah kit elektronik atau board rangkaian elektronik open source yang didalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR (Atmega and Vegard’s Risc processor) dari perusahaan Atmel”. (Muhammad Syawil, 2013:60).

D. *Motor Stepper*

Setiap langkah pada motor stepper harus dipicu oleh rangkaian aplikasinya dimana motor stepper berputar dengan langkah – langkah yang diskrit. Motor stepper adalah perangkat yang sangat presisi karena langkah pemutarannya berupa sudut konstan.

E. *Driver Motor TB6600*

TB6600 arduino Stepper Motor Driver adalah driver motor stepper profesional yang mudah digunakan, yang dapat mengendalikan motor langkah dua fase. Ini kompatibel dengan Arduino dan mikrokontroler lain yang dapat menghasilkan sinyal pulsa digital 5V. Driver motor stepper arduino TB6600 memiliki input daya rentang lebar, catu daya 9 ~ 42VDC. Dan mampu menghasilkan arus puncak 4A, yang cukup untuk sebagian besar motor stepper. Driver stepper mendukung control arah dan kecepatan. Driver ini dapat mengatur langkah mikro dan arus keluaran dengan 6 DIP

switch. Ada 7 jenis langkah mikro (1, 2 / A, 2 / B, 4, 8, 16, 32) dan 8 jenis kontrol saat ini (0,5A, 1A, 1,5A, 2A, 2,5A, 2,5A, 2,8A, 3.0 A, 3,5A) semuanya. Untuk meningkatkan kemampuan interferensi anti-frekuensi tinggi digunakan terminal sinyal yang mengadopsi isolasi optocoupler berkecepatan tinggi. Sebagai perangkat profesional, motor ini mampu menggerakkan 57, 42-tipe dua fase, empat fase, motor stepper hybrid.

F. *Motor DC*

Pada motor DC, untuk menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu dibutuhkan kumparan medan yang dialiri arus listrik. Medan medan magnet dilalui oleh konverter energi baik energi listrik menjadi energi mekanik maupun sebaliknya selama itu berlangsung. Energi yang akan diubah dari suatu sistem ke sistem yang lain, sementara akan tersimpan pada medan magnet untuk kemudian dilepaskan menjadi energi system lainnya. Dengan demikian, sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi yaitu medan magnet.

G. *Motor Driver L298N*

Driver motor L298N ini mempunyai kelebihan yaitu mudah untuk dikontrol dan cukup presisi untuk mengatur gerakan motor. Driver ini mempunyai 2 output pin untuk masing masing motor. Pada dasarnya rangkaian driver motor L298N ini dapat mengatur tegangan dan arus sehingga kecepatan dan arah motor dapat diatur.

H. *Relay*

Relay adalah Saklar yang dioperasikan secara listrik dimana terdapat komponen Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar) yang merupakan komponen penting dalam relay. Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

I. *Electric Spray*

Pekerjaan rumah tangga seperti mengecat dinding dapat dilakukan dengan mudah dengan bantuan mesin cat semprot spray gun listrik ini. Dimana, hanya membutuhkan daya listrik yang rendah.

J. Liquid Crystal Display 16 x 2

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah komponen elektronika yang berguna untuk menampilkan suatu data, baik karakter, huruf maupun grafik. LCD mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras tampilan.

K. LCD I2C

Pada penggunaan LCD membutuhkan banyak kabel, sehingga membuat pemasangan kabel menjadi lebih rumit, untuk itu agar pemasangan kabel tersebut mudah maka diganti dengan I2C untuk LCD, dengan I2C hanya menggunakan 4 kabel, terdiri dari 2 kabel daya serta kabel SDA (Serial data) & SCL (Serial Clock), modul ini juga terdapat potensiometer agar dapat mengatur kecerahan layar LCD. (Yusuf, 2016)

L. Limit Switch

Limit switch adalah saklar yang mempunyai tuas aktuator sebagai pengubah posisi kontak terminal (dari *Normally Open* ke *Close* atau sebaliknya. Posisi kontak akan berubah ketika tuas aktuator tersebut tertekan oleh suatu objek. Limit switch juga hanya mempunyai 2 kondisi, On atau Off. (Electric, 2007).

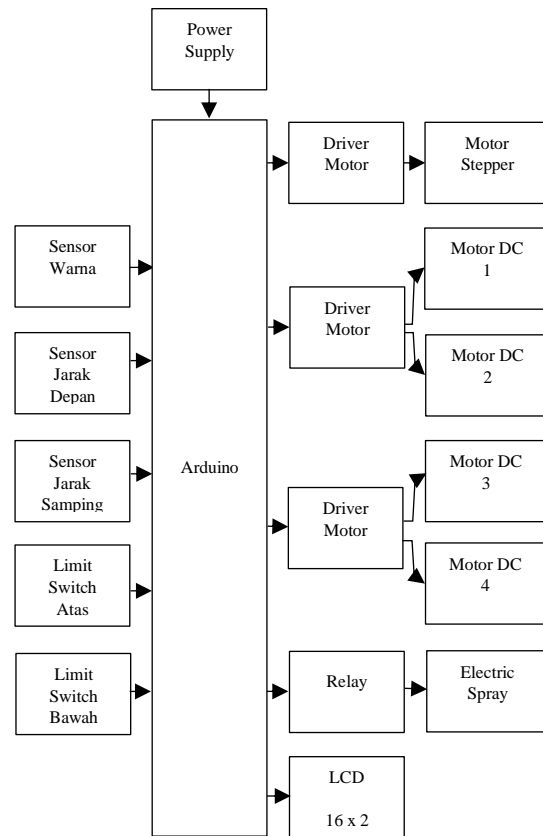
III. RANCANGAN APLIKASI

A. Pendahuluan

Pada bab ini akan membahas mengenai perancangan hardware, software, prinsip kerja, dan perancangan sistem. Pada perancangan ini akan membahas rangkaian skematik dari setiap komponen serta modul serta koneksi dari setiap port modul tersebut. Serta membahas juga fungsi dari setiap modul dan port yang terkoneksi agar sesuai dengan perencanaan awal alat. Pembahasan difokuskan pada desain skematik seperti pada blok diagram alat.

B. Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem ini, nantinya akan ditunjukkan dengan blok diagramnya beserta prinsipnya.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Keterangan Komponen Alat

- Sensor warna digunakan untuk mengidentifikasi warna dinding yang akan dicat.
- Sensor jarak depan digunakan untuk menghitung jarak dari electric spray ke dinding untuk menyesuaikan hasil cat.
- Sensor jarak samping digunakan untuk menghitung jarak dari alat ke dinding agar alat tidak menabrak dinding dan alat akan belok ke kiri.
- Limit Switch digunakan sebagai pembatas putaran dan mengubah arah dari motor stepper.
- Power supply* yang tersambung pada alat didapat dari power adaptor yang tertancap dengan listrik AC.
- Mikrokontroler Arduino Mega 2560, berfungsi sebagai pengendali penuh pada alat ini, dengan membaca masukan input dari sensor yang berupa digital maupun analog akan dapat diproses didalam mikrokontroler tersebut setelah itu akan melanjutkan instruksi yang telah diprogram didalam mikrokontroler untuk menghasilkan output yang telah diinstruksikan.

g. Driver motor digunakan untuk mengendalikan motor dc atau motor stepper yang kecepatannya dan arahnya dapat diubah.

h. Motor stepper dipasang dengan *belt* dan *pulley* untuk mentransmisikan daya dari satu poros ke poros yang lain, dengan cara menggunakan sabuk (*belt*) melewati roda katrol (*pulley*) yang terpasang pada poros (*shaft*). Yang berfungsi agar *electric spray* yang diletakkan diantara *belt* dapat bergerak ke atas maupun ke bawah.

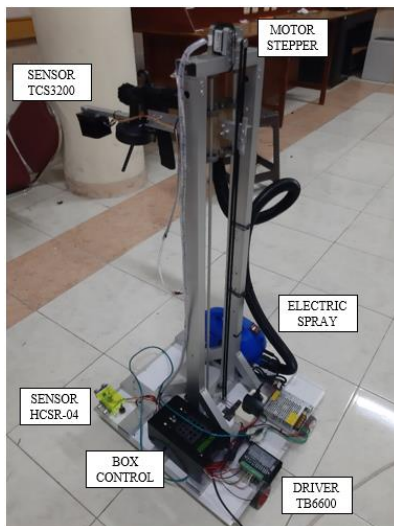
i. Masing – masing motor DC dipasang dengan roda yang bertujuan untuk penggerak maju maupun mundur

j. Electric Spray digunakan untuk menyemprot cat ke dinding yang dihubungkan ke relay.

k. LCD berfungsi untuk menampilkan jarak yang diinginkan alat ke dinding oleh sensor jarak depan dan sensor jarak samping.

C. Perancangan Mekanik

Robot ini memiliki dimensi panjang 60 cm x 60 cm dan tinggi 120 cm. Kemudian belt dan pulley yang digunakan untuk penggerak electric spray ke atas maupun ke bawah. Motor DC yang dipasang dengan roda untuk penggerak maju dan mundur.

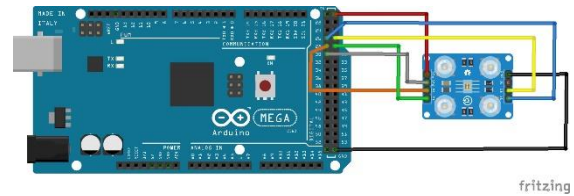


Gambar 3.2 Mekanik Alat

D. Perancangan Perangkat Keras

1. Sensor TCS3200

Pada perancangan ini, digunakan untuk mengidentifikasi warna dinding yang nanti akan diproses lebih lanjut oleh Arduino.



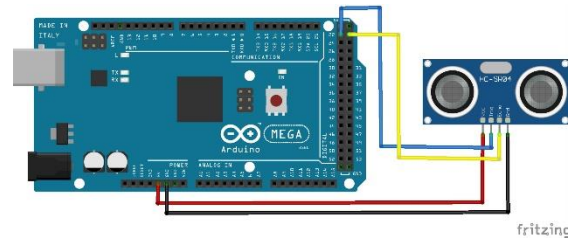
Gambar 3.3 Perancangan Sensor TCS3200

Tabel 3.1 Konfigurasi Pin Sensor TCS3200

TCS3200	Arduino
VCC	5V
GND	GND
S0	26
S1	27
S2	28
S3	29
OUT	30
OE	NOT USED

2. Sensor HCSR-04 Depan

Sensor HCSR-04 ini digunakan untuk menghitung jarak antara electric spray ke dinding yang terhubung secara serial ke Arduino.



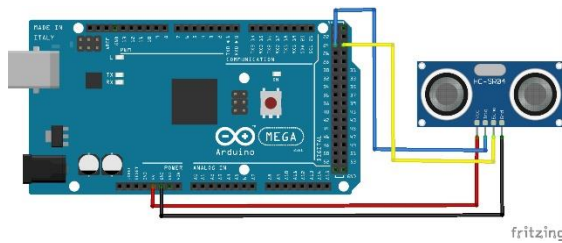
Gambar 3.4 Perancangan sensor HCSR-04

Tabel 3.2 Konfigurasi Pin Sensor HCSR-04

HCSR-04	Arduino
VCC	5V
GND	GND
TRIG	22
ECHO	23

3. Sensor HCSR-04 Samping

Sensor HCSR-04 ini digunakan untuk menghitung jarak antara alat ke dinding agar alat tidak menabrak dinding.



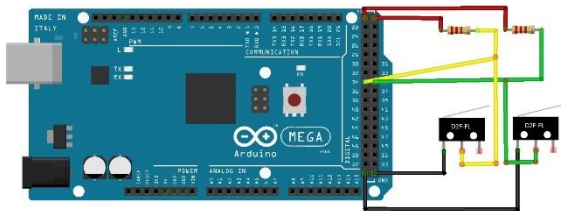
Gambar 3.5 Perancangan sensor HCSR-04

Tabel 3.3 Konfigurasi Pin Sensor HCSR-04

HCSR-04	Arduino
VCC	5V
GND	GND
TRIG	24
ECHO	25

4. Limit Switch Atas dan Limit Switch Bawah

Limit Switch ini digunakan sebagai pembatas putaran dan mengubah arah dari Motor Stepper.



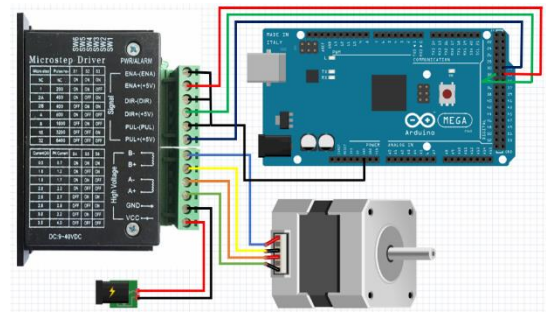
Gambar 3.6 Perancangan Limit Switch Atas dan Limit Switch Bawah

Tabel 3.4 Konfigurasi Pin Limit Switch

Limit Atas	Limit Bawah	Arduino
VCC	VCC	5V
GND	GND	GND
Data	-	34
-	Data	35

5. Motor Stepper dan Driver Motor TB6600

Motor Stepper telah dipasang *pulley* dan *belt* diantara electric spray yang dipakai sebagai penggerak ke atas dan ke bawah.



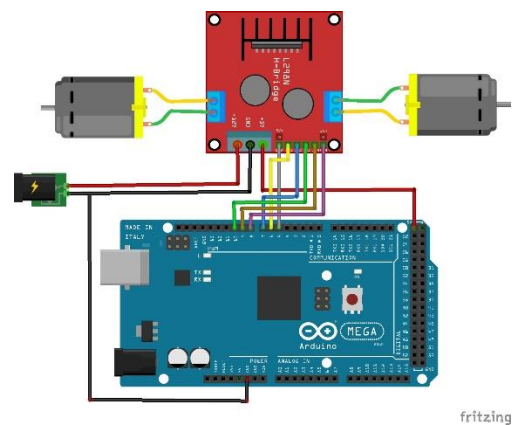
Gambar 3.7 Perancangan Motor Stepper dan Driver Motor TB6600

Tabel 3.5 Konfigurasi Pin Motor Stepper dan Driver Motor

Arduino	TB6600	Motor Stepper
33	ENA+	-
32	DIR+	-
31	PUL+	-
GND	ENA-	-
GND	DIR-	-
GND	PUL-	-
-	B-	A
-	B+	C
-	A-	D
-	A+	B

6. Motor DC 1, Motor DC 2 dan Driver Motor L298N

Driver motor L298N digunakan untuk mengendalikan arah dan kecepatan dari motor DC 1 dan motor DC 2.



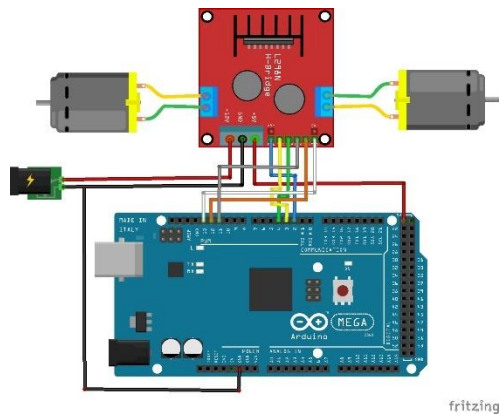
Gambar 3.8 Perancangan Motor DC 1, Motor DC 2 dan Driver Motor L298N

Tabel 3.6 Konfigurasi Pin Motor DC 1 dan Motor DC 2

L298N	Arduino
VCC	5 V
GND	GND
ENA	5
IN1	6
IN2	7
IN3	10
IN4	9
ENB	8

7. Motor DC 3, Motor DC 4 dan Driver Motor L298N

Driver motor L298N digunakan untuk mengendalikan arah dan kecepatan dari motor DC 3 dan motor DC 4.



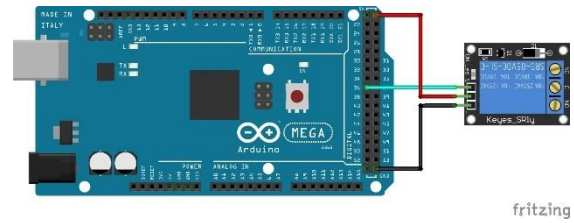
Gambar 3.9 Perancangan Motor DC 3, Motor DC 4 dan Driver Motor L298N

Tabel 3.7 Konfigurasi Pin Motor DC 3 dan Motor DC 4

L298N	Arduino
VCC	5 V
GND	GND
ENA	2
IN1	3
IN2	4
IN3	11
IN4	12
ENB	13

8. Modul Relay

Berikut Wiring Arduino dengan sebuah modul relay untuk mengatur kondisi nyala electric spray.



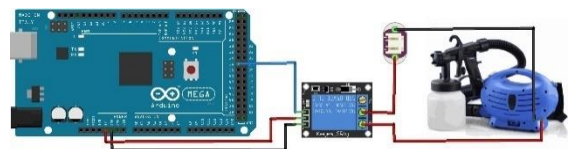
Gambar 3.10 Perancangan Modul Relay

Tabel 3.8 Konfigurasi Pin Modul Relay dengan Arduino

Relay	Arduino
VCC	5V
GND	GND
IN1	36

9. Electric Spray

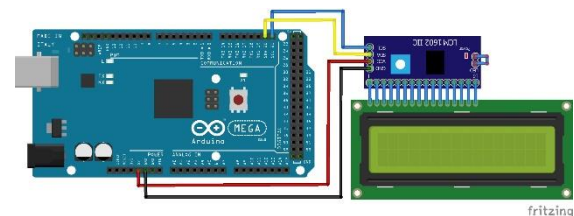
Electric Spray dipakai sebagai penyemprot cat dengan tegangan 220V, dengan dikontrol sebuah relay ke Arduino.



Gambar 3.11 Perancangan Electric Spray dengan Relay

10. Liquid Crystal Display

LCD 16 x 2 digunakan untuk menampilkan jarak dari sensor HCSR-04 depan dan sensor HCSR-04 samping.

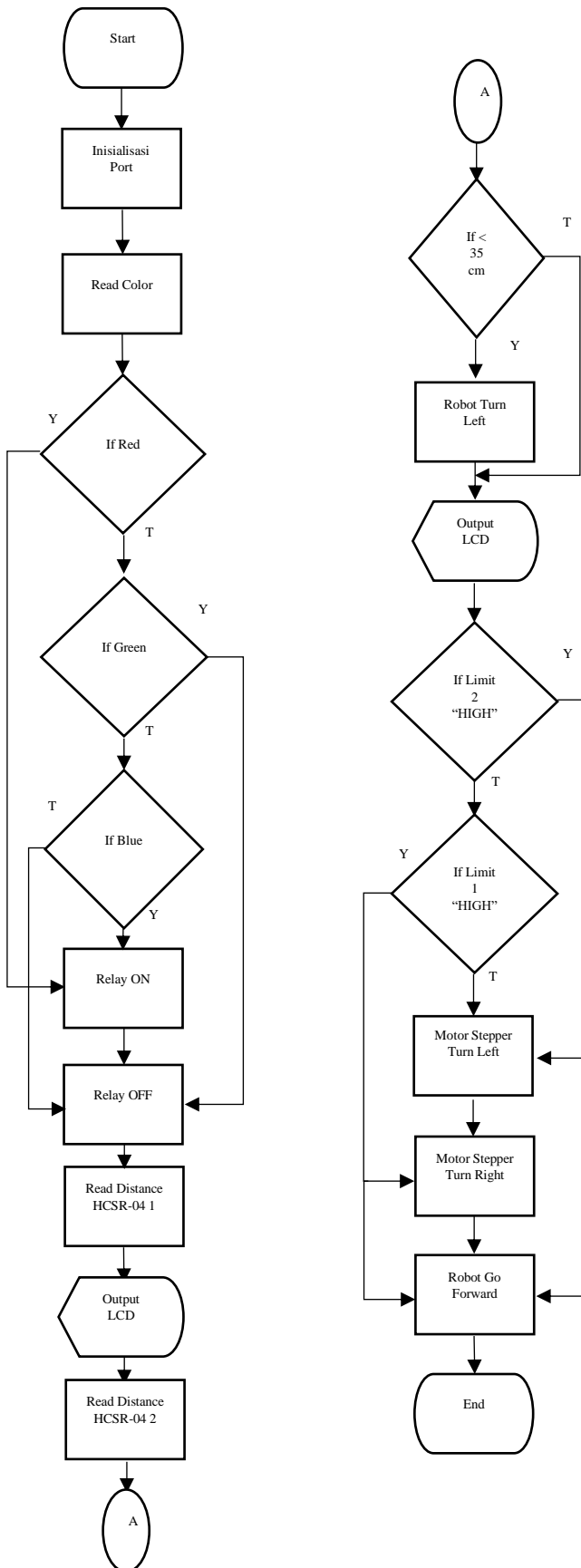


Gambar 3.12 Perancangan Liquid Crystal Display

E. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak (software) terdiri dari program pembacaan nilai-nilai dari sensor TCS3200, Sensor HCSR-04, Limit Switch, control arah atau kecepatan motor stepper maupun motor DC, LCD dengan I2C dan program keseluruhan. Perancangan perangkat lunak menggunakan software Arduino IDE, yaitu software bawaan dari Arduin

F. Flowchart



Gambar 3.13 Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pendahuluan

Pada bab ini akan membahas tentang pengujian alat yang meliputi pengujian sensor, actuator, metode yang digunakan, dan respon dari alat. Hasil dari pengujian tersebut akan dijadikan dasar untuk menentukan kesimpulan serta poin – poin yang harus segera diperbaiki agar kinerja alat yang dibuat sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

Pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian masing-masing blok rangkaian. Setelah semua blok rangkaian diuji dan bekerja dengan baik, pengujian selanjut Y adalah pengujian keseluruhan system.

Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Pengujian sensor TCS3200
- Pengujian sensor HCSR-04
- Pengujian limit switch
- Pengujian motor stepper
- Pengujian robot bergerak lurus
- Pengujian robot berbelok kiri
- Pengujian relay
- Pengujian LCD 16 x 2
- Pengujian jarak terhadap hasil pengecatan
- Pengujian keseluruhan

B. Pengujian Sensor TCS3200

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor TCS3200 dalam membaca warna secara langsung dan dilakukan uji pembacaan dengan menggunakan serial monitor pada Arduino IDE, hasil yang didapatkan nantinya diharapkan telah sesuai dengan warna yang asli.

Peralatan yang digunakan :

- Sensor TCS3200
- Mikrokontroler Arduino Mega 2560
- Software Arduino IDE
- Kabel jumper female
- Kabel data USB
- Laptop

Langkah pengujian :

- Cek pin TCS3200, lalu hubungkan dengan pin VCC ke 5V pada Arduino dan GND ke GND pada Arduino, setelah itu hubungkan pin S0 dengan pin digital 26 pada Arduino, hubungkan pin S1 dengan pin digital 27 pada Arduino, hubungkan pin S2 dengan pin digital 28 pada Arduino, hubungkan pin S3 dengan pin digital

29 pada Arduino, dan hubungkan pin OUT dengan pin digital 30 pada Arduino.

- Hubungkan kabel data USB dari Mikrokontroler Arduino ke laptop.
- Memprogram pada Arduino IDE lalu compile dan upload.

Hasil pengujian :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian TCS3200

Warna	Kondisi Ruang	Jarak	Hasil
Merah	Terang	2 cm	Optimal
Merah	Terang	3 cm	Optimal
Merah	Terang	4 cm	Optimal
Merah	Terang	5 cm	Optimal
Merah	Terang	6 cm	Kurang Optimal
Merah	Gelap	2 cm	Optimal
Merah	Gelap	3 cm	Optimal
Merah	Gelap	4 cm	Optimal
Merah	Gelap	5 cm	Optimal
Merah	Gelap	6 cm	Optimal
Hijau	Terang	2 cm	Kurang Optimal
Hijau	Terang	3 cm	Tidak Optimal
Hijau	Terang	4 cm	Tidak Optimal
Hijau	Terang	5 cm	Tidak Optimal
Hijau	Terang	6 cm	Tidak Optimal
Hijau	Gelap	2 cm	Optimal
Hijau	Gelap	3 cm	Kurang Optimal
Hijau	Gelap	4 cm	Kurang Optimal
Hijau	Gelap	5 cm	Kurang Optimal
Hijau	Gelap	6 cm	Kurang Optimal
Biru	Terang	2 cm	Optimal
Biru	Terang	3 cm	Optimal
Biru	Terang	4 cm	Optimal
Biru	Terang	5 cm	Kurang Optimal
Biru	Terang	6 cm	Tidak Optimal
Biru	Gelap	2 cm	Optimal
Biru	Gelap	3 cm	Optimal

Biru		Gelap	4 cm	Optimal
Biru		Gelap	5 cm	Optimal
Biru		Gelap	6 cm	Optimal

Hasil pengujian untuk warna merah menunjukkan nilai dari warna merah lebih kecil dari nilai warna yang lain, yang membuktikan bahwa pengujian sensor TCS3200 telah sesuai dengan aslinya. Pada kondisi ruangan lebih gelap menunjukkan sensor mempunyai nilai selisih yang lebih besar daripada kondisi ruangan terang. Pada kondisi terang dengan jarak 2 cm – 5 cm hasilnya optimal, dengan jarak 6 cm hasilnya kurang optimal. Pada kondisi gelap dengan jarak 2 cm – 6 cm hasilnya optimal, dapat diamati pada tabel 4.1.

Pada kondisi ruangan terang menunjukkan nilai dari warna hijau mempunyai selisih yang kecil ataupun nilai yang hampir sama dari warna lain, yang dapat menyebabkan kurang akuratnya dalam pembacaan terhadap warna aslinya. Pada kondisi ruangan lebih gelap menunjukkan sensor mempunyai nilai selisih yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi ruangan terang, dapat diamati pada tabel 4.1.

Hasil pengujian untuk warna biru menunjukkan nilai dari warna biru lebih kecil dari nilai warna yang lain, yang membuktikan bahwa pengujian sensor TCS3200 telah sesuai dengan aslinya. Pada kondisi ruangan lebih gelap menunjukkan sensor mempunyai nilai selisih yang lebih besar daripada kondisi ruangan terang. Pada kondisi terang dengan jarak 2 cm – 4 cm hasilnya optimal, dengan jarak 5 cm hasilnya kurang optimal, dan dengan jarak 6 cm hasilnya tidak optimal. Pada kondisi gelap dengan jarak 2 cm – 6 cm hasilnya optimal, dapat diamati pada tabel 4.1.

C. Pengujian 2 Sensor HCSR-04

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor HCSR-04 dalam menghitung jarak secara langsung dan dilakukan uji pembacaan dengan menggunakan serial monitor pada Arduino IDE. Hasil yang didapatkan nantinya diharapkan telah sesuai dengan jarak yang asli.

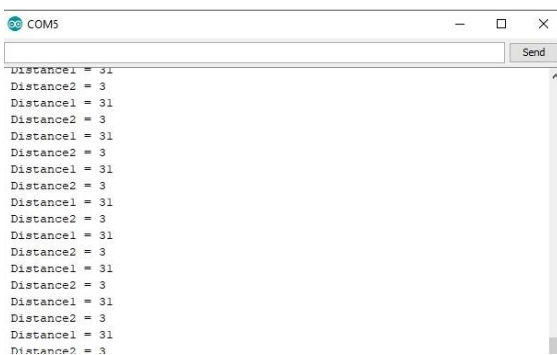
Peralatan yang digunakan :

- 2 Sensor HCSR-04
- Mikrokontroler Arduino Mega 2560
- Software Arduino IDE
- Kabel jumper female
- Kabel data USB
- Laptop

Langkah pengujian :

- Mengecek masing-masing pin sensor lalu menghubungkan VCC dengan 5V, GND dengan GND. Untuk HCSR-04 depan, pin trigger menggunakan pin digital 22 pada Arduino, dan pin echo menggunakan pin digital 23 pada Arduino. Untuk HCSR-04 samping, pin trigger menggunakan pin digital 24 pada Arduino, dan pin echo menggunakan pin digital 25 pada Arduino.
- Hubungkan kabel data USB dari Mikrokontroler Arduino ke laptop.
- Memprogram pada Arduino IDE lalu compile dan upload.
- Mengecek pembacaan sensor pada serial monitor, lalu dengan membandingkan pada alat ukur yang sudah ada, dapat diketahui tingkat keakuratannya.

Hasil pengujian :



Gambar 4.1 Hasil Pengujian 2 Sensor HCSR-04

Analisa Pengujian :

Dari hasil percobaan diatas dapat disimpulkan bahwa program maupun perangkat keras sensor HCSR-04 berjalan dengan baik.

D. Pengujian 2 Limit Switch

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah Limit Switch dapat bekerja dengan sebagaimana mestinya.

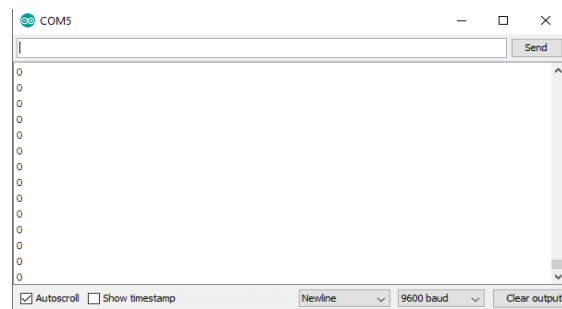
Peralatan yang digunakan :

- 2 Limit Switch
- Mikrokontroler Arduino Mega 2560
- Software Arduino IDE
- Kabel jumper male
- Kabel data USB
- Laptop

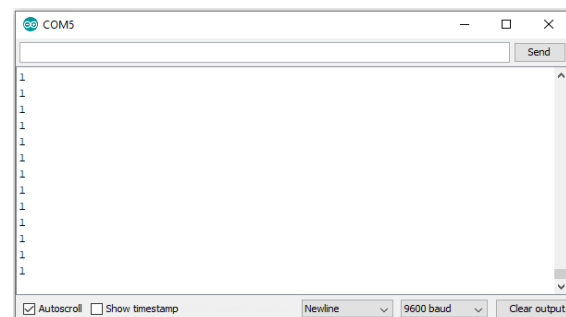
Langkah pengujian :

- Untuk Limit Switch Atas, hubungkan NO dengan pin digital 34 pada arduino, untuk Limit Switch Bawah hubungkan NO dengan pin digital 35 pada Arduino, GND dengan GND.
- Hubungkan kabel data USB dari Mikrokontroler Arduino ke laptop.
- Memprogram pada Arduino IDE lalu compile dan upload.

Hasil percobaan :



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Limit Switch Tanpa Ditekan



Gambar 4.3 Hasil Pengujian Limit Switch Dengan Ditekan

Analisa pengujian :

Pengujian Limit Switch ini menggunakan kondisi *Normally Open (NO)* maka bisa dilihat dari hasil pengujian bahwa bila saklar tidak ditekan maka nilai logika "0" yang menunjukkan *OFF*, sebaliknya ketika saklar ditekan maka nilai logika "1" yang menunjukkan *ON*.

E. Pengujian Motor Stepper

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah motor stepper berputar sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan.

Peralatan yang digunakan :

- Mikrokontroler Arduino Mega 2560
- Motor stepper
- Driver motor

- Software Arduino IDE
- Kabel jumper male
- Kabel data
- Laptop

Langkah pengujian :

- Hubungkan keempat kabel pada motor stepper ke driver motor.
- Hubungkan pin ENA, DIR & PUL di driver motor ke pin digital 33, 32, & 31 dan GND ke GND.
- Hubungkan kabel data USB dari Mikrokontroller Arduino ke Laptop.
- Membuka Arduino IDE, memprogram lalu program dan upload.

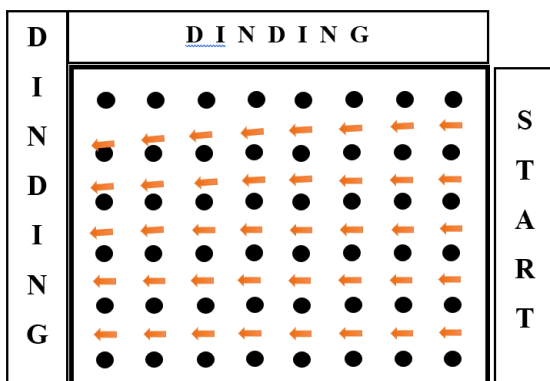
Hasil pengujian :

Table 4.2 Pengujian Perputaran Motor Stepper

No.	Perputaran motor (derajat)	Hasil putaran (derajat)
1	90	89
2	180	179
3	270	268
4	360	357

F. Pengujian Robot Bergerak Lurus

Pengujian Robot bergerak lurus bertujuan untuk dapat mengetahui keakuratan Robot bergerak lurus pada miniature lantai 2 Meter x 1 Meter. Hasil dari pengujian Robot dapat dilihat pada tabel 4.2.



Gambar 4.4 Pengujian 1 – 5 Robot Bergerak Lurus

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Robot Bergerak Lurus

Pengujian	Arah	Keterangan
1	KE KIRI	GAGAL
2	KE KIRI	GAGAL

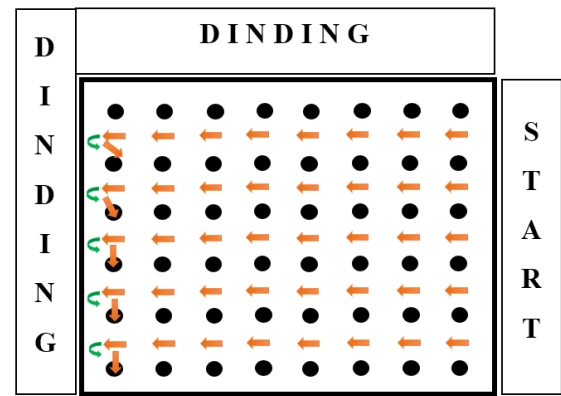
3	LURUS	BERHASIL
4	LURUS	BERHASIL
5	LURUS	BERHASIL

Analisa pengujian :

Dari Gambar. 4.6 dapat disimpulkan bahwa Robot dapat bergerak lurus semakin baik dari pengujian sebelumnya. Dari tabel 3.9 dapat disimpulkan juga bahwa Robot dapat bergerak dengan lurus sesuai jalur dengan perbandingan 3 : 2 keberhasilan dan error yang menunjukkan bahwa Robot tersebut baik untuk bergerak lurus.

G. Pengujian Robot Bergerak Berbelok Kiri

Pengujian Robot bergerak berbelok kiri bertujuan agar dapat mengetahui keakuratan Robot bergerak berbelok kiri pada miniature lantai 2 Meter X 1 Meter. Hasil dari Pengujian Robot dapat dilihat pada tabel 3.10.



Gambar 4.5 Pengujian 1 – 5 Robot Bergerak Berbelok Kiri

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Robot Bergerak Berbelok Kiri

Pengujian	Arah	Sudut	Keterangan
1	OFFSET KE KIRI	-135°	GAGAL
2	OFFSET KE KIRI	-120°	GAGAL
3	BERBELOK KE KIRI & LURUS	-90°	BERHASIL
4	BERBELOK KE KIRI & LURUS	-90°	BERHASIL
5	BERBELOK KE KIRI & LURUS	-90°	BERGASIL

Analisa pengujian :

Dari Gambar. 20 dapat disimpulkan bahwa Robot dapat bergerak berbelok ke kiri semakin baik dari pengujian sebelumnya. Dari tabel 3.9 dapat disimpulkan juga bahwa Robot dapat bergerak berbelok ke kiri sesuai jalur dengan perbandingan 3 : 2 keberhasilan dan error yang menunjukkan bahwa Robot tersebut baik untuk bergerak berbelok ke kiri.

H. Pengujian Modul Relay

Pengujian pada *modul relay* ini berfungsi untuk memastikan apakah relay dapat bekerja dengan sebagaimana mestinya.

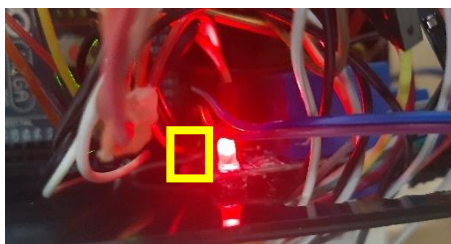
Peralatan yang digunakan :

- Modul relay 1 channel
- Mikrokontroler Arduino Mega 2560
- Software Arduino IDE
- Kabel jumper female
- Kabel data USB

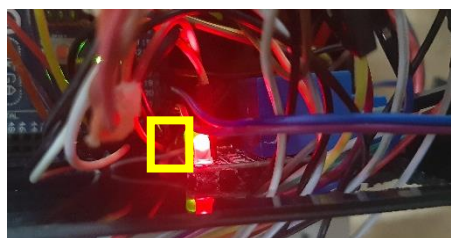
Langkah pengujian :

- Menghubungkan pada pin VCC dan pin GND dengan pada Arduino.
- Menghubungkan pin DATA menuju ke pin 36 Arduino.
- Menghubungkan Arduino dan laptop dengan sebuah kabel USB.
- Memprogram pada Arduino IDE lalu compile dan mengupload.

Hasil pengujian :



Gambar 4.6 Kondisi Relay Saat Mati



Gambar 4.7 Kondisi Relay Saat Hidup

Analisa pengujian :

Pengujian modul relay ini menggunakan kondisi *Normally Open (NO)* maka bisa dilihat dari hasil pengujian bahwa bila pin arduino di beri logika “0” maka *electric spray* akan *ON*, sebaliknya ketika diberi logika “1” maka *electric spray* akan *OFF*.

I. Pengujian Jarak Terhadap Hasil Pengecatan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak optimal dari electric spray ke dinding yang diperlukan agar hasil pengecatan tersebut sangat baik. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Jarak Terhadap Hasil Pengecatan

Jarak	Hasil
10 cm	Cat Terlalu Encer
15 cm	Cat Terlalu Encer
20 cm	Cat Rapi dan bagus
25 cm	Cat Kurang Rapi
30 cm	Cat Kurang Rapi

J. Pengujian LCD 16 x 2

Pengujian LCD tersebut berguna untuk memastikan apakah dapat digunakan dengan sebagaimana mestinya atau tidak.

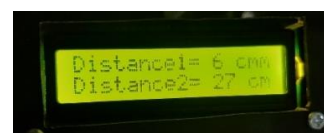
Peralatan yang digunakan : LCD 16 x 2

- Mikrokontroler Arduino Mega 2560
- Software Arduino IDE
- Kabel Jumper female
- Kabel data USB
- Modul I2C
- Laptop

Langkah pengujian :

- Hubungkan LCD dengan I2C dengan benar, tancapkan kabel konektor ke I2C VCC dengan 5V GND dengan GND, lalu SDA dengan pin analog A4 (SDA) dan SCL dengan pin analog A5 (SCL).
- Hubungkan Kabel data USB dari komputer ke mikrokontroler Arduino.
- Memprogram pada Arduino IDE lalu compile dan upload program tersebut.

Hasil pengujian :



Gambar 4.8 Hasil Pengujian LCD 16 x 2

J. Pengujian Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan ini bertujuan untuk memastikan apakah sistem telah dibuat dengan sebagaimana mestinya dan dapat berfungsi dengan layak berdasarkan perancangan yang telah dibuat sejak awal, baik dari sisi perangkat keras ataupun perangkat lunak.

Langkah pengujian :

- Menghubungkan seluruh rangkaian
- Memastikan daya ke tiap komponen apakah semua komponen tersuplai daya.
- Menjalankan Robot pengecat dinding otomatis

Tabel 4.4 Data Pengujian Keseluruhan

Input			Output				
Switch Atas	Switch Bawah	HCSR-04(cm)	Motor 1	Motor 2	Motor 3	Motor 4	Motor Stepper
HIGH	LOW	-	Maju	Maju	Maju	Maju	Kanan
LOW	HIGH	-	Maju	Maju	Maju	Maju	Kiri
HIGH	LOW	-	Maju	Maju	Maju	Maju	Kanan
LOW	HIGH	-	Maju	Maju	Maju	Maju	Kiri
HIGH	LOW	-	Maju	Maju	Maju	Maju	Kanan
LOW	HIGH	-	Maju	Maju	Maju	Maju	Kiri
-	-	< 35	Mundur	Maju	Mundur	Maju	-
-	-	> 35	-	-	-	-	-
-	-	< 35	Mundur	Maju	Mundur	Maju	-
-	-	> 35	-	-	-	-	-

Analisa Pengujian:

Pada pengujian keseluruhan ini penulis melakukan pengujian control arah dari motor DC dan motor stepper terhadap *limit switch* dan HCSR-04. Jika *Limit Switch Atas* dalam kondisi "HIGH" maka arah dari putaran motor stepper akan bergerak ke kanan dan motor DC 1, 2, 3 dan 4 akan bergerak maju. Jika *Limit Switch Bawah* dalam kondisi "HIGH" maka arah dari putaran motor stepper akan ke kiri. Jika HCSR-04 Samping mempunyai jarak kurang dari 35 cm maka motor DC 1 & 3 akan bergerak mundur dan motor DC 2 & 4 akan bergerak maju. Dapat diamati pada table 4.4. Pada pengujian ini dinding menggunakan warna dasar biru dan akan di cat berwarna merah. Pada hasil pengujian, warna merah telah merata terhadap warna dasar sebelumnya dan dapat dinilai hasil pengujian tersebut sangat baik.

Waktu yang diperlukan untuk pengecatan dengan miniature dinding dengan tinggi 85 cm dan lebar 120 cm adalah kurang lebih 15 menit.

Hasil pengujian :



Gambar 4.9 Hasil Dinding Yang Telah Dicat

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, pengujian, dan analisa data, maka dapat disimpulkan diantaranya, yaitu :

1. Robot dinilai telah sangat baik dalam pengecatan karena ketika dinding sebelum dicat yaitu menggunakan warna dasar biru dan akan di cat berwarna merah. Dan pada hasil pengecatan, warna merah telah merata terhadap warna dasar sebelumnya.
2. Keakuratan pembacaan sensor TCS3200 terhadap warna dinding dapat terganggu oleh cahaya external yang masuk ke sensor TCS3200. Pada saat kondisi ruangan gelap perbedaan nilai dari setiap warna akan lebih besar dibandingkan dengan kondisi ruangan yang lebih terang. Semakin tinggi perbedaan nilai warna tersebut maka semakin akurat pula pembacaan sensor dengan warna aslinya. Pada pembacaan warna hijau perbedaan nilai dengan warna yang lain tergolong sangat tipis bahkan kadang nilainya sama dengan warna yang lain yang menyebabkan kurang akuratnya sensor TCS3200 terhadap warna hijau.
3. Robot dapat bergerak lurus ketika pembacaan nilai sensor HCSR-04 Depan lebih dari 35 cm dengan perbandingan 3:2 keberhasilan dan error Robot dapat bergerak berbelok kiri dengan baik ketika nilai dari sensor HCSR-04 Samping kurang dari 35 cm.
4. Jika *Limit Switch Atas* dalam kondisi "HIGH" maka Motor Stepper dapat berubah arah ke kanan dan robot bergerak maju. Jika *Limit Switch Bawah* dalam kondisi "HIGH" maka motor stepper dapat berubah arah ke kiri dan robot bergerak maju.

B. Saran

Dalam pembuatan tugas skripsi ini penulis tidaklah mungkin lepas dari kesalahan dan kekurangan, baik dalam penulisan dan penjelasan laporan maupun dari

segi perancangan dan pembuatan alat, agar mengurangi hal tersebut maka kedepannya tugas skripsi ini dapat dipelajari dan dapat dijadikan batu loncatan sebagai salah satu referensi, agar kedepannya sistem yang dikembangkan akan menjadi jauh lebih baik. Maka dari itu penulis menyarankan :

- a. Dapat menggunakan kamera untuk mengidentifikasi warna dengan lebih akurat.
- b. Melakukan riset terhadap PWM masing-masing motor agar ketika pengecatan mendapatkan hasil yang lebih baik.

REFERENSI

- [1] Fikriyah, L. (2018). Sistem Kontrol Pendingin Ruangan Menggunakan Arduino Web Server Dan Embedded Fuzzy Logic Di Pt. Inoac Polytechno Indonesia. Jurnal Informatika SIMANTIK ISSN: 2541-3244
- [2] Zulkarnain, I. (2019). Implementasi Alat Pendeteksi Warna Benda Menggunakan Fuzzy Logic dengan Sensor TCS3200 Berbasis Arduino. Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD . P:ISSN : 2621-8976 E-ISSN : 2615-5133
- [3] Athifa, S, F. (2019). Evaluasi Karakteristik Deteksi Warna Rgb Sensor Tcs3200 Berdasarkan Jarak Dan Dimensi Objek. JETri. P-ISSN 1412-0372, E-ISSN 2541-089X
- [4] Limantara, A, D. (2017). Pemodelan Sistem Pelacakan Lot Parkir Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic Dan *Internet Of Things* (Iot) Pada Lahan Parkir Diluar Jalan. Seminar Nasional Sains dan Teknologi. p- ISSN : 2407 – 1846 , e-ISSN : 2460 – 8416
- [5] Saleh, M (2017). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay. Jurnal Teknologi Elektro, ISSN: 2086-9479.
- [6] Zulkarnain, I. (2019). Sistem Kendali Temperature dan Humadity Pada Kotak Penyimpanan Kamera DSLR Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Arduino, STMIK Triguna Dharma. P-ISSN: 1978-6603 E-ISSN : 2615-3475
- [7] Dwandaru, W.S. Pengaruh Variasi Konsentrasi Bahan Aditif Larutan Nanopartikel Perak Terhadap Sifat Anti-Jamur Cat Dinding Sebagai Aplikasi Teknologi Nano Dalam Industri Cat Dinding. FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- [8] Wardhana, A, W, (2018). Pengontrolan Motor *Stepper* Menggunakan *Driver* DRV 8825 Berbasis *Signal Square Wave* dari Timer Mikrokontroler AVR. p-ISSN: 2302-2949, e-ISSN: 2407-7267
- [9] Nasution, A, C, (2018). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gempa Bumi dengan Ayunan Bandul Berbasis Mikrokontroler ATmega328. ISSN : 2598 – 1099
- [10] Setiawan, David (2017). Sistem Kontrol Motor DC Menggunakan Pwm Arduino Berbasis Android System. ISSN 2407-0939
- [11] Arifin, J (2016). Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega 2560. ISSN 1858 – 2680
- [12] Tokopedia, (2019). <https://www.tokopedia.com/hmhhardware/mesin-semprot-cat-listrik-electric-spray-gun>. Diakses tanggal 10 September 2019 Jam 19.00 WIB
- [13] Wiki.dfrobot.com (2019). https://wiki.dfrobot.com/TB6600Stepper_Motor_Driver_SK_U_DRI0043. Diakses tanggal 11 Desember 2019 Jam 21.00 WIB