

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE *SMART TRAY*
RETURN BERBASIS ARDUINO DALAM BISNIS
KULINER**

SKRIPSI



Oleh
Ravika Putri
140210318

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2018**

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE *SMART TRAY*
RETURN BERBASIS ARDUINO DALAM BISNIS
KULINER**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh gelar sarjana**



**Oleh
Ravika Putri
140210318**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2018**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, dan/atau magister), baik di Universitas Putera Batam maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing.
3. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Batam,

Yang membuat pernyataan,

Ravika Putri
140210318

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE *SMART TRAY RETURN*
BERBASIS ARDUINO DALAM BISNIS KULINER**

Oleh
Ravika Putri
140210318

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
Guna memperoleh gelar Sarjana**

**Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal
seperti tertera di bawah ini**

Batam,

Very Karnadi., S.Kom., M.Kom.
Pembimbing

ABSTRAK

Di zaman sekarang, di mana teknologi menjadi hal utama dalam kegiatan sehari-hari kita, komputerisasi dan aspek robotika sudah mulai menjelajah ke penjuru masyarakat. Tetapi tak dapat dipungkiri bahwa nilai dan arti sesungguhnya dari robot tidak dipahami semua orang. Pada dasarnya, tujuan pembuatan robot ini adalah untuk membantu pekerjaan manusia ataupun menggantikan tenaga manusia untuk melakukan pekerjaan yang membahayakan. Misalkan saja ada robot pembantu pekerjaan rumah tangga, robot penyedia minuman di kantor, robot penyelam, robot *mobile*, robot jaringan dan masih banyak lagi contoh lainnya. Salah satu yang masih jarang kita temukan adalah robot *smart tray return* yang bekerja dengan konsep robot *line following*. Robot ini dibangun dengan harapan untuk menciptakan konsep "*self-service*" ke masyarakat terutama pada bidang kuliner. Cara kerjanya adalah dengan membaca garis dengan sensor *infrared* untuk mengikuti garis yang ada dan akan berhenti apabila sensor ultrasonik mendeteksi adanya objek dihadapannya yang akan menyebabkan *buzzer* berbunyi memberitahukan kepada pengunjung bahwa robot tersebut sedang berhenti. Robot ini berfungsi sebagai tempat mengemas nampan makanan keliling yang sangat efektif bagi pengusaha kuliner. Robot ini dirancang untuk tidak mengambil objek, melainkan pengunjunglah yang meletakkan objek tersebut ke dalamnya. Prototipe robot ini akan dibangun dengan mikrokontroler berbasis Arduino Uno R3, dengan dimensi prototipe adalah panjang 10 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 18 cm.

Kata Kunci: Robot, *smart tray return*, *self-service*, sensor *infrared*, sensor ultrasonik, mikrokontroler, Arduino, *line follower*.

ABSTRACT

Today, where technology is the main thing in our daily activities, computerization and robotic's aspects have begun to roam around the society. But it can not be denied that the true value and meaning of the robot is not understood by everyone. Basically, the purpose of making this robot is to assist human work or replace human labor to do dangerous work. Such as there are household helper robots, office beverage robots, diver robots, mobile robots, network robots and many more examples. One that we rarely found is a smart tray return robot that works with the concept of line following robot. This smart tray return build with hope to create "self-service" concept into this society especially in culinary. How it works is to read the line with the infrared sensor to follow the existing line and it will stopped when ultrasonic sensor detecting object in front of it that will cause the buzzer rang to notify the visitor that it is stopping. This robot serves as dishes tray that are very effective for culinary entrepreneurs. This robot is not designed to take the object, but visitors are the one who put the object into it. This robot prototype will be built with Arduino Uno R3 microcontroller, with the prototype dimension is 10 long, 10 cm wide, and 18 cm tall.

Keywords: *Robot, smart tray return, self-service, infrared sensor, ultrasonic sensor, microcontroller, Arduino, line follower.*

KATA PENGANTAR

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur atas ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada program studi Teknik Informatika.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati.

Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa skripsi ini takkan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Nur Elfi Husda, S.Kom, M.SI selaku Rektor Universitas Putera Batam.
2. Andi Maslan, S.T., M.SI selaku Ketua Program Studi.
3. Very Karnadi., S.Kom., M.Kom selaku pembimbing Skripsi pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam
4. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam.
5. Kedua orang tua yang memberikan doa, semangat dan dorongan kepada penulis.
6. Teman-teman seperjuangan yang saling membantu dan memberi motivasi yang juga sama-sama maju menyelesaikan skripsi.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan rahmat dan hidayat-Nya, Amin

Batam, 7 Februari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DEPAN	
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Perumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.6.1 Aspek Teoritis (Keilmuan).....	5
1.6.2 Aspek Praktis (Guna Laksana)	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Teori Dasar.....	7
2.2 Teori Khusus	12
2.2.1 Robot Line Follower.....	12
2.3 Tools/Software/Aplikasi/System	13
2.3.1 Mikrokontroler Arduino Uno.....	13
2.3.2 <i>Driver</i> L298N	14
2.3.3 Sensor <i>Infrared</i> (IR).....	15
2.3.4 Sensor Ultrasonik.....	16
2.3.5 Motor DC.....	16
2.3.6 Aplikasi Arduino IDE	17
2.3.7 <i>Fritzing</i>	19
2.4 Penelitian Terdahulu	20
2.5 Kerangka Pikir	23
BAB III METODE PENELITIAN/RANCANGAN PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2 Tahap Penelitian.....	26
3.3 Peratalan yang Digunakan	27
3.4 Perencanaan Produk.....	30
3.4.1 Perancangan Mekanik.....	31

3.4.2 Perancangan Elektrik	32
3.4.3 Desain Produk.....	32
3.5 Perancangan Perangkat Lunak.....	33
3.6 Metode Pengujian Produk.....	35
3.6.1 Pengujian Sensor	36
3.6.2 Pengujian Motor DC.....	36
3.6.3 Pengujian Software.....	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras	39
4.1.1. Hasil Perancangan Mekanik	39
4.1.2. Hasil Perancangan Elektrik.....	40
4.2 Hasil Perancangan Perangkat Lunak	41
4.3 Hasil Pengujian	47
4.3.1 Hasil Pengujian Mikrokontroler Arduino Uno R3.....	48
4.3.2 Hasil Pengujian Sensor <i>Infrared</i>	48
4.3.3 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik	48
4.3.4 Hasil Pengujian <i>Line Tracing</i>	49

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	51

DAFTAR PUSTAKA
RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Tabel Jadwal Penelitian	25
Tabel 3.2 Tabel Peralatan dan Perlengkapan.....	28
Tabel 3.3 Tabel Komponen <i>Input</i>	28
Tabel 3.4 Tabel Komponen Pemrosesan	29
Tabel 3.5 Tabel Komponen <i>Output</i>	29
Tabel 3.6 Tabel Komponen Tambahan.....	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Arduino Uno R3	14
Gambar 2.2 <i>Driver</i> L298N.....	14
Gambar 2.3 Sensor IR R13 4 Channel	15
Gambar 2.4 Sensor Ultrasonik	16
Gambar 2.5 Motor DC	16
Gambar 2.6 Tampilan <i>start-up</i> Arduino IDE 1.8.5	17
Gambar 2.7 Halaman Kerja Arduino IDE 1.8.5	18
Gambar 2.8 <i>Toolbar</i> pada Arduino IDE	18
Gambar 3.4 Skema kerja yang akan diaplikasikan pada robot <i>Smart Tray Return</i> 35	
Gambar 3.5 Skema Hasil Pengujian <i>Software</i> robot <i>Smart Tray Return</i>	37
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Mekanik.....	39
Gambar 4.2 Hasil Rangkaian Secara Keseluruhan	40
Gambar 4.3 Hasil Rangkaian Secara Keseluruhan Tampak Dari Bawah	40
Gambar 4.4 Penjabaran Variabel dan Pin pada <i>board</i> Arduino	41
Gambar 4.5 Penjabaran <i>Input/Output</i> Pin pada <i>board</i> Arduino.....	42
Gambar 4.6 Pengaturan Jarak Tangkap Sensor Ultrasonik	43
Gambar 4.7 Perintah pada <i>void loop</i>	46

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Seiring berjalannya waktu, semakin banyak penemuan dan inovasi alat-alat canggih yang baru di berbagai bidang, baik demi kepentingan *financial*, hiburan, atau bahkan untuk membantu meringankan dan menyelesaikan pekerjaan manusia.

Salah satu bidang yang mulai banyak diterapkan saat ini adalah robotika. Menurut hasil survei tahunan PBB penggunaan robot untuk keperluan rumah tangga dan perkantoran mencapai tujuh kali lipat pada tahun 2007. Robotika yang dimaksud antara lain pemotong rumput, pengisap debu, dan pembersih jendela.

Dari hasil survei terhadap keadaan Batam sendiri, sudah sangat banyak tempat wisata dan kuliner, terutama pada restoran besar yang sangat padat pengunjung disaat jam istirahat dan jam makan kerja. Akan tetapi, pekerja restoran di sana tidaklah sebanding dengan besarnya pengunjung yang datang. Permintaan layanan yang tinggi dari pengunjung juga terkadang membuat para pekerja restoran kewalahan untuk memenuhinya. Ditambah lagi, apabila kita melihat dari sudut pandang sang pemilik usaha, tidaklah mudah untuk merekrut banyak tenaga kerja karena biaya yang dikeluarkan akan sangat besar. Itu bukanlah hal yang diinginkan oleh seorang pemilik usaha. Maka, dari masalah di atas perlu untuk membuat sebuah rancang bangun prototipe robot *line follower* yang berfungsi sebagai “*tray return*”. Kata *tray* yang artinya baki atau nampan,

dan *tray return* yang artinya mengembalikan baki atau nampan. Robot ini dirancang untuk menerapkan konsep *self-service* kepada pengunjung restoran. Fungsinya adalah untuk membantu pelayan toko mengumpulkan nampan maupun peralatan makan bekas menuju ke tempat seharusnya dikumpulkan. Di mana, pengunjung sendirilah yang meletakkan nampan dan peralatan makan bekasnya ke dalam *smart tray return* ini. Robot ini tidak membahayakan siapapun, aman untuk diterapkan, dan ramah lingkungan.

Jenis robot ini sudah banyak ditemukan di restoran besar dan *food street* yang ramai pengunjung di daerah *Punggol*, *Seragoon*, dan *Toa Payoh* yang berada di negara Singapura. Khusus untuk daerah *Toa Payoh*, robot ini dapat ditemukan di *Toa Payoh Food Centre*, nama salah satu *food street* terbesar yang terletak di tengah *Toa Payoh*. Ketiga daerah ini dapat ditempuh menggunakan *MRT* pada jalur merah sebelah kanan Singapura.

Dengan semakin banyak interaksi yang terjadi antara robot dengan manusia akan membuat pemikiran manusia lebih terbuka terhadap robotika dan terdorong untuk berinovasi lebih lanjut untuk mempelajarinya lebih lanjut atau bahkan menemukan sesuatu yang baru.

Dengan beberapa konsep pemikiran dan tujuan di atas, maka terbentuklah Perancangan Terapan (Produk) dengan judul **“RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART TRAY RETURN DALAM BISNIS KULINER BERBASIS ARDUINO”**.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disusun di atas, maka permasalahan yang memicu berjalannya penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Tugas dan rutinitas karyawan di restoran besar yang padat.
2. Kepadatan tugas pekerja restoran yang akan mengakibatkan kesalahan teknis dalam bekerja (*human error*) yang dapat mengakibatkan pengunjung restoran mengeluh dan merugikan pemilik usaha restoran.
3. Tingginya tingkat permintaan pengunjung restoran yang ingin bersih mejanya secara *instant*, cepat dan tanpa menunggu lama.
4. Para pebisnis kuliner yang ingin menekan pengeluaran biaya terhadap SDM/pekerja restoran.

1.3 Pembatasan Masalah

Dari masalah di atas, maka ada beberapa *point* dan aspek yang akan dibatasi. Beberapa aspek yang dibatasi antara lain:

1. Kecepatan dan ketepatan robot *Smart Tray Return* sebagai variabel dependen yang dibatasi dengan Sensor IR dan Ultrasonik.
2. *Smart Tray Return* yang dibangun dengan Arduino Uno R3.
3. Daya yang digunakan adalah baterai A2 sebanyak 10 buah yang berkapasitas 1,2 V.
4. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada satu lokasi sasaran dengan skema dan seluk-beluk ruangan yang sudah digambarkan dengan jelas.

5. Jalur lintasan yang dibuat dengan kertas HVS agar tidak memantulkan cahaya, garis dibuat dengan lakban hitam, dan hanya berbentuk oval.
6. Konsep dasar robot *Smart Tray Return* dibatasi pada metode *Line Tracer* dan *Obstacle Avoider Robot*.

1.4 Perumusan Masalah

1. Bagaimana cara merancang robot *Smart Tray Return* dengan konsep gerakan menelusuri garis (*line follower robot*) sekaligus berhenti saat mendeteksi objek?
2. Bagaimana pengaruh sensor IR dan ultrasonik terhadap cara kerja dan gerak robot *Smart Tray Return*?
3. Bagaimana keefektifan robot *smart tray return* terhadap restoran besar?

1.5 Tujuan Penelitian

1. Untuk mendapat pengetahuan dasar mengenai robot dengan kedua metode ini dan menggunakan pengetahuan ini untuk menciptakan robot lain dengan metode yang serupa.
2. Untuk mengetahui pengaruh sensor IR terhadap ketepatan membaca lintasan robot *Smart Tray Return* dan sensor ultrasonik yang membaca adanya garis objek.
3. Optimalisasi *profit* bagi pebisnis kuliner dengan mengurangi dan mengganti pengeluaran biaya terhadap SDM dengan biaya *maintenance* robot sekali dalam beberapa jangka waktu saja.

1.6 Manfaat Penelitian

1.6.1 Aspek Teoritis (Keilmuan)

Manfaat dari perancangan robot ini adalah:

1. Bagi Perancangan

Dengan adanya perancangan produk ini diharapkan dapat lebih mengenalkan robotika kepada masyarakat dan memberikan pemahaman yang lebih dalam mengenai robot *Smart Tray Return* yang bekerja berdasarkan garis (*line follower*) dan menghindari objek (*obstacle avoid*).

2. Bagi Perancangan Selanjutnya

Dengan adanya perancangan produk ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk perancangan maupun pengembangan produk selanjutnya.

3. Bagi Akademis

Dengan adanya perancangan produk ini diharapkan dapat mendorong dan memotivasi para peminat robotika dan bidang yang serupa untuk membuat penelitian terapan selanjutnya di bidang Teknik Informatika.

1.6.2 Aspek Praktis (Guna Laksana)

Manfaat praktis dari perancangan robot ini adalah:

1. Bagi Universitas Putera Batam

Hasil dari perancangan robot ini diharapkan dapat menjadi pedoman dan bahan pustaka bagi peneliti yang kelak akan menyusun proposal dan skripsinya.

2. Bagi Masyarakat

Prototipe robot ini diciptakan dengan harapan dapat membuka pemikiran masyarakat dan membangun kebiasaan “*self-service*” terutama dibidang kuliner.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

Robot adalah simbol dari kemajuan dari sebuah teknologi, karena didalamnya mencakup seluruh elemen keilmuan. Elektronika, mekanika, mekatronika, kinematika, dinamika, dan lain sebagainya. Hal ini menjadi suatu alasan yang sangat tepat untuk mengasah ilmu didalamnya.

Robot adalah seperangkat alat mekanik yang bisa melakukan tugas fisik, baik dengan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Istilah robot berasal bahasa Ceko “*rosbota*” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor. Biasanya kebanyakan robot industri digunakan dalam bidang produksi. Penggunaan robot lainnya termasuk untuk pembersihan limbah beracun, penjelajahan bawah air dan luar angkasa, pertambangan, dan untuk pencarian tambang. Belakangan ini robot mulai memasuki pasaran konsumen di bidang hiburan, dan alat pembantu rumah tangga, seperti penyedot debu, dan pemotong rumput.

Pada umumnya sebuah robot memiliki karakteristik (Budiharto, 2014):

1. *Sensing*, robot harus dapat mendeteksi lingkungan di sekitarnya (halangan, panas, suara, dan *images*).

2. Mampu bergerak, robot umumnya bergerak menggunakan kaki atau roda. Pada beberapa kasus, robot diharapkan dapat terbang dan berenang.
3. Cerdas, robot memiliki kecerdasan buatan supaya dapat memutuskan aksi yang tepat dan akurat.
4. Membutuhkan energi yang memadai, robot membutuhkan catu daya yang memadai supaya unit pengontrol dan aktuator dapat menjalankan fungsinya dengan baik.

Sedangkan robotika adalah satu cabang teknologi yang berhubungan dengan desain, konstruksi, operasi, disposisi struktural, pembuatan, dan aplikasi dari robot. Robotika terkait dengan ilmu pengetahuan bidang elektronika, mesin, mekanika, dan perangkat lunak komputer.

Pemikiran tentang pembuatan mesin yang dapat bekerja sendiri telah ada sejak Era Klasik, namun riset mengenai penggunaannya tidak berkembang secara berarti sampai abad ke-20. Kini, banyak robot melakukan pekerjaan yang berbahaya bagi manusia seperti menjinakkan bom, menjelajahi kapal karam, dan pertambangan.

Fungsi robot adalah untuk meningkatkan produksi dalam industri, menjalankan tugas-tugas yang berbahaya dan beresiko, membantu dunia pendidikan, dan membantu manusia (Tjindrawan, 2015).

Sejarah singkat mengenai perkembangan robot dunia, sebagai berikut:

1. Tahun 1920

Ide robot bukanlah hal yang baru. Cukup lama manusia memimpikan adanya mekanik pintar yang dapat menggantikan tugas manusia. Penemuan

mainan dan peralatan otomatis yang kemudian menginspirasi robot dalam bentuk gambar, cerita dan film, menjadi awal dimulainya perkembangannya. Istilah robot pertama kali dipakai tahun 1920 oleh penulis Czech Karel Capek (dibaca “Chop’ek”) dengan karyanya “R.U.R” atau Rossum’s Universal Robot dimana seorang laki-laki membuat robot dan robot membunuh penciptanya. Banyak kemudian film menggambarkan robot sebagai alat yang tidak bersahabat atau sebagai mesin perusak yang berlawanan dengan arti robot (robot) dalam bahasa Czech yang berarti pekerja paksa. Beberapa film terkenal seperti “STARWAR” tahun 1977 dengan menampilkan robot C3PO dan R2D2 justru menampilkan robot sebagai pembantu manusia sekaligus juga musuh manusia. Robot dalam film ini terlihat menyerupai manusia atau istilahnya “*Android*”.

2. Tahun 1941

Tahun 1941, barulah istilah *robotics* digunakan dalam teknologi robot oleh penulis fiksi ilmiah Isaac Asimov. Dia juga memprediksi akan munculnya robot-robot industri canggih dimasa datang. Jika kita lihat hari ini, maka apa yang dibayangkan olehnya terbukti dimana begitu pesatnya perkembangan robot-robot industri saat ini. Istilah revolusi robot, *robot age* atau era robot sudah menjadi hal biasa untuk menjelaskan perkembangan itu. Robotics diterima sebagai istilah atau kata untuk mendeskripsikan semua kemajuan teknologi yang berhubungan dengan robot.

3. Tahun 1956

Georde Devil dan Joseph Engelberger membentuk perusahaan robot pertama kali tahun 1956. Devil memprediksi robot akan menjadi bagian penting di

industri sebagai operator pabrik dan membantu pekerja dalam menjalankan mesin-mesin pabrik. Beberapa tahun kemudian atau tepatnya 1961, General Motor pertama kali menggunakan robot untuk pabrik otomotifnya. Robot industri kemudian berkembang dan mulai banyak digunakan tahun 1980 oleh perusahaan selain otomotif dimana perkembangan elektronik dan computer membuat robot modern lahir.

Berikut adalah ringkasan mengenai mulai dikenalnya istilah robot dan robotika dan perkembangan selengkapnya:

1. ~270BC Ctesibus, teknisi Yunani kuno membuat organ dan jam air dengan gambar yang dapat bergerak.
2. 1818 – Mary Shelley menulis "Frankenstein" yang bercerita tentang penciptaan manusia oleh Dr. Frankenstein.
3. 1921 – Istilah "robot" pertama kali dipakai dalam sebuah drama "R.U.R." (Rossum's Universal Robots) oleh penulis Czech, Karel Capek. Ceritanya sederhana: Seorang Manusia Menciptakan Robot dan Kemudian Robot Tersebut Membunuh Penciptanya.
4. 1941 – Penulis fiksi ilmiah Isaac Asimo, pertama kali menggunakan kata "robotics" untuk menjelaskan teknologi robot dan ia memprediksi kebangkitan dari robot industri.
5. 1942 – Asimov menulis "Runaround", sebuah cerita robot yang memiliki 3 aturan/hukum (*Three Laws of Robotics*):
 - a. Robot tidak boleh melukai atau menyakiti manusia.

- b. Robot harus patuh terhadap perintah manusia agar robot terhindar dari perbuatan melukai manusia.
 - c. Robot harus melindungi keberadaannya selama dia tidak melanggar aturan pertama dan kedua.
6. 1948 – “*Cybernetics*”, hasil penelitian kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yang dipublikasikan oleh Norbert Wiener
 7. 1956 – George Devol dan Joseph Engelberger membentuk perusahaan pertama didunia yang bergerak di bidang robotika.
 8. 1959 – CAM (*Computer-assisted manufacturing*) ditampilkan di laboratorium Servomechanisms MIT.
 9. 1961 – Robot industri pertama yang online di pabrik otomotif General Motor New Jersey dengan sebutan UNIMATE.
 10. 1963 – Robot tangan cerdas pertama yang dikontrol dengan komputer dirancang. Robot dengan nama The Rancho Arm ini dirancang sebagai alat bagi penyandang cacat. Robot dengan 6 *joint* memberikan fleksibilitas seperti layaknya tangan manusia.
 11. 1965 – DENDRAL adalah sistem atau program keahlian pertama yang dirancang untuk melakukan topik-topik pengetahuan yang terkumpul dari para ahli.
 12. 1968 – *Robot Octopus* seperti tangan gurita dikembangkan oleh Marvin Minsky.
 13. 1969 – *Robot Arm Stanford* pertama kali menggunakan tenaga listrik dan komputer (*computer-controlled robot arm*).

14. 1970 – Shakey memperkenalkan robot bergerak pertama yang dikontrol dengan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*). Robot ini kemudian diproduksi oleh SRI International.
15. 1974 – *Arm Robot (the Silver Arm)* yang melakukan tugas perakitan sederhana menggunakan sensor sentuh dan sensor tekanan (*pressure sensors*).
16. 1979 – Robot Keranjang (*cart*) Stanford dapat melewati ruangan yang penuh dengan kursi tanpa bantuan manusia. Robot ini memiliki kamera TV didekat roda yang akan mengambil gambar dari beberapa sudut kemudian komputer akan menganalisa jarak ke setiap objek di depannya.

2.2 Teori Khusus

2.2.1 Robot Line Follower

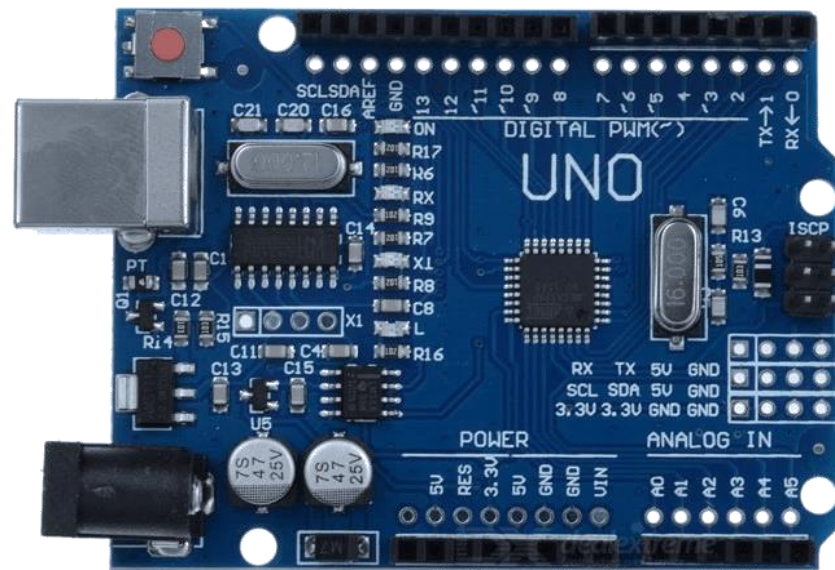
Robot *line follower* adalah robot pencari garis yang dibuat mirip sebuah mobil mainan yang memiliki empat buah roda. Dua roda terletak di samping badan robot yang di gerakkan oleh dua buah motor stepper, pada roda ketiga dan keempat berfungsi sebagai penyangga yang dapat berputar kesegala arah. Robot akan bergerak sesuai dengan program yang sudah dibuat dalam *microcontroller* untuk menjalankan segala aktivitas robot (Rohman & Nurdiansyah, 2012).

2.3 Tools/Software/Aplikasi/System

2.3.1 Mikrokontroler Arduino Uno

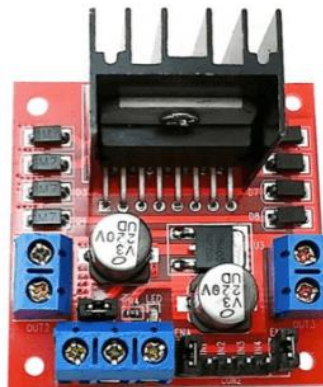
Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel Arduino yang sebenarnya adalah salah satu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Peranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan papan yang berukuran relatif kecil ini. Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, peranti ini bisa dipakai untuk pemantauan jarak jauh melauai internet, misalnya pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah (Kadir, 2013).

Arduino uno adalah salah satu jenis mikrokontroler yang sering digunakan karena faktor didalamnya, baik dari bentuk fisik dan kemudahan dalam penggunaannya. Jenis mikrokontroler ini mempermudah pengguna dan *software* khusus yang *compatible* dengan arduino. Cara pemrograman yang mudah dengan cukup menghubungkan dengan computer melalui kabel *USB (Universal Serial Bus)* menjadi salah satu faktor juga jenis arduino yang satu ini banyak diminati para pengguna (Supegina & Sukindar, 2014).



Gambar 2.1 Arduino Uno R3
(Sumber: Data Peneliti)

2.3.2 *Driver L298N*

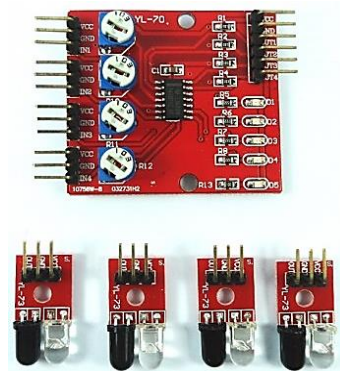


Gambar 2.2 Driver L298N
(Sumber: Data Peneliti)

Menurut (Adriansyah & Hidyatama, 2013), motor L298N adalah komponen elektronik yang dipergunakan untuk mengontrol arah putaran motor DC. Satu buah L298 bisa dipergunakan untuk mengontrol dua buah motor DC. Selain bisa dipergunakan untuk mengontrol arah putaran motor DC, L298 ini pun

bisa dipergunakan sebagai *driver* motor Stepper bipolar. IC *driver* L298 memiliki kemampuan menggerakkan motor DC sampai arus 2A dan tegangan maksimum 40 volt DC untuk satu kanalnya. Pin *enable* A dan B untuk mengendalikan jalan atau kecepatan motor, pin *input* 1 sampai 4 digunakan untuk mengendalikan arah putaran. Pin output pada IC L298 13 dihubungkan kemotor DC yang sebelumnya melalui dioda yang disusun secara *H-bridge*. Pengaturan kecepatan motor digunakan teknik PWM (*pulse width modulation*) yang diinputkan dari mikrokontroler melalui pin Enable. PWM untuk kecepatan rotasi yang bervariasi *level* *high*nya.

2.3.3 Sensor Infrared (IR)



Gambar 2.3 Sensor IR R13 4 Channel
(Sumber: Data Peneliti)

Prototipe ini dibangun menggunakan sensor IR tipe R13 4 *channel* karena lebih mudah untuk diimplementasikan akan tetapi hanya dua *channel* yang digunakan karena hanya untuk membaca garis.

Menurut (Rohman & Nurdiansyah, 2012), sensor *infrared* adalah sebuah komponen elektronika yang mempunyai sebuah fungsi yaitu memancarkan sinyal.

2.3.4 Sensor Ultrasonik



Gambar 2.4 Sensor Ultrasonik
(Sumber: Data Peneliti)

Menurut (Budiarso & Prihandono, 2015), sensor ultrasonik parallax ping terdiri dari sensor, chip pembangkit gelombang, penerima gelombang dan pembangkit pulsa. Ketika rangkaian elektronik dari parallax ping mendapat catu daya, maka akan dihasilkan pulsa-pulsa yang akan dikirim oleh bagian transmitter. Sensor akan mendeteksi adanya sebuah objek yang berada di depan sensor, yang ditandai dengan adanya sinyal yang diterima oleh sensor penerima pulsa. Jarak tempuh pulsa dianggap sebagai dua kali jarak sensor dengan objek.

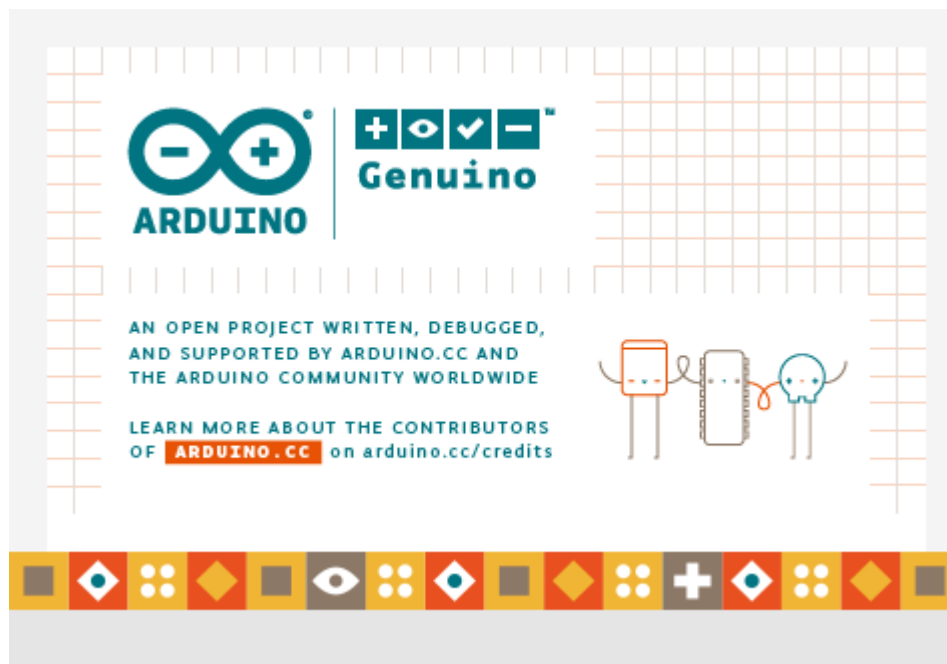
2.3.5 Motor DC



Gambar 2.5 Motor DC
(Sumber: Data Peneliti)

Menurut (Kadir, 2013), motor DC adalah motor yang menggunakan sumber tegangan DC dan digunakan untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanis. Komponen ini bekerja dengan prinsip electromagnet. Ketika sumber tenaga diberikan, medan magnet di bagian yang diam atau disebut strator akan terbentuk. Medan magnet ini membuat rotor atau bagian yang bergerak berputar dan tentu saja dapat dimanfaatkan untuk memutar benda lain, misalnya roda.

2.3.6 Aplikasi Arduino IDE

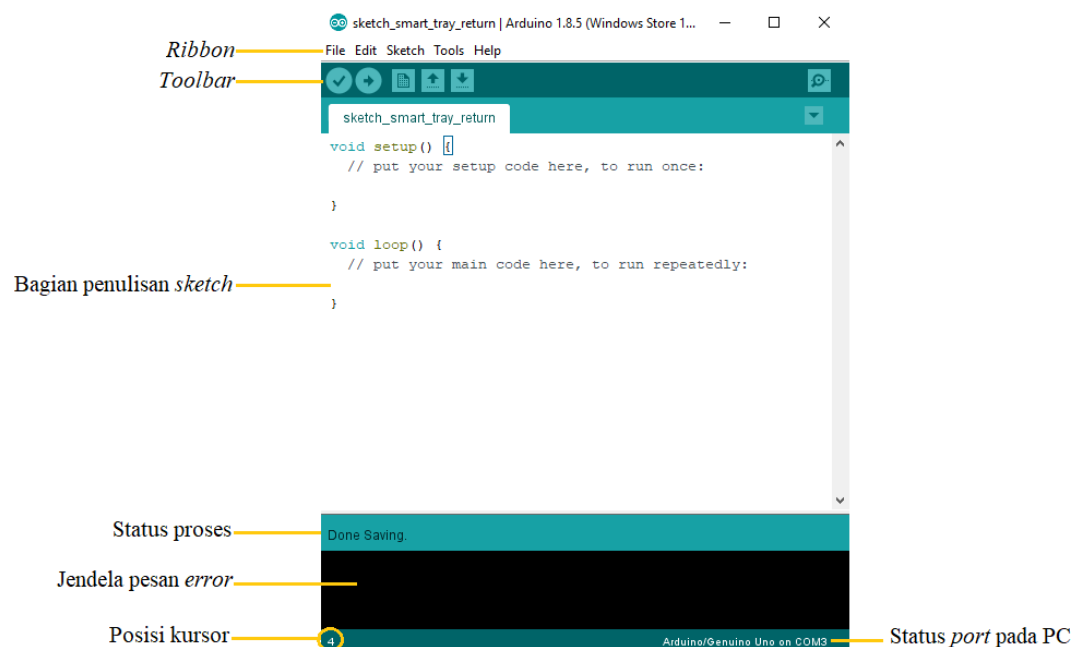


Gambar 2.6 Tampilan *start-up* Arduino IDE 1.8.5
(Sumber: Data Peneliti)

Menurut (Andrianto & Darmawan, 2016), *software* Arduino IDE adalah pengendali *single board* yang bersifat *open source*, diturunkan dari *platform wiring*, dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik dalam berbagai

bidang, *hardware*-nya menggunakan prosesor Atmel AVR dan *software*-nya memiliki bahasa pemrograman C++ yang sederhana dan fungsi-fungsinya yang lengkap, sehingga Arduino mudah dipelajari oleh pemula.

Menurut (Rangkuti, 2016), Arduino IDE juga menyediakan perangkat lunak untuk membuat *sketch* program aplikasi menggunakan bahasa pemrograman yang sudah dikenal secara umum yaitu Bahasa pemrograman C/C++ yang telah dioptimalisasi.



Gambar 2.7 Halaman Kerja Arduino IDE 1.8.5
(Sumber: Data Peneliti)



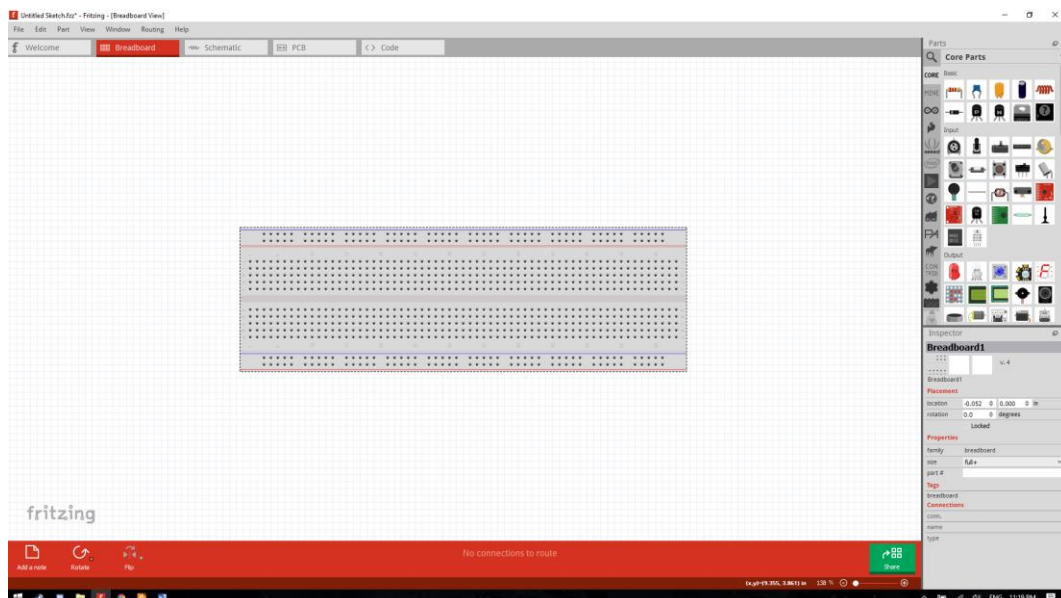
Gambar 2.8 Toolbar pada Arduino IDE
(Sumber: Data Peneliti)

Aplikasi Arduino IDE memiliki enam *toolbar* utama, yaitu:

1. *Verify*, melakukan pengecekan program sebelum diupload ke Arduino.
2. *Upload*, mengupload program ke arduino board.
3. *New*, membuka halaman kerja baru.
4. *Open*, membuka file atau program yang sudah tersimpan di komputer.
5. *Save*, menyimpan program yang sudah dirancang.
6. *Serial Monitor*, menampilkan data *serial* yang dikirimkan dari board arduino.

2.3.7 Fritzing

Fritzing adalah *software* gratis yang digunakan oleh desainer, seniman, dan para peminat elektronika untuk perancangan berbagai peralatan elektronika. Aplikasi ini digunakan untuk membuat gambaran rangkaian elektronika suatu alat sebelum membuat prototipenya.



Gambar 2.9 Halaman Kerja Aplikasi *Fritzing*
(Sumber: Data Peneliti)

2.4 Penelitian Terdahulu

Pada sub-bab ini akan dijabarkan beberapa hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya mengenai topik terkait pada penelitian ini.

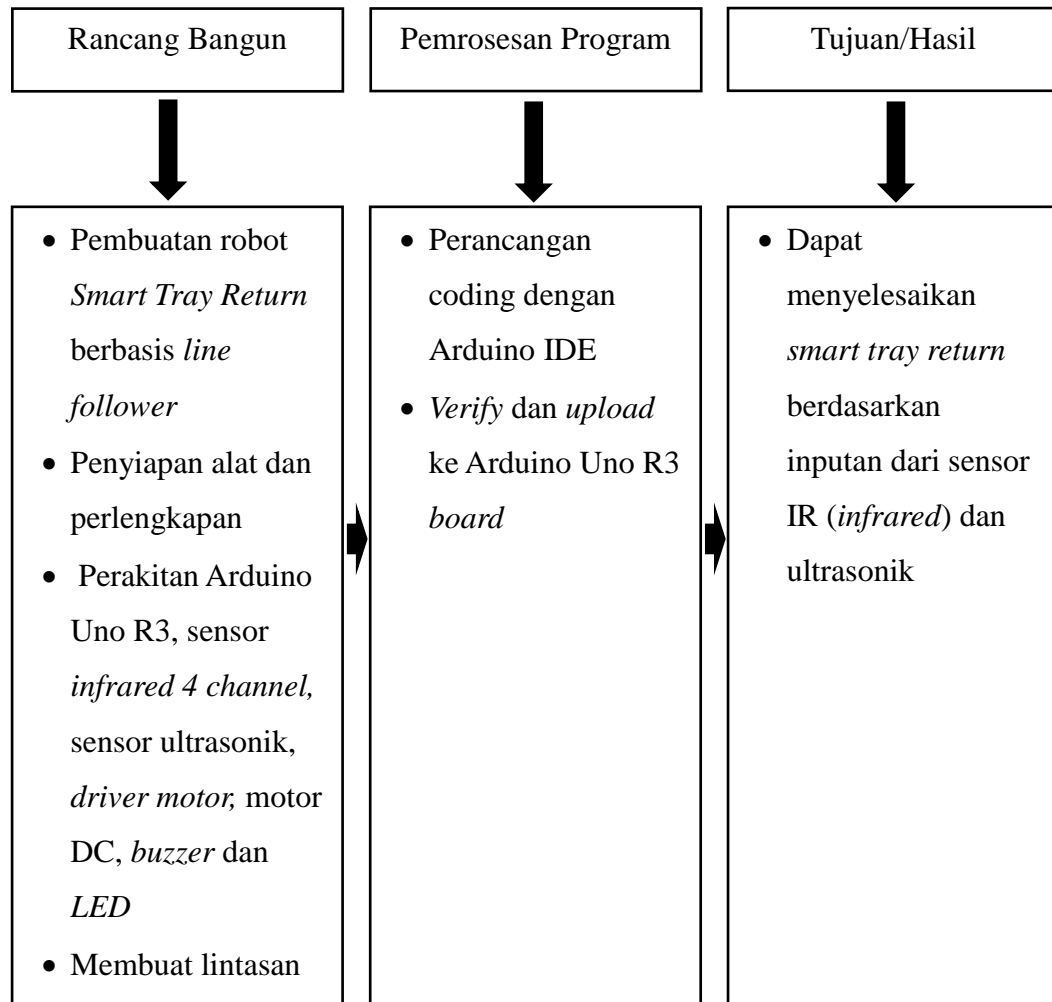
1. Nanan Rohman, Dadang Nurdiansyah (2012), dengan judul penelitian “Robot Deteksi Garis dengan Infra Merah”. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah robot yang bergerak dengan membaca garis yang sudah ada melalui sinyal yang dikirimkan oleh sensor *infrared* menuju ke *microcontroller*.
2. Deepak Punetha, Vartika Mehta, Neeraj Kumar (2013), dengan judul penelitian “Development and Application of Line Following Robot Based Health Care Management System”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah robot yang bisa membantu mengantarkan obat-obatan ke ruangan pasien dengan bantuan garis di lantai.
3. Andi Adriansyah, Oka Hidyatama (2013), dengan judul penelitian “Rancang Bangun Prototipe Elevator Menggunakan Mikrokontroler Arduino ATmega 328P”. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah tiruan elevator tiga lantai. Cara kerjanya sama dengan elevator pada umumnya.
4. Epan Andi Chandra, Prof.Dr.Ir.H Didik Notodsujono M.Sc., Ir. Dede Suhendi MT. (2014) dengan judul penelitian “Robot *Line Follower (Robot Line Tracking)*”. Hasil penelitian ini menghasilkan suatu robot *line follower* dengan menggunakan sensor fotodiode dan motor DC yang kini sudah langka di pasaran.

5. Muhammad Arif Prayudi, Edy Victor Haryanto Sianturi, Iwan Fitrianto Rahmad, Khairul Ummi (2014) dengan judul penelitian “Perancangan Robot *Line Follower* Pemisah Benda Berdasarkan Warna Menggunakan Mikrokontroler ATmega 16”. Hasil dari penelitian ini adalah membuat robot *line follower* yang bisa memisahkan benda berdasarkan warna menggunakan mikrokontroler ATmega 16 yang sangat dipengaruhi oleh bata aturan dan pergerakan roda ban.
6. Fina Supegina, Achmad Munandar (2014), dengan judul penelitian “Rancang Bangun Miniatur Mesin Otomatis Minuman Kaleng Berbasis Arduino Uno”. Hasil penelitian ini adalah sebuah mesin minuman yang menjual minuman tidak dengan uang kertas/logam, melainkan dengan cara memasukkan *ID* atau *password* bagi yang sudah memiliki *account*.
7. Eka Bayu Prinandika (2014) dengan judul penelitian “Sistem Pengaturan Kecepatan Motor pada Robot *Line Follower* Berbeban Menggunakan Kontroler PID”. Penelitian ini membahas tentang pengaruh kecepatan motor terhadap kestabilan suatu robot *line follower* berbeban dengan kontroler PID ATmega8 dan ATmega16.
8. David (2015), dengan judul penelitian “Kendali Logika Fuzzy Pada Robot *Line Follower*”. Penelitian tersebut menjelaskan cara menerapkan Logika Fuzzy dalam pengendalian dan pembuatan algoritma Robot *Line Follower*.
9. Daisy A.N Janis, David Pang, S.T., M.T., J. O. Wuwung S.T., M.T. (2015) dengan judul penelitian “Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan *Line Follower*”. Pada penelitian ini membahas secara lengkap apa saja yang

dibutuhkan dan bagaimana merancang robot jenis ini. Robot ini diciptakan dengan tujuan untuk mengantarkan makanan secara otomatis dan membantu pelayan di restoran. Robot ini dibangun dengan menggunakan Bahasa Pemrograman C Code Vision AVR.

10. Kartika Dewi, dengan judul penelitian “Perancangan Simulasi Jalur Pada Robot *Line Follower* Menggunakan Algoritma *Flood Fill*.” Hasil utama dari penelitian ini adalah pemecahan masalah *maze* dengan membaca garis jalur dari tanda-tanda yang sudah ditentukan dari algoritamanya.
11. Achmad Zakki Falani, Setiawan Budi (2015) dengan judul penelitian “Robot *Line Follower* Berbasis Mikrokontroler ATmega16 dengan Menampilkan Status Gerak pada LCD.” Hasil dari penelitian tersebut adalah dapat membedakan jenis gerak robot melalui isyarat LCD, apakah ia bergerak atau dalam keadaan diam atau bahkan tidak menyala, sedang bergerak maju, bergerak mundur, atau berbelok.
12. Zuly Budiarmo, Agung Prihandono (2015), dengan judul penelitian “Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler”. Hasil dari penelitian ini adalah dapat mengukur jarak dengan memanfaatkan perhitungan dari sensor ultrasonik.
13. Aamir Attar, Aadil Ansari, Abhishek Desai, Shahid Khan, Dipashri Sonawale (2017), dengan judul penelitian “*Line Follower and Obstacle Avoidance Bot Using Arduino*”. Hasil penelitian ini adalah sebuah robot yang dapat bekerja dengan dua metode, yaitu mengikuti garis sekaligus menghindari objek.

2.5 Kerangka Pikir



Gambar 2.10 Kerangka Pikir
(Sumber: Data Peneliti)

BAB III
METODE PENELITIAN/RANCANGAN PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dimulai terhitung pada bulan September 2017 hingga bulan Januari 2018.

No.	Kegiatan	Maret				September				Oktober				November				Desember				Januari			
		Minggu Ke																							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Pemilihan Topik																								
2.	Pengajuan Judul																								
3.	Perancangan Hardware																								
4.	Perancangan Software																								
5.	Penyusunan Bab I																								
6.	Penyusunan Bab II																								
7.	Penyusunan Bab III																								
8.	Penyusunan Bab IV																								
9.	Penyusunan Bab V																								
10.	Pengujian Alat																								
11.	Revisi Bab I-V																								
12.	Pengumpulan Tugas Akhir																								

Tabel 3.1 Tabel Jadwal Penelitian
(Sumber: Data Peneliti)

3.2 Tahap Penelitian

Sebelum memulai suatu penelitian, akan lebih baik jika produsen membuat *mind map* mengenai apa saja yang ingin diberikan kepada konsumen. Dari hasil tersebut produsen dapat menarik kesimpulan dan mendapat suatu gagasan atau konsep produk yang sesuai dengan dasar *mind map* yang telah digambarkan sebelumnya.

Setelah konsep produk sudah ditentukan, langkah selanjutnya adalah merancang rencana kerja serta rincian bahan yang akan digunakan.

Pada tahap perencanaan perancangan inilah, prototipe produk sudah mulai terlihat dalam bentuk gambaran atau desain (abstrak). Terus lakukan evaluasi, analisis kesalahan dan kekurangan produk, dan kembangkan hingga menjadi suatu desain prototipe yang mutlak.

Pemilihan bahan juga sangat penting dalam produksi. Bahan yang ramah lingkungan dan sesuai lingkungan produk ditempatkan, mudah didapat atau diproduksi, dan bahan yang bisa menekan biaya produksi.

Pendistribusian produk sudah bisa dilakukan setelah prototipe diciptakan. Produsen dapat menyuguhkannya kepada masyarakat untuk dijadikan sebagai bahan evaluasi. Setiap keluhan masyarakat adalah bahan acuan untuk melakukan penelitian baru dan berperan penting dalam perkembangan produk tersebut.

Dari penjelasan di atas, tahapan dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:




1. Tahap Analisis Kebutuhan
2. Tahap Desain Produk

3. Tahap Evaluasi dan Pengembangan Produk
4. Tahap Pengujian dan Revisi Produk
5. Tahap Pembuatan Laporan dan Rangkuman Penelitian
 - a. Menentukan Judul Penelitian
 - b. Mengidentifikasi Masalah
 - c. Merumuskan Masalah
 - d. Menentukan Batasan Masalah
 - e. Menentukan Tujuan dan Manfaat Penelitian
 - f. Mencari Referensi

3.3 Peratalan yang Digunakan

Robot *Smart Tray Return* ini dibangun dengan beberapa alat dan komponen, sebagai berikut:




1. Peralatan dan Perkengkapan

No	Nama	Jumlah	Gambar
1.	Obeng	1 buah	
2.	Gunting	1 buah	
3.	Solder	1 buah	

4.	Timah Solder	1 meter	
5.	Isolasi Kabel	1 gulung	
6.	Lakban Hitam	1 gulung	
7.	<i>Glue Gun</i>	1 buah	
8.	<i>Impra Board</i>	Secukupnya	
9.	Meteran	1 buah	


Tabel 3.2 Tabel Peralatan dan Perlengkapan
(Sumber: Data Peneliti)

2. Komponen Input

No.	Nama	Jumlah	Gambar
1.	Sensor <i>Infrared</i>	2 buah	
2.	Sensor Ultrasonik	1 buah	
3.	<i>Infrared Sensor Module</i>	1 buah	





Tabel 3.3 Tabel Komponen Input
(Sumber: Data Peneliti)

3. Komponen Pemrosesan

No.	Nama	Jumlah	Gambar
1.	Arduino Uno R3	1 buah	


Tabel 3.4 Tabel Komponen Pemrosesan
(Sumber: Data Peneliti)




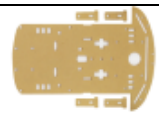

4. Komponen Output

No.	Nama	Jumlah	Gambar
1.	Motor DC	2 buah	
2.	Motor <i>driver</i> L298N	1 buah	
3.	<i>Buzzer</i>	1 buah	
4.	LED	Secukupnya	

Tabel 3.5 Tabel Komponen Output
(Sumber: Data Peneliti)

5. Komponen Tambahan

No	Nama	Jumlah	Gambar
1.	Kabel <i>jumper</i>	Secukupnya	

2.	Baterai 2000mAH	10 buah	
3.	Fitting Baterai 2 x 1.5v	5 buah	
4.	Roda	2 buah	
5.	<i>Nylon Free Wheel</i>	1 buah	
6.	<i>Chasis Acrylic</i>	1 papan	
7.	Saklar	1 buah	
8.	<i>BreadBoard 170 Lubang</i>	1 buah	

Tabel 3.6 Tabel Komponen Tambahan
(Sumber: Data Peneliti)

3.4 Perencanaan Produk

Proses perencanaan perancangan produk merupakan bagian yang terpenting dari semua kegiatan teknikal yang ada. Kegiatan merencanakan konsep perancangan produk dapat dimulai dengan melakukan analisis akan kebutuhan manusia, kemudian menciptakan konsep produk, membuat prototipe produk dan mendistribusikannya kepada masyarakat.

Ada beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan saat merencanakan perancangan produk:

1. Fungsi Desain

Tahap ini di mana kita mempertimbangkan fungsi produk tanpa memperhatikan apakah produk ini akan berakhir seperti apa.

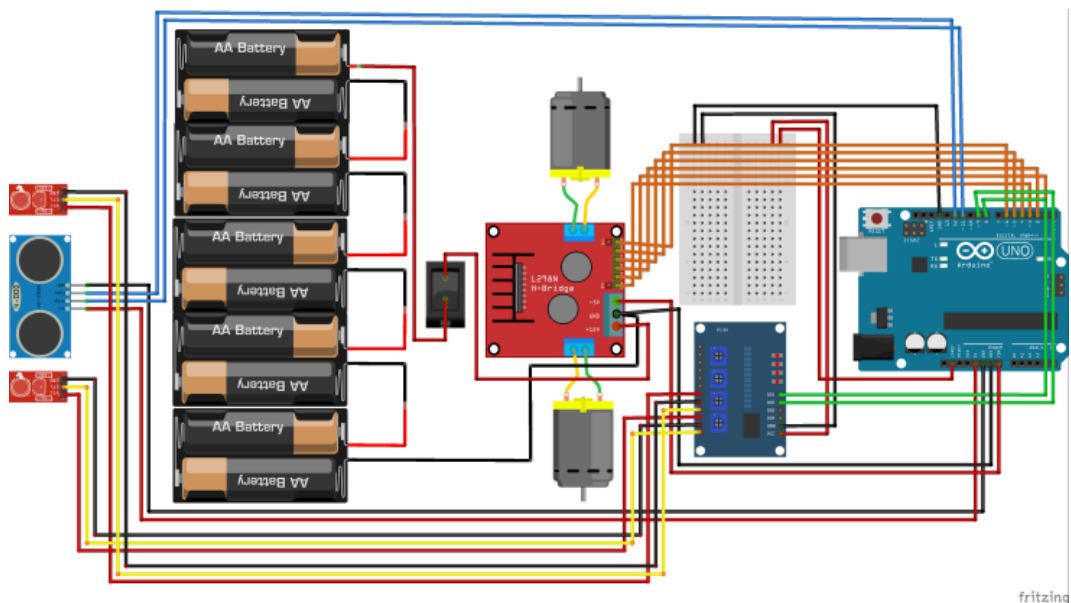
2. Fungsi Industrial

Tahap ini untuk mempertimbangkan unsur estetis dari produk tersebut.

3. Manufaktur Desain

Dalam tahap ini, para produsen harus mempertimbangkan antara fungsi beserta manufakturnya, seperti misalnya mempertimbangkan bahan baku alternatif yang bisa digunakan.

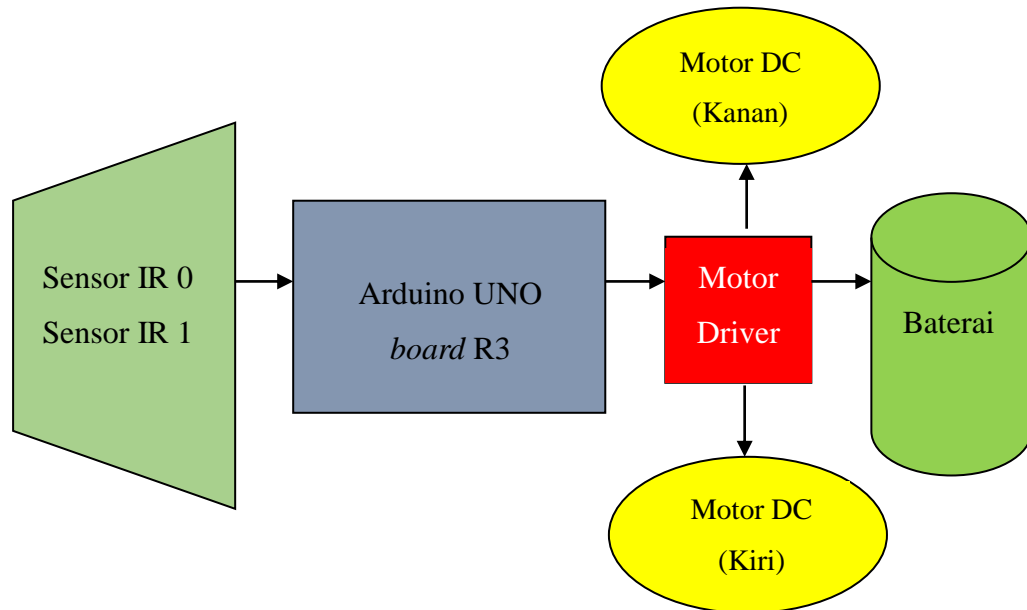
3.4.1 Perancangan Mekanik



Gambar 3.1 Perancangan Mekanik *Smart Tray Return*
(Sumber: Data Peneliti)

3.4.2 Perancangan Elektrik

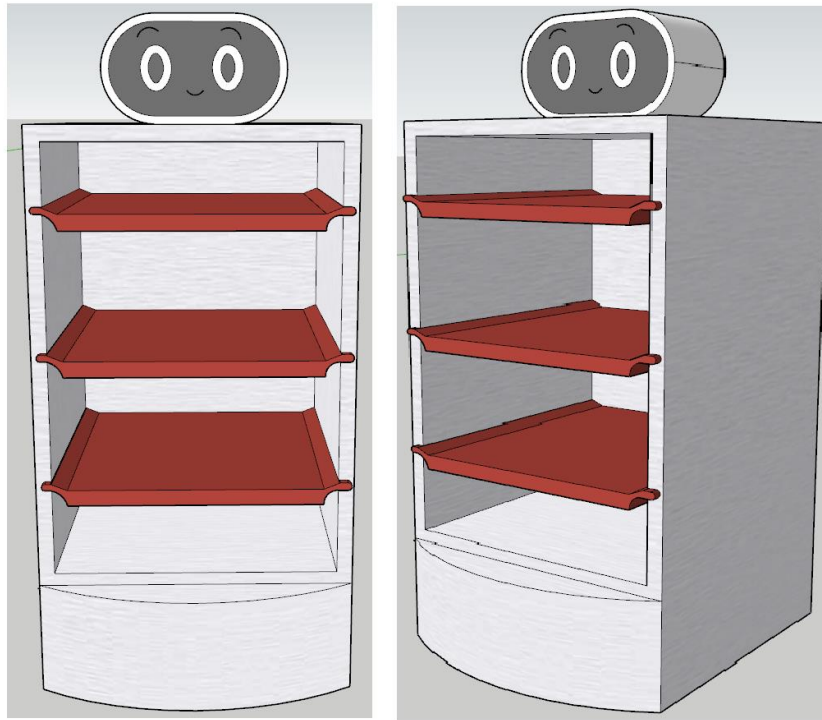
Berikut adalah rancangan elektrik dari robot *line follower* yang menjadi basis dari *Smart Tray Return* ini.



Gambar 3.2 Perancangan Elektrik *Smart Tray Return*
(Sumber: Data Peneliti)

3.4.3 Desain Produk

Desain asli robot *Smart Tray Return* ini adalah seukuran tinggi manusia dewasa, yakni dengan ketinggian lebih kurang 1.8 meter dan lebar 50 cm. Akan tetapi prototipe atau miniaturanya akan dibangun dengan ukuran 32 cm panjang, 11 cm lebar dan tinggi 19 cm. Model atau aksesoris lainnya adalah *optional*, tergantung pada kreatifitas masing-masing.



Gambar 3.3 Desain Prototipe *Smart Tray Return*
(Sumber: Data Peneliti)

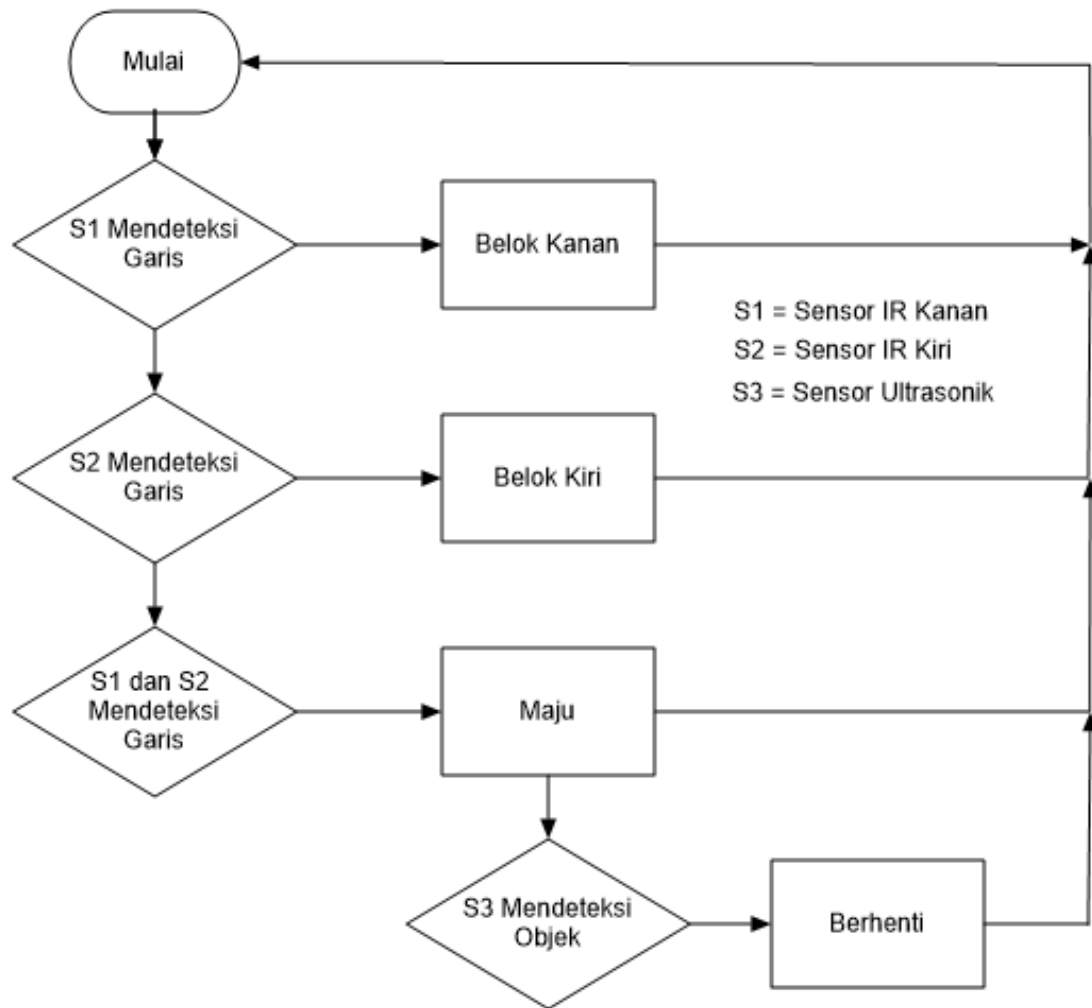
3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Kunci perangkat keras (*hardware*) pada robot ini adalah *board* Arduino dan tentunya harus didukung oleh perancangan perangkat lunaknya (*software*). Pada perancangan ini, kita mendesain seperangkat perintah yang akan dijalankan oleh *board* arduino dan menghubungkan semua bagian dari robot menjadi satu kesatuan.

Program yang akan dibuat pada robot ini bekerja dengan prinsip membaca garis untuk mengatur arah tujuan dan prinsip mendeteksi objek yang mendekatinya untuk menghentikan pergerakan. Kondisi pertama adalah pada saat kedua sensor IR (tanpa mengganggu fungsi sensor ultrasonik) membaca dan

mendeteksi garis secara bersamaan, maka perintah yang akan dijalankan adalah maju. Apabila garis lintasan belok ke kanan dan menyebabkan hanya sensor IR kanan yang saja yang membaca garis, maka perintah yang akan diberikan adalah motor roda kiri bergerak maju sedangkan motor roda kanan akan bergerak mundur seolah-olah robot terlihat berbelok ke kanan. Sebaliknya, apabila garis lintasan berbelok ke kiri dan menyebabkan hanya sensor IR kiri saja yang membaca garis, maka perintah yang akan diberikan adalah motor roda kiri bergerak mundur sedangkan motor roda kanan akan bergerak maju seolah-olah robot terlihat berbelok ke kiri.

Kondisi lainnya adalah robot berhenti pada saat sensor ultrasonik mendeteksi adanya objek dihadapannya dan menyebabkan *buzzer* berbunyi untuk menandakan bahwa robot tersebut dalam keadaan berhenti. Robot tersebut berhenti guna mencegah terjadinya tubrukan antara robot dengan objek yang ada dihadapannya. Setelah objek tersebut bergerak menjauhi daerah jangkauan sensor ultrasonik, maka *buzzer* akan berhenti berdering dan robot akan bergerak kembali pada kondisi awal.



Gambar 3.4 Skema kerja yang akan diaplikasikan pada robot *Smart Tray Return*
(Sumber: Data Peneliti)

3.6 Metode Pengujian Produk

Pengujian robot *smart tray return* ini dapat dilakukan dengan dua pengujian, yaitu menguji sensor dan menguji *softwarena*:

3.6.1 Pengujian Sensor

Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik dan *infrared*. Pengujian ini dilakukan dengan melihat kepekaan sensor yang sudah terpasang membaca garis yang sudah disediakan dan mendeteksi objek yang mendekatinya.

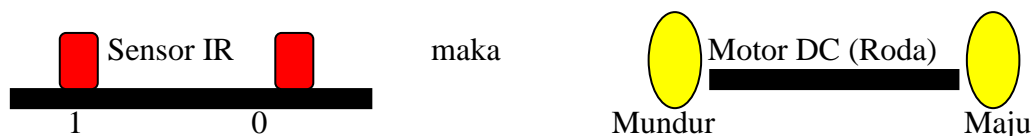
3.6.2 Pengujian Motor DC

Motor DC akan diuji dengan melihat daya gerak masing-masing motor apakah seimbang. Tidak menutup kemungkinan bahwa motor DC dapat memiliki daya gerak yang berbeda meskipun kecepatan yang terprogram adalah sama. Maka dari itu, pada tahap ini akan dilakukan adaptasi kecepatan bagi kedua motor.

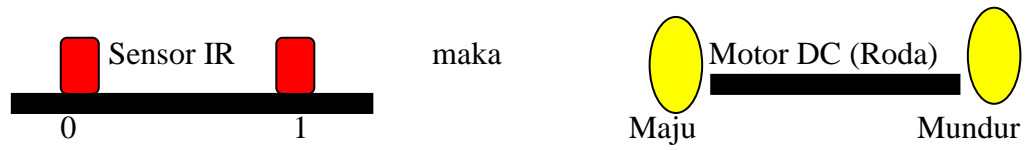
3.6.3 Pengujian Software

Pengujian *software* pada robot *smart tray return* tidaklah berbeda dengan robot *line follower*. *Software* harus bisa berjalan tanpa adanya *error*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah robot dapat berjalan mengikuti garis yang tersedia tanpa keluar dari lintasannya. Dan apakah robot bisa berhenti apabila menangkap adanya objek yang menghalangi jalannya.

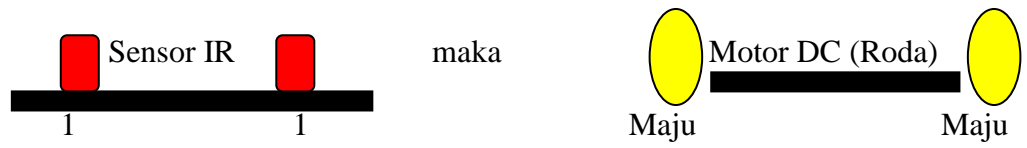
Kondisi 1: Robot berbelok ke kiri



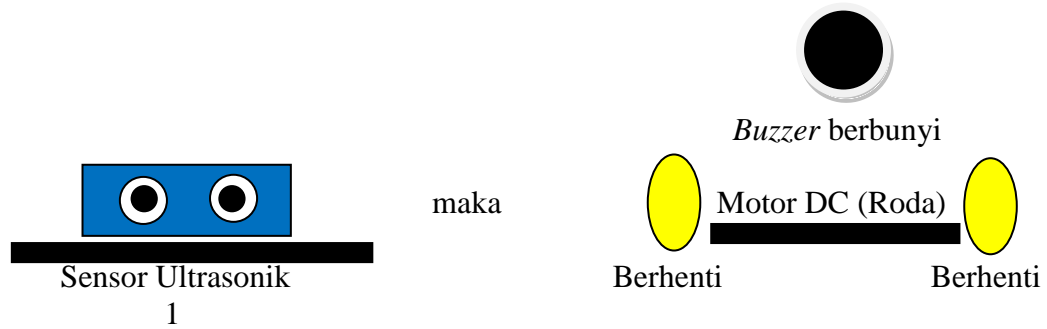
Kondisi 2: Robot berbelok ke kanan



Kondisi 3: Robot bergerak maju



Kondisi 4: Robot berhenti



Gambar 3.5 Skema Hasil Pengujian *Software* robot *Smart Tray Return*
(Sumber: Data Peneliti)