



**RANCANG BANGUN PINTU GARASI OTOMATIS MENGGUNAKAN
SENSOR ULTRASONIC BERBASIS ARDUINO UNO**

Disusun dan Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh
Gelar Sarjana Komputer Pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas
Pembangunan Panca Budi Medan

SKRIPSI

OLEH

NAMA : RIANDA HUTAHAYAN
NPM : 1724370492
PROGRAM STUDI : SISTEM KOMPUTER

**PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2019**

ABSTRAK

RIANDA HUTAHAYAN

**Rancang Bangun Pintu Garasi Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonic
Berbasis Arduino Uno
2019**

Garasi merupakan salah satu sarana yang bermanfaat untuk menyimpan kendaraan seperti mobil. Seiring berkembangnya teknologi, sarana tersebut telah dapat bekerja secara otomatis. Artinya, untuk membuka dan menutup pintu garasi kita tidak perlu lagi melakukannya secara manual. Arduino adalah sebuah kit elektronik open source yang dirancang khusus untuk memudahkan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau mengembangkan perangkat elektronik yang dapat berinteraksi dengan bermacam-macam sensor dan pengendali. Sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Secara umum bentuk dari sistem pembuka pintu garasi otomatis ini terdiri atas rangkaian elektronik. Rangkaian elektronika ini berfungsi untuk memberikan data berupa sinyal digital yang akan diproses oleh mikrokontroler sesuai logika program yang yang dirancang. Untuk menggambarkan sistem yang dibangun ini secara umum.

Kata Kunci: Arduino Uno, Sensor Ultrasonic

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.6.1 Studi Literatur	4
1.6.2 Implementasi.....	4
1.6.3 Uji Coba dan Evaluasi.....	4
1.6.4 Penyusunan Skripsi	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Arduino Uno.....	7
2.1.1 Pengertian Arduino Uno	7
2.1.2 Skematik Arduino Uno	8
2.1.3 Mikrokontroler Arduino Uno.....	8
2.1.4 Penggunaan dan Pemanfaatan Arduino Uno	10
2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04	11
2.3 Motor DC	15
2.4 Relay AC 220V	16
2.5 Motor AC	17
2.5.1 Jenis – jenis Motor AC.....	18
2.6 Limit <i>Switch</i>	20
2.7 Regulator LM2596.....	21
2.8 Bahasa Pemrograman Arduino	22
2.8.1 Mengenal Bahasa Arduino	22
2.9 Kontaktor	26
2.9.1 Prinsip Kerja Kontaktor	27
2.9.2 Bagian – bagian Kontaktor.....	28
2.9.3 Fungsi Kontaktor.....	28
2.9.4 Wiring dan Symbol Kontaktor	29
2.9.5 Aplikasi Kontaktor	29

BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tahapan Penelitian	30
3.1.1 Studi Pustaka.....	31
3.1.2 Perancangan	31
3.1.2.1 Desain Sistem Secara Umum	31
3.1.2.2 Diagram Blok	31
3.1.2.3 Fungsi Masing – masing Blok.....	32
3.2 Persiapan Alat dan Bahan	33
3.3 Perancangan <i>Hardware</i>	34
3.3.1 Rangkaian Limit Switch.....	37
3.3.2 Rangkaian Arduino Uno	38
3.3.3 Rangkaian Model Stepdown LM2596	39
3.3.4 Rangkaian Modul L298 (Driver Motor)	39
3.3.5 Rangkaian Motor DC	40
3.3.6 Rangkaian Tombol.....	41
3.3.7 Rangkaian Ultrasonic SRF-04.....	41
3.4 Perancangan <i>Software</i>	42
3.4.1 Instalasi Arduino	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Implementasi Sistem	45
4.1.1 Pembuatan Program	45
4.1.2 Sketch Program Keseluruhan	48
4.2 Pengujian.....	51
4.2.1 Pengujian Power Supply	51
4.2.2 Pengujian Modul Stepdown LM2596	52
4.2.3 Pengujian Limit Switch.....	53
4.2.4 Pengujian Arduino Uno ke Modul L298 (Driver Motor)	55
4.2.5 Pengujian Modul L298 ke Motor DC	57
4.2.6 Pengujian Tegangan Tombol	59
4.2.7 Pengujian Sensor Ultrasonic SRF-04.....	61
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Keterbasan Sistem.....	64
5.3 Saran – saran	65
DAFTAR PUSTAKA	
BIOGRAFI PENULIS	
LAMPIRAN - LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Skematik Arduino Uno.....	8
Gambar 2.2 Rangkaian Transmitter Pada Sensor Ultrasonic	11
Gambar 2.3 Cara Kerja Sensor Ultrasonic	12
Gambar 2.4 Cara Kerja Sensor Ultrasonic	13
Gambar 2.5 Sensor Ultrasonic HC-SR04.....	14
Gambar 2.6 Bentuk Fisik Motor DC	16
Gambar 2.7 Relay AC 220V	17
Gambar 2.8 Motor AC Sinkron.....	19
Gambar 2.9 Motor AC Induksi.....	19
Gambar 2.10 Bentuk Fisik Limit Switch.....	20
Gambar 2.11 Modul Stepdown LM2596	21
Gambar 2.12 Kontaktor.....	27
Gambar 2.13 Wiring dan Symbol Kontaktor	29
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Diagram Blok	32
Gambar 3.3 Rangkaian Keseluruhan Sistem	35
Gambar 3.4 Rangkaian Sistem Pintu Garasi Otomatis Real	36
Gambar 3.5 Rangkaian Limit Switch	37
Gambar 3.6 Rangkaian Arduino Uno.....	38
Gambar 3.7 Rangkaian Modul Stepdown LM2596	39
Gambar 3.8 Rangkaian L298.....	39
Gambar 3.9 Rangkaian Motor DC	40
Gambar 3.10 Rangkaian Tombol	41
Gambar 3.11 Rangkaian Ultrasonic SRF-04.....	41
Gambar 3.12 Jendela License Agreement.....	42
Gambar 3.13 Jendela Pilihan Instalasi	43
Gambar 3.14 Select Destination Location.....	43
Gambar 3.15 Proses Instalasi	44
Gambar 4.1 Tampilan Arduino (IDE)	46
Gambar 4.2 Tampilan New Edit Program.....	46
Gambar 4.3 Tampilan <i>Save</i> Program.....	47
Gambar 4.4 Tampilan Untuk Compiler Pada Arduino IDE.....	47
Gambar 4.5 Tampilan Pengecekan Program	48
Gambar 4.6 Tegangan Output Power Supply.....	52
Gambar 4.7 Tegangan Output Modul Stepdown LM2596.....	53
Gambar 4.8 Tegangan Limit Switch Batas Buka Ditekan	54
Gambar 4.9 Tegangan Limit Switch Batas Buka Tidak Ditekan	54
Gambar 4.10 Tegangan Limit Switch Batas Tutup Ditekan	54
Gambar 4.11 Tegangan Limit Switch Batas Tutup Tidak Ditekan	55
Gambar 4.12 Tegangan Output Buka Pin7.....	56
Gambar 4.13 Tegangan Output Bukan Pin 8	56
Gambar 4.14 Tegangan Output Tutup Pin 7	56

Gambar 4.15	Tegangan Output Tutup Pin 8	57
Gambar 4.16	Tegangan Output Berhenti Pin 7	57
Gambar 4.17	Tegangan Output Berhenti Pin 8	57
Gambar 4.18	Tegangan Output Buka Modul L298 ke Motor DC	58
Gambar 4.19	Tegangan Output Tutup Modul L298 ke Motor DC	59
Gambar 4.20	Tegangan Output Berhenti Modul L298 ke Motor DC	59
Gambar 4.21	Pengujian Tegangan Tombol Saat Tidak Ditekan	60
Gambar 4.22	Pengujian Tegangan Tombol Saat Ditekan	60
Gambar 4.23	Pengujian Sensor Dengan Mobil	62
Gambar 4.24	Pengujian Sensor Tanpa Mobil	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Tipe – tipe Data 23
Tabel 2.2	Operator Aritmatika..... 24
Tabel 2.3	Operator Hubungan dalam Program Arduino 25
Tabel 3.1	Penggunaan Pin Arduino Uno 38
Tabel 4.1	Tegangan Output Limit Switch 53
Tabel 4.2	Tegangan Output Arduino ke Modul L298 55
Tabel 4.3	Tegangan Output Modul L298 ke Motor DC 58
Tabel 4.4	Tegangan Output Tombol..... 60
Tabel 4.5	Pengujian Sensor Terhadap Objek 63

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pernyataan Orisinalitas	L-1
Lampiran 2. Surat Pernyataan	L-2
Lampiran 3. <i>Form</i> Sidang	L-3
Lampiran 4. Hasil Plagiat Cheker	L-4
Lampiran 5. Surat Bebas Pustaka	L-5

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Garasi merupakan salah satu sarana yang bermanfaat untuk menyimpan kendaraan seperti mobil. Seiring berkembangnya teknologi, sarana tersebut telah dapat bekerja secara otomatis. Artinya, untuk membuka dan menutup pintu garasi kita tidak perlu lagi melakukannya secara manual. Namun kemudahan dari teknologi tersebut hanya dapat kita rasakan di beberapa tempat tertentu saja, seperti pusat perbelanjaan, perkantoran, bank, dll. Sedangkan ditempat pribadi penggunaan teknologi seperti ini masih sangat minim. Untuk akses keluar/masuk masih menggunakan cara yang manual, padahal dengan sedikit sentuhan teknologi kita dapat merancang sebuah garasi dengan pintu otomatis dengan menggunakan rangkaian dan komponen elektronika sederhana.

Yogie (2015) menyatakan bahwa pintu pagar merupakan salah satu keamanan paling terdepan dalam menjaga suatu bangunan. Pintu pagar memiliki berbagai jenis dari jaman dahulu sampai sekarang dengan menggunakan kunci tambahan. Aplikasi sensor sidik jari sudah banyak digunakan sebagai presensi. Pintu otomatis dengan motor dc merupakan alat mekanis sebagai penggerak membuka dan menutup pintu. Pada penelitian ini ingin dibuat kendali pintu otomatis yang memiliki sistem keamanan menggunakan sensor sidik jari.

Seiring dengan perkembangan jaman yang semakin pesat, perancangan-perancangan alat untuk membantu kebutuhan manusia semakin diinovasikan. Dalam perancangan alat ini penulis memilih sensor ultrasonic sebagai proyek tugas akhir dengan judul **“Rancang bangun pintu garasi otomatis menggunakan sensor ultrasonic berbasis arduino uno”**.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas di dapatkan beberapa permasalahan adalah:

1. Bagaimana cara merancang atau membuat rangkaian elektronika pembuka dan penutup pintu garasi otomatis.
2. Bagaimana mengimplementasikan penggunaan sensor ultrasonic berbasis arduino uno dalam perancangan pintu garasi otomatis.

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut:

1. Dalam pembuatan projek ini menggunakan arduino uno sebagai pusat proses dan dalam bentuk miniatur.
2. Menggunakan sensor ultrasonic (SRF 04) untuk pengendalian akses buka/tutup pintu garasi
3. Menggunakan motor dc sebagai penggerak akses buka/tutup pintu garasi

1.4 Tujuan Penelitian

1. Membuat akses sensor jarak (SRF 04) pintu garasi otomatis berbasis arduino uno
2. Memahami kinerja sistem alat untuk menggunakan pintu secara otomatis
3. Mengetahui variabel sudut detektor dengan jarak objek

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk mempermudah manusia dalam hal mengakses buka/tutup pintu garasi secara otomatis. Manfaat lain yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis
 - a. Untuk mengimplementasikan ilmu yang telah diperoleh selama mengemban ilmu diperkuliahan.
2. Bagi Perguruan Tinggi
 - a. Sebagai modul praktek pengaplikasian penggunaan alat buka/tutup pintu garasi otomatis menggunakan Sensor Ultrasonic berbasis Arduino Uno
 - b. Sebagai referensi tambahan untuk menyelesaikan kasus maupun permasalahan yang memiliki latar belakang yang hampir sama
3. Bagi Pembaca
 - a. Sistem ini diharapkan memberikan kemudahan dan efisiensi dalam hal membuka dan menutup pintu garasi

- b. Bagi masyarakat, sistem ini diharapkan dapat berguna bagi kehidupan sehari-hari dan bisa dikembangkan lagi dikemudian hari
- c. Diharapkan dapat menambah referensi bagi masyarakat untuk pembuatan pintu garasi mobil

1.6 Metode Penelitian

1.6.1 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi penelitian yang dilakukan dengan cara mempelajari buku-buku (literatur) serta mempelajari bahan-bahan yang terdapat di internet seperti jurnal.

1.6.2 Implementasi

Pada metode ini penulis menganalisa sistem-sistem yang sudah ada dengan beberapa poin pertimbangan, seperti bagaimana cara kerja sistem, apa saja komponen yang membangun sistem tersebut dan juga kekurangan dari sistem tersebut.

1.6.3 Uji Coba dan Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan uji coba terhadap sistem yang telah dibuat berdasarkan tujuan penggunaan sensor ultrasonik sebagai alat pengganti kunci buka tutup pintu garasi berbasis Arduino Uno serta melakukan evaluasi dan perbaikan dalam beberapa hal.

1.6.4 Penyusunan Skripsi

Pada tahap ini merupakan penyusunan laporan yang memuat dokumentasi mengenai pembuatan penggunaan sensor ultrasonik sebagai ganti kunci untuk menutup dan membuka pintu garasi otomatis yang berbasis Arduino Uno.

1.7 Sistematika Penulisan

Penyusunan Skripsi ini dibagi menjadi beberapa bab sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, motivasi penelitian, tujuan dan manfaat skripsi, Sasaran skripsi, metodologi yang digunakan, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi beberapa teori penunjang yang berhubungan dengan pokok bahasan dan yang mendasari perancangan dan pembuatan skripsi.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang perancangan dan pembuatan perangkat meliputi perancangan sistem, software dan hardware.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas implementasi dari *design* sistem yang dilakukan pada tahap perancangan dan membahas tentang skenario uji coba terhadap sistem yang telah dibuat serta menjelaskan hasil yang diperoleh dari perancangan dan pembuatan alat pintu garasi otomatis menggunakan sensor ultrasonic berbasis arduino uno.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan akhir setelah dilakukan uji coba dan evaluasi terhadap sistem dan saran-saran yang diperoleh dari hasil uji yang telah dilakukan serta saran-saran apabila sistem ingin dikembangkan lebih lanjut.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Arduino Uno

2.1.1 Pengertian Arduino Uno

Arduino adalah sebuah kit elektronik *open source* yang dirancang khusus untuk memudahkan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau mengembangkan perangkat elektronik yang dapat berinteraksi dengan bermacam-macam sensor dan pengendali. Arduino UNO merupakan sebuah board mikrokontroler yang dikontrol penuh oleh ATmega328.(Ecadio, 2015)

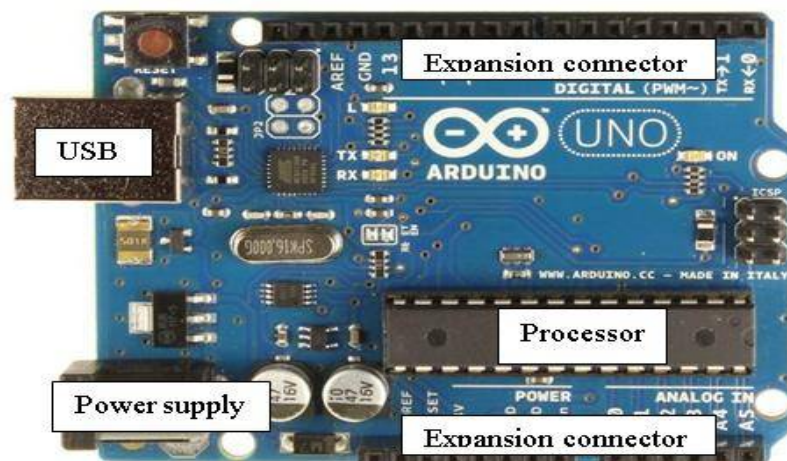
Arduino didefinisikan sebagai sebuah platform elektronik yang *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk seniman, desainer, hobbies dan setiap orang yang tertarik dalam membuat objek atau lingkungan yang interaktif. Arduino sebagai sebuah *platform* komputasi fisik (*Physical Computing*) yang *open source* pada *board input ouput* sederhana, yang dimaksud dengan *platform* komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik hyang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi.

Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang

mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

2.1.2 Skematik Arduino Uno

Skematik arduino board yang telah disederhanakan seperti pada gambar 2 Shield merupakan sebuah papan yang dapat dipasang diatas arduino board untuk menambah kemampuan dari arduino board. Bahasa pemograman yang dipakai dalam Arduino bukan bahasa assembler yang relatif sulit, melainkan bahasa pemograman mirip dengan bahasa pemrograman C++ yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) Arduino. (Ecadio, 2015)



Gambar 2.1 Diagram Skematik Arduino Uno
Sumber : Arduino (2019)

2.1.3 Mikrokontroler Arduino Uno

Mikrokontroler adalah sebuah sistem fungsional lengkap pada embeded system yang terkandung dalam sebuah chip/IC. Mikrokontroler berbeda dari mikroprocessor, karena dalam sebuah mikrokontroler berisi komponen-komponen pendukung, yaitu: processor, memory (RAM/ROM), dan I/O.

Mikrokontroler merupakan perkembangan dari mikroprosesor yang merupakan suatu Integrated Circuit (IC) yang bekerja berdasarkan program dan dirancang secara khusus untuk aplikasi sistem kendali atau monitoring. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini. (Ecadio, 2015)

Mikrokontroler adalah versi mini atau mikro dari sebuah komputer karena mikrokontroler sudah mengandung beberapa periferal yang langsung bisa dimanfaatkan, misalnya port paralel, port serial, komparator, konversi digital ke analog (DAC), konversi analog ke digital dan sebagainya hanya menggunakan sistem minimum yang tidak rumit atau kompleks. Dalam sebuah chip mikrokontroler telah terintegrasi memory, CPU dan I/O baik serial maupun paralel. sifat mikrokontroler yang mampu diprogram (programmable) menyebabkan mikrokontroler mempunyai kemampuan aplikasi yang sangat luas seperti digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, remote controls, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan.

Mikrokontroler Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16

MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Arduino Uno R3 Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler yang berbasis ATmega 328P. Mempunyai 14 digital input/output, yang 6 pin bisa digunakan sebagai keluaran PWM, 6 analog input, 16 MHz osilator Kristal, penghubung USB, power jack, ICSP header, dan tombol reset. Bagian ini sangat dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler. Contoh, menghubungkan Arduino ke komputer dengan kabel USB atau memberikan tegangan AC ke DC adaptor atau baterai untuk memulainya. Perbedaan mendasar dari sebelumnya adalah tidak menggunakan chip FTDI dan sebagai gantinya menggunakan Atmega8U2 yang diprogram sebagai converter USB-to-serial. Perubahan ini cukup membantu dalam instalasi software Arduino.

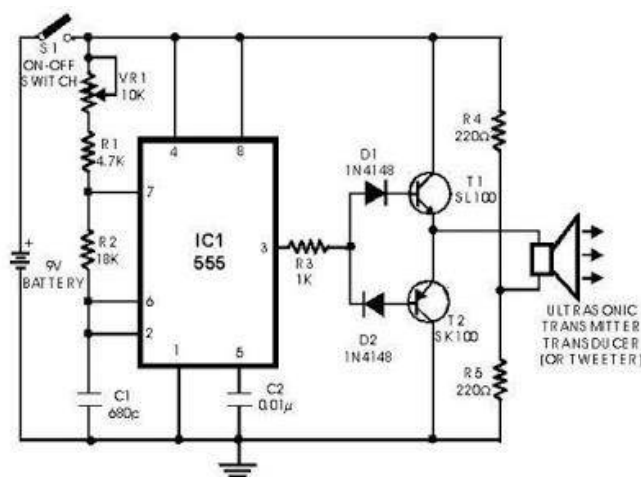
2.1.4 Penggunaan dan pemanfaatan Arduino

Kegunaan Arduino tergantung kepada kita yang membuat program. Arduino bisa digunakan untuk mengontrol LED, mengontrol lampu lalu lintas, bisa juga digunakan untuk mengontrol helikopter. Sudah banyak contoh yang sudah pernah dibuat diantaranya MP3 player, pengontrol motor, mesin CNC, monitor kelembaban tanah, pengukur jarak, penggerak servo, balon udara, pengontrol suhu, monitor energi, stasiun cuaca, pembaca RFID, drum elektronik, GPS logger, monitoring bensin, dan masih banyak lagi.(Ecadio, 2015)

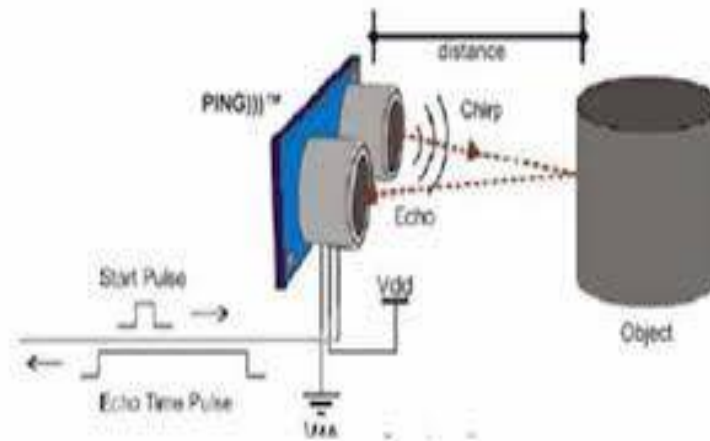
2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik merupakan komponen elektronik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik, dan juga sebaliknya. Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut transmitter dan penerima ultrasonik yang disebut receiver. Alat ini digunakan untuk mengukur waktu pantul gelombang ultrasonik. (Sakti, 2015)

Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu (misal, sebesar 40 kHz) yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 KHz, harus di buat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen RLC / kristal tergantung dari disain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke piezoelektrik dan terjadi reaksi mekanik sehinggabergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator.



Gambar 2.2 Rangkaian Transmitter pada Sensor Ultrasonik
Sumber : Sakti (2015)



Gambar 2.3 Cara Kerja Sensor Ultrasonik
Sumber : Sakti (2015)

Gelombang ultrasonik merambat melalui udara dengan kecepatan 344 meter per detik. Apabila mengenai objek, ia dapat terpantul kembali ke sensor ultrasonik. Prinsip kerjanya mirip seperti kelelawar saat mencari makanan di malam hari atau seperti ikan paus yang mendeteksi kedalaman laut dan jarak dengan lingkungannya.

Rumus perhitungan waktu yang diperlukan modul sensor ultrasonik untuk menerima pantulan pada jarak tertentu adalah:

$$s = (t_{IN} \times V) : 2$$

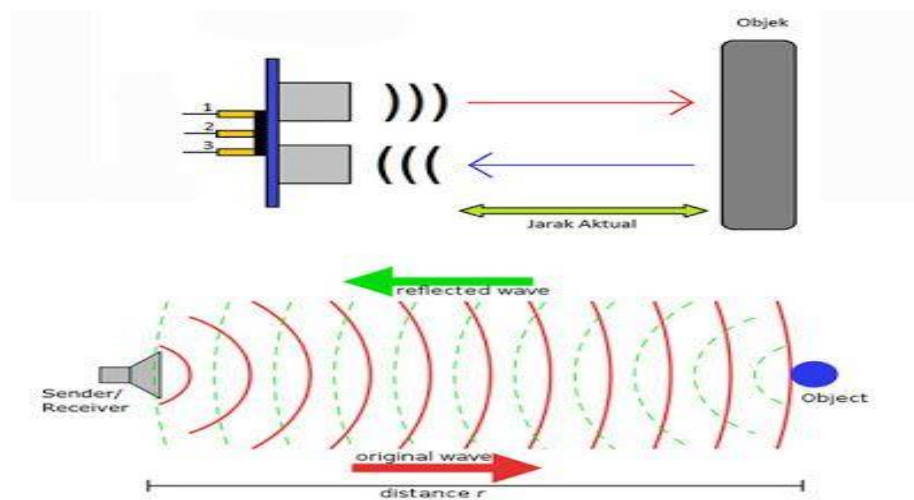
S: Jarak antara sensor dengan objek.

t_{IN} : Selisih waktu antara sinyal yang dipancarkan (PING) dengan sinyal yang diterima (ECHO) oleh sensor.

V: Cepat rambat gelombang ultrasonik di udara (344m/sec).

Ringkasnya, sinyal ultrasonik dipancarkan, merambat melalui udara dengan kecepatan 344m/s, dipantulkan oleh objek, sinyal kembali, dan diterima

oleh sensor ultrasonik. Waktu antara sinyal dikirim dan kembali kemudian dihitung sehingga bisa ditentukan jarak antara sensor ultrasonik dan benda yang memantulkannya.(Sakti, 2015)



Gambar 2.4 Cara Kerja Sensor Ultrasonik

Sumber : (Sakti, 2015)

Dalam bidang kesehatan, gelombang ultrasonik bisa digunakan untuk melihat organ-organ dalam tubuh manusia seperti untuk mendeteksi tumor, liver, otak dan menghancurkan batu ginjal. Gelombang ultrasonik juga dimanfaatkan pada alat USG (ultrasonografi) yang biasa digunakan oleh dokter kandungan.

Dalam bidang industri, gelombang ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keretakan pada logam, meratakan campuran besi dan timah, meratakan campuran susu agar homogen, mensterilkan makanan yang diawetkan dalam kaleng, dan membersihkan benda-benda yang sangat halus. Gelombang ultrasonik juga bisa digunakan untuk mendeteksi keberadaan mineral maupun minyak bumi yang tersimpan di dalam perut bumi.

Dalam bidang pertahanan, gelombang ultrasonik digunakan sebagai radar atau navigasi, di darat maupun di dalam air. Gelombang ultrasonik digunakan

oleh kapal pemburu untuk mengetahui keberadaan kapal selam, dipasang pada kapal selam untuk mengetahui keberadaan kapal yang berada di atas permukaan air, mengukur kedalaman palung laut, mendeteksi ranjau, dan menentukan puosisi sekelompok ikan.

Sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda.



Gambar 2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sumber : Sakti (2015)

Cara menggunakan alat ini yaitu: ketika kita memberikan tegangan positif pada pin Trigger selama 10uS, maka sensor akan mengirimkan 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin Echo. Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut.

Sensor HC-SR04 adalah versi low cost dari sensor ultrasonic PING buatan parallax. Perbedaannya terletak pada pin yang digunakan. HC-SR04 menggunakan 4 pin sedangkan PING buatan parallax menggunakan 3 pin. Pada Sensor HC-SR04 pin trigger dan output diletakkan terpisah. Sedangkan jika menggunakan PING dari Parallax pin trigger dan output telah diset default menjadi satu jalur. Tidak ada perbedaan signifikan dalam pengimplementasiannya. Jangkauan karak sensor lebih jauh dari PING buatan parallax, dimana jika ping buatan parallax hanya mempunyai jarak jangkauan maksimal 350 cm sedangkan sensor HC-SR04 mempunyai kisaran jangkauan maksimal 400-500cm.

Modul yang ada dipasaran yang sering digunakan untuk arduino yaitu tipe HC-SR04 Spesifikasi dari sensor ultrasonic tersebut :

1. Jarak deteksi antara 2cm – 300cm
2. Tingkat kepresisian pengukuran jarak ± 3 mm
3. Tegangan operasional 5 Vdc
4. Sudut sensor < 15 derajat
5. Konsumsi arus berkisar 2mA
6. Dimensi modul 45mm x 20mm

2.3 Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah,

sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/directunidirectional. (W. Simanjuntak, 2017)

Sebagai penggerak pintu garasi agar dapat digunakan sepasang motor DC 12Volt. Keuntungan utama motor DC adalah dalam hal pengendalian kecepatan serta arah putaran motor DC tersebut sangat mudah. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur tegangan sumberpada motor DC.



Gambar 2.6 Bentuk fisik Motor DC

Sumber : W. Simanjuntak (2017)

2.4 Relay AC 220V

Menurut Owen Bishop, (2004 H 55).Relay adalah sebuah saklar yang di kendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti dan arus nominal yang harus dipenuhi outputrangkaiannya pendriver atau pengemudinya. Arus yang digunakan pada rangkaian adalah arus DC. Relay adalah saklar elektronik yang dapat membuka atau menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lain. Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point (Saklar)*

4. Spring



Gambar 2.7 Relay AC 220V
Sumber : W. Simanjuntak, (2017)

2.5 Motor AC

Motor AC adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan tegangan AC (Alternating Current). Motor AC memiliki dua buah bagian utama yaitu “stator” dan “rotor”. Stator merupakan komponen motor AC yang statis. Rotor merupakan komponen motor AC yang berputar. Motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variabel untuk mengendalikan kecepatan sekaligus menurunkan konsumsi dayanya. (Teknik Elektronika, 2019)

Sebuah relay tersusun atas kumparan, pegas, saklar (terhubung pada pegas) dan 2 kontak elektronik (normally close dan normally open).

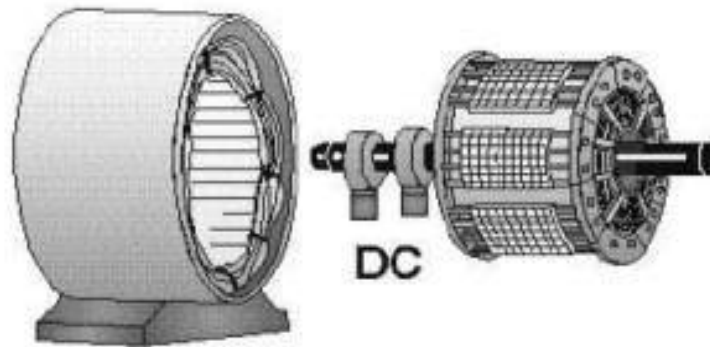
- a. *Normally close (NC)* : saklar terhubung dengan kontak ini saat relay tidakaktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi terbuka.
- b. *Normally open (NO)* : saklar terhubung dengan kontak ini saat relay aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi tertutup.

Berdasarkan pada prinsip dasar cara kerjanya, relay dapat bekerja karena adanya medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar. Saat kumparan diberikan tegangan sebesar tegangan kerja relay maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus yang mengalir pada lilitan kawat. Kumparan yang bersifat sebagai elektromagnet ini kemudian akan menarik saklar dari kontak NC ke kontak NO. Jika tegangan pada kumparan dimatikan maka medan magnet pada kumparan akan hilang sehingga pegas akan menarik saklar ke kontak NC. Relay yang digunakan pada rangkaian ini memiliki spesifikasi SRU 12 VDC-SL-C. Jumlah pin pada relay ada 5 dan bertegangan kerja 12 VDC. Kemampuan arus yang dapat dilewatkan kontaktor adalah 10A pada tegangan 250VAC, 15A pada tegangan 120VAC, dan 10A pada tegangan 30VDC.

2.5.1 Jenis-Jenis Motor AC

1. Motor AC Sinkron (Motor Sinkron)

Motor sinkron adalah motor AC, bekerja pada kecepatan tetap pada sistem frekuensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki torque awal yang rendah, dan oleh karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekuensi dan generator motor. Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistem, sehingga sering digunakan pada sistem yang menggunakan banyak listrik. (Zona Elektro, 2013)

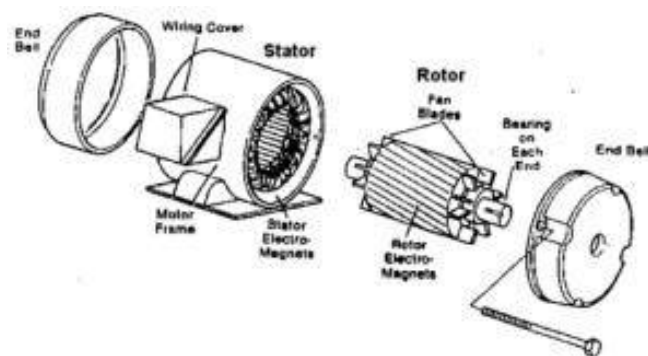


Gambar 2.8 Motor AC Sinkron

Sumber : Zona Elektro (2013)

2. Motor AC Induksi (Motor Induksi)

Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber daya AC.

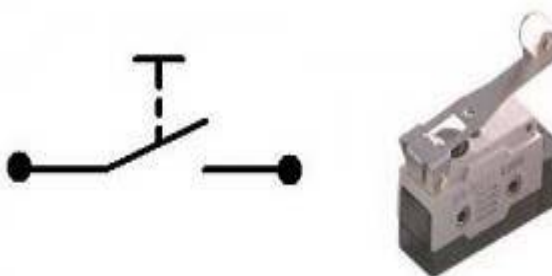


Gambar 2.9 Motor AC Induksi

Sumber : Zona Elektro (2013)

2.6 Limit Switch

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja limit switch sama seperti saklar Push ON yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan. Limit switch termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. (Trih Anggono, 2015)



Gambar 2.10 Bentuk fisik Limit Switch

Sumber : Trih Anggono (2015)

Limit switch umumnya digunakan untuk : Memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain. Menghidupkan daya yang besar, dengan sarana yang kecil. Sebagai sensor posisi atau kondisi suatu objek. Prinsip kerja limit switch diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut. Limit switch memiliki 2 kontak yaitu NO (Normally Open) dan kontak NC (Normally Close) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan. (Usman, 2017)

2.7 Regulator LM2596

Rangkaian Regulator dengan Rangkaian LM2596 banyak di gunakan untuk system control seperti Arduino dan ATMEGA. Rangkaian ini lebih baik dari pada Regulator LM7805 karena cocok untuk power supply switching dan juga memiliki beban ARUS yang lebih tinggi, Regulator Tegangan DC ini di jadikan jadi modul LM2596.(repository usu, 2017)



Gambar 2.11 Modul Stepdown LM2596

Sumber : Repository usu (2017)

Modul stepdown LM2596 adalah modul yang memiliki IC LM2596 sebagai komponen utamanya. IC LM2596 adalah sirkuit terpadu / integrated circuit yang berfungsi sebagai Step-Down DC converter dengan current rating 3A. Terdapat beberapa varian dari IC seri ini yang dapat dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu versi adjustable yang tegangan keluarannya dapat diatur, dan versi fixed voltage output yang tegangan keluarannya sudah tetap / fixed.

2.8 Bahasa Pemrograman Arduino

Programming arduino dengan bahasa C adalah bahasa yang sangat lazim dipakai sejak awal komputer diciptakan dan sangat berperan dalam perkembangan *software*. Bahasa C telah membuat bermacam-macam sistem operasi dan *compiler* untuk banyak bahasa pemrograman, misalnya sistem operasi Unix, Linux, dsb. Bahasa C adalah bahasa pemrograman yang sangat ampuh kekuatannya mendekati bahasa *assembler*. Bahasa C menghasilkan kode objek yang sangat kecil dan dieksekusi dengan sangat cepat. Karena itu, Bahasa C sering digunakan pada *system* operasi dan pemrograman mikrokontroler.

Bahasa C adalah *multi-platform* karena bahasa C bisa diterapkan pada lingkungan Windows, Unix, Linux, atau *system* operasi lain tanpa mengalami perubahan *source code*. Karena Arduino menggunakan Bahasa C yang *multi-platform*, *software* Arduino pun bisa dijalankan pada semua *system* operasi yang umum, misalnya Windows, Linux, dan MacOS.

2.8.1 Mengenal Bahasa Arduino

Untuk mengenal lebih banyak tentang Bahasa Arduino, akan dijelaskan berikut ini:

a. Variable

Sebuah program secara garis besar dapat didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas. *Variable* inilah yang digunakan untuk memindahkannya.

Tabel 2.1 Tipe-tipe Data

Data Type	Size	Number Range
Boolean	1 byte	0 or 1 (true or false)
Byte	1 byte	0 to 255
Char	1 byte	-128 to 127
unsigned char	1 byte	0 to 255
Int	2 byte	-32,768 to 32,767
unsigned int	2 byte	0 to 65,535
Word	2 byte	0 to 65,535
Long	4 byte	-2,147,483,648 to 2,147,483,647
unsigned long	4 byte	0 to 4,294,967,295
Float	4 byte	-3.4028235E+38 to 3.4028235E+38
Double	4 byte	-3.4028235E+38 to 3.4028235E+38
String	1 byte + x	Arrays of chars
Array	1 byte + x	Collection of variables

b. Struktur

Setiap program Arduino (biasa disebut sketch) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada.

- **void setup() { }**

Semua kode di dalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program Arduino dijalankan untuk pertama kalinya.

- **void loop() { }**

Fungsi ini akan dijalankan setelah setup (fungsi void setup) selesai. Setelah dijalankan satu kali fungsi ini akan dijalankan lagi, dan lagi secara terus-menerus sampai catu daya(power) dilepaskan.

Dalam sub bab ini operator yang akan dibahas meliputi operator penugasan, aritmatika, hubungan, logika dan operator bitwise.

a. Operator Aritmatika

Operator aritmatika digunakan untuk melakukan operasi matematika.

Adapun operator yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Operator Aritmatika

Operasi	Keterangan
+	Penjumlahan
-	Pengurangan
/	Pembagian
*	Perkalian
%	Hasil sisa pembagian
=	Membuat sesuatu menjadi sama dengan nilai yang lain

b. Operator Hubungan (Perbandingan)

Operator hubungan digunakan untuk membandingkan hubungan antara dua buah operand / sebuah nilai atau variabel. Adapun operator hubungan yang digunakan dalam Program Arduino dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Operator Hubungan dalam Program Arduino

Operasi	Contoh	Keterangan
=	12==10 adalah FALSE	Sama dengan
!=	12 != 10 adalah TRUE	Tidak sama dengan
>	12 > 10 adalah FALSE	Lebih besar dari
<	12 < 10 adalah TRUE	Lebih kecil dari

c. Struktur Pengaturan

Pernyataan Percabangan digunakan untuk memecahkan persoalan untuk mengambil suatu keputusan diantara sekian pernyataan yang ada. Untuk keperluan pengambilan keputusan. Contoh-contoh perintahnya yaitu:

1. Pernyataan *if.....else* dengan format seperti berikut ini:

if (kondisi) {}

else if (kondisi) {}

else {}

Dengan struktur seperti di atas program akan menjalankan kode yang ada di dalam kurung kurawal jika kondisinya *TRUE*, dan jika *FALSE* maka akan diperiksa apakah kondisi pada *else if* dan jika kondisinya *FALSE* maka kode pada *else* yang akan dijalankan.

2. Pernyataan **for** dengan format seperti berikut ini:

```
for (int i = 0; i < #pengulangan; i++) { }
```

Digunakan jika ingin pengulangan kode dialam kode kurung kurawal beberapa kali, ganti #pengulangan dengan jumlah pengulangan yang diinginkan. Melakukan penghitungan ke atas dengan *i++* atau ke Bawah *I-*.

3. Pinmode(Pin, Mode)

Digunakan untuk menetapkan mode dari suatu pin, pin adalah nomorpin yang akan digunakan dari 0-19 (pin analog 0-5 adalah 14-19). Mode yang bisa digunakan adalah *INPUT* atau *OUTPUT*.

4. Digitalwrite(Pin, Value)

Ketika sebuah pin diterapkan sebagai *OUTPUT*, pin tersebut dapat dijadikan *HIGH* (ditarik menjadi 5 volts) atau *LOW* (diturunkan menjadi ground).

5. Digitalread(Pin)

Ketika sebuah ditetapkan sebagai *INPUT*, maka dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah *HIGH* (ditarik menjadi 5 volts) atau *LOW* (diturunkan menjadi ground).

2.9 Kontaktor

Kontaktor adalah sebuah alat listrik yang berfungsi untuk menggerakan sebuah motor yang biasanya digunakan oleh industri pabrik yang memiliki rangkaian kontrol. Prinsip kerja Kontaktor adalah ada sebuah arus yang menggerakan coil untuk mengubah kontak dari kontaktor yang semulanya NO (Normali Open) menjadi NC (Normali Close) karena ketarik oleh coil yang sudah mendapat arus dan menajdi magnet. Wiring yang perlu di ingat adalah Coilnya A1

dan A2 yang bisa dibolak balik Netral atau 220V jika menggunakan Coil 220V dan mempunya kontak utama dan bantu. (Plcdroid, 2018)

Kontaktor ini muncul saat sebuah perusahaan OEM HVACR atau bisa disebut dengan Original Equipment Manufacturer Heating Ventilation Air Conditioning and Refrigeration pada tahun 1950-an ,nah perusahaan ini memanggil beberapa perusahaan dalam bidang listrik yang ahli, untuk membuat sebuah kontaktor yang murah dan ramah lingkungan, mungkin sobat masih banyak yang belum tau tentang sejarah kontaktor.Kontaktor ini diperuntukan untuk benua Amerika Utara sudah berstandart NEMA, perusahaan HVACR ini mentargetkan pasar asia juga yang berstandart ICE dan akhirnya sampai sekarang ini, bisa sobat nikmati sebuah kontaktor untuk mengendalikan motor atau lampu.



Gambar 2.12 Kontaktor
Sumber : Plcdroid (2018)

2.9.1 Prinsip Kerja Kontaktor

Prinsip kerja Kontaktor adalah ada sebuah arus dan tegangan 220VAC maupun DC sesuai dengan karakter coil yang sobat beli, kemudian arus tersebut menggerakkan sebuah Coil didalam kontaktor, Coil tersebut akan bekerja ketika ada arus yang masuk dan membuat sebuah magnet sementara untuk menarik kontak (L1,L2,L3 dan kontak bantu) dari kontaktor yang semulanya NO (Normaly

Open) menjadi NC (Normaly Close), untuk membuka (opening) kontakor memerlukan waktu 4 - 19ms dan untuk menutup (close) 12-22ms. Semakin besar kontakor maka bunyi yang ditimbulkan kontakor akan semakin keras. Ketika Arus yang mengisi Coil tersebut lepas, maka magnet yang ditimbulkan oleh coil akan hilang dan tidak menarik kontak dari kontakor dan menjadi semula.

2.9.2 Bagian – Bagian Kontakor

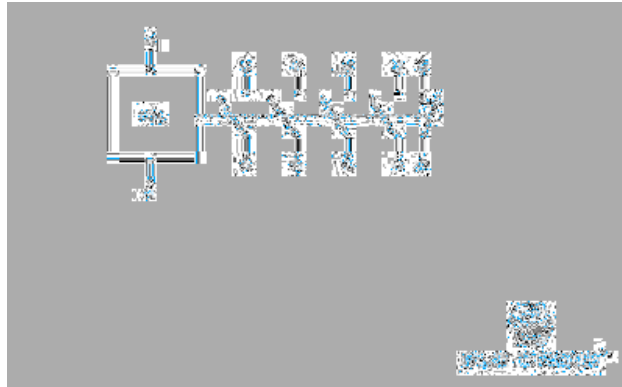
Kontaktor memiliki sebuah bagian yang harus dipahami dan fungsinya, karena ini berkaitan dengan listrik yang tidak kasat mata dan dapat membahayakan diri sendiri maupun mesin yang digerakan oleh kontakor, berikut bagian yang harus diketahui:

1. Coil
2. Kontak Utama (RST)
3. Kontak Bantu NO / NC

2.9.3 Fungsi Kontakor

Kontaktor berfungsi untuk menggerakan sebuah motor 3 phase pada sebuah pabrik atau industri yang memiliki ampere yang tinggi, dengan kontakor ini motor tersebut bisa jalan start atau stop sebab kontakor memiliki kontrol yang bisanya bisa disebut DOL (Direct On Line) dan Star Delta yang sering dipakai pada dunia indrustri saat ini.

2.9.4 Wiring dan Symbol Kontaktor



Gambar 2.13 Wiring dan Symbol Kontaktor

Sumber : Pledroid (2018)

1. Coil yang bergambar kontak yang memiliki pin A1 dan A2
2. Kontak Utama (RST) terdapat yang pinya itu L1 L2 L3
3. Keluaran Kontak Utama (UVW) yang pinya T1 T2 T3
4. Kontak Bantu NO (Normaly Open) Pin 13 14
5. Kontak Bantu NC (Normaly Close) Pin 21 14

2.9.5 Aplikasi Kontaktor

Aplikasi kontaktor banyak yang tau tetapi akan saya bagikan aplikasi apa saja yang menggunakan kontaktor yang saya ketahui.

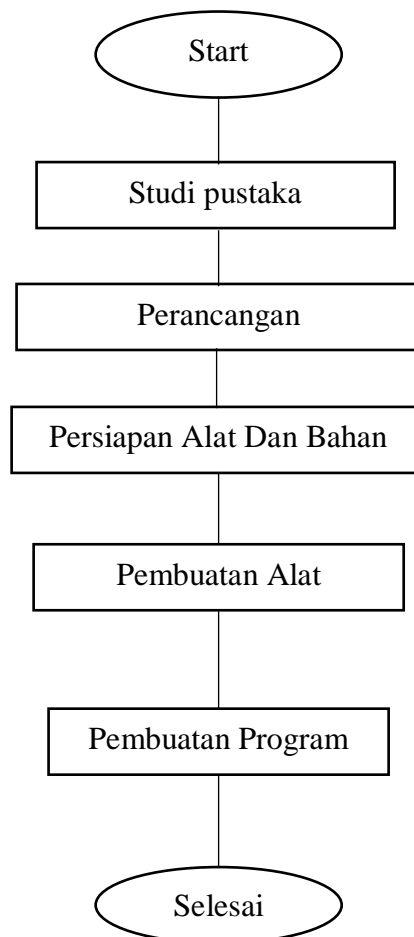
1. Untuk menggerakan sebuah montor pada industri pabrik
2. Untuk mengontrol lampu dalam area luas.
3. Untuk Sequenci yang membantu kontar agar terjadinya interlocking.
4. Dirumah bisa jadi untuk menyalakan sebuah pompa air.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Pada bagian ini di jelaskan tahapan atau cara-cara memperoleh data-data yang digunakan untuk kebutuhan penelitian. Untuk memudahkan peneliti dan pembaca memahami penelitian, maka dibuat tahapan dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.1.1 Studi Pustaka

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data dan informasi yang berkaitan dan akan membantu dalam proses penelitian. Pengumpulan data-data dilakukan melalui media internet dan buku.

3.1.2 Perancangan

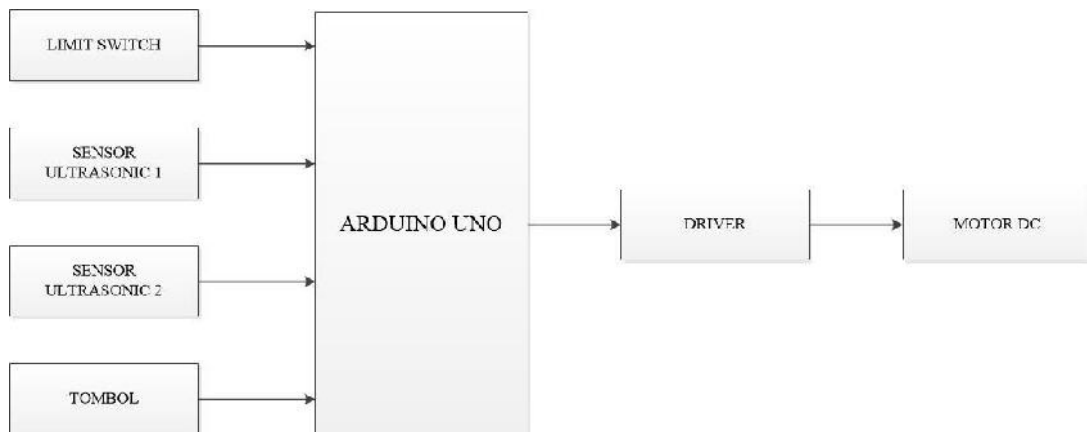
Tahapan Perancangan yang dilakukan sebagian besar memiliki referensi sebagai berikut :

3.1.2.1 Desain Sistem Secara Umum

Secara umum bentuk dari sistem pembuka pintu garasi otomatis ini terdiri atas rangkaian elektronik. Rangkaian elektronika ini berfungsi untuk memberikan data berupa sinyal digital yang akan diproses oleh mikrokontroler sesuai logika program yang yang dirancang. Untuk menggambarkan sistem yang dibangun ini secara umum.

3.1.2.2 Diagram Blok

Sub bab ini merupakan penjabaran setiap *external entity* secara keseluruhan yang digambarkan melalui *diagram blok*. *Diagram blok* merupakan pendefinisian terhadap system yang akan dirancang yang bersifat menyeluruh. *diagram blok* ini digunakan untuk memudahkan dalam proses penganalisaan system yang dirancang secara keseluruhan. *diagram blok* yang dimaksud dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini :



Gambar 3.2 Diagram Blok

3.1.2.3 Fungsi Masing-Masing Blok

Fungsi dari setiap masing – masing blok adalah sebagai berikut:

1. Limit Switch

Limit switch berfungsi untuk memberikan informasi kepada mikrokontroler bahwa pintu sudah terbuka, dan limit switch yang lainnya berfungsi untuk memberikan informasi kepada mikrokontroler bahwa pintu sudah tertutup

2. Sensor Ultrasonik (1-2) HC-SR04

Sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol.

3. Arduino Uno

Blok Arduino Uno yaitu berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali semua cara kerja rangkaian, sehingga sistem ini dapat membuka dan menutup pintu.

4. Driver

Driver berfungsi untuk mengkoneksikan perangkat hardware seperti motor dc yang digunakan sebagai penggerak pintu garasi.

5. Motor DC

Motor DC berfungsi untuk penggerak dalam membuka dan menutup pintugarasi mobil.

3.2 Persiapan Alat dan Bahan

Pada tahap ini penulis mempersiapkan bahan-bahan yang nantinya akan digunakan dalam pembuatan alat. Dengan adanya persiapan bahan proses pembuatan alat bisa segera dimulai. Penggunaan alat-alat yang digunakan dalam pembuatan alat ini juga disiapkan untuk mempermudah ataupun mempercepat proses perancangan dan pembuatan.

1. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

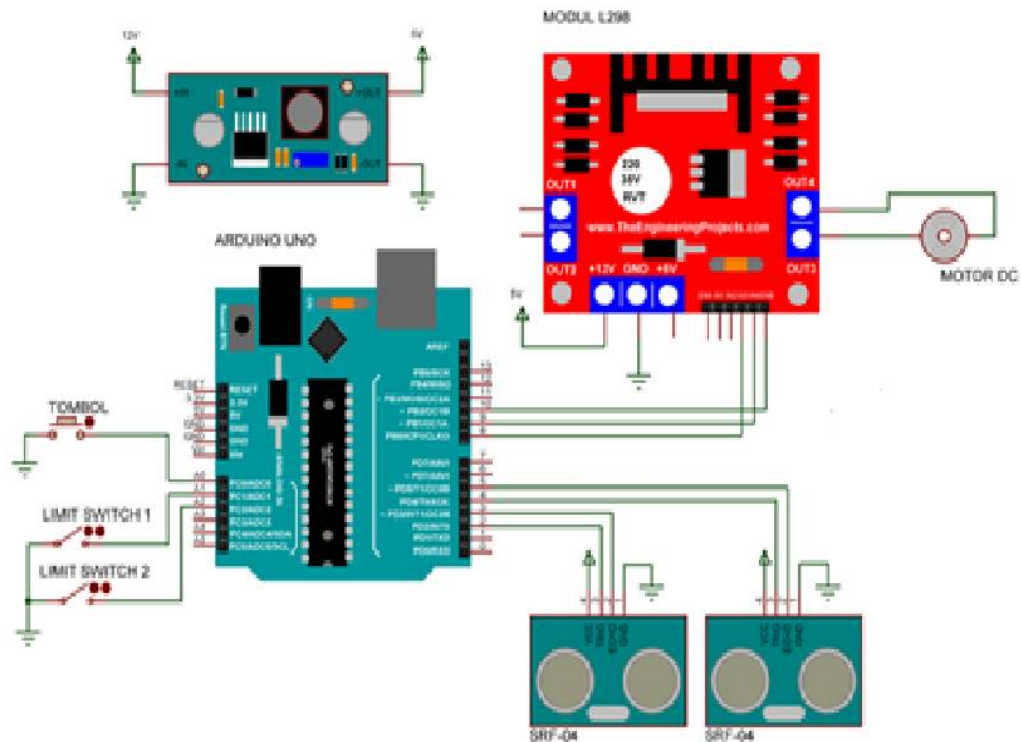
- a. Arduino UNO digunakan sebagai kontroler yang akan mengendalikan seluruh system pintupagar.
- b. Motor DC sebagai penggerak pintupagar
- c. Limit Switch sebagai umpan balik system pintu pagar.
- d. Sensor Ultrasonik (1-2) HC-SR04 Sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol
- e. Akrilik digunakan untuk membuat prototape atau miniatur garasi mobil
- f. Driver motor digunakan untuk mengontrol system penggerakan motorDC

2. Peralatan dan *Software* yang dibutuhkan :

- a) Solder
- b) Timah
- c) Penggaris
- d) Multimeter
- e) Obeng
- f) Bor listrik
- g) Tripleks
- h) Lem
- i) Gergaji
- j) *ArduinoIDE*
- k) AppInventor

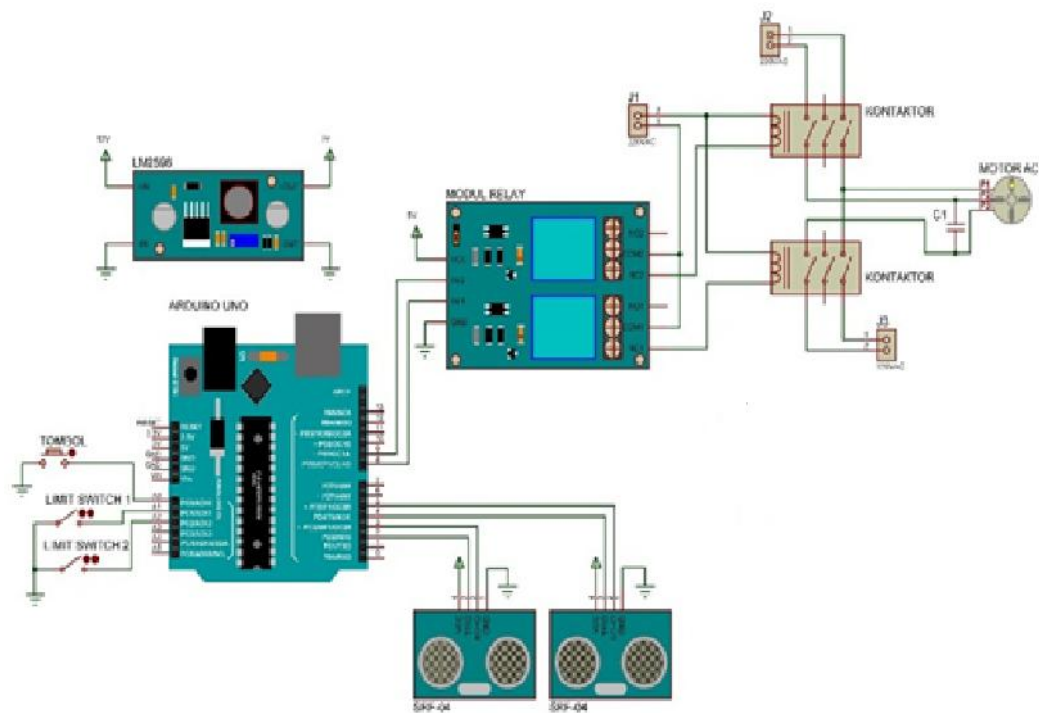
3.3 Perancangan Hardware

Pada tahap pembuatan alat ini meliputi perancangan *hardware* dan *software*, alat yang dirancang nantinya akan membentuk system pintu garasi secara otomatis dengan menggunakan sesnosr ultrasonik. Berikut gambaran rancangan tersebut :



Gambar 3.3 Rangkaian Keseluruhan Sistem

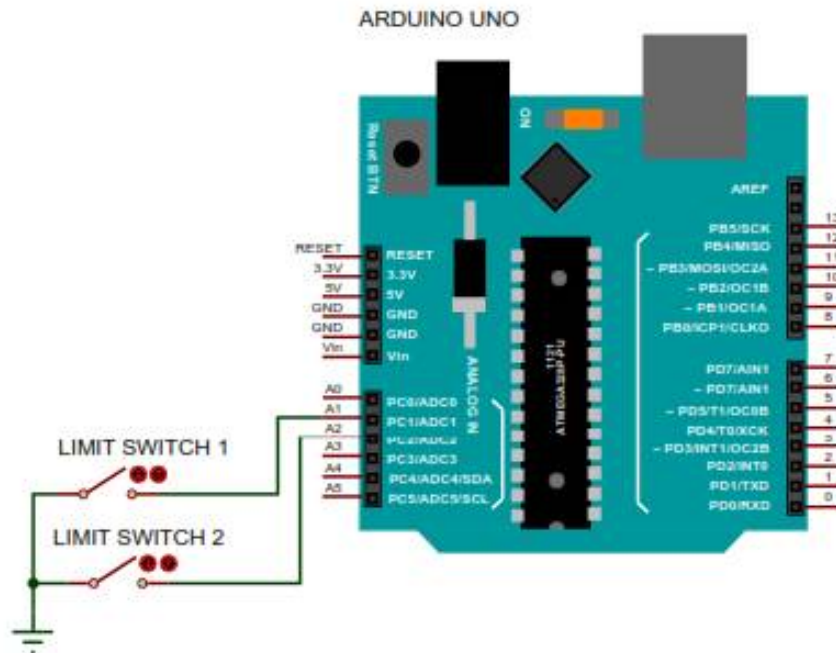
Rangkaian keseluruhan sistem diatas terdiri dari beberapa komponen, yaitu modul stepdown LM2596, Arduino uno, limit switch, modul L298 (Driver Motor), motor dc, sensor ultrasonic SRF-04. Secara umum setiap bagian perangkat keras ini di tunjukkan pada gambar yang menjelaskan skematik dari rangkaian keseluruhan beserta komponen penyusunnya, nilai dari setiap komponen dan port-port yang digunakan pada masing-masing rangkaian tersebut.



Gambar 3.4 Rangkaian Sistem Pintu Garasi Otomatis Real

Rangkaian sistem pintu garasi otomatis real diatas terdiri dari beberapa komponen, yaitu modul stepdown LM2596, Arduino uno, limit switch, modul relay, kontaktor, motor ac, sensor ultrasonik SRF-04. Secara umum setiap bagian perangkat keras ini di tunjukkan pada gambar yang menjelaskan skematik dari rangkaian keseluruhan beserta komponen penyusunnya, nilai dari setiap komponen dan port-port yang digunakan pada masing-masing rangkaian tersebut. Rangkaian dibuat untuk mempermudah dalam mengaplikasikannya langsung pada pintu garasi rumah yang akan dibuat.

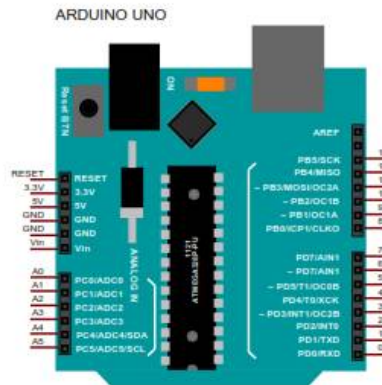
3.3.1 Rangkaian Limit Switch



Gambar 3.5 Rangkaian Limit Switch

Terdiri dari 2 buah limit switch, yang pertama terhubung ke pin A1 arduino yang berfungsi sebagai pembatas gerakan mekanik garasi dan sebagai pemberi informasi kepada mikrokontroler bahwa pintu garasi sudah terbuka. Limit switch 2 terhubung ke limit switch 1 dan terhubung ke pin A2 pada arduino yang berfungsi sebagai pembatas gerakan mekanik garasi dan sebagai pemberi informasi kepada mikrokontroler bahwa pintu garasi sudah tertutup.

3.3.2 Rangkaian Arduino Uno



Gambar 3.6 Rangkaian Arduino Uno

Rangkaian ini terdiri dari 1 buah modul Arduino Uno R3 yang berfungsi sebagai sebagai pusat pengontrol dan pengolahan data dari keseluruhan sistem *input* dan *output* yang terhubung pada Board Arduino Uno. Berikut tabel penggunaan setiap pin yang terhubung pada Arduino Uno.

Tabel 3.1 Penggunaan Pin Arduino Uno

Nomor Pin	Keterangan
Pin A0	Terhubung ke Tombol
Pin A1	Terhubung ke Limit Switch 1
Pin A2	Terhubung ke Limit Switch 2
Pin 2	Terhubung ke TRIG Sensor Ultrasonik SRF-04
Pin 3	Terhubung ke ECHO Sensor Ultrasonik SRF-04
Pin 4	Terhubung ke TRIG Sensor Ultrasonik SRF-04
Pin 5	Terhubung ke ECHO Sensor Ultrasonik SRF-04
Pin 8	Terhubung ke IN3 Driver Motor
Pin 9	Terhubung ke IN4 Driver Motor
Pin 10	Terhubung ke ENB Driver Motor

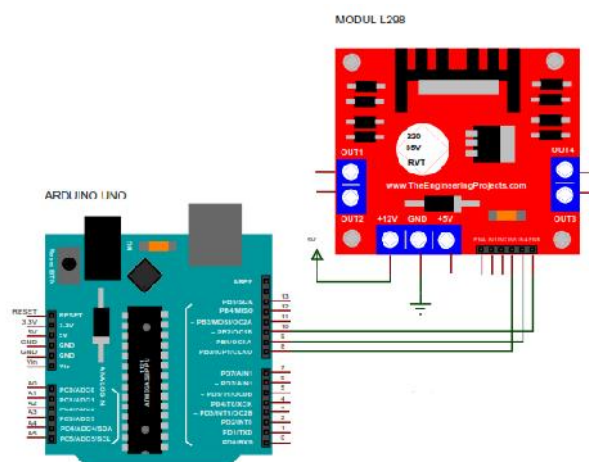
3.3.3 Rangkaian Modul Stepdown LM2596



Gambar 3.7 Rangkaian Modul Stepdown LM2596

Rangkaian ini terdiri dari 1 buah Modul Stepdown LM2596 *input* positif terhubung ke *output* positif Power Supply 12 volt. *Input* negatif terhubung ke *output* negative power supply. *Output* positif terhubung keseluruhan rangkaian yang menggunakan tegangan 5 volt. *Output* negatif terhubung ke negatif atau ground. Modul stepdown LM2596 ini berfungsi untuk menurunkan tegangan *input* 12 volt menjadi 5 volt. Tegangan 5 volt ini bertujuan untuk mensupply atau member tegangan kerja keseluruhan rangkaian yang menggunakan tegangan 5 volt.

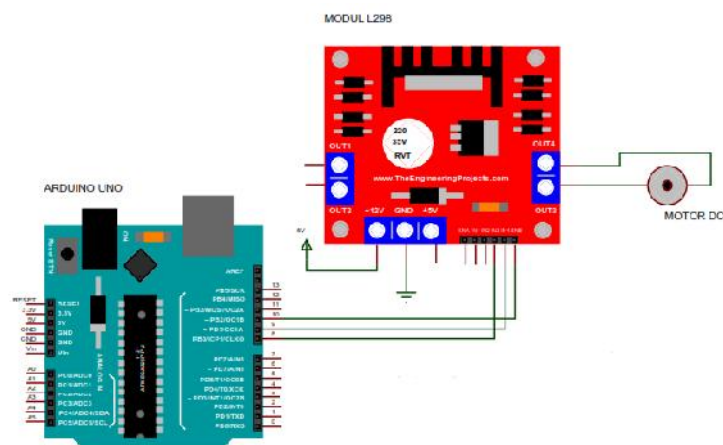
3.3.4 Rangkaian Modul L298 (Driver Motor)



Gambar 3.8 Rangkaian Modul L298

Rangkaian ini terdiri dari 1 buah modul L298 yang berfungsi sebagai driver untuk kendali motor DC melalui I/O arduino. *Input* pada Modul L298 menerima setiap perintah dari arduino uno dan melakuakn kendali ke motor untuk menggerakkan pintu garasi ketika proses membuka dan menutup pintu garasi. Modul L298 ini terhubung ke arduino tepatnya pada pin 8, pin 9 dan pin 10. Pin 8 dan pin 9 di gunakan untuk kendali arah gerakan motor DC sedangkan pin 10 berfungsi untuk mengatur kecepatan Motor DC.

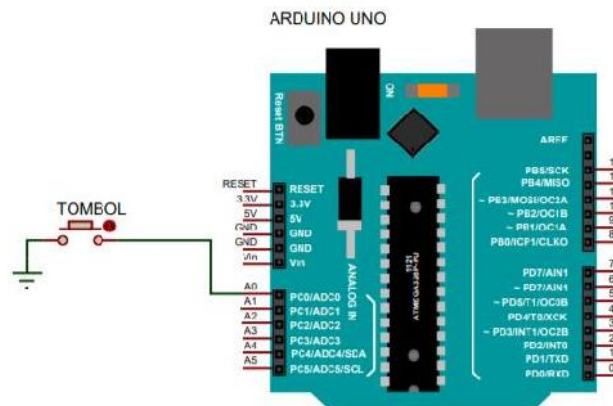
3.3.5 Rangkaian Motor DC



Gambar 3.9 Rangkaian Motor DC

Rangkaian ini terdiri dari 1 buah motor DC yang berfungsi untuk menggerakkan mekanik pintu garasi ketika proses membuka dan menutup pintu garasi. Motor DC ini di hubungkan ke driver L298 yang nantinya akan di kendalikan oleh perintah pin arduino.

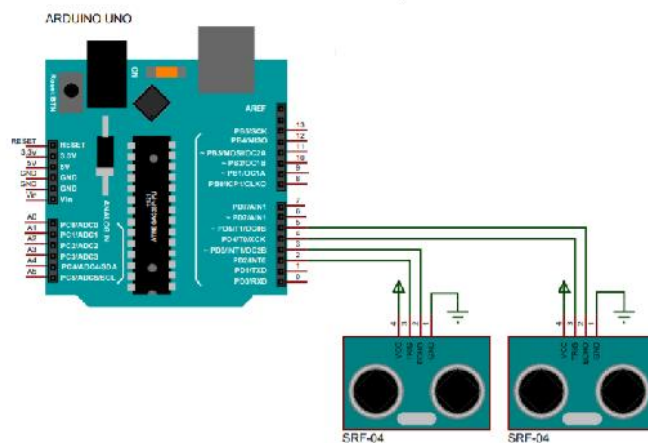
3.3.6 Rangkaian Tombol



Gambar 3.10 Rangkaian Tombol

Rangkaian ini terdiri dari 1 buah Tombol yang berfungsi untuk membuka pintu garasi. Tombol ini terhubung ke pin A0 Arduino Uno ini.

3.3.7 Rangkaian Ultrasonik SRF-04



Gambar 3.11 Rangkaian Ultrasonik SRF-04

Rangkaian ini terdiri dari 2 buah Sensor Ultrasonik SRF-04 yang berfungsi sebagai pengirim dan penerima data melalui I/O arduino. Sensor Ultrasonik SRF-04 ini terhubung ke arduino tepatnya pada pin 2, pin 3, pin 4 dan pin 5.

3.4 Perancangan Software

3.4.1 Instalasi Arduino

Arduino (IDE) sendiri adalah salah satu *tool* untuk pengembangan / pembuatan program terbaru. Arduino sebenarnya adalah perangkat lunak IDE (Integrated Development Environment). Sebuah perangkat lunak yang memudahkan kita mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan source program, kompilasi, upload hasil kompilasi, dan uji coba secara terminal serial. Arduino ini bisa dijalankan di komputer dengan berbagai macam platform karena didukung atau berbasis Java. Source program yang kita buat untuk aplikasi mikrokontroler adalah bahasa C/C++ dan dapat digabungkan dengan assembly. Penulis menggunakan arduino berbasis mikrokontroler AVR dilingkungan jenis ATMEGA yaitu ATMEGA 8, 168, 328 dan 2650.

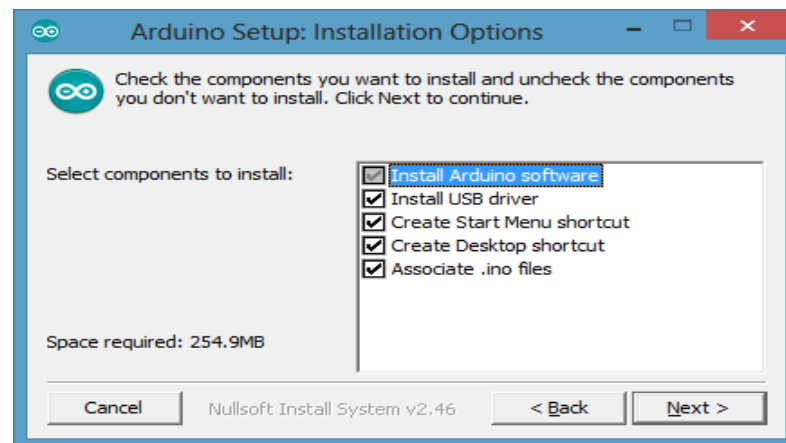
Adapun langkah pertama *instalasi* software Arduino dapat di lihat pada gambar 3.12 dibawah ini.

1. Langkah pertama pada gambar 3.12 dibawah ini silahkan klik **I Agree** >



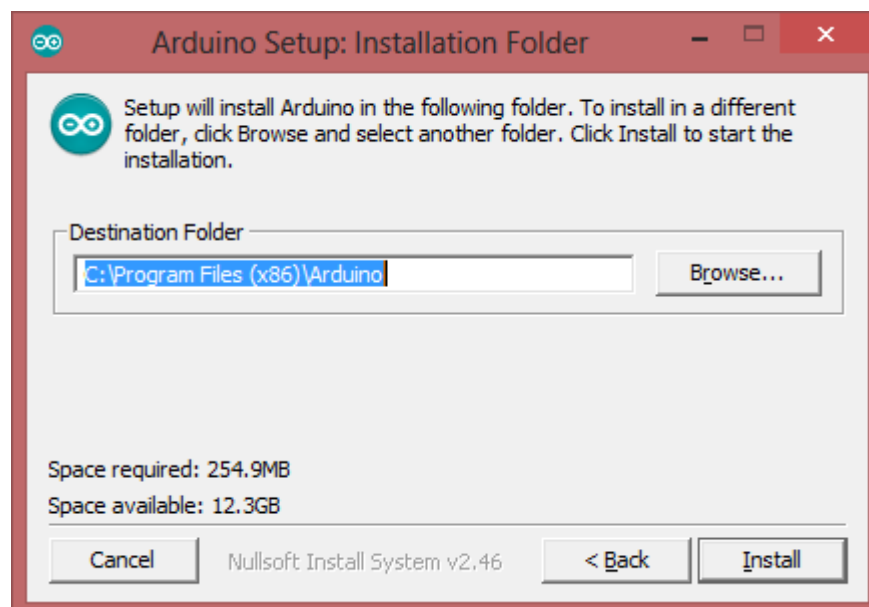
Gambar 3.12 Jendela License Agreement

- Langkah kedua pilih klik **Next >**, Seperti pada gambar 3.13 dibawah ini.



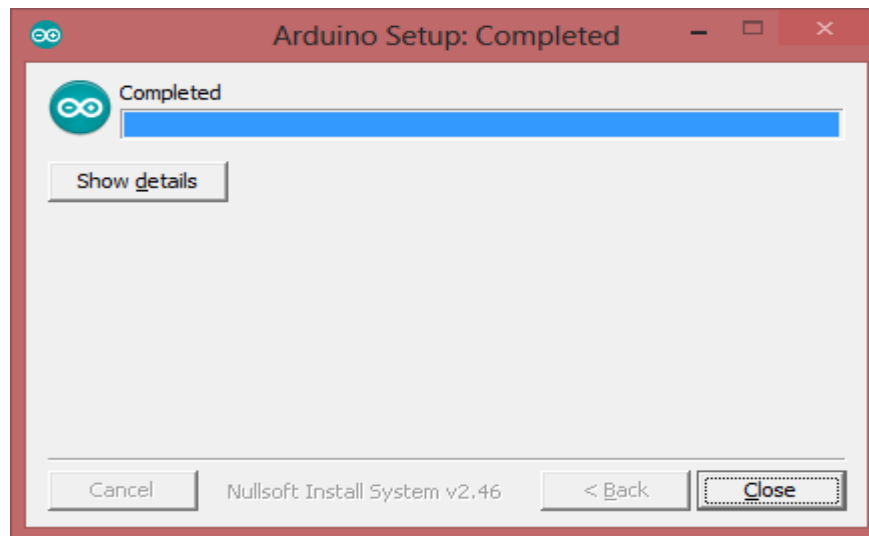
Gambar 3.13 Jendela Pilihan Instalasi

- Silahkan Klik **Install** untuk penyimpanan data yang diinginkan > Seperti gambar 3.14.



Gambar 3.14 Select Destination Location

- Langkah kelima, proses instalasi program dan silahkan tunggu. Seperti gambar 3.15 dibawah ini.



Gambar 3.15 Proses Instalasi

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem

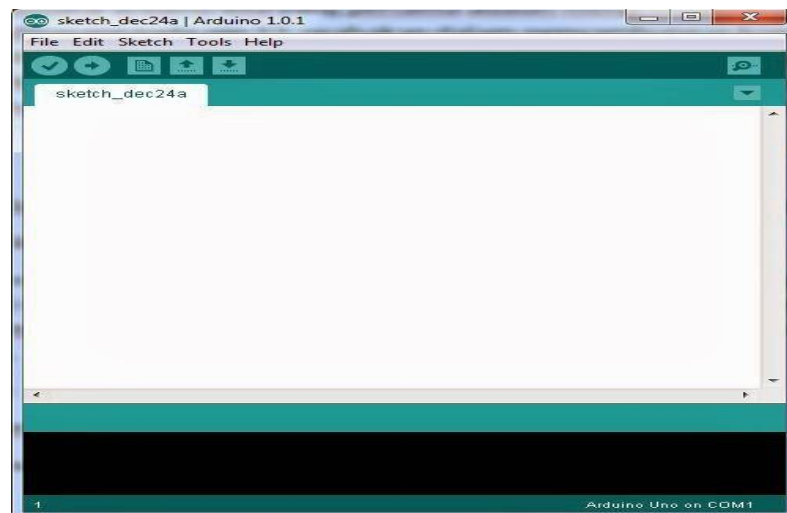
Tahap implementasi sistem merupakan salah satu tahap dalam daur hidup pengembangan sistem, dimana tahap ini merupakan tahap penggunaan sistem ini. Beberapa aktifitas secara berurutan berlangsung dalam tahap ini, yakni mulai dari menerapkan rencana implementasi, melakukan kegiatan implementasi, dan tindak lanjut implementasi.

Suatu rencana implementasi perlu dibuat terlebih dahulu, supaya implementasi berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Rencana implementasi ini dimaksudkan untuk mengatur bagaimana aplikasi ini dapat bermanfaat dan dibutuhkan selama tahap implementasi.

4.1.1 Pembuatan Program

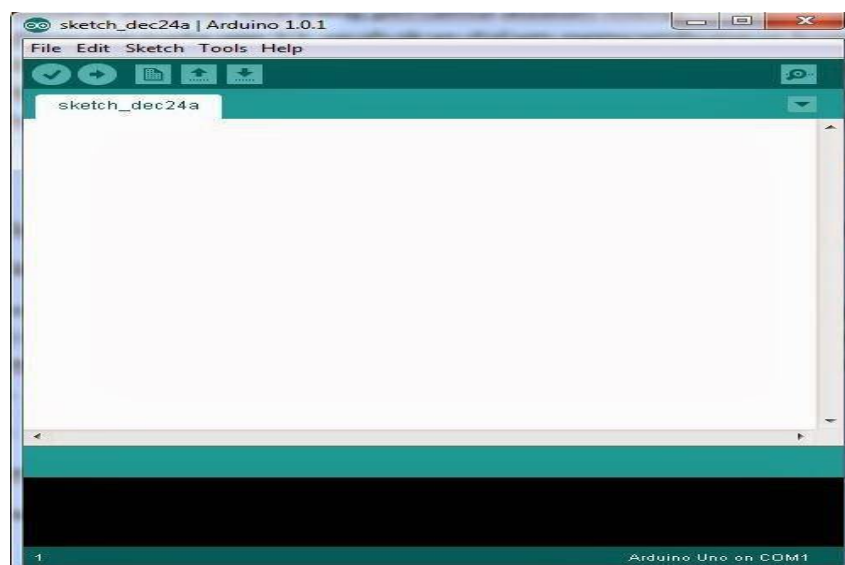
Adapun langkah yang harus dilalui dalam pemrograman sebagai berikut :

1. Jalankan Arduino dengan mengklik ganda ikon Arduino sehingga akan menampilkan menu awal dari aplikasi pemograman Arduino (IDE) sebagai berikut seperti pada Gambar 4.1.



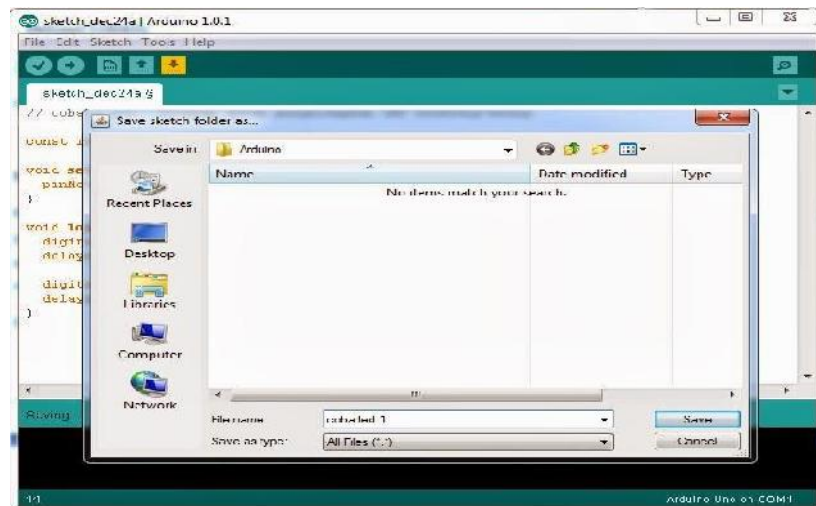
Gambar 4.1 Tampilan Arduino (IDE)

2. Kemudian membuat sebuah project baru dengan cara memilih **FILE > NEW** atau dengan shortcut (Ctrl+N) seperti gambar berikut ini dan lakukan pembuatan program di dalam lembaran project nya, Seperti pada gambar 4.2



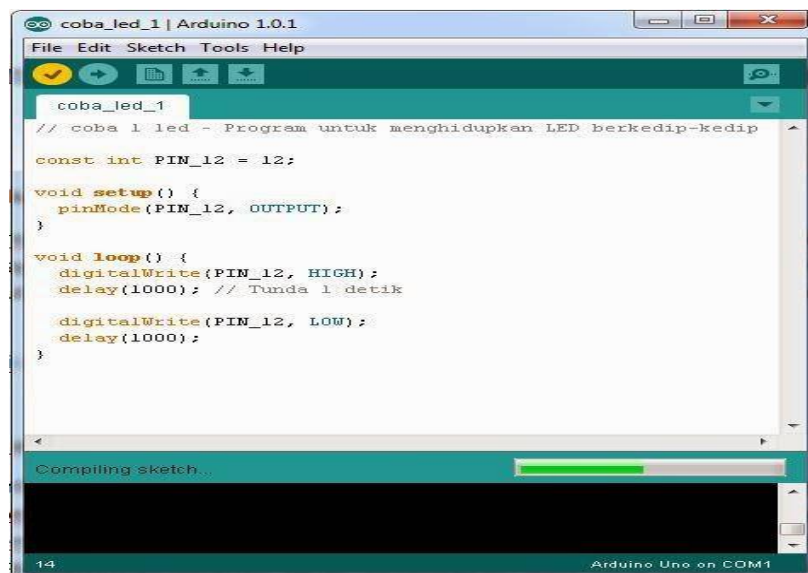
Gambar 4.2 Tampilan New Edit Program

3. Lakukan pengetikkan program hingga selesai , kemudian lakukan penyimpanan program dengan memilih File > Save atau dapat menggunakan Shortcut (Ctrl+S), Seperti Gambar 4.3 dibawah ini.



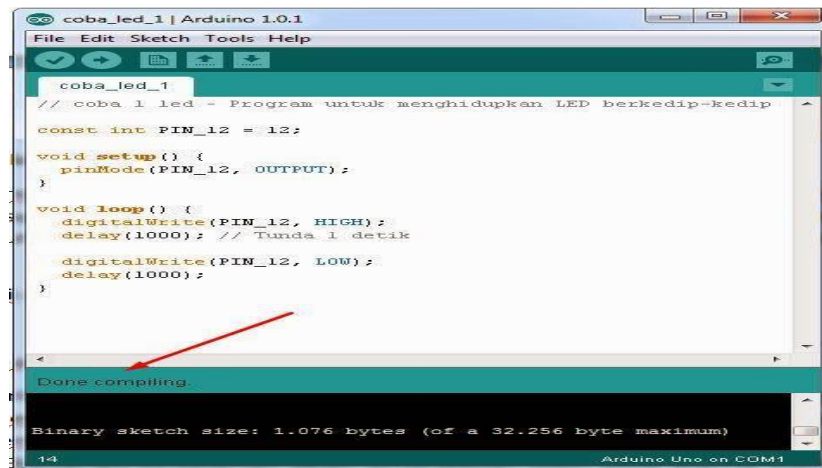
Gambar 4.3 Tampilan *Save Program*

4. Lakukan pengesettan Modul dengan cara memilih menu Options > Compile > coba_led_1 dan lakukan klik Upload pada software arduino, seperti Gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Tampilan Untuk *Compiler* Pada Arduino IDE

5. Setelah program selesai di buat maka lakukan pengecekan program dengan cara mengkompilasi program yaitu dengan memilih menu Program > Compile atau bias dengan shortcut (F7), seperti Gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5 Tampilan Pengecekan Program

6. Terlebih dahulu pasangkan port komunikasi mana yang terhubung ke Arduino.port USB harus sesuai dengan setingan pada sketch, caranya pilih tools – serial port.
7. Selain itu pilihan jenis arduino juga mesti kita seting, pilih tools – board – pilih jenis arduino yang anda gunakan. Apabila file telah terunggah sempurna maka akan ada status Done Uploading.

4.1.2 Sketch Program Keseluruhan

Untuk melihat sketch program dapat dilihat di bawah ini :

```
#include <Ultrasonic.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial BT(7, 6);
Ultrasonic senDalam(2, 3);
Ultrasonic senLuar(4, 5);
```

```
const int pinM1 = 8;
const int pinM2 = 9;
const int pinEN = 10;
```

```
const int pinLimBawah = A0;
const int pinButton = A1;
const int pinLimAtas = A2;
const int pinSaklar = 11;
```

```
int button, limAtas, limBawah;
```



```

int cnt, urut;
int lastSensor, jarakDalam, jarakLuar;
bool Open, bluetooth;
long dly;
String inputString = "";
int dlySensor = 300;//milidetik

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  BT.begin(9600);
  pinMode(pinLimAtas,INPUT_PULLUP);
  pinMode(pinLimBawah,INPUT_PULLUP);
  pinMode(pinButton,INPUT_PULLUP);
  pinMode(pinSaklar,INPUT_PULLUP);

  pinMode(pinM1,OUTPUT);
  pinMode(pinM2,OUTPUT);
  pinMode(pinEN,OUTPUT);

  while (digitalRead(pinLimBawah) == HIGH) {
    tutup();
  }
  Stop();
  Open = false;
}

void loop() {
  jarakDalam = senDalam.read();
  jarakLuar = senLuar.read();
  button = digitalRead(pinButton);
  limAtas = digitalRead(pinLimAtas);
  limBawah = digitalRead(pinLimBawah);

  switch(urut){
  case 0://cek sensor luar untuk buka
    if(Open){
      urut = 1;
      dly = 0;
    }
    if(jarakLuar <= 25){
      dly++;
      if(dly >= dlySensor){
        urut = 3;
        dly = 0;
        buka();
      }
    }
  }
}

```

```
    }  
  }else{  
    urut = 1;  
    dly = 0;  
  }  
break;  
  
case 1:// cek sensor dalam untuk tutup  
if(!Open){  
  urut = 2;  
  dly = 0;  
}  
if(jarakDalam <= 25){  
  dly++;  
  if(dly >= dlySensor){  
    urut = 4;  
    dly = 0;  
    tutup();  
  }  
}else{  
  urut = 2;  
  dly = 0;  
}  
break;  
  
case 2:// cek tombol untuk buka dan tutup  
if(button == LOW){  
  if(Open){  
    urut = 4;  
    tutup();  
  }else{  
    urut = 3;  
    buka();  
  }  
}else{  
  urut = 0;  
}  
break;  
case 3://buka garasi  
if(limAtas == LOW){  
  Stop();  
  Open = true;  
  urut = 0;  
}  
}  
break;
```

```

case 4://tutup garasi
  if(limBawah == LOW){
    Stop();
    Open = false;
    urut = 0;
  }
}
break;

}
delay(1);
}
void buka(){
  digitalWrite(pinM1,LOW);
  digitalWrite(pinM2,HIGH);
  analogWrite(pinEN,100);
}
void tutup(){
  digitalWrite(pinM1,HIGH);
  digitalWrite(pinM2,LOW);
  analogWrite(pinEN,70);
}
void Stop(){
  digitalWrite(pinM1,LOW);
  digitalWrite(pinM2,LOW);
}

```

4.2 Pengujian

Setelah dilakukan perancangan, maka diperlukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem yang telah dirancang dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan

4.2.1 Pengujian Power Supply

Pengujian power supply bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan *output* power supply, pengujian ini dilakukan menggunakan 1 buah multimeter digital. Multimeter ini diatur pada range 20 volt dc. Positif multimeter dihubungkan pada *output* positif power supply, negatif multimeter dihubungkan

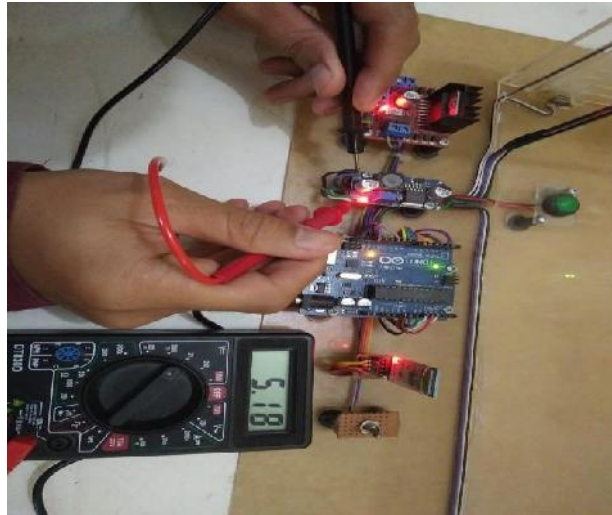
pada *output* negatif power supply. Dari hasil pengujian didapat tegangan *output* power supply sebesar 12,43 volt dc.



Gambar 4.6 Tegangan Output Power Supply

4.2.2 Pengujian Modul Stepdown LM2596

Pengujian modul stepdown LM2596 bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan *output* modul stepdown LM2596, pengujian ini dilakukan menggunakan 1 buah multimeter digital. Multimeter ini diatur pada ring 20 volt dc. Positif multimeter dihubungkan pada output positif modul stepdown LM2596, negatif multimeter dihubungkan pada *output* negatif LM2596. Dari hasil pengujian didapat tegangan *output* modul stepdown LM2596 sebesar 5,18 volt dc.



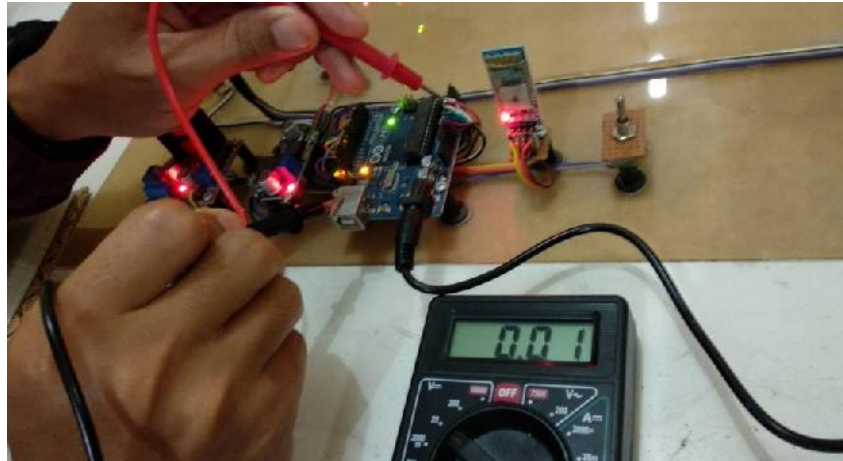
Gambar 4.7 Tegangan output Modul Stepdown LM2596

4.2.3 Pengujian Limit Switch

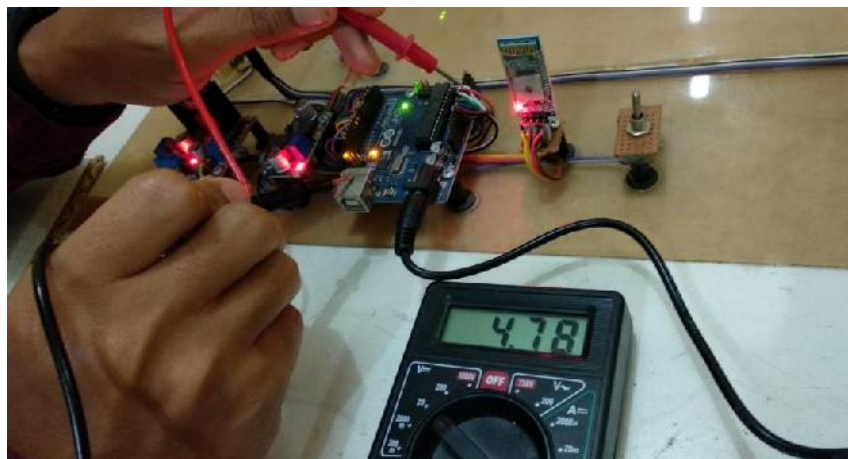
Pengujiann limit switch bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan *output* limit switch, pengujian ini dilakukan menggunakan 1 buah multimeter digital. Multimeter ini diatur pada ring 20 volt dc. Positif multimeter dihubungkan pada negatif rangkaian, negatif multimeter dihubungkan pada *output* negatiflimit switch. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Tegangan Output Limit Switch

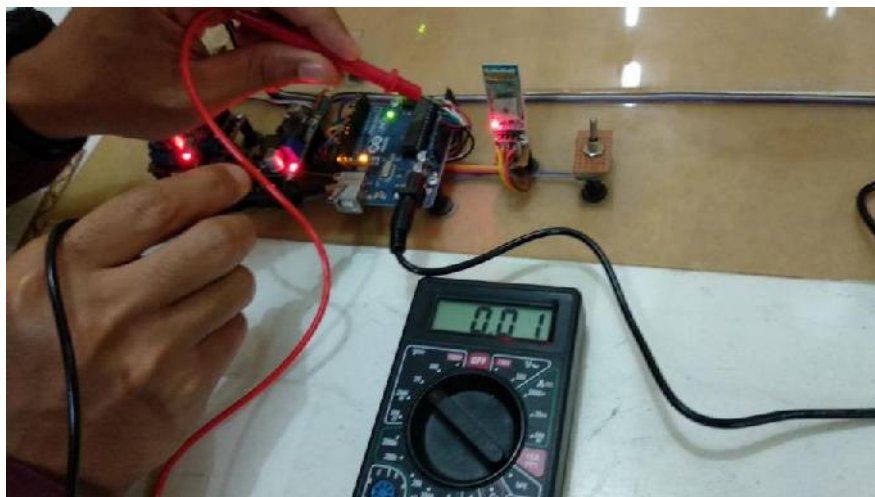
Kondisi		Tegangan Output
		(Volt DC)
Limit Buka	Ditekan	0,01
	Tidak Ditekan	4,78
Limit Tutup	Ditekan	0,01
	Tidak Ditekan	4,82



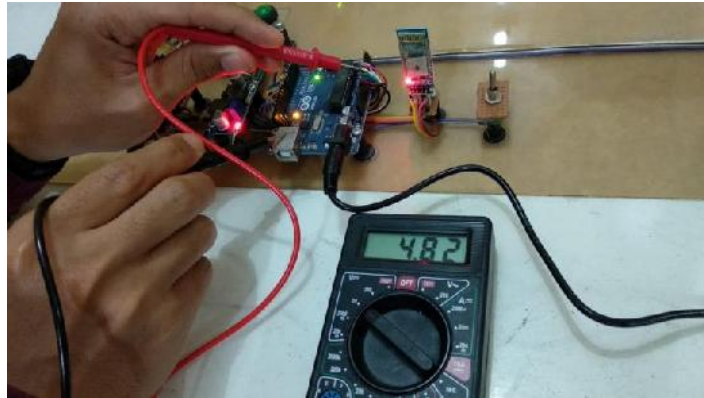
Gambar 4.8 Tegangan Limit Switch Batas Buka Ditekan



Gambar 4.9 Tegangan Limit Switch Batas Buka Tidak Ditekan



Gambar 4.10 Tegangan Limit Switch Batas Tutup Ditekan



Gambar 4.11 Tegangan Limit Switch Batas Tutup Tidak Ditekan

4.2.4 Pengujian Arduino Uno ke Modul L298 (Driver Motor)

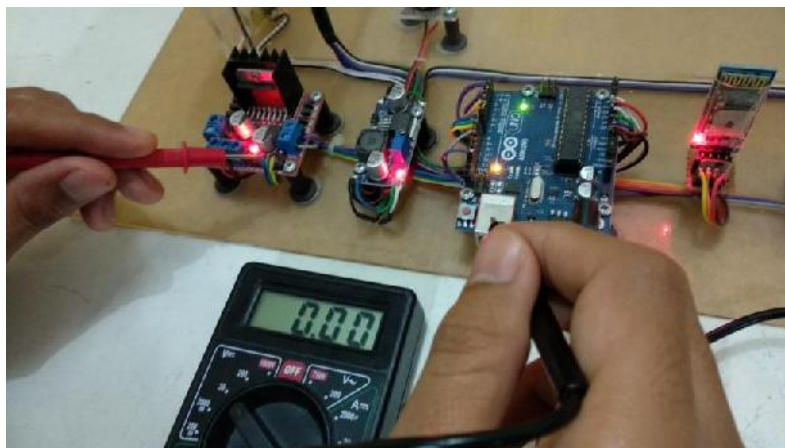
Pengujian arduino uno ke modul l298 bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan *output* modulL298, pengujian ini dilakukakan menggunakan 1 buah multimeter digital. Multimeter ini diatur pada ring 20 volt dc. Positif multimeter dihubungkan pada pin7 dan pin8 arduino uno dikarenakan, pin7 dan pin8 arduiono uno terhubung ke *input* modul L298. Negatif multimeter dihubungkan pada negatif rangkaian.Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Tegangan Output Arduino ke Modul L298

Kondisi		Tegangan Output (Volt DC)
Buka	Pin 7	5,01
	Pin 8	0,00
Tutup	Pin 7	0,01
	Pin 8	5,01
Berhenti	Pin 7	0,01
	Pin 8	0,01



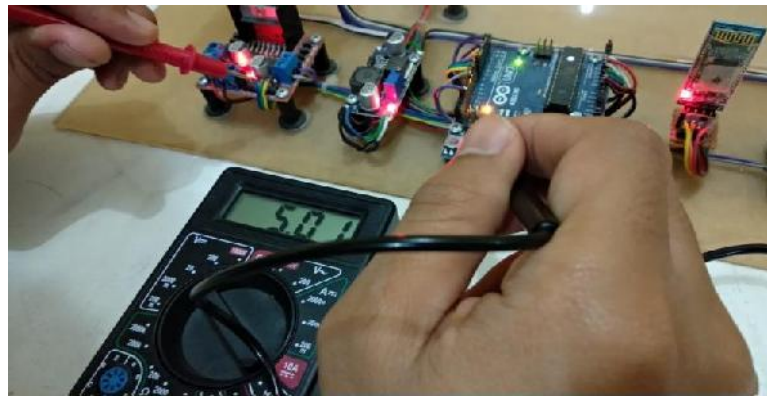
Gambar 4.12 : Tegangan Output Buka Pin7



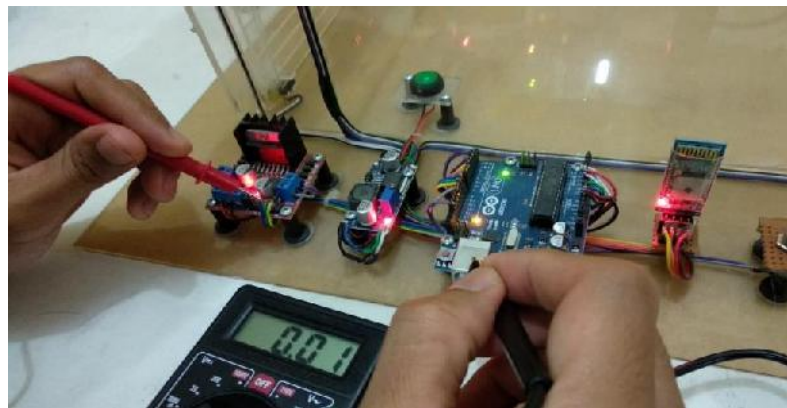
Gambar 4.13 Tegangan Output Buka Pin 8



Gambar 4.14 Tegangan Output Tutup Pin 7



Gambar 4.15 Tegangan Output Tutup Pin 8



Gambar 4.16 Tegangan Output Berhenti Pin 7



Gambar 4.17 Tegangan Output Berhenti Pin 8

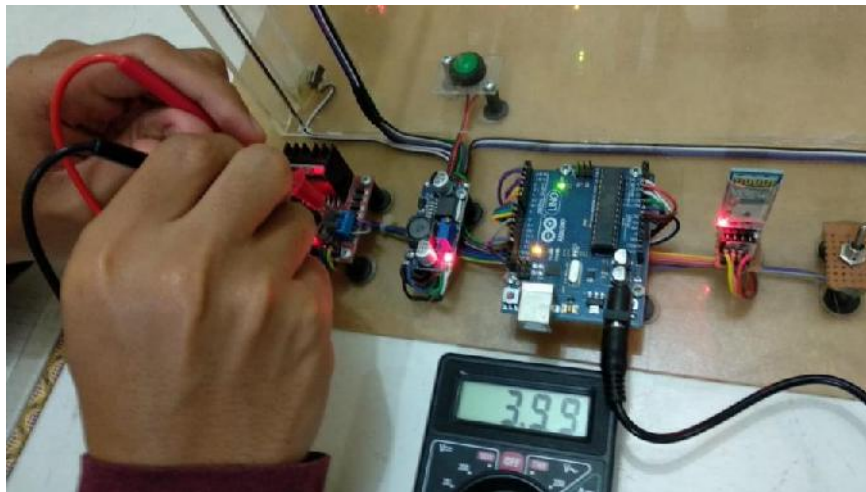
4.2.5 Pengujian Modul L298 ke Motor DC

Untuk mengetahui berapa tegangan *output* motor dc, pengujian ini dilakukan menggunakan 1 buah multimeter digital. Multimeter ini diatur pada ring 20 volt

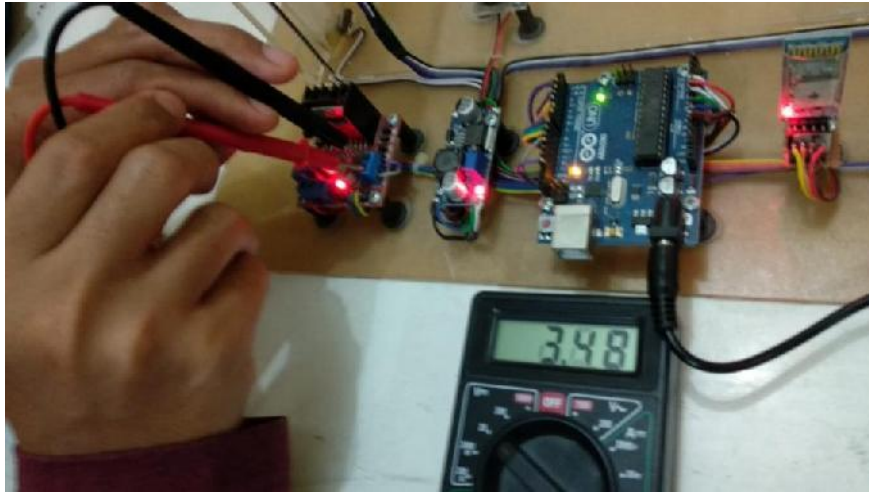
dc. Positif multimeter dihubungkan pada *output* positif motor dc , negatif multimeter dihubungkan pada *output* negatif motor dc. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Tegangan Output Modul L298 ke Motor DC

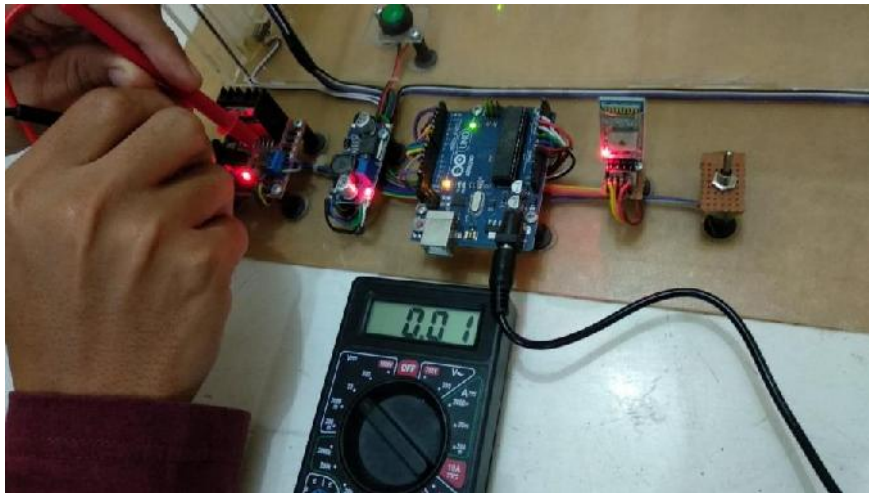
Kondisi	Tegangan Output (Volt DC)
Buka	3,99
Tutup	3,48
Berhenti	0,01



Gambar 4.18 Tegangan Output Buka Modul L298 ke Motor DC



Gambar 4.19 Tegangan Output Tutup Modul L298 ke Motor DC



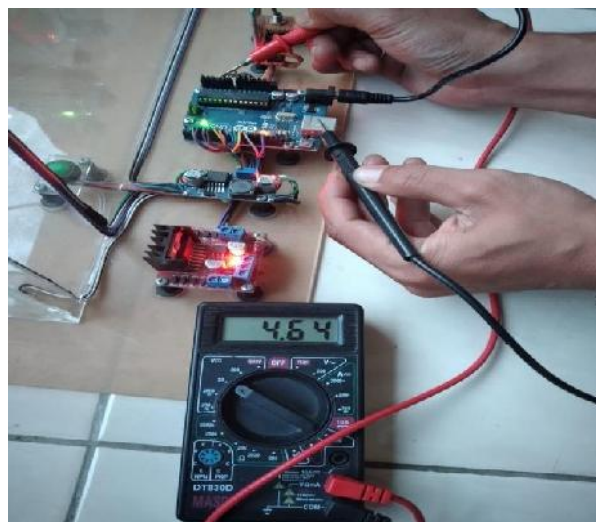
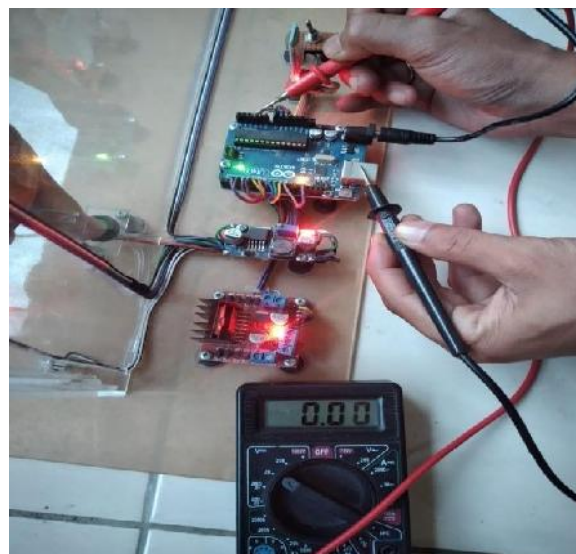
Gambar 4.20 Tegangan Output Berhenti Modul L298 ke Motor DC

4.2.6 Pengujian Tegangan Tombol

Untuk mengetahui berapa tegangan *output* tombol, pengujian ini dilakukan menggunakan 1 buah multimeter digital. Multimeter ini diatur pada ring 20 volt dc. Positif multimeter dihubungkan pada *output* positif pin A2 Arduino, negatif multimeter dihubungkan pada *output* negatif power supply arduino. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Tegangan Output Tombol

Kondisi	Tegangan Output (Volt DC)
Tidak ditekan	4,64
Ditekan	0,00

**Gambar 4.21** Pengujian Tegangan Tombol Saat Tidak Ditekan**Gambar 4.22** Pengujian Tegangan Tombol Saat Ditekan

4.2.7 Pengujian Sensor Ultrasonik SRF-04

Pengujian Sensor ultrasonik SRF-04 bertujuan untuk mengetahui berapa jarak sensor ini. Pengujian dilakukan dengan cara memakai miniatur mobil, dan tidak memakai miniatur mobil, berikut adalah list program sensor ultrasonik SRF-04 :

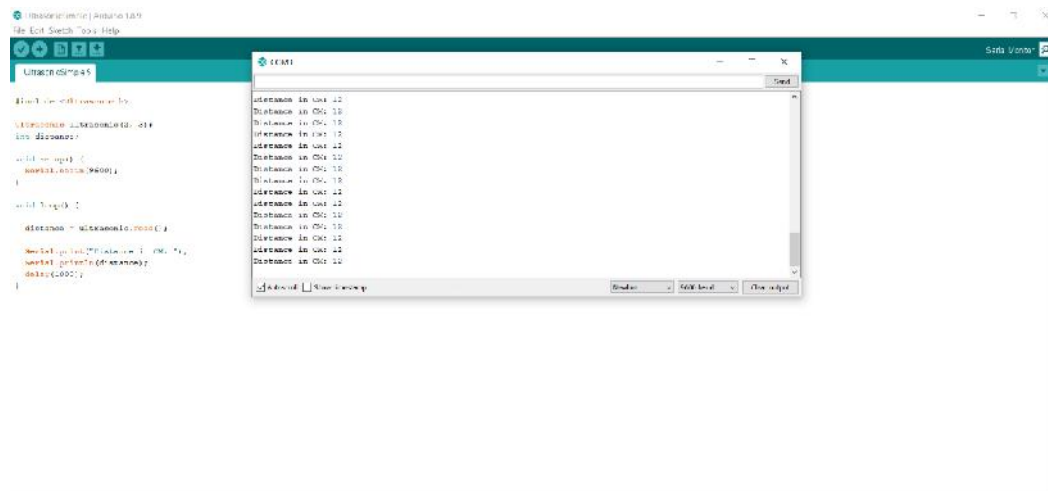
```
#include <Ultrasonic.h>

Ultrasonic ultrasonic(2, 3);

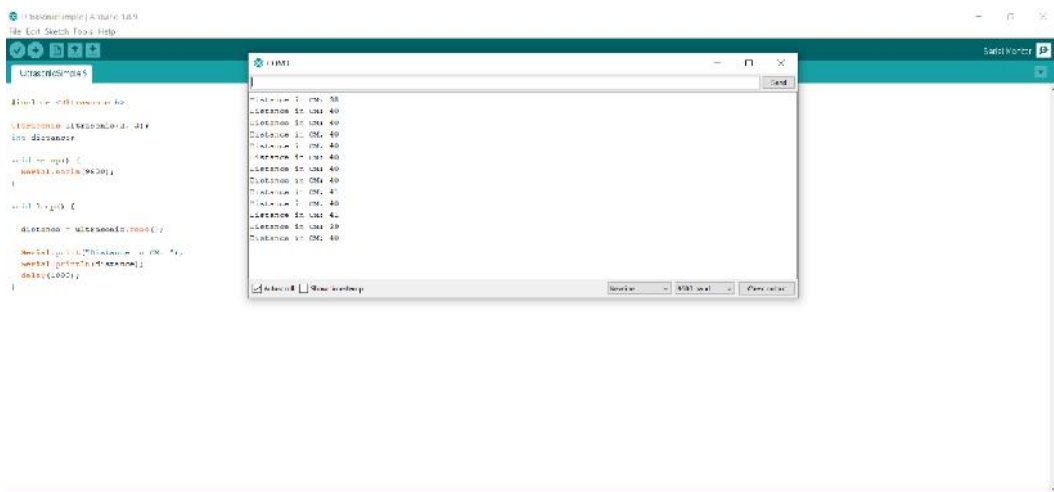
int distance;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  distance = ultrasonic.read();
  Serial.print("Distance in CM: ");
  Serial.println(distance);
  delay(1000);
}
```



Gambar 4.23 Pengujian Sensor Dengan Mobil



Gambar 4.24 Pengujian Sensor Tanpa Mobil

Tabel 4.5 Pengujian Sensor Terhadap Objek

Banyak Percobaan	Kecepatan Pembacaan Sensor terhadap Objek (Mili detik)	Hasil Percobaan
PERCOBAAN I	300 mili detik	Pintu Terbuka Lambat
PERCOBAAN II	100 mili detik	Pintu Terbuka Cepat

BAB V

PENUTUP

Berdasarkan hasil perancangan sistem dan pembuatan alat ini, maka dapat diambil kesimpulan, keterbatasan sistem, serta saran-saran yang nantinya akan bermanfaat bagi pengembangan sistem berikutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan yang tertera pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Arduino dapat menjadi pengontrol dalam alat yang dibuat dalam bentuk miniature garasi mobil.
2. Program yang dibuat dengan menggunakan arduino IDE dapat bekerja dengan baik, sehingga mampu bekerja sebagai media pembelajaran.
3. Pada garasi mobil di aplikasikan sensor ultrasonic yang memudahkan user dalam membuka dan menutup pintu garasi mobilnya
4. Dengan ditambahkan tombol manual pada bagian dalam garasi mobil memberikan kemudahan tambahan ketika terjadi problem pada sensor ultrasonic

5.2 Keterbatasan Sistem

Selama melakukan perancangan dan pembuatan sistem pengontrolan ini, masih terdapat keterbatasan sistem yang meliputi :

1. Pada penelitian ini, peneliti membuat alat dalam bentuk miniatur garasi mobil

2. Sistem garasi mobil menggunakan sensor ini masih bisa di kembangkan lagi sesuai perkembangan zaman

5.3 Saran–saran

Berdasarkan pengalaman yang diperoleh selama perancangan dan pembuatan alat ini, ada beberapa kendala yang dihadapi dan disini akan disampaikan beberapa saran yang bermanfaat untuk mengembangkan dan menyempurnakan hasil karya berikutnya:

1. Penambahan keamanan pada garasi mobil dengan dilengkapi kamera agar dapat mengawasi aktivitas yang terdapat pada garasi mobil
2. Penambahan solarsel pada pembangkit listrik pada garasi sehingga jika listrik PLN padam tidak mengganggu kinerja pintu garasi.
3. Perancangan fisik yang menarik memungkinkan para pengguna sistem ini merasa lebih nyaman.

Berdasarkan informasi dan saran-saran yang tertera diatas, diharapkan dapat mengembangkan lagi agar mencapai kesempurnaan yang maksimal, dan juga sebagai sumber informasi yang cukup bagi pembaca dalam menyusun tugas akhir lainnya yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arduino. (2019). No Title. Retrieved from www.arduino.cc
- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Barus, S., Sitorus, V. M., Napitupulu, D., Mesran, M., & Supiyandi, S. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Pengangkatan Guru Tetap Menerapkan Metode Weight Aggregated Sum Product Assesment (WASPAS). *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 2(2).
- Batubara, Supina. "Analisis perbandingan metode fuzzy mamdani dan fuzzy sugeno untuk penentuan kualitas cor beton instan." *IT Journal Research and Development* 2.1 (2017): 1-11
- Batubara, Supina, Sri Wahyuni, and Eko Hariyanto. "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dalam." *Seminar Nasional Royal (SENAR)*. Vol. 1. No. 1. 2018.
- Ecadio. (2015). Mengenal Arduino Uno R3. Retrieved from <http://ecadio.com/mengenal-dan-belajar-arduino-uno-r3>
- Fachri, B. (2018, September). Aplikasi Perbaikan Citra Efek Noise Salt & Papper Menggunakan Metode Contraharmonic Mean Filter. In *Seminar Nasional Royal (Senar)* (Vol. 1, No. 1, Pp. 87-92).
- Ginting, G., Fadlina, M., Siahaan, A. P. U., & Rahim, R. (2017). Technical approach of TOPSIS in decision making. *Int. J. Recent Trends Eng. Res*, 3(8), 58-64.
- Khairul, K., IlhamiArsyah, U., Wijaya, R. F., & Utomo, R. B. (2018, September). Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Promosi Penjualan Rumah. In *Seminar Nasional Royal (Senar)* (Vol. 1, No. 1, pp. 429-434).
- Kurniawan, H. (2018). Pengenalan Struktur Baru untuk Web Mining dan Personalisasi Halaman Web. *Jurnal Teknik dan Informatika*, 5(2), 13-19
- Mayasari, Nova. "Comparison of Support Vector Machine and Decision Tree in Predicting On-Time Graduation (Case Study: Universitas Pembangunan Panca Budi)." *Int. J. Recent Trends Eng. Res* 2.12 (2016): 140-151.
- Plcdroid. (2018). Kontaktor dan wiring. Retrieved from <https://www.plcdroid.com/2018/03/pengertian-fungsi-dan-wiring-kontaktor.html>
- Putera, A., Siahaan, U., & Rahim, R. (2016). Dynamic key matrix of hill cipher

- using genetic algorithm. *Int. J. Secur. Its Appl*, 10(8), 173-180.
- Putra, Randi Rian, and Cendra Wadisman. "Implementasi Data Mining Pemilihan Pelanggan Potensial Menggunakan Algoritma K Means." *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science* 1.1 (2018): 72-77.
- Rahim, R., Supiyandi, S., Siahaan, A. P. U., Listyorini, T., Utomo, A. P., Triyanto, W. A., ... & Khairunnisa, K. (2018, June). TOPSIS Method Application for Decision Support System in Internal Control for Selecting Best Employees. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1028, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.
- repository usu. (2017). repository.usu.ac.id/LM2596. Retrieved from [http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/65665/Chapter II.pdf?sequence=4&isAllowed=y%0A](http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/65665/Chapter%20II.pdf?sequence=4&isAllowed=y%0A)
- Sakti, E. (2015). Penjelasan Tentang Sensor Ultrasonik. Retrieved from <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>
- Sari, R. D., Supiyandi, A. P. U., Siahaan, M. M., & Ginting, R. B. (2017). A Review of IP and MAC Address Filtering in Wireless Network Security. *Int. J. Sci. Res. Sci. Technol*, 3(6), 470-473.
- Siahaan, A. P. U., Aryza, S., Nasution, M. D. T. P., Napitupulu, D., Wijaya, R. F., & Arisandi, D. (2018). Effect of matrix size in affecting noise reduction level of filtering.
- Siahaan, MD Lesmana, Melva Sari Panjaitan, and Andysah Putera Utama Siahaan. "MikroTik bandwidth management to gain the users prosperity prevalent." *Int. J. Eng. Trends Technol* 42.5 (2016): 218-222.
- Sidik, A. P. (2018). Algoritma RSA dan Elgamal sebagai Algoritma Tambahan untuk Mengatasi Kelemahan Algoritma One Time Pad pada Skema Three Pass Protocol.
- Tasril, V. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Penerimaan Beasiswa Berprestasi Menggunakan Metode Elimination Et Choix Traduisant La Realite. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 1(1), 100-109.
- Teknik Elektronika. (2019). Pengertian Relay dan Fungsi Relay. Retrieved from <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>
- Trih Anggono. (2015). Penjelasan Tentang LIMIT SWITCH. Retrieved from [http://eprints.polsri.ac.id/2770/3/BAB II.pdf](http://eprints.polsri.ac.id/2770/3/BAB%20II.pdf)
- W. Simanjuntak. (2017). Motor DC. Retrieved from [http://eprints.polsri.ac.id/4649/4/BAB II LA.pdf](http://eprints.polsri.ac.id/4649/4/BAB%20II%20LA.pdf)
- Zona Elektro. (2013). Jenis Motor AC. Retrieved from <http://zoniaelektro.net/motor-ac/>