

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

Berikut ini akan menjelaskan teori-teori mengenai Mikrokontroler Arduino, Motor DC, Motor *Driver* L293D dan Sensor Ultrasonik yang kedepannya akan digunakan untuk merancang sebuah robot.

2.1.1 Mikrokontroler Arduino

Mikrokontroler adalah rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai otak yang mengatur alur proses kerja dari rangkaian elektronik. Di dalam IC mikrokontroler memiliki *CPU*, memori saluran komunikasi *serial* dan *parallel*, *timer*, *port I/O*, *ADC*, dll. Arduino memiliki kemampuan mendeteksi lingkungan sekelilingnya dengan memakai berbagai sensor (suhu, cahaya, ultrasonik, inframerah, tekanan, jarak, kelembaban) dan dapat mengontrol peralatan seperti lampu, berbagai jenis motor, dan aktuator lainnya (Andrianto & Darmawan, 2016).

Arduino juga disebutkan sebagai sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open-source*. *Physical computing* adalah membuat sistem atau perangkat fisik dengan menggunakan perangkat lunak dan perangkat keras yang sifatnya interaktif, yang dimaksud sifat interaktif adalah menerima respons dari lingkungan dan memberi respons balik (Sanjaya, 2014).

Arduino Uno memiliki mikroprosesor Atmel AVR dan dilengkapi dengan *oscillator* 16MHz yang dapat memungkinkan operasi berbasis waktu dilaksanakan dengan tepat dan akurat, dan regulator (pembangkit tegangan) 5 volt. Pin 0 sampai 13 digunakan untuk digital yang bernilai 0 dan 1. Pin A0 sampai A5 digunakan untuk analog. Arduino Uno dilengkapi dengan SRAM (*static random-access memory*) yang memiliki memori sebesar 2KB untuk menyimpan data sementara, *flash memory* yang memiliki memori 32KB dan EEPROM (*erasable programmable read-only memory*) yang berfungsi menyimpan program yang di *upload* (Kadir, 2013).

Berikut ini ada beberapa kelebihan-kelebihan dari papan Arduino menurut (Andrianto & Darmawan, 2016) di antaranya adalah:

- a) Tidak perlu menggunakan perangkat *chip programmer* karena di dalam papan Arduino tersebut memiliki *bootloader* yang akan melakukan proses terhadap program yang di-*upload* dari komputer ke papan Arduino.
- b) Bahasa pemrogramannya mudah yaitu Bahasa pemrograman C, dan *software*-nya mudah dioperasikan karena *interface*-nya berbentuk GUI (*Graphical User Interface*), IDE (*Intergreted Development Environment*), memiliki *library* yang cukup lengkap serta gratis dan *open source*.
- c) Komunikasi serial dan komunikasi untuk *upload* program menggunakan jalur yang sama yaitu jalur USB (atau komunikasi serial), jadi membutuhkan sedikit kabel.

Arduino dikembangkan dari thesis Hernando Barragan pada tahun 2004, seorang mahasiswa asal kolombia. Judul thesisnya yaitu "*Arduino-Revolution*

Open Hardware". Arduino diawali di ruang kelas *Interactive Design Institute* di Ivrea (IDII), pada tahun 2005 di Ivrea, Italia. Arduino ditemukan oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles dengan tujuan awal yaitu untuk membantu para siswa membuat perangkat desain dan interaksi dengan harga yang murah dibandingkan dengan perangkat lain yang tersedia pada saat itu, seperti BASIC Stamp yang harganya cukup mahal bagi pelajar saat itu. Arduino berasal dari Bahasa Italia yang berarti teman yang berani. Pada bulan Mei 2011, Arduino sudah terjual lebih dari 300.000 unit. Arduino saat ini sudah menjadi salah satu platform OSHW (*Open Source Hardware*) (Andrianto & Darmawan, 2016).

<i>Microcontroller</i>	ATmega328
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage (recommended)</i>	7 – 12 V
<i>Input Voltage (limit)</i>	6 – 20 V
<i>Digital I/O Pins</i>	14 (of which 6 provide PWM output)
<i>Analogue Input Pin</i>	6
<i>DC Current per I/O Pin</i>	40 mA
<i>DC Current for 3.3V Pin</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB (ATmega328)
<i>SRAM</i>	2 KB (ATmega328)
<i>EEPROM</i>	1 KB (ATmega328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

Tabel 2. 1 Ringkasan fitur Arduino UNO

Di pasaran banyak model papan Arduino, karena bersifat *open-source*, maka lumayan banyak vendor yang membuat dan menjual variannya baik yang resmi maupun yang tidak resmi. Berikut ini beberapa contoh papan Arduino yang resmi : Arduino Uno, Duemilanove, Leonardo, Nano, Mega 2560/Mega ADK, Mega (ATMega1280), Esplora, Micro, Mini, NG/older, dll. (Andrianto & Darmawan, 2016).

Menurut (Sanjaya, 2014) alasan yang membuat Arduino dengan cepat diterima oleh orang-orang adalah:

- a) Murah dibandingkan platform yang lain. Harganya akan lebih murah lagi jika pengguna membeli papan sendirinya dan merangkai komponen-komponen satu per satu.
- b) Lintas platform. *Software* Arduino dapat dijalankan pada sistem *Windows*, *Macintosh OS/X*, dan *Linux*, sementara platform lain umumnya terbatas pada *Windows*.
- c) Sangat mudah dipelajari dan digunakannya. Arduino menggunakan Bahasa C/C++ yang disederhanakan, yang merupakan turunan dari proyek *open source Wiring*. Pengguna yang sudah terbiasa dengan Bahasa C/C++ dan *JavaScript* tidak akan menemui kesulitan dalam menulis program untuk Arduino.
- d) Sistem yang terbuka (*open source*), baik sisi *hardware* maupun *software*-nya.
- e) Sangat menarik ketika membuka kotak pembungkus papan Arduino karena terdapat tulisan bahwa Arduino diperuntukkan bagi seniman, perancang, dan penemu. Sungguh membesarkan hati dan membangkitkan semangat bahwa pengguna tidak harus teknisi berpengalaman atau ilmuwan berotak jenius.

2.1.2 Motor DC

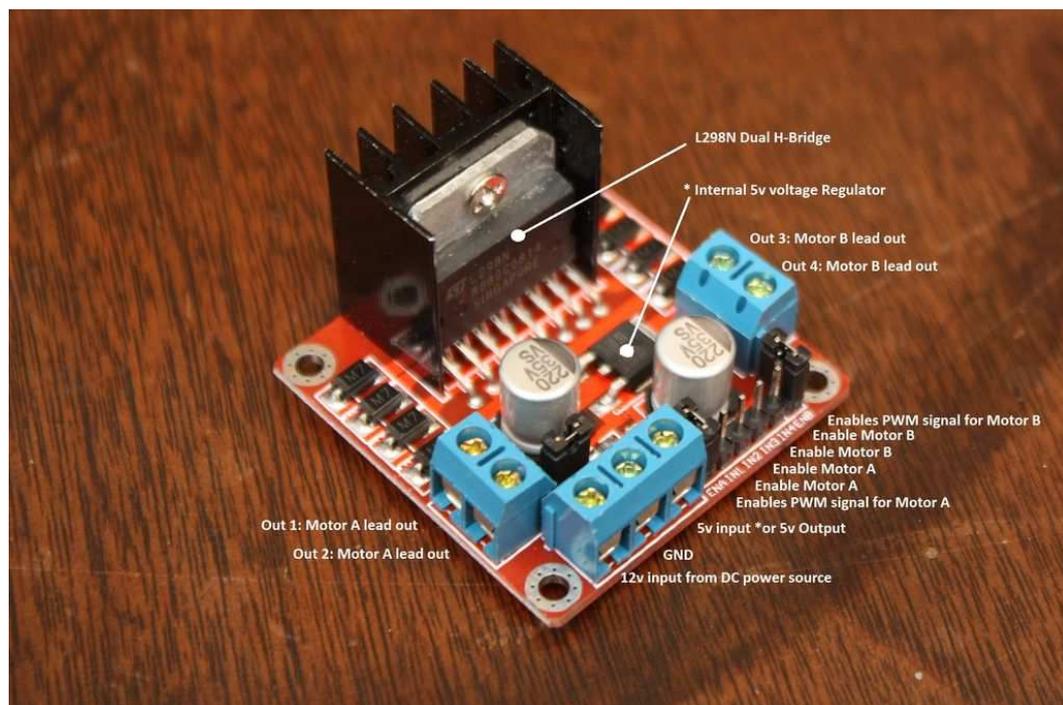
Motor DC adalah motor yang bergerak berputar 360 derajat, biasanya disebut dynamo dan biasanya digunakan sebagai penggerak roda. Apabila kutub positif dan negatif sumber yang dipasang ditukar maka motor DC akan berputar berlawanan arah dari arah putar sebelumnya (Andrianto & Darmawan, 2016).

Motor DC adalah komponen yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Di dalam motor DC terdapat magnet dan kumparan kawat. Ketika kumparan kawat dialiri arus listrik dari baterai didekatkan medan magnet, maka pada kumparan kawat akan muncul gaya dorong yang membuat kumparan berputar (Sanjaya, 2014).

Motor DC adalah alat yang mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanis dari sumber tegangan DC. Elektromagnet adalah prinsip kerja komponen ini. Medan magnet di bagian yang diam atau disebut stator akan terbentuk ketika tegangan diberikan. Medan magnet membuat rotor atau bagian bergerak berputar dan juga dimanfaatkan untuk memutar benda lain, misalnya roda. Kecepatan putaran motor DC ditentukan oleh besarnya tegangan. Semakin tinggi tegangannya, semakin cepat putarannya. Namun, tentu saja yang dapat diberikan ke motor DC ada batasannya. Tegangan yang terlampau tinggi, yang melampaui batas maksimumnya, dapat membuat motor terbakar. Ketika pasokan tegangan ke motor DC dihentikan, medan magnetic berangsur-angsur menghilang, sekaligus menghasilkan tegangan balik. Caranya adalah dengan memasang diode. Hal ini didasarkan sifat diode yang mengalirkan arus listrik hanya dalam satu arah. Dengan adanya diode, tegangan balik dapat diblokir (Kadir, 2013).

2.1.3 Motor Driver L298N

Driver motor ini menggunakan konsep jembatan H (H-Bridges) dan memungkinkan arah putaran motor dapat ditentukan. Jika ingin mengatur kecepatan motor dengan menggunakan *driver* motor tersebut, maka harus melepaskan *jumper* yang ada pada pin ENA & ENB dan sambungkan ke mikrokontroler supaya kecepatan motor dapat diatur sesuai keinginan pengguna (Kadir, 2017). Berikut adalah datasheet dari motor driver L298N beserta keterangan tiap pin :



Gambar 2. 1 Datasheet motor driver L298N
Sumber: Data Olahan Penulis (2018)

2.1.4 Sensor Ultrasonik

Ultrasonik merupakan sebutan untuk jenis suara yang bisa didengar manusia. Seperti diketahui, telinga manusia hanya bisa mendengar suara dengan frekuensi 20 Hz sampai 20 KHz. Lebih dari itu, hanya beberapa jenis binatang yang mampu mendengarnya, seperti kelelawar dan lumba-lumba. HC-SR04 *Ultrasonic Range Finder* adalah modul pengukur jarak dengan harga yang cukup murah yang didesain khusus untuk teknologi robotika. Dengan ukurannya yang cukup kecil (2,1 cm x 4,5 cm), sensor ini dapat mengukur jarak antara 2 cm sampai 500 cm dengan resolusi 0,3 cm.(Sanjaya, 2014).

Sensor ultrasonik bekerja dengan cara memancarkan suatu gelombang dan kemudian menghitung waktu pantulan gelombang tersebut. Frekuensi kerja yang digunakan dalam gelombang ultrasonik bervariasi tergantung pada medium yang dilalui, mulai dari kerapatan pada fasa gas, cair, hingga padat. Sensor ultrasonik terdiri dari sebuah chip pembangkit 40 KHz, sebuah *speaker* dan sebuah *microphone* ultrasonik. *Speaker* ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sementara *microphone* ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi pantulan suaranya.(Andrianto & Darmawan, 2016).

2.2 Teori Khusus

Berikut ini akan membahas teori tentang pengertian robot, sejarah robot, karakteristik robot, jenis-jenis robot dan juga akan membahas robot yang akan di rancang serta algoritmanya.

2.2.1 Robot

Robot adalah perangkat yang bisa melakukan tugas dengan pengawasan dan kontrol oleh manusia maupun dengan program yang sudah didefinisikan untuk bekerja secara otomatis. Robot biasanya untuk melakukan pekerjaan fisik yang berat yang memiliki bahaya jika manusia yang mengerjakannya. (Tjindrawan, 2015).

Secara umum robot dibagi menjadi dua macam yaitu robot kontrol dan robot *autonomous*. Robot kontrol adalah robot yang dikontrol secara langsung oleh manusia. Contohnya helikopter remot kontrol, mobil remot kontrol, kapal remot kontrol, televisi, dll. Robot *autonomous* adalah robot yang tanpa dikontrol secara langsung oleh manusia. Contohnya robot *light follower*, robot *obstacle avoidance*, robot *line tracer*, pintu otomatis, dll. Secara sederhana prinsip kerjanya adalah dengan berbagai sensor yang dimiliki dapat memberi respons terhadap perubahan lingkungan sekitarnya.(Sanjaya, 2014).

Berikut ini adalah sejarah-sejarah robot menurut (Tjindrawan, 2015) :

- A. Jejak-jejak robot sudah ada pada tahun 350 SM seorang filsuf menulis sebuah karya dengan judul *Iliad*, sesuatu yang bekerja seperti robot meskipun di tahun 350 SM belum ada istilah “robot”.
- B. Pada tahun 1350 sudah memiliki robot jam astronomis, robot itu berbunyi pada saat tengah hari.
- C. Pada tahun 1739 telah ada robot hiburan yaitu robot bebek yang bisa makan biji dan buang kotoran yang seperti bebek beneran.
- D. Pada tahun 1801 dan 1892 telah ada robot industri yang membantu manusia dalam pekerjaan yang berbahaya seperti alat membuat pola tekstil dan alat pembersih ingot.
- E. Pada tahun 1890 seseorang yang bernama Nikola Tesla telah membuat sebuah robot yang dapat dikendalikan secara jarak jauh dengan menggunakan sinyal radio.
- F. Pada tahun 1921-1933 istilah robot telah digunakan dan robot juga sudah mulai masuk ke dunia film dimana robot sudah dipakai untuk membuat film *science fiction* dan juga menjadi pusat perhatian bagi pengunjung dan juga semakin populer dari tahun ke tahun.
- G. Pada tahun 1938 Williard LG telah menciptakan robot lengan dan *Westinghouse Electric Corp* telah menciptakan robot manusia dan anjing.
- H. Pada tahun 1942 seorang penulis fiksi bernama Isaac Asimov menetapkan 3 hukum robot yang harus dipatuhi. Tulisan ini diterbitkan pada tahun 1950. Berikut ini adalah 3 hukum yang harus dipatuhi oleh robot.

1. Robot tidak boleh melukai manusia atau membiarkan manusia menjadi celaka.
 2. Robot harus mematuhi perintah manusia kecuali perintah tersebut bertentangan dengan hukum pertama.
 3. Robot harus melindungi keberadaan dirinya semasa tidak bertentangan dengan hukum pertama dan hukum kedua
- I. Pada tahun 1946-1960 adalah zaman robot bisa berpikir dan semua robot telah di optimalisasikan dengan kecerdasan buatan dan menjadi bekerja secara otomatis.
- J. Pada tahun 1967-1997 telah adanya robot berkaki 4 dan 2. Robot berkaki ini pada tahun itu sangat membantu di bidang industri maupun astronomi serta sangat populer juga di dunia film.
- K. Pada tahun 1998 telah dibuat robot yang bisa makan dan mencerna makan sebagai energi penggerak robot itu sendiri dan dapat membedakan makanan atau bukan dikarenakan mata yang dilengkapi sensor.
- L. Pada tahun 2005-2014 telah berkembangnya robot yang berukuran relatif kecil. Berikut ini adalah kategori ukuran robot.
1. *Small robot*, ukuran kurang dari 100cm
 2. *Mini robot*, ukuran kurang dari 10cm
 3. *Mili robot*, ukuran kurang dari 1cm
 4. *Micro robot*, ukuran kurang dari 1mm
 5. *Oro robot*, ukuran kurang dari 1 mikrometer

Menurut (Budiharto, 2014) Secara umum robot memiliki karakteristik yaitu :

1. **Sensing** berarti robot harus bisa mendeteksi segalanya yang ada di lingkungan sekitarnya (gambar, suara, suhu, dan halangan).
2. **Mampu Bergerak** berarti robot harus bisa bergerak menggunakan roda atau kaki. Terkadang robot diharapkan untuk terbang maupun berenang dalam beberapa kasus.
3. **Cerdas** berarti robot harus memiliki kecerdasan buatan agar robot bisa memutuskan aksi yang tepat dan akurat.
4. **Membutuhkan energi yang memadai** berarti robot harus memiliki daya yang memadai agar unit pengontrol dan aktuator bisa berjalan dengan lancar.

2.2.2 Robot Wall Follower

Robot *Wall Follower* adalah robot yang bergerak mengikuti ruangan dimensi (dinding). Cara kerjanya dengan sensor ultrasonik mengeluarkan tegangan analog sesuai jarak yang terukur dan terima respons dari lingkungan sekitarnya untuk mendeteksi dinding-dinding yang ada di sekitar robot dan informasi yang didapat diteruskan ke penggerak atau motor dc.(Ari, Laksono, & Erlina, n.d.).

Keuntungan dari robot *wall follower* ini adalah tidak perlu garis penuntun ataupun tanda khusus sebagai arahan bagi robot. Robot *wall follower* adalah salah satu robot sistem navigasi yang digunakan dalam perlombaan Kontes Robot Cerdas

Indonesia karena labirin yang ada di arena perlombaan adalah dinding-dinding yang membentuk lorong dan ruangan (Ari et al., n.d.).

2.2.3 Robot Solving Maze

Maze Solving adalah bagian dari desain robotika yang paling penting, yang merupakan Algoritma Pengambilan Keputusan. Jika robot diletakkan di lingkungan asing, robot harus memiliki algoritma yang bagus untuk berhasil memecahkan labirin. *Robot Solving Maze* telah berkembang dengan keterampilan dan pemetaan independen. Kendaraan pemecahan labirin pertama dirancang dengan menggunakan 3 sensor inframerah dimana 2 sensor berperan untuk mendeteksi dinding untuk menghindari tabrakan dan yang ketiga berperan sebagai mendeteksi hambatan untuk memilih dan menempatkan objek untuk membersihkan jalur dengan bantuan lengan robot. Algoritma untuk robot *solving maze* telah berkembang dari algoritma *wall follower* sampai algoritma *flood fill* dimana memerlukan visi penuh dari labirin. Logika dari algoritma *wall follower* adalah mengamati berada diruangan yang gelap dan menemukan jalan menggunakan dinding selengkap dan melakukan ini (baik dengan left hand rule atau right hand rule), pemecah masalah akhirnya akan membuat jalannya keluar dari labirin (Kumar et al., 2017).

2.2.4 Algoritma Left Hand Rule

Left Hand Rule adalah salah satu algoritma dari *maze solving* dan juga termasuk salah satu algoritma yang sangat terkenal dalam mencari jalan keluar

membuat *library* yang baru lagi. Meskipun *library* IDE Arduino cukup lengkap namun *library*nya masih bisa ditambahkan lagi sesuai kebutuhan pengguna.

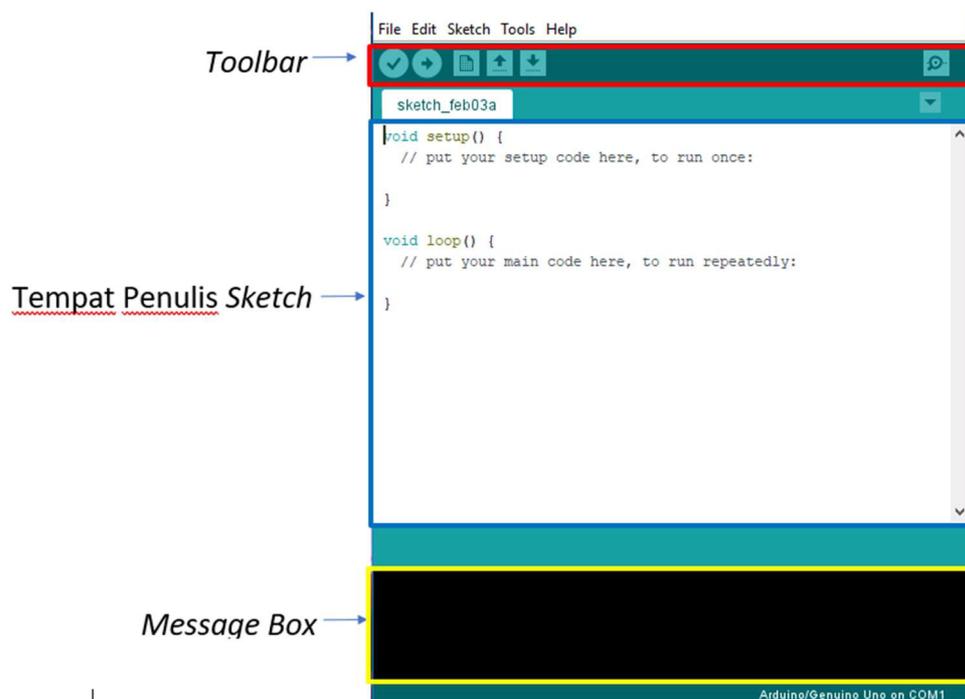
IDE Arduino ini menggunakan Bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai Bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino sudah dipermudah untuk mempermudah para pengguna pemula dalam melakukan pemrograman. Sebelum IC mikrokontroler dijual ke pasaran, Arduino menanamkan sebuah program yang bernama *bootloader* yang manfaatnya sebagai penengah *compiler* dengan mikrokontroler.

IDE Arduino dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. IDE Arduino juga memiliki *library* C/C++ yang sering disebut *wiring* yang membuat para pengguna dalam melakukan proses input dan output menjadi lebih mudah. Sebelumnya IDE Arduino adalah sebuah *software processing* yang kemudian dikembangkan menjadi IDE Arduino ini yang khusus untuk pemrograman arduino.

Program yang ditulis oleh IDE Arduino ini bernama *sketch*. *Sketch* ditulis di dalam sebuah teks editor dan disimpan dengan format file ekstension *.ino*. Teks editor IDE Arduino mempunyai fitur yang bisa memudahkan pengguna dalam melakukan pemrograman seperti *cut and paste* dan *find and replace*.

Di dalam IDE Arduino ini terdapat sebuah *message box* yang dapat memberikan *status* bahwa *sketch* berhasil di *compile* dan *upload* serta jika terdeteksi *error* kepada *sketch* yang kita buat maka akan memberi *error message* dan akan memberi informasi kesalahannya dimana. *Board* yang sedang dikonfigurasi akan di tampilkan di bagian bawah paling kanannya IDE Arduino beserta *COM ports* yang digunakan.

Struktur dasar pemrograman arduino memiliki dua bagian fungsi, yaitu fungsi persiapan (*setup*) dan fungsi utama (*loop*). *Setup()* berperan sebagai persiapan sebelum eksekusi program dan *Loop()* berperan sebagai tempat untuk menulis program utama yang akan dieksekusi. *Setup()* berfungsi untuk mendefinisikan variable-variabel yang digunakan dalam program. Jika program IDE Arduino berjalan maka fungsi ini juga ikut berjalan juga. *Loop()* yang berfungsi sebagai program inti/utama yang dijalankan secara terus menerus baik pembacaan *input* maupun pengaktifan *output*.



Gambar 2. 3 Tampilan IDE Arduino 1.8.5
Sumber: Data Olahan Penulis (2018)

IDE Arduino ini dibuat dengan menggunakan java. IDE Arduino ini dapat di unduh secara gratis di website resminya. Tampilan jendela utam IDE Arduino memiliki tiga bagian utama, yaitu:

1. *Toolbar* pada bagian ini terdapat beberapa menu yaitu *File*, *Edit*, *Sketch*, *Tools*, dan *Help*.
2. Tempat Penulis *Sketch* pada bagian ini adalah tempat penulis kode program. Di arduino *sketch* itu berarti kode program.
3. *Message Box* pada bagian ini adalah sebuah kotak pesan yang memberi pesan pada setiap kita melakukan pengecekan terhadap kode program. Jika kode program kita ada kesalahan maka akan mengeluarkan sebuah *error message*.



Gambar 2. 4 Tampilan *Toolbar* IDE Arduino 1.8.5
 Sumber: Data Olahan Penulis (2018)

Berikut ini penjelasan pada bagian menu – menu yang terdapat di *toolbar* :

1. *Verify*, melakukan pengecekan pada kode *sketch* sebelum melakukan *upload* ke papan arduino.
2. *Upload*, meng-*upload sketch* ke papan arduino.
3. *New*, membuat *sketch* yang baru.
4. *Open*, membuka *sketch* yang pernah kita kerjakan.
5. *Save*, menyimpan kode atau *sketch*
6. *Serial Monitor*, menampilkan data seial yang dikirimkan dari papan arduino.

2.3.2 *Fritzing*

Fritzing adalah perangkat lunak gratis yang untuk melakukan perancangan elektronika dengan baik yang didirikan oleh komunitas *online*. Perangkat ini mendukung di sistem operasi *Linux* maupun *Microsoft Windows*. *Fritzing* dapat digunakan sebagai dokumentasi untuk pemeriksaan desain rangkaian. *Fritzing* banyak digunakan oleh pengembang mikrokontroler Arduino dan Raspberry-pi atau sejenisnya



Gambar 2. 5 Tampilan Awal Program *Fritzing*
 Sumber: Data Olahan Penulis (2018)

Fritzing sangat mudah digunakan karena program ini memakai konsep *drag and drop*. Dengan memilih komponen yang diinginkan pada bagian *parts*, *drag* komponen tersebut pada *main windows* lalu drop. Otomatis *fritzing* akan menggenerasikan tiga buah *layout*, yaitu gambar *breadboard*, Skematik, dan PCB. *Breadboard* digunakan untuk merancang rangkaian peletakan komponen-komponen dengan menggunakan papan *breadboard*. *Breadboard* ini sangat

membantu dalam pemeriksaan rangkaian koneksi dan tampilan *layout*. Skematik digunakan untuk merancang rangkaian dengan simbol-simbol komponen elektronika dalam pengkoneksian. PCB adalah layout yang menampilkan pengkoneksian antara komponen dalam sebuah papan PCB.

Fritzing juga menyediakan fasilitas *export file* menjadi format PDF atau Gerber untuk keperluan produsen PCB dapat melakukan pembuatan PCB secara masal.

2.4 Penelitian Terdahulu

Pada sub-bab ini akan dijelaskan penelitian-penelitian terdahulu yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya yang menjadi dasar acuan untuk melakukan penelitian ini.

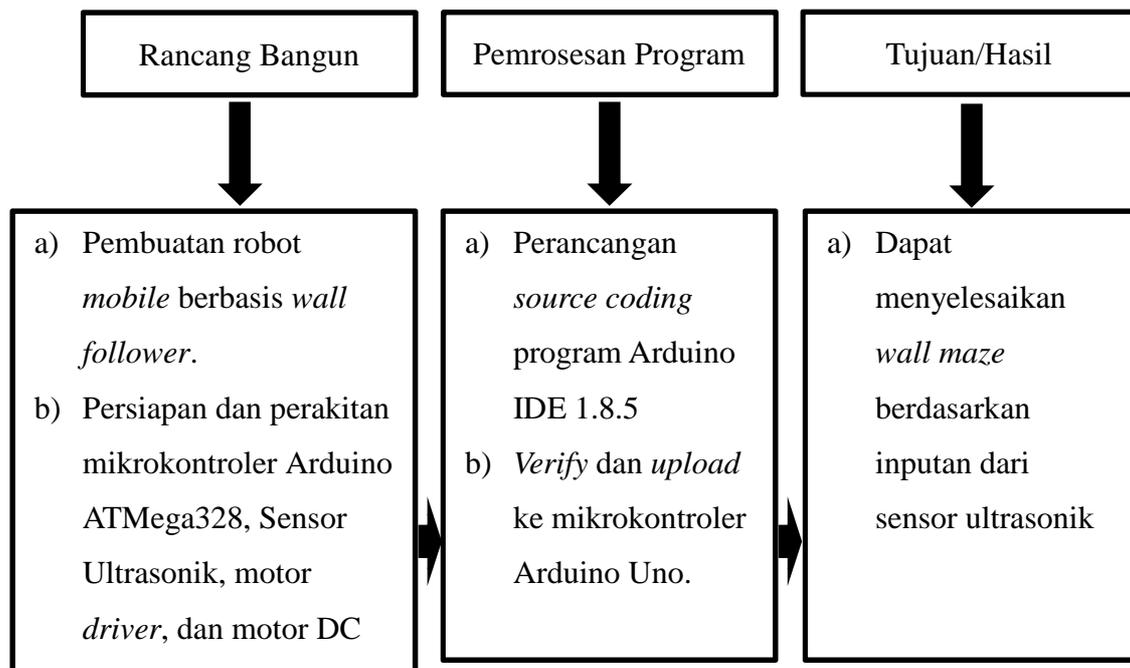
1. Peneliti Islam, Ahmad, & Sathya, (2016), dengan judul “*Shortest Distance Maze Solving Robot*”, eISSN: 2319-1163, pISSN: 2321-7308, Vol: 5. Penelitian ini membuat robot *wall follower* dengan menggunakan algoritma LSRB dan RSLB dan di tes secara langsung.
2. Peneliti Elshamarka & Bakar Sayuti Saman, (2012), dengan judul “*Design and Implementation of a Robot for Maze-Solving using Flood-Fill Algorithm*”, ISSN: 0975-8887, DOI: 10.5120/8885-2882, Vol: 56. Penelitian ini membuat *robot wall follower* dengan menggunakan algoritma *flood-fill*.
3. Peneliti Nski, (2016), dengan judul “*Maze Exploration Algorithm For Small Mobile Platforms*”, DOI: 10.1515/ipc-2016-0013, Vol: 21. Penelitian ini

membuat robot *wall follower* menggunakan algoritma LSRB dan *Tremaux* dan di tes secara langsung.

4. Peneliti Thu & Win, (2016), dengan judul “*Micromouse Maze Solving*”, ISSN: 2278-7798, Vol: 5. Penelitian ini membuat robot *wall follower* dengan menggunakan algoritma RSLB.
5. Peneliti Kumar et al., (2017), dengan judul “*Maze Solving Robot With Automated Obstacle Avoidance*”, ISSN: 1877-0509, DOI: 10.1016/j.procs.2017.01.192, Vol: 105 . Penelitian ini menggunakan algoritma *maze-solving* dan dengan tambahan robot lengan untuk mengangkut objek halangan yang menghalang robot tersebut.
6. Peneliti (Bakar & Saman, 2013), dengan judul “*Solving a Reconfigurable Maze using Hybrid Wall Follower Algorithm*”, ISSN: 0975-8887, Vol: 82. Penelitian ini menggunakan algoritma *Hybrid Wall Follower*.
7. Peneliti Ari, Laksono, & Erlina, dengan judul “Perancangan Robot *Wall Follower* Dengan Metode *Proportional Integral Derivative* (PID) Berbasis Mikrokontroler”. Penelitian ini menggunakan metode *Proportional Integral Derivative* (PID) sebagai pengontrol gerak robot tersebut.

2.5 Kerangka Pikir

Berikut ini adalah kerangka pikir dari penelitian ini:



Gambar 2. 6 Kerangka Berpikir
Sumber: Data Olahan Penulis (2018)