

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur mengenai sistem pendeteksi halangan perlu dilakukan dengan tujuan sebagai perbandingan pada penelitian ini. Penelitian yang dilakukan oleh Susilo Jenli, dkk, 2021 yaitu merancang suatu sensor untuk parkir mobil diambil dari permasalahan tidak adanya petugas parkir dari jam 18.00 sampai 06.00. 3 komponen utama yang digunakan yaitu Ultrasonik HC-SR04, Arduino Uno, dan Arduino MP3 Shield. Jarak (cm) yang didapat dari sensor Ultrasonik digunakan sebagai input lalu digabungkan dengan Arduino Shield MP3, yang mana akan mengeluarkan perintah suara ketika pada jarak tertentu yang sudah ditentukan [5]. Penelitian yang dilakukan oleh Agbeyangi, dkk, 2020 yaitu merancang pengembangan robot penghindar rintangan otonom dengan menggunakan sensor ultrasonik. Dalam penelitian ini sensor ultrasonik berfungsi sebagai mata robot untuk membantu gerak otonomnya. Robot merupakan tipe beroda yang dapat dikontrol menggunakan aplikasi kontrol atau mandiri. Aplikasi kontrol merupakan fitur untuk mengontrol robot secara manual. Arduino sebagai jantung robot untuk mengatur aktivitasnya. Arduino dapat menerima perintah melalui komunikasi *Bluetooth* juga untuk mengaktifkan sensor Ultrasonik untuk mengukur seberapa jauh dekat rintangan dengan robot kemudian untuk mengontrol motor servo bergerak menghindari halangan yang terdeteksi [6]. Terdapat pula penelitian yang dilakukan oleh Kyu Kyu Win dan Arrkar Kyaw, 2018 yaitu merancang teknologi untuk membantu dalam pembersihan sehari-hari. Mesin *cleaner* ini adalah mesin elektro mekanik dengan sensor ultrasonik dan sensor inframerah. Sensor ultrasonik digunakan untuk deteksi rintangan. Sensor inframerah digunakan untuk deteksi permukaan dibawah robot tanpa jatuh. Sistem memiliki bagian vakum dan bagian mengepel. Mikrokontroler ATmega2560 sebagai jantung dari sistem. Driver motor L298N digunakan untuk menggerakkan motor roda gigi dan relay yang digunakan sebagai sakelar untuk motor driver, penyedot debu dan pompa air [7].

Penelitian yang dilakukan oleh Aggrey S, dkk, 2018 yaitu merancang robot yang bergerak secara otonom yang dapat menghindari halangan. Menggunakan 3 arah penempatan sensor ultrasonik yaitu depan, kanan, dan kiri sebagai input, lalu Motor DC kanan dan kiri sebagai output yang akan diatur kecepatannya berdasarkan PWM. Terdapat pula 27 aturan *fuzzy* lalu disimulasikan menggunakan perangkat lunak V-REP dan MATLAB [4].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Aggrey S, dkk, 2018 [4] dapat diketahui perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian pada Tugas Akhir ini. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan terdapat pada tabel 2.1.

*Tabel 2.1 perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan*

<b>Perbedaan</b>	<b>Penelitian Sebelumnya</b>	<b>Penelitian</b>
Penempatan Sensor	Sensor ditempatkan 3 arah yaitu depan, kanan, dan kiri [4]	Sensor ditempatkan 4 arah yaitu depan, belakang, kanan, dan kiri
Aplikasi	Melakukan simulasi pada <i>software</i> V-REP dan Matlab [4]	Pada <i>Autonomous Vehicle</i> dengan mikrokontroler Arduino Mega 2560
Aturan <i>Fuzzy</i>	Terdapat 27 aturan <i>fuzzy</i> [4]	Terdapat 81 aturan <i>fuzzy</i>
<i>Membership function output</i>	Terdiri dari <i>small</i> , <i>medium</i> , dan <i>big</i> [4]	Terdiri dari <i>stop</i> , <i>back</i> , <i>slow</i> , <i>medium</i> , <i>fast</i>

## **2.2    *Autonomous Vehicle***

Sistem penting dalam *Autonomous Vehicle* yaitu sensor. Beberapa sensor yang biasa digunakan pada kendaraan ini yaitu Sensor Ultrasonik, *Global Positioning System* atau GPS, kamera, dan LIDAR. *Autonomous Vehicle* akan menerima data dari sensor yang digunakan, lalu data tersebut akan di proses di komputer, dari komputer tersebut maka akan dihasilkan sebuah keputusan yang diambil. Setelah diputuskan sebuah keputusan maka kendaraan akan diperintahkan melakukan suatu tindakan. Teknologi mobil tanpa pengemudi ini juga dapat membantu dan memudahkan pekerjaan manusia, salah satunya yaitu sebagai alat transportasi barang ke suatu tempat yang dituju. Gambar *Autonomous Vehicle* ditunjukkan dengan gambar 2.1.



*Gambar 2.1 Autonomous Vehicle [8]*

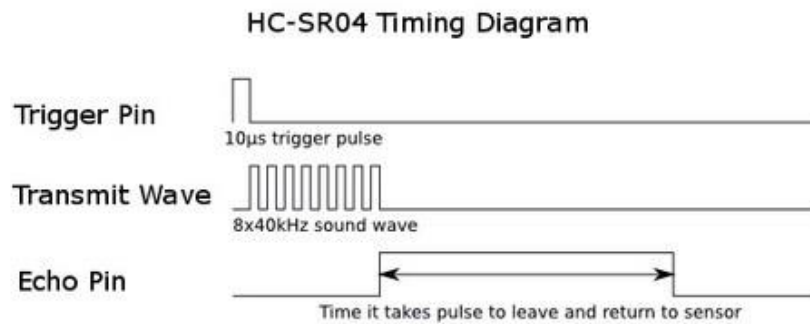
### **2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04**

Sensor Ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor untuk mengubah suatu besaran fisis bunyi menjadi suatu besaran listrik. Sensor Ultrasonik HC-SR04 bekerja dengan menggunakan gelombang pantulan suara yang digunakan untuk mendeteksi jarak antara suatu benda dengan sensor HC-SR04 tersebut [9]. Gambar Sensor Ultrasonik HC-SR04 terdapat pada gambar 2.2.



*Gambar 2.2 Sensor HC-SR04 [10]*

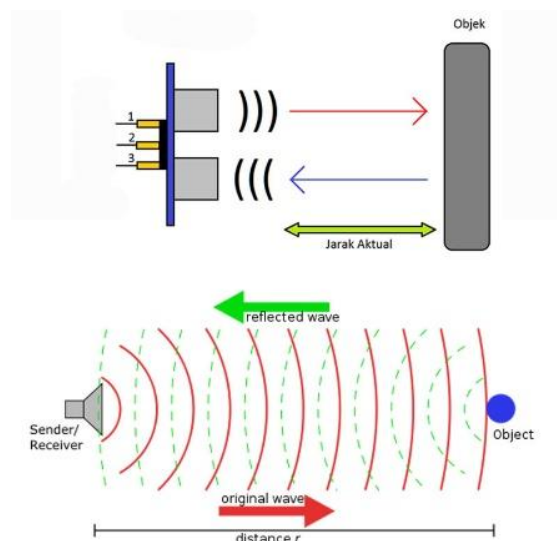
Sensor Ultrasonik HC-SR04 dapat menentukan jarak dengan objek dengan menggunakan sonar. Kelebihan Sensor HC-SR04 yaitu stabil dalam melakukan pembacaan dan menghasilkan akurasi yang cukup baik. Sensor Ultrasonik HC-SR04 dipengaruhi dengan material dari akustik, material berwarna yang gelap atau cahaya matahari itu tidak memengaruhi operasionalnya. Sensor HC-SR04 dapat menjangkau dalam jarak 2 cm sampai dengan 400 cm, jangkauan sudut kurang dari 15 derajat dan resolusi yaitu 0.3 cm [9]. Timing diagram HC-SR04 ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Timing diagram pada HC-SR04 [10]

Bagian dari Sensor Ultrasonik yaitu *piezoelektrik*, *transmitter*, dan *receiver*. Piezoelektrik mengubah energi listrik menjadi mekanik. Efek *Piezoelektrik* mengakibatkan material *piezoelectric ceramic* dapat bergetar dan menghasilkan bunyi ketika diberikan tegangan listrik. *Piezoelectric* dapat membangkitkan gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik tersebut biasanya memiliki frekuensi sekitar 40 kHz.

Cara kerja sensor ini yaitu menembakkan suatu gelombang ultrasonik ke suatu target atau benda yang dituju. Saat gelombang tersebut menabrak benda atau target yang dituju, maka gelombang tersebut akan dipantulkan. Gelombang pantul tersebut diterima oleh *receiver* pada sensor, lalu sensor akan menghitung jarak benda tersebut dengan cara menghitung waktu antara gelombang dipancarkan dengan gelombang pantul yang diterima [10]. Gambar proses *transmitter* dan *receiver* pada sensor HC-SR04 ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Proses transmitter dan receiver pada sensor HC-SR04 [11]

Cara kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk memancarkan dan menangkap gelombang yaitu :

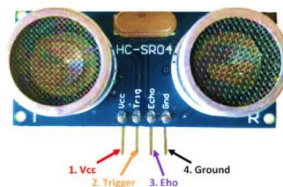
1. *Transmitter* sebagai pemancar akan memancarkan suatu sinyal, yang mempunyai frekuensi lebih dari 20 kHz. Frekuensi umum yang digunakan untuk mendeteksi jarak suatu benda yaitu 40 kHz.
2. Sinyal yang dipancarkan tersebut merambat dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Sinyal akan menabrak suatu benda yang dituju, ketika sudah menabrak benda tersebut maka akan menghasilkan suatu gelombang pantul.
3. Gelombang pantul akan diterima oleh *Receiver*, lalu akan dihitung jarak antara sensor dengan benda atau halangan yang terdeteksi [22].

Jarak benda atau halangan yang terdeteksi dengan menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1 [10].

$$S = \frac{0.034 \times t}{2} \quad (2.1)$$

dimana S adalah jarak dari sensor ultrasonik ke halangan atau benda dalam satuan *centimeter* (cm), dan t adalah selisih waktu antara gelombang yang dipancarkan dan gelombang pantul yang diterima dalam satuan detik (s).

Pin pada sensor HC-SR04 terdapat pada gambar 2.5. Fungsi dari pin sensor HC-SR04 terdapat pada tabel 2.2.



Gambar 2.5 Pin-pin sensor HC-SR04 [11]

Tabel 2.2 Fungsi dari pin sensor HC-SR04 [11]

Pin	Fungsi
Trig/Trigger	Memancarkan gelombang ultrasonik. Saat pin memiliki logika <i>HIGH</i> maka gelombang dipancarkan.
Echo	Menerima gelombang pantulan. Saat pin memiliki logika <i>LOW</i> maka gelombang pantul diterima, dan sebaliknya.
VCC	Menghubungkan sensor dengan 5 volt arduino.
GND	Menghubungkan sensor dengan ground arduino.

## 2.4 Mikrokontroler Arduino

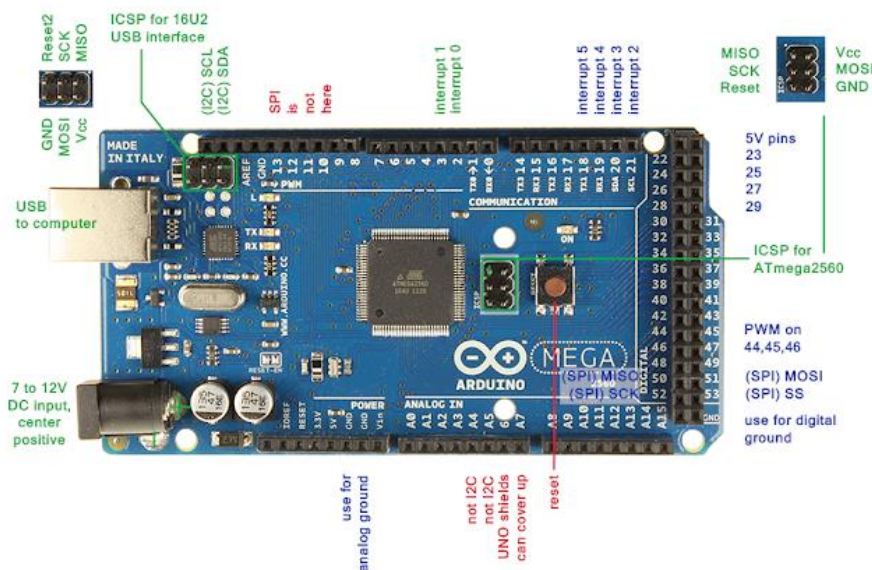
Arduino yaitu mikrokontroler *open-source*. Arduino memiliki bahasa pemrograman yaitu bahasa *processing* Arduino memiliki beberapa komponen yaitu Mikrokontroler, *Programmer*, *Voltage Regulator*, *Serial to USB converter* dan Input-Output [12].

## 2.5 Arduino Mega 2560

Kelebihan Arduino Mega 2560 dibandingkan dengan arduino lainnya adalah pinnya yang banyak, juga memiliki memori yang berkapasitas lebih besar [13]. Dalam Arduino Mega 2560 menggunakan mikrokontroler Atmega 2560. Arduino Mega 2560 terdiri dari 54 pin digital Input Output, 15 pin dapat digunakan untuk output dalam PWM, 16 pin untuk analog Input, dan 4 UART [14]. Gambar dari Arduino Mega 2560 ditunjukkan gambar 2.6. Pin Arduino Mega 2560 ditunjukkan gambar 2.7.



Gambar 2.6 Arduino mega 2560 [13]



Gambar 2.7 Pin Arduino Mega 2560 [14]

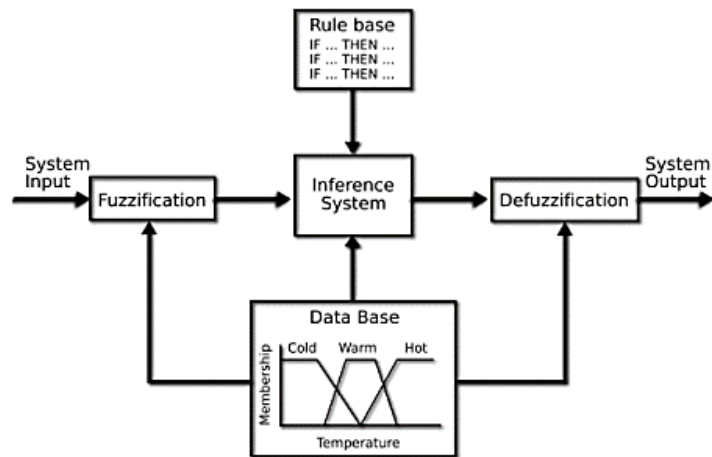
Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan pin dan fungsi khusus [14] ditunjukkan pada tabel 2.3.

*Tabel 2.3 Pin dan fungsi khusus Arduino Mega 2560*

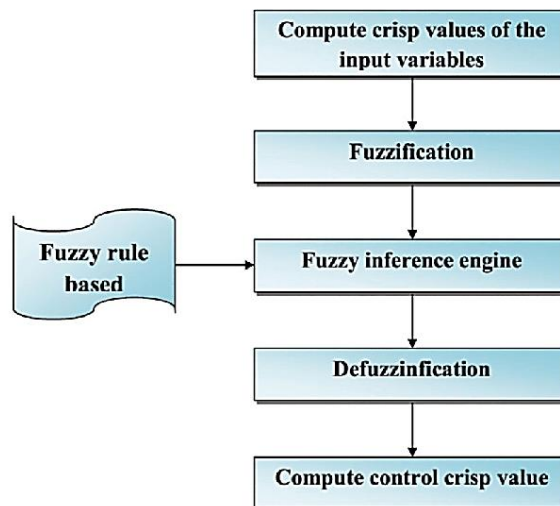
<b>Nama Pin</b>	<b>Letak Pin</b>
Serial	Port Serial : Pin 0 dan Pin 1 Port Serial 1 : Pin 19 dan Pin 18 Port Serial 2 : Pin 17 dan Pin 16 Port Serial 3 : Pin 15 dan Pin 14
External Interrupts	Pin 2 Pin 3 Pin 18 Pin 19 Pin 20 Pin 21
PWM	Pin 2 sampai 13 Pin 44 sampai 46. Output PWM 8 bit
SPI	Pin 50 Pin 51 Pin 52 Pin 53
I2C	Pin 20 dan Pin 21
LED	Pin 13

## **2.6 Fuzzy Logic Controller**

Logika *fuzzy* atau FLC merupakan suatu pengendali sistem dengan menggunakan teori dari himpunan *fuzzy*. FLC terdiri dari tiga tahap yaitu Fuzzifikasi, *Rule Evaluation*, dan Defuzzifikasi. Suatu variabel yang digunakan memiliki nilai tegas lalu akan diubah menjadi suatu nilai *fuzzy* pada proses Fuzzifikasi. Nilai *fuzzy* tersebut akan digunakan sebagai input untuk Mekanisme Inferensi yang akan digunakan dalam mengambil keputusan berdasarkan aturan yang telah dibuat atau aturan logika. Nilai yang dihasilkan dari Mekanisme Inferensi berbentuk *fuzzy* diubah menjadi nilai tegas pada proses Defuzzifikasi [15]. Arsitektur *Fuzzy Logic Controller* terdapat pada gambar 2.8. Diagram alir *Fuzzy Logic Controller* terdapat pada gambar 2.9.



Gambar 2.8 Arsitektur FLC [16]



Gambar 2.9 Diagram alir FLC [17]

Dalam *Fuzzy Logic Controller* (FLC) terdapat beberapa metode untuk menghasilkan hasil logika *fuzzy* sebagai berikut :

- Metode Tsukamoto  
Output yang dihasilkan yaitu himpunan *crisp* yang berdasar pada predikatnya, dan hasil akhir didapatkan dengan menggunakan rata-rata.
- Metode Sugeno  
Output yang dihasilkan yaitu konstanta bukan dalam himpunan *fuzzy*.
- Metode Mamdani  
Output yang dihasilkan berupa bilangan *fuzzy* dan menentukan suatu nilai *crisp* tertentu. Pada implikasi menggunakan *MIN*, dan pada komposisi menggunakan *MAX* [18].



## 2.7 *Pulse Width Modulation (PWM)*

Modulasi mengubah suatu gelombang periodik menjadi sinyal pembawa informasi. Dengan modulasi, biasanya informasi dengan frekuensi rendah dapat dimasukkan ke gelombang yang membawa dengan frekuensi yang tinggi [23].

Modulasi terdiri dari dua modulasi berdasarkan sinyal informasinya yaitu modulasi analog dan modulasi digital. Modulasi analog merupakan sinyal yang memiliki data berupa gelombang terus-menerus atau kontinyu. Terdapat 3 jenis modulasi berdasarkan parameter suatu gelombang sinus [23], yaitu :

- *Amplitude Modulation (AM)*

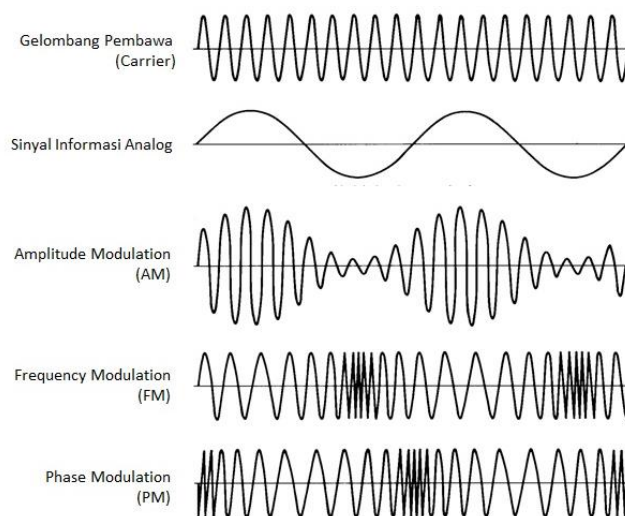
Proses modulasi yang mengubah amplitudo dengan gelombang yang frekuensinya tinggi dengan tidak mengubah frekuensinya. Hasilnya yaitu sinyal pembawa berubah terhadap amplitudo sinyal dan frekuensinya tetap.

- *Frequency Modulation (FM)*

Proses modulasi yang mengubah frekuensi dengan gelombang yang membawa frekuensi tinggi dengan tidak mengubah amplitudonya. Hasilnya yaitu sinyal pembawa berubah terhadap frekuensi gelombang dan amplitudonya tetap.

- *Phase Modulation (PM)*

Proses modulasi dari variasi fasa sinyal pembawanya. Sinyal informasi akan mengubah fasa gelombang pembawanya dan amplitudo gelombang pembawa tetap [23]. Gambar modulasi analog ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Modulasi analog

Modulasi digital menghasilkan gelombang pembawa dalam bit (0 atau 1). Terdapat 3 jenis dasar dari modulasi, yaitu : [23]

- *Amplitudo Shift Keying (ASK)*

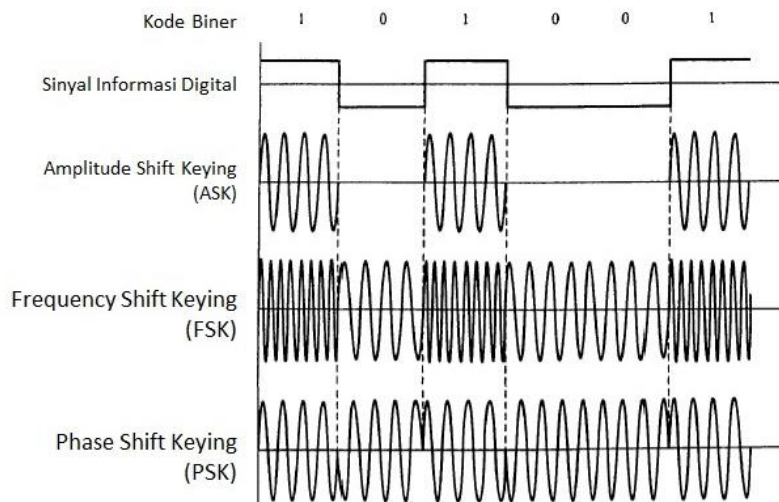
Proses modulasi yang mengubah Amplitudo sinyal informasi digitalnya. Frekuensi dari gelombang pembawa akan bergantung pada ada/tidaknya sinyal digital.

- *Frequency Shift Keying (FSK)*

Proses modulasi yang mengubah frekuensi sinyal informasi digitalnya. Simbol 1 dan 0 ditransmisikan berbeda satu sama lain dalam frekuensi yang berbeda di satu atau dua buah sinyal sinusoidal.

- *Phase Shift Keying (PSK)*

Proses modulasi dengan penggeseran Fasa (*Phase*). Amplitudo dan frekuensi yang dapat digunakan untuk menyatakan sinyal biner “1” dan “0” pada sinyal gelombang pembawa sinusoidal, untuk sinyal “0” fasa gelombang pembawa tersebut digeser  $180^\circ$  [23]. Gambar modulasi digital ditunjukkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Modulasi digital

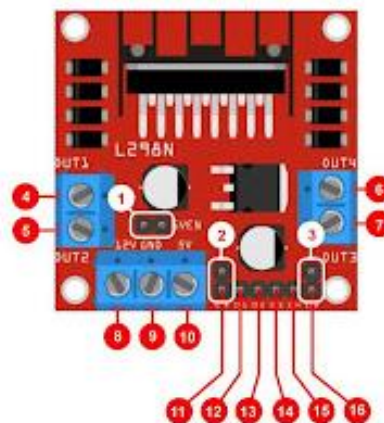
*Pulse Width Modulation* atau Modulasi Lebar Pulsa adalah modulasi yang bekerja dengan mengubah lebar pulsa sedangkan nilai frekuensi dan amplitudo yang tetap [19]. *Pulse Width Modulation* dapat menghasilkan sinyal dalam bentuk analog yang berasal dari mikrokontroler [19]. *Pulse Width Modulation* merupakan metode yang dapat mengendalikan kecepatan pada Motor DC.

*Pulse Width Modulation* bekerja dengan membuat perbandingan antara pulsa *high* dan pulsa *low*. Perbandingan pulsa *high* dan *low* ini dapat mengatur kecepatan dengan menentukan besarnya tegangan pada Motor DC [20]. Driver Motor DC menggunakan modulasi pulsa untuk mengatur lebar pulsa pada sisi positif dan sisi negatif. Jika sisi positif semakin lebar maka kecepatan putar Motor DC semakin tinggi. Jika sisi negatif semakin besar maka kecepatan putar Motor DC akan semakin rendah [24]. Pada Arduino Mega 2560 peristiwa modulasi pulsa atau PWM ini akan digunakan untuk pengaturan kecepatan pada driver Motor DC, sehingga akan dihasilkan output berupa kecepatan Motor DC yang sudah diatur.

## 2.8 Driver Motor

Driver Motor DC dapat mengendalikan arah dalam putaran Motor DC dalam dua arah yaitu dengan menggunakan dua metode, metode PWM dan Metode TTL *High* dan *Low*. Metode PWM pada driver motor dapat mengendalikan kecepatan Motor DC dengan mengatur pulsa PWM yang diberikan pada jalur input A dan B.

Sedangkan metode TTL *High* dan *Low* (1 dan 0) hanya mengendalikan kecepatan Motor DC dengan putaran yang maksimum [21]. Driver motor L298N terdapat pada gambar 2.12. Pin dan fungsi driver motor L298N terdapat pada tabel 2.4.



Gambar 2.12 Driver motor L298N [21]

Tabel 2.4 Pin dan fungsi driver motor L298N [21]

No Pin	Fungsi
1	Enable 5V
2	Enable Motor A.
3	Enable Motor B.
4 dan 5	Out 1 dan Out 2
6 dan 7	Out 3 dan Out 4
8	Sumber tegangan Motor.
9	Ground
10	Sumber tegangan IC
11	Enable motor A.
12, 13, 14, 15	Input Out 1, Input Out 2, Input Out 3, Input Out 4
16	Enable motor B.

## 2.9 Error %

Persen *Error* atau kesalahan adalah perbedaan antara nilai yang diukur dengan nilai sebenarnya dalam bentuk *persentase*. Tujuannya *error %* ini adalah mengukur seberapa dekat antara nilai yang diukur dengan nilai yang sebenarnya. *Error %* adalah selisih nilai eksperimen yang dilakukan dengan nilai perhitungan teori lalu dibagi dengan nilai perhitungan teori dan dikalikan dengan 100 persen [25]. *Error %* dapat dihitung dengan persamaan 2.2.

$$Error \% = \frac{|HP - HS|}{HP} \times 100\% \quad (2.2)$$

dimana HP adalah hasil pengukuran menggunakan sensor ultrasonik dalam satuan *centimeter* (cm) dan HS adalah hasil sebenarnya menggunakan penggaris dalam satuan *centimeter* (cm).