

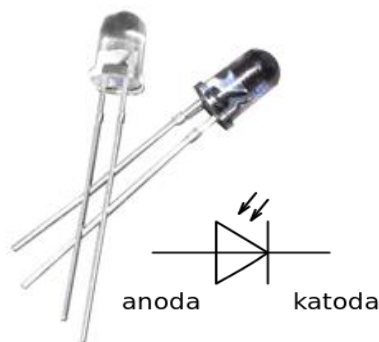
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor Cahaya

Sensor cahaya adalah komponen elektronika yang dapat mendeteksi cahaya, yang mana pada saat terjadi perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor cahaya maka diubah menjadi hambatan listrik. Contoh dari sensor cahaya yaitu sensor infrared, photodioda, LDR, dan phototransistor. Pada robot pengikut objek ini sensor cahaya yang digunakan adalah sensor photodioda.

Prinsip kerja dari sensor cahaya ini ialah merubah resistansinya ketika menerima perubahan intensitas cahaya yang terkena pada photodioda. Pada saat intensitas cahaya kecil (gelap) maka resistansinya akan naik yang mengakibatkan tidak ada arus yang mengalir, begitu sebaliknya ketika intensitas cahaya besar (terang) maka resistansi akan kecil dan arus yang mengalir membesar.

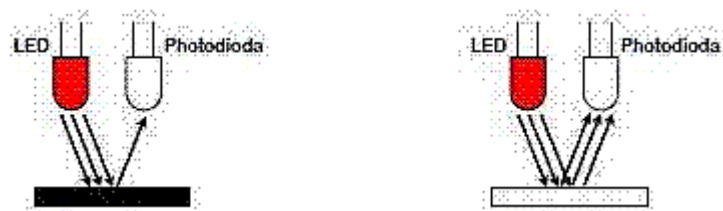
Photodioda adalah jenis dioda yang berfungsi mendeteksi cahaya. Photodioda merupakan sensor cahaya semikonduktor yang dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik yaitu berupa hambatan listrik (ohm). Photodioda merupakan sebuah dioda dengan sambungan pn yang dipengaruhi cahaya dalam kerjanya. Cahaya yang dapat dideteksi oleh photodioda ini mulai dari cahaya infra merah, cahaya lampu, *ultraviolet* sampai dengan sinar-X.



Gambar 2.1 Photodioda

(Sumber: <https://hacktronics.co.in/through-hole-led/ir-receiver-transmitter-pair>)

Pada penggunaan robot pengikut objek ini sensor photodiode ini dirangkai sedemikian rupa agar dapat memantulkan cahaya dari LED mengenai photodiode dengan baik. Gambar 2.2 menunjukkan cara kerja dari LED dan photodiode, dimana cahaya dari LED yang mengenai objek hitam tidak dapat dipantulkan secara baik, berbeda dengan objek yang berwarna putih.



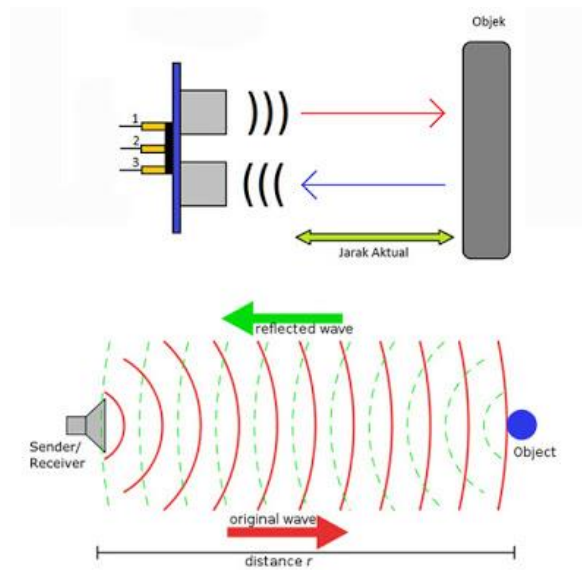
Gambar 2.2 Pantulan cahaya terhadap objek hitam dan putih

(Sumber: www.fabrian.web.id)

2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonic HC-SR04 adalah sensor yang diaplikasikan untuk pengukuran jarak dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik terdiri dari dua buah rangkaian utama, yaitu rangkaian pengirim yang disebut *transmitter* dan rangkaian penerima yang disebut *receiver*.

Prinsip kerja sensor ultrasonik berdasarkan pantulan gelombang suara yang kemudian menangkapnya kembali dengan perbandingan waktu. Perbedaan waktu yang dipancarkan dan yang diterima kembali adalah setelah sinyal tersebut sampai di penerima ultrasonik, kemudian sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak objek yang direfleksikan. Jarak antara waktu pancar dan waktu terima adalah representasi dari jarak objek. Sensor ini bekerja dengan gelombang sekitar 40 KHZ, sehingga tidak dapat didengar oleh telinga manusia dan kemungkinan *noise* sangat kecil sebab frekuensi yang tinggi. Sensor ini cocok untuk aplikasi elektronik yang memerlukan deteksi jarak termasuk untuk sensor pada robot.



Gambar 2.3 Cara Kerja Sensor Ultrasonik

(Sumber: www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html)

Sistem kerja sensor ini menembakkan gelombang ke objek dan menunggu pantulannya maka waktu tempuhnya dua kali, sehingga untuk mengetahui jarak sebenarnya harus dibagi dua, setengah adalah waktu gelombang ditembakkan melalui *transmitter* atau *trigger* dan mengenai objek, setengahnya adalah pantulan gelombang dari objek yang kembali ke *receiver* atau *echo*.

Maka didapat rumus yang digunakan yaitu seperti dibawah ini.

$$s = \frac{v \cdot t}{2} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

s = jarak yang dicari

v = konstanta kecepatan tempuh suara ke objek (344,4 m/s)

t = lama waktu tempuh gelombang



Gambar 2.4 Sensor Ultrasonik HC-SR04

(Sumber: www.digi-bytes.com/sensor-ultrasonic-hcsr04/)

Sensor HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda hingga 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.

Spesifikasi:

- Jangkauan deteksi hingga 4m
- Sudut deteksi terbaik adalah 15 derajat
- Tegangan kerja 5V DC
- Resolusi 1cm
- Frekuensi Ultrasonik 40 kHz
- Dapat dihubungkan langsung ke kaki mikrokontroler

2.3 Mikrokontroler / Arduino UNO

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler pada umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas.

Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif dengan kebutuhan sistem.

Pada laporan akhir ini mikrokontroler yang digunakan sebagai chip kontrol pada robot pengikut objek ialah jenis Arduino UNO. Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. 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.



Gambar 2.5 Arduino UNO

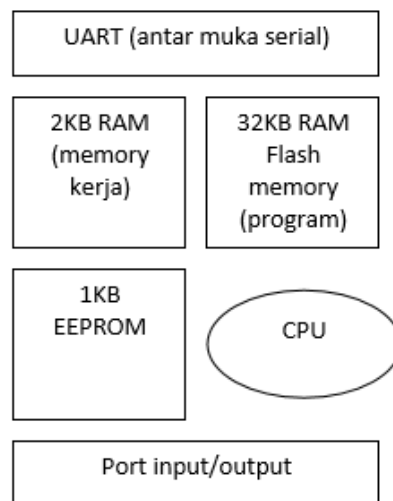
(Sumber: <https://illearning.me/sample-page162/arduino/pengertian-arduino-uno/>)

Spesifikasi:

- *Microcontroller* ATmega328
- Operasi dengan daya 5V Voltage
- Input Tegangan (disarankan) 7-12V
- Input Tegangan (batas) 6-20V
- Digital I / O Pins 14 (dimana 6 memberikan output PWM)

- Analog Input Pin 6
- DC Lancar per I / O Pin 40 mA
- Saat 3.3V Pin 50 mA DC
- *Flash Memory* 32 KB (ATmega328) yang 0,5 KB digunakan oleh bootloader
- SRAM 2 KB (ATmega328)
- EEPROM 1 KB (ATmega328)
- *Clock Speed* 16 MHz

Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah *microcontroller* 8 bit dengan menggunakan ATmega328. Pada gambar 2.5 adalah contoh diagram blok sederhana dari microcontroller ATmega328 yang dipakai pada Arduino Uno.



Gambar 2.6 Blok Diagram Mikrokontroller ATmega328 pada Arduino Uno

(Sumber: <https://laksonobudiprianggodo42.blogspot.co.id/2014/10/diagram-blok-sederhana-dari.html>)

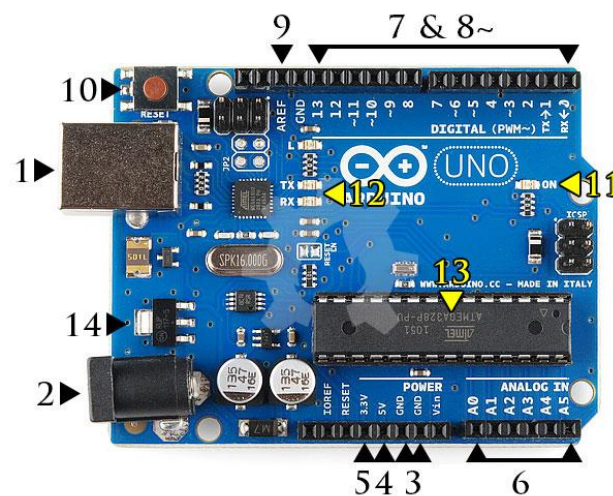
Penjelasan dari blok-blok tersebut adalah *Universal Asynchronous Receiver/ Transmitter (UART)* adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS-485.

2KB RAM pada memory kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variable-variabel di dalam program. 32KB RAM *flash*

memory bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, flash memory juga menyimpan *bootloader*. *Bootloader* adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah *bootloader* selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.

1KB EEPROM bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino. *Central Processing Unit (CPU)*, bagian dari microcontroller untuk menjalankan setiap instruksi dari program. Port input/output, pin-pin untuk menerima data (input) digital atau analog, dan mengeluarkan data (output) digital atau analog.

Pada Arduino UNO memiliki I/O dan pin-pin lainnya, berikut adalah konfigurasi dari pin-pin Arduino UNO.



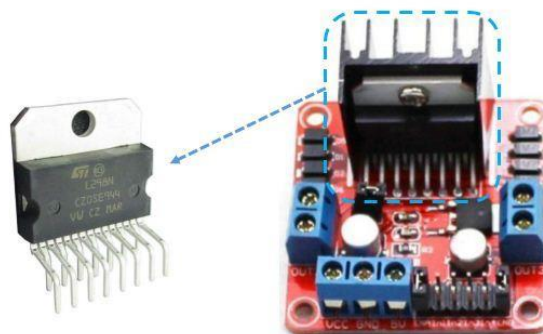
Gambar 2.7 Bagian-bagian Arduino UNO

(Sumber: <https://indoware.com>)

Tabel 2.1 Konfigurasi Pin Arduino UNO

No.	Nama	Deskripsi
1.	USB <i>Female Type-B</i>	Sebagai sumber DC 5V sekaligus untuk jalur pemrograman antara PC dan arduino
2.	<i>Barrel Jack</i>	Sebagai input sumber antara 5-12V
3.	Pin GND	Sebagai sumber pentanahan (<i>Ground</i>)
4.	Pin 5V	Sebagai Sumber tegangan 5V
5.	Pin 3,3V	Sebagai Sumber tegangan 3,3V
6.	A0-A5	Sebagai Analog Input
7.	2-13	Sebagai I/O digital
8.	0-1	Sebagai I/O sekaligus bisa juga sebagai Rx Tx
9.	AREF	Sebagai Analog Referensi untuk fungsi ADC
10.	Tombol RESET	Sebagai perintah Reset Arduino
11.	LED	Sebagai Indikator Daya
12.	LED Rx Tx	Sebagai Indikator Rx Tx saat pengisian program
13.	Mikrokontroler	Sebagai otak arduino dengan menggunakan mikrokontroler AVR Atmega328
14.	Regulator Tegangan	Berfungsi sebagai pembatas atau penurun tegangan yang masuk melalui <i>barrel jack</i> dengan tegangan maksimul input sebesar 20V.

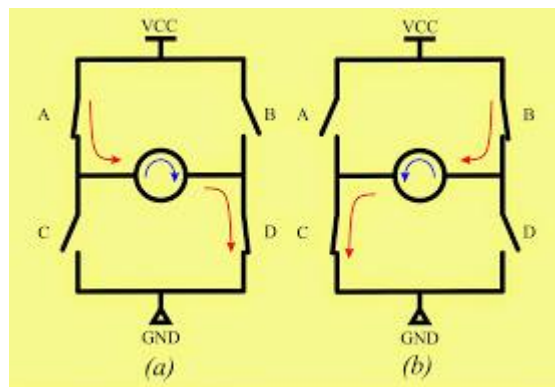
2.4 *Driver Motor L298*



Gambar 2.8 Bentuk fisik IC L298 & Modul Driver Motor L298N

(Sumber: www.ilmuelektro.net/tutorial-arduino-mengakses-driver-motor-l298)

Driver motor digunakan untuk mengoprasikan arah putaran maupun kecepatan putaran dari motor DC. *Driver motor* ini menggunakan IC L298 yang memiliki dua buah rangkaian H-Bridge di dalamnya, sehingga dapat digunakan untuk men-drive dua buah motor DC. Disebut dengan H-Bridge karena memiliki prinsip kerja rangkaian yang terdiri dari 4 saklar menyerupai huruf H. Pengaturan saklar dilakukan untuk mengatur polaritas yang diterima oleh motor DC sehingga arah putar motor dapat berubah. Dapat dilihat pada gambar 2.8 bagaimana prinsip kerja dari arah putaran motor clockwise (CW) pada gambar (a) dan counter clockwise (CCW) pada gambar (b) menggunakan H-Bridge.



Gambar 2.9 Prinsip kerja H-Bridge pada arah putar motor

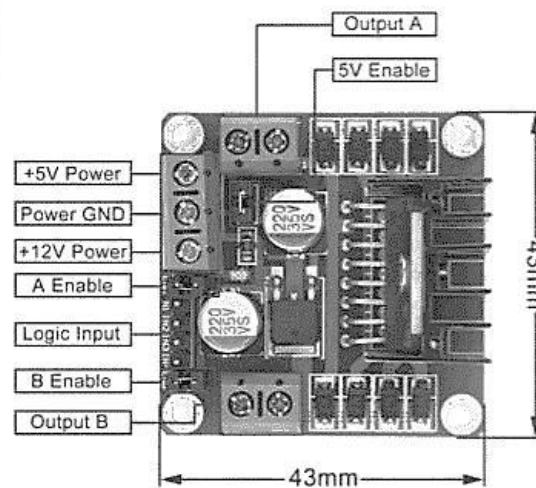
(Sumber: <https://mamentronika.blogspot.com/2015/05/cara-kerja-rangkaian-h-bridge.html>)

Input driver motor berasal dari mikrokontroler utama, untuk MOT 1A dan MOT 1B untuk menggerakkan motor 1, ENB 1 untuk mengatur kecepatan motor 1 menggunakan PWM, selanjutnya untuk MOT 2A dan MOT 2B untuk menggerakkan motor 2, ENB 2 untuk mengatur kecepatan motor 2 menggunakan PWM.

Tabel 2.2 Tabel Kebenaran Untuk 2 Motor

MOT 1A	MOT 1B	ENB 1	MOT 2A	MOT 2B	ENB 2	GERAK
H	L	H	H	L	H	Maju
L	H	H	L	H	H	Mundur
H	L	H	L	L	H	Belok kanan
L	L	H	H	L	H	Belok kiri

Kelebihan akan modul driver motor L298N ini yaitu dalam hal kepresisian dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol. Pada gambar 2.10 adalah konfigurasi pin dari modul driver motor L298N tersebut.

**Gambar 2.10 Konfigurasi pin modul driver motor L298N**

(Sumber: www.ilmuelektro.net/tutorial-arduino-mengakses-driver-motor-l298)

Keterangan :

Output A : digunakan untuk dihubungkan ke motor 1

Output B : digunakan untuk dihubungkan ke motor 2

A Enable : mengaktifkan driver motor A

B Enable : mengaktifkan driver motor B

5v Enable : mengaktifkan tegangan masukan yaitu 5 Vdc, jika tidak di jumper maka akan digunakan tegangan direct dari +12 V power

Logic Input : digunakan untuk kendali PWM yang dihubungkan ke Arduino Uno

Dan berikut ini adalah spesifikasi dari Modul Driver Motor L298N.

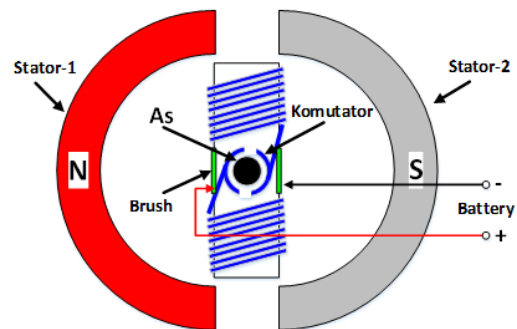
- Menggunakan IC L298N (*Double H bridge Drive Chip*)
- Tegangan minimal untuk masukan power antara 5V-35V
- Tegangan operasional : 5V
- Arus untuk masukan antara 0-36mA
- Arus maksimal untuk keluaran per Output A maupun B yaitu 2A
- Daya maksimal yaitu 25W
- Dimensi modul yaitu 43 x 43 x 26mm
- Berat : 26g

2.5 Motor DC

Motor DC (*Direct Current*) adalah peralatan elektronika dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik. Motor DC dikendalikan dengan menentukan arah dan kecepatan putarnya. Arah putaran motor DC adalah searah dengan arah putaran jarum jam (*Clock Wise/CW*) atau berlawanan arah dengan arah putaran jarum jam (*Counter Clock Wise/CCW*), yang bergantung dari hubungan kutub yang diberikan pada motor DC. Kecepatan putar motor DC diatur dengan besarnya arus yang diberikan.

Salah satu dari jenis motor DC yang digunakan pada robot pengikut objek ini ialah motor DC magnet permanen, penggunaan motor DC jenis ini adalah sumber tegangan dan arus yang kecil. Terapan motor DC tersebut kebanyakan merupakan sistem yang memerlukan pengatur kecepatan yang diatur dengan sebuah pengendali atau *driver motor* yang sesuai dengan karakteristik motor DC tersebut. Sebuah motor DC magnet permanen tersusun atas magnet permanen, kumparan jangkar dan sikat (brush). Medan magnet yang besarnya konstan dihasilkan oleh magnet permanen, sedangkan komutator dan sikat berfungsi untuk menyalurkan arus listrik dari sumber diluar motor ke dalam kumparan jangkar. Letak sikat di sepanjang sumbu netral dari komutator, agar pada proses

perpindahan dari sikat ke komutator tidak terjadi percikan api. Bagian-bagian motor DC dapat dilihat pada gambar 2.11. .



Gambar 2.11 Bagian-bagian Motor DC

(Sumber: www.robotics-university.com/2014/12/motor-dc-magnet-permanent-dcmp.html)

2.5.1 Prinsip Kerja Motor DC

Prinsip kerja motor DC ialah ketika kutub atau sikat rotor diberi tegangan listrik DC, maka akan dihasilkan medan elektromagnet (yaitu sifat magnet yang timbul karena adanya arus listrik yang mengalir pada suatu kumparan listrik) pada kumparan listrik dan ujung inti besi rotor. Untuk tiap-tiap ujung inti besi akan menjadi kutub magnet yang berlainan, yaitu ada ujung inti besi yang menjadi magnet berkutub selatan (S) dan ada ujung inti besi yang menjadi magnet berkutub utara (N). Seketika dengan bangkitnya medan elektromagnet pada kumparan rotor, maka rotor akan berputar. Perputaran rotor ini disebabkan oleh adanya gaya tolak-menolak antara kutub-kutub magnet pada ujung inti besi rotor dengan kutub magnet permanen pada bagian stator yang senama. Ini merupakan sifat-sifat magnet.

Motor DC memiliki 2 buah kutub bermuatan, yaitu kutub bermuatan positif (+) dan kutub bermuatan negatif (-). Untuk mengaktifkan putaran motor DC dengan arah putaran as searah jarum jam (*clockwise*, CW) dapat dilakukan dengan memberi catu tegangan positif (+) pada kutub positif (+) dan catu tegangan negatif (-) pada kutub negatif (-) motor DC. Sebaliknya apabila

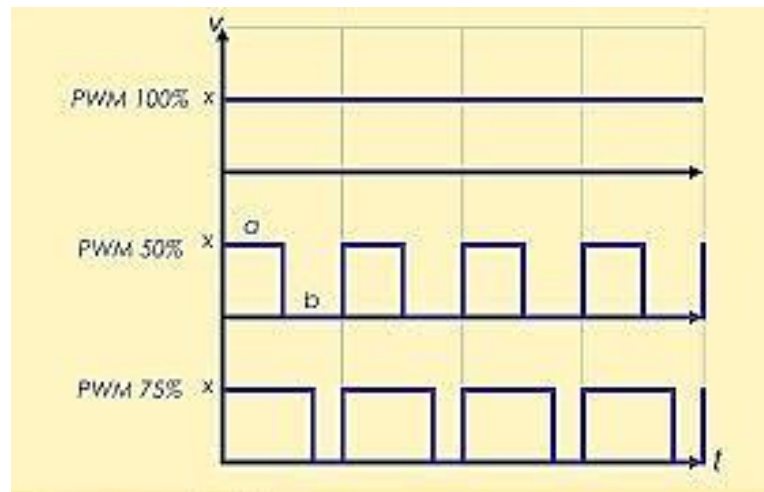
diinginkan putaran as motor DC berputar berlawanan arah jarum jam (*counter-clockwise*, CCW), maka hal tersebut dapat dilakukan dengan memberi catu tegangan negatif (-) pada kutub positif (+) dan catu tegangan positif (+) pada kutub negatif (-) motor DCMP. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari table 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Pengaturan Arah Putaran Motor DC

kutub positif (+)	kutub negatif (-)	arah putaran as
catu tegangan positif (+)	catu tegangan negatif (-)	<i>clockwise</i> , CW
catu tegangan negatif (-)	catu tegangan positif (+)	<i>counter-clockwise</i> , CCW

2.5.2 Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan PWM

Salah satu cara untuk mengatur kecepatan putar motor dc adalah dengan metode modulasi lebar pulsa (*Pulse Width Modulation/PWM*). PWM diacapai dengan bantuan dari sebuah gelombang kotak yang mana siklus kerja dari gelombang dapat diubah-ubah untuk mendapatkan sebuah tegangan keluaran yang bervariasi yang merupakan nilai rata-rata dari gelombang tersebut. Pada gambar 2.12 menunjukkan ilustrasi PWM, 100%, 50%, dan 75%. Sumbu *vertical* menunjukkan besarnya tegangan yang masuk pada motor dan sumbu *horizontal* menunjukkan waktu atau periode nya. x menandakan tegangan maksimum dari inputan motor DC.



Gambar 2.12 Ilustrasi PWM

(Sumber: <https://mamentronika.blogspot.co.id/2015/06/mengatur-kecepatan-motor-dc-dengan-pwm.html>)

Saat ini PWM dapat dihasilkan dari mikrokontroller, arduino, dan sejenisnya. Besar nilai pwm tergantung dari tipe board yang kita gunakan. Untuk Arduino UNO, pwm memiliki alokasi data 8bit, alias memiliki rentang data dari 0-255. Tegangan maksimal (x) yang dihasilkan oleh Arduino adalah 5 volt. Jika motor dc yang kita gunakan memiliki tegangan kerja diatas 5 volt maka harus menggunakan *driver motor*.

Motor dapat berputar disebabkan karena adanya *fluks magnet* yang menimbulkan gaya gerak (hukum faraday). Dimana kecepatan pada putaran motor dirumuskan pada persamaan di bawah ini.

$$N = \frac{V + I_a R_a}{K\phi} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana;

N = Kecepatan Putar

V = Tegangan Input

I_a = Arus Jangkar

R_a = Hambatan Jangkar

K = Konstanta Motor

Dan fluks magnet R dan K bernilai konstan alias tidak bisa dirubah. Merubah nilai I sukar dilakukan, dan yang paling mudah adalah dengan mengatur besar tegangan (V) pada motor DC yang masuk. Mengubah nilai tegangan yang masuk dapat mengubah kecepatan putar pada motor DC. Untuk menentukan tegangan (V) dapat ditentukan dengan persamaan berikut dengan memperhatikan Gambar 2.12.

$$V = [a/(a+b)] V_s \dots\dots\dots(3)$$

a = waktu dimana tegangan keluaran tinggi

b = waktu dimana tegangan keluaran rendah

V_s = Suplai tegangan di driver Motor.