

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Robot

Robot berasal dari kata “*robota*” yang dalam bahasa Ceko (*Czech*) yang berarti budak, pekerja atau kuli. Robot merupakan suatu perangkat mekanik yang mampu menjalankan tugas-tugas fisik, baik di bawah kendali dan pengawasan manusia, ataupun yang dijalankan dengan serangkaian program yang telah didefinisikan terlebih dahulu atau kecerdasan buatan (*artificial intelligence*). Ada banyak definisi yang dikemukakan oleh para ahli mengenai robot. (Kemendibud, 2017)

Penggunaan istilah robot sendiri biasanya digunakan untuk menjelaskan berbagai jenis mesin yang memiliki kemampuan untuk bergerak dan dapat digunakan untuk melakukan pekerjaan fisik. Model gerak yang dapat dilakukan oleh robot dibedakan menjadi *holonomic* dan *non holonomic*. Gerak *holonomic* yaitu posisi badan robot dibuat di atas penyangga tetap (tidak berpindah tempat) diletakkan planar sejajar permukaan bumi, badan robot dan bagian ujung robot tersebut dapat bergerak secara bebas untuk menjangkau daerah kerja robot. Sedangkan yang dimaksud dengan gerak *non holonomic* adalah robot tidak dapat langsung bebas bergerak ke segala arah, tetapi harus melakukan gerakan tertentu agar dapat menuju arah yang dituju.

Robot *All Terrain* merupakan salah satu jenis *mobile robot* yang dirancang untuk dapat digunakan untuk berbagai aplikasi yang terjadi di medan yang tidak datar. Robot ini dapat diaplikasikan pada robot evakuasi, untuk memudahkan proses pencarian korban bencana alam. Dalam perancangan robot ini, akan dibahas sistem pergerakan robot *all terrain* saat melewati berbagai medan, dengan mengatur kecepatan pada motor DC menggunakan pengaturan *duty cycle* sinyal *pulse width modulation* (PWM). Penulis mengaplikasikan sensor ultrasonik sebagai sistem indera, mikrokontroler arduino UNO sebagai controller, dan motor DC sebagai aktuator.

Berdasarkan struktur dan fungsi fisiknya robot diklasifikasikan menjadi *Mobile Robot* dan *Non Mobile Robot (Manipulator Robot)*, yang akan dijelaskan berikut ini.

### **2.1.1. Mobile Robot**

*Mobile robot* merupakan robot yang dapat melakukan gerakan berpindah tempat. Struktur *mobile robot* yang bergerak dan dapat berpindah tempat terdiri dari :

- a. Sistem pengendali pergerakan merupakan gabungan antara algoritma program dan peralatan mekanik yang dibuat yang secara langsung memberi perintah kepada robot untuk bergerak sesuai dengan kondisi masukan dan umpan balik yang diterima.
- b. Sistem sensor yang merupakan bagian yang berfungsi untuk mengenali kondisi lingkungan yang akan menjadi informasi umpan balik pada pengendali robot.
- c. Sistem aktuator yang terhubung ke peralatan mekanik yang menjadi alat gerak robot dan membentuk konstruksi fisik robot.

*Mobile robot* diklasifikasikan menjadi robot beroda dan robot berkaki. Perbedaan keduanya adalah pada sistem pergerakannya, yaitu di bagian mekanik robot yang terhubung langsung dengan aktuator yang terkontrol. Pada robot beroda aktuator langsung terhubung ke mekanik roda dan pada robot berkaki aktuator terhubung ke alat gerak yang bentuk mekaniknya didesain menyerupai kaki. Dalam hal perancangan *mobile robot* jenis robot beroda maka struktur tersebut dan bentuk fisiknya disesuaikan dengan alat gerak *mobile robot* berupa roda. Gerak berpindah tempat yang dapat dilakukan oleh robot beroda adalah termasuk ke dalam jenis gerak *non holonomic*.

Terdapat beberapa model pengemudian robot beroda yaitu :

- a. *Single wheel drive* adalah sistem kemudi roda robot dengan menggunakan dua buah roda bebas pada bagian belakang badan robot dan satu roda yang terhubung dengan motor dc sebagai kontrol kemudi gerak robot yang tepat diposisikan pada bagian depan tengah badan robot.

- b. *Differential drive* adalah sistem kemudi roda robot dengan menggunakan dua buah roda yang masing-masing terhubung dengan motor dc sebagai kontrol kemudi gerak robot dan dua buah roda bebas.
- c. *Ackerman steering* adalah sistem kemudi roda robot dengan menggunakan dua buah roda yang masing-masing terhubung dengan motor dc sebagai kontrol kemudi gerak robot dan dua buah roda yang saling terhubung yang terletak pada bagian belakang badan robot. (Pratiwi. 2016)

### **2.1.2. Non Mobile Robot (Manipulator Robot)**

Pada robot industri, manipulator merupakan sebuah rangkaian benda kaku (*rigid bodies*) terbuka yang terdiri atas sendi (*joint*) dan terhubung dengan lengan (*link*) dimana setiap posisi sendi ditentukan dengan variabel tunggal sehingga jumlah sendi sama dengan nilai derajat kebebasan (*degree of freedom*). Manipulator yang sering dipakai sebagai robot industri pada dasarnya terdiri atas struktur mekanik, penggerak (aktuator), sensor dan sistem kontrol. Dasar (*base*) manipulator sering disebut kerangka dasar (*base frame*) dan ujung dari manipulator biasanya dilengkapi dengan *end effector* yang salah satu jenisnya adalah *gripper*. Untuk lengkapnya, skematik manipulator ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Pada manipulator terdapat sendi (*joint*) yang merupakan tempat sambungan lengan untuk melakukan putaran atau gerakan. Secara umum jenis sendi yang digunakan pada manipulator adalah sendi putar (*revolute joint*). Sendi putar sering digunakan sebagai pinggang (*waist*), bahu (*shoulder*) dan siku (*elbow*), dan pergerakan sendi putar akan menghasilkan satu derajat kebebasan.



**Gambar 2.1** Manipulator robot.

(<https://www.kellertechnology.com/news/keller-technology-corporation-partners-with-top-industrial-robot-manufacturers/>)

Bagian dasar manipulator bisa kaku terpasang pada lantai area kerja ataupun terpasang pada rel. Rel berfungsi sebagai *path* atau alur sehingga memungkinkan robot untuk bergerak dari satu lokasi ke lokasi lainnya dalam satu area kerja. Bagian tambahan merupakan perluasan dari bagian dasar, bisa disebut juga lengan atau *arm*. Bagian ujungnya terpasang pada *end efektor* yang berfungsi untuk mengambil atau mencekam material. Manipulator digerakkan oleh aktuator atau disebut sistem *drive* yang menyebabkan gerakan yang bervariasi dari manipulator. (Djaya Siswaja, Hendy.2008)

## **2.2. Sensor**

Sensor adalah alat untuk mengukur kondisi fisik tertentu untuk kemudian menjadi sinyal yang dapat dibaca oleh sistem pada robot. Terdapat beberapa klasifikasi sensor berdasarkan tipe output yang dihasilkan yaitu sensor biner yang menghasilkan output 1 (on) atau 0 (off) saja, sensor analog yang outputnya adalah berbentuk analog dan sensor yang outputnya menghasilkan pulsa seperti *gyroscope*.

Pada perancangan robot beroda, sebagai parameter untuk menentukan gerakan perpindahan robot selanjutnya adalah deteksi terhadap objek penghalang yang terdapat di sekitar robot. Sehingga sensor yang digunakan adalah jenis

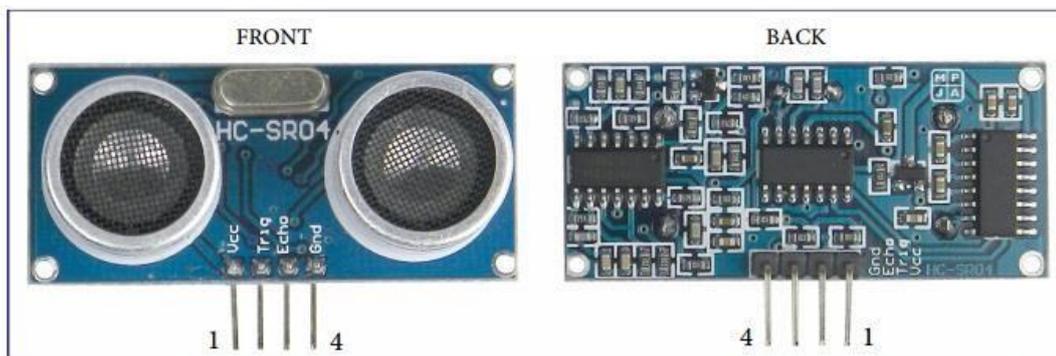
sensor biner, dimana sensor akan memberikan logika tertentu kepada prosesor pengontrol yaitu memberikan logika 1 (satu) dalam kondisi tidak terdeteksi adanya penghalang dan logika 0 (nol) jika dideteksi terdapat objek penghalang.

Pada perancangan alat ini, digunakan sebuah sensor untuk membantu proses deteksi penghalang antara lain adalah sensor ultrasonik HC-SR04. (Oktarima, 2013)

### 2.2.1. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara penghalang dan sensor. Sensor ini mampu mendeteksi jarak tanpa sentuhan langsung dengan akurasi yang tinggi dan pembacaan yang stabil. Sensor ini sudah tersedia modul trasmitter dan receiver gelombang ultrasonic

Sensor ultrasonik HC-SR04 menggunakan sonar untuk menentukan jarak terhadap sebuah objek, seperti yang dilakukan Kelelawar atau Lumba-lumba. Sensor ini memiliki akurasi yang cukup baik dan pembacaan yang cukup stabil. Operasionalnya tidak dipengaruhi oleh cahaya matahari atau material berwarna gelap, namun dipengaruhi oleh material akustik. Sensor ini memiliki spesifikasi jangkauan 2 cm – 400 cm dengan resolusi 0.3 cm, serta jangkauan sudut kurang dari 15 derajat.



**Gambar 2.2.** Sensor Ultrasonik HC-SR04

*(Sumber : Electroschematicsdatasheet,2014)*

### 2.2.1.1. Fungsi Pin-pin HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki empat pin yang memiliki fungsi-fungsi sebagai berikut :

1. **VCC** = *5V Power Supply*. Pin sumber tegangan positif sensor.
2. **Trig** = *Trigger/Penyulut*. Pin ini yang digunakan untuk membangkitkan sinyal ultrasonik.
3. **Echo** = *Receive/Indikator*. Pin ini yang digunakan untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonik.
4. **GND** = *Ground/0V Power Supply*. Pin sumber tegangan negatif sensor.

### 2.2.1.2. Karakteristik HC-SR04

Beberapa Karakteristik dari sensor *Ultrasonik HCSR-04* yaitu :

1. Tegangan sumber operasi tunggal 5.0 V
2. Konsumsi arus 15 mA
3. Frekuensi operasi 40 KHz
4. Minimum pendeteksi jarak 0.02 m (2 cm)
5. Maksimum pendeteksian jarak 4 m
6. Sudut pantul gelombang pengukuran 15 derajat
7. Minimum waktu penyulutan 10 mikrodetik dengan pulsa berlevel TTL
8. Pulsa deteksi berlevel TTL dengan durasi yang bersesuaian dengan jarak deteksi
9. Dimensi 45 x 20 x 15 mm (Electroschematics datasheet. 2014. *Ultrasonic Ranging Module HC - SR04* [www.Electfreaks.com](http://www.Electfreaks.com).)

### 2.2.1.3. Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04

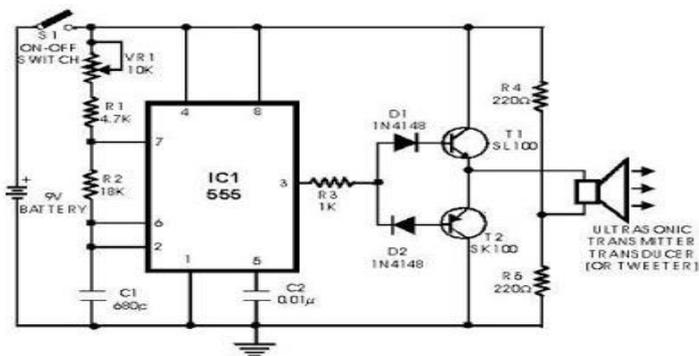
- **Piezoelektrik**

Piezoelektrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Bahan piezoelektrik adalah material yang memproduksi medan listrik ketika dikenai regangan atau tekanan mekanis. Sebaliknya, jika medan listrik diterapkan, maka material tersebut akan mengalami regangan atau tekanan

mekanis. Jika rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen piezoelektrik yang sama, maka dapat digunakan sebagai transmitter dan receiver. Frekuensi yang ditimbulkan tergantung pada osilatornya yang disesuaikan frekuensi kerja dari masing-masing transduser. Karena kelebihanannya inilah maka transduser piezoelektrik lebih sesuai digunakan untuk sensor ultrasonik.

- **Transmitter**

*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 sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator.



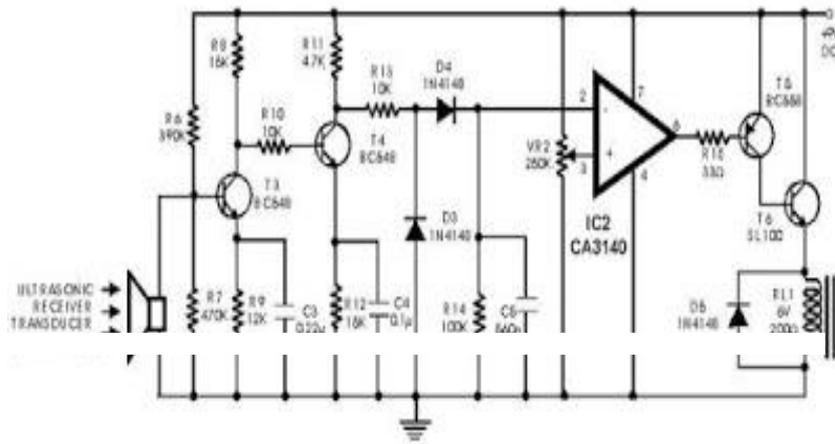
**Gambar 2.3** Skematik Rangkain Dasar *Transmitter* Ultrasonik

(Sumber : Elangsakti, 2015)

- **Receiver**

*Receiver* terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari transmitter yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (*Line of Sight*) dari *transmitter*. Oleh karena bahan piezoelektrik memiliki reaksi yang *reversible*, elemen keramik akan membangkitkan tegangan

listrik pada saat gelombang datang dengan frekuensi yang resonan dan akan menggetarkan bahan piezoelektrik tersebut.



**Gambar 2.4** Skematik Rangkaian Dasar *Receiver* Ultrasonik

(Sumber : Elangasaki, 2015)

#### 2.2.1.4. Cara Kerja Sensor Ultrasonic HC-SR04

Prinsip pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah, ketika pulsa trigger diberikan pada sensor, transmitter akan mulai memancarkan gelombang ultrasonik, pada saat yang sama sensor akan menghasilkan output TTL transisi naik menandakan sensor mulai menghitung waktu pengukuran, setelah receiver menerima pantulan yang dihasilkan oleh suatu objek maka pengukuran waktu akan dihentikan dengan menghasilkan output TTL transisi turun.

Jika waktu pengukuran adalah  $t$  dan kecepatan suara adalah  $340 \text{ m/s}$ , maka jarak antara sensor dengan objek dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan.

$$s = t \times \frac{340 \text{ m/s}}{2} \quad \dots (2),$$

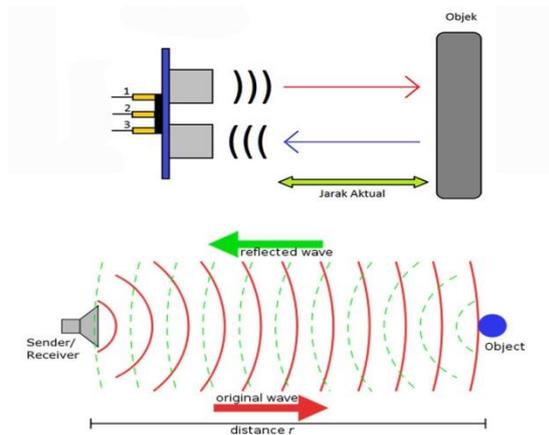
Dimana :

$s$  : Jarak antara sensor dengan objek (m)

$t$  : Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari transmitter ke receiver (s)

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

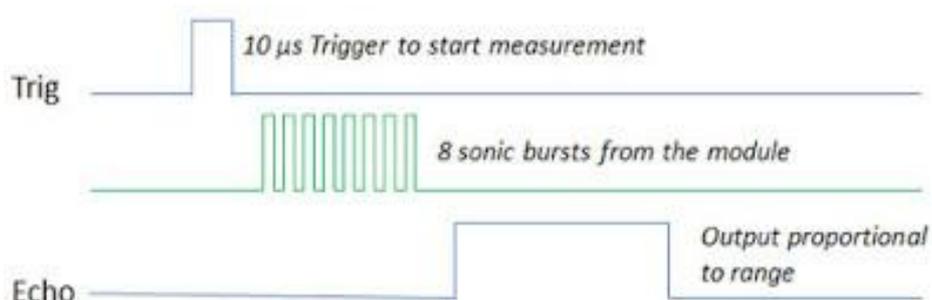
- Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan menggunakan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda, frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
- Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika mendeteksi suatu benda, maka sinyal akan dipantulkan oleh benda tersebut.
- Setelah gelombang pantulan sampai pada alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda.



**Gambar 2.5** Cara Kerja Sensor Ultrasonik dengan Transmitter dan Receiver

(Sumber : Mirrobo, 2016)

#### 2.2.1.5. Diagram Waktu Sensor Ultrasonik

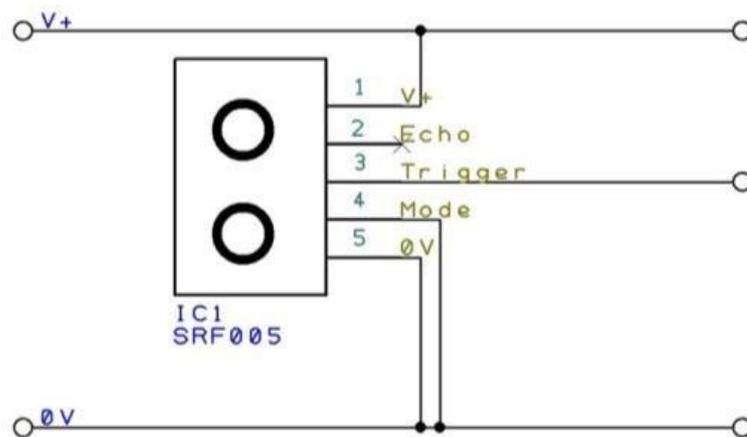


**Gambar 2.6** Diagram Waktu Pengoperasian Sensor Ultrasonik HC-SR04

(Sumber : Mirrobo, 2016)

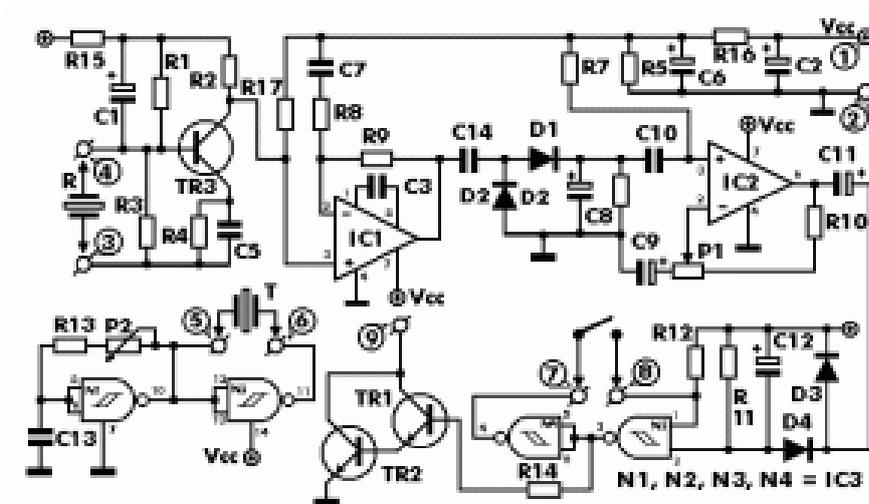
Dimulai dengan memberikan pulsa Low (0) ketika modul mulai dioperasikan, kemudian berikan pulsa High (1) pada trigger selama 10  $\mu$ s sehingga modul mulai memancarkan 8 gelombang kotak dengan frekuensi 40 KHz, tunggu hingga transisi naik terjadi pada output dan mulai perhitungan waktu hingga transisi turun terjadi, setelah itu gunakan Persamaan 2.1 untuk mengukur jarak antara sensor dengan objek.

### 2.2.1.6. Skematik dan Diagram *Circuit* Sensor Ultrasonik HC-SR04



**Gambar 2.7** Skematik Ultrasonik Sensor HC-SR04

( Research Gate: K. Karwati, J. Kustija)



**Gambar 2.8** Diagram *Circuit* Ultrasonik Sensor HC-SR04

(Sumber : electroschematics, 2016)

### **2.3. Mikrokontroller**

Mikrokontroller adalah suatu chip berupa IC (Integrated Circuit) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal input mikrokontroller berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroller dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.

Mikrokontroller pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroller lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokontroller pada umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz. Begitu juga kapasitas RAM dan ROM pada PC yang bisa mencapai orde Gbyte, dibandingkan dengan mikrokontroller yang hanya berkisar pada orde byte/Kbyte.

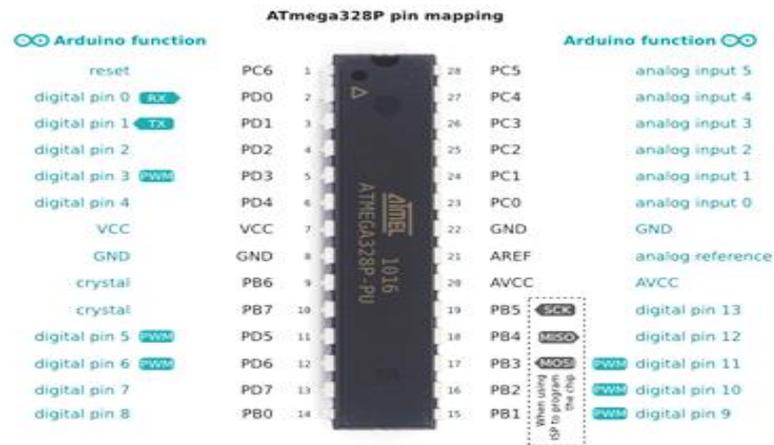
Meskipun kecepatan pengolahan data dan kapasitas memori pada mikrokontroller jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer personal, namun kemampuan mikrokontroller sudah cukup untuk dapat digunakan pada banyak aplikasi terutama karena ukurannya yang kompak. Mikrokontroller sering digunakan pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi.

#### **2.3.1. ATmega 328**

ATMega328 adalah mikrokontroller keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroller ini memiliki beberapa fitur antara lain:

1. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
2. 32 x 8-bit register serba guna.

3. Kecepatan mencapai 16 MPS dengan *clock* 16 MHz.
4. 32 KB *Flash memory* dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2KB dari flash memori sebagai bootloader. Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1 KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanent karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
5. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
6. *Master / Slave SPI Serial interface*.



**Gambar 2.9** Peta Pin Mikrokontroler Atmega328

(Sumber : Menara Ilmu Mikrokontroler Universitas Gajah Mada, 2018)

Mikrokontroler ATmega328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*. Instruksi-instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi- instruksi dapat dieksekusi dalam satu siklus *clock*.

Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain register serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped* I/O selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai

register control Timer / Counter, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register-register ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0xFh. (Hendri, 2013)

### 2.3.2. Arduino UNO

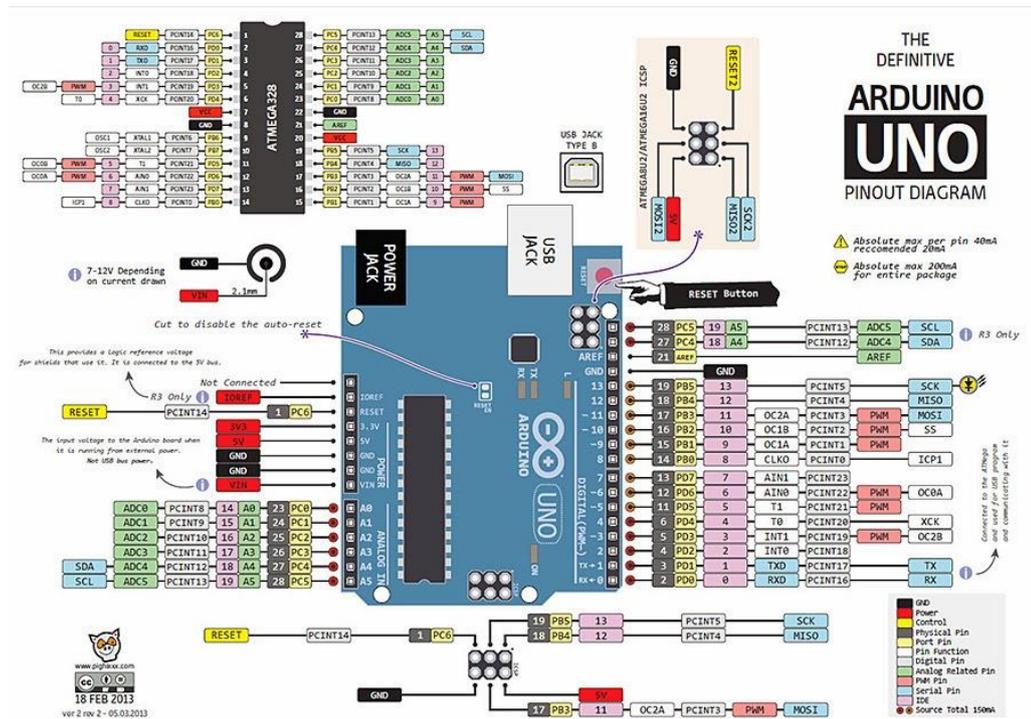
Arduino UNO adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler 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 2.10** Arduino Uno

( Sumber : Evans Brian, 2018)

Arduiono UNO berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial.



**Gambar 2.11** Arduino UNO

(Sumber : [https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-Arduino-UNO-input-output-pins-and-Atmega328-pins-correspondence-Arduino\\_fig3\\_313923176](https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-Arduino-UNO-input-output-pins-and-Atmega328-pins-correspondence-Arduino_fig3_313923176))

**Tabel 2.1** Ringkasan Spesifikasi

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7-12V
Batas tegangan input	6-20V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 di antaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 Ma
Arus DC untuk pin 3.3V	50 Ma
Memori Flash	32 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)

EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 Hz

(Sumber : [https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-Arduino-UNO-input-output-pins-and-Atmega328-pins-correspondence-Arduino\\_fig3\\_313923176](https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-Arduino-UNO-input-output-pins-and-Atmega328-pins-correspondence-Arduino_fig3_313923176))

### 2.3.3. Konfigurasi Pin Arduino UNO

**Tabel 2.2 Konfigurasi Pin Arduino UNO**

a.	Vin	Pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke arduino uno ketika menggunakan sumber daya eksternal (selain dari koneksi USB atau sumber daya yang teregulasi lainnya). Sumber tegangan juga dapat disediakan melalui pin ini jika sumber daya yang digunakan untuk arduino uno dialirkan melalui soket power.
b.	5V	Pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
c.	3V3	Pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
d.	GND	Pin ground.
e.	Komunikasi Serial	Pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data secara serial.
f.	External Interrupt	Pin 2 dan pin 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.

g.	Pulse-width modulation (PWM)	Pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11. Menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi <code>analogWrite()</code> .
h.	Serial Peripheral Interface (SPI)	Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library.
i.	LED	Pin 13. Terdapat built-in LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai High maka LED menyala, ketika pin bernilai Low maka LED akan padam.
j.	TWI	A4 atau SDA pin dan A5 atau SCL pin. Mendukung komunikasi TWI.
k.	Aref.	Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan <code>analogReference()</code> .
l.	Reset	Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi board utama Arduino.

(Sumber : components101, 2018)

#### 2.3.4. Daya (Power)

Arduino UNO dapat diaktifkan melalui koneksi *USB (Universal Serial Bus)* atau melalui *power supply* eksternal. Jika arduino UNO dihubungkan ke kedua sumber daya tersebut secara bersamaan maka arduino UNO akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. *Power supply* eksternal (yang bukan melalui *USB*) dapat berasal dari adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan ke soket power pada arduino UNO. Jika menggunakan baterai,

ujung kabel yang dibubungkan ke baterai dimasukkan kedalam pin *GND* dan *Vin* yang berada pada konektor power.

Arduino UNO dapat beroperasi pada tegangan 6 volt sampai 20 volt. Jika arduino UNO diberi tegangan di bawah 7 volt, maka pin 5V pada board arduino akan menyediakan tegangan di bawah 5 volt dan mengakibatkan arduino UNO mungkin bekerja tidak stabil. Jika diberikan tegangan melebihi 12 volt, penstabil tegangan kemungkinan akan menjadi terlalu panas dan merusak arduino UNO. Tegangan rekomendasi yang diberikan ke arduino UNO berkisar antara 7-12 volt.

Pin-pin dayanya adalah sebagai berikut:

1. Vin adalah pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke arduino UNO ketika menggunakan sumber daya eksternal (selain dari koneksi *USB* atau sumber daya yang teregulasi lainnya). Sumber tegangan juga dapat disediakan melalui pin ini jika sumber daya yang digunakan untuk arduino UNO dialirkan melalui soket power.
2. 5V adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino UNO.
3. 3V3 adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino UNO.
4. GND adalah pin ground. (Syahwil, 2013 :65)

### **2.3.5. Memori**

Processor ATmega328 memiliki memori sebesar 32 KB yang mana sebesar 0,5 KB digunakan untuk menyimpan file bootloader. ATmega328 juga memiliki 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM). (<https://henduino.github.io>)

### **2.3.6. Input dan Output**

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat 40 mA dan memiliki 10 resistor *pull-up internal* (diputus secara *default*) sebesar 20-30 KOhm. Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan digunakan sebagai

masukan atau keluaran menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()* dan *digitalRead()*. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar khusus yaitu:

1. Komunikasi serial: pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data secara serial.
2. *External Interrupt*: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
3. *Pulse-width modulation* (PWM): pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi *analogWrite()*.
4. *Serial Peripheral Interface* (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan *SPI library*.  
*LED*: pin 13, terdapat built-in *LED* yang terhubung ke pin digital B. Ketika pin bernilai *High* maka *LED* menyala, sebaliknya ketika pin bernilai *Low* maka *LED* akan padam.

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara *default* pin mengukur nilai tegangan dari *ground* (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin *AREF* dan fungsi *analogReference()*. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter Integrated Circuit* (I2C) dengan menggunakan *Wire library*.

1. *TWI*: A4 atau SDA pin dan A5 atau SCL pin. Mendukung komunikasi TWI.
2. *Aref*: Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan *analogReference()*.
3. *Reset* (Duta, 2015 :8)

### 2.3.7. Komunikasi

Arduino uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Firmware Arduino menggunakan *USB driver* standar *COM*, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Namun pada sistem operasi Windows, format file Inf diperlukan.

Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board Arduino. *RX* dan *TX LED diboard* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip USB-to-serial* dan koneksi *USB* ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi *inteface* pada sistem. (Duta, 2015 : 13)



**Gambar 2.12** Kabel USB Arduino Uno

(<https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>, 2016)

### 2.3.8. Programming

*UNO Arduino* dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pilih Arduino UNO dari *Tool* lalu sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan.

Para ATmega328 pada *UNO Arduino* memiliki bootloader yang memungkinkan Anda untuk meng-upload program baru untuk itu tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. Ini berkomunikasi menggunakan protokol dari bahasa C. Sistem dapat menggunakan perangkat lunak FLIP Atmel

(Windows) atau programmer DFU (Mac OS X dan Linux) untuk memuat *firmware* baru. Atau Anda dapat menggunakan header ISP dengan programmer eksternal.

### **2.3.9. Reset Otomatis**

Daripada menekan tombol reset sebelum upload, Arduino UNO didesain dengan cara yang memungkinkan Anda untuk me-reset melalui perangkat lunak yang berjalan pada komputer yang terhubung. Salah satu jalur kontrol hardware (DTR) mengalir dari ATmega8U2/16U2 dan terhubung ke jalur reset dari ATmega328 melalui kapasitor 100 nanofarad. Bila jalur ini di-set rendah/low, jalur reset drop cukup lama untuk me-reset chip. Perangkat lunak Arduino menggunakan kemampuan ini untuk memungkinkan Anda meng-upload kode dengan hanya menekan tombol upload pada perangkat lunak Arduino. Ini berarti bahwa bootloader memiliki rentang waktu yang lebih pendek, seperti menurunkan DTR dapat terkoordinasi (berjalan beriringan) dengan dimulainya upload.

Pengaturan ini juga memiliki implikasi lain. Ketika Arduino UNO terhubung dengan komputer yang menggunakan sistem operasi Mac OS X atau Linux, papan Arduino akan di-reset setiap kali dihubungkan dengan software komputer (melalui USB). Dan setengah detik kemudian atau lebih, bootloader berjalan pada papan Arduino UNO. Proses reset melalui program ini digunakan untuk mengabaikan data yang cacat (yaitu apapun selain meng-upload kode baru), ia akan memotong dan membuang beberapa byte pertama dari data yang dikirim ke papan setelah sambungan dibuka. Jika sebuah sketsa dijalankan pada papan untuk menerima satu kali konfigurasi atau menerima data lain ketika pertama kali dijalankan, pastikan bahwa perangkat lunak diberikan waktu untuk berkomunikasi dengan menunggu satu detik setelah terkoneksi dan sebelum mengirim data.

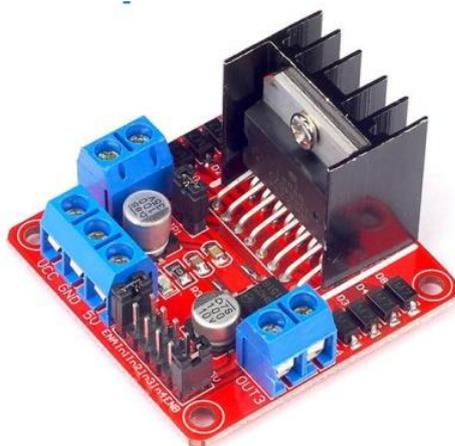
Arduino UNO memiliki trek jalur yang dapat dipotong untuk menonaktifkan fungsi auto-reset. Pad di kedua sisi jalur dapat dihubungkan dengan disolder untuk mengaktifkan kembali fungsi auto-reset. Pad berlabel "RESET-EN". Anda juga dapat menonaktifkan auto-reset dengan menghubungkan resistor 110 ohm dari 5V ke jalur reset.

### 2.3.10. Karakteristik Fisik

Panjang dan lebar maksimum PCB Arduino UNO adalah 2.7 x 2.1 inch (6,8 x 5,3 cm), dengan konektor USB dan jack power menonjol melampaui batas dimensi. Empat lubang sekrup memungkinkan papan terpasang pada suatu permukaan atau wadah. Perhatikan bahwa jarak antara pin digital 7 dan 8 adalah 160 mil (0.16”), tidak seperti pin lainnya dengan kelipatan genap berjarak 100 mil. (Kadir, Abdul. 2015.)

### 2.4. Driver Motor IC L298N

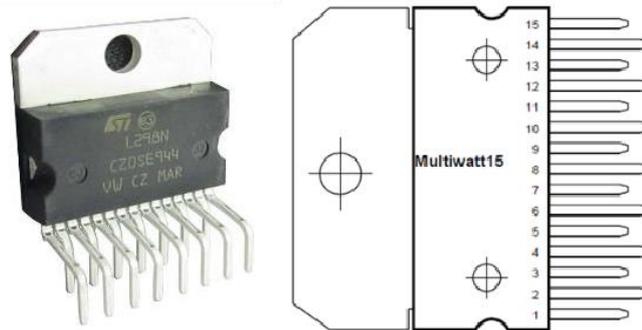
Driver motor adalah rangkaian yang digunakan untuk mengatur arah putaran dari motor DC. Rangkaian terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor DC. Tetapi dipasaran telah disediakan IC L298N sebagai driver motor DC yang dapat mengatur arah putar dan disediakan pin untuk input yang berasal dari PWM untuk mengatur kecepatan motor DC. Motor DC tidak dapat dikendalikan secara langsung oleh mikrokontroler, karena kebutuhan arus listrik yang besar pada motor DC sedangkan arus keluaran pada mikro sangat kecil. Driver motor merupakan pilihan alternatif yang harus digunakan untuk mengendalikan motor DC pada robot beroda. (<http://kedairobot.com/components/35-l298-motor-driver.html>).



**Gambar 2.13** Modul *Driver* L298N

(Sumber : Nyebarilmu, 2017)

L298N adalah *driver* motor yang memiliki dua buah rangkaian H-Bridge didalamnya, sehingga dapat digunakan untuk men-*drive* dua buah motor DC. H-Bridge driver motor DC L298N masing-masing dapat menghantarkan arus hingga 2A. IC L298N memiliki 15 kaki yang memiliki fungsi tersendiri. Konfigurasi kaki-kaki IC L298N dapat kita lihat pada gambar 2.4 berikut ini, sedangkan keterangan fungsi untuk setiap kakinya dapat dilihat pada tabel 2.3.



**Gambar 2.14** IC Driver motor L298N

(<http://www.robotics-university.com/2015/01/driver-motor-dcmp-menggunakan-ic-l298.html>, 2017)

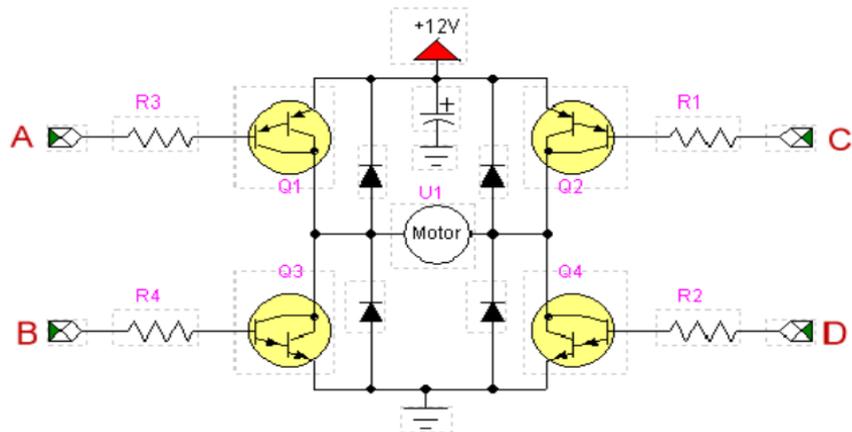
**Tabel 2.3** Keterangan pin IC L298

Pin	Nama pin	Pin	Nama pin
1	Current Sensing A	9	Vss (tegangan supply IC)
2	Output 1	10	Input 3
3	Output 2	11	Enable B
4	Vs (tegangan supply motor)	12	Input 4
5	Input 1	13	Output 3
6	Enable A	14	Output 4
7	Input 2	15	Current Sensing B
8	Ground		

(<http://www.robotics-university.com/2015/01/driver-motor-dcmp-menggunakan-ic-l298.html>, 2017)

### 2.4.1. Cara Kerja *Driver Motor L298N*

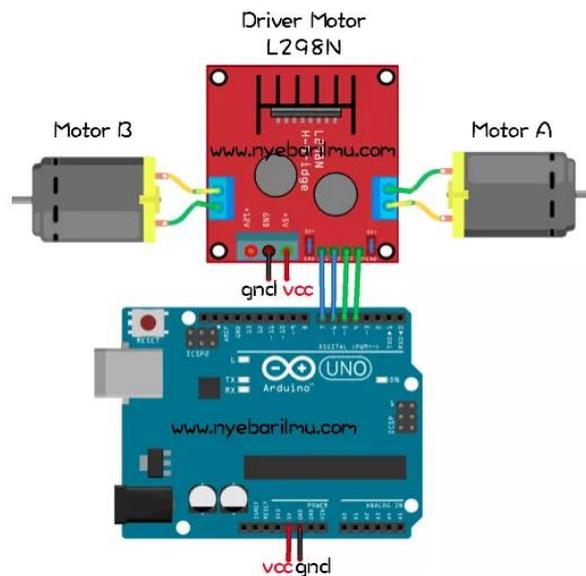
Prinsip kerja motor *driver* ini sesuai dengan bentuk rangkaian transistornya yang berupa *H-bridge*.



**Gambar 2.15** H-Bridge Transistor

(Sumber : Repository UMY, 2017)

Motor *driver* ini bekerja untuk menggerakkan maksimal 2 motor DC terpisah atau bisa digunakan untuk 1 motor stepper bipolar 2 fasa, menggunakan masukan logic-level dari Arduino atau jenis kit mikrokontroler yang lain.



**Gambar 2.16** Pengaplikasian Motor *Driver L298N* pada Arduino

(Sumber : Nyebarilmu, 2017)

## 2.4.2. Konfigurasi Pin Motor *Driver* L298N

**Tabel 2.4** Konfigurasi Pin Motor *Driver* L298N

5 V	Sumber suplai tegangan 5V ke modul
GND	Penghubung ground
Out 1, Out 2	Mengatur motor DC A
Out 3, Out 4	Mengatur motor DC B
En A	Mengaktifkan PWM untuk motor DC A
En B	Mengaktifkan PWM untuk motor DC B
In1, In2	Mengatur masukan ke motor DC A
In3, In4	Mengatur masukan ke motor DC B

(Sumber : Nyebarilmu, 2017)

## 2.5. Motor DC (Direct Current)

Arus Searah Motor DC/ arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalan torsi yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas. Gambar 2.3 memperlihatkan sebuah motor DC yang memiliki tiga komponen utama:



**Gambar 2.17** Motor DC

(Sumber : <http://zoniaelektro.net/motor-dc/>)

- Kutub medan

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara

kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

- Dinamo

Bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

- Kommutator

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. Kommutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

Keuntungan utama motor DC adalah kecepatannya mudah dikendalikan dan tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor DC ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

- Tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan.
- Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

Motor DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang, seperti peralatan mesin dan rolling mills, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Motor DC juga relatif mahal dibanding motor AC.  
(<http://zoniaelektro.net/motor-dc/>)

### 2.5.1. Spesifikasi Motor DC

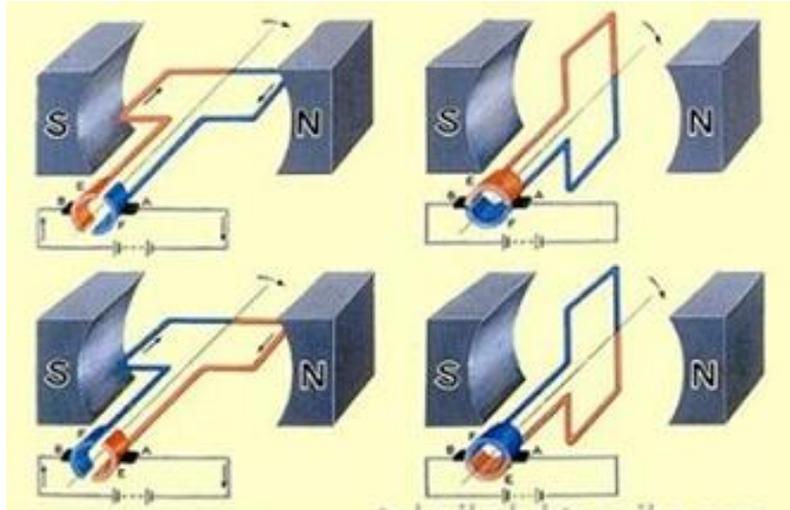
**Tabel 2.5** Spesifikasi Motor DC

Tegangan	DC 12V
Arus	50 mA
Kecepatan	108 rpm
Torsi	8.4 kg.cm
Rasio Gear	1 : 78
Dimensi Body	Panjang 6 cm x Diameter 2.44 cm
Dimensi Shaft	Panjang 11.5 mm x Diameter 4 mm
Berat	100 gr

### 2.5.2. Cara Kerja Motor DC

Pada prinsipnya motor listrik DC menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang ber kutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap ke utara magnet . saat ini, karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet ataupun kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet maka akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan pergerakan kumparan berhenti.

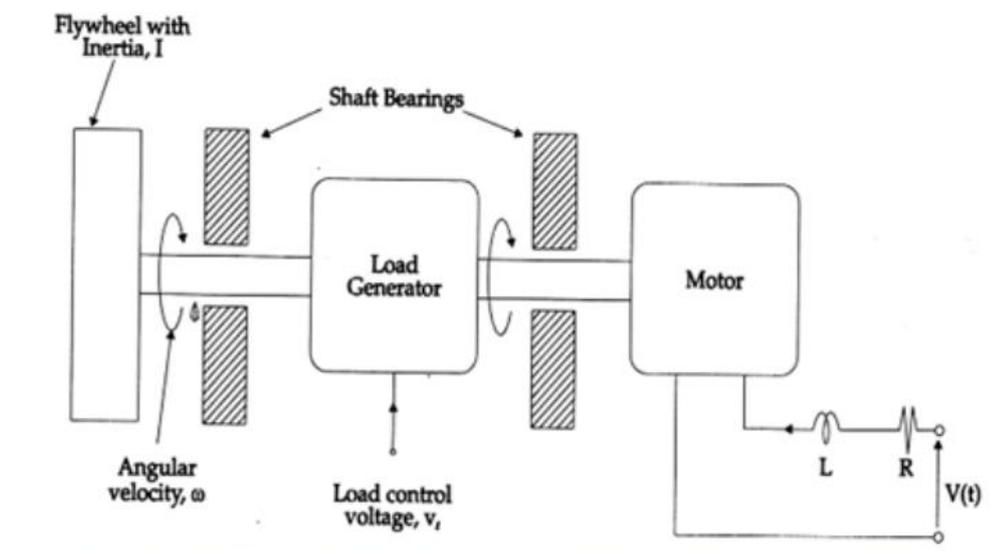
Untuk menggerakannya lagi, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah pada arus kumparan dibalik . dengan demikian, kutub utara kumparan akan berubah menjadi kutub selatan dan kutub selatan akan berubah menjadi kutub utara. Pada saat perubahan kutub terjadi. Kutub selatan kumparan akan berubah menjadi kutub selatan magnet dan kutub utara kumparan akan berhadapan dengan kutub utara magnet. Karena kutubnya sama, maka akan terjadi tolak menolak sehingga kumparan bergerak memutar hingga utara kumparan berhadapan dengan selatan magnet dan selatan kumpara berhadapan dengan utara magnet. Pada saat ini, arus yang mengalir ke kumparan dibalik lagi dan kumparan akan berputar lagi karena adanya perubahan kutub. Siklus ini akan berulang-ulang hingga arus listrik pada kumparan diputuskan.



**Gambar 2.18** Kutub Magnet pada Motor DC

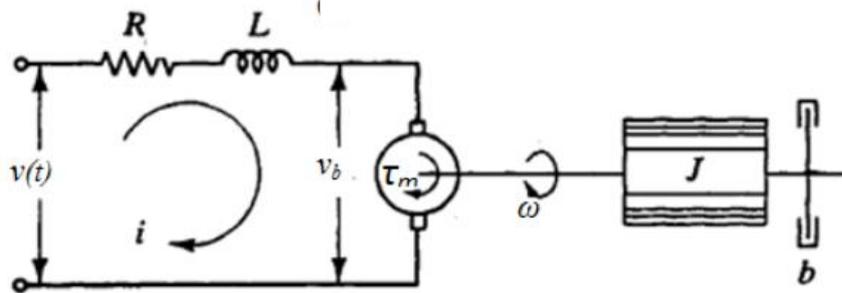
(Sumber : Electric City of Dream, 2017)

### 2.5.3. Skematik Motor DC



**Gambar 2.19** Skematik Motor DC

(Sumber : Electric City of Dream, 2017)



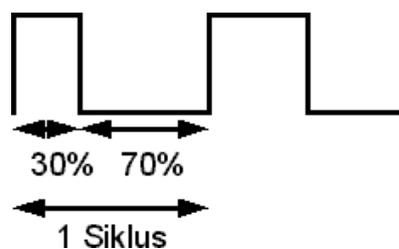
**Gambar 2.20** Skematik Motor DC yang Disederhanakan

(Research Gate : Surajudeen Adewusi)

## 2.6. Pulse Width Modulation (PWM)

Salah satu cara yang paling mudah untuk membangkitkan sebuah tegangan analog dari sebuah nilai digital adalah dengan menggunakan pulse-width modulation (PWM). Dalam PWM gelombang kotak, frekuensi tinggi dibangkitkan sebagai output digital. Untuk contoh, sebuah port bit secara kontinu melakukan kegiatan saklar *on* dan *off* pada frekuensi yang relatif tinggi. Selanjutnya, bila sinyal diumpungkan pada LPF (*low pass filter*), tegangan pada output filter akan sama dengan RMS (*Root Mean Square*) dari sinyal gelombang kotak. Selanjutnya tegangan RMS dapat divariasikan dengan mengubah *duty cycle* dari sinyal. (Hidayat, Qori : 2014)

*Duty Cycle* menyatakan fraksi waktu sinyal pada keadaan logika high dalam satu siklus. Satu siklus diawali oleh transisi *low to high* dari sinyal dan berakhir pada transisi berikutnya. Selama satu siklus, jika waktu sinyal pada keadaan *high* sama dengan *low* maka dikatakan sinyal mempunyai *Duty Cycle* 50%. *Duty Cycle* 20% menyatakan sinyal berada pada logika 1 selama 1/5 dari waktu total.



**Gambar 2.21** *Duty Cycle* 30%

(Sumber :Hidayat, Qori : 2014)