

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Penelitian Terdahulu**

#### **2.1.1 Penelitian”Arm Robot Pemindah Barang (AtwoR) menggunakan motor Servo MG995 Sebagai Penggerak Arm Berbasis arduino, oleh Andrian, A., Rahma Dewi, R., & Bangsa, I. A”.**

Perkembangan teknologi yang semakin canggih dan pertumbuhan industri yang semakin berkembang di Indonesia. Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, teknologi robotika mengalami perkembangan yang sangat signifikan. Berbagai macam penelitian tentang robotika secara terus menerus dikembangkan untuk menyempurnakan fungsi robot dalam membantu pekerjaan manusia. Arm robot ini menggunakan arduino yaitu sebagai sistem yang berfungsi mengontrol gerak Arm robot pada robot pemindah barang. Dan untuk pada bagian Arm robot kami menggunakan motor servo MG995, yaitu sebagai aktuator lengan robot yang nantinya akan bergerak setelah mengolah data yang dihasilkan oleh sensor warna. Pengujian ini servo pada Arm robot masing–masing berputar yaitu servo1 90, Servo2 360, servo3 360, servo4 360. Pada bagian servo 2,3 dan 4 ini berputar secara terus menerus Counter wise (CW) dan Counter Clock Wise (CCW). Hasil dari pengujian masing–masing servo ini pengujian dilakukan menggunakan beban dari 0 –700 gram, dan hasil nilai rata –rata durasi yang didapat masing–masing servo, yaitu servo1= 4.12 detik, servo2= 4.75 detik, servo3= 4.62 detik, servo4= 3 detik. Untuk hasil keseluruhan Arm bergerak, yaitu 16.5 detik, dan masing–masing hasil percobaan 8 kali dengan tingkat keberhasilan 7 kali.

#### **2.1.2 Penelitian”Pengendalian Lengan Robot untuk Proses Pemindahan Barang ,oleh William, Kartadinata, Budi, Wijayanti, Linda”.**

Pada penelitian ini dikembangkanlah robot industri yang mampu bekerja lebih efisien seperti robot pemindah barang. Tujuan penelitian ini adalah mengaplikasikan lengan robot untuk proses pemindahan barang yang dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh menggunakan *Human Machine Interface* (HMI). Robt membutuhkan kontroler Arduino Uno dan Programmable Logic Controller (PLC). Arduino uno digunakan sebagai pengolah data dari sensor warna, kemudian Arduino Uno akan mengaktifkan relay modul yang berguna sebagai media komunikasi dengan PLC. TCS230 merupakan sensor warna yang sekaligus mampu membaca keberadaan objek. Sensor warna ini menghasilkan keluaran berupa frekuensi digital yang akan dihitung periodenya

oleh Arduino Uno

### 2.1.3 Penelitian”Aplikasi sensor ultrasonik untuk deteksi posisi jarak pada ruang menggunakan arduino uno,oleh Arsada, Bakhtiyar”.

Metode Salah satu tugas dari pendidikan tinggi adalah mengembangkan kreatifitas mahasiswa dari berbagai bidang kegiatan dan kompetisi yang berhubungan, dengan perkembangan dalam bidang robot adalah KRI Kontes Robot Indonesia yang di dalamnya berisikan KRPAI (Kontes Robot Pemadam Api Indonesia). KRPAI ini memiliki kategori antara lain robot beroda dan robot berkaki, robot ini di tugaskan untuk membaca miniatur ruang, yang di dalam terdapat lilin atau api kecil untuk di padamkan dengan melewati beberapa rintangan dengan cara melintasi lorong dan ruangan yang berbeda. Selama melewati ruangan atau lorong terjadi beberapa masalah adalah robot mengalami tabrakan antara robot dengan dinding sehingga akan mengakibatkan pengurangan nilai dalam perlombaan. Sensor untuk membaca jarak adalah sensor ultrasonik srf-04 akan tetapi sensor ini mahal untuk di jangkau untuk mahasiswa, untuk mengatasi dua masalah di atas peneliti ingin mengembangkan penggunaan sensor yang tidak mahal dan memiliki akurasi yang cukup baik. Kemudian peneliti juga mengembangkan Graphical User Interface untuk melihat data jarak dan pembacaan rungan kemudian peniliti juga mengembangkan data jarak yang di tampilkan pada android yang bisa berbicara atau terdapat pemberitahuan jarak pada alat yang akan di buat. Dengan hasil akurasi jarak 3 cm sampai 60 cm dengan nilai error 0%. Jarak 60 cm sampai 200 cm dengan tingkat akurasi error 1,78% dengan jarak yang asli dengan penggunaan sensor ultrasonik hcsrf-04

**Tabel 2.1** Perbandingan Penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang

No	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	<b>Penelitian”Arm Robot Pemindah Barang (AtwoR) menggunakan motor Servo MG995 Sebagai Penggerak Arm Berbasis arduino, oleh Andrian, A., Rahma Dewi, R., &amp; Bangsa, I. A”.</b>	1. Menggunakan Arduino uno sebagai mikrokontroler	1. Bertujuan memindahkan barang
	<b>Penelitian”Pengendalian Lengan Robot untuk</b>	1. Menggunakan Arduino uno sebagai	1. Menggunakan Sensor warna

	<b>Proses Pemindahan Barang ,oleh William, Kartadinata, Budi, Wijayanti, Linda”.</b>	mikrokontroler	
	<b>Penelitian”Aplikasi sensor ultrasonik untuk deteksi posisi jarak pada ruang menggunakan arduino uno,oleh Arsada, Bakhtiyar”.</b>	1. Menggunakan Arduino	1. Menggunakan sensor ultrasonic

Berdasarkan jurnal di atas terdapat beberapa persamaan yaitu menggunakan arduino sebagai Mikrokontroler, menggunakan motor servo . Adapun Perbedaan dari ke tiga jurnal penelitian tersebut yaitu pada jurnal 1 menggunakan sensor mg995 dan bertujuan untuk memindahkan barang. Pada jurnal penelitian ke 2 menggunakan sensor warna . Pada jurnal penelitian ke 3 ultrasonic. Sedangkan pada alat yang akan buat memiliki persamaan pada 3 penelitian di atas yaitu menggunakan Arduino sebagai mikro kontroler, menggunakan sensor ultrasonic, arm robot, sensor garis , dan sensor warna

## **2.2 Arduino Uno**

Menurut (Wijaya.SN & Okta, 2015) Board mikrokontroler yang berbasis ATmega328(datasheet) merupakan pengertian Arduino Uno. Mempunyai 6 pin input yang bias di gunakan sebagai output PWM dan pin input analog sebanyak 6, semua berjumlah 14 pin input dan output digital, dilengkapi juga dengan 16 MHz osilator Kristal, koneksi USB, power jack, ICSP header, dan tombol reset (R. Y. Endra, 2019). Mikrokontroler memerlukan dukungan agar dapat digunakan, dengan mengalirkan listrik AC 12 yang-ke adaptor-DC atau menggunakan kabel USB atau baterai untuk menjalankannya atau menghubungkan Board Arduino Uno ke computer. Dalam hal koneksi USB-to-serial Uno tidak sama dengan

kebanyakan board dimana Uno menggunakan fitur Atmega8U2 untuk converter USB-to-serial sedangkan bord lainnya menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial



**Gambar 2.1** Arduino uno

(Sumber : [arduinoindonesia.id](http://arduinoindonesia.id))

Umumnya Arduino memiliki 14 pin input/output yang terdiri dari :

- 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM
- 6 pin sebagai analog input
- Osilator Kristal 16 MHz
- Sebuah koneksi USB
- Sebuah Power Jack
- Sebuah ICSP Header
- Dan tombol reset

Oleh karena itu arduino uno mampu mensupport mikrokontroller secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel power supply adaptor AC ke DC maupun dengan battery. Sehingga untuk mendukung mikrokontroller tersebut bekerja , cukup sambungkan ke powes supply atau hubungkan melalui kabel USB ke PC, maka Arduino Uno telah siap bekerja.

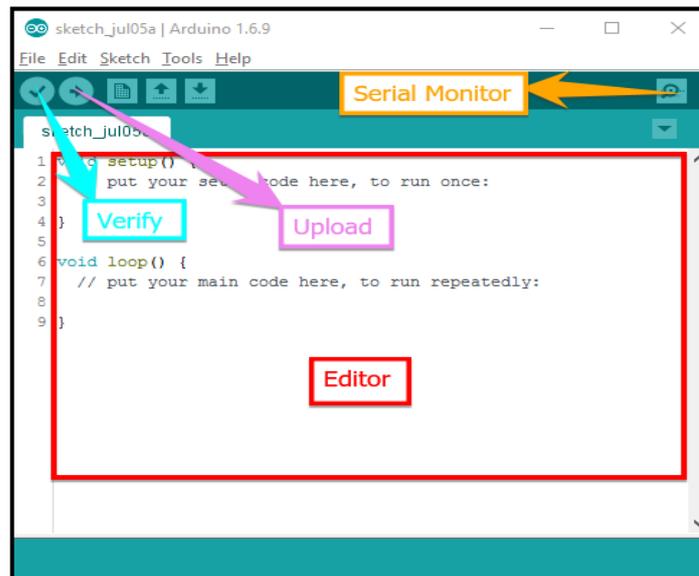
**Tabel 2.2** Ringkasan Arduino UNO

no	Jenis	Keterangan
1	Mikrokontroler	ATmega328
2	Tegangan pengoperasian	5V
3	Tegangan input yang disarankan	7-12V
4	Batas tegangan input	6-20V
5	Jumlah pin I/O digital	14 (6 di antaranya menyediakan keluaran PWM)
6	Jumlah pin input analog	6
7	Arus DC tiap pin I/O	40 Ma
8	Arus DC untuk pin 3.3V	50 Ma
9	Memori Flash	32 KB (ATmega328)
10	SRAM	2 KB (ATmega328)
11	EEPROM	1 KB (ATmega328)
12	Clock Speed	16 Hz

### 2.2.1 Arduino IDE

Menurut Robby Yuli Endra, dkk (2019) IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*. IDE merupakan program yang digunakan untuk membuat program Arduino Uno. Program yang ditulis dengan menggunakan *Software Arduino IDE* disebut sebagai sketch. Sketch ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi *.ino*. Pada *Software Arduino IDE*, terdapat semacam message box berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan error, compile, dan upload program. Di bagian bawah paling kanan *Software Arduino IDE*, menunjukkan board yang terkonfigurasi beserta COM Ports yang digunakan.

- a. *Verify/Compile*, berfungsi untuk mengecek apakah sketch yang dibuat ada kekeliruan dari segi sintaks atau tidak. Jika tidak ada kesalahan, maka sintaks yang dibuat akan dikompilasi ke dalam bahasa mesin.
- b. *Upload*, berfungsi mengirimkan program yang sudah dikompilasi ke Arduino Board.

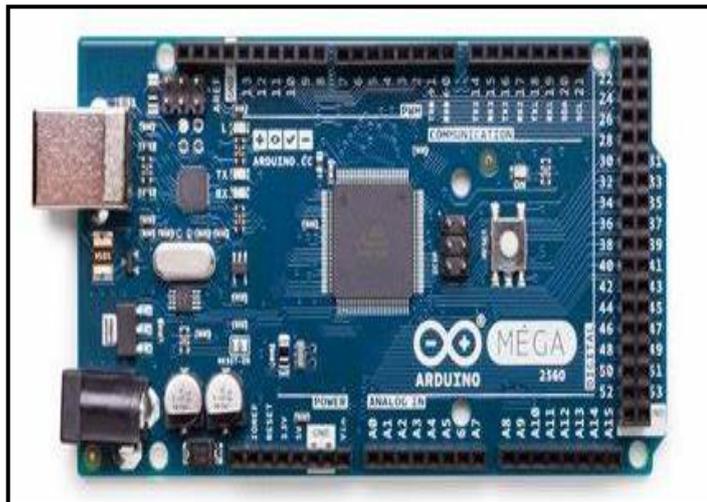


**Gambar 2.2.1** Arduino IDE  
(Sumber : [arduinoindonesia.id](http://arduinoindonesia.id))

Menurut Andreanus Calvin Hugo,dkk (2020) Arduino Uno merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Pada tampilan awal arduino IDE terdapat tombol *verify* dapat mengkompilasi program yang ada di *editor*, Tombol *New* memiliki fungsi membuat program baru dengan mengosongkan isi dari jendela *editor*. IDE memberikan kesempatan untuk menyimpan semua perubahan yang sebelumnya belum di *save*. Ketika mengklik tombol *upload* Arduino IDE mengkompilasi program dan *upload* ke papan arduino uno yang telah dipilih di IDE menu *Tools* lalu ke *serial port*.

### 2.2.2 Arduino Mega 2560

Menurut Alimuddin Mappa. (2018) Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler yang berbasis pada ATmega2560. Ini memiliki 54 pin input / output digital (dimana 15 dapat digunakan sebagai output Pulse Wide Modulation), 16 input analog, 4 UART (port serial perangkat keras), osilator kristal 16 MHz, USB koneksi, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset, arduino ini berisi segalanya diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau diatur dengan adaptor AC ke DC atau baterai untuk memulai. Arduino Mega kompatibel dengan shield yang dirancang untuk Arduino duemilanove atau diecimila.



**Gambar 2.2.2** Arduino Mega 2560

(Sumber : [kindpng.com](http://kindpng.com))

## 2.3 Robot

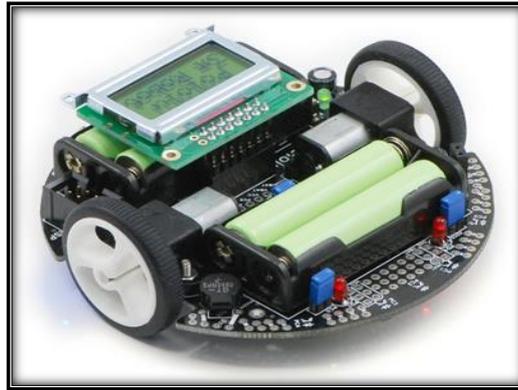
Menurut Devit Satria, Lidya Wati (2019) Kata robot berasal dari bahasa Czech, *robota*, yang berarti ‘pekerja’. Kata robot diperkenalkan dalam bahasa Inggris pada tahun 1921 oleh Wright Karel Capek pada sebuah drama, “Rossum’s Universal Robots” (R.U.R). robot adalah mesin hasil rakitan karya manusia, tetapi bekerja tanpa mengenal lelah.

### 2.3.1. Klasifikasi Jenis Robot Berdasarkan Bentuk dan Fungsinya

Menurut Lubis (2018), Robot sendiri memiliki beberapa jenis berdasarkan bentuk dan fungsinya masing– masing, berikut akan di jelaskan beberapa jenis dari robot :

#### 1. Robot *Avoider*

Robot *avoider* adalah robot beroda atau berkaki yang diprogram untuk dapat menghindari jika ada halangan, misalnya dinding. Robot *avoider* minimal membutuhkan tiga buah sensor untuk mendeteksi penghalang yaitu sensor depan, sudut kanan dan kiri. Dalam hal ini sensor yang dipergunakan adalah sensor ultrasonik. Robot membutuhkan sensor yang banyak untuk hasil pendeteksian penghalang yang lebih baik. Hal ini dikarenakan keterbatasan sudut pancaran sensor (biasanya sekitar 150 ).

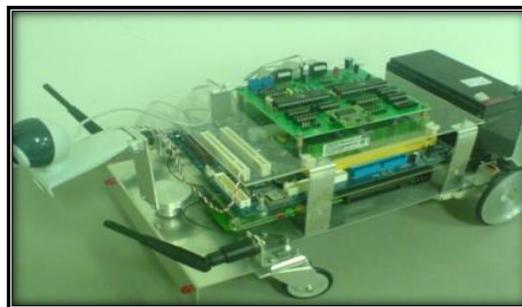


**Gambar 2.3.1** Contoh Robot *Avoider*

Sumber dari : [www.kelasrobot.com](http://www.kelasrobot.com)

## 2. Robot Jaringan

Robot jaringan adalah pendekatan baru untuk melakukan kontrol robot menggunakan jaringan internet dengan protokol TCP/IP. Perkembangan robot jaringan dipicu oleh kemajuan jaringan dan internet yang pesat. Dengan koneksi jaringan, proses kontrol dan monitoring, termasuk akuisisi data bila ada, seluruhnya dilakukan melalui jaringan. Keuntungan lain, koneksi ini bisa dilakukan secara nirkabel.



**Gambar 2.3.2** Contoh Robot Jaringan

Sumber dari : [www.robot.teori.fisika.lipi.go.id](http://www.robot.teori.fisika.lipi.go.id)

## 3. Robot *Manipulator* (Tangan)

Robot ini hanya memiliki satu tangan seperti tangan manusia yang fungsinya untuk memegang atau memindahkan barang, contoh robot ini adalah robot las di industri mobil, robot merakit elektronik.



**Gambar 2.3.3** Contoh Robot *Manipulator* (tangan)

Sumber dari : [www.kelasrobot.com](http://www.kelasrobot.com)

#### 4. Robot *Humanoid*

Robot *humanoid* adalah robot yang penampilannya keseluruhannya dibentuk berdasarkan tubuh manusia, mampu melakukan interaksi dengan peralatan maupun lingkungan yang dibuat untuk manusia. Secara umum robot *humanoid* memiliki tubuh dengan kepala, dua buah lengan dan dua kaki, meskipun ada pula beberapa bentuk robot *humanoid* yang hanya berupa sebagian dari tubuh manusia, misalnya dari pinggang ke atas.



**Gambar 2.3.4** Contoh Robot *Humanoid*

Sumber dari : [www.kelasrobot.com](http://www.kelasrobot.com)

#### 5. Robot Berkaki

Robot ini memiliki kaki seperti hewan atau manusia, yang mampu melangkah dengan kakinya, seperti robot serangga, robot kepiting, robot ini sering digunakan untuk melintasi jalur bebatuan yang dimana robot avoider tidak bisa berkerja secara sempurna.



**Gambar 2.3.5** Contoh Robot Berkaki

Sumber dari : [www.kelasrobot.com](http://www.kelasrobot.com)

6. Robot *Flying* (Robot Terbang)

Robot yang mampu terbang, robot ini menyerupai pesawat model yang diprogram khusus untuk memonitor keadaan di tanah dari atas, dan juga untuk meneruskan komunikasi.



**Gambar 2.3.6** Contoh *Flying Robot* (robot terbang)

Sumber dari : [www.kelasrobot.com](http://www.kelasrobot.com)

7. Robot *Underwater* (Robot Dalam Air)

Robot ini digunakan di bawah laut untuk memonitor kondisi bawah laut dan juga untuk mengambil sesuatu di bawah laut yang tidak bisa dilakukan manusia sendiri, di bawah ini adalah contoh dari robot *underwater*.



**Gambar 2.3.7** Contoh Robot *Underwater* (robot dalam air)

Sumber dari : [www.kelasrobot.com](http://www.kelasrobot.com)

## 2.4 Lengan Robot (*Arm Robotic*)

Menurut Hanif Yudha Prayoga, dkk (2018). Robot Manipulator (lengan) adalah bagian yang memiliki fungsi sama dengan lengan manusia. Lengan robot terdiri dari aktuator dan beberapa DOF (Degree of Freedom) yang berguna sebagai alat gerak lengan robot. Salah satu contoh adalah penggunaan lengan

robot pada ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) untuk memindahkan substansi-substansi nuklir di dalam suatu laboratorium eksperimen.



**Gambar 2.4** Robot Manipulator

(Sumber : [wvshare.com](http://wvshare.com))

#### 2.4.1 Derajat kebebasan (*degree of freedom*)

Menurut Muhammad Iqbal Atmaja, dkk (2019) Derajat kebebasan atau yang dikenal dengan *degree of freedom* (DOF) Merupakan bilangan yang menyatakan jumlah masukan (penggerak) yang diperlukan oleh suatu mesin atau mekanisme dalam melakukan gerakan. Dalam perancangan robot mekanik ini mempunyai 2 derajat kebebasan yaitu sumbu z yang mewakili gerakan naik turun dan sumbu x yang mewakili gerakan ke kanan atau kekiri. Persamaan mekanisme yang dipakai :

$$f = 3(n - 1) - 2l - h$$

(2.1)

Ket :

$f$  = derajat kebebasan

$n$  = jumlah mata rantai

$l$  = pasangan rendah

$h$  = pasangan tinggi

#### 2.4.2 Kecerdasan *Artifisial* (Kecerdasan Buatan)

Kecerdasan buatan merupakan kemampuan suatu alat atau sistem yang mampu menyesuaikan untuk mendapatkan sebuah tujuan pada lingkungan yang

mampu mempengaruhi perilaku sistem. Kecerdasan artifisial termasuk bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia. (Rozak, 2020)

## 2.5 Sensor

Menurut Abdul Muis, dkk (2020) Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengatur magnitudo sesuatu. Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik.

### 2.5.1 Sensor HC-11

Menurut Arief Wijaksono Catur (2020) Modul komunikasi serial HC-11 merupakan modul komunikasi serial jarak jauh antara beberapa mikrokontroler. Modul ini dapat berkerja pada frekuensi 433.4~ 473.0 Mhz dan dapat di setting multiple channel (400 Khz stepping) sehingga total 100 channel. Modul ini memiliki maximum transmitter power 100 mW (20dBm) dengan sensitifitas penerimaan -117 dBm pada baud rate 5000 bps dan jarak komunikasi 1000 meter (open area). Modul ini dapat digunakan sebagai transmitter maupun receiver. HC-11 memiliki 4 mode konfigurasi , yaitu mengubah modul baud rate, daya transmisi, saluran dan mode kerja . Mode modul baut rate berfungsi mengubah baud rate yang diinginkan dan dapat diatur ke 1200bps, 2400bps, 4800bps, 9600bps, 19.200bps, 38.400bps. Mode daya transmisi berfungsi mendapatkan semua parameter dari modul wireless yang dipasang. Mode saluran berfungsi mengubah komunikasi channel .



### Gambar 2.5.1 Sensor HC - 11

(Sumber : [Tokopedia.com](http://Tokopedia.com))

#### 2.5.2 Sensor Ultrasonik

Menurut Arthur Daniel Limantara, dkk (2017) Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik). Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.

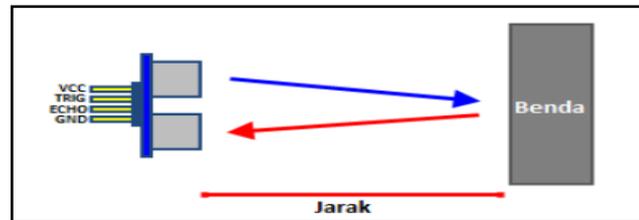


**Gambar 2.5.1** Sensor Ultrasonik

(Sumber : [Tokopedia.com](http://Tokopedia.com))

Gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan

Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda.



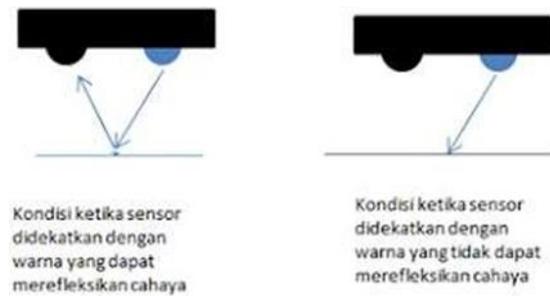
**Gambar 2.5.1.2** Cara Kerja Sensor Ultrasonik  
(Sumber : [Tokopedia.com](http://Tokopedia.com))

### 2.5.3 Sensor pendeteksi garis TCR5000 YL-54

Menurut kaidir (2018) Sensor pendeteksi garis sebenarnya bisa dibuat dengan menggunakan LED, LDR, dan komparator untuk mengambil keputusan adanya garis atau tidak. Namun, untuk mempermudah implementasi, modul yang ditujukan untuk mendeteksi garis bisa menjadi pilihan. Salah satu modul untuk mendeteksi garis dinamakan IR line tracking sensor TCR5000 YL-54. Sensor pendeteksi garis tersebut menggunakan inframerah untuk mendeteksi keberadaan garis. Oleh karena itu, sensor ini dapat digunakan pada robot pengikut garis



**Gambar 2.5.3** Sensor TCR5000  
(Sumber : [shoope.go.id](http://shoope.go.id))



**Gambar 2.5.4** Cara kerja sensor line follower

Dari gambar di atas dapat dijelaskan bahwa sensor jika didekatkan dengan warna yang bisa memantulkan cahaya, cahaya tersebut akan diteruskan ke led berwarna hitam atau sensor *receiver*nya dan jika sensor didekatkan dengan warna yang tidak bisa memantulkan cahaya, maka cahaya *infrared* tidak dapat diteruskan.[7]

## 2.6 Motor Servo

Menurut Ulinnuha Latifa dan Joko Slamet Saputro (2018) Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat di-*set-up* atau diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian *gear* yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya adalah posisi poros output akan disensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang diinginkan atau belum, dan jika belum maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan.

Motor servo disusun dari sebuah motor DC, *gearbox*, variabel resistor (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (axis) motor servo. Sedangkan sudut

dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang pada pin kontrol motor servo. Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.

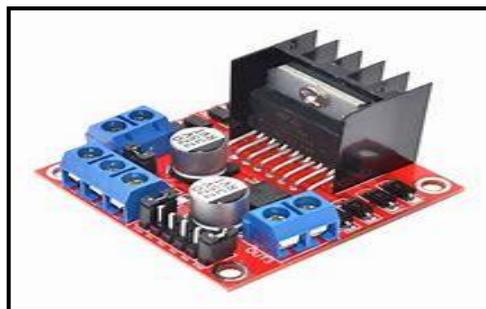


**Gambar 2.6** Motor Servo

(Sumber : [mahirelektro.com](http://mahirelektro.com))

## 2.7 Motor Driver L298N

Menurut Reza Muhandian, & Krismadinata (2020). Driver motor L298N merupakan driver motor dua H *bridge* yang dapat mengoperasikan 2 buah motor sekaligus, pada dasarnya driver motor mempunyai fungsi yang sama dengan saklar. Driver L298N membutuhkan supply 12 volt dan 5 volt dimana kecepatan motor dapat diatur dengan *logic high low* dan modulasi lebar pulsa (PWM).



**Gambar 2.7** Motor Driver L298N

(Sumber : [edukasielektronika.com](http://edukasielektronika.com))

## 2.8 Relay

Menurut Muhammad Saleh dan Munnik Haryanti (2017) Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni

*Electromagnet (Coil)* dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.



**Gambar 2.8** Relay

(Sumber : [pintarelektro.com](http://pintarelektro.com))

## 2.9 Flowchart

Menurut Sitorus (2016), Flowchart atau diagram alir merupakan *chart* (bagan) yang menunjukkan hasil (*flow*) dalam program atau prosedur sistem secara logika. Digunakan terutama untuk alat bantu komunikasi dan untuk dokumentasi. Diagram ini bisa memberi solusi selangkah demi selangkah untuk penyelesaian masalah yang ada di dalam proses atau algoritma tersebut.

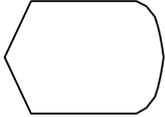
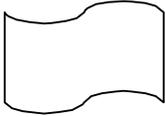
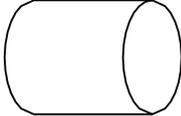
Simbol-simbol yang di pakai dalam *flowchart* dibagi menjadi 3 kelompok:

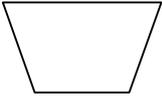
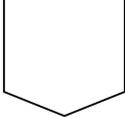
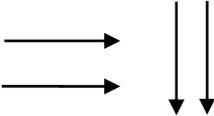
- 1) *Flow direction symbol*. Digunakan untuk menghubungkan simbol satu dengan yang lain. Disebut juga *connecting line*.
- 2) *Processing symbols*. Menunjukkan jenis operasi pengolahan dalam suatu proses/prosedur.
- 3) *Input/Output symbol*. Menampilkan jenis peralatan yang digunakan sebagai media *input* atau *output*.

Berikut dibawah ini adalah simbol-simbol yang digunakan dalam *flowchart* disertai dengan keterangan fungsinya:

**Tabel 2.2 Simbol Diagram *Flowchart***

Simbol	Keterangan
--------	------------

	<p><b>Kartu plong / punched card</b> Merepresentasikan input/output yang menggunakan kartu plong (punched card).</p>
	<p><b>Document</b> Untuk merepresentasikan dokumen input dan output untuk proses manual, mekanik atau komputer.</p>
	<p><b>Online display</b> Merepresentasikan output yang ditampilkan di monitor.</p>
	<p><b>Paper tape / kertas berlubang</b> Merepresentasikan input/output yang menggunakan kertas berlubang.</p>
	<p><b>Magnetic drum</b> Merepresentasikan input/output yang menggunakan drum magnetic.</p>
	<p><b>Hard disk</b> Merepresentasikan input/output yang menggunakan hard disk.</p>
	<p><b>Magnetic tape</b> Merepresentasikan input/output yang menggunakan pita magnetic.</p>
	<p><b>Diskette</b> Merepresentasikan input/output yang menggunakan diskette.</p>

	<p><b>Proses</b> Menunjukkan kegiatan proses dari operasi program computer.</p>
	<p><b>Operasi Luar</b> Digunakan untuk proses yang dilakukan diluar proses operasi computer.</p>
	<p><b>Kegiatan manual</b> Untuk merepresentasikan kegiatan manual.</p>
	<p><b>Keyboard</b> Menunjukkan input offline dengan menggunakan <i>keyboard</i></p>
	<p><b>Operasi Luar</b> Digunakan untuk proses yang dilakukan diluar proses operasi komputer.</p>
	<p><b>Pita control</b> Untuk merepresentasikan penggunaan pita kontrol (<i>control tape</i>) dalam batch <i>control 2</i> total untuk pencocokan di proses <i>batch</i></p>
	<p><b>Offpage connector</b> Merepresentasikan penghubung dengan bagian lain pada halaman yang berbeda.</p>
	<p><b>Connector</b> Merepresentasikan penghubung dengan bagian lain pada halaman yang sama.</p>
	<p><b>Directional flow / garis alir</b> Menunjukkan arus dari suatu proses.</p>

	<b>Penjelasan</b> Menunjukkan penjelasan dari suatu proses
---	---