

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. 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.

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

Pada Penelitian 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. 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.

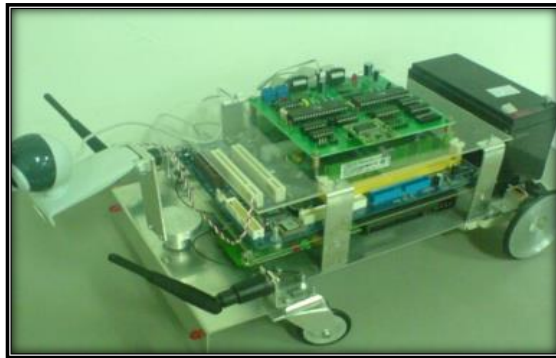


**Gambar 2.1** Contoh Robot *Avoider*

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 2.2** Contoh Robot Jaringan

Sumber dari : [robot.teori.fisika.lipi.go.id](http://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** 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 2.4** 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 melangkahakan kakinya, seperti robot serangga, robot kepiting, robot ini sering digunakan untuk melintasi jalur bebatuan yang dimana robot avoider tidak bisa berkerja secara sempurna.



**Gambar 2.5** 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 2.6** 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 2.7** Contoh Robot *Underwater* (robot dalam air)

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

**2.2. Lengan Robot (*Arm Robotic*)**

Pada Penelitian 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 2.8** Robot Manipulator

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

### 2.2.1 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 :

$$f = 3(n - 1) - 2l - h \quad (2.1)$$

Ket :

$f$  = derajat kebebasan

$n$  = jumlah mata rantai

$l$  = pasangan rendah

$h$  = pasangan tinggi

### 2.2.2 Motor Elektromagnet

Pada Penelitian Qory Hidayati (2019) Motor Elektromagnet adalah peralatan elektromagnetik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang desain awalnya diperkenalkan oleh Michael Faraday lebih dari seabad yang lalu. Motor dikendalikan dengan menentukan arah dan kecepatan putarnya. Arah putaran motor 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. Kecepatan putar motor diatur dengan besarnya arus yang diberikan.



**Gambar 2.9** Motor Elektromagnet

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

### 2.3 Mikrokontroler

Pada Penelitian Dedi Lesmana, dkk (2020) Mikrokontroler adalah sebuah komponen yang mengintegrasikan mikroprosesor, memori, dan alat input dan *Output* yang dikemas dalam satu chip tunggal. Mikrokontroler juga disebut sebagai *Single Chip Mikrokomputer* (SCM) yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi kontrol.

Menurut Alimuddin Mappa. (2018) Mikrokontroler dapat dikatakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip sehingga sering disebut sebagai *single chip* mikrokomputer. Tidak seperti sistem komputer yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi, mikrokontroler hanya dapat digunakan untuk suatu aplikasi saja. Perbedaan lainya yaitu pada perbandingan RAM (*Random Acces Memory*) dan

ROM (*Read Only Memory*). Pada Mikrokontroller perbandingan antara RAM dan ROM-nya besar, sedangkan pada sistem komputer juga besar.

### 2.3.1 Jenis- Jenis Mikrokontroler

Secara umum mikrokontroler terbagi menjadi 3 jenis yang ada di pasaran. Setiap jenis mempunyai ciri khas dan karakteristik sendiri sendiri, berikut pembagian keluarga dalam mikrokontroler (Sitorus & Tahyudin:2018):

1. MCS51 Mikrokontroler ini termasuk dalam keluarga mikrokontroler CISC. Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus clock. Mikrokontroler ini berdasarkan arsitektur Harvard dan meskipun awalnya dirancang untuk aplikasi mikrokontroler chip tunggal, sebuah mode perluasan telah mengizinkan sebuah ROM luar 64KB dan RAM luar 64KB diberikan alamat dengan cara jalur pemilihan chip yang terpisah untuk akses program dan memori data. Salah satu kemampuan dari mikrokontroler 8051 adalah pemasangan sebuah mesin pemroses boolean yang mengijikan operasi logika boolean tingkatan-bit dapat dilakukan secara langsung dan secara efisien dalam register internal dan RAM. Karena itulah MCS51 digunakan dalam rancangan awal PLC (*programmable Logic Control*).
2. AVR Mikrokonktroler *Alv and Vegard's Risc processor* atau sering disingkat AVR merupakan mikrokonktroler RISC 8 bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus *clock*. AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan dalam 4 kelas. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral* dan fungsinya. Keempat kelas tersebut adalah keluarga ATTiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATMega dan AT86RFxx.
3. PIC (*Peripheral Interface Controller* ) ialah keluarga mikrokontroler tipe RISC buatan *Microchip Technology*. Bersumber dari PIC1650 yang dibuat oleh Divisi *Mikroelektronika General Instruments*. Teknologi *Microchip* tidak menggunakan PIC sebagai akronim, melainkan nama PIC pada awalnya dibuat menggunakan teknologi *General Instruments 16 bit CPU* yaitu

CP1600. *bit* PIC dibuat pertama kali 1975 untuk meningkatkan performa sistem peningkatan pada I/). Saat ini PIC telah dilengkapi dengan EPROM dan komunikasi *serial*, UAT, kernel kontrol motor dll serta memori program dari 512 *word* hingga 32 word. 1 Word disini sama dengan 1 instruksi bahasa *assembly* yang bervariasi dari 12 hingga 16 bit, tergantung dari tipe PIC micro tersebut.

### 2.3.2 Arduino Mega 2560

Pada Penelitian Alimuddin Mappa. (2018) Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler yang berbasis pada ATmega2560. 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 2.10** Arduino Mega 2560

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



### 2.3.3 Raspberry Pi 3

Raspberry Pi adalah papan elektronis seukuran kartu kredit yang memiliki fungsi seperti komputer. Jika dihubungkan ke *monitor*, *keyboard*, *mouse* dan jaringan komputer kita dapat menggunakannya layaknya komputer. Kita dapat memakainya untuk menulis dokumen, melayari internet, bermain game, bahkan menjadikannya sebagai *web server*. (Pratmanto dkk, 2019)



**Gambar 2.11** *Raspberry Pi 3*

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

## 2.4 Sensor

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

Berikut adalah jenis-jenis sensor:

1. Sensor Cahaya
2. Sensor Tekanan
3. Sensor Magnet
4. Sensor Suhu
5. Sensor Suara
6. Sensor Inframerah
11. Sensor Akseleromator
12. Sensor Gerak
13. Sensor Kelembaban
14. Sensor Warna
15. Sensor Kamera

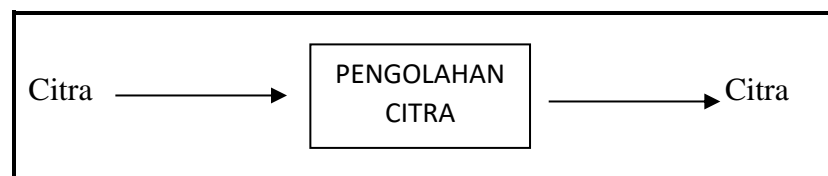
7. Sensor Proximity
8. Sensor Oksigen
9. Sensor Ultrasonic
10. Sensor Tekanan

## 2.5 Sensor Kamera

Sensor kamera adalah sensor penangkap gambar yang dikenal juga dengan CCD (*Charged Coupled Device*) dan CMOS (*Complementari Metal Oxide Semiconductor*), yang terdiri dari jutaan piksel lebih. Kualitas foto sama sekali tidak ditentukan oleh besarnya piksel, tetapi ditentukan oleh kualitas sensor, prosesor kamera dan lensa. (Sanusi dkk, 2017)

### 2.5.1 Pengolahan Citra (*Image Processing*)

Pada Penelitian Mas'ud Effendi (2017) *Image processing* atau pengolahan citra adalah teknik mengolah citra yang bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin komputer yang dapat berupa foto maupun gambar bergerak. Proses terjadinya *image processing* yaitu kamera akan menerjemahkan sebuah *scene* atau *image*, memindainya dan membaginya menjadi ratusan garis *horizontal* yang sama. Tiap-tiap garis membuat sinyal analog yang amplitudonya menjelaskan perubahan brightness sepanjang garis sinyal tersebut. Kemudian sinyal ini diubah menjadi bilangan biner yang akan digunakan oleh komputer untuk pemrosesan. ADC (*Analog-to-digital converter*) akan mengubah sinyal analog yang dipresentasikan dalam bentuk informasi dan akan disimpan di dalam memori lalu akan menjadi data *raw* yang akan di proses.



**Gambar 2.12** Proses Pengolahan Citra

Menurut Dedy Agung Prabowo, dkk (2018) Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali

sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, *scanner* dan lain sebagainya sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam. Citra tersebut menggunakan Model RGB adalah suatu model warna yang terdiri atas 3 buah warna: merah(*red*), hijau(*green*), dan biru(*blue*), yang ditambahkan dengan berbagai cara untuk menghasilkan bermacam-macam warna Model warna RGB adalah model warna berdasarkan konsep penambahan kuat cahaya primer yaitu *red*, *green* dan *blue*. Dalam suatu ruang yang sama sekali tidak ada cahaya, maka ruangan tersebut adalah gelap total.

Apabila menambahkan cahaya merah pada ruangan tersebut, maka ruangan akan berubah warna menjadi merah misalnya RGB (255,0,0), semua benda dalam ruangan tersebut hanya dapat terlihat berwarna merah. Demikian apabila cahaya diganti dengan hijau atau biru. Seperti yang diketahui tahu bahwa RGB atau *Red*, *Green*, *Blue* merupakan sistem pewarnaan untuk digital *appearance* dan banyak sekali digunakan untuk monitor komputer, video, layar ponsel dll. Sistem warna RGB terdiri dari 100% *Red*, 100% *Green* dan 100% *Blue* yang menghasilkan 100 % putih. Tidak ada hitam di RGB.

### **2.5.2 Webcam**

Menurut Dwi Agung Ayubi, dkk (2020). Kamera *webcam* ini dapat menangkap gambar dengan resolusi maksimal 1280 x 720 piksel atau setara dengan resolusi HD. Resolusi tinggi membuat gambar terlihat lebih detail dan cerah. Dengan kelebihananya *Webcam Logitech C270* menggunakan lensa beresolusi 3 *megapixel*, memiliki mikrofon, dan maksimal tampilan gambar mencapai resolusi 720p dengan 30fps. *Webcam* digunakan sebagai media untuk mendeteksi objek dan menangkap gambar.



**Gambar 2.13** Webcam *Logitech C270 Full HD*

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

## 2.6 Sensor Ultrasonik

Pada Penelitian 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 di dengar 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 2.14** 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.

## **2.7 Motor Servo**

Pada Penelitian Ulinuha 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.

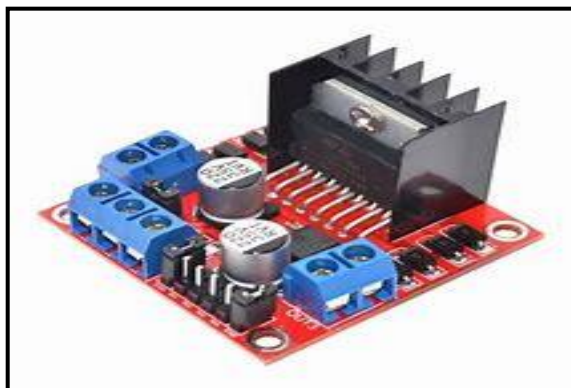


**Gambar 2.15** Motor Servo

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

## 2.8 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 2.16** Motor Driver L298N

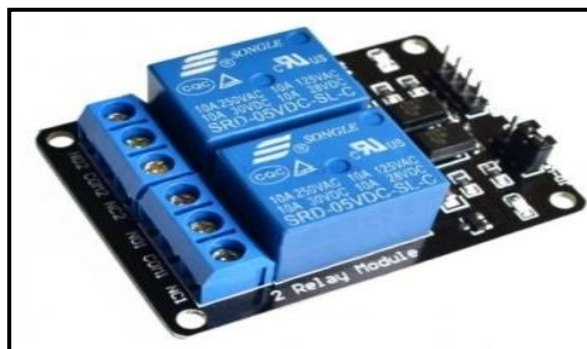
Sumber : [edukasiaelektronika.com](http://edukasiaelektronika.com)

## 2.9 End Effector

*End-effector* adalah perangkat yang melekat pada pergelangan arm robot sehingga memungkinkan robot untuk melakukan tugas tertentu, Dalam robotika, *end-effector* dirancang untuk berinteraksi dengan lingkungan (Almendral, 2018).

## 2.10 Relay

Pada Penelitian 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.

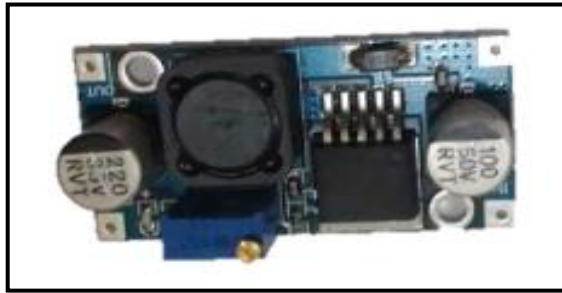


**Gambar 2.17** Relay

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

## 2.11 Modul Stepdown LM2596

Pada Penelitian Priadhana Edi Kresnha, dkk (2018) Modul *step down* LM2596 memiliki *integrated circuit* (IC) berfungsi menurunkan tegangan ke tegangan yang lebih rendah. Input daya modul *step down* berasal dari adaptor 12V, dan *outputnya* menuju motor driver L298N. Tegangan diatur dengan memutar potensiometer pada *board* LM2596.



**Gambar 2.18 Modul Stepdown LM2596**

Sumber : [amazon.com](https://www.amazon.com)

### **2.12 Baterai *Lithium Polimer* (LiPo)**

Menurut Sirmayanti, dkk (2021) Baterai Li-Po menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis. Lapisan film ini disusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion. Dengan metode ini baterai LiPo dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran. Diluar dari kelebihan arsitektur baterai LiPo, terdapat juga kekurangan yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering. Hal ini menyebabkan penurunan pada *charging* dan *discharging rate*.



**Gambar 2.19 Baterai *Lithium Polimer* (LiPo)**

Sumber : [indiamart.com](https://www.indiamart.com)

### **2.13 *Liquid Crystal Display* (LCD)**

Pada Penelitian A.Rizal Musthofa. (2018) LCD merupakan salah satu perangkat penampil display yang banyak digunakan. Teknologi LCD memberikan lebih keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT. LCD memanfaatkan silikon atau galium dalam bentuk kristal cair sebagai pemendar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan antara baris dan kolom adalah sebuah LED terdapat sebuah bidang datar



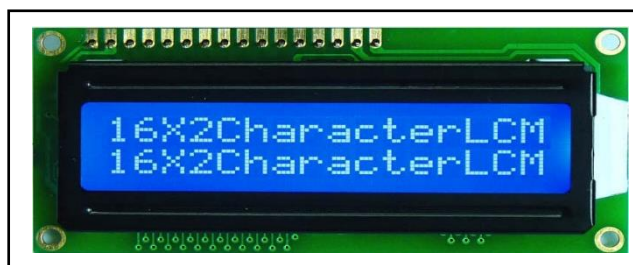
(*backplane*), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah.

Menurut Penelitian Muhamad Royhan (2018) Layar LCD merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar LCD diperlukan beberapa rangkaian tambahan. Untuk lebih memudahkan para pengguna, maka beberapa perusahaan elektronik menciptakan modul LCD Tampilan LCD untuk menampilkan angka atau teks. dua jenis LCD Display. LCD yang digunakan untuk tampilan pengaturan menggunakan LCD 16x2 LCD dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak dot atau titik LCD dan mikrokontroler yang menempel pada bagian belakang panel LCD yang berfungsi untuk mengatur titik-titik LCD sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca.

### 2.13.1 Karakteristik LCD 16x2

Menurut Muhamad Royhan (2018) karakteristik LCD 16x2 dapat dilihat pada gambar 2.21 yaitu :

1. 16 karakteristik x 2 baris
2. 5x7 titik matriks karakter + kursor
3. HD44780 *equivalent* LCD controller/diver built-in
4. 4 bit atau 8 bit MPU *interface* Tipe standar
5. Bekerja hampir semua mikrokontroler ( Muhamad Royhan,2018)



**Gambar 2.20** Bentuk Fisik LCD 16 x 2

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

### 2.13.2 Spesifikasi LCD 16x2

Pada Penelitian Muhamad Royhan (2018) spesifikasi LCD 16x2 dapat dilihat pada tabel 2.1 yaitu :

**Tabel 2.1** Spesifikasi LCD 16x2

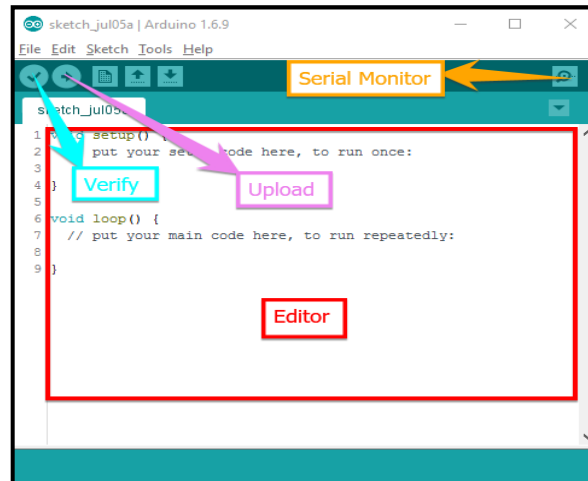
<b>Pin</b>	<b>Symbol</b>	<b>Fungsi</b>
1	Vss	<i>Ground</i>
2	Vdd	+3V Atau +5V
3	Vo	Pengatur Kontras
4	Rs	<i>H/L Register Select Signal</i>
5	R/W	<i>Read/Write Signal</i>
6	EN	<i>Enable Signal</i>
7-14	Data	<i>I/O Pins</i>
15	Anoda	Tegangan Positif
16	Katoda	Tegangan Negatif

### 2.14 Arduino IDE (*Integrited Development Enviroenment*)

Pada Penelitian Robby Yuli Endra, dkk (2019) IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Enviroenment*. 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. 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, menunjukan *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 dicompile kedalam bahasa mesin.

- b. *Upload*, berfungsi mengirimkan program yang sudah dikompilasi ke Arduino Board.



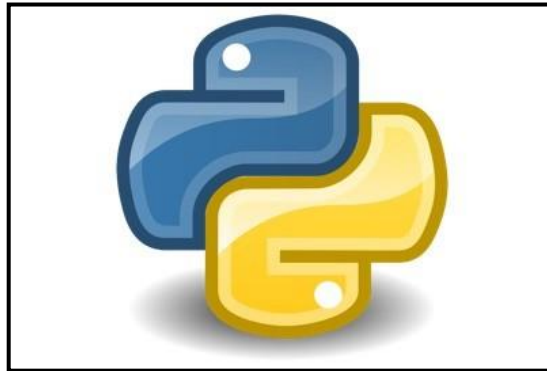
**Gambar 2.21** Arduino IDE

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

Menurut Andrianus 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*.

## 2.15 Bahasa Pemrograman *Python*

Bahasa program *python* merupakan bahasa pemrograman yang interpretatif. Dibandingkan bahasa pemrograman lainnya, *python* adalah bahasa program yang mudah dipelajari karena merupakan *high-level programming*. Pemrograman *python* bersifat multiplatform (bekerja di berbagai platform seperti *Windows*, *Macintosh*, *Linux*, *Ubuntu*, dan lain sebagainya). Bahasa pemrograman *Python* secara umum berbentuk program berorientasi objek, pemrograman imperatif, dan pemrograman fungsional lainnya. (Ayubi, 2020).



**Gambar 2.22** Logo *Python*

Sumber : *Python*

## **2.16 Logam**

Logam dibagi menjadi dua yakni logam berat *esensial* dan logam berat non esensial. Logam berat esensial merupakan logam berat yang dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh tubuh dan dapat bersifat racun jika dikonsumsi secara berlebihan (Irhamni et al., 2017). Adapun logam berat non *esensial* merupakan logam berat yang belum diketahui manfaatnya bahkan juga bersifat racun (Irhamni et al., 2017).

### **2.16.1 Jenis- Jenis Logam**

1. Menurut Hary Wibowo (2020), Kuningan adalah logam campuran dari tembaga (Cu) dan seng (Zn). Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan, dan kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuningan tersebut. Kuningan lebih kuat dan lebih keras dari pada tembaga, tetapi tidak sekuat atau sekeras baja. Kuningan sangat mudah untuk dibentuk ke dalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik, dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam. Karena sifat-sifat tersebut kuningan kebanyakan digunakan untuk membuat pipa, tabung, sekrup, alat musik, dan aplikasi kapal laut. Titik cair dari sebuah benda padat adalah suhu dimana benda tersebut akan berubah bentuk menjadi cair, pada logam kuningan memiliki titik cair yang bervariasi tergantung pada jumlah paduan

komposisi bahan Cu dan Zn. RGB pada pewarnaan logam kuningan (255, 192, 0).

2. Pada Penelitian Dian Yuni Pratiwi (2020), Tembaga didalam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, tetapi lebih umum ditemukan dalam senyawa atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Dalam badan air, tembaga dapat ditemukan dalam bentuk senyawa ion seperti  $\text{CuCO}_3$  dan  $\text{CuOH}$ . Pada batuan mineral atau lapisan tanah, tembaga dapat ditemukan dalam bentuk *chalcopyrite*, *bornite*, *covellite*, *chalcocite*. Tembaga juga ditemukan dalam bentuk azurit dan karbonat malasit. Tembaga dapat masuk ke dalam air karena aktivitas manusia seperti emisi udara, industry pelapisan logam, galangan kapal dan pertambangan. Tembaga juga digunakan sebagai algasida untuk membasmi alga yang tumbuh berlebihan diperairan, molusida, dan fungisida. Nilai kadar ambang batas tembaga diperairan untuk biota air berdasarkan keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 51 tahun 2004. RGB pada pewarnaan logam tembaga (255, 128, 0).
3. *Stenlesstil* merupakan baja paduan yang mengandung sedikitnya 11,5% krom berdasar beratnya. *Stenlesstil* memiliki sifat tidak mudah terkorosi sebagaimana logam baja yang lain. *Stenlesstil* berbeda dari baja biasa dari kandungan kromnya. Baja karbon akan terkorosi ketika diekspos pada udara yang lembab. Besi oksida yang terbentuk bersifat aktif dan akan mempercepat korosi dengan adanya pembentukan oksida besi yang lebih banyak lagi. *Stenlesstil* memiliki persentase jumlah krom yang memadai sehingga akan membentuk suatu lapisan pasif kromium oksida yang akan mencegah terjadinya korosi lebih lanjut. RGB pada pewarnaan logam *stenlesstil* (190, 190, 190).



**Gambar 2.23** Jenis logam tembaga, kuningan, stainlessstil dan lainnya yaitu besi  
Sumber: teknikjaya.co.id

### 2.17 *Flowchart*



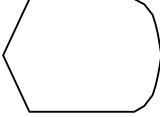

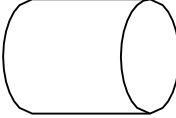

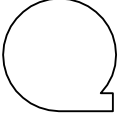
Menurut Penelitian Sitorus (2018), Flowchart atau diagram alir merupakan *chart* (bagan) yang menunjukkan hasil (*flow*) dalam program atau prosedur sistem secara logika. Digunakan terutama untuk alat bantu komunikasi dan untuk dokumentasi. Diagram ini bisa memberi solusi selangkah demi selangkah untuk penyelesaian masalah yang ada di dalam proses atau algoritma tersebut.

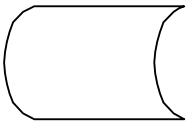

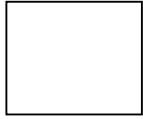

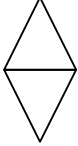


Simbol-simbol yang di pakai dalam *flowchart* dibagi menjadi 3 kelompok:

- 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*.


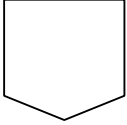

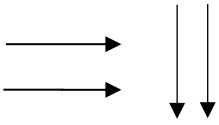

Berikut dibawah ini adalah simbol-simbol yang digunakan dalam *flowchart* disertai dengan keterangan fungsinya:

**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></p> <p>Merepresentasikan input/output yang menggunakan diskette.</p>
	<p><b>Proses</b></p> <p>Menunjukkan kegiatan proses dari operasi program computer.</p>
	<p><b>Operasi Luar</b></p> <p>Digunakan untuk proses yang dilakukan diluar proses operasi computer.</p>
	<p><b>Kegiatan manual</b></p> <p>Untuk merepresentasikan kegiatan manual.</p>
	<p><b><i>Pengurutan offline</i></b></p> <p>Merepresentasikan proses pengurutan data diluar proses komputer.</p>
<p>N</p> <p>A</p> <p>C</p>	<p><b><i>Simpanan offline</i></b></p> <p>Untuk penyimpanan file non-komputer yang di arsip secara:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Urut angka (numerical)</li> <li>- Urut huruf (alphabetical)</li> <li>- Urut tanggal (chronological)</li> </ul>
	<p><b>Keyboard</b></p> <p>Menunjukkan input offline dengan menggunakan <i>keyboard</i></p>
	<p><b>Operasi Luar</b></p> <p>Digunakan untuk proses yang dilakukan diluar proses operasi komputer.</p>



	<p><b>Pita control</b></p> <p>Untuk merepresentasikan penggunaan pita kontrol (<i>control tape</i>) dalam batch control 2 total untuk pencocokan di proses <i>batch</i></p>
	<p><b>Offpage connector</b></p> <p>Merepresentasikan penghubung dengan bagian lain pada halaman yang berbeda.</p>
	<p><b>Connector</b></p> <p>Merepresentasikan penghubung dengan bagian lain pada halaman yang sama.</p>
	<p><b>Directional flow / garis alir</b></p> <p>Menunjukkan arus dari suatu proses.</p>
	<p><b>Penjelasan</b></p> <p>Menunjukkan penjelasan dari suatu proses</p>

## 2.18 Penelitian Terkait

### 2.18.1 Penelitian “Model Pencekram Beban Pintar Metode Elektromagnetik Oleh Mindara, J.Y., Men, L. K., Setianto, S., & Hidayat, S”.

Pada penelitian ini, umumnya robot yang digunakan pada bidang industri menggunakan kedua jenis tersebut. Contoh untuk Tools digunakan untuk melakukan operasi pada suatu objek, contohnya bor, penyemprot cat, gerinda, alat las, dan banyak lainnya. Jenis tools yaitu suatu piranti yang dapat digunakan untuk memegang atau mencekram sebuah objek, contohnya tangan mekanik dan piranti pengait dengan metoda elektromagnetik atau metoda hisap. Pencekram metoda elektromagnetik dapat digunakan untuk mengangkat objek bahan logam. Pencekram ini pada prinsipnya menggunakan hukum *Biot savart*, yaitu medan magnet pada lilitan kawat yang ditimbulkan akibat arus listrik. Model pencekram beban pintar yang didesain dimana pemberian arus berdasarkan beban terangkat,

dengan peraba terang atau gelap menggunakan piranti *Light Dependence Resistor* (LDR).

### **2.18.2 Penelitian “Prototipe Robot Lengan 3 Degree Of Freedom Sebagai Alat Sorting Barang Berdasarkan Warna Barang Berbasis *Internet Of Things* Oleh Dalimunthe A. A., & Adli, N.A”.**

Pada penelitian ini, Robot memanfaatkan *Pi Camera* dan *Raspberry Pi 2* sebagai pendeteksi barang berwarna kuning, biru dan hijau dengan ukuran panjang 3,5 cm, lebar 3,5 cm, dan tinggi 1,5 cm. Terdapat *conveyor* yang dijalankan menggunakan motor DC untuk mengantar barang ke titik angkat dan Arduino Uno R3 yang digunakan sebagai kontroler untuk menggerakkan lengan robot R3 yang digunakan sebagai kontroler untuk menggerakkan lengan robot menggunakan motor servo.

### **2.18.3 Penelitian “Arm Robot Pemindah Barang (AtwoR) Menggunakan Motor Servo MG995 Sebagai Penggerak Arm Berbasis Arduino Oleh Andrian, A., Rahmadewi, R., & Bangsa, I. A”.**

Metode dalam penelitian ini Lengan robot ini menggunakan Arduino sebagai sistem yang berfungsi untuk mengontrol gerak robot pada robot penggerak barang. Dan untuk bagian Arm robot, kami menggunakan motor servo MG995, yaitu sebagai penggerak lengan robot yang akan bergerak setelah mengolah data yang dihasilkan oleh sensor warna. Tes ini adalah servo pada lengan robot yang masing-masing berputar yaitu servo 1 = 90°, servo 2 = 360°, servo 3 = 360°, servo 4 = 360°. Pada servo 2, 3 dan 4 berputar terus menerus *Counter Wise* (CW) dan *Counter Clock Wise* (CCW). Hasil pengujian untuk setiap servo dilakukan dengan menggunakan beban 0 - 700 gram, dan hasil nilai durasi rata-rata yang diperoleh masing-masing servo adalah servo 1 = 4,12 detik, servo 2 = 4,75 detik, servo 3 = 4,62 detik, servo 4 = 3 detik. Untuk hasil total lengan yang bergerak yaitu 16,5 detik dan setiap percobaan menghasilkan 8 kali dengan peningkatan 7 kali lipat, perbedaan penelitian ada pada servo yang digunakan dan juga bahan mekanik dari arm robot tersebut.

**Tabel 2.3** Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang

No.	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Mindara, J. Y., Men, L. K., Setianto, S., & Hidayat, S. (2017 ) “Model Pencekram Beban Pintar Metode Elektromagnetik”	1. Metoda elektromagnetik dapat digunakan untuk mengangkat objek bahan jenis logam.	1. Menggunakan hukum Biot savart
2.	Dalimunthe, A. A., & Adli, N. A. (2019). Prototipe Robot Lengan 3 Degree Of Freedom Sebagai Alat Sorting Barang Berdasarkan Warna Barang Berbasis Internet Of Things.	1. Menggunakan Raspberry dan Arduino 2. Bertujuan untuk Mendeteksi warna	1. Menggunakan robot lengan 3 <i>degree of freedom</i>
3.	”Andrian, A., Rahmadewi, R., & Bangsa, I. A. (2020). ARM Robot Pemindah Barang (AtwoR) Menggunakan Motor Servo MG995 Sebagai Penggerak Arm Berbasis Arduino..	1. Bertujuan untuk memindahkan barang 2. Menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler	1. Menggunakan servo mg995. 2. Arm yang di gunakan masih berbahan akrilik.

