

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Robot

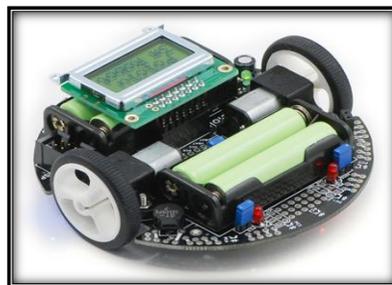
Robot adalah sebuah sistem mekanik yang mempunyai fungsi gerak analog untuk fungsi gerak organisme hidup, atau kombinasi dari banyak fungsi gerak dengan fungsi intelligent, yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). (Lubis 2018)

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

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

###### 1. Robot *Avoider*

Robot *avoider* adalah robot beroda atau berkaki yang diprogram untuk dapat menghindar 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 ).

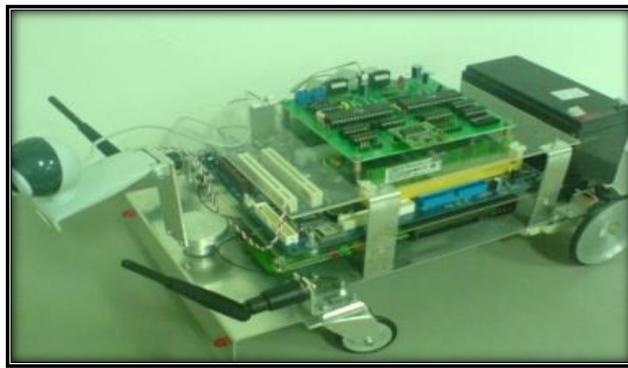


**Gambar 2.1** Contoh Robot *Avoider*

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

#### 5. Robot Berkaki

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



**Gambar 2.5** Contoh Robot Berkaki

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

## 2.2 Arm Robot Manipulator

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. (Prayoga, 2018)



**Gambar 2.8** Robot Manipulator

Sumber : [Indonesian.alibaba.com](http://Indonesian.alibaba.com)

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

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. (Atmaja, 2019)

## 2.2.2 *Artificial Intelligence* (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 buatan termasuk bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia. (Rozak, 2020)

## 2.2.3 *End-effector*

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

### 2.2.3.1 *Gripper*

*Gripper* merupakan interkoneksi alat pengendali yang bentuknya seperti lengan robot. Pengertian lain, *gripper* menyerupai benda kerja sebagai organ pengenggam (biasanya berbentuk jari *gripper*). Beberapa fungsi dari *gripper* antara lain:

- Mengatur posisi dan fungsi benda kerja yang jelas.
- Mampu menahan beban statis dan dinamis atau proses spesifik momen dan gaya.
- Mengubah dan bergerak dalam arah dan posisi dari objek tertentu terhadap peralatan pengendali seperti fungsi lengan/tangan.
- Dapat beroperasi seperti lengan/jari.

Saat ini, penggunaan *gripper* sudah populer sebagai robot industri dengan unit komponennya yang mudah diotomatisasikan. Namun *gripper* juga mampu beroperasi dalam perakitan khusus sehingga memiliki fungsi seperti tangan (manusia) palsu. Selain itu, *gripper* juga mudah dikoneksikan dengan sistem kendali automasi sehingga teknologi ini sangat populer dalam industri manufaktur. Jenis *gripper* sangat beragam yang dapat disesuaikan

sebagai fungsi lengan penggenggam, seperti terlihat pada bentuk di Gambar 2.9. Salah satu bentuk *gripper* yang berbentuk rahang *gripper* dapat digunakan pada benda yang bentuknya rata. Jika rahang *gripper* berbentuk setengah lingkaran maka cocok bagi benda yang permukaannya silindris. Dengan demikian, *gripper* sudah banyak tersedia dengan beragam bentuk yang sesuai dengan kebutuhan objek benda yang digunakannya. (Sirmayanti dkk, 2021)



**Gambar 2.9** *Gripper* Penjepit

Sumber: [jurnal telekomunikasi dan komputer](#)

## 2.3 Mikrokontroler

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 Mikrokontroler perbandingan antara RAM dan ROM-nya besar, sedangkan pada sistem komputer juga besar. (Mappa, 2018)

### 2.3.1 Jenis – Jenis Mikrokontroler

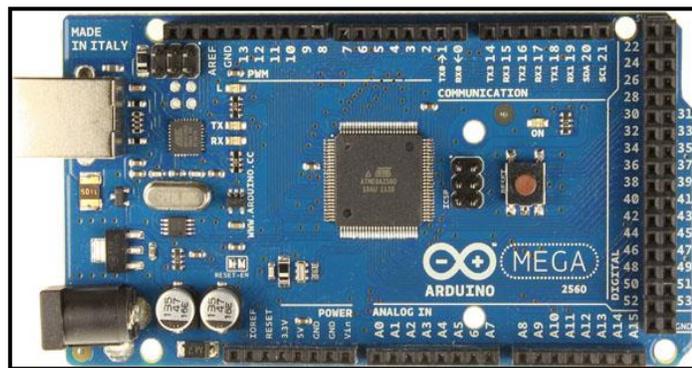
Secara umum mikrokontroler terbagi menjadi 3 jenis yang ada di pasaran. Setiap jenis mempunyai ciri khas dan karekeristik sendiri sendiri, berikut pembagian keluarga dalam mikrokontroler:

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 mengizinkan 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 Mikrokontroler Alv and Vegard's Risc processor atau sering disingkat AVR merupakan mikrokontroler 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/O). 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 PICmicro tersebut. (Sitorus & Tahyudin:2018)

### 2.3.2 Arduino Mega 2560

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. (Mappa, 2018)



**Gambar 2.10** Arduino Mega 2560

Sumber: [blog.famosastudio.com](http://blog.famosastudio.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: [inet.detik.com](http://inet.detik.com)*

## 2.4 Sensor

Sensor digunakan untuk mengendalikan sebuah pergerakan lengan yang dapat menyeleksi warna barang dengan akurat, sebuah robot harus dilengkapi beberapa sensor yang di tujukan sebagai informasi data yang selanjutnya akan diolah oleh kontroler agar robot tersebut dapat melakukan tugasnya sesuai yang diinginkan. (Abdullah, 2017)

Berikut adalah jenis-jenis sensor:

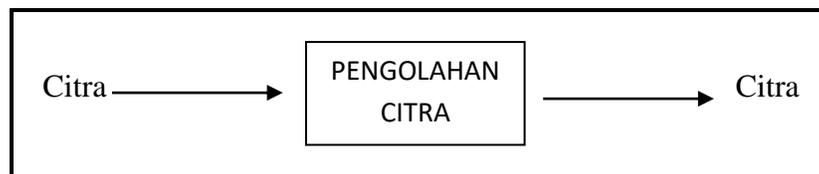
- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| 1. Sensor Cahaya     | 11. Sensor Akseleromator |
| 2. Sensor Tekanan    | 12. Sensor Gerak         |
| 3. Sensor Magnet     | 13. Sensor Kelembaban    |
| 4. Sensor Suhu       | 14. Sensor Warna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

Menurut Mulyanto (dalam Utomo 2018) Pengolahan citra (*image processing*) merupakan proses mengolah pixel-pixel di dalam citra digital untuk tujuan tertentu. Pengolahan citra dilakukan karena beberapa alasan yaitu untuk mendapatkan citra asli dari suatu citra yang mengalami penurunan kualitas karena pengaruh derau atau untuk memperoleh citra dengan karakteristik dan cocok secara visual yang dibutuhkan untuk tahap lebih lanjut dalam proses analisis citra. Citra yang diolah ditransformasikan kedalam bentuk representasi numerik untuk pemrosesan secara digital oleh komputer.



**Gambar 2.12** Proses Pengolahan Citra

### 2.5.2 Webcam

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 kelebihan 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. (Ayubi, 2020)



**Gambar 2.13** Webcam

*Sumber: [gamebott.com](http://gamebott.com)*

## 2.6 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya, frekuensi kerjanya pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal piezoelectric akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek piezoelectric. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek piezoelectric menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama. (Saragih dan Bacin, 2020)



**Gambar 2.14** Sensor Ultrasonik

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

## 2.7 Motor Servo

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. 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.

Susunan dari sebuah motor DC yaitu, *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. (Latifa & Saputro, 2018)

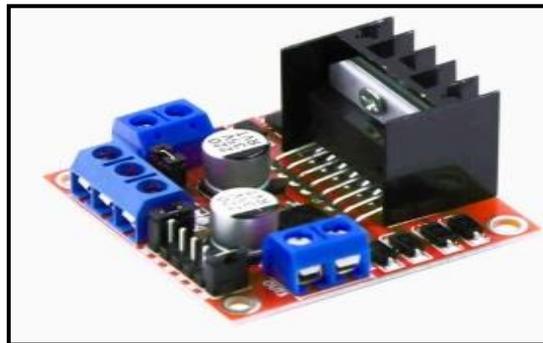


**Gambar 2.15** Motor Servo

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

## 2.8 Motor Driver L298N

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). (Muhardian & Krismadinata, 2020)

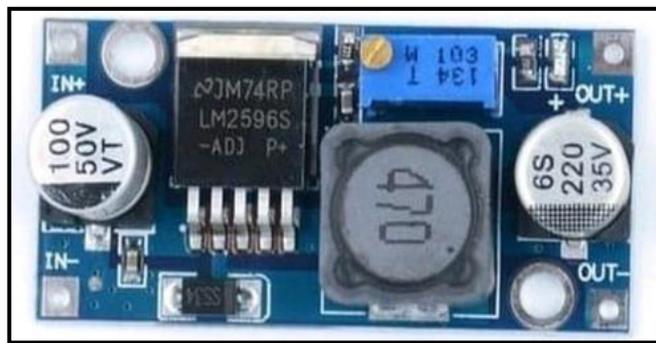


**Gambar 2.16** Motor Driver L298N

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

## 2.9 Modul Stepdown LM2596

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

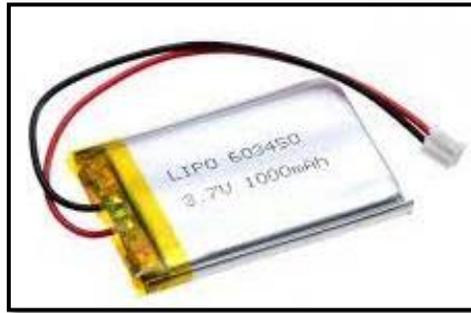


**Gambar 2.17** Modul stepdown LM2596

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

## 2.10 Baterai Lithium Polimer (LiPo)

Baterai Li-Po (*Lithium Polymer*) adalah baterai yang tidak menggunakan cairan elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering, yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis. Sering dijumpai pada label di baterai lithium polimer yang sering kali disimbolkan dengan huruf "S". Dalam hal ini S berarti "sel" yang dimiliki paket baterai (*battery pack*), biasanya di bagian depan simbol terdapat bilangan yang menandakan jumlah sel, dan biasanya berkisar antara 2-6S. Setiap sel dalam baterai Li-Po memiliki tegangan nominal 3,6 V. Energi yang tersimpan dalam baterai, ditunjukkan dengan kapasitas yang tertera pada baterai dengan satuan miliampere hours (mAh). (Listianto, 2019)



**Gambar 2.18** Baterai *Lithium Polimer* (LiPo)

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

## 2.11 *Liquid Crystal Display* (LCD)

LCD adalah sebuah *displaydot matrix* yang difungsikan untuk menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sesuai dengan yang diinginkan (sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya). (Mappa, 2018)

### 2.11.1 Karakteristik LCD 16x2

Menurut Muhammad Royhan (2018) Karakteristik LCD 16x2 dapat dilihat pada gambar 2.18 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



**Gambar 2.19** Bentuk Fisik LCD 16 x 2

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

### 2.11.2 Spesifikasi LCD 16x2

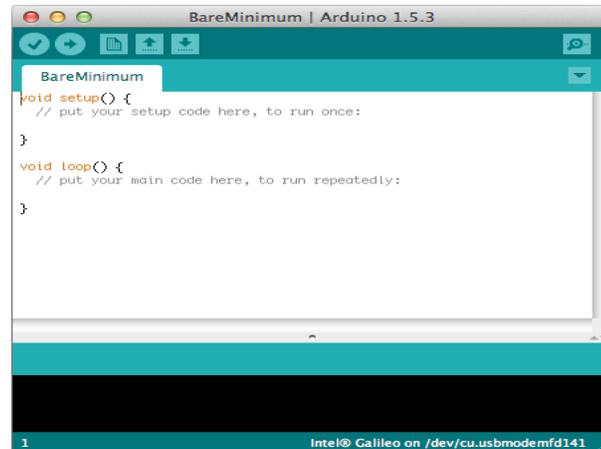
Menurut Muhammad Royhan (2018) Spesifikasi LCD 16x2 dapat dilihat pada tabel 2.2 yaitu :

**Tabel 2.1** Spesifikasi LCD 16x2

<b>Pin</b>	<b>Simbol</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

### 2.12 Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Arduino IDE adalah software yang disediakan di situs arduino.cc yang ditujukan sebagai perangkat pengembangan sketch yang digunakan sebagai program di papan Arduino. IDE (*Integrated Development Environment*) berarti bentuk alat pengembangan program yang terintegrasi sehingga berbagai keperluan disediakan dan dinyatakan dalam bentuk antarmuka berbasis menu. Dengan menggunakan Arduino IDE, kita bisa menulis sketch, memeriksa ada kesalahan atau tidak di sketch. dan kemudian mengunggah atau uploadsketch yang sudah terkompilasi ke papan Arduino. (Destiarini & Kumara, 2019)

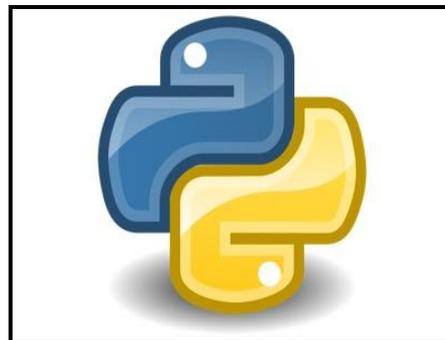


**Gambar 2.20** Arduino IDE

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

### 2.13 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 2.21** Logo Python

Sumber: [code.tutsplus.com](http://code.tutsplus.com)

## 2.14 Bangun Ruang

Menurut Sumanto dkk (dalam Sulistiani & Yesisca 2020) bangun ruang memiliki sifat-sifat tertentu, yaitu memiliki sisi, rusuk, dan titik sudut. Sisi yaitu bagian bangun ruang yang membatasi bagian dalam dan bagian luar bangun ruang tersebut. Berikut beberapa contoh bangun ruang dan gambarnya dapat dilihat pada gambar 2.22:

### 1. Lingkaran

Lingkaran adalah bangun ruang sisi lengkung yang tersusun dari tak terhingga lingkaran yang berpusat di satu titik pusat lingkaran.

Sifat-sifat lingkaran sebagai berikut:

- a) Memiliki hanya 1 bidang melengkung saja.
- b) Tidak memiliki sudut dan rusuk.
- c) Memiliki jari-jari yang sama dari pusat lingkaran ke setiap titik permukaan lingkaran.
- d) Memiliki diameter yang selalu sama pada setiap titiknya.
- e) Memiliki kesimetrisan yang sempurna.

### 2. Segitiga

Segitiga merupakan bangun ruang yang dibatasi dengan adanya tiga buah sisi serta memiliki tiga buah titik sudut.

Sifat-sifat kerucut sebagai berikut:

- a) Memiliki 3 buah sisi yang berupa garis lurus, ketiga garis lurus itu pasti bersentuhan antara satu garis dengan garis lainnya
- b) Ketiga sudut yang ada pada segitiga memiliki besaran sudut yang sama yakni  $180^\circ$
- c) Sisi terpanjang pada sebuah segitiga ada pada bagian terdepan dari sudut terbesar
- d) Sisi terpendek bangun segitiga terletak pada depan sudut terkecil

- e) Dua sisi pada bagian segitiga pasti berukuran lebih besar dibandingkan dengan sisi ketiganya
- f) Dua segitiga siku-siku yang kongruen dapat membentuk sebuah segitiga sama kaki
- g) Luas pada bagian segitiga adalah setengah dari panjang alas dikalikan dengan bagian tinggi segitiga

### 3. Kotak

Kotak merupakan bagian dari prisma yang mempunyai ciri khas, yaitu memiliki sisi yang sama.

Sifat-sifat kotak sebagai berikut:

- a) Memiliki 6 buah sisi.
- b) Memiliki 12 rusuk.
- c) Memiliki 8 titik sudut.
- d) Sisi-sisi pada kotak berbentuk kotak.

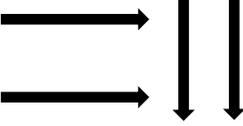
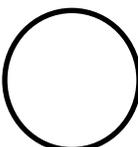
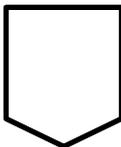


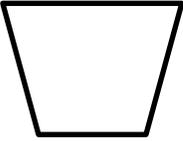
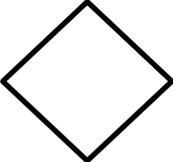
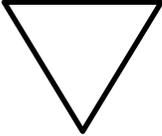
**Gambar 2.22** Contoh Bangun Ruang

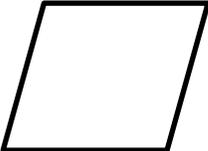
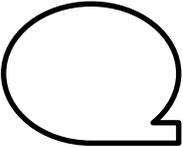
### 2.15 Flowchart

Dalam 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-simbol *Flowchart***

NO.	SIMBOL	KETERANGAN
1.		Simbol arus/ <i>flow</i> , berfungsi sebagai penghubung antar prosedur/proses.
2.		Simbol <i>connector</i> , berfungsi untuk keluar/masuk prosedur atau proses dalam lembar/halaman yang sama.
3.		Simbol <i>offline connector</i> , berfungsi untuk keluar/masuk prosedur atau proses dalam lembar/halaman yang lain.

4.		Simbol <i>process</i> , berfungsi untuk menunjukkan pengolahan yang dilakukan oleh komputer.
5.		Simbol <i>manual operation</i> , berfungsi untuk menunjukkan pengolahan yang tidak dilakukan oleh komputer.
6.		Simbol <i>decision</i> , berfungsi untuk kondisi yang akan menghasilkan beberapa kemungkinan jawaban/aksi.
7.		Simbol terminal, berfungsi untuk menyatakan permulaan atau akhir dari suatu program.
8.		Simbol <i>predefined process</i> , berfungsi untuk mempersiapkan penyimpanan yang akan digunakan sebagai tempat pengolahan di dalam <i>storage</i> .
9.		Simbol <i>keying operation</i> , berfungsi untuk menyatakan operasi dengan menggunakan mesin yang mempunyai <i>keyboard</i> .
10.		Simbol <i>offline storage</i> , berfungsi untuk menunjukkan bahwa data di dalam simbol ini akan disimpan.

11.		Simbol <i>manual input</i> , berfungsi untuk pemasukan data secara manual <i>online keyboard</i> .
12.		Simbol <i>input-output</i> , berfungsi untuk menyatakan proses <i>input</i> dan <i>output</i> tanpa tergantung dengan jenis peralatannya.
13.		Simbol <i>punched card</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu.
14.		Simbol <i>magnetic-tape unit</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari pita magnetik atau <i>output</i> disimpan ke pita magnetik.
15.		Simbol <i>disk and online storage</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari <i>disk</i> atau <i>output</i> disimpan ke <i>disk</i> .
16.		Simbol <i>document</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau <i>output</i> dicetak ke kertas.

## **2.16 Penelitian Terkait**

### **2.16.1 Penelitian “ Perancangan Robot Pensortir Benda Dengan Pengenalan Pola Warna Menggunakan Kamera Oleh Rahmat, Basuki., Suryansyah., & Prayogi, Denis”.**

Pada penelitian ini, aplikasi komputer vision digunakan untuk mengenali warna benda yang kemudian diterapkan pada robot line follower untuk mengambil dan membawa benda ke tempat yang ditentukan sesuai dengan warnanya. Sensor yang digunakan adalah kamera CMUCam4. Pengujian dilakukan dengan memberi lingkaran warna merah dan biru masing – masing sebanyak delapan kali dan kombinasi antara warna merah atau biru secara acak sebanyak sepuluh kali. Dari hasil pengujian didapatkan nilai presentase keberhasilan robot dalam mengenali warna biru sebesar 75 % dan warna merah 87,5 %. Secara keseluruhan, sistem robot dalam mengenali warna benda memiliki nilai presentase keberhasilan sebesar 80%.

### **2.16.2 Penelitian “Rancang Bangun Sistem Pemilah Dan Pemindah Barang Berdasarkan Ketinggian Barang Menggunakan Lengan Robot 5 Dof dengan Perekaman Data Berbasis Labview 2015 dan Arduino Mega 2560 Oleh Amelia, Talenta., Lestari, Sri Wiji., & Yanto, Nur Witdi”.**

Pada penelitian ini akan menganalisis sistem otomatisasi sistem pemindah dan pemilah suatu barang berdasarkan dari ketinggian nya. Sistem pemindah barang berdasarkan ketinggian menggunakan nilai jarak yang diambil dari sensor ultrasonik HC-SR04, sedangkan sistem pemindah barang menggunakan lengan robot 5 DOF yang digerakkan dengan 5 buah motor servo. Hasil analisis dari pengujian data yang didapatkan dengan ketinggian barang yang berbeda disajikan dalam bentuk perbandingan antara waktu dalam pemrograman dengan waktu sebenarnya (aktual). Pada ketinggian 8 cm dibutuhkan selisih waktu pemindahan 1.109 sekon, ketinggian 10 cm dengan

selisih 0.990 sekon dan ketinggian 12 cm adalah 0.940 sekon. Hasil tersebut memiliki nilai rata-rata 1.013 sekon hal itu dikarenakan jumlah gerakan lengan robot yang disimpan sama yaitu 12 gerakan.

### **2.16.3 Penelitian “Pengendalian Lengan Robot untuk Proses Pemindahan Barang Oleh Wiliam., 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). Robot membutuhkan kontroler sebagai pengatur proses produksi seperti mikrokontroler 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. Benda yang telah dideteksi warnanya akan dipindahkan oleh lengan robot ke posisi yang telah ditentukan. Lengan robot bergerak menggunakan pneumatik dan motor dc, serta limit switch sebagai sensor posisi sumbu x dari lengan robot. Pengambilan benda dilakukan dengan hisapan udara melalui lubang kecil yang dibantu oleh bibir karet sebagai perekat. Pneumatik yang digunakan sebagai penghisap benda memiliki batang besi berupa silinder.

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

No	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Rahmat, Basuki., Suryansyah., & Prayogi, Denis. (2018)	1. Menggunakan sensor kamera	1. Menggunakan sensor garis

	“Perancangan Robot Pensortir Benda Dengan Pengenalan Pola Warna Menggunakan Kamera”		
2.	Amelia, Talenta., Lestari, Sri Wiji., & Yanto, Nur Witdi (2021) “Rancang Bangun Sistem Pemilah Dan Pemindah Barang Berdasarkan Ketinggian Barang Menggunakan Lengan Robot 5 Dof dengan Perekaman Data Berbasis Labview 2015 dan Arduino Mega 2560”	1. Menggunakan sensor ultrasonik dengan arduino mega 2560 2. Menggunakan robot lengan 5 <i>degree of freedom</i>	1. Menggunakan sensor infrared
3.	Wiliam., Kartadinata, Budi., Wijayanti, Linda (2019) “Pengendalian Lengan Robot untuk Pemindah Barang”	1. Menggunakan robot lengan	1. Menggunakan sensor warna 2. Menggunakan arduino UNO