

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor

Sensor merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peranan penting dalam sebuah sistem pengaturan otomatis. Ketepatan dan kesesuaian dalam memilih sebuah sensor akan sangat menentukan kinerja dari sistem pengaturan secara otomatis. Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengubah besaran fisis tertentu menjadi besaran listrik equivalent yang siap untuk dikondisikan ke elemen berikutnya. Sensor dapat dianalogikan sebagai sepasang mata manusia yang bertugas membaca atau mendeteksi data/informasi yang ada di sekitar. D Sharon, dkk (1982), mengatakan sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Contohnya antara lain yaitu, kamera sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran, kulit sebagai sensor peraba, LDR (*light dependent resistance*) sebagai sensor cahaya, dan lainnya.

Dalam kegunaannya sebuah sensor harus memenuhi beberapa persyaratan. Berikut persyaratan umum sebuah sensor adalah:

a) Linieritas

Linieritas adalah masukan (inputan) dan keluaran (output) harus berbanding lurus.

b) Sensitivitas

Sensitivitas adalah sesuatu hal yang akan menunjukkan sensor kita itu peka atau tidaknya. linieritas sebuah sensor biasanya akan mempengaruhi sensitivitas sensor tersebut.

c) Tanggapan waktu

Tanggapan waktu pada sebuah sensor menunjukkan seberapa cepat sensor kita cepat tanggap terhadap perubahan masukan (input).

2.1.1 Jenis-jenis Sensor

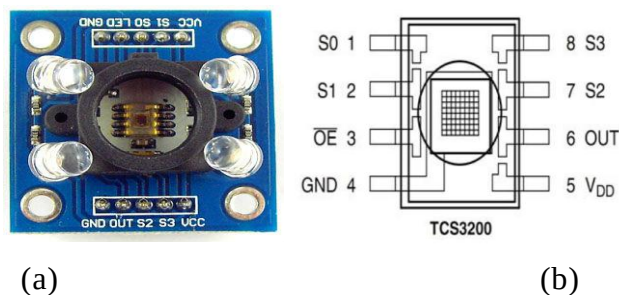
Secara umum terdapat dua jenis sensor yang berada di pasaran yaitu Sensor aktif dan pasif:

- Sensor pasif merupakan sensor yang mendeteksi respon radiasi elektromagnetik dari obyek yang dipancarkan dari sumber alami.
- Sensor aktif merupakan sensor yang mendeteksi pantulan atau emisi radiasi elektromagnetik dari sumber energi buatan yang biasanya dirancang dalam rangkaian yang memakai sensor.

2.2 Sensor Warna TCS3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor terprogram yang terdiri dari 64 buah photodiode sebagai pendeteksi intensitas cahaya pada warna obyek serta filter frekuensi sebagai transduser yang berfungsi untuk mengubah arus menjadi frekuensi. Selain itu sensor tersebut memiliki lensa fokus yang berguna untuk mempertajam pendeteksian photodiode terhadap intensitas cahaya dengan jarak pembacaan 2 mm dari lensa IC.

Sensor warna TCS3200 dapat membaca 4 mode warna yaitu, merah, hijau, biru dan *clear* melalui 64 buah photodiode yang terbagi menjadi 4 bagian yaitu 16 photodiode untuk warna merah, 16 photodiode untuk warna hijau, 16 photodiode untuk warna biru dan 16 photodiode lainnya untuk pembacaan warna *clear*. Gambar 2.1 menunjukkan bentuk fisik dari sensor TCS3200 dan skema pin tersebut.



Gambar 2.1 (a) Bentuk Fisik Sensor warna TCS3200 (b) Skema Pin Sensor Warna TCS3200

(https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200_Datasheet_EN_v1.pdf)

Tabel 2.1 Fungsi pin sensor TCS3200

Nama	No	I/O	Fungsi Pin
GND	4	-	Sebagai <i>Ground</i> pada <i>power supply</i>
OE	3	I	<i>Output enable</i> , sebagai input untuk frekuensi <i>output</i> skala rendah
OUT	6	O	Sebagai <i>output</i> frekuensi
S0,S1	1,2	I	Sebagai sakelar pemilih pada frekuensi <i>output</i> skala tinggi
S2, S3	7,8	I	Sebagai sakelar pemilih diantara 4 kelompok <i>diode</i>
Vdd	5	-	<i>Supply tegangan</i>

Dalam aplikasinya sensor TCS3200 dapat digunakan pada robot *line follower*, pengelompokkan objek berdasarkan nilai warna, pembacaan kalibrasi nilai cahaya serta dapat juga digunakan pada proses pencocokan warna. (Permadi, 2012:15-16).

2.2.1 Karakteristik Sensor TCS3200

IC TCS3200 dapat dioperasikan dengan *supply* tegangan pada Vdd berkisar antara 2,7 Volt sampai 5,5 Volt, dalam pengoperasiannya sensor tersebut dapat dilakukan dengan dua cara:

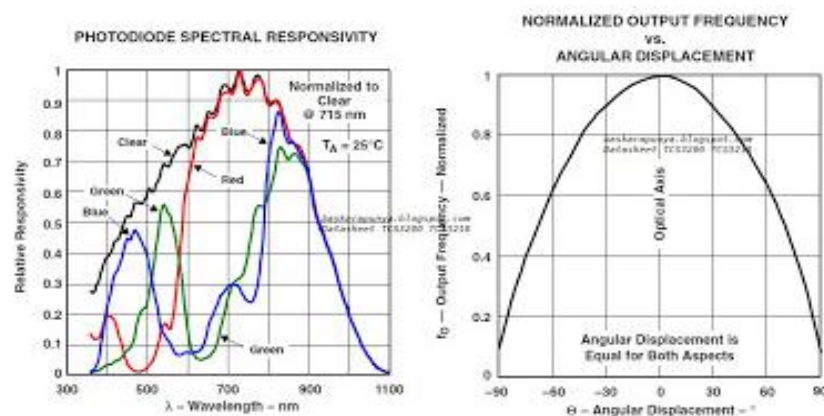
- Mode supply* tegangan maksimum, yaitu dengan menyuplai tegangan berkisar antara 2,7 volt sampai 5,5 volt pada sensor TCS3200
- Mode supply* tegangan minimum, yaitu dengan menyuplai tegangan sebesar 0 sampai 0,8 volt.

Adapun fitur sensor TCS3200 antara lain :

- Konversi tinggi resolusi intensitas cahaya ke frekuensi
- Warna diprogram dan full skala frekuensi keluaran
- Berkomunikasi langsung dengan mikrokontroler
- Pasokan tunggal operasi (2,7 V sampai 5,5 V)
- Mempunyai *power down* fitur
- Kesalahan *nonlinier* biasanya 0,2% pada 50 kHz
- Stabil 200 ppm / ° C koefisien suhu

- Bebas timbal (Pb).

Sensor TCS3200 terdiri dari 4 kelompok photodiode, masing-masing kelompok memiliki sensitivitas yang berbeda satu dengan yang lainnya pada respon photodiode terhadap panjang gelombang cahaya yang dibaca. Photodiode yang mendeteksi warna merah dan *clear* memiliki nilai sensitivitas yang tinggi ketika mendeteksi intensitas cahaya dengan panjang gelombang 715 nm, sedangkan pada panjang gelombang 1100 nm photodiode tersebut memiliki nilai sensitivitas yang paling rendah, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS3200 tidak bersifat linearitas dan memiliki sensitivitas berubah terhadap panjang gelombang cahaya yang diukur. Gambar 2.2 Karakteristik sensitivitas dan linearitas photodiode terhadap panjang gelombang cahaya.

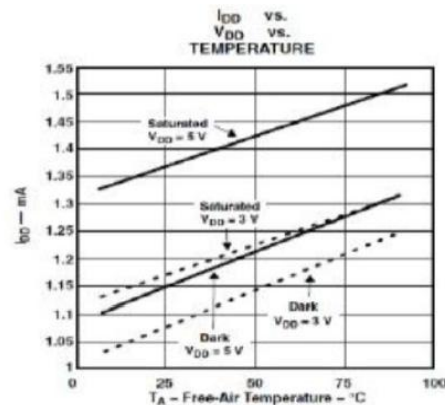


Gambar 2.2 Karakteristik Sensitivitas dan Linearitas Photodiode terhadap Panjang Gelombang Cahaya

(https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200_Datasheet_EN_v1.pdf)

Semakin besar arus input yang diperoleh dari photodiode pada tegangan referensi tertentu, maka semakin tinggi suhu yang dihasilkan oleh sensor, dimana besar atau kecilnya arus input tersebut dipengaruhi oleh keadaan gelap atau terangnya intensitas cahaya yang dipantulkan objek. Hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS3200 memiliki karakteristik suhu yang linear terhadap masukan. Gambar 2.3 merupakan karakteristik perbandingan

antara arus dan tegangan terhadap suhu temperatur sensor TCS3200. (Permadi, 2012:16-17).



Gambar 2.3 Karakteristik Perbandingan antara Arus dan Tegangan terhadap Suhu Temperatur Sensor TCS3200.

(Sumber : https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200_Datasheet_EN_v1.pdf)

2.2.2 Prinsip Kerja Sensor TCS3200

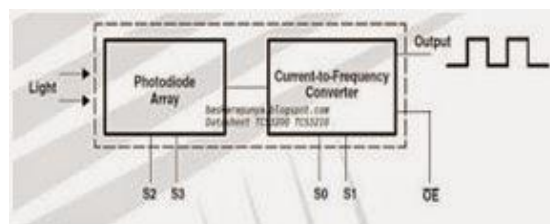
Sensor TCS3200 bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh led *super bright* terhadap objek, pembacaan nilai intensitas cahaya tersebut dilakukan melalui matrik 8x8 photodiode, dimana 64 photodiode tersebut dibagi menjadi 4 kelompok pembaca warna, setiap warna yang disinari led akan memantulkan sinar led tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda - beda tergantung pada warna objek yang dideteksi, hal ini yang membuat sensor TCS3200 dapat membaca beberapa macam warna.

Panjang gelombang dan sinar led yang dipantulkan objek berwarna berfungsi mengaktifkan salah satu kelompok photodiode pada sensor warna tersebut, sehingga ketika kelompok photodiode yang digunakan telah aktif, saklar S2 dan S3 akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk menginformasikan warna yang dideteksi.

Tabel 2.2 Mode Pemilihan Photodiode Pembaca Warna

S2	S3	Photodiode
0	0	Merah
0	1	Biru
1	0	<i>Clear (no filter)</i>
1	1	Hijau

Saklar terprogram ini akan memilih dengan sendirinya jika salah satu kelompok photodiode membaca intensitas cahaya terhadap objek yang disensor. Selanjutnya mikrokontroler akan mulai menginisialisasi sensor TCS3200, nilai yang dibaca oleh sensor selanjutnya diubah menjadi frekuensi melalui bagian pengubah arus ke frekuensi, dimana pada bagian ini terdapat osilator yang dibangkitkan oleh saklar S0 dan S1 sebagai mode tegangan maksimum dan *output enable* sebagai pembangkit osilator pada mode tegangan minimum atau *power down*. Gambar 2.4 merupakan blok diagram fungsional TCS3200. (Permadi, 2012:18-19).



Gambar 2.4 Blok Diagram Fungsional Sensor TCS3200

(Sumber : https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200_Datasheet_EN_v1.pdf)

Tabel 2.3 Setting Skala Frekuensi Sensor TCS3200

S0	S1	Output Frekuensi
0	0	<i>Power Down</i>
0	1	2%
1	0	20%
1	1	100%

2.3 Warna

Warna dapat didefinisikan secara obyektif sebagai sifat cahaya yang dipancarkan dan secara subyektif merupakan bagian dari pengalaman indera pengelihatan. Secara obyektif atau fisik, warna dapat diberikan oleh panjang gelombang. Dilihat dari panjang gelombang, cahaya yang tampak oleh mata merupakan salah satu bentuk pancaran energi yang merupakan bagian yang sempit dari gelombang elektromagnetik.

Cahaya yang dapat ditangkap indera manusia mempunyai panjang gelombang 380 sampai 740 nanometer. Cahaya antara dua jarak nanometer tersebut dapat diurai melalui prisma kaca menjadi warna-warna pelangi yang disebut spektrum atau warna cahaya, mulai berkas cahaya warna ungu, violet, biru, hijau, kuning, jingga, hingga merah. Di luar cahaya violet terdapat gelombang-gelombang ultraviolet, sinar X, sinar gamma, dan sinar kosmik. Di luar cahaya merah terdapat sinar inframerah, gelombang Hertz, gelombang Radio pendek, dan gelombang radio panjang yang banyak digunakan untuk pemancaran radio dan TV.

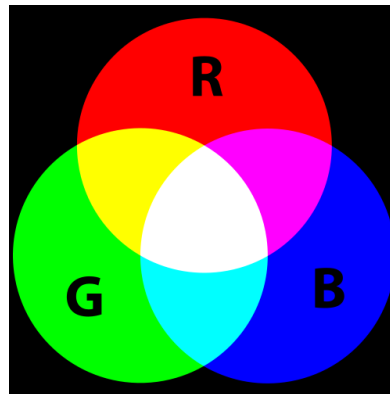
Proses terlihatnya warna adalah dikarenakan adanya cahaya yang menimpa suatu benda, dan benda tersebut memantulkan cahaya ke mata (retina) kita hingga terlihatlah warna. Benda berwarna merah karena sifat pigmen benda tersebut memantulkan warna merah dan menyerap warna lainnya. Benda berwarna hitam karena sifat pigmen benda tersebut menyerap

semua warna pelangi. Sebaliknya suatu benda berwarna putih karena sifat pigmen benda tersebut memantulkan semua warna pelangi. Sebagai bagian dari elemen tata rupa, warna memegang peran sebagai sarana untuk lebih mempertegas dan memperkuat kesan atau tujuan dari sebuah karya desain. Dalam perencanaan *corporate identity*, warna mempunyai fungsi untuk memperkuat aspek identitas. (Alexandre, 2015:3)

2.3.1 Jenis-jenis Warna

2.3.1.1 Warna Primer

Warna primer menurut teori warna pigmen dari Brewster adalah warna-warna dasar. Pada dasarnya warna primer adalah bukan milik cahaya, tetapi lebih merupakan konsep biologis, yang didasarkan pada respon fisiologis mata terhadap cahaya. Secara fundamensi, cahaya adalah spektrum berkesinambungan dari panjang gelombang yang berarti bahwa terdapat jumlah warna yang tak terhingga. Akan tetapi, mata manusia normalnya hanya memiliki tiga jenis alat penerima yang disebut dengan sel kerucut (yang berada di retina). Ini yang merespon panjang gelombang cahaya tertentu. Warna primer additif adalah warna primer cahaya. Media yang menggabungkan pancaran cahaya untuk menciptakan sensasi warna. Warna primer additif adalah merah, hijau dan biru. Campuran warna cahaya merah dan hijau menghasilkan nuansa kuning atau orange. Campuran hijau dan biru menghasilkan nuansa *cyan* sedangkan campuran warna merah dan biru akan menghasilkan nuansa ungu. Campuran dengan proporsi warna seimbang dari warna primer additif menghasilkan nuansa warna kelabu, jika warna ini disaturasi penuh maka hasilnya adalah putih. Ruang warna yang dihasilkan disebut dengan RGB (*red, green, blue*). Gambar 2.5 merupakan warna primer. (Alexandre, 2015:4)



Gambar 2.5 Warna Primer

(Sumber: <http://tingilinde.typepad.com/omenti/2012/05/colors-of-light.html>)

2.3.1.2 Warna Sekunder

Warna sekunder adalah warna yang dihasilkan dari campuran dua warna primer dalam sebuah ruang warna. Contoh campuran warna cahaya merah dan hijau menghasilkan nuansa kuning atau orange. Gambar 2.6 adalah contoh gabungan warna primer (sekunder). (Alexandre, 2015:4)



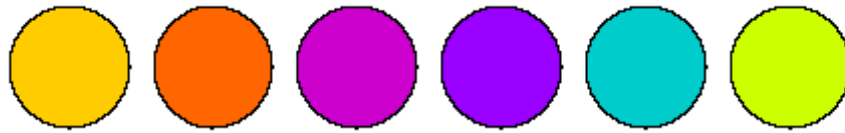
Gambar 2.6 Warna Sekunder

(Sumber : <http://pustakamateri.web.id/zat-warna-tekstil/>)

2.3.1.3 Warna Tersier

Warna tersier merupakan campuran satu warna primer dengan satu warna sekunder. Contoh warna jingga kekuningan didapat dari pencampuran warna primer kuning dan warna sekunder jingga. Istilah warna tersier awalnya merujuk pada warna–warna netral yang dibuat dengan mencampur

tiga warna primer dalam sebuah ruang warna. Gambar 2.7 merupakan warna tersier. (Alexandre, 2015:5).



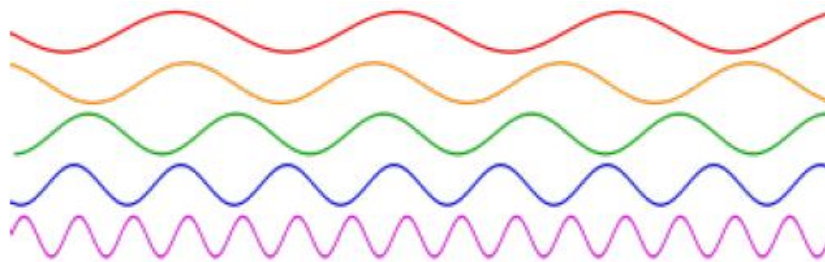
Gambar 2.7 Warna Tersier
(Alexandre, 2015:3)

2.3.2 Warna dalam Bentuk Gelombang

Gelombang pada dasarnya adalah suatu cara perpindahan energi dari satu tempat ke tempat lainnya. Energi dipindahkan melalui pergerakan lokal yang relatif kecil pada lingkungan sekitarnya. Energi pada sinar berjalan karena perubahan lokal yang fluktuatif pada medan listrik dan medan magnet, oleh karena itu disebut radiasi elektromagnetik. (Permadi, 2012:5)

2.3.2.1 Panjang Gelombang, Frekuensi dan Kecepatan Cahaya

Setiap warna mempunyai panjang gelombang dan frekuensi yang berbeda. Bentuknya dapat ditunjukkan dalam suatu bentuk gelombang sinusoida. Berikut gambar gelombang dari berbagai macam frekuensi warna:

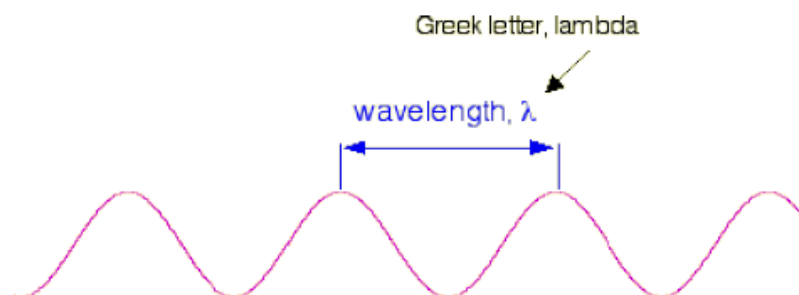


Gambar 2.8 Gelombang frekuensi warna cahaya

(Sumber: http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/Isi2683190296940.pdf)

Jika kita menggambarkan suatu berkas sinar sebagai bentuk gelombang, jarak antara dua puncak atau jarak antara dua lembah atau dua

posisi lain yang identik dalam gelombang dinamakan panjang gelombang (gambar 2.9).



Gambar 2.9 Panjang Gelombang

(Sumber: http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/Isi2683190296940.pdf)

Puncak- puncak gelombang ini bergerak dari kiri ke kanan. Jika dihitung banyaknya puncak yang lewat tiap detiknya, maka akan didapatkan frekuensi. Pakar fisika kebangsaan Jerman Heinrich Rudolf Hertz yang menemukan fenomena ini pertama kali, lalu hasil perhitungan ini dinyatakan dalam satuan hertz (Hz). Frekuensi sebesar 1 Hz menyatakan peristiwa gelombang yang terjadi satu kali per detik. Sebagai alternatif, dapat diukur waktu antara dua buah peristiwa (dan menyebutnya sebagai periode), lalu ditentukan frekuensi (f) sebagai hasil kebalikan dari periode (T), seperti nampak dari rumus di bawah ini:

$$f = \frac{1}{T} \dots \dots \dots (2.2)$$

Sinar oranye, mempunyai frekuensi sekitar 5×10^{14} Hz (dapat dinyatakan dengan 5×10^8 MHz - megahertz). Artinya terdapat 5×10^{14} puncak gelombang yang lewat tiap detiknya. Sinar mempunyai kecepatan tetap pada media apapun. Sinar selalu melaju pada kecepatan sekitar 3×10^8 meter per detik pada kondisi hampa, dan dikenal dengan kecepatan cahaya. Terdapat hubungan yang sederhana antara panjang gelombang dan frekuensi dari suatu warna dengan kecepatan cahaya:

$$C = v \cdot \lambda \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan,

c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

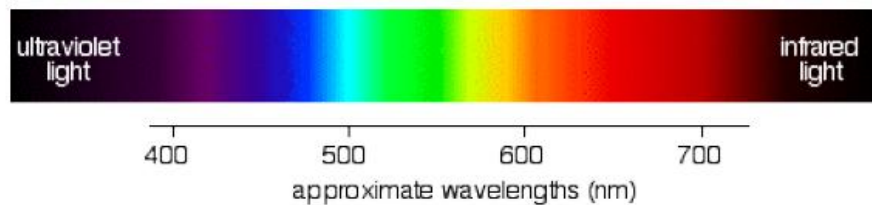
λ = panjang gelombang (m) dan

v = frekuensi (Hz).

Hubungan ini artinya jika kita menaikkan frekuensi, maka panjang gelombang akan berkurang. Sebagai contoh, jika kita mendapatkan sinar warna merah mempunyai panjang gelombang 650 nm dan hijau 540 nm, maka dapat diketahui bahwa warna hijau memiliki frekuensi yang besar daripada warna merah. (Permadi, 2012:5-7)

2.3.2.2 Spektrum Warna

Warna yang kita lihat diinterpretasikan dalam bentuk spektrum warna atau spektrum sinar tampak. Berikut adalah gambaran spektrum sinar tampak:



Gambar 2.10 Spektrum Warna

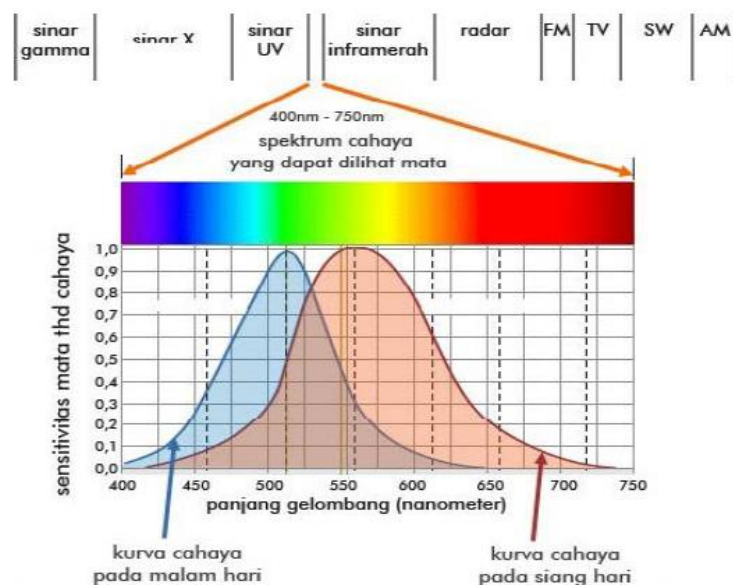
(Sumber: http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/Isi2683190296940.pdf)

Berikut ini adalah tabel macam-macam warna dengan panjang gelombangnya :

Tabel 2.4 Spektrum Warna

No	Warna Warna	Panjang gelombang (nm)
1	Ungu	380 – 435
2	Biru	435 – 500
3	Cyan (biru pucat)	500 – 520
4	Hijau	520 – 565
5	Kuning	565 – 590
6	Orange	590 – 625
7	Merah	625 – 740

Pada kenyataanya, warna saling tercampur satu sama lain. Spektrum warna tidak hanya terbatas pada warna-warna yang dapat kita lihat. Sangat mungkin mendapatkan panjang gelombang yang lebih pendek dari sinar ungu atau lebih panjang dari sinar merah. Pada spektrum yang lebih lengkap akan ditunjukkan ultra-ungu dan infra-merah, tetapi dapat diperlebar lagi hingga sinar X dan gelombang radio diantara sinar yang lain. Gambar 2.11 menunjukkan posisi spektrum-spektrum tersebut. (Permadi, 2012:7-8)



Gambar 2.11 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

(Sumber: http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/Isi2683190296940.pdf)

2.4 Arduino UNO

Arduino adalah jenis suatu papan (board) yang berisi mikrokontroler. Dengan perkataan lain, Arduino dapat disebut sebagai sebuah papan mikrokontroler (Abdul Kadir, 2015). Salah satu papan Arduino yang terkenal adalah Arduino UNO (gambar 2.10)

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital *input/output* (6 di antaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input analog*, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan sebuah tombol *reset*. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah *computer* dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

Arduino Uno berbeda dari semua *board* Arduino sebelumnya, Arduino UNO tidak menggunakan *chip driver* FTDI USB-to-serial. Sebaliknya, fitur-fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai ke versi R2) diprogram sebagai sebuah pengubah USB ke *serial*. Revisi 2 dari board Arduino Uno mempunyai sebuah resistor yang menarik garis 8U2 HWB ke *ground*, yang membuatnya lebih mudah untuk diletakkan ke dalam DFU *mode*. Revisi 3 dari *board* Arduino UNO memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

- Pinout 1.0: ditambah pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya yang diletakkan dekat dengan pin RESET, IOREF yang memungkinkan *shield-shield* untuk menyesuaikan tegangan yang disediakan dari *board*. Untuk ke depannya, *shield* akan dijadikan kompatibel/cocok dengan *board* yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan tegangan 5V dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3V. Yang ke-dua ini merupakan sebuah pin yang tak terhubung, yang disediakan untuk tujuan kedepannya
- Sirkit RESET yang lebih kuat
- Atmega 16U2 menggantikan 8U2

2.4.1 *Input dan Output (I/O)*

Setiap 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai *input* dan *output* menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor *pull-up* (terputus secara default) 20-50 kOhm. Selain itu, beberapa pin mempunyai fungsi-fungsi spesial:

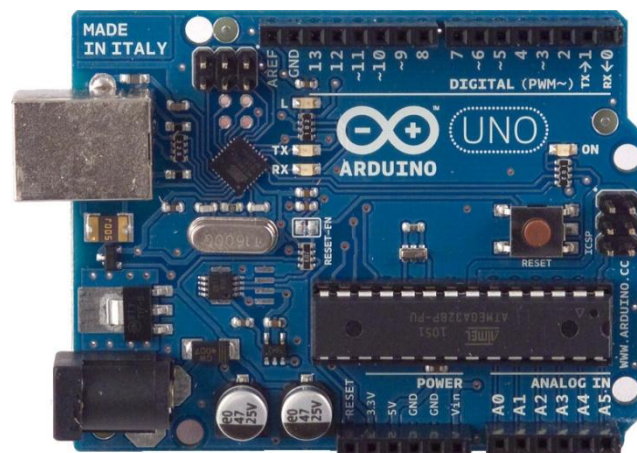
- Serial: 0 (RX) dan 1 (TX): digunakan untuk menerima (RX) dan memancarkan (TX) serial data TTL (*Transistor-Transistor Logic*). Kedua pin ini dihubungkan ke pin-pin yang sesuai dari *chip Serial Atmega8U2 USB-ke-TTL*.
- External Interrupts: 2 dan 3. Pin-pin ini dapat dikonfigurasi untuk dipicu sebuah interrupt (gangguan) pada sebuah nilai rendah, suatu kenaikan atau penurunan yang besar, atau suatu perubahan nilai. Lihat fungsi `attachInterrupt()` untuk lebih jelasnya.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Memberikan 8-bit PWM output dengan fungsi `analogWrite()`.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin-pin ini mensupport komunikasi SPI menggunakan SPI library.
- LED: 13. Ada sebuah LED yang terpasang, terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH LED menyala, ketika pin bernilai LOW LED mati.

Arduino UNO mempunyai 6 *input analog*, diberi label A0 sampai A5, setiapnya memberikan 10 bit resolusi (contohnya 1024 nilai yang berbeda). Secara default, 6 input analog tersebut mengukur dari *ground* sampai tegangan 5 Volt, dengan itu mungkin untuk mengganti batas atas dari rangenya dengan menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Di sisi lain, beberapa pin mempunyai fungsi spesial:

- TWI: pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL. Mensupport komunikasi TWI dengan menggunakan *Wire library*

Ada sepasang pin lainnya pada *board*:

- AREF. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference()`.
- Reset. Membawa saluran ini LOW untuk mereset mikrokontroler. Secara khusus, digunakan untuk menambahkan sebuah tombol reset untuk melindungi yang memblock sesuatu pada *board*.



Gambar 2.12 Arduino UNO

(Sumber: <https://www.pololu.com/product/1699#lightbox-picture0J3810>)

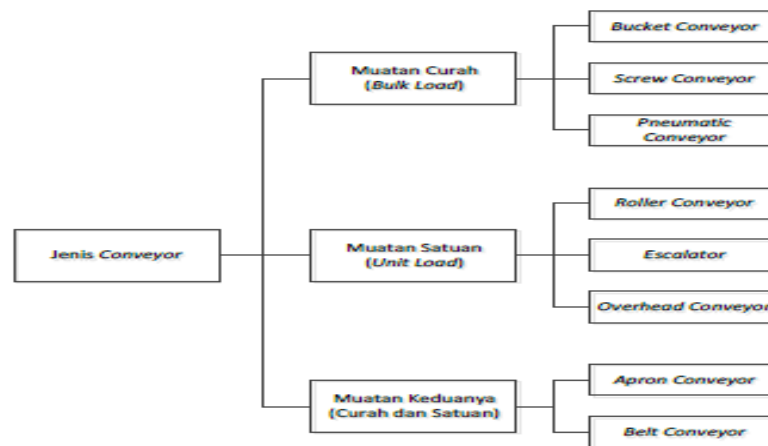
2.5 Conveyor

Conveyor merupakan suatu mesin pemindah bahan yang umumnya dipakai dalam industri perakitan maupun industri proses untuk mengangkat bahan produksi setengah jadi maupun hasil produksi dari satu bagian ke bagian yang lain. Ada dua jenis material yang dapat dipindahkan, yaitu muatan curah (*bulk load*) dan muatan satuan (*unit load*). Contoh muatan curah, misalnya batubara, biji besi, tanah liat, batu kapur dan sebagainya. Muatan satuan, misalnya: plat baja bentangan, unit mesin, *block* bangunan kapal dan sebagainya. *Conveyor* dapat ditemukan dalam berbagai jenis keadaan di suatu industri. *Conveyor* digunakan untuk memindahkan material atau hasil produksi dalam jumlah besar dari suatu tempat ke tempat lain. *Conveyor* mungkin memiliki panjang beberapa kilometer atau mungkin beberapa meter tergantung jenis aplikasi yang diinginkan.

Berdasarkan transmisi daya, mesin pemindah bahan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu:

- *Conveyor* mekanis.
- *Conveyor* pneumatik.
- *Conveyor* hidrolik.
- *Conveyor* gravitasi

Berdasarkan jenis material yang akan dipindahkan, mesin pemindah bahan (*conveyor*) sebagai berikut :



Gambar 2.13 Jenis-Jenis *Conveyor*

(Sumber : Jurnal Teknik Mesin Volume 4 Nomor 2, 2013)

Pemilihan jenis mesin pemindah bahan atau *conveyor* didasarkan kepada sifat bahan yang akan dipindahkan, kapasitas peralatan, arah dan panjang pemindahan, penyimpanan material pada *head* dan *tail ends*, langkah proses dan gerakan muatan bahan serta kondisi lokal spesifik. Pemilihan juga didasarkan pada aspek ekonomi seperti biaya investasi awal dan biaya operasional (*running cost*) misalnya biaya tenaga kerja, biaya energi, biaya bahan seperti minyak pelumas, pembersihan serta biaya pemeliharaan dan perbaikan. (Raharjo,2013:16)

2.5.1 *Belt Conveyor*

Belt conveyor (gambar 2.14) dapat digunakan untuk memindahkan muatan satuan (*unit load*) maupun muatan curah (*bulk load*) sepanjang garis lurus atau sudut inklinasi terbatas. *Belt conveyor* secara intensif digunakan di setiap cabang industri. Dipilihnya *belt conveyor* sebagai sarana transportasi di industri adalah karena tuntutan untuk meningkatkan produktivitas, menurunkan biaya produksi dan juga kebutuhan optimasi dalam rangka mempertinggi efisiensi kerja.



Gambar 2.14 *Belt Conveyor*

(Sumber : <http://kawatlas.jayamanunggal.com/perbaikan-conveyor/>)

Keuntungan penggunaan *belt conveyor* adalah:

- Menurunkan biaya produksi saat memindahkan pupuk.
- Memberikan pemindahan yang terus menerus dalam jumlah yang tetap.
- Membutuhkan sedikit ruang.
- Menurunkan tingkat kecelakaan saat pekerja memindahkan material.
- Menurunkan polusi udara.

Belt conveyor mempunyai kapasitas yang besar (500 sampai 5000 m³/jam atau lebih), kemampuan untuk memindahkan bahan dalam jarak (500 sampai 1000 meter atau lebih). Pemeliharaan dan operasi yang mudah telah menjadikan *belt conveyor* secara luas digunakan sebagai mesin pemindah bahan.

Prinsip kerja *belt conveyor* adalah mentransport material yang ada di atas *belt* dan setelah mencapai ujung *belt* maka material ditumpahkan akibat *belt* berbalik arah. *Belt* digerakkan oleh *drive/head pulley* dengan menggunakan motor penggerak atau motor listrik. *Head pulley* menarik *belt* dengan prinsip adanya gesekan antara permukaan *idler roller* dengan *belt*, sehingga kapasitasnya tergantung gaya gesek tersebut. *Belt conveyor* memiliki beberapa jenis berdasarkan perancangan, yaitu sebagai berikut:

- *Stationary conveyor*.
- *Portable (mobile) conveyor*.

Berdasarkan lintasan gerak *belt conveyor* diklasifikasikan sebagai :

- Horizontal.
- Inklinasi.
- Kombinasi horizontal-inklinasi

Belt conveyor merupakan mesin pemindah bahan material secara mekanis yang memiliki arah lintasan horisontal, miring atau kombinasi dari keduanya yang terdiri dari sabuk yang bertumpu pada beberapa *roller*, motor listrik serta *pulli* sebagai penggerakannya. (Raharjo, 2013: 17-18)

2.6 Motor DC

Motor DC adalah jenis motor yang menggunakan arus DC dan akan berputar secara otomatis kalau diberikan tegangan dan akan berhenti begitu tegangan yang memasoknya dihentikan (Abdul Kadir, 2015: 420). Motor DC tersusun dari dua bagian yaitu bagian diam (*stator*) dan bagian bergerak (*rotor*). *Stator* motor arus searah adalah badan motor atau kutub magnet (*sikat-sikat*), sedangkan yang termasuk *rotor* adalah jangkar lilitanya. Pada motor, kawat penghantar listrik yang bergerak tersebut pada dasarnya merupakan lilitan yang berbentuk persegi panjang yang disebut *kumparan*.



Gambar 2.15 Motor DC

(Sumber: <http://www.smartautomation.com.cn/Product.asp?BigClassName=Brushless%20DC&SmallClassName=Brushless%20Motors>)

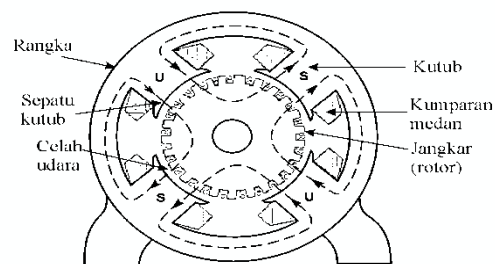
Prinsip kerja motor dc adalah pada saat kumparan medan dialiri arus listrik maka akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Kemudian energi listrik tersebut akan diubah menjadi energi mekanik.

Motor arus searah bekerja berdasarkan prinsip interaksi antara dua fluksi magnetik. Dimana kumparan medan akan menghasilkan fluksi magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan dan kumparan jangkar akan menghasilkan fluksi magnet yang melingkar. Interaksi antara kedua fluksi magnet ini menimbulkan suatu gaya. Dengan demikian, medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi, dimana proses perubahan energi pada motor arus searah.

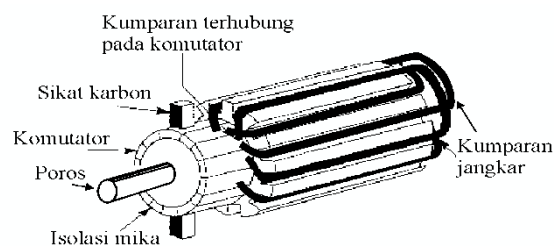
Berdasarkan fisiknya motor arus searah secara umum terdiri atas bagian yang diam dan bagian yang berputar. Pada bagian yang diam (stator) merupakan tempat diletakkannya kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluksi magnet sedangkan pada bagian yang berputar (rotor) ditempati oleh rangkaian jangkar seperti kumparan jangkar, komutator dan sikat.

Penggunaan motor arus searah akhir-akhir ini mengalami perkembangan, akukhususnya dalam pemakaiannya sebagai motor penggerak. Motor arus searah digunakan secara luas pada berbagai motor penggerak dan pengangkut dengan kecepatan yang bervariasi yang membutuhkan respon dinamis dan

keadaan *steady-state*. Motor arus searah mempunyai pengaturan yang sangat mudah dilakukan dalam berbagai kecepatan dan beban yang bervariasi. Itu sebabnya motor arus searah digunakan pada berbagai aplikasi tersebut. Pengaturan kecepatan pada motor arus searah dapat dilakukan dengan memperbesar atau memperkecil arus yang mengalir pada jangkar menggunakan sebuah tahanan. Konstruksi Motor Arus Searah bagian stator dan rotor dapat dilihat pada gambar 2.16 dan gambar 2.17



Gambar 2.16 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Stator
(Sumber : [http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27627/3/Chapter% 20II.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27627/3/Chapter%20II.pdf))



Gambar 2.17 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Rotor
(Sumber : [http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27627/3/Chapter% 20II.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27627/3/Chapter%20II.pdf))

2.6.1 Jenis-jenis Motor DC

Jenis-jenis motor dc adalah sebagai berikut :

a. Motor DC sumber daya terpisah (*Separately Excited*)

Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/*separately excited*.

b. Motor DC sumber daya sendiri (*Self Excited*)

Pada jenis motor DC sumber daya sendiri di bagi menjadi 3 tipe sebagai berikut :

- **Motor DC Tipe *Shunt***

Pada motor *shunt*, gulungan medan (*medan shunt*) disambungkan secara paralel dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo. Karakter kecepatan motor DC tipe *shunt* adalah :

- Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.
- Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

- **Motor DC Tipe Seri**

Dalam motor seri, gulungan medan (*medan shunt*) dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus dinamo. Karakter kecepatan dari motor DC tipe seri adalah :

- Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM
- Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

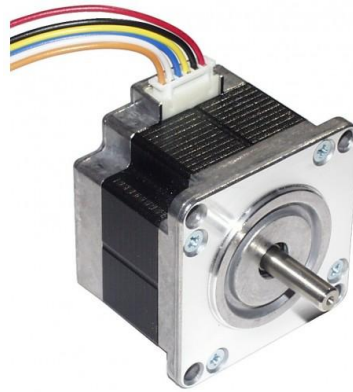
- **Motor DC Tipe Kompon/Gabungan**

Motor Kompon DC merupakan gabungan motor seri dan *shunt*. Pada motor kompon, gulungan medan (*medan shunt*)

dihubungkan secara paralel dan seri dengan gulungan dinamo (A). Sehingga, motor kompon memiliki *torque* penyalan awal yang bagus dan kecepatan yang stabil. Karakter dari motor DC tipe kompon/gabungan ini adalah, makin tinggi persentase penggabungan (yakni persentase gulungan medan yang dihubungkan secara seri), makin tinggi pula *torque* penyalan awal yang dapat ditangani oleh motor ini. Motor Dc jenis kompon menggunakan lilitan jenis seri dan lilitan *shunt* yang umumnya dihubungkan sehingga medan-medan bertambah secara kumulatif. Hubungan kedua lilitan ini menghasilkan karakteristik pada motor medan *shunt* dan motor medan seri. Kecepatan motor tersebut bervariasi lebih sedikit dibandingkan motor *shunt*, tetapi tidak sebanyak motor seri. Motor DC jenis ini juga mempunyai torsi starting yang sedikit besar atau jauh lebih besar dari motor *shunt*, tetapi jauh lebih kecil dari motor seri. Variasi gabungan ini membuat motor kompon memberikan variasi penggunaan lebih luas. (Petruszella, 1996:336)

2.7 Motor Stepper

Motor *stepper* adalah jenis motor yang putarannya dikontrol dengan cara yang khusus, yaitu dengan menghidupkan dan mematikan motor dengan pola tertentu. (Abdul Kadir, 2015 : 420). Motor *stepper* bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit dimana motor *stepper* bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor *stepper* tersebut.

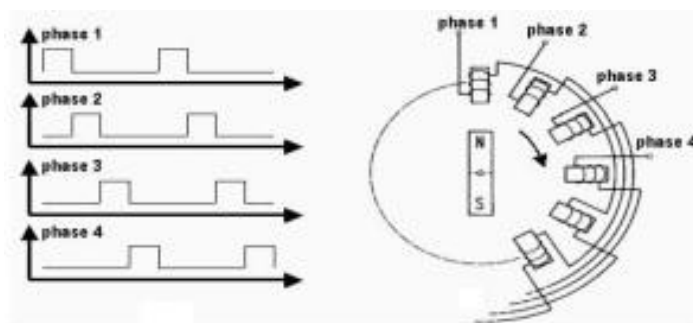


Gambar 2.18 Motor *Stepper*

(Sumber: <http://www.robosoftsystems.co.in/roboshop/index.php/motor-accessories/imported-motors/minebea-14pm-m201-unipolar-stepper-motor.html>)

2.7.1 Prinsip Kerja Motor *Stepper*

Prinsip kerja motor *stepper* adalah mengubah pulsa-pulsa input menjadi gerakan mekanis diskrit. Oleh karena itu untuk menggerakkan motor *stepper* diperlukan pengendali motor *stepper* yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Berikut ini adalah ilustrasi struktur motor *stepper* sederhana dan pulsa yang dibutuhkan untuk menggerakkannya :



Gambar 2.19 Prinsip Kerja Motor *Stepper*

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

Gambar diatas memberikan ilustrasi dari pulsa keluaran pengendali motor *stepper* dan penerpan pulsa tersebut pada motor *stepper* untuk menghasilkan arah putaran yang bersesuaian dengan pulsa kendali.

2.7.2 Kelebihan Motor *Stepper*

Kelebihan motor *stepper* dibandingkan dengan motor DC biasa adalah (Zona Elektro, 2013) :

- Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
- Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak
- Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi
- Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran)
- Sangat realibel karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC
- Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya
- Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada range yang luas.

2.8 Motor Servo

Motor servo adalah jenis motor yang putarannya dapat diatur dengan menyebutkan derajat yang dikehendaki. Sebagai contoh, dimungkinkan untuk mengatur motor agar mengarah ke sudut 90 derajat. Umumnya, motor servo dapat bergerak 180 derajat. (Abdul Kadir, 2015 : 420)

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.

Motor servo selalu mengandung tiga kabel. Ketiga kabelnya adalah sebagai berikut:

- Kabel catu daya (warna merah) dihubungkan ke sumber tegangan DC.
- Kabel ground (warna coklat) dihubungkan ke *ground*.
- Kabel kontrol (warna oranye) dihubungkan ke pin yang ditujukan untuk mengatur arah putaran rotor.



Gambar 2.20 Motor Servo

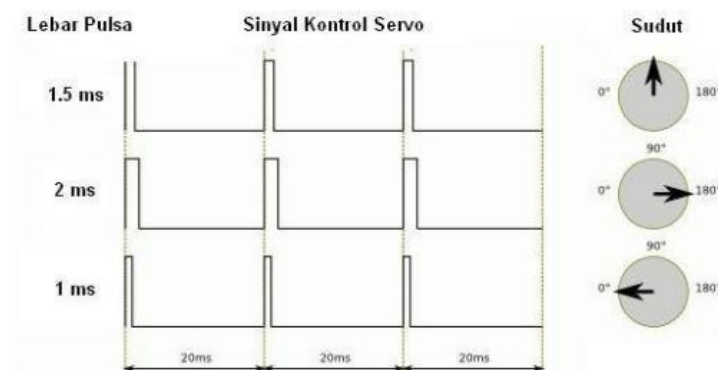
(Sumber : <https://www.virtuabotix.com/product/towardpro-servo-mg-946r-metal-gear-servo-motor/>)

2.8.1 Tipe Motor Servo

Secara umum terdapat 2 jenis motor servo, yaitu motor servo *standard* dan motor servo *continous*. Servo motor tipe standar hanya mampu berputar 180 derajat. Motor servo *standard* sering dipakai pada sistem robotika misalnya untuk membuat “RobotArm” (Robot Lengan). Sedangkan Servo motor *continous* dapat berputar sebesar 360 derajat. Motor servo *continous* sering dipakai untuk *Mobile Robot*. Pada badan servo tertulis tipe servo yang bersangkutan. Pengendalian gerakan batang motor servo dapat dilakukan dengan menggunakan metode PWM. (*Pulse Width Modulation*). Teknik ini menggunakan *system* lebar pulsa untuk mengemudikan putaran motor. Sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Tampak pada

gambar dengan pulsa 1.5 ms pada periode selebar 2 ms, maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa *OFF* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa *OFF* maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam.

Untuk menggerakkan motor servo ke kanan atau ke kiri, tergantung dari nilai *delay* yang kita berikan. Untuk membuat servo pada posisi *center*, berikan pulsa 1.5ms. Untuk memutar servo ke kanan, berikan pulsa ≤ 1.3 ms, dan pulsa ≥ 1.7 ms untuk berputar ke kiri dengan delay 20ms, seperti ilustrasi berikut:



Gambar 2.21 Pensinyalan Motor Servo

(Sumber : Pengendali Motor Servo Berbasis Mikrikontroler, 2013 : 49)

2.9 *Liquid Crystal Display*

Sebuah LCD (*Liquid Cristal Display*) dibentuk oleh suatu jenis cairan khusus yang ditempatkan di antara dua buah lempengan kaca. Terdapat sebuah bidang datar (*backplane*), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang, dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam, ketika tegangan bolak-balik diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan. LCD biasanya memiliki beberapa beberapa buah digit dan titik desimal. Seringkali, terdapat pula sejumlah simbol dan kata tambahan yang memungkinkan LCD digunakan untuk aplikasi-aplikasi yang spesifik. (Bishop, 2004: 158)

LCD (*Liquid Cristal Display*) merupakan salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik sesuai dengan karakter data yang ingin ditampilkan.



Gambar 2.22 Bentuk LCD (*Liquid Cristal Display*)

(Sumber: <http://www.hwkitchen.com/products/lcd-display-4x20-characters/>)

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*). Microcontroller pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroller internal LCD adalah :

- a. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
- b. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
- c. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara

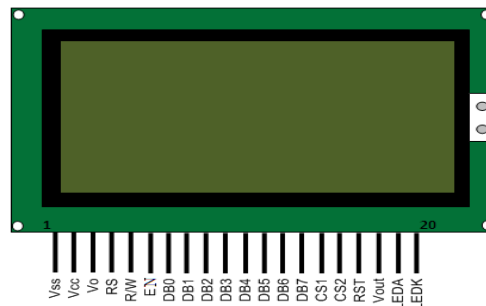
permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya, yaitu:.

- a. Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (*Liquid Cristal Display*) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- b. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau keDDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut keDDRAM sesuai dengan alamat.

2.9.1 Konfigurasi Pin LCD 4x20

Karena LCD sudah dilengkapi perangkat kontrol sendiri yang menyatu dengan LCD, maka dengan mengikuti aturan standar yang telah disimpan dalam pengontrolan tersebut.



Gambar 2.23 Konfigurasi Pin LCD 4x20

(Sumber: <http://www.engineersgarage.com/electronic-components/graphics-lcd>)

Tabel 2.5 Konfigurasi Pin LCD

No Pin	Nama Pin	Keterangan
1	VSS	Dihubungkan ke <i>ground</i>
2	VDD	Catu daya positif
3	V0	Pengatur kontras
		Register Select :
4	RS	• RS = <i>HIGH</i> untuk mengirim data • RS = <i>LOW</i> untuk mengirim interuksi Read/Write <i>control bur</i>
5	R/W	• R/W = <i>HIGH</i> untuk membaca data di LCD
6	E	Data Enable\ • E = <i>HIGH</i> supaya LCD dapat diakses
7	DB0	Data
8	DB1	Data
9	DB2	Data
10	DB3	Data
11	DB4	Data
12	DB5	Data
13	DB6	Data
14	DB7	Data
15	BLA	Catu daya positif untuk layar
16	BLK	Catu daya negatif untuk layar

(Sumber: Buku Pintar Pemrograman Arduino, 2015: 383)

2.9.2 Karakteristik LCD

LCD (*Liquid Cristal Display*) tipe 16x4, artinya LCD terdiri dari 4 baris dan 16 karakter. Modul LCD memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Terdapat 16 x 4 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
- Setiap huruf terdiri dari 5x8 dan 5x10 *dot-matrix cursor*.

- Terdapat 240 macam karakter.
- Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
- Dibangun dengan osilator lokal.
- Satu sumber tegangan 5 volt.
- Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.
- Bekerja pada suhu 0°C sampai 55°C.

2.10 Saklar

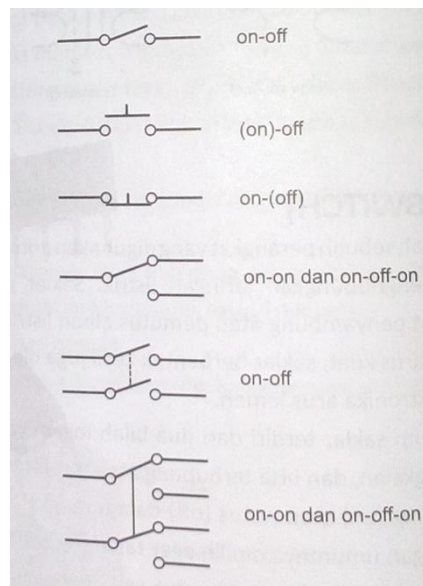
Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan atau menghubungkan jaringan listrik. Saklar pada dasarnya merupakan alat penyambung atau pemutus aliran listrik. Selain untuk jaringan listrik arus kuat, saklar berbentuk kecil juga dipakai untuk alat komponen arus lemah. (Prihono dkk, 2010 : 27)

Saklar pada umumnya terdiri dari dua bilah logam yang menempel pada suatu rangkaian, dan bisa terhubung atau terpisah sesuai dengan keadaan sambung (*on*) atau putus (*off*) dalam rangkaian itu. Material kontak sambungan umumnya dipilih agar tahan terhadap korosi. Pada dasarnya tombol bisa diaplikasikan untuk sensor mekanik, karena bisa dijadikan sebagai pedoman mikrokontroler untuk pengaturan alat dalam pengontrolan.



Gambar 2.24 Macam-Macam Saklar

(Sumber : <http://teknikelektronika.com/pengertian-saklar-listrik-cara-kerjanya/>)



Gambar 2.25 Macam-Macam Simbol Saklar

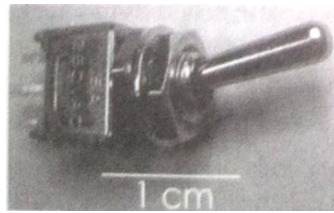
(Sumber : Jago Elektronika Secara Otodidak, 2010 : 28)

2.10.1 Saklar *Toggle*

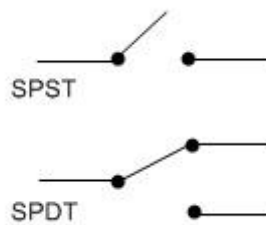
Saklar *toggle* adalah bentuk saklar yang paling sederhana, dioperasikan oleh sebuah ruas *toggle* yang dapat ditekan keatas atau kebawah. Menurut konversinya, pisisi ke bawah mengindikasikan keadaan ‘hidup’, atau menutup atau ‘disambungkan’. (Bishop, 2004: 52)

Saklar-saklar *toggle* yang lebih besar memiliki dua buah tag terminal, yang mengindikasikan bahwa saklar-saklar ini memiliki kontak-kontak jenis *single-pole, single-theow* (satu-kutub, satu arah-SPST) Simbol untuk saklar-saklar ini memperlihatkan bagaimana cara kerjanya. Saklar hanya menyambungkan sebuah rangkaian listrik tunggal dan berada dalam keadaan menu atau membuka.

Saklar-saklar *toggle* yang berukuran lebih kecil memiliki kontak-kontak jenis *single-pole, double-throw* (satu-kutub, dua arah-SPDT). Tag terminal yang berada di tengah adalah jalur arus bersama dan dapat membentuk sambungan (kontak) dengan salah satu dari kedua tag lainnya. Kontak-kontak semacam ini disebut sebagai kontak-kontak ganti (*changeover contacts*).



Gambar 2.26 Saklar *Toggle*
(Sumber : Dasar-dasar Elektronika, 2004 : 52)



Gambar 2.25 Simbol Saklar *Toggle* SPST dan SPDT
(Sumber : Dasar-dasar Elektronika, 2004 : 52)

2.10.2 Saklar Tekan

Saklar tekan dioperasikan dengan cara menekan sebuah tombol. Terdapat dua jenis saklar semacam ini. kebanyakan diantaranya termasuk ke dalam jenis *push-to-make* (tekan-untuk-menyambungkan) (atau PMT). Dengan menekan tombol, kontak-kontak akan tertekan hingga saling bersentuhan dan saklar menutup. Jenis lainnya adalah *push-to-break* (tekan-untuk-memutuskan) (atau PTM). Kontak-kontaknya adalah kontak-kontak normal-tertutup, namun akan dipaksa membuka ketika tombol ditekan. (Bishop, 2004: 54)



Gambar 2.27 Saklar Tekan

(Sumber : Dasar-dasar Elektronika, 2004 : 54)

2.11 **Adaptor Power Supply**

Adaptor *Power Supply* adalah sebuah yang digunakan untuk menurunkan tegangan listrik dan merubah tegangan listrik AC (*Alternating Current*) yang besar menjadi tegangan DC (*Direct Current*) yang kecil. Pada saat ini ada banyak rangkaian adaptor yang canggih. Misalnya : Dari tegangan 220v AC menjadi tegangan 5 VDC, 9 VDC, atau 12 VDC . Adaptor *power supply* dapat dilihat pada gambar 2.28.



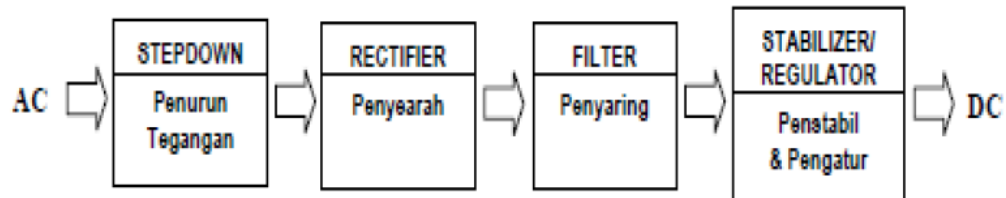
Gambar 2.28 Adaptor

(Rizki Anggoro, Cara Membuat Adaptor, 2009, hal : 13)

2.11.2 **Prinsip Kerja Adaptor Power Supply**

Adaptor *power supply* dibuat untuk menggantikan fungsi baterai atau accu agar lebih ekonomis. Adaptor *power supply* ada yang dibuat sendiri, tetapi ada yang dibuat dijadikan satu dengan rangkaian lain. Pada dasarnya semua jenis

adaptor ini memiliki prinsip kerja yang sama. Prinsip kerja adaptor dapat dilihat pada diagram blok pada gambar 2.21.



Gambar 2.29 Diagram blok Adaptor *power supply*

Keterangan :

a. Sumber arus AC

Sumber arus AC adalah sumber arus listrik yang akan kita gunakan. Sumber arus AC ini umumnya didapatkan dari tegangan jaringan PLN. Untuk Indonesia tegangan jaringan listrik PLN memiliki tegangan 220 V AC dengan frekuensi 50 Hz. Untuk mengambil sumber arus ini dapat menggunakan sebuah steker listrik yang dihubungkan dengan kabel ke adaptor. Sebagai pengaman, biasanya dipasang sebuah sekering sebagai alat pembatas arus listrik.

b. *Stepdown* (Penurun Tegangan)

Stepdown umumnya adalah sebuah komponen elektronika yang digunakan untuk menurunkan tegangan listrik AC 220 V ke tegangan listrik AC yang diinginkan. Perlu diperhatikan, trafo tidak mengubah bentuk tegangan AC menjadi tegangan DC tetapi hanya menurunkannya saja. Ukuran kapasitas sebuah trafo dinyatakan dalam satuan ampere, yaitu menunjukkan berapa besar arus listrik yang dapat disediakan oleh trafo tersebut. Ukuran trafo yang terdapat dipasaran adalah mulai dari 500 mA, 1A, 2A, 3A, 5A, 10A, 20A, 30A, 50A, hingga 100A. semakin besar ukuran kapasitas trafo, maka semakin besar pula ukuran fisik dari trafo. Kapasitas sebuah adaptor secara umum ditentukan oleh kapasitas dari trafo yang terdapat di dalamnya.

Besar tegangan keluar dari trafo bermacam-macam dari ukuran terkecil 3V, 4.5V, 6 V, 9V, 12V, 15V, 20V, 24V, 30V, 32V, hingga 45 V.

c. *Rectifier* (Penyearah)

Bagian ini merupakan bagian penyearah arus dari arus AC (bolak-balik) menjadi arus DC (searah). Bagian ini terdiri dari sebuah dioda silikon, germanium, selenium atau Cuprox. *Rectifier* terdiri dari rangkaian beberapa buah dioda. Ada 2 jenis penyearah yaitu penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh. Penyearah setengah gelombang jarang digunakan pada adaptor, biasanya bentuk penyearah ini digunakan untuk keperluan khusus. Untuk adaptor biasanya digunakan bentuk penyearah gelombang penuh. Untuk trafo engkel diperlukan 4 buah dioda yang dipasang dalam bentuk jembatan untuk mendapatkan bentuk gelombang penuh, sedangkan untuk trafo CT hanya dibutuhkan 2 buah dioda untuk membentuk penyearah gelombang penuh.

d. *Filter* (Penyaring)

Bagian ini berfungsi untuk menyaring arus DC yang masih berdenyut sehingga menjadi rata. Komponen yang digunakan yaitu gabungan dari kapasitor elektrolit dengan resistor atau induktor. Filter dalam sebuah adaptor berguna untuk meratakan bentuk gelombang DC yang dihasilkan oleh penyearah. Umumnya digunakan sebuah kapasitor dengan ukuran kapasitas yang cukup besar untuk membentuk filter. Jenis kapasitor yang digunakan adalah kapasitor polar dengan ukuran 1000 *mikro Farrad* hingga 47.000 *mikro Farrad*, tergantung keperluannya. Namun untuk adaptor biasanya dengan ukuran 2200 *mikroFarrad* sudah menghasilkan arus DC yang cukup baik.

e. *Stabilizer* (Penstabil)

Bagian ini berfungsi menstabilkan tegangan DC agar tidak terpengaruh oleh tegangan beban. Komponen ini berupa Dioda Zener atau IC yang didalamnya berisi rangkaian penstabil.