

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 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.

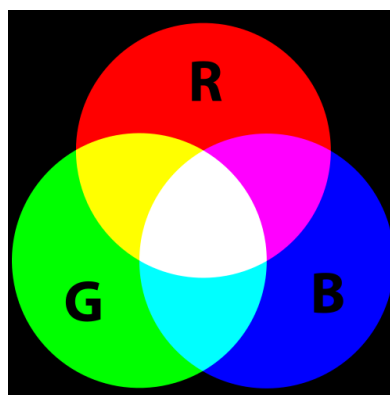
Proses terlihatnya warna adalah dikarenakan adanya cahaya yang menimpa suatu benda, dan benda tersebut memantulkan cahaya ke mata (retina) kita hingga terlihatlah warna. Benda berwarna merah karena sifat pigmen benda tersebut memantulkan warna merah dan menyerap warna lainnya. Benda berwarna hitam karena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



## 2.1.1 Jenis-jenis Warna

### 2.1.1.1 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 2.1 merupakan warna primer. (Alexandre, 2015:4)



Gambar 2.1 Warna Primer

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



### 2.1.1.2 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 2.2 adalah contoh gabungan warna primer (sekunder). (Alexandre, 2015:4)

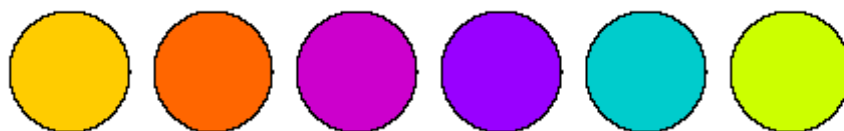


Gambar 2.2 Warna Sekunder

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

### 2.1.1.3 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 2.3 merupakan warna tersier. (Alexandre, 2015:5).



Gambar 2.3 Warna Tersier

(Alexandre, 2015:3)

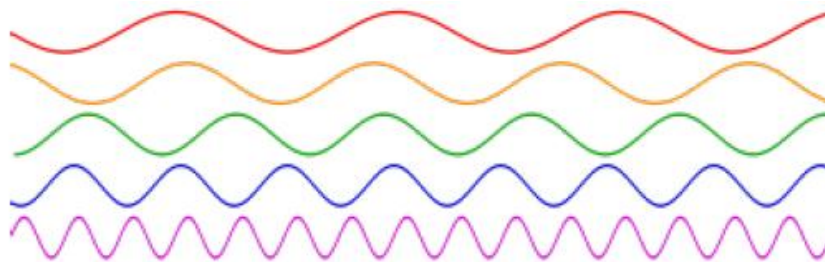


## 2.1.2 Warna dalam Bentuk Gelombang

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)

### 2.1.2.1 Panjang Gelombang, Frekuensi dan Kecepatan Cahaya

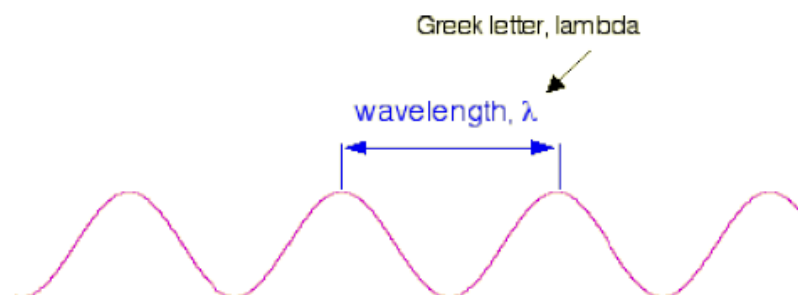
Setiap warna mempunyai panjang gelombang dan frekuensi yang berbeda. Bentuknya dapat ditunjukkan dalam suatu bentuk gelombang sinusoida. Berikut gambar gelombang dari berbagai macam frekuensi warna:



Gambar 2.4 Gelombang frekuensi warna cahaya

( Sumber: [http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file\\_skripsi/Isi2683190296940.pdf](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 2.5).



Gambar 2.5 Panjang Gelombang

( Sumber: [http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file\\_skripsi/Isi2683190296940.pdf](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:

$$f = \frac{1}{T} \dots \dots \dots (2.1)$$

Sinar oranye, mempunyai frekuensi sekitar  $5 \times 10^{14}$  Hz ( dapat dinyatakan dengan  $5 \times 10^8$  MHz - megahertz). Artinya terdapat  $5 \times 10^{14}$  puncak gelombang yang lewat tiap detiknya. Sinar mempunyai kecepatan tetap pada media apapun. Sinar selalu melaju pada kecepatan sekitar  $3 \times 10^8$  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:

$$C = v \cdot \lambda \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan,

$c$  = kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s)

$\lambda$  = panjang gelombang (m) dan

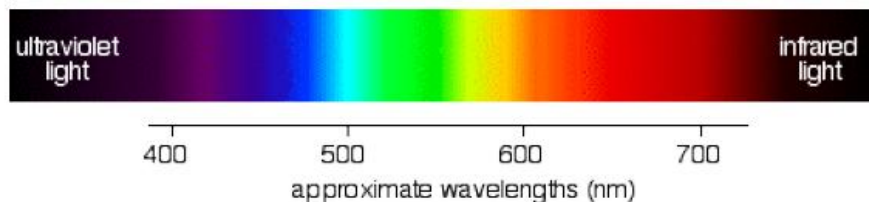
$v$  = frekuensi (Hz).

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)



### 2.1.2.2 Spektrum Warna

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



Gambar 2.6 Spektrum Warna

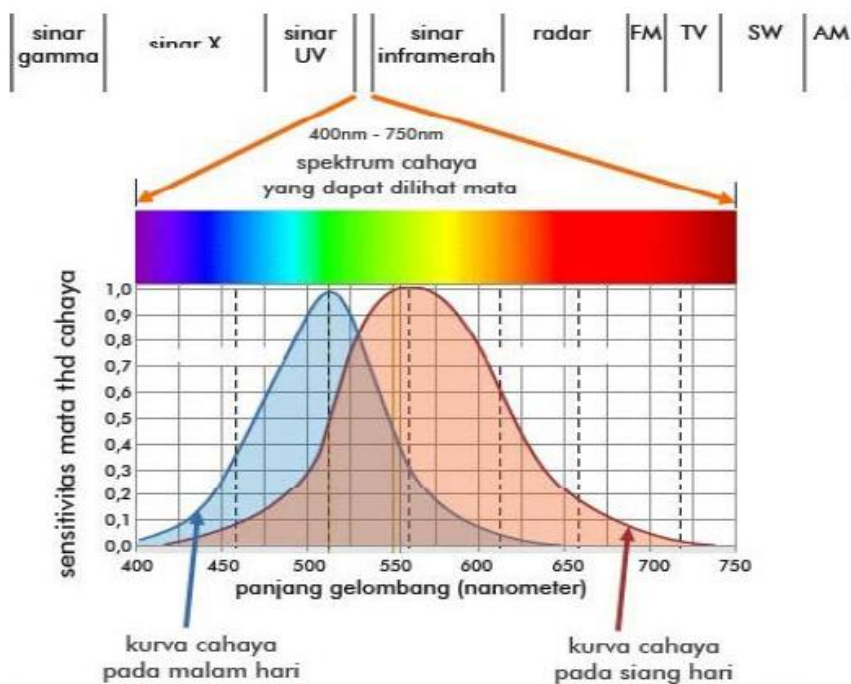
( Sumber: [http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file\\_skripsi/Isi2683190296940.pdf](http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/Isi2683190296940.pdf))

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

Tabel 2.1 Spektrum warna

No	Warna Warna	Panjang gelombang (nm)
1	<b>Ungu</b>	380 – 435
2	<b>Biru</b>	435 – 500
3	<b>Cyan (biru pucat)</b>	500 – 520
4	<b>Hijau</b>	520 – 565
5	<b>Kuning</b>	565 – 590
6	<b>Orange</b>	590 – 625
7	<b>Merah</b>	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 2.7 menunjukkan posisi spektrum-spektrum tersebut. (Permadi, 2012:7-8)



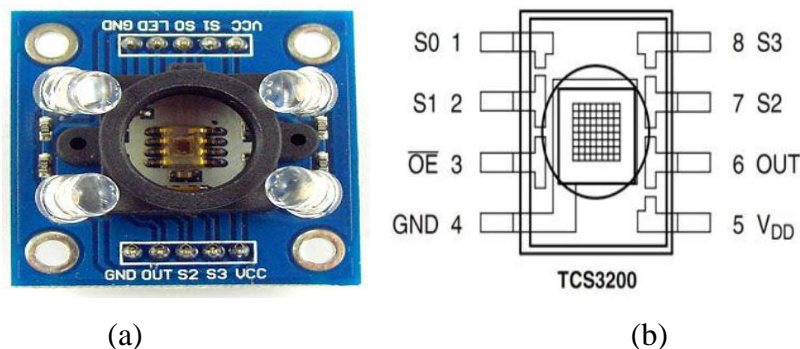
Gambar 2.7 Spektrum Gelombang Elektromagnetik

( Sumber: [http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file\\_skripsi/Isi2683190296940.pdf](http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/Isi2683190296940.pdf))

## 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 2.8 menunjukkan bentuk fisik dari sensor TCS3200 dan skema pin tersebut.



Gambar 2.8 (a) Bentuk Fisik Sensor warna TCS3200 (b) Skema Pin Sensor Warna TCS3200

( Sumber : [https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200\\_Datasheet\\_EN\\_v1.pdf](https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200_Datasheet_EN_v1.pdf) )

**Tabel 2.2 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

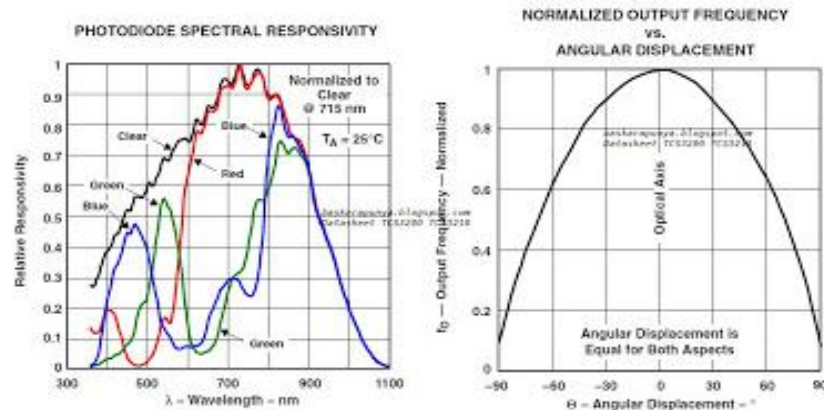
IC TCS3200 dapat dioperasikan dengan *supply* tegangan pada Vdd berkisar antara 2,7 Volt sampai 5,5 Volt, dalam pengoperasiannya sensor tersebut dapat dilakukan dengan dua cara:

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

Adapun fitur sensor TCS3200 antara lain :

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

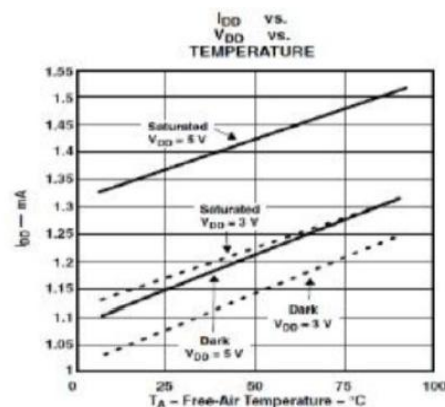
Sensor TCS3200 terdiri dari 4 kelompok photodioda, masing-masing kelompok memiliki sensitivitas yang berbeda satu dengan yang lainnya pada respon photodioda terhadap panjang gelombang cahaya yang dibaca. Photodioda yang mendeteksi warna merah dan *clear* memiliki nilai sensitivitas yang tinggi ketika mendeteksi intensitas cahaya dengan panjang gelombang 715 nm, sedangkan pada panjang gelombang 1100 nm photodioda 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 2.9 Karakteristik sensitivitas dan linearitas photodioda terhadap panjang gelombang cahaya.



Gambar 2.9. Karakteristik Sensitivitas dan Linearitas Photodiode terhadap Panjang Gelombang Cahaya

( Sumber : [https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200\\_Datasheet\\_EN\\_v1.pdf](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 2.10 merupakan karakteristik perbandingan antara arus dan tegangan terhadap suhu temperatur sensor TCS3200. (Permadi, 2012:16-17).



Gambar 2.10. 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](https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200_Datasheet_EN_v1.pdf))



### 2.2.2 Prinsip Kerja Sensor TCS3200

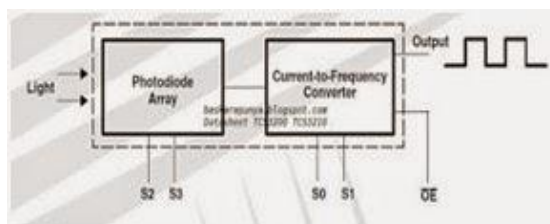
Sensor TCS3200 bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh led *super bright* terhadap objek, pembacaan nilai intensitas cahaya tersebut dilakukan melalui matrik 8x8 photodiode, dimana 64 photodiode tersebut dibagi menjadi 4 kelompok pembaca warna, setiap warna yang disinari 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 2.3. 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 2.11 merupakan blok diagram fungsional TCS3200. (Permadi, 2012:18-19).



Gambar 2.11. Blok Diagram Fungsional Sensor TCS3200

( Sumber : [https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200\\_Datasheet\\_EN\\_v1.pdf](https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200_Datasheet_EN_v1.pdf))

Tabel 2.4. 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 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang mempunyai frekuensi 40 KHz dan banyak digunakan untuk aplikasi aplikasi atau kontes robor cerdas. Sensor jarak ini menggunakan sonar (gelombang suara) untuk menentukan jarak dari benda yang berada di depannya.

HC-SR04 memiliki kinerja yang baik dalam mendeteksi jarak, dengan tingkat akurasi yang tinggi serta deteksi yang stabil. Hitung waktu antara saat pengiriman sinyal dengan saat sinyal pantulan diterima, bagi dengan dua kali kecepatan suara, maka jarak yang terdeteksi akan segera didapatkan.

Sensor ultrasonik mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik 40 KHz selama  $t=200\mu s$  kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor ultrasonik memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa *trigger* dengan  $T_{out}$  min 2 us). Spesifikasi sensor HC-SR04 adalah sebagai berikut :

1. Catudaya 5V DC
2. Arus pada moda siaga : < 2mA



3. Konsumsi arus saat deteksi: 15 mA
4. Lebar sudut deteksi: +/- 15°
5. Jarak deteksi: akurat hingga 1 meter, dapat mendeteksi (namun kurang presisi) hingga jarak 4 meter
6. Resolusi: 3mm (perhitungan dari faktor kecepatan rambat suara dan kecepatan MCU pada 16 MHz)
7. Dimensi: 45 x 20 x 15 mm

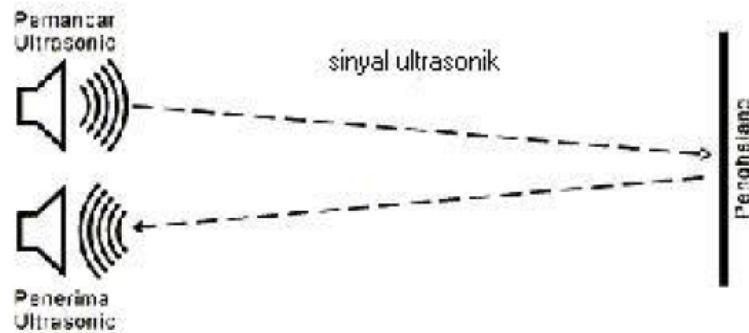


Gambar 2.12 Sensor Ultrasonik HC-SR04

(Sumber: Ultrasonic Ranging Module HC-SR04,  
<http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>)

Ultrasonik modul HC-SR04 (gambar 2.12) umumnya berbentuk papan elektronik ukuran kecil dengan beberapa rangkaian elektronik dan 2 buah transduser. Dari 2 buah transduser ini, salah satu berfungsi sebagai *transmitter* dan satu lagi sebagai *receiver* sekaligus. Tersedia pin VCC, TRIG, ECHO, dan GND. Ada juga modul yang pin TRIG dan ECHO-nya digabungkan menjadi satu dan pemakaiannya berganti-ganti.

Ultrasonik modul ini bekerja dengan cara menghasilkan gelombang suara pada frekuensi tinggi yang dipancarkan oleh bagian *transmitter*. Pantulan gelombang suara yang mengenai benda di depannya akan ditangkap oleh bagian *receiver*. Dengan mengetahui lamanya waktu antara dipancarnya gelombang suara sampai ditangkap kembali, dan dapat dihitung jarak benda yang ada di depan modul tersebut. Kecepatan suaranya adalah 340m/detik. Lamanya waktu tempuh gelombang suara dikalikan kecepatan suara, kemudian dibagi dua akan menghasilkan jarak antara ultrasonik modul dengan benda didepannya. HC-SR04 termasuk modul ultrasonik yang mudah digunakan. HC-SR04 memiliki 4 pin, VCC, TRIG, ECHO, dan GND.



Gambar 2.13 Prinsip Kerja Sensor HC-SR04

( Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/46530/4/Chapter%20II.pdf> )

Prinsip kerja sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2.13. Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, dimana sensor ini menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkapnya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindranya. Jenis objek yang dapat diindra diantaranya adalah objek padat dan cair. Konsep yang digunakan oleh sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut :

1. Sensor akan mengirim 8 sinyal pada frekuensi 40khz jika pin *trigger* pada sensor berada pada kondisi *high* selama kurang lebih 10 mikrodetik.
2. Sensor kemudian akan mendeteksi apakah sinyal yang dikirimkan tersebut dipantulkan oleh target yang berada di depan sensor dan diteruskan ke pin *echo*.
3. Ketika sinyal tersebut diterima, maka jarak antara sensor dan benda tersebut dapat diperoleh dengan menghitung jeda waktu antara sinyal *trigger* dikirim oleh sensor dan kemudian diterima kembali oleh sensor. Rumusnya kurang lebih seperti ini : jeda waktu (*microseconds*) / 58 untuk memperoleh jarak dalam satuan sentimeter dan jeda waktu (*microseconds*) / 148 untuk memperoleh jarak dalam satuan inchi.
4. Sebaiknya menggunakan jeda minimal selama 60 milidetik sebelum mengirim ulang sinyal *high* pada *trigger* pin dan memberikan sinyal *low* pada *trigger* pin selama kurang lebih 2 mikrodetik sebelum mengirim sinyal *high* pada *trigger* pin.



Ultrasonik HC-SR04 menyediakan 2 cm – 400 cm non kontak fungsi pengukuran, akurasi mulai mencapai 3 mm. Modul termasuk pemancar ultrasonik, penerima dan rangkaian kontrol. Prinsip dasar kerja pada diagram waktu :

1. Menggunakan IO pemicu untuk 10 us sinyal tingkat tinggi
2. Modul secara otomatis mengirim 8 siklus gelombang ultrasonik pada frekuensi 40 KHz dan mendeteksi apakah ada sinyal pulsa kembali
3. Jika belakang sinyal, melalui tingkat tinggi, waktu *output* tinggi durasi I/O adalah waktu dari pengiriman ultrasonik untuk kembali. Jarak pada ultrasonik dihitung berdasarkan rumus :

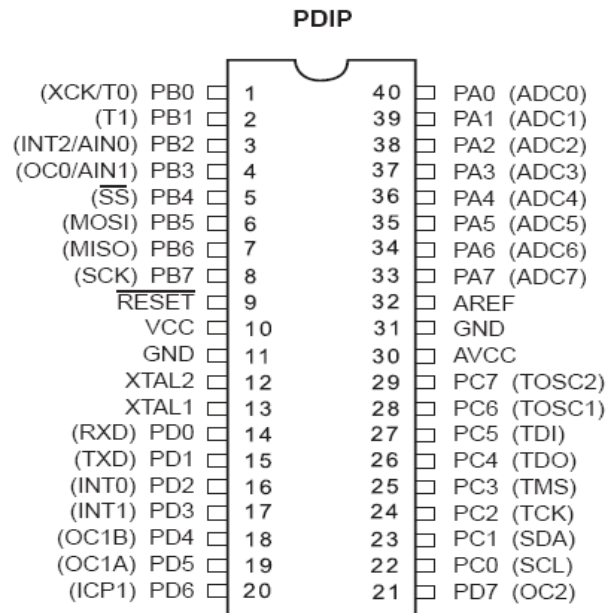
$$S = 340.t/2 \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan rumus : Dimana S adalah jarak antara sensor ultrasonik dengan bidang pantul, dan t adalah selisih waktu antara pemancaran gelombang ultrasonik sampai diterima oleh bagian penerima ultrasonik. (Setiawan dkk, 2014:58-59)

#### 2.4 Mikrokontroler AVR ATmega32

Mikrokontroler merupakan suatu *device* yang didalamnya sudah terintegrasi dengan I/O Port, RAM dan ROM sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan kontrol. Mikrokontroler AVR ATmega32 merupakan *low power* CMOS mikrokontroler 8-bit yang dikembangkan oleh Atmel dengan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) sehingga dapat mencapai *throughput* eksekusi instruksi 1 MIPS (*Million Instruction Per Second*).

Mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas yaitu kelas ATtiny, kelas AT90xx, keluarga ATmega, dan kelas AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, *speed*, operasi tegangan dan fungsinya sedangkan dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan bisa dikatakan hampir sama.



Gambar 2.14 Konfigurasi Pin Mikrokontroler AVR ATmega32

( Sumber : [http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/635/jbptunikompp-gdl-crestaperm-31732-9-unikom\\_c-i.pdf](http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/635/jbptunikompp-gdl-crestaperm-31732-9-unikom_c-i.pdf))

Penjelasan konfigurasi pin pada mikrokontroler AVR ATmega32 (gambar 2.14) secara umum yaitu:

- a. Pin 1 sampai 8 (Port B) merupakan *port parallel* 8 bit dua arah (*bidirectional*), yang dapat digunakan untuk *general purpose* dan *special feature*
- b. Pin 9 (*Reset*) jika terdapat *minimum pulse* pada saat *active low*
- c. Pin 10 (VCC) dihubungkan ke Vcc (2,7 – 5,5 Volt)
- d. Pin 11 dan 31 (GND) dihubungkan ke Vss atau *Ground*
- e. Pin 12 (XTAL 2) adalah pin masukkan ke rangkaian osilator internal. Sebuah osilator kristal atau sumber osilator luar dapat digunakan.
- f. Pin 13 (XTAL 1) adalah pin keluaran ke rangkaian osilator internal. Pin ini dipakai bila menggunakan osilator kristal.
- g. Pin 14 sampai 21 (Port D) adalah 8-bit dua arah (*bi-directional I/O*) port dengan *internal pull-up resistors*) digunakan untuk *general purpose* dan *special featur*.





- h. Pin 22 sampai 29 (Port C) adalah 8-bit dua arah (*bi-directional I/O*) port dengan *internal pull-up resistors* digunakan untuk *general purpose* dan *special feature*.
- i. Pin 30 adalah Avcc pin penyuplai daya untuk port A dan A/D *converter* dan dihubungkan ke Vcc. Jika ADC digunakan maka pin ini dihubungkan ke Vcc.
- j. Pin 32 adalah A REF pin yang berfungsi sebagai referensi untuk pin analog jika A/D *converter* digunakan.
- k. Pin 33 sampai 40 (Port A) adalah 8-bit dua arah (*bi-directional I/O*) port dengan *internal pull-up resistors* digunakan untuk *general purpose*. (Permana, 2013: 22-23)

Penjelasan konfigurasi pin pada mikrokontroler AVR ATmega32 yang mempunyai fungsi khusus yaitu:

- a. Pin 33 sampai 40 (Port A) dapat digunakan sebagai :

**Tabel 2.5 Fungsi Khusus Port A**

PA0	<i>Input ADC PA0</i>
PA1	<i>Input ADC PA1</i>
PA2	<i>Input ADC PA2</i>
PA3	<i>Input ADC PA3</i>
PA4	<i>Input ADC PA4</i>
PA5	<i>Input ADC PA5</i>
PA6	<i>Input ADC PA6</i>
PA7	<i>Input ADC PA7</i>

- b. Pin 1 sampai 8 (Port B) dapat digunakan sebagai :

**Tabel 2.6 Fungsi Khusus Port B**

PB7	<i>SCK (SPI Bus Serial Clock)</i>
PB6	<i>MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)</i>
PB5	<i>MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)</i>
PB4	<i>SS (SPI Slave Select Input)</i>



PB3	AIN1 ( <i>Analog Comparator Negative Input</i> ), OC0 ( <i>Timer/Counter0 Output Compare Match Output</i> )
PB2	AIN0 ( <i>Analog Comparator Positive Input</i> ), INT2 ( <i>External Interrupt 2 Input</i> )
PB1	T1 ( <i>Timer/Counter1 External Counter Input</i> )
PB0	T0 ( <i>Timer/Counter0 External Counter Input</i> ), XCK ( <i>USART External Clock Input/Output</i> )

c. Pin 22 sampai 29 (Port C) dapat digunakan sebagai :

**Tabel 2.7 Fungsi Khusus Port C**

PC7	TOSC2 ( <i>Timer Oscillator Pin 2</i> )
PC6	TOSC1 ( <i>Timer Oscillator Pin 1</i> )
PC5	TDI ( <i>JTAG Test Data In</i> )
PC4	TDO ( <i>JTAG Test Data Out</i> )
PC3	TMS ( <i>JTAG Test Mode Select</i> )
PC2	TCK ( <i>JTAG Test Clock</i> )
PC1	SDA ( <i>Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line</i> )
PC0	SCL ( <i>Two-wire Serial Bus Clock Line</i> )

d. Pin 14 sampai 21 (Port D) dapat digunakan sebagai :

**Tabel 2.8 Fungsi Khusus Port D**

PD7	OC2 ( <i>Timer/CounterNOutput Compare Match Output</i> )
PD6	ICP1 ( <i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i> )
PD5	OC1A ( <i>Timer/Counter1 Output Compare A Match Output</i> )
PD4	OC1B ( <i>Timer/Counter1 Output Compare B Match Output</i> )
PD3	INT1 ( <i>External Interrupt 1 Input</i> )




---



---

PD2	INT0 ( <i>External Interrupt 0 Input</i> )
PD1	TXD ( <i>USART Output Pin</i> )
PD0	RXD ( <i>USART Input Pin</i> )

(Nugraha, 2011:13-14)

Keistimewaan yang terdapat pada mikrokontroler AVR ATmega32 :

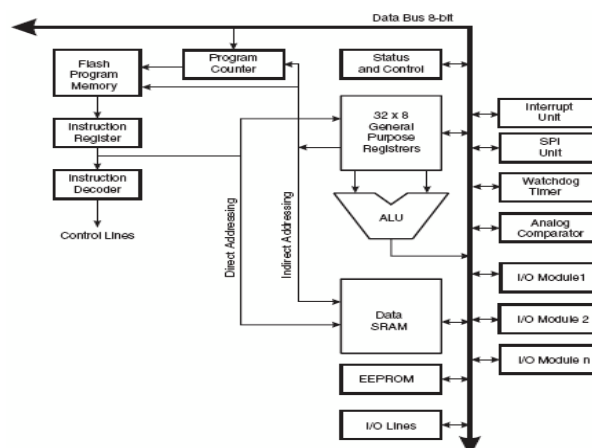
- 8-bit CPU sebagai pusat pengendalian aplikasi
- Mempunyai 131 instruksi yang sebagian besar dieksekusi dalam 1 *cycle*
- 32 register umum yang terhubung dengan ALU (*Arithmetic Logic Unit*)
- Kemampuan memproses instruksi sampai 8 MIPS (*million instruction per second*)
- Memiliki 32 Kbyte untuk flash dalam untuk menyimpan program dan dapat ditulis ulang hingga 10.000 kali
- Memiliki 1024 Bytes EEPROM dengan *endurance* : 100,000 *Write/Erase Cycles*
- Memiliki 2 KByte Internal SRAM (*Static Random Access Memory*) digunakan untuk menyimpan sementara data dari program *flash*
- ADC (*Analog To Digital Converter*) internal dengan resolusi 10 bit sebanyak 8 channel
- 32 jalur I/O (*Input/Output*) yang terpisah dalam empat port yaitu A, port B, port C, dan port D
- 16 bit *timer/counter* dan 8 bit *timer/counter*
- *Full Duplex Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter* (USART)
- RTC (*Real Time Clock*) dengan osilator terpisah
- SPI (*Serial Peripheral Interface*) untuk komunikasi serial yang memiliki kecepatan yang relatif tinggi pada jarak dekat
- Enam pilihan *mode sleep* menghemat penggunaan daya listrik
- *Watchdog timer* yang dapat diprogram dengan osilator internal
- Dapat beroperasi pada tegangan 2,7 – 5,5 V



- Konsumsi daya :
  - 1.1mA ketika akti
  - 0.35mA ketika *Idle*
  - *Power-down* < 1  $\mu$ A. (Permana, 2013:26-28)

#### 2.4.1 Arsitektur ATmega32

Untuk meningkatkan kemampuan, mikrokontroler AVR ATmega32 menggunakan teknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) di mana *set* instruksi dikurangi lebarnya sehingga semua instruksi mempunyai panjang 16 bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam *single clock*, serta pengurangan kompleksitas pengalamatan. Mikrokontroler AVR menggunakan arsitektur Harvard dengan memisahkan memori dan jalur bus untuk program dan data agar meningkatkan kemampuan karena dapat mengakses program memori dan data memori secara bersamaan. Mikrokontroler AVR memiliki *fast access register file* dengan 32 register x 8 bit. Dengan 32 register AVR dapat mengeksekusi beberapa instruksi sekali jalan (*single cycle*). 6 dari 32 register yang ada dapat digunakan sebagai *indirect address* register pointer 16 bit untuk pengalamatan data *space*, yang memungkinkan penghitungan alamat yang efisien. Gambar 2.15 menunjukkan arsitektur mikrokontroler AVR ATmega32. (Permana, 2013:28)



Gambar 2.15 Arsitektur Mikrokontroler AVR ATmega32

( Sumber : [http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/635/jbptunikompp-gdl-crestaperm-31732-9-unikom\\_c-i.pdf](http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/635/jbptunikompp-gdl-crestaperm-31732-9-unikom_c-i.pdf))

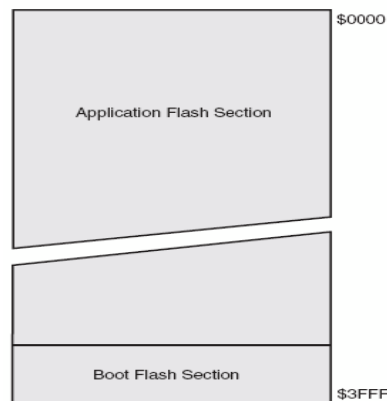


## 2.4.2 Memori ATmega32

Pada mikrokontroler AVR terdapat dua ruang memori utama yaitu memori data SRAM (*Static Random Access Memory*) dan memori program ISP (*In-System Reprogrammable Flash Program Memory*). Selain dua memori utama, pada ATmega 32 terdapat memori EEPROM untuk penyimpanan data sebesar 1KByte.

### 2.4.2.1 Flash Memory

ATmega32 memiliki 32 Kbyte *On-Chip In-System Reprogrammable Flash Memory* yang digunakan untuk menyimpan program dan menyimpan vektor interupsi. Karena semua instruksi pada AVR mempunyai lebar instruksi 16 atau 32 bit, maka ATmega32 memiliki organisasi memori 16 KByte x 16 bit dengan alamat dari \$0000 sampai \$3FFF. Untuk keamanan *software*, ruang *flash* program memori dibagi menjadi dua bagian, *Boot Program* dan *Application Program*, ATmega32 memiliki *Program Counter (PC)* dengan lebar 14 bit untuk mengamati program memori sebesar 16 KByte. Program memori ATmega32 ditunjukkan pada gambar 2.16



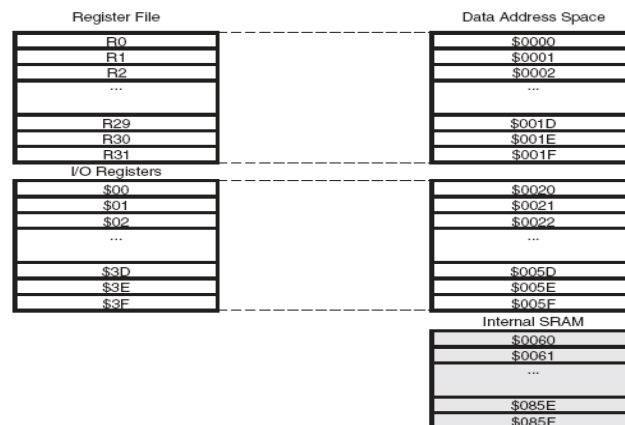
Gambar 2.16 Program Memori ATmega32

( Sumber : [http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/635/jbptunikompp-gdl-crestaperm-31732-9-unikom\\_c-i.pdf](http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/635/jbptunikompp-gdl-crestaperm-31732-9-unikom_c-i.pdf))



#### 2.4.2.2 SRAM (*Static Random Access Memory*)

SRAM (*Static Random Access Memory*) atau biasa disebut juga data memori yang berfungsi untuk menyimpan data sementara, SRAM merupakan memori yang termasuk golongan *volatile* yang berarti data akan hilang ketika tidak mendapat sumber listrik dan SRAM tidak membutuhkan *refresh* secara periodik dikarenakan SRAM menggunakan teknologi transistor. Pada ATmega 32L terdapat tiga bagian pada data memori yaitu, Register file untuk register R0 sampai R31 dengan alamat data dari \$0000 sampai dengan \$001F, I/O Register dengan alamat data dari \$0020 sampai dengan \$005F, dan *Internal SRAM* dengan alamat dari \$0060 sampai dengan \$085F. Pada ATmega32L memiliki *Internal SRAM* sebesar 2 KByte. Gambar 2.17 merupakan SRAM Peta Memori ATmega32



Gambar 2.17 SRAM Peta Memori ATmega32

( Sumber : [http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/635/jbptunikompp-gdl-crestaperm-31732-9-unikom\\_c-i.pdf](http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/635/jbptunikompp-gdl-crestaperm-31732-9-unikom_c-i.pdf))

#### 2.4.2.3 EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*)

EEPROM secara umum digunakan untuk menyimpan data yang tetap, EEPROM termasuk golongan memori *non – volatile* yang berarti data tidak akan hilang walaupun EEPROM tersebut kehilangan sumber listrik. Pada ATmega



32 terdapat EEPROM sebesar 1KByte yang dapat diakses *read /write* sesuai kebutuhan. (Permana, 2013:29-31)

## 2.5 LCD (*liquid crystal display*) 16x2

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah 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. Bentuk LCD 16 x 2 dapat dilihat pada gambar 2.18



Gambar 2.18 Bentuk LCD 16x2

( Sumber : [http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/709/jbptunikompp-gdl-antonmaula-35446-6-unikom\\_a-i.pdf](http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/709/jbptunikompp-gdl-antonmaula-35446-6-unikom_a-i.pdf))

### 2.5.1 Material LCD

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan *reflektor*.

Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. (Maulana, 2014:18)



### 2.5.2 Kontroler lcd (*liquid qristal display*)

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*). Mikrokontroler pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan mikrokontroler *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 hanya mengambilnya alamat memori yang sesuai dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah:

- a. Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD 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 yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD diantaranya adalah:

- a. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.





- b. Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.
- c. Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
- d. Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- e. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt. (Maulana, 2014:19-20)

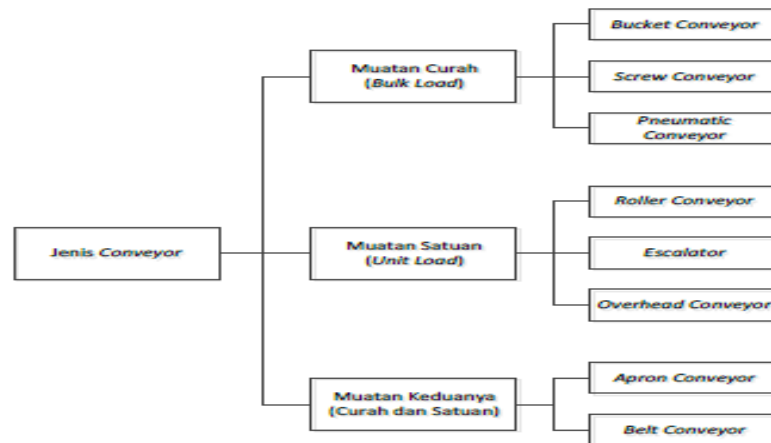
## 2.6 Conveyor

*Conveyor* merupakan suatu mesin pemindah bahan yang umumnya dipakai dalam industri perakitan maupun industri proses untuk mengangkut 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:

1. *Conveyor* mekanis.
2. *Conveyor* pneumatik.
3. *Conveyor* hidraulik.
4. *Conveyor* gravitasi.

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

Gambar 2.19 Jenis-Jenis *Conveyor*

(Sumber : . <https://psppmpk.files.wordpress.com/2014/11/jurnal-teknik-mesin-volume-4-nomor-2-tahun-2013.pdf>)

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)

### 2.6.1 *Belt Conveyor*

*Belt conveyor* (gambar 2.20) 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 2.20 *Belt Conveyor*

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

Keuntungan penggunaan *belt conveyor* adalah:

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

*Belt conveyor* mempunyai kapasitas yang besar (500 sampai 5000 m<sup>3</sup>/ 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:

1. *Stationary conveyor*.
2. *Portable (mobile) conveyor*.

Berdasarkan lintasan gerak *belt conveyor* diklasifikasikan sebagai :

1. Horizontal.
2. Inklinasi.



### 3. 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)

## 2.7 Motor DC

### 2.7.1 Pengertian Motor DC

Motor DC (*Direct Current*) adalah peralatan elektronika yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Motor DC dapat berputar searah dengan arah putaran jarum jam atau dapat juga berputar berlawanan arah putaran jarum jam. Bentuk fisik motor DC dapat dilihat pada gambar 2.21.



Gambar 2.21 Bentuk Fisik Motor DC

( Sumber : <http://www.directindustry.com/prod/electrocraft/product-9175-458193.html>)

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.

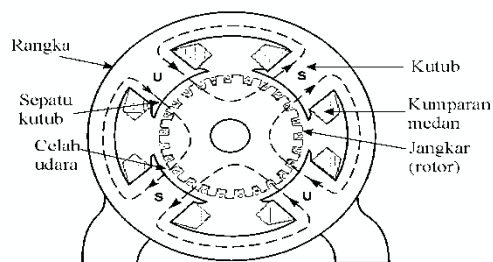
Motor arus searah bekerja berdasarkan prinsip interaksi antara dua fluksi magnetik. Dimana kumparan medan akan menghasilkan fluksi magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan dan kumparan jangkar akan menghasilkan fluksi magnet yang melingkar. Interaksi antara kedua fluksi magnet ini menimbulkan 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.

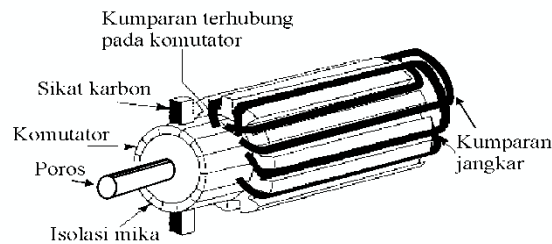
Berdasarkan fisiknya motor arus searah secara umum terdiri atas bagian yang diam dan bagian yang berputar. Pada bagian yang diam (stator) merupakan tempat diletakkannya kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluksi magnet sedangkan pada bagian yang berputar (rotor) ditempati oleh rangkaian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

Penggunaan motor arus searah akhir-akhir ini mengalami perkembangan, khususnya 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 2.22 dan gambar 2.23



Gambar 2.22 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Stator

( Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27627/3/Chapter%20II.pdf>)



Gambar 2.23 Konstruksi Motor Arus Searah Bagian Rotor

( Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27627/3/Chapter%20II.pdf>)

### 2.7.2 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.

(<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27627/3/Chapter%20II.pdf>.)

- **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* penyalaan 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* penyalaan 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. (Petruzella, 1996:336)



## 2.8 Motor Servo

Sebuah motor servo *standard* adalah alat yang dapat mengendalikan posisi, dapat membelokkan dan menjaga suatu posisi berdasar penerimaan pada suatu signal elektronik itu. Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanent motor DC servo yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Bagian - bagian dari sebuah motor servo *standard* adalah sebagai berikut:

- a. Konektor yang digunakan untuk menghubungkan motor servo dengan *Vcc*, *Ground* dan signal *input* yang dihubungkan ke *Basic Stamp*.
- b. Kabel menghubungkan *Vcc*, *Ground* dan signal *input* dari konektor ke motor servo.
- c. Tuas menjadi bagian dari motor *servo* yang kelihatan seperti suatu bintang *fourpointed*.
- d. Ketika motor servo berputar, tuas motor servo akan bergerak ke bagian yang
- e. dikendalikan sesuai dengan program.
- f. Cassing berisi bagian untuk mengendalikan kerja motor servo yang pada dasarnya
- g. berupa motor DC dan *gear*. Bagian ini bekerja untuk menerima instruksi dari *basic stamp* dan mengkonversi ke dalam sebuah pulsa untuk menentukan arah / posisi servo.

Motor servo menggunakan dengan sistem umpan balik tertutup, di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanent motor DC servolah yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah

---

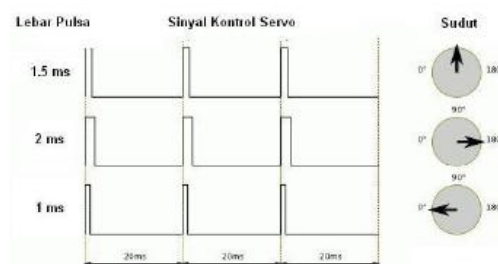




satu medan dihasilkan oleh magnet permanent dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan.

Secara umum terdapat 2 jenis motor servo. yaitu motor servo *standard* dan motor servo *continous*. Servo motor tipe *standard* hanya mampu berputar 180 derajat. Motor servo *standard* sering dipakai pada sistim robotika, sedangkan motor servo *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 sistem 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  $\leq 1.3\text{ms}$ , dan pulsa  $\geq 1.7\text{ms}$  untuk berputar ke kiri dengan *delay* 20 ms, seperti ilustrasi gambar 2.24 (Sujarwata. 2015:49)



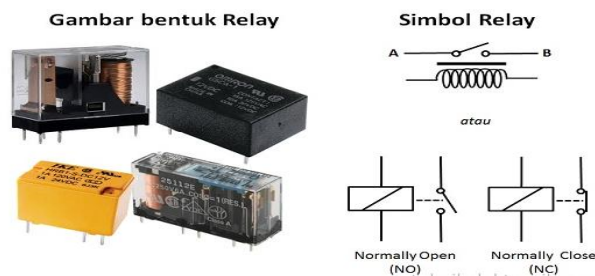
Gambar 2.24 Pensinyalan Motor Servo

(Sumber : [http://stta.name/data\\_lp3m/sujarwata.pdf](http://stta.name/data_lp3m/sujarwata.pdf))



## 2.9 Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*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. Sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature Relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. Dibawah ini adalah gambar bentuk relay dan simbol relay yang sering ditemukan di rangkaian elektronika sebagai berikut :



Gambar 2.25 Bentuk dan Simbol Relay

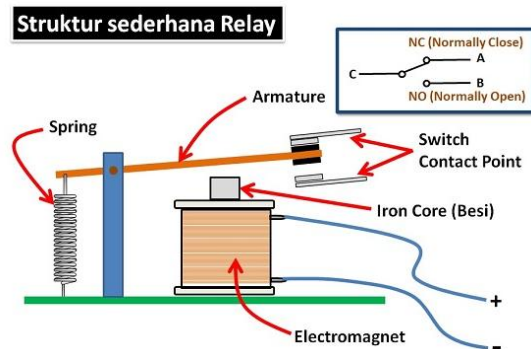
(Sumber : <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point* (Saklar)
4. *Spring*



Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian Relay :



Gambar 2.26 Bagian Relay

(Sumber : <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)

Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup).
- Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka).

Berdasarkan gambar diatas, sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan *Coil* yang berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut. Apabila Kumparan *Coil* diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik *Armature* untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana *Armature* tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi *OPEN* atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *Armature* akan kembali lagi ke posisi awal (NC). *Coil* yang digunakan oleh relay untuk menarik *Contact Poin* ke posisi *close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.

Karena Relay merupakan salah satu jenis dari saklar, maka istilah *Pole* dan *Throw* yang dipakai dalam saklar juga berlaku pada relay. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai istilah *Pole* and *Throw* :

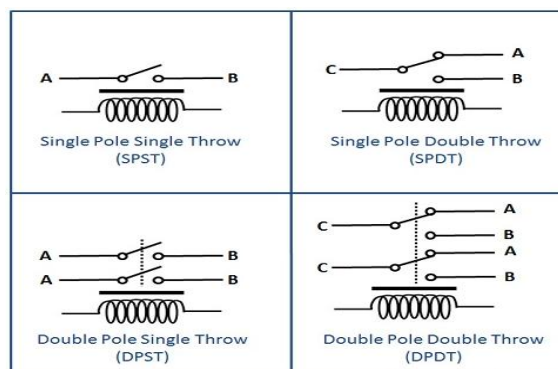
- Pole*** : Banyaknya Kontak (*Contact*) yang dimiliki oleh sebuah relay
- Throw*** : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah Kontak (*Contact*)



Berdasarkan penggolongan jumlah *Pole* dan *Throw*-nya sebuah relay, maka relay dapat digolongkan menjadi :

- Single Pole Single Throw (SPST)* : Relay golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk *Coil*.
- Single Pole Double Throw (SPDT)* : Relay golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk *Coil*.
- Double Pole Single Throw (DPST)* : Relay golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk *Coil*. Relay DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 *Coil*.
- Double Pole Double Throw (DPDT)* : Relay golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang Relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (*single*) *Coil*. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk *Coil*.

Selain golongan relay diatas, terdapat juga relay-relay yang *Pole* dan *Throw*-nya melebihi dari 2 (dua). Misalnya 3PDT (*Triple Pole Double Throw*) ataupun 4PDT (*Four Pole Double Throw*) dan lain sebagainya. Untuk lebih jelas mengenai penggolongan relay berdasarkan Jumlah *Pole* dan *Throw*, lihat gambar dibawah ini :



Gambar 2.27 Jenis Relay

(Sumber : <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)



Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan elektronika diantaranya adalah :

1. Relay digunakan untuk menjalankan fungsi logika (*Logic Function*)
2. Relay digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*)
3. Relay digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari sinyal tegangan rendah.
4. Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan tegangan ataupun hubung singkat (*Short*).

( Pengertian Relay dan Fungsinya. <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>)

## 2.10 Buzzer

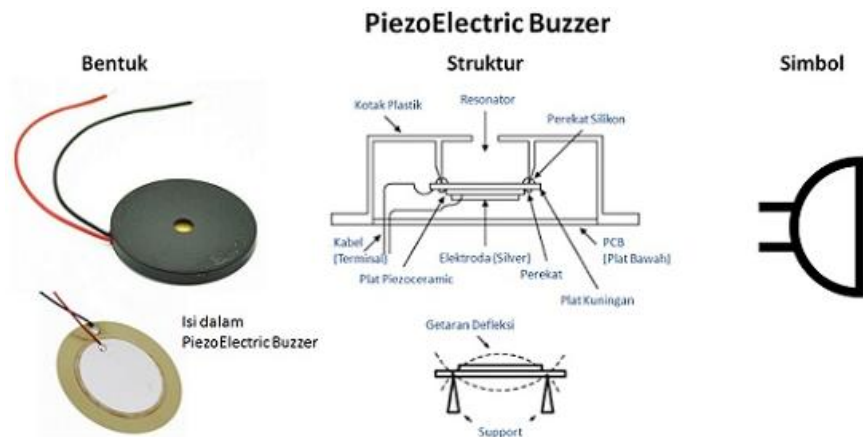
*Buzzer* listrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Pada umumnya, *Buzzer* yang merupakan sebuah perangkat audio ini sering digunakan pada rangkaian anti-maling, alarm pada jam tangan, bel rumah, peringatan mundur pada truk dan perangkat peringatan bahaya lainnya. Jenis *Buzzer* yang sering ditemukan dan digunakan adalah *Buzzer* yang berjenis *Piezoelectric*, hal ini dikarenakan *Buzzer Piezoelectric* memiliki berbagai kelebihan seperti lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah dalam menggabungkannya ke rangkaian elektronika lainnya. *Buzzer* yang termasuk dalam keluarga transduser ini juga sering disebut dengan *Beeper*.

Efek *Piezoelectric* (*Piezoelectric Effect*) pertama kali ditemukan oleh dua orang fisikawan Perancis yang bernama *Pierre Curie* dan *Jacques Curie* pada tahun 1880. Penemuan tersebut kemudian dikembangkan oleh sebuah perusahaan Jepang menjadi *Piezo Electric Buzzer* dan mulai populer digunakan sejak 1970-an. Seperti namanya, *Piezoelectric Buzzer* adalah jenis *Buzzer* yang menggunakan efek *Piezoelectric* untuk menghasilkan suara atau bunyinya. Tegangan listrik yang diberikan ke bahan *Piezoelectric* akan menyebabkan gerakan mekanis, gerakan tersebut kemudian diubah menjadi suara atau bunyi yang dapat didengar oleh

---



telinga manusia dengan menggunakan diafragma dan resonator. Berikut ini adalah gambar bentuk dan struktur dasar dari sebuah *Piezoelectric Buzzer* :



Gambar 2.28 Buzzer

(Sumber : <http://teknikelektronika.com/pengertian-piezoelectric-Buzzer-cara-kerja-Buzzer/>)

Jika dibandingkan dengan *Speaker*, *Piezo Buzzer* relatif lebih mudah untuk digerakan. Sebagai contoh, *Piezo Buzzer* dapat digerakan hanya dengan menggunakan *output* langsung dari sebuah IC TTL, hal ini sangat berbeda dengan *Speaker* yang harus menggunakan penguat khusus untuk menggerakkan *Speaker* agar mendapatkan intensitas suara yang dapat didengar oleh manusia. *Piezo Buzzer* dapat bekerja dengan baik dalam menghasilkan frekuensi di kisaran 1 – 5 kHz hingga 100 kHz untuk aplikasi *Ultrasound*. Tegangan Operasional *Piezoelectric Buzzer* yang umum biasanya berkisar diantara 3 Volt hingga 12 Volt.

( Pengertian Piezoelectric Buzzer dan Cara Kerjanya.

<http://teknikelektronika.com/pengertian-piezoelectric-buzzer-cara-kerja-buzzer/>).