

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sensor<sup>1</sup>**

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 (D Sharon, 1982).

Transduser adalah sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi berikutnya. Transmisi energi ini bisa berupa listrik, mekanik, kimia, *optic* (radiasi) atau *thermal* (panas). (william D.C, 1993).

Jadi, sensor adalah komponen yang dapat digunakan untuk mengkonversikan suatu besaran tertentu menjadi satuan analog sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik. Sensor merupakan komponen utama dari suatu transduser, sedangkan transduser merupakan sistem yang melengkapi agar sensor tersebut mempunyai keluaran sesuai yang kita inginkan dan dapat langsung dibaca pada keluarannya.

##### **2.1.1 Sensor Warna TCS3200<sup>2</sup>**

Sensor warna TCS3200 adalah detektor warna lengkap, termasuk *chip* sensor TCS3200 RGB (Red, Green, dan Blue) dan 4 LED putih. TCS3200 dapat mendeteksi dan mengukur berbagai hampir tak terbatas terlihat. Aplikasi termasuk membaca tes *strip*, menyortir berdasarkan warna, sensor cahaya, kalibrasi, dan pencocokan warna. Modul sensor ini memiliki fasilitas untuk merekam hingga 25 data warna yang akan disimpan dalam EEPROM. Dapat dilihat berikut ini adalah gambar dari sensor warna TCS3200 :



**Gambar 2.1 Sensor Warna TCS3200**

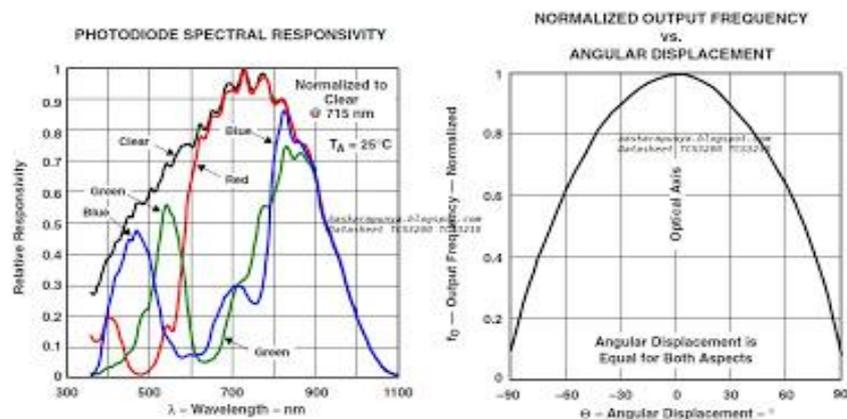
(Sumber : <http://smart-prototyping.com/GY-31-TCS230-TCS3200-Color-Sensor-Recognition-Module-for-Arduino.html>)

Sensor warna TCS3200 memiliki susunan *photodetector*, masing-masing dengan baik merah, hijau, atau biru *filter*, atau ada *filter* ( yang jelas ). *Filter* dari setiap warna yang merata di seluruh susunan untuk menghilangkan lokasi antara warna. Internal untuk perangkat *osilator* yang menghasilkan *output* gelombang persegi frekuensi yang sebanding dengan intensitas warna yang dipilih. Fitur sensor warna TCS3200 sebagai berikut :

- a. *Power* : ( 2.7V ke 5.5V )
- b. *Interface* : Digital TTL
- c. Resolusi Tinggi Konversi Intensitas Cahaya untuk Frekuensi
- d. *Programmable* Warna dan *Full* - Skala Keluaran Frekuensi
- e. *Power Down Fitur*
- f. Berkomunikasi Langsung ke *Microcontroller*
- g. S0 ~ S1: *input* pilihan *output* frekuensi skala
- h. S2 ~ S3: *input* Jenis *Photodiode* pilihan
- i. OUT Pin: frekuensi *output*
- j. OE Pin: frekuensi *output* memungkinkan pin (aktif rendah), dapat akan datang ketika menggunakan
- k. Dukungan lampu LED *control* suplemen cahaya
- l. Ukuran : 28.4x28.4mm

Prinsip kerja sensor warna TCS3200, ketika memilih *filter* warna, dapat memungkinkan hanya satu warna tertentu untuk melewati dan mencegah warna lain. Misalnya, ketika memilih *filter* merah, hanya cahaya insiden merah bisa

melalui, biru dan hijau akan dicegah. Jadi kita bisa mendapatkan intensitas cahaya merah. Demikian pula, ketika memilih *filter* lain kita bisa mendapatkan cahaya biru atau hijau. Sensor warna TCS3200 memiliki empat jenis dioda, yaitu merah, biru, hijau dan jelas, mengurangi amplitudo. Keceragaman cahaya insiden sangat, sehingga untuk meningkatkan akurasi dan menyederhanakan optik. Ketika proyek cahaya ke TCS3200 dapat memilih berbagai jenis dioda oleh kombinasi yang berbeda dari S2 dan S3. Dan *output* frekuensi gelombang persegi yang berbeda (menempati *emptiescompared* 50%), warna yang berbeda dan intensitas cahaya sesuai dengan frekuensi yang berbeda dari gelombang persegi. Ada hubungan antara *output* dan intensitas cahaya. Kisaran frekuensi *output* khas adalah 2HZ ~ 500kHz. Sehingga bisa mendapatkan faktor skala yang berbeda dengan kombinasi yang berbeda dari S0 dan S1. Berikut ini merupakan gambar dari karakteristik sensor TCS3200 :



**Gambar 2.2 Karakteristik TCS3200**

(Sumber : Perancangan Dan Pembuatan Alat Pendeteksi Warna Menggunakan Sensor TCS3200 Pada Proses Produksi Kaleng Berbasis Arduino.

[http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!/@file\\_skripsi/files602242306687.pdf](http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!/@file_skripsi/files602242306687.pdf).)

### 2.1.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04<sup>3</sup>

Sensor ultrasonik adalah sensor yang mempunyai frekuensi 40 KHz dan banyak digunakan untuk aplikasi aplikasi atau kontes robot 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  $\mu s$ ). 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:  $\pm 15^\circ$
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

Berikut ini merupakan gambar dari sensor ultrasonik HC-SR04 yang dipakai pada alat :



**Gambar 2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04**

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

Ultrasonik modul 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.

Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, dimana sensor ini menghasilkan gelombang suara yang kemudian mengangkapnya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindranya. Jenis objek yang dapat diindera 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 unuk 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 :

$$S = 340.t/2 \dots \dots \dots (2.1)$$

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.

### 2.1.3 Sensor *Proximity*<sup>4</sup>

Sensor *proximity* merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Sensor *proximity* dapat mendeteksi keberadaan benda disekitarnya tanpa ada kontak fisik dengan benda tersebut. Cara kerja sensor *proximity* ini yaitu dengan memancarkan medan elektromagnetik dan mencari perubahan bentuk medan elektromagnetik pada saat benda di deteksi. Contoh medan elektromagnetik yang sering digunakan yaitu sinar infra merah. Jika benda telah terdeteksi maka sinyal infra merah tersebut akan merubah bentuk sinyal dan mengirimkan sinyal kembali ke sensor dan memberitahukan bahwa didepan sensor terdapat benda.

Target sensor yang berbeda-beda juga membutuhkan jenis sensor *proximity* yang berbeda pula. Contohnya sensor *proximity capacitive* akan cocok dengan



target yang mempunyai benda berbahan dasar plastik sedangkan induktif *proximity* akan mendeteksi benda berbahan dasar logam.

Sensor *proximity* adalah sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu benda misalnya buah. Sensor *proximity* membutuhkan komponen seperti *infrared* sebagai sumber cahaya (*light source*) dan sebuah photodiode sebagai sensor cahaya (*photodetector*).

### 2.1.3.1 *Infrared*<sup>5</sup>

Infra merah (*infrared*) ialah sinar elektromagnet yang panjang gelombangnya lebih dari pada cahaya nampak yaitu 700 nm dan 1mm. Sinar infra merah merupakan cahaya yang tidak nampak. Jika dilihat dengan spektroskop cahaya maka radiasi cahaya infra merah akan nampak pada spektrum elektromagnet dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya infra merah ini akan tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa/terdeteksi. Inframerah dapat dibedakan menjadi tiga daerah yakni : *Near Infrared* (0.75-1.5 $\mu$ m), *Mid Infrared* (1.50-10  $\mu$ m) dan *Far Infrared* (10-100  $\mu$ m). Media infra merah ini dapat digunakan baik untuk kontrol aplikasi lain maupun transmisi data. Sifat-sifat cahaya infra merah :

1. Tidak tampak oleh mata manusia.
2. Tidak dapat menembus materi yang tidak tembus pandang.
3. Dapat ditimbulkan oleh komponen yang menghasilkan panas.

### 2.1.3.2 LED *Infrared*<sup>6</sup>

*Transceiver* Adalah Komponen Elektronika yang bersifat memancarkan sinyal, sedangkan *receiver* adalah komponen elektronika yang bersifat menerima sinyal tersebut. Dalam kasus ini *transceiver* yang digunakan adalah berupa LED *Infrared*. Komponen ini memiliki prinsip kerja seperti LED (*Light Emitting Diode*), hanya saja yang dipancarkan adalah sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata. Intensitas cahaya yang melaluinya sebanding dengan arus yang melewatinya, tetapi arus yang melaluinya tidak lebih dari 50mA. Contoh



---

*transceiver* yang lain yaitu dioda laser. Komponen ini juga seperti LED, namun pancaran sinarnya sejajar dan bias mencapai jarak yang cukup jauh.

LED *infrared* merupakan komponen elektronik yang memancarkan cahaya infra merah dengan konsumsi daya sangat kecil. Pada saat menghantar, LED *infrared* memancarkan cahaya yang tidak tampak oleh mata. Jika diberi prasiikap maju, LED *infrared* akan mengeluarkan panjang gelombang sekitar 0,9 mikrometer. Proses terjadinya pancaran cahaya pada LED *infrared*, saat dioda menghantarkan arus, elektron lepas dari ikatannya karena memerlukan tenaga dari catu daya listrik. Setelah elektron lepas, banyak elektron yang bergabung dengan lubang yang ada sekitarnya (masuk lubang lain). Pada saat masuk lubang lain, elektron melepaskan tenaga yang akan diradiasikan dalam bentuk cahaya, sehingga dioda akan menyala atau memancarkan cahaya pada saat dilewati arus. Untuk pemfokusan cahaya pada LED *infrared* dilengkapi dengan lensa berkualitas tinggi untuk dapat memfokuskan cahaya yang akan menghasilkan cahaya yang sempit. Hal ini diperlukan untuk memperoleh jangkauan pancaran cahaya dengan jarak yang jauh untuk ditransmisikan ke pendeteksi cahaya inframerah.

### 2.1.3.3 Photodioda<sup>7</sup>

Photodioda mempunyai respon 100 kali lebih cepat dari pada phototransistor. Sebuah photodioda biasanya dikemas dengan plastik transparan yang juga berfungsi sebagai lensa fresnel. Lensa ini merupakan lensa cembung yang mempunyai sifat mengumpulkan cahaya. Lensa tersebut juga merupakan filter cahaya, lebih dikenal sebagai *optical filter*, yang hanya melewatkan cahaya infra merah saja. Walaupun demikian cahaya yang nampak pun masih bisa mengganggu kerja dari dioda infra merah karena tidak semua cahaya nampak bisa difilter dengan baik. Faktor lain yang juga berpengaruh pada kemampuan penerima infra merah adalah *active area* dan *respond time*.

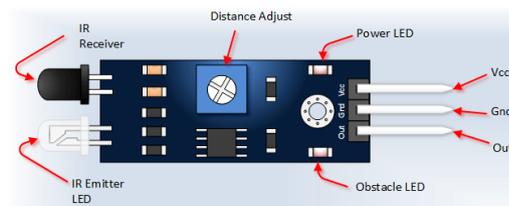
Semakin besar area penerimaan suatu photodioda maka semakin besar pula intensitas cahaya yang dikumpulkan sehingga arus bocor yang diharapkan pada teknik *reversed bias* semakin besar. selain itu semakin besar area penerimaan maka sudut penerimaannya juga semakin besar. kelemahan area

penerimaan yang semakin besar ini adalah *noise* yang dihasilkan juga semakin besar pula. Begitu juga dengan respon terhadap frekuensi, semakin besar area penerimaannya maka respon terhadap frekuensinya turun dan sebaliknya jika area penerimaannya kecil maka respon terhadap sinyal frekuensi tinggi cukup baik.

Pada saat terkena pancaran cahaya infra merah dan pada saat tidak terkena pancaran cahaya infra merah memiliki pengaruh pada resistansi photodiode yang akan menghasilkan tegangan yang berbeda. Berikut adalah rumus tegangan photodiode :

$$V_{\text{photodiode}} = \frac{R_{\text{photodiode}}}{(R_{\text{photodiode}} + R) \times V_{\text{in}}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Sensor proximity yang digunakan pada alat ini sudah berupa modul berukuran 30mm x 15mm, yang sudah dilengkapi komparator LM393. Berikut ini adalah gambar modul sensor proximity yang digunakan pada alat beserta bagian-bagiannya :



**Gambar 2.4 Modul Sensor *Proximity***

(Sumber : <http://il.wp.com/henrysbench.capnfatz.com/wp-content/uploads/2015/06/Arduino-IR-Collision-Detection-Module-Pin-Outs.png>)

Berikut ini merupakan keterangan dari pin modul sensor *proximity* :

- a. VCC tegangan external 3.3V - 5V
- b. GND ground
- c. OUT digital *output* interface (0 dan 1)



---

---

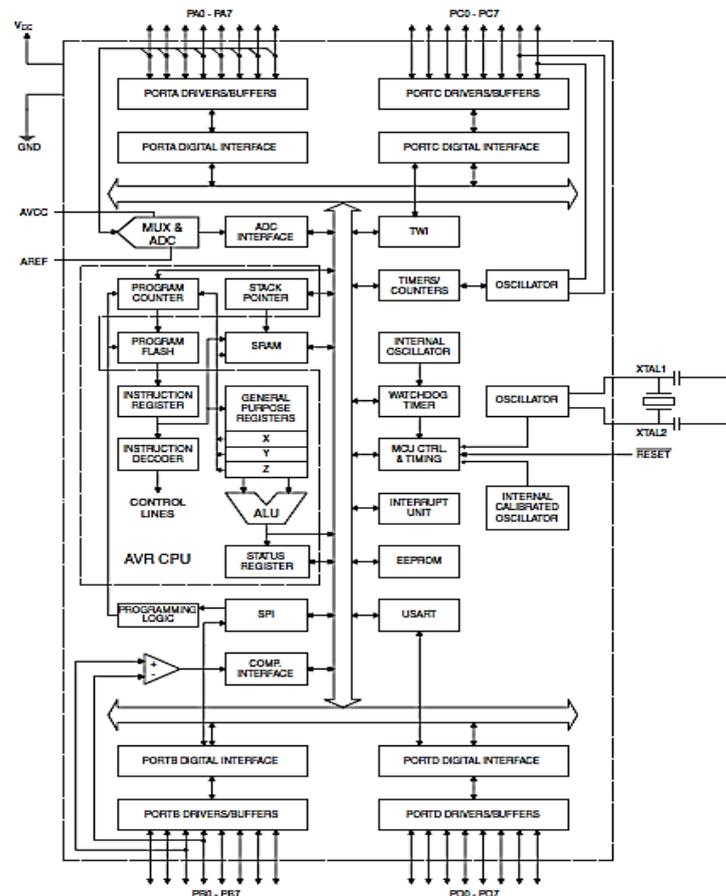
## 2.2 Mikrokontroler AVR ATMega 32<sup>8</sup>

Mikrokontroler ATMega32 merupakan salah satu keluarga dari MCS-51keluaran Atmel. Jenis Mikrokontroler ini pada prinsipnya dapat digunakan untukmengolah data per bit ataupun 8 bit secara bersamaan. Pada prinsipnya program pada Mikrokontroler dijalankan bertahap, jadi pada program itu sendiri terdapat beberapaset instruksi dan tiap instruksi itu dijalankan secara bertahap atau berurutan. Beberapa fasilitas yang dimiliki oleh Mikrokontroler ATMega32 adalahsebagai berikut :

- Sebuah *Central Processing Unit* 8 bit.
- Osilator : *Internal* dan rangkaian pewaktu.
- RAM internal 128 byte.
- *Flash Memory* 2 Kbyte.
- Lima buah jalur interupsi (dua buah interupsi eksternal dan tiga buah interupsi internal).
- Empat buah *programmable* port I/O yang masing – masing terdiri dari delapan buah jalur I/O.
- Sebuah port serial dengan *control serial full duplex* UART.
- Kemampuan untuk melaksanakan operasi aritmatika dan operasi logika. Kecepatan dalam melaksanakan instruksi per siklus 1 mikrodetik pada frekuensi 12 MHz.

Mikrokontroler ATMega32 hanya memerlukan 3 tambahan kapasitor,1 resistor dan 1 kristal serta catu daya 5 Volt. Kapasitor 10 mikro-Farad dan resistor 10 K $\Omega$  dipakai untuk membentuk rangkaian reset. Dengan adanya rangkaian reset iniATMega32 otomatis direset begitu rangkaian menerima catu daya. Kristal dengan frekuensi maksimum 24 MHz dan kapasitor 30 pF dipakai untuk melengkapi rangkaian *oscilator* pembentuk *clock* yang menentukan kecepatan kerja mikrokontroler. Memori merupakan bagian yang sangat penting pada mikrokontroler.Mikrokontroler memiliki dua macam memori yang sifatnya berbeda. *Read Only Memory* (ROM) yang isinya tidak berubah meskipun IC kehilangan catu daya. Sesuai dengan keperluannya, dalam susunan MCS-51 memori penyimpanan progam ini dinamakan sebagai memori program.

Berikut ini merupakan gambar dari blok diagram mikrokontroler ATmega32 yang digunakan pada alat :



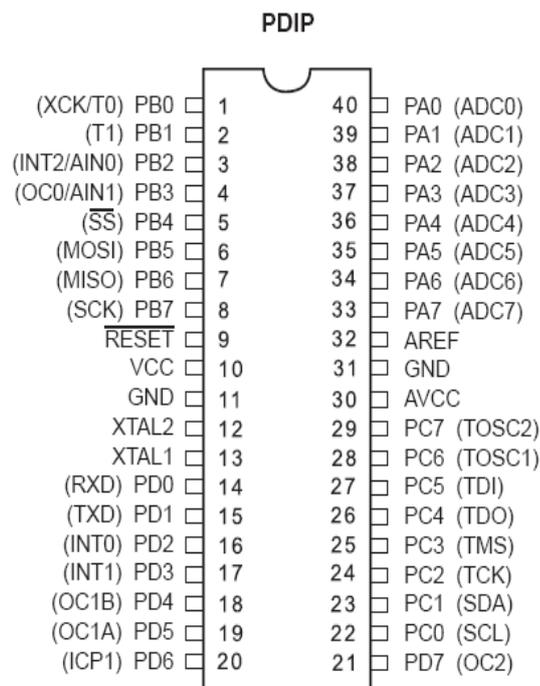
**Gambar 2.5 Blok Diagram ATmega32**

(Sumber : [http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/77378/ATMEL/ATMEGA32/+W5\\_J9UNRIElbDVRILHCC+/datasheet.pdf](http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/77378/ATMEL/ATMEGA32/+W5_J9UNRIElbDVRILHCC+/datasheet.pdf))

ATmega32 mempunyai enam sumber pembangkit interupsi, dua diantaranya adalah sinyal interupsi yang diumpangkan ke kaki INT0 dan INT1. Keduakaki ini berhimpitan dengan P3.2 dan P3.3 sehingga tidak bisa dipakai sebagai jalur *input/output* paralel kalau INT0 dan INT1 dipakai untuk menerima sinyal interupsi. ATmega32 merupakan tipe AVR yang telah dilengkapi dengan 8 saluran ADC internal dengan fidelitas 10 bit. Dalam mode operasinya, ADC ATmega32 dapat dikonfigurasi, baik secara *single ended input* maupun *differential input*. Selain itu, ADC ATmega32 memiliki konfigurasi pewaktuan,

tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter derau yang amat fleksibel, sehingga dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan ADC itu sendiri.

Port1 dan 2, UART, Timer 0, Timer 1 dan sarana lainnya merupakan register yang secara fisik merupakan RAM khusus, yang ditempatkan di *Special Function Register* (SFR). Deskripsi pin-pin pada Mikrokontroler ATmega32 dapat dilihat pada gambar berikut ini :



**Gambar 2.6 Konfigurasi Pin Mikrokontroler AVR ATmega32**

(Sumber : [http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/77378/ATMEL/ATMEGA32/+W5\\_J9UNRIElbDVRILHCC+/datasheet.pdf](http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/77378/ATMEL/ATMEGA32/+W5_J9UNRIElbDVRILHCC+/datasheet.pdf))

Berikut ini merupakan penjelasan pin-pin ATmega32 :

Berikut ini merupakan penjelasan pin-pin ATmega32 :

VCC : Tegangan Supply (5 volt)

GND : *Ground*

RESET : Input reset level rendah pada pin ini selama lebih dari panjang pulsa minimum akan menghasilkan reset, walaupun *clock* sedang berjalan.

XTAL1 : Input penguat *osilator inverting* dan input pada rangkaian operasi *clock internal*.

XTAL2 : Output dari penguat *osilator inverting*.



- 
- AVCC : Pin tegangan *supply* untuk port A dan ADC. Pin ini harus dihubungkan ke VCC walaupun ADC tidak digunakan, maka pin ini harus dihubungkan ke VCC melalui *low pass filter*.
- AREF : Pin referensi tegangan analog untuk ADC.
- Port A (PA0-PA7) : input analog ke ADC. Port A juga dapat berfungsi sebagai port I/O 8 bit *bidirectional*, jika ADC tidak digunakan maka port dapat menyediakan resistor *pull-up internal* (dipilih untuk setiap bit).
- Port B (PB0-PB7) : Port B merupakan I/O 8 bit *bidirectional* dengan resistor *pull-up internal* (dipilih untuk setiap bit).
- Port C (PC0-PC7) : Port C merupakan I/O 8 bit *bidirectional* dengan resistor *pull-up internal* (dipilih untuk setiap bit)
- Port D (PD0-PD7) : Port D merupakan I/O 8 bit *bidirectional* dengan resistor *pull-up internal* (dipilih untuk setiap bit).

### 2.3 Conveyor<sup>9</sup>

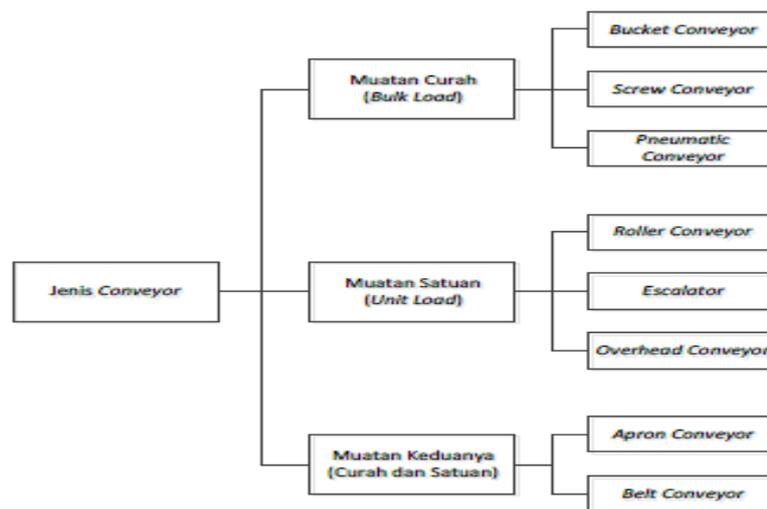
*Conveyor* merupakan suatu mesin pemindah bahan yang umumnya dipakai dalam industri perakitan maupun industri proses untuk mengangkut bahan produksi setengah jadi maupun hasil produksi dari satu bagian ke bagian yang lain. Ada dua jenis material yang dapat dipindahkan, yaitu muatan curah (*bulk load*) 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*), dapat dilihat pada gambar berikut ini :



**Gambar 2.7 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.

### 2.3.1 *Belt Conveyor*<sup>10</sup>

*Belt conveyor* 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. 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 penggeraknya.



---

## 2.4 Motor DC<sup>11</sup>

Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal sumber tegangannya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putar motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor.

Secara garis besar motor DC mempunyai bagian atau susunan konstruksi Motor DC :

1. Bagian yang tetap / stasioner yang disebut stator. stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektromagnetik) ataupun magnet permanen. Bagian stator terdiri dari bodi motor yang memiliki magnet yang melekat padanya. Untuk motor kecil, magnet tersebut adalah magnet permanen. Fungsi dari stator adalah untuk menghasilkan medan magnet. Stator terdiri dari rumah dengan katup magnet yang dibuat dari plat-plat yang dipejalkan dengan gulungan penguat magnet.
2. Bagian yang berputar disebut rotor yakni berupa sebuah koil di mana arus listrik mengalir. Rotor tersusun atas beberapa bagian, yaitu :
  - a. Komutator berfungsi untuk membuat arah arus jangkar mengalir dalam satu arah tertentu sehingga putaran otor juga searah.
  - b. Isolator yaitu digunakan yang terletak antara komutator. Isolator digunakan untuk menentukan kelas dari motor berdasarkan kemampuan terhadap suhu yang timbul dalam mesin tersebut. Jadi, isolator yang digunakan harus tahan terhadap panas.



- c. Jangkar merupakan tempat membelitkan kabel-kabel jangkar yang berfungsi untuk menghasilkan torsi.
- d. Lilitan jangkar pada motor DC berfungsi sebagai tempat terbentuknya GGL (Gaya Gerak Listrik).

## 2.5 Motor Servo<sup>12</sup>

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.

Adapun 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. Casing 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.

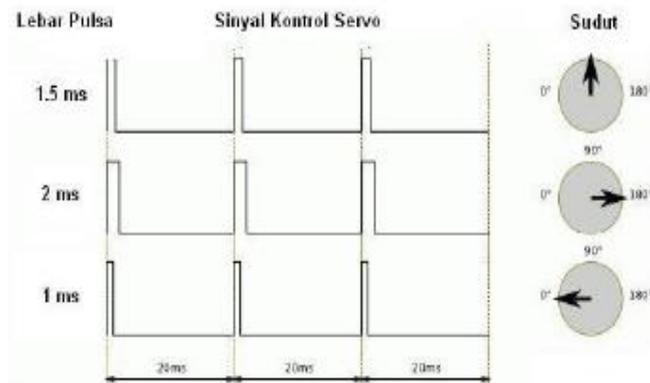
Motor servo menggunakan dengan sistem umpan balik tertutup, di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*,



---

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.

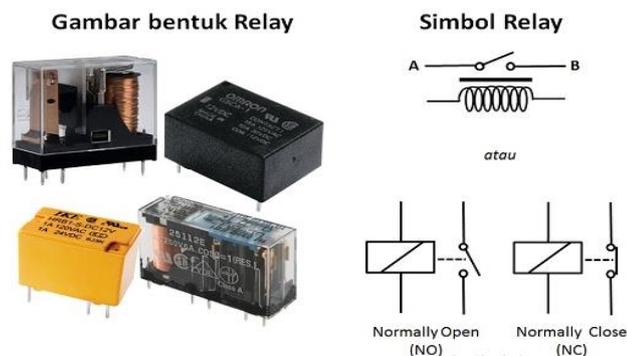
Secara umum terdapat 2 jenis motor servo, yaitu motor servo *standard* dan motor servo *continuous*. Servo motor tipe *standard* hanya mampu berputar 180 derajat. Motor servo *standard* sering dipakai pada sistem robotika, sedangkan motor servo *continuous* dapat berputar sebesar 360 derajat. Motor servo *continuous* 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 berikut :

**Gambar 2.8 Pensinyalan Motor Servo**

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

## 2.6 Relay<sup>13</sup>

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 :

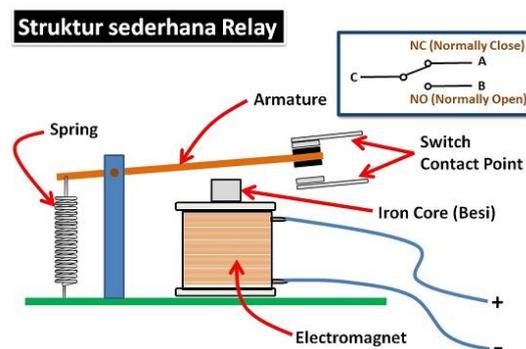
**Gambar 2.9 Bentuk dan Simbol Relay**

(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 2.10 Bagian Relay**

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

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

- a. *Normally Close (NC)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup).
- b. *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.



---

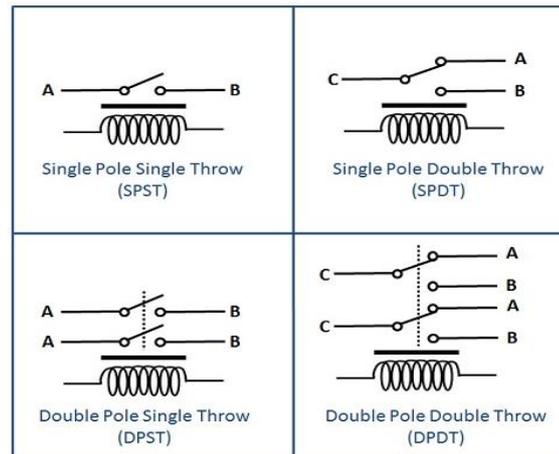
Karena Relay merupakan salah satu jenis dari saklar, maka istilah *Pole* dan *Throw* yang dipakai dalam saklar juga berlaku pada relay. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai istilah *Pole* and *Throw* :

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

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

- a. *Single Pole Single Throw (SPST)* : Relay golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk *Coil*.
- b. *Single Pole Double Throw (SPDT)* : Relay golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk *Coil*.
- c. *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*.
- d. *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 2.11 Jenis Relay**

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

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

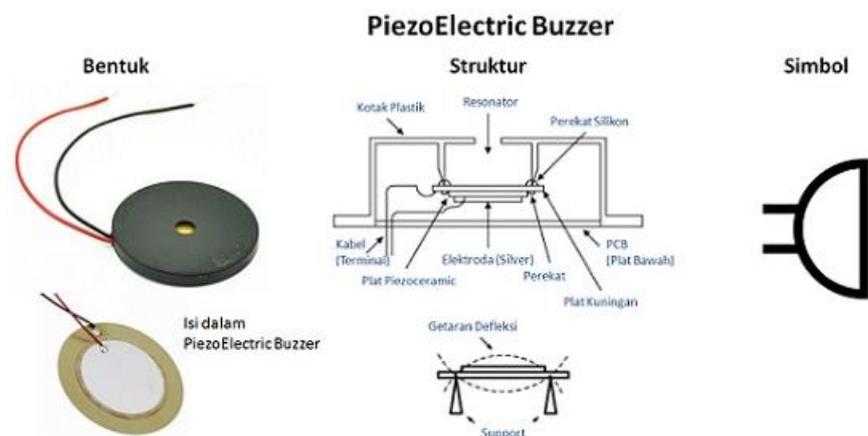
1. Relay digunakan untuk menjalankan fungsi logika (*Logic Function*)
2. Relay digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*)
3. Relay digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari sinyal tegangan rendah.
4. Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi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

## 2.7 Buzzer<sup>14</sup>

*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 2.12 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 menggerakan *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 3Volt hingga 12 Volt.

## 2.8 *Liquid Crystal Display (LCD)*<sup>15</sup>

LCD (*Liquid cristal display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik.. LCD terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf/angka dua baris, masing–masing baris bias menampung 16 huruf/angka. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah modul penampil yang banyak digunakan karena tampilannya menarik. LCD yang umum, ada yang panjangnya hingga 40 karakter (2x40 dan 4x40), dimana kita menggunakan DDRAM untuk mengatur tempat penyimpanan tersebut. Berikut ini merupakan gambar dari LCD 16x2 :



**Gambar 2.13 LCD**

(Sumber : <http://www.ijns.org/journal/index.php/ijns/article/viewFile/156/153>)

Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempel dibalik pada panel LCD, berfungsi mengatur tampilan LCD. Dengan demikian pemakaian LCD M1632 menjadi sederhana, sistem lain cukup mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang ditampilkan. Spesifikasi LCD :

- Tampilan 16 karakter 2 baris dengan matrik 5 x 7 + kursor.
- ROM pembangkit karakter 192 jenis.
- RAM pembangkit karakter 8 jenis (diprogram pemakai).
- RAM data tampilan 80 x 8 bit (8 karakter).
- Duty ratio* 1/16.



- f. RAM data tampilan dan RAM pembangkit karakter dapat dibaca dari unit mikroprosesor.
- g. Beberapa fungsi perintah antara lain adalah penghapusan tampilan (*display clear*), posisi kursor awal (*crusor home*), tampilan karakter kedip (*display character blink*), penggeseran kursor (*crusor shift*) dan penggeseran tampilan (*display shift*).
- h. Rangkaian pembangkit detak.
- i. Rangkaian otomatis *reset* saat daya dinyalakan.
- j. Catu daya tunggal +5 volt.