

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Arduino UNO*

*Arduino UNO* adalah salah satu produk berlabel *Arduino* yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler Atmega 328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian *LED* hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan yang berukuran relatif kecil. Bahkan, dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan jarak jauh melalui internet misalnya pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengontrolan alat-alat di rumah (Abdul Kadir, 2012).



**Gambar 2.1** *Arduino UNO*

(<http://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html>,2016)

##### 2.1.1 Bahasa Pemrograman *Arduino UNO*

*Arduino board* merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroler. Perangkat lunak (*software*) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroler dapat bekerja. *Arduino board* akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan padanya.

Bahasa pemrograman *arduino* adalah bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk membuat program untuk *arduino board*. Bahasa pemrograman *arduino* menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya.

## 2.2 Sensor

Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya, dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut. Dengan pengertian lain, sensor adalah detektor yang memiliki kemampuan untuk mengukur beberapa jenis kualitas fisik yang terjadi, seperti tekanan atau cahaya. Sensor kemudian akan dapat mengkonversi pengukuran menjadi sinyal bahwa seseorang akan dapat membaca. Sebagian besar sensor yang digunakan saat ini benar-benar akan dapat berkomunikasi dengan perangkat elektronik yang akan melakukan pengukuran dan perekaman.

## 2.3 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis berupa bunyi menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip dari pantulan suatu gelombang suara, dimana sensor ini menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkap kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindra. Perbedaan waktu yang dipancarkan dan diterima kembali adalah berbanding lurus dengan jarak objek yang memantulkannya.

Sensor ultrasonik ini umumnya digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek dalam jarak tertentu di depannya. Sensor ultrasonik mempunyai kemampuan mendeteksi objek lebih jauh terutama untuk benda-benda yang keras. Pada benda-benda yang keras yaitu yang mempunyai permukaan kasar gelombang ini akan dipantulkan lebih kuat daripada benda yang permukaannya lunak. Sensor ultrasonik ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut *transmitter* dan rangkaian penerima ultrasonik disebut *receiver*.

Rangkaian penyusun sensor ultrasonik terdiri dari transmitter, receiver, dan komparator. Selain itu, gelombang ultrasonik dibangkitkan oleh sebuah kristal tipis bersifat piezoelektrik. Bagian – bagian dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut :

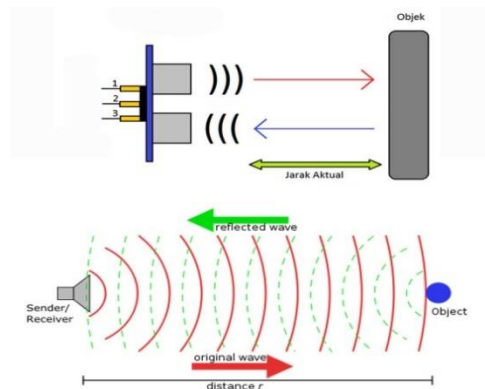
1. Piezoelektrik Peralatan piezoelektrik secara langsung mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Tegangan input yang digunakan menyebabkan bagian keramik meregang dan memancarkan gelombang ultrasonik. Tipe operasi transmisi elemen piezoelektrik sekitar frekuensi 32 kHz. Efisiensi lebih baik, jika frekuensi osilator diatur pada frekuensi resonansi piezoelektrik dengan sensitifitas dan efisiensi paling baik. Jika rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen piezoelektrik yang sama dapat digunakan sebagai transmitter dan receiver.
2. Transmitter Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 kHz yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 kHz, harus dibuat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen kalang RLC / Kristal tergantung dari desain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke piezoelektrik dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator.
3. Receiver Receiver terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari transmitter yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (Line Of Sight) dari transmitter. Oleh karena bahan piezoelektrik memiliki reaksi yang reversible, elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik pada saat gelombang datang dengan frekuensi yang resonan dan akan menggetarkan bahan piezoelektrik tersebut.

### 2.3.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Frekuensi kerja sensor ultrasonik pada daerah diatas gelombang suara dari 40kHz - 400kHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelektrik* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki

frekuensi kerja 40kHz – 400kHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelektrik* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek *piezoelektrik*. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelektrik* menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama. Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jarak objek yang dideteksi serta kualitas dari unit sensor pemancar dan unit sensor penerima.

Untuk lebih jelasnya tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat pada

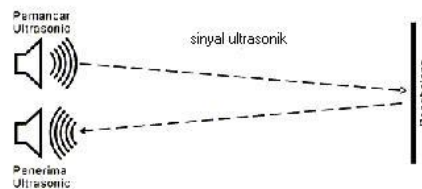


**Gambar 2.2** Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

(<http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>,2017)

Sensor ini secara umum bekerja dengan menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek. Jarak antara sensor dengan objek dapat dihitung dengan cara mengalikan kecepatan rambat dari gelombang suara ultrasonik pada media rambat berupa suara tersebut dengan setengah waktu yang digunakan sensor ultrasonik untuk memancarkan gelombang suara ultrasonik dari rangkaian pemancar (Tx) menuju objek sampai diterima kembali oleh rangkaian penerima (Rx). Waktu dihitung ketika pemancar aktif dan sampai

ada *input* dari rangkaian penerima dan apabila melebihi batas waktu tertentu rangkaian penerima tidak ada sinyal *input* maka dianggap tidak ada halangan didepannya. Prinsip pantulan sensor ultrasonik ini dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini :



**Gambar 2.3** Prinsip Pemantulan Sensor Ultrasonik

(Aplikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 pada Rancang Bangun Deteksi Kecepatan dan Penghitung Jumlah Kendaraan Berbasis *Arduino UNO*, 2016)

### 2.2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah seri dari sensor jarak dengan gelombang ultrasonik, dimana didalam sensor terdapat dua bagian yaitu *transmitter* yang berfungsi sebagai pemancar gelombang dan *receiver* yang berfungsi sebagai penerima gelombang. Sensor ultrasonik HC-SR04 ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm – 400 cm dengan akurasi 3mm. Sensor ultrasonik ini memiliki 4 pin yaitu:

- Pin VCC sebagai pin masukan tegangan.
- Pin GND sebagai *grounding*.
- Pin *Trigger* untuk *trigger* keluarnya sinyal.
- Pin *Echo* untuk menangkap sinyal pantul dari benda.



**Gambar 2.4** Sensor Ultrasonik HC-SR04

(<http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>, 2017)

Jarak antara sensor dan objek yang memantulkan kembali gelombang suara ultrasonik dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$s = v \times \frac{t}{2} \dots\dots\dots(1)$$

Dalam hal ini s merupakan jarak benda, v merupakan kecepatan gelombang suara yaitu 344m/detik dan t merupakan waktu tempuh dari saat sinyal ultrasonik dipancarkan hingga kembali ke penerima.

Spesifikasi dari sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut :

- Dimensi : 45 mm (P) x 20 mm (L) x 15 mm (T)
- Tegangan : 5 VDC
- Arus pada mode siaga : <2 mA
- Arus pada saat deteksi : 15 mA
- Frekuensi suara : 40 kHz
- Jangkauan Minimum : 2 cm
- Jangkauan Maksimum : 400 cm
- *Input Trigger* : 10µS minimum, pulsa *level* TTL
- *Pulsa Echo* : Sinyal *level* TTL positif, lebar berbanding *proporsional* dengan jarak yang dideteksi.

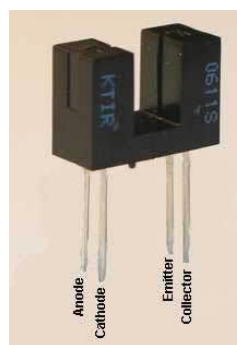
Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut. Rumus untuk menghitungnya sudah saya sampaikan di atas

## 2.4 Sensor Optocoupler

Dalam Dunia Elektronika, Optocoupler juga dikenal dengan sebutan Opto-isolator, Photocoupler atau Optical Isolator. Optocoupler adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai penghubung berdasarkan cahaya optik. Pada dasarnya Optocoupler terdiri dari 2 bagian utama yaitu Transmitter yang berfungsi sebagai pengirim cahaya optik dan Receiver yang berfungsi sebagai pendeteksi sumber cahaya. Masing-masing bagian *Optocoupler* (*Transmitter* dan *Receiver*) tidak memiliki hubungan konduktif rangkaian secara langsung tetapi dibuat sedemikian rupa dalam satu kemasan komponen.

Pada prinsipnya, Optocoupler dengan kombinasi LED-Phototransistor adalah Optocoupler yang terdiri dari sebuah komponen LED (Light Emitting Diode) yang memancarkan cahaya infra merah (IR LED) dan sebuah komponen semikonduktor yang peka terhadap cahaya (Phototransistor) sebagai bagian yang digunakan untuk mendeteksi cahaya infra merah yang dipancarkan oleh IR LED. Arus listrik yang mengalir melalui IR LED akan menyebabkan IR LED memancarkan sinyal cahaya Infra merahnya. Intensitas Cahaya tergantung pada jumlah arus listrik yang mengalir pada IR LED tersebut. Kelebihan cahaya infra merah adalah pada ketahanannya yang lebih baik jika dibandingkan dengan cahaya yang tampak. Cahaya infra merah tidak dapat dilihat dengan mata telanjang.

Cahaya infra merah yang dipancarkan tersebut akan dideteksi oleh *Phototransistor* dan menyebabkan terjadinya hubungan atau *switch ON* pada *Phototransistor*. Prinsip kerja *Phototransistor* hampir sama dengan transistor bipolar biasa, yang membedakan adalah Terminal Basis (Base) *phototransistor* merupakan penerima yang peka terhadap cahaya.



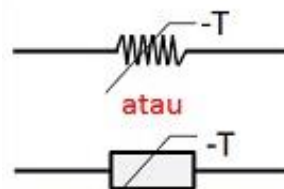
**Gambar 2.5** Semsor Optocoupler

(<https://jaenal91.wordpress.com/category/optocoupler/>, 2017)

## 2.5 *Negative Temperature Coefficient* (NTC)

*Negative Temperature Coefficient* (NTC) adalah salah satu jenis sensor suhu golongan termistor. *Negative Temperature Coefficient* (NTC) merupakan resistor yang mempunyai koefisien temperature negative yang sangat tinggi. Dalam operasinya, NTC memanfaatkan resistivitas terhadap temperatur dan

umumnya nilai tahanannya turun terhadap temperatur secara exponential atau tahanannya menurun ketika suhu meningkat. Selain itu sensor golongan termistor ini memiliki stabilitas jangka panjang yang sangat baik. NTC merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling akurat dalam pengukurannya. Thermistor jenis ini dibuat dari oksida dari kelompok elemen transisi besi (misalnya  $FE_2O_3$ ,  $NiO$   $CoO$  dan bahan NTC yang lain). Simbol NTC dapat dilihat pada gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Simbol NTC

(<http://teknikelektronika.com/pengertian-thermistor-ntc-ptc-karakteristik/>,2017)

NTC adalah resistor yang dapat berubah nilai resistansinya apabila terdapat perubahan suhu disekeliling resistor tersebut. NTC layaknya seperti resistor biasa namun terdiri dari berbagai macam bentuk sesuai dengan besarnya nilai tahanan berdasarkan batasan suhu yang dapat dideteksinya, fungsi dan produk pabrikan. Pada gambar 2.9 merupakan salah satu produk NTC buatan M&H Technology Co.



**Gambar 2.7** Bentuk Fisik Macam Bentuk NTC

(<http://www.mchip.com>,2017)

### 2.5.1 Prinsip Kerja *Negative Temperature Coefficient* (NTC)

NTC bekerja dengan cara mendeteksi besaran fisis berupa suhu kemudian dikonversikan ke besaran listrik berupa tegangan (volt) menggunakan perbandingan temperatur yang bergantung dengan resistansinya. Sebuah NTC awalnya memiliki nilai resistansi yang tinggi untuk membatasi arus yang

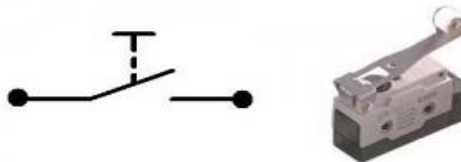


mengalir, saat mendeteksi panas nilai resistansinya akan menurun seiring bertambahnya suhu.

([http://www.ehow.com/facts\\_7492418\\_ntc\\_thermistor-work.html](http://www.ehow.com/facts_7492418_ntc_thermistor-work.html), 2017)

## 2.6 *Limit Switch*

*Limit switch* merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti saklar *Push ON* yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan. *Limit switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak. Simbol *limit switch* ditunjukkan pada gambar berikut.



**Gambar 2.8** *Limit Switch*

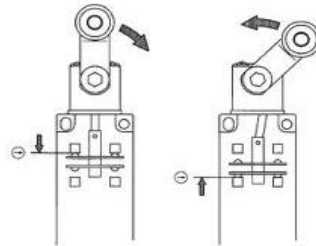
([http://hyauto.en.ec21.com/ZCN\\_Type\\_LIMIT\\_SWITCH--559657\\_560782.html](http://hyauto.en.ec21.com/ZCN_Type_LIMIT_SWITCH--559657_560782.html), 2016)

*Limit switch* umumnya digunakan untuk :

- Memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain.
- Menghidupkan daya yang besar, dengan sarana yang kecil.
- Sebagai sensor posisi atau kondisi suatu objek.

Prinsip kerja *limit switch* berbeda dengan saklar pada umumnya, jika pada saklar umumnya sistem kerjanya akan diatur atau dikontrol secara manual oleh manusia (baik diputar atau ditekan). Sedangkan *limit switch* dibuat dengan sistem kerja yang berbeda, *limit switch* dibuat dengan sistem kerja yang dikontrol oleh dorongan atau tekanan (kontak fisik) dari gerakan suatu objek pada aktuator, sistem kerja ini bertujuan untuk membatasi gerakan ataupun mengendalikan suatu objek/mesin tersebut, dengan cara memutuskan atau menghubungkan aliran listrik

yang melalui terminal kontakannya. *Limit switch* memiliki 2 kontak yaitu *NO* (*Normally Open*) dan kontak *NC* (*Normally Close*) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan.



**Gambar 2.9** Prinsip Kerja *Limit Switch*

([http://hyauto.en.ec21.com/ZCN\\_Type\\_LIMIT\\_SWITCH--559657\\_560782.html](http://hyauto.en.ec21.com/ZCN_Type_LIMIT_SWITCH--559657_560782.html),2016)

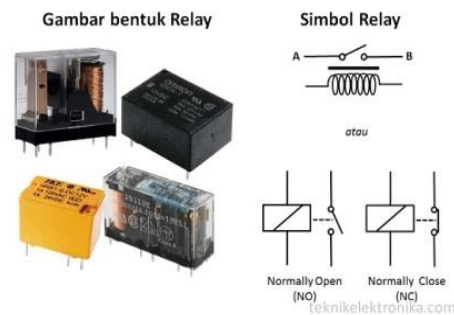
*Limit switch* biasa digunakan pada aplikasi seperti:

- Pintu gerbang otomatis, dimana *limit switch* berguna untuk mematikan motor listrik sebelum pintu gerbang itu menabrak pagar pembatas saat membuka atau menutup.
- Pada pintu panel listrik sebagai saklar otomatis apabila pintu panel dibuka maka lampu akan nyala untuk penerangan (seperti pada kulkas).
- Pada *hoist* sebagai pembatas pengangkatan barang.
- Pada tutup/cover mesin sebagai *safety* apabila cover dibuka maka mesin akan mati.
- Pada sistem transfer seperti pada *trolley* dan *conveyor* sebagai pembatas maju dan mundurnya (*forward reverse*).
- Pada sistem kontrol mesin sebagai sensor untuk mengetahui posisi *up/down*.

## 2.7 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.



**Gambar 2.10** Bentuk dan Simbol *Relay*

(<http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>,2016)

### 2.7.1 Fungsi Relay

Relay memiliki fungsi sebagai saklar elektrik. Namun jika diaplikasikan ke dalam rangkaian elektronika, relay memiliki beberapa fungsi yang cukup unik. Berikut adalah beberapa fungsi komponen relay saat diaplikasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika :

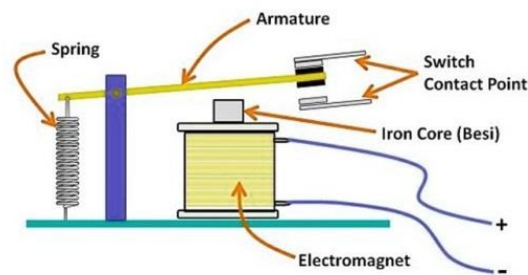
- Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah.
- Menjalankan fungsi logika alias *logic function*.
- Memberikan fungsi penundaan waktu alias *time delay function*.
- Melindungi motor atau komponen lainnya dari kelebihan tegangan atau korsleting.

### 2.7.2 Cara Kerja Relay

Dalam sebuah relay terdapat 4 buah bagian penting yakni Electromagnet (Coil), Armature, Switch Contact Point (Saklar), dan Spring. Dapat diketahui bahwa sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh kumparan Coil, berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil dialiri arus listrik, maka akan muncul gaya elektromagnetik yang dapat menarik Armature sehingga dapat

berpindah dari posisi sebelumnya tertutup (NC) menjadi posisi baru yakni terbuka (NO).

Dalam posisi (NO) saklar dapat menghantarkan arus listrik. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali ke posisi awal (NC). Sedangkan Coil yang digunakan oleh relay untuk menarik *Contact Point* ke posisi *close* hanya membutuhkan arus listrik yang relatif cukup kecil.



**Gambar 2.11** Prinsip Kerja Relay

(<http://belajarelektronika.net/pengertian-fungsi-dan-cara-kerja-relay/>,2017)

## 2.8 Motor DC

Motor *DC* (*Direct Current*) adalah peralatan elektronika yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Motor *DC* dapat berputar searah dengan arah jarum jam atau dapat juga berputar berlawanan arah putaran jarum jam. Prinsip kerja motor dc adalah pada saat kumparan medan dialiri arus listrik maka akan menghasilkan medan magnet yang meingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Kemudian energi listrik tersebut akan diubah menjadi energi mekanik.

Motor listrik DC (arus searah) merupakan salah satu dari motor DC. Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Untuk membedakan sebagai generator atau motor dari mesin difungsikan sebagai apa. Generator DC alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik DC. Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC. Pada motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang

berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik.



**Gambar 2.12** Motor DC

([http://www.academia.edu/90912444/makalah\\_motor\\_dc,2017](http://www.academia.edu/90912444/makalah_motor_dc,2017))

## **2.9 Motor Power Window**

Motor Power Window adalah motor listrik yang menggunakan energi listrik dan energi magnet untuk menghasilkan energi mekanis. Operasi motor tergantung pada interaksi dua medan magnet. Secara sederhana dikatakan bahwa motor listrik bekerja dengan prinsip bahwa dua medan magnet dapat dibuat berinteraksi untuk menghasilkan gerakan. Tujuan motor adalah untuk menghasilkan gaya yang menggerakkan (torsi).

Jenis motor yang digunakan pada sistem power window adalah motor DC. Salah satu keistimewaan motor DC ini adalah kecepatannya dapat dikontrol dengan mudah. Sifat dari motor DC bila tenaga mekanik yang diperlukan cukup kecil maka motor DC yang digunakan cukup kecil pula. Motor DC untuk tenaga kecil pada umumnya menggunakan magnet permanen sedangkan motor listrik arus searah yang dapat menghasilkan tenaga mekanik besar menggunakan magnet listrik.

Motor ini bergerak kedepan dan kebelakang sesuai dengan pengoperasian switch. Arah putaran motor DC magnet permanen ditentukan oleh arah arus yang mengalir pada kumparan jangkar. Pembalikan ujung-ujung jangkar tidak membalik arah putaran. Kecepatan motor magnet permanen berbanding langsung dengan harga tegangan yang diberikan pada kumparan jangkar. Semakin besar tegangan jangkar, semakin tinggi kecepatan motor.



**Gambar 2.13** Motor Power Window

(<https://indonesian.alibaba.com/product-detail/for-santana-mini-car-and-universal-car-dc-power-window-motor-944368870.html>,2017)

### 2.10 Heater

*Electrical Heating Element* (elemen pemanas listrik) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik di dalam rumah tangga atau pun peralatan dan mesin industri. Bentuk dan tipe dari *Electrical Heating Element* ini bermacam macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan di panaskan.

Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (*Resistance Wire*) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan.



**Gambar 2.14** Resistance Wire

(<https://id.aliexpress.com/w/wholesale-heater-wire-resistance.html>,2016)

### 2.11 Liquid Crystal Display

LCD merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf, atau grafik. LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sering digunakan untuk aplikasi pada

kalkulator, arloji digital, dan instrumen elektronik seperti multimeter digital. LCD memanfaatkan silikon dan galium dalam bentuk kristal cair sebagai pemancar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom terdiri dari LED pada bidang latar (*backplane*), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Kemudian daerah-daerah tertentu pada cairan tersebut warnanya akan berubah menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam kaca bagian depan. Keunggulan menggunakan LCD adalah konsumsi daya yang relatif kecil dan menarik arus yang kecil (beberapa mikro ampere), sehingga alat atau sistem menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah ukuran LCD yang pas yakni tidak terlalu kecil dan tidak terlalu besar, kemudian tampilan yang diperlihatkan dari LCD dapat dibaca dengan mudah dan jelas (Setiawan, “*Mikrokontroler ATMEGA 8535 Bascom-AVR*”, 2010 : 24-27). Seperti yang terlihat pada gambar 2.14 merupakan gambar bentuk fisik dari LCD 16x2.



**Gambar 2.15** LCD 16 x 2

(Sumber : Elektronka-dasar.web.id "LCD 16x2", 2017)

Spesifikasi pada LCD 16x2 adalah sebagai berikut :

1. Terdiri dari 16 kolom dan 2 baris
2. Mempunyai 192 karakter yang tersimpan
3. Tegangan kerja 5V
4. Memiliki ukuran yang praktis