

## BAB 2

### DASAR TEORI

#### 2.1. Keypad 3 x 4

Modul keypad 3x4 merupakan suatu modul keypad berukuran 3 kolom x 4 baris seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1. Modul ini dapat difungsikan sebagai input dalam aplikasi seperti pengaman digital, absensi, pengendali kecepatan motor, robotik, dan sebagainya.

Penggunaan keypad dilakukan dengan cara menjadikan tiga buah kolom sebagai *output scanning* dan empat buah baris sebagai *input scanning*.



(a) Gambar visual

(b) Rangkaian keypad 3x4

Gambar 2.1. Keypad 3 x 4

Cara kerja rangkaian Keypad 3x4:

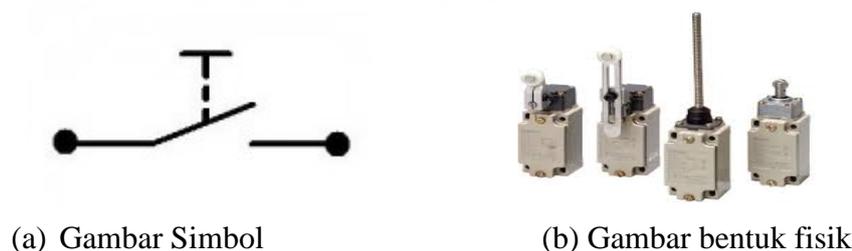
1. Apabila Kolom 1 diberi logika '0', kolom kedua dan kolom ketiga diberi logika '1' maka program akan mengecek tombol 1, 4, 7, dan \*, sehingga apabila salah satu baris berlogika '0' maka ada tombol yang ditekan.
2. Apabila Kolom 2 diberi logika '0', kolom pertama dan kolom ketiga diberi logika '1' maka program akan mengecek tombol 2, 5, 8, dan 0, sehingga apabila salah satu baris berlogika '0' maka ada tombol yang ditekan.

3. Apabila Kolom 3 diberi logika '0', kolom pertama dan kolom kedua diberi logika '1' maka program akan mengecek tombol 3, 6, 9, dan #, sehingga apabila salah satu baris berlogika '0' maka ada tombol yang ditekan.
4. Kemudian kembali ke semula, artinya program *looping* terus mendeteksi data kolom dan data baris, cara ini disebut *scanning* atau penyapuan keypad untuk mendapatkan saklar mana yang ditekan. (blog dari Furinkazen)

## 2.2. 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* memiliki tiga buah terminal, yaitu: *central terminal*, *normally close* (NC) terminal, dan *normally open* (NO) terminal. Sesuai dengan namanya, limit switch digunakan untuk membatasi kerja dari suatu alat yang sedang beroperasi. Terminal NC, NO, dan *central* dapat digunakan untuk memutuskan aliran listrik pada suatu rangkaian atau sebaliknya.

*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 dan bentuk fisik *limit switch* ditunjukkan pada Gambar 2.2

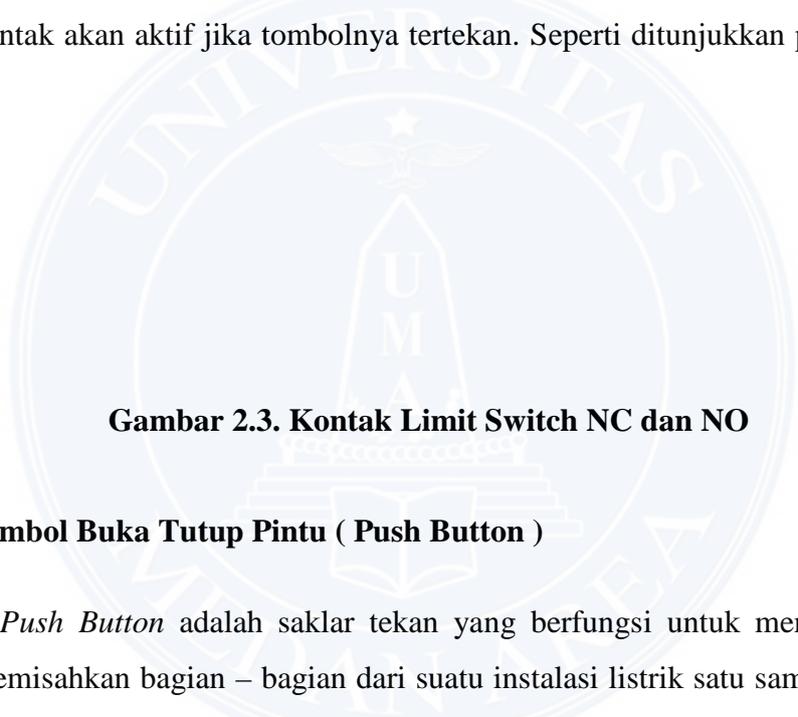


**Gambar 2.2. Simbol dan bentuk fisik limit switch**

Limit switch umumnya digunakan untuk :

- a) sensor *door open/close*.
- b) sensor *cylinder up/down*.
- c) sensor *Safety cover (emergency stop)*.
- d) sensor mesin *home* posisi.

Prinsip kerja limit switch diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/ daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut. Limit switch memiliki 2 kontak yaitu NO (*Normally Open*) dan kontak NC (*Normally Close*) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3



**Gambar 2.3. Kontak Limit Switch NC dan NO**

### **2.3. Tombol Buka Tutup Pintu ( Push Button )**

*Push Button* adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian – bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain. Suatu sistem saklar tekan *push button* terdiri dari saklar tekan *start*. *Stop reset* dan saklar tekan untuk *emergency*. *Push button* memiliki kontak NC (*normally close*) dan NO (*normally open*). Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4

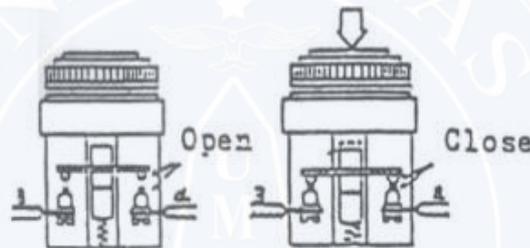
**(a) Gambar Push Button NO**

**(b) Gambar Push Button NC**

**Gambar 2.4. Jenis – Jenis Push Button**

Prinsip kerja Push Button adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai *stop* (memberhentikan) dan kontak NO akan berfungsi sebagai *start* (menjalankan) biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor – motor induksi untuk menjalankan mematikan motor pada industri – industri. Pada pembuatan alat ini digunakan 2 buah Tipe *Normally Open* (NO).

Tombol ini disebut juga dengan tombol start karena kontak akan menutup pintu bila ditekan dan kembali terbuka bila menekan tombol yang satu lagi. Bila tombol ditekan maka kontak bergerak akan menyentuh kontak tetap sehingga arus listrik akan mengalir. Gambar 2.5 bentuk dalam dari *Push button* (Blog Gustiwati) 25 Mei 2012



**Gambar 2.5. Push button tipe NO/NC**

#### **2.4. Mikrokontroler**

Mikrokontroler merupakan suatu rangkaian terintegrasi (*Integrated Circuit*) atau biasa disebut IC, dimana didalamnya berisi CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random Access Memory*), ROM (*Read Only Memory*), dan I/O (*Input/Output*) yang dapat diprogram. Dengan adanya sistem pendukung tersebut, mikrokontroler dapat melakukan proses berpikir berdasarkan program. Hal ini menjadi sebuah terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer dalam perancangan sebuah sistem kecerdasan buatan yang lebih kompleks. Bentuk fisik dan konfigurasi Pin dari mikrokontroler ATmega 8535 seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6

(T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	AGND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC8 (TOSC1)
(RXD) PDC	14	27	PC5
(TXD) PD1	15	26	PC4
(INT0) PD2	16	25	PC3
(INT1) PD3	17	24	PC2
(OC1B) PD4	18	23	PC1
(OC1A) PD5	19	22	PC0
(ICP) PD6	20	21	PD7 (OC2)



(a) Konfigurasi Pin;

(b) Bentuk Fisik Mikrokontroler ATmega 8535

Gambar 2.6 Mikrokontroler ATMEGA8535

#### 2.4.1. Deskripsi Mikrokontroler ATmega 8535

ATmega 8535 adalah mikrokontroler CMOS 8 bit daya rendah berbasis arsitektur RISC. Instruksi dikerjakan pada satu siklus *clock*, ATmega 8535 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz, hal ini membuat ATmega 8535 dapat bekerja dengan kecepatan tinggi walaupun dengan penggunaan daya rendah. Mikrokontroler ATmega 8535 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebuah solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan.

#### 2.4.2. Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega 8535

Konfigurasi pin dari mikrokontroler ATmega 8535 sebanyak 40 pin dapat dilihat dari gambar tersebut dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin ATmega 8535 sebagai berikut:

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
2. GND merupakan pin *ground*.
3. Port A ( PA0..PA7 ) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.

4. Port B ( PB0..PB7 ) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter*, komparator analog dan SPI.
5. Port C ( PC0..PC7 ) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog dan *Timer Oscillator*.
6. Port D ( PD0..PD7 ) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial.
7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-*reset* mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal
9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.



### **2.4.3 Blok Diagram AVR ATmega 8535**

Blok diagram AVR ATmega 8535 perlu diketahui supaya lebih mudah mengetahui fungsi dari mikrokontroler ATmega 8535 seperti ditunjukkan pada Gambar 2.7



**Gambar 2.7 Blok Diagram ATmega 8535**

#### 2.4.4. Arsitektur Mikrokontroler ATmega 8535

ATmega 8535 memiliki struktur bagian sebagai berikut :

- a. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
- b. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran
- c. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
- d. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
- e. *Watchdog Timer* dengan *osilator internal*.
- f. SRAM sebesar 512 bit.
- g. Memori *Flash* sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*.
- h. Unit interupsi internal dan eksternal.
- i. Port antarmuka SPI .
- j. EEPROM sebesar 512 bit yang dapat diprogram saat operasi.
- k. Antarmuka komparator analog.
- l. Port USART untuk komunikasi serial. ([www.marberbagi.com](http://www.marberbagi.com))

#### 2.4.5 Fitur AVR ATmega 8535

Mikrokontroler AVR ATmega 8535 memiliki fitur sebagai berikut:

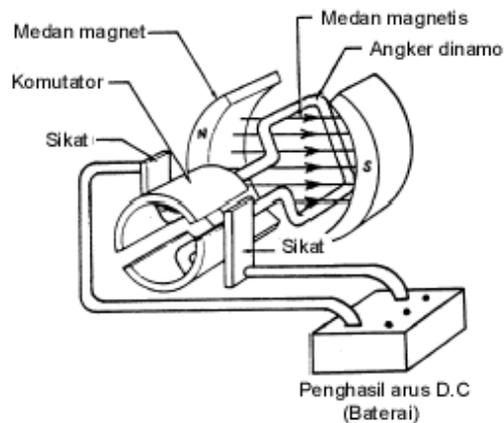
1. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
2. Kapabilitas memori *flash* 8 KB, SRAM sebesar 512 bit dan EEPROM sebesar 512 bit.
3. ADC internal dengan fidelitas 10 bit sebanyak 8 saluran.
4. Portal komunikasi serial ( USART ) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
5. Enam pilihan mode *sleep* untuk menghemat penggunaan daya listrik.
6. Berperformen tinggi dan dengan konsumsi daya rendah (*low power*).
7. Fitur *Peripheral*.
  - Dua *Timer/Counter* 8-bit dengan *Separate Prescaler* (sumber *clock* yang dapat diatur) dan Mode pembandingan.
  - Satu *Timer/Counter* 16-bit dengan *Separate Prescaler*, Mode pembandingan dan *Capture Mode*.
  - *Real Time Counter* dengan sumber osilator terpisah.

- Terdapat delapan saluran ADC dengan resolusi sepuluh bit ADC.
  - Empat saluran *Pulse Width Modulation* (PWM).
  - Terdapat *Two Serial Interface*.
  - *Programmable* serial USART.
  - *Master/Serial SPI Serial Interface*.
  - *Programmable Watchdog Timer* dengan *On-Chip Oscillator*.
  - *On-Chip Analog Comparator*
8. *Input/Output* (I/O) terdiri dari 32 saluran I/O.
  9. Tegangan Kerja adalah 2,7 – 5,5V.
  10. Kelas Kecepatannya yaitu 0 – 8 Mhz.

## 2.5. Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator ( bagian yang tidak berputar ) dan kumparan jangkar disebut rotor ( bagian yang berputar ). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran.

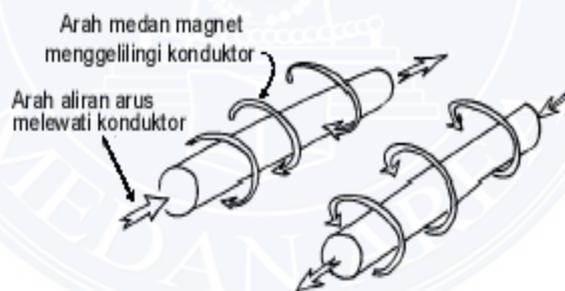
Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bias berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Keterangan dan bentuk dari motor DC sederhana ditunjukkan pada Gambar 2.8



**Gambar 2.8. Motor DC sederhana**

### 2.5.1. Prinsip Dasar Cara Kerja Motor DC

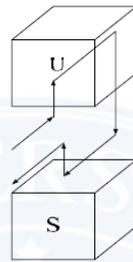
Jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet disekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor. Arah medan magnet dan arus yang dilalui melalui konduktor ditunjukkan pada Gambar 2.9



**Gambar 2.9. Medan magnet dan arus yang mengelilingi konduktor**

Pada motor DC, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, sekaligus sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energy

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar dari pada tegangan gerak yang disebabkan reaksi lawan. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran pada motor. Gambar 2.10 menunjukkan terjadi medan magnet pada motor DC.



**Gambar 2.10. Prinsip kerja motor DC**

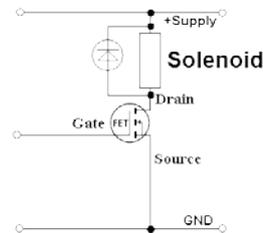
### 2.5.2. Prinsip Arah Putaran Motor DC

Untuk menentukan arah putaran motor digunakan kaedah *flamming* tangan kiri. Kutub-kutub magnet akan menghasilkan medan magnet memotong sebuah kawat penghantar yang dialiri arus searah dengan empat jari, maka akan timbul gerak searah ibu jari. Gaya ini disebut gaya Lorentz, yang besarnya sama dengan Prinsip motor aliran arus di dalam penghantar yang berada didalam pengaruh medan magnet akan menghasilkan gerakan. Besarnya gaya pada penghantar akan bertambah besar jika arus yang melalui penghantar bertambah besar. (<http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/prinsip-kerja-motor-dc/>)

### 2.6. Solenoid

Solenoid adalah suatu alat dasar yang mengkonversi suatu sinyal listrik ke dalam gerakan mekanis, pada umumnya seperti garis. Solenoid terdiri dari suatu kumparan dan alat pengisap. Pengisap tersebut mungkin adalah *free standing* atau dimuati pegas. Kumparan mempunyai beberapa rating tegangan atau arus dan tipenya mungkin DC atau AC. Spesifikasi Solenoid meliputi rating listrik dan

gaya pengisap menarik atau mendorong ketika diberi tegangan tertentu. Bentuk dan rangkaian yang ada pada solenoid ditunjukkan pada Gambar 2.11



(a) Bentuk fisik solenoid      (b) Gambar bentuk rangkaian solenoid

**Gambar 2.11. Solenoid**

### 2.6.1. Sistem Kerja solenoida

Di dalam solenoida terdapat kawat melingkar pada inti besi. Ketika arus listrik melalui kawat ini, maka terjadi medan magnet untuk menghasilkan energi yang bisa mendorong inti besi. Poros dalam dari solenoida adalah piston seperti silinder terbuat dari besi atau baja, yang disebut *plunger* (setara dengan sebuah dinamo). Medan magnet kemudian menerapkan kekuatan untuk *plunger* ini, baik menarik atau repeling (kembali posisi).

### 2.6.2. Penggunaan Solenoida

Solenoida digunakan untuk :

#### 1. Solenoida Elektromekanikal.

Solenoida Elektromekanik terdiri dari sebuah kumparan elektromagnetik induktif. Kumparan tersebut berbentuk seperti angker yang dapat dipindahkan masuk dan keluar dari pusat, mengubah induktansi kumparan dan sehingga menjadi elektromagnet. Angker ini digunakan untuk memberikan kekuatan mekanik untuk beberapa mekanisme (seperti mengontrol katup pneumatik). Meskipun biasanya lebih lemah kecuali jarak yang sangat pendek, solenoida dapat dikontrol secara langsung oleh sirkuit pengontrol, sehingga memiliki waktu reaksi yang sangat rendah.

## 2. Solenoida Elektromekanik.

Solenoida Elektromekanik biasanya terlihat pada penanda *paintball* elektronik, mesin *pinball*, *printer dot matrix* dan injektor bahan bakar.

## 3. Solenoida Rotary

Solenoida rotary adalah perangkat elektromekanis yang digunakan untuk memutar mekanisme *ratcheting* ketika *power* dihidupkan. Perangkat ini digunakan pada tahun 1950 untuk memutar saklar *snap-in* kontrol otomatisasi elektromekanis. Aktuasi berulang pada kemajuan solenoida yang memutar snap dan maju ke satu posisi. Dua aktuator berputar di ujung-ujung poros *snap-rotary switch*, dapat memajukan atau memundurkan posisi saklar.

## 2.7. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menampilkan huruf, angka atau simbol-simbol tertentu. LCD juga merupakan suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. Pada aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Bentuk dari LCD ditunjukkan pada Gambar 2.12

**Gambar 2.12. Bentuk fisik dari LCD**

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan *back light*.

Konfigurasi pin-pin LCD 2 x 16 ditunjukkan pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1. Konfigurasi Pin LCD**

Pin	Symbol and Functions
1	GND
2	VCC (+5V)
3	Contrast adjust
4	(RS) → 0 = intruction input/1 = data input
5	(R/W) → 0 = write to LCD module /1 = read from LCD module
6	(E) → enable signal
7	(DB0) → data pin 0
8	(DB1) → data pin 1
9	(DB2) → data pin 2
10	(DB3) → data pin 3
11	(DB4) → data pin 4
12	(DB5) → data pin 5
13	(DB6) → data pin 6
14	(DB7) → data pin 7
15	(VB+) → back light (+5V)
16	(VB-) → back light (GND)

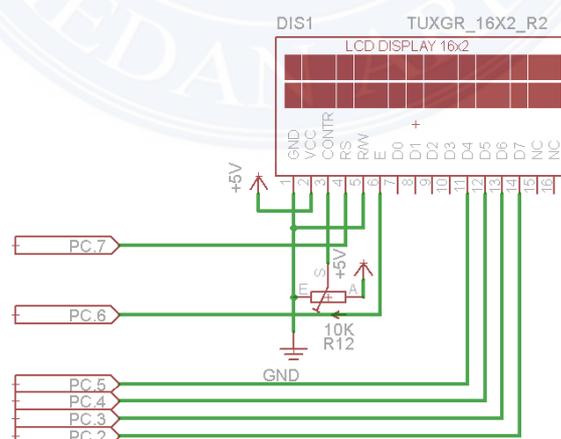
Adapun keterangan LCD 2x16 tersebut adalah sebagai berikut:

1. Fungsi Pin LCD (*Liquid Cristal Display*) Dot Matrix 2×16 adalah jalur data (data bus) yang berfungsi sebagai jalur komunikasi untuk mengirimkan dan menerima data atau instruksi dari mikrokontrooler ke modul LCD.

2. RS adalah pin yang berfungsi sebagai selektor register (*register select*) yaitu dengan memberikan logika *low* (0) sebagai register perintah dan logika *high* (1) sebagai register data.
3. R/W adalah pin yang berfungsi untuk menentukan mode baca atau tulis dari data yang terdapat pada DB0 – DB7, yaitu dengan memberikan logika *low* (0) untuk fungsi *read* dan logika *high* (1) untuk *mode write*.
4. *Enable* (E), berfungsi sebagai *Enable Clock LCD*, logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data

Prinsip kerja alat ini yaitu mengidentifikasi keypad matrik sebagai data input dari hasil scan baris dan eksekusi kolom untuk sistem minimum mikrokontroler AVR ATmega 8535 yang kemudian ditampilkan pada LCD 2x16 dan memberikan sinyal ke rangkaian output.

Untuk hubungan ke mikrokontroler, dalam hal ini kita menggunakan mikrokontroler ATmega 8535, kita bisa menggunakan semua PORT baik PORTA, PORTB, PORTC maupun PORTD. Sekarang kita akan menghubungkan LCD ini ke PORTC dari mikrokontroler, Disini kita menggunakan koneksi data 4 bit antara LCD dan mikro. Setelah selesai membuat rangkaian diatas selanjutnya kode program. kita terlebih dahulu membuat *file header*-nya. Gambar 2.13 menunjukkan koneksi antara mikrokontroler ke LCD 2x16.



**.Gambar 2.13. Koneksi antara mikrokontroler ke LCD 2x16.**

## 2.8. Buzzer

Buzzer merupakan suatu komponen yang dapat menghasilkan suara yang mana apabila diberi tegangan pada input komponen, maka akan bekerja sesuai dengan karakteristik dari alarm yang digunakan. Salah satu buzzer yang sering digunakan dalam rangkaian elektronika seperti ditunjukkan pada Gambar 2.14

(a) Bentuk fisik Buzzer      (b) Bentuk isi rangkaian Buzzer

**Gambar 2.14. Buzzer**

Dalam pembuatan perancangan ini, penulis menggunakan Buzzer sebagai informasi. Hal ini dikarenakan, karakteristik dari komponen yang mudah untuk diaplikasikan dan suara yang dihasilkan *relative* kuat.

*Buzzer* merupakan sebuah komponen elektronik yang dapat mengkonversikan energi listrik menjadi suara yang didalamnya terkandung sebuah osilator internal untuk menghasilkan suara. Dalam penggunaannya pada rangkaian, *Buzzer* dapat digunakan pada tegangan sebesar antara 6V – 12V dan dengan tipikal arus sebesar 25mA.

## 2.9. Kristal

Kristal adalah komponen yang dibuat dari bahan alam yang menunjukkan efek *piezoelektrik*, sehingga sering disebut Kristal *Piezoelektrik*. Bahan utama kristal yang dapat menimbulkan efek *piezoelektrik* adalah garam *rachelle*, *tourmaline* dan *quarte*.

Dalam sebuah kristal *Piezoelektrik*, biasanya *quartz*, yang mempunyai yang dilapiskan pada permukaan yang berhadapan, apabila diberikan suatu potensial pada elektroda-elektrodanya maka gaya akan bekerja pada muatan-muatan yang terikat dalam kristal. Apabila komponen ini dipasang dengan benar, maka dalam kristal akan terjadi deformasi - deformasi sehingga terbentuk suatu sistem elektromekanik yang akan bergetar bila dibandingkan dengan benar.

Frekuensi, resonansi dan nilai  $Q$  – nya (*Quality factor*) tergantung pada dimensi kristal, orientasi permukaan pada sumbu-sumbu kristal dan bagaimana komponen tersebut dipasang (*Mounted*) jangkauan frekuensinya dari beberapa KHz sampai beberapa MHz. Pada hakikatnya, frekuensi dari suatu osilator kristal hanya ditentukan oleh kristalnya dan tidak oleh komponen lainnya. Lambang kristal dapat dilihat pada gambar 2.15.

(a) Simbol

(b) Bentuk fisik

**Gambar 2.15. (a). Simbol Kristal dan (b) Bentuk Fisik Kristal**

Sesuai dengan simbolnya kristal dipasang diantara 2 buah elektroda logam dimana elektroda tersebut merupakan kapasitor dan kristalnya sebagai dielektrik. Konstruksi kristal digenggam dengan kuat oleh kedua elektroda tersebut, namun tidak menghalangi kristal dalam getarannya.

Dalam beresonansi kristal mempunyai cara kerja yang sama dengan rangkaian LC, karena mempunyai frekuensi resonansi ( $f_s$ ). Rangkaian LC ditunjukkan pada Gambar 2.16.

**Gambar 2.16. Rangkaian Ekuivalen Kristal**

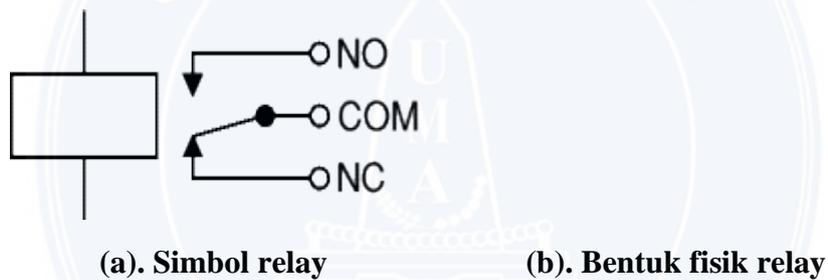
## 2.10. Relay

Relay adalah saklar (*switch*) elektrik yang bekerja berdasarkan medan magnet. Relay terdiri dari suatu lilitan dan *switch* mekanik, *switch* mekanik akan bekerja jika ada arus listrik yang mengalir melalui lilitan.

Susunan relay pada kontak adalah:

- a. *Normally Open* (NO) : Relay akan terbuka jika tidak ada arus yang mengalir.
- b. *Normally Closed* (NC) : Relay akan tertutup jika tidak ada arus yang mengalir.
- c. *Change Over* : Relay ini memiliki kontak tengah yang akan melepaskan diri dan membuat kontak lainnya berhubungan.

Relay terdiri dari *coil* dan *contact*, *coil* adalah gulungan kawat yang mendapatkan arus listrik sedangkan *contact* adalah jenis sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*. Bentuk dan simbol dari relay ditunjukkan pada Gambar 2.17.



**Gambar 2.17. Simbol dan bentuk fisik relay**

Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari relay : ketika *coil* mendapatkan energi listrik (*energized*), maka akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik *armature* yang berpegas, dan *contact* akan menutup. Rangkaian relay dengan transistor ditunjukkan pada Gambar 2.18

**Gambar 2.18. Rangkaian Driver Relay**

## 2.11. OPTOCOUPLER 4N35

Optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya optocoupler digunakan sebagai saklar elektrik, yang bekerja secara otomatis. Optocoupler merupakan suatu komponen penghubung (*coupling*) yang bekerja berdasarkan picu cahaya optik.

Optocoupler berfungsi untuk pengaman antara tegangan tinggi dan tegangan rendah sehingga apabila terjadi gangguan pada inverter, gangguan tersebut tidak merusak mikrokontroler dan rangkaian kontrol tetap aman. Bentuk dari rangkaian Optocoupler 4N35 ditunjukkan pada Gambar 2.19.

**Gambar 2.19. Optocoupler tipe 4N35**

Optocoupler terdiri dari dua bagian yaitu :

1. Pada *transmitter* dibangun dari sebuah LED infra merah. Jika dibandingkan dengan menggunakan LED biasa, LED infra merah memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak. Cahaya yang dipancarkan oleh LED infra merah tidak terlihat oleh mata telanjang.
2. Pada bagian *receiver* dibangun dengan dasar komponen *phototransistor*. *Phototransistor* merupakan suatu transistor yang peka terhadap tenaga cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas, begitu pula dengan spektrum infra merah. Karena spektrum infra mempunyai efek panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka *phototransistor* lebih peka untuk menangkap radiasi dari sinar infra merah.

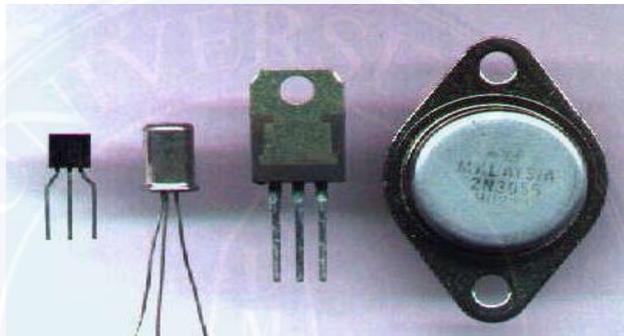
Prinsip kerja dari *optocoupler* adalah :

- Jika antara *phototransistor* dan LED terhalang maka *phototransistor* tersebut akan *off* sehingga *output* dari kolektor akan berlogika *high*.

- Sebaliknya jika antara *phototransistor* dan LED tidak terhalang maka *phototransistor* tersebut akan *on* sehingga *output*-nya akan berlogika *low*.

## 2.12. Transistor

Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, pemotong (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau fungsi lainnya termasuk berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya atau tegangan inputnya, memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya. Bentuk – bentuk fisik transistor ditunjukkan pada Gambar 2.20.

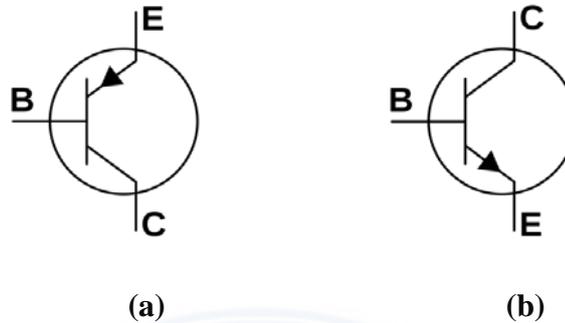


**Gambar 2.20. Bentuk – Bentuk Fisik dari Transistor**

Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal. Tegangan atau arus yang dipasang di satu terminalnya mengatur arus yang lebih besar yang melalui 2 terminal lainnya. Transistor adalah komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog digunakan dalam penguat (*amplifier*). Rangkaian analog melingkupi pengeras suara, sumber listrik stabil, dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai *logic gate*, memori, dan komponen-komponen lainnya.

Transistor tersusun atas tiga daerah/ lapisan pembatas semikonduktor yang dinamakan dengan *depletion zone* dan ketebalan lapisan ini dapat diatur dengan kecepatan tinggi dengan tujuan untuk mengatur aliran arus utama tersebut. Ketiga lapisan tersebut disebut dengan emiter (E), kolektor (C), dan basis (B).

Tipe pertama terdiri dari dua daerah N yang dipisahkan oleh daerah P (NPN), dan tipe lainnya terdiri dari dua daerah P yang dipisahkan oleh daerah N (PNP). Simbol transistor PNP dan NPN ditunjukkan pada gambar 2.21.



**Gambar 2.21. Simbol (a) Transistor PNP dan (b) Transistor NPN**

### 2.12.1. Transistor Sebagai Saklar

Transistor dapat difungsikan sebagai saklar elektronika dengan memanfaatkan 2 keadaan transistor yaitu keadaan saturasi (saklar tertutup) dan *cut off* (saklar terbuka). Pada saat transistor dalam keadaan jenuh (saturasi) maka resistansi antara kolektor dan emitor akan sangat kecil, maka transistor ini akan berfungsi sebagai saklar yang tertutup (ON). Pada saat *cut off* tegangan kolektor emiter sama dengan tegangan sumber kolektor dan arus basis mendekati nol. ([www.google.com/pengertian](http://www.google.com/pengertian) transistor)

### 2.13. LED (Light Emitting Dioda)

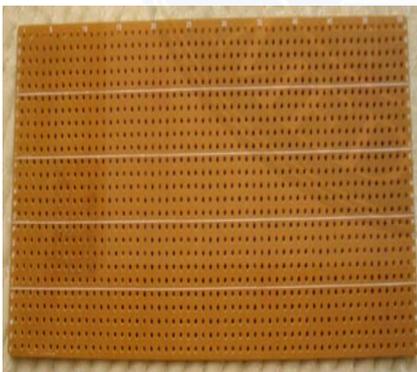
LED (*Light Emitting Dioda*) adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bias maju (forward bias). LED dapat memancarkan cahaya karena menggunakan dopping gallium, arsenic dan phosphorus. Jenis doping yang berbeda diatas dapat menghasilkan cahaya dengan warna yang berbeda. LED berbeda dengan diode pada umumnya kemampuan mengalirkan arus pada LED cukup rendah, jika arus yang masuk ke LED terlalu besar maka LED tersebut bisa rusak untuk mencegah terjadinya kerusakan maka di pasanglah resistor untuk menghambat arus yang besar. Bentuk fisik LED dan rangkaiannya ditunjukkan pada Gambar 2.22.

(a) Bentuk fisik LED (b) Bentuk Rangkaian LED dengan Resistor

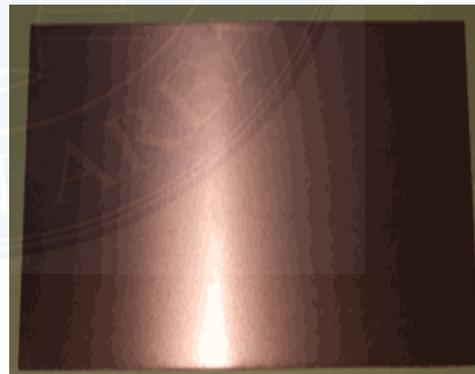
**Gambar 2.22. Bentuk Fisik LED dan Rangkaian**

#### 2.14. PCB (Printed Circuit Board)

PCB (*Printed Circuit Board*) salah satu bagian yang terpenting dalam bidang elektronika dikarenakan PCB berfungsi sebagai menghubungkan komponen-komponen elektronik satu sama lain tanpa menggunakan kabel. Papan sirkuit ada juga yang sudah dilubangi dan yang polos yang perlu untuk digambar rangkaiannya. Bentuk dari papan sirkuit yang berlubang dan polos ditunjukkan pada Gambar 2.23.



(a) PCB bolong



(b) PCB polos

**Gambar 2.23. Bentuk PCB bolong dan polos**