# BAB II

# DASAR TEORI

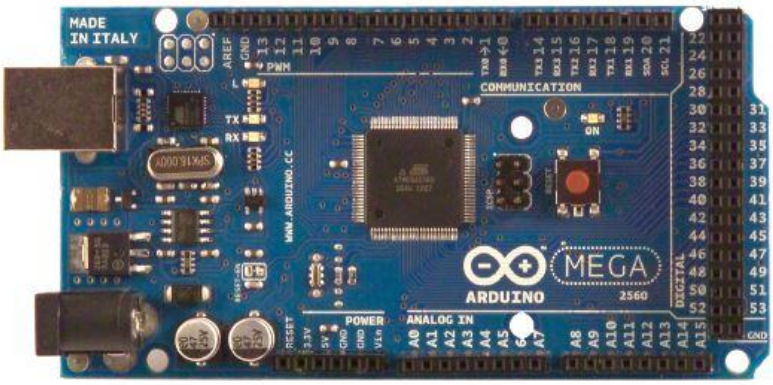
Dalam pembuatan alat ini ada beberapa hal yang perlu dimengerti mulai dari yang diteliti dan hal-hal apa saja yang diperlukan dalam pembuatan alat.

## 2.1 Perangkat Keras

Pada perancangan sistem akan digunakan berbagai jenis perangkat keras, yaitu menggunakan arduino mega 2560 sebagai mikrokontroler, keypad, LCD, dan motor stepper

### 2.1.1 Arduino Mega 2560

*Arduino Mega* 2560 adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega2560. *Arduino Mega* 2560 memiliki 54 digital pin input/output (14 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 16 analog input , 4 UART *(hardware port serial)*, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Semua ini diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Untuk menyalakannya cukup menghubungkan ke komputer dengan kabel USB atau dengan adaptor AC-DC atau bisa juga menggunakan baterai [4].Gambar 2.1 merupakan gambar dari Arduino Mega 2560 beserta pin yang ada di dalamnya.




Gambar 2.1 *Arduino Mega 2560*

Tabel 2.1. *Spesifikaasi Dari Arduino Mega (Atmega 2560)*

| | |
|---|---|
| Mikrokontroler | Atmega2560 |
| Operasi Tegangan | 5Volt |
| Input Tegangan | Disarankan 7-11Volt |
| Input Tegangan Batas | 6-20Volt |
| Pin I/O Digital | 54 (15 dapat digunakanuntuk PWM) |
| Pin Analog | 16 |
| Arus DC Tiap Pin I/O | 40Ma |
| Arus DC Ketika 3.3V | 50mA |
| *Memori Flash* | 256 KB (Atmega2560) dan 8KB digunakan oleh *Bootloader* |
| SRAM | 8 KB (Atmega2560) |
| EEPROM | 4 KB (Atmega2560) |
| Kecepatan Clock | 16 Mhz |

Berikut merupakan rincian dari bagian-bagian arduino mega:

1. Sumber Daya / Power

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya ekternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Untuk sumber daya Eksternal (*non-USB*) dapat berasal baik dari adaptor AZ-DC atau batrai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan memasukan 2.1 mm *jack* Gnd dan Vin dari konektor daya. *Board* dapat beroperasi pada pasokan ekternal dari 6 sampai 20 vole. Jika menggunakan tenaga kurang dari 6 volt mungkin tidak akan setabil. jika menggunakan lebih dari 12 volt, regulator tegangan bisa panas dan merusak papan. Rentang yang diajukan adalah7 sampai 12 volt. Pin listrik yang tersedia adalah sebagai berikut [4]:

a. VIN : Adalah input tegangan ke *board* Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai ‘saingan’ tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan

tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.

b. 5V : Pin ini memasukan output 5 Volt yang di atur oleh papan Arduino. *Board* Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari jack power DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada *board* (7-12 Volt). Jika memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.

c. 3V3 : Pin ini menghasilkan tegangan 3,3 Volt yang dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.

d. GND : Pin *Ground* atau Massa.

e. IOREF : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan tegangan referensi yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar dapat membaca pin tegangan IOREF sehingga dapat memilih sumber daya yang tepat agar dapat bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

2. Memori

Arduino ATmega2560 memiliki 256 KB flash memory untuk menyimpan kode (dengan 8 KB digunakan untuk bootloader), Arduino ATmega2560 juga memiliki 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan *library* EEPROM)[4].

3. Input dan Output

Masing-masing dari 54 digital pin pada Arduino Mega dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi pinMode() , digitalWrite() , dan digitalRead(). Arduino Mega beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal sebesar 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus, antara lain[4]:

a. Serial : 0 (RX) dan 1 (TX); Serial 1 : 19 (RX) dan 18 (TX); Serial 2 : 17 (RX) dan 16 (TX); Serial 3 : 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pins 0 dan 1 juga terhubung ke pin chip ATmega16U2 Serial USB-to-TTL.
b. Eksternal Interupsi : Pin 2 (interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubah nilai.
c. SPI : Pin 50 (MISO), pin 51 (MOSI), pin 52 (SCK), pin 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga terhubung dengan header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan Arduino Uno, Arduino Duemilanove dan Arduino Diecimila.
d. LED : Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino ATmega2560. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala (ON), dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam (OFF).
e. TWI : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL). Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan perpustakaan Wire. Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin TWI pada Arduino Duemilanove atau Arduino *Diecimila*.

Arduino Mega2560 memiliki 16 pin sebagai analog input, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default pin ini dapat diukur/diatur dari mulai *Ground* sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan pin AREF dan fungsi analog *Reference*().Ada beberapa pin lainnya yang tersedia, antara lain: [4].

1 AREF : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi analogReference().
2 *RESET* : Jalur *LOW* ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada *shield* yang menghalangi papan utama Arduino.

### 2.1.2 Motor DC Power Window

Motor DC power window pada perancangan alat ini digunakan sebagai aktuator yang dimanfaatkan untuk memutarkan dongkrak ulir dengan sistem gearbox, sehingga dongkrak ulir dapat bekerja secara elektrik. Aktuator ini difungsikan sebagai pendorong (memunculkan) batu bata yang telah jadi pada cetakan. Motor DC Power window merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah atau DC sebagai 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. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menetukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Sistem power window adalah sistem untuk membuka dan menutup jendela secara elektrik dengan menggunakan saklar. Motor DC power window berputar ketika saklar power window ditekan. Perputaran motor DC power window akan berubah naik dan turun memlalui regulator jendela untuk membuka atau menutup jendela [9].

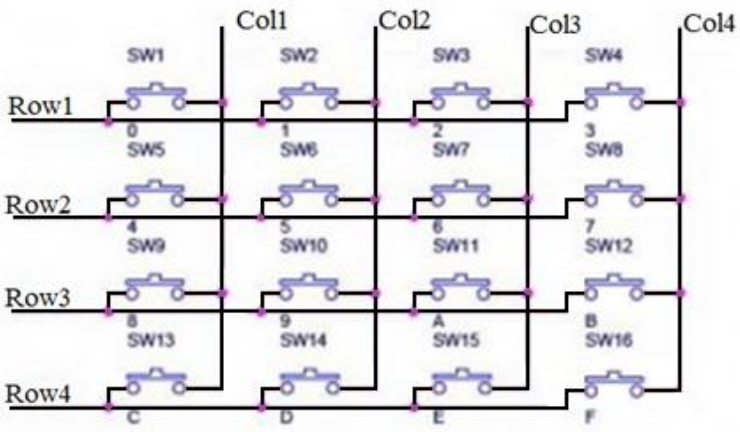


Gambar 2.2 *Motor DC Power Window*

*Curret Elektromagnet* atau dinamo. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban, untuk kasus motor dc yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. *Commutator*, komponen ini terutama ditentukan dalam motor dc. Kegunaannya untuk motor dc adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya[9].

### 2.1.3 Keypad

Keypad berfungsi sebagai *interface* antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (*Human Machine Interface*). Matrix keypad 4x4 memiliki konstruksi atau susunan yang sederhana dan hemat dalam penggunaan port mikrokontroler. Konfigurasi keypad dengan susunan bentuk matrix ini bertujuan untuk penghematan *port* mikrokontroler karena jumlah *key* (tombol) yang dibutuhkan banyak pada suatu sistem dangan mikrokontroler. Gambar 2.3 merupakan konfigurasi matrix keypad 4x4 [2].




Gambar 2.3 *Konfigurasi Keypad 4x4*




Gambar 2.4 *Keypad*

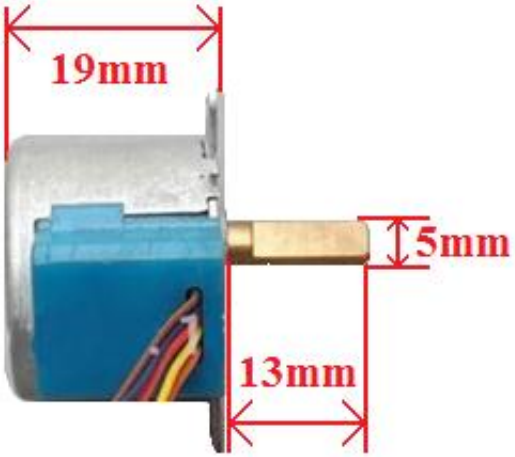
Matrix keypad 4×4 memiliki konstruksi atau susunan yang sederhana, yaitu terdiri dari 4 baris dan 4 kolom dengan keypad berupa saklar *push button* yang diletakan disetiap persilangan kolom dan barisnya. Rangkaian matrix keypad diatas terdiri dari 16 saklar *push button* dengan konfigurasi 4 baris dan 4 kolom. 8 line yang terdiri dari 4 baris dan 4 kolom dihubungkan dengan *port* mikrokontroler. Sisi baris dari matrik diberi nama *Row1, Row2, Row3* dan *Row4* kemudian sisi kolom ditandai dengan Col1, Col2, Col3 dan Col4. Sisi *input* atau *output* dari matrix keypad 4x4 tidak mengikat, dapat dikonfigurasikan kolom sebagai *input* dan baris *output* atau sebaliknya tergantung perancangannya[2].

### 2.1.4 Motor Stepper

Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkannya diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik [6].



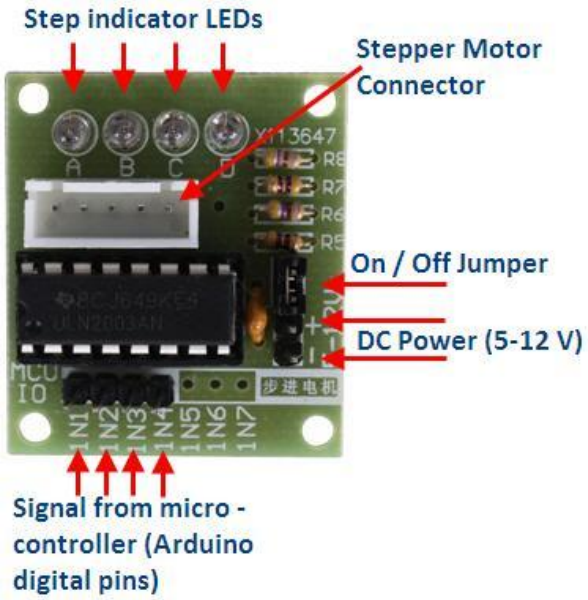
Gambar 2.5 *Motor Stepper*




Gambar 2.6 *Ukuran Motor Stepper*

### 2.1.5 Modul Motor Driver ULN2003

Modul ini adalah *breakout board* dari IC ULN2003, IC monolitik yang berisikan matriks transistor Darlington dengan jepitan dioda (*diode clamp*) common cathode pada pin *drive collector*-nya yang berguna untuk mengendalikan beban induktif seperti stepper motor, DC motor, relay, dan beban induktif lainnya. Gambar 2.7 merupakan tampilan dari ULM2003 [7].




Gambar 2.7 *Modul Motor Driver ULN2003*

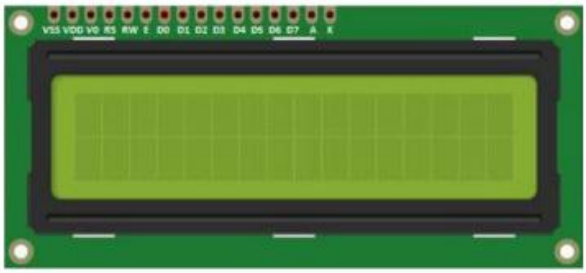
Tegangan beban yang dapat dikendalikan modul ini mulai dari 5 Volt hingga 50 Volt DC. Untuk catu daya kendali bisa dihubungkan dengan catu daya 5V. Alternatif lainnya bisa menggunakan catu daya 12V dengan mengubah posisi *jumper*.

Pada pin ini disediakan akses untuk 4 kanal kendali (dari total 7 *channel drivers* yang tersedia di IC ULN2003, 3 kanal lainnya dicadangkan apabila Anda ingin memodifikasi rangkaian modul ini lebih lanjut sesuai kebutuhan aplikasi pada rangkaian elektronika yang Anda buat. Dengan 4 kanal yang tersedia modul ini dapat mengendalikan stepper motor 2 fasa hingga 4 fasa. Untuk memudahkan proses pengecekan status pada rangkaian ini, tersedia LED indikator yang akan menyala saat kanal terkait dialiri arus listrik (*logical state* HIGH)[7].

### 2.1.6 LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah salah satu jenis display elektronik yang terbuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada disekelilingnya terhadap front-lit (mentransmisikan cahaya dari back-lit). LCD berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik berupa karakter, huruf, angka ataupun grafik. Material LCD (Liquid Cristal Display) yaitu, lapisan dari campuran organik antara lapisan

kaca bening dengan elektroda transparan Indium Oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang.Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor [2].



Gambar 2.8 *LCD*

Berikut merupakan pin serta fungsi-fungsi LCD dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. *Pin Dan Fungsi–Fungsi LCD 16x2*

| No Pin | Simbol | Fungsi |
|---|---|---|
| 1 | VSS | Ground (0V) |
| 2 | VDD | Power Supply / VCC |
| 3 | V0 | Tegangan Pengatur Kontrol LCD |
| 4 | RS | 0: register instruksi<br>1: register data |
| 5 | R/W | Untuk memilih mode tulis atau baca.<br>Logika H (1) : mode baca, L (0): mode tulis |
| 6 | E | 0: enable (mulai menahan data ke LCD),<br>1: disable |
| 7-10 | D0-D3 | Jalur untuk transfer 8 bit data |
| 11-14 | D4-D7 | Jalur untuk transfer 4 dan 8 bit data |
| 15 | A | Tegangan positif *Backlight* $V_{CC}$ (5V) |
| 16 | K | Tegangan negatif *Backlight Ground* (0V) |

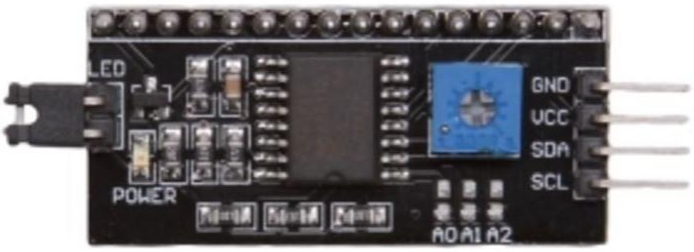
Berikut merupakan penjelasan singkat tentang RS, R/W dan E [7]:

- RS merupakan kependekan dari Register Selector, pin ini berfungsi untuk memilih register control atau register data. Register control digunakan untuk mengkonfigurasi LCD, sedangkan register data digunakan untuk menuliskan data berupa karakter untuk ditampilkan di LCD.
- R/W atau *Read/Write*, digunakan untuk memilih aliran data mikrokontroller akan membaca data yang ada di LCD atau menuliskan data ke LCD. Jika LCD hanya digunakan untuk menulis / menampilkan data, maka pin ini bisa langsung disambungkan ke GND sehingga logika bisa diset menjadi L (Low).
- E atau *Enable,* digunakan untuk mengaktifkan LCD ketika proses penulisan data ke register control dan regiter data.

Adapun filter yang disajikan dalam LCD 16x2 ini adalah terdiri dari 16 karakter dan 2 baris, mempunyai 192 karakter tampilan, terdapat karakter generator terprogram, dapat dialamat dengan mode 4-bit dan 8-bit dan dilengkapi dengan *backlight* [2].

### 2.1.7 I2C (Inter Integrated Circuit)

*Inter Integrated Circuit* atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolannya. Gambar 2.9 merupakan gambar dari I2C LCD[8].




Gambar 2.9 *Inter Integrated Circuit*

Komponen ini digunakan untuk meminimalkan penggunaan pin pada saat menggunakan display LCD 16x2. Normalnya sebuah LCD 16x2 akan menbutuhkan sukurang-kurangyan 8 pin arduino dan 1 buah potensiometer untuk dapat diaktifkan. Dengan menggunakan I2C LCD ini hanya membutuhkan 2 pin saja yaitu SDA dan SCL[8].

### 2.1.8 Hidrolik (Aktuator Linear)

Hidrolik (aktuator linear) merupakan suatu bentuk perubahan atau pemindahan daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan. Dimana fluida penghantar ini dinaikan tekanannya oleh pompa pembangkit tekanan yang kemudian diteruskan ke silinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup. Gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder dimanfaatkan untuk gerak maju dan mundur [9].



Gambar 2.10 *Hidrolik (aktuator linear)*

Tabel 2.3. *Spesifikaasi Dari Hidrolik (aktuator linear)*

| | |
|---|---|
| Tegangan | 36 V |
| Beban kapasitas | 6000N |
| Beban Statc | 10000N |
| Stroke | 18 " 24 " 36 " |

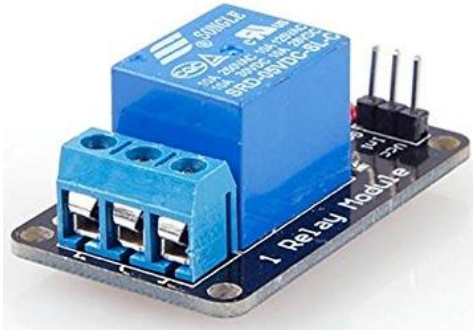
| | |
|---|---|
| Saat ini | < 4A |
| Drive | ACME |
| Kecepatan beban penuh | 1.8mm/sec |
| Tugas siklus | 20% |
| Limit switch | adjustable |
| Dinamis | 15000N |

Prinsip dasar sistem hidrolik berasal dari hukum pascal, dimana tekanan dalamfluida statis harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut [9]:

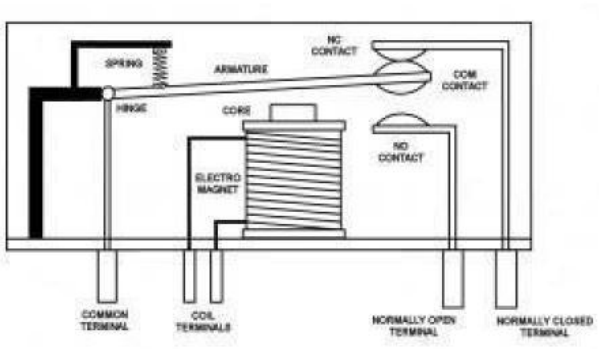
1. Tekanan bekerja tegak lurus pada permukaan bidang.
2. Tekanan disetiap titik sama untuk semua arah.
3. Tekanan yang diberikan kesebagian fluida dalam tempat tertutup, merambat secara seragam ke bagian lain fluida.

### 2.1.9 Relay

*Relay* saklar elektronik yang menggunakan elektromagnet untuk memindahkan saklar dari posisi OFF ke posisi On. Daya yang dibutuhkan untuk megaktifkan *relay* cukup kecil. namun *relay* dapt menggendlikan sesuatu yang membutuhkan dayalebih besar[11].

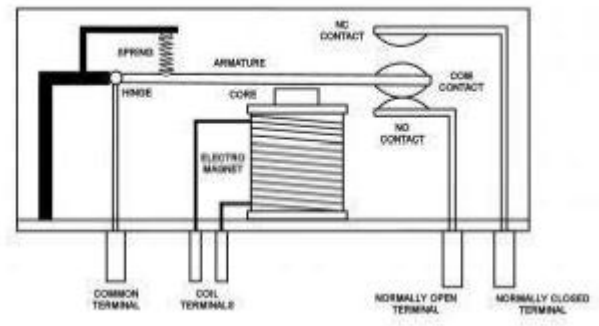



Gambar 2.11 *Modul Relay*




Gambar 2.12 *Kontruksi Relay Posisi NC*

Dari konstruksi *relay* elektro mekanik pada gambar 2.12 dapat diuraikan sistem kerja atau proses *relay*. Pada saat elektromagnet tidak diberikan sumber tegangan maka tidak ada medan magnet yang menarik armature, sehingga skalar *relay* tetap terhubung ke terminal NC (Normally Close) seperti terlihat pada gambar 2.12 di atas. Kemudian pada saat elektromagnet diberikan sumber tegangan maka terdapat medan magnet  yang menarik armature, sehingga saklar *relay* terhubung ke terminal NO (Normally Open) seperti terlihat pada gambar 2.13 [11].




Gambar 2.13 *Kontruksi Relay Posisi NO*

*Relay* elektro mekanik memiliki kondisi saklar atau kontaktor dalam 3 posisi. Ketiga posisi saklar atau kontaktor *relay* ini akan berubah pada saat *relay* mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya [11]. ketiga posisi saklar *relay* tersbut adalah [11]:

a. Posisi Normally Open (NO), yaitu posisi saklar *relay* yang terhubung ke terminal NO (Normally Open). Kondisi ini akan terjadi pada saat *relay* mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya.
b. Posisi Normally Close (NC), yaitu posisi saklar *relay* yang terhubung ke terminal NC (Normally Close). Kondisi ini terjadi pada saat *relay* tidak mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya.
c. Posisi Change Over (CO), yaitu kondisi perubahan armatur sakar *relay* yang berubah dari posisi NC ke NO atau sebaliknya dari NO ke NC. Kondisi ini terjadi saat sumber tegangan diberikan ke elektromagnet atau saat sumber tegangan diputus dari elektromagnet *relay*.

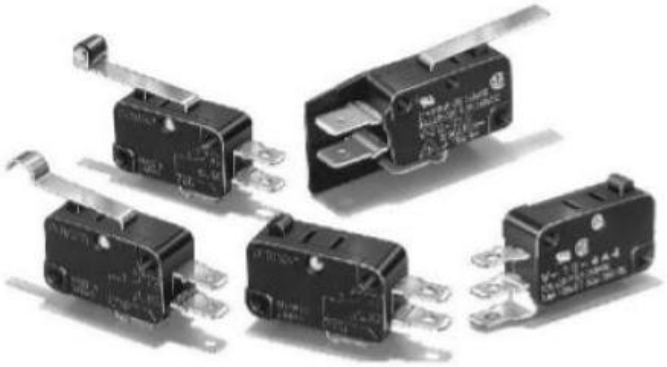
Terdapat beberapa jenis konfigurasi *relay*, misalnya SPST dan SPDT. Single Pole Single Throw (SPST ) konfigusasi yang paling sederhanaa dimana *relay* ini mempunyai 2 kontak.sedangkan (SPST) memiliki tiga kontak

### 2.1.10 Limit Switch

Limit switch pada perancangan alat tugas akhir ini digunakan untuk membatasi pergerakan pada beberapa aktuator. Limit switch adalah sensor peraba yang bersifat mekanis dan mendeteksi sesuatu setelah terjadi kontak fisik. Penggunaan sensor ini biasanya digunakan untuk membatasi gerakan maksimum sebuah mekanik. Pada umumnya limit switch digunakan untuk mengetahui ada tidaknya suatu obyek di lokasi tertentu [10].



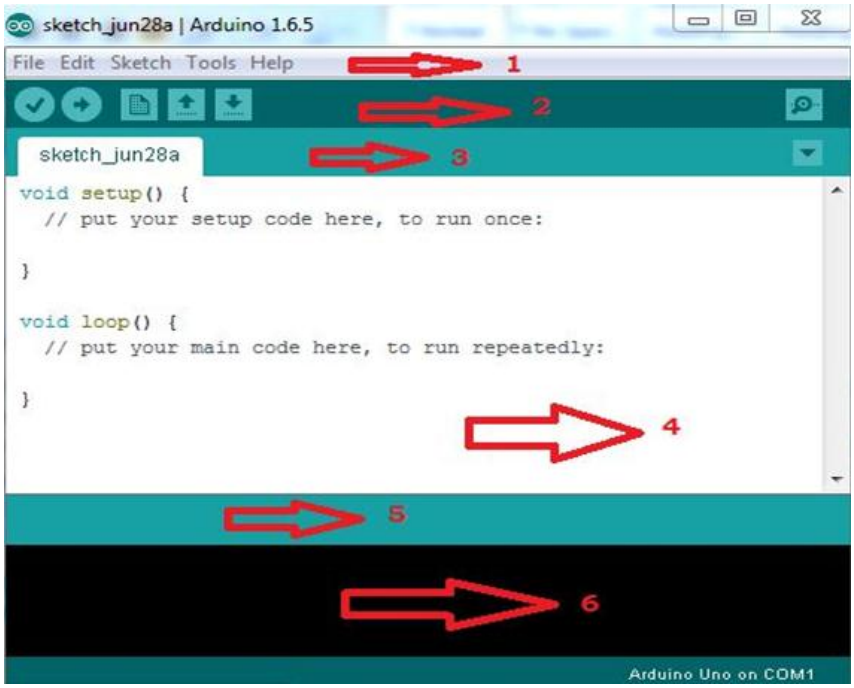

Gambar 2.14 *Simbol limit switch*



Gambar 2.15 *Bentuk Fisik Sensor Limit Switch*

## 2.2 IDE Arduino

*IDE Arduino* adalah software yang digunakan untuk memprogram *Arduino Mega.*




Gambar 2.16 *Tampilan Software IDE Arduino*

Berikut penjelasan tiap bagian dari *software IDE Arduino* :

1. Menu *IDE Arduino*. Terdapat 5 menu yaitu *File, Edit, Sketch, Tools* dan *Help. File* digunakan untuk berinteraksi dengan *New, Open, Save, Print*, Contoh Program, dll. *Menu Edit* digunakan untuk mengedit program yang sedang ditulis di *sketch editor*. *Menu Sketch* digunakan untuk mem-*verify* dan meng-*upload sketch. Menu Tools* digunakan untuk memanggil *tools* pendukung *software Arduino* ini. *Menu Help* berisi bantuan/catatan/ keterangan yang mungkin dibutuhkan jika ada pertanyaan.
2. Kumpulan *shortcut-shortcut* yang sering digunakan dalam proses pemrograman, yaitu *Verify, Upload, New Sketch, Open, Save* dan *Serial Monitor.*
3. Nama *Sketch.*

4. *Sketch Editor*. Tempat untuk menulis program atau *Sketch Arduino* dalam bahasa *C for Arduino*.
5. Jendela informasi/notifikasi jika melakukan sesuatu di *IDE Arduino* ini.
6. Jendela *Debug*. Merupakan jendela yang akan memunculkan kesalahan pada proses pemrograman.

Tabel 2.4. *Perintah Dasar Pemograman Arduino*

| Instruksi | Keterangan |
|---|---|
| Do..while | Perulangan |
| pinMode() | Mengatur sebuah pin berfungsi sebagai input atau output |
| If()... else | Percabangan |
| For()... | Perulangan |
| Delay() | Waktu tunda milidetik |
| digitalWrite() | Digunakan untuk memberikan nilai digital (High atau Low) pada pin output |
| digitalRead() | Digunakan untuk memberikan nilai digital (High atau Low) pada pin input |
| analogWrite() | Digunakan untuk menentukan nilai analog pada pin output tertentu |
| analogRead() | Digunakan untuk menentukan nilai analog pada pin input tertentu |

Dari tabel 2.4 juga dapat kita perhatikan bawha sintaks-sintaks yang digunakan untuk pemograman arduino sama dengan bahasa pemograman C. Sehingga pemograman Arduino berbasis bahasa C.