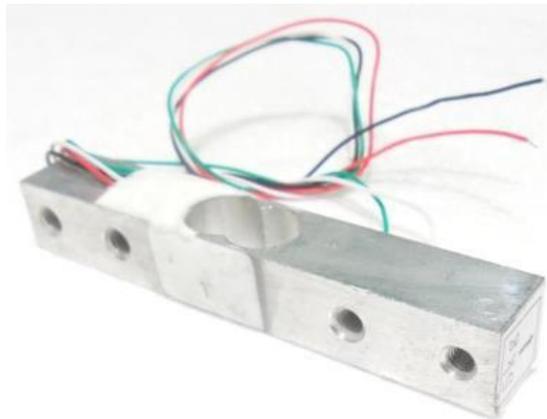


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor Berat (*Load Cell*)

Sensor *load cell* merupakan sensor yang dirancang untuk mendeteksi tekanan atau berat sebuah beban, sensor *load cell* umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan digital dan dapat diaplikasikan pada jembatan timbangan yang berfungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut bahan baku, pengukuran yang dilakukan oleh *Load Cell* menggunakan prinsip tekanan. (www.ricelake.com *Load Cell and Weight (AmericaModule H : 2010)*)



Gambar 2.1 Bentuk fisik *load cell*

(Sumber : www.lapantech.com "Load-133"cell.2013)

Keterangan gambar :

- Kabel merah adalah input tegangan sensor
- Kabel hitam adalah input ground sensor
- Kabel hijau adalah output positif sensor
- Kabel putih adalah output ground sensor

Sensor *load cell* memiliki spesifikasi kerja sebagai berikut :

1. Kapasitas 2 Kg
2. Bekerja pada tegangan rendah 5 –10 VDC atau 5-10 VAC

3. Ukuran sensor kecil dan praktis
4. Input atau output resistansi rendah 3
5. Nonlinieritas 0.05%
6. Range temperatur kerja -10°C - $+50^{\circ}\text{C}$

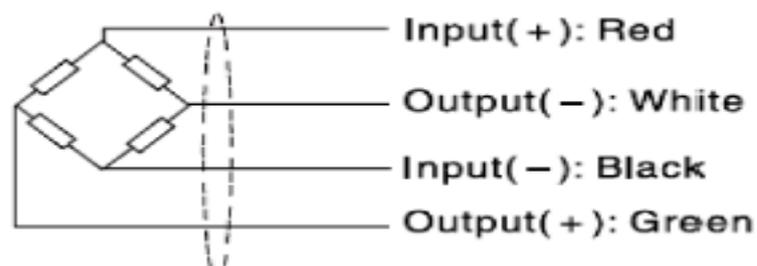
2.1.1 Karakteristik Sensor *Load Cell*

Tabel 2.1. Karakteristik Sensor *load cell*

Mekanik	
Bahan Dasar	<i>Alumunium Alloy</i>
<i>Load Cell Type</i>	<i>Strain Gauge</i>
Kapasitas	2kg
Dimensi	55.25x12.7x12.7mm
Lubang Pemasangan	M5 (ukuran baut)
Panjang Kabel	550mm
Ukuran Kabel	30 AWG (0.2mm)
No. Urutan Kabel	4

Elektrik	
Presisi	0.05%
Rata – Rata Output	$1.0 \pm 0.15 \text{mv/V}$
Non-Linieritas	0.05% FS
Hysteresis	0.05% FS
Non-Pengulangan	0.05% FS
<i>Creep</i> (per 30 menit)	0.1% FS
Efek Temperatur Pada Nol (per 10°C)	0.05% FS
Efek Temperatur Pada <i>Span</i> (per 10°C)	0.05% FS
Keseimbangan Nol	$\pm 1.5\%$ FS
<i>Input Impedansi</i>	$1130 \pm 10 \text{ Ohm}$
<i>Output Impedansi</i>	$1000 \pm 10 \text{ Ohm}$
Hambatan Isolasi (dibawah 50VDC)	$\geq 5000 \text{ MOhm}$
Kebutuhan Voltase	5 VDC
Toleransi Jarak Temperatur	-10 to $\sim +40^{\circ}\text{C}$
Pengoperasian Jarak Temperatur	-20 to $\sim +55^{\circ}\text{C}$
<i>Safe Overload</i>	120% Kapasitas
<i>Ultimate Overload</i>	150% Kapasitas

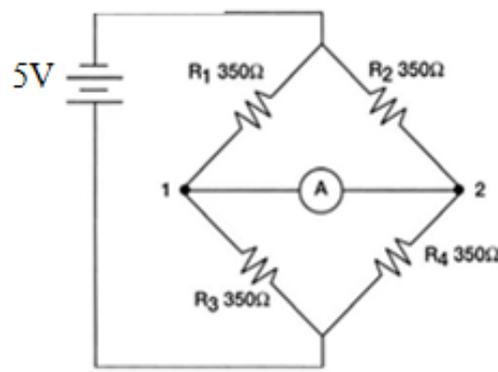
Gambar 6. adalah konfigurasi kabel dari sensor *load cell*. yang terdiri dari kabel berwarna merah, hitam, biru, dan putih. Kabel merah merupakan input tegangan sensor, kabel hitam merupakan input ground pada sensor, kabel warna biru / hijau merupakan output positif dari sensor dan kabel putih adalah output ground dari sensor. Nilai tegangan output dari sensor ini sekitar 1,2 mV. (www.lapantech.com "Load-133"cell.2013)



Gambar 2.2 Konfigurasi Kabel Sensor *Load Cell*
(www.vpgtransducers.com)

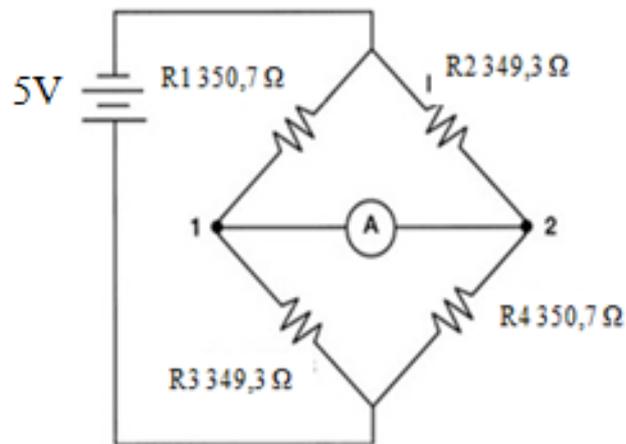
2.1.2 Prinsip Kerja Sensor Berat (*Load Cell*)

Selama proses penimbangan akan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada *load cell* yang mengakibatkan gaya secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini dikonversikan kedalam sinyal elektrik oleh *strain gauge* (pengukur regangan) yang terpasang pada *load cell*. Prinsip kerja load cell berdasarkan rangkaian Jembatan *Wheatstone* dapat dilihat pada gambar 2.3. (<http://load-cell.com/2012/06/cara-kerja-load-cell-timbangan.html>)



.Gambar 2.3 Rangkaian Jembatan *Wheatstone* tanpa beban

Pada gambar 2.4 nilai $R = 350 \Omega$, arus yang mengalir pada $R1$ dan $R3 =$ arus yang mengalir di $R2$ dan $R4$, hal ini dikarenakan nilai semua resistor sama dan tidak ada perbedaan tegangan antara titik 1 dan 2, oleh karena itu rangkaian ini dikatakan seimbang.



Gambar 2.4 Rangkaian Jembatan *Wheatstone* dengan beban

Jika rangkaian jembatan *Wheatstone* diberi beban, maka nilai R pada rangkaian akan berubah, nilai $R1 = R4$ dan $R2 = R3$. Sehingga membuat sensor *load cell* tidak dalam kondisi yang seimbang dan membuat beda potensial. Beda potensial inilah yang menjadi outputnya. Untuk menghitung V_{out} atau A seperti pada gambar, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$V_o = \left(V_S \times \left(\frac{R_1}{R_1 + R_4} \right) \right) - \left(V_S \times \left(\frac{R_2}{R_2 + R_3} \right) \right)$$

$$V_o = \left(10 \times \left(\frac{349,3}{349,3 + 350,7} \right) \right) - \left(10 \times \left(\frac{350,7}{350,7 + 349,3} \right) \right)$$

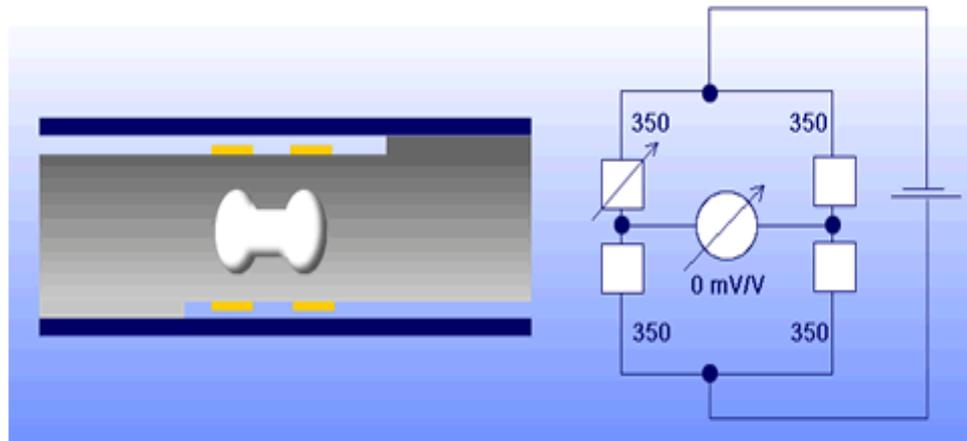
$$V_o = (10 \times (0,499)) - (10 \times (0,501))$$

$$V_o = 4,99 - 5,01$$

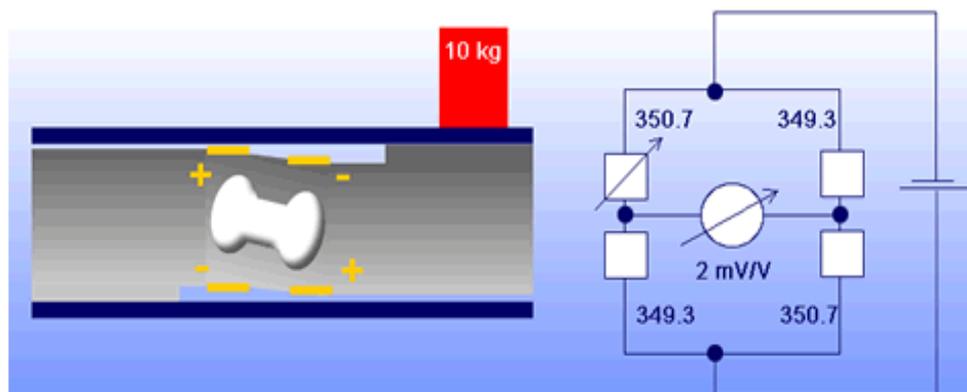
$$V_o = -0,02 \times 10 = 2 \text{ mV}$$

Secara teori, prinsip kerja *load cell* berdasarkan pada jembatan *Wheatstone* dimana saat *load cell* diberi beban terjadi perubahan pada nilai resistansi, nilai resistansi $R1$ dan $R3$ akan turun sedangkan nilai resistansi $R2$ dan $R4$ akan naik.

Ketika posisi setimbang, $V_{out \text{ load cell}} = 0$ volt, namun ketika nilai resistansi R1 dan R3 naik maka akan terjadi perubahan V_{out} pada *load cell*. Pada *load cell* output data (+) dipengaruhi oleh perubahan resistansi pada R1, sedangkan output (-) dipengaruhi oleh perubahan resistansi R3. (Rebby Fudi Alexander.2013. *Aplikasi Sensor Berat Load Cell Pada Alat Pengering Herbal*)



Gambar 2.5 Rangkaian *Load Cell* tanpa beban



Gambar 2.6 Rangkaian *Load Cell* diberi beban

(<http://load-cell.com/2012/06/cara-kerja-load-cell-timbangan.html>)

2.1.3 Modul Penguat HX711

HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari “AVIA SEMICONDUCTOR”, HX711 presisi 24-bit *analog to digital converter* (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital dal industrial control aplikasi yang terkoneksi sensor jembatan.

HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan

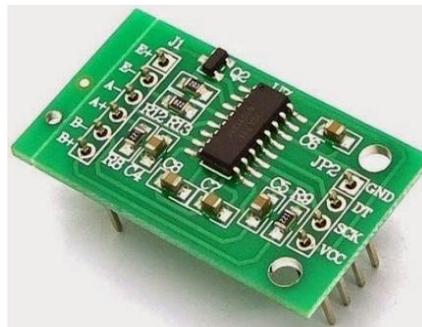
mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan computer/mikrokontroller melalui TTL232. Struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan reliable, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat.

HX711 biasanya digunakan pada bidang *aerospace*, mekanik, elektrik, kimia, konstruksi, farmasi dan lainnya, digunakan untuk mengukur gaya, gaya tekanan, perpindahan, gaya tarikan, torsi, dan percepatan.

Spesifikasinya adalah sebagai dibawah berikut :

- *Differential input voltage: $\pm 40\text{mV}$ (Full-scale differential input voltage $\pm 40\text{mV}$)*
- *Data accuracy: 24 bit (24 bit A / D converter chip.)*
- *Refresh frequency: 80 Hz*
- *Operating Voltage : 5V DC*
- *Operating current : <10 mA*
- *Size: 38mm*21mm*10mm*

(<http://indo-ware.com/data-sheet-hx711-loadcell/>)



Gambar 2.7. Modul Penguat HX711

(www.indo-ware.com)

Untuk rumus perhitungan konversi input analog ke digital yang berbentuk heksadesimal dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Out} = \frac{\text{input} - (-40)}{80} \times 2^{24}$$

Contoh :

$$\text{Out} = \frac{0,3 - (-40)}{80} \times 16777216$$

Out = 8451522 heksadesimal

Bilangan heksadesimal diatas lah yang kemudian yang dapat diolah mikrokontroler yang kemudian dikonversikan kembali menjadi satuan berat.

2.2 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah *board* (papan) mikrokontroler berbasis ATmega 2560 (sebuah *keping* yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer).

(https://www.academia.edu/14716220/Arduino_Mega2560)

Arduino Mega 2560 memiliki 54 *pin digital input/output*, dimana 15 *pin* dapat digunakan sebagai *output* PWM, 16 *pin* sebagai *input* analog, dan 4 *pin* sebagai UART (*port* serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack *power*, *header* ICSP, dan tombol reset yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler tersebut.

(https://www.academia.edu/14716220/Arduino_Mega2560)

Untuk dapat mengaktifkan Arduino Mega 2560 cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau *power* dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai.

Arduino Mega 2560 beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap *pin* dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal (yang terputus secara *default*) sebesar 20-50 kOhms.

Arduino mega 2560 memiliki tombol reset yang dihubungkan dengan ground berfungsi ketika tombol reset ditekan saat terjadi *error* menjalankan program pada Arduino maka secara otomatis program akan kembali pada keadaan *standby*.

(https://www.academia.edu/14716220/Arduino_Mega2560)

Arduino mega 2560 memiliki pengalamatan suatu *input* dan *output* diantaranya adalah *pinMode(pin, mode)* berfungsi untuk menetapkan mode *input* atau *output* dari suatu *pin*.

(https://www.academia.edu/14716220/Arduino_Mega2560)

digitalRead(pin) berfungsi untuk menetapkan *pin* sebagai *input* dengan menggunakan kode *HIGH* (5 volt) atau *LOW* (0 volt).

(https://www.academia.edu/14716220/Arduino_Mega2560)

digitalWrite(pin, value) berfungsi untuk menetapkan *pin* sebagai *output* dengan menggunakan kode *HIGH* (5 volt) atau *LOW* (0 volt).

(https://www.academia.edu/14716220/Arduino_Mega2560)

2.2.1 Spesifikasi Arduino Mega 2560

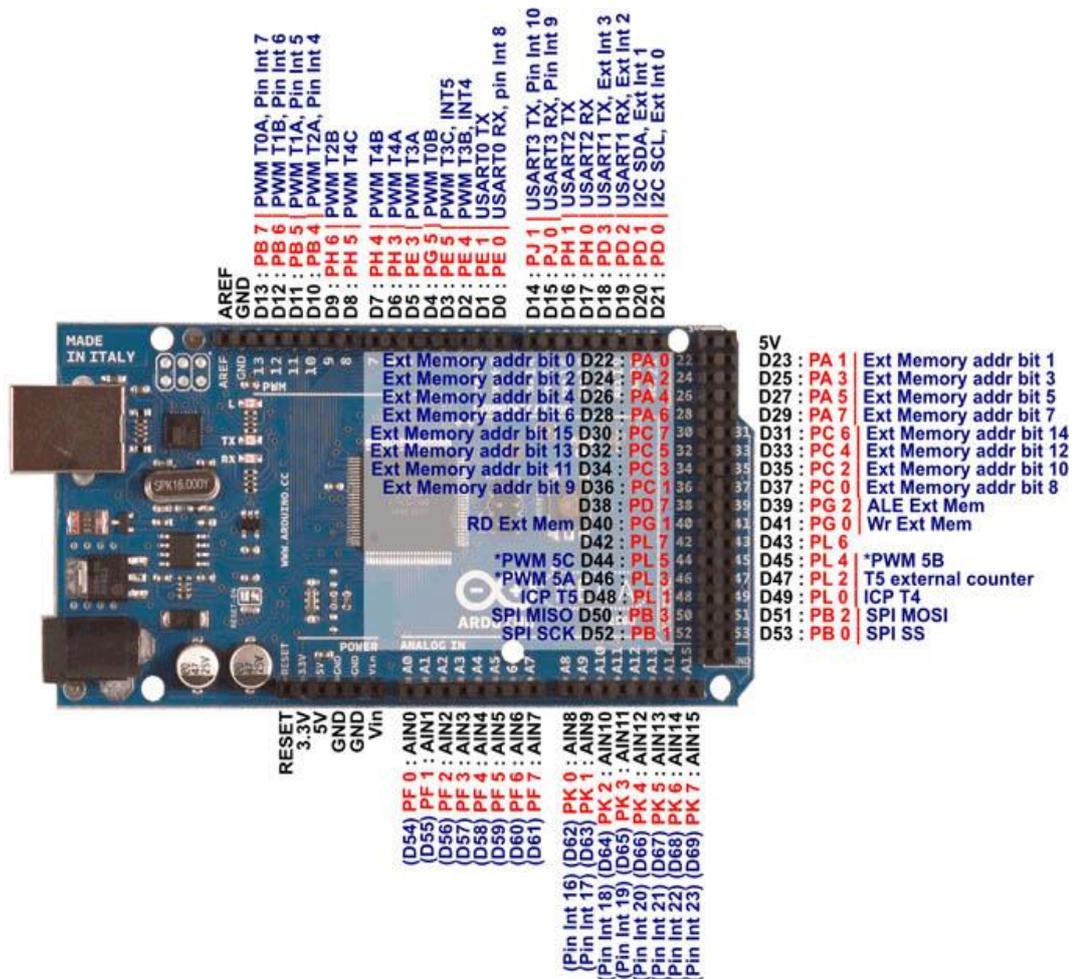
Adapun spesifikasi singkat mengenai Arduino Mega 2560 adalah sebagai berikut :

- Mikrokontroler : Atmega 2560
- Tegangan Operasi : 5V
- *Input Voltage* : 7-12V
(disarankan)
- *Input Voltage (limit)* : 6-20V
- *Pin Digital I/O* : 54 (yang 15 *pin* digunakan sebagai *output* PWM)
- *Pins Input Analog* : 16
- Arus DC per *pin I/O* : 40 mA
- Arus DC untuk *pin 3.3V* : 50 mA
- *Flash Memory* : 256 KB (8 KB digunakan untuk bootloader)
- SRAM : 8 KB
- EEPROM : 4 KB

- Clock Speed : 16 MHz

(https://www.academia.edu/14716220/Arduino_Mega2560)

2.2.2 Konfigurasi Pin Arduino 2560



Gambar 2.8 Arduino Mega 2560

Sumber:(http://www.progsisdel.com/images/Tutoriales/Bascom/5_Lcd/06_Arduino_Mega.jpg)

Beberapa penjelasan tentang konfigurasi pin Arduino Mega 2560 berdasarkan gambar 8. adalah sebagai berikut:

- VIN adalah input tegangan untuk board (papan) Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin

ini melalui *jack power* sehingga dapat mengakses dan menggunakan tegangan lainnya melalui *pin* ini.

- **5V** adalah sebuah *pin* yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari *pin* ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (*built-in*) pada papan. 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). Memberikan tegangan melalui *pin* 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.
- **3V3** adalah sebuah *pin* yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- **GND** adalah *Pin* Ground atau Massa.
- **IOREF** adalah *pin* ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (*shield*) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca *pin* tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (voltage translator) pada *output* untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt. (https://www.academia.edu/14716220/Arduino_Mega2560)
- **16 pin** sebagai *input* atau *output* analog yaitu *pin* A0 sampai dengan A15.
- **54 pin** sebagai *input* atau *output* digital yaitu *pin* D0 sampai dengan D53 tetapi ada 15 *pin* untuk *output* PWM (dapat dilihat gambar 6.).
- **Serial** terdiri dari Serial : 0 (RX) dan 1 (TX), Serial 1 : 19 (RX) dan 18 (TX), Serial 2 : 17 (RX) dan 16 (TX), dan 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.
- **Eksternal Interupsi** berada pada *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.
- **SPI** berada pada *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.

- **LED** dapat digunakan pada *Pin* 13. Tersedia secara *built-in* pada papan Arduino ATmega 2560. 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*).
- **TWI** berada pada *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.
- **AREF** adalah referensi tegangan untuk *input* analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference()*.
- **RESET** adalah jalur *LOW* ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada *shield* yang menghalangi *board* utama Arduino.

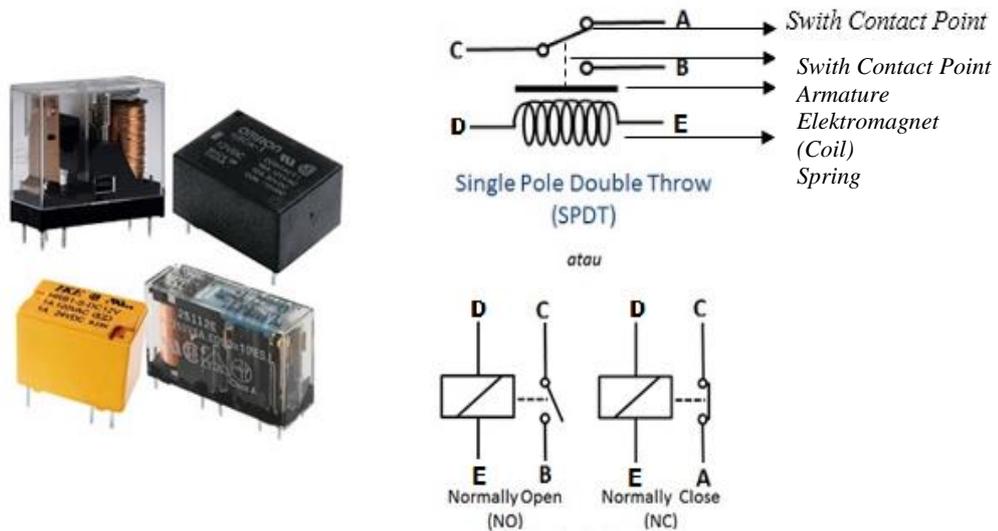
(https://www.academia.edu/14716220/Arduino_Mega2560)

2.3 *Single Pole Double Throw (SPDT) Relay*

Single Pole Double Throw (SPDT) Relay adalah salah satu jenis relay yang memiliki 5 terminal antara lain, 3 terminal saklar dan 2 terminal *coil* yang di dalamnya terdiri dari sebuah kumparan berinti besi yang akan menghasilkan elektromagnet ketika kumparannya dialiri oleh arus listrik. Bentuk *relay* dan prinsip kerja *relay* dapat dilihat pada gambar 2.9a dan 2.9b.

(<http://www.elangsakti.com/2013/03/pengertian-fungsi-prinsip-dan-cara.html>)

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* (tuas) *Relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. (Petruzella, Frank : 2001, Hal 259)



Gambar 2.9a dan 2.9b Bentuk *Relay* dan Prinsip Kerja *Relay*
(Sumber : Dhikson Kho. *Pengertian Relay dan Fungsinya*)

Berdasarkan gambar 2.9b. prinsip kerja *relay* pada dasarnya, *relay* terdiri dari 2 kontak poin (*Contact Point*) yaitu :

- *Normally-Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu tersambung dengan kontak sumber (*Common*) ketika posisi saklar (*switch off*) terletak pada titik A.
- *Normally-Open* (NO) yaitu kondisi akan tersambung dengan kontak sumber (*Common*) ketika posisi saklar (*switch on*) terletak pada titik A.

Apabila elektromagnet (*coil*) diberikan arus listrik melalui titik D dan E, maka akan timbul gaya elektromagnet maka *spring* (per) akan merenggang yang kemudian menarik *armature* untuk berpindah dari posisi sebelumnya *Normally-Close* di titik A ke posisi baru *Normally-Open* di titik B sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi baru *Normally-Open*.

(<http://www.elangsakti.com/2013/03/pengertian-fungsi-prinsip-dan-cara.html>)

Beberapa fungsi *Relay* yang telah umum diaplikasikan ke dalam peralatan Elektronika diantaranya adalah :

- *Relay* digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (*Logic Function*)
- *Relay* digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*)
- *Relay* digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Signal Tegangan rendah.
- Ada juga *Relay* yang berfungsi untuk melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (*Short*).

(Dhikson Kho. *Pengertian Relay dan Fungsinya*)

2.4 Motor AC 1 Phasa Sebagai Penggerak

Motor AC 1 phasa merupakan salah satu jenis motor induksi yang digunakan untuk menggerakkan pulley dengan alat bantu seperti sabuk (*belt*) dengan cara mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Contohnya adalah sebuah motor menggerakkan *pulley* dengan menggunakan sabuk (*belt*) pada konveyor seperti pada gambar 2.10 (<http://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-motor-induksi-1-fasa/>)

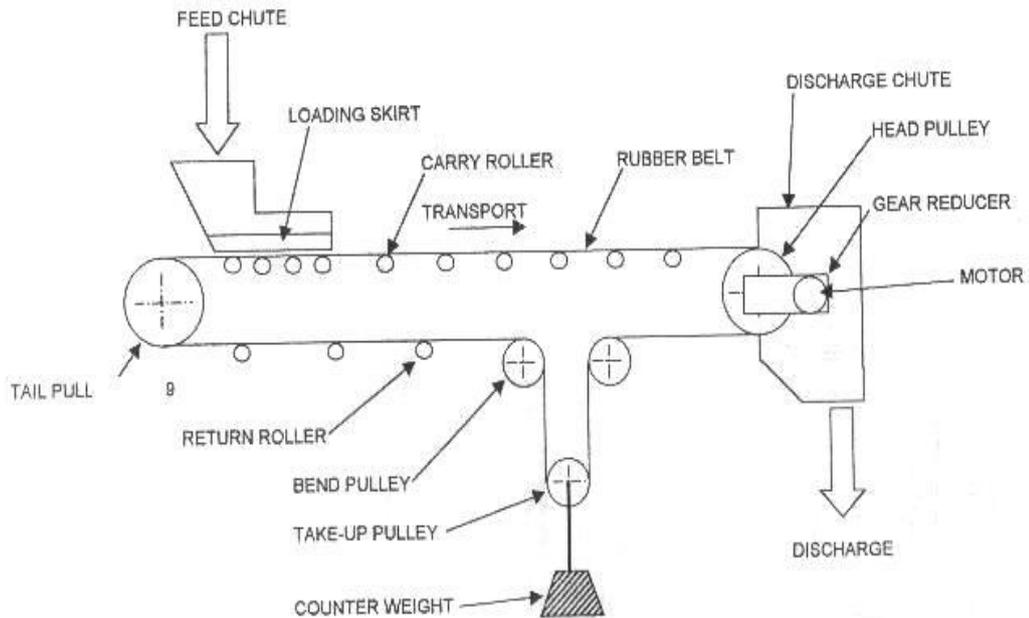
Motor AC 1 phasa merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam peralatan rumah tangga, seperti kipas angin, mesin cuci dan pengering pakaian, serta untuk penggunaan hingga 3 sampai 4 Hp.

(<http://zoniaelektro.net/motor-ac/>)

Motor Listrik AC 1 phasa Sebagai Penggerak memiliki fasilitas yang sangat bermanfaat antara lain sebagai berikut :

- Daya bervariasi mulai dari kecil sampai besar
- Effisiensi yang tinggi
- Stabilitas kerja yang bagus
- Konstruksinya sederhana dan pengoperasiannya mudah

<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-10801-Presentation.pdf>



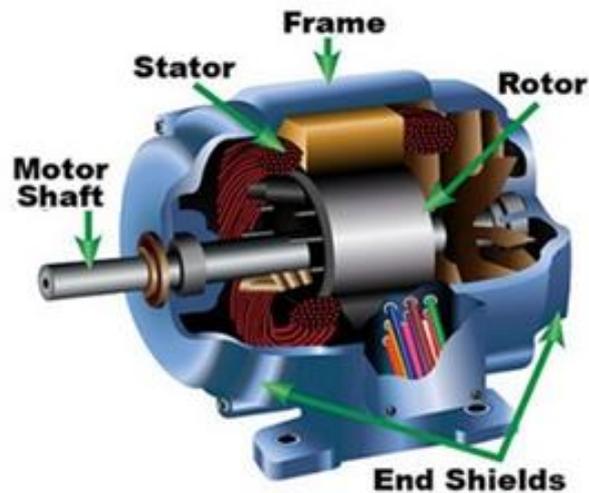
Gambar 2.10 Motor Sebagai Penggerak *Pulley* dengan Menggunakan Sabuk (*Belt*) pada konveyor

Sumber : (<http://www.slideshare.net/supribarca3/conveyor-54635408>)

Terdapat 2 bagian penting pada motor induksi 1 phasa, yaitu rotor dan stator seperti pada gambar 2.11 Rotor merupakan bagian yang berputar dari motor dan stator merupakan bagian yang diam dari motor. Rotor umumnya berbentuk silinder dan bergerigi sedangkan stator berbentuk silinder yang melingkari seluruh badan rotor. Stator harus dilengkapi dengan kutub-kutub magnet dimana kutub utara dan selatan pada stator harus sama dan dipasang melingkari rotor sebagai pemicu medan magnet dan kumparan stator untuk menginduksi kutub sehingga menciptakan medan magnet.

Stator dilapisi dengan lamina berbahan dasar silikon dan besi yang bertujuan untuk mengurangi tegangan yang terinduksi pada sumbu stator dan mengurangi dampak kerugian akibat munculnya arus eddy (*eddy current*) pada stator.

<http://www.learnengineering.org/2013/08/single-phase-induction-motor.html>

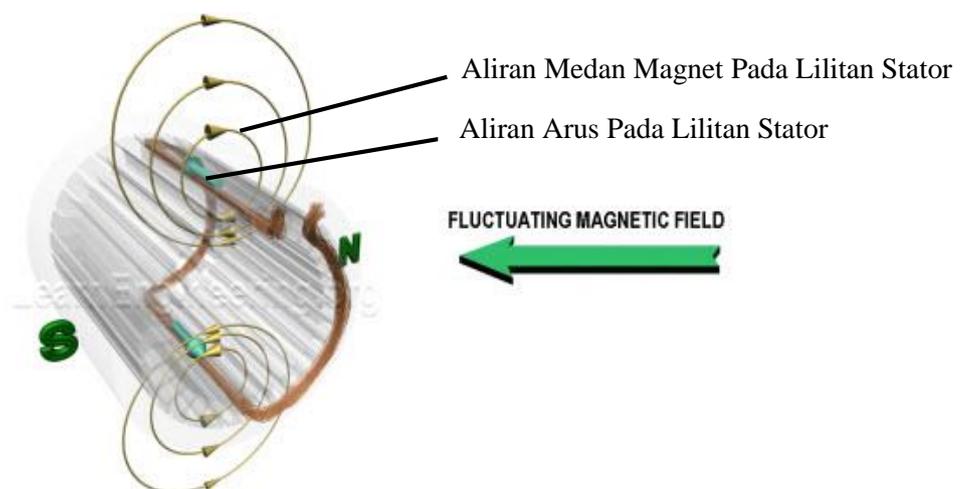


Gambar 2.11 Bagian-Bagian Motor AC 1 Fasa

Sumber : (www.motors-biz.com)

Adapun prinsip kerja motor AC 1 phasa adalah saat sumber tegangan AC 220 volt diberikan pada lilitan stator, maka arus akan mengalir pada lilitan stator sehingga menimbulkan gaya medan magnet disebut sebagai aliran arus utama. Karena munculnya aliran arus utama ini maka terjadilah aliran medan magnet kutub selatan dan kutub utara pada stator (gambar 2.12)

<http://www.learnengineering.org/2013/08/single-phase-induction-motor.html>

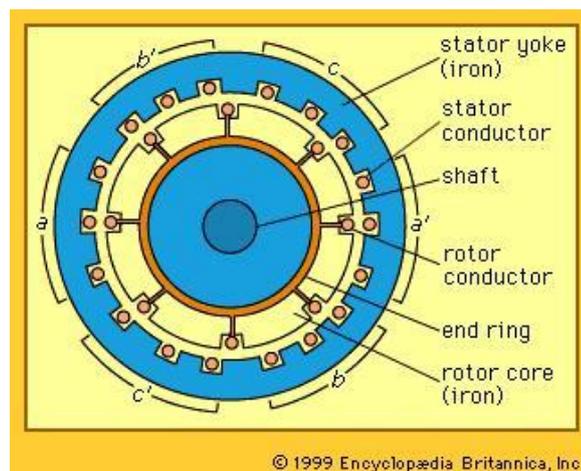


Gambar 2.12 Dampak Adanya Arus pada Stator

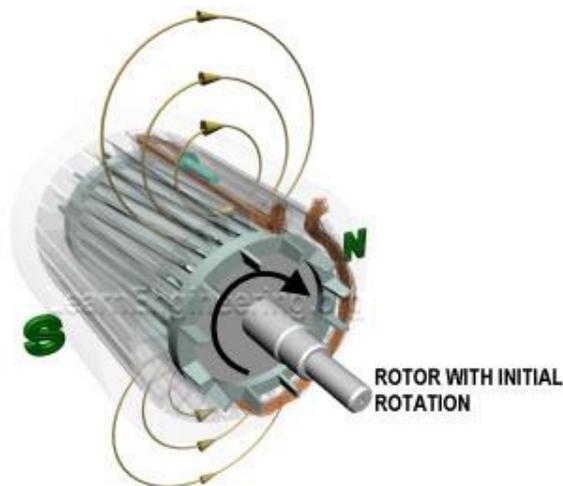
Sumber : (<http://www.learnengineering.org/2013/08/single-phase-induction-motor.html>)

Terjadinya putaran aliran medan magnet stator yang berubah-ubah menyebabkan timbulnya aliran listrik pada rotor yang disebut dengan *electromagnetic induction* berdasarkan hukum Faraday. Ketika rotor memiliki aliran listrik maka besi rotor akan memiliki medan magnet kutub selatan dan kutub utara. Perhatikan gambar 2.13a dan 2.13b

<http://www.learnengineering.org/2013/08/single-phase-induction-motor.html>



(a)



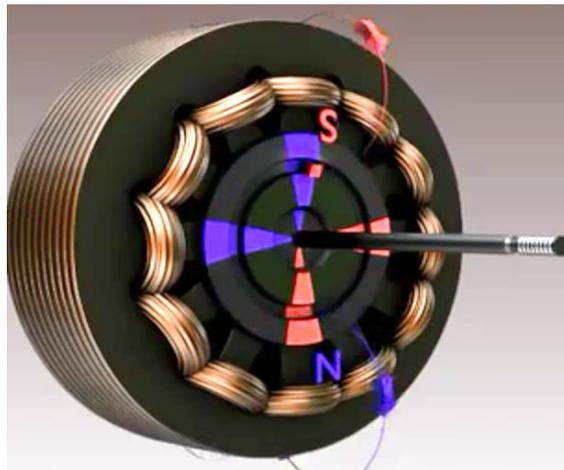
(b)

Gambar 2.13 Daerah Timbulnya Medan Magnet Antara Penghantar Stator (Stator Conductor) dan (Rotor Conductor) (a) dan Timbulnya Medan Magnet Kutub Selatan dan Utara pada Rotor (b)

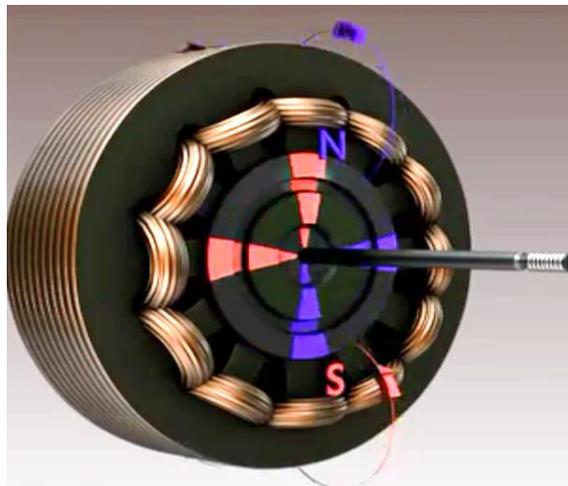
Sumber : (<http://www.learnengineering.org/2013/08/single-phase-induction-motor.html>)

Rotor dapat bergerak ketika aliran medan magnet kutub selatan stator akan tarik-menarik dengan kutub utara rotor secara bergantian dan terus terjadi berulang-ulang sehingga rotor bergerak sesuai dengan arah aliran medan magnet seperti pada gambar 2.14a dan 2.14b

<http://www.learnengineering.org/2013/08/single-phase-induction-motor.html>



(a)



(b)

Gambar 2.14. Rotor bergerak mengikuti arah aliran medan magnet stator dari kutub selatan stator (a) ke kutub utara stator (b)

Sumber : (Youtube. Induction Motor How it works)

Terjadinya perbedaan putaran relatif antara stator dan rotor disebut *slip*.

$$slip = \frac{ns - nr}{ns} \times 100\%$$

ns = kecepatan sinkron medan stator (rpm)

f = frekuensi (Hz)

nr = kecepatan poros rotor (rpm)

$slip$ = selisih kecepatan stator dan rotor

https://www.academia.edu/5272455/Motor_listrik

Untuk menghitung nilai arus dan daya pada motor AC 1 fasa dapat melihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Rumus Menghitung Arus dan Daya pada Motor AC 1 Fasa

Mencari / menghitung	AC (Alternating current)	
	1 fasa	3 fasa
Mencari arus atau ampere ketika daya output diketahui	$\frac{P \text{ out}}{V \cdot \text{Eff} \cdot \text{pf}}$	$\frac{P \text{ out}}{1,73 \cdot V \cdot \text{Eff} \cdot \text{pf}}$
Mencari arus atau ampere ketika daya input motor diketahui	$\frac{P}{V \cdot \text{pf}}$	$\frac{P}{1,73 \cdot V \cdot \text{pf}}$
Mencari arus atau ampere ketika daya semu diketahui	$\frac{S}{V}$	$\frac{S}{1,73 \cdot V}$
Mencari daya motor	$V \cdot I \cdot \text{pf}$	$1,73 \cdot V \cdot I \cdot \text{pf}$
Mencari daya semu	$V \cdot I$	$1,73 \cdot V \cdot I$
Mencari daya output	$V \cdot I \cdot \text{Eff} \cdot \text{pf}$	$1,73 \cdot V \cdot I \cdot \text{Eff} \cdot \text{pf}$

I = arus/ampere; V = tegangan; Eff = efisiensi; pf = faktor daya/cos ϕ ; S = daya semu;
P = daya aktif; Pout = daya keluaran

Untuk menghitung torsi motor jika diketahui daya (HP) motor dan kecepatan (rpm) motor maka :

$$HP = \frac{T \times n}{5250} \quad T = \frac{5250 \cdot HP}{n} \quad n = \frac{5250 \cdot HP}{T}$$

Dimana :

T = Torsi motor (dalam lb ft)

N = Kecepatan putar motor (rpm)

HP = Daya kuda motor (HP = 746 watt)

5250 = Konstan

Contoh. Hitung berapa torsi motor 10 HP. Dengan kecepatan 1500 rpm.

$$T = (5250 \cdot \text{HP})/n = (5250 \cdot 10)/ 1500 = 35 \text{ lb ft} = 45,6 \text{ Nm}$$

$$1 \text{ lb ft} = 0,1383 \text{ kgm} = 1,305 \text{ Nm}, 1 \text{ kgm} = 7,233 \text{ lb ft} = 9,807 \text{ Nm}$$

(<http://documents.tips/engineering/rumus-menghitung-kecepatan-sinkron-pada-kelistrikan.html>)

2.5 Pisau Penghancur Cangkir Plastik

Pisau penghancur cangkir plastik adalah komponen penting yang digunakan untuk memotong kecil-kecil limbah cangkir plastik dengan berbagai ukuran yang semula bentuknya tidak beraturan pada mesin mesin pencacah atau mesin penghancur plastik (gambar 2.15).

<http://www.intransamandiri.id/2015/10/plastic-crusher-knife.html>

Pisau Crusher terdiri dari dua macam pisau yaitu pisau gerak dan pisau tetap atau diam. Pisau gerak ada pada poros atau *shaft* yang bergerak mengikuti arah putar poros atau *shaft*. Sedangkan pisau tetap atau diam menempel pada *body* mesin.

<http://www.intransamandiri.id/2015/10/plastic-crusher-knife.html>

Untuk itu, pisau penghancur cangkir plastik harus dibuat dari bahan baja, tajam dan tidak mudah tumpul. Sebab jika bahan pisau penghancur plastik mudah tumpul maka akibatnya akan mengurugi jumlah produksi.

(<http://kawatlas.jayamanunggal.com/pisau-penghancur-plastik/>)

Mesin Penghancur plastik mempunyai mekanisme yang sederhana, yaitu :

- Adanya 2 pisau yang duduk pada dinding bodi depan dan belakang

- Adanya 3 pisau yang menempel pada poros dimana poros akan berputar dengan bantuan motor listrik dimana dayanya menggunakan *pulley* dan sabuk *V-belt*.

(<http://kawatlas.jayamanunggal.com/pisau-penghancur-plastik/>)

Pada saat awal penggunaan, mesin tidak mengeluarkan suara bising, tetapi setelah mulai melakukan proses penghancuran plastik maka suara bising akan timbul yang merupakan akibat dari pisau yang memotong plastik secara tepat.

Selain itu, ketajaman pisau harus dijaga, tidak boleh sampai aus atau rusak. Maka dapat dilakukan pengelasan dengan kawat las *edzona* untuk mencegah kerusakan pada pisau mesin penghancur plastik.

Kawat las *edzona* adalah solusi tepat untuk menjaga keawetan pisau penghancur plastik.

(<http://kawatlas.jayamanunggal.com/pisau-penghancur-plastik/>)

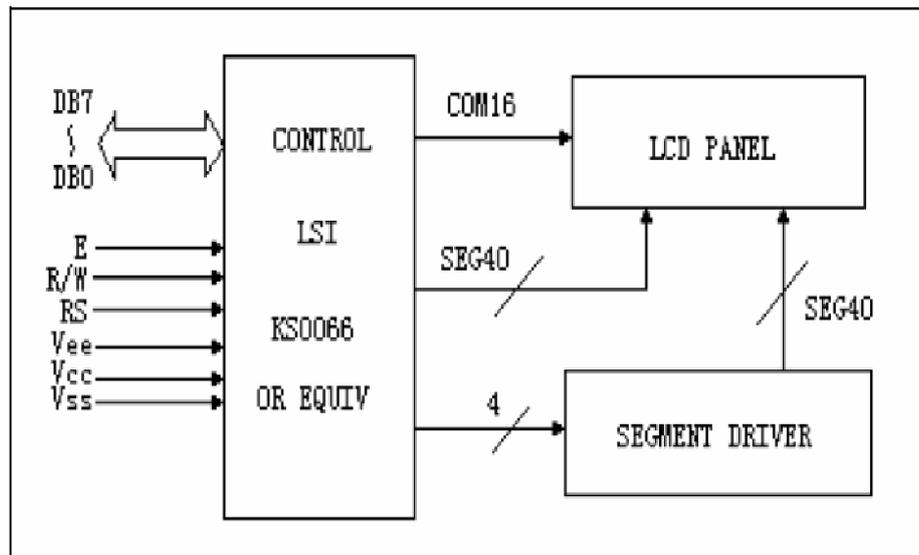


Gambar 2.15 Mata Pisau Pemotong Plastik

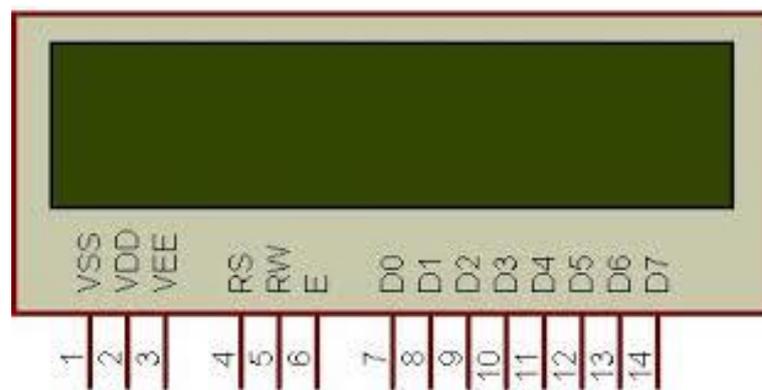
Sumber : (<http://kawatlas.jayamanunggal.com/pisau-penghancur-plastik/>)

2.6 LCD 16 X 2

LCD (*liquid crystal display*) adalah suatu perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Untuk keperluan antar muka suatu komponen elektronika dengan mikrokontroler, perlu diketahui fungsi dari setiap kaki yang ada pada komponen tersebut seperti gambar 2.16



(a)



(b)

Gambar 2.16 (a). *Block Diagram* LCD dan (b). *Pin* LCD 16x2

Sumber : (http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/528/jbptunikompp-gdl-andriyanan-26373-4-unikom_a-i.pdf)

Berdasarkan gambar 2.16b. fungsi *pin* LCD tersebut adalah sebagai berikut :

- VCC (pin 1)
Merupakan sumber tegangan +5V
- GND 0V (pin 2)
Merupakan sambungan ground
- VEE (pin 3)
Merupakan *input* tegangan Kontras LCD
- RS Register Select (pin 4)
Merupakan register pilihan 0 = Register Perintah, 1 = Register Data
- R/W (pin 5)
Merupakan read select , 1 = Read, 0 = Write
- Enable Clock LCD (pin 6)
Merupakan masukan logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data
- D0 – D7 (pin 7 – pin 14)
Merupakan Data Bus 1 – 7 ke port
- Anoda (pin 15)
Merupakan masukan Tegangan positif backlight
- Katoda (pin 16)
Merupakan masukan Tegangan negatif backlight

Display karakter pada LCD diatur oleh pin EN, RS dan RW. Jalur EN dinamakan *Enable* yang digunakan untuk memberitahu LCD bahwa sebuah data sedang dikirimkan. Untuk mengirimkan data ke LCD yang berupa data ASCII yang akan ditampilkan dilayar (tabel 3), maka melalui program EN harus dibuat logika low “0” dan set pada dua jalur kontrol yaitu RS dan RW. Ketika dua jalur tersebut telah siap, set EN dengan logika “1” dan tunggu dan berikutnya di set.

http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/528/jbptunikompp-gdl-andriyanan-26373-4-unikom_a-i.pdf

Fungsi dari memori LCD tersebut adalah sebagai pengendali untuk menampilkan karakter dan terdiri dari sebagai berikut :

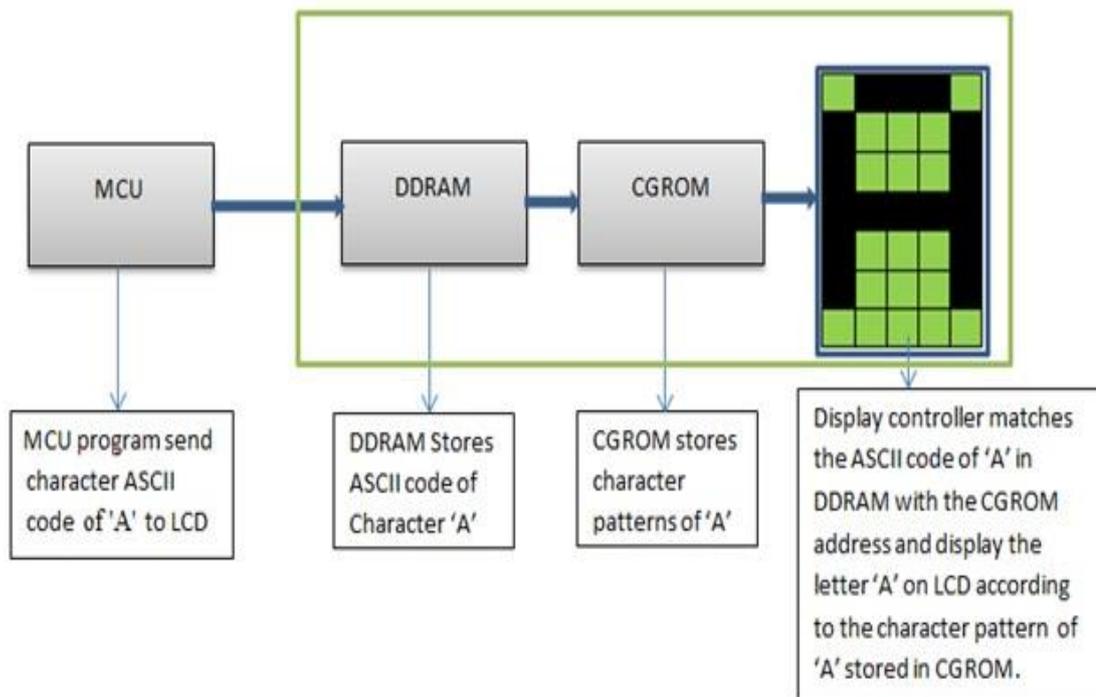
- **DDRAM** (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang ditampilkan berada. Contoh, untuk karakter 'L' atau 4CH yang ditulis pada alamat 00, karakter tersebut akan tampil pada baris pertama dan kolom pertama pada LCD. Apabila karakter tersebut ditulis pada alamat 40, maka karakter tersebut akan tampil pada baris kedua kolom pertama dari LCD.
- **CGRAM** (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk membuat bentuk karakter yang dapat diubah-ubah sesuai keinginan. Karakter yang disimpan di CGRAM akan hilang apabila tidak ada power supply, karena memori RAM bersifat tidak permanen.
- **CGROM** (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori yang menyimpan karakter-karakter yang sudah permanen ada di dalam LCD, sehingga tidak dapat diubah-ubah lagi bentuknya oleh pengguna. Namun karena ROM bersifat permanen, pola karakter tersebut tidak akan hilang saat tidak ada catuan daya.

Misalnya, untuk menampilkan huruf "A" pada layar maka RS harus diset ke "1". Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi aktif (*low*) (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi aktif (*high*) "1", maka program akan melakukan *query* (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu *Get LCD status* (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu diset ke "0".

Pengiriman data ke LCD dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara 4 bit dan secara 8 bit. Jika menggunakan jalur 4 bit maka yang digunakan adalah DB4 sampai DB7 dan data akan dikirim dua kali yaitu 4 bit MSB kemudian 4 bit LSB dengan pulsa EN setiap pengirimannya, sedangkan jalur 8 bit menggunakan DB0 sampai DB7. Mode 8 bit sangat baik digunakan ketika kecepatan merupakan keutamaan dalam sebuah aplikasi tetapi jika menggunakan mode 8 bit dibutuhkan

11 pin I/O yaitu 3 pin untuk kontrol, 8 pin data. Berbeda dengan mode 4 bit hanya membutuhkan 7 pin yaitu 3 pin kontrol dan 4 pin data. Meskipun mode 8 bit lebih cepat dan akurat namun konsumsi daya pada mikrokontroler jauh lebih banyak jika dibandingkan dengan mode 4 bit.

Setelah data 8 bit atau 4 bit telah dikirim maka akan dibaca oleh memori LCD sehingga pola karakter yang tersimpan secara permanen di dalam CGROM akan ditampilkan pada layar LCD berupa dot matrik 5 x 7 seperti pada gambar 15. <http://www.insinyoer.com/menampilkan-tulisan-pada-lcd-dengan-menggunakan-avr-studio/>



Gambar 2.17 Proses Terbentuknya Karakter pada Dot Matrik 5 x 7 LCD

Sumber : (<http://www.npeducations.com/2012/08/custom-character-generation-on-16x2-lcd.html>)

Tabel 2.3. Data ASCII pada Karakter LCD

High-Order Low-Order 4 bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)		0	@	P	\	p		-	タ	ミ	α	p
xxxx0001	(2)	!	1	A	Q	a	q	。	ア	チ	ム	ä	q
xxxx0010	(3)	"	2	B	R	b	r	「	イ	ツ	メ	β	θ
xxxx0011	(4)	#	3	C	S	c	s	」	ウ	テ	モ	e	∞
xxxx0100	(5)	\$	4	D	T	d	t	,	エ	ト	ヤ	μ	Ω
xxxx0101	(6)	%	5	E	U	e	u	・	オ	ナ	ユ	σ	ü
xxxx0110	(7)	&	6	F	V	f	v	ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)	,	7	G	W	g	w	ア	キ	ヌ	ラ		π
xxxx1000	(1)	(	8	H	X	h	x	イ	ク	ネ	リ	√	\bar{x}
xxxx1001	(2)	)	9	I	Y	i	y	。	ケ	ノ	ル	-1	y
xxxx1010	(3)	*	:	J	Z	j	z	エ	コ	ハ	レ	j	
xxxx1011	(4)	+	;	K	[	k	{	*	サ	ヒ	ロ	x	
xxxx1100	(5)	,	<	L	¥	l	|	+	シ	フ	ワ	φ	
xxxx1101	(6)	-	=	M	]	m	}	。	ス	ヘ	ン	£	+
xxxx1110	(7)	.	>	N	^	n	→	。	セ	ホ	。	\bar{n}	
xxxx1111	(8)	/	?	O	_	o	←	。	ソ	マ	。	ö	■

http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/528/jbptunikompp-gdl-andriyanan-26373-4-unikom_a-i.pdf