

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Panel Surya**

Panel surya merupakan alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Panel surya sering kali disebut sel *photovoltaic*, yang diartikan sebagai "cahaya-listrik". Sel surya bergantung pada efek *photovoltaic* untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan. Panel surya yang digunakan pada rancangan sistem pengasapan ikan salai otomatis adalah *Polycrystalline*. Panel Surya tersebut memiliki 72 cell. Berikut gambar panel surya :



**Gambar 2.1** Panel Surya

(Sumber : <https://www.royalpv.com/panel-surya>)

Panel Surya *PolyCrystalline* terbuat dari silicon kristal banyak (Poly), Secara visual dapat dilihat warna permukaan solar cell tidak merata dan seragam, karena susunan pada kristalnya tertata secara acak.

##### **2.1.1 Prinsip Kerja Panel Surya**

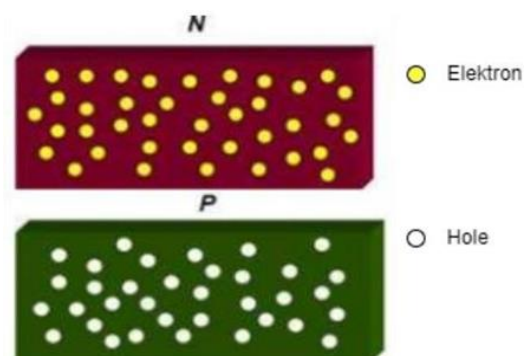
Prinsip kerja panel surya ialah mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari yang mengenai panel surya akan diserap oleh material semikonduktor, kemudian panel surya akan menjadi sumber daya listrik DC yang akan disimpan pada baterai atau aki untuk proses pengasapan ikan salai secara otomatis. Sel surya terbuat dari bahan semi konduktor yang tersusun atas kutup positif dan negatif. Prinsip kerja dari sel surya memanfaatkan efek Fotovoltaik yaitu mampu mengubah cahaya matahari ke energi listrik secara langsung.

Sel surya terbentuk dari bahan dasar silikon berkrystal tunggal yang kemudian dimurnikan hingga membentuk suatu unsur atom. Dengan terbentuknya sifat atom tersebut, maka terbentuk pula suatu elektromagnetik yang dapat menyebabkan efek Fotovoltaik.

### 2.1.2 Konversi Panel Surya

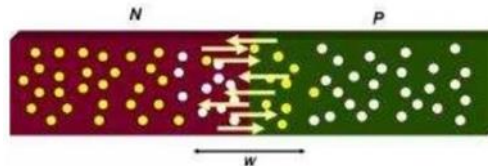
Proses konversi atau perubahan cahaya matahari menjadi energi listrik terjadi karena bahan material yang menyusun sel surya berupa semikonduktor. *Solar cell* tersusun atas dua jenis semikonduktor, yakni jenis n dan jenis p. Semikonduktor jenis n merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan elektron, sehingga kelebihan muatan negatif ( $n$ =negatif). Sedangkan semikonduktor jenis p memiliki kelebihan *hole*, sehingga disebut dengan p ( $p$ =positif) karena kelebihan muatan positif. Pada awalnya, pembuatan dua jenis semikonduktor ini dimaksudkan untuk meningkatkan tingkat konduktifitas atau tingkat kemampuan daya hantar listrik dan panas semikonduktor alami. Di dalam semikonduktor alami ini, elektron maupun *hole* memiliki jumlah yang sama. Kelebihan elektron atau *hole* dapat meningkatkan daya hantar listrik maupun panas dari sebuah semikonduktor. Dua jenis semikonduktor n dan p jika disatukan akan membentuk sambungan p-n atau dioda p-n. Istilah lain menyebutnya dengan sambungan metalurgi (*metallurgical junction*) yang dapat digambarkan sebagai berikut:

#### 2.1.2.1 Semikonduktor jenis P dan N sebelum disambung.



**Gambar 2.2** Semikonduktor Jenis P dan N

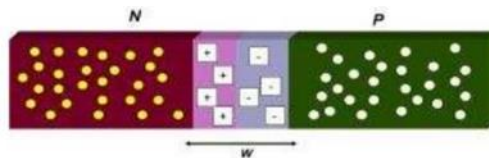
**2.1.2.2 Semikonduktor jenis p dan n disambung, terjadi perpindahan elektron-elektron dari semikonduktor n menuju semikonduktor p, dan perpindahan *hole* dari semikonduktor p menuju semikonduktor n.**



**Gambar 2.3** Perpindahan Elektron dan *Hole* Semikonduktor

**2.1.2.3 Elektron dari semikonduktor n bersatu dengan *hole* pada semikonduktor p mengakibatkan jumlah *hole* pada semikonduktor p akan berkurang.**

Daerah ini akhirnya berubah menjadi daerah yang lebih bermuatan negatif. Pada saat yang sama, *hole* dari semikonduktor p bersatu dengan elektron yang ada pada semikonduktor n yang mengakibatkan jumlah elektron di daerah ini berkurang sehingga daerah ini akhirnya lebih bermuatan positif.

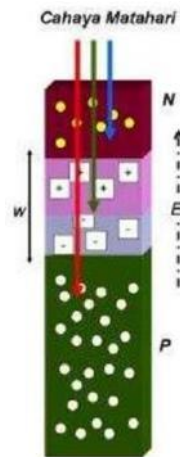


**Gambar 2.4** Hasil Muatan Positif dan Negatif Semikonduktor

**2.1.2.4 Medan listrik mengakibatkan sambungan p-n berada pada titik setimbang.**

Pada saat medan listrik memiliki jumlah *hole* yang berpindah dari semikonduktor p ke n dikompensasi dengan jumlah *hole* yang tertarik kembali ke arah semikonduktor p akibat medan listrik E. Begitu pun dengan jumlah elektron yang berpindah dari semikonduktor n ke p, dikompensasi dengan mengalirnya kembali elektron ke semikonduktor n akibat tarikan medan listrik E. Pada sambungan p-n inilah proses konversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Untuk keperluan sel surya, semikonduktor n berada pada lapisan atas sambungan p yang menghadap ke arah datangnya cahaya matahari, dan dibuat jauh lebih tipis dari semikonduktor p,

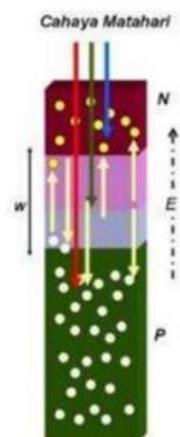
sehingga cahaya matahari yang jatuh ke permukaan sel surya dapat terus terserap dan masuk ke daerah deplesi dan semikonduktor p.



**Gambar 2.5** Sambungan Semikonduktor Terkena Cahaya Matahari

#### 2.1.2.5 Sambungan semikonduktor terkena cahaya

Ketika sambungan semikonduktor ini terkena cahaya matahari, maka elektron mendapat energi dari cahaya matahari untuk melepaskan dirinya dari semikonduktor n, daerah deplesi maupun semikonduktor. Terlepasnya elektron ini meninggalkan *hole* pada daerah yang ditinggalkan oleh elektron yang disebut dengan fotogenerasi *electron hole* yakni terbentuknya pasangan elektron dan *hole* akibat cahaya matahari.

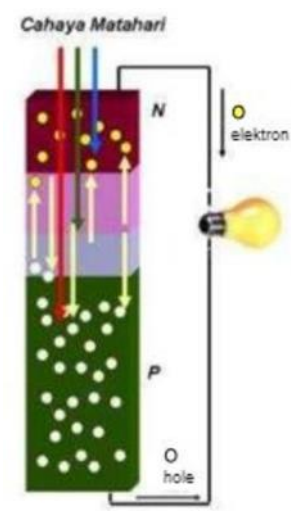


**Gambar 2.6** Sambungan Semikonduktor Ditembus Cahaya Matahari

#### 2.1.2.6 Cahaya matahari dengan Panjang gelombang ( $\lambda$ )

Cahaya matahari dengan panjang gelombang (dilambangkan dengan simbol “ $\lambda$ ”) yang berbeda, membuat fotogenerasi pada sambungan p-n berada pada

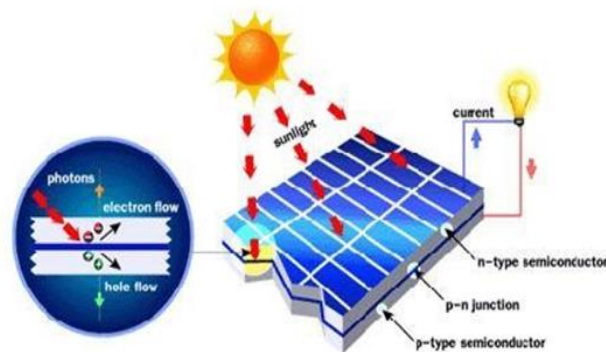
bagian sambungan p-n yang berbeda. Spektrum merah dari cahaya matahari yang memiliki panjang gelombang lebih panjang, mampu menembus daerah deplesi hingga terserap di semikonduktor p yang akhirnya menghasilkan proses fotogenerasi. Spektrum biru dengan panjang gelombang yang jauh lebih pendek hanya terserap di daerah semikonduktor n. Selanjutnya, dikarenakan pada sambungan p-n terdapat medan listrik  $E$ , elektron hasil fotogenerasi tertarik ke arah semikonduktor n, begitu pun dengan *hole* yang tertarik ke arah semikonduktor p. Apabila rangkaian kabel dihubungkan ke dua bagian semikonduktor, maka elektron akan mengalir melalui kabel. Jika sebuah baterai dihubungkan ke kabel, baterai tersebut akan di-charge dikarenakan mendapat arus listrik, dimana arus listrik ini timbul akibat pergerakan elektron.



**Gambar 2.7** Kabel dari Sambungan Semikonduktor Dihubungkan ke Lampu

Peran dari p-n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron (dan hole) bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p.

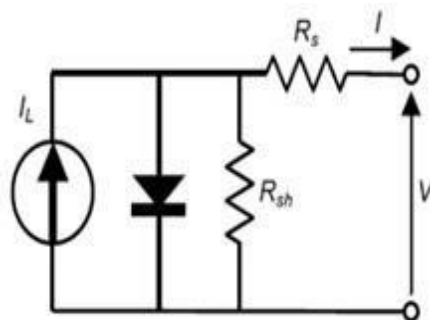
Akibat dari aliran elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susuna p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang. Berikut cara kerja type P – N junction.



**Gambar 2.8** Cara Kerja type P – N Junction

(Sumber : sun-nrg.org)

Pada saat yang sama, terbentuklah *hole* karena terjadi kekosongan pada atom akibat kehilangan elektron. Hal tersebut meyebabkan *elektron* dan *hole* bergerak berlawanan arah. *Elektron* mendekati daerah *positif*, sementara *hole* bergerak mendekati daerah *negatif*. Proses tersebut meghasilkan perbedaan potensial yang menghasilkan aliran *elektron* atau arus listrik.



**Gambar 2.9** Rangkaian Ekuivalen *panel surya*

Pada *panel surya* memiliki rangkaian ekuivalen seperti pada gambar 2.4 untuk memahami karakteristik *panel surya* yang digunakan dan pemodelan

matematis yang diperlukan untuk mengetahui parameter arus dan tegangan solar panel dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$I = I_L - I_0 \left[ \exp \left( \frac{V + R_s I}{V_t} \right) - 1 \right] - \frac{V + R_s I}{R_{sh}} \quad (2.1)$$

Dimana :  $I_L$  = Arus Yang dihasilkan Oleh Cahaya Pada Panel Surya (A)

$I_0$  = Arus Saturasi Dioda P-N Pada Panel Surya (A)

$R_s$  = Resistor Seri Pada Sel Solar Panel (W)

$R_{sh}$  = Resistor Paralel Pada Sel Solar Panel (W)  
Parameter Dioda Yang Memiliki Nilai Antara 1 – 2

$V_t$  = Tegangan Terminal Pada Solar Panel (V)

Tegangan pada Panel Surya dinyatakan persamaan berikut :

$$V = \frac{n k T}{q} \ln \left( \frac{I_L - I}{I_0} \right) \quad (2.2)$$

Dimana :  $n$  = Faktor Idealitas

$k$  = konstanta Boltzman (1.3806 x 10<sup>-23</sup> C)

$T$  = Temperature (K)

$I_L$  = Arus Yang dihasilkan Cahaya

$I$  = Arus (A)

$I_0$  = Arus Saturasi Gelap

$Q$  = Muatan Elektron (1.6021 x 10<sup>-19</sup>C)

### 2.1.3 Semikonduktor

Semikonduktor adalah sebuah elemen yang mempunyai kemampuan listrik antara sebuah konduktor dan isolator. Sel surya merupakan suatu perangkat yang memiliki kemampuan mengubah energi cahaya matahari menjadi

energi listrik dengan prinsip kerja *photovoltaic*, adanya energi dari cahaya (foton) pada panjang gelombang tertentu akan mengeksitasi sebagian elektron pada suatu material ke pita energi yang ditemukan oleh Alexandre Edmond Bacquerel (Belgia) pada 1894. Efek ini dapat timbul terutama pada semikonduktor listrik yang memiliki konduktivitas menengah dikarenakan sifat elektron di dalam material yang terpisah dalam pita-pita energi tertentu yang disebut pita konduksi dan pita valensi.

Kedua pita energi tersebut berturut-turut dari yang berenergi lebih rendah adalah pita valensi dan pita konduksi, sedangkan keadaan tanpa elektron disebut dengan celah pita. Celah pita ini besarnya berbeda-beda untuk setiap material semikonduktor, tapi disyaratkan tidak melebihi 3 atau 4 eV ( $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ ). Berdasarkan teori Maxwell tentang radiasi elektromagnet, cahaya dapat dianggap sebagai spektrum gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang yang berbeda. Pendekatan yang berbeda dijabarkan oleh Einstein bahwa efek *photovoltaic* mengindikasikan cahaya merupakan partikel diskrit atau quanta energi.

#### 2.1.4 Bagian – bagian Panel Surya

Berikut bagian-bagian yang terdapat didalam panel surya :



**Gambar 2.10** Bagian-bagian Panel surya

(sumber : <https://www.gesainstech.com/2021/09/bagian-bagian-utama-panel-surya.html>)



### **1. Bingkai Alumunium**

Bingkai pada panel surya berfungsi untuk melindungi bagian tepi Panel surya dan juga sebagai kerangka dari panel surya. Bingkai ini terbuat dari alumunium supaya bobotnya ringan, tetapi memiliki kekuatan sangat kuat untuk menjaga dari angin yang kencang, atau gesekan dari benda lain.

### **2. Kaca Pelindung**

Kaca pelindung atau tempered glass memiliki 2 sisi, yaitu depan dan belakang. Kaca bagian depan berfungsi untuk melindungi sel surya dari cuaca atau benturan dari hujan es ataupun puing-puing apapun yang diterbangkan udara, sedangkan pada bagian sisi belakang kaca diberi lapisan anti reflektif supaya meningkatkan transmisi cahaya.

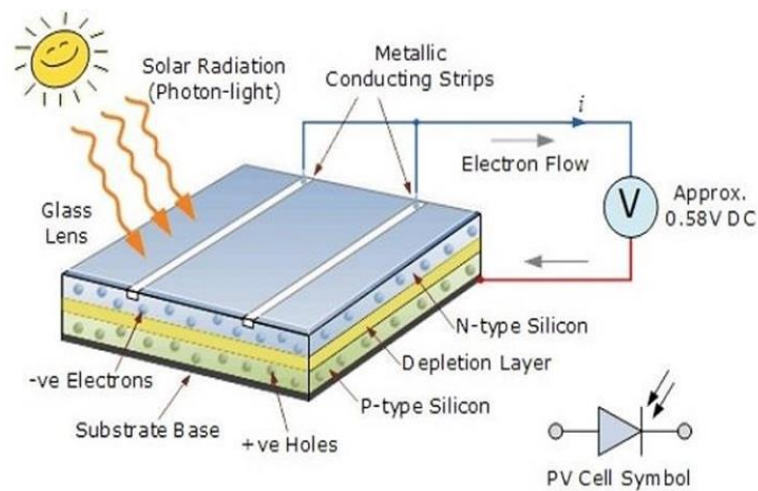
### **3. Enkapsulasi – EVA**

Enkapsulasi adalah pelapisan pada sebuah material, sedangkan EVA adalah singkatan dari “*Ethylene Vinyl Acetate*”, yaitu lapisan polimer yang sangat transparan, seperti plastik yang dirancang khusus untuk merangkum sel dan menahannya pada posisinya selama pembuatan.

Bahan EVA harus bersifat tahan lama, tahan terhadap suhu dan kelembaban ekstrem. Selain itu, EVA juga memiliki peran penting dalam kinerja jangka panjang dalam mencegah masuknya kelembaban dan kotoran pada sel surya.

### **4. Sel Surya**

Sel surya atau sel fotovoltaik adalah hal bagian paling penting dari panel surya. Karena pada sel surya inilah tempat terjadinya proses perubahan energi cahaya matahari menjadi energi listrik atau biasa disebut dengan proses fotovoltaik. Berikut penjelasan tentang proses fotovotaik :



**Gambar 2.11** Proses Fotovoltaik

Saat energi foton cahaya mengenai semikonduktor tipe N, elektron pada semikonduktor tipe N dapat terbebaskan. Selanjutnya, elektron yang sudah terbebaskan disambungkan ke semikonduktor tipe P, sehingga elektron dari tipe N mengalir ke tipe P dan terjadilah arus listrik searah atau DC.

### 5. *Back Sheet*

*Back sheet* adalah lapisan paling belakang dari panel surya. Berfungsi untuk memberikan perlindungan mekanis dan isolasi listrik. Bahannya terbuat dari berbagai polimer atau plastik termasuk PP, PET, dan PVF yang menawarkan berbagai tingkat perlindungan, stabilitas termal, dan ketahanan UV jangka panjang.

### 6. *Junction Box*

*Junction box* berfungsi untuk menyembunyikan kumpulan jaringan kabel sehingga terlihat jauh lebih rapi. Selain itu, *junction box* juga membuat kabel-kabel terhindar dari korsleting, karat, ataupun gangguan lainnya.

Berikut komponen pendukung dari panel surya :

## 2.2 Solar Charger Controller

*Solar Charge Controller* (SCC) adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban, *solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian) dan kelebihan voltase. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai.

*Solar Charge Controller* menerapkan teknologi *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya atau solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16–21 Volt. Jadi tanpa *solar charge controller*, baterai akan rusak oleh *overcharging* dan ketidakstabilan tegangan, baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 – 14.7 Volt.



**Gambar 2.12** Solar Charge Controller

*Solar charge controller* bekerja dengan mengontrol aliran listrik dari panel surya ke baterai. Ketika panel surya menghasilkan listrik, solar charge controller akan mengatur arus listrik sehingga baterai tidak terlalu cepat terisi. Hal ini dilakukan agar baterai tidak cepat rusak dan dapat memperpanjang umur baterai. Solar charge controller juga dilengkapi dengan fitur pengaturan tegangan. Ketika baterai sudah penuh terisi, *solar charge controller* akan memotong arus listrik sehingga tidak ada arus listrik yang terbuang percuma dan terjadinya kerusakan pada baterai.

### 2.2.1 Prinsip Kerja *Solar Charge Controller*

Adapun Prinsip Kerja dari *solar charge controller* (SCC) adalah sebagai berikut:

1. ketika tegangan pengisian pada baterai telah mencapai keadaan penuh, maka *controller* akan menghentikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai untuk mencegah pengisian yang berlebihan (*overcharging*) sehingga baterai akan jauh lebih tahan lama. Di dalam kondisi ini, listrik yang masuk dari panel surya akan langsung terdistribusi ke beban/peralatan listrik dalam jumlah tertentu sesuai dengan konsumsi daya yang dibutuhkan.
2. Ketika tegangan di baterai dalam keadaan hampir kosong, maka *controller* berfungsi menghentikan pengambilan arus listrik dari baterai oleh beban/peralatan listrik. Dalam kondisi tegangan tertentu (sekitar 10% sisa tegangan di baterai), maka pemutusan arus beban akan dilakukan oleh *controller*. Hal ini akan menjaga baterai dan mencegah kerusakan pada sel-sel baterai. Pada kebanyakan model *controller*, indikator lampu akan menyala dengan warna tertentu (umumnya berwarna merah atau kuning) yang menunjukkan bahwa baterai dalam proses pengisian.
3. Ketika kondisi, bila sisa arus di baterai kosong (dibawah 10%), maka pengambilan arus listrik dari baterai akan diputus oleh *controller*, maka peralatan listrik/beban tidak dapat beroperasi. Pada *controller* tipe-tipe tertentu dilengkapi dengan digital meter dengan indikator yang lebih lengkap, untuk memonitor berbagai macam kondisi yang terjadi pada sistem pembangkit listrik tenaga surya tersebut.

### 2.2.2 Pengisian Baterai pada Solar Charger Controller

Dalam *charging mode*, umumnya SCC akan mengisi baterai dengan 3 tahapan sebagai berikut:

1. Fase *bulk*, dimana baterai akan di-charge sesuai dengan tegangan setup (antara 14,4-14,6 V) dan arus diambil secara maksimum dari panel surya/*solar cell*. Pada saat baterai sudah mencapai tegangan setup (*bulk*) dimulailah fase *absorption*.
2. Fase *absorption*, pada fase ini tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan *bulk*, sampai *solar charge controller timer* (umumnya satu jam) tercapai, arus yang dialirkan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai.
3. Fase *float*, baterai akan dijaga pada tegangan *float setting* (13,4-13,7 V). Beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel surya/*solar cell*.

### 2.3 Baterai

Baterai adalah sebuah sel listrik yang didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel dengan efisiensinya yang tinggi, elektrokimia reversible yang di dalam baterai terdapat proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda- elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel.

Baterai berfungsi menyimpan sumber energi listrik untuk ke mikrokontroler, sensor dan motor stepper dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk menyuplai listrik ke proses pengasapan ikan secara otomatis. Kapasitas baterai yang digunakan pada proses pengasapan ikan salai otomatis adalah 50Ah.



**Gambar 2.13** Baterai Aki

(Sumber : <https://carisinyal.com/jenis-jenis-baterai>)

Baterai pembangkit listrik tenaga matahari pada umumnya hanya aktif pada saat siang hari (pada saat sinar matahari ada). Sehingga untuk keperluan malam hari *solar cell* tidak dapat digunakan. Untuk mengatasi hal tersebut, maka energi yang dihasilkan *solar cell* pada siang hari disimpan sebagai energi cadangan pada saat matahari tidak tampak. Untuk menyimpan energi tersebut dipakai suatu baterai sebagai penyimpanan muatan energi. Baterai digunakan untuk sistem pembangkit tenaga listrik matahari mempunyai fungsi yang ganda.

### **2.3.1 Baterai Primer**

Baterai primer merupakan jenis baterai yang hanya digunakan dalam pemakaian sekali saja. Pada saat baterai dipakai, material dari salah satu elektroda yang terdapat dalam baterai menjadi larut dalam elektrolit dan tidak dapat dikembalikan dalam keadaan semula.

### **2.3.2 Baterai Sekunder**

Baterai sekunder merupakan baterai yang dapat digunakan kembali dan kembali dimuati. Pada saat pengisian baterai elektroda dan elektrolit mengalami perubahan kimia, setelah baterai dipakai maka elektroda dan elektrolit dapat dimuati kembali. Kondisi semula setelah kekuatan baterai melemah yaitu melewati arus dengan arah yang berlawanan saat baterai digunakan. Pada saat dimuati energi listrik akan diubah menjadi energi kimia. Jadi, dapat diketahui bahwa fungsi baterai pada rancangan pembangkit tenaga surya ini adalah untuk menyimpan energi yang dihasilkan *solar cell* pada siang hari, tujuannya adalah untuk menyimpan energi

listrik cadangan ketika cuaca mendung atau hujan serta pada malam hari. Dengan demikian beban dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan. Baterai yang digunakan adalah jenis asam timbal (baterai basah) yang dapat diisi ulang dengan cairan kimia dan energi listrik.

## 2.4 Step Down LM2596

*Step Down* LM2596 konverter penurun tegangan DC - DC dengan frekuensi tetap 150 KHz fixed-voltage (PWM step-down) menggunakan IC Regulator LM2596 yang mampu menggerakkan beban 5A dengan efisiensi tinggi, derek rendah dan regulasi garis dan beban yang sangat baik. Membutuhkan jumlah minimum komponen eksternal, regulator mudah digunakan dan termasuk kompensasi frekuensi internal dan osilator frekuensi tetap.

*Step Down* LM2596 dapat bekerja dengan suplai tegangan 4V - 32V. Pada regulator LM2596 menggunakan ic *Surface Mount Device* (SMD) dan terdapat sebuah potensio untuk mengatur tegangan masukannya dari 4V – 24V pada frekuensi kerja 150 KHz sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan tegangan.

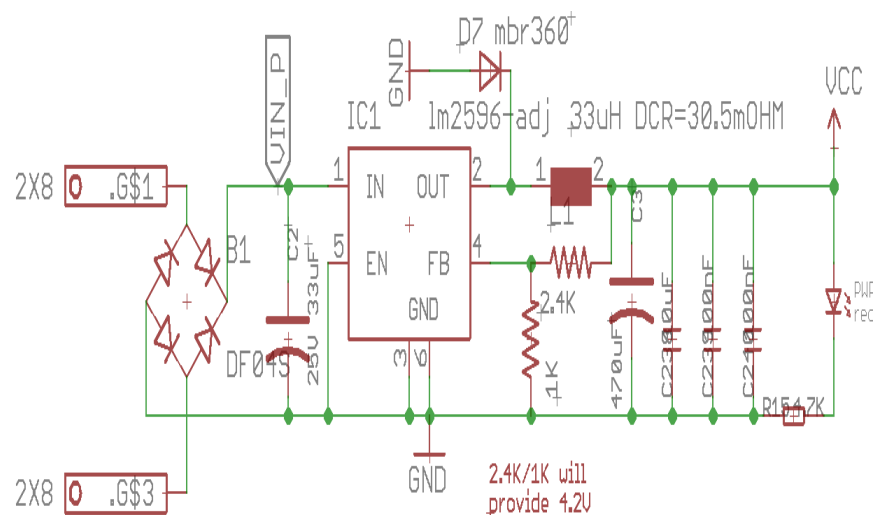


**Gambar 2.14** Step Down LM2595

### 2.4.1 Prinsip Kerja Step Down LM2596

Pada rangkaian *power supply* tegangan *output*-nya 40 VDC. memerlukan tegangan 30 VDC dan 5 VDC, sehingga penulis memerlukan modul *step down* untuk menurunkan tegangan dari 40 VDC menjadi 30 VDC dan 5 VDC. Modul *step down* ini menggunakan IC LM2596.

IC LM2596 adalah sirkuit terpadu/*integrated circuit* yang berfungsi sebagai *step down DC converter* dengan *current rating* 3A. Terdapat beberapa varian dari IC seri ini yang dapat dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu versi *adjustable* yang tegangan keluarannya dapat diatur, dan versi *fixed voltage output* yang tegangan keluarannya sudah tetap / *fixed*. Pada modul diatas menggunakan seri IC *adjustable* yang tegangan keluarannya dapat diubah-ubah. Keunggulan modul *step down* LM2596 dibandingkan dengan *step down* tahanan resistor / potensiometer adalah besar tegangan *output* tidak berubah (stabil) walaupun tegangan input naik turun. Berikut merupakan gambar dari Modul *step down* LM2596. Berikut gambaran LM2596:



**Gambar 2.15** Rangkaian Step Down LM2595

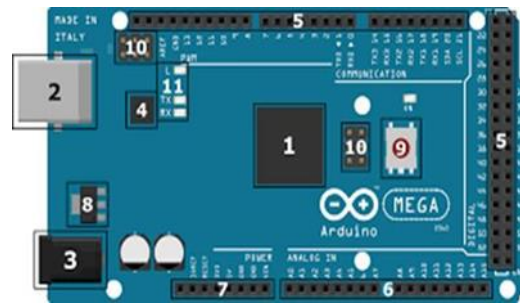
(Sumber : <https://schematicdiagram23>)

## 2.5 Arduino Atmega 2560

Arduino adalah Board berbasis mikrokontroler atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan computer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar



rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai otak sebuah output sebuah rangkaian elektronik.



**Gambar 2.16** Arduino Atmega 2560

Arduino Atmega 2560 sebagai mikrokontroler untuk mengendalikan alat pengasapan ikan salai otomatis. Arduino ATmega2560 memiliki 54 pin digital input/output, 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz, kristal osilator, USB, jack power, header koneksi ICSP, dan tombol reset, untuk mendukung mikrokontroler cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya.

Arduino ATmega 2560 dapat beroperasi dengan *power supply* yang memiliki tegangan antara 6V hingga 20V. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam rentang tegangan ini. Jika diberikan tegangan kurang dari 7V, pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V, akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna. Jika diberikan tegangan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa *overheat* yang pada akhirnya bisa merusak arduino.

Berikut jenis – jenis pin yang ada pada Arduino Mega 2560:

**Tabel 2.1** Pinout Arduino Mega 2560

Kategori pin	Nama pin	fungsi
Pin I/O Digital	0-53	Membaca sinyal digital 1 atau 0
Pin input analog	A0-A5	Membaca sinyal analog untuk diubah jadi sinyal digital
Pin Serial 0	0 (RX) dan 1 (TX)	Pin RX digunakan untuk menerima data serial dan pin TX untuk mengirim data serial TTL
Pin Serial 1	19 (RX) dan 18 (TX)	
Pin Serial 2	17 (RX) dan 16 (RX)	
Pin Serial 3	15 (RX) dan 14 (TX)	Pin RX digunakan untuk menerima data serial dan pin TX untuk mengirim data serial TTL
Pin External Interrupt	2 (Interrupt 0)	Memicu interupsi pada nilai yang rendah, meningkat, menurun, atau perubah nilai
	3 (Interrupt 1)	
	21 (Interrupt 2)	
	20 (Interrupt 3)	
	19 (Interrupt 4)	
	18 (Interrupt 5)	
PWM	2-13 dan 44-46	Mendapatkan sinyal analog dari sinyal digital
SPI	Pin 50 (MISO)	Memungkinkan komunikasi SPI
	Pin 51 (MOSI)	
	Pin 52 (SCK)	
	Pin 53 (SS)	
I2C	Pin 20 (SDA)	Memungkinkan komunikasi I2C atau TWI
	Pin 21 (SCL)	
LED	Pin 13	Menyalakan LED bawaan yang terhubung di pin 13
	Pin VIN	Pin untuk memasukkan tegangan eksternal ke arduino

Pin Tegangan	Pin 5 V	Pin yang menghasilkan tegangan 5 volt
	Pin 3,3 V	Pin yang menghasilkan tegangan 3,3 volt
	Pin GND	Meniadakan beda potensial jika terjadi kebocoran tegangan
	Pin IOREF	Memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada <i>microcontroller</i>
Pin Lainnya	Pin RESET	Menjalankan ulang program yang ada di Arduino
	PIN AREF	Mengatur tegangan referensi eksternal sebagai batas atas untuk pin input analog

## 2.6 Driver L298N

Driver L298N merupakan suatu modul motor driver yang digunakan untuk mengontrol kecepatan dan arah putaran motor DC. Modul ini sering dihubungkan ke mikrokontroler arduino. Seperti namanya motor driver ini menggunakan IC L298n, dengan konstruksi rangkaian H - Bridge. Maka dari itu rangkaian ini dapat mengendalikan beban induktif pada kumparan. Bahwa motor listrik terdiri dari lilitan kumparan sehingga memiliki beban induktif yang sangat besar. Kemudian dalam rangkaian IC tersebut terdapat transistor transistor logic (TTL) yang berfungsi untuk merubah arah putaran motor.

Driver L298N merupakan suatu perangkat driver motor stepper yang berfungsi untuk mengontrol perputaran motor stepper secara bertahap dalam sudut 180 derajat setiap per 500 sekon agar perangkat bekerja dengan baik. Driver motor stepper ini mengontrol perputaran motor stepper dalam bentuk pulsa atau data perputaran per 500 sekon dalam perputaran bertahap 180 derajat pada penggerak rotary pembolak balik ikan secara otomatis menggunakan panel surya.

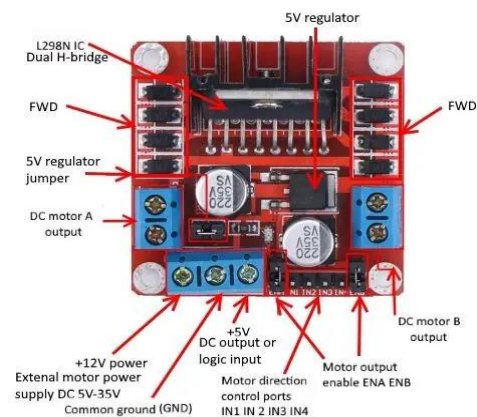
Driver L298N bekerja berdasarkan prinsip H-Bridge. H-Bridge adalah konfigurasi rangkaian elektronik yang memungkinkan tegangan untuk diaplikasikan pada beban dalam dua arah berlawanan. Ini sangat penting dalam kontrol motor DC, di mana perubahan arah rotasi motor bisa dicapai dengan

membalik kutub negatif dan positif. Jika menggunakan motor yang memiliki tegangan kerja dalam rentang 5 - 12V, sumber tegangan IC dan motor dapat digabung. Dimana pada sumber tegangan motor (pin 8) diberi tegangan 12V, sumber tegangan IC (pin 10) dibiarkan tanpa input dari luar dan jumper 1 harus tertutup (aktif). Dengan begini IC memperoleh tegangan dari pin 8.



**Gambar 2.17** Driver L298N

### 2.6.1 Struktur Driver L298N

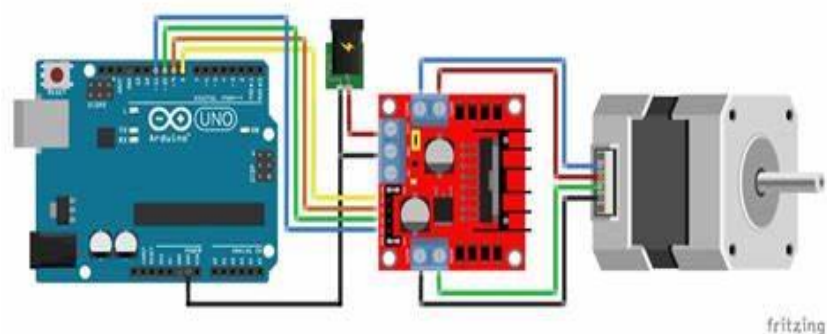


**Gambar 2.18** Struktur Driver L298N

1. Pin VCC memasok daya ke motor. Tegangan di mana saja antara 5 hingga 35V dapat diterapkan. Ingat, jika jumper 5V-EN terpasang, Anda perlu memasok 2 volt ekstra dari kebutuhan voltase aktual motor, untuk menjalankan motor pada kecepatan maksimumnya.
2. GND adalah pin landasan bersama.
3. Pin 5V memasok daya ke sirkuit logika switching di dalam IC L298N. Jika jumper 5V-EN terpasang, pin ini berfungsi sebagai output dan dapat digunakan untuk menyalakan Arduino. Jika jumper 5V-EN dilepas, Anda harus menghubungkannya ke pin 5V di Arduino.

4. Pin ENA digunakan untuk mengontrol kecepatan Motor A. Memasukkan pin ini dengan logika TINGGI membuat Motor A berputar, memasoknya dengan logika RENDAH menyebabkan motor berhenti. Menghapus jumper dan menghubungkan pin ini ke input PWM mari kita mengontrol kecepatan Motor A.
5. Pin IN1 & IN2 digunakan untuk mengontrol arah Motor A. Jika IN1 TINGGI dan IN2 RENDAH, Motor A berputar ke arah tertentu. Untuk mengubah arah, jadikan IN1 LOW dan IN2 HIGH. Jika kedua input TINGGI atau RENDAH, Motor A berhenti.
6. Pin IN3 & IN4 digunakan untuk mengontrol arah Motor B. Jika IN3 TINGGI dan IN4 RENDAH, Motor B berputar ke arah tertentu. Untuk mengubah arah, jadikan IN3 LOW dan IN4 HIGH. Jika kedua input TINGGI atau RENDAH, Motor B berhenti.
7. Pin ENB dapat digunakan untuk mengontrol kecepatan Motor B. Mensuplai pin ini dengan sinyal HIGH membuat Motor B berputar, mensuplainya LOW menyebabkan motor berhenti. Menghilangkan jumper dan menghubungkan pin ini ke informasi PWM, mari kita kendalikan kecepatan Motor B.
8. Pin OUT1 & OUT2 terhubung ke Motor A.
9. Pin OUT3 & OUT4 terhubung ke Motor B.

### 2.6.2 Prinsip kerja Driver L298N

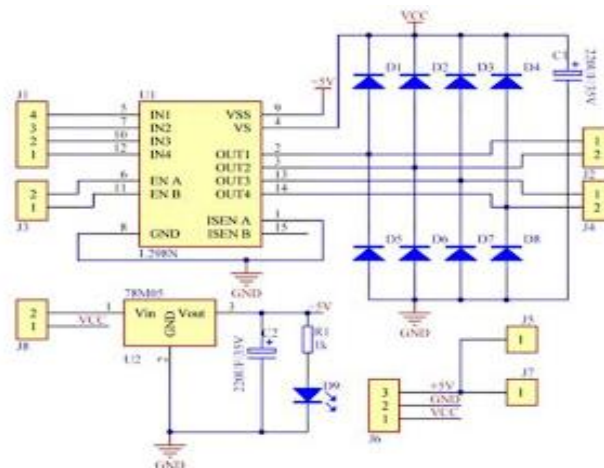


**Gambar 2.19** Skematik Driver Motor L298N

Pada **Gambar 2.19**, motor driver L298N berfungsi sebagai penghubung antara mikrokontroler melalui pin *input* IN1 – IN4 dan motor stepper L298N melalui pin *out* 1-out 5 untuk menerima sinyal pulsa karena motor stepper membutuhkan arus untuk menggerakkan motor melalui kumparan.

Ketika driver motor stepper menerima sinyal pulsa dari mikrokontroler, salah satu *coils* akan aktif menggerakkan motor untuk berputar dengan sudut yang tetap ke arah *coil* yang aktif, untuk mengetahui *coil* yang aktif dapat melihat LED yang hidup pada driver motor. Perpindahan sudut dapat dikontrol dengan mengontrol jumlah pulsa sehingga motor mencapai posisi yang diinginkan. Kecepatan dan putaran motor dapat dikontrol dengan mengontrol frekuensi pulsa, sehingga motor mencapai kecepatan dan arah yang diinginkan.

1. Urutan pulsa menentukan arah putaran motor.
2. Frekuensi pulsa menentukan kecepatan motor.
3. Jumlah pulsa menentukan seberapa jauh motor akan berputar.



**Gambar 2.20** Skematik Prinsip Kerja Driver Motor L298N

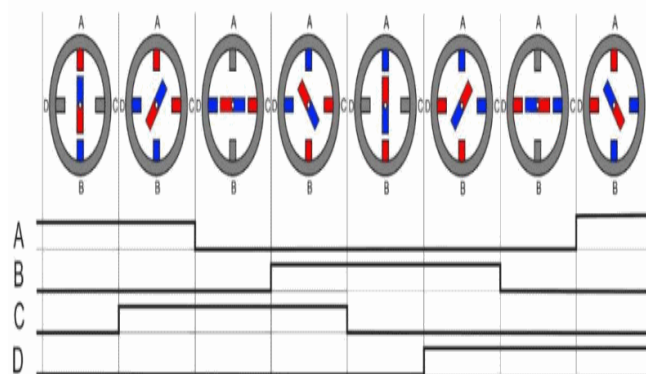
Pada **Gambar 2.20**, setiap dioda berfungsi untuk mengendalikan arus menuju 4 pasang kumparan motor stepper. Setiap pasang dioda terdiri dari dua dioda, satu NPN dan satu PNP untuk memperkuat sinyal dan memberikan keluaran arus yang lebih tinggi. Ketika mikrokontroler mengirimkan sinyal ke modul driver motor L298N, sinyal tersebut untuk mengaktifkan atau menon-aktifkan salah satu pasangan transistor pada IC sesuai dengan *step sequence* yang berikan oleh arduino Atmega.

Dengan mengirimkan sinyal logika yang sesuai ke pin *input*, motor driver akan mengendalikan transistor Darlington untuk mengatur arus ke kumparan-kumparan sehingga menghasilkan langkah-langkah dan arah putaran motor stepper sesuai dengan perintah yang diberikan.

**Tabel 2.2** Sinyal Pulsa *Input* Digital

STEP	1	2	3	4	5	6	7	8	Timer (sekon)	Posisi Sudut	Sudut Perputaran
<i>Coil</i> <b>A(1)</b>	1	1	1	0	0	0	0	0	900	180°	180°
<i>Coil</i> <b>B(2)</b>	0	0	1	1	1	0	0	0	900	360°	180°
<i>Coil</i> <b>C(3)</b>	0	0	0	0	1	1	1	0	900	0°	180°
<i>Coil</i> <b>D(4)</b>	0	0	0	0	0	0	1	1	900	180°	180°

Seperti yang terlihat pada **Tabel 2.2**, putaran motor stepper dikendalikan oleh *coil* 1 hingga *coil* 4. Metode kontrol untuk *anti-clockwise* sama dengan mode *clockwise*. Kecepatan motor dapat diatur dengan mengubah nilai “motorSpeed” pada program yang dijalankan sesuai dengan kecepatan yang diinginkan.

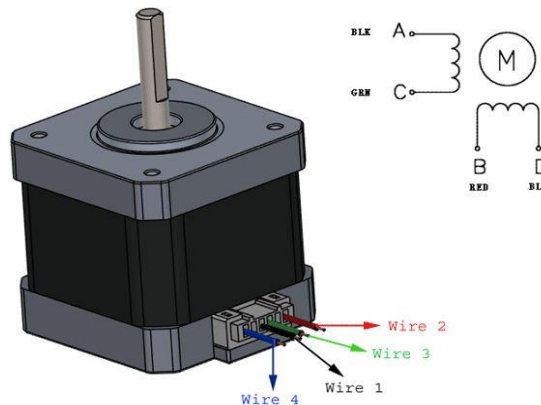


**Gambar 2.21** *Timing Diagram Half Step*

## 2.7 Motor Stepper

Motor stepper NEMA – 17 adalah motor listrik DC yang mengubah pulsa listrik menjadi sudut putar yang berputar secara bertahap dengan sudut derajat yang sama. Input pada motor stepper berasal dari pulsa -pulsa digital.

satu pulsa digital akan diubah menjadi satu sudut gerak motor stepper berasal dari pulsa – pulsa digital akan diubah menjadi satu sudut gerak motor stepper, satu frekuensi pulsa meningkat maka gerakan langkah berubah menjadi rotasi kontinu. Motor Stepper biasanya digunakan pada perangkat – perangkat elektronik dan listrik seperti mesin printer 3D dan CNC Engraving. Berikut gambar merupakan bentuk fisik dari motor stepper :



**Gambar 2.22** Motor Stepper

Pada pengasapan ikan salai secara otomatis menggunakan 1 motor stepper NEMA - 17 sebagai penggerak rotary untuk membolak balik panggangan ikan yang dihasilkan dengan 180 derajat dan posisi sudut dapat dikontrol dengan step angle 1,8 derajat, sehingga motor stepper membutuhkan driver motor L298N untuk mengatur posisi motor dengan baik. Motor stepper dapat berputar dengan sudut step yang bervariasi yang berfungsi memudahkan untuk melakukan pengontrolan posisi. Variasi *step angle* motor stepper dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

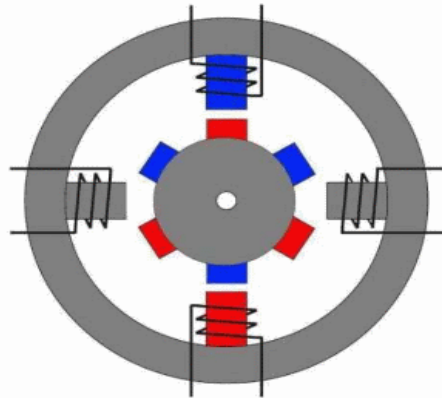
**Tabel 2.3** Variasi *Step Angle* Motor Stepper

<i>Step Angle</i>	<i>Step Per Revolution</i>
0,9°	400
1,8°	200
2°	180
2,5°	144
5°	72
7,5°	48
15°	24



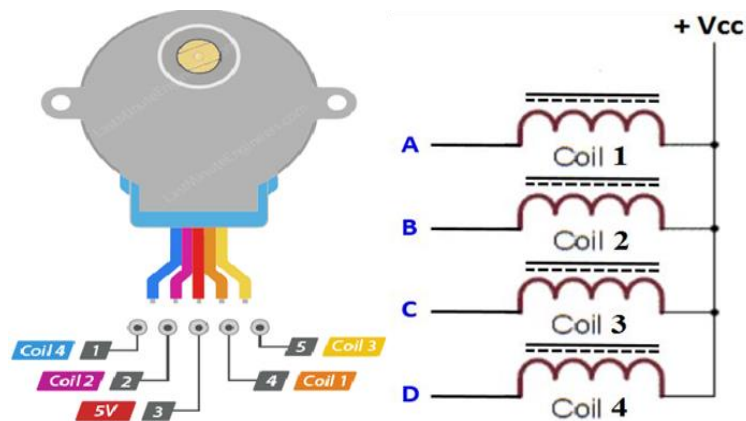
Dengan banyak putaran motor stepper maka semakin tinggi presisi putardan semakin halus gerak motor sehingga dapat mengurangi getaran yang dihasilkan oleh motor stepper, karena ketika motor stepper bergerak dalam sudut yang lebih kecil maka gerak rotor menjadi lebih halus dan terkontrol.

Motor stepper NEMA – 17 merupakan jenis motor stepper Bipolar, yang menggunakan prinsip perubahan reluktansi pada magnet untuk menghasilkan gerakan sudut. Pada **Gambar 2.3**, motor stepper Bipolar terdiri dari rotor dan stator bahan ferromagnetik yang melingkari rotor. Rotor yang terdiri dari gigi-gigi besi magnetis akan cenderung mengikuti medan magnet dan bergerak ke posisi dengan reluktansi paling rendah. Ketika diberikan arus DC pada kumparan stator maka terbentuk medan magnet, sehingga stator memagnetisasi rotor yang menyebabkan rotor berputar karena gigi-gigi rotor tertarik oleh kutub stator.



**Gambar 2.23** Motor Stepper Bipolar

Rangkaian pengendali motor stepper Bipolar lebih mudah dibuat karena hanya memerlukan satu signal On Off dengan menggunakan switch atau transistor pada masing-masing lilitannya. Untuk menjalankan dan menghentikan motor ini cukup dengan menerapkan pulsa digital yang hanya terdiri atas tegangan positif dan nol (*ground*) pada salah satu terminal lilitan (*wound*) motor sementara terminal dicatu dengan tegangan positif konstan (VM) pada bagian tengah (*center tap*) dari lilitan.



**Gambar 2.24** *Wiring Diagram Bipolar*

Pada **Gambar 2.24**, motor stepper jenis bipolar memiliki 5 kumparan yang terdiri dari 2 bagian yaitu *center tapped coil* (warna merah) dan *outer coil* (warna pink, orange, kuning, biru) yang masing-masing memiliki fungsi sebagai berikut:

1. *Coil 1 (Orange)* : Kabel *orange* pada motor stepper NEMA - 17 digunakan untuk koneksi kumparan pembangkit medan *coil A*.
2. *Coil 2 (Pink)* : Kabel *pink* pada motor stepper NEMA - 17 digunakan untuk koneksi kumparan pembangkit medan *coil B*.
3. *Coil 3 (Kuning)* : Kabel kuning pada motor stepper NEMA – 17 digunakan untuk koneksi kumparan pembangkit medan *coil C*.
4. *Coil 4 (Biru)* : Kabel biru pada motor stepper NEMA - 17 digunakan untuk koneksi kumparan pembangkit medan *coil D*.
5. Kabel merah pada motor stepper berfungsi sebagai sumber dayapositif (VCC) yang menyediakan tegangan untuk motor.

### 2.7.1 Struktur Motor Stepper NEMA – 17

Struktur motor stepper terdiri rotor, stator, winding, bearing, front and rear encap, dan shaft :

#### 1. Rotor

Rotor adalah bagian yang berputar, dipasang pada poros motor yang terbuat dari bahan feromagnetik, dan berfungsi untuk menggerakkan step sudut dalam mengatur posisi motor. Gerakan rotor dipengaruhi oleh medan magnet yang dihasilkan oleh stator. Ketika arus dialirkan melalui koil secara berurutan.

## 2. Stator

Stator merupakan komponen yang tidak bergerak, terdiri atas empat belitan kumparan yang disusun secara berurutan mengelilingi rotor dan memiliki gigi kecil untuk mengontrol putaran rotor. Ketika arus dialirkan melalui salah satu *coil*, *coil* akan menghasilkan medan magnet disekitar kumparan yang akan menarik rotor untuk berputar, sehingga motor stepper bergerak satu putar. *Coil* akan terus bergantian menghasilkan medan magnet sehingga rotor akan berputar ke posisi tertentu secara berurutan.

## 3. Winding

*Winding* atau *coil* terbuat dari kabel tembaga yang melilit pada stator motor stepper. *Winding* digunakan untuk menghasilkan medan magnet pada stator ketika dialirkan arus DC. Pada motor stepper unipolar, hanya setengah dari belitan yang diaktifkan pada suatu waktu sehingga medan magnet terbentuk hanya di setengah bagian dari stator.

## 4. Bearing

*Bearing* merupakan bantalan pada motor stepper yang berfungsi mempercepat gerak putar rotor dan mengurangi gesekan antara poros motor dengan bagian-bagian lainnya dalam motor sehingga dapat menghasilkan putaran yang efisien.

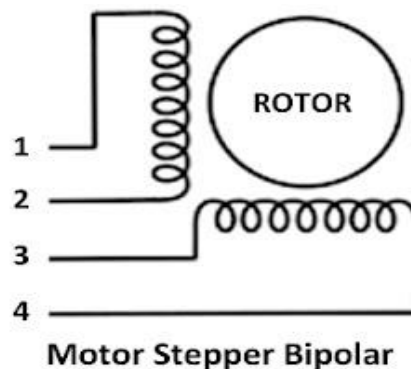
## 5. Front Endcap dan Rear Endcap

*Front and rear endcap* merupakan komponen mekanis yang terletak dibagian depan dan belakang motor stepper, berfungsi sebagai penahan poros motor agar tetap pada posisi yang benar dan mencegahnya bergeser atau melengkung selama berputar dan meredam getaran yang dihasilkan dari putaran motor.

## 6. Shaft

*Shaft* atau poros merupakan logam memanjang yang dijadikan tempat untuk menempel komponen lainnya. *Shaft* terbuat dari logam seperti baja atau *stainless steel* karena memiliki kekuatan dan ketahanan yang cukup untuk menahan beban dan tegangan selama motor stepper berputar. *Shaft* berfungsi sebagai penggerak utama pada motor stepper yang berputar dengan langkah – langkah diskrit dan mentransfer gerakan ke komponen lainnya.

### 2.7.2 Prinsip Kerja Motor Stepper NEMA – 17

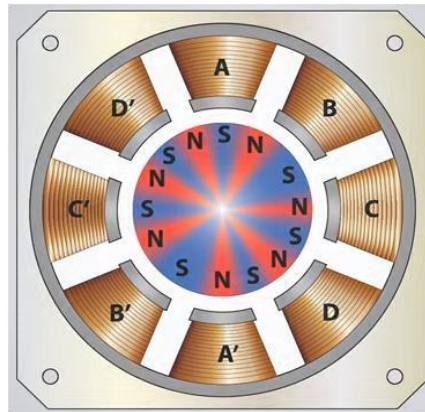


**Gambar 2.25** Prinsip Kerja Motor Stepper

Prinsip kerja motor stepper berdasarkan pada perubahan arus yang mengalir melalui kumparan-kumparan stator untuk menggerakkan rotor. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan stator, medan magnet akan dihasilkan disekitar kumparan dan menarik gigi atau pola magnetik rotor yang sesuai dengan medan magnet yang dihasilkan oleh stator sehingga menyebabkan rotor bergerak dengan sudut tertentu.

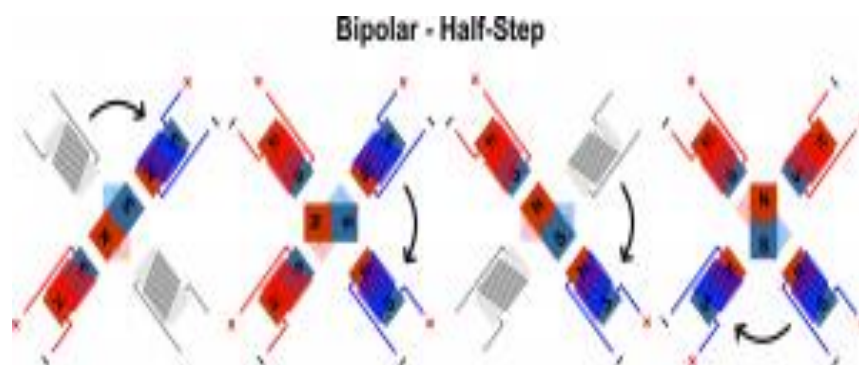
Pada **Gambar 2.25**, motor stepper L298N memiliki dua kumparan di setiap fase yang diaktifkan secara bersamaan sehingga ada 8 kumparan yang aktif. Setiap pulsa yang dikirim memberi energi pada *coils* yang dapat menarik gigi rotor yang paling dekat dan memutar motor dengan sudut yang tetap.

Saat kumparan A dialirkan arus listrik, medan magnet disekitar kumparan akan muncul dan menjadi magnet elektromagnetik sementara yang menyebabkan kutubnya terpolarisasi ke selatan dan berinteraksi dengan gigi rotor yang polaritasnya kutub utara sehingga mengakibatkan gigi rotor tertarik dan berputar sebesar 1,8 derajat (sesuai dengan *input* yang diberikan).



**Gambar 2.26** Motor Stepper Empat Phase

Pada **Gambar 2.26**, ketika kumparan B yang dialirkan arus listrik, beralih dari kumparan A ke kumparan B, maka kutub kumparan B terpolarisasi ke utara dan menarik kutub selatan dari gigi rotor sehingga rotor berputar. *Coils* A, B, C, D akan diaktifkan secara bergantian dan berulang sesuai dengan sinyal pulsa yang diberikan pada program di mikrokontroler sehingga membuat rotor berputar secara diskret sesuai dengan *coil* yang aktif.



**Gambar 2.27** *Half-Step* Bipolar

### 2.7.3 Konstruksi *Half-Step* Motor Stepper NEMA - 17

Konstruksi *half-step* menggerakkan motor dengan resolusi dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan langkah penuh (*full step*).

$$\text{Resolusi} = \frac{\text{Jumlah langkah}}{\text{Jumlah Resolusi Rotor}}$$

Setiap input pulsa digital dari driver motor akan menggerakkan poros motor dengan satu langkah putaran, seperti langkah  $1,8^\circ$  diperlukan 200 input pulsa untuk membuat satu putaran penuh.

Dari *datasheet* motor stepper NEMA-17 diketahui bahwa untuk sudut  $360^\circ$  memiliki nilai 2048 dengan 200 putaran. Maka untuk menentukan nilai dari *step-angle*  $1,8^\circ$  dengan sudut  $180^\circ$  yaitu:

$$\text{Nilai per step} = \frac{\text{Nilai sudut} \times \text{Step angle}}{\text{Sudut per revolusi}}$$

$$\text{Nilai per step} = \frac{2048 \times 1,8^\circ}{360}$$

$$\text{Nilai per step} (1,8^\circ) = 10,24 \text{ dengan } 100 \text{ putaran}$$

Kecepatan motor stepper diukur dalam putaran per detik, dan laju pulsa motor stepper diukur dalam langkah per detik.

$$\text{Kecepatan Motor Stepper} = \frac{\text{Pulsa motor stepper}}{\text{motor stepper per putaran}}$$

$$\text{Step per Detik} = \frac{\text{Revolusi per Menit}}{\text{Step per Revolusi}} \times 60$$

Motor stepper awalnya akan bergerak searah jarum jam hingga sampai di sudut yang telah ditentukan ( $180^\circ$ ) dan akan berputar berlawanan arah jarum jam sampai sudut  $0^\circ$  dengan sinyal input digital yang diberikan pada driver motor.

Ketika motor stepper menggerakkan beban berupa *webcam*, akan terjadi perubahan frekuensi yang disebabkan oleh inersia beban yang mengakibatkan perubahan nilai-nilai pada kecepatan pulsa, motor tidak dapat mengikuti kecepatan pulsa dan menyebabkan kemungkinan terjadinya kelambatan putar motor. Perubahan frekuensi setelah ada beban dapat dihitung melalui rumus berikut:

$$f = \frac{f_s}{\sqrt{1 + \frac{J_l}{J_\theta}}} \text{ [Hz]}$$

Keterangan:

$f_s$  : Maksimum frekuensi awal motor (Hz)

$f$  : Maksimum frekuensi awal saat ada beban (Hz)

$J_l$  : Moment inersia motor ( $\text{kg.m}^2$ )

$J_\theta$  : Moment inersia beban ( $\text{kg.m}^2$ )

## 2.8 Relay

*Relay* merupakan komponen dalam rangkaian elektronika yang berupa saklar atau switch untuk mengontrol sebuah rangkaian listrik. Pada sistem pengasapan ikan salai otomatis fungsi *relay* adalah untuk memutus dan menyambungkan (on/off) arus pada motor fan (*fan exhaust*).



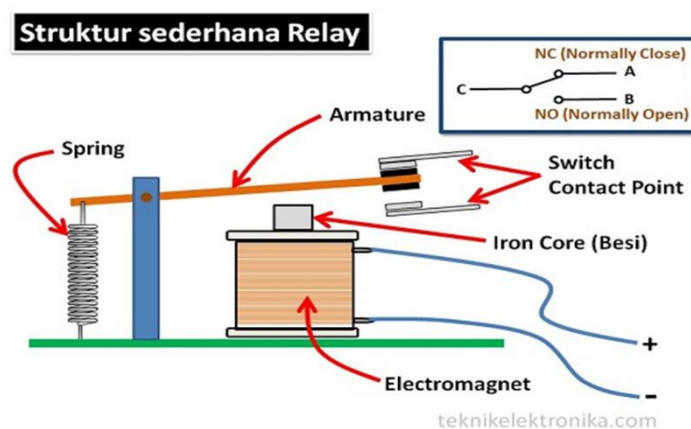
**Gambar 2.28** Relay

### 2.8.1 Prinsip Kerja Relay

Prinsip kerja *relay* menggunakan prinsip dasar elektromagnetik, dimana proses menggerakkan saklar bisa dikontrol sesuai kebutuhan. Dengan adanya fungsi *relay*, maka proses pengaliran aliran arus listrik dengan tegangan rendah bisa menjadi aliran dengan tegangan yang lebih tinggi. Relay bekerja dengan menggunakan elektromagnet yang bisa membuat benda bergerak. Di dalam relay elektromagnet akan dihubungkan dengan sumber listrik. Ketika elektromagnet dihubungkan ke sumber listrik dan diberikan arus listrik, maka saklar di dalam relay akan tertarik. Saklar berupa satu atau beberapa kontak yang membuka atau menutup suatu sirkuit listrik. Ketika saklar terhubung, maka arus listrik bisa mengalir melewati relay. Prinsip kerja relay ialah ketika sinyal atau arus listrik diterima oleh kumparan, maka kumparan akan menghasilkan medan magnet yang akan menarik atau mendorong kontak switch pada relay. Ketika kontak switch pada relay terhubung dan menutup sirkuit listrik, maka arus listrik akan mengalir.

### 2.8.2 Struktur Sederhana Relay

Relay terdiri dari sebuah Besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi (NO). Posisi Armature berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali lagi ke posisi Awal (NC). Coil yang digunakan oleh Relay untuk menarik Contact Point ke Posisi Close pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil. *Contact Point* (Kontak Poin) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup) dan *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka). Berikut gambar struktur sederhana relay :



Gambar 2.29 Struktur Sederhana Relay

## 2.9 LCD I2C

*Liquid Crystal Display* (LCD) adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan gambar agar terlihat.



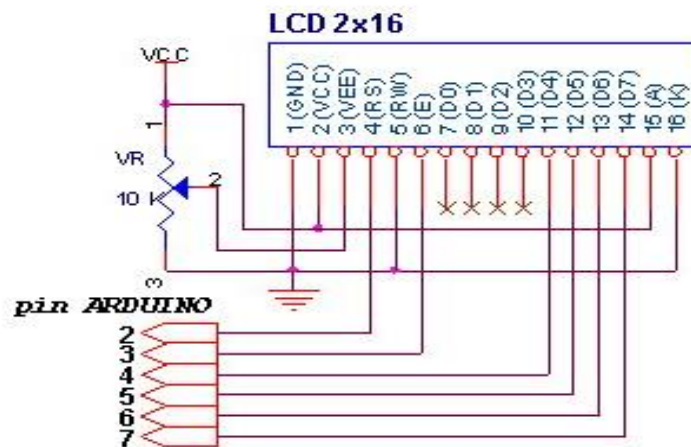
Teknologi *Liquid Crystal Display* (LCD) sudah banyak digunakan pada produk-produk seperti layar laptop, layar ponsel, layar multimeter, monitor komputer dan produk - produk elektronik lainnya. Pada proses pengasapan ikan salai otomatis LCD I2C berfungsi untuk menampilkan suhu dan kelembapan pada oven.



**Gambar 2.30** LCD I2C

### **2.9.1 Prinsip Kerja LCD I2C**

LCD I2C ialah dengan *Backlight* LCD berwarna putih akan memberikan pencahayaan pada Kristal Cair atau *Liquid Crystal*. Kristal cair akan menyaring backlight yang diterimanya dan mengaktifkan sesuai dengan sudut yang diinginkan sehingga menghasilkan warna yang dibutuhkan. Sudut Kristal Cair akan berubah apabila diberikan tegangan dengan nilai tertentu. Perubahan sudut dan penyaringan cahaya backlight pada kristal cair, cahaya backlight yang sebelumnya adalah berwarna putih dapat berubah menjadi berbagai warna. Jika ingin menghasilkan warna putih, maka kristal cair akan dibuka selebar-lebarnya sehingga cahaya backlight yang berwarna putih dapat ditampilkan sepenuhnya. Sebaliknya, apabila ingin menampilkan warna hitam, maka kristal cair harus ditutup serapat-rapatnya sehingga tidak adalah cahaya backlight yang dapat menembus. Berikut gambar wiring LCD I2C :



**Gambar 2.31** Skematik LCD I2C

### 2.9.2 Struktur LCD I2C

LCD (Liquid Crystal Display) adalah perangkat yang berfungsi sebagai media penampil dengan memanfaatkan kristal cair sebagai objek penampil utama. LCD tentunya sudah sangat banyak digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti media elektronik televisi, kalkulator, atau layar komputer sekalipun.

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 16x2 . LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Berdasarkan panjang data antarmuka LCD dibedakan menjadi 2 jenis yaitu, antarmuka 4 bit dan antarmuka 8 bit.

Berikut dibawah ini adalah fitur-fitur yang disajikan LCD :

- 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 black light.

Memori yang digunakan *microcontroller internal LCD* adalah :

1. *Display Data Random Access Memory* (DDRAM) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
2. *Character Generator Random Access Memory* (CGRAM) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. *Character Generator Read Only Memory* (CGROM) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register *control* yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah :

1. Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD dapat dibaca pada saat pembacaan data.
2. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD diantaranya adalah :

1. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
2. *Pin Register Select* (RS) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukkan data.
3. Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.
4. Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.

5. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

Pada laporan akhir ini aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 16x2 . LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Berdasarkan panjang data antarmuka LCD dibedakan menjadi 2 jenis yaitu, antarmuka 4 bit dan antarmuka 8 bit[8]. Berikut gambar Struktur LCD I2C :



**Gambar 2.32** LCD (Liquid Crystal Display) 16 x 2 dengan I2C

## 2.10 Buzzer

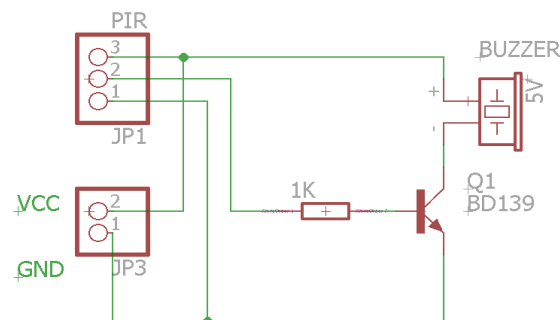
*Buzzer* sebuah komponen elektronika yang dapat menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi. *Buzzer* akan menghasilkan getaran suara ketika diberikan sejumlah tegangan listrik dengan taraf tertentu sesuai dengan spesifikasi bentuk dan ukuran *buzzer* itu sendiri. Buzzer sering digunakan sebagai alarm, yaitu dengan memberikan tegangan input maka *buzzer* akan menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi. Ketika proses pengasapan ikan salai otomatis sudah selesai dan *timer* sudah Off maka *buzzer* akan bunyi.



**Gambar 2.33** Buzzer

### 2.10.1 Prinsip Kerja Buzzer

Pada dasarnya, prinsip kerja dari buzzer yaitu suatu kumparan dialiri listrik maka akan menjadi elektromagnet sehingga mengakibatkan kumparan tertarik ke dalam ataupun ke luar tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang getaran suara maka setiap kumparan akan menggerakkan getaran suara secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer elektronika relatif lebih mudah untuk digerakkan. Buzzer elektronika dapat langsung diberikan tegangan listrik dengan taraf tertentu untuk dapat menghasilkan suara. Hal ini tentu berbeda dengan loud speaker yang memerlukan rangkaian penguat khusus untuk menggerakkan speaker agar menghasilkan suara yang dapat didengar oleh manusia. Berikut gambar *wairing* dari buzzer :



**Gambar 2.34** Wairing Buzzer

### 2.11 Lampu Bohlam

Lampu bohlam merupakan sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi kontak langsung dengan udara sehingga filamen dapat bertahan lama karena tidak terkena oksidasi. Pada sistem pengasapan ikan salai otomatis lampu bohlam ini digunakan sebagai penerang bagian dalam oven untuk mengetahui ikan sudah matang atau belum.



**Gambar 2.35** Lampu Bohlam

### 2.12 Sakelar

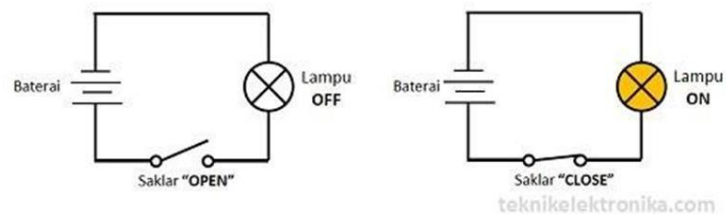
Sakelar adalah suatu komponen atau perangkat yang digunakan untuk memutuskan atau menghubungkan aliran listrik. Sakelar sederhana terdiri dari dua bilah konduktor (biasanya adalah logam) yang terhubung ke rangkaian eksternal, saat kedua bilah konduktor tersebut terhubung maka akan terjadi hubungan arus listrik dalam rangkaian. Sebaliknya, saat kedua konduktor tersebut dipisahkan maka hubungan arus listrik akan ikut terputus.



**Gambar 2.36** Sakelar On/Off

Sakelar menggunakan istilah *Normally Open* (NO) untuk sakelar yang berada pada keadaan terbuka (*open*) pada kondisi awal. Ketika ditekan, sakelar yang *Normally Open* (NO) tersebut akan berubah menjadi keadaan tertutup (*close*) atau “ON”.

Sedangkan *Normally Close* (NC) adalah sakelar yang berada pada keadaan tertutup (*close*) pada kondisi awal dan akan beralih ke keadaan terbuka (*open*) ketika ditekan. Dalam sistem pengasapan ikan salai otomatis, sakelar berfungsi sebagai on/off lampu bohlam di dalam oven.



**Gambar 2.37** Prinsip Kerja Sakelar

### 2.12 Fan Exhaust

*Exhaust fan* adalah kipas yang berfungsi untuk mensirkulasi udara di dalam oven. Prinsip kerja *exhaust fan* adalah dengan menarik udara yang ada di dalam oven, kemudian membuangnya ke luar oven.

Di dalam perancangan pengasapan ikan salai otomatis, *Exhaust Fan* berfungsi sebagai membuang asap yang ada di dalam oven agar suhu tidak melebihi dari 70 derajat yang di akibatkan dari asap yang tidak keluar.



**Gambar 2.38** Fan Exhaust

### 2.13 Katup

Katup atau valve adalah sebuah perangkat yang terpasang pada sistem perpipaan, yang berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran fluida dengan cara membuka, menutup atau menutup sebagian aliran fluida.

Katup/valve memiliki peran penting dalam suatu industri seperti industri migas yang meliputi pengaliran kedalam kolom destilasi dan mengontrol pengapian pada furnace.

Katup dapat dioperasikan secara manual, baik dengan menggunakan pegangan, tuas pedal dan lain sebagainya, selain dioperasikan secara manual valve dapat juga dioperasikan secara otomatis dengan menggunakan prinsip perubahan aliran, tekanan dan suhu. Perubahan tersebut akan mempengaruhi diafragma, pegas ataupun piston sehingga secara otomatis akan menggerakkan katup dengan sistem buka tutup.



**Gambar 2.39** Katup