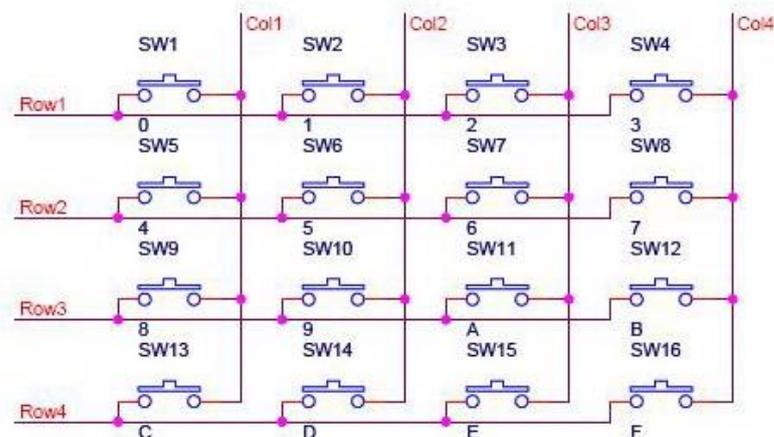


## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Keypad

Keypad berfungsi sebagai interface antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (*Human Machine Interface*). Matrix keypad 4×4 pada artikel ini merupakan salah satu contoh keypad yang dapat digunakan untuk berkomunikasi antara manusia dengan mikrokontroler. Matrix keypad 4×4 memiliki konstruksi atau susunan yang simple 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 dengan mikrokontroler. Konstruksi matrix keypad 4×4 untuk mikrokontroler dapat dibuat seperti pada gambar berikut.



**Gambar 2.1 Konstruksi Keypad 4x4**

(<http://elektronika-dasar.web.id/matrix-keypad-4x4/>)

Konstruksi matrix keypad 4×4 diatas cukup sederhana, yaitu terdiri dari 4 baris dan 4 kolom dengan keypad berupa saklar push buton yang diletakan disetiap persilangan kolom dan barisnya. Rangkaian matrix keypad diatas terdiri dari 16 saklar push buton dengan konfigurasi 4 baris dan 4 kolom. 8 line yang terdiri dari 4 baris dan 4 kolom tersebut dihubungkan dengan port mikrokontroler

8 bit. Sisi baris dari matrix keypad ditandai dengan nama Row1, Row2, Row3 dan Row4 kemudian sisi kolom ditandai dengan nama Col1, Col2, Col3 dan Col4. Sisi input atau output dari matrix keypad 4×4 ini tidak mengikat, dapat dikonfigurasi kolom sebagai input dan baris sebagai output atau sebaliknya tergantung programernya.

## 2.2 LCD (*Liquid Cristal Display*)

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit.

### 2.2.1 Material LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD adalah 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. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.



**Gambar 2.2** *Liquid Cristal Display (LCD)*

(<https://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>)

### 2.2.2 Pengendali / Kontroler LCD (Liquid Cristal Display)

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*). Microcontroller pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroller internal LCD adalah :

- a. **DDRAM** (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
- b. **CGRAM** (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
- c. **CGROM** (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) 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.

- a. **Register perintah** yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (*Liquid Cristal Display*) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- b. **Register data** yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau keDDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut keDDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

- a. **Pin data** adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- b. **Pin RS** (*Register Select*) 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.

- c. **Pin R/W (*Read Write*)** berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
- d. **Pin E (*Enable*)** digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- e. **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.

### 2.3 Sensor Proximity

Sensor proximity adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Sensor ini dalam dunia robot digunakan sebagai pendeteksi ada atau tidaknya suatu garis pembimbing gerak robot yang biasa disebut dengan “Line Follower Robot “ atau “Line Tracer Robot “. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi objek benda dengan jarak yang cukup dekat yaitu 1 mm sampai beberapa cm saja tergantung jenisnya. Sensor ini mempunyai tegangan kerja antara 10 – 30 Vdc dan ada pula yang menggunakan tegangan 100 – 200 VAC.



**Gambar 2.3** Sensor Proximity  
([www.sensor-proximity/amp/](http://www.sensor-proximity/amp/))

#### 2.3.1 Prinsip Kerja

Sensor ini memanfaatkan sifat cahaya yang akan dipantulkan jika mengenai benda berwarna terang dan akan diserap apabila mengenai benda berwarna gelap. Sumber cahaya yang digunakan adalah LED yang akan memancarkan cahaya merah dan yang bertindak sebagai penangkap cahaya LED adalah photodioda. Jika sensor berada di garis hitam maka photodioda akan

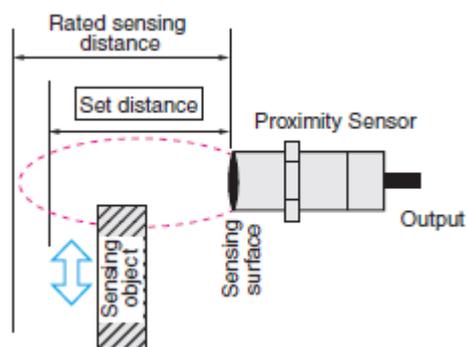
sedikit menerima pantulan cahaya, sebaliknya jika sensor berada di garis putih maka photodioda akan banyak menerima pantulan cahaya.

### 2.3.2 Jenis Proximity

- Proximity Inductive Berfungsi untuk mendeteksi objek besi.
- Proximity Capacitive Berfungsi mendeteksi semua objek baik metal maupun non – metal.

### 2.3.3 Jarak Diteksi

Adalah jarak dari posisi yang terbaca dan tidak terbaca sensor untuk operasi kerjanya. Mengatur jarak dari permukaan sensor memungkinkan sensor lebih stabil dalam pengoperasiannya. Posisi objek sensing transit ini adalah sekitar 70% – 80% dari jarak normal sensing.



**Gambar 2.4** Deteksi Proximity

([www.sensor-proximity.com/](http://www.sensor-proximity.com/))

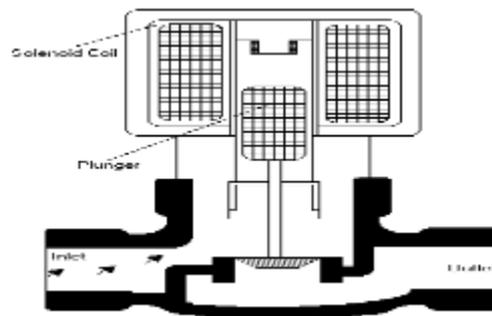
## 2.4 Solenoid Valve

Solenoid adalah peralatan yang dipakai untuk mengkonversi signal elektrik atau arus listrik menjadi gerak linear mekanik. Solenoid dibuat dari kumparan dan inti besi yang dapat digerakkan. Kekuatan menarik dan mendorong ditentukan oleh jumlah lilitan pada kumparan. Sentakan dari solenoid adalah sangat penting. Sentakan kecil akan dihasilkan tingkat operasi yang tinggi, dan daya yang dibutuhkan juga lebih sedikit.

Pipa katup, seperti keran untuk panas dan dingin air keran adalah jenis yang paling terlihat katup. Katup lain dijumpai pada setiap hari termasuk katup kontrol gas di kompor, katup kecil dipasang ke mesin cuci dan mesin pencuci piring, dan perangkat keamanan dipasang untuk sistem air panas.

Katup dapat dioperasikan secara manual, baik oleh tangan roda, tuas atau pedal. Katup mungkin juga otomatis, didorong oleh perubahan tekanan, temperatur, atau aliran. Perubahan ini dapat bertindak atas sebuah diafragma atau piston yang pada gilirannya mengaktifkan katup. Contoh dari jenis katup ditemukan biasanya adalah katup pengaman dipasang untuk system air panas atau boiler.

Sistem kontrol menggunakan katup lebih kompleks membutuhkan kontrol otomatis berdasarkan input eksternal (misalnya, mengatur mengalir melalui pipa ke set point berubah) membutuhkan aktuator. Sebuah aktuator akan stroke katup tergantung pada input dan set-up, sehingga katup yang akan diposisikan secara akurat, dan memungkinkan kontrol atas berbagai persyaratan.



**Gambar 2.5** Solenoid Valve

([www.electric-mechanic.blogspot.com](http://www.electric-mechanic.blogspot.com))

## 2.5 Kalor

Kalor di defnisikan sebagai suatu bentuk energi yang dapat berpindah atau mengalir dari benda yang memiliki kelebihan kalor menuju benda yang kekurangan kalor. Kalor biasanya dinyatakan dalam suhu. Satuan kalor di dalam satuan Internasional yaitu Joule, satuan kalor lainnya ialah kalori. 1 kalori di definisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan untuk memanaskan sebanyak 1 kg air sebesar 1<sup>0</sup>C.

1 kalori = 4.2 Joule dan 1 joule = 0.24 kalori

Kalorimeter terdiri dari dua buah bejana yang dipisahkan oleh sebuah ruang hampa udara, sendok pengaduk, tutup bejana yang terbuat dari kayu atau biasa disebut tutup isolator. Bejana kalorimeter bagian dalam terbuat dari aluminium yang mengkilat yang bertujuan untuk mencegah perpindahan kalor ke lingkungan.

Kapasitas kalor diartikan sebagai banyaknya kalor yang diserap oleh suatu benda bermassa tertentu untuk menaikkan suhu sebesar  $1^{\circ}\text{C}$ . Satuan kapasitas kalor dalam sistem International yaitu J/K Untuk mengetahui banyaknya kalor yang dilepas atau diterima oleh suatu zat digunakan persamaan :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

**Dimana :**

$Q$  = banyaknya kalor yang dilepas atau diterima oleh suatu benda (Joule)

$m$  = massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)

$c$  = kalor jenis zat ( $\text{J}/\text{Kg}^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Untuk menentukan kalor jenis suatu zat digunakan persamaan :

$$C = Q / m \cdot \Delta T$$

**Dimana :**

$C$  = kalor jenis zat ( $\text{J}/\text{Kg}^{\circ}\text{C}$ )

$Q$  = banyaknya kalor yang dilepas atau diterima oleh suatu benda (Joule)

$m$  = massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Untuk menentukan kapasitas kalor suatu zat digunakan persamaan :

$$C = Q / \Delta T$$

**Dimana :**

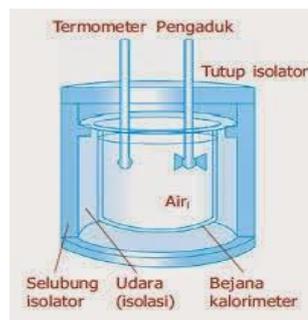
$C$  = kapasitas kalor (J/K)

$Q$  = banyaknya kalor (J)

$\Delta T$  = perubahan suhu (K)

Kapasitas kalor juga dapat ditentukan dengan persamaan lain,

$$C = m \cdot c$$



**Gambar 2.6** Sistem Kalor

([www.softilmu.com/Pengertian-Rumus-Satuan-Perpindahan- Kapasitas- Kalor-Jenis-.html/](http://www.softilmu.com/Pengertian-Rumus-Satuan-Perpindahan-Kapasitas-Kalor-Jenis-.html/))

## 2.6 Heater

Electrical Heating Element (elemen pemanas listrik) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri.

Bentuk dan type dari Electrical Heating Element ini bermacam disesuaikan dengan fungsi,tempat pemasangan dan media yang akan dipanaskan. Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (Resistance Wire) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan.

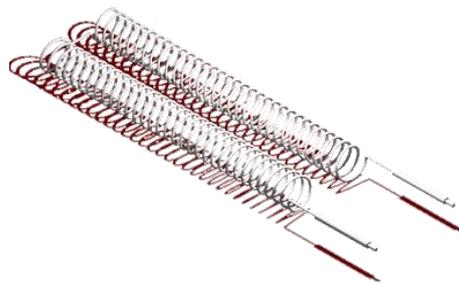


**Gambar 2.7** Resistance Wire

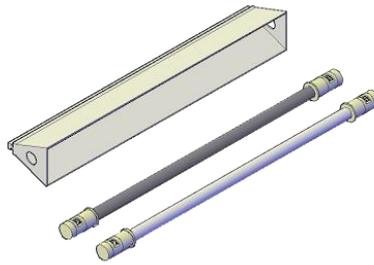
([www.heaterelemen.blogspot.com](http://www.heaterelemen.blogspot.com))

Ada 2 macam jenis utama pada elemen pemanas listrik ini yaitu :

1. Elemen Pemanas Listrik bentuk Dasar yaitu elemen pemanas dimana Resistance Wire hanya dilapisi isolator listrik, macam-macam elemen pemanas bentuk ini adalah : *Ceramik Heater, Silica* dan *Quartz Heater, Bank Channel Heater, Black Body Keramik Heater.*

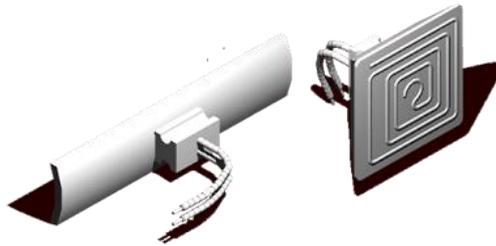


**Gambar 2.8** Coil Heater



**Gambar 2.9** Silica dan Ceramik Heater

([www.heaterelemen.blogspot.com](http://www.heaterelemen.blogspot.com))



**Gambar 2.10** Infrared Heater

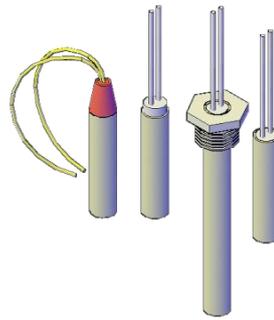
([www.heaterelemen.blogspot.com](http://www.heaterelemen.blogspot.com))

2. Elemen Pemanas Listrik Bentuk Lanjut merupakan elemen pemanas dari bentuk dasar yang dilapisi oleh pipa atau lembaran plat logam untuk maksud sebagai penyesuaian terhadap penggunaan dari elemen pemanas tersebut. Bahan logam yang biasa digunakan adalah : mild stell, stainless stell , tembaga dan kuningan. Heater yang termasuk dalam jenis ini adalah : *Tubular Heater, Catridge Heater , Band, Nozzle dan Stripe Heater.*

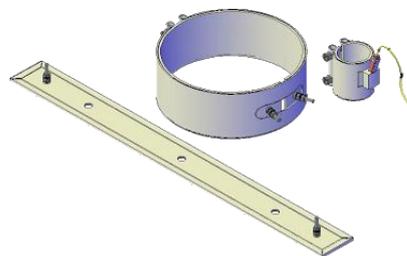


**Gambar 2.11** Tubular Heater

([www.heaterelemen.blogspot.com](http://www.heaterelemen.blogspot.com))



**Gambar 2.12** Cartridge Heater  
([www.heaterlemen.blogspot.com](http://www.heaterlemen.blogspot.com))



**Gambar 2.13** Band, Nozzle dan Stripe Heater  
([www.heaterlemen.blogspot.com](http://www.heaterlemen.blogspot.com))

## 2.7 Peltier

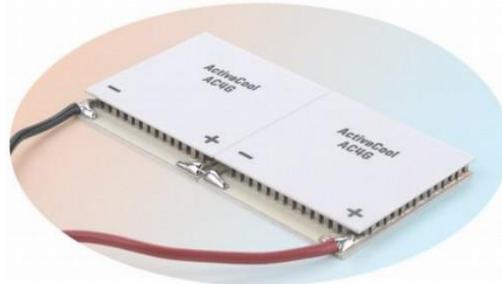
Pendingin Thermo-Electric (TEC), juga sering disebut pendingin Peltier atau pompa panas solid-state yang memanfaatkan efek Peltier. Saat TEC / Peltier dilewati arus maka alat ini akan memindahkan panas dari satu sisi ke sisi lain, biasanya menghasilkan perbedaan panas sekitar  $40^{\circ}\text{C}$  -  $70^{\circ}\text{C}$ .

Prinsip pendinginan Thermo-Electric ini ditemukan pertama kali pada tahun 1834 oleh Jean Peltier, sehingga hasil penemuannya ini sering disebut “Pendingin Peltier”. Ketika dua konduktor dihubungkan kontak listrik, elektron akan mengalir dari satu konduktor yang mempunyai elektron kurang terikat ke konduktor yang mempunyai elektron yang lebih terikat.

Bahan semikonduktor Thermo-Electric yang paling sering digunakan saat ini adalah *Bismuth Telluride* ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ). *Thermo-Electric* dibangun oleh dua buah semikonduktor yang berbeda, satu tipe N dan yang lainnya tipe P.

Sebuah *Thermo-Electric* akan menghasilkan perbedaan suhu maksimal  $70^{\circ}\text{C}$  antara sisi panas dan dinginnya. Apabila *Thermo-Electric* semakin panas maka

akan semakin kurang efisiensinya. *Thermo-Electric* mempunyai efisiensi sekitar 10% - 15%, sementara efisiensi model konvensional antara 40% - 60%.



**Gambar 2.14** Bentuk Peltier (TEC)  
([www.sandielektronik.com/pendingin-peltier.html/](http://www.sandielektronik.com/pendingin-peltier.html/))

### 2.7.1 Cara Kerja Peltier

Ketika dua konduktor dihubungkan kontak listrik, elektron akan mengalir dari satu konduktor yang mempunyai elektron kurang terikat ke konduktor yang mempunyai elektron yang lebih terikat. Alasan yang mudah untuk hal ini adalah tingkat perbedaan Fermi antara dua konduktor.

Perbedaan Fermi adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan bagian atas kumpulan tingkat energi elektron pada suhu nol absolut. Konsep ini berasal dari statistik Fermi-Dirac.

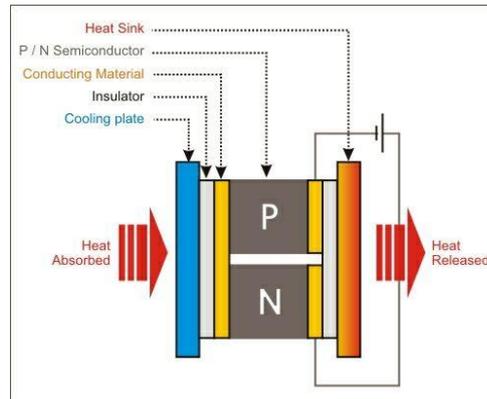
Konsep energi Fermi adalah konsep yang sangat penting untuk memahami sifat listrik dan termal pada benda padat. Kedua proses listrik dan termal biasanya melibatkan energi elektron.

Ketika dua konduktor dengan tingkat Fermi yang berbeda digabungkan, elektron akan mengalir dari konduktor dengan tingkat yang lebih tinggi ke tingkat yang lebih rendah, hingga perubahan potensial elektrostatik membawa dua tingkat Fermi menjadi nilai yang sama.

Arus yang melewati *Junction* baik arah maju maupun mundur akan menghasilkan perbedaan suhu. Jika suhu *Junction* panas (heat sink) bpat isa dijaga tetap rendah dengan mengurangi atau menghilangkan panas yang dihasilkan, maka suhu bagian yang dingin dapat dipertahankan sesuai dengan yang diinginkan dan bisa beberapa puluh derajat dibawah titik nol.

### 2.7.2 Konstruksi Peltier

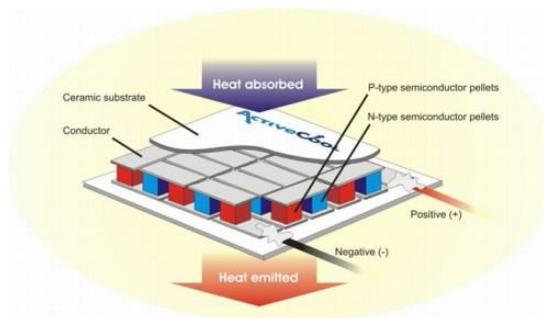
*Thermo-Electric* dibangun oleh dua buah semikonduktor yang berbeda, satu tipe N dan yang lainnya tipe P. (mereka harus berbeda karena mereka harus memiliki kerapatan elektron yang berbeda dalam rangka untuk bekerja). Kedua semikonduktor diposisikan paralel secara termal dan ujungnya digabungkan dengan lempeng pendingin biasanya lempeng tembaga atau aluminium.



**Gambar 2.15** Penampang Thermo-Electric

([www.sandielektronik.com/pendingin-peltier.html/](http://www.sandielektronik.com/pendingin-peltier.html/))

Ujung penghantar dari dua bahan yang berbeda dihubungkan ke sumber tegangan, dengan demikian arus listrik akan mengalir melalui dua buah semikonduktor yang terhubung secara seri. (lihat gambar diatas). Aliran arus DC yang melewati dua semikonduktor tersebut menciptakan perbedaan suhu. Sebagai akibat perbedaan suhu ini, Peltier pendingin menyebabkan panas yang diserap dari sekitar pelat pendingin akan pindah ke pelat lain (*heat sink*).



**Gambar 2.16** Proses pemindahan panas

([www.sandielektronik.com/pendingin-peltier.html/](http://www.sandielektronik.com/pendingin-peltier.html/))

Dalam prakteknya banyak pasangan *Thermo-Electric* (pasangan) seperti dijelaskan diatas, yang terhubung paralel dan diapit dua buah pelat keramik dalam

sebuah *Thermo-Electric* tunggal. Sedangkan besarnya perbedaan suhu panas dan dingin adalah sebanding dengan arus dan jumlah pasangan semikonduktor di unit.

### 2.7.3 Keuntungan Peltier

Kulkas/Almari Es dan pendingin ruangan memanfaatkan kompresor, kondensor dan refrigeran cair untuk mendapatkan suhu yang rendah, dengan sumber tegangan AC. Sementara *Thermo-Electric* menggunakan tegangan DC, heat sink dan semikonduktor. Perbedaan mendasar ini memberikan pendingin *Thermo-Electric* mempunyai keunggulan dibanding kompresor. Keunggulan itu antara lain:

1. Tidak ada bagian yang bergerak. Sehingga sangat sedikit atau bahkan tidak memerlukan perawatan. Hal ini sangat ideal untuk penggunaan yang mungkin sensitif terhadap getaran mekanis pendinginan.
2. Tidak ad zat pendingin semisal CFC yang berpotensi membahayakan.
3. Mengurangi kebisingan semisal kipas pendingin sementara memberikan pendinginan yang lebih besar.
4. Cocok untuk aplikasi-aplikasi yang berukuran kecil semisal mikroelektronik.
5. Umur panjang, lebih dari 100.000 jam MTBF (Mean Time Between Failures).
6. Mudah dikontrol (dengan tegangan dan arus).
7. Respon dinamis cepat.
8. Dapat memberikan pendinginan di bawah suhu lingkungan.
9. Ukuran kecil dan ringan.

### 2.7.4 Kekurangan Peltier

**Kekurangan Peltier antara lain adalah :**

1. Mempunyai keterbatasan untuk panas yang dihasilkan
2. Lempeng pendinginan dan pemanasan sebanding, semakin rendah sisi panas, maka sisi dingin juga semakin rendah juga.
3. Tidak efisien

## 2.8 Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut.

### 2.8.1 Bagian Atau Komponen Utama Motor DC

**2.8.1.1. Kutub medan.** Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.

**2.8.1.2 Current 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.

**2.8.1.3 Commutator.** Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC.

Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.



**Gambar 2.17** Motor Dc

([www.elektronika-dasar.web.id/teori-motor -dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/](http://www.elektronika-dasar.web.id/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/))

Keuntungan utama motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor ini dapat dikendalikan dengan mengatur:

1. Tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan
2. Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan.

### **2.8.2 Jenis-Jenis Motor DC**

Jenis-jenis motor DC ada beberapa macam yaitu :

**2.8.2.1 Motor DC sumber daya terpisah/ Separately Excited**, Jika arus medan dipasok dari sumber terpisah maka disebut motor DC sumber daya terpisah/separately excited.

**2.8.2.2 Motor DC sumber daya sendiri/ Self Excited**, Pada jenis motor DC sumber daya sendiri di bagi menjadi 3 tipe sebagai berikut :

**2.8.2.3 Motor DC Tipe Shunt** Pada motor shunt, gulungan medan (medan shunt) disambungkan secara paralel dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu total arus dalam jalur merupakan penjumlahan arus medan dan arus dinamo.

Karakter kecepatan motor DC tipe shunt adalah :

1. Kecepatan pada prakteknya konstan tidak tergantung pada beban (hingga torque tertentu setelah kecepatannya berkurang) dan oleh karena itu cocok untuk penggunaan komersial dengan beban awal yang rendah, seperti peralatan mesin.
2. Kecepatan dapat dikendalikan dengan cara memasang tahanan dalam susunan seri dengan dinamo (kecepatan berkurang) atau dengan memasang tahanan pada arus medan (kecepatan bertambah).

### **2.8.2.4 Motor DC Tipe Seri**

Dalam motor seri, gulungan medan (medan shunt) dihubungkan secara seri dengan gulungan dinamo (A). Oleh karena itu, arus medan sama dengan arus dinamo.

Karakter kecepatan dari motor DC tipe seri adalah :

1. Kecepatan dibatasi pada 5000 RPM
2. Harus dihindarkan menjalankan motor seri tanpa ada beban sebab motor akan mempercepat tanpa terkendali.

## 2.9 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya begini, posisi poros output akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem kontrol loop tertutup, perhatikan contoh sederhana beberapa aplikasi lain dari sistem kontrol loop tertutup, seperti penyetelan suhu pada AC, kulkas, setrika dan lain sebagainya.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya.



### Gambar 2.18 Motor Servo

([www.elektronika-dasar.web.id/teori-motor -dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/](http://www.elektronika-dasar.web.id/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/))

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo rotation  $180^{\circ}$  dan servo rotation continuous.

1. Motor servo standard (servo rotation  $180^{\circ}$ ) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya  $90^{\circ}$  kearah kanan dan  $90^{\circ}$  kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau  $180^{\circ}$ .
2. Motor servo rotation continuous merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standard, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

#### 2.10 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroller yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroller. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC.

##### 2.10.1 Spesifikasi

**Tabel 2.1** Spesifikasi Arduino Mega 2560

(<http://belajarelektronika.net/pengertian-dan-fungsi-arduino-mikrokontroler/>)

Chip mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan, via jack DC)	7V - 12V
Tegangan input (limit, via jack DC)	6V - 20V
Digital I/O pin	54 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM output
Analog Input pin	16 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	101.5 mm x 53.4 mm
Berat	37 g



**Gambar 2.19** Arduino Mega 2560

(<http://belajarelektronika.net/pengertian-dan-fungsi-arduino-mikrokontroler/>)

### 2.10.2 Sumber Daya

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER.

Papan Arduino ATmega2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt.

Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

1. **VIN** : Adalah input tegangan untuk papan 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.
2. **5V** : 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.

3. **3V3** : 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.
4. **GND** : Pin Ground atau Massa.
5. **IOREF** : 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.

### 2.10.3 Memori

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

### 2.10.4 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 (yang terputus secara default) sebesar 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus, antara lain:

1. **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.
2. **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 berubah nilai.

3. **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.
4. **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).
5. **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:

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.

### 2.10.5 Komunikasi

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroler lainnya. Arduino ATmega328 menyediakan 4 hardware komunikasi serial UART TTL (5 Volt). Sebuah chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai COM Port Virtual (pada Device komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer, untuk sistem operasi Windows masih tetap memerlukan file inf, tetapi untuk sistem operasi OS X dan

Linux akan mengenali papan sebagai port COM secara otomatis. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui chip USB-to-serial yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1).

Sebuah perpustakaan Software Serial memungkinkan untuk komunikasi serial pada salah satu pin digital Mega2560. ATmega2560 juga mendukung komunikasi TWI dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Wire digunakan untuk menyederhanakan penggunaan bus TWI. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

### 2.10.6 Pemrograman

Arduino Mega dapat diprogram dengan software Arduino. ATmega2560 pada Arduino Mega sudah tersedia *preburned* dengan *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk meng-*upload* kode baru tanpa menggunakan programmer *hardware* eksternal. Hal ini karena komunikasi yang terjadi menggunakan protokol asli STK500. Anda juga dapat melewati (bypass) *bootloader* dan program mikrokontroler melalui pin *header ICSP (In-Circuit Serial Programming)*.

Chip ATmega16U2 (atau 8U2 pada board Rev. 1 dan Rev. 2) *source code firmware* tersedia pada repositori Arduino. ATmega16U2/8U2 dapat dimuat dengan *bootloader* DFU, yang dapat diaktifkan melalui:

1. Pada papan Revisi 1 : Menghubungkan jumper solder di bagian belakang papan (dekat dengan peta Italia) dan kemudian akan me-reset 8U2.
2. Pada papan Revisi 2 : Ada resistor yang menghubungkan jalur HWB 8U2/16U2 ke ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.

Kemudian Anda dapat menggunakan Atmel FLIP software (sistem operasi Windows) atau DFU programmer (sistem operasi Mac OS X dan Linux) untuk memuat *firmware* baru. Atau Anda dapat menggunakan pin *header ISP* dengan programmer eksternal (overwrite DFU *bootloader*).

