

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tinjauan Pustaka

Pendingin termoelektrik telah banyak dipakai di beberapa bidang kehidupan. Salah satu penelitian yang sudah dilakukan oleh Johan dalam skripsi “*Model Pengatur Temperatur Air Laut Otomatis Dengan Water Block Berbasis Microcontroller ATmega8535*”. Penelitian tersebut mencoba membangun sebuah sistem pendingin dan pemanas yang digunakan untuk mendinginkan atau memanaskan sebuah akuarium dengan volume air sebanyak 5 liter.

Sistem pendingin dan pemanas yang digunakan dapat mempertahankan suhu air di dalam akuarium pada nilai tertentu. Pengaturan suhu air dilakukan melalui sebuah *keypad*. Nilai *setpoint* suhu akuarium dan suhu aktual ditampilkan pada sebuah layar LCD.

Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Franz Louie Chua, *et.al*, yang berjudul “*Quikchill : thermoelectric water cooler*” mencoba menerapkan pendingin termoelektrik untuk mendinginkan air keran. Penelitian tersebut berhasil membuat sebuah prototipe yang dapat mendinginkan air hingga suhu 14°C. Alat tersebut mengkonsumsi daya 16W dan mampu mendinginkan air sampai 4°C di bawah suhu ruangan dalam waktu 20 menit.

Penelitian yang akan dilakukan pada tugas akhir ini lebih menekankan pada pembuatan sistem pendingin komputer yang memiliki kapasitas pendinginan di antara sistem pendingin berbasis air dan sistem pendingin *phase change* serta lebih ramah lingkungan. Pembuatan sistem pendingin dalam penelitian ini termasuk sistem kendali temperatur serta filter penghalus tegangan masukan apabila dibutuhkan.

## 2.2. Komputer Pribadi

Komputer pribadi atau *personal computer* (PC) adalah sebuah komputer yang bersifat serbaguna, harganya terjangkau serta ditujukan untuk pemakaian perorangan (*personal*). Dalam dunia bisnis komputer pribadi sering digunakan sebagai pengolah data, pengetikan, publikasi dan sebagainya. Di lingkungan rumah tangga, komputer pribadi biasanya dimanfaatkan untuk mengakses internet, multimedia, dan kegiatan sehari-hari lain yang membutuhkan komputer. Komputer pribadi dapat berupa desktop, laptop, tablet, serta mini komputer.



Gambar 2.1. Komputer Pribadi Tipe Desktop  
([https://www.computertown.com.au/package\\_deals/images\\_large/MAXI-HM.jpg](https://www.computertown.com.au/package_deals/images_large/MAXI-HM.jpg))

Istilah komputer pribadi (PC) awalnya dipakai untuk mendefinisikan komputer IBM yang sangat berlawanan dengan komputer Apple Macintosh. Perbedaan tersebut secara teknis maupun budaya pada awal diciptakan komputer personal, ketika IBM dan Apple adalah dua produsen besar yang bersaing ketat. Semula, IBM adalah komputer yang menggunakan mikroprosesor Intel dan sistem operasi DOS atau Windows, sedangkan Apple Macintosh menggunakan mikroprosesor Motorola dan sistem operasi Mac. Komputer IBM banyak dipakai dalam dunia bisnis dan Apple Macintosh lebih sering dipakai untuk desain grafis dan publikasi. Saat ini perbedaan tersebut sudah semakin berkurang namun masyarakat masih membedakan istilah antara komputer pribadi (PC) dan Mac.

### 2.3. Komponen-komponen Komputer

Di dalam sebuah komputer terdapat komponen-komponen yang dibutuhkan untuk dapat menjalankan komputer itu sendiri. Komponen-komponen tersebut antara lain prosesor, motherboard, memori, kartu grafis, media penyimpanan, catu daya, serta perangkat masukan dan keluaran (*Input/Output*). Dari komponen-komponen yang telah disebutkan ada dua di antaranya yang menjadi perhatian khusus karena emisi energi panas yang lebih tinggi dari komponen-komponen lain yaitu prosesor dan kartu grafis.

#### 1) Prosesor komputer

Prosesor komputer yaitu tempat pemrosesan utama pada komputer. Ibarat otak manusia, sebuah prosesor sebenarnya terdiri dari sistem yang rumit dan dikemas dalam satu chip. Tanpa prosesor, komputer tidak akan berfungsi sebagaimana mestinya.



Gambar 2.2. Prosesor Komputer

([https://tahadoshop.com/image/cache/catalog/Intel Core i5-7500/Intel Core i5-7500 \(3\)-500x445.jpg](https://tahadoshop.com/image/cache/catalog/Intel Core i5-7500/Intel Core i5-7500 (3)-500x445.jpg))

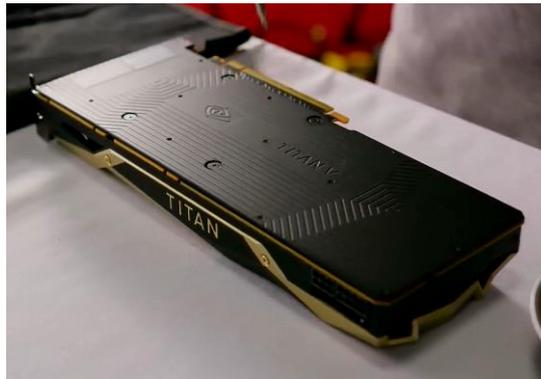
Di dalam prosesor terdapat chip yang terbuat dari semikonduktor silikon. Chip silikon tersebut ditanami transistor-transistor yang merupakan komponen penyusun rangkaian prosesor. Dalam satu prosesor bisa terdapat hingga puluhan juta transistor.

Prosesor terdiri dari dua bagian penting yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras prosesor berupa transistor-transistor yang sudah disebutkan pada paragraf sebelumnya. Selain itu terdapat perangkat lunak yang menangani proses-proses di dalam prosesor yang disebut dengan *microcode*.

Prosesor komputer harus memiliki kecepatan yang lebih tinggi dari komponen-komponen lain seperti memori dan media penyimpanan. Kecepatan yang lebih tinggi berfungsi untuk mencegah terjadinya *bottle neck* pada sistem komputer. Selain itu, kecepatan yang tinggi menyebabkan naiknya konsumsi daya sehingga emisi energi panas dari prosesor menjadi tinggi.

2) Kartu grafis (VGA Card)

Kartu grafis adalah komponen yang berguna untuk menampilkan antarmuka pengguna (*user interface*) komputer pada layar. Di dalam kartu grafis sendiri ada dua komponen utama yaitu memori dan prosesor grafis. Kartu grafis berkomunikasi dengan prosesor komputer melalui konektor PCI Express (*Peripheral Component Interconnect Express*).

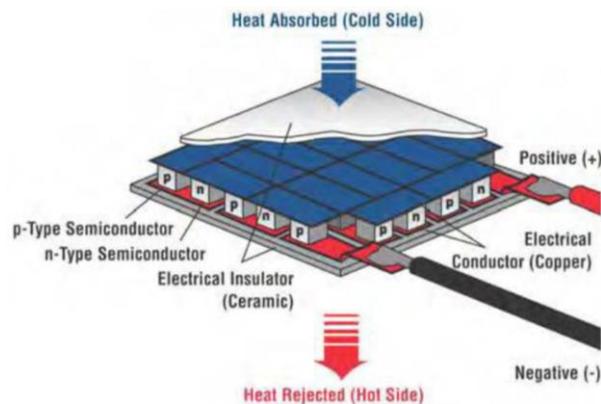


Gambar 2.3. Kartu Grafis  
(<https://youtu.be/48CXKwDVmXE>)

Selain menampilkan antarmuka pengguna, kartu grafis memiliki fungsi lain seperti pengolah gambar (*computer vision*), kecerdasan buatan, serta tugas-tugas lain yang kompleks. Kartu grafis yang ada saat ini pada dasarnya memang didesain untuk menyelesaikan tugas yang kompleks secara cepat. Oleh karena itu, sama seperti prosesor komputer konsumsi daya kartu grafis relatif lebih tinggi dari komponen-komponen lain. Jika konsumsi dayanya semakin tinggi maka emisi energi panas akan semakin tinggi pula.

## 2.4. Modul Termoelektrik

Modul termoelektrik yaitu komponen elektronik yang dapat berfungsi sebagai pompa energi panas. Modul termoelektrik terdiri atas beberapa pasang semikonduktor tipe P dan semikonduktor tipe N yang tersambung secara seri dan diapit sepasang lempengan keramik. Lapisan keramik berfungsi sebagai pelindung semikonduktor yang ada di dalamnya serta isolator arus listrik.



Gambar 2.4. Modul Termoelektrik  
(<http://www.ijejournal.com/papers/Vol.4-Iss.2/D04022030.pdf>)

### 1) Prinsip kerja

Semikonduktor tipe N memiliki kelebihan elektron, sedangkan semikonduktor tipe P kekurangan elektron. Ketika beberapa semikonduktor tipe N dan tipe P dikelompokkan secara berpasangan maka akan membentuk sekumpulan termokopel yang terhubung seri secara elektrik dan terhubung paralel secara termal. Termokopel-termokopel tersebut terhubung secara elektrik melalui konduktor tembaga dan terhubung secara termal melalui lapisan keramik.

Elektron bergerak dari semikonduktor tipe P ke semikonduktor tipe N melalui konduktor elektrik, kemudian elektron akan berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi dengan menyerap energi panas. Saat elektron akan kembali ke semikonduktor tipe P melalui konduktor elektrik, elektron akan melepaskan energi panas.

## 2) Parameter-parameter pada modul termoelektrik

Ada beberapa parameter yang harus diperhatikan sebelum menerapkan modul termoelektrik pada sebuah sistem pendingin. Parameter-parameter tersebut antara lain:

### a. Temperatur sisi dingin modul termoelektrik ( $T_c$ )

Apabila objek yang akan didinginkan bersentuhan langsung dengan sisi dingin modul termoelektrik maka temperatur objek sama dengan temperatur sisi dingin modul termoelektrik. Sebaliknya, jika objek tersebut tidak bersentuhan langsung maka temperatur sisi dingin modul termoelektrik harus beberapa kali lebih dingin dari objek yang didinginkan.

### b. Temperatur sisi panas modul termoelektrik ( $T_h$ )

Temperatur sisi panas modul termoelektrik dipengaruhi oleh dua hal yaitu temperatur lingkungan sekitar dan efisiensi dari *heatsink* yang menempel pada sisi panas modul termoelektrik. Temperatur sisi panas dari modul termoelektrik harus dibuat serendah mungkin untuk memperoleh temperatur sisi dingin yang lebih rendah.

### c. Beda temperatur ( $\Delta T$ )

Beda temperatur ada dua macam yaitu beda temperatur aktual dan beda temperatur sistem. Beda temperatur aktual adalah selisih antara temperatur sisi dingin ( $T_c$ ) dan sisi panas ( $T_h$ ) modul termoelektrik.

$$\Delta T = T_h - T_c \quad (2.1)$$

Beda temperatur sistem adalah selisih antara temperatur objek yang didinginkan dan temperatur lingkungan sekitar.

d. Beban pendinginan ( $Q_c$ )

Parameter yang paling penting dalam merancang sebuah sistem pendingin berbasis modul termoelektrik yaitu beban pendinginan. Beban pendinginan adalah besarnya energi panas yang harus dilepas oleh sistem agar temperatur sistem konstan pada nilai tertentu. Besarnya beban pendinginan dipengaruhi oleh massa objek yang didinginkan ( $m$ ), kalor jenis benda ( $C$ ) dan beda temperatur sistem ( $\Delta T$ ).

$$Q_c = m C \Delta T \quad (2.2)$$

e. Koefisien Seebeck ( $\alpha$ )

Ketika modul termoelektrik diberi tegangan listrik maka akan terjadi perbedaan temperatur pada kedua sisinya. Kejadian itu disebut efek Seebeck yang dirumuskan dengan:

$$V_{max} = \alpha T_h \quad (2.3)$$

$V_{max}$  adalah tegangan Seebeck atau tegangan maksimal pada saat terjadi efek Seebeck. Kemudian,  $\alpha$  adalah koefisien Seebeck.

f. Hambatan termal ( $\theta$ )

Hambatan termal modul termoelektrik dapat dirumuskan dengan:

$$\theta = \frac{\Delta T_{max}}{V_{max} I_{max}} \frac{2T_h}{(T_h - \Delta T_{max})} \quad (2.4)$$

$\Delta T_{max}$  yaitu beda temperatur maksimal,  $V_{max}$  adalah tegangan maksimal dan  $I_{max}$  adalah arus maksimal saat  $T_h$  stabil pada nilai tertentu. Nilai  $\Delta T_{max}$ ,  $V_{max}$  dan  $I_{max}$  bisa didapatkan pada *datasheet* modul termoelektrik.

g. Hambatan listrik ( $R$ )

Nilai hambatan listrik modul termoelektrik selalu berubah setiap ada perubahan suhu. Oleh karena itu hambatan listrik modul dihitung dengan rumus:

$$R = \frac{V_{max}}{I_{max}} \left( \frac{T_h - \Delta T_{max}}{T_h} \right) \quad (2.5)$$

- h. Kalor yang diserap pada sisi dingin ( $q_{Ab}$ )

Kalor yang diserap modul termoelektrik dihitung menggunakan rumus:

$$q_{Ab} = \alpha IT_c - \frac{\Delta T}{\theta} - \frac{1}{2}I^2R \quad (2.6)$$

$I$  adalah arus listrik pada saat modul termoelektrik beroperasi yang nilainya belum tentu sama dengan  $I_{max}$ . Kemudian  $T_c$  adalah temperatur sisi dingin dari modul termoelektrik dan  $\Delta T$  adalah beda temperatur pada saat modul termoelektrik beroperasi. Nilai  $\Delta T$  juga belum tentu sama dengan  $\Delta T_{max}$  dari *datasheet*.

- i. Kalor yang dilepas pada sisi panas ( $q_{Em}$ )

Ada beberapa pendekatan untuk mengukur kalor yang dilepas pada sisi panas modul termoelektrik. Pada tugas akhir ini digunakan konsep:

$$q_{Em} = q_{Ab} + P_{in} \quad (2.7)$$

$P_{in}$  yaitu daya yang dimasukkan pada modul termoelektrik yang dirumuskan dengan:

$$P_{in} = V_{in}I \quad (2.8)$$

$V_{in}$  yaitu tegangan yang diberikan pada modul termoelektrik dan  $I$  adalah arus listrik pada saat modul tersebut beroperasi.

- j. Sistem pengendali temperatur

Sistem pengendali temperatur merupakan parameter selanjutnya yang tidak kalah penting. Sistem pengendali temperatur dibutuhkan agar suhu modul termoelektrik tetap stabil sesuai kebutuhan. Kendali on-off dengan termostat adalah sistem kendali temperatur yang umum dipakai saat ini. Alternatif lain yang dapat digunakan yaitu dengan sebuah modul motor *driver* yang terhubung dengan mikrokontroler.

## 2.5. Mikrokontroler ATmega2560

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dibuat untuk tujuan khusus yang dikemas dalam sebuah sirkuit terpadu (*Integrated Circuit/IC*). Dalam sebuah IC mikrokontroler terdapat CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, konektor *input/output*, ADC, dan lainnya. Mikrokontroler adalah komponen yang umum dipakai dalam sistem elektronik modern. Mulai dari alat transportasi, alat elektronik, dan alat kesehatan digital saat ini sudah menggunakan mikrokontroler.

Arduino Mega 2560 adalah sistem minimum berbasis mikrokontroler ATmega2560. Sistem minimum ini memiliki 54 pin input/output digital (15 pin diantaranya memiliki fungsi PWM), 16 pin input analog, 4 pasang pin komunikasi serial, osilator kristal 16 MHz, serta konektor USB. Arduino Mega 2560 beroperasi pada tegangan 5 Volt dan arus 20 mA pada setiap konektor *input/output*.



Gambar 2.5. Arduino Mega 2560  
(<https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>)

## 2.6. Sensor Suhu Dallas 18B20

Dallas 18B20 adalah IC sensor suhu digital yang memiliki keluaran suhu dalam derajat celsius dengan resolusi 9 sampai 12 bit. Setiap sensor suhu Dallas 18B20 ini memiliki kode identifikasi unik sehingga lebih dari satu sensor tipe ini dapat disambungkan dalam satu kabel. Sensor ini juga dapat berfungsi tanpa menyambungkan sumber tegangan pada pin Vcc, karena sifatnya yang dapat mengambil sumber tegangan dari pin data (DQ).



Gambar 2.6. Sensor Suhu Dallas 18B20

(<http://i.ebayimg.com/images/i/131116100991-0-1/s-11000.jpg>)

Sensor suhu Dallas 18B20 memiliki akurasi 0,5°C pada suhu -10°C sampai +85°C. Sensor tersebut beroperasi pada -55°C sampai +125°C. Sensor Dallas 18B20 dihubungkan ke mikrokontroler dengan sebuah resistor *pull up* sebesar 4,7k $\Omega$  antara pin Vcc dan DQ.

## 2.7. Teknologi Pendingin Komputer

Ada 2 sistem pendingin prosesor yang mampu menyerap energi panas dalam jumlah besar yang beredar di pasaran yaitu pendingin berbasis air dan pendingin aktif berbasis termoelektrik. Kedua sistem pendingin tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing yang akan disajikan pada poin-poin di bawah.

1) Sistem pendingin berbasis air

Kelebihan:

- a. Dapat menyerap energi panas lebih besar dari sistem pendingin standar (*heatsink* + kipas).
- b. Polusi suara yang ditimbulkan lebih rendah.
- c. Dari segi estetika dapat membuat komputer terlihat lebih artistik.

Kelemahan:

- a. Harga komponen-komponennya relatif mahal.
- b. Sangat rawan terjadi kebocoran apabila menggunakan komponen yang berkualitas rendah.
- c. Proses perencanaan dan pemasangan relatif sulit.
- d. Membutuhkan perawatan yang tidak mudah.



Gambar 2.7. Sistem Pendingin berbasis Air  
(<https://3dnews.ru/assets/external/illustrations/2014/10/23/904045/tt-core2.jpg>)

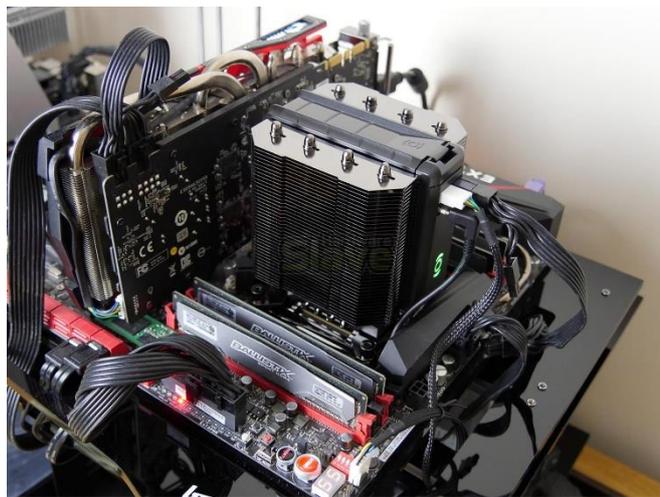
2) Sistem pendingin aktif berbasis termoelektrik

Kelebihan:

- a. Dapat menyerap energi panas yang besar dengan komponen yang kecil.
- b. Pemasangan sangat mudah seperti sistem pendingin standar.

Kelemahan:

- a. Apabila udara di sekitar sistem terlalu lembab akan menyebabkan terbentuknya embun yang dapat merusak komponen-komponen komputer.
- b. Untuk mencapai kinerja maksimal membutuhkan pengendalian iklim yang rumit.



Gambar 2.8. Sistem Pendingin Aktif berbasis Termoelektrik  
(<https://www.hardwareslave.com/wp-content/uploads/2016/09/P1120845.jpg>)