

# **SKRIPSI**

## **KAJI EKSPERIMENTAL EFEKTIVITAS *COOLING TOWER* MINI PADA KOMPUTER**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan  
Pendidikan Tingkat Sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Bengkulu



**Oleh :**

**STEVAN INDO MARTHA**  
**G1C007046**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BENGKULU  
2014**

## **HALAMAN PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini yang berjudul **“Kaji Eksperimental Efektivitas *Cooling Tower* Mini Pada Komputer”** tidak terdapat karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis sebagai acuan di dalam naskah dan buku sebagaimana yang disebutkan di dalam daftar pustaka.

**Bengkulu, Juni 2014**

**Stevan Indo Martha  
NPM. G1C007046**

# MOTTO

**"Barang siapa merintis jalan mencari ilmu maka Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga". (HR. Muslim)**

**Skripsi ini Ku Persembahkan kepada:**

- *ALLAH SWT yang telah memberikan ku anugrah , hidayah dan teguran-teguran yang telah membuat semuanya menjadi tenang dan damai.*
- *Mama Netti Anggraini S.Pd. dan Papa Asril yang tak henti-hentinya berdoa dan memohon kepada kepada ALLAH SWT untuk hal kebaikan dan Kesuksesan anaknya.*
- *Kedua Adik Ku tersayang Faisal Bellardo dan Astri Irvanora yang selalu menjadi api semangat ku.*
- *Nui, Seseorang yang selalu memberiku harapan terbaik di hidup ini*
- *SapruL, Pamungkas, Timbul, Kiting, Jegonk, Lekjo, Kocol, Ndut, Toni Vhitho, Bro L. Roy Marpaung, Aldi merupakan Sahabat-sahabat terbaik yang selalu menjadi tempat berbagi tangis serta tawa dalam cerita skripsi ini.*
- *Sahabat-sahabatku di teknik mesin angkatan 2007 yang selalu memberi dukungan, hiburan dan semangat.*
- *Sahabat-sahabat Gang Kusut Pondokan Nikita, Inal, Yom, Bang Pendra, Yosa, Bobi, Abg Bayu dan Ayuk Sri, Fauzi Curup.*
- *Teman – teman kerja di Tiara Sella Om Maryadi, Wak Narto, Dank Hegar, Agnes Shincan, dank Sudar, Om Soleh, MbK Melly, MbK Nurma*
- *Seluruh sanak famili yang telah memberikan perhatian dan semangat.*
- *Almamater yang Ku banggakan.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran allah swt yang telah memberikan rahmat, hidayah serta karunia-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Kaji Eksperimental Efektivitas *Cooling Tower Mini* pada Komputer”**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar sarjana teknik pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Bengkulu. Dalam penyusunan skripsi ini penulis dibantu dan didukung oleh berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Khairul Amri, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.
2. Bapak Angky Puspawan, S.T., M. Eng. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Bengkulu, sekaligus dosen pembimbing pertama yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan dan motivasi yang sangat bermanfaat dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Afdhal Kurniawan M., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah sangat banyak membantu arahan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini
4. Bapak Hendri Hestiawan, S.T., M.T., M.M. selaku dosen penguji utama yang telah banyak membantu dalam proses penyelesaiann skripsi ini.
5. Bapak Zuliantoni, S.T., M.T. selaku dosen penguji utama yang telah banyak membantu dalam proses penyelesaiann skripsi ini
6. Seluruh dosen beserta staf karyawan Program Studi Teknik Mesin Universitas Bengkulu yang membantu dalam administrasi kampus.
7. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan informasi.

Penulis menyadari dalam skripsi ini masih terdapat kekurangan baik dari segi materi maupun sistematika penulisannya, hal ini dikarenakan masih terbatasnya kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu,

penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun sebagai sarana untuk lebih menyempurnakan penulisan dikemudian hari. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi semua pihak.

**Bengkulu, Juni 2014**

**Penulis**

**Stevan Indo Martha**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN URAIAN SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1. Pengertian <i>Cooling Tower</i> .....	4
2.2. Jenis-jenis <i>Cooling Tower</i> .....	4
2.2.1 Jenis <i>Atmosferik</i> .....	4
2.2.2 jenis <i>Mechanical Draft</i> .....	7
2.3. Sistem Kerja dari <i>Cooling Tower</i> .....	11
2.4. Kinerja <i>Cooling Tower</i> .....	13
2.4.1 <i>Range</i> .....	14
2.4.2 <i>Approach</i> .....	14
2.4.3 Efektivitas .....	14
2.4.4 Kapasitas Pendinginan <i>Cooling Tower</i> .....	15

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Metode Penelitian.....	16
3.2. Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	16
3.3 Perancangan Alat.....	17
3.3.1 Dimensi Alat dan Bahan.....	17
3.3.2 Skema Instalasi Pengujian.....	26
3.4 Prosedur Pengujian Dan Pengambilan Data .....	28

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil dan Perhitungan.....	28
4.2. Pembahasan .....	36

### **BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	39
5.2. Saran .....	39

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Cooling Ponds</i> .....	5
Gambar 2.2	<i>Cooling Tower Natural Draft Crossflow</i> .....	6
Gambar 2.3	<i>Natural draft Counterflow</i> .....	6
Gambar 2.4	<i>Forced Draft Tower</i> .....	7
Gambar 2.5	<i>Induced Draft Tower Crossflow</i> .....	8
Gambar 2.6	Pengaplikasian <i>Cooling Tower Induced draft Tower</i> <i>Crossflow</i> .....	9
Gambar 2.7	<i>Counterflow Tower</i> .....	10
Gambar 2.8	Pengaplikasian <i>Cooling Tower tipe Induced draft tower</i> <i>Counterflow</i> .....	10
Gambar 2.9	<i>Spray filled Tower</i> .....	11
Gambar 2.10	Diagram skematik sistem <i>Cooling Tower</i> .....	12
Gambar 2.11	<i>Range dan Approach</i> .....	13
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian .....	17
Gambar 3.2	<i>Waterblock</i> .....	19
Gambar 3.3	Selang .....	19
Gambar 3.4	Kipas angin ( <i>Fan</i> ) .....	20
Gambar 3.5	Klem .....	21
Gambar 3.6	Pompa .....	22
Gambar 3.7	Reservoir .....	23
Gambar 3.8	Penyambung selang ( <i>Coupler</i> ) .....	24
Gambar 3.9	Nozzle.....	24
Gambar 3.10	<i>Thermometer Thermocouple</i> .....	25
Gambar 3.11	Flowmeter .....	25
Gambar 3.12	Skema Instalasi Pengujian .....	26
Gambar 3.13	Reservoir <i>Cooling Tower Mini</i> .....	27
Gambar 3.14	Posisi <i>Waterblock</i> pada <i>Motherboard</i> .....	27



Gambar 4.1	Skema pengambilan data.....	29
Gambar 4.3	Grafik perbandingan antara temperatur processor yang menggunakan <i>Cooling Tower</i> mini tanpa <i>fill</i> , yang menggunakan <i>fill</i> dan tanpa <i>Cooling Tower</i> mini ( <i>fan</i> ) terhadap waktu operasi .....	34
Gambar 4.3	Grafik perbandingan antara efektivitas <i>Cooling Tower</i> mini tanpa <i>fill</i> dan yang menggunakan <i>fill</i> terhadap waktu operasi.....	34
Gambar 4.6	Grafik perbandingan antara kapasitas <i>Cooling Tower</i> mini tanpa <i>fill</i> dan yang menggunakan <i>fill</i> terhadap waktu operasi.....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Spesifikasi <i>Waterblock</i> .....	18
Tabel 3.2	Spesifikasi Pompa Aquila P2600.....	22
Tabel 4.1	Data aktual pengujian tanpa menggunakan <i>fill</i> .....	30
Tabel 4.2	Data aktual pengujian dengan menggunakan <i>fill</i> .....	30
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan dan data Pengujian <i>Cooling Tower</i> mini tanpa menggunakan <i>fill</i> .....	33
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan dan data Pengujian rata-rata <i>Cooling</i> <i>Tower</i> mini tanpa menggunakan <i>fill</i> .....	34
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan dan data Pengujian <i>Cooling Tower</i> mini yang menggunakan <i>fill</i> .....	35
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan dan data Pengujian rata-rata <i>Cooling</i> <i>Tower</i> mini yang menggunakan <i>fill</i> .....	36

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran A. Pedoman Effisiensi energi untuk industri di Asia (Menara Pendingin).
- Lampiran B. Foto-foto alat uji dan skema pengujian.
- Lampiran C. Biodata Penulis

## ABSTRAK

*Cooling Tower* merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menurunkan temperatur aliran air dengan cara menguapkan panas dari air ke atmosfer. *Cooling Tower* banyak digunakan di dunia industri karena kemampuannya untuk mendinginkan suatu sistem sangat baik serta perawatannya yang mudah dan biaya operasinya yang murah. *Cooling Tower* dapat diaplikasikan untuk pendinginan processor komputer sebagai pengganti *fan*. *Cooling Tower* mini terbuat dari bahan plastik, menggunakan 4 buah *fan* untuk membuang panas dari air di dalam reservoir, menggunakan *fill* dan tanpa *fill* sebagai perbandingan kinerja, serta menggunakan sebuah pompa untuk mensirkulasikan air yang menjadi media penghantar panas. Sedangkan alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari *Processor* ke sirkulasi air adalah sebuah *Waterblock* yang terbuat dari tembaga. Hasil pengujian dan analisis menunjukkan *Cooling Tower* mini tanpa *fill* memiliki kinerja yang lebih baik dari pada menggunakan *fill*, nilai rata-rata efektivitas tanpa *fill* adalah 48,84 % kapasitas 0,21 kW sedangkan dengan *fill* efektivitasnya 35,56 %, kapasitasnya 0.18 kW. *Cooling Tower* mini terbukti mampu mendinginkan panas lebih baik dibandingkan dengan *fan*. Nilai temperatur rata-rata processor menggunakan *Cooling Tower* tanpa *fill* adalah 31,52 °C, dengan *fill* 34,10 °C, sedangkan temperatur *processor* yang hanya menggunakan *fan* yaitu 40,26 °C.

Kata Kunci : *Cooling Tower*, Temperatur, *fill*, efektivitas, kapasitas

## **ABSTRACT**

*A Cooling Tower is an equipment used to lower the temperature of the water flow by means of hot water evaporate into the atmosphere. A Cooling Tower is widely used in the industry for its ability to cool a system as well as easy maintenance and operation costs are cheaper. Cooling Tower can be applied to a computer processor cooling as a replacement fan. Cooling Tower mini is made of plastic materials, using 4 pieces of fan to remove the heat from the water in the reservoir, with fill and No fill as a performance comparison, and uses a pump to circulated water into a medium heat conduction. While the tools used to move heat from the Processor to the water circulation is a Waterblock made of copper. Test results and analysis shows a Cooling Tower mini No fill have better performance than using the fill, the average value of the effectiveness of the no fill is 48,84% the capacity of 0,21 kilowatts,, whereas with 35,56% of its effectiveness, the fill capacity 0.18 kW. Cooling Tower mini proven capable of cooling the heat better than the Fan. The value of the average temperature of the processor using a Cooling Tower no fill is 31,52 °C, with the fill 34,10 °C, while the temperature of the processor which uses the fan which is 40,26 °C.*

*Keywords: Cooling Tower, temperature, fill, effectiveness, capacity*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tuntutan teknologi informasi yang semakin pesat saat ini membutuhkan komputer yang mampu bekerja dengan optimal dalam berbagai kondisi. Kinerja sebuah komputer sangat ditentukan oleh sistem *microchip* yang tertanam pada mainboardnya, *microchip* itu disebut dengan *microprocessor*. Kinerja dari sebuah *microprocessor* sangat dipengaruhi oleh temperatur yang dihasilkan selama komponen tersebut beroperasi, semakin banyak data yang diolah di dalamnya, maka semakin tinggi pula temperatur yang dihasilkan. Temperatur yang terlalu berlebihan akan menimbulkan masalah pada *microprocessor* itu sendiri, mulai dari kerusakan pada bagian alat tersebut, maupun terjadinya gejala error pada sebuah sistem komputer yang kelebihan temperatur ( *overheat* ).

Para produsen *microprocessor* pun telah memberikan berbagai solusi untuk mengatasi masalah tersebut, mulai dari mengaplikasikan *heatsink* sampai memberikan tambahan *fan*/kipas pada *processor* produksi mereka, hal tersebut memang dapat mengurangi temperatur yang berlebih pada proses kerja sebuah *processor*. tetapi pada sebuah komputer yang bekerja dengan proses yang lebih banyak dan lebih berat misalnya proses *overclocking*, *gaming* dan komputer server, hal tersebut tak akan mampu membuang temperatur yang kita inginkan. Untuk mengatasi masalah tersebut maka sekarang telah banyak diaplikasikan sebuah sistem pendingin yang memanfaatkan aliran fluida sebagai pembuang panasnya, sistem ini disebut dengan *Cooling Tower* mini. *Cooling Tower* mini ini bekerja dengan menyerap panas dari *microprocessor* lalu mengalirkannya melalui selang dan membuang panas tersebut ke udara dengan cara menguapkannya. Karena sistem pendingin ini sangat menjanjikan untuk diaplikasikan sebagai alat pembuang panas pada komputer dimasa depan, maka penulis ingin membuat sebuah *Cooling Tower* mini pada komputer untuk dapat diuji dan mendapatkan karakteristiknya.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai efektivitas *Cooling Tower* mini pada komputer yang sedang beroperasi menggunakan *Fill* dan yang tidak menggunakan *Fill*.
2. Menghitung kapasitas pendinginan *Cooling Tower* mini pada komputer yang sedang beroperasi.
3. Mengetahui nilai temperatur sistem *Cooling Tower* mini menggunakan *Fill*, tidak menggunakan *Fill* dan sistem pendingin fan.

## 1.3 Manfaat

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mahasiswa dapat lebih memahami dan mengetahui karakteristik sistem pendingin *processor Cooling Tower* mini.
2. Dari data yang akan diperoleh mengenai kinerja dari sistem *Cooling Tower*, diharapkan dapat digunakan sebagai materi referensi ke depan bagi peneliti lainnya.
3. Memberikan solusi pendingin temperatur *processor* komputer jenis lain yang lebih baik performanya.

## 1.4 Batasan Masalah

Masalah pada penelitian ini bisa sangat meluas pembahasannya, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. pembuatan *Cooling Tower* mini pada komputer desktop bukan pada notebook/laptop.
2. Penelitian ini menggunakan fluida air sebagai media penghantar panasnya dan volumenya adalah 5 liter.
3. Rugi-rugi aliran yang terjadi di dalam selang dan *waterblock* diabaikan.
4. Selang yang digunakan berukuran panjang 3 m, ukuran 9 mm x 15 mm ( 3/8"), tekanan maksimum 15 kg/cm<sup>2</sup>
5. Unit komputer yang digunakan berspesifikasi intel pentium G630, memory 2 x 2024 Mb, hardisk 320 gb, sistem operasi windows 8.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan tugas akhir ini, terdiri dari lima bab dan dilengkapi dengan lampiran. Pada Bab I, merupakan pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan, batasan masalah topik yang dipilih serta sistematika penulisan yaitu untuk mencerminkan isi dari laporan. Pada Bab II, Berisi tentang tinjauan pustaka mengenai teori dasar, yang di dalamnya berisi ilmu-ilmu dasar yang diperlukan untuk menunjang tema penelitian yang dipilih yaitu Perpindahan panas pada sistem pendingin *Cooling Tower* mini.

Bab selanjutnya adalah Bab III yaitu metodologi penelitian yang berisikan diagram alir penelitian, langkah-langkah yang ditempuh dalam mengerjakan penelitian ini. Pada Bab IV merupakan hasil dan pembahasan yang menjelaskan tentang hasil yang dicapai dari penelitian ini. Dari hasil yang diperoleh kemudian dipaparkan dalam sub-bab pembahasan. Pembahasan yang dilakukan merupakan rangkuman dari hasil-hasil yang diperoleh. Kesimpulan dari penelitian dan saran-saran untuk penelitian selanjutnya, dipaparkan pada bab penutup yaitu Bab V.



## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Pengertian *Cooling Tower***

*Cooling Tower* merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menurunkan temperatur aliran air dengan cara mengekstraksi panas dari air dan mengemisikannya ke atmosfer. *Cooling Tower* menggunakan penguapan dimana sebagian air diuapkan ke aliran udara yang bergerak dan kemudian dibuang ke atmosfer. Sebagai akibatnya, air yang tersisa didinginkan secara signifikan. *Cooling Tower* mampu menurunkan temperatur air lebih dari peralatan-peralatan yang hanya menggunakan udara untuk membuang panas atau peralatan yang panas fluidanya tidak diuapkan ke atmosfer seperti radiator dalam mobil, dan oleh karena itu biayanya lebih efektif dan efisien energinya. (*Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia* –[www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org)).

#### **2.2 Jenis-jenis *Cooling Tower***

Jenis *Cooling Tower* dapat dibedakan berdasarkan pada aliran udara yang melewati *packing*. Terdapat beberapa jenis *Cooling Tower*, yaitu :

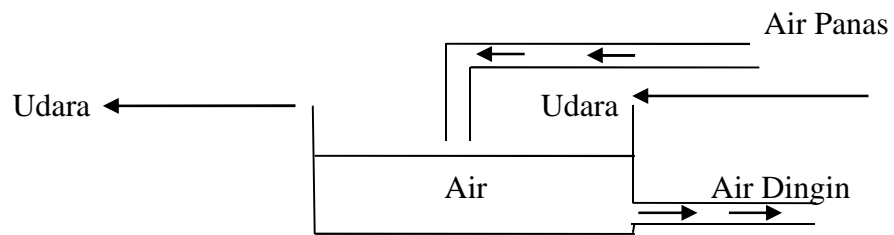
- Jenis *atmosferik*
- Jenis *mechanical draft*

##### **2.2.1 Jenis Atmosferik**

Merupakan jenis *Cooling Tower* yang paling sederhana. Jenis *Cooling Tower* ini sangat bergantung pada kondisi udara atmosfer yang bertiup secara horizontal serta bergantung pada kondisi cuaca. Dengan demikian *Cooling Tower* ini sebaiknya ditempatkan pada lokasi yang cukup terbuka luas. Jenis *Cooling Tower* ini memiliki beberapa tipe, yaitu :

a. *Cooling ponds*

*Cooling ponds* adalah suatu waktu operasi pendinginan air yang sederhana, mudah dan murah tetapi sangat tidak efisien dalam perpindahan panasnya. Tipe ini mempunyai kolom (*ponds*) yang besar. Sehingga memerlukan luasan tanah yang besar. Proses perpindahan panas terjadi pada permukaan air dengan carakontak langsung antara air dengan udara. *Cooling ponds* ditunjukkan pada gambar 2.1 berikut :



Gambar. 2.1 *Cooling ponds*

b. *Natural draft tower*

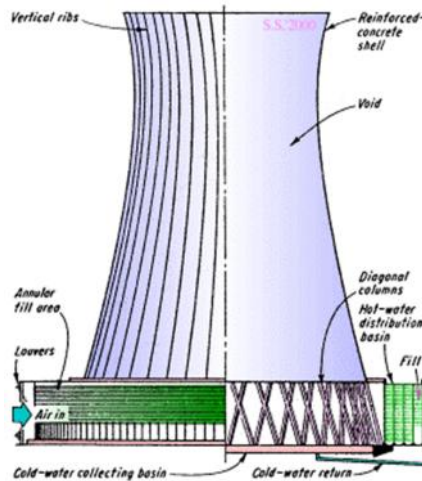
Pada tipe ini udara mengalir karena dihisap oleh cerobong (*chimney*) yang besar diatas *packing*. Ketinggian dari cerobong pada *Cooling Tower* ini, sekitar 50 hingga 100 meter. Kemampuan cerobong untuk menarik udara ini disebabkan oleh perbedaan tekanan udara atmosfer yang disebabkan oleh ketinggian cerobong dan pengaruh besarnya perbedaan kerapatan antara udara dingin dengan udara panas yang keluar. Jenis *Cooling Tower* ini juga dipengaruhi oleh keadaan udara maupun cuaca sekelilingnya. Tipe ini tepat digunakan untuk mesin daya kapasitas besar dimana memakai pendinginan air dalam jumlah yang besar.

*Cooling Tower* jenis *natural draft* atau hiperbola menggunakan perbedaan temperatur antara udara ambien dan udara yang lebih panas dibagian dalam *Cooling Tower* (*Laporan Perencanaan Teknik Mesin (PTM), Pengujian Cooling Tower Kapasitas Laboratorium*). Begitu udara panas mengalir ke atas melalui *Cooling Tower* (sebab udara panas akan naik), udara segar yang dingin disalurkan ke *Cooling Tower* melalui saluran udara masuk di bagian bawah. Tidak diperlukan *fan* dan disana hampir tidak ada sirkulasi udara panas yang dapat mempengaruhi kinerja. Kontruksi beton banyak digunakan untuk dinding *Cooling*

*Tower. Cooling Tower* tersebut kebanyakan hanya digunakan untuk jumlah panas yang besar sebab struktur beton yang besar cukup mahal.

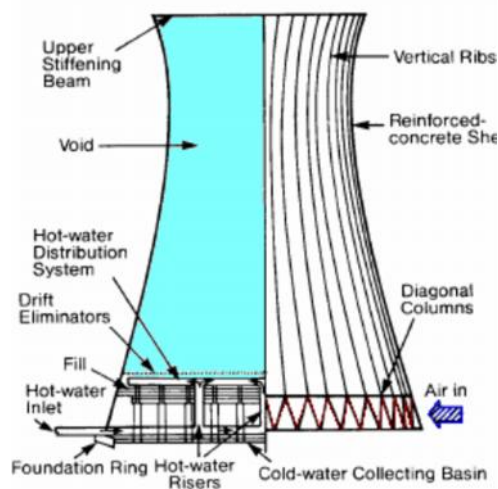
Terdapat dua jenis utama *Cooling Tower natural draft*:

1. *Natural draft crossflow* yaitu udara dialirkan melintasi air yang jatuh dan *fill* berada diluar *Cooling Tower. Cooling Tower natural draft crossflow* ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut ini :



Gambar 2.2 *Cooling Tower natural draft crossflow*

2. *Natural draft counterflow* yaitu udara dihisap melalui air yang jatuh dan oleh karena itu *fill* terletak dibagian dalam *Cooling Tower*, walaupun desain tergantung pada kondisi tempat yang spesifik. *Natural draft counterflow* ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut ini :



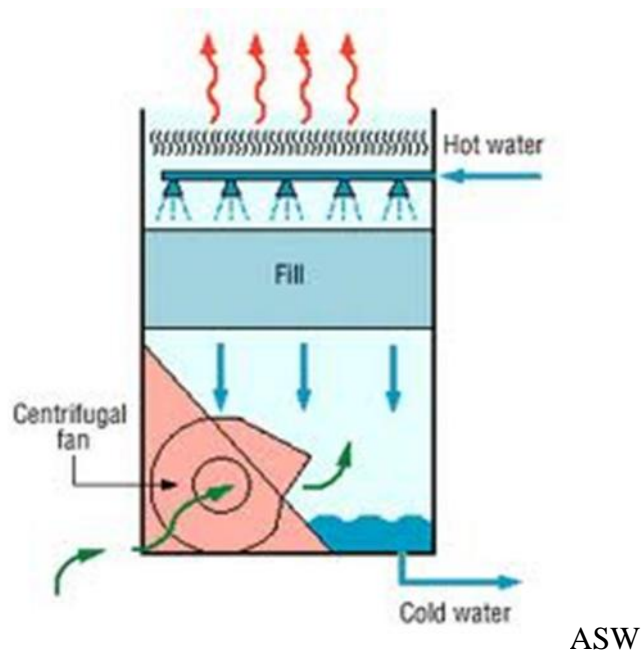
Gambar. 2.3 *Natural draft Counterflow*

### 2.2.2 Jenis Mechanical Draft

Tipe *Cooling Tower* ini menciptakan arus udara sendiri dengan menggunakan kipas (*fan*) yang digerakkan oleh motor listrik. Jenis *Cooling Tower* ini tidak bergantung pada keadaan cuaca maupun udara sekelilingnya. Dimana dengan beroperasinya sistem ini temperatur air keluar *Cooling Tower* dapat lebih stabil. Tipe *mechanical draft* ada dua jenis, yaitu :

#### 1. *Forced draft tower*

*Cooling Tower* ini mempunyai *fan* yang diletakkan di bagian samping bawah dari *Cooling Tower*. Udara dihembuskan oleh kipas masuk ke dalam *Cooling Tower* sehingga udara dipaksa naik ke bagian atas dari *Cooling Tower* untuk melepas kalor. *Forced draft tower* ditunjukkan pada gambar 2.4 di bawah ini :



Gambar. 2.4 *Forced draft tower*

#### 2. *Induced draft tower*

Untuk *Cooling Tower* tipe ini *fan* yang ada dipasang pada bagian atas dari struktur *Cooling Tower* sehingga udara yang mengalir ditarik keatas untuk dibuang.

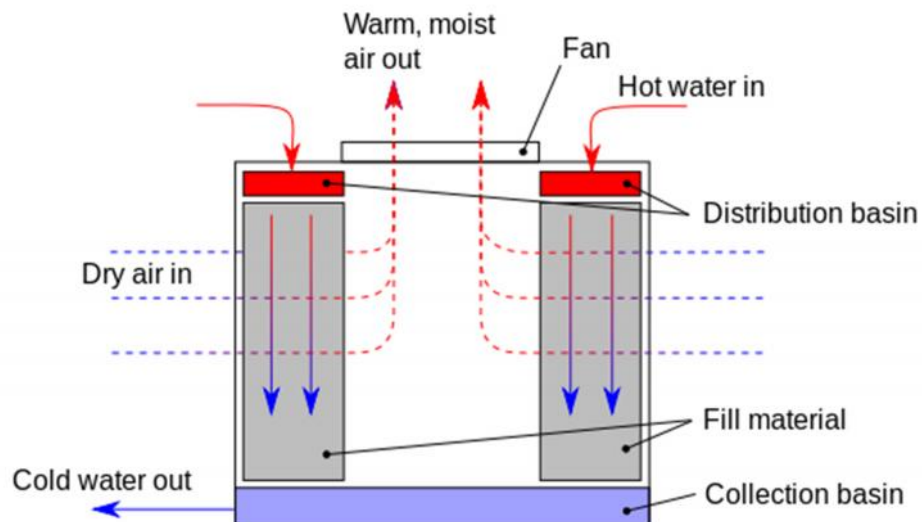
Tipe *induced draft tower* dibedakan lagi menjadi tiga, yaitu :

a. *Crossflow*

Adalah *Cooling Tower* yang mempunyai aliran udara diarahkan tegak lurus terhadap aliran air. Aliran udara masuk pada satu atau lebih permukaan *Cooling Tower* untuk mengisi material. Udara mengalir lewat samping dari air yang jatuh ke bawah. Aliran air panas masuk secara tegak lurus udara melewati material yang disebabkan oleh gravitasi, udara secara terus menerus melewati material penampung yang akhirnya mendinginkan air di dalamnya dan selanjutnya udara di buang ke atmosfer oleh *fan*. Air yang telah mengembun di tampung di dalam kolam penampungan / *basin* yang terletak di bagian bawah tower. Adapun keuntungan dari tipe ini adalah:

1. Karena air didistribusikan dengan memanfaatkan gravitasi, maka pompa yang digunakan relatif kecil dan bisa dilakukan pemeliharaan ketika sistem sedang bekerja.
2. Biasanya biaya awal rendah dan rentang pemeliharaan cukup lama.

*Induced draft tower Crossflow* ditunjukkan pada gambar 2.5 berikut :



Gambar. 2.5 *Induced draft tower Crossflow*

Adapun pengaplikasian *Cooling Tower* tipe *Induced draft tower crossflow* ditunjukkan pada gambar 2.6 di bawah ini :



Gambar. 2.6 pengaplikasian *cooling tower* tipe *induced draft tower crossflow*

*b. Counterflow*

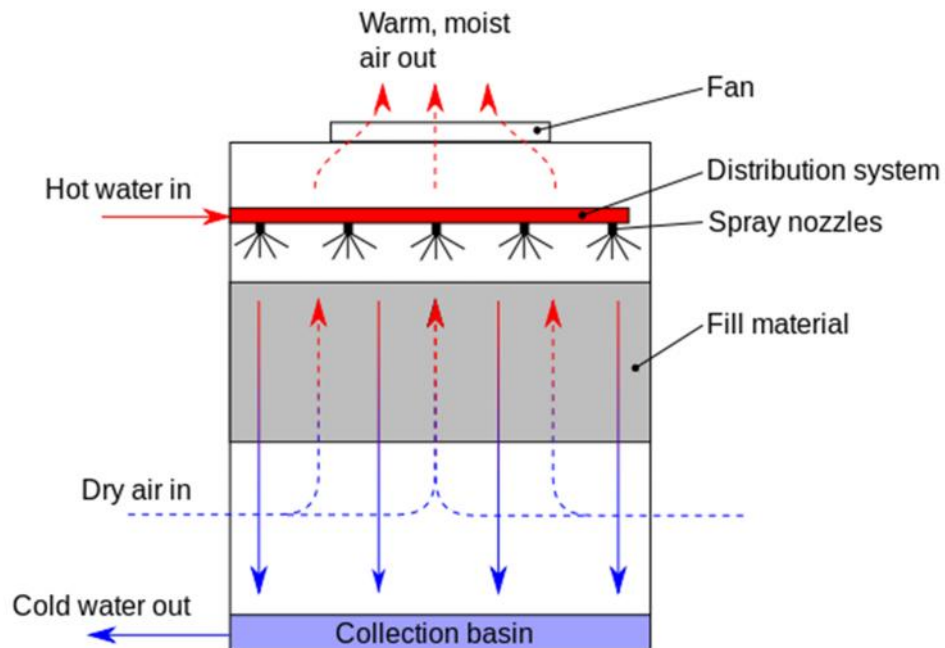
Pada *Cooling Tower* tipe ini, air didinginkan dalam arah berlawanan dengan arah aliran udara di dalam *Cooling Tower*. Udara yang ditarik oleh *fan* mempunyai arah vertikal ke atas sedangkan air yang didinginkan mengalir jatuh ke bawah. Air panas disemprotkan oleh Nozel bertekanan pada bagian atas *Cooling Tower*. Adapun keuntungan dari tipe ini adalah :

1. Air panas didistribusikan dengan cara disemprot dari nozel, sehingga transfer panas lebih efisien

Adapun kekurangan dari tipe ini adalah :

1. Biaya yang dibutuhkan lebih mahal baik diawal maupun untuk jangka panjang
2. Sulit untuk menggunakan aliran air variabel, karena karakteristik semprotan mungkin akan berpengaruh negatif.
3. Suara yang dihasilkan lebih berisik karena hasil semprotan air yang jatuh dari atas menuju ke kolam penampungan/ basin.

Cooling Tower tipe counter Flow ditunjukkan pada gambar 2.7 berikut ini :



Gambar. 2.7 Counterflow tower

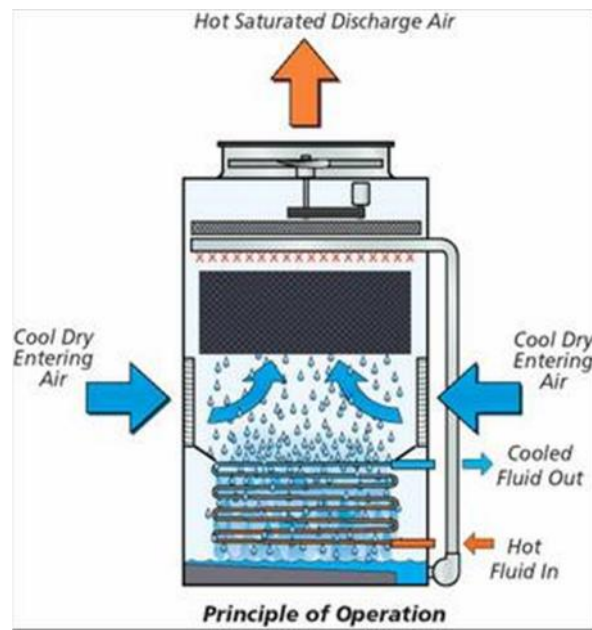
Adapun pengaplikasian Cooling Tower tipe Induced draft tower Counterflow ditunjukkan pada gambar 2.8 di bawah ini :



Gambar. 2.8 Pengaplikasian Cooling Tower tipe Induced draft tower Counterflow

c. *Spray filled tower*

Jenis *Cooling Tower* ini cukup tinggi dan mempunyai *louvers* dimana udara yang bergerak, melalui *Cooling Tower* dalam arah mendatar saling berpotongan dengan aliran air yang disemprotkan ke bawah. *Spray filled Tower* ditunjukkan pada gambar 2.9 berikut :

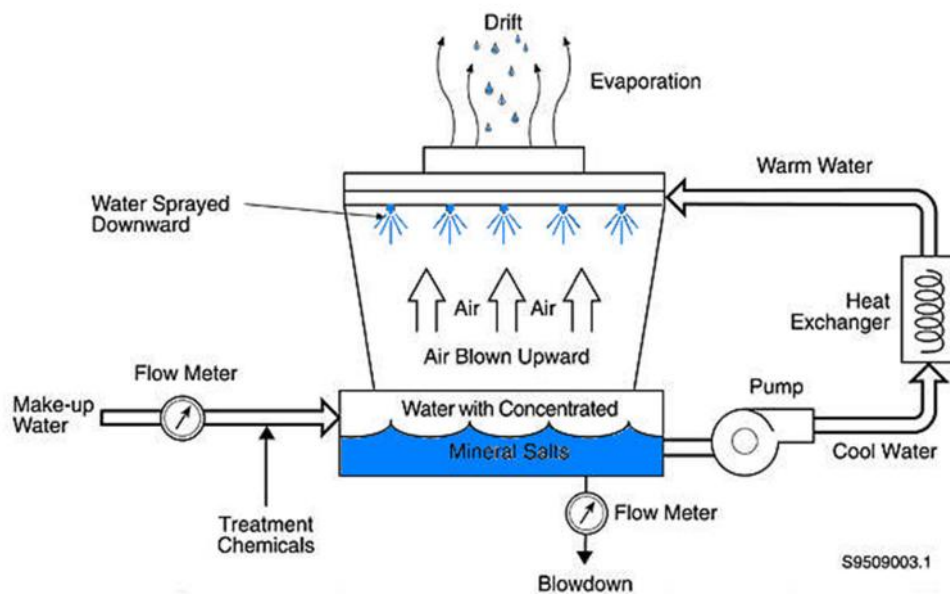


Gambar. 2.9 *Spray filled tower*

### 2.3 Sistem Kerja dari *Cooling Tower*

*Cooling Tower* (*Cooling Tower*) merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menurunkan temperatur aliran air dengan caramengekstraksi panas dari air dan mengemisikannya ke atmosfer. *Cooling Tower* menggunakan penguapan dimana sebagian air diuapkan ke aliran udara yang bergerak dan kemudian dibuang ke atmosfer. Sebagai akibatnya, air yang tersisa didinginkan sewaktu operasi secara signifikan (Mulyandasari,Viska.,*Cooling Tower Selection And sizing (Engineering Design Guideline)*), *Cooling Tower* mampu menurunkan temperatur air lebih dari peralatan-peralatan yang hanya menggunakan udara untuk membuang panas, seperti radiator dalam mobil, dan oleh karena itu biayanya lebih efektif dan efisien energinya. Skematik *Cooling Tower* pada umumnya ditunjukkan pada gambar 2.10 berikut ini :





Gambar. 2.10 Diagram skematik sistem *Cooling Tower*

Sistem kerja *Cooling Tower* adalah air panas yang masuk pada bagian atas *Cooling Tower* didistribusikan secara merata di dalam *Cooling Tower*, lalu akan jatuh ke bawah dikarenakan gaya gravitasi atau pada waktu operasi air diarahkan ke bawah. Air yang masuk dan udara melalui *filling* arahnya berlawanan. Disana terjadi perpindahan panas dan perpindahan massa, dimana perpindahan panas dan perpindahan massa terjadi dari air ke udara. Udara yang banyak memiliki kandungan air (jenuh) disirkulasikan dengan kipas sehingga udara yang belum jenuh masuk ke dalam *Cooling Tower*. Air dingin yang ditampung di bak penampung digunakan kembali untuk proses lainnya.

*Cooling Tower* yang dibahas pada penulisan ini adalah *Cooling Tower* jenis Forced Draft Tower yang aplikasikan pada perangkat komputer desktop sehingga *Cooling Tower* disini ukurannya diperkecil atau dibuat menjadi mini, *Cooling Tower* pada penulisan ini menggunakan perangkat *Waterblock* sebagai media penukar kalor pada sumber panasnya, sumber panasnya yaitu sebuah *microprocessor*. Selain itu *Cooling Tower* di sini menggunakan 2 buah *fan* untuk mensirkulasi perputaran udara di dalamnya, lalu sirkulasi air diatur dengan menggunakan sebuah pompa air dan disemprotkan oleh sebuah *Nozzle*.

Di dalam sistem *Cooling Tower* terdapat proses perpindahan panas, yaitu perpindahan panas yang terjadi secara Konduksi dan Konveksi.

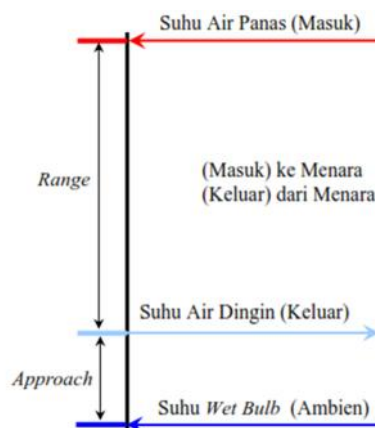
## 2.4 Kinerja *Cooling Tower*

Sebuah sistem *Cooling Tower* dapat diukur kinerjanya, dengan mengetahui kinerja dari sebuah sistem *Cooling Tower* kita dapat menentukan sistem *Cooling Tower* tersebut telah mampu bekerja secara optimal atau belum, dengan membandingkan hasil pendinginan antara *Cooling Tower* yang dibangun dengan sistem *fan* dan *heatsink* yang ada di sistem pendinginan komputer dekstop, maka akan dibuktikan unjuk kerja dari kedua sistem pendingin tersebut.

Sistem pendingin *Cooling Tower* dapat ditentukan kinerjanya dengan terlebih dahulu menentukan parameter-parameter yang diukur, parameter-parameter itu antara lain :

- a) Temperatur udara *wet bulb*
- b) Temperatur air masuk *Cooling Tower*
- c) Temperatur air keluar *Cooling Tower*
- d) Debit Aliran keluar dari *Cooling Tower*

Parameter – parameter tersebut kemudian diolah dalam beberapa Persamaan supaya kita dapat menentukan kinerja dari sebuah *Cooling Tower*, Waktu operasi yang digunakan untuk menentukan kinerja dari *Cooling Tower* (*Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia* – [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org)) adalah *Range* dan *Approach*, dapat digambarkan pada gambar 2.11 berikut ini:



Gambar 2.11 *Range* dan *Approach*

#### 2.4.1. *Range*

Merupakan perbedaan antara temperatur air masuk dan keluar *Cooling Tower*. Jarak antara temperatur air masuk dan keluar *Cooling Tower* yang tinggi berarti bahwa *Cooling Tower* telah mampu menurunkan temperatur air sewaktu operasi efektif, dan kinerjanya bagus. Rumusnya adalah:

$$\text{Range CT} = (T_{in} - T_{out}) \quad (2.1)$$

Keterangan :

*Range CT* = Perbedaan air masuk dan Keluar *Cooling Tower* (°C)

$T_{in}$  = Temperatur air masuk *Cooling Tower* (°C)

$T_{out}$  = Temperatur air keluar *Cooling Tower* (°C)

#### 2.4.2. *Approach*

Merupakan perbedaan antara temperatur air dingin keluar *Cooling Tower* pendingin dan temperatur *wet bulb* ambien. Semakin rendah *approach* semakin baik kinerja *Cooling Tower*. Walaupun, *range* dan *approach* harus dipantau, *approach* merupakan indikator yang lebih baik untuk kinerja *Cooling Tower*. *Approach* dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Approach CT} = (T_{out} - T_{wb}) \quad (2.2)$$

Keterangan :

*Approach CT* = Perbedaan temperatur air keluar *Cooling Tower* dan temperatur *Wet bulb* (°C)

$T_{out}$  = Temperatur air keluar *Cooling Tower* (°C)

$T_{wb}$  = Temperatur *Wet Bulb* (°C)

#### 2.4.3. Efektivitas

Setelah kita menentukan *Range* dan *Approach*, maka kita dapat menentukan efektivitas dari sebuah *Cooling Tower*, efektivitas *Cooling Tower* Merupakan perbandingan antara *range* dan *range* ideal, *range* ideal yaitu perbedaan antara temperatur masuk air pendingin dan temperatur *wet bulb* ambien, Semakin tinggi perbandingan ini, maka semakin tinggi efektivitas *Cooling Tower*. Efektivitas dari sebuah *Cooling Tower* dapat ditentukan dengan rumus :

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Range}}{\text{Range Ideal}} \\
&= \frac{\text{Range}}{(\text{Range} + \text{Approach})} \\
&= \frac{T_{in} - T_{out}}{T_{in} - T_{wb}} \times 100 \% \quad (2.3)
\end{aligned}$$

Keterangan :

= Efektivitas *Cooling Tower* (%)

$T_{out}$  = Temperatur air keluar *Cooling Tower* (°C)

$T_{in}$  = Temperatur air masuk *Cooling Tower* (°C)

$T_{wb}$  = Temperatur wet bulb (°C)

#### 2.4.4. Kapasitas Pendinginan *Cooling Tower*

Kapasitas Pendinginan *Cooling Tower* merupakan kemampuan media pendingin *Cooling Tower* untuk dapat menyerap dan membuang kalor yang diterima untuk kembali ke lingkungan sekitar. Media pendingin pada penelitian ini adalah air. Kapasitas dari sebuah *Cooling Tower* sangat penting untuk diketahui, sebab dengan mengetahui kapasitasnya maka kita dapat menentukan apakah *Cooling Tower* tersebut layak untuk diaplikasikan atau tidak. Untuk Menghitung kapasitas dari *Cooling Tower* maka digunakan Rumus :

$$q = \dot{m} \times c_{p,air} \times (T_{in} - T_{out}) \quad (2.4)$$

dimana  $\dot{m}$  dihitung dengan menggunakan rumus

$$\dot{m} = Q \times \rho$$

Keterangan :

$q$  = Kapasitas *Cooling Tower* (kW)

$\dot{m}$  = Laju Aliran Massa (kg/s)

$c_{p,air}$  = Panas spesifik air (kJ/kg·°C)

$Q$  = Debit aliran air (m<sup>3</sup>/s)

$\rho$  = Massa Jenis Fluida air (kg/m<sup>3</sup>)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

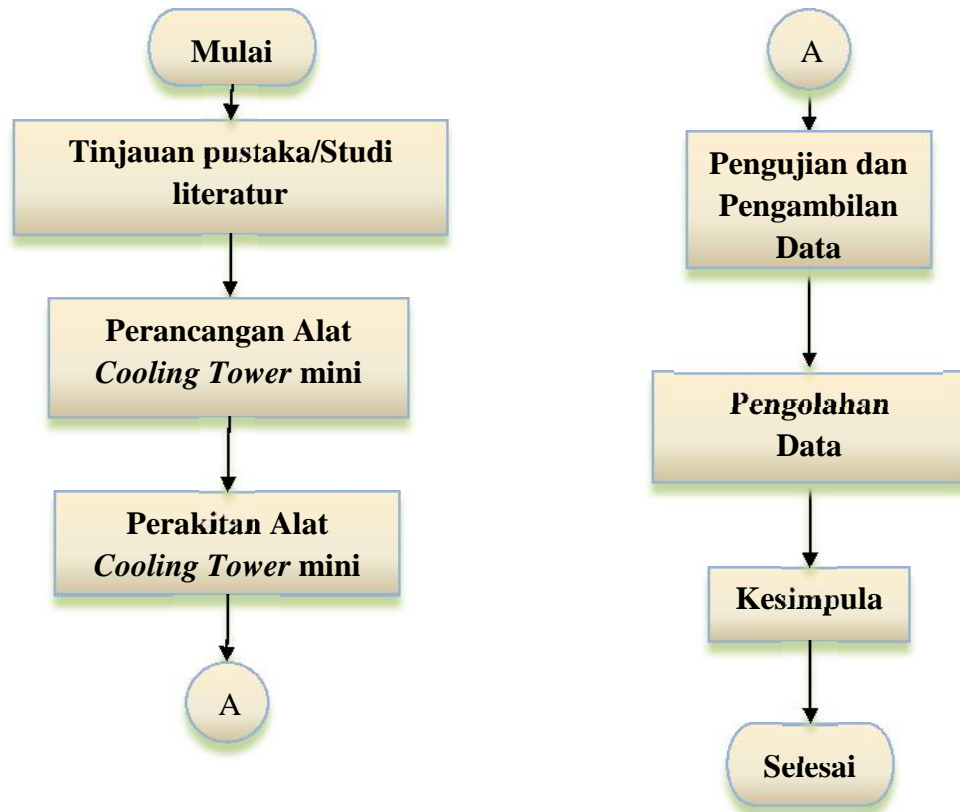
#### 3.1 Metodologi Penelitian

Penelitian ini membahas tentang perbandingan pendingin *Processor* komputer, antara sistem pendingin yang menggunakan *fan* beserta *heatsink* dengan sistem pendingin yang menggunakan *Cooling Tower* mini. Selain itu pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan dan unjuk kerja sistem *Cooling Tower* mini *prototipe* yang terbuat dari bahan plastik. Digunakan 4 buah *fan* untuk membuang temperatur dari air di dalam *Cooling Tower*, serta menggunakan sebuah pompa untuk mensirkulasikan air yang menjadi media penghantar panas. Sedangkan alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari *Processor* ke sirkulasi air adalah sebuah *Waterblock* yang terbuat dari Tembaga.

Dalam penyelesaian penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang dilakukan dari awal penelitian hingga diperoleh hasil. Adapun tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1. Langkah pertama adalah studi literatur materi-materi yang mendukung dalam penelitian ini baik dalam bentuk *hard copy* maupun dalam *soft copy*. Langkah selanjutnya adalah merancang *Cooling Tower* mini dengan menggunakan bahan dari plastik berupa ember dengan memberikan 1 buah *fan* di bagian bawah dan 2 buah *fan* di bagian atas yang berfungsi untuk mensirkulasikan udara panas di dalam *Cooling Tower*, di dalam *Cooling Tower* terdapat Pompa untuk mensirkulasikan air, dimana air yang keluar dari pompa dialirkan menuju sumber panas yaitu *Waterblock*, kemudian dari *Waterblock* dialirkan kembali menuju *Cooling Tower*, tetapi sebelum masuk kembali ke *Cooling Tower*, air terlebih dahulu dicipratkan dengan menggunakan *nozzle*, hal ini dimaksudkan agar air yang masih bertemperatur panas terpecah menjadi percikan, agar panas yang dibawanya lebih cepat menguap ke atmosfer.

### 3.2 Diagram Alir Prosedur Penelitian

Adapun Diagram Alir prosedur penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir prosedur penelitian

### 3.3 Perancangan Alat

Perancangan dan pembuatan *Cooling Tower* merupakan salah satu bagian dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini dibutuhkan perencanaan untuk dapat membuat *Cooling Tower* Mini, antara lain :

- Dimensi alat dan bahan yang dibutuhkan
- Skema instalasi pengujian

#### 1.3.1. Dimensi Alat Dan Bahan

Di dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa alat dan bahan untuk membuat *Cooling Tower* Mini, antara lain :

a. *Waterblock*

*Waterblock* merupakan alat media penukar kalor, antara kalor yang ditimbulkan oleh *microprocessor* komputer dengan fluida penghantar kalor yaitu air. Pada bagian atas *Waterblock* terdapat konektor yang berbentuk pipa beralur dibagian luarnya, konektor ini berfungsi sebagai jalur masuk dan keluar air. Pada bagian bawah *Waterblock* terbuat dari tembaga yang dibuat sedemikian rupa sehingga memiliki jalur air. Spesifikasi *Waterblock* diperlihatkan pada tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Spesifikasi *Waterblock*

Material	Tembaga (Bagian dasar) Polyacetal (Penutup dan Konektor)
Dimensi	68 mm (P) x 64 mm (L) x 41 mm (T)
Aplikasi	Socket Intel LGA 775/ LGA 1366 AMD K8/AM2/AM2+
Diameter Pipa masuk dan keluar	9,5 mm (3/8")
Berat	114 g

*Waterblock* ini buatan China diproduksi oleh Thermaltake Technology Co., Ltd. *Waterblock* ini memang dibuat oleh produsennya untuk diaplikasikan pada komputer yang membutuhkan pendinginan yang lebih baik. Dengan bahan material bagian dasar terbuat dari tembaga murni, adapun gambar dari *Waterblock* itu sendiri diperlihatkan pada gambar 3.2 berikut ini :





Gambar 3.2 *Waterblock*

b. Selang

Pada penelitian ini digunakan selang yang biasa digunakan untuk mengalirkan air dengan panjang 6 m, ukuran 9 mm x 15 mm ( 3/8"), tekanan maksimum 15 kg/cm<sup>2</sup> bermerk Taiyo. Selang ini dipilih karena memiliki ukuran diameter lubang yang sama pada *Waterblock* sehingga dengan adanya kesamaan ukuran diharapkan tidak terjadinya celah yang dapat menyebabkan kebocoran, yang tentu saja sangat berbahaya bagi komponen-komponen yang ada di *motherboard*, selain kesamaan ukuran diameter, selang ini juga dilengkapi dengan adanya benang nylon yang berfungsi untuk menambah kekuatan terhadap tekanan. Pada gambar 3.3 diperlihatkan bagaimana bentuk selang yang tersebut di atas :



Gambar 3.3 Selang



c. *Fan* (kipas angin)

Kipas angin dipergunakan untuk menghasilkan angin. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Kipas angin juga ditemukan di mesin penyedot debu dan berbagai ornamen untuk dekorasi ruangan. Kipas angin secara umum dibedakan atas kipas angin tradisional antara lain kipas angin tangan dan kipas angin listrik yang digerakkan menggunakan tenaga listrik.

Perkembangan kipas angin semakin bervariasi baik dari segi ukuran, penempatan posisi, serta fungsi. Ukuran kipas angin mulai kipas angin mini (kipas angin listrik yang dipegang tangan menggunakan energi baterai), hingga kipas angin yang digunakan di dalam unit CPU komputer seperti kipas angin untuk mendinginkan *processor*, kartu grafis, *power supply* dan *casing*.

Dalam penelitian ini, jenis kipas angin yang digunakan adalah kipas angin yang biasa dipakai pada *casing* CPU dan jumlah yang digunakan adalah 3 buah.



Gambar 3.4 *fan* (kipas Angin)

d. Klem

Klem merupakan alat yang biasa digunakan untuk menguatkan atau menjepit suatu sambungan antara selang ke fitting (mulut pipa). Klem memiliki beberapa jenis, yaitu klem sekrup, klem semi, dan klem kawat. Pada penelitian ini digunakan klem jenis sekrup, klem jenis sekrup dipilih karena mudah diatur tingkat kerenggannya yang hanya diatur oleh sebuah sekrup. Selain itu klem jenis ini mudah

didapatkan dan harganya relatif lebih murah. Klem yang digunakan pada penelitian ini memiliki ukuran 3/4 " dan terbuat dari bahan Stainlees yang kita ketahui memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik. Klem dapat kita lihat pada gambar 3.5 di bawah ini :



Gambar 3.5 Klem

e. Pompa

Pompa adalah mesin yang digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat yang rendah ke suatu tempat yang lebih tinggi atau dari suatu tempat yang bertekanan lebih rendah ke tempat yang bertekanan lebih tinggi dengan melewati fluida tersebut pada sistem perpipaan (*Ir. Astu Pudjanarsa, MT. Prof. Ir. Djati Nurtemperaturd, MSME. Mesin Konversi energi, 2008*)

Pompa yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis pompa penggerak listrik yang bisa terendam di dalam air atau disebut juga pompa submersible. Pompa jenis ini banyak digunakan untuk memompakan air di dalam akuarium. Pompa ini digunakan untuk mensirkulasikan air di dalam *reservoir* menuju alat penukar kalor (*Waterblock*) kemudian kembali lagi ke dalam *reservoir*. Pompa yang

dipakai merk Aquila P2600. Pompa diperlihatkan pada Gambar 3.6 berikut ini :



Gambar 3.6 Pompa Aquila P2600

Pompa jenis ini dipilih karena hanya membutuhkan pasokan daya listrik yang tergolong kecil yaitu hanya 33 watt, dengan debit ideal yang cukup baik untuk mensirkulasikan air pada *Cooling Tower Mini*, pompa ini mampu bekerja dengan kondisi direndam di dalam air dengan harga yang relatif murah yaitu Rp. 135.000, Adapun spesifikasi dari pompa dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 3.2 Spesifikasi pompa Aquila P2600

Power	33 watt
Q maksimum	2000 liter/ jam
H maksimum	1,8 meter
Diameter Outlet pompa	½ inch / 13 mm
Frekuensi	50 Hz
Voltase	220-240 V

f. *Reservoir*

*Reservoir* adalah tempat/daerah/wadah yang memiliki kemampuan untuk menampung fluida. Fluida di dalam penelitian ini adalah air, jadi *reservoir* pada penelitian ini berupa ember terbuat dari bahan plastik dengan tinggi 45 cm diameter 50 cm dengan kapasitas penampungan 60 liter. *Reservoir* pada penelitian ini berupa ember dikarenakan memiliki harga yang lebih murah sehingga bisa lebih menghemat pembuatan *Cooling Tower* mini, berbeda dengan *reservoir* yang terbuat dari alumunium yang memiliki harga yang jauh lebih mahal. Walaupun terbuat dari bahan plastik, *reservoir* tersebut tetap mampu bekerja maksimal, karena suhu *processor* yang dihasilakn relatif tidak terlalu tinggi. Gambar *reservoir Cooling Tower* Mini diperlihatkan pada gambar 3.7 berikut ini :



Gambar 3.7 *Reservoir Cooling Tower* Mini

g. Penyambung Selang (*Coupler*)

Penyambung selang pada penelitian ini berfungsi untuk menyambung selang antara selang dari Pompa ke selang menuju *Waterblock*. Coupler dapat dilihat pada gambar 3.8 berikut ini :



Gambar 3.8 Penyambung Selang (*Coupler*)

h. *Nozzle*

Pada penelitian ini digunakan sebuah *nozzle*, yang berfungsi untuk memecah air yang berasal dari *Waterblock* menjadi butiran-butiran, sehingga lebih mudah dievaporasikan yang tentu saja akan membuat air yang tadinya panas menjadi lebih cepat dingin. *nozzle* yang digunakan adalah *nozzle* yang biasa dipakai untuk mencuci kendaraan ataupun sekedar untuk menyiram bunga. *nozzle* dapat dilihat pada gambar 3.9 berikut ini :



Gambar 3.9 *Nozzle*

i. Thermometer

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur temperatur (temperatur), ataupun perubahan temperatur. Prinsip kerja thermometer ada bermacam-macam, yang digunakan adalah thermometer *thermocouple*. Thermometer ini digunakan untuk mengukur Temperatur air masuk , keluar *reservoir*, temperatur *processor* dan temperatur *wetbulb* . Sebelumnya thermometer tersebut dikalibrasi terlebih dahulu dengan waktu operasi menempelkan ujung sensor ke es yang diasumsikan memiliki temperatur 0 °C. Jika skala thermometer menunjukkan skala 0 °C, maka thermometer dianggap telah standar. Thermometer ditunjukkan pada gambar 3.10 berikut ini :



Gambar 3.10 Thermometer *Thermocouple*

j. Flowmeter

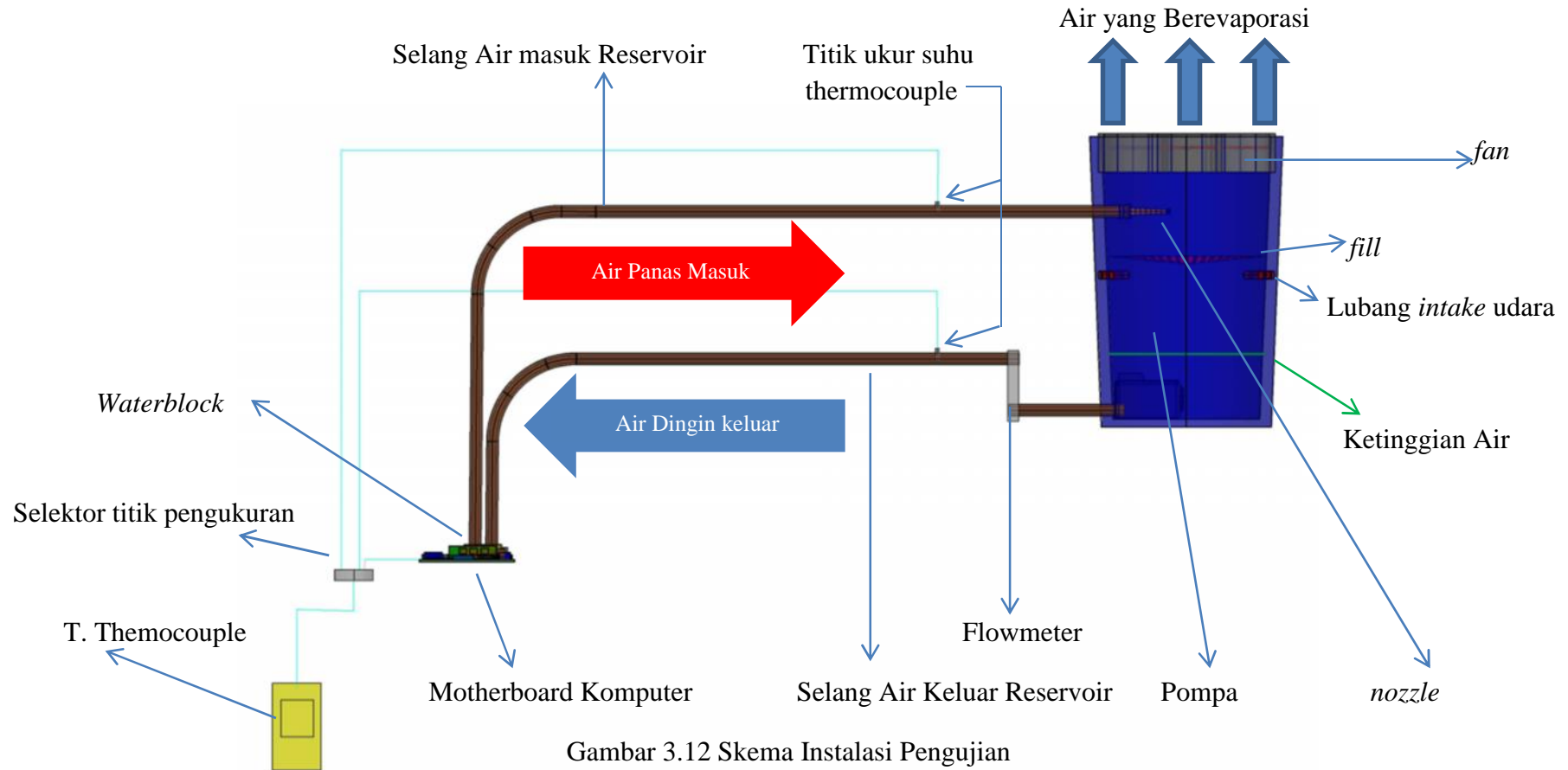
Flowmeter adalah alat untuk mengukur Debit atau laju aliran dari suatu fluida yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka. Flowmeter disini adalah jenis Rotameter, yang berkerja dengan bantuan gaya gravitasi. Flowmeter disini digunakan untuk mengukur debit aliran air yang keluar dari *reservoir* menuju *Waterblock*. Flowmeter ditunjukkan pada gambar 3.11 berikut ini :



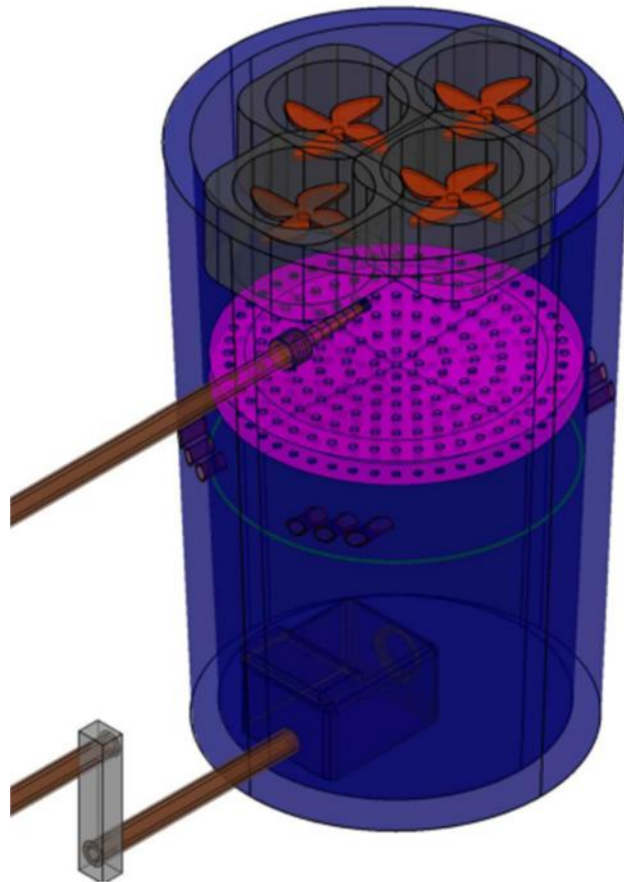
Gambar 3.11 Flowmeter

### 1.3.2. Skema Instalasi Pengujian

Pada penelitian ini alat dan bahan yang dibutuhkan akan dirakit menjadi sebuah sistem *Cooling Tower* Mini yang akan dijadikan pendingin untuk sebuah komputer dekstop, adapun skema perakitannya dapat dilihat pada gambar 3.10 berikut ini :

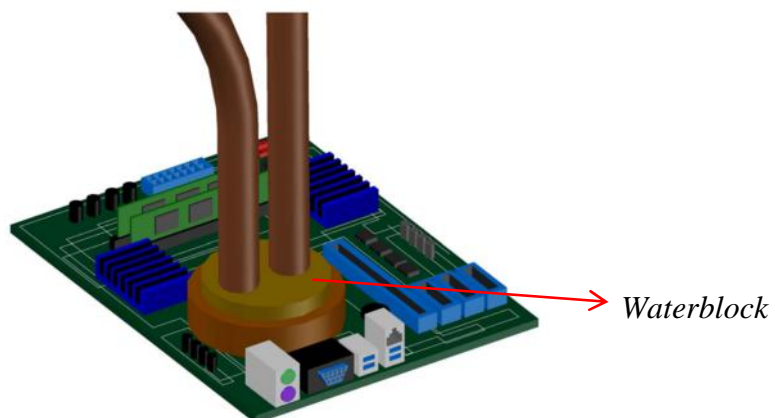


Sedangkan gambar *Reservoir Cooling Tower Mini* dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut ini :



Gambar 3.13 *Reservoir Cooling Tower Mini*

Untuk Posisi *Waterblock* pada Motherboard komputer dapat dilihat pada gambar 3.12 berikut ini :



Gambar 3.14 Posisi *Waterblock* pada *Motherboard*



### 3.4 Prosedur Pengujian dan pengambilan data

Pada penelitian ini terdapat prosedur pengujian yang harus dijalani, adapun Prosedur Pengujian yang harus ditempuh pada Pembuatan *Cooling Tower Mini* adalah sebagai berikut :

1. Nyalakan komputer, kemudian ukurlah temperatur *processor* yang masih menggunakan *fan* sebagai sistem pendinginnya dengan alat ukur thermometer thermocouple, catatlah temperatur yang dihasilkan saat komputer dalam posisi *idle* dalam Waktu operasi setiap 5 min
2. Kemudian berlanjut dalam proses pengambilan data temperatur *processor* yang menggunakan *Cooling Tower* mini sebagai sistem pendinginnya, Setelah Semua bagian dari *Cooling Tower Mini* selesai dirakit seperti gambar 3.10 hal yang harus dilakukan adalah memeriksa kembali apakah semua bagian alat telah terpasang dengan benar.
3. Periksa kembali sambungan antar selang, apakah masih ada celah antar sambungan selang, terutama daerah sekitar *motherboard* komputer, jika masih ada segera perbaiki celah tersebut.
4. Hidupkan Pompa dan *fan* pada *Cooling Tower Mini* dengan waktu operasi menghubungkan ke adaptor DC
5. Periksa Kembali Sambungan antar selang apakah ada air yang bocor diantara sambungan selang tersebut, jika masih ada kembali ke prosedur Nomor 2
6. Ukurlah temperatur *processor*, debit aliran yang ditunjukkan pada flowmeter, ukurlah temperatur air keluar dan masuk *reservoir* pada alat ukur Thermometer thermocouple, ukurlah temperatur *Wetbulb* udara sekitar, kemudian ulangi langkah ini untuk pengambilan data sebanyak 5 kali, dengan Waktu operasi masing-masing 5 min kemudian ambilah rata-ratanya.
7. Semua langkah-langkah di atas diulangi selama 3 hari berturut-turut dengan interval waktu selama 24 jam.