

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA CPU AMD RYZEN 3  
1300X MENGGUNAKAN HEAT PIPE DAN TANPA HEAT PIPE**

**OLEH:**

**MUHAMMAD ERWIN TRI SAMRAPUTRA**

**D211 14 312**



**JURUSAN MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2020**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA CPU AMD RYZEN 3 1300X  
MENGUNAKAN HEAT PIPE DAN TANPA HEAT PIPE**

OLEH :

**MUHAMMAD ERWIN TRI SAMRAPUTRA**

**D211 14 312**

**Mrupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelas Sarjana Teknik Mesin  
pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2021**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

**Judul :**

**ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA CPU AMD RYZEN 3 1300X  
MENGUNAKAN HEAT PIPE DAN TANPA HEAT PIPE**

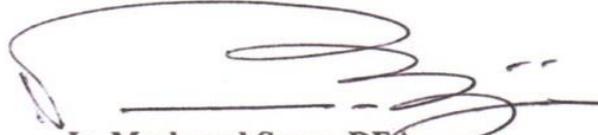
**OLEH:**

**MUHAMMAD ERWIN TRI SAMRAPUTRA**

**D211 14 312**

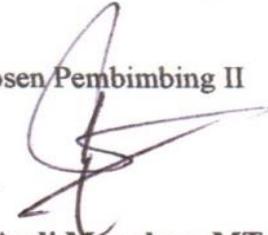
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



**Ir. Machmud Syam, DEA**  
NIP. 19560101 198603 1 005

Dosen Pembimbing II



**Ir. Andi Mangkau, MT**  
NIP. 19611231 199002 1 003

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin  
Universitas Hasanuddin



**Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT.**  
NIP. 19720825 200003 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Erwin Tri Samraputra

NIM : D211 14 312

Program Studi : Departemen Teknik Mesin

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Analisis Perbandingan Kinerja Cpu AMD Ryzen 3 1300X Menggunakan Heat Pipe dan Tanpa Heat Pipe

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri,

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 24 Februari 2021



Yang menyatakan

Handwritten signature of Muhammad Erwin Tri Samraputra.

Muhammad Erwin Tri Samraputra

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

### **DATA DIRI**

Nama lengkap : MUHAMMAD ERWIN TRI SAMRAPUTRA

Nama Panggilan : Erwin

Tempat / Tanggal Lahir : Pekkae, 23 Agustus 1997

Jenis Kelamin : Laki-laki Agama : Islam

Golongan Darah : O

Alamat : Kompleks Anggrek Minasa Upa Tr.1 No.22

Telepon / No. HP : 0812 4388 2963

E-mail : muhamamderwin992@gmail.com



### **RIWAYAT PENDIDIKAN**

- SD INPRES PADAELO (2003-2009)
- SMP NEGERI 3 TANETE RILAU (2009-2011)
- SMA NEGERI 1 BARRU (2011-2014)
- Universitas Hasanuddin (2014-2021)

### **RIWAYAT ORGANISASI**

- OKFT-UH
- HMM FT-UH

## ABSTRAK

Muhammad Erwin Tri Samraputra (D21114312). Analisis Perbandingan Kinerja Cpu AMD Ryzen 3 1300X Menggunakan Heat Pipe dan Tanpa Heat Pipe. (Dibimbing oleh Ir. Machmud Syam, DEA dan Ir. Andi Mangkau, MT).

Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mendapatkan hasil analisis nilai kinerja pada frekuensi 3.5GHz, 3.6GHz, 3.7GHz, (2) Mendapatkan hubungan antara peningkatan frekuensi terhadap kinerja pendingin CPU, (3) Mendapatkan nilai kinerja optimum CPU dari variasi frekuensi yang diuji.

Berdasarkan seluruh hasil tahapan penelitian yang telah dilakukan pada analisis kinerja CPU AMD Ryzen 1300x dengan menggunakan *cooler* tanpa *heat pipe* dan dengan *heat pipe* dapat disimpulkan Variasi peningkatan frekuensi terlihat bahwa kinerja CPU di saat menggunakan *cooler* tanpa *heat pipe* lebih baik dalam menjalankan setiap aplikasi saat pengujian, daripada menggunakan *cooler* dengan *heat pipe*. Setiap peningkatan frekuensi terjadi pula peningkatan suhu pada setiap frekuensi, pada NHP memiliki  $T_{maks}$  40 °C sedangkan WHP memiliki  $T_{maks}$  31 °C semakin tinggi frekuensi pada CPU semakin tinggi pula suhunya. Saat menggunakan *cooler* dengan *heat pipe* suhu pada CPU terlalu rendah sehingga nilai kerja optimum CPU tidak tercapai. CPU AMD Ryzen 1300x berjalan sangat baik ketika menggunakan *cooler* tanpa *heat pipe* dikarenakan telah mendekati suhu kinerja optimumnya.

## ABSTRACT

Muhammad Erwin Tri Samraputra (D21114312). *Comparative Analysis of AMD Ryzen 3 1300X CPU Performance Using Heat Pipe and Without Heat Pipe. (Supervised by Ir. Machmud Syam, DEA and Ir. Andi Mapai, MT).*

*This study aims to (1) Obtain the results of the analysis of performance values at frequencies 3.5GHz, 3.6GHz, 3.7GHz, (2) Obtain the relationship between increased frequency and CPU cooler performance, (3) Get the optimum CPU performance value from the frequency variations tested.*

*Based on all the results of the research stages that have been carried out on the performance analysis of the AMD Ryzen 1300x CPU using a cooler without heat pipes and with heat pipes, it can be concluded that the frequency increase variation shows that the CPU performance when using a cooler without heat pipe is better in running each application during testing, instead of using a cooler with a heat pipe. With each increase in frequency there is also an increase in temperature at each frequency, NHP has a Tmask of 40 ° C while WHP has a Tmax of 31 ° C the higher the frequency on the CPU the higher the temperature. When using a cooler with a heat pipe the temperature on the CPU is too low so that the CPU's optimum working value is not achieved. The AMD Ryzen 1300x CPU performs very well when using a cooler without heat pipes because it is nearing its optimum performance temperature.*

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, atas banyaknya Berkah, Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Salam dan shalawat kepada Nabi Muhammad SAW sebagai tauladan kami yang menghantarkan kita selalu menuntut ilmu untuk bekal akhirat dan duniawi.

Akhir penyusunan skripsi “**ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA CPU AMD RYZEN 3 1300X MENGGUNAKAN HEAT PIPE DAN TANPA HEAT PIPE**” sudah ada dihadapan pembaca. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penghargaan dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua ( Bapak Sunusi dan Ibu Jawariah) dan saudara saya (Inri Eka Wati) yang selalu memberikan motivasi, support dan kasih sayangnya serta doa restunya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tak upa pula penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk, terutama kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT., selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Ir. Machmud Syam, DEA., selaku pembimbing pertama atas segala bimbingan, arahan, masukan, dan bantuannya selama penyusunan tugas akhir.
4. Bapak Ir. Andi Mangkau, MT., selaku pembimbing kedua atas segala bimbingan, arahan, masukan, dan bantuannya selama penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr.Eng. Jalaluddin, ST.,MT selaku Ketua Departemen Mesin FT- UH

6. Bapak Ir. Baharuddin Mire, MT., selaku dosen penguji atas segala arahan, masukan, dan bantuannya selama penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Dr.Eng. Novriany Amaliyah, ST.,MT selaku dosen penguji atas segala arahan, masukan, dan bantuannya selama penyusunan tugas akhir ini.
8. Bapak dan ibu dosen serta Staff Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
9. Kepada saudara-saudari seperjuangan, RAD14TOR yang selalu ada dalam suka maupun duka menemani kehidupan penulis sebagai mahasiswa dari semester 1 hingga akhir penulisan skripsi. Semoga masing-masing dari kita dipermudah dalam urusan dunia dan akhirat.
10. Kepada seluruh saudara-saudari dalam komunitas maupun organisasi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, terima kasih telah membumbui kehidupan penulis sebagai mahasiswa.

Akhir kata, *jazakumullah khairan katsiran* atas semuanya dan penulis berharap, tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya dalam ilmu material dan permesinan. Karenanya, masukan dan kritik rekan-rekan sekalian kiranya dapat membantu pengembangan penelitian ini selanjutnya.

Gowa, 01 Januari 2021



Muhammad Erwin Tri Samraputra

## DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penulisan .....	2
1.3.1. Tujuan Penulisan.....	2
1.3.2. Manfaat penulisan .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Definisi dan Konsep CPU .....	4
2.1.1. Definisi CPU .....	4
2.1.2. Konsep CPU .....	4
2.2. Metode Pendinginan CPU .....	7
2.2.1. Heat Sink.....	7
2.2.2. Loop Heat Pipe.....	8
2.3. Sejarah dan Prinsip Kerja Pipa Panas ( <i>Heat Pipe</i> ).....	9

2.3.1. Sejarah Pipa Panas .....	9
2.3.2. Prinsip Kerja Pipa Panas .....	13
BAB III.....	16
METODOLOGI PENELITIAN .....	16
3.1. Informasi dan Variabel Penelitian .....	16
3.1.1. Informasi Penelitian .....	16
3.1.2. Variabel Penelitian.....	17
3.2. Kerangka Penelitian.....	17
3.3. Desain Model dan Instrumen Penelitian.....	19
3.4. Alat dan Bahan Penelitian .....	21
3.4.1. Alat Penelitian.....	21
3.4.2. Bahan Penelitian.....	21
3.5. Jadwal Penelitian dan Langkah-Langkah Pengambilan Data .....	22
3.5.1. Jadwal Penelitian.....	22
3.5.2. Langkah-Langkah Pengambilan Data .....	23
BAB IV .....	24
PEMBAHASAN .....	24
4.1 Pembebanan pada 3.6 G.Hz.....	24
4.2 Pembebanan pada 3.7 GH.z.....	25
4.3 Pembebanan pada 3.8 GH.z.....	26
4.4 Cinebench R15 .....	27
4.5 Aplikasi Cinebech R20 .....	29
4.6 Final Fantasy Benchmark .....	30
4.7 PES 2019 Selama 2 Jam di 3.8 GHz .....	31
4.8. Pengaruh <i>cooler</i> terhadap CPU .....	31
BAB V.....	33
KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran .....	33

DAFTAR PUSTAKA .....	34
LAMPIRAN .....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data yang dihasilkan dari aplikasi Cinebench R15 .....	27
Tabel 2. Data yang dihasilkan dari aplikasi Cinebench R20 .....	29
Tabel 3. Data yang Dihasilkan dari Aplikasi Final Fantasy <i>Benchmark</i> .....	30

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Pengolahan Data Tiap Dedit Pada Aplikasi Performance Test 8.0.....	5
Gambar 2. Grafik Hasil Uji Kinerja Desktop Pada Aplikasi Super Pi Gambar 2. Grafik Hasil Uji Kinerja Desktop Pada Aplikasi Super Pi .....	6
Gambar 3. Grafik Hasil Pengukuran Konsumsi Daya yang Digunakan Dekstop .....	7
Gambar 4. Pipa Panas dengan Heat Sink dan Fan untuk Pendinginan Desktop PC ....	8
Gambar 5. Pipa Panas Tipe LHP .....	9
Gambar 6. Termosifon .....	11
Gambar 7. Sintered Wick .....	12
Gambar 8. Prinsip Kerja Pipa Panas .....	13
Gambar 9. Diagram T-S Pada Pipa Panas.....	14
Gambar 10. Daerah Hantara Pipa Panas .....	15
Gambar 11. Susunan Komponen pada Komputer .....	19
Gambar 12. Komponen pada CPU dengan <i>Heat pipe</i> .....	20
Gambar 13. Susunan Komponen pada CPU dengan <i>Heat pipe</i> .....	20
Gambar 14. Grafik hasil Pengukuran Suhu pada 3.6 GH.z.....	24
Gambar 15. Grafik Hasil Pengukuran Suhu pada 3.7 GH.z.....	25
Gambar 16. Grafik Hasil Pengukuran Suhu pada 3.8 GHz.....	26

Gambar 17. Grafik Hasil Pengukuran Suhu pada 3.8 GH.z selama 2 jam di Game  
PES 2019 ..... 31

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia teknologi sekarang sangat pesat, tentunya termasuk perkembangan teknologi komputer yang membuat komputer yang agak lama sudah tidak mampu lagi menjalankan aplikasi-aplikasi terbaru. Jika kita menggunakan komputer serba baru dan berkinerja tinggi pastinya tidak efisien terlebih lagi kita hanya menggunakan komputer tersebut untuk keperluan office dan browsing internet saja. Jadi akan lebih efisien jika kita menggunakan komputer dengan spesifikasi biasa yang lebih irit dan lebih dingin.

Untuk memenuhi standar aplikasi-aplikasi terbaru tentunya kita perlu meng-*upgrade* komponen komputer kita yang tentunya tidak bisa dilakukan pada satu komponen saja yang tentunya tidak menghabiskan uang sedikit. Oleh karena itu pengembang AMD dan INTEL menyediakan processor yang *unlocked* atau biasa kita sebut *processor* yang dapat di-*overclock*. *Overclocking* adalah menaikkan frekuensi prosesor untuk meningkatkan kinerja komputer.

Pada pembelian sebuah prosesor AMD dan INTEL selain prosesornya itu sendiri kita juga mendapatkan sebuah pendingin *cooler* prosesor bawaan. *Cooler* ini dirancang sedemikian rupa agar prosesor yang bekerja tetap berada pada suhu yang optimal. Tetapi ketika sebuah prosesor yang di-*overclocking* memiliki frekuensi yang akan naik dan kinerja prosesor meningkat, pasti akan mempengaruhi suhu prosesor itu sendiri.

Oleh sebab itu dalam *overclocking* sangat penting untuk menjaga suhu prosesor agar tidak terjadi *overheating*. Saya berniat untuk meneliti mengenai kinerja pendingin yang bawaan yang disediakan oleh AMD dengan produk prosesor AMD

Ryzen 3 1300X. Dimana prosesor ini memiliki *Base Clock* 3.5GHz dan *Max Boost Clock* 3.7GHz. Prosesor akan bekerja pada *Base Clock* 3.5 GHz dan *Overclock* pada 3.6 GHz, 3.7 GHz, dan 3.8 GHz dengan diberikan sebuah kerja *me-rendering* sebuah gambar dengan menggunakan aplikasi CINEBENCH, dimana dalam hal *me-rendering* membutuhkan prosesor yang sangat besar. Di aplikasi tersebut menghitung FPS, dimana FPS (*Frame Per Second*) adalah sebuah tampilan jumlah gambar yang dihasilkan dalam bentuk grafis dalam waktu satu detik. Semakin banyak *frame* yang ditampilkan dalam satu detik, maka kualitas video yang ada akan semakin jernih dan nyaman untuk dilihat atau ditonton.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Berapakah nilai kinerja pada frekuensi 3.6GHz, 3.7GHz, 3.8GHz?
2. Bagaimanakah hubungan antara peningkatan frekuensi terhadap kinerja pendingin CPU?
3. Berapakah nilai kinerja optimum CPU dari variasi frekuensi yang diuji?

## **1.3 Tujuan dan Manfaat Penulisan**

### **1.3.1. Tujuan Penulisan**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, dapat diketahui tujuan penulisan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil analisis nilai kinerja pada frekuensi 3.5GHz, 3.6GHz, 3.7GHz?
2. Mendapatkan hubungan antara peningkatan frekuensi terhadap kinerja pendingin CPU.

3. Mendapatkan nilai kinerja optimum CPU dari variasi frekuensi yang diuji?

### **1.3.2. Manfaat penulisan**

Adapun manfaat langsung dari penulis ini adalah membantu pembaca memilih frekuensi maksimum yang dapat bekerja pada pendingin bawaan prosesor itu sendiri.

### **1.4 Batasan Masalah**

Untuk membuat laporan agar lebih terarah maka dalam penyusunan laporan ini tidak semua masalah dapat dibahas. Oleh sebab itu batasan pembahasan penelitian ini adalah:

1. Lebih dalam membahas mengenai kinerja pendingin dengan berbagai variasi frekuensi (3.6GHz, 3.7GHz, 3.8GHz).
2. Percobaan ini menggunakan prosesor AMD Ryzen 3 1300X dengan *Base Clock* 3.5GHz dengan *Max Boost Clock* 3.7GHz.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Definisi dan Konsep CPU

##### 2.1.1. Definisi CPU

CPU adalah sirkuit elektronik dalam komputer yang membawa instruksi dari program komputer dengan memunculkan dasar aritmatik, logikal, kontrol, dan operasi *input/output* (I/O) yang dispesifikasikan sesuai instuksinya. Pengertian CPU dapat kita ketahui secara ringkas dari kepanjangan CPU itu sendiri. CPU merupakan singkatan dari *Central Processing Unit* atau Pengolah pusat. Secara awam kita sering menyebutnya sebagai *processor*, karena merupakan pusat pengolahan data dalam sebuah komputer. CPU dapat diibaratkan sebagai sebuah otak dari komputer itu sendiri. Cepat atau lambatnya kinerja dari sebuah computer cukup ditentukan oleh kualitas dan teknologi dari CPU yang digunakan (Wikipedia, 2015).

FPS (*Frame Per Second*) adalah sebuah tampilan jumlah gambar yang dihasilkan dalam bentuk grafis dalam waktu satu detik. Semakin banyak *frame* yang ditampilkan dalam satu detik, maka kualitas video yang ada akan semakin jernih dan nyaman untuk dilihat atau ditonton.

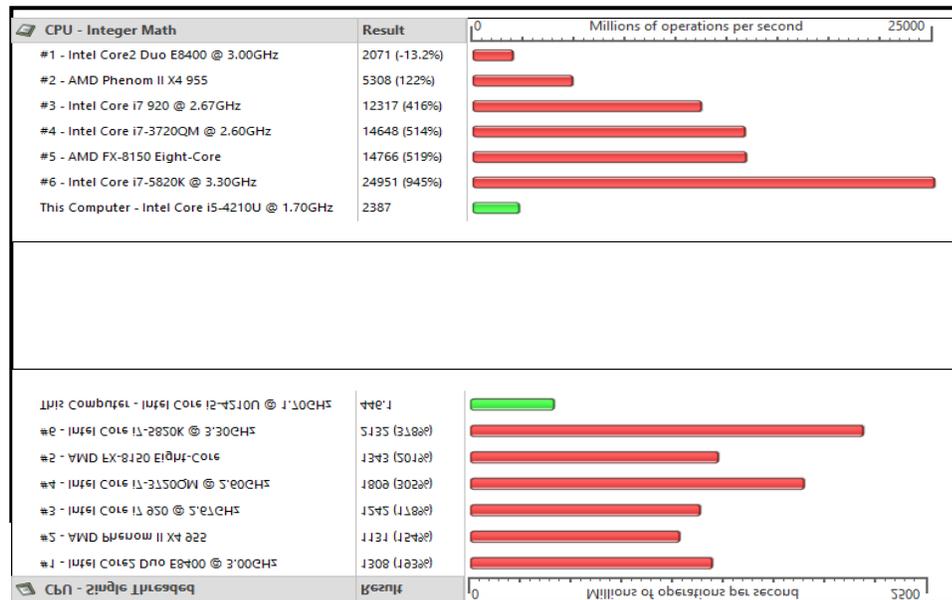
##### 2.1.2. Konsep CPU

Konsep CPU yang dibahas adalah kinerja dari CPU. Untuk mengetahui nilai kinerja dari CPU dapat dilakukan beberapa cara, seperti:

#### 1. Mengukur Interval Waktu Memproses Data

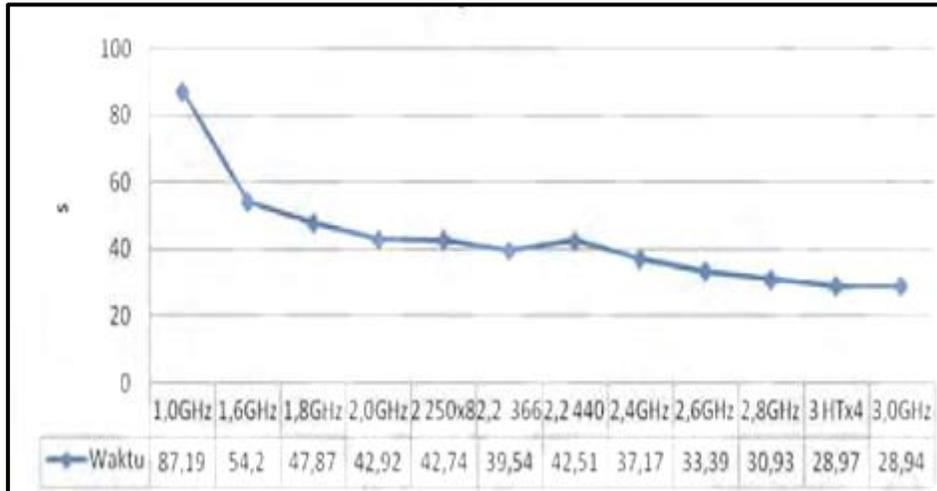
Terdapat dua cara mudah untuk mengukur kinerja komputer dengan mengukur interval waktu/ kecepatan memproses data. Pertama, menggunakan parameter sistem

itu sendiri misalnya laju detak prosesor atau jumlah instruksi yang dapat diproses tiap satuan waktu. Jumlah instruksi yang diproses dalam satuan waktu tertentu diekspresikan dalam 'satuan' MIPS (*millions instruction per second*) (Buku Panduan Kasus Pada Komputer (Gunadarma), 2015).



**Gambar 1.** Diagram Pengolahan Data tiap Dedit Pada Aplikasi Performance Test 8.0

Cara kedua adalah dengan menggunakan aplikasi *benchmark*. Pada *benchmark* grafik yang terpasang menunjukkan bahwa semakin tinggi nilainya maka semakin baik kinerjanya, kecuali pada aplikasi yang menggunakan satuan waktu (*second*) seperti *Super Pi* dan *Everst*. Pada aplikasi yang menggunakan satuan waktu, semakin rendah nilainya berarti kinerja sistem semakin baik (Ibrahim Bimo Sasongko, 2019).



**Gambar 2.** Grafik Hasil Uji Kinerja Desktop Pada Aplikasi Super Pi  
 Gambar 2. Grafik Hasil Uji Kinerja Desktop Pada Aplikasi Super Pi

Sumber: Skripsi (Universitas Indonesia) Ibrahim Bimo Sasongko. 2009.

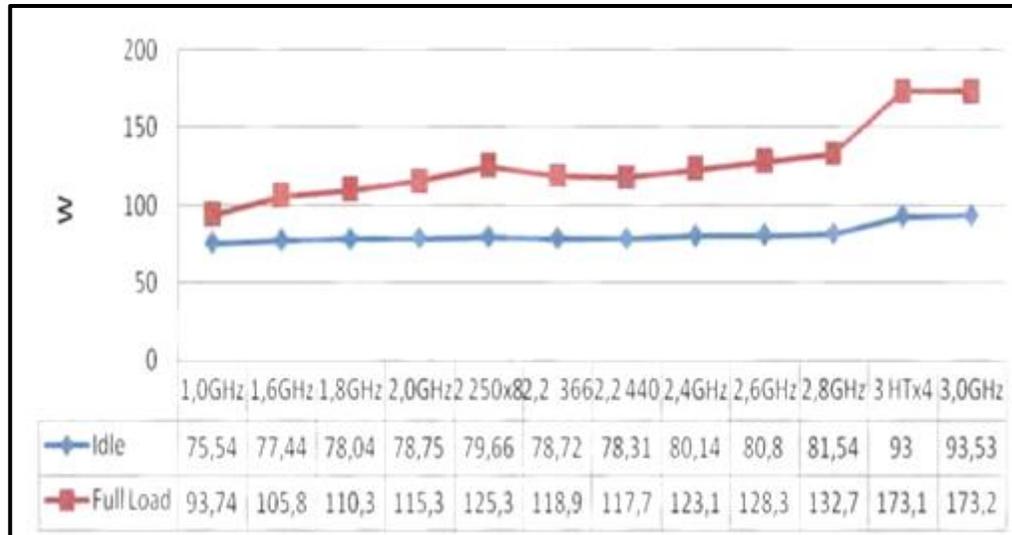
## 2. Mengukur Suhu Dekstop

Pada pengukuran suhu prosesor, semakin tinggi angkanya berarti suhu prosesor CPU semakin panas. Satuan dari suhu prosesor adalah derajat Celcius. Suhu dari prosesor meningkat biasanya disebabkan pembebanan dari desktop/ lebih banyak melakukan kegiatan pengolahan data. Untuk suhu prosesor secara keseluruhan bisa lebih dingin karena area perhitungan suhu yang lebih luas sehingga suhu menjadi dingin, apalagi terdapat *heat spreader* pada prosesor yang berfungsi untuk menyebarkan panas (Ibrahim Bimo Sasongko, 2019).

## 3. Mengukur Daya Konsumsi

Pengukuran daya tidak digunakan *software* melainkan *hardware* berupa *Power Quality Analyzer*. Pengukuran daya menghitung daya sistem secara keseluruhan, yang artinya pada desktop satu set CPU yang diukur. Pada pengukuran daya semakin tinggi angkanya berarti daya yang digunakan semakin banyak. Nilai konsumsi daya

yang kecil akan menghasilkan perbedaan suhu yang relatif kecil (Ibrahim Bimo Sasongko, 2019).



**Gambar 3.** Grafik Hasil Pengukuran Konsumsi Daya yang Digunakan Dekstop

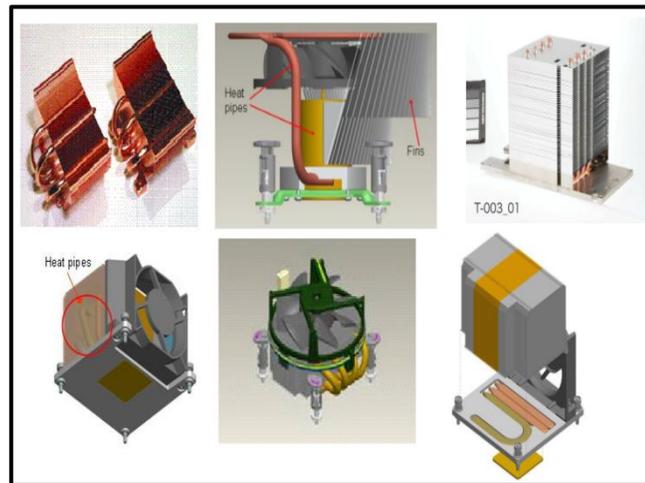
Sumber: Skripsi (Universitas Indonesia) Ibrahim Bimo Sasongko. 2009.

## 2.2. Metode Pendinginan CPU

### 2.2.1. Heat Sink

Menurut Rian Saputra [18], “Prosesor CPU menghasilkan fluks panas yang akan mempengaruhi kinerja jika tidak ditangani. Awalnya penanganan terhadap fluks panas telah dikembangkan dengan metode *heat sink* lalu dikembangkan dengan menambahkan kipas pada *heat sink*. Metode *heat sink* memindahkan panas dari logam berbentuk sirip-sirip. Panas yang direduksi dari CPU dibuang secara konveksi ke lingkungan melalui dirip-sirip tersebut”. Sedangkan, penambahan kipas digunakan untuk meningkatkan laju aliran panas yang dibuang dengan menggunakan

perpindahan panas secara paksa. Panas yang dihasilkan CPU sebesar 10 Watt sampai 150 Watt tidak mampu diserap oleh *heat sink* konvensional, sehingga *heat sink* yang dibantu dengan kipas dikombinasikan dengan pipa panas dianggap mampu memindahkan panas pada fluks panas yang tertinggi dari CPU (K.S. Kim, M.H. J.W. Kim, B.J. Back, 2013).

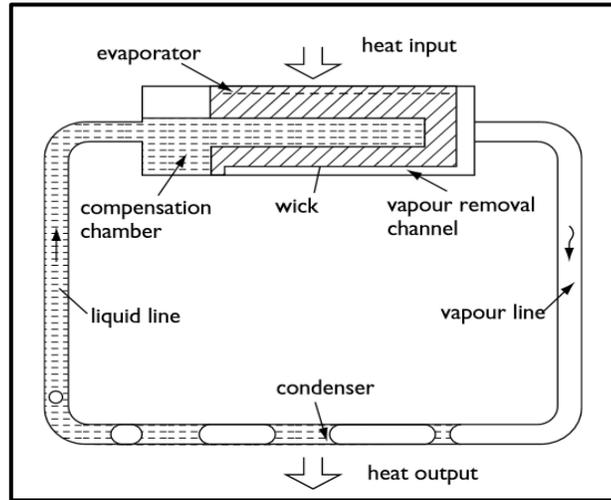


**Gambar 4.** Pipa Panas dengan *Heat Sink* dan *Fan* untuk Pendinginan Desktop PC

Sumber: Jurnal Masataka “A Review of *Heat pipe* Application Including New Opportunities”, 2011.

### 2.2.2. Loop Heat Pipe

Menurut Jurnal Randeep Singh, dkk (2007), teknologi seperti *liquid cooling* dan fasilitas pendinginan lainnya sangat penting, namun masih bisa mengalami integrasi, keandalan dan kualitas. Dengan pengembangan sistem perpindahan panas dua fasa dan teknologi media berpori, pipa panas *loop* (LHPs) sangat berpotensi untuk memenuhi kebutuhan saat ini.



**Gambar 5.** Pipa Panas Tipe LHP

Sumber: Buku *Heat Pipe Theory, Design, and Application Fifth Edition* (Hal:5). 2006.

Awalnya dikenal sebagai pipa panas antigravitasi (AGHP), LHP adalah alat perpindahan panas dua fase yang sangat efisien yang beroperasi menggunakan tekanan kapiler yang dikembangkan oleh *wick* dengan pori halus untuk mengedarkan fluida kerja, dan panas laten penguapan dan pengembunan dari fluida kerja untuk memperoleh dan mengangkut beban panas. LHP memiliki semua keunggulan pipa panas konvensional dan juga memberikan operasi yang dapat diandalkan melalui jarak jauh pada orientasi di bidang gravitasi (Randeep Singh, dkk, 2007).

## 2.3. Sejarah dan Prinsip Kerja Pipa Panas (*Heat Pipe*)

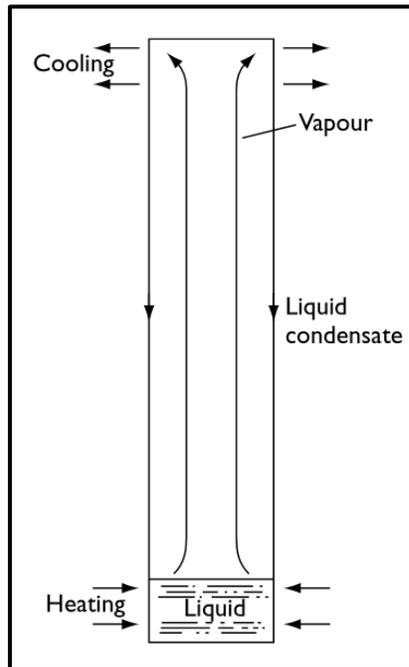
### 2.3.1. Sejarah Pipa Panas

Tabung Perkins mendasari munculnya konsep pipa panas. Konsep yang Perkins temukan adalah “Termosifon (*Thermosyphone*)”. Tabung Perkins ditemukan oleh Angier March Perkins lahir di Massachusetts, AS pada akhir abad kedelapan belas, putra Jacob Perkins, juga seorang insinyur (Anonim, 1882). Pada tahun 1827, A.M.

Perkins datang ke Inggris, dimana dia kemudian melakukan sebagian besar pekerjaan pengembangannya pada boiler dan sistem distribusi panas lainnya (David Reay and Peter Kew, 2006).

Dalam buku David Reay dan Peter Kew (2006), termosifon serupa dengan sejumlah air yang ditempatkan di dalam tabung tersegel dengan udara divakumkan. Ujung bawah tabung dipanaskan sehingga menyebabkan cairan menguap dan uap bergerak ke ujung tabung yang dingin dimana dikondensasi. Kondensat kembali ke ujung yang panas dengan gravitasi. Karena panas penguapan yang meluap besar, sejumlah besar panas dapat diangkut dengan perbedaan suhu yang sangat kecil dari ujung ke ujung. Dengan demikian, struktur juga akan memiliki konduktansi termal yang tinggi. Salah satu keterbatasan termosifon dasar adalah agar kondensat dikembalikan ke daerah evaporator oleh gaya gravitasi, yang terakhir harus berada pada titik terendah.

Perbedaan pipa panas dengan termosifon adalah pada pipa panas, posisi evaporator tidak dibatasi dan dapat digunakan dalam orientasi apapun sedangkan pada termosifon, evaporator pipa panas berada pada posisi terendah karena gaya gravitasi akan membantu gaya kapiler.



**Gambar 6.** Termosifon

Sumber: Buku *Heat Pipe Theory, Design, and Application Fifth Edition* (Hal:2). 2006.

Penemuan dari Perkins dilanjutkan oleh Gaugler dari General Motors Corporation, Ohio, AS. Dalam permohonan paten tertanggal 21 Desember 1942 dan diterbitkan sebagai Paten Amerika Serikat No. 2350348 pada tanggal 6 Juni 1944, pipa panas digambarkan sebagaimana diterapkan pada sistem pendingin. Menurut Gaugler (1944), tujuan dari penemuan ini adalah untuk “Menyerapan panas dengan cara menguapkan cairan ke suatu titik di mana kondensasi atau pemberian panas terjadi tanpa pengeluaran cairan”. Kapiler diusulkan sebagai sarana untuk mengembalikan cairan dari kondensator ke evaporator dan Gaugler menyarankan agar salah satu bentuk struktur ini adalah besi (*wick*) yang disinter.

Dalam jurnal Mohamed H.A. Elnaggar dan Ezzaldeen Edwan [13], *wick* yang disinteri memiliki sumbu yang ukuran pori-pori yang kecil, menghasilkan permeabilitas sumbu rendah, yang menyebabkan generasi kekuatan kapiler tinggi untuk aplikasi anti-gravitasi. Pipa panas yang membawa sumbu jenis ini memberi perbedaan kecil pada suhu antara bagian evaporator dan kondensor. Hal ini mengurangi ketahanan termal dan meningkatkan konduktivitas termal efektif dari pipa panas.



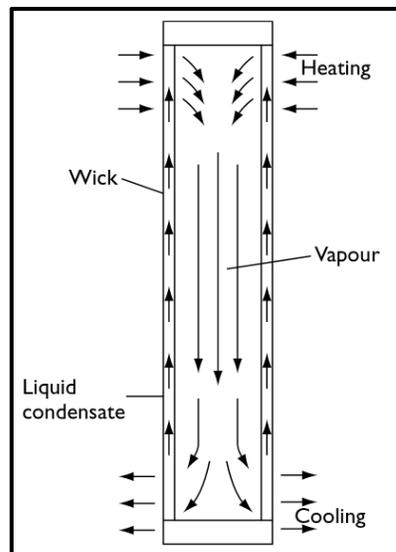
**Gambar 7.** Sintered Wick

Sumber: Mohamed H.A. Elnaggar dan Ezzaldeen Edwan, “*Heat Pipes for Computer Cooling Applications*”, 2016

Akibat penemuan diatas, pipa panas terus dikembangkan di seluruh dunia. Beberapa aplikasi pipa panas mencakup: pendinginan elektronik, *die-casting* dan *injection molding*, mengendalikan suhu proses manufaktur, pengelolaan termal pesawat antariksa dan lainnya (David Reay and Peter Kew, 2006).

### 2.3.2. Prinsip Kerja Pipa Panas

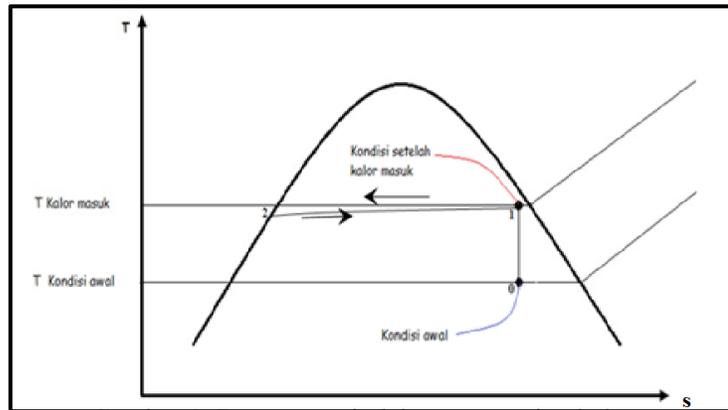
Umumnya pipa panas terdiri dari pipa vakum tertutup, *wick*, dan fluida kerja dengan tekanan uap yang disesuaikan dengan kondisi temperatur kerja. Fluida kerja yang mudah menguap akan menyerap kalor dari sumber panas pada bagian evaporator. Perubahan temperatur yang dialami fluida kerja mengakibatkan terjadinya peningkatan tekanan pada fluida kerja sehingga terjadi perubahan fase dari wujud cair ke uap. Uap yang terbentuk akan bergerak ke kondensor dan terjadi pelepasan kalor sehingga fluida kerja kembali ke wujud cair. Bagian yang menjadi ciri khas dari pipa panas adalah proses kembalinya fluida kerja kondensor ke evaporator, tanpa mekanisme kembali fluida kerja yang berawal dari evaporator akan terjadi akumulasi fluida kerja pada bagian kondensor dan mengakibatkan keringnya fluida kerja pada evaporator. Untuk itu dibutuhkan mekanisme aliran kembali dari kondensor ke evaporator dengan menggunakan *wick* (Rian Sapytra, 2011).



**Gambar 8.** Prinsip Kerja Pipa Panas

Sumber: Buku *Heat Pipe Theory, Design, and Application Fifth Edition* (Hal:2). 2006.

Secara sederhana siklus yang terjadi pada pipa panas dapat diringkas berdasarkan Gambar 8, seperti di bawah ini:



**Gambar 9.** Diagram T-S Pada Pipa Panas

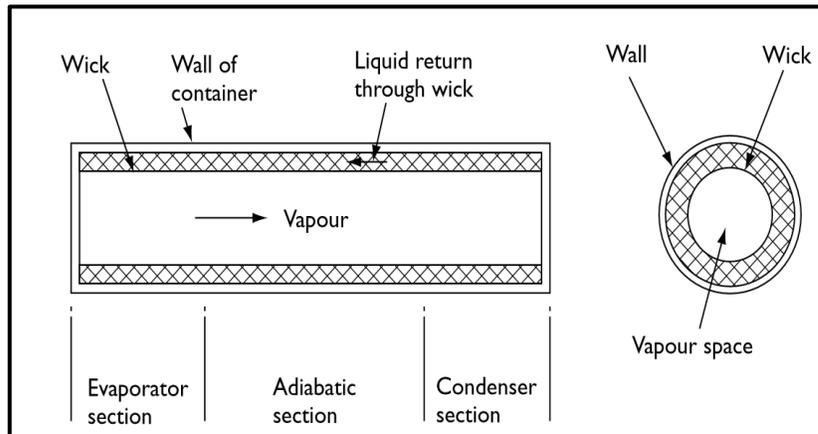
Sumber: Dian Wahyu. 2016.

Keterangan proses:

0-1, Peristiwa evaporasi pertama kali kalor masuk

1-2, Peristiwa kondensasi karena kalor dipindahkan ke luar pipa kalor

2-1, Peristiwa evaporasi



**Gambar 10.** Daerah Hantara Pipa Panas

Sumber: Buku *Heat Pipe Theory, Design, and Application Fifth Edition* (Hal:3). 2006.

Pipa panas bekerja memanfaatkan kalor laten dari fluida kerja. Proses perpindahan panas pada pipa kalor terjadi pada tiga daerah hantaran yaitu, evaporator, adiabatik dan kondenser. Cairan yang diuapkan oleh daerah evaporator pada keadaan uap melewati daerah adiabatik mencapai daerah kondensor. Uap dilepaskan pada daerah kondensor sehingga uap mengalami kondensasi dan cairan menuju daerah evaporator melalui daya kapilaritas wick. Walaupun pipa panas dapat secara berkesinambungan menghantarkan panas ke daerah kondensor, proses ini akan berlanjut selama ada tekanan kapiler yang cukup untuk membawa cairan kembali ke daerah evaporator (Y. F. Maydanik, 1999).