

# Analisis Kinerja Thermal Sistem Heat Pipe Air Conditioning (Hpac) Dengan Sirip Dan Tanpa Sirip Yang Dipasang Secara Vertikal

I Nyoman Gede Rasmajaya, Wayan Nata Septiadi, Made Ricki Murti  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Sistem AC yang sehat merupakan sistem dimana terdapat sirkulasi dengan udara segar, sistem ini akan berdampak pada beban kerja kompresor. Untuk itu dilakukan pengaplikasian pipa kalor pada sistem AC, agar membantu menurunkan temperatur udara masuk pada evaporator. Pipa kalor (Heat Pipe) merupakan sebuah alat penukar kalor berupa pipa tembaga, yang didalamnya terdapat cairan khusus sebagai pengantar kalor dengan kemampuan transfer panas yang baik. Pengujian dilakukan dengan metode eksperimen, dengan variasi penggunaan sirip dan tanpa sirip pada posisi vertikal dengan temperatur udara masuk 30°C dan temperatur setting 20°C, 18°C, 16°C. Berdasarkan hasil pengujian penggunaan heat pipe dengan sirip dan tanpa sirip pada posisi vertikal, sangat berpengaruh terhadap penurunan temperatur udara masuk dan laju pendinginan pada evaporator. Saat temperatur kabin 16°C penggunaan heat pipe dengan sirip membutuhkan waktu 443 detik lebih cepat untuk mencapai temperatur setting dibandingkan heat pipe tanpa sirip, dimana penggunaan heat pipe dengan sirip membutuhkan waktu 2051 detik sedangkan penggunaan heat pipe tanpa sirip membutuhkan waktu 2494 detik. Laju pendinginan pada evaporator saat temperatur setting 16°C menggunakan heat pipe dengan sirip laju pendingin pada evaporator yang diperoleh sebesar 7,975 kJ/s, sedangkan menggunakan heat pipe tanpa sirip laju pendingin pada evaporator yang diperoleh lebih besar yaitu 8,474 kJ/s.

Kata kunci : pipa kalor, dengan sirip, tanpa sirip, vertikal

## Abstract

A healthy air conditioning system is a system where there is fresh air circulation and it will give an impact to the compressor workload. For this reason, the application of heat pipe in the air conditioning system is needed in order to reduce the air temperature in evaporator. The heat pipe is used as a heat exchanger and it is a kind of copper pipe which there is specific liquid as a good heat transfer. The test was done by an experimental method with variation of using fins and no fin in vertical position with 30°C of intake air and temperature setting of 20°C, 18°C, 16°C. Based on the experimental, the use of heat pipe with fins or without fins in vertical position gave a big impact to the reduction of intake air temperature and the cooling rate of evaporator. When the cabin temperature was 16°C, the used of heat pipe with fins got 443 second faster to reach the temperature setting rather than the heat pipe without fins. The used of heat pipe with fins need 2,051 second while the heat pipe without fins need 2,494 second to reach the temperature setting. The result shown that the cooling rate in evaporator was 7,975 kJ/s when using the heat pipe with fins, while 8,474 kJ/s when using the heat pipe without fins.

Keywords: heat pipe, fins, finless, vertical

## 1. Pendahuluan

Saat ini pengkondisian udara sudah semakin marak sejak pertama kali ditemukan oleh Carrier pada tahun 1902 [1]. Teknologi pengkondisian udara telah berkembang dan telah mengalami perbaikan dari waktu ke waktu. Berbagai jenis mesin pengkondisian udara telah dikembangkan dari *direct expansion* hingga *water chiller* dan telah menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia pada saat ini. Mesin pendingin telah menjadi suatu kebutuhan utama untuk tempat-tempat umum seperti : perkantoran, hotel, rumah sakit, pusat perbelanjaan dan sebagainya yang ditempati banyak orang dimana kenyamanan udara menjadi hal yang sangat penting.

Indonesia sebagai negara yang beriklim tropis memiliki temperatur udara berkisar 28°C- 35 °C dengan kelembaban *relative humidity* 70% - 90 %,

untuk kondisi nyaman udara pada suatu bangunan berada pada temperatur 22 °C -25 °C dengan kelembaban *relative humidity* 40 %- 60 % [3]. AC merupakan sebuah alat penyejuk ruangan yang mampu mengkondisikan udara dalam ruangan serta memberikan efek nyaman bagi tubuh. Kualitas udara dalam suatu ruangan yang menggunakan penyejuk ruangan merupakan faktor yang signifikan yang dapat mempengaruhi derajat kesehatan [2].

Ventilasi yang ada pada ruangan ber AC cenderung tertutup, kondisi tersebut akan menghalangi polutan dari luar ruangan masuk ke dalam. Di sisi lain, ketertutupan tersebut juga dapat menyebabkan polutan dalam ruangan tidak dapat keluar dengan baik dan menyebabkan udara di dalam ruangan tidak sehat [7].

Sistem AC yang sehat merupakan sistem dimana terdapat sirkulasi udara dengan udara segar, dengan

adanya sirkulasi udara maka suhu udara yang disirkulasikan cenderung temperturnya lebih tinggi dari temperatur di dalam ruangan. Sistem AC dengan adanya sirkulasi udara akan berdampak pada beban kerja kompresor.

*Heat Pipe* merupakan sebuah alat *heat exchanger* dengan kemampuan transfer panas yang sangat baik. Pertama kali *Heat pipe* diperkenalkan oleh Gaugler [4] pada tahun 1942 dan terus berkembang hingga saat ini. Beberapa kajian tentang *heat pipe* pada pengkondisian udara yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa *heat pipe* dapat berfungsi *precooler* dan *reheater*, penghemat energi, [6].

Tujuan dilakukan penelitian untuk mengetahui efek *heat pipe* pada pengkondisian udara. Pada penelitian sistem ini pengkondisian udara dioperasikan pada dua kondisi yaitu dengan *heat pipe*, dan tanpa *heat pipe*, dengan hasil penelitian bahwa penggunaan *heat pipe* pada pengkondisian udara dapat meningkatkan kapasitas penurunan *humidity* hingga 32% dan menurunkan jumlah energi yang dibutuhkan untuk *reheating* sebesar 20% .[5].

Dengan berpedoman pada penelitian sebelumnya, dan mengingat pentingnya sirkulasi udara pada sistem AC bagi kesehatan, peneliti tertarik untuk mengetahui lebih lanjut pengaruh penggunaan *Straight Heat pipe* pada sistem AC. Pengaplikasian *heat pipe* pada sistem pengkondisian dilakukan menggunakan sistem AC yang terdapat pada ruangan lab konversi energi, kabin sebagai reflika ruangan, dan pipa kalor lurus pada posisi pemasangan *heat pipe* secara vertikal dengan variasi penggunaan sirip dan tanpa sirip,

Temperatur awal pada kabin disamakan pada setiap pengujian yaitu pada temperatur 30°C dan temperatur setting yang digunakan pada pengujian yaitu temperatur 20°C, 18°C, 16°C. Pengujian baru dilakukan setelah temperatur kabin tercapai 30°C, setelah itu sistem AC baru di hidupkan , data dari pengujian akan terekam pada Modul NI. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja *heat pipe* yang diaplikasikan pada sistem pengkondisian udara AC dalam membantu meringankan beban pendinginan dan daya kompresor.

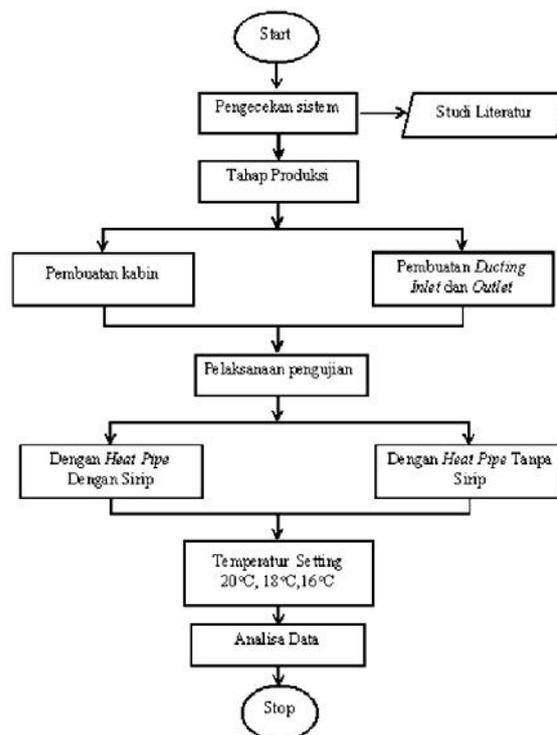
## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Skema Rencana Penelitian

Dalam pengujian *heat pipe* menggunakan sistem pendingin AC I, dimulai dari pengecekan dan fungsi dari komponen alat -alat yang akan digunakan untuk pengujian. Selanjutnya tahap pembuatan skematik pengujian, dalam proses ini ada beberapa komponen yang harus dibuat seperti skema ruangan dan *ducting evaporator* serta pemasangan aksesoris tambahan untuk menunjang proses pengambilan data. Dalam proses pengambilan data ada beberapa komponen

yang harus diamati seperti menghitung tempertur udara masuk . Beban pendinginan yang dihasilkan selama proses pengambilan data tersebut, dengan membandingkan pengaruh *heat pipe* dengan sirip dengan *heat pipe* tanpa sirip yang dipasang secara vertikal.

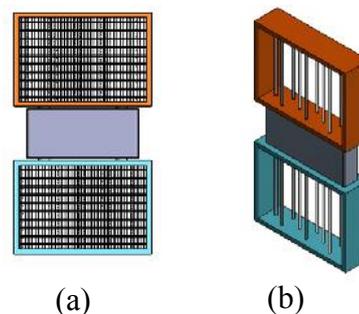
Dalam penelitian ini ada beberapa alat dan bahan yang digunakan yaitu ,aluminium *ducting*, *heat pipe*, *fan*, *heater*, sistem AC, Modul NI, *thermocople*, *tang amper* dan *air flow meter*, computer , Adapun alur penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar . 1. Diagram alir penelitian.

### 2.2. Perancangan Sistem

Perancangan Sistem HPAC posisi vertikal dengan sirip dan tanpa sirip. Pada gambar (a) merupakan *Heat Pipe* dengan menggunakan sirip dan gambar (b) merupakan *Heat Pipe* tanpa menggunakan sirip, seperti pada gambar 2 dibawah ini :



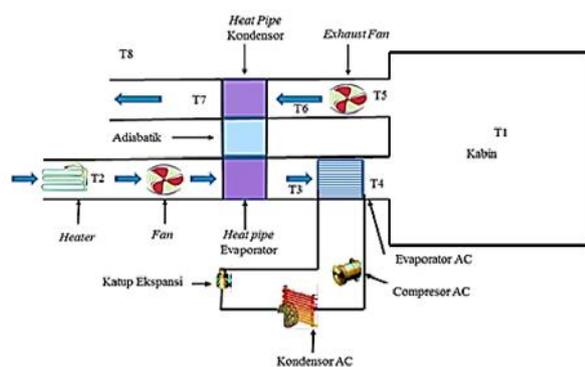
Gambar 2 (a) Racangan *heat pipe* dengan menggunakan sirip ,(b) Racangan *heat pipe* tanpa menggunakan sirip.

Langkah-langkah dalam perancangan sistem *Heat Pipe Air Conditioning* sebagai berikut :

- Pembuatan kabin menggunakan *aluminium ducting* dengan ukuran panjang 200 cm, lebar 120 cm dan tinggi 120 cm.
- Pembuatan *ducting heat pipe evaporator* dan *heat pipe* kondensor menggunakan *aluminium ducting* dengan ukuran yang sudah ditentukan yaitu 27 cm x 38 cm
- Pembuatan saluran udara dengan menggunakan pipa 5 in
- Setelah semuanya selesai, maka rangkai semua agar komponen menyatu.

### 2.3. Skematik Pengujian

Dalam persiapan pengujian hal pertama yang harus diperhatikan adalah performa mesin AC pastikan keadaan mesin AC sangat baik. Untuk menjaga udara awal agar tetap konstan maka dipasang *heater* untung memanaskan udara masuk, dalam penelitian ini menggunakan 8 *thermocoupe* di masing-masing bagian yang akan diukur temperatur dan posisi *heat pipe* yang dipasang adalah posisi vertikal seperti ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Skematik Pengujian HPAC dengan posisi vertikal

Keterangan :

- T1 = Temperatur didalam kabin ( C )
- T2 = Temperatur *heater* ( C )
- T3 = Temperatur *heat pipe evaporator* ( C )
- T4 = Temperatur saluran in (*evaporator*) ( C )
- T5 = Temperatur saluran out ( C )
- T6 = Temperatur *ducting out* ( C )
- T7 = Temperatur *heat pipe* kondensor ( C )
- T8 = Temperatur lingkungan ( C )
- W1= Laju pendinginan *Evaporator AC* (kJ/s)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan didapatkan data seperti yang dicantumkan pada tabel 1 dan tabel 2 .Tabel 1 merupakan tabel hasil pengujian distribusi temperatur, arus kompresor, tegangan pada kompresor dan durasi waktu saat temperatur setting kabin yaitu 20°C, 18°C, dan 16°C telah tercapai ,dengan menggunakan variasi *heat pipe* dengan sirip yang dipasang dengan posisi vertikal,

sedangkan pada tabel 2 merupakan tabel hasil pengujian distribusi temperatur, arus kompresor, tegangan pada kompresor dan durasi waktu saat temperatur setting kabin yaitu 20°C, 18°C, dan 16°C telah tercapai ,dengan menggunakan variasi *heat pipe* tanpa sirip yang dipasang dengan posisi vertikal.

**Tabel 1 Data Perbandingan Temperatur 20 C, 18 C dan 16 C Menggunakan *Heat Pipe* dengan Sirip Dipasang dengan Posisi Vertikal.**

Temperatur Setting (°C)	Arus kompresor (A)	Tegangan Kompresor (V)	waktu (s)	Titik Pengukuran (°C)							
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
20	1,8	220	739	20,145	30,354	28,795	14,903	25,268	36,867	29,217	28,446
18	1,9	220	841	18,194	30,258	28,495	13,342	24,53	26,93	27,672	27,424
16	2	220	2051	16,031	30,484	28,173	12,596	24,379	25,063	26,873	27,651

**Tabel 2 Data Perbandingan Temperatur 20 C, 18 C dan 16 C Menggunakan *Heat Pipe* tanpa Sirip Dipasang dengan Posisi Vertikal.**

Temperatur Setting (°C)	Arus kompresor (A)	Tegangan Kompresor (V)	waktu (s)	Titik Pengukuran (°C)							
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
20	1,8	220	900	20,03	30,007	29,722	14,696	25,502	26,505	27,096	28,148
18	1,9	220	965	18,135	30,011	29,831	13,649	25,363	26,45	27,181	28,062
16	2	220	2494	16,023	30,337	29,96	12,525	24,778	25,31	26,583	27,991

Berdasarkan data pada tabel 1 dan 2, menunjukkan bahwa penggunaan variasi *heat pipe* dengan menggunakan *heat pipe* dengan sirip dan penggunaan *heat pipe* tanpa sirip posisi vertikal ,memerlukan waktu yang berbeda untuk mencapai temperatur setting 20°C, 18°C, 16°C pada kabin.

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur setting pada saat menggunakan *heat pipe* dengan sirip pada temperatur 20°C , membutuhkan waktu 739 detik, temperatur 18°C membutuhkan waktu 841 detik dan temperatur 16°C membutuhkan waktu 2051 detik. Sedangkan pada penggunaan *heat pipe* tanpa sirip pada temperatur 20°C membutuhkan waktu 900 detik, temperatur 18°C membutuhkan waktu 965 detik dan temperatur 16°C membutuhkan waktu 2494 detik.

Dilihat dari waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur setting, dengan menggunakan *heat pipe* dengan sirip waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur setting lebih cepat dari pada menggunakan *heat pipe* tanpa sirip. Selisih waktu pada masing-masing temperatur sebesar 161 detik pada temperatur 20°C, diperoleh 124 detik pada

temperatur 18°C dan 443 detik pada temperatur 16°C.

Efek pendinginan yang lebih cepat pada sistem pengkondisian udara yang menggunakan *heat pipe* dengan sirip diperoleh dari sisi *evaporator heat pipe*. *Evaporator heat pipe* berfungsi dalam proses *pre-cooling* sehingga udara yang masuk akan mengalami penurunan temperatur sebelum melewati *evaporator AC*.

*Heat pipe* dengan sirip mengakibatkan pelepasan panas yang lebih maksimal, karena dengan adanya sirip maka luas penampang untuk pelepasan panas jadi lebih besar dari pada tanpa sirip. Luas penampang yang lebih besar dapat memaksimalkan penurunan temperatur udara masuk sebelum udara melewati *evaporator AC*. Hal inilah yang menyebabkan waktu untuk mencapai temperatur setting lebih cepat tercapai pada *heat pipe* dengan sirip dibandingkan dengan *heat pipe* tanpa sirip.

### 3.3 Kecepatan Aliran Udara

Kecepatan aliran udara dapat diukur dengan menggunakan air flow meter dengan meletakkan air flow meter pada lubang masuk, sehingga didapat kecepatan aliran udara sebesar 1,3 m/s.

### 3.4 Perhitungan laju aliran massa udara

Laju aliran massa merupakan masa aliran udara per satuan waktu, perhitungan laju aliran massa bertujuan untuk menghitung dan mengetahui perbandingan beban pendinginan evaporator, dari dalam tabel psychrometric chart terdapat massa jenis udara,  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ , sehingga pengukuran laju aliran massa dapat dihitung

$$\begin{aligned} \dot{m} &= \rho \cdot U \cdot A \dots\dots\dots (1) \\ &= 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,3 \text{ m/s} \cdot (0,37 \cdot 0,86) \text{ cm}^2 \\ &= 1,2 \cdot \text{kg/m}^3 \cdot 1,3 \text{ m/s} \cdot (0,3182) \text{ m}^2 \\ &= 0,496 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

### 3.5 Perhitungan Konsumsi Daya

Untuk menghitung konsumsi daya perlu diketahui nilai dari tegangan kompresor, kuat arus dan waktu, tegangan kompresor pada sistem pengkondisian udara yang digunakan yaitu 220 V, kuat arus didapat dari hasil pengukuran dengan menggunakan tang amper yaitu, 1,8 A pada temperatur setting 20°C, 1,9 A pada temperatur setting 18°C dan 2 A pada temperatur setting 16°C, nilai waktu diperoleh dari lamanya pencapaian dari sistem untuk mencapai temperatur setting

Konsumsi daya dengan menggunakan variasi *heat pipe* dengan sirip yang dipasang dengan posisi vertikal pada temperatur 20 C.

$$\begin{aligned} P &= V \cdot I \cdot t \dots\dots\dots (2) \\ P &= 220 \text{ V} \cdot 1,8 \text{ A} \cdot 739 \text{ s} \\ &= 220 \text{ V} \cdot 1,8 \text{ A} \cdot 0,205 \text{ h} \\ &= 396 \text{ W} \cdot 0,205 \text{ h} \end{aligned}$$

$$= 0,081 \text{ kWh}$$

### 3.6 Menghitung Laju Pendinginan pada Sistem HPAC dengan Sirip dan tanpa Sirip Yang Dipasang dengan Posisi Vertikal.

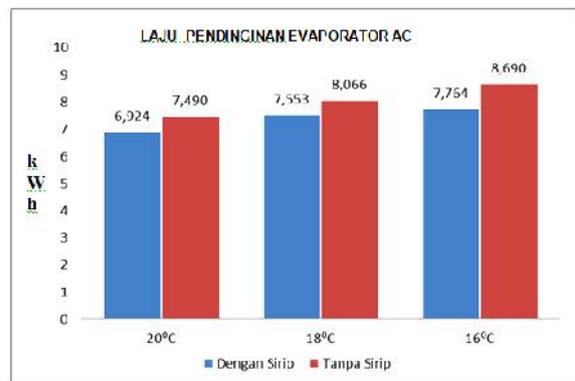
$$\begin{aligned} \text{Laju pendinginan pada temperatur } 20 \text{ C} \\ q_s \text{ evap} &= \dot{m} \cdot C_p \cdot (\Delta T_{\text{evap}}) \quad (2.6) \\ &= 0,496 \text{ kJ/s} \cdot 1,005 \text{ kJ/(kg.K)} \cdot (T_3 - T_4) \text{ K} \\ &= 0,496 \text{ kJ/s} \cdot 1,005 \text{ kJ/(kg.K)} \cdot (28,795 - 14,903) \text{ K} \\ &= 0,496 \text{ kJ/s} \cdot 1,005 \text{ kJ/(kg.K)} \cdot 13,892 \text{ K} \\ &= 6,924 \text{ kJ/s} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan laju pendinginan menggunakan *heat pipe* dengan sirip dan *heat pipe* tanpa sirip pada posisi vertikal pada temperatur setting 20°C, 18°C dan 16°C pada sistem *heat pipe air conditioning* ditunjukkan pada tabel 3.

**Tabel 3 Data Perbandingan Laju Pendingin Evaporator dan Kondensor pada Temperatur 200C, 180C dan 160C Menggunakan Heat Pipe dengan Sirip dan tanpa Sirip Dipasang Secara Vertikal**

Temperatur (°C)	Laju Pendinginan (kJ/s)	
	Evaporator	
	Dengan Sirip	Tanpa Sirip
20°C	6,924	7,49
18°C	7,553	8,066
16°C	7,764	8,69

Grafik perbandingan laju pendinginan yang dihasilkan sesuai data yang diperoleh, dapat dilihat pada gambar 4.

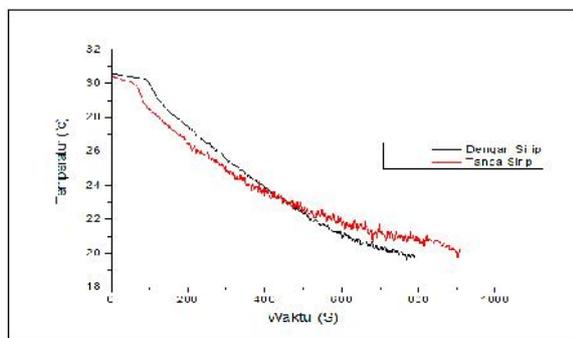


**Gambar 4. Grafik Perbandingan Laju Pendingin Evaporator Ac**

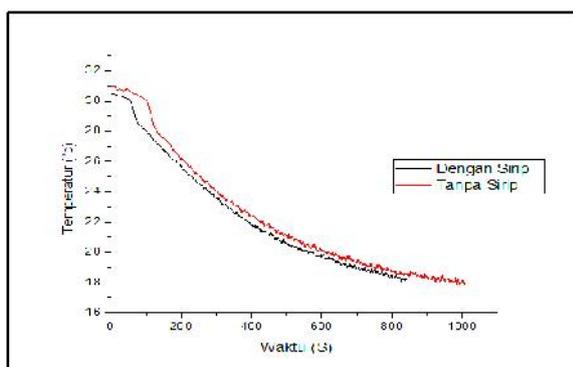
Perbandingan laju pendingin pada *evaporator* pada saat temperatur setting telah tercapai dalam melakukan pengujian *heat pipe* dengan sirip dan *heat pipe* tanpa sirip, dapat dilihat pada gambar 4 menunjukkan penggunaan *heat pipe* dengan sirip, sangat berpengaruh terhadap laju pendingin pada *evaporator*. Pada saat temperatur setting 16 C menggunakan *heat pipe* dengan sirip laju pendinginan pada *evaporator heat pipe* yang diperoleh sebesar 7,764 kJ/s, sedangkan dengan

menggunakan *heat pipe* tanpa sirip laju pendingin pada *evaporator heat pipe* yang diperoleh lebih besar yaitu sebesar 8,690 kJ/s.

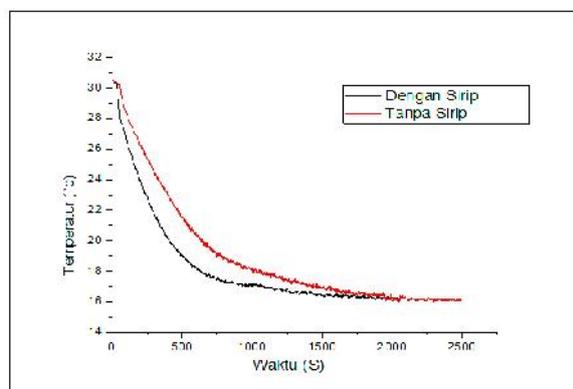
### 3.7 Data Grafik Perbandingan Temperatur *Heat Pipe* dengan Sirip dan tanpa Sirip yang Dipasang dengan Posisi Vertikal pada Temperatur Kabin 20°C, 18°C dan 16°C



Gambar 5 Grafik Perbandingan Temperatur *Heat Pipe* dengan Sirip dan tanpa Sirip pada Temperatur kabin 20°C



Gambar 6 Grafik Perbandingan Temperatur *Heat Pipe* dengan Sirip dan tanpa Sirip pada Temperatur kabin 18°C



Gambar 7 Grafik Perbandingan Temperatur *Heat Pipe* dengan Sirip dan tanpa Sirip pada Temperatur kabin 16°C

Data grafik 5, 6, dan 7 merupakan data grafik perbandingan temperatur *heat pipe* dengan sirip dan tanpa sirip pada temperatur kabin 20°C, 18°C dan 16°C. Dilihat dari data grafik untuk mencapai temperatur 20°C dengan menggunakan *heat pipe* dengan sirip membutuhkan waktu 739 detik, sedangkan untuk *heat pipe* tanpa sirip membutuhkan waktu 900 detik. Untuk mencapai temperatur 18°C dengan menggunakan *heat pipe* dengan sirip membutuhkan waktu 841 detik, sedangkan untuk *heat pipe* tanpa sirip membutuhkan waktu 965 detik. Untuk mencapai temperatur 16°C dengan menggunakan *heat pipe* dengan sirip membutuhkan waktu 2051 detik, sedangkan untuk *heat pipe* tanpa sirip membutuhkan waktu 2494 detik. Dari semua kondisi terlihat bahwa pemakaian *heat pipe* pada sistem *air conditioning* (HPAC), *heat pipe* dengan sirip lebih efektif untuk menurunkan temperatur dibandingkan dengan menggunakan *heat pipe* tanpa sirip.

Penggunaan *heat pipe* dalam pengkondisian udara sangat berpengaruh dalam mengefisienkan waktu, *heat pipe* membantu mengurangi beban pendinginan pada *evaporator AC*. Efek pendinginan yang lebih pada sistem pengkondisian udara yang menggunakan *heat pipe* diperoleh dari sisi *evaporator heat pipe*. *Evaporator heat pipe* berfungsi dalam proses *pre-cooling* sehingga udara yang masuk akan mengalami penurunan temperatur sebelum melewati *evaporator AC*. Didalam *heat pipe* terdapat mekanisme penghantaran panas yang dilakukan melalui tiga daerah hantaran yaitu, *evaporator*, adiabatik area dan kondensor serta struktur *wick* dimana cairan diuapkan oleh daerah *evaporator* pada keadaan vapour melewati daerah adiabatik mencapai daerah kondensor. Uap dilepaskan pada daerah kondensor sehingga uap mengalami kondensasi dan cairan mengalir menuju daerah *evaporator* kembali melalui daya kapilaritas *wick*.

Hal ini lah yang menyebabkan lebih cepat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur setting pada sistem AC yang menggunakan *heat pipe* dengan sirip dibandingkan dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur setting pada sistem AC yang menggunakan *heat pipe* tanpa sirip. *Heat pipe* dengan sirip mengakibatkan pelepasan panas yang lebih maksimal, karena dengan adanya sirip maka luas penampang untuk pelepasan panas jadi lebih besar dari pada tanpa sirip. Luas penampang yang lebih besar dapat memaksimalkan penurunan temperatur udara masuk sebelum udara melewati *evaporator AC* sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur setting lebih cepat dengan *heat pipe* dengan sirip.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan mengenai analisis kinerja *thermal* sistem *heat pipe air*

*conditioning (HPAC)* dengan sirip dan tanpa sirip yang dipasang secara vertikal sebagai berikut :

1. Penggunaan *heat pipe* dengan sirip dan tanpa sirip dengan posisi vertikal pada sistem *air conditioning* sangat berpengaruh terhadap temperatur udara masuk kabin, *heat pipe* dengan sirip lebih baik dalam mereduksi temperatur dibandingkan dengan menggunakan *heat pipe* tanpa sirip. Laju pendinginan yang dibutuhkan sistem HPAC untuk temperatur kabin 16 C menggunakan *heat pipe* dengan sirip membutuhkan waktu 443 detik lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan *heat pipe* tanpa sirip.

2. Penggunaan *heat pipe* dengan sirip terhadap laju pendinginan pada *evaporator* jauh lebih baik dari pada penggunaan *heat pipe* tanpa sirip pada sistem *air conditioning*. Saat temperatur setting 16 C menggunakan *heat pipe* dengan sirip laju pendinginan pada *evaporator* yang diperoleh sebesar 7,764 kJ/s , sedangkan dengan menggunakan *heat pipe* tanpa sirip beban pendingin pada *evaporator* yang diperoleh lebih besar yaitu sebesar 8,690 kJ/s.



**I Nyoman Gede Rasmajaya** menyelesaikan pendidikan program sarjana di jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana pada tahun 2018. Ia menyelesaikan pendidikan program sarjana dengan topik penelitian analisis kinerja *thermal* sistem *heat pipe air conditioning* (hpac) dengan sirip dan tanpa sirip yang dipasang secara vertikal

#### Daftar Pustaka

- [1] Ambarita, Himsar., 2010, *Materi kuliah teknik pendingin, Departemen teknik mesin FT USU (Universitas Sumatra Utara)*.
- [2] Arjani, Ida Ayu Made Sri., 2011, *Kualitas Udara Dalam Ruangan Kerja* . Skla
- [3] ASHRAE, *ASHRAE standart* 62-1989 ASHRAE, Washington DC (1989).
- [4] Gaugler, Richard., *Heat Transfer Divices*, U.S. Patent Office, Ohio, 4,2350348, 1994.
- [5] Mcfarland. J.K.. S.M. Jeter, S.I. Abdel-khalik, *Effect of heat pipe on dehumidification of a controlled air space*, ASHARE Transactions 102 (part1) (1996) 132-139
- [6] Ahmadzadehtalatapeh. M, and Y. Yau, "*The application of heat pipe heat exchangers to improve the air quality and reduce the energy consumption of the air conditioning system in a hospital ward—A full year model simulation*," Energy and Buildings, vol. 43, pp. 2344-2355, 2011.
- [7] Satwiko, Prasasto, 2009, *Fisika Bangunan*. Yogyakarta: Andi.