

Penurunan Temperatur Kondensor pada Sistem Pendingin Central Processing Unit (CPU) Berbasis Cascade Straight Heat Pipe

Immanuel Adam Tnunay¹⁾, Wayan Nata Septiadi^{2)*}, I Nyoman Budiarsa²⁾

¹⁾Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Kampus Sudirman, Bali 80232
Email: Immanueltn92@gmail.com

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana,
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362
Email: wayan.nata@gmail.com, budiarsa_nyoman@yahoo.co.id

doi: <https://doi.org/10.24843/METTEK.2018.v04.i02.p05>

Abstrak

Dalam menunjang kehidupan manusia, teknologi terus mengalami perkembangan. Hal ini terlihat dalam berbagai bidang teknologi seperti elektronik, pembangkit listrik, robotik, permesinan dan lain-lain. Perkembangan CPU terus mengarah kepada dimensi yang semakin kecil namun kinerja meningkat sehingga membutuhkan sistem pendingin yang memiliki kemampuan yang cukup tinggi untuk mampu menjaga kinerja dan umur CPU. Belakangan ini teknologi *Heat Pipe* mulai banyak digunakan karena memiliki kemampuan kinerja sangat baik dalam mentransfer panas. Kemampuan yang baik dalam mentransfer panas berdampak pada temperatur buang di bagian kondensor yang juga tinggi mencapai 50⁰C -60⁰C. Hal ini akan berdampak kurang baik terhadap komponen lain yang berada di sekitar CPU. Berdasarkan hal tersebut peneliti mencoba menerapkan metode cascade straight heat pipe, guna menurunkan temperatur yang di buang pada bagian kondensor, akan tetapi kinerja pengangkutan panas pada bagian CPU tetap optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sistem Pendingin CPU *CHP* kondensor tunggal mampu menurunkan temperatur kondensor pada kondisi idle sebesar 14,94⁰C dan pada kondisi maksimal sebesar 21,12⁰C. *Cascade Double* kondensormampu menurunkan temperatur kondensor pada kondisi idle sebesar 17,12⁰C, dan pada kondisi maksimal sebesar 24,16⁰C. Hasilnya lebih rendah bila dibandingkan dengan sistem pendingin *NC*. Persentasi penurunan temperatur kondensor beban idle dengan menggunakan sistem pendingin CPU *CHP* terhadap temperatur kondensor *Non Cascade* adalah dengan menggunakan *CHP* tunggal kondensor sebesar 28% dan *CHP Double* sebesar 32%. Pada beban maksimal adalah dengan menggunakan *CHP* tunggal kondensor sebesar 35% dan dengan *CHP Double* Kondensor sebesar 40%.

Kata kunci: Kondensor, Cascade Straight Heat Pipe, CPU, fluks kalor.

Abstract

In supporting human life, technology continues to develop. This looks in various fields of technology such as electronics, power generation, robotics, machinery and others - other. Development CPU continues to lead to ever smaller dimensions but increased performance so requires a cooling system that has a high enough ability to be able to maintain the performance and age of the CPU. Lately Heat Pipe technology began to be widely used because it has excellent performance capabilities in heat transfer. Good capability in heat transfer has an impact on the exhaust temperature in the condenser section which also reaches a high of 50⁰C -60⁰C. This will have an adverse effect on

*Penulis korespondensi, HP: 081916356509
Email: wayan.nata@gmail.com

other components around the CPU. Based on this, the researchers tried to apply the cascade straight heat pipe method, in order to reduce the exhaust temperature in the condenser section, but the heat transport performance in the CPU section remained optimal. The results showed that the CPU Cooling System of a single HP condenser was able to reduce the temperature of the condenser at idle conditions by 14.94 °C and at maximum conditions of 21.12 °C. Cascade Double Condenser able to reduce the temperature of the condenser at idle at 17.12 °C and the maximum condition of 24.16 °C. The result was lower when compared with the Cooling system NC. The percentage decrease in temperature of the idle load condenser by using the CPU CHP cooling system to the temperature of the Cascade Non Condenser is to use CHP single condenser of 28 % and CHP Double 32%. On load the maximum is to use a single CHP condenser of 35% and with CHP Double Condenser at 40%.

Keyword: Condensor, Cascade Straight Heat Pipe, CPU, heat fluks.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi terus mengalami perkembangan seiring dengan semakin kompleksnya kebutuhan manusia. Perkembangan teknologi meliputi banyak bidang, seperti elektronik, komputer, bidang transportasi, komunikasi dan berbagai bidang lainnya.[1]. Untuk mampu menunjang kehidupan dan membantu aktifitas manusia teknologi mulai mengarah ke sistem smart teknologi dimana teknologi yang diciptakan memiliki kemampuan yang cukup untuk membantu kegiatan manusia disamping itu teknologi juga diharapkan memiliki ukuran yang sekecil mungkin sehingga sangat mudah untuk digunakan secara mobile[2]. Central Processing Unit (CPU) adalah suatu perangkat lunak atau *Hardware* dalam sistem komputerisasi yang memiliki tugas penting dalam mengelola data maupun menjalankan aplikasi-aplikasi yang dapat mempermudah proses pekerjaan manusia, kebutuhan ini akan terus mendorong berkembangannya teknologi mengenai CPU baik dalam segi dimensi, kinerja maupun efisiensi [3].

Fluks kalor yang dihasilkan oleh proses kerja CPU sangat tinggi sehingga membutuhkan suatu sistem yang mampu bekerja ekstra dan efektif untuk mengatur fluks kalor tersebut, dengan adanya sistem pendingin ini, sangat diharapkan untuk dapat bekerja mengurangi serta manajemen fluks kalor dari CPU agar bisa berkurang bahkan dihilangkan dari CPU tersebut [4]. Pada umumnya banyak alat-alat dan perangkat elektronik yang berpotensi menghasilkan fluks kalor melebihi 100 W/cm², permasalahan fluks kalor ini perlu mendapat kajian khusus sehingga dapat dimanjemen dengan baik[5]. Penggunaan dan Pemanfaatan media perpindahan panas konvensional seperti udara, air, etilenaglikol kurang mampu dalam mengatasi fluks kalor tersebut sehingga CPU sangat membutuhkan media perpindahan panas dengan kemampuan memindahkan atau mengangkut fluks kalor yang tinggi dan baik[3].

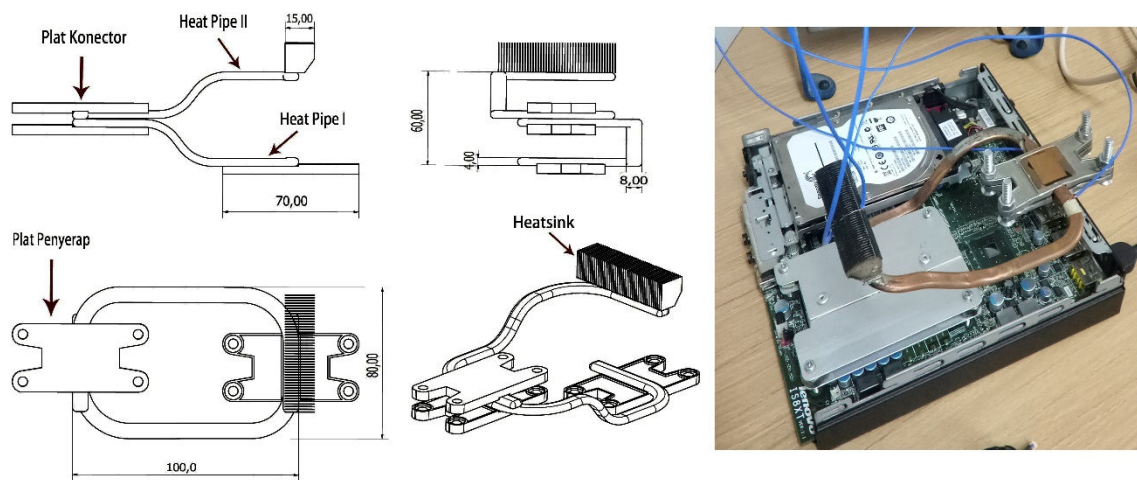
Heat Pipe (Pipa Kalor) adalah teknologi pengantar kalor atau penukar kalor, biasanya terbuat dari pipa tembaga ataupun logam lainnya. Di bagian dinding dalamnya berisi material berpori pada serta juga diisi fluida kerja sebagai media pengangkut dan penyalur kalor atau panas serta juga untuk memompa cairan kembali ke bagian evaporator, material lapisan berpori ini disebut dengan *wick heat pipe*. [6] Penggunaan *Heat Pipe* dapat bekerja apabila terdapat sumber panas yang terpisah dengan daerah pendingin atau kondensor. Prinsip kerja *Heat Pipe* adalah menyerap panas pada sumber panas melalui permukaan evaporator, pada temperatur tertentu fluida akan menguap menuju kondensor melalui daerah adiabatik, setelah sampai di daerah kondensor akan terkondensasi menjadi cairan dan mengalir kembali ke sisi panas (evaporator) dari *heat pipe* dan proses ini akan terus-menerus terjadi selama *heat pipe* digunakan sebagai sistem atau media transfer dan penghantar panas atau kalor[7].

Kemampuan kerja yang baik dari *Heat Pipe* juga memiliki dampak pada temperatur buangan di bagian kondensor yang masihtinggi mencapai 50°C-60°C [8]. Panas yang dilepaskan pada bagian kondensor tersebut dapat merusak alat-alat serta komponen elektronik yang ada di sekitar sistem tersebut , maka dengan demikian sangat diperlukanlah sistem pendingin yang handal dan mampu menyerap kalor pada processor CPU secara optimal.

2. METODE

2.1. Rancangan Cascade Straight Heat Pipe

Dalam proses penelitian ini menggunakan metode experimental yang tersusun dalam beberapa tahapan penyelesaian, pada bagian pertama adalah mempersiapkan desain alat berupa *heat pipe* berukuran lebar 8 mm, tebal 4 mm dan panjang 100 mm. Ukuran desain dibuat dengan mempertimbangkan batas kerja *heat pipe* serta luas area sekitar perangkat CPU dan processor. Gambar 1 merupakan rancangan cascade straight heat pipe, dimana *Heat Pipe* tingkat pertama difungsikan sebagai evaporator yang berfungsi sebagai bagian yang menyerap kalor dari procesor CPU. Pada bagian ujung dari salah satu sisi *heat pipe* bagian pertama dilengkapi dengan plat kontak termal yang terbuat dari tembaga dengan dimensi 40 mm x 40 mm dan *Heat Pipe* tingkat kedua dilengkapi dengan sirip-sirip.

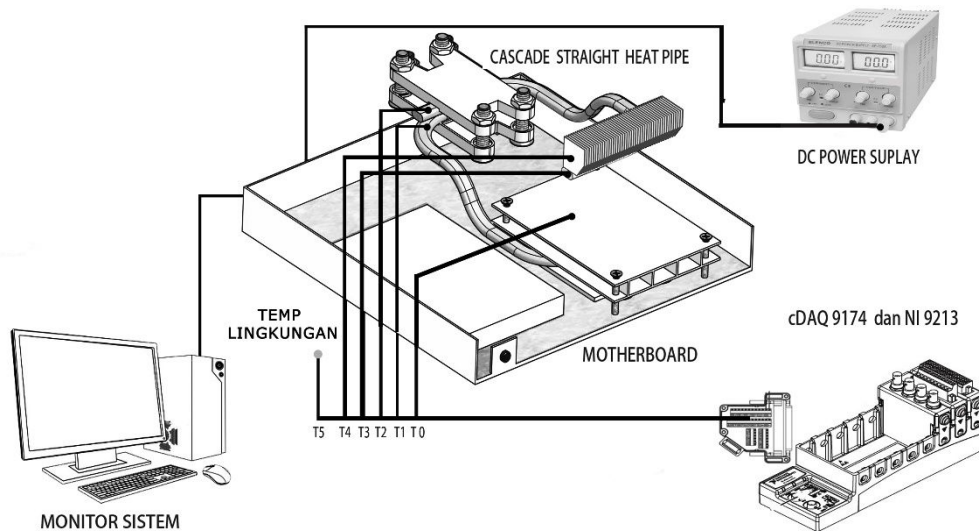


Gambar 1. Rancangan *Cascade Straight Heat Pipe* [9]

2.2 Skematik Pengujian

Gambar 2 merupakan skematik pengujian *cascade straight heat pipe* yang difungsikan sebagai sistem pendingin CPU. Pengujian dilakukan pada CPU Core i5 2,90 GHz dengan pembebanan pada kondisi tanpa pembebanan sebesar 10 Watt dan kondisi pembebanan maksimal 48 Watt. 5 buah *thermocouple* tipe-K diletakkan pada beberapa titik pada desain berbentuk *cascade* kondensor tunggal dan 8 buah *thermocouple* pada *Double* Kondensor. Termokopel diletakkan pada permukaan processor, bagian evaporator pada masing-masing *heat pipe*, dan bagian kondensor. Temperatur yang terukur pada termokopel oleh data aquisisi NI-cDAQ 9174 dan NI 9213 di transfer ke sistem komputer yang akan diolah pada software Lab-view. Pengujian dilakukan dengan pengoperasian CPU sampai dengan kondisi steady-state dimana temperatur CPU dan kondensor tidak mengalami peningkatan temperatur atau sudah memberikan kondisi temperatur yang stabil. Pada kondisi ini dilakukan kontrol terhadap temperatur CPU yakni $\leq 80^{\circ}\text{C}$. Apabila kondisi temperatur CPU belum berada pada kondisi di bawah 80°C , maka pengujian pada kondisi tersebut dilakukan pengulangan dan pengecekan

kembali pada sistem pemasangan pendingin *cascade straight heat pipe*.



Gambar 2. Skematik pengujian



Gambar 3. Proses Pengambilan Data

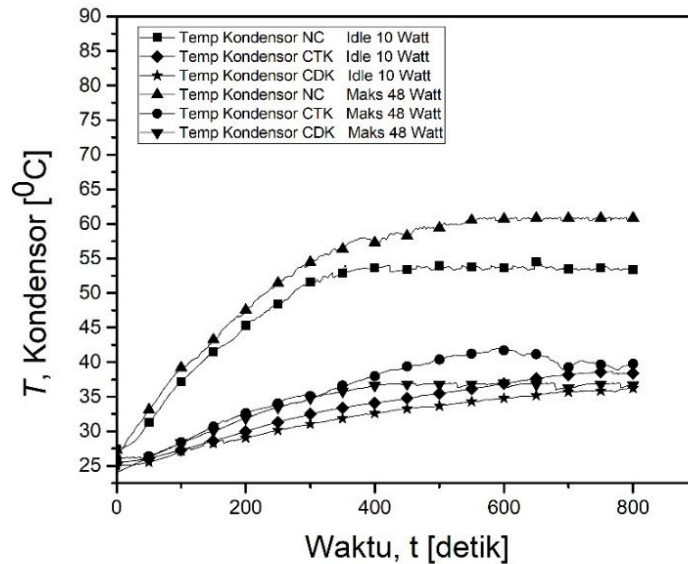
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi temperatur kondensor sistem pendingin *Non Cascade*, *Cascade* tunggal kondensor dan *Cascade Double* Kondensor pada Kondisi Idle 10 Watt dan maksimal 48 Watt ditunjukkan pada gambar 4. Pembebanan idle 10 Watt menunjukkan temperatur kondensor *Non Cascade* mencapai $53,32^{\circ}\text{C}$, sedangkan dengan menggunakan sistem *cascade* menunjukkan temperatur *Cascade* tunggal kondensor mencapai $38,38^{\circ}\text{C}$, dan *Cascade Double* Kondensor mencapai $36,21^{\circ}\text{C}$. Pada pemberian beban maksimal 48 Watt menunjukkan temperatur kondensor *Non Cascade* mencapai $60,85^{\circ}\text{C}$, sedangkan dengan menggunakan sistem *Cascade* menunjukkan temperatur *Cascade* tunggal kondensor mencapai $39,73^{\circ}\text{C}$, dan *Cascade Double* Kondensor mencapai $36,69^{\circ}\text{C}$, proses ini terjadi mulai dari waktu 0 detik sampai ke keadaan steady yaitu pada kisaran waktu 800 detik.

Pada grafik menunjukkan kemampuan kinerja kerja yang baik dari sistem pendingin menggunakan *Cascade Heat Pipe*, dimana pada sistem pendingin CPU menggunakan *Cascade Heat* mampu menurunkan temperatur keluaran di bagian kondensor baik pada posisi pembebanan idle maupun pembebanan maksimal. Sistem pendingin *cascade* tersebut bekerja sesuai dengan prinsip kerjanya sehingga panas pada processor dapat diserap dan disalurkan ke

bagian kondensor buangan pada melalui proses suatu penguapan dan kondensasi. Prinsip ini akan terus terjadi selama sistem Pendingin tersebut digunakan.

Pada proses kerja sistem pendingin ini menunjukkan bahwa temperatur akan naik ketika pada pemberian beban maksimal, hal ini ditunjukkan dengan perbedaan grafik pada beban idle dan maksimal. Dari grafik ini juga dapat dilihat bahwa sistem *Cascade Heat Pipe* mampu menurunkan temperatur kondensor dibawah dari 40 °C lebih rendah dari sistem pendingin *Non Cascade*.



Gambar 4. Distribusi temperatur pada bagian kondensor *Cascade Straight Heat Pipe*

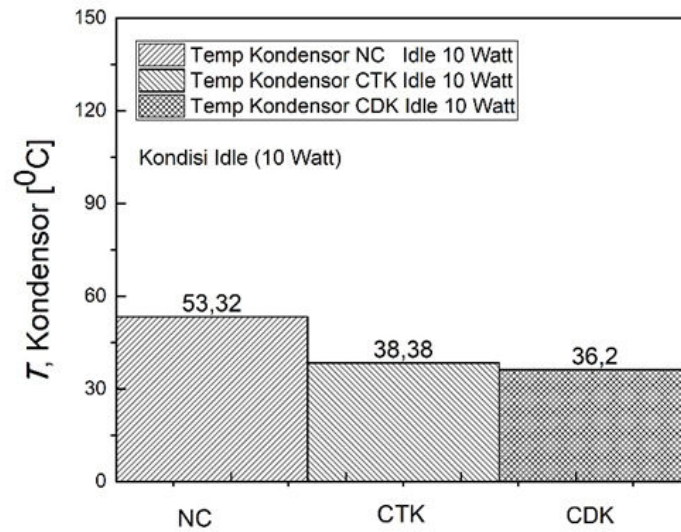
Pada tabel 1 dibawah ini menunjukkan data temperatur operasional kondensor sistem pendingin CPU berbasis *Non Cascade* (NC), *Cascade Tunggal Kondensor* (CTK), dan *Cascade Double Kondensor* (CDK) pada saat mencapai temperatur *steady* pada detik ke 800, dimana data tersebut menunjukkan nilai penurunan temperatur kondensor dengan menggunakan sistem *Cascade Heat Pipe* terhadap *Non Cascade* dengan pembebanan Idle 10 Watt dan pembebanan maksimal 48 Watt.

Tabel 1. Data Temperatur Operasional Kondensor Sistem Pendingin CPU

Daya (Watt)	Waktu detik (t)	T Kondensor		
		NC	CTK	CDK
Idle 10 Watt	800	53,32	38,38	36,21
Maks 48 Watt	800	60,85	39,73	36,69

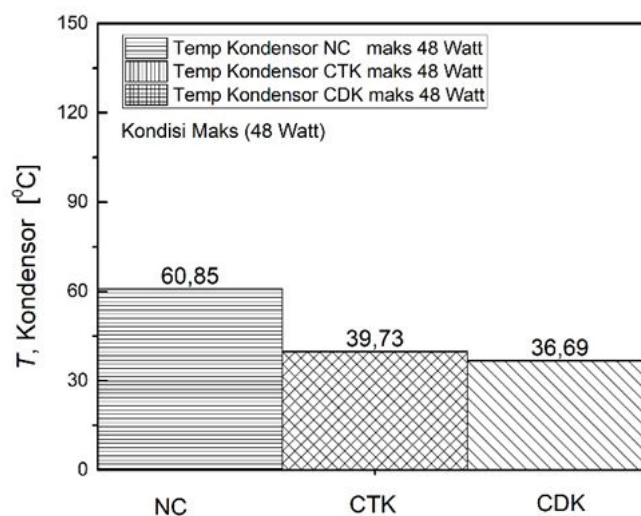
Dari analisa grafik diatas, maka dijabarkan lagi dalam bentuk diagram unuk menganalisa seberapa besar nilai penurunan temperatur operasional kondensor dari sistem *Cascade Heat Pipe* menggunakan *Cascade Tunggal Kondensor* (CTK), dan *Cascade Double Kondensor* (CDK) terhadap sistem pendingin *Non Cascade* (NC). Pada gambar 5 menunjukkan penurunan temperatur kondensor pada pemberian beban idle 10 Watt, dari diagram tersebut terlihat besaran penurunan temperatur kondensor dengan menggunakan sistem pengindin CPU *Cascade Heat Pipe* berada dibawah 40 °C. pada sistem tersebut menunjukkan *Cascade Tunggal Kondensor* mampu menurunkan temperatur kondensor sampai 38,38 °C dan untuk *Cascade Double Kondensor* menurunkan sampai 36,21 °C, dari data ini dapat dihitung besar nilai penurunan temperatur pada pembebanan idle 10 Watt terhadap sistem *Non Cascade*,

dimana Sistem *Cascade Tunggal Kondensor* dapat menurunkan sebesar $14,94^{\circ}\text{C}$ dan *Cascade Double Kondensor* sebesar $21,12^{\circ}\text{C}$.

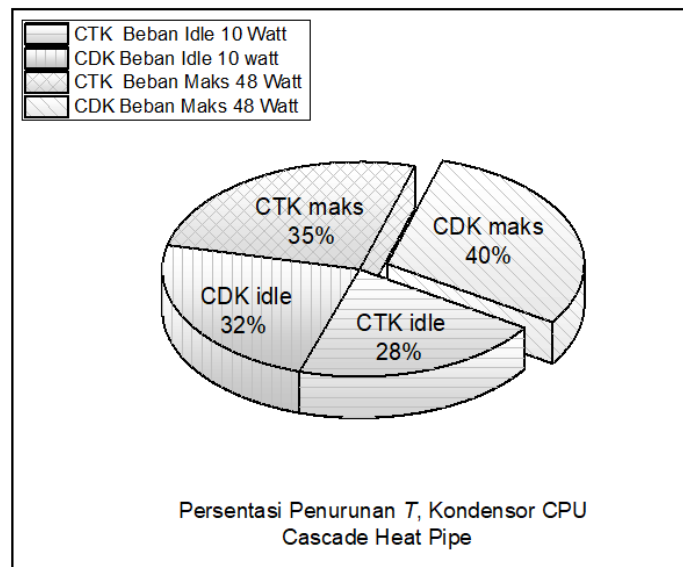


Gambar 5. Perbandingan temperatur kondensator sistem pendingin CPU *cascade straight heat pipe* pada pembebanan 10 Watt.

Pada gambar 6 menunjukkan penurunan temperatur kondensator pada pemberian beban maksimal 48 Watt, dari diagram tersebut terlihat besaran penurunan temperatur kondensator dengan menggunakan sistem pendingin CPU *Cascade Heat Pipe* berada dibawah 40°C . pada sistem tersebut menunjukkan *Cascade Tunggal Kondensor* mampu bekerja untuk menurunkan temperatur kondensator sampai $39,73^{\circ}\text{C}$ dan untuk *Cascade Double Kondensor* menurunkan sampai $36,69^{\circ}\text{C}$, dari data ini dapat dihitung besar nilai penurunan temperatur pada pembebanan maksimal 48 Watt terhadap sistem *Non Cascade*, dimana Sistem *Cascade Tunggal Kondensor* dapat menurunkan sebesar $17,12^{\circ}\text{C}$ dan *Cascade Double Kondensor* sebesar $24,16^{\circ}\text{C}$.



Gambar 6. Perbandingan temperatur kondensator sistem pendingin CPU *cascade straight heat pipe* pada pembebanan 48 Watt.



Gambar 7. Diagram Persentasi Penurunan Temperatur Kondensor CPU *Cascade Heat Pipe* Terhadap Non Cascade

Perhitungan persentasi juga dilakukan untuk dapat mengetahui seberapa besar persentasi penurunan temperatur kondensor ketika menggunakan sistem *Cascade Heat Pipe* dalam penerapan sebagai sistem pendingin CPU, oleh karena itu pada gambar 7 menunjukan persentasi penurunan temperatur kondensor *Cascade Heat Pipe* jika dibandingkan dengan sistem pendingin tanpa menggunakan *Cascade*. persentasi penurunan temperatur menggunakan sistem *Cascade* Tunggal Kondensor (CTK) pada pemberian beban idle 10 Watt adalah sebesar 28% dan pada pemberian beban maksimal 48 Watt adalah sebesar 35%. Sedangkan persentasi penurunan temperatur menggunakan sistem pendingin *Cascade Double* Kondensor (CDK) pada pemberian beban idle 10 Watt adalah sebesar 32% dan pada pemberian beban maksimal 48 Watt adalah sebesar 40%. Penggunaan dan pemanfaatan sistem *Cascade Heat Pipes* sangat memberikan manfaat terhadap upaya untuk mengurangi masalah pada komponen dan alat-alat yang ada disekitar CPU pada sistem komputer.

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa untuk memanejemen fluks kalor atau *overheating* pada CPU dapat menerapkan sistem pendingin *Cascade Heat Pipe* dimana hasil penelitian menunjukan kemampuan penggunaan sistem *Cascade* Tunggal Kondensor dapat bekerja menurunkan temperatur kondensorsebesar 14,94 °C pada kondisi beban idle dan sebesar 17,12 °C pada kondisi beban maksimal, dengan persentasi penurunan sebesar 28% pada kondisi idle dan 35% pada kondisi maksimal. Hal ini juga dibuktikan pada penggunaan sistem pendingin *Cascade Double* Kondensor (CDK) dapat menurunkan temperatur kondensorsebesar 21,12 °C pada kondisi idle dan sebesar 24,16 °C pada kondisi beban maksimal dengan persentasi penurunan sebesar 32% pada kondisi idle dan 40% pada kondisi beban maksimal, dari data ini menyimpulkan bahwa sistem pendingin CPU dengan menggunakan *Cascade Heat Pipe* mampu bekerja optimal dalam memanagermen panas yang dihasilkan oleh processor Central Processing Unit (CPU) komputer.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Udayana atas dukungan dana melalui skema Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) dengan Kontrak Nomor 171.123/UN14.4.A/LT/2018, serta kepada Laboratorium AHTRG FT UI atas dukungan peralatan data akuisisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. A. Ranga Babu, K. K. Kumar, and S. Srinivasa Rao, "State-of-art review on hybrid nanofluids," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 77, pp. 551–565, Sep. 2017.
- [2] S. Brenner, *Law in an era of smart technology*. Oxford University Press, 2007.
- [3] Q. Chen and Y. Huang, "Scale effects on evaporative heat transfer in carbon nanotube wick in heat pipes," *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 111, pp. 852–859, 2017.
- [4] K. V. Paiva and M. B. H. Mantelli, "Wire-plate and sintered hybrid heat pipes: Model and experiments," *Int. J. Therm. Sci.*, vol. 93, pp. 36–51, 2015.
- [5] A. B. Solomon, K. Ramachandran, and B. C. Pillai, "Thermal performance of a heat pipe with nanoparticles coated wick," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 36, no. 1, pp. 106–112, 2012.
- [6] N. K. Gupta, A. K. Tiwari, and S. K. Ghosh, "Heat transfer mechanisms in heat pipes using nanofluids – A review," *Exp. Therm. Fluid Sci.*, vol. 90, pp. 84–100, 2018.
- [7] N. Putra and W. N. Septiadi, *Teknologi Pipa Kalor Teori, Desain, dan Aplikasi*. Jakarta: Universitas Indonesia, 2014.
- [8] L. L. Vasiliev, "Heat pipes in modern heat exchangers," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 25, no. 1, pp. 1–19, 2005.
- [9] W. N. Septiadi, I. N. Budiarsa, I. A. Tnunay, I. Desy, W. Ainun, and W. Ula, "Sistem Pendingin Central Processing Unit (CPU) Berbasis Cascade Straight Heat Pipe," Prosiding SNTTM XVII, Oktober, hal. 275-281, 2018.