

**M8-007 Kaji Eksperimental Aplikasi Pipa Kalor Sebagai Heatsink CPU**

**Sutrisno<sup>1</sup>, Nugroho Gama Yoga<sup>2</sup>, Halim Abdurrachim<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institut Teknologi Bandung, Jl Ganesha 10, Bandung

<sup>2</sup>Universitas Negeri Jakarta, Rawamangun, Jakarta

**ABSTRAK**

*Pipa kalor yang diaplikasi menjadi heatsink pada CPU quad core telah dibuat dan diuji dalam thesis ini. Empat buah pipa kalor berbentuk U dipasangkan secara pararel pada plat datar dan ukuran masing-masing pipa; diameter 6,4 mm, tebal 0,5 mm dan panjang 360 mm. Bagian kondensor dilengkapi dengan sirip integral dihubungkan dengan empat pipa yang dibuat dari plat aluminium dengan tebal 0,5 mm. Untuk melancarkan aliran fluida kerja, pipa kalor dipasang kasa dari bahan stainles steel SS 304, mesh 50. Empat jenis fluida telah diuji coba yaitu: Acheton, Methanol, R-600Aa dan R-134a untuk temperatur kerja yang disyaratkan dan diperoleh R-600Aa dan R-134a dapat berkerja.*

*Pemasangan heatsink di CPU divariasikan dari posisi horisontal sampai posisi vertikal untuk memperlihatkan pengaruh terhadap kinerja heatsink. Dari hasil kajian teoritis dan kajian eksperimental diperoleh posisi terbaik pada kemiringan 30° dari posisi horisontal, dengan peningkatan perpindahan panas sebanyak 10-20% dibandingkan dengan posisi horizontal. Penemuan ini merupakan hal baru dalam aplikasi pipakalor untuk heatsink CPU, sehingga sangat dianjurkan untuk diterapkan pada generasi-generasi heatsink yang membutuhkan kapasitas yang besar.*

*Kata kunci : Pipa Kalor, Heatsink, Perpindahan Panas*

**I. PENDAHULUAN**

*Heatsink* (perangkat pelepasan panas CPU) yang banyak digunakan adalah jenis *heatsink* bersirip dengan aluminium pejal. Jenis ini memiliki kapasitas yang terbatas tergantung dari nilai konduktivitas material. Untuk mengantisipasi perkembangan CPU perlu dikembangkan pula jenis *heatsink* yang lebih baik. Dalam hal ini pipa kalor merupakan alat yang sangat memungkinkan untuk memenuhi kebutuhan pendingin CPU masa datang.

Pipa kalor bekerja dengan menggunakan proses perpindahan panas perpaduan konveksi yang disertai perubahan fasa dan konduksi, sehingga memiliki laju perpindahan panas yang besar. Hal ini yang memungkinkan ukuran *heatsink* dengan pipa kalor menjadi lebih kecil dan ringkas.

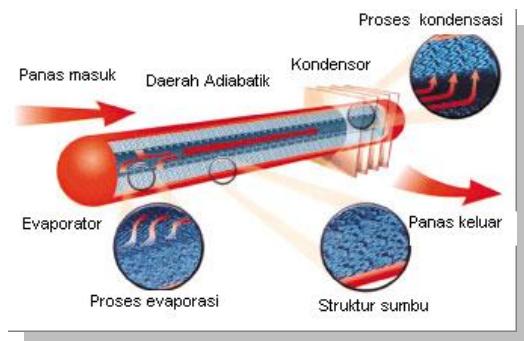
*Heat sink* dengan pipa kalor mulai popular dikembang untuk aplikasi pendinginan komputer. Akan tetapi data spesifikasi secara teknik belum ada yang dibuat dan dipublikasikan oleh produsen *heatsink*, seperti data fluida kerja, tekanan kerja, rasio pengisian

dan lain-lain, hal ini mendorong pentingnya kajian eksperimental pipa kalor diaplikasi sebagai pendingian CPU.

## II. TEORI DASAR PIPA KALOR

Pipa kalor bekerja dengan panas latent dan sensible. Panas latent yaitu panas yang digunakan untuk perubahan fasa fluida kerja dari fasa cair menjadi fasa gas atau sebaliknya, sedangkan panas sensible merupakan panas yang digunakan untuk mengubah temperatur.

Pada kondensor panas dibuang dengan aliran konveksi paksa ke lingkungan menyebabkan terjadi kondensasi. Akibat dari gaya kapiler dan gaya gravitasi maka kondensat mengalir kembali ke daerah evaporator. Prinsip kerja pipa kalor dapat dilihat pada gambar 1. Hal ini menyebabkan pipa kalor merupakan media perpindahan panas yang memiliki kapasitas perpindahan panas besar dengan perbedaan temperatur yang kecil.



Gambar 1 Kinerja Pipa Kalor

## III. METODOLOGI PENELITIAN

Pertama, studi literatur mempelajari makalah dan riset berkaitan dengan pipa kalor. Hal ini dimaksud untuk mengetahui riset yang pernah dilakukan, kemudian hal apa saja yang sudah ditemukan oleh peneliti-peneliti lain. Dari tahap ini diharapkan dapat diperoleh informasi yang lengkap dan berguna untuk mencapai tujuan penelitian ini.

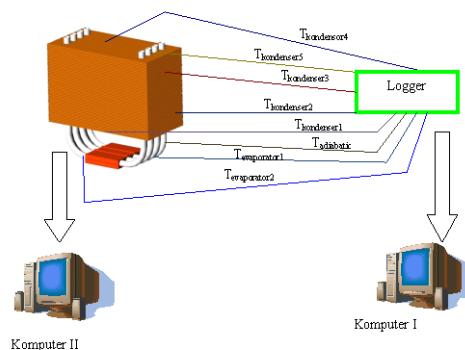
Kedua, Pembuatan pipa kalor untuk pendinginan CPU yang disebut *heatsink*. Proses pembuatan *heatsink* dengan cara menggabungkan empat pipa kalor yang bentuk U, kemudian pada bagian kondensor ditempelkan sirip-sirip aluminium, pengikat dari keempat pipa menggunakan bahan tembaga pejal.

Ketiga, Pengkajian eksperimental pipa kalor untuk pendinginan CPU. Pengujian ini menggunakan beban panas prosesор Intel Quadcore, sedangkan jumlah fluida yang digunakan minimal dua jenis, selain itu beban yang diberikan adalah beban idle dan beban penuh, Penelitian ini untuk mengetahui filling rasio dan posisi yang memiliki naik optimal.

Keempat, Saran desain bentuk *heatsink*. Dari hasil optimasi ini maka dibuat desain *heatsink* yang baru sebagai solusi pembuangan panas dari CPU yang paling baik.

## IV. PROSEDUR PENGUJIAN HEATSINK

- 1) Pembuatan *heatsink* didasarkan pada beberapa pertimbangan antara lain :
  - Ukuran *heatsink* disesuaikan dengan ruang yang tersedia pada komputer
  - Kapasitas pendinginan disesuaikan dengan daya maksimum prosesor yang dioperasikan.
  - Temperatur operasi prosessor harus dipertahankan dibawah operasi yang aman yaitu dibawah  $75^{\circ}\text{C}$ .
- a) *Heatsink* diuji langsung pada CPU dengan prosessor Intel Quadcore. Pembebanan *heatsink* dilaksanakan dengan beban penuh.
- 2) Pembebanan pada beban penuh dilakukan pada berbagai orientasi *heatsink*, yang divariasikan dari kemiringan  $0^{\circ}$ (horisontal) sampai pada  $90^{\circ}$ (vertikal).
- 3) Untuk pengujian ini, bentuk *heatsink* dipilih dari bentuk U. Dari perhitungan laju perpindahan panas melalui sirip dengan ukuran yang sesuai dengan ruang CPU, dibutuhkan empat pipa kalor pararel dengan diameter 6.4 mm, panjang total perpipa 300mm. Rasio pengisian pipa kalor dipilih 60%.
- 4) Pengambilan data dilakukan pada *heatsink* mulai dari evaporator sampai dengan daerah kondensor, seperti terlihat pada gambar3. Termokopel-termokopel tersebut terhubung dengan data logger kemudian diteruskan ke komputer I yang digunakan untuk mencatat semua distribusi temperatur pada pipa kalor. Komputer II digunakan untuk mengatur kecepatan kipas dan mencatat temperatur pada inti CPU, selain itu tugas dari komputer II menentukan kinerja dari CPU antara idle dan *full load*.



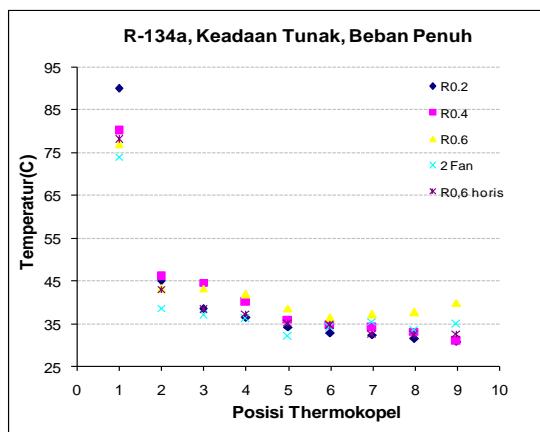
Gambar 2 Ekperimen Pengambilan Data.

## V. HASIL EKSPERIMENTAL

Hasil eksperimen berupa fungsi ditribusi temperatur terhadap posisi thermokopel di *heatsink*, dimana temperatur CPU=1 temperatur evaporator2=2, temperatur evaporator1=3,

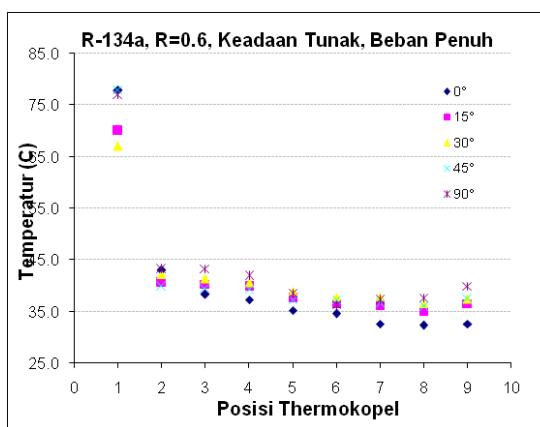
temperatur adiabatik=4, temperatur kondensor 1=5, temperatur kondensor2=6, temperatur kondensor3=7, temperatur kondensor4=8, temperatur kondensor5=9.

Kinerja *heatsink* ditunjukkan oleh temperatur CPU, semakin rendah temperatur CPU akan menghasilkan kinerja yang semakin tinggi. Pada hasil eksperimen *heatsink* dengan fluida kerja R-134a dihasilkan *filling rasio* 60% memiliki kinerja yang paling tinggi. Distribusi temperatur *heatsink* turun 3°C dihasilkan dengan penambahan fan, akan tetapi temperatur CPUnya hanya turun 1°C, ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Distribusi temperatur *heatsink* dengan fluida kerja R-134a.

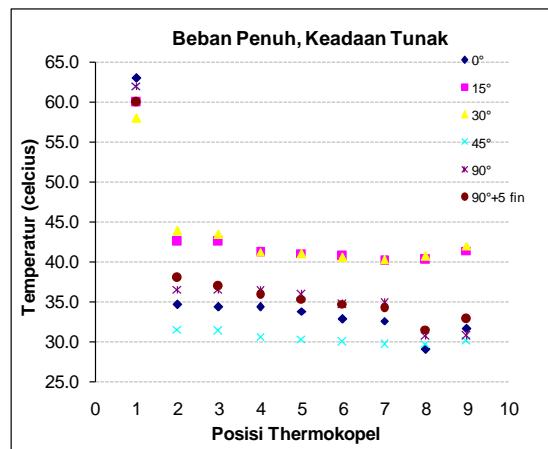
Proses optimasi dari *heatsink* dilakukan dengan mengubah sudut kemiringannya, dari 0°=horizontal, 15°, 30°, 45° dan 90°=vertikal. Pada eksperimen posisi 15° dihasilkan peningkataan kinerja sebesar 20% dari posisi horizontal, hal ini merupakan fenomena yang baru dari *heatsink*, ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Distribusi temperatur *heatsink* R-134, 60% dengan berbagai kemiringan.

Heatsink pada kemiringan 30° dihasilkan temperatur CPU yang paling rendah, peningkatan kinerja heatsink sebesar 20% dari heatsink posisi horisontal, hal ini menunjukkan bahwa heatsink pada kemiringan 30° adalah posisi optimal heatsink.

Penambahan fin 5 buah pada heatsink dapat menaikkan kinerja heatsink sebesar 8.3%, hal ini menunjukkan optimalisasi dengan penambahan fin kurang effektif dibandingkan dengan diletakkan pada posisi kemiringan yang paling optimal.



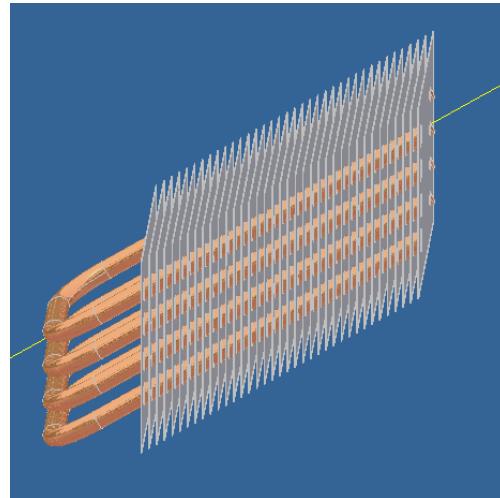
Gambar 4 Distribusi temperatur *heatsink* produksi massal dengan berbagai kemiringan.

Seluruh pengujian dapat ditunjukkan pada gambar 5. Untuk kode KML merupakan heatsink komersial. Hal ini merupakan penemuan baru yang belum dipublikasikan oleh orang lain.

		Distribusi temperatur <i>heatsink</i> (Celcius)																	
		$T_{CPU}$	$T_{evaporator1}$	$T_{evaporator2}$	$T_{adiabatik}$	$T_{kondensor1}$	$T_{kondensor2}$	$T_{kondensor3}$	$T_{kondensor4}$	$T_{kondensor5}$									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9									
Variasi posisi kemiringan		Heatsink	Heatsink	Heatsink	Heatsink	Heatsink	Heatsink	Heatsink	Heatsink	Heatsink									
Beban Idle	sudut kemiringan	R134a	KML	R134a	KML	R134a	KML	R134a	KML	R134a	KML	R134a	KML	R134a	KML	R134a	KML		
	0° (horisontal)	39.0	32.6	32.0	29.3	31.6	29.1	30.7	28.8	30.2	28.6	29.0	28.1	28.5	27.8	28.3	26.7	28.1	27.3
	15°	36.0	32.2	31.1	31.4	30.1	31.4	30.3	31.3	29.7	31.1	29.3	30.4	27.6	30.1	28.2	30.4	28.3	30.5
	30°	35.0	32.0	30.2	32.3	30.1	31.9	29.5	31.7	29.3	30.9	29.1	30.4	28.5	30.4	27.7	30.2	27.3	30.5
	45°	35.0	32.5	30.7	31.5	29.8	30.6	29.7	30.3	29.7	29.9	29.5	29.7	29.1	29.6	27.7	29.7	28.4	30.2
	90° (vertikal)	36.0	32.6	30.0	28.8	28.5	28.6	28.4	28.2	27.8	28.0	27.6	27.7	27.5	27.2	27.5	25.9	27.2	26.7
	90° (vertikal)+5 fin	NA	31.8	NA	28.9	NA	28.0	NA	27.4	NA	27.4	NA	26.4	NA	26.4	NA	26.2	NA	26.1
Beban Penuh	sudut kemiringan																		
	0° (horisontal)	78	63	43	34.58	38.3	34.35	37.3	34.35	35.2	33.79	34.6	32.84	32.6	32.56	32.3	29.02	32.6	31.63
	15°	70	60	40.6	42.54	40.3	42.5	39.8	41.12	37.6	41.06	36.6	40.7	36.1	40.08	35	40.21	36.6	41.36
	30°	67	58	42.2	43.85	41.3	43.37	40.6	41.21	39	41	37.9	40.53	37.8	40.27	36.6	40.68	37.4	41.96
	45°	78	62	39.8	31.5	39.5	31.24	39.4	30.6	37.3	30.28	37.3	29.87	36.7	29.65	35.9	29.67	37.4	30.15
	90° (vertikal)	77	62	43.2	36.5	43.25	36.5	41.9	36.24	38.6	35.79	36.4	34.65	37.2	34.76	37.71	30.74	39.89	30.7
	90° (vertikal)+5 fin	NA	60	NA	37.99	NA	36.9	NA	35.81	NA	35.29	NA	34.67	NA	34.18	NA	31.5	NA	32.75

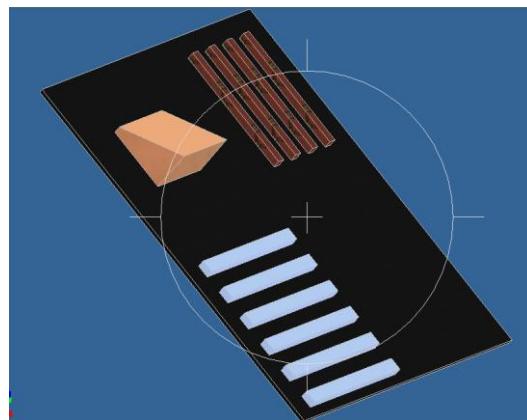
Gambar 5 Distribusi temperatur terhadap posisi termokopel

Desain *heatsink* harus diposisikan pada kemiringan  $30^\circ$ , pada gambar 6 merupakan desain *heatsink* yang menggunakan pipa kalor dengan kemiringan  $30^\circ$ .



Gambar 6 Desain *Heatsink* Dengan Kemiringan  $30^\circ$ .

Apabila *heatsink* yang sudah ada tetap digunakan maka dianjurkan untuk mengubah desain layout *motherboard*. Pada gambar 7 merupakan desain layout *motherboard* dengan menggunakan socket prosesor yang memiliki kemiringan  $30^\circ$ , hal ini merupakan desain yang diusulkan oleh penulis berdasarkan adanya fenomena pipa kalor U, dimana pada pipa kalor U dengan kemiringan  $30^\circ$  memiliki kinerja yang paling baik dibandingkan dengan kemiringan yang lain.



Gambar 7 Desain *Motherboard* Dengan Kemiringan Socket  $30^\circ$ .

Pada kedua desain yang disarankan yaitu *heatsink* dengan pipa kalor U dengan kemiringan  $30^\circ$  dan *motherboard* dengan socket prosesor pada kemiringan  $30^\circ$  merupakan pengaplikasian fenomena yang muncul pada investigasi eksperimental ini. Oleh karena itu pembuat *heatsink* harus mengetahui fenomena ini agar dihasilkan kinerja yang optimal.

## VI. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik Untuk penerapan pipa kalor yang dibentuk U, diperoleh bahwa performansi optimum dicapai dengan kemiringan  $30^\circ$  terhadap garis horisontal. Hal yang sama diperoleh pula pada *heatsink* pipa kalor yang tersedia dipasaran. Perbaikan kinerja terhadap posisi yang diterapkan saat ini, mencapai 10-20%. Ini merupakan penemuan yang sangat berarti, yang belum pernah diklaim sebelumnya.