

ANALISIS PERPINDAHAN PANAS PADA PENDINGIN CPU DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Firmansyah B⁽¹⁾

⁽¹⁾ Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang – Prabumulih km 32, Inderalaya

Telp. (0711) 580272

Ringkasan

Manajemen Thermal adalah bagian penting dari proses desain kebanyakan perangkat elektronik. Manajemen termal penting baik pada tingkat komponen dan tingkat system yang memainkan peran penting dalam perangkat kualitas, efisiensi, dan, di atas segalanya, itsreliability. Salah satu metode manajemen termal pada peralatan elektronik adalah penggunaan water-block pada pendingin CPU. Pada penelitian ini dilakukan analisis perpindahan panas pendingin CPU dengan menggunakan Metode Elemen Hingga. Hasil analisis menunjukkan Water block CPU yang menggunakan sirip lebih panjang memiliki nilai perpindahan kalor yang lebih baik dibandingkan pada Water block CPU yang menggunakan sirip lebih pendek, dengan Perbandingan perhitungan numeris dan analitis selisih temperatur pada permukaan sirip disetiap dimensi didapat antara 0,005 % hingga 0,7 %.

Abstract

*Thermal management is an important part of the design process of most electronic devices. Thermal management is important both at the component level and system level plays an important role in device quality, efficiency, and, above all, itsreliability. One method of thermal management in electronic devices is the use of water-cooling block on the CPU. In this study conducted an analysis of heat transfer using CPU cooling Finite element method. Water analysis **results showed that using the CPU block is longer fins transfer heat value better than the CPU water block using shorter fins**, with a comparison of numerical and analytical calculation of temperature difference on each dimension of the fin surface obtained between 0.005% to 0.7 %.*

Keywords: Heat transfer, Water Blok CPU, cooler

1. PENDAHULUAN

Manajemen Thermal adalah bagian penting dari proses desain kebanyakan perangkat elektronik. Manajemen termal penting baik pada tingkat komponen dan tingkat system yang memainkan peran penting dalam perangkat kualitas, efisiensi, dan, di atas segalanya, itsreliability. Manajemen termal hanya menjadi lebih penting sebagai trend di industri terus ke arah perangkat elektronik dengan kepadatan daya yang lebih tinggi dan smallerpackages. Sebagai desainer yang bekerja untuk meningkatkan kerapatan daya dan integrasi komponen, dan kemungkinan kegagalan komponen dini karena terlalu panas juga meningkat. Kegagalan ini sangat mahal untuk kedua produsen dan konsumen elektronik.

Dari kenyataan ini manajemen termal sangat penting dan tidak dapat diremehkan. Product melibatkan beberapa tahap. Manajemen termal dapat melibatkan beberapa tahapan desain atau tumpang tindih tahap desain. Tahapan ini dapat mencakup estimasi awal,

maju pemodelan termal menggunakan perangkat lunak komersial, dan experimental pengujian prototipe fisik. dilakukan analisis perpindahan panas pendingin CPU dengan menggunakan Metode Elemen Hingga untuk melihat pengaruh penggunaan sirip pada water block

2. KAJIAN PUSTAKA

Metodologi Manajemen Thermal, pertama kali diperkenalkan oleh SERY (1994) dan kemudian disempurnakan, digunakan dengan harapan bahwa itu akan dapat mengurangi risiko kegagalan produk tapi pada saat yang sama mengurangi biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk thermal design dan pengujian. Metodologi terdiri dari tiga tahap pembangunan ofproduct: konsep, desain, dan hardware. Selama tahap pertama, Biber dan Belady menggunakan perhitungan tangan dan spreadsheet untuk mengembangkan desain awal dan membuat perkiraan keputusan. Pada tahap kedua, mereka

menggunakan CFD komersial (komputasi fluidynamics) perangkat lunak untuk memverifikasi hasil dan untuk mengidentifikasi setiap 'lubang' atau asumsi yang salah dalam prediksi sistem suhu perilaku mereka sebelumnya. Akhirnya, dimulai menjelang akhir tahap kedua dan finishing pada akhir ketiga, mereka menjalankan pengujian pada produk prototipe untuk memverifikasi perhitungan sebelumnya dan memperbaiki metodologi prediksinya. Dari penelitian ini menegaskan bahwa hal ini jauh lebih efisien untuk menggunakan berbagai *designtools* untuk suatu aplikasi atau masalah pendingin elektronik daripada mencoba untuk hanya menggunakan alat langsung. Kim (2001) menambahkan bahwa menggunakan kombinasi dari berbagai alat desain seperti perhitungan manual, spreadsheet, FEM dan CFD analisis, dan pengujian adalah empat kali lebih produktif daripada perhitungan tangan, spreadsheet, dan pengujian.

Salah satu metode manajemen termal pada peralatan elektronik adalah penggunaan water-block pada pendingin CPU, seperti terlihat pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Water-Block pada pendingin CPU

Tujuan dasar pengelolaan termal perangkat elektronik sederhana adalah mengurangi kemungkinan kegagalan komponen karena kepanasan dengan mengurangi temperature komponen. Pilihan manajemen termal yang digunakan untuk sistem elektronik mempunyai dampak yang besar pada ukuran, kinerja, dan biaya produk akhir. Biasanya, salah satu keputusan yang dibuat dalam proses desain termal dari perangkat ini adalah salah satu pilihan *heat sink* yang harus digunakan. Sekarang praktek umum untuk menggunakan heat sink aluminium bersama dengan setidaknya satu kipas pendingin di banyak daya perangkat elektronik. Termal desainer harus menentukan jenis heat sink dan kipas pengaturan harus beused untuk aplikasi yang diberikan. Ada beberapa jenis heat sinks untuk dipilih, termasuk pelat paralel-heat sinks, pin-sirip heat sinks, dan panas microchannel tenggelam. Yu (2001)

membandingkan performa dan biaya relatif dari berbagai jenis heat sinks dan mendiskusikan parameter yang mempengaruhi kinerja mereka. Selain itu, Lee tampak pada menghitung penyebaran resistensi di permukaan heat sinks dan didokumentasikan hubungan antara resistensi dan ukuran dasar heat sink (

Kemudian lee (2001) juga menyederhanakan model komputasi dengan mewakili seluruh elemen heat sink. Mereka meneliti efek bervariasi parameter seperti suhu, tekanan, dan laju aliran untuk berbagai ketebalan sirip. Namun, metode ini tidak dapat menjelaskan secara akurat aliran volumetrik oleh heat sink.

Semua peralatan elektronik tergantung pada aliran dan pengaturan arus listrik untuk menjaga unjuk kerjanya. Ketika aliran listrik mengalir pada elemen yang memiliki sifat konduksi, maka kalor (heat) akan timbul akibat aliran tersebut. Pada desain peralatan elektronik, kalor yang terjadi pada saat kondisi operasi merupakan salah satu aspek penting yang perlu mendapat perhatian.

Kalor yang terjadi pada saat kondisi operasi merupakan suatu proses irreversible, apabila kalor yang terjadi pada elemen yang menerima arus listrik tersebut berlebihan (overheat) maka akan terjadi perubahan pada sifat mekanis dari elemen tersebut dan beberapa elemen sekitarnya, sehingga untuk menjaga untuk menjaga unjuk kerja dari elemen tersebut kalor yang timbul harus dibuang.

Perpindahan kalor secara konduksi dinyatakan dengan persamaan berikut ini:

$$q_x = K_T \frac{\Delta T}{x} \tag{1}$$

Pada perpindahan panas konduksi, laju perpindahan kalor dinyatakan dengan persamaan berikut ini:

$$q' = hc(T - T_w) \tag{2}$$

Pada analisis dengan menggunakan metode elemen hingga, matrik perpindahan panas konduksi diturunkan dari persamaan berikut ini :

$$U = -\frac{1}{2} \int_V \tilde{q} \cdot \nabla u \, dV \tag{3}$$

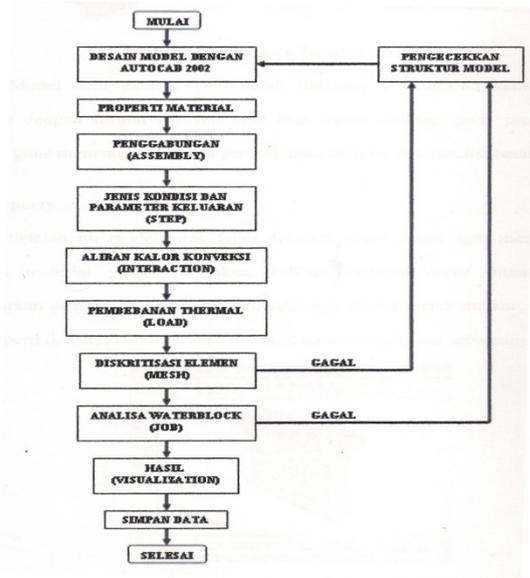
Dimana

$$q_i = - \sum_j k_{ij} \frac{\partial u}{\partial x_j} \tag{4}$$

3. PROSEDUR PENELITIAN

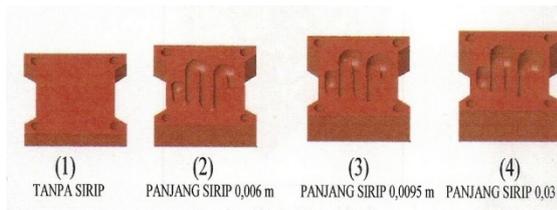
Agar memudahkan dalam penganalisaan Waterblock dengan menggunakan perangkat lunak abaqus 6.4-1, maka perlu dibuat prosedur penggunaan program seperti ditunjukkan di bawah ini :

Analisis Perpindahan Panas Pada Pendingin CPU Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga



Gambar 2 Diagram alir penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap waterblock dengan model seperti pada gambar 2 berikut ini:



Gambar 3. Dimensi Model

Properties material yang dipakai adalah sebagai berikut ini :

Tabel 1. Properties material Tembaga (copper)

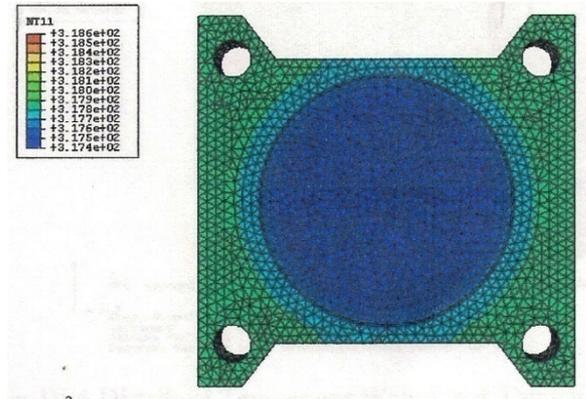
Property	Temperature at (K)	Value
Density (Kg/m ³)	300	8933
Konduktivitas Thermal (W/m.K)	300	401
Specific Heat (J/Kg.K)	300	385

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

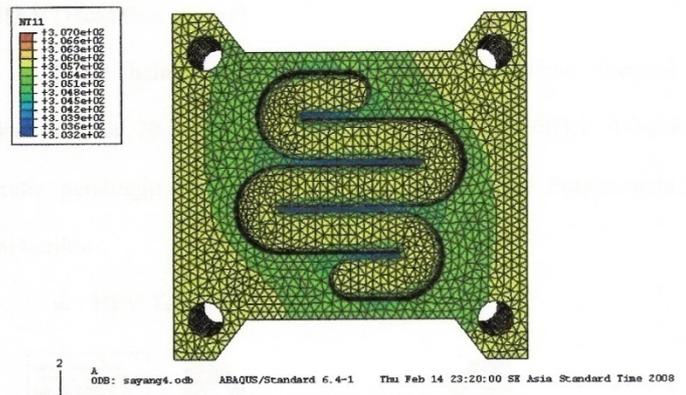
Beban thermal yang diberikan berupa daya prosesor standar (*MaxListed Power*) sebesar ; 70 W, prosesor yang digunakan AMD @ 1,83 GHz. Temperatur yang didapat tanpa HE sebesar 348 K (dengan JURNAL REKAYASA MESIN, VOL. 9 No. 2 JULI 2009

monitoring temperatur prosesor melalui software SIV 3.23 selama 2 jam). Temperatur pendinginan dengan Waterblock didapat antara 30-50 °C, didapat rata-rata pendinginan : $(30 + 50)/2 = 40$ °C, sehingga nilai koefisien konveksi adalah $1683.1 \text{ W/m}^2.K$

Beban thermal yang diberikan sebesar 70 W, koefisien konveksi sebesar $1683.1 \text{ W/m}^2.K$, dan temperatur pendingin sebesar 298 K. Didapat distribusi temperatur seperti pada gambar 4 berikut ini,



Gambar 4. Distribusi Temperatur Waterblock tanpa Sirip



Gambar 5. Distribusi Temperatur Waterblock dengan Panjang Sirip 0,03 m

Hasil analisis nilai minimum dan maksimum dari temperatur pada semua model yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Nilai Distribusi Temperatur Maksimum dan Minimum

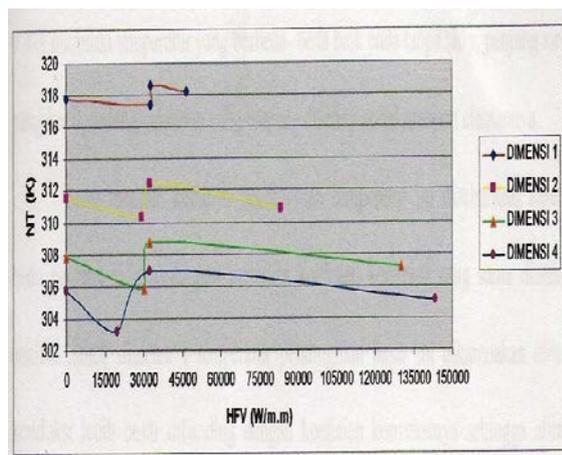
No.	Waterblock	NT Max (K)	NT Min (K)
1	Dimensi 1	318.61	317.43
2	Dimensi 2	312.42	310.4
3	Dimensi 3	308.78	305.86
4	Dimensi 4	306.95	303.24

Hasil analisa nilai minimum dan maksimum dari perpindahan panas dapat dilihat pada tabel 3 dan di bawah ini :

Tabel 3. Nilai Distribusi Perpindahan Panas Maksimum dan Minimum

No.	Waterblock	HFV Max (W/m ²)	HFV Min (W/m ²)
1	Dimensi 1	46.729E+03	1.118
2	Dimensi 2	83.537E+03	41.308
3	Dimensi 3	130.21E+03	58.943
4	Dimensi 4	143.63E+03	73.549

Grafik perbandingan heat flux vector pada semua model dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 6. Grafik perbandingan heat flux vector pada semua model

Hasil analisa distribusi temperatur dengan memanfaatkan program Abaqus 6.4-1 memiliki temperatur yang berbeda-beda baik pada tanpa sirip, panjang sirip yang kecil, sedang, maupun yang panjang di setiap nodal maupun elemennya.

Dari hasil diatas terlihat bahwa besar maupun kecilnya pendinginan temperatur ini disebabkan karena beda panjang sirip, walaupun memiliki koefisien konveksi yang sama di setiap analisa, untuk dimensi 1 temperatur pendinginan besar ini dikarenakan aliran konduksi lebih besar dibanding dengan koefisien konveksinya sehingga aliran panas tidak mampu dikonveksikan, yang menyebabkan temperatur prosesor turun hanya sedikit, untuk dimensi 2, 3, dan 4 menyebabkan temperatur pendinginan yang lebih efisien, dengan panjang sirip yang semakin panjang temperatur pendinginan

semakin kecil, karena kalor konduksi semakin kecil untuk jenis kondisi stedi.

Heat flux merupakan jumlah kalor yang mengalir melewati luas penampang tertentu di bagi luas penampang tersebut. Besar kecilnya HFV dipengaruhi oleh dimensi, temperatur dan koefisien konveksi yang saling berkaitan, tetapi dalam analisa yang dilakukan menggunakan koefisien konveksi dan temperatur pendingin yang sama di setiap dimensi. Untuk dimensi kecil atau dimensi sirip pendek aliran kalor konveksinya kecil, dan dimensi sirip panjang aliran kalor konveksi besar.

Perbandingan Perhitungan Numeris dan Analitis

Perhitungan numeris di atas menunjukkan keakuratan yang pasti di setiap nodal dan elemen, pada tahap ini dilakukan perhitungan secara analitis terhadap aliran kalor konveksi dan koefisien konveksi yang sama seperti perhitungan numeris di atas. Dari perhitungan analitis di atas menunjukkan temperatur permukaan material yang mengalami konveksi, perbandingan temperatur yang terjadi antara perhitungan numeris dan analitis dengan mengambil temperatur pada perhitungan numeris adalah temperatur minimum setiap dimensi, karena temperatur minimum terletak di daerah sirip seperti pada tabel berikut :

Tabel 4. Perbandingan Temperatur Perhitungan Numeris dan Analitis

DIMENSI	T _w (NUMERIS)	T _w (ANALITIS)
1	317,43	317,59
2	310.40	311,6
3	305,86	308
4	303,24	303,6

Dari hasil perhitungan diatas terlihat tingkat keakuratan perhitungan numeris yang dilakukan terhadap perhitungan analitis.

Pada perhitungan analitis tidak dapat mengetahui dimana temperatur pendinginan yang paling maksimum dan minimum pada setiap elemen dan nodal, maka perlunya bantuan program Abaqus 6.4-1, agar dapat kita ketahui temperatur maksimum dan minimumnya.

5. KESIMPULAN

Dari hasil uraian sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut :

Analisis Perpindahan Panas Pada Pendingin CPU Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga

1. Hasil perhitungan analisa Waterblock menggunakan program Abaqus 6.4-1 didapat penurunan temperatur pada dimensi 1 temperatur maksimum 318,61 K dan minimum 317,43 K, pada dimensi 2 temperatur maksimum 312,42 K dan minimum 310,4 K, pada dimensi 3 temperatur maksimum 308,78 K dan minimum 305,86 K, serta pada dimensi 4 temperatur maksimum 306,95 K dan minimum 303,24 K.
2. Untuk perpindahan panas maksimum pada dimensi 1 $46,729E+03 \text{ W/m}^2$ dan minimum $1,118 \text{ W/m}^2$, pada dimensi 2 perpindahan panas maksimum $83,537E+03 \text{ W/m}^2$ dan minimumnya $41,308 \text{ W/m}^2$, pada dimensi 3 perpindahan panas maksimum $130,21E+03 \text{ W/m}^2$ dan minimum $58,943 \text{ W/m}^2$, serta pada dimensi 4 perpindahan panas maksimum $143,63E+03 \text{ W/m}^2$ dan minimum $73,549 \text{ W/m}^2$.
3. Perbandingan perhitungan numeris dan analitis selisih temperatur pada permukaan sirip disetiap dimensi didapat antara 0,005 % hingga 0,7 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] C-W. Yu, R.L.Webb, "Thermal Design of a Desktop computer system using CFD analysis," Seventeenth IEEE Semi-Therm Symposium, pp. 18-26, 2001
- [2.] Huebner, K.H. & Thornton, E.A. "The Finite Element Methode For Engineers", Second Edition, John Wiley & Sons, Inc. New York
- [3.] Incropera, Frank. P. "Introduction to Heat Transfer", 4th Edition. New York, John Wiley & Sons. 2002
- [4.] Kim Fowler, "Heat Transfer and Cooling," IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, pp 48-51, 2001..
- [5.] Kreith, Frank dan Prijono, M.sc, Arko. "Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas", Edisi Ketiga. Jakarta, Penerbit Erlangga.1997.
- [6.] .Seri Lee, "Optimum Design and Selection of Heat Sinks," Eleventh IEEESEMI-THERM Symposium, pp. 48-54, 1995