

PENGARUH KETEBALAN *HEATSINK* TERHADAP DISTRIBUSI SUHU PADA CPU MENGGUNAKAN CFD

Muhammad Ridho AlHafizh¹, Muhamad Safi'i², Althesa Androva³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas UPGRIS Semarang
Jl. Sidodadi Timur No. 24, Kelurahan Karang Tempel, Kecamatan Semarang Timur, Kota Semarang, Jawa Tengah (Kode Pos 50125)

Email: ¹muhammadridhoalhafizh3@gmail.com

Submitted Date: Mei 15, 2026

Reviewed Date: Mei 20, 2026

Revised Date: Mei 23, 2026

Accepted Date: Mei 30, 2026

Abstract

The development of computer technology has increased the computational workload, making heatsinks an essential component of computer cooling systems. The Computational Fluid Dynamics (CFD) method has become a preferred approach for solving heat transfer problems due to its speed, cost-effectiveness, and efficiency. This study investigates the effect of heatsink fin thickness on the thermal and hydraulic performance of a heatsink using the Computational Fluid Dynamics (CFD) method by varying the fin thickness to 3 mm, 4 mm, and 5 mm under natural convection conditions. Aluminum 6061-T6 alloy was used as the heatsink material. The heatsink dimensions were 65 × 54 × 40 mm with a base plate thickness of 3 mm. The numerical simulation was conducted using a constant heat input of 65 W, an ambient temperature of 293 K, and a convective heat transfer coefficient of 100 W/m²K. The results showed that the 3 mm fin thickness produced the highest temperature of 30.6°C and the lowest temperature of 27.1°C, the 4 mm fin thickness produced the highest temperature of 31.3°C and the lowest temperature of 28.1°C, while the 5 mm fin thickness produced the highest temperature of 32.4°C and the lowest temperature of 29.3°C. These findings indicate that increasing the fin thickness while reducing the number of fins leads to an increase in the maximum heatsink temperature. Therefore, the heatsink with a 3 mm fin thickness provided the best cooling performance under the simulated conditions.

Keywords: CFD, heatsink, Temperatur

Abstrak

Perkembangan teknologi pada computer menyebabkan beban berlebih pada kinerja *computer* dan heatsink memiliki peran penting dalam aspek pendinginan pada *computer*. Metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menjadi pilihan dalam menyelesaikan kasus perpindahan kalor karena cepat, murah, dan efisien. Penelitian ini mengkaji efek ketebalan sirip *heatsink* terhadap performansi termal dan hidrolis pada heatsink dengan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dengan memvariasikan ketebalan sirip *heatsink* 3 mm, 4 mm, dan 5 mm dengan mode konveksi bebas. Material paduan Aluminium 6061-T6 diaplikasikan dalam riset ini. *Heatsink* yang digunakan memiliki ukuran 65 x 54 x 40 mm, dan tebal plat dasar 3 mm. Studi numerik dilakukan dengan menggunakan daya panas konstan sebesar 65 watt pada suhu lingkungan sebesar 293 *Kelvin*, dan koefisien konveksi sebesar 100 W/m²K. Hasilnya, ketebalan sirip 3 mm menghasilkan suhu tertinggi 30,6°C dan terendah 27,1°C, ketebalan 4 mm menghasilkan suhu tertinggi 31,3°C dan terendah 28,1°C, sedangkan ketebalan 5 mm menghasilkan suhu tertinggi 32,4°C dan terendah 29,3°C. Berdasarkan hasil tersebut, peningkatan ketebalan sirip yang diiringi dengan pengurangan jumlah sirip menyebabkan kenaikan suhu maksimum pada *heatsink*. Ketebalan sirip 3 mm memberikan hasil pendinginan terbaik dalam kondisi simulasi yang sudah diujicobakan.

Kata kunci: CFD, *Heatsink*, Suhu

I. Pendahuluan

Perkembangan pesat dalam teknologi komputer telah menyebabkan performa prosesor (CPU) semakin tinggi

secara signifikan, yang berdampak langsung pada peningkatan panas yang dihasilkan saat beroperasi. Temperatur yang berlebih (*overheating*) bisa mengurangi kinerja CPU,

memicu *thermal throttling*, serta berpotensi merusak komponen elektronik secara permanen. Oleh sebab itu, sistem pendingin yang efisien menjadi suatu kebutuhan penting dalam perangkat komputer yang modern. *Heatsink* merupakan salah satu komponen penting dalam sistem pendingin perangkat elektronik. *Heatsink* berfungsi sebagai penukaran panas pasif yang mentransfer panas yang dihasilkan oleh perangkat elektronik atau mekanik ke media fluida, seperti udara atau cairan pendingin, dimana panas tersebut dibuang dari perangkat, sehingga memungkinkan pengaturan suhu perangkat. *Heatsink* umumnya terbuat dari material dengan konduktivitas termal tinggi, seperti *aluminium* dan *copper*, untuk meningkatkan efektivitas perpindahan panas (Irawan dkk, 2025)

Prinsip kerja *heatsink* sebagai komponen pembuang panas dari CPU untuk mempertahankan perbedaan temperatur antara sisi panas dan sisi dingin modul peltier. Panas dari sisi panas dipindahkan ke *heatsink* melalui konduksi dan selanjutnya dilepaskan ke lingkungan dengan melalui konveksi paksa dengan bantuan kipas. Sirip *heatsink* berperan meningkatkan luas permukaan perpindahan panas sehingga efektivitas pendinginan meningkat (Lodohd kk, 2021). *Heatsink* berfungsi untuk menyerap serta membuang kalor dari sumber panas sehingga temperatur komponen dapat diturunkan serta kondisi *overheat* dapat dicegah. Panas dari sumber disebarkan keseluruhan sirip *heatsink* melalui kondisi selanjutnya dilepaskan ke lingkungan melalui konveksi udara (Jatnika dkk. 2018). Kinerja *heatsink* tergantung pada beberapa faktor, seperti jenis bahan, bentuk sirip, jumlah sirip, tinggi sirip, jarak antar sirip, serta ketebalan sirip. Ketebalan sirip adalah salah satu hal penting karena mempengaruhi kemampuan sirip dalam menyalurkan panas serta menentukan berapa banyak sirip yang bisa dipasang pada ukuran *heatsink* tertentu. Sirip yang terlalu tipis membuat kemampuan menyebarkan panas menjadi buruk, sedangkan sirip yang

terlalu tebal membuat jumlah sirip berkurang, sehingga luas permukaan untuk mengalirkan panas menjadi lebih kecil. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui dampak ketebalan sirip terhadap cara distribusi panas pada *heatsink* (Safi'I dkk. 2025)

Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji kinerja *heatsink* menggunakan pendekatan numerik dan eksperimental. Salah satu studi menganalisis dampak tipe *heatsink* dan kecepatan fan terhadap kinerja pendinginan pada sistem termoelektrik menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain sirip dan kecepatan aliran udara berpengaruh signifikan terhadap bilangan *Nusselt* dan kemampuan pembuangan panas sistem (Kafid, 2023) Penelitian lain mengevaluasi pengaruh variasi desain sirip *heatsink* terhadap distribusi panas menggunakan simulasi numerik ANSYS. Hasil menunjukkan bahwa perubahan geometri sirip sangat mempengaruhi thermal flux gradien dan pola distribusi suhu pada *heatsink* (Aldori & Pangestu, 2022). Selain pendekatan numerik, penelitian eksperimental juga telah dilakukan untuk mengkaji efektivitas sistem pendingin berbasis *heatsink* fan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penerapan sistem pendingin tersebut mampu menurunkan suhu operasi serta meningkatkan efisiensi daya pada panel surya secara signifikan (Nazar, 2014).

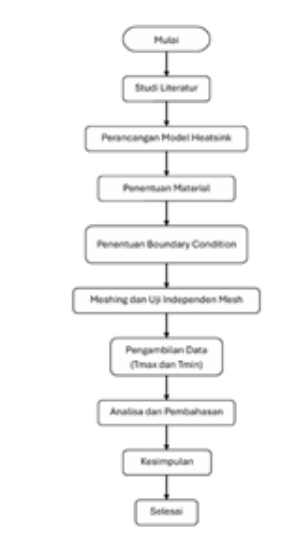
Berdasarkan penelitian sebelumnya, banyak penelitian membahas pengaruh bentuk sirip, jumlah sirip, cara pengaturan sirip, serta jenis material *heatsink* terhadap kemampuan mendinginkan. Namun, penelitian mengenai dampak ketebalan sirip terhadap penyebaran suhu CPU masih kurang banyak, terutama dalam simulasi yang menggunakan SolidWorks Simulation 2024 dengan kondisi beban panas sebesar 65 watt. Inovasi dalam penelitian ini adalah menganalisis dampak perubahan ketebalan sirip *heatsink* yaitu 3 mm, 4 mm, dan 5 mm terhadap penyebaran suhu CPU dengan

menggunakan metode *Thermal Steady-State* di *SolidWorks Simulation* 2024. Penelitian ini menggunakan bahan *aluminium* 6061-T6 untuk *heatsink* dan *copper* untuk CPU dengan ukuran *heatsink* 65 mm × 54 mm, tinggi sirip 40 mm, serta ketebalan plate dasar 3 mm. Perbedaan ketebalan sirip menyebabkan jumlah sirip berubah menjadi 14, 12, dan 10 buah, sehingga bisa dianalisis bagaimana pengaruh ketebalan sirip dan luas permukaan untuk pertukaran panas terhadap penyebaran suhu. Berdasarkan penjelasan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak perubahan ketebalan sirip *heatsink* terhadap penyebaran suhu pada CPU dengan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks Simulation* 2024, serta menentukan jenis konfigurasi *heatsink* yang mampu memberikan hasil pendinginan terbaik berdasarkan suhu tertinggi dan terendah yang terukur.

II. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode simulasi numerik dengan pendekatan *Thermal Steady-State* melalui perangkat lunak *SolidWorks Simulation* 2024. Metode *steady-state* digunakan untuk menganalisis bagaimana suhu terdistribusi di dalam suatu sistem ketika kondisi panas sudah stabil, artinya suhu tidak berubah lagi seiring berjalannya waktu. Pendekatan ini sering digunakan untuk mengevaluasi kinerja perpindahan panas pada komponen elektronik karena mampu memberikan distribusi suhu yang akurat pada kondisi pengoperasian yang stabil (Wani & Shinden, 2022). Benda yang diteliti adalah *heatsink* berbentuk fin lurus yang dipasang pada CPU sebagai sumber panas. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah ketebalan sirip *heatsink*, yaitu 3 mm, 4 mm, dan 5 mm. Sementara itu, parameter seperti ukuran *heatsink*, bahan, beban panas, koefisien perpindahan panas konveksi, dan suhu lingkungan dijaga tetap agar efek perubahan ketebalan sirip terhadap penyebaran suhu dapat dianalisis dengan lebih tepat (Dipu et al, 2025) Proses penelitian dimulai dengan

membaca referensi, kemudian dilanjutkan dengan membuat model tiga dimensi (3D) *heatsink* dan CPU menggunakan software *SolidWorks* 2024. Setelah itu ditentukan bahan yang digunakan, diberikan kondisi batas, dilakukan proses meshing, serta dilakukan simulasi termal dengan menggunakan modul *SolidWorks Simulation* 2024. Hasil simulasi berupa suhu tertinggi dan suhu terendah kemudian dianalisis untuk menilai dampak perubahan ketebalan sirip terhadap penyebaran suhu serta menentukan desain *heatsink* yang memberikan hasil pendinginan terbaik (Dipu et al, 2025) . Tahapan penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

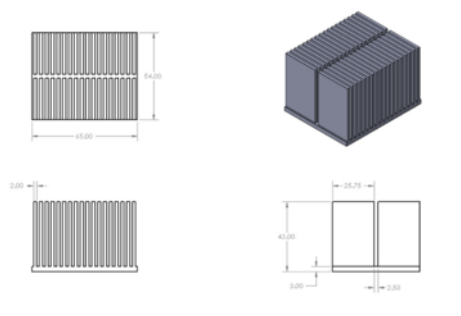
Berdasarkan Gambar 1, penelitian dimulai dengan membaca referensi atau buku-buku ilmiah untuk mendapatkan dasar teori mengenai cara berpindahnya panas, sifat-sifat *heatsink*, serta cara melakukan simulasi panas menggunakan software *SolidWorks Simulation* 2024. Informasi yang didapat dari berbagai sumber digunakan sebagai dasar dalam menentukan bentuk *heatsink*, bahan yang digunakan, serta parameter simulasi yang sesuai dengan tujuan penelitian. Langkah selanjutnya adalah membuat model tiga dimensi (3D) dari *heatsink* dan CPU, lalu menentukan jenis bahan serta menerapkan kondisi batas berupa beban panas, kondisi aliran udara,

dan suhu lingkungan. Setelah itu dilakukan proses pembuatan mesh dan uji independensi mesh agar hasil simulasi lebih akurat dan tidak tergantung pada ukuran elemen mesh yang digunakan. Kemudian dilakukan simulasi *Thermal Steady-State* untuk setiap variasi ketebalan sirip *heatsink*, yaitu 3 mm, 4 mm, dan 5 mm. Hasil simulasi berupa suhu tertinggi (T_{max}) dan suhu terendah (T_{min}) kemudian dianalisis untuk mengetahui bagaimana ketebalan sirip mempengaruhi penyebaran suhu serta menentukan bentuk *heatsink* yang memberikan hasil pendinginan terbaik.

Desain Heatsink

Desain *heatsink* yang digunakan pada jurnal ini adalah *straight fin*, yaitu desain dengan bentuk sirip lurus serta berjajar. Pemilihan desain ini didasarkan pada konstruksi yang sederhana, kemudahan produksi, dan kemampuannya untuk menyediakan jalur efektif pada perpindahan panas dari base plate ke sirip. Sirip-sirip lurus berfungsi untuk memperbesar luas bagian atas kontak dengan udara sehingga proses pelepasan panas melalui konveksi bisa berlangsung secara optimal (Safi'i dkk, 2024).

Model heatsink dirancang dengan menggunakan perangkat lunak *Solidworks* 2024. Ukuran panjangnya adalah 65 mm, lebar 54 mm, tinggi sirip 40 mm, dan ketebalan base platanya 3 mm (Benjamin et al., 2020). Geometri heatsink yang digunakan dalam penelitian ini terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Geometri *Heatsink* Straight Fin.

Penelitian dilakukan dengan variasi ketebalan sirip heatsink, yaitu 3 mm, 4 mm, dan 5 mm. Perubahan ketebalan sirip membuat jumlah sirip yang bisa dipasang di heatsink dengan ukuran yang sama berbeda. Beragam ketebalan dan jumlah sirip yang digunakan dalam penelitian ini terlihat pada Tabel 2.1.

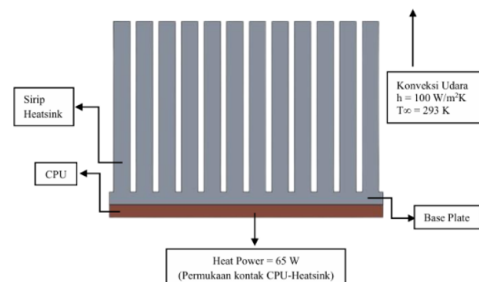
Tabel 2.1 Variasi Ketebalan Sirip Heatsink

Variasi	Ketebalan Sirip (mm)	Jumlah Sirip
1	3	14
2	4	12
3	5	10

Variasi ketebalan sirip tersebut digunakan untuk menganalisis dampak perubahan ketebalan sirip terhadap penyebaran suhu pada *heatsink*. Dengan ukuran keseluruhan heatsink yang tetap, perubahan ketebalan sirip akan memengaruhi jumlah sirip dan luas permukaan untuk mengalirkan panas, sehingga dapat ditentukan konfigurasi yang memberikan pendinginan terbaik.

Domain Komputasi

Domain komputasi terdiri dari CPU yang menjadi sumber panas dan *heatsink* yang berfungsi untuk melepaskan panas tersebut. Beban panas sebesar 65 watt diberikan ke permukaan bawah *heatsink* yang menyentuh langsung *processor*. Simulasi dilakukan dalam kondisi keadaan stabil sehingga distribusi suhu yang diperoleh menunjukkan kondisi yang tetap tidak berubah.



Gambar 3. Domain Komputasi dan Kondisi Batas Simulasi Termal

Gambar 3 menunjukkan area komputasi dan kondisi batas yang digunakan dalam simulasi panas. CPU diletakkan di bagian bawah sebagai sumber panas yang memberikan panas ke *heatsink* melalui mekanisme konduksi. Selanjutnya, panas tersebut didistribusikan ke sirip-sirip *heatsink* sebelum dibuang ke lingkungan melalui proses konveksi. Domain komputasi ini membantu menggambarkan proses pemindahan panas dalam adalah pendingin CPU, sehingga memungkinkan analisis distribusi suhu secara detail dan menyeluruh.

Pada simulasi ini, kondisi batas yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Parameter Simulasi	
Parameter	Nilai
Heat Power	65 W
Ambient Temperatur	293 K
Film Coefficient	100 W/m ² K
Tipe Analisis	Thermal Steady-State

Berdasarkan parameter simulasi di Tabel 2.2, semua jenis *heatsink* dianalisis dengan kondisi batas yang sama. Beban panas sebesar 65 watt diberikan pada permukaan yang menghubungkan CPU dan *heatsink*, sedangkan penyaluran panas ke lingkungan dihitung dengan menggunakan koefisien konveksi sebesar 100 watt per meter persegi Kelvin pada suhu lingkungan 293 Kelvin. Penyamaan parameter simulasi dilakukan agar perbedaan hasil yang muncul hanya disebabkan oleh perubahan ketebalan sirip, sehingga pengaruh ketebalan sirip terhadap penyebaran suhu dapat dinilai secara adil dan obyektif.

Material Heatsink

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *copper* sebagai bahan pembuatan CPU dan *aluminium* 6061-T6 sebagai bahan *heatsink*. Pemilihan bahan

dilakukan karena memiliki kemampuan menghantarkan panas yang baik, sehingga dapat meningkatkan proses penyebaran panas dari prosesor ke *heatsink*.

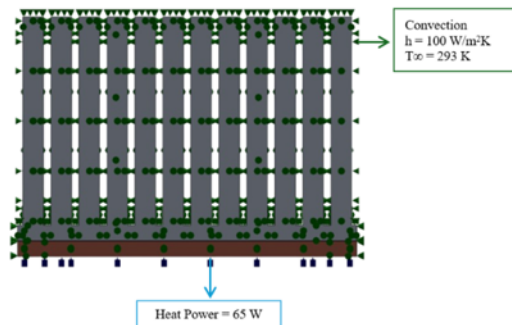
Tabel 2.3 Sifat Material			
Properti	<i>Aluminium</i>	<i>Copper</i>	Satuan
	6061-T6		
Konduktivitas Termal	166,9	390	W/(m.K)
Kalor Jenis	896	390	J/(kg.K)
Massa Jenis	2,700	8,900	kg/m ³

Tabel 2.3 menampilkan sifat-sifat termal dari material yang digunakan dalam penelitian ini. *Aluminium* 6061-T6 dipilih sebagai bahan *heatsink* karena mempunyai kemampuan menghantarkan panas yang baik, beratnya ringan, dan mudah diproses, sehingga sering digunakan pada sistem pendingin perangkat elektronik. Sementara itu, *copper* digunakan sebagai bahan CPU karena memiliki kemampuan menghantarkan panas yang lebih baik dibandingkan *aluminium*, sehingga dapat membawa panas dari bagian yang panas ke *heatsink* dengan lebih cepat. Kombinasi kedua bahan tersebut diharapkan bisa menunjukkan kondisi kerja sistem pendingin CPU yang biasa digunakan dalam berbagai aplikasi sehari-hari.

Metodologi Simulasi Thermal

Simulasi dilakukan dengan menggunakan modul *Thermal Study* di *SolidWorks Simulation 2024* dengan metode *Thermal Steady-State*. Beban panas sebesar 65 watt diterapkan pada permukaan tempat CPU bertemu *heatsink*. Seluruh permukaan sirip *heatsink* diberi kondisi konveksi dengan koefisien perpindahan panas 100 W/m²K dan suhu lingkungan sebesar 293 K. Simulasi dilakukan untuk setiap variasi ketebalan sirip, sehingga didapatkan

distribusi suhu berupa suhu maksimum dan suhu minimum yang digunakan sebagai parameter untuk mengevaluasi kinerja pendinginan *heatsink*.

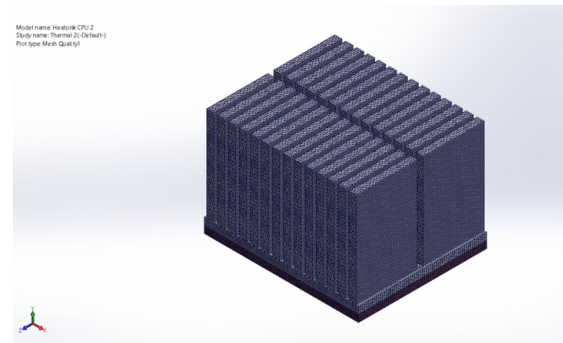


Gambar 4. Pemberian *Heat Power* dan *Convection* Pada Model Simulasi.

Berdasarkan batas yang terlihat pada Gambar 4, mekanisme transfer panas dalam simulasi menunjukkan aliran panas dari CPU ke *heatsink* melalui konduksi, lalu dilepaskan ke lingkungan melalui konveksi di permukaan sirip. Menerapkan kondisi yang sama untuk semua variasi model bertujuan agar hasil simulasi bisa dibandingkan secara adil, sehingga pengaruh perubahan ketebalan sirip terhadap kinerja pendinginan dapat dianalisis dengan lebih tepat. Hasil simulasi selanjutnya dianalisis berdasarkan distribusi temperatur, nilai suhu maksimum, dan suhu minimum pada setiap variasi ketebalan sirip. Variasi yang menghasilkan suhu maksimum lebih rendah dan penyebaran temperatur yang lebih merata menunjukkan kemampuan pelepasan panas yang lebih baik, sehingga dapat dijadikan acuan dalam menentukan desain *heatsink* yang lebih efektif.

Mesh dan Uji Independen Mesh

Mesh dilakukan dengan metode *Mesh* berbasis kelengkungan menggunakan pengaturan kualitas tinggi agar hasil simulasi lebih akurat. Nilai *Jacobian Point* yang digunakan adalah 16 titik dan *element size* sebesar 1,5.



Gambar 5. Hasil *Meshing*

Uji independensi *mesh* dilakukan untuk memastikan hasil simulasi tidak tergantung pada ukuran mesh yang digunakan. Beberapa variasi jumlah elemen dibandingkan hingga diperoleh hasil temperatur yang tetap relatif stabil.

Tabel 2.4 Uji Independen *Mesh*

<i>Mesh</i>	Jumlah Elemen
3 mm	1731189
4 mm	1942424
5 mm	1958775

Berdasarkan Tabel 2.4, jumlah elemen mesh yang digunakan pada setiap variasi ketebalan sirip berbeda, yaitu 1.731.189 elemen untuk ketebalan 3 mm, 1.942.424 elemen untuk ketebalan 4 mm, dan 1.958.775 elemen untuk ketebalan 5 mm. Perbedaan jumlah elemen tersebut ditentukan oleh perubahan bentuk model karena variasi ketebalan sirip, sehingga perangkat lunak membuat pembagian mesh yang berbeda untuk setiap model. Hasil uji independensi mesh menunjukkan bahwa model simulasi sudah memiliki tingkat kerapatan mesh yang cukup, sehingga distribusi suhu yang didapat tidak terlalu dipengaruhi oleh ukuran mesh. Oleh karena itu, mesh yang digunakan sudah memenuhi persyaratan untuk analisis termal dan mampu menghasilkan hasil simulasi yang akurat serta sudah konvergen.

Validasi Dan Pengolahan Data

Validasi model simulasi dilakukan agar bisa memastikan bahwa model yang digunakan sesuai dengan syarat analisis termal dan mampu mengeluarkan data yang tetap konsisten. Validasi dilakukan dengan menguji independensi mesh melalui perbandingan hasil temperatur maksimum pada berbagai tingkat kerapatan *mesh*. *Mesh* yang dipilih adalah mesh yang memberikan perubahan hasil temperatur yang sangat kecil meskipun jumlah elemen diperbanyak, sehingga hasil simulasi dianggap sudah konvergen dan tidak terpengaruh oleh ukuran mesh.

Setelah model dianggap valid, simulasi dilakukan untuk setiap variasi ketebalan sirip *heatsink*, yaitu 3 mm, 4 mm, dan 5 mm. Hasil simulasi memberikan data berupa suhu tertinggi (*maximum temperature*) dan suhu terendah (*minimum temperature*) di *heatsink*. Konsep tentang bagaimana suhu terdistribusi dan panas berpindah dalam analisis termal didasarkan pada teori termodinamika (Doyan dkk, 2024).

Untuk memahami bagaimana distribusi suhu terjadi, dilakukan perhitungan perbedaan suhu dengan menggunakan Persamaan (1).

$$\Delta T = T_{max} - T_{min} \quad (1)$$

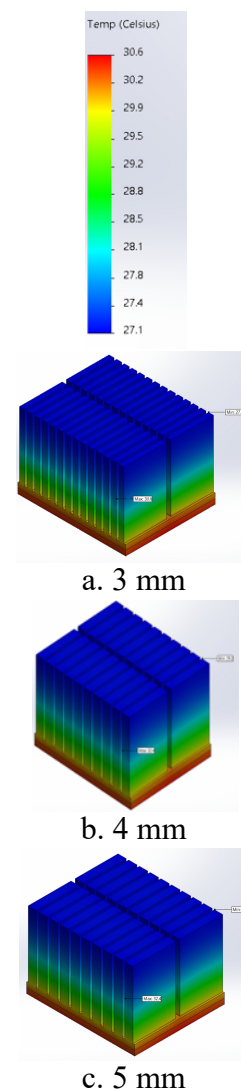
Hasil simulasi kemudian ditampilkan dalam bentuk garis kontur distribusi suhu, tabel, dan grafik agar proses analisis menjadi lebih mudah. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai suhu tertinggi, suhu terendah, dan perbedaan suhu pada setiap variasi ketebalan sayap. Konfigurasi *heatsink* yang menghasilkan suhu tertinggi terendah dianggap memiliki pendinginan yang paling baik saat kondisi beban panas sebesar 65 watt, koefisien perpindahan panas konveksi sebesar 100 watt per meter persegi kelvin, dan suhu lingkungan 293 kelvin.

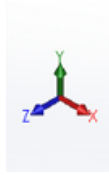
III. Hasil dan Pembahasan

Hasil Simulasi

Pengaruh Ketebalan Sirip

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis untuk memahami dampak perubahan ketebalan sirip *heatsink* terhadap penyebaran suhu di CPU dengan menggunakan metode *Thermal Steady-State* pada *software SolidWorks Simulation 2024*. Berbagai ketebalan sirip yang digunakan adalah 3 mm, 4 mm, dan 5 mm, sementara parameter lain seperti daya panas 65 W, koefisien perpindahan panas konveksi 100 W/m²K, suhu lingkungan 293 K, ukuran *heatsink*, dan bahan tetap tidak berubah agar pengaruh ketebalan sirip dapat diamati secara jelas dan adil, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2 , Tabel 2.2 dan Tabel 2.3.





Gambar 6. Kontur Distribusi Suhu Pada Ketebalan (a) 3mm, (b) 4mm, Dan (c) 5 mm

Berdasarkan Gambar 6. warna merah menunjukkan area dengan suhu paling tinggi yang berada di base plate dasar karena bersentuhan langsung dengan CPU yang merupakan sumber panas. Warna oranye dan kuning menunjukkan suhu yang mulai turun karena panas berpindah ke sirip heatsink. Warna hijau menunjukkan suhu yang tidak terlalu panas, sedangkan warna biru muda sampai biru gelap menunjukkan area dengan suhu terdingin karena panasnya sudah keluar ke lingkungan melalui proses konveksi. Perubahan warna tersebut menunjukkan panas bergerak dari CPU ke base plate, lalu menyebar ke seluruh sirip heatsink sebelum akhirnya keluar ke udara.

Pada Gambar 6, perubahan ketebalan sirip memengaruhi cara suhu didistribusikan pada heatsink. Ketebalan sirip yang 3 mm memungkinkan panas merambat lebih cepat ke ujung sirip karena jarak antar sirip masih cukup lebar, sehingga aliran udara konveksi dapat terjadi dengan baik. Di ketebalan 4 mm, suhu terdistribusi lebih merata dan kemampuan mengeluarkan panas tetap bekerja dengan efektif. Sementara itu, pada ketebalan 5 mm, meskipun massa sirip meningkat sehingga kemampuan menghantarkan panas menjadi lebih baik, jarak antara sirip menjadi lebih rapat, sehingga transfer panas melalui konveksi ke udara mungkin menurun. Hasil ini menunjukkan bahwa ketebalan sirip harus dipilih dengan tepat agar tercapai keseimbangan antara cara sirip menghantarkan panas dan cara panas dilepaskan ke sekitarnya.

Pengaruh Jumlah Sirip

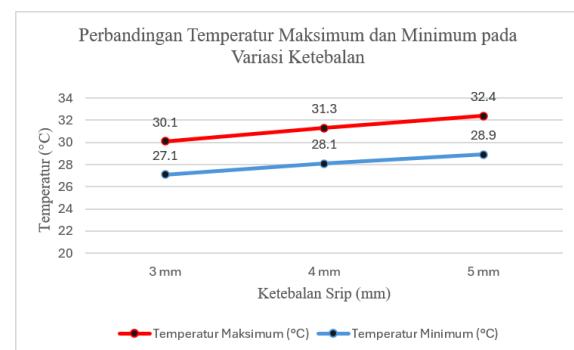
Perubahan ketebalan sirip dalam penelitian ini membuat jumlah sirip *heatsink* juga mengalami perubahan. Sirip tebal 3 mm menghasilkan 14 sirip, sirip tebal 4 mm menghasilkan 12 sirip, dan sirip tebal 5 mm menghasilkan 10 sirip. Dengan ukuran heatsink yang sama, menambah ketebalan sirip akan mengurangi jumlah sirip yang bisa dipasang, sehingga luas permukaan untuk mengalirkan panas ke udara menjadi lebih kecil.

Hasil simulasi suhu untuk setiap variasi ketebalan sirip disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Simulasi Distribusi Suhu

Ketebalan Sirip (mm)	Jumlah Sirip	Temperatur Maksimum (°C)	Temperatur Minimum (°C)
3	14	30,6	27,1
4	12	31,3	28,1
5	10	32,4	29,3

Untuk memudahkan membandingkan hasil simulasi pada setiap variasi ketebalan sirip, data di Tabel 3.1 kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik, seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Temperatur Maksimum dan Minimum pada Variasi Ketebalan

Berdasarkan Tabel 3.1 dan Gambar 7, heatsink yang memiliki 14 sirip mencapai suhu tertinggi sebesar 30,6°C dan suhu terendah sebesar 27,1°C. Ketika jumlah sirip berkurang menjadi 12, suhu tertinggi naik menjadi 31,3°C dan suhu terendah menjadi

28,1°C. Selanjutnya, pada *heatsink* yang memiliki 10 sirip, suhu tertinggi mencapai 32,4 °C dan suhu terendah sebesar 29,3 °C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin sedikit jumlah siripnya, semakin tinggi suhu *heatsink*.

Fenomena ini terjadi karena jumlah sirip berkurang, sehingga luas area yang digunakan untuk mengalihkan panas ke udara menjadi lebih kecil. Permukaan yang lebih kecil membuat kontak antara material *heatsink* dan udara pendingin menjadi kurang, sehingga kecepatan pemindahan panas melalui konveksi berkurang. Jumlah sirip yang lebih banyak membuat area pelepasan panas lebih luas, sehingga panas dari CPU bisa terbawa ke lingkungan dengan lebih baik. Ini sesuai dengan penelitian (Safi'I dkk. 2025) yang menunjukkan bahwa meningkatkan efektivitas perpindahan panas pada *heatsink* terkait erat dengan meningkatkan interaksi antara permukaan sirip dan aliran udara pendingin.

Pembahasan

Hasil simulasi menunjukkan bahwa perubahan ketebalan sirip *heatsink* memengaruhi cara panas menyebar di CPU. Berdasarkan Tabel 3.1, ketebalan sirip 3 mm memberikan suhu tertinggi sebesar 30,6°C dan suhu terendah 27,1°C, sedangkan ketebalan 4 mm memberikan suhu tertinggi 31,3°C dan suhu terendah 28,1°C. Pada ketebalan 5 mm, suhu tertinggi mencapai 32,4°C dan suhu terendah adalah 29,3°C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tebal siripnya, suhu maksimum dan minimum cenderung naik.

Kenaikan suhu ini disebabkan oleh perubahan jumlah sirip pada setiap variasi ketebalan sirip. Pada ketebalan 3 mm, *heatsink* memiliki 14 sirip, sedangkan ketika ketebalannya 4 mm, jumlah sirip berkurang menjadi 12, dan ketika ketebalannya 5 mm, jumlah siripnya menjadi 10. Menambah tebalnya sirip membuat jumlah sirip yang bisa dipasang di *heatsink* dengan ukuran sama berkurang, sehingga luas permukaan yang bersentuhan dengan udara menjadi

lebih kecil. Kondisi ini membuat proses transfer panas melalui konveksi ke lingkungan tidak berjalan dengan optimal.

Berdasarkan kontur distribusi suhu pada Gambar 4, warna merah menunjukkan area dengan suhu paling tinggi yang berada di sekitar base plate karena bagian tersebut menerima panas langsung dari CPU. Warna *oranye* dan kuning menunjukkan daerah yang sedang mengalami penurunan suhu karena panas mulai terbawa ke arah sirip. Selanjutnya, warna hijau hingga biru menunjukkan daerah dengan suhu yang lebih dingin karena panas sudah berpindah ke lingkungan melalui proses konveksi. Perubahan warna dari gelap ke terang menunjukkan panas berpindah dari CPU ke base plate, lalu didistribusikan ke seluruh sirip *heatsink* sebelum akhirnya dilepaskan ke udara.

Meskipun sirip yang lebih tebal memiliki luas penampang yang lebih besar, sehingga kemampuan menghantarkan panas secara konduksi meningkat, peningkatan ini tidak mampu mengimbangi penurunan luas permukaan untuk perpindahan panas karena jumlah sirip yang semakin sedikit. Oleh karena itu, kemampuan melepas panas melalui konveksi menjadi faktor utama dibandingkan peningkatan konduktivitas yang terjadi karena penambahan ketebalan sirip.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian (Aldori & Pangestu, 2022) yang menyatakan bahwa perubahan bentuk sirip memengaruhi penyebaran suhu dan sifat transfer panas pada *heatsink*. Selain itu, penelitian (Dipu et al, 2025) juga menunjukkan bahwa cara penyusunan jumlah sirip dan luas permukaan untuk mengalirnya panas mempunyai dampak besar terhadap kemampuan mendinginkan CPU. Semakin luas permukaan yang bersentuhan dengan udara, semakin efektif proses pelepasan panas tersebut.

Berdasarkan hasil simulasi, penggunaan ketebalan sirip 3 mm adalah konfigurasi yang paling baik saat kondisi pembebanan panas mencapai 65 W, karena mampu menghasilkan suhu maksimum yang

lebih rendah dibandingkan dengan variasi lainnya. Ini menunjukkan bahwa semakin banyak sirip, semakin besar pula area permukaan untuk mengalirkan panas, sehingga proses melepas panas ke lingkungan berjalan lebih baik. Oleh karena itu, pada ukuran heatsink yang sama, menggunakan sirip yang lebih tipis namun jumlahnya lebih banyak akan memberikan hasil pendinginan yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan sirip yang lebih tebal namun jumlahnya lebih sedikit.

VI. Kesimpulan

Penelitian ini mempelajari dampak perubahan ketebalan sirip heatsink terhadap cara suhu terdistribusi di CPU dengan menggunakan metode simulasi *Thermal Steady-State* di *SolidWorks Simulation* 2024. Simulasi dilakukan menggunakan bahan *heatsink* berupa aluminium 6061-T6, bahan CPU berupa perak, beban panas sebesar 65 watt, koefisien perpindahan panas konveksi sebesar 100 watt per meter persegi kelsius, serta suhu lingkungan 293 kelsius.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa ketebalan sirip mempengaruhi distribusi suhu pada heatsink. Sirip dengan ketebalan 3 mm memberikan suhu tertinggi 30,6°C dan suhu terendah 27,1°C, sedangkan sirip dengan ketebalan 4 mm menghasilkan suhu tertinggi 31,3°C dan suhu terendah 28,1°C. Pada ketebalan sirip 5 mm, suhu maksimum mencapai 32,4°C dan suhu minimum 29,3°C.

Perbedaan hasil tersebut disebabkan oleh jumlah sirip pada setiap variasi ketebalan. Sirip dengan ketebalan 3 mm memiliki 14 buah sirip, sirip dengan ketebalan 4 mm memiliki 12 buah sirip, dan sirip dengan ketebalan 5 mm memiliki 10 buah sirip. Semakin tebal bagian siripnya, semakin sedikit sirip yang bisa dipasang di heatsink dengan ukuran yang sama, sehingga luas area untuk mengalirkan panas melalui konveksi menjadi lebih kecil. Akibatnya, kemampuan *heatsink* dalam

mendinginkan CPU menjadi tidak maksimal.

Menurut hasil penelitian, *heatsink* dengan ketebalan sirip 3 mm terbukti paling efektif dalam menjaga suhu CPU, karena memberikan suhu tertinggi yang paling rendah. Hasil penelitian ini bisa digunakan sebagai acuan dalam membuat *heatsink* dengan memperhatikan keseimbangan antara ketebalan sirip, jumlah sirip, dan luas permukaan yang terlibat dalam perpindahan panas, agar mendapatkan hasil pendinginan yang terbaik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan rasa terima kasih dan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat dan karunia-Nya yang telah membantu penelitian ini terselesaikan dengan baik. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama proses penelitian serta penyusunan jurnal ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Mesin serta semua pihak yang telah memberikan bantuan, fasilitas, dan dorongan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan lancar.

Daftar pustaka

- Irawan, A., Iswahyudi, S., & Hayati, N. 2025. "Analisa Pengaruh Desain Heatsink Terhadap Efisiensi Panel Surya Menggunakan Metode Computation Fluda Dynamic (CFD)". *ELEMEN Jurnal Teknik Mesin*, 12(12), 127-135.
- Lodoh, E., Jafri, M., & Tarigan, B., V. 2021. "Analisa Pengaruh Panjang Sirip Heatsink Terhadap Produksi Kondensasi Pada Alat Penghasil Air Atmosfir". *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, 8(1), 83-90.
- Jatnika, R. W., Ajiwiguna, T. A., & Kirom, M. R. (2018). "Pengaruh Beban Kalor Terhadap Termal Reaistance Untuk Heatsink Fan". *E-Proceeding Of Engineering*, 5(3), 5754-5761.
- Safi'i, M., Sinaga, N., Febriandyono, M. F., Jannah, W., Muhammad, R., Suheri, S., & Nugroho, A. 2025. "Kaji Numerik

- Modifikasi Heat Sink Sirip Lurus Dengan Alur Persegi Untuk Keباikan Perpindahan Panas”. Jurnal Crankshaft, 8(4).
- Kafid, M. F. A. 2023. “Studi Numerik Pengaruh Heatsink Dan Fan Terhadap Dispenser Miyako”. Jurnal Teknik Mesin, 11(3), 83–92.
- Aldori, Y. R., & Pangestu, R. 2022. “Analisa Perilaku Panas Pada Permukaan Desain Heatsink Menggunakan Software ANSYS”. IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya, 1(2), 11–17.
- Nazaar, A. A. 2014. “Penggunaan Sistem Pendingin Temperatur Menggunakan Heatsink-Fan sebagai Peningkatan Kinerja Panel Surya”. Jurnal Energi dan Manufaktur, 22(2), 284–292.
- Wani, M. I., & Shinden, A. S. 2022. “Steady state thermal analysis of perforated honeycomb plate fin heat sinks using ANSYS”. International Journal of Advanced Research, 10(7), 719–748.
- Dipu, M. N. H., Apu, M. H., & Chowdhury, P. P. 2025. “Optimization of the Desktop CPU's Straight Heatsink via CFD Simulation by SolidWorks Flow Simulation”. International Journal of Pioneering Technology and Engineering, 4(1).
- Safi'i, M., Sinaga, N., & Priangkoso, T. 2024. “Investigasi Model Numerik Pada Simulasi Heatsink Sirip Lurus Dengan Memvariasikan Jumlah Grid, Model Viscous Dan Metode Pemecahan Dengan Pendinginan Konveksi Bebas”. Jurnal Ilmiah Momentum, 20(0216-7395):31-41
- Benjamin, C., Gajdhar, D. N., Shah, K. 2020. “Validation Of Single Cut Plate-Fin Of Computer Chassis By Varying Geometry And Using Metallurgical Compound Of Carbon”. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 7(12)1153-1158.
- Doyan, A., Susilawati, Wahyudi, et al. (2024). Buku Ajaran Termodinamika . Mataram: LITPAM.