

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini alat elektronik digunakan di hampir seluruh kehidupan manusia, seperti komputer, telepon seluler, kamera, hingga peralatan rumah tangga lainnya. Sektor industri juga mengaplikasikan alat elektronik untuk otomasi produksi, mengendalikan kualitas produk dan proses produksi. Dengan kemajuan teknologi, produsen kini tidak hanya sekedar membuat produk tetapi juga mengembangkan produk tersebut agar memiliki kemampuan kerja yang tinggi serta hemat daya dalam ukuran yang lebih kecil. Namun perkembangan ke arah miniaturisasi itu membuat proses penghilangan panas pada komponen elektronik menjadi tantangan karena keterbatasan ruang yang tersedia untuk membantu proses tersebut (Iradukunda et al., 2020). Panas berlebih pada alat elektronik berpotensi untuk menyebabkan adanya kerusakan pada komponen elektronik tersebut. Sebagai contoh pada semikonduktor, ketika temperatur melebihi 85 °C, masa pakai perangkat akan berkurang akibat kelelahan termal yang meningkat dengan cepat. Penggunaan *heatsink* pada komponen elektronik merupakan salah satu strategi untuk mencegah adanya kegagalan sistem akibat temperatur yang terlalu tinggi. *Heatsink* digunakan untuk mentransmisikan panas dari sumber panas melalui kontak langsung. Sirip pada *heatsink* mampu untuk mentransfer panas ke lingkungannya melalui konveksi bebas, konveksi paksa, cairan pendingin, ataupun kombinasi lainnya. Efisiensi pendinginan *heatsink* bergantung pada berbagai parameter seperti jumlah sirip, panjang sirip, ketebalan sirip, jarak antara sirip, ketebalan *base plate*, dan orientasi susunan sirip (Luo et al., 2019).

Susunan sirip lurus (*straight fin*) diketahui memiliki kinerja yang kurang baik jika dibandingkan dengan jenis *flared fin*, baik dalam kondisi konveksi natural maupun konveksi paksa. Diketahui dengan ukuran *base*, jumlah sirip, dan panjang sirip yang sama, melalui hasil simulasi didapatkan hasil bahwa perbedaan temperatur yang terjadi pada *straight fin heatsink* lebih tinggi dibandingkan dengan *flared fin heatsink*. Hal ini dikarenakan orientasi sirip pada *flared fin heatsink* mampu mendistribusikan panas lebih merata, yang mana hal ini sangat menguntungkan untuk kondisi konveksi alami

(Li et al., 2019). Selain itu, berdasarkan hasil eksperimen didapatkan bahwa *flared fin heatsink* memiliki tahanan termal yang lebih kecil sebesar 10% serta mampu mendistribusikan panas ke siripnya dengan lebih baik dibandingkan dengan *rectangular fin heatsink* (Luo et al., 2019).

Hingga saat ini, terdapat dua metode penghilangan panas yang digunakan pada komponen elektronik yaitu pendinginan aktif dan pendinginan pasif. Pendinginan aktif biasanya mengadaptasikan konveksi paksa untuk meningkatkan performa perpindahan panas dengan menggunakan perangkat tambahan seperti kipas atau pompa. Kipas atau pompa digunakan untuk menyalurkan fluida pendingin untuk melewati sirip *heatsink* sehingga nilai perpindahan panas menjadi lebih baik. Berbagai cara telah dilakukan untuk meningkatkan perpindahan panas pada *heatsink* yang menggunakan sistem konveksi paksa, seperti memodifikasi bentuk celah antar sirip, meningkatkan kekasaran permukaan, menciptakan rongga kecil pada celah *heatsink*, hingga menggunakan cairan pendingin *nanofluids* (Saeed and Kim, 2018). Akan tetapi, dengan kecenderungan perkembangan alat elektronik ke arah miniaturisasi membuatnya sulit untuk diaplikasikan karena keterbatasan ruang yang tersedia. Untuk itu pengembangan sistem pendinginan pasif dilakukan untuk mengatasi keterbatasan pada sistem pendinginan aktif. Berbeda dengan pendinginan aktif, pendinginan pasif memindahkan panas yang diterimanya melalui konveksi, konduksi, dan radiasi secara natural tanpa menggunakan kipas ataupun pompa.

Beberapa tahun kebelakang telah dilakukan pengembangan metode pendinginan pasif dengan menggunakan *Phase Change Material* (PCM) untuk mengatasi batasan yang ada pada sistem pendingin aktif yang menggunakan sirkulasi fluida pendingin. Sistem pendingin *heatsink* yang terintegrasi dengan PCM diketahui mampu mengurangi suhu puncak sekitar 13.1% dibandingkan dengan konveksi alami di udara. Selain itu, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu maksimum yang diizinkan dari suhu puncak berkurang sebesar 45% karena PCM mampu menyimpan kapasitas panas yang lebih besar (Kim et al., 2020). Hasil penelitian yang dilakukan secara eksperimen juga menyimpulkan bahwa suhu sistem pendingin *heatsink* yang diintegrasikan dengan PCM mampu mengurangi suhu rata-rata *chipset* sebesar 14°C dan 10.5°C dibandingkan dengan sistem pendingin *heatsink* standar pada kasus konveksi bebas (*free convection*) dan konveksi paksa (*forced convection*)

(Alimohammadi et al., 2017). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan PCM pada *heatsink* mampu mengurangi suhu pada komponen dan meningkatkan performa perpindahan panas pada *heatsink* sehingga dapat memperpanjang umur pakai komponen elektronik.

Karena masih sedikitnya penelitian mengenai penggunaan *flared fin heatsink* yang diintegrasikan dengan *phase change material*, maka penulis ingin menganalisis performa *heatsink*-PCM yang digunakan sebagai pendingin pasif dengan adanya variasi pada jumlah sirip dan tebal sirip pada *heatsink*. Penelitian ini dilakukan dengan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk mengetahui distribusi temperatur dan *liquid fraction* serta pengaruh jumlah dan tebal sirip *flared fin heatsink* yang terintegrasi dengan PCM.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu :

- a. Bagaimana perbandingan temperatur antara *flared fin heatsink* tanpa ditambahkan PCM dengan *flared fin heatsink* yang ditambahkan dengan PCM?
- b. Bagaimana pengaruh jumlah dan ketebalan sirip *heatsink* terhadap temperatur pada *flared fin heatsink* dengan PCM?
- c. Bagaimana pengaruh jumlah dan ketebalan sirip *heatsink* terhadap proses pencairan PCM pada *flared fin heatsink* dengan PCM?
- d. Bagaimana pengaruh jumlah dan ketebalan sirip *heatsink* terhadap proses perpindahan panas yang terjadi pada *flared fin heatsink* dengan PCM?

1.3. Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak terlalu meluas, penulis merasa perlu memberikan batasan permasalahan yang akan dilakukan seperti yang tertera sebagai berikut :

- a. Simulasi dilakukan secara 2 dimensi (2D).
- b. *Phase Change Material* (PCM) yang digunakan adalah RT42 yang merupakan PCM organik berbasis parafin.
- c. Hanya melihat proses *melting* tanpa mempertimbangkan proses *solidification* pada PCM.

- d. *Thermophysical properties* dari PCM dan *heatsink* dianggap konstan terhadap waktu.
- e. Perubahan volume yang terjadi pada PCM diabaikan selama proses *melting* terjadi.
- f. Perpindahan panas secara radiasi diabaikan.
- g. Variasi jumlah sirip yang digunakan adalah 7, 11, dan 15 buah.
- h. Variasi ketebalan sirip yang digunakan adalah 1, 1.5, dan 2 mm.

1.4. Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang disinggung sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui perbandingan temperatur antara *flared fin heatsink* tanpa ditambahkan PCM dengan *flared fin heatsink* yang ditambahkan dengan PCM.
- b. Menganalisis pengaruh jumlah dan ketebalan sirip *heatsink* terhadap proses pencairan PCM pada *flared fin heatsink* dengan PCM.
- c. Menganalisis pengaruh jumlah dan ketebalan sirip *heatsink* terhadap temperatur pada *flared fin heatsink* dengan PCM.
- d. Mengevaluasi jumlah dan ketebalan sirip *heatsink* terhadap proses perpindahan panas yang terjadi pada *flared fin heatsink* dengan PCM.

1.5. Sistematika Penulisan

Agar penulisan dan pembahasan penelitian ini mudah di mengerti oleh pembaca, penulisan dibuat dalam sistematika berikut ini:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika laporan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi mengenai landasan teori yang berkaitan dengan pokok bahasan penelitian ini seperti teori kalor, teori perpindahan panas dan massa, serta penjelasan mengenai *heatsink* dan *phase change material* (PCM).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai rancangan dari penelitian yang dilakukan, metode dan langkah-langkah dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai penjabaran dari rumusan masalah serta data hasil penelitian yang didapat dari simulasi dengan menggunakan *software* CFD.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan data-data yang diperoleh dan saran sebagai penunjang maupun pengembangan selanjutnya.