BAB I
PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pendinginan berkinerja tinggi merupakan kebutuhan yang sangat vital dalam berbagai industri, pendinginan diperlukan untuk menjaga kinerja dan kehandalan yang diharapkan dari suatu produk seperti komputer, peralatan elektronik dengan daya besar dan mesin kendaraan. Teknik konvensional yang digunakan untuk optimasi sistem perpindahan panas diantaranya adalah dengan cara memperbesar luas permukaan perangkat dan pengaturan kecepatan aliran fluida.

Keterbatasan utama dalam teknologi pendinginan konvensional adalah terkait dengan rendahnya konduktivitas termal dari fluida dasar yang digunakan sehingga kemudian mulai dikembangkan teknologi-teknologi baru seperti *solid-liquid suspension* konvensional dengan cara menambahkan partikel solid berukuran *millimeter* atau *micrometer* pada fluida dasar dan aplikasi-aplikasi *micro-channelling*. Pada teknologi generasi pertama tersebut permasalahan yang terjadi diantaranya adalah *agglomeration rate* yang cepat, keausan pada instalasi pendinginan karena gesekan (pipa, pompa dan bantalan), penyumbatan pada saluran mikro, dan limitasi *microchannel* yang pada tingkat tertentu telah mencapai kinerja maksimumnya. Metode *solid-liquid suspension* konvensional juga dianggap tidak efisien karena dibutuhkan penambahan sejumlah besar partikel (>10 % *volume* total) yang justru menghasilkan penurunan tekanan dan berakibat pada daya pemompaan yang lebih besar. Dengan tren teknologi miniaturisasi perangkat/produk maka kompleksitas masalah pendinginan juga akan meningkat di berbagai jenis industri, oleh karena itu aplikasi nano fluida mulai dikembangkan sebagai upaya menemukan solusi permasalahan dalam bidang perpindahan panas.

Nano fluida adalah campuran dua fase *liquid* dan *solid* yang direkayasa dengan cara mendispersikan partikel berukuran nano dalam fluida dasar. Dimensi utama partikel yang digunakan adalah kurang dari 100 nm dapat berupa *nano particle, nano tube, nano fiber, nano wire* atau *nano rod*. Diketahui beberapa jenis partikel yang pernah diteliti dalam literatur meliputi, partikel *non-metallic* (SiO_2 [1], SiC [2], TiO_2

[3], Al_2O_3 [4], ZnO [5], CuO [6], Fe_3O_4 [7] dan AIN [8]) dan partikel *metallic* (Cu [9], Ag [10], CaO [11] dan Au [12]). Sedangkan tipe fluida dasar yang biasa diaplikasikan pada sistem pendinginan antara lain adalah minyak, air, cairan *organic glycol*, *refrigerant*, larutan *polymer*, cairan *bio* dan *mineral oil*.

Ukuran atau dimensi material partikel merupakan parameter fisik utama dalam teknologi nano fluida karena berpengaruh terhadap stabilitas sifat *thermal* fluida dan suspensi partikel nano. Dengan ukuran berskala nano tersebut, partikel dapat mengalir bebas pada *tube* atau saluran mikro secara dispersi sehingga terjadi peningkatan konveksi antara partikel nano dan permukaan fluida dasar (suspensi nano) yang ditunjukkan oleh besarnya nilai konduktivitas termal. Teknologi nano fluida sendiri adalah bidang keilmuan yang interdisipliner terdiri dari teknologi nano, nano sains dan perekayasaan nano. Optimasi dapat diterapkan pada proses pemanasan atau pendinginan dengan tujuan peningkatan energi, efisiensi waktu pemrosesan, peningkatan *thermal rating* dan *lifetime* perangkat. Kelebihan dalam pengaplikasian nano fluida, antara lain yaitu:

1. Dengan partikel berukuran nano, *pressure drop* yang terjadi dapat diminimalkan.
2. Konduktivitas termal pada partikel nano yang lebih tinggi dapat meningkatkan laju perpindahan panas.
3. Desain *Heat Exchanger* akan semakin ringan dan *compact*.
4. Laju perpindahan panas meningkat karena pengaruh luas permukaan partikel nano dalam fluida dasar.
5. Nano fluida sesuai untuk pemanasan cepat dan sistem pendinginan.
6. Dengan partikel berukuran nano, nano fluida dapat diasumsikan sebagai fluida integral/homogen.
7. Variasi perpaduan yang tepat pada nano fluida dapat menghasilkan pemanasan/pendinginan yang baik.
8. Tidak terjadi *clogging*/penyumbatan pada aplikasi *microchannel.*
9. Efisiensi biaya dan energi.

Berdasarkan pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, nano fluida diketahui memiliki karakteristik termofisika yang lebih baik dibandingkan

dengan fluida dasar seperti air atau minyak pada parameter konduktivitas *thermal*, difusitas *thermal*, viskositas dan koefisien perpindahan panas konvektif. Namun demikian, masih banyak penyelidikan yang perlu dilakukan untuk memahami karakteristik dan mekanisme nano fluida sehingga dapat meningkatkan stabilitasnya sebagai langkah penting pemanfaatan teknologi tersebut. Penyelidikan baik secara eksperimental maupun numerikal perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter nano fluida yang optimal untuk kebutuhan industri terkait sistem perpindahan panas.

Penelitian ini akan difokuskan pada kinerja termal nano fluida *Carbon Nano Material* (CNM) yang belum dieksplorasi secara menyeluruh pada penelitian-penelitian terdahulu dengan metode eksperimental untuk mengetahui pengaruh laju aliran dan penambahan massa CNM pada fluida dasar air. CNM adalah material berstruktur nano dengan sifat mekanik, termal dan listrik yang baik, diantaranya berbentuk *tube* dengan berdinding tunggal dan banyak dinding. CNM memiliki properti yang unik sehingga dianggap sesuai untuk optimasi atau peningkatan performa perangkat, antara lain:

1. Memiliki perilaku semi-konduktor atau logam.
2. Lebih kuat dari baja tetapi lebih ringan daripada aluminium.
3. Mampu mengkonduksikan panas dengan lebih efisien.
4. Memiliki stabilitas tinggi dengan sifat listrik dan optik yang unik.

Perilaku perpindahan panas dari suspensi *Carbon Nanotube* (CNT) pernah diteliti oleh Ding dkk [13] yang dialirkan pada sebuah tabung horizontal. Signifikansi peningkatan perpindahan panas konvektif diamati dan diketahui peningkatannya tergantung dari kondisi aliran dan konsentrasi CNT. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Nazari, M dkk [14], tujuan utama dari penelitiannya adalah untuk menyelidiki pendinginan CPU menggunakan nano fluida alumina dan CNT kemudian membandingkan hasil yang diperoleh dengan kinerja pendinginan fluida dasar murni (Air dan *Ethylene Glycol*). Pada penelitian tersebut, peningkatan panas optimal (± 13 %) didapatkan nano fluida CNT dengan *Volume* Fraksi 0,25 % pada *flowrate* 21 mL/detik.

Berdasarkan pada teori dan penelitian sebelumnya, nano fluida CNM memiliki potensi untuk dapat diaplikasikan pada industri atau peralatan yang menghasilkan

panas, namun diperlukan lebih banyak penelitian untuk menyelidiki stabilitas nano fluida CNM dalam sistem perpindahan panas secara jangka panjang. Dengan melihat arah perkembangan teknologi tinggi dan untuk berkontribusi pada penelitian tentang nano fluida, penulis bermaksud menyusun Tesis dengan judul ***Eksperimental Studi Pengaruh Laju Aliran dan Konsentrasi CNM Nano Fluida Terhadap Kinerja Convective Heat Transfer Coefficient.***

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Dengan melihat latar belakang yang dijelaskan diatas, maka dapat di identifikasikan beberapa masalah di antaranya:

1. Pengaruh konsentrasi CNM terhadap fluida dasar air pada kinerja perpindahan panas.
2. Pengaruh laju aliran pada kinerja perpindahan panas.
3. Rancang bangun instalasi untuk simulasi laju aliran dan sistem data akuisisi.

C. RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dalam tesis ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi CNM dan pengaruh laju aliran pada performa perpindahan panas?

D. BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam tesis ini adalah:

1. Pengujian dengan variasi laju aliran 0,2, 0,6, 1 dan 1,4 l/menit.
2. Pengujian dengan air sebagai fluida dasarnya dengan *Total Dissolved Solid* (TDS) <50 ppm.
3. Rasio CNM-Air ditentukan 30, 75, 120 dan 150 ppm.
4. Ukuran partikel <100 nm.
5. Waktu pengujian ditentukan maksimal 600 detik dengan interval pengambilan data setiap 60 detik.

E. TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui kinerja perpindahan panas nano fluida berbasis air dengan rasio *mass-volume* CNM 30, 75, 120, 150 ppm.
2. Mengetahui pengaruh variasi laju aliran 0,2, 0,6, 1 dan 1,4 l/menit pada kinerja perpindahan panas.

F. MANFAAT PENELITIAN

Melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh:

1. Manfaat untuk peneliti

   Hasil penelitian di harapkan dapat menjadi pengamalan ilmu yang di dapat pada kuliah dan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan pascasarjana.
2. Manfaat untuk universitas

   Hasil penelitian di harapkan dapat menjadi manfaat bagi semua pihak yang terlibat, diantaranya:

   a. Sebagai referensi bagi mahasiswa dalam pengembangan teknologi nano fluida.

   b. Bagi peneliti diharapkan hasil penelitian dapat menjadi pengamalan ilmu yang di dapat pada kuliah dan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan pascasarjana.
3. Manfaat untuk industri

   Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi kontribusi bagi dunia industri untuk pemanfaatan teknologi nano fluida.
4. Manfaat untuk masyarakat

   Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi sarana pengetahuan dan pembelajaran mengenai teknologi nano fluida.