

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perpindahan panas memegang peranan penting dalam banyak aplikasi. *Heat exchanger, evaporator, condensor* dan *heat sink* adalah peralatan yang menggunakan prinsip perpindahan panas. Contoh pada kendaraan bermotor dibutuhkan pendinginan agar mesin mencapai kondisi optimal. Pada industri elektronik pendinginan dibutuhkan agar komponen tidak mengalami *over heating* yang mengakibatkan kerusakan. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin pesat, ditandai dengan kecenderungan dimensi produk yang semakin kecil sekaligus peningkatan kemampuan perpindahan panas yang tinggi, sehingga fluks kalor yang dibangkitkan juga meningkat. Selama ini metode yang digunakan untuk mengatasi masalah pendinginan adalah dengan meningkatkan luas permukaan seperti sirip atau meningkatkan laju aliran fluida pendingin. Pada pembuangan kalor dengan intensitas tinggi hal tersebut mempunyai keterbatasan karena diperlukan luasan dan daya yang besar. Oleh karena itu, dibutuhkan *management thermal* atau sistem pembuangan panas yang efisien dengan kemampuan yang tinggi.

Salah satu cara untuk meningkatkan perpindahan panas adalah memperbaiki *fluid properties* fluida pendingin, khususnya konduktivitas termal. Umumnya fluida yang digunakan memiliki konduktivitas termal yang rendah. Dengan menambahkan partikel padat ukuran nanometer diharapkan dapat memperbaiki *fluid properties* fluida. Istilah “*nanofluid*” pertama kali diperkenalkan oleh Choi (1995), yang didefinisikan sebagai fluida dasar yang ditambah (*suspend*) patikel padat ukuran nanometer (<100 nm) yang berfungsi untuk memperbaiki *fluid properties* fluida. Secara umum *fluid properties* fluida yaitu konduktivitas termal, viskositas, dan densitas nanofluida meningkat sebanding dengan peningkatan prosentase volume partikel sebaliknya, panas jenis turun sebanding dengan peningkatan prosentase volume.

Pada proses perpindahan panas konveksi, peningkatan konduktivitas termal nanofluida diharapkan meningkatkan perpindahan panas dalam aliran tanpa membawa dampak terhadap penggunaan energi. Untuk fluida murni, peningkatan koefisien perpindahan panas sebanding dengan konduktivitas termalnya, sedangkan penggunaan energi sebanding dengan viskositas fluida. Semakin tinggi viskositas fluida semakin besar energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan fluida dalam sistem. Peningkatan viskositas nanofluida membawa dampak terhadap penggunaan energi (*pumping power*), sehingga

peningkatan koefisien perpindahan panas berkompetisi dengan peningkatan *pumping power* karena gesekan. Ketika peningkatan perpindahan panas lebih besar dibandingkan dengan kerugian akibat peningkatan penggunaan energi, maka nanofluida layak digunakan sebagai fluida kerja perpindahan panas.

Kemunculan nanofluida berkaitan erat dengan perkembangan nanoteknologi. Sebagai akibat dari persaingan global, maka banyak industri mengembangkan fluida kerja baru untuk menghantarkan kalor, di mana konduktivitas termalnya lebih baik dibandingkan fluida kerja konvensional. Untuk keperluan rekayasa beberapa dispersi nanopartikel dibuat dan secara komersial tersedia.

Radiator sebagai salah satu bagian penting pada mesin telah lama digunakan secara luas hingga saat ini yang sebagian mekanisme kerjanya memanfaatkan kombinasi perpindahan panas konduksi dan konveksi. Dengan radiator, kelebihan panas dibuang keluar mesin untuk menghindari kerusakan elemen-elemen mesin akibat keterbatasan kemampuan material karena kelebihan panas (*over heating*). Namun, saat ini radiator masih sering menggunakan fluida konvensional (air, *ethylene glycole*, dan *coolant*) sebagai fluida kerja yang memiliki kemampuan perpindahan panas yang rendah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu: Bagaimana pengaruh penambahan nanopartikel (Al_2O_3) ke dalam fluida dasarnya (air) terhadap koefisien perpindahan kalor konveksi dinyatakan dengan bilangan Nusselt, laju perpindahan kalor, koefisien perpindahan panas menyeluruh, dan *pressure drop*?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjawab rumusan masalah diatas dan menghindari agar permasalahan tidak meluas, maka dalam penelitian ini perlu dilakukan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Nanopartikel yang digunakan adalah Al_2O_3 dan air sebagai *base fluid* (fluida dasar)
2. Prosentase volume nanopartikel yang digunakan adalah 0,5 %, 1%, dan 2%
3. Temperatur lingkungan dianggap konstan
4. *Stasionary equipment*
5. Efek radiasi diabaikan

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi nanofluida pada peningkatan perpindahan panas.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai bahan pertimbangan atau referensi bagi industri yang menggunakan radiator dalam usaha meningkatkan unjuk kerjanya.
2. Dapat dijadikan bahan referensi bagi dunia ilmu pengetahuan terutama mahasiswa khususnya teknik mesin untuk melakukan penelitian selanjutnya, terutama mengenai peningkatan unjuk kerja mesin-mesin penukar kalor.
3. Membantu menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang sering dihadapi dalam pemilihan fluida kerja yang mampu menyerap kalor lebih baik.

