

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Fluida banyak sekali diaplikasikan di dalam sistem pendingin atau sistem perpindahan panas seperti dibidang otomotif, industri, reaktor nuklir dan lain-lain (Buongiorno & Hu, 2010). Tetapi fluida konvensional atau biasa seperti air, etilen-glikol, minyak dan lain-lain memiliki koefisien perpindahan panas yang rendah, hal ini dikarenakan konduktivitas termal yang dimiliki oleh fluida konvensional memiliki nilai yang relatif kecil. Sejak tahun 1892 seorang ilmuwan bernama Maxwell telah memelopori usaha untuk meningkatkan kemampuan perpindahan panas dari fluida konvensional melalui pencampuran serbuk dari material tertentu yang memiliki ukuran mikrometer dengan fluida konvensional sehingga membentuk suspensi (Sudarmadji, 2015). Hingga tahun 1995 ketika peneliti asal MIT, Amerika Serikat Prof. Choi berhasil menemukan nanofluida dalam penelitiannya, nanofluida belum bisa digunakan untuk keperluan komersial (S. Choi, 1998). Penyebabnya adalah karena besarnya ukuran partikel serbuk material yang menimbulkan masalah lain, yakni mudahnya partikel serbuk untuk mengendap sehingga menyebabkan penyumbatan pada pipa, serta dapat menimbulkan *pressure drop* yang besar.

Penelitian Prof. Choi dkk akhirnya membuahkan hasil setelah berhasil membuat suspensi yang terbuat dari bahan komposit nanopartikel dengan ukuran 1-100 nm dan fluida dasar. Dengan ukuran nanopartikel yang sangat kecil ini masalah yang sebelumnya dimiliki oleh suspensi berhasil dipecahkan. Nanopartikel di dalam suspensi tidak mudah untuk mengendap sehingga tidak terjadi adanya penyumbatan pada pipa, serta tidak menimbulkan *pressure drop* yang besar. Walaupun awalnya nanofluida dibuat untuk keperluan peningkatan perpindahan panas, tetapi nanofluida berkembang ke arah bidang yang lain seperti bidang lingkungan dan kesehatan.

Pemanfaatan nanofluida dalam upaya peningkatan peningkatkan panas juga dapat diterapkan diberbagai bidang, salah satunya pada bidang reaktor nuklir (In Cheol Bang etc., 2009) (J. Buongiorno & L. W. Hu, 2010). Pada bidang ini nanofluida dapat dimanfaatkan sebagai fluida pendingin di dalam sistem pendingin reaktor nuklir. Dikarenakan nilai *Critical Heat Flux* (CHF) yang dimiliki oleh nanofluida yang tinggi dapat meningkatkan rapat daya reaktor. Fluida pendingin dengan nilai *Critical Heat Flux* yang tinggi dapat diterapkan pada ECCS (*Emergency Core Cooling System*) dan RVCS (*Reactor Vessel Cooling System*) menyebabkan meningkatnya tingkat keselamatan dalam reaktor nuklir (In Cheol Bang dkk, 2009) (J. Buongiorno & L. W. Hu, 2010). Tetapi ada beberapa masalah yang harus dihadapi oleh nanofluida yakni dengan mengendapnya nanofluida serta adanya interaksi kimia antara nanopartikel nanofluida dengan bahan-bahan logam yang ada di dalam reaktor nuklir. Sehingga perlu kajian lebih lanjut tentang penerapan nanofluida di dalam sistem pendingin reaktor nuklir.

Aplikasi nanofluida pada bidang lain misalnya pada bidang otomotif, dimana nanofluida dapat diterapkan khususnya pada radiator yang berfungsi sebagai pendingin mesin. Dengan penerapan nanofluida pada radiator maka radiator dapat dibuat lebih kecil dan lebih ringan, sehingga kendaraan juga dapat dibuat lebih ringan, penggunaan bahan bakar yang sedikit dikarenakan adanya pengurangan friksi dan gesekan dalam pengoperasian pompa dan compressor (Xiang-Qi Wang & Arun S. Mujumdar, 2008) (Wei Yu & Huaqing Xie, 2012) (Yu, Xie, Li, Chen, & Wang, 2012). Maka dengan penerapan nanofluida dalam radiator dapat meningkatkan efisiensi dan ekonomi dalam mesin otomotif (Wei Yu & Huaqing Xie, 2012).

Penelitian nanofluida yang diaplikasikan untuk radiator sebagai sistem pendingin mesin otomotif telah banyak dilakukan. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Kulkarni dkk (2008) dengan nanofluida yang dibuat dari nanopartikel SiO<sub>2</sub> dengan ukuran partikel 20, 50, dan 100 nm, yang didispersi dalam campuran air-etilen glikol (60:40) sebagai fluida dasar (Kulkarni, Namburu, Ed Bargar, & Das, 2008). Penelitian

Kulkarni dkk dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik dinamika fluida dan peningkatan perpindahan panas konveksi di dalam aliran turbulen ( $3000 < Re < 12000$ ) serta variasi konsentrasi volume dari 2% sampai 10%. Hasil dari penelitiannya menunjukkan adanya peningkatan koefisien perpindahan panas disebabkan meningkatnya konsentrasi dan ukuran partikel dan peningkatan koefisien perpindahan panas terjadi secara signifikan terhadap temperatur dibawah  $0^{\circ}C$ .

Penelitian yang dilakukan oleh Vajha dkk (2010) menggunakan tiga jenis fluida yaitu  $Al_2O_3$ ,  $CuO$ , dan  $SiO_2$  dimana ketiga nanofluida tersebut didispersikan dalam campuran 60% etilen glikol dan 40% air untuk proses perpindahan panas konveksi dan aliran turbulen, tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi volume partikel, ukuran partikel dan sifat termofisik terhadap kemampuan perpindahan panas dari nanofluida. Hasil dari penelitiannya menunjukkan adanya pengaruh peningkatan koefisien perpindahan panas terhadap peningkatan konsentrasi volume partikel nanofluida (Vajha, Das, & Kulkarni, 2010).

Penelitian lain tentang nanofluida juga dilakukan oleh W. H. Azmi dkk (2015) menggunakan nanofluida  $TiO_2$  dimana nanofluida tersebut didispersi dalam campuran air-etilen glikol (60:40) dengan variasi konsentrasi volume 0.5%, 1% dan 1.5% dalam tipe perpindahan panas konveksi dan aliran turbulen (Azmi, Sharma, Sarma, Mamat, & Anuar, 2014). Penelitian ini dilakukan untuk mencari koefisien perpindahan panas nanofluida terhadap fluida dasarnya serta mengetahui persentasi peningkatan koefisien perpindahan panas. Hasil penelitiannya menunjukkan adanya peningkatan perpindahan panas sebesar 20.9% untuk konsentrasi 1% dan 33.9% untuk konsentrasi 1.5% tetapi mengalami penurunan perpindahan panas pada konsentrasi 0.5% dengan persentasi - 3.7%.

Untuk penelitian ini akan dilakukan pengujian nanofluida  $Al_2O_3$  yang didispersi terhadap fluida campuran air-etilen glikol (60:40) dengan variasi konsentrasi volume 0.0%, 0.2%, 0.4%, dan 0.6% (Azmi et al., 2014). Menggunakan tipe perpindahan panas

secara konveksi dan aliran turbulen serta dilakukan didalam pipa aluminium yang diberi sumber pemanas. Penelitian dilakukan dalam bentuk simulasi menggunakan GAMBIT dan FLUENT, dimana GAMBIT digunakan untuk membuat model pipa aluminium dan proses meshing pada pipa aluminium, serta FLUENT digunakan untuk melakukan simulasi atau perhitungan numerik sesuai dengan data-data atau parameter-parameter yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil output dari simulasi pada FLUENT akan digunakan untuk menghitung koefisien perpindahan panas nanofluida  $Al_2O_3$  serta untuk menghitung persentasi peningkatan perpindahan panas nanofluida  $Al_2O_3$  terhadap fluida dasarnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan dalam simulasi menggunakan FLUENT. Pembuatan geometri dan proses *meshing* pada pipa aluminium menggunakan GAMBIT. Nanofluida yang digunakan sebagai fluida kerja atau fluida pendingin adalah  $Al_2O_3$  dengan variasi konsentrasi volume sebesar 0.0% sebagai fluida dasar, variasi konsentrasi 0.2%, 0.4%, dan 0.6% pada temperatur 50 °C dan variasi konsentrasi 0,8%, 1% dan 1,5% pada temperatur 20°C serta temperatur fluida kerja 50°C. Dalam penelitian ini akan diperoleh output data berupa temperatur dinding pipa aluminium, temperatur inlet dan temperatur outlet. Dari data yang diperoleh akan diolah untuk mendapatkan nilai koefisien perpindahan panas nanofluida  $Al_2O_3$ .

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai koefisien perpindahan panas nanofluida  $Al_2O_3$  di dalam campuran air-etilen glikol (60:40) dengan variasi konsentrasi volume 0.0% sebagai fluida dasar, konsentrasi volume 0.2%, 0.4%, 0.6% pada temperatur 50 °C dan 0,8%, 1%, dan 1,5% pada temperatur 20°C, membuat model matematika untuk memprediksi nilai koefisien perpindahan panas serta mengetahui

persentase peningkatan perpindahan panas nanofluida  $Al_2O_3$  dengan variasi konsentrasi volumenya melalui perbandingan nilai koefisien perpindahan panas nanofluida  $Al_2O_3$  terhadap fluida dasarnya.

## **1.4 Metode Pengumpulan Data**

### **1.4.1 Studi Literatur**

Studi literatur yaitu metode pengumpulan data penelitian dengan mengumpulkan informasi materi yang berkaitan dengan penelitian. Beberapa sumber referensi dalam penelitian diperoleh dari buku-buku tentang nanofluida, paper penelitian, serta skripsi orang lain. Data dalam penelitian ini diambil dari salah satu paper penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini, dan beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.

### **1.4.2 Studi Pemodelan dan Simulasi**

Studi pemodelan dilakukan untuk mendapatkan data temperatur permukaan dinding pipa, temperatur *inlet* dan *outlet* pipa melalui proses simulasi perhitungan numerik menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Pemodelan geometri pipa aluminium serta proses *meshing* dilakukan di GAMBIT dan simulasi atau perhitungan dilakukan di FLUENT.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Pembahasan pokok dari penelitian tugas akhir ini untuk setiap bab diuraikan secara singkat sebagai berikut:

BAB 1 Pendahuluan

Bagian pendahuluan ini berisi latar belakang topik penelitian yang akan dilakukan, kemudian tujuan dari penelitian, perumusan masalah, metode pengumpulan data, dan sistematika penulisan.

## BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bagian ini berisi penjelasan tentang nanofluida serta teori-teori penunjang yang berhubungan dengan penelitian tugas akhir ini.

## BAB 3 Metode Penelitian

Dalam bab ini menjelaskan tentang proses penelitian secara lengkap meliputi alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini serta alur proses penelitian tugas akhir ini sampai memperoleh data yang diinginkan.

## BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang hasil dari simulasi atau perhitungan numerik meliputi temperatur pemanas dinding pipa dan temperatur *inlet* dan *outlet* pipa. Perhitungan koefisien perpindahan panas fluida dasar dan nanofluida serta menentukan persentase peningkatan perpindahan panas nanofluida terhadap fluida dasarnya

## BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.