

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berbagai teknologi telah dikembangkan untuk meningkatkan perpindahan panas dalam sistem termal, salah satunya dengan penggunaan nanofluida. Nanofluida merupakan fluida yang ditambahkan nanopartikel ke dalamnya, dimana partikel tersebut berskala nano berukuran 1-100 nm ke dalam fluida dasar seperti air, etilen glikol dan minyak. Penambahan ini dapat memberikan sifat unik pada fluida, seperti peningkatan momentum, energi dan heat transfer, serta dapat mengurangi terjadinya erosi [1].

Konsep nanofluida pertama kali diperkenalkan oleh Choi dan Eastman pada tahun 1995, dengan temuan bahwa penambahan fraksi volume nanopartikel dengan jumlah kecil dapat meningkatkan konduktivitas termal fluida secara signifikan [2]. Peningkatan ini disebabkan oleh beberapa mekanisme utama seperti gerak Brownian partikel, luas permukaan kontak yang tinggi, dan mikro-konveksi local di sekitar partikel [3].

Interaksi antara nanopartikel dan fluida dasar menghasilkan lapisan antarmuka atau *nanolayer* yang memiliki sifat termal berbeda dibandingkan fluida dasarnya. Lapisan ini secara langsung dipengaruhi oleh sifat partikel, fluida dasar, dan fenomena mikroskopik yang menyertainya. Oleh karena itu, pemilihan kombinasi nanopartikel dan fluida dasar yang tepat menjadi faktor krusial dalam menentukan efektivitas nanofluida untuk berbagai aplikasi sistem perpindahan panas.

Nanofluida telah menjadi fokus utama dalam banyak studi teknik karena potensinya dalam meningkatkan efisiensi perpindahan panas pada sistem seperti penukar panas, sistem pendingin elektronik, reaktor nuklir, otomotif, dan sistem energi terbarukan. Distribusi partikel dalam aliran nanofluida menjadi faktor penting yang mempengaruhi perpindahan panas. Distribusi ini sangat dipengaruhi oleh kondisi aliran, sifat fisik partikel, geometri aliran dan fluida, serta pengaruh gaya-gaya seperti gaya angkat, gaya tarik antarmolekul, turbulensi, dan fenomena aliran sekunder.

Oleh karena itu, pemahaman terhadap mekanisme distribusi partikel sangat penting dalam merancang sistem berbasis nanofluida agar kinerja termal yang diharapkan dapat tercapai secara optimal. Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh belokan pipa terhadap distribusi partikel nanofluida.

1.2 Justifikasi dan Hipotesis

Alat penukar panas banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, namun koefisien perpindahan panas yang dihasilkan sering kali belum optimal. Salah satu upaya untuk meningkatkan kinerja perpindahan panas dengan menggunakan nanofluida di dalamnya. Namun, penambahan nanofluida menyebabkan distribusi partikel dalam sistem perpipaan menjadi kompleks akibat pengaruh geometri aliran, khususnya belokan pipa.

Pada saat nanofluida melewati belokan, aliran diduga mengalami berbagai interaksi gaya, seperti gaya sentrifugal, Dean vortex dan aliran sekunder, yang berpotensi mengakibatkan partikel terdistribusi tidak merata sehingga mengganggu efisiensi perpindahan panas pada area belokan. Oleh karena itu, perlu diteliti sejauh apa pengaruh hal tersebut terhadap distribusi partikel nanofluida.

Meskipun penggunaan nanofluida ini mampu meningkatkan perpindahan panas, namun penelitian ini menjadi tahap awal dan belum berfokus pada pengukuran performa perpindahan panas secara langsung. Fokus utama dari penelitian ini adalah analisis distribusi partikel nanofluida saat melewati belokan yang sangat penting dalam pengembangan aplikasi nanofluida.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah bagaimana pengaruh belokan terhadap distribusi partikel nanofluida dengan menggunakan simulasi numerik Euler-Lagrange.

1.4 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengetahui pengaruh belokan pipa 180° terhadap distribusi nanopartikel.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian tugas akhir ini adalah dapat membantu memberikan pemahaman tentang distribusi partikel nanofluida, khususnya pada belokan pipa dengan penggunaan metode Euler-Lagrange untuk pemodelan yang lebih akurat.

1.6 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan pendekatan aliran dua fasa yaitu air sebagai fluida dasar dan nanopartikel berupa Al_2O_3
2. Perhitungan dilakukan secara numerik melalui *software* Ansys Fluent
3. Desain penelitian berfokus pada pipa belokan 180° dalam bentuk 3D diasumsikan berada dalam kondisi *steady state* dan aliran yang berkembang penuh
4. Simulasi dilakukan pada kondisi aliran turbulen.
5. Fraksi massa nanofluida yang digunakan adalah 2.5%
6. Rentang bilangan Reynold dalam penelitian ini yaitu antara 20000, 40000, 50000, 60000 dan 80000.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab. Sistematika pembahasan masing-masing bab-bab tersebut adalah sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan, pada bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan masalah penelitian, serta sistematika penulisan .
2. Bab II Tinjauan Pustaka, dalam bab ini mencakup tentang landasan teori yang mendukung penelitian tugas akhir.
3. Bab III Metodologi, pada bab ini menjelaskan tentang metode yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian.
4. Bab IV Hasil dan pembahasan, pada bab ini berisi hasil yang diperoleh dari simulasi numerik berupa data distribusi partikel nanofluida pada pipa belokan, serta analisis dari hasil tersebut.

5. Bab V Penutup, pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan mencakup saran mengenai penelitian tugas akhir.

