

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aliran dua fasa merupakan bagian penting dari aliran multi-fasa, yang melibatkan berbagai fasa bergerak bersamaan. Penelitian tentang aliran dua fasa mencakup aspek seperti arah aliran (naik searah, turun searah, dan berlawanan arah), posisi saluran (horizontal, miring, dan vertikal), dan jenis aliran (cair-gas, cair-padat, dan padat-padat). Aplikasi aliran dua fasa meliputi industri pembangkit listrik nuklir, industri kimia, pembangkit listrik uap, dan industri minyak. Selain itu, aliran dua fasa juga relevan dalam sistem sirkulasi darah manusia. Selama distribusi darah ke seluruh tubuh, oksigen yang dibawa oleh darah mengalir bersama-sama dalam pembuluh darah. Faktor-faktor yang mempengaruhi sirkulasi darah meliputi pasokan oksigen, keberadaan lemak, dan zat-zat lain yang dapat mengganggu aliran darah normal (Pangestu, 2021).

Dalam mikrofluida, pemahaman tentang aliran dua fasa sangat penting karena banyak aplikasi yang bergantung pada interaksi antara fasa-fluida yang berbeda (Wu dkk., 2023). Salah satu struktur yang digunakan untuk mempelajari aliran dua fasa adalah *T-Junction* pada pipa kapiler. Struktur ini memiliki peran penting dalam sistem mikrofluida karena mengatur aliran dan pencampuran fasa-fluida dengan skala mikrometer yang tepat. Sebagai contoh, dalam biomedis, *T-Junction* pipa kapiler digunakan dalam pengembangan sistem pemantauan glukosa non-invasif yang mengintegrasikan aliran glukosa dengan fasa-fasa fluida lainnya (Wahyuningsih dkk., 2023).

Computational Fluid Dynamics (CFD) adalah pendekatan pemodelan komputasi yang berkembang pesat, bertujuan untuk menghasilkan solusi fenomena fisik yang melibatkan aliran fluida dan perpindahan panas secara numerik. CFD menggabungkan disiplin ilmu mekanika fluida, matematika, dan ilmu komputasi. Dalam CFD, ruang yang berisi fluida dibagi menjadi elemen-elemen dengan kontrol volume, dimensi, dan luas (Jadmiko dkk., 2020). Setiap titik bagian dianalisis menggunakan aplikasi dengan batasan domain dan kondisi batas yang

telah ditentukan sebelumnya. Komputasi komputer sering digunakan untuk melakukan perhitungan ini (H. S. Wibowo dkk., 2022).

Penelitian mengenai pola aliran dua-fasa telah menjadi fokus perhatian selama beberapa dekade. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Sukamta dkk., 2018) mereka menggunakan perangkat lunak Ansys Fluent untuk memahami perubahan yang memengaruhi pola aliran bertingkat. Penelitian ini melibatkan air dan udara sebagai fluida, dengan metode *Volume of Fluid* (VOF). Variasi kecepatan air superfisial berkisar antara 0,025 m/s hingga 0,1 m/s, sedangkan kecepatan gas superfisial berkisar antara 0,05 m/s hingga 1 m/s. Pipa yang digunakan memiliki diameter 19 mm dan panjang 1000 mm. Hasil penelitian menunjukkan pola aliran stratified, yang merupakan karakteristik penting dalam aliran dua fasa.

Pola aliran dan jarak antara setiap pola dipengaruhi oleh karakteristik fluida. Posisi pipa, baik miring, vertikal, atau horizontal, juga memengaruhi pola aliran. Selain itu, perubahan fasa dan faktor lain juga berkontribusi pada pola aliran ini (Ghiaasiaan, 2017). Meskipun metode saat ini digunakan untuk memprediksi pola aliran, tantangan muncul karena bentuk pola aliran yang sangat beragam dari setiap fasa.

Dengan demikian, penelitian ini fokus pada pengembangan metode komputasi untuk mempelajari pola aliran air-udara dan glukosa pada *T junction* pipa kapiler, serta memvalidasi hasilnya dengan eksperimen. Dibandingkan dengan penelitian (Sukamta dkk., 2018), penelitian ini menggunakan fluida air-udara dan glukosa, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi medis, khususnya dalam pemantauan kadar glukosa bagi individu yang terkena diabetes. Menurut (Wahyuningsih dkk., 2023), pemantauan kadar glukosa dalam darah masih sering menggunakan metode invasif, yaitu memerlukan tusukan jarum pada kulit untuk mengambil sampel darah, sementara teknologi non-invasif untuk deteksi kadar gula darah masih dikembangkan. Melalui penelitian ini, diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi non-invasif yang lebih canggih dan efisien untuk deteksi kadar gula darah, sehingga dapat meningkatkan kualitas hidup pasien diabetes. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan wawasan baru dan memperluas pengetahuan kita tentang dinamika

aliran fluida dalam konteks medis. sistem pemantauan glukosa non-invasif yang terintegrasi dengan fasa udara dan air

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu:

- a) Bagaimana pola aliran dua fasa udara-air dan glukosa dapat diprediksi dan dipahami melalui simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD)
- b) Bagaimana variasi parameter J_g (kecepatan gas superfisial) dan J_l (kecepatan cairan superfisial) memengaruhi pola aliran dua fasa udara-air dan glukosa?
- c) Apa pengaruh fluida glukosa terhadap pola aliran dalam simulasi pola aliran dua fasa?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, beberapa batasan yang diterapkan adalah sebagai berikut:

- a) Menggunakan perangkat lunak ANSYS Fluent 2020 R1.
- b) Geometri yang digunakan adalah dua dimensi.
- c) Fluida yang dianalisis adalah udara-air dan glukosa.
- d) Nilai densitas, viskositas dinamis, dan tegangan permukaan dianggap konstan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- a) Memprediksi dan memahami pola aliran dua fasa udara-air dan glukosa menggunakan simulasi CFD.
- b) Mengetahui pengaruh variasi parameter J_g (kecepatan gas superfisial) dan J_l (kecepatan cairan superfisial) terhadap hasil simulasi pola aliran.
- c) Mengetahui pengaruh glukosa terhadap hasil simulasi pola aliran dua fasa.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini yaitu, memberikan informasi mengenai pola aliran dua fasa udara-air dan glukosa pada T-Junction pipa kapiler, informasi tersebut berguna untuk kedepannya maupun di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi.