

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konsep aliran dalam aliran dua fase digunakan dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari dan industri, seperti dalam sirkulasi darah manusia, pembangkit listrik yang menggunakan batu bara dan gas, serta dalam transportasi minyak mentah melalui pipa.

Aliran dua fase, yang merupakan bentuk sederhana dari aliran multifase, melibatkan dua atau lebih fase yang berbeda yang mengalir dalam suatu tempat atau pipa. Jenis aliran ini dapat dibagi berdasarkan fase yang membentuknya, seperti fase cair-gas, fase padat-gas, dan fase padat-cair. Selain itu, aliran dua fase dapat dibedakan berdasarkan arah aliran (searah atau berlawanan arah) dan posisi saluran (tegak, mendatar, atau miring dengan derajat tertentu) (Sukamta, 2019).

Menurut studi lainnya oleh Sudarja dkk., konsep aliran dua fase umumnya merujuk pada pergerakan dua jenis substansi yang mengalir dalam suatu saluran. Aliran ini merupakan proses perpindahan cairan dari satu titik ke titik lainnya, di mana dua fase merujuk pada dua jenis zat yang homogen baik secara kimia maupun fisika. Aliran dua fase ini memiliki berbagai aplikasi dalam kehidupan sehari-hari, seperti dalam sistem peredaran darah manusia, di mana darah membawa karbohidrat, oksigen, protein, dan nutrisi ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah. Selain itu, aliran dua fase juga digunakan dalam berbagai aplikasi industri seperti kondensor, penukar kalor, evaporator, dan sistem perpipaan.

Aliran dua fase juga ditemukan dalam konteks biomedis, terutama dalam sistem kardiovaskular. Sistem kardiovaskular melibatkan sirkulasi darah dari jantung ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah. Gangguan pada aliran darah dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kekurangan

oksigen, tingginya kadar lemak jenuh yang bisa mengakibatkan penumpukan kolesterol pada dinding pembuluh darah, yang akhirnya dapat menyebabkan penyakit kardiovaskular.

Aliran dua fasa dalam saluran minichannel dapat dibandingkan dengan peredaran darah di pembuluh darah manusia yang membawa oksigen. Fazliogullari dkk., (2010) mengungkapkan bahwa pembuluh darah manusia memiliki diameter rata-rata sekitar 2 mm. Sementara itu, menurut Sharan & Popel (2001), aliran dua fase dalam tubuh manusia mengakibatkan perbedaan viskositas antara plasma dan lapisan bebas sel karena pergerakan sel darah merah dekat dengan lapisan bebas sel.

Penelitian mengenai pipa mini channel dengan diameter kurang dari 100 mm masih belum sepenuhnya jelas dan sangat terbatas dalam memahami pengaruh dari pengecilan diameter saluran. Penelitian ini masih berfokus pada analisis pola aliran, bahkan terlihat menghasilkan pola-pola yang bervariasi meskipun diameter dan kecepatannya tetap (Chung & Kawaji, 2004).

Penelitian mengenai investigasi pola aliran dua fase gas-cairan di dalam pipa mini pada aliran horizontal didapatkan hasil : slug annular, slug, bubbly, dan wispy annular. Pada pola yang didapat dapat dilakukan analisa dengan metode visualisasi menggunakan kamera DSLR untuk mengetahui perilaku pola aliran tersebut (Sudarja dkk., 2014).

Penelitian ini menghubungkan dunia teknik dengan dunia biomedis, khususnya dalam mendukung infrastruktur, fasilitas dan peralatan kesehatan. Penelitian ini tentang aliran dua fasa air dan minyak dalam pipa kapiler dapat memberikan wawasan tentang fenomena pada pola aliran yang mungkin terjadi. Analisis pola aliran ini dapat membantu memahami perilaku aliran saat terdapat campuran air dan minyak dengan konsentrasi yang berbeda dalam pembuluh darah manusia.

Selain menggunakan metode eksperimen, penelitian tentang aliran dua fasa

dapat dilakukan menggunakan metode pendekatan numerik atau yang disebut dengan *Computational Fluid Dynamics*.

Selain metode eksperimental, penelitian mengenai aliran dua fasa dapat dijalankan melalui pendekatan numerik yang dikenal sebagai Computational Fluid Dynamics (CFD). CFD merupakan teknik yang memproyeksikan pergerakan fluida, transfer panas, transfer massa, reaksi kimia, dan fenomena terkait lainnya dengan memecahkan persamaan matematika menggunakan pendekatan numerik. CFD merupakan bagian dari mekanika fluida yang memanfaatkan algoritma numerik dan teknik perhitungan untuk menganalisis masalah yang melibatkan pergerakan fluida (Marshall & Bakker, 2009).

Salah satu contoh penelitian yang memanfaatkan CFD dilakukan oleh Sukamta (2019). Dalam penelitiannya, simulasi CFD digunakan untuk memprediksi pola aliran dua fasa dengan viskositas rendah di dalam pipa kapiler horizontal. Pola aliran ini dipengaruhi oleh variasi kecepatan superficial gas dan cairan. Penggunaan software ANSYS Fluent memungkinkan pemodelan simulasi CFD untuk memprediksi karakteristik aliran slug-annular, annular, dan churn di dalam pipa kapiler horizontal dengan diameter 1,6 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi CFD berhasil merepresentasikan aliran tersebut.

Dari penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai aliran dua fasa pada pipa mini horizontal, khususnya dalam konteks fluida air dan minyak, memiliki pengaruh yang besar untuk kemajuan teknologi, terutama dalam bidang biomedis. Metode simulasi numerik seperti CFD dapat menjadi alternatif untuk penelitian eksperimental atau digunakan untuk memvalidasi hasil-hasil dari penelitian eksperimental. Penggunaan metode simulasi ini juga dapat mengurangi biaya dari metode eksperimental konvensional. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan metode simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) untuk mengungkap fenomena pola aliran yang tidak dapat diakses secara eksperimental.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian sebelumnya telah banyak mengeksplorasi fenomena pada pola aliran, namun sebagian besar masih mengandalkan metode eksperimental. Keunggulan penggunaan *CFD* sebagai pendekatan untuk mengkaji karakteristik aliran dua fasa adalah mengurangi biaya dibandingkan dengan pendekatan eksperimental. Oleh karena itu, permasalahan yang dihadapi dalam tugas akhir ini adalah bagaimana memahami fenomena yang terjadi pada pola aliran dua fasa udara-air dan minyak di dalam pipa kapiler horizontal melalui simulasi menggunakan *Computational Fluid Dynamics (CFD)* yang tidak dapat diketahui melalui metode eksperimental.

1.3. Asumsi dan Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perangkat lunak yang dipakai adalah *ANSYS Fluent 2020 R1*.
2. Simulasi ini tidak memperhitungkan perpindahan panas (bersifat *adiabatik*).
3. Geometri yang digunakan adalah dua dimensi (2D).
4. Viskositas Viskositas dinamis, densitas, dan tegangan permukaan dianggap tetap (konstan).

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menginvestigasi profil fraksi hampa pola aliran serta menganalisa kontur,vektor dan plot pada profil fraksi hampa hasil simulasi.
2. Menginvestigasi profil tekanan pola aliran serta menganalisa kontur,vektor dan plot pada profil tekanan hasil simulasi.
3. Menginvestigasi profil kecepatan pola aliran serta menganalisa kontur,vektor dan plot pada profil kecepatan hasil simulasi.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini akan menyajikan data yang komprehensif mengenai

fenomena pola aliran dalam aliran dua fasa udara-air dan minyak di dalam pipa kapiler horizontal. Data ini dapat digunakan untuk memverifikasi kesesuaian hasil antara eksperimen dan simulasi terkait pola aliran di pipa kapiler tersebut. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam mendukung kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.