

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aliran dua fase merupakan bentuk paling sederhana dari aliran multi-fase (*phase*) bagian dari aliran multi-fase yang melibatkan dua atau lebih macam wujud zat dalam sebuah aliran secara bersamaan. Fase (*phase*) merupakan kondisi atau bentuk wujud dari suatu zat, dimana dapat berupa zat cair, padat, dan gas (Sudarjana dkk, 2014). Aliran dua fase atau multi-fase banyak diaplikasikan dalam dunia kesehatan, kehidupan sehari-hari, dan industri. Pengaplikasiannya dapat ditemukan pada aliran darah, aliran dalam usus dalam tubuh manusia, *heat exchanger*, pembangkit tenaga nuklir, transportasi sedimen di sungai, dan perpipaan rumah tangga.

Zhao dan Bi (2001) menjelaskan pengaplikasian tentang aliran pada saluran kecil atau mini yang digunakan untuk pendinginan modul-modul *high-density multy-chip* yang digunakan pada *supercomputer*, peralatan diagnostik yang memiliki daya tinggi, penukar kalor fluks tinggi yang digunakan pada sistem kedirgantaraan (*aerospace system*), *peralatan X-ray*, dan sebagainya. Triplett dkk (1999) menjelaskan bahwa sifat aliran dua-fasa di dalam pipa yang berukuran mini berbeda dengan aliran dua-fasa pada pipa yang berukuran besar, dimana pada pipa berukuran mini mempunyai sifat aliran yang unik, karena di dalam aliran tersebut memiliki tegangan permukaan yang sangat dominan.

Penelitian tentang aliran dua fase merupakan studi yang sempit yang hasilnya hanya berlaku untuk sistem tertentu. Aliran dua fase mempunyai kompleksitas yang tinggi maka perkembangan penelitian ini sangat cepat. Selain kompleksitas yang tinggi dapat menjadi pemicu bagi para peneliti untuk menganalisa studi berkelanjutan dan menganalisa temuan yang baru. Studi tentang aliran dua fase dapat dikategorikan berdasarkan pada kombinasi fase arah aliran (aliran vertikal ke atas, vertikal ke bawah aliran, dan arus balik lawan) dan posisi

saluran (horisontal, vertikal, dan miring). Hal ini menunjukkan bahwa studi mengenai aliran dua-fase dapat sangat bervariasi.

Aliran dua fase pada pipa mini untuk arah aliran vertikal maupun arah aliran horizontal banyak ditemui dalam bidang Teknik, namun aliran dua fase memiliki karakteristik pada pipa mini dimana fluida cair yang memiliki viskositas tinggi belum banyak literatur yang membahasnya, kebanyakan penelitian yang telah dilakukan selama ini menggunakan pipa mini menggunakan fluida cairnya adalah air tanpa campuran fluida lain yang mana air memiliki viskositas rendah. Karakteristik aliran dua fase sangat dipengaruhi oleh viskositas. Furukawa dan Fukano (2001) menyatakan bahwa viskositas cairan sangat berpengaruh pada struktur antar muka, disamping itu kenaikan viskositas mengakibatkan naiknya faktor gesekan antar muka pada bilangan *Reynolds* fase gas yang sama.

Studi tentang aliran dua fase pada saluran berukuran mini maupun saluran berukuran mikro masih jarang dilakukan. Dari sebagian peneliti yang sudah melakukan penelitian aliran dua fase pada saluran pipa mini dan saluran pipa mikro diantaranya Triplett dkk (1999), Serizawa (2001), Zhao dan Bi (2001), A. Kawahara dkk (2009), Sur dan Liu (2012), dan Sudarja dkk (2019)

Data yang diambil dan dianalisis dalam penelitian ini adalah pola aliran, peta pola aliran yang dihasilkan, fraksi hampa, dan gradien tekanan. Faktor yang sangat mempengaruhi pola aliran diantaranya tegangan permukaan, kepadatan, kecepatan aliran, dan geometri diameter / pipa. Salah satu tujuan dari studi pola aliran adalah untuk menentukan nilai dari koefisien konveksi pada perpindahan panas dan penurunan tekanan (ΔP). Sedangkan studi fraksi hampa bertujuan untuk menentukan komposisi fase gas dan fase cair yang terjadi. Pada penelitiannya Sudarja dkk (2021) tentang fraksi hampa dengan menggunakan gas dan fluida cair dan menggunakan pipa yang memiliki diameter 1,6 mm dan panjang 130 mm dilakukan dengan variasi kecepatan superfisial gas dan cair masing-masing dengan rentang 0,025 – 66,3 m/s dan 0,033 – 4,935 m/s. Dari hasil penelitian akan diperoleh pola aliran yang terbentuk yaitu: *plug*, *slug annular*, *churn*, *bubbly*. Kemudian perhitungan penurunan tekanan dapat digunakan untuk menentukan karakteristik

kurva sistem perpipaan, yang kemudian dapat digunakan untuk menentukan pompa spesifikasi yang akan digunakan untuk mengirimkan fluida melalui jaringan pipa.

Setyawan dkk (2016) dalam penelitiannya menggunakan cairan butanol mengatakan bahwa tegangan permukaan yang rendah membuat kecepatan gelombang turun untuk kecepatan superfisial cairan yang rendah, sedangkan untuk kecepatan superfisial cairan yang tinggi membuat kecepatan gelombang meningkat. Sudarja (2016) melakukan penelitian pada gradien tekanan menggunakan udara-aquades dan gliserin 20% pada pipa kaca berdiameter 1,6 mm yang bertujuan untuk mendapatkan data primer gradien tekanan udara-aquades dan gliserin 20% dengan posisi horizontal.

Penelitian mengenai aliran dua fase menggunakan campuran air-udara sudah banyak dijumpai. Dari uraian diatas belum ditemui penelitian mengenai aliran dua fase udara, aquades 27%, gliserin 70% dan campuran butanol 3% pada kemiringan pipa 40° dengan diameter pipa 1,6 mm dan panjang pipa 400 mm, maka dari hal tersebut penelitian ini perlu dilakukan. Dapat diketahui bahwa air mempunyai nilai tegangan permukaan yang lebih tinggi dibandingkan butanol sehingga jelas akan mempengaruhi karakteristik aliran dua fase dan dengan kemiringan pipa 40° akan mempengaruhi parameter-parameter yang ada dalam aliran dua fase.

Metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah air yang memiliki tegangan permukaan yang tinggi dan posisi saluran horizontal maka pada penelitian ini menggunakan campuran aquades 27%, gliserin 70% dan butanol 3% yang memiliki nilai tegangan permukaan yang lebih rendah dari air selain itu sudut kemiringan dibuat 40° menggunakan pipa kecil dengan diameter dalam 1.6 mm dan panjang pipa 400 mm. Cairan yang digunakan tidak hanya untuk mendapatkan viskositas yang tinggi dan tegangan permukaan yang rendah, tapi fluida yang digunakan juga memiliki karakteristik khusus yang mana untuk memvariasikan cairan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efek penurunan nilai tegangan permukaan dan sudut kemiringan untuk mendapatkan informasi mengenai karakteristik aliran dua fase pada saluran kecil, sehingga penelitian ini

sangat penting dilakukan agar hasilnya dapat dipergunakan sebagai referensi dalam perkembangan ilmu teknologi, pembuatan alat, dan aplikasi yang melibatkan aliran dua fase pada pipa mini di dalamnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, adapun rumusan masalah mengenai penelitian tentang pola aliran dan fraksi hampa aliran multi komponen dua fase gas – campuran aquades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa mini horisontal kemiringan 40° yaitu :

1. Bagaimana pengaruh viskositas dan tegangan permukaan terhadap pola aliran dan peta pola aliran dari campuran aquades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa mini horizontal kemiringan 40° dalam variasi kecepatan superfisial gas dan superfisial cairan dari persentase butanol?
2. Bagaimana karakteristik fraksi hampa dari campuran aquades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa mini horizontal kemiringan 40° dalam variasi kecepatan superfisial gas dan superfisial cairan dalam variasi pola aliran?
3. Bagaimana karakteristik penurunan gradien tekanan dari campuran aquades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa mini horizontal kemiringan 40° dalam variasi superfisial kecepatan gas dan superfisial cair dari persentase butanol?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah mengenai penelitian tentang pola aliran, fraksi hampa, dan gradien tekanan aliran multi komponen dua fase gas – campuran aquades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa mini horizontal kemiringan 40° adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan dalam kondisi *steady* dengan suhu kamar $\pm 27^\circ$ dan tekanan 1 atmosfer.
2. Sistem tidak dipengaruhi keadaan lingkungan dan dianggap tidak terjadi perpindahan kalor atau adiabatik.
3. Tidak adanya gangguan getaran, cahaya, dan suara

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan mengenai penelitian tentang pola aliran dan fraksi hampa aliran multi komponen dua fase gas – campuran aquades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa mini horizontal kemiringan 40° yaitu:

1. Mengetahui bentuk pola aliran dan peta pola aliran dari fase gas – campuran aquades 27%, gliserin 70%, butanol 3% yang mengalir pada pipa mini horizontal kemiringan 40° dengan berbagai variasi superfisial cairan dan kecepatan superfisial gas yang telah ditentukan.
2. Mengetahui *time average* dan PDF fraksi hampa dari fase gas – campuran aquades 27%, gliserin 70%, butanol 3% yang mengalir pada pipa mini horizontal kemiringan 40° dengan berbagai variasi superfisial cairan dan kecepatan superfisial gas yang telah ditentukan.
3. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai gradien tekanan dari fase gas – campuran aquades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa mini horizontal kemiringan 40°.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tentang pola aliran dan fraksi hampa aliran multi komponen dua fase gas – campuran aquades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa mini horizontal kemiringan 40° ini yaitu:

1. Menambah pengetahuan tentang studi aliran dua fase pada gas – campuran aquades, gliserin, dan butanol pada pipa mini yang informasinya masih sedikit.
2. Dapat memberikan data primer karakteristik pola aliran, peta pola aliran, fraksi hampa, dan gradien tekanan aliran dua fase pada pipa mini terhadap pengaruh viskositas tinggi dan tegangan permukaan.
3. Sebagai referensi dalam perkembangan ilmu teknologi, pembuatan alat, dan aplikasi yang melibatkan aliran multi komponen pada pipa mini di dalamnya.