

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Aliran multifase (*multiphase flow*) adalah aliran yang mengalir secara bersamaan dan terdiri dari berbagai macam fase. Fase (*phase*) merupakan kondisi, wujud atau bentuk dari suatu zat yang dapat berupa padat, cair, dan gas. Aliran dua fase (*two-phase flow*) adalah bagian sederhana dari aliran multifase yang terdiri dari dua komponen fase dan memiliki substansi kimia yang berbeda seperti cair-padat, padat-gas, dan gas-cair. Selain dibedakan berdasarkan fase, aliran multifase juga dibedakan berdasarkan arah aliran (searah dan berlawanan) dan posisi saluran (mendatar, tegak, dan miring) (Wallis, 1969).

Menurut Kandiklar dkk (2006), aliran dua fase dapat terjadi dan diklasifikasikan pada saluran yang mempunyai ukuran diameter seperti *conventional channels* ( $> 3 \text{ mm}$ ), *minichannels* ( $3 \text{ mm} \geq D > 200 \text{ }\mu\text{m}$ ), *microchannels* ( $200 \text{ }\mu\text{m} \geq D > 10 \text{ }\mu\text{m}$ ), *transitional microchannels* ( $10 \text{ }\mu\text{m} \geq D > 1 \text{ }\mu\text{m}$ ), *transitional nanochannels* ( $1 \text{ }\mu\text{m} \geq D > 0,1 \text{ }\mu\text{m}$ ), dan *nanochannels* ( $0,1 \text{ }\mu\text{m} \geq D$ ). Chung & Kawaji (2004) mengungkapkan bahwa penelitian aliran dua fase pada *mini channel* dan *micro channel* dengan diameter dibawah  $100 \text{ }\mu\text{m}$  masih belum banyak dilakukan dan belum sepenuhnya konsisten, pengaruh pengecilan diameter saluran masih belum jelas, konsentrasi penelitian masih terfokus pada pola aliran, parameter lain belum banyak diungkap.

Triplet dkk (1999) mengatakan bahwa desain dan operasi dari sistem yang melibatkan aliran dua fase gas – cairan pada saluran kapiler membutuhkan karakteristik aliran dua fase di dalamnya, termasuk pola aliran dan penurunan tekanan dua fase. Zhao & Bi (2001) menjelaskan berbagai macam aplikasi aliran dua fase pada saluran kecil antara lain penukar kalor fluks pada sistem kedirgantaraan (*aerospace system*), peralatan *x-ray* dan peralatan diagnostik

lainnya yang berdaya tinggi, pendinginan modul-modul *high-density multi-chip* pada *supercomputer*, dan sistem pendinginan kreogenik pada satelit. Kawahara dkk (2002) juga memberikan contoh perangkat berskala mikro yang melibatkan aliran dua fase dalam pipa berdiameter kurang dari 1 mm yaitu pada pendinginan rangkaian mikroelektrik, *aerospace*, *microheat pipe*, dan aplikasi-aplikasi pada *bioengineering*.

Dalam penelitian karakteristik aliran dua fase pada pipa mini, viskositas dan tegangan permukaan sangat mempengaruhi parameter dasar yang akan diteliti yaitu pola aliran (*flow pattern*), peta pola aliran (*flow pattern map*), fraksi hampa (*void fraction*), dan perubahan tekanan (*pressure gradient*). Fukano dan Furukawa (1997) mengatakan bahwa viskositas cairan sangatlah berpengaruh dalam struktur antar muka, selain itu kenaikan viskositas cairan menyebabkan naiknya faktor gesekan antar muka bilangan Reynolds pada fase gas yang sama. Triplet dkk (1999) berpendapat jika karakteristik aliran dua fase pada pipa mini mempunyai sifat yang unik dan tegangan permukaan memiliki peran yang besar dalam aliran tersebut. Selain viskositas dan tegangan permukaan, variasi kecepatan superfisial cairan ( $J_L$ ) dan kecepatan superfisial gas ( $J_G$ ) juga mempengaruhi karakteristik aliran dua fase.

Pola aliran terbentuk karena adanya berbagai macam variasi dari kecepatan superfisial cairan ( $J_L$ ) dan kecepatan superfisial gas ( $J_G$ ). Triplet dkk (1999) melakukan penelitian tentang pola aliran dengan menggunakan udara dan air pada pipa *circular microchannel* dengan diameter 1,1 mm dan 1,45 mm, lalu pada pipa *semi-triangular microchannel* dengan diameter 1,09 mm dan 1,49 mm, dengan variasi  $J_G = 0,02 \text{ m/s} - 80 \text{ m/s}$  dan  $J_L = 0,02 \text{ m/s} - 8 \text{ m/s}$ . Pola aliran yang terbentuk adalah *bubbly*, *slug*, *annular*, *slug-annular*, dan *churn*. Pengaruh tegangan permukaan yang besar menyebabkan tidak ditemukannya pola aliran *stratified* yang biasa terjadi pada pipa konvensional. Fraksi hampa adalah parameter dari aliran dua fase untuk mengetahui volume aliran yang ditempati oleh gas dari masing – masing pola aliran serta menjadi dasar dalam perhitungan gradien tekanan. Sowinski & Dziubinski (2007)

melakukan penelitian tentang pengaruh viskositas terhadap fraksi hampa pada aliran dua fase gas – campuran air dan larutan *aqueos saccharose* pada saluran pipa mini. Hasil yang didapat adalah semakin naiknya viskositas cairan menyebabkan menurunnya fraksi hampa gas dan menyebabkan pertumbuhan kecepatan aliran fase gas rata – rata yang signifikan.

Berdasarkan penjelasan dan uraian di atas dan juga berdasarkan perkembangan zaman yang semakin mengarah pada teknologi mikro dan peralatan yang kompak maka penelitian mengenai studi eksperimental tentang pola aliran dan fraksi hampa aliran multi komponen dua fase gas – campuran akuades 68%, gliserin 30%, butanol 2% perlu dilakukan untuk mendapatkan data primer karakteristik pola aliran, peta pola aliran, dan fraksi hampa aliran dua fase pada pipa mini horisontal terhadap pengaruh viskositas tinggi daripada akuades yang dihasilkan dari campuran gliserin dan pengaruh tegangan permukaan rendah daripada akuades yang dihasilkan dari campuran butanol, 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 akuades 68%, gliserin 30%, butanol 2% pada pipa mini horisontal yaitu :

1. Bagaimana karakteristik pola aliran dan peta pola aliran dengan berbagai variasi  $J_G$  dan  $J_L$  yang telah ditentukan?
2. Bagaimana karakteristik fraksi hampa dengan berbagai variasi  $J_G$  dan  $J_L$  yang telah ditentukan?

### 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah mengenai penelitian tentang pola aliran dan fraksi hampa aliran multi komponen dua fase gas – campuran akuades 68%, gliserin 30%, butanol 2% pada pipa mini horisontal adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini dianggap adiabatik.
2. Pada penelitian ini pipa yang digunakan adalah pipa kaca dengan ukuran diameter 1,6 mm.
3. Pada penelitian ini tidak ada gangguan suara, cahaya, dan getaran.
4. Penelitian dilakukan dalam kondisi *steady* dengan suhu kamar  $\pm 27^\circ$  dan tekanan 1 atmosfer.
5. Aliran gas – campuran akuades, gliserin, dan butanol pada pipa kaca mengalir secara horisontal.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan mengenai penelitian tentang pola aliran dan fraksi hampa aliran multi komponen dua fase gas – campuran akuades 68%, gliserin 30%, butanol 2% pada pipa mini horisontal yaitu :

1. Mengetahui bentuk pola aliran dan peta pola aliran dari fase gas – campuran akuades 68%, gliserin 30%, butanol 2% yang mengalir pada pipa mini horisontal dengan berbagai variasi  $J_G$  dan  $J_L$  yang telah ditentukan.
2. Mengetahui *time average* dan PDF fraksi hampa dari fase gas – campuran akuades 68%, gliserin 30%, butanol 2% yang mengalir pada pipa mini horisontal dengan berbagai variasi  $J_G$  dan  $J_L$  yang telah ditentukan.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian tentang pola aliran dan fraksi hampa aliran multi komponen dua fase gas – campuran akuades 68%, gliserin 30%, butanol 2% pada pipa mini horisontal ini yaitu :

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