

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) menjadi faktor pendukung dalam mengaplikasikan aliran dua fase (khususnya saluran mini). Zhao dan Bi (2001) memberikan contoh pengaplikasian pada saluran kecil seperti pada peralatan *xray*, pendinginan modul *high density multichip supercomputer*, pada sistem kedirgantaraan yang terdapat pada penukar kalor fluks tinggi, dan sistem pendinginan *cyrogenic* pada satelit. Sudarja (2016) juga memberikan beberapa contoh pengaplikasian di aliran dua fase saluran kecil antara lain di *compact heat exchangers*, *microelectronic cooling system*, reaktor nuklir, *chemical processing*, dan *small size refrigeration system*. Pemahaman aliran multi fase diperlukan untuk mempermudah dalam memahami aliran dua fase. Aliran multi fase (*multiphase flow*) merupakan istilah yang digunakan untuk membedakan setiap aliran yang lebih dari satu fase atau komponen, dengan mengklasifikasikan sesuai dengan keadaan fase yang berbeda berdasarkan gas-padat, cair-padat, cair-gas (Nugraha dkk. 2014).

Sudarja dkk, (2014) melakukan studi mengenai aliran dua fase bahwa saluran dua fase dapat dibagi berdasarkan ukurannya menjadi 5 saluran, yakni saluran berukuran besar (*large channel*), normal (*normal channel*), mini (*mini channel*), mikro (*micro channel*), serta pada saluran berukuran nano (*nano channel*). Penggunaan saluran berdiameter mikro dan saluran berdiameter besar memiliki perbedaan sifat yang mana dalam aliran tersebut tegangan permukaan memiliki peranan yang dominan (Triplett dkk. 1999).

Chung dan Kawaji (2004) mengungkapkan penelitian aliran dua fase pada saluran mini dan saluran mikro di bawah diameter 100  $\mu\text{m}$  belum banyak dilakukan dan belum sepenuhnya konsisten, efek pengecilan diameter saluran masih belum jelas, konsentrasi penelitian masih terfokus pada pola aliran sedangkan parameter lainnya belum banyak diungkap. Cheng (2016) mengungkapkan penelitian eksperimental dan teoritis masih perlu dilakukan sebelum alat desain yang andal

tersedia. Misalnya, metode prediksi yang andal untuk perpindahan panas mendidih aliran di saluran mikro berdasarkan pola aliran dan mekanisme perpindahan panas diperlukan.

Terbentuknya pola aliran disebabkan oleh berbagai variasi kecepatan superfisial gas ( $J_G$ ) maupun cair ( $J_L$ ) (Triplett dkk. 1999). Penelitian oleh Triplett dkk (1999) dilakukan pada campuran antara air-udara dengan menggunakan pipa *semi triangular* berdiameter 1,1 milimeter serta 1,4 milimeter. Rentang kecepatan superfisial gas dan cair masing-masing adalah 0,02 sampai 80 dan 0,02 sampai 8 m/s. Hasil pola aliran yang didapatkan yakni: *bubbly*, *churn*, *slug*, *slug-annular*, serta *annular*. Serizawa (2002) melakukan riset tentang eksperimental gas-cair aliran dua fase dalam saluran mikro dengan mempelajari pola aliran yakni *gas slug flow*, *dispersed bubble flow*, *annular flow*, *skewed barbeque (yakitori)*, *liquid ring flow*, *shaped flow*, *liquid lump flow*, *rivulet flow*, dan *liquid drowples flow*. Peneliti juga memastikan bahwa pola aliran dua fase sensitif terhadap kondisi permukaan bagian dalam tabung yang mana memperoleh hasil apabila aliran *annular* yang konstan serta gas *slug* dapat berlangsung pada aliran yang berkecepatan tinggi.

Studi mengenai aliran dua fase dengan media air terionisasi serta nitrogen pada saluran berdiameter 100  $\mu\text{m}$  dengan metode probabilitas telah dilakukan oleh Kawahara (2002) yang mendapatkan hasil 5 pola aliran yaitu *liquid alone (liquid slug)*, *gas core with smooth-thin liquid film*, *aliran gas core with a ring-shaped liquid film*, *aliran gas core with smooth-thick liquid films*, serta *aliran gas core with deformed interface*. Penggunaan cara probabilitas disebabkan akibat dari adanya pola aliran yang timbul secara bergiliran pada *flowrate* air rendah. Salah satu cara dalam mengamati pola aliran yaitu menggunakan teknik fotografi dengan kecepatan tinggi sehingga menghasilkan empat pola aliran dasar (*bubbly*, *slug*, *ring*, dan *annular*).

Jayadi dkk. (2015) memberi penjelasan bahwa penelitian tentang karakteristik aliran dua fase pada saluran pipa kecil sangat bergantung pada *viscosity* serta *surface tension* yang mengakibatkan perbedaan tolak ukur penting

aliran dua fase yang meliputi: pola aliran, peta pola aliran, fraksi hampa, serta gradien tekan. Sukamta dkk, (2019) menyimpulkan bahwa terbentuknya pola aliran sangat bergantung pada kecepatan superfisial serta viskositas. Esai ini menampilkan 5 jenis pola aliran yaitu *plug*, *bubbly*, *slug annular*, *annular*, dan *churn*. Penelitian yang dilakukan Krishnamurty dan Peles (2009) tentang efek tegangan permukaan aliran gas-cairan adiabatik melintasi pilar mikro yang menyatakan bahwa penurunan tegangan permukaan mempengaruhi garis peralihan pola aliran. Sadatomi dkk. (2010) juga melakukan riset mengenai efek tegangan permukaan pada aliran dua fase yang menyatakan bahwa sifat cairan serta diameter pipa berpengaruh terhadap transisi pola aliran.

Berdasarkan penjelasan dan uraian diatas penelitian yang dilakukan terdahulu hanya menggunakan fluida dari campuran air dan udara, maka penelitian ini penting dilakukan karena pada penelitian ini fluida kerja yang dipakai yakni kombinasi dari gas - campuran *Aquades*, *Glycerin*, serta *Butanol* dimana penelitian terdahulu belum adanya periset yang mengkombinasikan cairan tersebut untuk meneliti karakteristik dasar pola aliran. Penelitian ini juga bertujuan untuk memperoleh data primer karakteristik dasar aliran dua fase pada pipa mini horisontal terhadap pengaruh viskositas yang lebih besar dibanding dengan *Aquades* diperoleh dari campuran *Glycerin* serta pengaruh tegangan permukaan yang lebih rendah dibandingkan dengan *Aquades* diperoleh dari campuran *Butanol*, maka dari itu studi ini perlu dilakukan agar hasilnya dapat dipergunakan sebagai referensi dalam pengembangan dan pengaplikasian khususnya pada aliran dua fase pada pipa mini di dalamnya.

## 1.2. Rumusan Masalah

Sesuai penjelasan di atas, rumusan masalah pada studi ini adalah:

- a. Bagaimana karakteristik pola aliran serta peta pola aliran yang terjadi menggunakan  $J_G$  dan  $J_L$  yang telah ditentukan?
- b. Bagaimana karakteristik fraksi hampa yang terjadi menggunakan  $J_G$  dan  $J_L$  yang telah ditentukan?

### 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada studi ini adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian dilakukan dengan keadaan *steady* pada suhu kamar  $\pm 27^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atmosfer.
- b. Tidak ada gangguan suara, getaran, dan cahaya pada penelitian ini.
- c. Menggunakan metode *image processing*.
- d. Pada penelitian ini perpindahan kalor diabaikan atau adiabatik.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan mengenai penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui data pola aliran dari gas - campuran *Aquades* 67%, *Glycerin* 30%, serta *Butanol* 3% menggunakan pipa mini horisontal.
- b. Mengetahui peta pola aliran dari gas - campuran *Aquades* 67%, *Glycerin* 30%, serta *Butanol* 3% menggunakan pipa mini horisontal.
- c. Mengetahui nilai fraksi hampa dari gas - campuran *Aquades* 67%, *Glycerin* 30%, serta *Butanol* 3% menggunakan pipa mini horisontal.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah:

- a. Mendapatkan data primer karakteristik dasar aliran dua fase pada pipa mini terhadap pengaruh viskositas tinggi dan tegangan permukaan rendah dibanding dengan *Aquades*.
- b. Menambah wawasan mengenai riset aliran aliran dua fase pada gas-campuran *Aquades*, *Glycerin*, serta *Butanol* pada pipa mini.
- c. Sebagai rujukan dalam pengembangan dan penerapan khususnya yang melibatkan aliran dua fase pada pipa mini di dalamnya.