

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring pesatnya perkembangan teknologi, proses aliran dua fase mulai banyak digunakan. Dapat diambil contoh pemanfaatan aliran dalam pipa mini seperti pendinginan modul high density multichip supercomputer, dan peralatan x-ray. Terdapat pula pertukaran kalor *fluks* yang tinggi dalam inovasi sistem kedirgantaraan serta sistem pendingin cryogenic pada satelit (Zhao and Bi, 2001). Fase (*phase*) merupakan kondisi atau bentuk atau wujud dari suatu zat, yang dapat berupa padat, cair, dan gas (Sudarja dkk 2014). Aliran dua fase adalah bentuk yang paling sederhana dari aliran multifase, aliran multifase adalah aliran yang mengalir secara bersamaan dan terdiri dari berbagai macam fase. Selain dibedakan berdasarkan fase, aliran multifase juga dibedakan berdasarkan arah aliran (searah dan berlawanan) dan posisi saluran (mendatar, tegak, dan miring) (Graham B. Wallis, 1969)

Penelitian aliran dua fase menggunakan *mini channel* dan *micro channel* pada umumnya masih belum banyak dilakukan dan masih belum sepenuhnya dapat dikatakan konsisten, Beberapa peneliti yang sudah melakukan penelitian aliran dua fase pada saluran mini dan saluran mikro antara lain (Triplett dkk, 1999), (Serizawa, dkk 2002), (Zhao & Bi, 2001), (Kawahara dkk., 2002), dan (Wegmann, 2005). Pengaruh pada pengecilan diameter saluran juga masih belum jelas, konsentrasi penelitian yang masih terfokus pada pola aliran, sedangkan parameter lain belum banyak diungkap (Chung and Kawaji, 2004). Pada penelitian aliran dua fase pada pipa mini karakteristik, 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*). Viskositas cairan sangatlah mempengaruhi struktur antar muka, untuk itu kenaikan viskositas pada cairan

menjadi penyebab naiknya faktor gesekan antar muka bilangan Reynolds pada fase gas yang sama (Furukawa & Fukano 2001). Fitur dari aliran dua fase menggunakan pipa mini memiliki sifat yang unik dan tegangan permukaan memiliki peran penting dalam aliran ini. Selain viskositas dan tegangan permukaan, variasi kecepatan fluida cair (J_L) dan kecepatan fluida gas (J_G) juga mempengaruhi karakteristik dua aliran fase (Triplett dkk, 1999).

Penelitian tentang pola aliran dengan fluida udara dan air pada pipa *circular microchannel* berdiameter 1,1 mm dan 1,45 mm, dan menggunakan pipa *semi-triangular microchannel* berdiameter 1,09 mm dan 1,49 mm, menggunakan 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 *bubble*, *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 (Triplett dkk, 1999). Penelitian tentang pengaruh viskositas terhadap fraksi hampa pada aliran dua fase gas – air dan larutan *aqueous saccharose* pada saluran pipa mini berdiameter 1,23 mm dan 2.31 mm dengan variasi kecepatan yang digunakan yaitu $J_G = 0,011 \text{ m/s} - 5,65 \text{ m/s}$ dan $J_L = 0,047 \text{ m/s} - 2,30 \text{ m/s}$. Hasil yang diperoleh semakin meningkatkan viskositas cairan menyebabkan penurunan fraksi hampa gas dan menghasilkan tingkat pertumbuhan yang drastis dari aliran fase gas (Sowinski & Dziubinski 2007) .

Penelitian tentang aliran satu fase dan dua fase dengan fluida kerja yaitu nitrogen-air yang sudah terionisasi menggunakan saluran fused silika berdiameter 100 μm . parameter yang digunakan yaitu kecepatan superfisial udara 0,1–60 m/s dan kecepatan superfisial cairan 0,002–4 m/s. Hasil yang berhasil diamati pada penelitian ini pola aliran liquid alone (liquid slug), aliran inti gas dengan film cairan halus tipis, aliran inti gas dengan film cairan halus-tebal, aliran inti gas dengan film cairan berbentuk cincin dan aliran inti gas dengan

antarmuka yang terdeformasi. Saluran yang sangat kecil menyebabkan nilai bilangan Reynolds mengecil dan memperbesar tegangan permukaan yang terjadi sehingga aliran bubble dan churn pada penelitian ini tidak dapat diamati (Kawahara, 2002).

Berkembangnya teknologi yang mengarah pada teknologi mikro dan penggunaan peralatan yang kompak maka penelitian tentang studi eksperimental pola aliran, fraksi hampa dan gradien tekanan aliran multi komponen dua fase gas – campuran akuades 27%, gliserin 70%, butanol 3% perlu dilakukan agar didapatkan data primer karakteristik pola aliran, peta pola aliran, fraksi hampa dan gradien tekanan pada aliran dua fase dengan kemiringan 20 derajat terhadap horisontal pada pipa mini, dengan pengaruh viskositas tinggi dari 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 nanti dapat dipergunakan sebagai acuan referensi dalam berkembangnya ilmu teknologi, disain, pembuatan alat, dan aplikasi yang melibatkan aliran dua fase pada pipa mini.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas terdapat beberapa permasalahan seperti kekurangan informasi tentang aliran dua fase, publikasi tentang aliran dua fase pada pipa mini masih sedikit di banding pipa konvensional dan Karakteristik aliran dua fase untuk cairan dengan viskositas lebih tinggi dari air dan tegangan permukaan lebih rendah dari air masih sedikit adapun rumusan masalah mengenai penelitian ini akan menjawab pertanyaan sebagai berikut 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?

3. Bagaimana pengaruh kecepatan superfisial terhadap gradien tekanan pada pipa kapiler ?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah mengenai penelitian tentang pola aliran dan fraksi hampa aliran multi komponen dua fase gas – larutan yaitu campuran udara, akuades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa mini dengan kemiringan 20 derajat terhadap horisontal adalah sebagai berikut :

1. Plitian ini tidak ada perpindahan panas yang terjadi (adiabatik).
2. Penelitian ini rugi-rugi aliran diabaikan.
3. Penelitian ini pipa yang digunakan adalah pipa kaca dengan ukuran diameter 1,6 mm.
4. Penelitian ini tidak ada gangguan suara, cahaya, dan getaran.
5. Penelitian dilakukan dalam kondisi *steady* dengan suhu kamar $\pm 27^\circ$ dan tekanan 1 atmosfer.
6. Aliran gas – campuran akuades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa kaca mengalir dengan kemiringan 20 derajat.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan mengenai penelitian tentang pola aliran dan fraksi hampa aliran multi komponen dua fase gas – larutan yaitu campuran udara, akuades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa mini dengan kemiringan 20 derajat terhadap horisontal yaitu :

1. Mendapatkan karakteristik pola aliran dan peta pola aliran dari fase gas – larutan yaitu campuran udara, akuades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa mini dengan kemiringan 20 derajat terhadap horisontal dengan berbagai variasi J_G dan J_L yang telah ditentukan.
2. Mendapatkan karakteristik *time average*, PDF, dan fraksi hampa dari fase gas – larutan yaitu campuran udara, akuades 27%, gliserin 70%, butanol 3%

pada pipa mini dengan kemiringan 20 derajat terhadap horisontal dengan berbagai variasi J_G dan J_L yang telah ditentukan.

3. Mendapatkan karakteristik gradien tekanan pada kemiringan 20 derajat dengan konsentrasi udara, akuades 27%, gliserin 70%, butanol 3%.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tentang pola aliran dan fraksi hampa aliran multi komponen dua fase gas – larutan yaitu campuran udara, akuades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa mini dengan kemiringan 20 derajat terhadap horisontal ini yaitu :

1. Memberikan data primer karakteristik gradien tekanan, 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.