

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya kemajuan teknologi, proses aliran dua fase banyak digunakan pada kehidupan dalam kehidupan sehari-hari. Contoh pemanfaatan pada aliran dalam pipa mini seperti pada pendinginan modul *high density multi chip supercomputer*, dan peralatan *x-ray*. Terdapat pula pertukaran kalor fluks yang tinggi dalam inovasi sistem kedirgantaraan serta sistem pendingin *cryogenic* pada satelit Zhao dan Bi (2001). Maka dari itu, agar lebih mudah mengetahui aliran dua fase, perlu dikenal apa yang dimaksud dengan aliran multifase.

Aliran multifase yakni aliran fluida yang mengalir secara bersamaan dan terdiri dari bermacam wujud fase, dimana fase ialah wujud suatu zat berupa gas, cair, dan padat. Aliran dua fase merupakan bagian dari aliran multifase yang mempunyai dua zat fase dan mempunyai substansi kimia yang berbeda seperti padat-gas, cair-padat, serta gas-cair. Menurut Wallis (1969) selain dibedakan menurut arah aliran searah dan berlawanan serta posisi saluran mendatar, miring, dan tegak, aliran multifase pula dibedakan berdasarkan fasenya. Penelitian aliran dua fase memiliki banyak parameter yang dapat diteliti. Parameter dasar tersebut yakni gradien tekanan, pola aliran, peta pola aliran dan fraksi hampa. Variasi kecepatan gas ( $J_G$ ) dan kecepatan aliran fluida ( $J_L$ ) dapat mempengaruhi karakteristik aliran dua fase.

Chung dan Kawaji (2004) mengungkapkan bahwa penelitian aliran dua fase pada *mini channel* dan *micro channel* dengan diameter dibawah 100  $\mu\text{m}$  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. Menurut Kandiklar dkk (2006), aliran dua fase dapat terjadi dan diklasifikasikan pada saluran yang mempunyai ukuran diameter seperti *conventional channels* ( $> 3$  mm), *minichannels* ( $3 \text{ mm} \geq D > 200 \mu\text{m}$ ),

*microchannels* ( $200 \mu\text{m} \geq D > 10 \mu\text{m}$ ), *transitional microchannels* ( $10 \mu\text{m} \geq D > 1 \mu\text{m}$ ), *transitional nanochannels* ( $1 \mu\text{m} \geq D > 0,1 \mu\text{m}$ ), dan *nanochannels* ( $0,1 \mu\text{m} \geq D$ ).

Menurut Triplett dkk (1999) ada 5 pembagian diameter saluran yaitu saluran berukuran nano, mikro, makro, mini, serta saluran besar. Aliran dua fase pada saluran mini dikatakan tidak terdapatnya aliran udara dan cairan yang terpisah. Sudarja dkk (2020) menerangkan jika karakteristik pola aliran dapat dipengaruhi oleh viskositas cairan. Pada pipa berukuran mini, tegangan permukaan juga dapat mempengaruhi terhadap pola aliran, fraksi hampa serta gradien tekanan. Penelitian terkait pola aliran untuk pipa kapiler sudah dilakukan oleh Sudarja dkk (2014) melaksanakan penelitian tentang investigasi pola aliran dua fase gas-cairan di dalam pipa berukuran mini pada aliran horisontal dengan ukuran diameter dalam pipa 1,6 mm. Hasil dari penelitian tersebut merupakan pola aliran. Pola aliran yang didapatkan yaitu *bubble*, *slug*, *churn*, *slug-annular*, *wavy annular* serta *annular*.

Peta pola aliran yang didapatkan pada pipa konvensional tidak akan sama dengan peta pola dan pola aliran pipa saluran mikro dan mini. Pola aliran terbentuk karena kecepatan superficial dari tiap-tiap fase dan arah aliran. Salah satu parameter aliran dua fase yang digunakan untuk mengetahui kecepatan, panjang, serta frekuensi dari tiap-tiap pola aliran yaitu fraksi hampa. Terdapat berbagai macam metode yang dilakukan oleh sebagian peneliti guna mengetahui nilai fraksi hampa, salah satu contohnya yakni pengukuran yang dilakukan oleh Kawahara dkk (2002) tentang fraksi hampa pada pipa dengan diameter  $100\mu\text{m}$ . Sewaktu fluida air mengalir dengan *flow rate* rendah, gambar yang terekam didominasi aliran air tanpa ada udara ( $\epsilon = 0$ ), serta inti gas mengalir dengan sedikit cairan. Gradien tekanan merupakan penyusutan tekanan per satuan panjang sejauh pipa aliran. Penelitian tentang gradien tekanan pernah dilakukan oleh sebagian peneliti seperti Dutkwoski (2009) tentang penurunan tekanan aliran dua fase udara-air pada pipa berukuran mini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pola aliran, peta pola aliran, fraksi hampa serta gradien tekanan sehingga sangat penting untuk dilakukan sebagai rujukan dalam perkembangan ilmu teknologi, pembuatan alat yang terkait aliran dua fase, terutama pada pipa mini dengan bermacam variasi kemiringan yang dapat mempengaruhi parameter-parameter aliran dua fase. Menurut uraian diatas belum ditemui penelitian mengenai kajian eksperimental tentang pola aliran, fraksi hampa, serta gradien tekanan aliran multi komponen dua fase gas–campuran akuades 47%, gliserin 50%, butanol 3% pada pipa mini dengan kemiringan  $20^\circ$  terhadap horisontal. Sehingga, perlu dilakukan guna memperoleh data primer karakteristik pola aliran, peta pola aliran, fraksi hampa serta gradien tekanan aliran dua fase pada pipa mini dengan kemiringan  $20^\circ$  terhadap horisontal yang memang belum ada pada penelitian sebelumnya yang mencampurkan fluida tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang diperoleh dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik dari pola aliran dan peta pola aliran dengan variasi kecepatan superfisial cairan dan kecepatan superfisial gas ( $J_L$  dan  $J_G$ ) yang telah ditetapkan?
2. Bagaimana karakteristik dari fraksi hampa dengan variasi kecepatan superfisial cairan dan kecepatan superfisial gas ( $J_L$  dan  $J_G$ ) yang telah ditetapkan?
3. Bagaimana karakteristik dari gradien tekanan dengan variasi kecepatan superfisial cairan dan kecepatan superfisial gas ( $J_L$  dan  $J_G$ ) yang telah ditetapkan?

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah mengenai kajian eksperimental aliran multi komponen dua fase–larutan yaitu campuran udara, akuades 47%, gliserin 50%,

butanol 3% pada pipa mini dengan kemiringan  $20^\circ$  terhadap horisontal adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dalam kondisi *steady* pada suhu ruangan kurang lebih  $27^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm.
2. Pada penelitian ini, pipa yang digunakan adalah pipa kaca dengan ukuran diameter 1,6 mm dan panjang 130 mm dan pipa dianggap lurus.
3. Pada penelitian ini, sistem tidak dipengaruhi oleh keadaan lingkungan dan dianggap tidak terjadi perpindahan kalor (adiabatik).
4. Pada penelitian ini, kandungan air di dalam udara yang masuk ke pipa seksi uji diabaikan.
5. Pada penelitian ini, aliran gas–campuran akuades, gliserin, dan butanol pada pipa kaca mengalir dengan kemiringan  $20^\circ$  terhadap horisontal.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian mengenai kajian eksperimental aliran multi komponen dua fase–larutan yaitu campuran udara, akuades 47%, gliserin 50%, butanol 3% pada pipa mini dengan kemiringan  $20^\circ$  terhadap horisontal adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bentuk pola aliran dan peta pola aliran multi komponen gas–campuran akuades 47%, gliserin 50%, butanol 3% yang mengalir pada pipa mini dengan kemiringan  $20^\circ$  terhadap horisontal dengan berbagai variasi  $J_G$  dan  $J_L$  yang telah ditentukan.
2. Untuk mengetahui *time average* dan PDF fraksi hampa dari aliran multi komponen gas–campuran akuades 47%, gliserin 50%, butanol 3% yang mengalir pada pipa mini dengan kemiringan  $20^\circ$  terhadap horisontal dengan berbagai variasi  $J_G$  dan  $J_L$  yang telah ditentukan.
3. Untuk mengetahui nilai gradien tekanan multi komponen gas–campuran akuades 47%, gliserin 50%, butanol 3% yang mengalir pada pipa mini dengan kemiringan  $20^\circ$  terhadap horisontal dengan berbagai variasi  $J_G$  dan  $J_L$  yang telah ditentukan.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian mengenai kajian eksperimental aliran multi komponen dua fase–larutan yaitu campuran udara, akuades 47%, gliserin 50%, butanol 3% pada pipa mini dengan kemiringan  $20^\circ$  terhadap horisontal adalah sebagai berikut:

1. Untuk bahan rujukan dalam perkembangan ilmu teknologi, pembuatan alat, dan aplikasi yang melibatkan aliran multi komponen pada pipa mini di dalamnya.
2. Dapat memberikan data mengenai pengaruh *viskositas* dan *surface tension* terhadap karakteristik aliran dua fase pada pipa berdimensi mini yang disusun dengan kemiringan  $20^\circ$  terhadap horisontal.
3. Dapat memberikan data mengenai karakteristik aliran dua-fase yang meliputi, pola aliran, peta pola aliran, nilai fraksi hampa dan gradien tekanan.