

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aliran satu fase merupakan aliran yang memiliki satu jenis fluida yaitu cair, padat dan gas. Aliran dua fase (*two-phase flow*) adalah suatu aliran yang memiliki dua jenis wujud zat kimia berbeda yaitu padat-gas atau cair-padat atau gas-cair. Jika dilihat dari arah alirannya, aliran dua fase dibagi menjadi dua yaitu searah dan berlawanan arah. Perpindahan aliran dua fase gas-cair banyak ditemukan pada sistem pendinginan mikroelektronik (*microelectronic cooling systems*), alat penukar kalor (*compact heat exchangers*), sistem refrigerasi berukuran kecil dan lain-lain (Sudarja, 2014).

Aliran multi komponen (*multiphase flow*) merupakan suatu aliran terdiri lebih dari satu susunan komposisi kimia berbeda yang mengalir secara bersamaan. Menurut ukuran salurannya aliran dua fase dapat dibedakan menjadi saluran besar (*large channel*) : $D > 3 \text{ mm}$, saluran mini (*mini channel*) : $3 \text{ mm} \geq D > 200 \mu\text{m}$), saluran mikro (*micro channel*) : $200 \mu\text{m} \geq D > 10 \mu\text{m}$ dan saluran nano (*nano channel*) : $1 \mu\text{m} \geq D > 0,1 \mu\text{m}$ (Kandlikar & Grande, 2003). Aliran multi komponen memiliki arah aliran searah atau berlawanan arah. Menurut orientasi, saluran terdiri dari mendatar, miring dan tegak. Pada posisi aliran miring di pipa mini gravitasi berpengaruh terhadap gradien tekanan.

Karakteristik aliran dua fase terbagi menjadi tiga parameter dasar yaitu pola aliran (*flow pattern*), fraksi hampa (*void fraction*) dan gradien tekanan (*pressure gradient*). Ketiga hal tersebut dapat dipengaruhi oleh variasi kecepatan superfisial gas (J_G) dan kecepatan superfisial liquid (J_L). Gradien tekanan merupakan penurunan tekanan dari satu titik di dalam aliran pipa ke titik lain dibagi panjang jalur alir pipa. Penurunan terjadi di dalam pipa dipengaruhi oleh beberapa parameter dasar diantaranya jenis pipa, katup-katup, belokan, dan komponen lain dalam sistem perpipaan. Fluida yang mengalir mengalami gesekan antar dinding pipa disepanjang pipa alir menyebabkan penurunan tekanan. *Pressure dro* dapat mempengaruhi *head* pompa yang digunakan karena ada gaya gesek yang

ditimbulkan dari aliran fluida di sepanjang pipa. Semakin banyak zat partikel yang terlarut menyebabkan gesekan dan viskositas semakin tinggi. Gradien tekanan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti viskositas, sudut, kecepatan superfisial gas dan cairan.

Transport aliran fluida di dalam sistem jaringan perpipaan membutuhkan pompa yang berfungsi sebagai energi untuk mengalirkan fluida cair dari satu tempat ke tempat lain sesuai kebutuhan. Fluida cair yang mengalir mengalami *pressure drop*, dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti gaya gesek, jenis fluida, sudut pipa, diameter pipa, gravitasi dan kecepatan aliran didalam jaringan pipa. Pada pipa mini berbahan kaca memiliki kekasaran relatif nol (*smooth pipe*) sehingga gaya gesek dengan fluida dan permukaan pipa kaca tidak besar.

Penelitian gradien tekanan telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Sudarja dkk, (2018) meneliti tentang pola aliran dan gradien tekanan dengan fluida udara-air pipa kapiler berukuran mini 1,6 mm posisi horisontal. Penelitian menggunakan fluida air memiliki viskositas rendah. Hasil penelitian menunjukkan kecepatan superfisial gas dan cair secara proporsional mempengaruhi gradien tekanan. Gradien tekanan meningkat seiring dengan peningkatan J_G dan J_L . Penelitian tentang gradien tekanan juga dilakukan oleh sukamta (2019) menggunakan fluida udara-air dan gliserin 40%, 50%, 60%, dan 70% memiliki viskositas tinggi menggunakan pipa mini dengan sudut 5 derajat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar viskositas, gradien tekanan semakin meningkat.

Wongwises dan Pipathatta (2006) melakukan eksperimen tentang pola aliran, penurunan tekanan dan fraksi hampa pada aliran dua fase pipa horisontal dan miring ke atas dalam saluran annular celah mini. Percobaan eksperimen dilakukan pada seksi uji annular dengan panjang 880 mm, diameter luar 12,5 mm dan diameter dalam 8 mm. Kecepatan superfisial gas dan kecepatan superfisial cair divariasikan pada kisaran 0,0218–65,4 m/s dan 0,069–6,02 m/s. Hasil *pressure drop* tergantung pada kecepatan superfisial gas dan cairan. *Pressure drop* meningkat, ketika sudut kemiringan berubah dari horisontal menjadi 30 dan 60 derajat. Pada saat kecepatan gas dan cairan rendah penurunan tekanan tidak terjadi secara langsung saat posisi

horisontal, hal itu terjadi karena adanya gravitasi. Namun, saat kecepatan superfisial gas dan cair meningkat maka penurunan tekanan juga semakin besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut kemiringan berpengaruh signifikan terhadap transisi pola aliran, *pressure drop* dan fraksi hampa.

Dari hasil penelusuran belum ada kajian yang mendalam tentang gradien tekanan aliran dua fase multi komponen pada pipa kapiler dengan viskositas cairan yang tinggi dan tegangan permukaan yang rendah. Fluida cair yang digunakan adalah variasi akuades dengan gliserin dan butanol. Tujuan penggunaan gliserin adalah memodifikasi untuk menaikkan viskositas dan penggunaan butanol bertujuan untuk memodifikasi pengaruh tegangan permukaan. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk dilakukan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh kecepatan superfisial gas dan cairan terhadap gradien tekanan aliran dua fase udara - campuran akuades 23%, gliserin 70% dan butanol 7% dengan sudut 0° , 20° , 40° dan 60° pada pipa kapiler?
2. Bagaimana sudut arah aliran mempengaruhi gradien tekanan pada aliran dua fase udara-campuran akuades 23%, gliserin 70% dan butanol 7% dengan sudut 0° , 20° , 40° dan 60° pada pipa kapiler?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini “Kajian Eksperimental Gradien Tekanan Aliran Dua-Fase Multi Komponen (Udara - Campuran Akuades 23%, Gliserin 70%, Butanol 7%) Pada Pipa Kapiler”. Sebagai berikut :

1. Penelitian hanya menggunakan fluida udara-campuran akuades 23%, gliserin 70% dan butanol 7% dengan total campuran fluida cair 15 liter.
2. Penelitian menggunakan kecepatan superfisial gas 0-66,3 m/s dan kecepatan superfisial liquid 0,439-4,935 m/s.
3. Penelitian hanya menggunakan sudut kemiringan sudut 0° , 20° , 40° dan 60° .
4. Proses penelitian dalam kondisi *steady* pada temperatur ruang dan mengabaikan proses perpindahan kalor.

5. Proses penelitian menggunakan *pressure transducer* dan data akuisisi, berfungsi untuk mengukur penurunan tekanan. Noise pengukuran difilter, tetapi ada kemungkinan masih ada noise walaupun kecil. Noise kecil ini diabaikan.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan mengenai penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh kecepatan superfisial gas dan liquid terhadap gradien tekanan pada aliran dua fase.
2. Mengetahui pengaruh sudut arah aliran pipa 0° , 20° , 40° , 60° terhadap gradien tekanan pada aliran dua fase.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan mengenai gradien tekanan pada pipa kapiler.
2. Hasil penelitian menjadi database penting tentang gradien tekanan dan digunakan untuk menentukan head pompa.