

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut Sudarja dkk. (2014) Aliran satu fase terdiri dari satu jenis fluida: cair, padat, atau gas. Aliran dua fase terdiri dari dua jenis zat kimia: cair-gas, cair-padat, atau gas-cair. Dilihat dari 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.

Kandlikar & Grande, (2003) mengatakan bahwa 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*) :  $1 \mu\text{m} \geq D > 0,1 \mu\text{m}$ . 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.

Kawahara dkk. (2002) mengatakan bahwa 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 adalah penurunan tekanan dari satu titik ke titik lainnya dalam pipa dibagi dengan panjang pipa. Penurunan yang terjadi pada pipa dipengaruhi oleh beberapa parameter dasar, antara lain jenis pipa, katup, siku, dan komponen sistem perpipaan lainnya. Fluida yang mengalir mengalami gesekan antara dinding pipa sepanjang pipa aliran sehingga terjadi penurunan tekanan. Penurunan tekanan dapat mempengaruhi kepala pompa yang digunakan karena gaya gesek yang diciptakan oleh aliran fluida di sepanjang pipa. Semakin banyak

partikel materi terlarut, semakin tinggi gesekan dan viskositas. Gradien tekanan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti viskositas, sudut, kecepatan permukaan gas dan cairan.

*Transport* fluida dalam sistem jaringan perpipaan membutuhkan sebuah pompa yang berfungsi sebagai tenaga untuk memindahkan fluida cair dari satu tempat ke tempat lain pada saat dibutuhkan. Fluida yang mengalir dalam fluida berada di bawah tekanan, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti gaya gesek, jenis fluida, sudut pipa, diameter pipa, gravitasi dan kecepatan aliran dalam jaringan pipa. Tabung kaca mini memiliki kekasaran yang relatif nol (tabung halus), sehingga gaya gesek dengan cairan dan permukaan tabung kaca tidak besar.

Penelitian yang dilakukan Sukamta dkk. (2010) menggunakan tabung cincin dengan kaca uji bagian dalam terbuat dari tembaga dan kaca uji bagian luar terbuat dari pipa *Galvanized Iron Pipe* (GIP) yang dibalut dengan insulasi setebal 10 mm. Panjang tabung 1,6 meter, diameter luar 4 inci, dan diameter dalam 17 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola aliran laminar teramati pada laju aliran uap terendah, sedangkan pola aliran laminar, bergelombang, tutup dan tutup teramati untuk variasi lainnya. Pola aliran bergelombang terjadi dalam transisi bertahap ke slug atau plug. Tidak ada pola aliran annular yang diamati dalam percobaan ini. Secara umum, peningkatan laju aliran uap memberikan sinyal gradien tekanan yang lebih tinggi.

Wongwises & Pipathattakul, (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.

Sardeshpande dkk. (2015) mengatakan bahwa pengaturan eksperimental dirancang untuk mempelajari aliran didih dalam tabung DI 19 mm dan mengidentifikasi rezim aliran pada berbagai kondisi massa dan fluks panas dengan memvariasikan suhu fluida masuk. Data tekanan kondisi tunak dikumpulkan dan rezim aliran diidentifikasi menggunakan penurunan tekanan dan fluktuasi tekanan di dalam saluran.

Eksperimen aliran telah dilakukan Izwan Ismail dkk. (2015) untuk mengetahui aliran dua fase minyak-air dalam loop aliran ID 5,08 cm horisontal dengan rasio panjang terhadap diameter 1311. Fluida yang digunakan adalah minyak mentah ringan Malaysia yang mengandung lilin dari lepas pantai Terengganu ( $\rho_o = 818 \text{ kg/m}^3$ ,  $\mu_o = 1,75 \text{ mPa s}$  dan kandungan lilin = 16,15 wt%) dan air formasi sintetis. Pemotongan air divariasikan antara 10 hingga 90% pada sembilan laju alir campuran sebesar 2,0 hingga 16,2  $\text{cm}^3/\text{s}$ . Dengan mengukur perubahan penurunan tekanan dan penahanan cairan pada laju aliran yang berbeda dari aliran dua fase minyak-air, sebuah pola aliran baru diidentifikasi. Ketergantungan yang kuat dari selip minyak-air pada laju aliran minimum diamati. Penurunan tekanan tertinggi sebesar 11,58 kPa diperoleh pada laju aliran maksimum 16,21  $\text{cm}^3/\text{s}$  dan fraksi minyak 0,9. Sedangkan penurunan tekanan terendah sebesar 1,31 kPa dicatat pada laju aliran terendah 2,03  $\text{cm}^3/\text{s}$  dan fraksi air 0,9. Hasil eksperimen ini dapat digunakan sebagai platform untuk memahami kasus yang lebih kompleks dari aliran gas/minyak/air secara bersamaan di dalam pipa.

Berdasarkan studi literatur yang ditemukan belum banyak variasi tentang aliran dua fase menggunakan temperatur 50°C. Semakin panas fluida cair akan semakin rendah viskositasnya, maka viskositas akan mempengaruhi hasil dari Pola aliran, fraksi hampa, gradien tekanan. Maka perlu dilakukannya penelitian tentang studi karakteristik dasar aliran dua fase udara dan air menggunakan temperatur

50°C posisi horisontal untuk mendapatkan inovasi baru serta pengetahuan yang lebih detail dari penelitian sebelumnya.

### 1.2 Rumusan Masalah

Melihat uraian dari latar belakang diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

- a) Bagaimana karakteristik pola aliran dan peta pola aliran pada aliran dua fase dari campuran udara-air temperature 50°C posisi horizontal dengan  $J_G$  dan  $J_L$  yang bervariasi?
- b) Bagaimana karakteristik pada fraksi hampa pada pola aliran dua fase dari campuran udara-air temperature 50°C posisi horizontal dengan  $J_G$  dan  $J_L$  yang bervariasi?
- c) Bagaimana karakteristik gradien tekanan pada pola aliran dua fase dari campuran udara-air temperature 50°C posisi horizontal dengan  $J_G$  dan  $J_L$  yang bervariasi?

### 1.3 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan permasalahan diatas, Batasan masalah yang di dapat sebagai berikut:

- a) Proses penelitian dilakukan pada kondisi *steady* dengan temperatur ruang dan mengabaikan proses perpindahan kalor.
- b) Proses pengambilan data penurunan tekanan menggunakan MPX 5500DP.
- c) Pengambilan data penurunan tekanan menggunakan pressure transducer dan data akusisi.
- d) Penelitian fraksi hampa menggunakan metode *image processing*.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- a) Mengetahui karakteristik pola aliran dan peta pola aliran dengan kecepatan superfisial gas dan cairan ( $J_G$  dan  $J_L$ ) yang telah ditetapkan pada suhu 50°C posisi horisontal.

- b) Mengetahui karakteristik fraksi hampa dengan kecepatan superfisial gas dan cairan ( $J_G$  dan  $J_L$ ) yang telah ditetapkan pada suhu  $50^\circ\text{C}$  dengan sudut horisontal.
- c) Mengetahui karakteristik gradien tekanan dengan kecepatan superfisial gas dan cairan ( $J_G$  dan  $J_L$ ) yang telah ditetapkan pada suhu  $50^\circ\text{C}$  posisi horisontal.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan guna menunjang informasi mengenai karakteristik dasar dari aliran dua fase udara dan air bertemperatur  $50^\circ\text{C}$  terhadap posisi horizontal pipa kapiler. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan serta berguna untuk perkembangan ilmu aliran multi komponen pada penelitian berikutnya.