

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aliran multifase (*multiphase flow*) adalah aliran yang terdiri dari beberapa fase (padat, gas, dan cair) yang mengalir secara bersamaan. Aliran dua fase adalah salah satu jenis aliran multifase yang melibatkan dua macam wujud zat dalam sebuah aliran. Zhao & Bi (2001) menyatakan aliran dua fase dapat ditemukan dalam berbagai aplikasi dalam dunia industri, seperti pada pendinginan modul-modul *high-density multi-chip* pada *supercomputer*, peralatan *X-ray*, *heat exchanger*, dan peralatan diagnostik lainnya yang berdaya tinggi, penukar kalor fluks tinggi pada sistem kedirgantaraan (*aerospace system*), sistem pendinginan *cryogenic* pada satelit, dan sebagainya.

Sudarja (2014) menyatakan aliran dua fase dapat terjadi pada saluran pipa yang bervariasi, yaitu pipa berukuran besar (*large channel*), normal (*normal channel*), kecil (*mini channel*), mikro (*micro channel*), dan pada saluran pipa berukuran nano (*nano channel*). Aplikasi saluran-saluran kecil (*mini* dan *micro*) antara lain adalah pada *Micro Electro Mechanical System (MEMS)*. *MEMS* adalah miniaturisasi elemen-elemen mekanis dan elektro mekanis (yaitu peralatan dan struktur) yang dibuat menggunakan teknologi fabrikasi mikro. Ukuran fisik dari peralatan yang termasuk *MEMS* bervariasi dari ukuran di bawah satu micron sampai beberapa millimeter. Tipe dari peralatan *MEMS* mulai dari struktur yang sangat sederhana tanpa elemen yang bergerak sampai dengan sistem elektro-mekanikal yang sangat kompleks dengan beberapa bagian yang bergerak dan dikontrol oleh *integrated microelectronics*.

Aliran dua fase masih dapat dibedakan menjadi beberapa fase aliran yang terbentuk, yaitu aliran dua fase (cair-padat, cair-gas, dan gas-padat). Disamping dari fasenya, aliran dua fase juga dibedakan berdasarkan arah alirannya (searah ke atas, searah kebawah, berlawanan arah, mendatar sejajar, atau mendatar berlawanan arah), berdasarkan bentuk salurannya (lingkaran, persegi, dan segitiga), dan berdasarkan kedudukan salurannya (tegak, mendatar, atau miring).

Karakteristik dasar aliran dua fase pada pipa kapiler meliputi: pola aliran (*flow pattern* atau *flow regime*) dan peta pola aliran (*flow pattern map*), fraksi hampa (*void fraction*), dan perubahan tekanan (*pressure gradient* dan *pressure drop*). Berbagai percobaan telah dilakukan untuk melakukan penelitian mengenai aliran dua fase, khususnya di dalam pipa kapiler berukuran mini dan mikro, pola aliran yang terbentuk tidak dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Roziantho, (2018) menyatakan fluida mempunyai sifat yang unik, yaitu tegangan permukaan sangat dominan sehingga hukum Newton untuk fluida tidak berlaku. Hal ini sebagai akibat kecilnya diameter saluran, maka pola aliran yang terbentuk hanya dipengaruhi oleh tegangan permukaan fluida cair, viskositas fluida cair, dan nilai kecepatan superfisial gas dan fluida cair.

Penelitian terdahulu mengenai aliran dua fase menggunakan saluran konvensional (berukuran normal dan besar) umumnya lebih banyak ditemukan, sedangkan untuk pipa berukuran mini dan mikro belum banyak literatur yang membahasnya. Ada beberapa penelitian yang pernah dilakukan pada pipa saluran mini dan saluran mikro yaitu Fukano & Kariyasaki (1993), Triplett et al. (1999), Chung & M. Kawaji (2004), Saisorn & Wongwises (2010), dan Sur & Liu (2012). Penelitian tentang aliran dua fase dalam saluran mini menjadi lebih diperlukan karena kemajuan perangkat teknologi, aliran dua fase pada pipa berskala mini yang digunakan untuk beberapa aplikasi dan produk rekayasa di berbagai bidang.

Aliran dua fase yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari seperti asap kendaraan bermotor, awan, kabut dan dalam dunia industri seperti *heat exchanger*, boiler, sistem perpipaan dengan bentuk saluran yang bervariasi. Fase aliran yang digunakan pun disesuaikan dengan kebutuhan, sehingga variasi viskositas cairan dalam menentukan karakteristik aliran menjadi penting untuk diteliti.

Pada penelitian sebelumnya, mengenai karakteristik aliran dua fase dalam saluran mini, fluida yang digunakan adalah udara dan air suling. Pola aliran dan peta pola aliran pada pipa kapiler dengan pengaruh variasi viskositas dan sudut kemiringan masih sangat kurang. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk

mendapatkan informasi mengenai pengaruh viskositas campuran air-gliserin (40%, 50%, 60%, 70%) dan variasi kecepatan superfisial terhadap pola aliran dan peta pola aliran pada pipa kapiler posisi *horizontal* dengan kemiringan 15° .

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

- a. Bagaimana pengaruh kecepatan superfisial *gas* dan *liquid* terhadap pola aliran dan peta pola aliran dua fase yang terbentuk pada pipa kapiler?
- b. Bagaimana pengaruh viskositas cairan terhadap pola aliran dan peta pola aliran dua fase yang terbentuk pada pipa kapiler?

1.3. Batasan Masalah

Karena keterbatasan waktu, maka dalam penelitian ini diperlukan beberapa batasan masalah untuk mempermudah pembahasan dan analisis dalam penelitian:

1. Penelitian dilakukan pada suhu kamar yang dianggap konstan (*stedi*) dengan suhu 25°C bertekanan atmosfer 1 atm di luar seksi uji dengan menggunakan kombinasi fluida gas dan cair.
2. Selama pengujian dianggap tidak terjadi perpindahan kalor (*adiabatis*).
3. Seksi uji yang digunakan berupa pipa kaca yang dianggap licin dan lurus.

1.4. Tujuan Penulisan

1. Mengetahui pola aliran (*flow pattern*) dan peta pola aliran (*flow pattern map*) yang terbentuk dengan memvariasikan nilai kecepatan superfisial cairan dan kecepatan superfisial udara.
2. Mengetahui pengaruh variasi viskositas terhadap pola aliran (*flow pattern*) dan peta pola aliran (*flow pattern map*) yang terbentuk.
3. Membandingkan data peta pola aliran yang terbentuk pada saat penelitian dengan data penelitian sebelumnya.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai referensi untuk aliran dua fase pada pipa mini dengan menggunakan fluida kerja yaitu udara, campuran akuades dan gliserin. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh variasi viskositas dan kecepatan superfisial terhadap pola aliran dan peta pola aliran yang terbentuk pada pipa berukuran mini yang disusun dengan variasi sudut kemiringan terhadap posisi horizontal. Informasi dalam penelitian ini diharapkan dapat memperkaya data penelitian terdahulu, serta dapat digunakan sebagai informasi baru untuk pengembangan penelitian aliran dua fase pada penelitian selanjutnya.