

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aliran dua fase di saluran mini atau pipa kapiler diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan juga di sektor industri. Dalam kehidupan sehari-hari, aliran multifase diterapkan dalam sistem aliran darah dalam tubuh manusia, pembangkit listrik dengan tenaga batu bara dan gas, dan di dunia industri seperti minyak mentah yang melalui pipa.

Aliran dua fase adalah bentuk aliran paling sederhana dari aliran multifase. Aliran dua fase merupakan aliran yang terdiri dari dua atau lebih fase yang berbeda dan dialirkan dalam suatu tempat atau pipa. Aliran dua fase dapat dibedakan menjadi beberapa bagian yang dapat dilihat dari fase yang membentuk alirannya yaitu, fase cair – gas, fase padat – gas, dan fase padat – cair. Pada aliran dua fase juga dapat dibedakan berdasarkan arah aliran yaitu aliran searah dan berlawanan arah serta dapat dibedakan berdasarkan posisi salurannya yaitu saluran tegak, mendatar atau miring dengan derajat tertentu (Sukamta 2019).

Penelitian yang dilakukan oleh Sudarja dkk (2019) mengenai pola aliran dan gradien tekanan yang terjadi pada aliran gas-cairan dalam pipa mini berdiameter 1,6 mm pada posisi horizontal. Fluida yang digunakan yaitu udara dan air. Untuk kecepatan superfisial gas dan cairan masing-masing berada pada kisaran 0,025 – 66,300 m/s dan 0,033 – 4,935 m/s. Pola aliran yang diperoleh adalah *bubbly*, *plug*, *slug-annular*, *annular*, dan *churn*. Penelitian tersebut dilakukan menggunakan metode eksperimental. Selain menggunakan metode eksperimen, penelitian tentang aliran dua fasa dapat dilakukan menggunakan metode pendekatan numerik atau yang disebut dengan *Computational Fluid Dynamics*.

CFD atau *Computational Fluid Dynamics* adalah ilmu memprediksi aliran fluida, perpindahan panas, perpindahan massa, reaksi kimia, dan fenomena terkait, memecahkan persamaan matematika dengan metode numerik. CFD merupakan salah satu cabang mekanika cairan yang menggunakan metode numerik dan

algoritma untuk memecahkan dan menganalisis masalah yang melibatkan fluida bergerak (Marshall dan Bakker 2009)

Computational Fluid Dynamics sangat cocok digunakan untuk menghitung dan menganalisis sistem yang rumit dan sulit dengan perhitungan manual. Kelebihan penggunaan CFD sering digunakan untuk melakukan analisa terhadap suatu pola sebuah sistem. CFD dapat dilakukan dengan bantuan *software*. Adapun *software* CFD yang sering digunakan yaitu *ANSYS Fluent*, *ANSYS CFX*, *Xflow*, *Open Foam*, dan *Solidworks Flow Simulation*.

Salah satu penelitian aliran dua fase yang menggunakan CFD adalah penelitian yang dilakukan oleh (Sukamta 2019). Simulasi CFD digunakan untuk memprediksi pola aliran dua fase dengan viskositas rendah di pipa kapiler horizontal. Pola aliran pada simulasi didapatkan dari variasi kecepatan superfisial cairan dan udara. Simulasi CFD dimodelkan menggunakan *software ANSYS Fluent* untuk memprediksi karakteristik aliran *slug-annular*, *annular*, dan *churn* pada pipa kapiler horizontal diameter 1,6 mm. Hasil dari penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa simulasi CFD telah berhasil memodelkan aliran

Penelitian yang berbeda dengan Sukamta (2019) namun menggunakan *software* yang sama *ANSYS Fluent* yaitu Yao dkk (2016) melakukan penelitian tentang pemodelan udara dan air aliran *annular* dua fase dalam pipa kecil horizotal dengan diameter dalam pipa 8,8 mm dan panjang pipa 1 m. *Software* yang digunakan yaitu *ANSYS Fluent*. Model turbulensi yang digunakan yaitu $k-\varepsilon$ standar untuk fase udara dan cair. Aliran diselesaikan secara berulang menggunakan *time step* 10^{-5} dengan total 300,000 langkah yang sepenuhnya dikembangkan serta dapat diamati pada kecepatan superfisial udara dan air yang lebih rendah.

Penelitian ini akan dilakukan analisa CFD terhadap suatu aliran udara – air dan glukosa 10% searah pada pipa horizontal menggunakan *software ANSYS Fluent 2020 R1* diameter 1,6 mm dan panjang 430 mm. Selain itu, penelitian dilakukan dengan fluida cair yaitu campuran natrium klorida dan glukosa 10% untuk mencari data pola aliran yang terbentuk. Saluran *minichannel* memiliki ukuran diameter 200 μm – 3 mm (Cheng, 2016). Penelitian ini menggunakan diameter 1,6 mm dapat merepresentasikan aliran darah pada manusia yang memiliki ukuran diameter rata-

rata pembuluh darah arteri koronaria manusia yaitu 2 mm (Fazliogullari dkk 2010). Pentingnya penelitian menggunakan CFD dengan geometri fluida 2 dimensi (2D) yang dapat memprediksi dan memvalidasi karakteristik pola aliran yang terjadi pada sistem pembuluh darah manusia kadar glukosa yang berbahaya dalam takaran 600 mg/dl.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian tentang karakteristik pola aliran dan bentuk pola aliran telah dilakukan oleh para peneliti. Akan tetapi, penelitian tersebut kebanyakan masih secara eksperimental. Kelemahan dari metode ini yaitu memerlukan peralatan percobaan yang komplis dan dapat menghambat laju pembelajaran dalam penelitian yang memerlukan waktu. Disisi lain, penelitian tentang pola aliran menggunakan simulasi pada aliran dua fase masih sedikit dilakukan dan dikembangkan oleh para peneliti. Oleh karena itu, penelitian terkait dengan proses terjadinya pola aliran dan bentuk pola aliran pada pipa kapiler horizontal menggunakan simulasi CFD perlu dilakukan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut

1. *Software* yang digunakan *ANSYS Fluent 2020 R1*
2. Proses simulasi perpindahan kalor diabaikan (adiabatik)
3. Geometri yang digunakan yaitu 2 dimensi (2D)
4. Nilai Densitas, viskositas dinamis, dan tegangan permukaan bersifat konstan (tetap)

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk mendapatkan hasil simulasi CFD berupa bentuk pola aliran dua fase udara – natrium klorida dan glukosa 10% pada pipa kapiler horizontal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini akan memberikan data *base* dan informasi yang mendalam tentang pola aliran pada aliran dua-fase udara larutan natrium klorida dan glukosa pada pipa kapiler dengan posisi horizontal. Informasi ini sangat penting

guna memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan dan teknologi yang sebelumnya yant telah melakukan penelitian ini. Manfaat lain dari penelitian ini yaitu untuk memprediksi karakteristik pola aliran dan memvalidasi hasil penelitian secara eskperimen serta dapat mendukung aplikasi *early warning system* dalam dunia kesehatan.