

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Menurut Faghri & Zhang (2006), aliran dua-fase merupakan suatu aliran dengan dua fase berbeda yang saling berinteraksi, di mana setiap fase memiliki massa atau volume masing-masing dalam saluran yang sama. Salah satu kombinasi aliran dua-fase yang paling sering terjadi adalah aliran cairan dan gas, di mana fraksi volume relatif salah satu fase menyebabkan sistem aliran yang berbeda. Contoh aplikasi dari aliran dua-fase antara lain pada proses distilasi, pengeringan dengan penyemprotan, dan penyerapan. Aplikasi aliran dua-fase juga dapat diterapkan pada rekayasa biomedik seperti penelitian serta pengembangan paru-paru buatan untuk menyerap oksigen dan melepas karbon dioksida pada darah diperlukan (Faghri & Zhang, 2006).

Fenomena yang terjadi pada aliran dua-fase antara lain adalah penurunan atau kenaikan tekanan. Fenomena perubahan tekanan kemudian dianalisa dalam bentuk gradien tekanan dalam rentang jarak dan waktu tertentu. Belakangan ini, banyak penelitian eksperimental dikhususkan untuk mengukur penurunan tekanan pada aliran dua-fase gas dan cairan di dalam pipa kecil dan saluran mikro dengan bentuk penampang lingkaran, persegi, dan segitiga. Penelitian eksperimental mengenai penurunan tekanan kemudian menghasilkan korelasi-korelasi baru yang dipublikasikan. (Cavallini *et al.*, 2005). Selain menggunakan metode eksperimental, terdapat pula metode komputasi dalam bentuk simulasi yang dapat memberikan nilai-nilai variabel yang diperlukan menggunakan *Computational Fluid Dynamics (CFD)*. Analisis dari hasil simulasi *CFD* dapat menjadi alternatif eksperimen di laboratorium (Ghorai & Nigam, 2006).

*CFD* adalah suatu metode yang menggunakan bidang ilmu fisika, komputer, dan matematika terapan untuk memodelkan, memprediksi dan memvisualisasikan aliran fluida yang terdiri dari gas atau cairan (Thabet & Thabit, 2018). Prediksi *CFD* yang akurat dapat digunakan untuk berbagai aliran dua-fase adiabatik dan diabatik pada cairan, gas, atau partikel (Lahey & Drew, 2000).

Simulasi aliran dua-fase dapat dilakukan dengan ukuran partikel fluida dan saluran yang bervariasi. Pemodelan *CFD* dapat diterapkan pada fluida nano dengan ukuran partikel sampai dengan 33 nm pada saluran mini (Moraveji & Ardehali, 2013). Saluran mini

merupakan jenis pipa dengan rentang diameter 200  $\mu\text{m}$  – 3 mm (Cheng, 2016). Pembuluh darah arteri koronaria manusia memiliki kisaran diameter 2 mm (Fazliogullari *et al.*, 2010) yang termasuk dalam ukuran saluran mini. Oleh karena itu, model aliran dua-fase pada saluran mini dapat menjadi representasi dari aliran darah manusia, seperti pada penelitian Sharan & Popel (2001). Penelitian Sharan & Popel (2001) dilakukan dengan asumsi viskositas dalam lapisan bebas sel berbeda dari plasma sebagai akibat dari disipasi tambahan energi di dekat dinding yang disebabkan oleh gerakan sel darah merah di dekat lapisan bebas sel.

Salah satu penelitian menggunakan *CFD* adalah penelitian yang dilakukan oleh Sukamta dkk. (2018). Simulasi *CFD* digunakan untuk memprediksi pola aliran dua-fase dari air dan udara. Pola aliran pada simulasi didapatkan dari variasi kecepatan superfisial cairan dan udara. Simulasi *CFD* dimodelkan menggunakan *ANSYS Fluent 15.0 software* untuk memprediksi karakteristik aliran strata licin (*stratified*) pada pipa akrilik horizontal diameter 19 mm dan dengan panjang 1000 mm.

Berbeda dengan penelitian Sukamta, terdapat beberapa perbedaan pada penelitian yang dilakukan. Perbedaan pertama terletak pada ukuran diameter saluran alirannya. Pada penelitian yang dilakukan, digunakan diameter saluran 1,6 mm. Selain itu, penelitian dilakukan menggunakan *software ANSYS 2020 R1* dengan fluida cair yang digunakan adalah campuran sodium klorida 0,9% dan glukosa 5% untuk mencari data komprehensif gradien tekanan pada aliran. Tekanan aliran didapatkan dari pola aliran yang terbentuk pada simulasi, serta geometri fluida yang digunakan adalah geometri 2 dimensi (2D) dan 3 dimensi (3D) untuk mengetahui perbedaan nilai gradien tekanan yang dihasilkan pada dimensi yang berbeda.

Fluida sodium klorida 0,9% dan glukosa 5% merupakan cairan infus, sehingga kedua cairan tersebut merupakan cairan yang dapat mengalir dalam darah manusia. Simulasi *CFD* dilakukan untuk mendapatkan parameter-parameter yang diperlukan pada dunia penelitian. Simulasi merupakan metode yang cukup efisien dari segi biaya karena *hardware* dan *software* simulasi dapat menjadi investasi untuk penelitian selanjutnya, walaupun waktu yang dibutuhkan cenderung lebih lama. Pesatnya perkembangan teknologi biomedik juga menjadi harapan agar hasil dari penelitian yang dilakukan dapat berkontribusi dalam perkembangan riset dan teknologi biomedik atau kesehatan, dalam lingkup *hospital engineering* yang berhubungan dengan peristiwa aliran dua-fase.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perubahan tekanan aliran pada kecepatan superfisial cairan dan udara yang berbeda yang diprediksi menggunakan *CFD*?
2. Bagaimana gradien tekanan pada pipa kapiler horizontal?
3. Bagaimana hasil gradien tekanan simulasi 2 dimensi dan 3 dimensi yang dilakukan?

## 1.3. Asumsi dan Batasan Masalah

Asumsi dan batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Simulasi aliran fluida dilakukan dalam kondisi transien.
2. Proses simulasi tanpa perpindahan panas atau adiabatik.
3. Fluida kerja yang digunakan adalah udara-sodium klorida 0,9% dan glukosa 5% dengan konsentrasi glukosa 600 mg/dl.

## 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah mendapatkan hasil simulasi *CFD* berupa gradien tekanan aliran dua-fase udara-sodium klorida dan glukosa pada pipa kapiler horizontal.

## 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah memberikan nilai prediksi gradien tekanan apabila simulasi dilakukan sebelum penelitian eksperimental. Simulasi juga dapat menjadi validasi apabila dilakukan setelah penelitian eksperimental.