

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Aliran dua fase adalah jenis aliran yang melibatkan dua fase berbeda dan merupakan bagian dari aliran multifase. Aliran multifase melibatkan interaksi antara berbagai fase (padat, cair, dan gas), di mana pergerakan setiap fase saling mempengaruhi. Aplikasi aliran multifase dapat ditemukan dalam berbagai industri, seperti ketel uap, reaktor nuklir, dan proses distilasi, serta dalam bidang medis, di mana pola aliran ini dapat menggambarkan aliran campuran cairan dalam pembuluh darah. Wahyudi dan Agung Sugeng Widodo. (2014). Saluran yang digunakan untuk aliran dua fase ini dapat berupa saluran horizontal, saluran vertikal, atau saluran miring dengan kemiringan tertentu, masing-masing memiliki perannya dalam proses aliran tersebut. (Sukamta, 2022).

Fraksi hampa adalah perbandingan luas yang ditempati uap terhadap luas total saluran aliran. Ini adalah non-parameter yang memainkan peran penting dalam menghitung penurunan tekanan, koefisien perpindahan, panas, muatan zat pendingin, dan transisi pola aliran dalam aplikasi aliran berbeda yang melibatkan dua fase. Aplikasi tersebut meliputi sistem pendingin dan pengkondisian udara, sistem perpipaan, sistem tenaga nuklir, sistem proses kimia. Fraksi hampa adalah suatu parameter yang digunakan untuk menentukan karakteristik aliran dua fase. (D. Zhao et al. 2017).

Pada penelitian Cheng. (2016) Saluran minichannel memiliki diameter yang berkisar antara 200  $\mu\text{m}$  hingga 3 mm. Sebagai perbandingan Fazliogullari et al. (2010) mencatat bahwa diameter rata-rata pembuluh darah arteri koronaria manusia adalah 2 mm, sehingga pembuluh darah manusia termasuk dalam kategori saluran minichannel. Penelitian mengenai aliran dua fase dalam saluran minichannel masih dalam tahap pengembangan, terutama di bidang kedokteran, untuk memahami pola aliran darah dalam tubuh manusia. Aplikasi potensialnya meliputi aliran dalam pembuluh darah yang membawa campuran seperti protein, oksigen, lemak, dan

trigliserida. Penelitian ini menawarkan potensi besar dalam bidang kesehatan, khususnya biomedis.

Sukamta dkk. (2022) melakukan penelitian mengenai karakteristik fraksi hampa pada aliran dua fase udara-air dan minyak dalam pipa kapiler yang dimiringkan  $75^\circ$  terhadap horizontal. Penelitian ini menemukan pola aliran seperti *plug*, *slug-annular*, *annular*, dan *chrun*. Meskipun perbedaan konsentrasi fluida tidak memberikan dampak signifikan terhadap pola aliran dan fraksi hampa, tegangan permukaan ternyata memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap nilai fraksi hampa dan pola aliran. Aplikasi aliran dua fase ini dapat diterapkan dalam reaksi kimia, sel bahan bakar, dan pendinginan perangkat elektronik. Saat ini, penelitian tentang aliran multifase lebih fokus pada aliran cairan-gas non-newtonian.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sukamta et al. (2021), karakteristik nilai fraksi void pada pola aliran *annular* dan *chrun* dibandingkan dengan memperhatikan parameter seperti kecepatan permukaan gas dan cairan, panjang pola aliran, serta frekuensi. Eksperimen dilakukan menggunakan pipa mini dengan diameter 1,6 mm dan panjang 160 mm pada kemiringan  $15^\circ$  dalam posisi horizontal. Fluida yang digunakan adalah udara dan air, dengan penambahan gliserin pada konsentrasi 40%, 50%, 60%, dan 70%. Analisis data dilakukan menggunakan metode distribusi probabilitas dengan bantuan aplikasi Matlab dan Microsoft Excel. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan nilai fraksi void pada pola aliran *annular* dan *chrun* dipengaruhi secara signifikan oleh beberapa faktor, termasuk kecepatan permukaan gas, kecepatan permukaan cairan, serta viskositas fluida.

Wibawanto dkk. (2018) meneliti karakteristik aliran dua fase yang melalui saluran dengan ekspansi mendadak, yang mempengaruhi pola aliran dan pemulihan tekanan. Penelitian ini dilakukan dengan variasi kecepatan superfisial air antara 0,2-1,3 m/s dan kecepatan superfisial udara antara 0,2-1,9 m/s. Hasil penelitian menunjukkan tiga pola aliran: *bubbly*, *plug*, dan *slug annular*. Saluran ekspansi menyebabkan perubahan pola aliran, di mana pola *plug* pada saluran hulu dapat berubah menjadi *bubbly* pada saluran hilir, dan *slug annular* menjadi *plug*.

Pemulihan tekanan dari hasil percobaan dibandingkan dengan model aliran homogen dan korelasi Wadle, dengan simpangan baku masing-masing sebesar 0,32 dan 0,43. Pada variasi debit 300 ml/menit, dengan kecepatan superfisial air 0,6 m/s, pola *bubbly* tidak ditemukan pada kecepatan superfisial udara rendah; *bubbly* memanjang dan kemudian berubah menjadi *plug* dengan meningkatnya kecepatan superfisial udara. Pola slug muncul pada variasi kecepatan superfisial udara tinggi, dengan kecepatan udara 1,7 m/s dan kecepatan superfisial air 0,2 m/s. Penelitian ini menunjukkan pergeseran kecil dalam daerah transisi antara *bubbly* dan *plug*, yang disebabkan oleh diameter hidrolis saluran yang tiga kali lebih besar dibandingkan dengan saluran yang digunakan dalam peta pola aliran.

Penelitian mengenai aliran dua fase sebelumnya dilakukan oleh Jayadi dkk. (2020) dengan menggunakan campuran gliserin-air dan udara untuk menyelidiki fraksi hampa. Dalam penelitian ini, fluida yang digunakan terdiri dari udara kering, yang dihasilkan dari kompresor dengan dryer dan water trap, serta campuran gliserin dengan konsentrasi 20% sebagai fluida cair. Pengujian dilakukan dengan pipa kaca berdiameter 1,6 mm dalam posisi horizontal, dengan kecepatan superfisial gas ( $J_G$ ) antara 0,033 hingga 4,935 m/s dan kecepatan superfisial cairan ( $J_L$ ) antara 0,025 hingga 66,3 m/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara pola aliran dan fraksi hampa sangat berpengaruh dalam menentukan karakteristik aliran dua fase. Untuk aliran *bubbly* dan slug, fraksi hampa mendekati garis homogen, sedangkan untuk aliran *churn*, *annular*, dan *slug-annular*, fraksi hampa jauh di bawah garis homogen. Ini menunjukkan bahwa rasio slip untuk pola aliran kelompok kedua lebih tinggi dari pada 1.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa aliran dua fase sangat dipengaruhi oleh, viskositas, tegangan permukaan, diameter pipa, dan kecepatan superfisial. Penelitian tentang aliran dua fase, terutama dalam pipa mini, masih dalam tahap pengembangan, khususnya dalam investigasi fraksi hampa menggunakan campuran glukosa, minyak, dan udara. Penelitian ini mensimulasikan aliran multi-komponen dalam darah manusia. Menurut Cheng. (2016), saluran minichannel memiliki diameter berkisar antara 200  $\mu\text{m}$  hingga 3 mm, sementara diameter rata-rata pembuluh darah arteri koronaria manusia adalah

2 mm Fazliogullari dkk. (2010). Dalam konteks ini, glukosa mewakili gula darah, minyak mewakili kolesterol, dan udara mewakili oksigen sebagai fase kedua. Oleh karena itu, penting untuk memahami karakteristik aliran darah manusia saat mengkonsumsi gula dan minyak dalam dosis tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mendalami fraksi hampa pada pipa mini, yang dapat berkontribusi pada perkembangan aliran dua fase baik di industri maupun teknologi, khususnya di bidang biomedis. Diharapkan investigasi ini dapat menjadi *database* yang berguna untuk penelitian lebih lanjut mengenai *minichannel* dan membantu dalam menganalisis pola aliran darah manusia terkait konsumsi minyak dan glukosa yang berlebih.

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam mengenai karakteristik fraksi hampa dalam aliran dua fase pada kondisi horizontal, dengan fokus utama pada fraksi hampa.
2. Bagaimana karakteristik nilai fraksi hampa pada aliran dua fase yang terdiri dari glukosa, minyak kelapa, udara pada pipa mini horizontal.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan dalam penelitian pengukuran fraksi hampa ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan dalam kondisi steady state dan pada suhu ruangan.
2. Pipa yang digunakan adalah pipa mini yang dipasang secara horizontal.
3. Sistem dianggap tidak mengalami perpindahan panas (adiabatis).

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian mengenai fraksi hampa dalam aliran dua fase, yang melibatkan campuran udara, minyak kelapa, dan glukosa dalam pipa mini horizontal, adalah:

Menganalisis sifat-sifat hasil rata-rata waktu (*Time average*) dan Fungsi Kepadatan Probabilitas (PDF) dari fase gas-larutan dalam campuran udara, minyak kelapa, dan glukosa yang mengalir melalui pipa mini horizontal. Dengan variasi kecepatan aliran gas ( $J_G$ ) dan kecepatan aliran larutan ( $J_L$ ) yang telah ditetapkan.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan akan memberikan wawasan mengenai karakteristik aliran dua fase, glukosa – minyak – udara dalam pipa mini horizontal, serta dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan ilmu terkait aliran dua fase dalam penelitian-penelitian mendatang.