

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sistem perpipaan, aliran fluida merupakan gerakan fluida melalui pipa yang membentuk pola aliran dengan kecepatan tertentu. Fluida mengalir dalam wujud cair dan gas. Fase (*phase*) merupakan kondisi atau wujud suatu zat yang berupa padat, cair dan gas (Sudarja dkk, 2014). Dalam pengaplikasiannya, aliran fluida tidak hanya beraliran satu fase tetapi banyak dijumpai dua fase (*two phase flow*) atau multifase (*multiphase flow*). Dalam dunia industri, khususnya yang menggunakan jaringan sistem perpipaan, seperti sistem perminyakan, *heat exchanger*, dan *hotleg steam* generator pada pembangkit energi sering kali dijumpai jenis aliran dua fase (Arirohman dkk, 2021).

Aliran dua fase (*two phase flow*) merupakan aliran yang terdiri dari dua fase yang berbeda dalam satu saluran, misalnya cair-gas, gas-padat, padat-cair, dan masuk dalam golongan aliran multifase (*multiphase flow*). Sedangkan aliran multifase (*multiphase flow*) adalah aliran simultan dari beberapa fase dari sebuah zat (padat, gas, dan cair) yang saling berinteraksi dan saling mempengaruhi. Aplikasi dari aliran dua fase dan multifase sering dijumpai dalam proses industri, misalnya proses reaktor nuklir pada sistem PLTN, industri perminyakan, industri pertambangan (Awaluddin dkk, 2014).

Penerapan aliran dua fase dilakukan di berbagai jenis dan ukuran pipa. Aliran dua fase pada sistem perpipaan dilakukan di berbagai kondisi seperti susunan pipa vertikal dan horizontal. Sukamta dkk (2022) menyatakan bahwa aliran dua fase dibagi menjadi 2 arah saluran yaitu aliran searah dan berlawanan arah. Peran saluran aliran dua fase semacam saluran mendatar (Horizontal), saluran tegak (vertikal), ataupun saluran miring dengan variasi sudut tertentu. Aliran dua fase banyak terjadi pada pipa yang berdimensi besar (large pipe), normal (normal pipe), mini (mini pipe), dan mikro (mikro pipe).

Rangkaian perpipaan aliran fluida dibuat dengan penyesuaian terhadap kebutuhan fungsional dan arah aliran fluida, diperlukan sambungan seperti elbow, reducer dan *T-junction* sebagai konfigurasi aliran. Dalam penerapan aliran dua fase pada saluran kecil, diperlukan suatu mekanisme untuk mengalirkan kedua fase yang berbeda dalam saluran tersebut. Salah satu mekanisme yang digunakan untuk mencampurkan kedua fase tersebut adalah dengan menggunakan *T-junction*. *T-junction* merupakan metode pencampuran yang sering digunakan baik pada saluran konvensional, *minichannel*, maupun *microchannel* (Dharma dkk, 2022).

Parameter dalam penelitian aliran dua fase meliputi gradien tekanan (*pressure gradient*), pola aliran (*flow pattern*), dan fraksi hampa (*void fraction*). Gradien tekanan (*pressure gradient*) merupakan penurunan tekanan per satuan panjang sepanjang jalur aliran. Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Fakhriadi dkk (2018) yang meneliti tentang gradien tekanan dua-fase udara dengan campuran air dan gliserin dengan presentasi 40%, 50%, 60%, dan 70%. Penelitian dilakukan pada pipa diameter 1,6 mm dengan sudut kemiringan 15° terhadap posisi horisontal. Diambil data sebagai perbandingan pada $J_G = 0,066$ [m/s] dan $J_L = 0,7$ [m/s] membandingkan antara nilai gradien tekanan terhadap waktu yang diambil selama 0,5 detik. Dan didapatkan hasil bahwa gradien tekanan pada variasi GL 40%, GL 50%, GL 60% dan GL 70% dengan rata-rata nilai gradien tekanan masing-masing 43,62661; 48,28149; 48,3075 dan 48,78016 kPa/m.

Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Pratama dkk (2020) tetapi penelitian ini dilakukan dengan sudut kemiringan 45° terhadap posisi horisontal. Dan didapatkan hasil gradien tekanan pada kecepatan $J_G = 0,066$ (m/s) dan $J_L = 4,935$ (m/s) dengan viskositas 40% menghasilkan rata-rata gradien tekanan 80,366 (kPa/m), 50% menghasilkan rata-rata gradien tekanan 117,202 (kPa/m), 60% menghasilkan gradien tekanan rata-rata 128,708 (kPa/m), dan 70% menghasilkan gradien tekanan rata-rata 200,086 (kPa/m).

Gradien tekanan dipengaruhi oleh viskositas cairan dan kecepatan superfisial fluida. Viskositas cairan adalah tingkat kekentalan suatu fluida cair. Hasil penelitian yang dilakukan Sudarja dkk (2016) tentang gradien tekanan pada aliran dua-fase udara-air dan 20% gliserin dalam pipa mini horizontal menyatakan yang mempengaruhi gradien tekanan secara signifikan adalah kecepatan superfisial dari cairan dan gas. Penelitian yang dilakukan oleh Saputra dkk (2023) yaitu menganalisis pengaruh viskositas minyak terhadap pressure loss dan pola aliran pada GOR rendah dengan membuat visualisasi aliran fluida di dalam pipa vertikal menggunakan software Ansys Fluent. Dari hasil simulasi tersebut didapatkan hasil bahwa pola aliran untuk GOR 3.7362 SCF/STB dari viskositas 10 cP hingga 3000 cP memiliki pola aliran Slug Flow. Sedangkan pressure loss besar terjadi pada viskositas 10 cP hingga 2000 cP dibandingkan pada viskositas 3000 cP.

Penelitian tentang pengaruh viskositas terhadap karakteristik aliran dua fase juga dilakukan oleh Sukamta & Sudarja (2020). Penelitian dilakukan menggunakan pipa kapiler berdiameter 1,6 mm dan fluida yang digunakan campuran gas-air dan gliserin dengan konsentrasi 40%, 50%, 60%, dan 70%. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan Semakin tinggi viskositas cairan menyebabkan peningkatan gradien tekanan aliran dua fase. Selain itu gradien tekanan juga dipengaruhi oleh kecepatan superfisial gas dan cairan, semakin tinggi kecepatan superfisial cairan atau gas, maka semakin tinggi gradien tekanannya.

Berdasarkan uraian diatas, pembahasan berpusat pada gradien tekanan sedangkan informasi mengenai gradien tekanan dua-fase udara – air dan minyak pada *T-junction* pipa kapiler vertikal masih sangat sedikit. Dilihat dari penelitian terdahulu banyak melakukan analisa gradien tekanan pada pipa lurus dengan posisi vertikal, horizontal dan variasi sudut kemiringan namun belum terdapat penelitian mengenai gradien tekanan pada *T-Junction* pipa kapiler vertikal. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan informasi gradien tekanan pada *T-Junction* pipa kapiler vertikal. Hasil dari penelitian ini dapat membantu perkembangan di bidang aliran dua fase dan biomedik khususnya pada aliran darah seperti simulasi dalam distribusi darah.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh kecepatan superfisial udara dan cairan terhadap gradien tekanan aliran dua fase pada *T-junction* pipa kapiler vertikal?
2. Bagaimana pengaruh dari tingkat viskositas fluida cair yang berbeda terhadap gradien tekanan dua fase pada *T-junction* pipa kapiler vertikal?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini diperlukan batasan masalah untuk mempermudah pembahasan dan analisis saat penelitian:

1. Penelitian dilakukan pada suhu kamar dengan asumsi 25°C dan mengabaikan terjadinya perpindahan kalor atau *steady state*.
2. *T-junction* yang digunakan dianggap presisi dan licin.
3. Penelitian dilakukan di dalam ruangan bertekanan atmosfer atau 1 atm.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh kecepatan superfisial udara dan cairan terhadap gradien tekanan aliran dua fase pada *T-junction* pipa kapiler vertikal.
2. Mengetahui pengaruh dari tingkat viskositas fluida terhadap gradien tekanan dua fase pada *T-junction* pipa kapiler vertikal.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang pengaruh kecepatan superfisial gas dan cairan terhadap gradien tekanan aliran dua fase udara-air dan minyak pada *T-junction* pipa kapiler vertikal. Meningkatkan pengetahuan dan wawasan tentang pengaruh penggunaan viskositas fluida cair terhadap gradien tekanan yang terjadi pada aliran dua fase udara-air dan minyak. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai acuan untuk pemecahan masalah dibidang aliran dua fase.