

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Aliran dua fasa merupakan bagian dari aliran multi-fasa. Aliran dua fasa terdiri dari aliran fasa gas-cair, cair-padat dan padat-gas. Arah aliran terdiri dari searah ke atas, searah ke bawah dan berlawanan arah. Kedudukan saluran antara lain mendatar, tegak atau miring. Aliran dua fasa ini banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari maupun pada proses-proses industri, seperti pada reaktor nuklir, pipa saluran uap panas, ketel uap, alat penukar panas, kondensor dan lain-lainnya.

Hal yang sangat penting untuk dipelajari pada suatu aliran, baik aliran satu fasa maupun aliran dua fasa adalah pola aliran. Pola aliran menjadi penting dalam studi kasus aliran dua fasa, misalnya gas-cair. Perilaku campuran antara gas-cair mengandung banyak hubungan yang saling terkait yang diperlukan dalam menyelesaikan persamaan konservasi dua fasa. Begitu pula pada kasus aliran air-uap pada proses kondensasi aliran internal. Aliran dua fasa pada kondensasi mempunyai beberapa karakteristik yang berbeda pada umumnya. Perpindahan kalor (laju kondensasi) dan hidrodinamika menjadi dua faktor yang berkaitan sangat penting dan sensitif terhadap pola aliran.

Permasalahan unik yang terjadi pada aliran dua fase adalah pola aliran dan fluktuasi beda tekanan yang tinggi. Pola aliran dua fase dan beda tekanan melibatkan berbagai parameter, yaitu: diameter pipa, konfigurasi pipa, slip antar fase, sifat fluida, dan laju aliran dari tiap-tiap fase. Parameter lainnya adalah batas transisi pola aliran, perubahan temperatur dan kondisi tekanan. Alasan identifikasi pola aliran merupakan hal penting, pola aliran tertentu dapat berbahaya (pola aliran *slug*) dan dalam perencanaan fasilitas aliran dua fase perlu mempertimbangkan pola aliran sebelum mengkaitkan dengan penurunan tekanan.

Terjadinya kondensasi aliran uap bertemperatur tinggi di dalam sistem perpipaan dapat menghasilkan pola aliran *stratified* dan pola aliran *slug* yang dapat menginisiasikan terjadinya *water hammer*. Pola aliran *stratified* adalah pola aliran dua fasa yang mempunyai tingkat operasional yang tinggi. Pada pola aliran *stratified* uap dan cair mengalir terpisah secara jelas oleh adanya perbedaan berat jenis antara kedua fasa. Pola aliran *slug* adalah salah satu aliran dua fase yang di tandai dengan adanya gelembung uap yang cukup besar yang terjebak di antara cairan kondensat. Jika aliran uap ini terkondensasi secara cepat maka akan menghasilkan kenaikan tekanan yang tinggi secara tiba-tiba yang disebut *water hammer*. Peristiwa *water hammer* ini yang sangat berbahaya karena akan merusak sistem perpipaan dan peralatan lainnya di dalam industri (Sukamta, 2010).

Hasil dari penelitian Liu (2015), menunjukkan bahwa perpindahan panas kondensasi sangat tepat untuk meningkatkan aliran *stratified* stabil menjadi aliran transisi stabil dibatasi antara *stratified* dan aliran *slug*. Dalam pola aliran dua fasa cair-uap peta fenomena digambarkan aliran stabil sempit wilayah bertingkat dari dalam kasus aliran adiabatik. Sementara itu, wilayah aliran stabil akan menghilang dengan cepat dengan meningkatnya perbedaan suhu saturasi dengan dinding.

Sukamta (2010) melakukan percobaan menggunakan pipa anulus dengan pipa uji bagian dalam terbuat dari tembaga dan bagian luar terbuat dari pipa besi galvanis (GIP) dibungkus isolasi dengan tebal 10 mm. Panjang pipa 1,6 m, diameter luar 4 inci dan diameter dalam 17 mm. Variasi aliran uap yang di pilih mulai dari 0,0021 m<sup>3</sup>/s untuk 0,0078 m<sup>3</sup>/s. Secara umum, dari sinyal grafik gradien tekanan berdasarkan variasi debit uap yang masuk diketahui bahwa semakin tinggi debit uap yang masuk dengan laju air pendingin (*cooling water*) yang dianggap tetap, sinyal gradien tekanan di sepanjang pipa kondensat juga semakin meningkat.

Santoso (2012) melakukan penelitian karakteristik beda tekanan aliran *slug* dua fasa udara-air searah pipa horisontal dengan panjang 10 m dan diameter dalam 24 mm dengan menggunakan sensor *Differential Pressure Transducer* (DPT). Sensor (DPT) dipasang untuk merekam fluktuasi beda tekanan aliran *slug*. Sinyal beda tekanan dikondisikan oleh *pressure amplifier/signal conditioning* dan diubah

menjadi sinyal digital menggunakan peralatan *Analog to Digital Converter* (ADC). Secara umum, karakteristik dari fluktuasi beda tekanan aliran *slug* sangat dipengaruhi oleh kecepatan superfisial fluida.

Dari uraian di atas, penelitian terhadap beda tekanan yang terjadi pada pipa horisontal aliran dua fasa masih perlu digali lagi. Sudah banyak penelitian yang menjelaskan fenomena beda tekanan, namun hasil yang didapat beragam, baik dari posisi pipa, arah aliran maupun fluida yang digunakan. Penelitian ini mengidentifikasi beda tekanan yang terjadi di dalam pipa aliran dua fasa air-uap yang dilakukan melalui proses kondensasi pada pipa horisontal dengan analisa *Power Spectra Density* (PSD). Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan di bidang fluida dan energi.

## **1.2. Batasan masalah**

1. Tidak terdapat *non-condensable* gas di dalam aliran uap.
2. Perpindahan kalor antara dinding pipa luar (isolator) dengan udara luar diabaikan.
3. Tidak dilakukan pengukuran fraksi hampa.
4. Tidak menampilkan visualisasi pola aliran.

## **1.3. Rumusan masalah**

1. Bagaimana fenomena beda tekanan pada peristiwa kondensasi aliran uap bertemperatur tinggi dengan pendingin luar menggunakan pipa horisontal dengan berbasis domain frekuensi?

## **1.4. Tujuan**

1. Untuk mengetahui fenomena beda tekanan yang terjadi pada kondensasi aliran uap bertemperatur tinggi dengan pendingin luar pada pipa horisontal berbasis domain frekuensi.

### **1.5. Manfaat**

Dalam penelitian ini dapat memberikan pengaruh yang positif dalam pengembangan data base terkait peristiwa kondensasi aliran fluida (uap) bertemperatur tinggi. Data ini penting untuk input validasi komputasi dinamika fluida (CFD) maupun dalam perancangan *early warning system* untuk sistem keselamatan instalasi perpipaan, misalnya pada *hotleg* dari *pressurized water reactor* (PWR), kondensor, evaporator, radiator, dan lain lain.