

INTISARI

Aliran dua fase merupakan fenomena yang banyak dijumpai dalam proses produksi pada suatu industri. Sebagai contoh, aliran ini terjadi pada sistem reaktor air bertekanan PWR (*pressurized water reactor*) pada reaktor nuklir. Pada skenario LOCA (*loss of coolant accident*), terjadi kebocoran pipa sirkuit primer yang berdampak penurunan tekanan (*depressurizer*) pada sirkuit tersebut. Hal ini akan memudahkan terjadinya penguapan cairan di sirkuit primer. Uap yang dihasilkan mengalir menuju *steam generator* melalui pipa *hotleg*. Ketika sampai di *steam generator* uap terkondensasi menghasilkan cairan yang mengalir menuju *hotleg* sehingga kedua fluida mengalir secara berlawanan arah (*counter-current*). Aliran berlawanan arah ini akan stabil pada laju aliran uap dan air tertentu. Pada suatu titik karena laju aliran uap yang tinggi, aliran air akan mengalir searah dengan aliran uap sehingga terjadi fenomena *flooding*. Fenomena ini mengakibatkan pendinginan reaktor nuklir tidak terjadi. Untuk itu berbagai riset perlu dilakukan untuk memperdalam kajian mengenai aliran dua fase berlawanan arah mengingat bahaya akan fenomena *flooding*.

Pada penelitian ini dilakukan eksperimen dengan menggunakan *simulator hotleg* yang mana terdiri dari 3 bagian yaitu pipa horisontal, belokan dan pipa miring. Ukuran geometri pipa yang digunakan memiliki skala 1/30 dari ukuran geometri pipa panas yang sebenarnya pada PWR, dengan perbandingan L/D = 50. *Simulator hotleg* yang digunakan memiliki diameter dalam pipa D = 25,4 mm, panjang pipa horisontal L = 1270 mm dan panjang pipa miring 20 mm dengan kemiringan 50°. Pengambilan data visual dilakukan dengan menggunakan kamera berkecepatan tinggi untuk mengamati mekanisme *flooding* yang terjadi pada *simulator hotleg*. Mekanisme *flooding* diidentifikasi dengan menganalisis fenomena-fenomena yang terjadi pada aliran saat terjadinya *flooding*.

Dari pengamatan kamera berkecepatan tinggi ditemukan bahwa inisiasi *flooding* bertepatan dengan pembentukan *liquid slug*. Pada kecepatan superfisial air yang rendah, *onset of slugging* terjadi dekat dengan belokan. Sedangkan pada kecepatan superfisial air yang lebih tinggi, *onset of slugging* terjadi tampak jauh dari belokan. Perbandingan panjang pipa horisontal terhadap diameter dalam pipa (L/D) memberikan efek yang signifikan terhadap terjadinya *flooding*.

Kata kunci : Aliran berlawanan arah, Aliran dua fase, air-udara, visualisasi, *pressurized water reactor*, *onset of flooding*, *onset of slugging*, *zero liquid penetration*, *hydraulic jump*, *hotleg*

ABSTRACT

Two-phase flow is a phenomenon that is often found in the production process in an industry. For example, this flow occurs in the PWR (pressurized water reactor) system in nuclear reactors. In the scenario of LOCA (loss of coolant accident), pipe leak in the primary circuit affecting pressure drop (depressurizer). It facilitates the evaporation of liquid in the primary circuit. The resulted steam flows upward into the steam generator through the hotleg. When it reached the steam generator, steam is condensed and then produces the liquid. Liquid flows back into the hotleg, moving counter-currently to the flow of steam. Counter-current flow stables for certain flow rate of liquid and steam. At one particular due to high rate of steam flow, the liquid flow is stopped and then it will be flowing with the steam flow causing the flooding phenomenon. This phenomenon cause nuclear reactor cooling process does not occur. therefore, the various researches needs to be conducted to deepen the study of counter-current flow considering the danger of flooding phenomena.

In this study, the experiments used a hotleg simulator which consists of three parts: a horizontal pipe, bend and riser. Geometry sizes of pipes in a scale of 1/30 of the actual hotleg geometry size in the PWR, with ratio $L/D = 50$. Hotleg simulator has an inside diameter = 25.4 mm, the horizontal pipe length $L = 1270$ mm, and riser pipe length 20 mm with an angle of 50° . The visual data was collected by using a high speed camera to observe the mechanism of flooding that occurred in hotleg simulator. Flooding mechanism was identified by analyzing the phenomena that occur at the time of the flooding.

From the observation of a high speed camera, it was found that the initiation of flooding coincided with the formation of liquid slug. At low superficial velocity of water, the onset of slugging occurs near a bend. While at higher superficial velocity of water, the onset of slugging occurs away from the bend. Comparison of horizontal pipe length to the diameter of pipes (L/D) provide a significant effect on the flooding phenomenon.

Key Words : Counter current flow, two phase flow, water-air, visualization, pressurized water reactor, onset of flooding, onset of slugging, zero liquid penetration, hydraulic jump, hotleg.