

INTISARI

Pada skenario LOCA (*loss of coolant accident*) pada PWR, terjadi kebocoran pipa pada sirkuit primer yang berdampak penurunan tekanan mendadak (*pressure drop*). Akibatnya, terjadi perubahan fase dari cair menjadi uap jenuh. Uap yang dihasilkan mengalir menuju *steam generator* melalui pipa *hot leg*. Ketika sampai di *steam generator*, uap terkondensasi menjadi fase cair lalu mengalir menuju *hot leg* sehingga kedua fluida mengalir secara berlawanan arah (*counter-current*). Pada suatu titik di mana laju aliran uap terlalu tinggi, aliran air akan mengalir berbalik dan searah dengan aliran uap sehingga terjadi fenomena *flooding*. Fenomena ini berbahaya karena mengakibatkan pendinginan reaktor nuklir tidak terjadi. Untuk itu, perlu dilakukan riset lebih lanjut untuk memperdalam kajian mengenai aliran dua fase berlawanan arah.

Pada penelitian ini dilakukan eksperimen dengan menggunakan simulator *hot leg* di mana terdiri dari 3 bagian yaitu pipa horisontal, belokan dan pipa miring. Ukuran geometri simulator memiliki skala 1:30 dari ukuran geometri yang sebenarnya pada PWR, dengan perbandingan $L/D = 22$ dan $I/D=6$. Simulator *hot leg* memiliki diameter dalam pipa $D = 25,4$ mm, panjang pipa horisontal $L = 550$ mm dan panjang pipa miring 15 mm dengan kemiringan 50° . Pengambilan data visual dilakukan dengan menggunakan kamera ponsel karena sedang terjadi masalah pada *high speed camera*, yang memerlukan waktu lama untuk perbaikan untuk mengamati mekanisme *flooding* yang terjadi. Selain itu, penelitian ini menggunakan *signal analysis* untuk mengolah data *pressure drop* dalam bentuk data statistik berupa *Probability Density Function* (PDF) dan *Power Spectral Density* (PSD).

Berdasarkan mekanisme terjadinya *flooding*, wilayah dibagi menjadi tiga yaitu kecepatan superfisial cairan rendah, sedang, dan tinggi. Inisiasi *onset of flooding* ditandai dengan munculnya aliran *slug*. Pada kecepatan superfisial cairan rendah, aliran *slug* terjadi pada *bend*. Setelah itu, aliran *slug* terjadi pada bagian tengah pipa horisontal. Sedangkan pada kecepatan superfisial cairan tinggi, aliran *slug* terjadi tepat pada pintu *water exit*. Dari *signal processing*, peningkatan debit gas menyebabkan kurva PDF bergeser ke nilai beda tekanan yang lebih besar. Sementara fluktuasi sinyal PSD terlihat jelas pada frekuensi yang kecil.

Kata kunci: PWR, *hot leg*, pembatasan aliran berlawanan arah, mekanisme *flooding*, analisis sinyal, PSD, PDF, visualisasi.

ABSTRACT

In the scenario of LOCA (loss of coolant accident) at PWR, pipe leaks in the primary circuit which results in a sudden pressure drop. As a result, there is a phase change from liquid to saturated vapor. The vapor flows into the steam generator through a hot leg pipe. When it reaches the steam generator, vapor condensed to become liquid then it flows towards the hot leg so that the two fluids flow in counter-current. At a point where the vapor flow rate is too high, the liquid will flow backwards and causing a flooding phenomenon. This phenomenon is dangerous because it fails the cooling of the nuclear reactor. For this reason, further research is needed to review the study of two-phase counter current flow.

In this study, the experiment uses a hot leg simulator, which consists of three main parts, there are horizontal pipe, bend and inclined pipe. The simulator geometry size is 1:30 scaled down from the actual geometry size of the PWR, with a ratio of $L/D = 22$ and $I/D = 6$. The hot leg simulator has an inner diameter of $D = 25.4$ mm, a horizontal pipe length $L = 550$ mm and a length of 15 mm inclined pipe with an inclination of 50° . Visual data acquisition using a phone camera because unable to use high speed camera because it has some problems to be repaired to observe the occurrence of flooding mechanism. Moreover, this study uses signal analysis to process pressure drop data in the form of statistical data in the form of Probability Density Function (PDF) and Power Spectral Density (PSD).

Based on the mechanism of flooding, the area is divided into three, there are the low, medium, and high fluid superficial velocities. The initiation of the onset of flooding is indicated by the appearance of slug flow. At low fluid superficial velocity, slug flow occurs at the bend. After that, the slug flow occurs in the middle of the horizontal pipe. Whereas at the superficial high fluid velocity, slug flow occurs right at the water exit door. From signal processing, the increase in gas discharge causes the PDF curve to shift to a larger pressure difference value. Meanwhile, the PSD signal fluctuation is clearly visible at a small frequency.

Keywords: PWR, hot leg, counter current flow limitation, flooding mechanism, Signal Processing, PSD, PDF, visualization.