

Pembangkit listrik tenaga nuklir merupakan salah satu energi alternatif yang sedang dikembangkan untuk menopang kebutuhan energi yang semakin tinggi. Pembangkit listrik tenaga nuklir jenis *Pressurized Water Reactor* (PWR) mempunyai inti reaktor yang harus didinginkan. Pada kasus *loss of coolant accident* (LOCA), terjadi kebocoran yang mengakibatkan penurunan tekanan mendadak (*pressure drop*) pada sirkuit primer yang mengakibatkan perubahan fase cair menjadi uap jenuh. Hal tersebut sangat berbahaya karena dapat menggagalkan proses pendinginan para reaktor. Kasus LOCA diawali dengan fenomena *flooding*, dimana pada laju aliran uap yang tinggi menyebabkan aliran kondensat dari *Steam Generator* (SG) yang awalnya mengalir berlawanan arah dengan aliran uap berbalik arah menuju SG.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji fenomena *flooding* pada sirkuit *primer* PWR dengan geometri referensi *Upper Plenum Test Facility* (UPTF) Jerman skala 1:30. Simulator ini memiliki diameter dalam pipa  $D = 25,4$  mm, panjang pipa horizontal  $L = 610$  mm, panjang pipa miring 210 mm, dan kemiringan sebesar  $50^\circ$ . Perbandingan  $L/D$  dan  $I/D$  pada penelitian ini masing-masing adalah 24 dan 8,3. Analisis fenomena *flooding* dilakukan dengan menggunakan *parallel wire* untuk akuisisi data. Data sinyal beda tekanan RPV dan SG juga diakuisisi untuk mendukung analisis fenomena *flooding*. Visualisasi dilakukan menggunakan kamera dengan pengaturan *high speed recording* untuk memvalidasi data yang telah didapatkan.

Mekanisme *flooding* dibagi menjadi tiga wilayah, yaitu kecepatan superfisial cairan rendah, sedang, dan tinggi. Seiring bertambahnya kecepatan superfisial cairan, *locus* terjadinya *onset of flooding* mendekati *water exit*. *Onset of flooding* diawali dengan *hydraulic jump* yang berkembang menjadi *small roll wave* lalu terjadi penyumbatan (*liquid slug*). Dari *signal processing*, seiring bertambahnya kecepatan superfisial cairan, pada kecepatan rendah kurva PDF *void fraction* cenderung bergeser ke kanan, sedangkan pada kecepatan tinggi, kurva PDF *void fraction* pada *locus* 1 bergeser ke kiri dan pada *locus* 10 bergeser ke kanan. Sementara untuk fluktuasi sinyal *void fraction* PSD, pada kecepatan superfisial cairan dan gas berapapun akan terlihat jelas pada frekuensi kecil

**Kata Kunci:** PWR, *hot leg*, *onset of flooding*, *parallel wire*, *void fraction*, *locus*, PSD, PDF, kurva *flooding*.

A nuclear power plant is an alternative energy that is being developed to support increasing energy needs. A nuclear power plant type Pressurized Water Reactor (PWR) has a reactor core which must be cooled. During the lost coolant accident (LOCA) in a PWR due to leakage in the primary circuit, which results in a sudden pressure drop, it is considered that the reactor is depressurized and allows the evaporation of liquids. This is very dangerous because it can prevent the cooling process of the reactors. The LOCA begins with the flooding phenomenon. A high steam flow rate causes the condensate flows from the Steam Generator (SG), which initially flows in the opposite direction to the steam flow then reverse towards SG.

This study aims to examine the flooding phenomenon in the PWR primary circuit of 1:30 scale down of German *Konvoi* type reactor. This simulator has an inner diameter of pipe  $D = 25.4$  mm, a horizontal pipe length  $L = 610$  mm, an inclined pipe length of 210 mm with inclination of  $50^\circ$ . The ratio of  $L/D$  and  $I/D$  in this study were 24 and 8.3, respectively. Flooding phenomenon analysis was carried out using a parallel wire for data acquisition. RPV and SG pressure difference signal data were also acquired to support the analysis of the flooding phenomenon. Visual data acquisition using a high speed camera is performed to verify the data collected.

The flooding mechanism is divided into three regions: low, medium, and high based on liquid superficial velocity. As the liquid superficial velocity increases, the locus of the onset of flooding approaches the water exit. The onset of flooding begins with a hydraulic jump, which develops into a small roll wave, and then a liquid blockage occurs. From signal processing, as the liquid superficial velocity increases, at the low speed, the *void fraction* PDF curve tends to shift to the right, while at high speed, the *void fraction* PDF curve at locus 1<sup>st</sup> shifts to the left, and locus 10<sup>th</sup> shifts to the right. Meanwhile, for *void fraction* PSD signal fluctuations, at any superficial velocity of liquid and gas, it will be clearly visible at small frequencies.

**Keywords:** PWR, hot leg, onset of flooding, parallel wire, void fraction, locus, PSD, PDF, flooding curve.