

INTISARI

Pembangkit listrik tenaga nuklir memiliki efisiensi energi yang tinggi. Namun, terdapat beberapa hal yang dapat membahayakan sistem kinerjanya. Salah satunya adalah *loss of coolant accident* (LOCA), yaitu kondisi di mana terjadi penurunan tekanan secara drastis pada RPV akibat adanya kebocoran sehingga fluida pada RPV yang dijaga pada kondisi cair berubah fasa menjadi gas. Gas tersebut kemudian mendesak cairan pendingin yang diinjeksikan dari saluran bawah SG. Sehingga tercipta aliran dua fasa *gas-liquid* berlawanan arah pada saluran *hot leg*. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh sifat fisis cairan terhadap karakteristik permulaan *flooding* pada saluran *hot leg* menggunakan simulasi numerik.

Penelitian dilakukan menggunakan desain geometri simulator sirkuit primer PWR tipe German Konvoi dengan skala 1/30 yang mengacu pada aparatus penelitian yang telah dilakukan oleh Astyanto dkk., (2022). Pipa *hot leg* yang digunakan memiliki diameter 25,4 mm dan panjang 455 mm, sehingga menghasilkan rasio $L/D = 17.91$. Simulasi numerik dilakukan secara transien menggunakan ANSYS Fluent 2020 R2. Pemodelan aliran dua fase berlawanan arah sepanjang pipa *hot leg* dilakukan menggunakan metode *volume of fluid* (VOF). Simulasi dilakukan secara adiabatik dan *incompressible*. Perubahan fase cair menjadi gas pada RPV di representasikan menggunakan debit gas yang ditingkatkan 5 lpm dengan interval 25 detik hingga mencapai *flooding*. Fungsi *area weighted averaged* di letakkan di 4 titik x/L pipa horizontal untuk melacak fluktuasi fraksi hampa selama proses inisiasi *flooding*. Fungsi *volume fraction* dengan *area weighted averaged* juga dipasang pada *symmetry plane* untuk menampilkan visualisasi pola aliran yang terjadi saat inisiasi *flooding*.

Perkembangan pola aliran dari ketiga jenis cairan menunjukkan bahwa peningkatan viskositas yang berkorespondensi dengan peningkatan %wt gliserin membuat penebalan lapis film pada area *hydraulic jump* terjadi pada x/L yang lebih dekat dari belokan. Hal tersebut kemudian memiliki korelasi terhadap durasi terjadinya *flooding*, di mana *flooding* lebih cepat tercapai pada cairan yang memiliki viskositas yang lebih tinggi. Selanjutnya, *flooding* juga dicapai lebih cepat pada kecepatan superficial cairan yang lebih tinggi. Fluktuasi fraksi hampa menunjukkan penurunan secara landai saat sebelum inisiasi *flooding*, lalu terjadi lonjakan dan fluktuasi secara drastis sebagai representasi dari gelombang yang terjadi pada konfigurasi aliran *churn* pada belokan dan bergerak menuju RPVs sebagai aksi-reaksi dari momentum cairan yang menabrak belokan. Pada akhirnya, fluktuasi fraksi hampa dapat dijadikan sebagai acuan tambahan dalam karakterisasi permulaan *flooding*.

Kata kunci: *counter current flow*, inisiasi *flooding*, *volume of fluid*, fraksi hampa

ABSTRACT

Nuclear power plants have high energy efficiency. However, some things can endanger the system's performance. One of them is loss of coolant accident (LOCA), which is a condition where there is a drastic pressure drop in the RPV due to a leak so that the fluid in the RPV which is maintained in liquid condition changes phase to gas. The gas then urges the coolant liquid injected from the SG bottom channel. Thus creating a two-phase gas-liquid flow in the opposite direction in the hot leg channel. This study aims to examine the influence of the physical properties of the liquid on the characteristics of the onset of flooding in the hot leg channel using numerical simulation.

The research was conducted using the geometry design of the German Konvoi type PWR primary circuit simulator with a scale of 1/30 which refers to the research apparatus conducted by Astyanto et al. The hot leg pipe used has a diameter of 25.4 mm and a length of 455 mm, resulting in a ratio of $L/D = 17.91$. Numerical simulations were performed transiently using ANSYS Fluent 2020 R2. Modeling of two-phase flow in opposite directions along the hot leg pipe was performed using the volume of fluid (VOF) method. Simulations were conducted adiabatically and incompressibly. The liquid to gas phase change in the RPV is represented using a gas discharge that is increased by 5 lpm at 25 second intervals until flooding is achieved. The weighted averaged area function was placed at 4 x/L points of the horizontal pipe to track the fluctuation of void fraction during the flooding initiation process. The volume fraction function with weighted averaged area function is also installed on the symmetry plane to visualize the flow pattern that occurs during flooding initiation.

The development of the flow patterns of the three liquids shows that the increase in viscosity, which corresponds to the increase in %wt glycerin, makes the thickening of the film in the hydraulic jump area occur at x/L closer to the turn. This then has a correlation to the duration of flooding, where flooding is achieved faster in liquids with higher viscosity. Furthermore, flooding is also achieved faster at higher liquid superficial velocities. The void fraction fluctuations show a gentle decrease just before the initiation of flooding, then a drastic spike and fluctuation as a representation of the waves that occur in the churn flow configuration at the turn and move towards the RPVs as an action-reaction of the liquid momentum hitting the turn. Finally, the fluctuation of void fraction can be used as an additional reference in characterizing the onset of flooding.

Keywords : counter current flow, inception of flooding, volume of fluid, void fraction