

INTISARI

Keselamatan reaktor nuklir menjadi prioritas utama dalam pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN), terutama dalam mencegah kecelakaan dan mengurangi dampak pelepasan radiasi. Salah satu tantangan yang muncul adalah pembuangan sisa panas pasca *shutdown* darurat reaktor, seperti yang terjadi pada insiden PLTN Fukushima Daiichi, Jepang, pada 11 Maret 2011, di mana kegagalan sistem daya menyebabkan *station blackout* (SBO) dan melelehnya bahan bakar akibat tidak berfungsinya sistem pendingin aktif. Sehingga tujuan penelitian dilakukan untuk memperoleh karakteristik pemindahan panas dan laju aliran massa pada sistem sirkulasi alami menggunakan variasi fluida kerja, yaitu air dan nanofluida Al_2O_3 dengan konsentrasi 0,1% wt. Fokus penelitian ini adalah menginvestigasi pengaruh variasi temperatur pemanas di 60°C, 70°C, 80°C, dan 90°C dan sudut inklinasi 30°, 60°, dan 90° terhadap karakteristik laju aliran massa dan pemindahan panas. Metodologi yang digunakan melibatkan sistem pemanas dan pendingin vertikal atau VHVC dengan memanfaatkan sirkulasi alami, serta pengambilan data melalui termokopel yang dihubungkan ke sistem akuisisi data (DAS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa inklinasi 30° menghasilkan waktu tunak lebih lama dibandingkan 60° dan 90°. Pada inklinasi 90°, fluida kerja nanofluida Al_2O_3 0,1%wt mampu meningkatkan laju aliran massa hingga 0,0234 kg/s, lebih tinggi dari air (0,0210 kg/s). Selain itu, nanofluida menunjukkan pemindahan kalor yang lebih tinggi, mencapai 771,2 W pada 90°C dengan efisiensi pemindahan kalor yang meningkat sebesar 61%, dibandingkan air yang hanya 683 W dengan efisiensi 53,52%. Dengan demikian, nanofluida Al_2O_3 0,1%wt terbukti lebih efektif dalam meningkatkan efisiensi pemindahan panas dalam sistem pendingin berbasis sirkulasi alami.

Kata kunci: sistem pendingin pasif, sirkulasi alami, inklinasi, pemindahan kalor, nanofluida Al_2O_3 .

ABSTRACT

Nuclear reactor safety is the top priority in nuclear power plants (NPP), particularly in preventing accidents and reducing the impact of radiation release. One of the main challenges is the removal of residual heat after an emergency reactor shutdown, as seen in the Fukushima Daiichi NPP incident in Japan on March 11, 2011, where a power failure led to a station blackout (SBO) and fuel meltdown due to the failure of the active cooling system. This research aims to determine the heat removal characteristics and mass flow rate in a natural circulation system using variations of working fluids water and Al_2O_3 nanofluid with a 0.1% weight concentration. The research focuses on the effect of varying the heater temperature at 60°C, 70°C, 80°C, and 90°C, and the inclination angles of 30°, 60°, and 90° on the mass flow rate and heat removal characteristics. The methodology involves a vertical heater and vertical cooler system (VHVC) utilizing natural circulation, with data collected using thermocouples connected to a data acquisition system (DAS). The results show that an inclination of 30° results in a longer time to reach steady state compared to 60° and 90°. At 90°, the Al_2O_3 0.1%wt nanofluid was able to increase the mass flow rate to 0.0234 kg/s, higher than water (0.0210 kg/s). Additionally, the nanofluid demonstrated higher heat removal, reaching 771.2 W at 90°C with an efficiency increase of 61%, compared to water's 683 W with an efficiency of 53.52%. Therefore, Al_2O_3 0.1%wt nanofluid proves to be more effective in improving heat removal efficiency in natural circulation-based cooling systems.

Keywords: *passive cooling system, natural circulation, inclination, heat removal, nanofluid Al_2O_3 .*