

ABSTRAK

ANALISIS PERPINDAHAN PANAS SIRKULASI ALAMI GARAM BAHAN BAKAR *THORIUM MOLTEN SALT REAKTOR* (TMSR) DALAM OPERASI NORMAL DAN KECELAKAAN MENGGUNAKAN COMSOL *MULTIPHYSICS*

Oleh

Rindiani Aprillia Cauntesa

Seperti halnya dengan tipe MSR lainnya, dua masalah keselamatan utama dari TMSR adalah pendinginan panas sisa dan pembekuan garam cair yang tentunya berhubungan langsung dengan sistem perpindahan panas pada reaktor nuklir. Sirkulasi alami menjadi sistem keselamatan pasif pada reaktor generasi keempat dan disebut-sebut efektif dalam menstabilkan suhu reaktor jika terjadi kecelakaan seperti gagalnya sistem pendingin utama reaktor. Pada penelitian ini dilakukan analisis mengenai perpindahan panas sirkulasi alami pada garam bahan bakar TMSR dalam operasi normal maupun kecelakaan LOHS melalui parameter suhu, kecepatan fluida, dan tekanan. Metode yang digunakan adalah simulasi CFD 2D pada geometri loop sirkulasi alami berukuran 2×4 m menggunakan COMSOL *Multiphysics*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa dalam kondisi normal, sirkulasi alami mempertahankan distribusi suhu garam bahan bakar yang stabil dengan suhu tertinggi di dekat pemanas 892 K dan terendah di dekat pendingin 890 K, kecepatan aliran fluida konsisten sekitar 0,007 m/s, serta tekanan lebih rendah -9882 Pa di area atas loop dan tekanan lebih tinggi 99327 Pa di area bawah loop. Selama LOHS, suhu yang awalnya tidak stabil akhirnya menjadi seragam di 893 K, menunjukkan ketidakstabilan sistem. Kecepatan aliran fluida menurun masing-masing sebesar 0,002 m/s setelah pendingin dan 0,003 m/s setelah pemanas, sementara tekanan setelah pemanas meningkat -9822 Pa dan setelah pendingin menurun 99326 Pa. Meski sirkulasi alami tetap berfungsi, efisiensi sistem menurun akibat perubahan kondisi ekstrem, yang berdampak pada performa sirkulasi alami.

Kata kunci: perpindahan panas, sirkulasi alami, TMSR, LOHS, reaktor nuklir

ABSTRACT

ANALYSIS OF NATURAL CIRCULATION HEAT TRANSFER IN THORIUM MOLTEN SALT REACTOR (TMSR) FUEL SALT DURING NORMAL AND ACCIDENT OPERATIONS USING COMSOL MULTIPHYSICS

By

Rindiani Aprillia Cautesa

Two significant safety concerns associated with TMSR, as with other MSR, are residual heat cooling and molten salt freezing. These issues are intrinsically linked to the reactor's heat transfer system. Natural circulation, a passive safety feature inherent to fourth-generation reactors, is designed to stabilize reactor temperature in the event of an accident, such as a failure of the main cooling system. This research examines the heat transfer in TMSR fuel salt under both normal operation and Loss of Heat Sink (LOHS) accidents, with a particular focus on temperature, fluid velocity, and pressure. Two-dimensional computational fluid dynamics (CFD) simulations were conducted using COMSOL Multiphysics on a 2×4 m natural circulation loop. The results demonstrate that under normal operating conditions, the system maintain stable fuel salt temperature distribution, with the highest temperature close to the heater at 892 K and the lowest temperature close to the cooler at 890 K. The fluid velocity remains constant at 0.007 m/s, while pressure fluctuates between -9882 Pa (upper loop) and 99327 Pa (lower loop). During a loss of heat sink (LOHS) accident, the initially unstable temperature stabilizes at 893 K, indicating system instability. The fluid velocity decreases by 0.002 m/s after cooling and 0.003 m/s after heating, while the pressure increases by -9822 Pa after heating and decreases by 99326 Pa after cooling. Despite the persistence of natural circulation, its efficiency declines due to the extreme condition changes, affecting performance.

Keywords: heat transfer, natural circulation, TMSR, LOHS, nuclear reactor