

Simulasi Kinerja Termal Alat Two-Phase Closed Thermosyphon dengan Validasi Pemodelan dan Eksperimen = Thermal Performance Simulation of Two-Phase Closed Thermosyphon with Modelling and Experimental Validation

Andi Sofrany Ekariansyah, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920538096&lokasi=lokal>

Abstrak

Teknologi pembuangan panas peluruhan secara pasif pada reaktor daya nuklir masih bergantung pada penggunaan penukar kalor yang memindahkan energi kalor ke dalam tangki atau kolam air dengan volume tertentu sebagai heat sink pamungkas dengan memanfaatkan konveksi alam atau gravitasi. Teknologi ini memiliki keterbatasan kapasitas dalam jangka waktu tertentu sehingga tetap mengandalkan sistem pendinginan secara aktif. Salah satu teknologi pendukung pengambil kalor peluruhan yang dapat digunakan adalah teknologi two-phased closed thermosyphon (TPCT) yang telah digunakan sebagai objek penelitian dalam bentuk pemodelan maupun kegiatan eksperimen. Di sisi lain, sistem reaktor daya memiliki ukuran besar yang lebih praktis untuk dimodelkan dan disimulasikan. Salah satu program pemodelan adalah RELAP5/Mod3.4/SCDAP yang didesain untuk mensimulasikan proses pembangkitan dan pemindahan kalor pada reaktor daya nuklir berpendingin air saat kondisi operasi normal dan abnormal. Tujuan penelitian ini adalah melakukan simulasi kinerja termal TPCT yang telah dimodifikasi dengan menambahkan tangki air pendingin di sekeliling evaporator sebagai sumber kalor. Pemodelan RELAP5 yang diperoleh perlu divalidasi dengan hasil pemodelan lain seperti FLUENT dan hasil eksperimen yang telah dilakukan. Hasil validasi dengan memberikan beban kalor berbeda pada bagian evaporator menunjukkan tidak adanya fenomena dryout pada RELAP5 yang berbeda dengan hasil simulasi FLUENT. Hal ini disebabkan oleh perbedaan konsep pemodelan antara FLUENT dan RELAP5, namun demikian nilai tahanan termal TPCT memiliki kesamaan karakteristik di antara kedua metoda. Validasi simulasi dengan hasil eksperimen pada filling ratio (FR) 30 %, 45 %, 60 % menunjukkan karakterisasi perubahan temperatur dinding TPCT yang sama pada variabel FR 60 %. Pada FR lebih rendah, terdapat variasi perbedaan hasil simulasi dengan eksperimen terutama pada pencapaian temperatur pendidihan air tangki dan pola pengambilan kalor kondenser. Simulasi tambahan dengan FR 70 % dan 100 % menunjukkan kinerja termal TPCT yang lebih optimum pada FR 70 % dan menurun pada FR 100 %. Pemodelan TPCT dengan 2 volume radial menghasilkan simulasi yang lebih baik, namun demikian dibutuhkan pemahaman yang lebih tepat mengenai peranan parameter gas non-kondensibel pada nodalisasi model dengan kondisi vakum. Berdasarkan hasil validasi, simulasi TPCT dengan RELAP5 lebih tepat digunakan untuk tujuan prediksi kinerja termal TPCT berdasarkan FR yang optimum.

.....The current technology in removing residual heat in passive way in nuclear power reactor still depends on the use of heat exchanger to transfer heat energy into a water tank or pool with certain volume as the ultimate heat sink utilizing natural circulation or gravitation. This technology still requires active cooling supply system in certain time period due to the limited capability. One of the proposed support technology to remove residual heat is two-phased closed thermosyphon (TPCT), which has been used as research object in form of modelling or experimental activity. In other side, power reactor system has big dimension, which is more practical to be modelled to simulate its performance and safety level. One of the modelling code is

RELAP5/Mod3.4/SCDAP, designed to simulate the heat generation and removal process inside the water-cooled nuclear power reactor in normal and abnormal operation. Therefore, the research purposes are to model and simulate the TPCT, which has been modified by adding the external water tank around the evaporator. The generated model of TPCT using RELAP5 has to be validated using other modelling tool such as FLUENT and experimental results. The generated model of TPCT using RELAP5 has to be validated using other modelling tool such as FLUENT and experimental results. One of validation results by giving different heat load into the evaporator shows no indication of dry-out in the RELAP5 simulation as obtained otherwise in the FLUENT simulation. This is because the different modelling concept between FLUENT and RELAP5. However, the calculated thermal resistances had similar characteristics from both calculation tools. Simulation validation with experimental results using filling ratio (FR) of 30 %, 45 %, and 60 % shows a much more similar characteristics of the evaporator, adiabatic, and condenser wall temperature with higher FR of 60 %. In lower FR, there are several output variations in achieving the water tank boiling temperature and condenser heat transfer. Additional simulations with FR 70 % and 100 % indicated more optimum thermal performances of TPCT, especially in FR 70 %, which decreased in FR 100 %. TPCT modelling with 2 radial volumes results in a better simulation, however it requires a better understanding regarding the role of non-condensable gas in the model in the vacuum condition. Based on the validation results, TPCT simulation using RELAP5 is better conducted based on the optimum condition in term of filling ratio to predict the thermal performances of TPCT.