

Pengembangan Sistem Pengambilan Panas Peluruhan Jangka Panjang Secara Pasif Menggunakan Termosifon Dua Fase yang Terhubung Langsung ke Jalur Uap = Development of a Passive Long-Term Residual Heat Removal System Using a Two-Phase Thermosyphon Connected Directly to the Steam Line

Surip Widodo, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920564350&lokasi=lokal>

Abstrak

Pada PLTN, panas sisa hasil peluruhan terus dibangkitkan meskipun reaktor telah dihentikan operasinya. Panas ini harus dibuang ke lingkungan baik dalam kondisi normal maupun kecelakaan. Kegagalan membuang panas peluruhan bisa berakibat fatal seperti pada kecelakaan PLTN Fukushima Dai-Chi. PLTN generasi III dan IV telah menambahkan sistem keselamatan pasif (PRHRs) untuk membuang panas sisa tersebut. Meskipun demikian PRHRs ini masih didesain untuk basis kerja secara pasif hanya 72 jam. Ada beberapa penelitian yang mengusulkan tambahan sub-sistem pasif pada PRHR yang ada agar PRHR ini mampu bekerja lebih lama dari 72 jam. Namun, dalam hal termohidrolis, keuntungan dari penggunaan pipa kalor tanpa sumbu kapiler dengan air sebagai fluida kerja belum dimanfaatkan sepenuhnya dalam sistem PRHR yang sudah ada, terutama dalam operasional dengan temperatur di atas 100 oC. Karena itu, telah dilakukan penelitian tentang penggunaan pipa kalor tanpa sumbu kapiler (termosifon dua fase) yang ditempatkan dalam lingkungan uap bertekanan yang mewakili kondisi tekanan pada jalur uap PRHR. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari sifat termal dari termosifon dua fase saat mengkondensasi uap pada tekanan tinggi. Hasil penelitian ini digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan desain konseptual awal PRHR yang menggunakan termosifon dua fase yang terhubung secara langsung ke jalur uap pada sistem passive residual heat removal yang sudah ada, untuk membuang panas peluruhan dalam jangka panjang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi studi teknis terhadap desain PLTN tipe LWR yang tersedia secara publik, eksperimen termosifon dua fase dalam lingkungan uap, dan simulasi fasilitas uji menggunakan perangkat lunak sistem termohidrolis RELAP5. Hasil eksperimen dan simulasi tersebut kemudian digunakan sebagai dasar untuk merancang PRHRs yang memiliki kemampuan jangka panjang yang optimal, yang dapat diimplementasikan pada PLTN pertama di Indonesia. Hasil penelitian mencakup pengembangan basis data yang komprehensif mengenai hambatan termal termosifon dua fase, validasi model RELAP5 untuk desain sistem PRHR, dan penyusunan parameter desain konseptual untuk sistem pengambilan panas peluruhan jangka panjang secara pasif. Berdasarkan hasil penelitian, desain PRHR konseptual awal menunjukkan bahwa sekitar 480 termosifon diperlukan untuk memindahkan panas peluruhan jangka panjang pada reaktor nuklir kelas 300 MWth

.....In nuclear power plants (NPP), residual heat from decay continues to be generated even when the reactor has been shut down. This heat needs to be removed to the environment under normal and accident conditions. Failure to remove residual heat can have fatal consequences, as seen in the Fukushima Daiichi nuclear accident. Generation III and IV nuclear power plants have implemented passive safety systems (Passive Residual Heat Removal System, PRHRs) to remove this residual heat. However, these PRHRs are currently designed to passively operate for only 72 hours. Several studies have proposed additional passive subsystems to extend the PRHRs' operation beyond 72 hours. However, in terms of thermohydraulics, the

advantages of using wickless heat pipes with water as the working fluid have not been fully utilized in existing PRHR systems, particularly for operations at temperatures above 100 oC. Consequently, research has been conducted on the use of wickless heat pipes (two-phase thermosyphons) placed in a pressurized steam environment representing the pressure conditions in the PRHR steam path. The aim of this research is to study the thermal characteristics of the two-phase thermosyphon during high-pressure steam condensation. The findings of this research serve as a basis for developing an initial conceptual design of PRHRs that utilize directly connected two-phase thermosyphons in the existing passive residual heat removal system to effectively remove decay heat in the long term. The research methodology includes technical studies on publicly available LWR-type nuclear power plant designs, two-phase thermosyphon experiments in a steam environment, and simulation the experiment using thermal-hydraulic software RELAP5. The experimental and simulation results are then used as a basis for designing PRHRs with optimal long-term capabilities that can be implemented in the first nuclear power plant in Indonesia. The research results include the development of a comprehensive database on the thermal resistance of two-phase thermosyphons, the validation of the RELAP5 model for PRHR system design, and the establishment of conceptual design parameters for a passive long-term decay heat removal system. Based on the research results, the initial PRHR conceptual design shows that around 480 thermosiphons are required to transfer long-term decay heat to a 300 MWth class nuclear reactor.