

Pemodelan Dinamik dan Prediksi Kemampuan Sistem Kolam Penyimpanan Bahan Bakar Nuklir Bekas = Dynamic Modelling and Prediction of the Spent Nuclear Fuel Storage Pool System Ability

Titik Sundari, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920561069&lokasi=lokal>

Abstrak

Reaktor nuklir menghasilkan Bahan Bakar Nuklir Bekas (BBNB) yang umumnya disimpan di suatu kolam Instalasi Penyimpanan Sementara BBNB (IPSB3) dengan level air yang cukup untuk mendinginkan panas peluruhan dan meminimalkan paparan radiasi. Insiden Fukushima Daiichi unit 4 dimana tidak berfungsinya sistem pendingin menyebabkan akumulasi panas peluruhan yang menaikkan suhu dan laju penguapan air di luar kendali, memberikan pelajaran bahwa kolam-kolam ini termasuk IPSB3 dari Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy (RSG-GAS) memerlukan analisis kinerja termal yang memadai. Pemodelan dinamik IPSB3 diperlukan, dan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku dinamik dan kapabilitas IPSB3 pada kondisi saat ini dan prediksi masa mendatang maupun station blackout (SBO). Pemodelan mengadopsi pendekatan campuran homogen dan memperhitungkan proses perpindahan panas di dalam badan air, udara ruangan, sistem ventilasi, udara ambien serta lingkungan tanah, menggunakan software Stella. Untuk prediksi di masa depan, diasumsikan 120 BBNB ditambahkan akhir tahun 2021 (Kasus 1) dan akumulasi BBNB dari 60 tahun operasi RSG-GAS (Kasus 2). Model dinamik ini divalidasi terhadap data eksperimen yang dilakukan di IPSB3 RSG-GAS. Prediksi model dinamik Stella memiliki kesesuaian dengan data eksperimen. Validasi pada kondisi operasi normal menunjukkan nilai mean relative deviation (MRD) dan mean squared error (MSE) secara berturut-turut yaitu 0,042% dan 0,0047 untuk prediksi temperatur, sementara untuk prediksi level secara berturut-turut adalah 0,01% dan 0,0008. Validasi pada kondisi SBO menunjukkan nilai MRD dan MSE sebesar 0,0254% dan 0,00178 untuk prediksi temperatur, sedangkan prediksi level air berturut-turut 0,00853% dan 0,0006. Pada kondisi operasi normal dengan mode operasi sistem VAC 8 jam dan HE sistem pendingin 6 jam setiap jam kerja, simulasi penambahan 120 BBNB menunjukkan bahwa temperatur air relatif dapat dipertahankan pada hari kerja, namun pada simulasi 60 tahun operasi akan terjadi kenaikan temperatur yang signifikan. Penambahan waktu operasi pendingin harus dilakukan untuk mencegah peningkatan suhu air secara terus-menerus. Jika terjadi SBO, air kolam dapat bertahan tanpa intervensi manusia secara berturut-turut selama 142 hari pada inventori saat ini, 104,4 hari pada penambahan 120 BBNB, dan 45,8 hari pada inventori 60 tahun operasi RSG-GAS. Laju penguapan tertinggi terjadi ketika kondisi 300 jam SBO pada inventori 60 tahun operasi RSG-GAS, yaitu sebesar 0,12 kg/m².jam, menunjukkan nilai dimana sistem produksi air bebas mineral masih mampu mengkompensasi kehilangan air akibat penguapan.

.....Nuclear reactors generate spent nuclear fuel (SNF) which is generally stored in an interim storage pool for spent fuel (ISSF/SFSP) with a sufficient water level to cool the decay heat and minimize the radiation exposure. The Fukushima Daiichi unit 4 incident in which the cooling system malfunctioned caused the accumulation of decay heat and raised the temperature and evaporation rate of water out of control, providing a lesson that these ponds include SFSP from the G.A. Siwabessy Multipurpose Reactor. (GAS-MPR) requires an adequate thermal performance analysis. SFSP dynamic modeling is required, and this study aims to determine the dynamic behavior and capabilities of SFSP in current conditions and future

predictions as well as station blackout (SBO). The modeling adopts a well-mixture approach and takes into account the heat transfer process in water bodies, room air, ventilation systems, ambient air and ground environment, using Stella software. For future predictions, it is assumed that 120 SNF will be added by the end of 2021 (Case 1) and the accumulated SNF from 60 years of GAS-MPR operation (Case 2). This dynamic model was validated against experimental data conducted in the GAS-MPR SFSP. The predictions of the Stella dynamic model are in a good agreement with the experimental data. Validation under normal operating conditions shows the mean relative deviation (MRD) and mean squared error (MSE) values of 0.042% and 0.0047, respectively for temperature prediction, while the prediction levels are 0.01% and 0.0008, respectively. Validation on the SBO condition shows the MRD and MSE values of 0.0254% and 0.00178 for temperature prediction, while the prediction of water levels is 0.00853% and 0.0006, respectively. In normal operating conditions with the VAC system operating mode 8 hours and HE cooling system 6 hours per working hour, the simulation of the addition of 120 SNF shows that the water temperature can be relatively maintained on working days, but in the 60-year simulation of operation there will be a significant increase in temperature. Increasing the cooling operating time must be done to prevent the continuous increasing in the water temperature. In case SBO occurs, pool water can survive without human intervention consecutively for 142 days in the current inventory, 104.4 days in the addition of 120 SNF, and 45.8 days in the 60-year inventory of GAS-MPR operation. The highest evaporation rate occurs when the condition of 300 hours SBO in the 60-year inventory of GAS-MPR operation, which is 0.12 kg/m²-hour, shows the value at which the demineralized water production system is still able to compensate for water loss due to evaporation.