

Studi Eksperimental Unjuk Kerja Termal Vertical Straight Wickless-Heat Pipe sebagai Sistem Pendingin Pasif pada Kolam Penyimpanan Sumber Radioaktif Co-60 Iradiator Gamma = EXPERIMENTAL STUDY ON THERMAL PERFORMANCE OF VERTICAL STRAIGHT WICKLESS-HEAT PIPE AS PASSIVE COOLING SYSTEM IN RADIOACTIVE CO-60 SOURCE STORAGE POOL OF GAMMA IRRADIATOR

Kukuh Prayogo, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20490753&lokasi=lokal>

Abstrak

Iradiator gamma serbaguna kapasitas 2 Mci dibangun untuk mendukung ketahanan pangan di Indonesia. Pada saat tidak dioperasikan sumber Co-60 disimpan di dalam kolam agar radiasinya tidak menyebar. Dalam kondisi tersimpan Co-60 memancarkan sinar gamma sehingga dapat menaikkan temperatur dan mengakibatkan terjadinya penguapan pada air kolam. Kedua keadaan tersebut harus dihindari agar level air kolam tidak berkurang dan Iradiator Gamma tetap dalam kondisi aman. Pada kasus *station blackout* (SBO) berkepanjangan dan menyebabkan sistem pendingin aktif gagal, *decay heat* yang terus dibangkitkan dari sumber radioaktif gamma harus didinginkan agar radiasi tetap dapat dikendalikan untuk tidak keluar ke lingkungan dan menjaga integritas sistem Iradiator Gamma. Penggunaan teknologi pendingin pasif dengan *vertical straight wickless-heat pipe* digunakan untuk menyerap kalor di dalam kolam yang dihasilkan oleh sumber radioaktif Co-60 dan dibuang ke lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi karakteristik, fenomena perpindahan kalor, dan unjuk kerja termal dari *vertical straight wickless-heat pipe* dalam menyerap pembangkitan kalor yang dihasilkan di dalam kolam berisi air panas. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan *vertical straight wickless-heat pipe* terbuat dari bahan tembaga dengan panjang total 1000 mm dengan diameter luar dan dalam 41,35 dan 39,35 mm serta menggunakan *fin* di bagian *condenser*. Fluida kerja yang digunakan adalah air demineral dan *refrigerant* R134a. Parameter yang divariasikan untuk air demineral adalah *filling ratio* 55, 65, 75, 85%, temperatur air kolam 60, 70, 80, 90^oC, kecepatan udara yang ditiupkan pada *fin* sebagai pengambil kalor di bagian *condenser* 1, 1,5, 2,1, 2,8 m/s. Parameter yang divariasikan untuk R134a adalah *filling ratio* 25, 35, 45, 55%, temperatur air kolam 35, 40, 45, 50, 55^oC, variasi kecepatan udara pendingin sama dengan air demineral. Tahanan termal terendah pipa kalor hasil eksperimen dengan fluida kerja air demineral sebesar 0,03 °C/W. Tahanan termal ini diperoleh pada saat pipa kalor dioperasikan pada temperatur kolam 90°C, *filling ratio* 55%, dan kecepatan udara pendingin 1 m/s. Sedangkan tahanan termal terendah pipa kalor hasil eksperimen dengan fluida kerja R134a sebesar 0,09 °C/W. Tahanan termal ini diperoleh pada saat pipa kalor dioperasikan pada temperatur kolam 55°C, *filling ratio* 45%, dan kecepatan udara pendingin 2,8 m/s. Hasil penelitian menunjukkan *vertical straight wickless-heat pipe* mampu menyerap dan membuang kalor dengan baik dari sumbernya ke lingkungan dalam jangka waktu yang lama serta dapat menjaga temperatur dan level air kolam pada kondisi operasi yang diijinkan. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pengetahuan mengenai *vertical straight wickless-heat pipe* yang akan

diajukan sebagai pengambil panas sumber Co-60 di kolam iradiator gamma. Pengetahuan mengenai sistem pendingin pasif menggunakan vertical straight wickless-heat pipe ini diharapkan memiliki kontribusi terhadap manajemen termal kecelakaan nuklir di kolam iradiator gamma dan memberi tambahan pengetahuan secara umum terhadap sistem pendingin pasif di lingkungan nuklir.

Multipurpose capacity of 2 Mci gamma irradiator was built to support food security in Indonesia. When not operated the Co-60 source is stored in the pool so the radiation does not spread. In stored conditions Co-60 emits gamma rays so that it can raise temperatures and cause evaporation of pool water. Both of these conditions must be avoided so that the pool water level is not reduced and the Gamma Irradiator remains safe. In the case of prolonged station blackout (SBO) and causing the active cooling system to fail, decay heat that is continuously generated from a radioactive gamma source must be cooled so that radiation can still be controlled not to go out into the environment and maintain the integrity of the Gamma Irradiator system. The use of passive cooling technology with vertical straight wickless-heat pipes is used to absorb heat in the pool produced by radioactive sources of Co-60 and discharged into the environment. This study aims to investigate the characteristics, the phenomenon of heat transfer, and the thermal performance of vertical straight wickless-heat pipes in absorbing heat generation produced in a pool of hot water. The research was carried out experimentally using a vertical straight wickless-heat pipe made of copper with a total length of 1000 mm with an outer and inner diameter of 41.35 and 39.35 mm and using fin in the condenser section. The working fluid used is demineralized water and R134a refrigerant. The parameters varied for demineralized water are filling ratio 55, 65, 75, 85%, pool water temperature 60, 70, 80, 90°C, air velocity blown on the fin as heat takers in the condenser parts 1, 1.5, 2.1, 2.8 m/s. The parameters varied for R134a are the filling ratio of 25, 35, 45, 55%, the temperature of the pool water 35, 40, 45, 50, 55°C, the variation in the speed of cooling air is the same as demineralized water. The lowest thermal resistance of the heat pipe from the experimental results with the working fluid of demineralized water is 0.03°C/W. This thermal resistance is obtained when the heat pipe is operated at a pool temperature of 90°C, a filling ratio of 55%, and a cooling air speed of 1 m/s. While the lowest thermal resistance of the heat pipe from the experimental results with the working fluid R134a was 0.09°C/W. This thermal resistance is obtained when the heat pipe is operated at a pool temperature of 55°C, a filling ratio of 45%, and a cooling air speed of 2.8 m/s. The results showed that vertical straight wickless-heat pipes were able to absorb and dispose of heat well from the source into the environment for a long period of time and could maintain the temperature and water level of the pond in the permitted operating conditions. The results of this study can be used as a knowledge base for vertical straight wickless-heat pipes to be proposed as Co-60 source heat takers in gamma irradiator pools. This knowledge of passive cooling systems using vertical straight wickless-heat pipes is expected to contribute to the thermal management of nuclear accidents in gamma irradiator pools and provide general knowledge of passive cooling systems in the nuclear environment.