

PENGARUH LAJU ALIR PENDINGIN DAN VARIASI CURVATURE RATIO PADA SISTEM PENGAMBIL KALOR KOIL HELIKAL DALAM AQUEOUS HOMOGENEOUS REACTOR (AHR) PASCA PEMADAMAN

Oleh

Hifdhul Mulki Fadlullah
11/319492/TK/38620

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 16 Juli Agustus 2018
Untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
sarjana S-1 Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Aqueous Homogeneous Reactor (AHR) adalah reaktor nuklir non daya, yang digunakan sebagai generator isotop untuk keperluan medis seperti Molybdenum-99 (Mo-99). Reaktor AHR menggunakan bahan bakar berbentuk cair yaitu uranil nitrat atau uranil sulfat dan berpendingin air. Penggunaan pendingin dalam suatu reaktor sangat erat kaitannya dengan keselamatan reaktor. Reaktor AHR menggunakan pendingin yang berbentuk koil helikal. Fluida yang mengalir dalam pipa melengkung dapat memicu aliran sekunder sehingga meningkatkan jumlah kalor yang dapat dipindahkan akibat adanya pengadukan yang dilakukan oleh aliran. Kecepatan aliran dalam suatu saluran tertutup dapat direpresentasikan dengan besaran angka Reynolds (Re), sedangkan untuk pengambilan kalor konveksi pada fluida melalui sistem pendingin AHR dapat direpresentasikan berdasarkan nilai angka Nusselt (Nu). Studi eksperimental dengan skala laboratorium dilakukan untuk mengetahui fenomena perpindahan panas pada kondisi pasca operasi normal.

Penelitian dilakukan dengan mengukur temperatur dekat bagian masukan dan keluaran pendingin serta bagian atas dan bawah *vessel* reaktor tipe *batch* yang telah disederhanakan dengan tiga variasi kecepatan dan dua variasi tipe koil yang memiliki *curvature ratio* (δ) berbeda pada kondisi pasca operasi normal. Kondisi pasca operasi normal yang dimaksud adalah mengalirkan pendingin pada kondisi tanpa pembangkitan panas di tengah bejana. Metode analisis LMTD (*Log Mean Temperature Difference*) digunakan untuk mendapatkan nilai koefisien perpindahan panas konveksi (h). Metode Plot Wilson digunakan untuk perhitungan koefisien perpindahan panas dan bilangan Nusselt di dalam pipa. Analisis dilakukan pada kondisi pasca operasi normal dengan temperatur di dalam *batch* mula - mula sebesar sekitar 90°C terhadap 100 data pencuplikan pada tiap variasi laju aliran pendingin, tiap jenis koil, dan pencuplikan dilakukan sebanyak 3 kali pada tiap koil dan temperatur fluida panas yang sama.

Analisis korelasi pada hasil pengukuran menunjukkan bahwa profil aliran dan perpindahan panas telah memenuhi persamaan $Nu = 0,051 Re^{0,6} Pr^{0,4} \delta^{0,25}$. Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai bilangan Reynolds (Re) dan *curvature ratio* (δ), maka nilai bilangan Nusselt di dalam pipa akan semakin besar pula.



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Pengaruh Laju Alir Pendingin dan Variasi Curvature Ratio pada Sistem Pengambil Kalor Koil Helikal dalam Aqueous Homogeneous Reactor (AHR) Pasca Pemataman

HIFDHUL MULKI F, Ir. Ester Wijayanti M.T. ; Dr.-Ing. Sihana

Universitas Gadjah Mada, 2018 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Kata kunci: AHR, pengambilan kalor, koil helikal, *curvature ratio*, Plot Wilson

Pembimbing Utama : Ir. Ester Wijayanti, M.T.

Pembimbing Pendamping : Dr.-Ing. Sihana

THE EFFECT OF COOLING FLOW RATE AND THE VARIATION OF CURVATURE RATIO IN HEAT EXCHANGER SYSTEM ON THE POST-SHUTDOWN AQUEOUS HOMOGENEOUS REACTOR (AHR) CONDITION

By

Hifdhul Mulki Fadlullah

11/319492/TK/38620

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Physics Engineering

Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on July 16, 2018

In partial fulfilment of the Degree of Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Aqueous Homogeneous Reactor (AHR) is a non-power nuclear reactor that used as isotope generator for medical purpose, like Molybdenum-99 (Mo-99). AHR reactor utilizes liquid element of uranium nitrate or uranium sulphate as the fuel and water as the coolant. The use of coolant in the reactor has close relation to the reactor safety. AHR reactor utilizes helical coil shaped cooler. Fluid-flow in curved pipe may trigger secondary flow thus increasing the heat that can be transfer as a result of the natural convection of fluid-flow. The flow velocity in a closed channel is represented by Reynolds number (Re), while the transfer of convection heat in fluid via the AHR cooler system is represented by Nusselt number (Nu). Laboratory-scale experimental study is performed to discover the heat transfer phenomenon on normal post-operation condition.

The research performed by measuring the input and output temperature of either coolant or batch type reactor vessel that have been simplified to three velocity variations and tqo coil type variations with different curvature ratio (δ) from post operation. This post operation streams the coolant without heat generation in the centre of vessel. LMTD (*Log Mean Temperature Difference*) method utilized to discover the coefficient of heat convection (h). Plot Wilson method is applied to calculate heat transfer coefficient and Nusselt number inside pipe. The analysis is conducted in post operation condition with the *batch* initial temperature 90°C to 100 data sampling of each coolant flow rate, coil type, and sampling performed 3 times on each coil and on similar fluid heat temperature.

Correlation analysis on the measurements results shows that the flow profile and heat transfer have satisfied the $Nu = 0.051 Re^{0.6} Pr^{0.4} \delta^{0.25}$ equation. From the equation it can be concluded that the greater the value of Reynolds (Re) and curvature ratio (δ), the greater value of Nusselt number in the pipe.

Key words: AHR, heat exchanger, helical coil, curvature ratio, Wilson Plot

Supervisor : Ir. Ester Wijayanti, M.T.

Co - supervisor : Dr.-Ing. Sihana