UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Graphene Foam terhadap Fenomena Aliran dan Koefisien
Perpindahan Kalor Closed-loop Geothermal tipe Koaksial Vertikal**
Dinar Kurniawan, Ir. Indro Pranoto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.; Dr. Ir. Khasani, S.T., M.Eng., IPM., ASE
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Peningkatan performa perpindahan kalor dalam sistem perpipaan menjadi fokus utama dalam berbagai aplikasi industri meliputi alat penukar panas, sistem pendinginan, dan rekayasa energi termal. Salah satu pendekatan yang efektif dan inovatif adalah penggunaan media berpori di dalam saluran pipa. Media berpori dapat meningkatkan area kontak fluida, menghasilkan gangguan aliran mikro (*micro-mixing*) dan mempercepat mekanisme perpindahan panas baik secara konduksi maupun konveksi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis peningkatan suhu fluida pada saluran outlet ditinjau dari nilai koefisien perpindahan kalor dan fenomena aliran *closed-loop geothermal* tipe koaksial vertikal dengan penggunaan media berpori jenis *graphene foam.* Metode yang digunakan berupa eksperimen langsung dalam skala laboratorium dengan variasi porositas *graphene foam* 85% (90 PPI) dan 90% (110 PPI) dengan laju aliran fluida (0,3, 0,6, dan 0,9 LPM) dan temperatur (170, 200, dan 230 ℃).

Hasil penelitian menunjukkan penggunaan *graphene foam* variasi porositas 85% (90 PPI) dan 90% (110 PPI) pada sistem ini mampu meningkatkan koefisien perpindahan kalor. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa variasi *graphene foam* 85% (90 PPI) dan 90% (110 PPI) mencapai nilai maksimal pada laju aliran fluida 0,9 LPM pada temperatur 230°C dengan koefisien perpindahan kalor menyeluruh (U) sebesar 1137,64 W/m^2.K dan 755,33 W/m^2.K dibandingkan dengan tabung polos sebesar 167,53 W/m^2.K.

Kata Kunci : *Graphene foam*, *closed-loop geothermal*, laju perpindahan kalor, koefisien perpindahan kalor, fenomena aliran.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Graphene Foam terhadap Fenomena Aliran dan Koefisien
Perpindahan Kalor Closed-loop Geothermal tipe Koaksial Vertikal**
Dinar Kurniawan, Ir. Indro Pranoto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.; Dr. Ir. Khasani, S.T., M.Eng., IPM., ASE
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The enhancement of heat transfer performance in piping systems has become a primary focus in various industrial applications, including heat exchangers, cooling systems, and thermal energy engineering. One effective and innovative approach is the use of porous media within the pipe channels. Porous media can increase the fluid contact area, induce micro-scale flow disturbances (micro-mixing), and accelerate heat transfer mechanisms through both conduction and convection.

The objective of this study is to analyze the increase in fluid temperature at the outlet channel in terms of heat transfer coefficient and the flow phenomenon in a vertical coaxial closed-loop geothermal system using graphene foam as the porous medium. The method employed is direct laboratory-scale experimentation with variations in graphene foam porosity 85% (90 PPI) and 90% (110) with fluid flow rates (0,3, 0,6, and 0,9 LPM) and temperature (170, 200, dan 230 ℃).

The results indicate that integrating graphene foam with porosity levels of 85% (90 PPI) and 90% (110 PPI) significantly enhances the system's heat transfer coefficient. The calculations reveal that both graphene foam 85% (90 PPI) and 90% (110 PPI) variants achieved their peak performance at a fluid flow rate of 0.9 LPM and an operating temperature of 230°C. Under these conditions, the overall heat transfer coefficients reached 1137.64 W/m².K and 755.33 W/m².K, respectively, representing a substantial increase over the plain tube, which achieved only 167.53 W/m².K.

Keywords : *graphene foam, closed-loop geothermal, heat transfer rate, heat transfer coefficient, flow phenomenon.*