UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Numerik Variasi Penggunaan Material Outer Tube terhadap Perpindahan Panas pada Closed Loop
Geothermal System Tipe Koaksial**
Syachnanda Febindillah Almaso, Dr. Ir. Khasani, S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Sistem panas bumi *closed-loop* tipe koaksial merupakan teknologi ekstraksi energi panas bumi yang beroperasi tanpa kontak langsung antara fluida kerja dan reservoir. Salah satu konfigurasinya adalah *Downhole Coaxial Heat Exchanger* (DCHE), yang memanfaatkan susunan *tube* koaksial untuk menyalurkan fluida kerja dalam menyerap panas dari formasi batuan di dalam sumur. Kinerja sistem ini dipengaruhi oleh berbagai parameter desain, termasuk material *outer tube*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara numerik pengaruh variasi material *outer tube* terhadap distribusi temperatur dan kinerja termal yang dihasilkan.

Studi ini dilakukan melalui simulasi numerik menggunakan COMSOL Multiphysics pada model sumur HCE-32 di PLTP Geo Dipa Dieng, Jawa Tengah. Variasi material *outer tube* yang digunakan meliputi *carbon steel*, *tungsten–copper alloy (70 wt% W – 30 wt% Cu)*, dan *copper*. Simulasi dilakukan pada kondisi *steady state* dengan aliran laminar untuk mengetahui pengaruh masing-masing material terhadap temperatur *outlet* fluida kerja dan kinerja termal sistem.

Hasil penelitian mendapatkan bahwa perbedaan konduktivitas termal material tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap temperatur *outlet* fluida kerja, di mana *copper* menghasilkan temperatur *outlet* sebesar 287,39 °C, diikuti material *tungsten–copper alloy (70 wt% W – 30 wt% Cu)* sebesar 287,37 °C, dan *carbon steel* sebesar 287,34 °C pada laju aliran massa 0,03 kg/s. Selain itu, perbedaan konduktivitas termal material juga tidak memberikan pengaruh yang dominan terhadap kinerja termal dengan material *copper* menghasilkan daya termal sebesar 37,547 kWth, diikuti *tungsten–copper alloy (70 wt% W – 30 wt% Cu)* sebesar 37,543 kWth, dan *carbon steel* sebesar 37,534 kWth.

Kata Kunci: Sistem panas bumi *closed-loop*, Konduktivitas termal material, Perpindahan panas, Daya termal, COMSOL Multiphysics.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Numerik Variasi Penggunaan Material Outer Tube terhadap Perpindahan Panas pada Closed Loop
Geothermal System Tipe Koaksial**
Syachnanda Febindillah Almaso, Dr. Ir. Khasani, S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The coaxial closed-loop geothermal system is a geothermal energy extraction technology that operates without direct contact between the working fluid and the reservoir. One of its configurations is the Downhole Coaxial Heat Exchanger (DCHE), which utilizes a coaxial tube arrangement to circulate the working fluid and extract heat from the rock formation within the wellbore. The performance of this system is influenced by various design parameters, including the material used for the outer tube. Therefore, this study aims to numerically analyze the effect of variations in outer tube material on heat distribution and thermal power output.

This study was conducted through numerical simulation using COMSOL Multiphysics on the HCE-32 well model at the Geo Dipa Dieng Geothermal Power Plant, Central Java, Indonesia. The outer tube materials considered were carbon steel, tungsten–copper alloy (70 wt% W – 30 wt% Cu), and copper. The simulation was performed under steady-state conditions with laminar flow to examine the effect of each material on the outlet temperature of the working fluid and the thermal power generated by the system.

The results showed that differences in the thermal conductivity of the outer tube materials did not have a significant effect on the working fluid outlet temperature. At a mass flow rate of 0.03 kg/s, copper produced an outlet temperature of 287.39 °C, followed by tungsten–copper alloy (70 wt% W – 30 wt% Cu) at 287.37 °C and carbon steel at 287.34 °C. In addition, differences in thermal conductivity did not significantly affect the thermal power output, with copper producing 37.547 kWth, followed by tungsten–copper alloy (70 wt% W – 30 wt% Cu) at 37.543 kWth and carbon steel at 37.534 kWth.

Keywords: *closed-loop geothermal system, thermal conductivity of materials, heat transfer, thermal power, COMSOL Multiphysics*