UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Numerik Peningkatan Perpindahan Panas pada Closed Loop Geothermal System Tipe Koaksial pada
Sumur Panas Bumi MT-3 PLTP Mataloko, Flores Menggunakan Variasi Inner Pipe Diameter**
HAFIDH NAUFAL AHMAD, Dr. Ir. Khasani, S.T., M.Eng, IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Sistem panas bumi *closed-loop* koaksial muncul sebagai alternatif yang kuat untuk mengatasi keterbatasan sistem konvensional, karena lebih aman dan fleksibel. Kinerjanya sangat ditentukan oleh parameter desain—khususnya diameter pipa dalam (*inner pipe*)—yang memengaruhi efisiensi perpindahan panas dan performa keseluruhan. Karena itu, studi ini bertujuan menganalisis secara numerik dampak variasi kedalaman terhadap respons termal dan hidrolik sistem, mencakup evaluasi perpindahan panas, tenaga termal, serta kebutuhan daya pompa.

Penelitian dilakukan melalui simulasi COMSOL Multiphysics pada model sumur MT-3 di PLTP Mataloko, Flores. Untuk menilai pengaruh kedalaman, diterapkan variasi diameter inner pipe dari 450 hingga 600 mm. Analisis steady-state digunakan untuk mengamati bagaimana perubahan kedalaman memengaruhi suhu keluaran, tenaga termal yang dihasilkan, dan daya pompa yang diperlukan untuk mensirkulasikan fluida kerja.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa memperkecil diameter inner pipe meningkatkan suhu keluaran fluida kerja dari 137,35°C menjadi 139,26°C, sekaligus menambah tenaga termal yang diekstraksi. Pada saat yang sama, daya pompa turun signifikan dari 7783,9 W menjadi 2702 W. Temuan ini menyoroti *trade-off* penting: perolehan energi termal menunjukkan *diminishing returns* pada diameter pipa dalam yang lebih besar, sementara konsumsi daya pompa justru meningkat tajam. Oleh sebab itu, optimasi desain diperlukan untuk menyeimbangkan kedua aspek tersebut demi efisiensi sistem yang maksimal.

Kata kunci: *closed loop geothermal system,* sumur panas bumi, Perpindahan Panas, Daya Pompa, diameter *inner pipe*, Tenaga Termal, Comsol Multiphysics

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Numerik Peningkatan Perpindahan Panas pada Closed Loop Geothermal System Tipe Koaksial pada
Sumur Panas Bumi MT-3 PLTP Mataloko, Flores Menggunakan Variasi Inner Pipe Diameter**
HAFIDH NAUFAL AHMAD, Dr. Ir. Khasani, S.T., M.Eng, IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The coaxial closed-loop geothermal system has emerged as a compelling alternative to overcome the limitations of conventional systems, offering greater safety and flexibility. Its performance is strongly governed by design parameters—particularly the inner-pipe diameter—which influences heat-transfer efficiency and overall system behavior. Accordingly, this study numerically analyzes the effect of depth variation on the system's thermal and hydraulic responses, including heat transfer, thermal power, and required pumping power.

The investigation employs COMSOL Multiphysics simulations of the MT-3 well model at the Mataloko Geothermal Power Plant, Flores. To assess the influence of depth, inner-pipe diameters ranging from 450 to 600 mm are considered. A steady-state analysis is used to observe how changes in depth affect outlet temperature, generated thermal power, and the pumping power needed to circulate the working fluid.

The simulation results show that reducing the inner-pipe diameter raises the working-fluid outlet temperature from 137.35 °C to 139.26 °C and increases the extracted thermal power. At the same time, the required pumping power drops markedly from 7,783.9 W to 2,702 W. These findings reveal a critical trade-off: thermal energy gains exhibit diminishing returns at larger inner-pipe diameters, while pumping power consumption escalates sharply. Therefore, design optimization is necessary to balance these factors and achieve maximum overall system efficiency.

Keywords: closed-loop geothermal system, geothermal well, heat transfer, pumping power, inner-pipe diameter, thermal power, COMSOL Multiphysics.