

## INTISARI

Sumur MT-03 di Lapangan Panas Bumi Mataloko memiliki temperatur *bottom hole* sekitar 170 °C namun debit alir rendah sehingga tidak produktif untuk sistem konvensional. Teknologi *Coaxial Borehole Heat Exchanger* (CBHE) dapat memanfaatkan panas bumi sumur ini tanpa mengambil fluida reservoir. Terdapat penelitian mengenai peningkatan perpindahan panas konveksi dengan material berpori, tetapi belum diketahui efektivitasnya pada sistem CBHE terutama di sumur MT-03.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penambahan material berpori pada CBHE melalui dua variasi parameter, yaitu porositas dan ketebalan material. Variasi porositas yang digunakan adalah 70%, 75%, 80%, 85%, dan 90%, sedangkan variasi ketebalan meliputi 0,5 m, 0,75 m, dan 1 m. Simulasi numerik dilakukan menggunakan perangkat lunak COMSOL Multiphysics untuk menganalisis suhu keluaran fluida kerja, daya termal yang dihasilkan, serta daya pompa yang diperlukan pada sistem CBHE.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan 1 m dan porositas 85% memberikan performa termal terbaik meskipun menghasilkan *pressure drop* yang lebih tinggi pada porositas yang sama dengan ketebalan di bawahnya, yakni sebesar 0,0745 kW. Hal ini disebabkan oleh pengaruh ketebalan terhadap luas area perpindahan panas dan pengaruh *pressure drop* yang tidak terlalu signifikan yakni selisih 0,02 kW pada setiap variasi. Suhu keluaran dan daya termal bersih tertinggi diperoleh pada ketebalan 1 m dengan porositas 85%, masing-masing sebesar 145,66 °C dan 487,75 kW, dengan peningkatan 15,7 kW atau 3,33% dibandingkan CBHE tanpa material berpori. Sementara itu, nilai terendah ditemukan pada ketebalan 0,5 m dan porositas 70%, dengan suhu keluaran 145,6 °C dan daya termal bersih 487,46 kW, yang menunjukkan kenaikan 15,41 kW atau 3,27% dari kondisi tanpa material berpori.

**Kata Kunci:** *coaxial borehole heat exchanger* (CBHE), material berpori, porositas, ketebalan, perpindahan panas.

## ABSTRACT

*Well MT-03 in the Mataloko Geothermal Field exhibits a bottom hole temperature of approximately 170 °C but a low flow rate, rendering it unsuitable for conventional geothermal power generation. The Coaxial Borehole Heat Exchanger (CBHE) offers a viable alternative to harness the thermal potential of such wells without extracting reservoir fluids. While previous studies have investigated convective heat transfer enhancement using porous materials, their application and effectiveness in CBHE systems—particularly for Well MT-03—remain underexplored.*

*This study evaluates the effectiveness of integrating porous graphite material into the CBHE system by varying two key parameters: porosity (70%, 75%, 80%, 85%, and 90%) and thickness (0.5 m, 0.75 m, and 1 m). Numerical simulations were conducted using COMSOL Multiphysics to analyze the outlet temperature of the working fluid, net thermal power output, and pumping power requirements.*

*The results indicate that a 1 m thickness with 85% porosity delivers the highest thermal performance, achieving an outlet temperature of 145.66 °C and a net thermal power of 487.75 kW, representing an increase of 15.7 kW or 3.33% compared to the baseline CBHE without porous material. Although this configuration results in a slightly higher pressure drop (0.0745 kW) compared to thinner layers at the same porosity, the difference is marginal (~0.02 kW across variations). The lowest performance was recorded for a 0.5 m thickness with 70% porosity, yielding an outlet temperature of 145.6 °C and a net thermal power of 487.46 kW, corresponding to a 15.41 kW or 3.27% improvement over the baseline. These findings demonstrate that incorporating high-conductivity porous material into CBHE systems can significantly enhance thermal performance in low-productivity geothermal wells.*

**Keyword: Coaxial Borehole Heat Exchanger (CBHE), porous material, porosity, thickness, heat transfer.**