Pemodelan 3D Perpindahan Panas (Heat Transfer) pada Sistem Panas Bumi Dieng Menggunakan Software
COMSOL Multiphysics
Alaina Icvia Maulida, Prof. Dr. Ir. Agung Harijoko, S.T., M.Eng., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTI SARI

Sistem Panas Bumi Dieng merupakan salah satu sistem panas bumi bertemperatur tinggi di Indonesia yang dikontrol oleh aktivitas magmatik serta proses perpindahan panas di bawah permukaan. Penelitian ini bertujuan membandingkan karakteristik distribusi temperatur yang dihasilkan oleh mekanisme konduksi dan konduksi-konveksi serta mengidentifikasi zona temperatur tinggi berdasarkan distribusi isoterm. Pemodelan dilakukan menggunakan COMSOL Multiphysics melalui simulasi numerik tiga dimensi transien selama 1 juta tahun dengan dua skenario, yaitu mekanisme konduksi menggunakan *Heat Transfer in Solids* dan mekanisme konduksi-konveksi melalui kombinasi *Heat Transfer in Solids* dan *Darcy's Law*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kedua mekanisme menghasilkan karakteristik distribusi temperatur yang relatif serupa dengan nilai ΔT maksimum hanya berkisar 1,04–5,46 K dan perbedaan temperatur akhir sekitar 0,03–0,05%. Zona temperatur tinggi berdasarkan isoterm 250°C, 300°C, dan 350°C berada pada kisaran kedalaman 3,1–4,8 km di bawah permukaan. Analisis temporal menunjukkan bahwa distribusi temperatur mencapai konfigurasi isoterm 250°C dan 300°C pada kisaran 746 –957 ka dan 938–946 ka, sedangkan isoterm 350°C pada sebagian besar lokasi belum mencapainya hingga akhir simulasi selama 1 juta tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa evolusi termal pada konfigurasi model yang digunakan masih didominasi oleh proses difusi panas dari sumber panas magmatik, sehingga penambahan mekanisme konveksi belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap distribusi temperatur maupun interpretasi zona temperatur tinggi.

Kata kunci: sistem panas bumi Dieng, pemodelan numerik tiga dimensi, COMSOL Multiphysics, konduksi, konduksi–konveksi, zona temperatur tinggi.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemodelan 3D Perpindahan Panas (Heat Transfer) pada Sistem Panas Bumi Dieng Menggunakan Software COMSOL Multiphysics
Alaina Icvia Maulida, Prof. Dr. Ir. Agung Harijoko, S.T., M.Eng., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The Dieng Geothermal System is one of the high-temperature geothermal systems in Indonesia, controlled by magmatic activity and subsurface heat transfer processes. This study aims to compare the characteristics of temperature distribution produced by conduction and conduction–convection mechanisms and to identify high-temperature zones based on isotherm distributions. The modeling was conducted using COMSOL Multiphysics through three-dimensional transient simulations over a period of 1 million years under two scenarios: a conduction mechanism using Heat Transfer in Solids and a conduction-convection mechanism through the combination of Heat Transfer in Solids and Darcy's Law. The simulation results show that both mechanisms produce relatively similar temperature distribution characteristics, with a maximum ΔT ranging from 1.04 – 5.46 K and a final temperature difference of approximately 0.03-0.05%. High-temperature zones based on the 250°C, 300°C, and 350°C isotherms occur at depths ranging from 3.1–4.8 km below the surface. Temporal analysis shows that the temperature distribution reaches the 250°C and 300°C isotherm configurations at approximately 746 –957 ka and 938 –946 ka, respectively, while the 350°C isotherm is not reached at most locations by the end of the 1-million-year simulation. The results indicate that thermal evolution under the model configuration is still dominated by heat diffusion from the magmatic heat source, while the addition of the convection mechanism does not produce a significant influence on the temperature distribution or the interpretation of high-temperature zones.

Keywords: Dieng geothermal system, three-dimensional numerical modeling, COMSOL Multiphysics, conduction, conduction–convection, high-temperature zones.