



## Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Alamat Prosiding: [sinta.eng.unila.ac.id](http://sinta.eng.unila.ac.id)



### Pemanfaatan simulasi numerik sebagai studi pendahuluan untuk membangun model permeabilitas zona potensi reservoir panas bumi

I G B Darmawan <sup>\*1</sup>, A Hidayatika, M Sarkowi dan Karyanto

Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

#### INFORMASI ARTIKEL

#### ABSTRAK

##### Riwayat artikel:

##### Kata kunci:

Numerik  
Panas bumi  
Permeabilitas  
Ratai  
Simulasi

Studi pendahuluan menggunakan simulasi numerik di lapangan panas bumi Gunung Ratai telah dilakukan untuk membuat model permeabilitas dari pola aliran fluida hidrotermal. Pendekatan model *steady-states* dilakukan dengan memanfaatkan data manifestasi permukaan karena belum adanya data sumur di daerah penelitian. Simulasi numerik dilakukan menggunakan perangkat lunak *Hydrotherm Interactive* pada satu lintasan *cross-section* dari puncak Gunung Ratai ke arah manifestasi. Parameter batuan dan data permukaan yang digunakan pada simulasi diperoleh dari pengukuran di lapangan dan studi pustaka. Hasil simulasi menunjukkan model *steady-states* mulai tercapai pada iterasi tahun ke 25.000. Pergerakan aliran massa fluida air menunjukkan dominasi arah pergerakan dari puncak dan lereng Gunung Ratai menuju manifestasi dengan suhu  $\pm 100$  °C, sedangkan massa fluida uap dominan tertahan di bawah puncak Gunung Ratai dengan *flux* tertinggi  $1 \times 10^{-7} \text{ g}/(\text{det. cm}^2)$ . Model permeabilitas menunjukkan adanya area impermeabel yang cukup tebal bawah Gunung Ratai. Hasil ini diinterpretasikan batuan penutup/*cap rock* yang sangat tebal, sehingga menyebabkan belum ditemukannya manifestasi berupa fumarola maupun solfatara di Gunung Ratai saat ini. Kondisi ini selaras dengan model resistivitas pada hasil penelitian sebelumnya yang menggunakan metode *Audio Magnetotelluric* (AMT). Berdasarkan hasil ini, pendekatan model numerik dari pola aliran fluida hidrotermal dapat dilakukan untuk menginterpretasi model permeabilitas di lapangan panas bumi khususnya di Gunung Ratai.

\*Penulis korespondensi.

E-mail: [jgedebay@staff.unila.ac.id](mailto:jgedebay@staff.unila.ac.id) (I G B Darmawan).

LETTER OF ACCEPTANCE  
Nomor: 037/SINTA\_FT/PP/VII/LoA/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Karyanto, S.Si., M.T.  
NIP : 196912301998021001  
Jabatan : Ketua Panitia SINTA 2021

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang kami terima:

Judul : Pemanfaatan simulasi numerik sebagai studi pendahuluan untuk membangun model permeabilitas zona potensi reservoir panas bumi  
Penulis : I G B Darmawan, A Hidayatika, M Sarkowi dan Karyanto

Telah melalui proses penelaahan awal yang dilakukan oleh Tim Artikel Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA) 2021 dan memutuskan artikel tersebut layak dipresentasikan pada tanggal 14 Oktober 2021 secara online. Untuk selanjutnya, diharapkan untuk dapat melakukan pembayaran registrasi melalui rekening **Bank Syariah Indonesia** dengan **Nomor Rekening: 3000088870 a.n. SINTA FAKULTAS TEKNIK UNILA**. Selanjutnya, diharapkan untuk mengunggah bukti pembayaran dan full paper (dalam format doc/docx) sekaligus melakukan pendaftaran melalui <http://bit.ly/SINTA2021>.

Terima kasih atas kerjasama dan perhatiannya, Kami nantikan kehadirannya dalam acara ini.

Bandar Lampung, 1 Oktober 2021

Ketua Panitia,



Karyanto, S.Si., M.T.  
NIP. 196912301998021001

Note:

Abaikan jika sudah mengirimkan bukti pembayaran dan full paper dalam format doc/docx

# Pemanfaatan simulasi numerik sebagai studi pendahuluan untuk membangun model permeabilitas zona potensi reservoir panas bumi



I G B Darmawan, A Hidayatika , M Sarkowi dan Karyanto  
Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung



# Outline

Pendahuluan

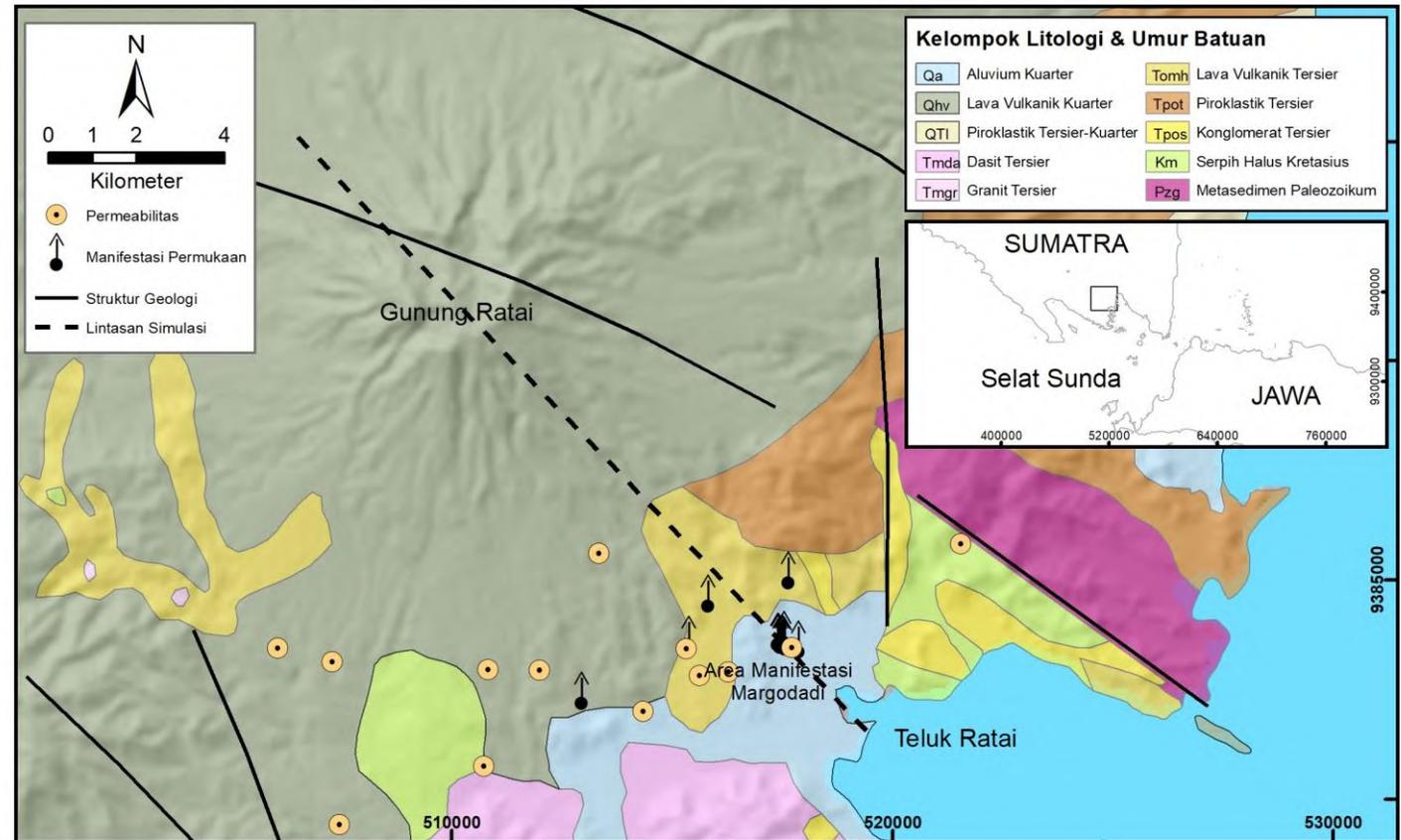
Metodologi

Hasil dan  
Pembahasan

Kesimpulan

# Pendahuluan

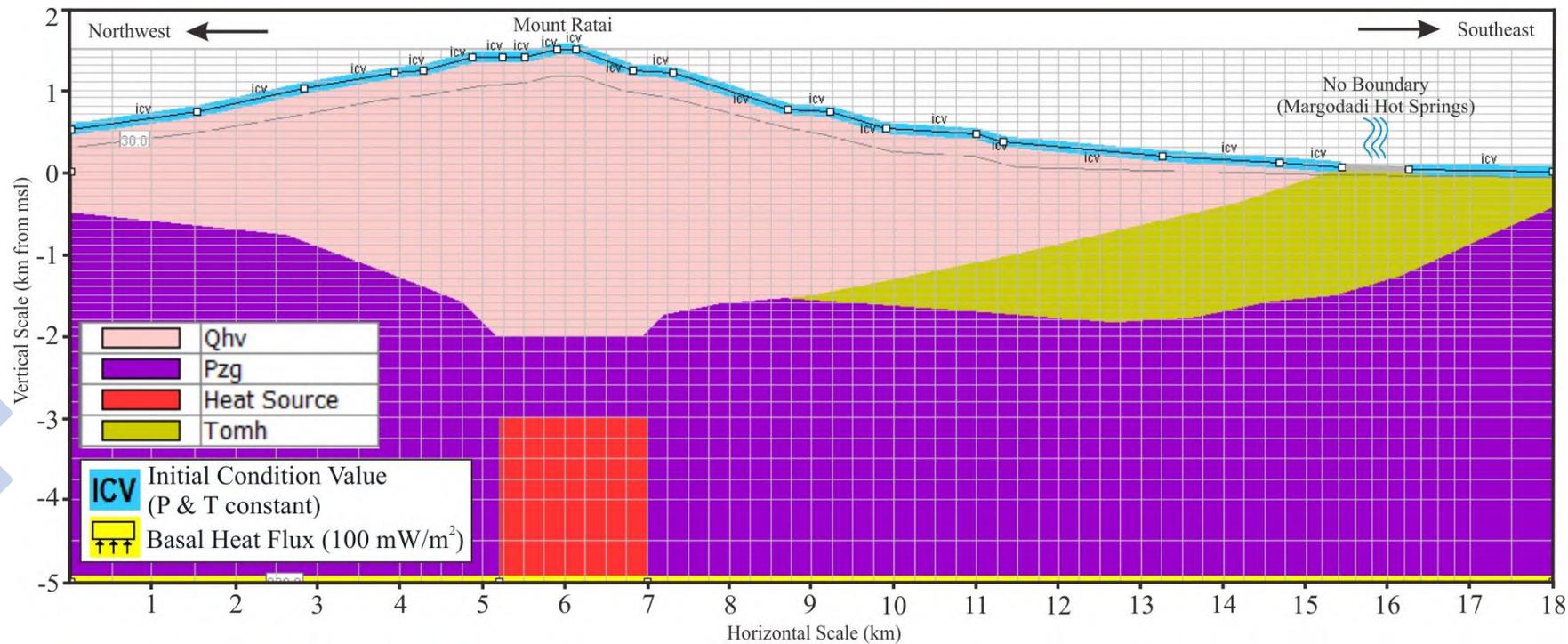
- Sifat aliran **fluida hidrotermal** pada sistem panas bumi yang cenderung mengalir melalui **fracture** pada batuan menyebabkan pentingnya analisis **model permeabilitas** (Gudjonsdottir dkk., 2015)
- Pembuatan **model numerik** umumnya membutuhkan **data sumur**.
- Potensi panas bumi Way Ratai berstatus dalam **tahap eksplorasi** hingga sekarang dan **belum ada data sumur**
- Pendekatan **model steady-states** memanfaatkan data manifestasi permukaan.



# Metodologi

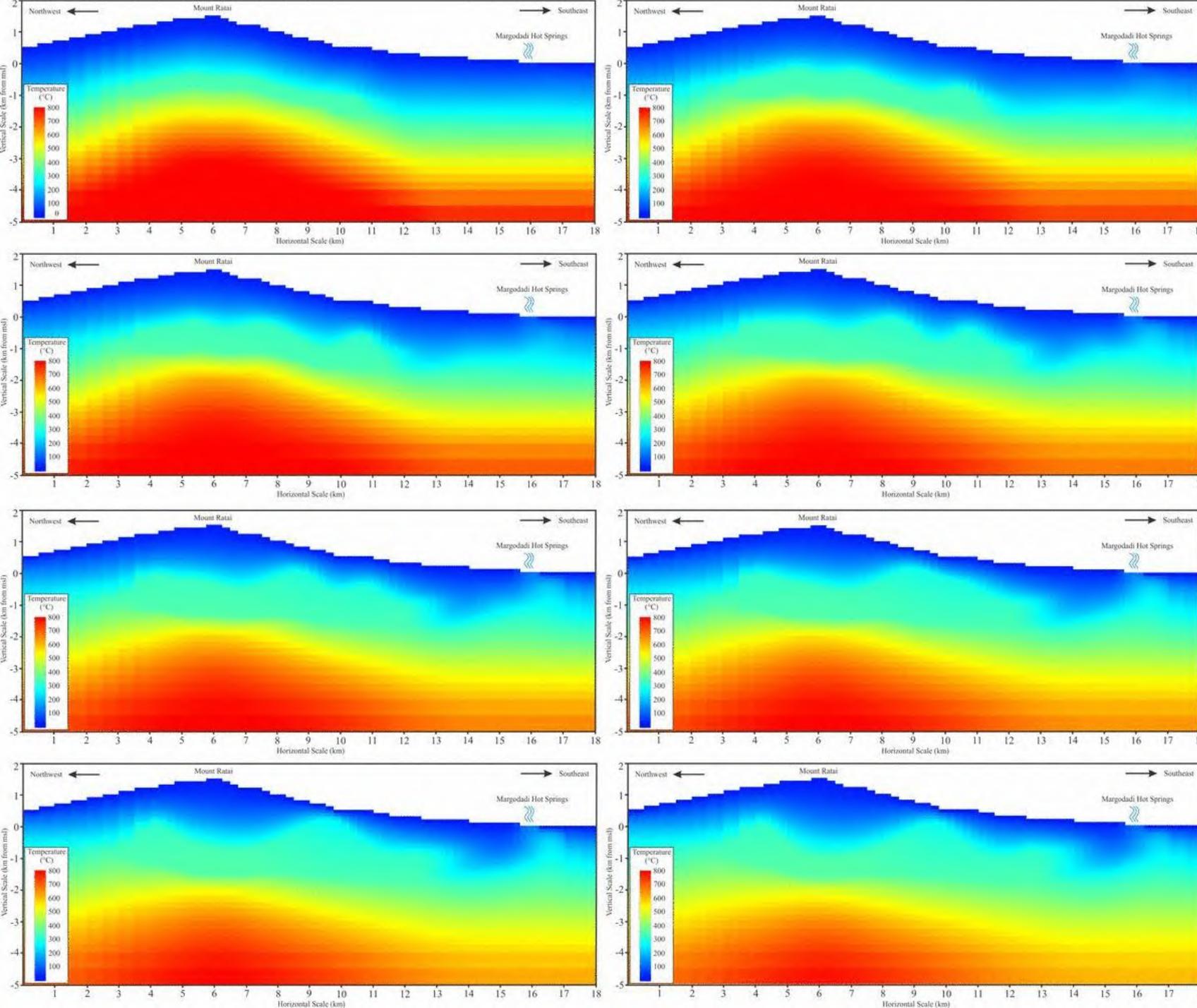
Unit Batuan	Porositas	Permeabilitas Horizontal (m <sup>2</sup> )	Permeabilitas Vertikal (m <sup>2</sup> )	Konduktivitas Panas (W/m.K)	Kapasitas Panas (J/kg.K)	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )
Vulkanik Kuarter (Andesit Ratai Qhv)	0,12	$1 \times 10^{-16}$	$1 \times 10^{-16}$	2	1083	2,633
Vulkanik Tersier (Andesit Gebang Tomh)	0,12	$1 \times 10^{-15}$	$1 \times 10^{-15}$	2	1083	2,6
Basement (Sekis Pzg)	0,01	$1 \times 10^{-17}$	$1 \times 10^{-17}$	3,5	1000	3
Sumber Panas	0,01	$1 \times 10^{-22}$	$1 \times 10^{-22}$	4	2000	2,65

- Simulasi numerik menggunakan **Hydrotherm Interactive** pada satu lintasan *cross-section* dari puncak Gunung Ratai ke arah manifestasi.
- Parameter batuan diperoleh dari kombinasi pengukuran lapangan dan hasil studi pustaka (Borović dkk., 2019; Fujimitsu dkk., 2015; Pashkevich & Pavlov, 2019; Raguanel dkk., 2019; Karyanto & Darmawan, 2021; Karyanto, Sarkowi, dkk., 2020; Putri dkk., 2014; Suharno dkk., 2015).



- ❖ Grid: 100 m, 200 m dan 500 m
- ❖ Model geologi disederhanakan
- ❖ Suhu awal *heat source* 800 °C
- ❖ Iterasi hingga 50k tahun (*trial & error*)

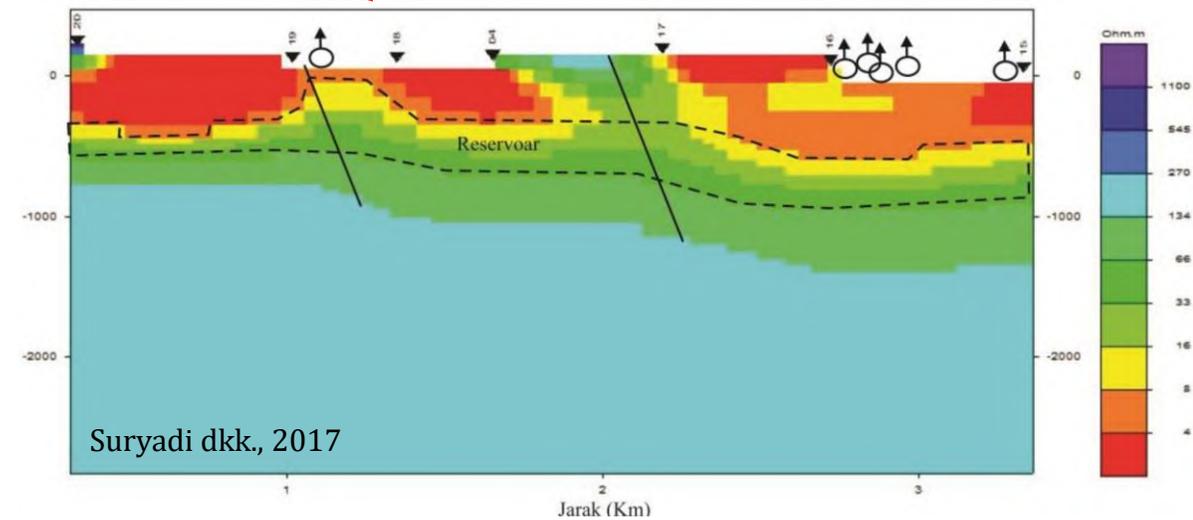
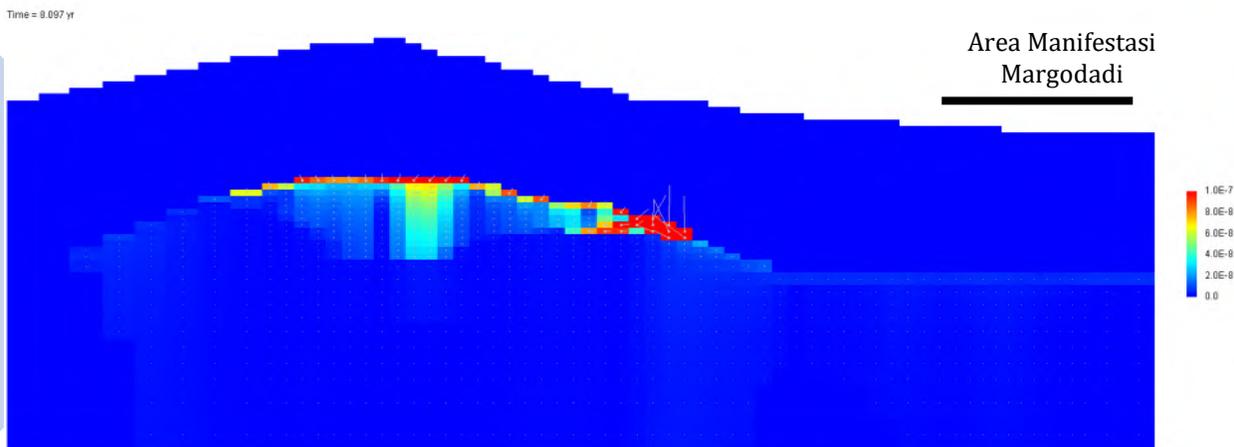
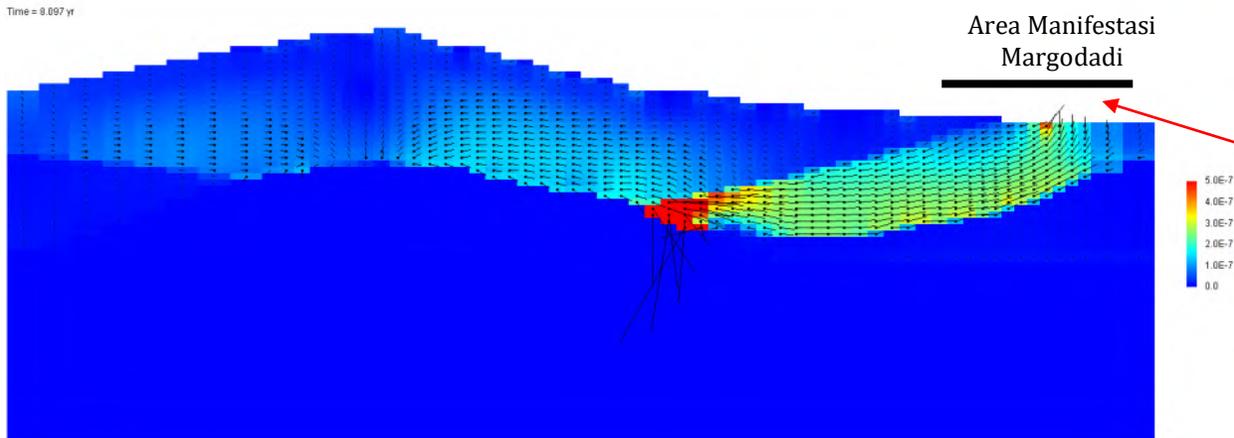
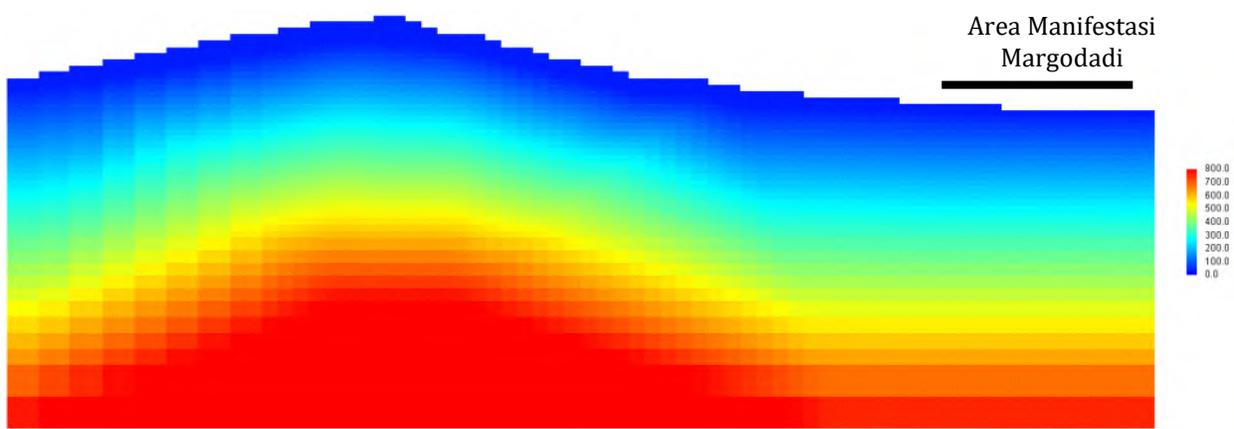
# Hasil dan Pembahasan



- Iterasi yang dicuplik berurutan: 1k, 5k, 10k, 20k, 25k, 30k, 40k dan 50k
- *Steady-state* diperoleh pada iterasi ke 25k tahun
- Didasarkan pada aliran fluida panas di area manifestasi Margodadi (suhu mencapai 100°C).

# Hasil dan Pembahasan

- Model **permeabilitas selaras** dengan **model resistivitas** pada hasil penelitian sebelumnya menggunakan metode **Audio Magnetotelluric (AMT)** (Suryadi dkk., 2017).



# Kesimpulan

- Simulasi Numerik berhasil menunjukkan **dominasi pergerakan aliran massa fluida air dari puncak dan lereng Gunung Ratai menuju manifestasi** dengan suhu  $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sedangkan massa fluida uap dominan tertahan di bawah puncak Gunung Ratai dengan flux tertinggi  $5 \times 10^{-7}\text{ g}/(\text{det. cm}^2)$ .
- Model permeabilitas menunjukkan adanya **area impermeabel yang cukup tebal** bawah Gunung Ratai. Hasil ini diinterpretasikan **batuan penutup/cap rock yang sangat tebal**, sehingga menyebabkan **belum** ditemukannya manifestasi berupa **fumarola maupun solfatara** di Gunung Ratai saat ini.
- Temuan pada **model permeabilitas ini selaras** dengan **model resistivitas** pada hasil penelitian sebelumnya yang menggunakan metode Audio Magnetotelluric (AMT).

# Referensi

- Borović, S., Pola, M., Bačani, A., & Urumović, K. (2019). Constraining the recharge area of a hydrothermal system in fractured carbonates by numerical modelling. *Geothermics*, 82, 128–149.
- Fujimitsu, Y., Ito, Y., Nishijima, J., & Oka, D. (2015). Numerical Modeling of Hydrothermal Systems around Kuju Volcanic Field -An Attempt of Numerical Modeling for a Broad Geothermal System-. *Proceeding World Geothermal Congress*.
- Gudjonsdottir, M., Palsson, H., Eliasson, J., & Saevarsdottir, G. (2015). Calculation of relative permeabilities from field data and comparison to laboratory measurements. *Geothermics*, 54. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2014.10.004>.
- Karyanto, & Darmawan, I. G. B. (2021). Pengujian Prototipe Instrumen Pengukuran Gradien Termal di Lapangan Panas Bumi Padang Cermin Pesawaran. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 9, 175–184.
- Karyanto, Sarkowi, M., Hidayatika, A., Ukhti, F., Haerudin, N., & Darmawan, I. G. B. (2020). Analisis heat loss dan pemetaan sebaran suhu permukaan manifestasi untuk menghitung sumber daya spekulatif energi listrik pada sistem panas bumi Way Ratai. *SINTA 3*. Diambil dari <http://sinta.eng.unila.ac.id/prosiding/index.php/ojs/article/view/6/19>.
- Pashkevich, R. I., & Pavlov, K. A. (2019). Thermal power potential assessment of Avacha geothermal system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 367, 012016.
- Putri, M. K., Suharno, & Hidayatika, A. (2014). Introduction to Geothermal System of Way Ratai. *Proceedings Indonesia International Geothermal Convention & Exhibition*, 1–5.
- Raguanel, M., Driesner, T., & Bonneau, F. (2019). Numerical modeling of the geothermal hydrology of the Volcanic Island of Basse-Terre, Guadeloupe. *Geothermal Energy*, 28, 1–16.
- Suharno, S., Amukti, R., Hidayatika, A., & Putroi, M. K. (2015). Geothermal Prospect of Padang Cermin Pesawaran Lampung Province , Indonesia. *Proceedings World Geothermal Congress*, 1–7.

## Sekian dan Terima Kasih



Terima kasih kepada seluruh tim dan pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian ini

Terima kasih kepada Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik dan LPPM Universitas Lampung



KEMENTERIAN  
PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI



BKS-PTN WIL. BARAT  
BIDANG TEKNIK

Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA



FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG



NOMOR : 063 /E-CERT/SINTA/FT.UNILA/2021

# SERTIFIKAT

diberikan Kepada :

## I Gede Boy Darmawan

Sebagai : PRESENTER

dalam Kegiatan :

# SINTA

SEMINAR NASIONAL ILMU TEKNIK  
DAN APLIKASI INDUSTRI (SINTA) 2021

Tema "Harmonisasi Inovasi Teknologi Berkelanjutan di Era Pandemi Covid 19  
pada: Kamis, 14 Oktober 2021 melalui Daring (Virtual Zoom Meeting)  
dan Luring (Golden Tulip Springhill Hotel, Bandar Lampung)



DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
Prof. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN Eng.  
NIP 196207171987031002



KETUA PELAKSANA  
SINTA 2021  
Karsono, S.Si., M.T..  
NIP 196912301998021001

didukung oleh:

