

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi panas bumi dikategorikan sebagai salah satu sumber energi terbarukan karena merupakan salah satu sumber daya alam yang dapat diperbaharui (Ermawati et. al., 2012). Energi terbarukan merupakan energi yang ketersediaannya melimpah di alam dan dapat diperbarui serta dimanfaatkan secara berkelanjutan, sedangkan energi tak terbarukan adalah sumber daya energi yang diambil dari alam yang proses pembentukannya memerlukan waktu selaa berjuta-juta tahun (Azhar et. al., 2018). Letak Indonesia yang berada diantara gunung-gunung api dan tumbukan lempeng tektonik serta garis khatulistiwa menjadikannya negara yang memiliki potensi energi terbarukan panas bumi yang besar (Nurwahyudin dan Harmoko, 2020). Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2024), Indonesia merupakan negara dengan potensi panas bumi terbesar di dunia dengan potensi 24 GW (giga watt) dan sekitar 40% potensi panas bumi dunia berada di Indonesia. Namun, hingga saat ini, potensi tersebut belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal dikarenakan proses eksplorasi yang sering kali memerlukan biaya besar dan teknologi tinggi untuk mengidentifikasi daerah yang memiliki potensi *reservoir* panas bumi.



Gambar 1. Rencana Pengembangan Panas Bumi (Direktorat Jenderal Energi Terbarukan dan Konservasi Energi, 2020).

Indonesia memiliki potensi panas bumi yang tersebar di Pulau Sumatera, Maluku, Kalimantan, Jawa, Sulawesi, dan Papua. Di pulau-pulau tersebut, sebagian besar energi panas bumi dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik (Hakim et. al., 2022). Menurut Badan Standarisasi Nasional (2016), potensi panas bumi di dunia, yang tersebar di 265 lokasi sepanjang jalur vulkanik yang membentang khususnya di Pulau Sumatra. Berdasarkan data dari Ditjen EBTKE Kementerian ESDM (2017), menyebutkan Provinsi Jambi memiliki potensi energi panas bumi mencapai 400MW yang tersebar di Kabupaten Kerinci dan Kabupaten Merangin.

Lapangan Graho Nyabu terletak di Kabupaten Merangin, Provinsi Jambi, dengan Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP) yang mencakup area seluas 109.000 hektar (Ha). Area ini memiliki titik potensi yaitu Air Dikit dan Graho Nyabu. Potensi ini berasosiasi dengan Gunung Masurai, Gunung Sumbing dan Gunung Hulunilo. Gunung berapi sering kali menjadi sumber potensi panas bumi karena adanya aktivitas vulkanik yang menciptakan *reservoir* panas di bawah permukaan (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2017). Keterdapatn manifestasi panas bumi di area WKP Graho Nyabu seperti sumber mata air panas Grao Sakti, ini membuktikan jika WKP Graho Nyabu memiliki potensi panas bumi sehingga diperlukan kajian penelitian lebih lanjut.

Dalam mengidentifikasi potensi panas bumi di suatu wilayah, diperlukan pendekatan dan metode eksplorasi yang mendalam. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode geofisika, yang bertujuan untuk memahami struktur bawah permukaan berdasarkan sifat fisika batuan tanpa perlu melakukan pengeboran langsung. Dalam penelitian ini, metode geofisika yang digunakan adalah metode gaya berat dan diintegrasikan dengan metode *Fault Fracture Density* (FFD). Metode gaya berat mampu memberikan informasi batuan bawah permukaan dan struktur kontras respon anomali gravitasi, sedangkan *Fault Fracture Density* (FFD) mampu memberikan informasi terkait zona lemah batuan atau zona rekahan yang mengindikasikan adanya zona pergerakan fluida bawah permukaan.

Metode gravitasi memiliki keunggulan dalam mendeteksi perbedaan densitas batuan yang mencerminkan komponen sistem panas bumi seperti *caprock*, *reservoir*, dan sumber panas (Ibrahim et. al., 2024; Lase et. al., 2024). Teknik ini bekerja dengan menganalisis anomali Bouguer secara regional dan residual untuk memetakan struktur bawah permukaan secara menyeluruh. Sementara itu, metode *Fault Fracture Density* (FFD) unggul dalam mengidentifikasi zona rekahan rapat yang menjadi jalur migrasi fluida panas bumi (Arrofi et. al., 2022; Suryantini dan Wibowo, 2010). Integrasi kedua metode

ini memungkinkan identifikasi yang lebih akurat terhadap zona prospek panas bumi berdasarkan struktur geologi dan karakteristik hidrogeologisnya.

Metode gaya berat adalah metode geofisika yang digunakan untuk mendeteksi perbedaan densitas batuan di bawah permukaan bumi dengan mengukur variasi medan gravitasi bumi. Dalam eksplorasi panas bumi, anomali gravitasi dapat mengungkap adanya perbedaan densitas yang berhubungan dengan struktur geologi seperti intrusi magma, *reservoir* panas bumi, dan zona alterasi. Daerah dengan densitas lebih rendah sering kali terkait dengan keberadaan fluida panas atau daerah dengan struktur geologi yang mengalami pelapukan dan rekahan. Menurut Telford et. al., (1990), metode gaya berat ini sangat efektif dalam mendeteksi anomali-anomali yang disebabkan oleh intrusi batuan magma atau keberadaan batuan dengan porositas tinggi, yang seringkali merupakan *reservoir* panas bumi. Metode anomali gravitasi akan membantu dalam memetakan struktur bawah permukaan dan mengidentifikasi area-area dengan perbedaan densitas yang berpotensi mengindikasikan adanya *reservoir* panas bumi di WKP Graho Nyabu.

Metode *Fault Fracture Density* (FFD) digunakan untuk menganalisis kepadatan, patahan, atau rekahan di wilayah eksplorasi. Patahan dan rekahan merupakan jalur utama bagi migrasi fluida panas dari *reservoir* bawah permukaan menuju ke area yang lebih dangkal atau bahkan permukaan bumi. Semakin tinggi kepadatan rekahan di suatu wilayah, semakin besar kemungkinan adanya aliran fluida panas bumi yang dapat dimanfaatkan. Fournier (1991) menjelaskan bahwa patahan dan rekahan berperan sangat penting dalam transportasi fluida panas bumi, terutama pada daerah dengan aktivitas vulkanik atau tektonik yang tinggi. Pendekatan FFD ini akan digunakan dalam penelitian untuk mengetahui zona lemah atau zona patahan yang dapat menjadi jalur fluida panas bumi. Data FFD dapat mengungkap daerah-daerah dengan tingkat rekahan yang tinggi, yang kemungkinan besar menjadi tempat berkumpulnya atau Bergeraknya fluida panas bumi. Dengan demikian, metode ini dapat memberikan petunjuk lebih rinci mengenai zona prospektif yang memiliki potensi tinggi untuk dikembangkan sebagai sumber energi panas bumi.

Pada tahun 2020, Mahardika et.al, telah melakukan penelitian di daerah manifestasi panas bumi Gunung Sumbing, Kabupaten Merangin, Jambi. Penelitian ini menggunakan interpretasi data landsat 8 dan geolistrik untuk mengidentifikasi keberadaan manifestasi panas bumi dan telah mengidentifikasi beberapa manifestasi panas bumi di daerah tersebut. Lalu peneliti Utama et.al, pada tahun 2020 meneliti mengenai peran zona sesar Sumatera dari segmen Sesar Dikit terhadap munculnya fitur panas bumi di Grao Sakti yang digunakan

untuk mendapatkan data geokimia. Selanjutnya pada tahun 2023, Utama et.al, melakukan penelitian mengenai data geokimia untuk eksplorasi panas bumi di Grao Sakti. Penelitian tersebut menghasilkan beberapa data geokimia yang diambil dari manifestasi panas bumi daerah tersebut.

Penelitian sebelumnya di WKP Graho Nyabu belum mengintegrasikan metode gaya berat dan *Fault Fracture Density* (FFD) secara bersamaan untuk mengidentifikasi sistem panas bumi secara menyeluruh. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi potensi sistem panas bumi di WKP Graho Nyabu menggunakan metode geofisika, yaitu anomali gravitasi. Anomali gravitasi digunakan untuk mengetahui perbedaan densitas batuan dan keberadaan zona patahan serta rekahan dengan pemodelan 2D. *Fault Fracture Density* (FFD) untuk menganalisis kepadatan patahan atau rekahan yang digunakan untuk menentukan jalur migrasi fluida panas bumi yang memungkinkan mengetahui terbentuknya reservoir panas bumi di WKP Graho Nyabu.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka identifikasi masalah dalam penelitian ini yaitu WKP Graho Nyabu memiliki potensi energi panas bumi yang besar, tetapi belum dimanfaatkan secara maksimal. Wilayah ini memerlukan studi eksplorasi yang lebih mendalam untuk mengetahui potensi sebenarnya. Metode geofisika khususnya anomali gravitasi dengan menggunakan *Fault Fracture Density* (FFD) diharapkan dapat mengidentifikasi struktur bawah permukaan dan jalur fluida panas menggunakan pemodelan 2D yang dapat membantu penentuan lokasi *reservoir* panas bumi di WKP Graho Nyabu. Peran patahan dan rekahan dalam transportasi fluida panas bumi sangat penting, tetapi belum dapat sepenuhnya teridentifikasi di WKP Graho Nyabu, sehingga memerlukan pendekatan lebih dalam dengan menggunakan *Fault Fracture Density* (FFD).

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana variasi densitas batuan berdasarkan anomali gravitasi untuk mengetahui *reservoir* panas bumi di WKP Graho Nyabu?
2. Bagaimana jalur migrasi fluida panas bumi berdasarkan kepadatan patahan atau rekahan di WKP Graho Nyabu menggunakan *Fault Fracture Density* (FFD)?
3. Bagaimana sistem panas bumi di WKP Graho Nyabu?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari latar belakang, identifikasi dan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis variasi densitas batuan dalam mengidentifikasi *reservoir* panas bumi di WKP Graho Nyabu.
2. Menganalisis kepadatan patahan atau rekahan dalam menentukan jalur migrasi fluida panas bumi di WKP Graho Nyabu.
3. Mengetahui sistem panas bumi di WKP Graho Nyabu

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya :

1. Memberikan informasi tambahan untuk akademika dalam mengetahui daerah potensi panas bumi WKP Graho Nyabu.
2. Memberikan informasi bagi masyarakat mengenai peningkatan pemahaman tentang pentingnya pengembangan energi terbarukan, khususnya energi panas bumi