

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Bahan bakar fosil yang digunakan sebagai sumber energi untuk menggerakkan perekonomian baik di bidang industri, transportasi, listrik, maupun sebagai kebutuhan sehari-hari. Namun kenyataannya bahan bakar fosil yang digunakan semakin lama semakin berkurang dan semakin sedikit cadangan energi. Selain itu bahan bakar fosil juga berdampak terhadap lingkungan terutama polusi yang dihasilkan dari bahan bakar fosil tersebut. Sehingga diperlukan sumber energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan dan juga ramah lingkungan di masa depan. Terdapat beberapa sumber energi alternatif, salah satunya adalah sumber energi panas bumi. Energi panas bumi pula dapat menjadi pilihan untuk mengatasi permasalahan masyarakat banyak dan tentunya ramah terhadap lingkungan.

Salah satu negara yang terletak pada bagian cincin api pasifik (*Ring of Fire on Pacific Rims*) adalah negara Indonesia. Karena keberadaan geografis Indonesia yang berada pada bagian cincin api pasifik, maka Indonesia memiliki potensi sumber energi panas bumi. Sumber energi panas bumi yang terjadi di Indonesia berasal dari pergerakan tiga lempeng yang saling bertumbukan yaitu lempeng India-Australia, lempeng Pasifik dan lempeng Eurasia yang mengakibatkan terbentuknya sumber energi panas bumi (Saptadji, 2009).

Menurut (WWF, 2012) Indonesia memiliki total potensi energi panas bumi diperkirakan 29 GW. Sedangkan sampai saat ini yang dimanfaatkan sekitar 1,2 GWe. Pada tahun 2025 ditargetkan panas bumi dapat menyumbang 5% baruan energi nasional, namun kenyataannya perkembangan energi panas bumi saat ini sangat lambat dengan berkontribusi 1% dari total keseluruhan.

Suatu sistem panas bumi (hidrotermal) terdiri dari beberapa parameter geologi, yaitu sumber panas, zona reservoir, zona penudung, struktur/patahan, sumber fluida dan siklus hidrologi. Sumber panas yang dimaksud adalah massa panas pada aliran fluida panas atau pembawa panas ke permukaan yang akan berinteraksi dengan sistem tanah bawah permukaan dan terperangkap dalam zona reservoir yang permeabel.

Iqbal Assidiq, 2019

PENGARUH SUHU TERHADAP PERUBAHAN STRUKTUR BATUAN 3D PADA BATUAN PENUDUNG DAERAH POTENSI PANAS BUMI DI DAERAH KADIDIA - SIGI, SULAWESI TENGAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Pada umumnya massa panas berbentuk aliran konduksi atau konveksi yang berhubungan dengan kontak sentuh hasil kegiatan vulkanisme. Perangkap fluida panas pada umumnya berupa lapisan batuan yang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik atau perubahan gaya gerak struktur geologi (sesar dan perlipatan) akan membentuk rekahan-rekahan (*fractures*) sebagai permeabilitas batuan reservoir. Aliran fluida panas muncul ke permukaan melalui suatu saluran yang dapat berupa struktur geologi atau bidang perlapisan batuan, membentuk manifestasi panas bumi seperti mata air panas, solfatara dan fumarola, serta batuan ubahan hasil interaksi antara fluida panas dengan batuan di sekitarnya (Tim Survei Aliran Panas, 2013).

Lapangan panas bumi non vulkanik merupakan lapangan panas bumi yang belum banyak dikembangkan untuk pemanfaatan tidak langsung menjadi energi listrik. Indonesia memiliki jumlah dan potensi lapangan panas bumi non vulkanik yang layak untuk dilakukan penyelidikan maupun penelitian rinci sehingga data yang dihasilkan diharapkan bermanfaat bagi pengembangan lapangan panas bumi. Daerah panas bumi Kadidia, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah, merupakan salah satu lapangan panas bumi non vulkanik yang berpotensi cukup baik dan perlu untuk dilakukan penyelidikan lebih lanjut, karena berdasarkan hasil penyelidikan terdahulu diketahui memiliki daerah prospek seluas 16 km², dengan potensi cadangan terduga cukup besar yaitu sebesar 66 MWe (Dudi, dkk., 2015).

Secara administratif daerah panas bumi Kadidia termasuk dalam wilayah Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah. Sumur landaian suhu KDD-1 terletak pada koordinat 179.834 mT dan 9.868.573 mU dengan elevasi 632 m diatas permukaan laut. Litologi penyusun sumur KDD-1 sampai kedalaman akhir (703,85 m) merupakan produk dari aktivitas sedimentasi pada zona depresi Kadidia berupa konglomerat, batupasir, batu lempung, dan breksi. Pada umumnya batuan telah mengalami ubahan hasil proses argilitisasi, oksidasi, dan silifikasi. Mineral ubahan tersebut dikelompokkan termasuk ke dalam jenis argilik dan sub-propilitik yang berfungsi sebagai zona lapisan penudung (*clay cap*) pada sistem panas bumi Kadidia.

Di lingkungan tektonik aktif batuan *clay cap* mengalami deformasi dan membentuk rekahan, tetapi dengan adanya proses kimia (alterasi hidrotermal) berupa pengendapan mineral sangat membantu dalam menutup rekahan yang

terbentuk. Alterasi hidrotermal yang terjadi pada batuan *clay cap* menyebabkan batuan tersebut bersifat kedap air (*impermeable*). Sifat lapisan penudung yang *impermeable* dapat dijelaskan dengan melihat struktur batuan berupa pori, mineral dan rekahan yang terkandung dalam batuan tersebut. Permeabilitas batuan berfungsi sebagai jalur keluarnya fluida menuju permukaan yang ditunjukkan dengan keberadaannya manifestasi panas bumi (Saptadji, 2002). Namun permeabilitas yang rendah pada batuan dapat ditangani dengan adanya penambahan perlakuan pada batuan tersebut diantaranya yaitu dengan perlakuan *hydraulic fracturing* (Legart, dkk. 2005), rekahan yang diinduksi dengan panas (Charlez, dkk. 1996) serta stimulasi kimia (Bartko, dkk. 2003).

Pemanfaatan energi panas bumi di Indonesia belum optimal dikarenakan masih kurangnya pengetahuan mengenai kondisi geologi di bawah permukaan. Metode geofisika dalam eksplorasi panas bumi yang digunakan untuk mengkarakterisasi struktur batuan dibawah permukaan cenderung masih menggunakan model 2D. Kurangnya penelitian perubahan struktur batuan akibat pengaruh gaya luar karena masih sangat sulit dilakukan penelitian secara eksperimental. Beberapa peneliti terdahulu sudah melakukan penelitian tentang temperatur pada sifat mekanis batuan seperti Hommand-Etienne, dkk (1989), Lin (1991), Wang (1989), dan Duclos dan Paquet (1991).

Suhu memegang peranan penting dalam sifat batuan, seperti perubahan struktur batuan berupa pori, mineral ataupun rekahan, lalu pemecahan (*cracking*) batuan, perubahan gas pada penambangan bawah tanah, ekstraksi energi panas bumi, dan lainnya. *Enhanced Geothermal System* (EGS) mengatakan bahwa studi dalam mengetahui perubahan yang terjadi pada rekahan alami ataupun akibat adanya tekanan reservoir yang panas perlu dilakukan untuk mengetahui cara meningkatkan permeabilitas energi panas bumi.

Beberapa penelitian yang dilakukan pada EGS, salah satunya telah dilakukan oleh Tobing (2016) yang meninjau perubahan struktur batuan menggunakan analisis citra digital akibat perlakuan perubahan suhu tinggi pada batuan yang menghasilkan adanya perubahan mikrostruktur akibat perubahan suhu. Perubahan tersebut ditinjau dari perhitungan beberapa variabel sifat fisis batuan seperti

permeabilitas, porositas dan juga dimensi fraktal dengan metode analisis citra digital (Tobing, 2016. Rochmatulloh, 2018).

Struktur yang terdapat pada batuan penudung daerah potensi panas bumi sangat penting untuk diketahui. Hal tersebut dikarenakan batuan penudung memiliki peranan yang cukup besar dalam sistem panas bumi sebagai *clay cap* yang mampu menjebak energi panas supaya tetap berada pada zona reservoir. Oleh sebab itu, perubahan struktur batuan penudung perlu untuk diamati karena dapat mempengaruhi produktivitas panas bumi dikarenakan permeabilitas batuan yang rendah.

Berdasarkan pemaparan diatas, maka penulis tertarik dalam melakukan pengamatan perubahan struktur batuan dalam bentuk 3D yang dipengaruhi suhu yang bervariasi dimulai dari suhu yang rendah hingga tinggi melalui pendekatan metode analisis citra digital.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang akan muncul dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik sampel batuan daerah potensi panas bumi Kadidia, Sulawesi Tengah jika ditinjau dari komposisi mineral batuan?
2. Bagaimana pengaruh suhu terhadap perubahan struktur batuan 3D pada batuan potensi panas bumi di daerah Kadidia-Sigi, Sulawesi Tengah?
3. Bagaimana karakteristik fraktal struktur batuan 3D akibat pengaruh suhu pada batuan potensi panas bumi di daerah Kadidia-Sigi, Sulawesi Tengah?

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Berdasarkan pada rumusan masalah diatas, batasan masalah penelitian dipaparkan sebagai berikut.

1. Karakteristik sampel batuan daerah potensi panas bumi ditinjau dari komposisi mineral batuan yang terdapat pada batuan potensi panas bumi di daerah Kadidia-Sigi, Sulawesi Tengah.
2. Struktur batuan 3D meliputi pori, mineral, dan rekahan yang terbentuk akibat pengaruh suhu. Karakteristik struktur pori meliputi distribusi ukuran pori, volume pori, porositas pori, serta luas permukaan spesifik dari pori. Sedangkan

karakteristik struktur mineral meliputi distribusi ukuran mineral, volume mineral, difraksi volume mineral, serta luas permukaan spesifik dari mineral. Kemudian untuk karakteristik rekahan meliputi parameter utama rekahan yaitu *aperture* rekahan, densitas rekahan, serta intensitas rekahan. Perlakuan suhu yang dianalisis pada suhu 24°C, 100°C, 150°C, 200°C hingga 250°C.

3. Karakteristik fraktal struktur batuan 3D meliputi dimensi fraktal yang terdapat pada pori, mineral, serta rekahan dalam sampel batuan panas bumi daerah Kadidia, Sulawesi Tengah.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan batasan masalah diatas, tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis secara mendalam mengenai karakteristik sampel batuan daerah potensi panas bumi Kadidia, Sulawesi Tengah.
2. Menganalisis perubahan yang terjadi pada struktur batuan 3D akibat pengaruh suhu yang ditinjau dari berbagai aspek diantaranya visualisasi perubahan struktur batuan 3D, perubahan distribusi ukuran pada pori maupun mineral, volume, porositas, difraksi volume dan luas permukaan spesifik.
3. Mengetahui karakteristik fraktal struktur batuan 3D yang ditinjau dari dimensi fraktal pori, dimensi fraktal mineral, serta dimensi fraktal rekahan akibat pengaruh suhu.

1.5 Manfaat Penelitian

Semoga hasil dari penelitian ini mampu memberikan informasi tambahan yang berkaitan dengan karakteristik struktur batuan 3D akibat pengaruh suhu yang ditinjau secara mikroskopis. Hasil ini pula tentunya dapat memberikan kontribusi untuk memprediksi karakterisasi batuan panas bumi di Indonesia, sehingga model penelitian ini dapat menambah keilmuan dalam mengkaji batuan potensi panas bumi dan sebagai referensi mengenai perkembangan penelitian dalam bidang fisika batuan digital (*digital rock physics*).

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab, dengan gambaran secara garis besar sebagai berikut:

Bab I terdiri dari latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, batasan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi.

Bab II berisikan penjelasan mengenai teori yang menjadi landasan dalam penulisan skripsi. Pada penelitian ini teori yang dibahas adalah mengenai penjelasan regional daerah penelitian, sistem panas bumi, alterasi hidrotermal, konsep citra digital, hingga parameter sifat fisis batuan.

Bab III berisikan penjelasan tentang alur serta desain penelitian yang dilakukan selama terjadinya proses pengolahan data hasil penelitian hingga mendapatkan hasil akhir.

Bab IV berisikan penjelasan mengenai hasil temuan dari penelitian yang selanjutnya akan dibahas serta dianalisis menjadi intisari agar dapat menjawab persoalan yang telah dipaparkan pada rumusan masalah.

Bab V berisikan kesimpulan hasil penelitian yang dilakukan serta terdapat rekomendasi bagi penelitian selanjutnya.