

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Panas bumi ialah sumber energi panas yang terkandung di dalam air panas, uap air, dan batuan bersama mineral penyerta dan gas lainnya yang secara genetik tidak bisa dipisahkan dalam suatu sistem panas bumi (UU No. 21 Tahun 2014). Panas bumi merupakan energi yang ramah lingkungan karena hanya menghasilkan sedikit unsur-unsur yang mengganggu lingkungan dalam pemanfaatannya dibandingkan dengan sumber energi fosil. Selain itu, energi panas bumi disebut sebagai energi terbarukan dan relatif tidak akan habis karena relatif konstan seperti energi surya maupun angin serta dalam pemanfaatannya hanya membutuhkan lahan yang relatif sedikit.

Indonesia merupakan salah satu negara yang berada di atas garis seismik (*Ring of Fire on Pacific Rims*). Garis seismik ini terletak dari tenggara Australia hingga bagian barat daya Amerika, di sepanjang garis ini sering terjadi aktifitas seismik seperti pergeseran lempeng tektonik yang memicu aktifitas gunung api, gempa bumi, dll. Magma yang terbentuk di bawah permukaan bumi akan menelusuri celah untuk naik ke atas karena didorong tekanan yang besar selain itu, magma ini berperan sebagai sumber panas untuk cairan yang terperangkap di bawah permukaan bumi yang dikenal sebagai panas bumi. Total potensi panas bumi di Indonesia diperkirakan senilai 28,910 GW yang diperoleh dari 312 lapangan di beberapa pulau. Meski demikian, potensi panas bumi yang baru dimanfaatkan kurang dari 5% atau sekitar 1533,5 MW dari total potensi yang ada. Hal itu menunjukkan rasio pemanfaatan yang rendah dari potensi panas bumi yang dihasilkan (Pambudi, 2017).

Pemanfaatan energi panas bumi di Indonesia masih belum maksimal karena kurangnya pengetahuan mengenai keadaan geologi di bawah permukaan. Selain itu, pada eksplorasi panas bumi menggunakan metode geofisika untuk mengkarakterisasi struktur batuan di bawah permukaan cenderung lebih banyak menggunakan model 2D. Penelitian mengenai perubahan struktur batuan akibat

pengaruh gaya luar masih sangat minim dikarenakan masih sangat sulit dilakukan penelitian secara eksperimental.

Sifat lapisan penudung yang *impermeable* mengindikasikan bahwa permeabilitas lapisan tersebut rendah. Hal tersebut dapat dijelaskan dengan melihat struktur batuan berupa mineral, pori, dan rekahan. Permeabilitas sendiri memiliki fungsi sebagai jalur mengalirnya fluida ke arah permukaan yang menjadikan adanya manifestasi panas bumi (Saptadji, 2002). Di lingkungan air panas (hidrotermal) batuan penudung mengalami reaksi kimia berupa alterasi hidrotermal yakni, pengendapan mineral sehingga menutup rekahan yang terbentuk. Alterasi hidrotermal pada batuan lapisan penudung menyebabkan lapisan penudung tersebut bersifat *impermeable*. Permeabilitas batuan yang rendah dapat diberi perlakuan agar memiliki permeabilitas tinggi, diantaranya induksi panas pada batuan (Charlez, dkk., 1996), stimulasi kimia (Bartko, dkk., 2003), dan *hydraulic fracturing* (Legarth, dkk., 2005).

Beberapa penelitian telah dilakukan seperti yang dilakukan pada *Enhanced Geothermal System*, salah satunya ialah yang meninjau perubahan struktur batuan menggunakan analisis citra digital akibat perlakuan tekanan mekanis *uniaxial* pada batuan yang menghasilkan bahwa adanya perubahan mikrostruktur akibat adanya perubahan tekanan mekanis *uniaxial*, perubahan tersebut ditinjau dari perhitungan beberapa variabel sifat fisis batuan, seperti porositas, permeabilitas, dimensi fraktal, dll menggunakan analisis citra digital (Sumarni, 2018). Studi mengenai *design lab apparatus : Single Stage Compressive Test* (SST) pada tekanan dan temperatur tinggi yang menghasilkan bahwa model laboratorium memberikan gambaran pengaruh tegangan, keberadaan fluida, serta pengaruh suhu terhadap kekuatan batuan reservoir. Selain itu, banyak peneliti yang telah melakukan penelitian mengenai pengaruh tekanan terhadap perubahan struktur batuan, seperti Wawersik & Fairhurst (1970); Batzle, dkk., 1980; Yanadigani, dkk., 1985; Bernabe, 1987; Bobet & Einstein (1988); Eberhardt, dkk., 1999; Kawakata, dkk., 1997; Ozbek, dkk., 2013; Rochmatulloh, 2018; dan Sumarni, (2018).

Struktur batuan penudung pada daerah panas bumi sangat penting untuk diketahui karena batuan penudung memiliki peranan penting dalam sistem panas bumi. Perubahan sifat fisis pada batuan penudung dapat mempengaruhi sistem

panas bumi. Sehingga, perubahan struktur batuan penudung perlu diamati karena dapat mempengaruhi produktivitas panas bumi karena permeabilitas batuanya yang rendah. Selain itu, perubahan struktur batuan juga berpengaruh pada keamanan.

Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas mengenai perubahan struktur batuan 3D akibat pengaruh tekanan mekanik *uniaxial* dan faktor keamanan pada batuan penudung daerah potensi panas bumi di daerah Kadidia-Sigi, Sulawesi Tengah.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dan dibatasi oleh beberapa batasan maka, dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perubahan struktur *void* 3D dan karakteristiknya pada sampel batuan akibat pengaruh tekanan mekanis *uniaxial*?
2. Bagaimana perubahan struktur rekahan 3D dan karakteristiknya pada sampel batuan akibat pengaruh tekanan mekanis *uniaxial*?
3. Bagaimana karakteristik kekuatan batuan penudung panas bumi Kadidia-Sigi, Sulawesi Tengah?

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Agar rumusan masalah pada penelitian ini fokus maka, permasalahan dalam penelitian ini dibatasi. Beberapa batasan masalah tersebut sebagai berikut :

1. Jenis batuan ialah batuan breksi terubah yang berasal dari daerah prospek panas bumi Kadidia-Sigi, Sulawesi Tengah pada kedalaman 697 m yang akan digunakan sebagai sampel digital dalam penelitian.
2. Struktur batuan yang difokuskan ialah struktur pori dan rekahan 3D yang dimiliki oleh sampel batuan digital.
3. Karakterisasi kekuatan batuan penudung dengan pemberian perlakuan tekanan *uniaxial* sampai pecah.

1.4 Tujuan

Berdasarkan pemaparan rumusan masalah, adapun tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Mengetahui bagaimana perubahan struktur *void* 3D dan karakteristiknya pada sampel batuan akibat pengaruh tekanan mekanis *uniaxial*
2. Mengetahui bagaimana perubahan struktur rekahan 3D dan karakteristiknya pada sampel batuan akibat pengaruh tekanan mekanis *uniaxial*
3. Mengetahui karakteristik kekuatan batuan penudung panas bumi Kadidia-Sigi, Sulawesi Tengah

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini ialah mampu memberikan informasi mengenai karakteristik perubahan struktur pori dan rekahan 3D batuan penudung panas bumi akibat pengaruh tekanan mekanik *uniiaxial* secara mikroskopis serta keamanan *clay cap* daerah panas bumi Kadidia-Sigi, Sulawesi Tengah. Hasil ini diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan metode analisis citra digital untuk karakterisasi rekahan batuan dan memberikan kontribusi untuk karakterisasi rekahan batuan akibat tekanan mekanik *uniiaxial* terutama pada batuan penudung panas bumi di Indonesia, sehingga model pada hasil penelitian ini dapat menambah khazanah keilmuan dalam studi rekahan sebagai peningkatan transpor fluida panas bumi.

1.6 Struktur Organisasi Skripsi

Skripsi ini dibagi ke dalam lima bagian dengan bagian pertama berisi pendahuluan yang menerangkan mengenai latar belakang, rumusan masalah penelitian, batasan masalah penelitian, tujuan penelitian dilakukan, manfaat penelitian, serta struktur organisasi skripsi. Kemudian, bagian kedua memaparkan teori-teori dasar yang akan melandasi penelitian yang akan dilakukan, diantaranya: aliran panas dan sistem panas bumi daerah penelitian, geologi regional daerah penelitian, geologi sumur, teori elastisitas, sifat statis elastisitas batuan, konsep citra digital, dan parameter fisis batuan. Dilanjutkan dengan bagian ketiga menampilkan

lokasi penelitian dan sampel penelitian, alur penelitian dan tahapan penelitian. Selanjutnya bagian keempat menjelaskan perubahan struktur pori secara kualitatif, visualisasi dan karakterisasi struktur pori akibat tekanan *uniaxial*, kekuatan batuan penudung, dan pengaruh tekanan *uniaxial* terhadap keamanan batuan penudung panas bumi Kadidia beserta analisisnya. Terakhir pada bab 5 menyajikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran mengenai penelitian lebih lanjut yang dapat dilakukan.