

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi panas bumi merupakan salah satu sumber energi baru terbarukan (EBT) yang berasal dari panas alami yang tersimpan di dalam perut bumi. Energi ini dapat dimanfaatkan tidak hanya untuk pembangkit listrik, tetapi juga untuk kebutuhan industri dan domestik lainnya. Indonesia memiliki potensi panas bumi terbesar kedua di dunia, mencapai 29,5 GW atau sekitar 40% dari total potensi global (Pristiandaru, 2024). Menurut (Ditjen EBTKE, 2017) terdapat 331 titik potensi panas bumi yang tersebar di 30 provinsi, termasuk Sumatera Barat yang menyimpan potensi sebesar 1.196 MWe di 15 lokasi. Dari jumlah tersebut, tiga wilayah telah ditetapkan sebagai Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP), sementara sisanya masih berstatus wilayah terbuka, termasuk salah satunya adalah Lubuk Sikaping, Kabupaten Pasaman.

Lubuk Sikaping terletak di sepanjang jalur Sesar Sumatera yang merupakan salah satu zona tektonik paling aktif di Indonesia, sehingga memiliki keterkaitan erat dengan potensi panas bumi (Febriadin dkk., 2020). Aktivitas tektonik di wilayah ini membentuk sesar dan rekahan yang menjadi jalur utama migrasi fluida hidrotermal dari kedalaman ke permukaan. Kondisi ini semakin diperkuat dengan keberadaan Pegunungan Bukit Barisan yang kompleks secara geologi, tempat berbagai manifestasi panas bumi muncul, seperti mata air panas di Bonjol dan Panti (Sirait, 2021). Bonjol, yang berlokasi berdekatan dengan Lubuk Sikaping, saat ini telah memasuki tahap eksplorasi industri oleh PT Medco Geothermal Sumatera dengan estimasi kapasitas sekitar 35 MW dan suhu reservoir $\pm 150^{\circ}\text{C}$ (Doni, 2025). Fakta keberhasilan eksplorasi di Bonjol ini menjadi indikasi penting bahwa potensi panas bumi juga dapat berkembang di Lubuk Sikaping, apalagi wilayah ini telah lama diperkirakan memiliki potensi panas bumi sekitar 100 MWe. Perkiraan ini sebagian besar masih bersifat spekulatif karena didasarkan pada studi regional, yang umumnya menggunakan data geologi, geokimia, dan interpretasi citra satelit dalam skala luas untuk mengidentifikasi prospek panas bumi, tetapi belum memberikan gambaran detail pada tingkat lokal (Ditjen EBTKE, 2017).

Meskipun demikian, informasi detail mengenai potensi panas bumi di Lubuk Sikaping hingga kini masih terbatas. Sebagian besar data yang tersedia masih berupa hasil studi regional dan pemodelan geologi, yang merujuk pada kawasan sekitar seperti Cubadak, Bonjol, Panti, dan Talu (Arrahman dan Putra, 2015; Ditjen EBTKE, 2017; Hamid, 2022; Nurhadi dkk., 2009; Redaksi, 2024; Safitra dan Putra, 2018; Utama dkk., 2021). Data spesifik yang sudah ada saat ini terutama berupa identifikasi struktur geologi utama, indikasi sesar aktif, serta keberadaan manifestasi permukaan berupa mata air panas. Namun, kajian langsung yang benar-benar berfokus pada Lubuk Sikaping masih sangat minim. Hal ini menunjukkan perlunya penelitian awal yang lebih komprehensif untuk memberikan gambaran indikatif dan terukur mengenai potensi panas bumi di kawasan ini, sehingga hasilnya dapat dijadikan landasan eksplorasi lebih lanjut.

Menghadapi keterbatasan akses dan biaya eksplorasi konvensional seperti pengeboran atau survei geofisika skala besar, pendekatan berbasis penginderaan jauh (*remote sensing*) dan Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi alternatif yang efisien dan adaptif, terutama pada tahap eksplorasi awal. Melalui teknik ini, potensi panas bumi dapat diindikasikan dengan menganalisis beberapa parameter spasial. Suhu permukaan tanah atau *Land Surface Temperature* (LST) dapat digunakan untuk mendeteksi anomali panas yang mengindikasikan adanya aktivitas hidrotermal di bawah permukaan. Indeks vegetasi atau *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) berperan dalam melihat perubahan kondisi vegetasi. Nilai NDVI yang rendah pada zona tertentu bisa disebabkan oleh stres termal akibat panas bumi di bawah permukaan. Sementara itu, analisis *lineament* pada struktur geologi atau *Fault and Fracture Density* (FFD) mampu mengidentifikasi jalur rekahan yang berfungsi sebagai jalur migrasi fluida panas bumi. Dengan demikian, kombinasi ketiga parameter ini yaitu, LST, NDVI, dan FFD dapat memberikan gambaran awal mengenai lokasi anomali panas, tingkat pengaruhnya terhadap vegetasi, serta struktur geologi yang berperan sebagai sistem permeabilitas, sehingga dapat memperkuat indikasi keberadaan potensi panas bumi (Farras dkk., 2017; Hidayat dkk., 2023; Mahfud dkk., 2024; dan Sagita dkk., 2022).

Dalam penelitian ini, ketiga parameter tersebut yaitu, LST, NDVI, dan FFD akan dianalisis secara integratif menggunakan metode *Analytical Hierarchy*

Process (AHP). AHP memberikan bobot pada tiap parameter berdasarkan kontribusinya terhadap sistem panas bumi. Dengan menggabungkan pendekatan ini dalam SIG, diharapkan dapat dihasilkan peta indikatif potensi panas bumi yang akurat, objektif, dan dapat dijadikan acuan untuk eksplorasi lanjutan, baik berupa survei geofisika maupun rencana pengeboran yang lebih terarah (Farras dkk., 2017; Hidayat dkk., 2023; Mahfud dkk., 2024).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting bagi pengembangan energi terbarukan di Sumatera Barat, khususnya di Kabupaten Pasaman. Dengan memanfaatkan data penginderaan jauh dan pemodelan spasial, studi ini menjadi langkah awal dalam memvalidasi potensi panas bumi yang selama ini hanya diprediksi berdasarkan asumsi geologis semata. Peta hasil penelitian dapat menjadi dasar pengambilan keputusan bagi pemerintah daerah, akademisi, dan investor dalam merancang strategi pengembangan energi panas bumi yang efisien, terukur, dan ramah lingkungan (Farras dkk., 2017; Mahfud dkk., 2024).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis indikasi potensi panas bumi di wilayah Lubuk Sikaping, Sumatera Barat, dengan memanfaatkan integrasi data penginderaan jauh citra *Landsat 8 OLI/TIRS* dan DEM SRTM berdasarkan parameter *Land Surface Temperature* (LST) untuk mengetahui anomali suhu permukaan bumi, distribusi vegetasi melalui *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), tingkat rekahan batuan melalui *Fault Fracture Density* (FFD).

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat dalam dua ranah utama, yaitu:

1. Manfaat Akademik

Penelitian ini memperkaya kajian eksplorasi panas bumi berbasis penginderaan jauh dengan pendekatan integratif yang menggabungkan parameter LST, NDVI, dan FFD dalam sistem AHP-GIS. Metodologi yang diterapkan dapat menjadi rujukan untuk penelitian serupa di wilayah lain yang masih minim data eksplorasi langsung.

2. Manfaat Praktis

- Menyediakan peta indikasi zona prospek panas bumi di wilayah Lubuk Sikaping sebagai informasi awal bagi perencanaan eksplorasi tahap lanjut
- Memberikan data awal berbasis spasial kepada pemangku kebijakan daerah untuk digunakan dalam penyusunan strategi pemanfaatan energi panas bumi.
- Menawarkan pendekatan teknis yang efisien dan relatif rendah biaya bagi lembaga riset atau institusi pemerintah dalam memprioritaskan wilayah eksplorasi.

1.4 Ruang Lingkup

Untuk menjaga fokus kajian dan menghindari perluasan di luar batas kemampuan data dan metode, ruang lingkup penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di wilayah Lubuk Sikaping, Kabupaten Pasaman, Sumatera Barat, yang berada pada jalur aktif Sesar Sumatera. Kawasan ini dipilih karena indikasi potensi panas bumi yang berkaitan dengan aktivitas tektonik dan kondisi geologi regional.
2. Data yang digunakan meliputi:
 - Citra *Landsat* 8 OLI/TIRS untuk analisis suhu permukaan (LST) dan indeks vegetasi (NDVI).
 - *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM untuk pemetaan struktur geologi dan rekahan *Fault Fracture Density* (FFD).
 - Peta geologi regional dari Badan Geologi sebagai data validasi awal. Analisis dilakukan pada skala regional karena keterbatasan resolusi spasial data satelit.
3. Penelitian ini menganalisis tiga parameter utama yaitu, LST, NDVI, dan FFD secara terpisah, lalu mengintegrasikannya melalui metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam lingkungan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menghasilkan peta indikasi zona prospek panas bumi.

4. Studi ini bersifat eksplorasi awal dan tidak mencakup data geofisika langsung, sehingga hasil yang diperoleh masih berupa indikasi spasial yang perlu divalidasi lebih lanjut dengan data lapangan atau survei eksplorasi tahap lanjut. Bobot parameter dalam AHP juga bersifat subjektif, sehingga hasil akhir bersifat indikatif

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kajian pustaka, kondisi geologi regional, dan pendekatan metode yang digunakan dalam penelitian ini, hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Anomali suhu permukaan (LST) yang terdeteksi dari citra *Landsat 8 TIRS* menunjukkan korelasi spasial dengan indikasi keberadaan sistem panas bumi di wilayah Lubuk Sikaping.
2. Nilai NDVI yang rendah mengindikasikan degradasi vegetasi akibat proses alterasi hidrotermal, sehingga dapat berfungsi sebagai indikator tidak langsung aktivitas panas bumi.
3. Struktur geologi berupa sesar dan rekahan, yang teridentifikasi dari data DEM SRTM melalui analisis *Fault Fracture Density* (FFD), berperan sebagai jalur migrasi fluida panas bumi dan berasosiasi dengan zona anomali termal.
4. Integrasi LST, NDVI, dan FFD menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) mampu menghasilkan peta indikasi area prospek panas bumi dengan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan jika dianalisis secara terpisah.
5. Hasil pemetaan prospek panas bumi berbasis penginderaan jauh menunjukkan konsistensi spasial dengan data geologi regional dan temuan observasi lapangan terbatas di sekitar wilayah penelitian.