

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi memiliki peran yang penting dalam keberlangsungan kehidupan di bumi ini. Menurut Robi Royana (2013), energi menjadi tolak ukur kemajuan suatu negara dan bahkan menjadi kekuatan ekonomi politik suatu negara, tidak terkecuali Indonesia. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan ekonomi, tidak dapat dipungkiri bahwa kebutuhan energi di Indonesia juga terus meningkat pesat. Dengan kata lain, peningkatan jumlah kebutuhan dan ketergantungan energi dipengaruhi oleh pertumbuhan jumlah makhluk hidup terutama jumlah populasi manusia. Kebutuhan energi yang tidak diiringi dengan peningkatan produksi energi akan menyebabkan Indonesia mengalami krisis energi dan berdampak buruk bagi kehidupan (Wahyu Setyaningsih, 2011).

Berdasarkan data statistik yang dirilis oleh Divisi Populasi, Departemen Ekonomi dan Masalah Sosial PBB, Indonesia berada di urutan ke empat kategori jumlah penduduk terbanyak di dunia tahun 2020 dengan total penduduk sebanyak 270 juta jiwa. Kepadatan penduduk ini berbanding terbalik dengan jumlah ketersediaan cadangan energi fosil seperti minyak bumi, gas bumi dan batubara yang kian menipis dan mengakibatkan harga tidak stabil. Selain itu, pemanfaatan energi fosil tersebut menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK) yang berdampak terhadap terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim. Oleh karena itu, untuk meningkatkan ketahanan energi nasional dalam jangka panjang serta berkontribusi terhadap upaya global dalam menahan laju perubahan iklim, pemerintah Indonesia perlu mengambil tindakan yang rasional dan inovatif terhadap konservasi dan diversifikasi energi, agar dapat menyeimbangkan antara jumlah energi yang dibutuhkan dengan jumlah energi yang tersedia, melalui pengembangan sumber-sumber energi alternatif terbarukan dan berkelanjutan dan juga sebagai upaya dalam mengatasi krisis energi pada masa mendatang. Salah satu energi alternatif yang menyimpan potensi dan pengaruh paling besar bagi kelangsungan energi nasional adalah energi panas bumi atau *geothermal energy* (Lela F C dkk, 2016).

Panas bumi merupakan energi yang bersifat berkelanjutan dan pemanfaatannya relatif aman (Nur Suhartono, 2012). Sumber energi panas bumi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sumber energi terbarukan sebagai solusi yang terjangkau dan berkelanjutan (Togi Tampubolon dkk, 2019).

Kegiatan pengembangan sumber energi alternatif di Indonesia memiliki nilai peluang yang besar untuk diterapkan, karena selain angka jumlah penduduk yang tinggi, Indonesia juga memiliki kandungan sumber daya alam berupa mineral dan energi yang cukup tinggi pula, salah satunya adalah energi panas bumi. Fakta ini didukung oleh posisi Indonesia yang terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik yakni lempeng tektonik Eurasia, Australia dan Pasifik. Dimana, ketiga lempeng tektonik tersebut bersifat aktif dan bergerak secara konvergen yang menyebabkan terjadinya subduksi atau terbentuknya deretan gunung api yang dikenal dengan istilah *ring of fire*. Kondisi ini tentu mendukung fakta Indonesia sebagai negara yang memiliki wilayah-wilayah terbentuknya potensi panas bumi (Wahyu Setyaningsih, 2011). Tercatat Indonesia memiliki 150 gunung api dan 129 diantaranya masih aktif (Indyo Pratomo, 2006). Sebagian besar sumber energi panas bumi Indonesia umumnya berada pada jalur gunung api (vulkanik), yang membentang sepanjang ujung Pulau Sumatera, Pulau Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi, hingga Maluku dan sisanya berada di zona non vulkanik.

Pengembangan sumber energi panas bumi sebenarnya bukan hal yang baru di Indonesia karena sudah dimulai pada tahun 1918. Menurut data yang dirilis oleh Badan Geologi Kementerian ESDM 2010, saat ini diperkirakan total potensi energi panas bumi di Indonesia sebesar 28,5GWe yang tersebar di 265 lokasi yang setara dengan 40% cadangan Geothermal yang ada di dunia (Tuti Ermawati dan Siwage Dharma Negara, 2014). Energi panas bumi (*geothermal energy*) sendiri adalah panas yang dihasilkan dan disimpan di dalam bumi, panas tersebut dapat juga terperangkap dalam batuan reservoir berpori jenuh atau berongga yang memiliki batuan penudung (*cap rock*) atau rekahan-rekahan yang memungkinkan fluida panas (uap dan air panas) yang tersimpan tersebut mengalir ke permukaan dan dimanfaatkan secara luas dengan dua cara yaitu pada sumber panas bumi yang

menyimpan cadangan energi yang besar dimanfaatkan untuk tenaga pembangkit (listrik) dan pada sumber panas bumi yang menyimpan cadangan energi yang kecil dimanfaatkan untuk penggunaan langsung (*direct-use*). Energi panas bumi dimanfaatkan dengan mengambil panas dari reservoir panas bumi yang diisi ulang dengan pengisian alami (Gerardo Hiriart, 2012). Oleh sebab itu, selain karena kegiatan eksploitasinya yang ramah lingkungan, energi panas bumi merupakan energi terbarukan atau dapat diperbaharui.

Salah satu pulau terbesar di Indonesia yaitu Pulau Sumatera, memiliki potensi sumber panas bumi sampai 13.470 MW dan merupakan potensi terbesar dibandingkan dengan pulau-pulau yang lain (Awaliyatun F.Z dan Juniar Hutahaean, 2015). Sumatera Utara yang menjadi bagian dari Pulau Sumatera memiliki sebaran lapangan potensi panas bumi yang besar seperti panas bumi Sarrula (330 MW), Sibayak (120 MW), Dolok Marawan (38 MW) dan beberapa daerah yang belum pernah dieksplorasi. Salah satu zona keberadaan potensi sumber panas bumi ini yang juga kurang disadari dan belum pernah dieksplorasi adalah manifestasi panas bumi di sekitar sungai Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo Sumatera Utara, yang merupakan bagian dari wilayah yang memiliki gunung api aktif dan secara geografis terletak diantara $3^{\circ}07'12''$ Lintang Utara dan $98^{\circ}14'8''$ Bujur Timur. Adapun manifestasi panas bumi yang terdapat di sekitar sungai tersebut ditandai dengan adanya sumber air panas dan uap panas yang muncul di permukaan sekitar sungai Desa Limang. Berdasarkan pengakuan dari masyarakat setempat, uap panas dan air panas yang muncul ke permukaan umumnya masih hanya dimanfaatkan sebagai kebutuhan sehari-hari dan objek wisata saja sedangkan untuk prospek pengembangan sumber energi panas bumi belum dikaji secara matang. Keberadaan manifestasi potensi panas bumi yang muncul di permukaan yang ada pada daerah tersebut mengindikasikan bahwa adanya sistem reservoir di bawah permukaan sehingga perlu dikaji lebih lanjut agar dapat memberikan manfaat dan peluang yang besar terhadap desa tersebut.

Dalam rangka mengembangkan energi panas bumi menjadi sumber energi alternatif dan dapat dimanfaatkan secara optimal maka keberadaan potensi panas

bumi perlu diidentifikasi dan dieksplorasi secara lebih lanjut. Salah satu eksplorasi pendahuluan yang dapat memetakan penyebaran panas bumi adalah survey bawah permukaan dengan menggunakan metode geofisika. Pemodelan geofisika dilakukan pada data untuk memperkirakan distribusi sifat fisis bawah permukaan berdasarkan data yang diukur di permukaan bumi (Yudha Arman, 2012). Metode geofisika diterapkan untuk mengetahui sifat-sifat fisik batuan yang ada di permukaan bawah tanah. Adanya anomali dari sifat fisik batuan bawah permukaan dapat digunakan untuk memperkirakan keberadaan sistem panas bumi di bawah permukaan daerah tersebut.

Dalam penelitian ini menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner-schlumberger*. Penggunaan metode geolistrik tahanan jenis (*resistivity*) dilakukan untuk menentukan resistivitas batuan yang ada pada zona geothermal dan mengetahui pengaruh suhu reservoir terhadap resistivitas. Sehubungan dengan metode geolistrik yang sangat bagus untuk mengetahui kondisi atau struktur geologi bawah permukaan berdasarkan variasi tahanan jenis batumannya. Terutama untuk daerah yang mempunyai kontras tahanan jenis yang cukup jelas terhadap sekitarnya, seperti untuk keperluan eksplorasi panasbumi. Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di bawah permukaan dan pendugaan keadaan di bawah permukaan, seperti pendugaan jenis bahan penyusunbatuan yang didasarkan pada pengukuran nilai resistivitasnya (Telford dan Sheriff, 1982). Penelitian potensi panas bumi menggunakan metode geolistrik sebelumnya telah dilakukan oleh Fauziyah dkk (2015), Lantu dkk (2015), Fais (2017) dan lainnya.

Metode geolistrik terdiri dari beberapa konfigurasi yang masing-masing konfigurasi mempunyai kelebihan dan kekurangan, salah satunya konfigurasi *Wenner-Schlumberger* yang merupakan gabungan dari dua konfigurasi yaitu konfigurasi *Wenner* dan konfigurasi *Schlumberger* yang digunakan pada penelitian ini. Kelebihan dari konfigurasi gabungan ini adalah memanfaatkan kelebihan dari kedua konfigurasi dan saling melengkapi kekurangan tiap konfigurasi, kelebihan konfigurasi schlumberger adalah kemampuan untuk mendeteksi adanya non homogenitas lapisan batuan pada permukaan dengan

membandingkan nilai resistivitas semu ketika terjadi perubahan jarak antar elektroda dan untuk mengetahui struktur bawah permukaan baik secara lateral maupun vertikal sedangkan kekurangan dari konfigurasi ini adalah ketelitian pembacaan tegangan yang kurang akurat, terutama ketika jarak elektrodanya diperbesar. Hal inilah yang justru menjadi keunggulan dari peran konfigurasi *Wenner*. Dalam melakukan penelitian perlu dilakukan pemilihan konfigurasi, karena tidak semua masalah dapat dipecahkan oleh satu konfigurasi. Oleh karena itu, sebelum pengukuran, harus ditentukan tujuan penelitian sehingga dapat dipilih jenis konfigurasi yang akan dipakai. Pemilihan konfigurasi sendiri bergantung pada tipe struktur yang akan dipetakan, sensitivitas alat tahanan jenis dan tingkat noise yang ada.

Seiring berkembangnya zaman, kegiatan eksplorasi panas bumi yang dilakukan di lapangan dapat terbantu dengan menjangkau dan mengidentifikasi daerah prospek panas bumi dengan suatu metode yang memanfaatkan kemajuan teknologi yaitu metode penginderaan jauh, yang dapat memberikan informasi awal mengenai daerah atau titik prospek potensi dari adanya kandungan panas bumi. Hasil informasi dari teknologi pengindraan jauh juga dilakukan pengolahan berupa *Land Surface Temperature (LST)*, *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* dan deliniasi kelurusan untuk mendapatkan hasil dan visualisasi berupa peta sebaran area potensial panas bumi. Keberhasilan teknik penginderaan jauh pada survei geothermal bergantung pada deteksi radiasi yang dipantulkan atau dipancarkan oleh manifestasi permukaan yang selanjutnya dipisahkan dari emisi yang berasal dari lingkungan sekitarnya. Teknik penginderaan jauh sebenarnya banyak digunakan pada tahap awal eksplorasi panas bumi untuk membedakan daerah yang akan dipelajari menggunakan metode geofisika dan geokimia (Armenta, 1995). Apabila identifikasi dilakukan dengan cara langsung ke lapangan tanpa adanya petunjuk apapun, maka kegiatan eksplorasi akan memakan waktu yang lama dan biaya yang tidak sedikit. Karena biasanya penelitian untuk menetapkan bahwa suatu lokasi energi panas bumi itu layak dikelola atau tidak memerlukan waktu yang cukup lama oleh karena itu digunakan peran citra satelit alternatif sebagai solusi untuk mempercepat dan lebih

mengefisienkan waktu untuk meneliti tersebut terutama pada proses pemetaannya. Sehingga, pada penelitian ini juga dilakukan analisis dan kajian karakteristik daerah prospek panas bumi di daerah sungai Desa Limang melalui penginderaan jauh. Metode penginderaan jauh yang dimanfaatkan yaitu dengan mengaplikasikan algoritma pada saluran band termal pada citra Landsat 8 kemudian diinterpretasikan dalam bentuk peta sehingga pengembang pertambangan panas bumi dapat dengan mudah mengenali lokasi yang termasuk dalam prospek panas bumi. Proses pemetaan ini dilakukan dengan cara menganalisis struktur yang tampak ke permukaan, peta temperatur permukaan tanah dan batuan permukaan. Selain dari interpretasi suhu tanah, keberadaan potensi panas bumi diasumsikan berkaitan dengan kondisi geologi seperti kerapatan kelurusan dan satuan litologi tertentu. Kerapatan kelurusan dapat menjelaskan adanya sistem patahan atau sesar yang aktif, sedangkan satuan litologi dapat menjelaskan adanya sistem struktur batuan yang menghasilkan jalur energi panas bumi. Data citra yang digunakan adalah citra satelit landsat 8 karena memiliki kemudahan dalam mendapatkan dan mengolah datanya serta sangat efektif dalam mengidentifikasi karakteristik spektral permukaan dikarenakan wilayah penelitian yang cukup luas (Purwanto dkk, 2016; Utama dkk, 2012). Dengan menggunakan citra satelit Landsat 8, dapat diperoleh penampakan kerapatan vegetasi dan suhu permukaan tanah dari area tersebut. Menurut Sutanto (1994), suhu permukaan didefinisikan sebagai suhu bagian terluar dari suatu objek. Suhu permukaan suatu objek tidak sama tergantung pada sifat fisik permukaan objek. Sifat fisik objek tersebut adalah emisivitas, kapasitas panas jenis dan konduktivitas thermal. Hasil pengolahan Landsat 8 kanal termal akan menghasilkan anomali suhu permukaan dan anomali kerapatan vegetasi yang menunjukkan keberadaan manifestasi panas atau potensi panas bumi. Tujuan pemanfaatan data citra Landsat 8 yaitu menghasilkan peta sebaran potensi panas bumi pada Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik melakukan penelitian untuk mengidentifikasi potensi panas bumi dengan menggunakan metode geolistrik dan memanfaatkan data citra satelit menggunakan penginderaan jauh (*Remote*

Sensing) dengan judul: **“Identifikasi Potensi Panas Bumi di Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo menggunakan Citra Satelit Landsat 8 dan Geolistrik Resistivitas”**

1.2 Ruang Lingkup

Pada penelitian ini secara fokus membahas:

1. Pengembangan potensi panas bumi dengan mengidentifikasi pengaruh manifestasi panas bumi di permukaan terhadap suhu permukaan, dengan mengkaji struktur geologi, dan kerapatan vegetasi di daerah potensi dengan menggunakan metode penginderaan jauh dan mengkaji struktur geologi dan lapisan batuan dengan metode geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger*.
2. Penelitian akan dilakukan di sungai Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo Sumatera Utara Indonesia yang secara geografis terletak diantara $3^{\circ}07'12''$ Lintang Utara dan $98^{\circ}14'8''$ Bujur Timur secara terbuka dan mendapat izin resmi dari Kepala daerah dan masyarakat setempat.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik *resistivity* di sekitar sungai Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo pada koordinat $3^{\circ}07'12''$ Lintang Utara dan $98^{\circ}14'8''$ Bujur Timur.
2. Konfigurasi yang digunakan untuk pengukuran dalam metode geolistrik *resistivity* adalah konfigurasi *Wenner-Schlumberger*.
3. Penelitian dilakukan di dua lintasan berbeda yang saling sejajar di sekitar sungai Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo dengan jarak spasi elektroda 5 meter dengan panjang lintasan 75 meter (16 elektroda).

4. Pengolahan dan analisa data untuk interpretasi kuantitatif menggunakan *software Res2DinV*.
5. Penelitian ini juga dilakukan dengan menggunakan metode penginderaan jauh dan data citra yang digunakan adalah citra landsat 8, data kontur Peta RBI, data DEMNAS, peta geologi regional daerah penelitian serta data penunjang penentuan titik - titik potensi panas bumi yang berdasar pada data survei pendahuluan yang hasil pengolahannya bertujuan untuk mengetahui nilai suhu permukaan (LST) dan kerapatan vegetasi (NDVI) di sekitar sungai Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah belakang masalah yang akan dibahas dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menganalisa nilai suhu permukaan dan kerapatan vegetasi di sekitar sungai Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo menggunakan data citra Landsat 8 sehingga dapat dipetakan menjadi area potensi panas bumi?
2. Bagaimana struktur geologi dan perlapisan batuan bawah permukaan pada manifestasi panas bumi berupa air panas dan uap panas yang muncul di permukaan sekitar sungai Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo dengan metode geolistrik resistivitas?
3. Bagaimana kesinambungan hasil pengolahan data dari kedua metode tersebut terhadap anomali dan manifestasi panas bumi yang terdapat di sekitar sungai Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo?

1.5 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan:

1. Mengetahui satuan geologi, densitas kelurusan, elevasi dan sebaran suhu permukaan serta kerapatan vegetasi di sekitar sungai Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo menggunakan data citra Landsat 8 sehingga dapat dikorelasikan dan menghasilkan peta area potensi panas bumi.
2. Mengetahui struktur geologi dan perlapisan batuan permukaan bawah permukaan dengan metode geolistrik resistivitas.
3. Mengetahui kesinambungan hasil pengolahan data dari metode penginderaan jauh citra landsat 8 dan metode geolistrik resistivitas serta data *in situ* melalui pengukuran suhu tanah dengan thermometer tanah terhadap anomali dan manifestasi panas bumi yang terdapat di sekitar sungai Desa Limang Kecamatan Tigabinanga Kabupaten Karo.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi pada masyarakat sekitar tentang potensi panas bumi yang terdapat pada lokasi penelitian hingga dapat digunakan dalam pengembangan wilayah.
2. Sebagai bahan referensi dan acuan bagi penelitian berikutnya yang relevan dengan topik penelitian.