

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia memiliki sumber panas bumi di beberapa wilayah Indonesia. Sebanyak 276 lokasi panas bumi tersebar di jalur pembentukan gunung api dari Sumatra, Jawa, Nusa Tenggara, Sulawesi dan Maluku. Sebagian sumber panas bumi tersebut berada di bentuk lahan vulkanik, namun dari 276 lokasi panas bumi yang tersebar di beberapa wilayah Indonesia, hanya sekitar 31% lokasi yang telah di survei secara rinci dan dijadikan sebagai sumber energi pembangkit listrik (Farras dkk., 2017).

Ditinjau dari munculnya panas bumi yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia, maka Indonesia menempati urutan kedua sebagai negara terbesar produsen energi dari panas bumi, dengan meningkatnya pasokan listrik menjadi sebesar 1.924 MWe (MegaWatt) (Kementrian ESDM, 2018). Dimana tempat pertama diduduki oleh Amerika Serikat, dan di tempat ketiga diduduki oleh Filipina. Di luar pulau Jawa diperkirakan terdapat potensi energi panas bumi lebih besar jika dibandingkan dengan pulau Jawa. Total potensi energi panas bumi Indonesia diperkirakan mencapai 23,7 GW. Dari potensi tersebut, pemerintah telah menetapkan Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP) & Wilayah Penugasan Survei Pendahuluan dan Eksplorasi (WPSPE) yang siap dikembangkan (Kementrian ESDM, 2020).

WKP panas bumi adalah wilayah yang ditetapkan dalam IUP (Izin Usaha Pertambangan). Pembuatan dan penetapan WKP ini merupakan wewenang dari pemerintah pusat, dalam hal ini adalah Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (UU No. 27 Tahun 2003). Dataran tinggi Dieng termasuk kedalam salah satu WKP yang dikelola oleh PT Geodipa.

Dataran tinggi Dieng memiliki luas WKP seluas 113.400 Ha di Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah. Dengan total sumber daya dari persebaran titik panas di dataran tinggi Dieng dengan total penjumlahan pada area Dieng, Candradimuka, dan Mangunan – Wanayasa pada kelas cadangan terbukti sebesar 352 Mwe (Kementrian ESDM, 2020). Kelas cadangan terbukti merupakan klasifikasi cadangan dengan estimasi potensi energinya didasarkan pada hasil penyelidikan rinci, diuji dengan sumur eksplorasi, delineasi dan pengembangan serta dilakukan studi kelayakan. (Kementrian ESDM, 2017).

Panas bumi di dataran tinggi Dieng memiliki potensi untuk lebih dikembangkan sebagai pembangkit listrik untuk pertumbuhan ekonomi lokal, nasional, dan internasional. Pemanfaatan potensi panas bumi di dataran tinggi Dieng bisa melalui pemanfaatan langsung dalam manifestasi panas bumi seperti air panas untuk penginapan di wilayah wisata, pembuatan pemandian air panas, pembangkit listrik tenaga panas bumi, dan lain-lain. Meskipun potensi

pemanfaatan manifestasi panas bumi di dataran tinggi Dieng tinggi, namun untuk penelitian dan kajian mengenai manifestasi panas bumi tersebut masih kurang, dan dengan harapan agar bisa lebih dikembangkan lagi.

Pengolahan data citra Landsat 8 digunakan untuk menghasilkan suhu temperatur permukaan dengan mengolah sensor termal yaitu band 10 dengan resolusi spasial 100 meter dan panjang gelombang untuk band 10 sebesar 10,60 -11,19 μm dan band 11 sebesar 11,50 -12,51 μm (Lapan, 2018).

Maka, dalam mengidentifikasi potensi panas bumi yang terdapat di dataran tinggi Dieng, salah satunya dapat dilihat dari manifestasi panas bumi sebagai ciri di permukaan bahwa terdapat potensi panas bumi di dalamnya. Metode yang tepat digunakan dalam menentukan, mengidentifikasi, dan memetakan manifestasi di dataran tinggi Dieng adalah dengan menggunakan metode penginderaan jauh yaitu pengolahan data citra Landsat 8 dengan rumus *Land Surface Temperature* untuk mengetahui rentang kelas suhu permukaan manifestasi panas bumi.

1.2 Perumusan Masalah

- a. Bagaimana manifestasi panas bumi di dataran tinggi Dieng sebagai potensi sumber daya panas bumi berdasarkan rentang kelas suhu dari hasil pengolahan metode penginderaan jauh?
- b. Bagaimana kondisi manifestasi panas bumi di dataran tinggi Dieng dengan menggunakan metode penginderaan jauh dan validasi lapangan?
- c. Bagaimana korelasi antara hasil pengolahan suhu permukaan dan indeks vegetasi NDVI dengan metode penginderaan jauh?

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Dapat menganalisis manifestasi panas bumi di dataran tinggi Dieng sebagai potensi sumber daya panas bumi berdasarkan rentang kelas suhu dari hasil pengolahan metode penginderaan jauh.
- b. Dapat menganalisis kondisi manifestasi panas bumi di dataran tinggi Dieng dengan menggunakan metode penginderaan jauh dan validasi lapangan.
- c. Dapat menganalisis korelasi antara hasil pengolahan suhu permukaan dan indeks vegetasi NDVI dengan metode penginderaan jauh.

1.4 Kegunaan Penelitian

Dari dilakukan penelitian ini diharapkan berguna serta bermanfaat secara bidang keilmuan baik itu secara teoritis maupun praktis, diantaranya:

1. Kegunaan Keilmuan

Secara keilmuan dan teoritis penelitian ini diharapkan berguna untuk memberikan wawasan atau kajian ilmiah mengenai identifikasi manifestasi panas bumi di dataran tinggi Dieng, dan untuk mendapatkan khasanah dan wawasan baru mengenai studi penelitian ini.

2. Kegunaan Praktis

Kegunaan praktis pada penelitian ini dapat menjadi rujukan di kalangan masyarakat umum sebagai sumber informasi mengenai manifestasi panas bumi di dataran tinggi Dieng, selain itu juga dapat digunakan sebagai rujukan pemerintah guna melakukan analisis mengenai manifestasi panas bumi yang ada sehingga nantinya dapat menjadi acuan dalam kebijakan pembangunan kedepan.

1.5 Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

1.5.1 Telaah Pustaka

1.5.1.1 Pemetaan

Pemetaan adalah suatu proses melalui beberapa tahapan kerja (pengumpulan data, pengolahan data, dan penyajian data) untuk mendapatkan produk akhir peta. Tahap pengumpulan data dilakukan melalui beberapa kegiatan, yaitu survei lapangan (pengukuran koordinat), pemotretan udara, dan survei data sekunder. Tahap pengolahan data merupakan kegiatan menghitung dan mengolah hasil dari pengumpulan data sesuai dengan metode pemetaan yang digunakan dalam suatu sistem referensi dan proyeksi peta tertentu. Adapun tahap penyajian data adalah kegiatan untuk menyajikan hasil pengolahan data dalam bentuk peta baik dalam bentuk cetak maupun digital. (Soendjojo dan Riqqi, 2016).

Peta dapat dibedakan berdasarkan fungsi yang digunakan yaitu peta topografi dan peta tematik. Peta topografi adalah peta untuk memperlihatkan keadaan bentuk, dan representasi mengenai keadaan alam di suatu permukaan bumi atau dataran. Antara lain seperti jalan, sungai, rumah, relief, batas administrasi, dan vegetasi alami. Sedangkan untuk peta tematik adalah peta yang memiliki dasar dari peta dasar dan menyajikannya dalam bentuk distribusi dari suatu fenomena khusus atau dengan tema tertentu. Contohnya antara lain seperti peta curah hujan, peta tanah, peta hasil tambang, dll. (Soendjojo dan Riqqi, 2016).

1.5.1.2 Suhu

a. Definisi Suhu

Suhu adalah besarnya bahang yang disimpan oleh suatu objek karena adanya radiasi yang menunjukkan keadaan panas dan dinginnya suatu tempat.

b. Suhu Udara

Suhu udara adalah ukuran energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul-molekul. Di banyak negara, suhu dalam meteorologi dinyatakan dengan satuan

derajat Celcius, untuk keperluan meteorologi satuan derajat Fahrenheit masih tetap digunakan, namun untuk pelaporan internasional secara resmi telah disepakati menggunakan skala Celcius (Soejinto, 1973). Suhu udara akan berfluktuasi dengan nyata selama setiap periode 24 jam. Fluktuasi suhu udara dan suhu tanah berkaitan erat dengan proses pertukaran energi yang berlangsung di atmosfer. Pada siang hari, sebagian dari radiasi matahari akan diserap oleh gas- gas atmosfer dan partikel- partikel padat yang melayang di atmosfer. Serapan energi radiasi matahari akan menyebabkan suhu udara meningkat. Suhu udara harian maksimum tercapai beberapa saat setelah intensitas cahaya maksimum tercapai. Intensitas cahaya maksimum tercapai pada saat berkas cahaya jatuh tegak lurus, yakni pada waktu tengah hari. Permukaan bumi merupakan permukaan penyerap utama dari radiasi matahari, oleh sebab itu permukaan bumi merupakan sumber panas bagi udara di atasnya dan bagi lapisan tanah di bawahnya. Pada malam hari, permukaan bumi tidak menerima masukan energi dari radiasi matahari, tetapi permukaan bumi tetap akan memancarkan energi dalam bentuk radiasi gelombang panjang, sehingga permukaan akan kehilangan panas, akibatnya suhu permukaan akan turun karena perannya yang demikian, maka fluktuasi suhu permukaan akan lebih besar dari fluktuasi udara di atasnya (Harjono, 2004).

c. Faktor Pengaruh Suhu Udara

- Sudut datang sinar matahari yaitu sudut yang dibentuk oleh sinar matahari dan suatu bidang di permukaan bumi. Semakin besar sudut datangnya sinar matahari, maka semakin tegak datangnya sinar sehingga suhu yang diterima bumi semakin tinggi. Sudut datang sinar matahari terkecil terjadi pada pagi dan sore hari, sedangkan sudut terbesar terjadi pada waktu siang hari.
- Tinggi rendahnya tempat, semakin tinggi kedudukan suatu tempat, suhu udara di tempat tersebut akan semakin rendah, begitu juga dengan sebaliknya. Semakin rendah kedudukan suatu tempat, suhu udara akan semakin tinggi. Perbedaan temperatur udara yang disebabkan adanya perbedaan tinggi suatu daerah disebut dengan Amplitudo.
- Angin dan arus laut dari daerah yang dingin akan menyebabkan daerah yang dilalui oleh angin tersebut juga akan menjadi dingin
- Lamanya penyinaran matahari pada suatu tempat tergantung dari letak garis lintangnya. Semakin rendah letak garis lintangnya, maka semakin lama daerah tersebut mendapatkan sinar matahari dan suhu udaranya semakin tinggi. Begitu juga dengan sebaliknya, semakin tinggi letak garis lintang, maka intensitas penyinaran matahari semakin kecil sehingga suhu udaranya semakin rendah.
- Awan merupakan penghalang pancaran sinar matahari ke bumi. Jika suatu daerah terjadi awan mendung, maka panas yang diterima bumi relatif sedikit, hal ini disebabkan kemampuan awan dalam menyerap panas matahari.

d. Suhu Permukaan

Suhu permukaan tanah atau *Land Surface Temperature* merupakan keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, sifat termal

dari permukaan dan media bawah permukaan tanah. Temperatur permukaan suatu wilayah dapat diidentifikasi dari citra satelit Landsat yang diekstrak dari saluran termal. Dalam penginderaan jauh, temperatur permukaan tanah dapat didefinisikan sebagai suhu permukaan rata-rata dari suatu permukaan, yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda (Utomo, 2017).

Suhu permukaan tanah adalah suhu pada permukaan bumi yang merupakan hasil pantulan objek terekam oleh citra satelit pada waktu tertentu. Dapat didefinisikan juga sebagai suhu permukaan rata – rata yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda. Besarnya nilai LST dipengaruhi oleh panjang gelombang. Panjang gelombang paling sensitif terhadap suhu permukaan adalah inframerah termal. (Fawzi, 2014).

1.5.1.3 Panas Bumi

a. Definisi Panas Bumi

Panas bumi atau yang dikenal dengan istilah geotermal, berasal dari bahasa latin dan terbentuk dari akar kata “geo” yang berarti bumi dan “termal” yang berarti panas. Geotermal dapat diartikan juga sebagai panas bumi yang terbentuk secara alami di bawah permukaan bumi (Farras dkk., 2017). Panas bumi adalah sumber energi panas yang terkandung di dalam air panas, uap air, serta batuan bersama mineral dan gas lainnya yang secara genetik tidak dapat dipisahkan dalam suatu sistem panas bumi dan untuk pemanfaatannya diperlukan proses penambangan. (UU No. 21 Tahun 2014).

b. Proses Pembentukan Panas Bumi

Susunan batuan jalur gunung api adalah hasil dari erupsi gunung api dan merupakan campuran antara batuan piroklastik dan aliran lava sehingga membentuk susunan batuan non resisten dan batuan resisten. Bagian jalur gunung api tersebut merupakan jenis sumber panas dangkal, sehingga terbentuklah daerah panas bumi yang mencirikan kenampakan gejala di permukaan berupa; mata air panas, geyser, fumarol, solfatara, kubangan lumpur panas (*steaming ground/hot ground*) (Dirjen PPG Departemen Penerangan RI NPD: 79/10.07/1995)

c. Sistem Panas Bumi

- Sistem hidrotermal merupakan proses transfer panas atau konveksi panas dari sumber panas ke permukaan dicirikan dengan naiknya fluida meteorik atau tanpa jejak dari fluida magmatik. Daerah rembesan pada sistem ini dilengkapi dengan air meteorik yang berasal dari daerah resapan.
- Sistem vulkanik merupakan proses transfer panas dari dapur magma di bawah permukaan bumi menuju ke permukaan dengan melibatkan fluida magma. Dan pada sistem ini dicirikan dengan fluida meteorik.
- Sistem vulkanik-hidrotermal merupakan gabungan atau kombinasi dari sistem vulkanik dan sistem hidrotermal, yang dicirikan dengan air magmatik yang naik dan bercampur dengan air meteorik.

d. Komponen Ideal Pada Sistem Panas Bumi

- Sumber panas adalah panas dari dalam bumi menuju ke permukaan bumi akan menjadi tempat penampungan panas (*heat sink*). Kemudian tenaga tektonik dimana tenaga ini lebih besar menghasilkan panas bumi dalam bentuk letusan gunung berapi.
- Reservoir panas bumi merupakan bentuk formasi batuan yang berada di bawah permukaan bumi yang mampu menyimpan dan mengalirkan banyak sekali komponen fluida termal berupa uap dan air panas.
- *Recharge* atau daerah resapan merupakan suatu daerah dimana air akan meresap lebih banyak dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Untuk pemanfaatan panas bumi, daerah resapan memiliki fungsi yang sangat penting.
- Manifestasi panas bumi adalah gejala atau tanda-tanda yang berada di permukaan bumi bahwa di dalam permukaan bumi tersebut terdapat potensi panas bumi yang dapat dimanfaatkan menjadi energi panas bumi (Broto dan Putranto, 2011).

e. Manifestasi Panas Bumi

Manifestasi panas bumi merupakan gejala atau tanda-tanda yang berada di permukaan bumi bahwa di dalam permukaan bumi tersebut terdapat potensi panas bumi yang dapat dimanfaatkan menjadi energi panas bumi (Broto dan Putranto, 2011). Manifestasi panas bumi diperkirakan terjadi karena adanya perambatan panas atau konveksi dari bawah permukaan karena adanya rekahan yang menghambat fluida panas bumi (uap) naik menuju permukaan, sehingga fluida panas bumi tidak langsung naik menuju permukaan. Adapun jenis-jenis dari manifestasi panas bumi antara lain adalah (Miryani, 2009):

- Fumarol, yaitu adalah lubang pada kerak bumi yang mengeluarkan uap dan gas seperti karbon dioksida, belerang, dan asam klorida. Sering ditemukan di sekitar gunung berapi.
- Geysir, yaitu air dari dikeluarkan dari bawah permukaan yang secara berulang pada waktu tertentu menyemburkan uap air, gas, dan sedikit material padat pada siklus tertentu. Geysir terjadi karena adanya tekanan yang tinggi dari dalam perut bumi.
- Mata air panas, yaitu sumber air panas yang dihasilkan dari keluarnya air tanah di dalam kerak bumi yang dipanaskan secara terus menerus. Mata air panas mengeluarkan bermacam-macam komposisi air.
- Kolam lumpur, yaitu kubangan lumpur panas yang terbentuk karena pelarutan batuan fluida hidrotermal yang panas dan bersifat asam dengan jumlah air yang terbatas. Kolam tersebut seringkali berupa sebuah kolam lumpur bergelembung. Asam dan mikroorganisme dekomposit dapat berada pada batu sampai tanah liat dan lumpur.
- Tanah hangat/tanah beruap, yaitu fenomena transfer panas secara konduksi menuju permukaan melalui pori-pori tanah yang menyebabkan tanah di beberapa bagian daerah panas bumi menjadi lebih hangat.

- Tanah atau batuan teralterasi, yaitu tanah atau batuan di permukaan yang telah mengalami proses ubahan oleh fluida panas bumi sehingga berubah warna, komposisi mineral dan sifat fisik.
- Erupsi hidrotermal, yaitu erupsi yang melontarkan material padat dimana energi yang dilepaskan berasal dari kehilangan panas dan perubahan fase fluida hidrotermal.

f. Syarat Potensi Panas Bumi

Syarat sumber panas dapat bisa dikategorikan sebagai energi panas bumi, diantaranya adalah (Suhartono, 2012):

- Adanya batuan panas bumi berupa magma
- Adanya persediaan air tanah secukupnya, dimana sirkulasi dekat dengan sumber magma agar dapat terbentuk uap air panas
- Adanya batuan *reservoir* yang mampu menyimpan uap dan air panas
- Adanya batuan keras yang menahan hilangnya uap dan air panas (*cap rock*)
- Adanya gejala tektonik, dimana dapat terbentuk rekahan-rekahan di kulit bumi yang memberikan jalan kepada uap dan air panas bergerak ke permukaan bumi
- Panas harus mencapai suhu tertentu dengan minimum sekitar 180°C-250°C

1.5.1.4 Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh merupakan sebuah ilmu serta teknologi yang digunakan untuk mengetahui sebuah informasi tentang suatu objek dengan cara mengidentifikasi, mengukur dan menganalisis karakteristik tanpa kontak langsung dengan objek (Lillesand dkk., 1993). Alat yang digunakan untuk proses pengambilan objek tanpa kontak langsung disebut sensor. Sensor dibedakan menjadi dua macam diantaranya yaitu sensor aktif dan sensor pasif. Penginderaan jauh juga dapat diartikan sebagai suatu teknik yang dikembangkan dengan tujuan memperoleh serta menganalisis informasi tentang bumi yang berbentuk radiasi elektromagnetik dari pantulan atau pancaran permukaan bumi (Sutanto, 1992).

a. Interpretasi Citra

Salah satu teknik penginderaan jauh yang paling mendasar yaitu proses interpretasi citra. Interpretasi citra merupakan kegiatan mengkaji foto udara dan atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut (Estes dan Simonett, 1975). Interpretasi dilakukan berdasarkan beberapa tahapan yaitu deteksi, identifikasi, klasifikasi dan analisis. Deteksi merupakan tahapan mengenali sebuah objek pada sebuah citra berdasarkan beberapa unsur saja. Identifikasi merupakan tahapan memisahkan atau membatasi objek dari kenampakan suatu citra. Klasifikasi merupakan proses membedakan objek berdasarkan jenis atau golongan kelas yang telah ditentukan, biasanya berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Analisis merupakan proses akhir dalam menginterpretasi sebuah citra biasanya

dilakukan dengan cara mendeskripsikan untuk memperkuat hasil interpretasi sebuah objek.

Interpretasi terhadap sebuah objek di permukaan bumi dilakukan berdasarkan 8 unsur yaitu rona/warna, bentuk, ukuran, tekstur, pola, bayangan, situs, dan asosiasi. Unsur-unsur yang digunakan acuan untuk melakukan interpretasi jenis penggunaan lahan atau vegetasi dapat diuraikan sebagai berikut (Sutanto, 1922):

- Rona dan warna adalah salah satu unsur interpretasi berfungsi untuk membedakan sebuah objek satu dengan yang lain berdasarkan tingkat kecerahan maupun kegelapan dari objek yang ditampilkan pada foto udara atau citra. Tingkat kecerahan masing-masing objek tergantung dengan kondisi cuaca pada saat proses diambilnya objek dan arah datang sinar matahari.
- Bentuk adalah gambar yang mudah dikenali. Contoh; Gedung sekolah pada umumnya berbentuk huruf I, L dan U atau persegi panjang, Gunung api misalnya berbentuk kerucut.
- Ukuran adalah ciri objek berupa jarak, luas, tinggi lereng dan volume. Ukuran objek pada citra berupa skala. Contoh; Lapangan olah raga sepak bola dicirikan oleh bentuk (segi empat) dan ukuran yang tetap, yakni sekitar (80 – 100 m). Ukuran suatu objek di citra atau foto udara ditentukan berdasarkan skala yang digunakan.
- Tekstur adalah adalah frekuensi perubahan rona pada citra. Biasa dinyatakan kasar, sedang dan halus. Misalnya hutan bertekstur kasar, belukar bertekstur sedang dan semak bertekstur halus.
- Pola adalah susunan keruangan merupakan ciri yang menandai banyak objek bentuk manusia dan beberapa obyek alamiah. Seperti contoh pola aliran sungai, pola pemukiman, dan pola perkebunan.
- Bayangan adalah unsur interpretasi berfungsi untuk membedakan suatu objek satu dengan yang lain berdasarkan sifat menyembunyikan detail objek yang terletak di daerah dengan tingkat rona gelap. Unsur bayangan adalah unsur yang cukup penting dalam mengenali objek karena dengan adanya bayangan, objek di permukaan bumi lebih nampak dan jelas.
- Situs adalah letak suatu obyek terhadap obyek lain di sekitarnya. Seperti contoh pemukiman di pinggir pantai yaitu memanjang.
- Asosiasi adalah unsur interpretasi berfungsi untuk membedakan suatu objek satu dengan yang lain berdasarkan keterkaitan antara satu objek tertentu dengan objek lainnya. Contohnya yaitu stasiun kereta api berasosiasi dengan jalan kereta api.

b. Landsat 8

Landsat 8 diluncurkan pada 11 Februari 2013. Satelit pemantauan bumi ini memiliki dua sensor yaitu sensor *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Kedua sensor ini menyediakan resolusi spasial 30 meter (visible, NIR, SWIR), 100 meter (termal), dan 15 meter (pankromatik).

Landsat 8 memiliki orbit *Sun-Synchronous* orbit pada ketinggian 705 km (Lapan, 2018). Rincian band pada sensor OLI:

- Band 1 *Coastal/Aerosol*, (0.435 – 0.451 μm), resolusi 30 m
- Band 2 Biru (0.452 – 0.512 μm), resolusi 30 m
- Band 3 Hijau (0.533 – 0.590 μm), resolusi 30 m
- Band 4 Merah (0.636 – 0.673 μm), resolusi 30 m
- Band 5 *Near-Infrared* (0.851 – 0.879 μm) resolusi 30 m
- Band 6 SWIR-1 (1.566 – 1.651 μm), resolusi 30 m
- Band 7 SWIR-2 (2.107 – 2.294 μm), resolusi 30 m
- Band Pankromatik, (0.503 – 0.676 μm), resolusi 15 m
- Band Cirrus, (1.363 – 1.384 μm), resolusi 30 m

Rincian band pada sensor TIRS:

- Band 10 TIRS-1, (10,60 -11,19 μm), resolusi 100 m
- Band 11 TIRS-2, (11,50 -12,51 μm), resolusi 100 m

1.5.2 Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang mengkaji tentang suhu permukaan panas bumi pernah dilakukan sebelumnya, setiap masing-masing penelitian memiliki beberapa kesamaan dan perbedaan dari setiap variabelnya, dimana digunakan juga sebagai referensi dalam penelitian ini, berikut beberapa penelitiannya.

Azhari dkk., 2016. Dengan judul identifikasi struktur geologi dan pengaruhnya terhadap suhu permukaan tanah berdasarkan data Landsat 8 di lapangan panas bumi Blawan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi struktur geologi dan gambaran sistem panas bumi Blawan-Ijen dengan aplikasi penginderaan jauh. Metode yang digunakan adalah delineasi struktur patahan, dan perhitungan suhu permukaan tanah. Hasil penelitian ini menunjukkan patahan Blawan sebagai patahan jalur fluida panas sehingga berasosiasi dengan suhu permukaan tanah yang tinggi dengan korelasi antara suhu permukaan tanah in situ dan citra termal Landsat 8 sebesar $R^2 = 0.73$. Daerah Blawan adalah zona luapan dan daerah sungai Banyupahit dan gunung Plau sebagai zona *recharge* sistem panas bumi Blawan, dan adanya indikasi kemenerusan reservoir di bawah permukaan Blawan dan Plalangan menuju arah barat daya daerah penelitian yaitu arah Djampit.

Saragih dkk., 2015. Dengan judul identifikasi manifestasi panas bumi dengan memanfaatkan citra termal pada citra Landsat (studi kasus: Kawasan Dieng). Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui besaran potensi sumber daya panas bumi di kawasan Dieng, dan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan tinjauan geologi dalam penentuan lokasi dari sumber daya panas bumi. Metode yang digunakan adalah metode penginderaan jauh yaitu dengan mengolah citra dari konversi *digital number* ke radian dan ekstraksi suhu. Hasil pengolahan citra Landsat pada penelitian ini menunjukkan suhu terendah 11,180 °C pada citra Landsat tahun 2006 dan suhu tertinggi 39,671 °C pada citra Landsat tahun 2014. Rentang suhu manifestasi panas bumi yang terekam pada penelitian ini berada pada suhu 25,271 °C sampai dengan 39,671 °C. Ditinjau dari tingkat konsistensi penampakan panas manifestasi

panas bumi pada penelitian ini maka manifestasi yang secara konstan menunjukkan produksi panas adalah Kawah Sileri dan Kawah Condrodimuko. Luas manifestasi yang terdeteksi oleh citra Landsat lebih luas dari 30 m x 30 m sesuai dengan resolusi spasial kanal termal citra Landsat.

Juniarti dkk., 2017. Dengan judul pemetaan suhu permukaan tanah daerah Kawah Wurung, Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur dalam penentuan manifestasi panas bumi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis sebaran suhu permukaan tanah dan mengidentifikasi titik-titik manifestasi potensi panas bumi. Metode yang digunakan adalah metode emisivitas dengan memperhitungkan NDVI. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki sebaran suhu permukaan tanah berkisar antara 10 °C sampai 50 °C. Hasil interpretasi menunjukkan adanya anomali pada daerah penelitian dengan suhu sekitar 31 °C sampai 50 °C. Daerah anomali diduga berpotensi sebagai area panas bumi, daerah tersebut menyebar dari Timur Laut ke Barat Daya. Daerah anomali diduga berasosiasi dengan daerah gunung api yaitu pada Barat Kawah Wurung berasosiasi dengan Gunung Genteng, Utara Kawah Wurung berasosiasi dengan Gunung Gending Waluh. Selain itu, terdapat pula anomali di Timur Kawah Wurung tepatnya di sekitar kolovium dari Gunung Kukusan.

Arifin dan Sukojo, 2012. Dengan judul analisis perubahan suhu permukaan tanah dengan menggunakan citra satelit Terra dan Aqua MODIS (Studi Kasus: Daerah Kabupaten Malang dan Surabaya). Penelitian ini memiliki tujuan membuat peta suhu permukaan tanah daerah di Kabupaten Malang dan Kota Surabaya dengan menggunakan citra Terra dan Aqua MODIS pada tahun 2008-2010, menganalisis suhu permukaan tanah dari peta suhu permukaan tanah tersebut. Metode yang digunakan adalah metode penginderaan jauh dengan memanfaatkan data citra satelit Terra *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) dan Aqua MODIS serta menggunakan algoritma Li & Becker. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa selama tahun 2008-2010 terjadi perubahan suhu permukaan tanah di Kabupaten Malang dan Surabaya secara dinamis. Dari perbandingan antara data hasil pengukuran lapangan dengan hasil pengolahan data citra satelit MODIS diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,4774 dan nilai korelasi (R) = 0,6909 (69,09%) dengan nilai RMSE = 3,6 °C untuk data citra satelit Terra MODIS serta R^2 = 0,6451 dan R = 0,7906 (79,06%) dengan nilai RMSE = 6,4 °C untuk data citra satelit Aqua MODIS.

Berdasarkan 4 penelitian di atas, lokasi penelitian, metode, serta pengolahan masing-masing berbeda. Ringkasan dari penelitian sebelumnya, dapat dilihat di tabel 1.

Tabel 1.1 Ringkasan Penelitian Sebelumnya

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Azhari dkk., 2016.	Identifikasi Struktur Geologi dan Pengaruhnya Terhadap Suhu Permukaan Tanah Berdasarkan Data Landsat 8 Di Lapangan Panas Bumi Blawan	Mengidentifikasi struktur geologi dan gambaran sistem panas bumi Blawan-Ijen dengan aplikasi penginderaan jauh	Delineasi struktur patahan, dan perhitungan suhu permukaan tanah	Hasil penelitian ini menunjukkan patahan Blawan sebagai patahan jalur fluida panas sehingga berasosiasi dengan suhu permukaan tanah yang tinggi dengan korelasi antara suhu permukaan tanah in situ dan citra termal Landsat 8 sebesar $R^2 = 0.73$. Daerah Blawan adalah zona luapan dan daerah sungai Banyupahit dan gunung Plau sebagai zona recharge sistem panas bumi Blawan, dan adanya indikasi kemenerusan reservoir di bawah permukaan Blawan dan Plalangan menuju arah barat daya daerah penelitian yaitu arah Djampit

Saragih dkk., 2015.	Identifikasi Manifestasi Panas Bumi dengan Memanfaatkan Kanal Termal Pada Citra Landsat (Studi Kasus: Kawasan Dieng)	Mengetahui besaran potensi sumber daya panas bumi di kawasan Dieng, dan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan tinjauan geologi dalam penentuan lokasi dari sumber daya panas bumi	Metode penginderaan jauh yaitu dengan mengolah citra dari konversi digital number ke radian dan ekstraksi suhu.	Hasil pengolahan citra Landsat pada penelitian ini menunjukkan suhu terendah 11,180 °C pada citra Landsat tahun 2006 dan suhu tertinggi 39,671 °C pada citra Landsat tahun 2014. Rentang suhu manifestasi panas bumi yang terekam pada penelitian ini berada pada suhu 25,271 °C sampai dengan 39,671 °C. Ditinjau dari tingkat konsistensi penampakan panas manifestasi panas bumi pada penelitian ini maka manifestasi yang secara konstan menunjukkan produksi panas adalah Kawah Sileri dan Kawah Condrodimuko. Luas manifestasi yang terdeteksi oleh citra Landsat lebih luas dari 30 m x 30 m sesuai dengan resolusi spasial kanal termal citra Landsat
Juniarti dkk., 2017.	Pemetaan Suhu Permukaan Tanah	Menganalisis sebaran suhu permukaan tanah dan	Metode emisivitas dengan memperhitungkan NDVI.	Hasil pengolahan menunjukkan bahwa daerah

	Daerah Kawah Wurung, Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur	mengidentifikasi titik-titik manifestasi potensi panas bumi		penelitian memiliki sebaran suhu permukaan tanah berkisar antara 10 °C sampai 50 °C. Hasil interpretasi menunjukkan adanya anomali pada daerah penelitian dengan suhu sekitar 31 °C sampai 50 °C. Daerah anomali diduga berpotensi sebagai area panas bumi, daerah tersebut menyebar dari Timur Laut ke Barat Daya. Daerah anomali diduga berasosiasi dengan daerah gunung api yaitu pada Barat Kawah Wurung berasosiasi dengan Gunung Genteng, Utara Kawah Wurung berasosiasi dengan Gunung Gending Waluh. Selain itu, terdapat pula anomali di Timur Kawah Wurung tepatnya di sekitar kolovium dari Gunung Kukusan.
Arifin dan Sukojo, 2012	Analisis Perubahan Suhu Permukaan	Membuat peta suhu permukaan tanah daerah di	Metode penginderaan jauh dengan	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa selama

	<p>Tanah Dengan Menggunakan Citra Satelit Terra Dan Aqua MODIS (Studi Kasus: Daerah Kabupaten Malang Dan Surabaya)</p>	<p>Kabupaten Malang dan Kota Surabaya dengan menggunakan citra Terra dan Aqua MODIS pada tahun 2008-2010, menganalisis suhu permukaan tanah dari peta suhu permukaan tanah tersebut</p>	<p>memanfaatkan data citra satelit Terra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) dan Aqua MODIS serta menggunakan algoritma Li & Becker</p>	<p>tahun 2008-2010 terjadi perubahan suhu permukaan tanah di Kabupaten Malang dan Surabaya secara dinamis. Dari perbandingan antara data hasil pengukuran lapangan dengan hasil pengolahan data citra satelit MODIS diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,4774 dan nilai korelasi (R) = 0,6909 (69,09%) dengan nilai RMSE = 3,6 °C untuk data citra satelit Terra MODIS serta R^2 = 0,6451 dan R = 0,7906 (79,06%) dengan nilai RMSE = 6,4 °C untuk data citra satelit Aqua MODIS</p>
--	--	---	---	---

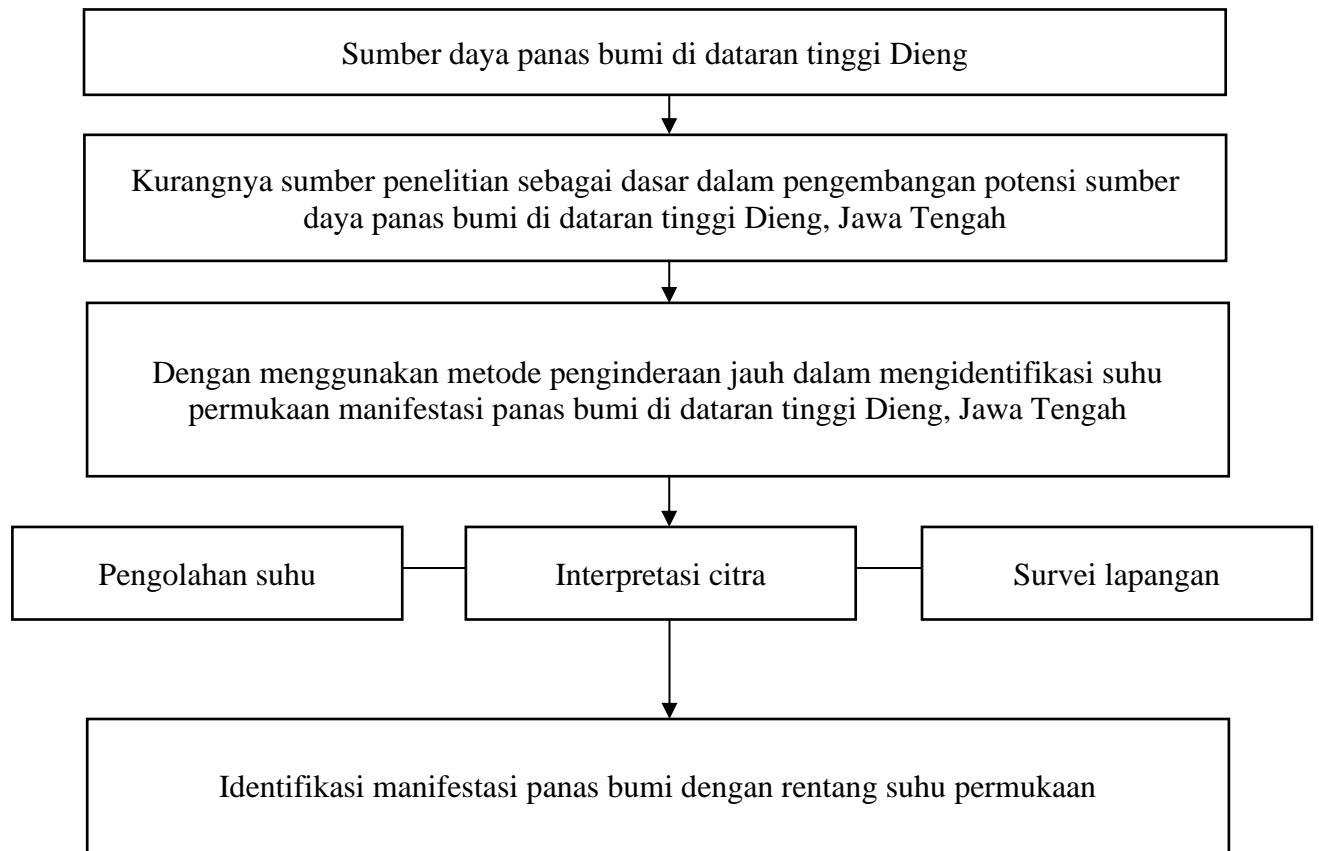
1.6 Kerangka Penelitian

Sumber daya panas bumi di dataran tinggi Dieng, ditetapkan menjadi Wilayah Kerja Pertambangan (WKP), dari total potensi 400 MW yang tersedia, namun baru sekitar 60 MW energi panas bumi yang dimanfaatkan antara lain sebagai pembangkit listrik tenaga panas bumi, menjadi pemasok listrik untuk wilayah Jawa-Bali. Dengan total sumber daya dari persebaran titik panas di dataran tinggi Dieng dengan total penjumlahan pada area Dieng, Candradimuka, dan Mangunan – Wanayasa pada kelas cadangan terbukti sebesar 352 Mwe (Kementrian ESDM, 2020).

Potensi panas bumi di dataran tinggi Dieng merupakan salah satu sumber daya yang bisa dikembangkan lebih baik lagi, namun dengan kurang adanya sumber penelitian dalam mengidentifikasi manifestasi panas bumi sebagai analisis dan pengembangan lebih lanjut. Maka dari itu, salah satunya adalah dibutuhkan pemetaan manifestasi panas bumi di dataran tinggi Dieng sebagai topik penelitian ini sebagai salah satu solusi dari kurangnya sumber penelitian dalam mengkaji untuk mengembangkan panas bumi di dataran tinggi Dieng.

Suhu permukaan adalah besarnya energi yang tersimpan oleh suatu objek sebagai akumulasi radiasi dari pantulan objek berdasarkan masing masing sumbernya. Suhu permukaan merupakan unsur pertama yang dapat diidentifikasi dari citra satelit didapatkan dari band termal. Salah satu wilayah yang memiliki suhu permukaan dengan potensi tinggi adalah Dataran tinggi Dieng, Jawa Tengah. merupakan salah satu wilayah dengan potensi manifestasi panas bumi yang dapat dikembangkan lebih lanjut di Jawa Tengah.

Dengan potensi suhu permukaan di Dataran tinggi Dieng yang tinggi, maka analisis dengan menggunakan metode penginderaan jauh sebagai langkah awal dalam mengidentifikasi lokasi manifestasi panas bumi di dataran tinggi Dieng, yaitu pengolahan citra Landsat 8 untuk mendapatkan suhu permukaan di dataran tinggi Dieng, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah.



Gambar 1.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian

1.7 Batasan Operasional

1.7.1 Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh merupakan sebuah ilmu serta teknologi yang digunakan untuk mengetahui sebuah informasi tentang suatu objek dengan cara mengidentifikasi, mengukur dan menganalisis karakteristik tanpa kontak langsung dengan objek (Lillesand, 1999).

Alat yang digunakan untuk proses pengambilan objek tanpa kontak langsung disebut sensor. Sensor dibedakan menjadi dua macam diantaranya yaitu sensor aktif dan sensor pasif. Penginderaan jauh juga dapat diartikan sebagai suatu teknik yang dikembangkan dengan tujuan memperoleh serta menganalisis informasi tentang bumi yang berbentuk radiasi elektromagnetik dari pantulan atau pancaran permukaan bumi (Sutanto, 1986).

1.7.2 Suhu Permukaan Tanah

Suhu permukaan tanah atau *Land Surface Temperature* merupakan keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, sifat termal dari permukaan dan media bawah permukaan tanah. Temperatur permukaan suatu wilayah dapat diidentifikasi dari citra satelit Landsat yang diekstrak dari saluran termal. Dalam penginderaan jauh, temperatur permukaan tanah dapat didefinisikan sebagai suhu permukaan rata-rata dari suatu permukaan, yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda (Utomo, 2017). Besarnya nilai LST dipengaruhi oleh panjang gelombang. Panjang gelombang paling sensitif terhadap suhu permukaan adalah inframerah termal (Fawzi, 2014).

1.7.3 Manifestasi Panas Bumi

Manifestasi panas bumi merupakan gejala atau tanda-tanda yang berada di permukaan bumi bahwa di dalam permukaan bumi tersebut terdapat potensi panas bumi yang dapat dimanfaatkan menjadi energi panas bumi (Broto dkk., 2011). Manifestasi panas bumi diperkirakan terjadi karena adanya perambatan panas atau konveksi dari bawah permukaan karena adanya rekahan yang menghambat fluida panas bumi (uap) naik menuju permukaan, sehingga fluida panas bumi tidak langsung naik menuju permukaan (Santoso, 2004).

1.7.4 Wilayah Kerja Panas Bumi

Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP) adalah wilayah dengan batas-batas koordinat tertentu digunakan untuk pengusahaan panas bumi untuk pemanfaatan tidak langsung. WKP merupakan wilayah yang ditetapkan dalam IUP (Izin Usaha Pertambangan). Pembuatan dan penetapan WKP ini merupakan wewenang dari pemerintah pusat, dalam hal ini adalah Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (UU No. 27 Tahun 2003).

Tahapan kegiatan usaha panas bumi meliputi kegiatan Survei Pendahuluan, Penetapan Wilayah Kerja dan Pelelangan Wilayah Kerja, Eksplorasi, Studi Kelayakan, Eksploitasi, dan Pemanfaatan. Kegiatan-kegiatan tersebut dapat dilakukan secara terpisah dan/atau secara terpadu. Namun, semua kegiatan ini harus dapat memberikan kepastian dalam pengembangan panas bumi yang selama ini pemanfaatan paling utama dari panas bumi adalah untuk keperluan tenaga listrik, walaupun tidak dapat dipungkiri bahwa panas bumi masih dapat dimanfaatkan untuk kepentingan lain secara langsung (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2007).

1.7.5 Landsat 8

Landsat 8 diluncurkan pada 11 Februari 2013. Satelit pemantauan bumi ini memiliki dua sensor yaitu sensor *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Kedua sensor ini menyediakan resolusi spasial 30 meter (visible, NIR, SWIR), 100 meter (termal), dan 15 meter (pankromatik). Landsat 8 memiliki orbit *Sun-Synchronous* orbit pada ketinggian 705 km dan dengan 1-9 band pada sensor OLI dan 10-11 band pada sensor TIRS (Lapan, 2018). Rincian band pada sensor OLI:

- Band 1 *Coastal/Aerosol*, (0.435 – 0.451 μm), resolusi 30 m
- Band 2 Biru (0.452 – 0.512 μm), resolusi 30 m
- Band 3 Hijau (0.533 – 0.590 μm), resolusi 30 m
- Band 4 Merah (0.636 – 0.673 μm), resolusi 30 m
- Band 5 *Near-Infrared* (0.851 – 0.879 μm) resolusi 30 m
- Band 6 SWIR-1 (1.566 – 1.651 μm), resolusi 30 m
- Band 7 SWIR-2 (2.107 – 2.294 μm), resolusi 30 m
- Band Pankromatik, (0.503 – 0.676 μm), resolusi 15 m
- Band Cirrus, (1.363 – 1.384 μm), resolusi 30 m

Rincian band pada sensor TIRS:

- Band 10 TIRS-1, (10,60 -11,19 μm), resolusi 100 m
- Band 11 TIRS-2, (11,50 -12,51 μm), resolusi 100 m