

# ANALISIS POTENSI PANAS BUMI MENGGUNAKAN CITRA ASTER LEVEL 1 T TAHUN 2015 (Studi Kasus Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah)

Alan Aji Bintang, Bandi Sasmito, Hana Sugiastu Firdaus<sup>\*)</sup>

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788  
Email : alanajinintang@gmail.com

## ABSTRAK

Energi panas bumi diperhitungkan dan dikembangkan sebagai sumber energi yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari. Potensi energi panas bumi di Indonesia sangat besar yakni mencapai 28.000 Megawatt atau setara dengan 40% dari total panas bumi di dunia. Hingga saat ini Indonesia masih mengoperasikan setidaknya 1.643 Megawatt sehingga potensi energi panas bumi di Indonesia masih sangat besar untuk dimanfaatkan. Penginderaan jauh mempunyai peranan dalam kegiatan identifikasi panas bumi dengan menggunakan *band thermal*, salah satunya menggunakan citra ASTER. Proses identifikasi suhu permukaan dilakukan berdasarkan pengolahan *band 13* dan *band 14* citra ASTER serta klasifikasi tutupan lahan menggunakan VNIR ASTER. Pengambilan sampel suhu lapangan dilakukan untuk melihat korelasi suhu permukaan hasil citra dan suhu lapangan. Identifikasi panas bumi erat kaitannya dengan suhu permukaan tanah yang merupakan salah satu parameter indikator adanya potensi panas bumi. Selain berdasarkan parameter panas bumi penelitian ini berdasarkan pada parameter kompleksitas batuan dan *lineament* (kelurusan). Hasil dari pengolahan citra pada *band 13* memberikan rentang suhu 8,01 °C hingga 46,94 °C, sedangkan nilai suhu pada *band 14* memberikan rentang sebesar 8,01 °C hingga 44,70 °C. Hasil pengolahan suhu diuji dengan suhu lapangan sebanyak 93 sampel. Korelasi nilai suhu hasil pengolahan citra untuk *band 13* dan *band 14* pengamatan lapangan sebesar 0,47 dan 0,48 termasuk dalam kriteria korelasi lemah. Nilai suhu yang melebihi 30 °C merupakan indikator adanya potensi panas bumi untuk daerah non-vulkanik. Hasil pengolahan memberikan nilai 26,58 °C untuk *band 13* dan 24,09 °C untuk *band 14* serta 35,40 °C dari pengamatan lapangan yang terletak pada sekitar sumur manifestasi. Pada Kecamatan Alian, Kecamatan Karangsembung, Kecamatan Karanggayam dan Kecamatan Sempor terdapat kompleksitas batuan tinggi, kerapatan *lineament* yang tidak terhubung dengan manifestasi permukaan dan > 30 °C, sehingga peneliti tidak merekomendasikan untuk dieksplorasi.

**Kata Kunci** : ASTER, Panas Bumi, Suhu Permukaan Tanah.

## ABSTRACT

*Geothermal energy is calculated and developed as an energy source that can be used for daily needs. The potential of geothermal energy in Indonesia is very large, reaching 28,000 Megawatts, equivalent to 40% of the total geothermal energy in the world. Until now, Indonesia still operates at least 1,643 Megawatts so that the potential of geothermal energy in Indonesia is still very large to be utilized. Remote sensing has a role in geothermal identification activities using thermal bands, one of which uses the ASTER image. The identification process of surface temperature is based on processing 13 bands and band 14 ASTER imagery and land cover classification using VNIR ASTER. Field temperature sampling was carried out to see the correlation of the surface temperature of the image and field temperature. The geothermal identification is closely related to soil surface temperature which is one indicator parameter of the existence of geothermal potential. Besides based on geothermal parameters this research is based on rock complexity and lineament parameters. The results of image processing in band 13 provide a temperature range of 8.01 °C to 46.94 °C, while the temperature value in band 14 gives a range of 8.01 °C to 44.70 °C. The results of temperature processing were tested with a field temperature of 93 samples. Correlation of temperature values from image processing for bands 13 and 14 with field observations of 0.47 and 0.48 included in the weak correlation criteria. The temperature value that exceeds 30 °C is an indicator of the existence of the geothermal potential for non-volcanic regions. The results of processing give a value of 26.58 °C for bands 13 and 24.09 °C for band 14 and 35.40 °C from observations of the field located around the manifestation well. In Alian Subdistrict, Karangsembung Subdistrict, Karanggayam Subdistrict and Sempor Subdistrict there are high rock complexities which is not connected with surface manifestations, lineament density and > 30 °C, so researchers do not recommend exploring.*

**Keywords**: ASTER, Geothermal, Soil Surface Temperature.

<sup>\*)</sup> Penulis Penanggung Jawab

## I. Pendahuluan

### I.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi sebesar 40% sumber daya panas bumi yang merupakan cadangan panas bumi terbesar di dunia. Faktanya Indonesia hanya menggunakan cadangan tersebut sebesar 5% dari sumber yang terletak di hutan dan kawasan konservasi yang dilindungi (Bratakusuma, 2016). Potensi energi panas bumi di Indonesia sangat besar yakni mencapai 28.000 Megawatt atau setara dengan 40% dari total panas bumi di dunia. Hingga saat ini Indonesia masih mengoperasikan setidaknya 1.643 Megawatt sehingga potensi energi panas bumi di Indonesia masih sangat besar untuk dimanfaatkan (Ramadhan, Sains, 2017).

Energi panas bumi diperhitungkan dan dikembangkan sebagai sumber energi yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari. Pengembangan tersebut dilakukan mengingat panas bumi merupakan sumber energi yang terbarukan, ramah lingkungan dan memiliki faktor ekonomi yang baik. Beberapa lokasi yang memiliki potensi panas bumi mulai dikembangkan dengan serius, dikarenakan minyak bumi maupun batubara yang mulai langka dan proses pembentukannya yang lama.

Pengindraan jauh mempunyai peranan penting dalam kegiatan identifikasi panas bumi. Perubahan fisik suatu daerah dapat diketahui secara cepat dan efisien menggunakan data pengindraan jauh dengan cara multitemporal (waktu) dan multispektral (saluran). Pemanfaatan data pengindraan jauh disesuaikan dengan kebutuhan rincian data. Hal ini menyebabkan perbedaan karakteristik yaitu tidak semua data citra memiliki informasi yang sama.

Informasi mengenai sumber daya alam, geologi, meteorologi, perikanan, kehutanan dan studi lingkungan lainnya dapat diperoleh dari pengindraan jauh. Salah satu citra yang digunakan untuk memperoleh informasi tersebut adalah *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER). ASTER diluncurkan pada Desember 1999 melalui satelit Terra milik NASA. Citra ASTER memiliki 3 sensor yaitu *Visible Near Infrared* (VNIR) dengan resolusi 15 meter, *Short Wavelength Infrared* (SWIR) yang memiliki resolusi 30 meter, dan *Thermal Infrared* (TIR) resolusi 90 meter.

Berbagai macam algoritma suhu permukaan dikembangkan sesuai dengan jenis citranya. Koreksi pada citra ASTER menggunakan algoritma *single-channel* yang terdapat pada *Semi-Automatic Classification plugin*. Algoritma ini digunakan untuk mengekstraksi nilai suhu permukaan pada band 13 dan band 14. Ekstraksi suhu permukaan citra ASTER pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak QGIS. Pada perangkat lunak QGIS (Quantum GIS) terdapat *plugin* yang peneliti gunakan untuk mendapatkan suhu permukaan tanah.

Informasi yang diperoleh menggunakan pengindraan jauh TIR adalah adanya anomali suhu yang berhubungan dengan panas bumi. Data geologi

dan geomorfologi digunakan untuk mengetahui karakteristik dari panas bumi yang ada. Hasil dari ekstraksi *brightness temperature* adalah 2 versi nilai suhu yang berbeda karena perbedaan panjang gelombang dan nilai DN (*digital number*) setiap band. Kemudian diidentifikasi dengan pendekatan beberapa variabel adanya sumber panas bumi. Kompleksitas batuan dan lineament (kelurusan) digunakan sebagai variabel untuk mengidentifikasi adanya potensi panas bumi.

Identifikasi potensi panas bumi erat kaitannya manifestasi permukaan dan beberapa parameter lainnya. Adapun parameter yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, suhu permukaan, kompleksitas batuan dan lineament. Potensi panas bumi ini ditandai dengan adanya manifestasi permukaan berupa mata air panas, salah satunya adalah objek wisata pemandian air panas di daerah Kebumen. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk membantu pihak yang membutuhkan.

### I.2. Perumusan Masalah

Untuk membatasi permasalahan yang akan dibahas agar tidak terlalu melebar dari topik utama dari permasalahan tersebut, maka penelitian ini akan dibatasi pada hal – hal berikut:

1. Bagaimana analisis distribusi dan pola suhu permukaan tanah dengan citra ASTER di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah?
2. Bagaimana analisis validasi hasil pengolahan suhu permukaan tanah dengan menggunakan metode survei lapangan?
3. Bagaimana analisis potensi panas bumi ditinjau dari nilai suhu permukaan dan struktur geologinya pada wilayah penelitian?

### I.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dalam segi keilmuan antara lain :

1. Memberikan kontribusi bagi ilmu pengindraan jauh dan sistem informasi geografis, khususnya mengenai pengolahan citra ASTER.
2. Memberikan kontribusi dalam pengaplikasian algoritma *single-channel*

Manfaat dari penelitian ini dalam segi kerekayasaan antara lain :

1. Memberikan gambaran potensi panas bumi di Kabupaten Kebumen.
2. Memberikan ide dan masukan kepada pemerintah dalam pemanfaatan citra ASTER untuk analisis panas bumi.

Tujuan dari penelitian ini Sebagai berikut:

1. Mengetahui lebih dalam mengenai suhu permukaan tanah menggunakan citra ASTER.
2. Mengetahui kaitan data *thermal infrared* dengan struktur geologi wilayah.

- Melakukan kajian lokasi potensi panas bumi di Kabupaten Kebumen.

#### I.4. Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan yang akan dibahas agar tidak terlalu melebar dari topik utama dari permasalahan tersebut, maka penelitian ini akan dibatasi pada hal – hal berikut:

- Metode yang digunakan untuk memperoleh nilai fluks panas adalah dengan menggunakan metode pengindraan jauh pasif citra ASTER.
- Algoritma yang digunakan untuk mengekstraksi nilai suhu permukaan, yaitu Algoritma *single-channel*.
- Metode survei lapangan digunakan untuk validasi nilai suhu permukaan hasil pengolahan citra dengan menggunakan *infrared thermometer*.
- Hasil dari penelitian ini adalah identifikasi potensi panas bumi berdasarkan nilai suhu permukaan tanah, kompleksitas batuan dan *lineament*.

#### I.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

##### 1. Wilayah Penelitian

Cakupan dari wilayah penelitian adalah Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah pada koordinat 7°27' - 7°50' Lintang Selatan dan 109°22' - 109°50' Bujur Timur. Alat dan Data Penelitian

##### a. Alat

Alat yang digunakan antara lain :

- Laptop.
- Smartphone Xiaomi Redmi 4X.
- Infrared Thermometer*.

##### b. Data Penelitian

Data Penelitian yang digunakan antara lain :

- Citra ASTER LIT bulan Oktober tahun 2015 yang diunduh dari <https://earthexplorer.usgs.gov>
- Peta geologi yang diperoleh dari Pusat Pengembangan dan Penelitian Geologi
- Peta digital batas administrasi Kab. Kebumen yang diunduh dari <http://www.info-geospasial.com>
- Data suhu permukaan lapangan bulan Juni 2018.

## II. Tinjauan Pustaka

### II.1. Pengertian Panas bumi

Definisi panas bumi Undang - Undang Panas Bumi No 21 Tahun 2014, menyebutkan bahwa panas bumi didefinisikan sebagai sumber energi panas yang terkandung di dalam air panas, uap air, serta batuan, bersama mineral ikutan dan gas lainnya yang secara genetik tidak dapat dipisahkan dalam suatu sistem panas bumi.

### II.1.1. Parameter Identifikasi Panas Bumi

Pada dasarnya sistem panas bumi terbentuk sebagai hasil perpindahan panas dari suatu sumber panas ke sekelilingnya yang terjadi secara konduksi dan secara konveksi. Perpindahan panas secara konduksi terjadi melalui batuan, sedangkan perpindahan panas secara konveksi terjadi karena adanya kontak antara air dengan suatu sumber panas (Suhartono, 2012). Adanya kontak antara air dengan sumber panas inilah yang menyebabkan munculnya sumber mata air panas di berbagai daerah.

Manifestasi panas bumi erat kaitannya dengan struktur berupa rekahan-rekahan batuan, sesar atau bidang kontak antar jenis batuan. Struktur adalah bidang lemah yang mengontrol kelurusan yang terlihat dari atas permukaan. Mempelajari pola sesar dan zona rekahan dapat memandu indikasi daerah produktif suatu reservoir panas bumi. Bidang sesar yang permeabel menjadi target dalam eksplorasi panas bumi. Fluida panas yang mengalir terutama melalui zona rekahan dan sesar berinteraksi dengan batuan sekitar dan memperlihatkan pola kelurusan (Bujung, Singarimbun, Muslim, dan Sudradjat, 2011).

Suatu sistem panas bumi memiliki beberapa parameter pendukung (karakteristik, potensi, umur, dan lain-lain). Untuk parameter potensi panas bumi Indonesia dapat dibagi dalam 2 (dua) kelas, yaitu : sumber daya dan cadangan; yang masing-masing dibagi lagi menjadi subkelas - subkelas (Herman, 2004).

### II.1.2. Sistem Panas Bumi Non-vulkanik

Sistem panas bumi non-vulkanik merupakan sistem panas bumi yang tidak berkaitan secara langsung dengan vulkanisme dan umumnya berada di luar jalur vulkanik Kuarter. Pada umumnya fluida panas bumi tipe ini memiliki temperatur lebih rendah dan disebut sistem *low entalphy*. Lingkungan non-vulkanik Indonesia bagian barat umumnya tersebar di bagian timur paparan sunda. Pada lingkungan ini didominasi batuan penyusun kerak benua Asia seperti batuan metamorf dan sedimen. Sedangkan Indonesia bagian timur lingkungan non-vulkanik berada di daerah lengan dan kaki Sulawesi, Kepulauan Maluku hingga Irian yang memiliki batuan berupa batuan granit, metamorf dan sedimen laut (Muda, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian kelompok penyelidikan panas bumi dan Pusat Sumber Daya Geologi pada daerah Sulawesi, daerah panas bumi non-vulkanik antara lain dicirikan oleh: sistem panas bumi tidak berhubungan dengan aktivitas vulkanisme kuarter, terdapat di lingkungan sedimen, plutonik, metamorf, berhubungan dengan proses tektonik, dan manifestasi didominasi dicirikan oleh mata air panas, dengan temperatur 30-90 °C. Mata air panas pada umumnya bertipe klorida, klorida-bikarbonat dan bikarbonat, tidak ada fluida panas bumi yang bertipe sulfat. Pendugaan temperatur bawah permukaan mengindikasikan bahwa temperatur bawah permukaan berkisar antara 100-200°C, yang termasuk dalam zona entalpi rendah sampai sedang (Anna, dkk., 2010).

**II.2. Kondisi Wilayah Penelitian**

**II.2.1. Kajian Geografis Wilayah Penelitian**

Lokasi penelitian ini dilakukan di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah pada 7°27' - 7°50' Lintang Selatan dan 109°22' - 109°50' Bujur Timur dengan luas 1.211,74 km<sup>2</sup> yang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Kabupaten Kebumen (Cipkataru, 2011)

Secara administratif batas wilayah Kabupaten Kebumen adalah sebagai berikut :

1. Sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah.
2. Sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah dan Kabupaten Cilacap Provinsi Jawa Tengah.
3. Sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Wonosobo Provinsi Jawa Tengah dan Kabupaten Puworejo Provinsi Jawa Tengah.
4. Sebelah selatan berbatasan dengan Samudera Hindia.

**II.2.2. Keadaan Geologi Wilayah Penelitian**

Van Bemmelen pada tahun 1949 mengemukakan gagasan mengenai pembagian fisiografi di Jawa Tengah menjadi 4 zona, yakni: Dataran Pantai Utara Jawa Tengah, Barisan Pegunungan Serayu Utara, Barisan Pegunungan Serayu Selatan, dan Dataran Pantai Selatan Jawa Tengah.

Menurut Nugroho (2013), daerah Krakal berdasarkan satuan geomorfologinya dibagi menjadi Satuan Perbukitan Homoklin, Satuan Perbukitan Sinklin, dan Satuan Perbukitan Antiklin dengan tahapan geomorfik dewasa. Sedangkan berdasarkan satuan stratigrafi menjadi (tua-muda) satuan breksi, satuan batu lempung-batu pasir, satuan batu lempung-batu gamping, dan satuan batu pasir.

Berdasarkan hasil penelitian Nugroho dengan metode geologi geokimia air panas bumi, struktur geologi terdiri dari lipatan (sumbu barat timur), sesar geser (utara-selatan), kemungkinan dikontrol oleh tektonik kompresi berarah relatif utara-selatan pada satu fase deformasi setelah satuan batupasir diendapkan. Sedangkan sistem panas bumi daerah penelitian merupakan sistem panas bumi non-vulkanik, memiliki temperatur 115-148 ± 10 °C kedalaman reservoir pada 20-30 m, dengan fluida berasal dari air formasi.

**II.3. Konsep Dasar Pengindraan Jauh**

**II.3.1. Pengindraan Jauh Sistem ASTER**

Instrumen ASTER terdiri dari empat teleskop yang meliputi 14 *band* frekuensi, tiga teleskop nadir dan tambahan teleskop untuk duplikasi frekuensi *band* 3. Satu nadir meliputi *Visible and Near-infrared* dengan tiga *band* pada resolusi 15 meter. Nadir kedua meliputi *Shortwave Infrared* dengan enam *band* pada resolusi 30 meter. Nadir ketiga meliputi *Thermal Infrared* dengan lima *band* pada resolusi 90 meter. Untuk semua *band* dapat diakses setiap 16 hari sekali, sedangkan untuk VNIR dapat diakses setiap 5 hari sekali. Namun semenjak Agustus 2012 sensor SWIR telah ditutup atau dimatikan digunakan karena mengalami anomali / kebocoran *photons* (NASA, 2015).

**II.3.2. Klasifikasi Citra**

Pada penelitian ini menggunakan *supervised classification* dengan referensi penunjang berupa kenampakan alam yang sudah diketahui. *Supervised classification* menggunakan data pengindraan jauh yang berbasis numerik, maka pengenalan polanya berdasarkan proses otomatis dengan bantuan komputer. *Supervised classification* memiliki tahapan: *user collect training data, user specifies training site to be used for classification, compute assign pixels to closest class based on training data and evaluate result* (Tempfli, Kerle, Huurneman, dan Janssen, 2009).

**II.4. Suhu Permukaan Tanah**

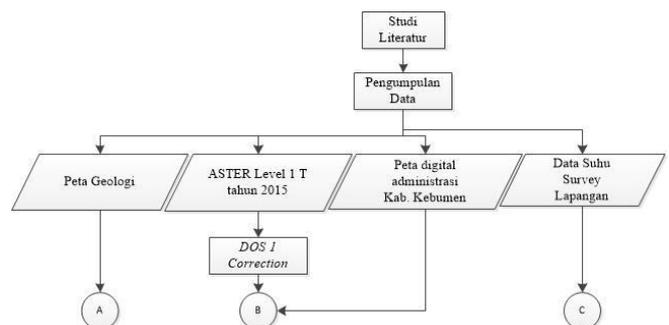
Ekstraksi nilai suhu permukaan dilakukan dengan algoritma *single-channel*, seperti pada persamaan 1.

$$T = T_B / [ 1 + ( \lambda * T_B / c_2 ) * \ln(e) ] \dots(1)$$

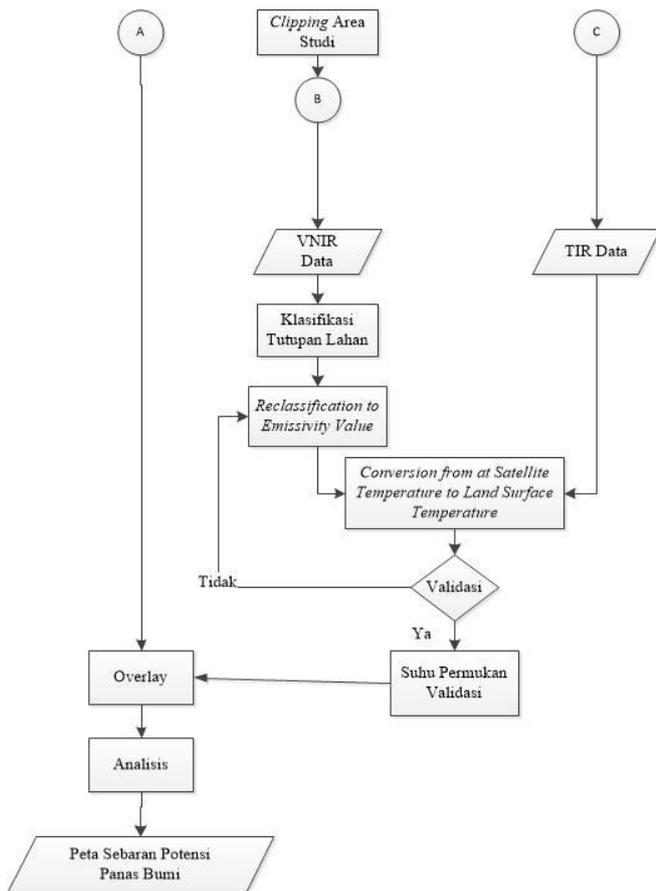
Keterangan:

- $\lambda$  = wavelength of emitted radiance
- $c_2$  =  $h*c/s$  = 1.4388\*10<sup>-2</sup> m K
- $h$  = Planck's constant = 6.626\*10<sup>-34</sup> J s
- $s$  = Boltzmann constant = 1.38\*10<sup>-23</sup> J/K
- $c$  = velocity of light = 2.998\*10<sup>8</sup> m/s

**III. Metodologi Penelitian**



**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

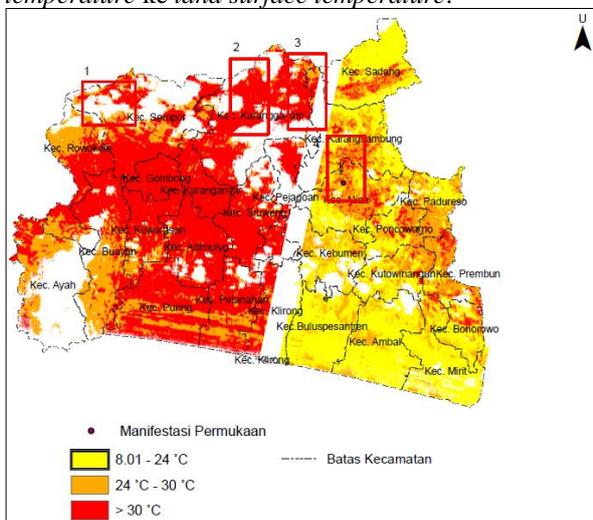


Gambar 3. Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

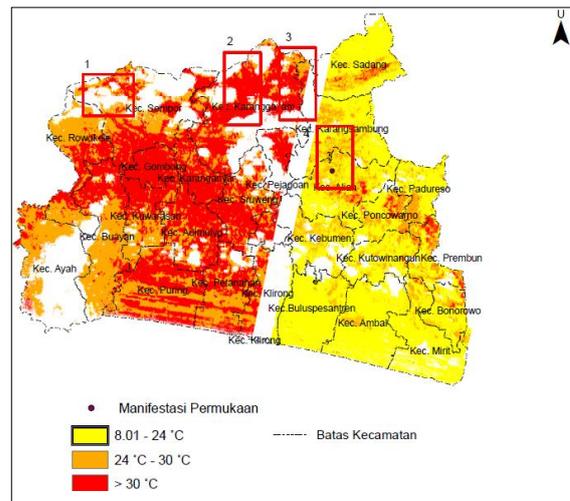
IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1. Suhu Permukaan Tanah dengan Citra ASTER di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah

Proses ini mengkalkulasi nilai *thermal band* 13 dan *band* 14 menjadi suhu permukaan. Kegiatan ini melalui beberapa tahapan antara lain, pengklasifikasian tutupan lahan, pendefinisian nilai emisivitas dan konversi dari *at-satellite brightness temperature* ke *land surface temperature*.



Gambar 4. Suhu permukaan tanah band 13



Gambar 5. Suhu permukaan tanah band 14

Berdasarkan pada hasil proses *raster calculation* diperoleh nilai suhu terendah pada *band* 13 sebesar 8,01 °C dan suhu tertinggi pada *band* 13 sebesar 46,94 °C, seperti pada Gambar 3 Sedangkan nilai suhu terendah pada *band* 14 sebesar 8,01 °C dan suhu tertinggi pada *band* 14 sebesar 44,70 °C, seperti pada Gambar 4.

IV.2. Validasi Hasil Pengolahan Suhu Permukaan Tanah dengan menggunakan Metode Survei Lapangan

Kegiatan ini dilakukan sebagai metode validasi terhadap nilai suhu permukaan hasil ekstraksi citra ASTER level 1 T. Pengambilan data lapangan dilakukan pada *daytime* untuk menyesuaikan dengan waktu akuisisi citra. Adapun pemilihan sampel tidak diberikan suatu *rules* tertentu melainkan dilakukan secara acak. Berikut beberapa hasil pengukuran lapangan, untuk hasil lengkap terdapat pada lampiran.

Tabel 1. Sampel Suhu Lapangan

No	Deskripsi	Koordinat		Suhu (°C)
1	Badan Air	7°33'48.6"S	109°28'57.6"E	27,4
2	Badan Air	7°37'59,2"S	109°46'20,4"E	26,4
3	Pemukiman	7°38'14.4"S	109°32'06.0"E	32,4
4	Pemukiman	7°37'50,6"S	109°42'57,9"E	30,5
5	Sawah	7°38'18.0"S	109°32'48.8"E	29,0
6	Sawah	7°38'20,0"S	109°43'21,8"E	31,3
7	Tanah Kosong	7°35'18.2"S	109°26'39.4"E	31,4
8	Tanah Kosong	7°33'32,9"S	109°35'17,0"E	49,7
9	Vegetasi	7°33'50.0"S	109°34'33.4"E	27,5
10	Vegetasi	7°38'41,4"S		
11	Pemandian Air Panas	7°36'51,3"S	109°41'58,7"E	35,4

**IV.2.1. Uji Korelasi**

Nilai  $r$  menunjukkan hubungan nilai hubungan linier positif sebesar 0,47 dan nilai  $r$  square menunjukkan besar keterkaitan variabel bebas dan variabel terikat sebesar 22,3 % menunjukkan korelasi lemah.

Nilai  $r$  menunjukkan hubungan nilai hubungan linier positif sebesar 0,48 dan nilai  $r$  square menunjukkan besar keterkaitan variabel bebas dan variabel terikat sebesar 22,8 % menunjukkan korelasi lemah.

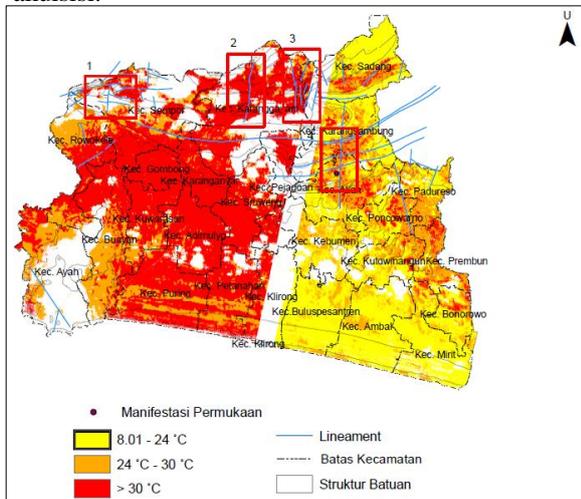
**IV.3. Analisis Wilayah Potensi Panas Bumi ditinjau dari Suhu Permukaan Tanah dan Struktur Geologinya**

Analisis potensi panas bumi dilakukan dengan *overlay* suhu permukaan, lineament dan kompleksitas batuan. Berdasarkan pada penelitian (Anna, dkk., 2010) daerah yang dianggap memiliki potensi panas bumi berada pada rentang nilai suhu  $> 30$  °C. Hasil pengolahan citra memberikan nilai 26,58 °C untuk band 13 dan 24,09 °C sehingga untuk band 14 pada lokasi yang ditemukan manifestasi permukaan. Adapun manifestasi yang ditemukan dapat dilihat pada **Gambar 5**. Sedangkan hasil analisis wilayah potensi panas bumi hasil *overlay* suhu permukaan dan struktur geologi dapat dilihat pada **Gambar 6** untuk *band* 13 dan **Gambar 7** untuk *band* 14.

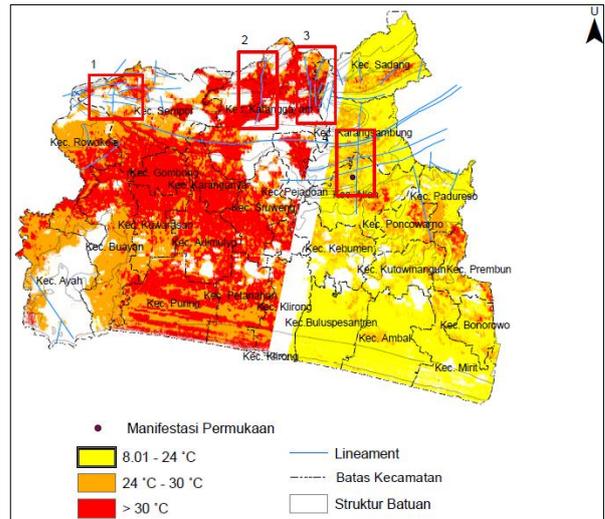


**Gambar 6.** Sumur manifestasi yang ditemukan

Suhu lapangan hasil pengamatan langsung pada lokasi ditemukannya manifestasi sebesar 35,40 °C. Perbedaan nilai suhu pengolahan dan pengamatan lapangan disebabkan adanya perbedaan waktu akuisisi.



**Gambar 7.** *Overlay* suhu permukaan *band* 13, *lineament* dan struktur geologi



**Gambar 8.** *Overlay* suhu permukaan *band* 13, *lineament* dan struktur geologi

Kemudian diperoleh beberapa lokasi yang memiliki kompleksitas batuan, kerapatan *lineament* dan memiliki nilai suhu pada rentang suhu yang ditentukan. Adapun lokasi yang dimaksud terletak pada Kecamatan Alian, Kecamatan Karangsembung, Kecamatan Karanggayam dan Kecamatan Sempor.

Hanya ditemukan satu manifestasi permukaan sebuah sumur pada Kecamatan Alian yang dimanfaatkan warga sebagai objek wisata pemandian. Selain itu tidak ada *lineament* yang menghubungkan lokasi terindikasi dengan manifestasi permukaan yang ditemukan. Sehingga disimpulkan Kabupaten Kebumen memiliki potensi yang kecil atau tidak berpotensi untuk dilakukan eksplorasi.

**V. Kesimpulan dan Saran**

**V.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari analisis potensi panas bumi dengan citra ASTER di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Identifikasi pola dan distribusi suhu permukaan tanah dengan citra ASTER di Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah menggunakan algoritma *single-channel* memberikan nilai suhu terendah pada *band* 13 sebesar 8,01 °C dan suhu tertinggi pada *band* 13 sebesar 46,94 °C. Sedangkan nilai suhu terendah pada *band* 14 sebesar 8,01 °C dan suhu tertinggi pada *band* 14 sebesar 44,70 °C.
2. Validasi hasil pengolahan suhu dilakukan dengan melakukan uji korelasi, suhu hasil ekstraksi citra dianggap sebagai variabel bebas dan suhu lapangan dianggap sebagai variabel terikat. Adapun nilai koefisien korelasi *band* 13 sebesar 0,47 yang menunjukkan korelasi sedang dan koefisien korelasi *band* 14 sebesar 0,48 yang menunjukkan korelasi lemah.

3. Diidentifikasi beberapa wilayah dengan kompleksitas batuan tinggi, kerapatan *lineament* dan > 30 °C pada Kecamatan Alian, Kecamatan Karangsembung, Kecamatan Karanggayam dan Kecamatan Sempor. Namun dikarenakan hanya ditemukan satu manifestasi permukaan dengan nilai hasil pengolahan sebesar 26,58 °C untuk *band* 13; 24,09 °C untuk *band* 14 dan 35,4 °C untuk pengamatan lapangan serta tidak adanya *lineament* yang menghubungkan dari manifestasi permukaan, disimpulkan potensi panas bumi Kabupaten Kebumen kecil dan tidak berpotensi untuk dilakukan eksplorasi.

## V.2. Saran

Penulis sadar masih ada beberapa kekurangan dari penelitian ini, maka penulis memberikan saran sebagai berikut.

1. Teknologi penginderaan jauh yang digunakan untuk pembuatan klasifikasi tutupan lahan sebaiknya menggunakan citra satelit resolusi yang lebih tinggi. Karena dalam pelaksanaannya, resolusi citra satelit akan berpengaruh terhadap hasil klasifikasi dan nilai suhu permukaannya. Penggunaan citra satelit resolusi tinggi akan memudahkan dalam proses identifikasi jenis tutupan lahan.
2. Penggunaan peta tutupan lahan dari instansi yang telah ada lebih baik dan mempercepat dalam proses ekstraksi nilai suhu permukaan.
3. Pembuatan *lineament* dengan terjun langsung lebih baik untuk wilayah fokus yang sempit, dikarenakan memiliki detail lebih.
4. Data tambahan geologi, geofisika, geokimia dan disiplin studi yang berkaitan sangat dibutuhkan untuk analisa lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anna, Y., dkk. (2010). Kajian Non Vulkanik Panas Bumi Daerah Sulawesi Bagian Tengah. Prosiding Hasil Kegiatan Pusat Sumber Daya Geologi Tahun 2010, pp. 1-16.
- Bratakusuma, B. (2016, Juli 23). Retrieved Desember 25, 2016, from National Geographic: <http://nationalgeographic.co.id/berita/2016/07/potensi-besar-pemanfaatan-geothermal-di-indonesia>
- Bujung, C. A., Singarimbun, A., Muslim, D., dan Sudradjat, A. (2011). Identifikasi prospek panas bumi berdasarkan Fault and Fracture Density (FFD): Studi kasus Gunung Patuha, Jawa Barat. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, Vol. 2 No. 1 April 2011 2011: 67 - 75, Vol. 2 No. 1 April 2011 2011: 67 - 75.
- Cipkataru. (2011). Retrieved from Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Provinsi Jawa Tengah: [cipkataru.jatengprov.go.id](http://cipkataru.jatengprov.go.id)
- Herman, D. Z. (2004, Januari 7). Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi. Retrieved Mei 4, 2016, from Potensi Panas

Bumi dan Pemikiran Konservasinya: [http://psdg.bgl.esdm.go.id/index.php?option=com\\_content&view=article&id=383&Itemid=395](http://psdg.bgl.esdm.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=383&Itemid=395)

- Muda, P. B. (2013, September 23). Panas Bumi Non-Vulkanik di Indonesia. Retrieved September 6, 2017, from GEOMAGZ majalah geologi populer: <http://geomagz.geologi.esdm.go.id/panas-bumi-non-vulkanik-di-indonesia/>
- NASA, E. L. (2015). Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Level 1 Precision Terrain Corrected Registered At-Sensor Radiance Product (AST\_L1T). Sioux Falls, South Dakota: USGS EROS Data Center.
- Nugroho, B. A. (2013). Geologi Dan Geokimia Air Panas Bumi Daerah Krakal dan Sekitarnya Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Bandung: Program Studi Teknik Geologi Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan Institut Teknologi Bandung .
- Ramadhan, B. (2017, 3 20). Sains. Retrieved 7 2017, 6, from Good News From Indonesia: <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2017/03/20/tidak-banyak-yang-tahu-pltp-ini-adalah-karya-indonesia>
- Suhartono, N. (2012). Pola Sistim Panas dan Jenis Geothermal. *Jurnal Ilmiah MTG*, 6.
- Tempfli, K., Kerle, N., Huurneman, G. C., dan Janssen, L. L. (2009). Principles of remote sensing: An introductory textbook. Enshede, Netherlands: The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC).