

Identifikasi Manifestasi Permukaan Panas Bumi Menggunakan Citra Satelit Landsat-8 (Studi Kasus: Blawan-Ijen, Jawa Timur)

Haeruddin¹, dan Riska Laksmi Sari²

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Jember, Jember, Indonesia

²Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik Universitas Jember, Jember, Indonesia

*Corresponding author: haeruddin@unej.ac.id

Article History

Received : 3 September 2021

Revised : 21 September 2021

Accepted : 1 Oktober 2021

Abstrak

Seiring dengan laju pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat, maka kebutuhan energi listrik juga semakin meningkat. Pemanfaatan potensi panas bumi sangat diperlukan mengingat Indonesia mempunyai potensi panas bumi yang sangat besar (40% energi panas bumi dunia). Salah satu lokasi terdapatnya potensi panas bumi ini adalah Blawan-Ijen, Jawa Timur. Pemanfaatan citra satelit sangat efektif untuk mendelineasi potensi panas bumi, yaitu menggunakan Landsat-8 untuk analisis temperatur permukaan. Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data, didapatkan bahwa wilayah penelitian berada dalam rentang 10°C sampai 41°C dengan rata-rata 23°C. Zona dengan distribusi temperatur tinggi dapat dipertimbangkan untuk menjadi prospek potensi panas bumi di Blawan-Ijen, Jawa Timur. Zona prospek tersebut yaitu daerah Blawan dan Girimulyo.

Kata kunci: Landsat-8, temperatur permukaan, Blawan-Ijen

Abstract

Along with the rate of population growth that continues to increase, the need for electrical energy is also increasing. Utilization of geothermal potential is very necessary considering that Indonesia has a very large geothermal potential (40% of the world's geothermal energy). One of the locations for this geothermal potential is Blawan-Ijen, East Java. Utilization of satellite imagery is very effective for delineating geothermal potential, namely using Landsat-8 for surface temperature analysis. Based on the results of data collection and processing, it was found that the research area was in the range of 10°C to 41°C with an average of 23°C. Zones with high temperature distribution could be considered as potential geothermal prospects in Blawan-Ijen, East Java. The prospect zones are the Blawan and Girimulyo areas.

Keyword: landsat-8, surface temperature, Blawan-Ijen

1. Pendahuluan

Energi merupakan salah satu kebutuhan dalam kehidupan manusia. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka kebutuhan energi juga semakin meningkat. Sementara itu, cadangan energi fosil untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia semakin berkurang. Cadangan fosil tidak dapat diperbaharui dan mempunyai dampak tidak ramah lingkungan. Sehingga perlu dikembangkan energi alternatif salah satunya adalah energi panas bumi. Dengan demikian, eksplorasi secara intensif dan pemahaman tentang potensi panas bumi sangat diperlukan guna mendukung pengembangan energi terbarukan ini.

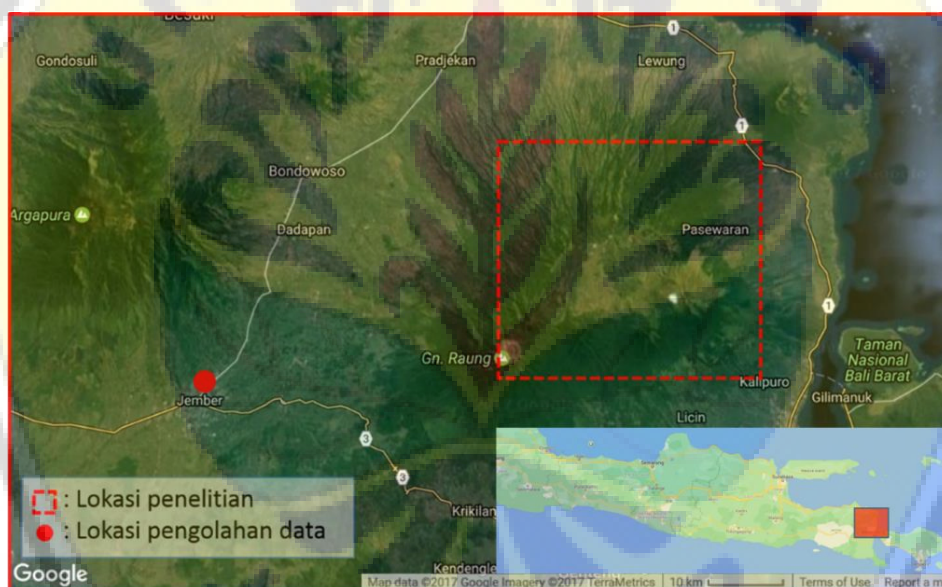
Potensi panas bumi yang dimiliki oleh Indonesia mencapai sekitar 28.100 MW dengan potensi sumber daya 13.440 MW dan cadangan 14.473 MW yang tersebar di 265 lokasi di seluruh Indonesia. Saat ini baru sekitar 1.189 MW (4%) yang dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik [1]. Khusus daerah Jawa Timur, terdapat beberapa lokasi potensi panas bumi dimana tiga lokasi terdapat di wilayah tapal kuda, salah satunya adalah Blawan-Ijen yang mempunyai potensi sebesar 110 MW [2]. Kompleks panas bumi Blawan-Ijen berada di salah satu gunung api aktif yang terletak di bagian timur pulau Jawa, dan terkenal dengan kawah besar yang sangat asam ($\text{pH} < 1$) [3].

Salah satu langkah awal dalam pengembangan teknologi sumberdaya dan pemanfaatan panas bumi adalah pemanfaatan citra satelit untuk mendelineasi potensi panas bumi di Blawan-Ijen, Jawa Timur. Saat ini, teknologi citra satelit banyak digemari terutama dalam eksplorasi potensi panas bumi karena mempunyai beberapa keunggulan yaitu dapat mencakup area yang luas dan dapat mengamati area yang sama secara berulang-ulang.

Sensor pencitra OLI (*Operational Land Imager*) pada Landsat-8 yang mempunyai 1 *band* inframerahdekat dan 7 *band* tampak reflektif, akan meliputi panjang-gelombang elektromagnetik yang direfleksikan oleh objek pada permukaan bumi, dengan resolusi spasial 30 meter. Sensor pencitra OLI mempunyai kemampuan resolusi spasial dan resolusi spektral yang menyerupai sensor ETM+ (*Enhanced Thermal Mapper plus*) dari Landsat-7. Akan tetapi sensor pencitra OLI tidak mempunyai *band* termal. Namun demikian, sensor pencitra OLI ini mempunyai *band-band* yang baru yaitu: *band*-1: 443 nm untuk deteksi aerosol garis pantai dan *band* 9: 1375 nm untuk deteksi *cirrus* [4]. Citra satelit yang digunakan beragam, seperti Landsat-8, ASTER, SPOT, dan DEM SRTM. Citra satelit Landsat-8 dapat digunakan untuk mengetahui temperatur permukaan di suatu wilayah.

2. Metode

Penelitian dilaksanakan di daerah Gunung Ijen dan sekitarnya. Dalam penelitian ini, citra landsat-8 diperoleh dari earthexplorer.usgs.gov, yang diakuisisi pada tanggal 16 Juli 2017 dengan *path/row* 117/66. Citra satelit tersebut kemudian dipotong dan difokuskan pada daerah penelitian sebagaimana yang terlihat pada Gambar 1, yang mencakup daerah Blawan-Ijen, Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur.



Gambar 1. Lokasi penelitian di daerah Blawan-Ijen, Jawa Timur

Pada setiap temperaturnya, sebuah benda akan memancarkan panjang gelombang elektromagnetik yang berbeda, yang dinyatakan dengan Hukum Pergeseran Wien. Penentuan temperature sebuah massa dapat diketahui dari pengukuran pancaran gelombang elektromagnetiknya. Untuk mengenali temperature obyek diperlukan langkah konversi temperature. Konversi ini bertujuan untuk menghilangkan pengaruh atmosfer terhadap nilai temperatur absolut [5], mengingat obyek sebenarnya ada di permukaan tanah sedangkan sensor berada di luar angkasa. Persamaan yang digunakan untuk mengkonversi *digital number* (DN) ke *top of atmosphere* (TOA) radiance adalah sebagai berikut:

$$L_{\lambda} = \left(\frac{L_{\max,\lambda} - L_{\min,\lambda}}{Q_{cal\max} - Q_{cal\min}} \right) (DN - Q_{cal\min}) + L_{\min,\lambda} \quad (1)$$

Atau bisa ditulis juga:

$$L_{\lambda} = G \times Q_{cal} + B \quad (2)$$

dengan L_λ adalah TOA *radiance* pada sensor (W/m² sr μ m), L_{max} adalah TOA *radiance* terskala terhadap Q_{calmax} , L_{min} adalah TOA *radiance* terskala terhadap Q_{calmin} , Q_{calmax}/Q_{calmin} adalah nilai piksel maksimum / minimum, G adalah Gain (W/m² sr μ m), dan B adalah Bias/offset (W/m² sr μ m).

Sensor temperatur mengasumsikan bahwa permukaan bumi adalah *black body* (emisivitas 1), dengan melibatkan konstanta kalibrasi sensor. Persamaan konversi dari sensor *spectral radiance* kedalam temperatur adalah:

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (3)$$

dengan K_1 ; K_2 adalah konstanta (666.09 ; 1282.71 (W/m² sr μ m)), L_T : spectral radiance pada sensor (W/m² sr μ m).

Adapun konversi temperatur tersebut kemudian dilanjutkan dengan koreksi emisivitas untuk menghitung temperatur permukaan menggunakan persamaan berikut [6]:

$$T_s = \frac{T}{1 + \frac{\lambda T}{\alpha} \ln \varepsilon} \quad (4)$$

dengan:

T = temperature sebelum koreksi

T_s = Temperatur permukaan (K)

λ = Panjang gelombang radiasi emisi

ε = Emisivitas

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil analisis terperatur permukaan menggunakan citra Landsat-8

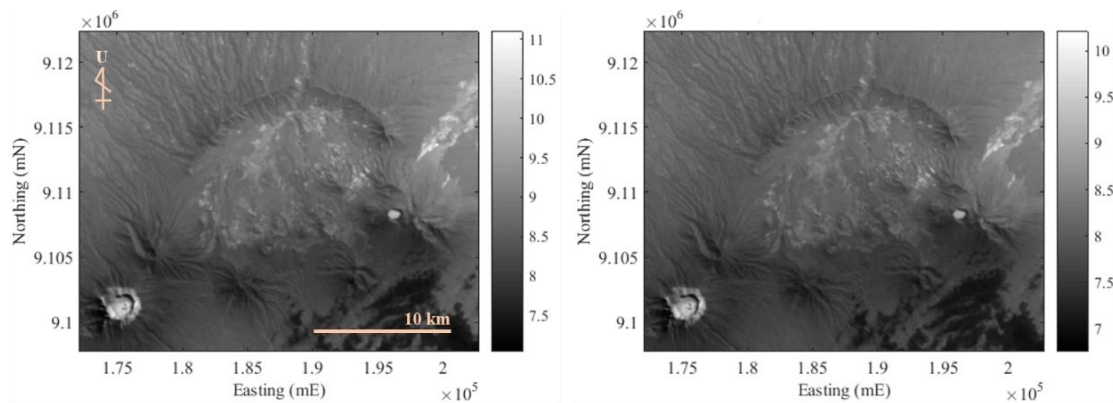
Dalam penelitian ini, data yang digunakan untuk analisis temperatur permukaan adalah Landsat-8 TIRS yang terdiri dari dua band, yaitu band 10 dan 11. Dua *band* tersebut dianalisis sedemikian rupa sehingga didapatkan hasil temperatur permukaan. Proses konversi ini melibatkan beberapa parameter seperti yang terlihat pada Tabel 1. Langkah pertama yaitu mengubah nilai DN (*Digital Number*) menjadi TOA *radiance* menggunakan Persamaan 2, sehingga didapatkan hasil seperti pada Gambar 2. Dari hasil ini, didapatkan bahwa band 10 berada dalam rentang 7,06 sampai 11,09 dengan rata-rata 8,57, sedangkan pada band 11 berada dalam rentang 6,76 sampai 10,21 dengan rata-rata 7,94.

Lebih lanjut, *TOA radiance* kemudian dikonversi menjadi *brightness temperature* yang mencerminkan temperatur hasil pengukuran satelit (dalam satuan Kelvin), dengan menggunakan Persamaan 3, sehingga didapatkan hasil seperti pada Gambar 3. Hasil ini menunjukkan untuk band 10 berada dalam rentang 280,63K sampai 310,07K dengan rata-rata 292,53K, sedangkan pada band 11 berada dalam rentang 280,74 sampai 310,07K dengan rata-rata 291,52K.

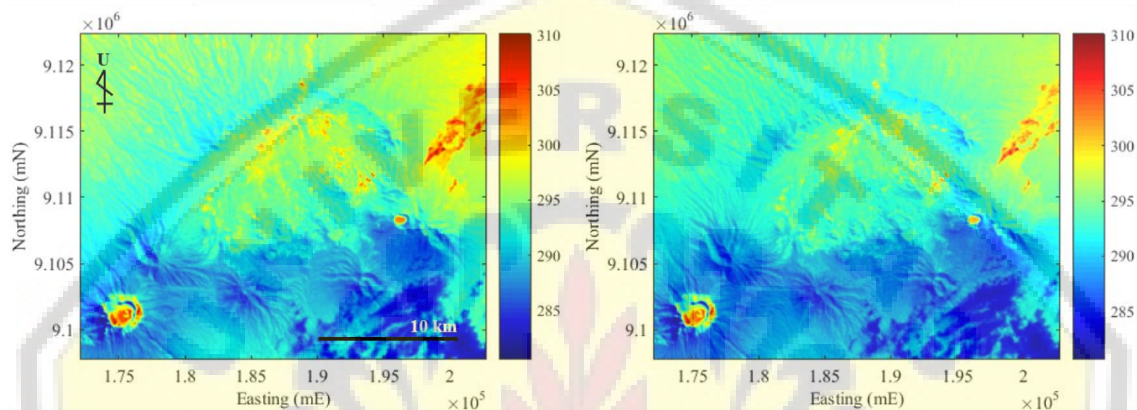
Tabel 1. Input parameter ekstraksi kelurusan menggunakan STA

Konstanta	Band 10	Band 11
RMB (Gain)	$3,3420 \times 10^{-04}$	3.3420×10^{-04}
RAB (Bias)	0,10000	0,10000
K1	774,8853	480,8883
K2	1321,0789	1201,1442

Keterangan: RMB = *radiance mult band*, RAB = *radiance add band*

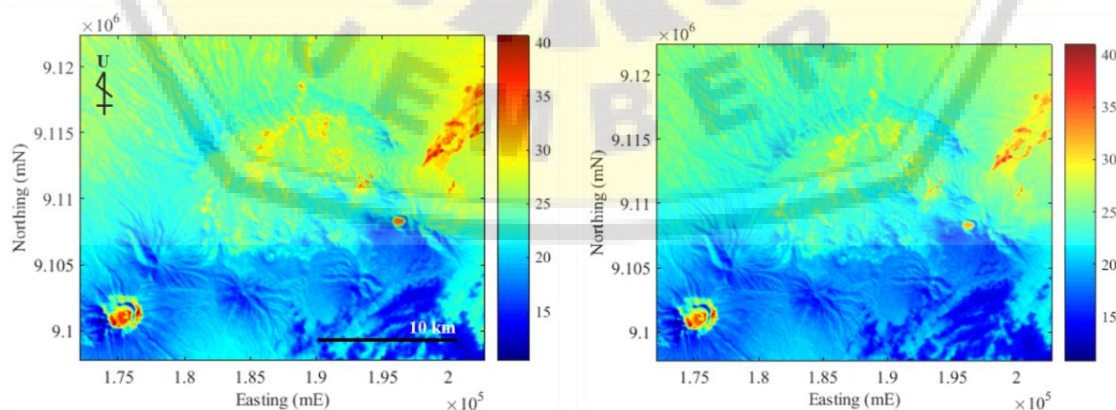


Band 10 Band 11
Gambar 2. Hasil konversi TOA radiance ke brightness temperature



Band 10 Band 11
Gambar 3. Hasil konversi DN menjadi TOA radiance

Proses pengolahan data kemudian dilanjutkan dengan mengkonversi hasil *brightness temperature* menjadi temperatur permukaan (LST/ *Land Surface Temperature*), dengan menggunakan rumus persamaan 4. Proses konversi ini mempertimbangkan panjang gelombang dan emisivitas dari objek permukaan. Dalam penelitian ini, emisivitas objek untuk badan air = 0,98, RTH = 0,95, non-RTH = 0,92 (Wiweka, 2014). Dengan demikian, didapatkan hasil temperatur permukaan dalam satuan Kelvin. Untuk mempermudah interpretasi, hasil tersebut kemudian dikonversi dalam satuan Celcius, sehingga dihasilkan seperti pada Gambar 4.



Band 10 Band 11
Gambar 4. Temperatur permukaan di Blawan-Ijen Jawa Timur berdasarkan Landsat-8 TIRS

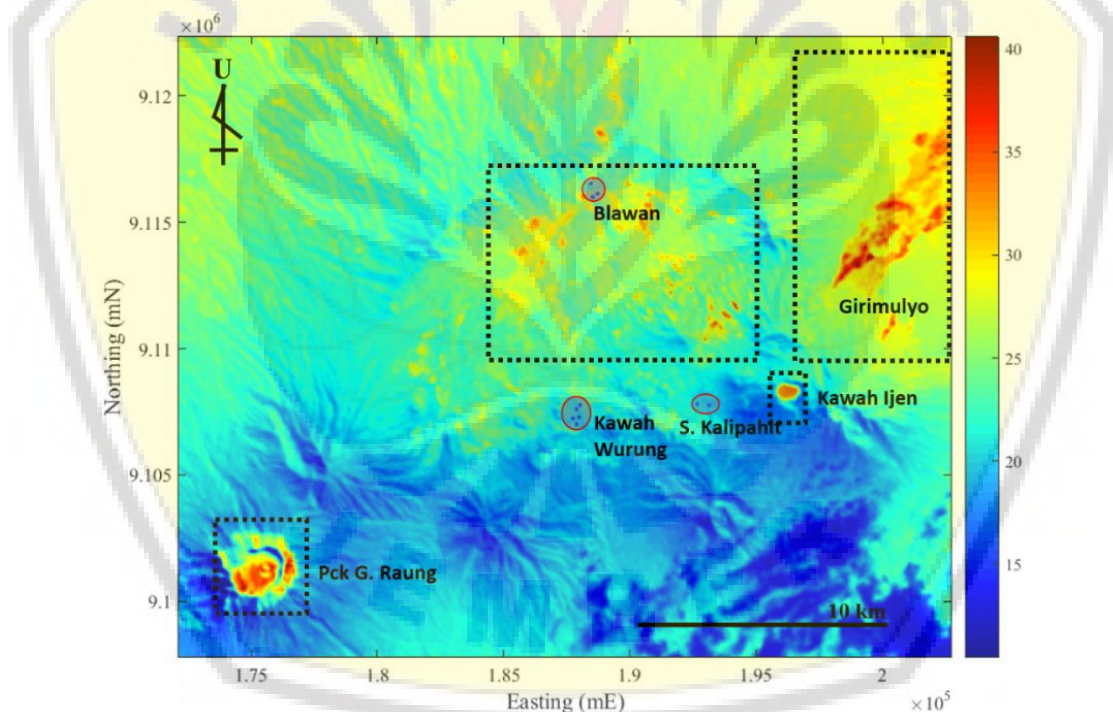
Berdasarkan hasil pada Gambar 4, dapat diketahui bahwa band 10 mempunyai rentang 10,45°C sampai 40,60°C dengan rata-rata 22,66°C, sedangkan band 11 mempunyai rentang 10,86°C sampai

40,92°C dengan rata-rata 21,9°C. Hasil ini menunjukkan bahwa distribusi temperatur permukaan di Blawan-Ijen pada band 10 lebih tinggi dibandingkan dengan band 11. Selain itu, jika dilihat dari distribusi temperatur dari rendah sampai tinggi, didapatkan bahwa sebagian besar di daerah penelitian berkisar 15°C sampai 25°C. Temperatur rendah sampai sedang tersebar di bagian selatan daerah penelitian (11°C – 20°C), sedangkan temperatur sedang tersebar di bagian utara (20°C-25°C), dan terdapat beberapa lokasi yang mempunyai temperatur tinggi yaitu di baratdaya, bagian timur, dan beberapa titik di tengah daerah penelitian.

3.2. Pembahasan

Pemanfaatan citra satelit untuk mendelineasi potensi panas bumi telah banyak digunakan, dan sangat efektif terutama sebagai referensi survey pendahuluan. Beberapa penelitian telah menggunakan citra satelit dengan mendeteksi temperatur permukaan, ataupun kelurusan morfologi (sebagai indikasi adanya struktur geologi). Analisis temperatur permukaan dapat dilakukan dengan menggunakan citra satelit Landsat ETM+. Tetapi sejak diluncurkannya Landsat-8, analisis temperatur permukaan dapat dilakukan dengan hasil yang lebih baik.

Analisis temperatur permukaan menggunakan Landsat-8 TIRS untuk daerah Blawan-Ijen menunjukkan bahwa temperatur permukaan rata-rata untuk band 10 lebih tinggi dibandingkan band 11, sehingga proses interpretasi selanjutnya menggunakan band 10. Pengukuran suhu di lapangan menunjukkan temperatur berkisar dari 22°C sampai 26°C. Lebih lanjut, di beberapa lokasi ditemukan zona dengan densitas tinggi (25-40°C) yaitu Puncak Gunung Raung (baratdaya), Blawan (tengah), Kawah Ijen, dan Girimulyo (timurlaut). Sedangkan di Kawah Wurung dan S. Kalipahit berada dalam zona dengan temperatur sedang (20-25°C) (Gambar 5).



Gambar 5. Hasil interpretasi potensi panas bumi berdasarkan temperatur permukaan

Ketinggian temperatur di Puncak Gunung Raung dan Kawah Ijen dipengaruhi oleh adanya aktifitas vulkanik yang masih aktif sampai sekarang. Sedangkan di daerah Blawan dipengaruhi oleh adanya aktifitas keluarnya beberapa mata air panas Blawan dengan temperatur 50,9°C dengan pH 5,8. Sedangkan di Kawah Wurung dan Sungai Kalipahit tidak ditemui adanya manifestasi panas bumi yang menunjukkan tingginya temperatur permukaan. Sedangkan daerah yang lain, besarnya temperatur permukaan kemungkinan dipengaruhi oleh vegetasi, lahan terbuka, perkebunan, pemukiman penduduk, dan lain-lain.



Gambar 6. Proses pengukuran temperatur di Mata Air Panas Blawan-Ijen, Jawa Timur

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pemanfaatan citra satelit Landsat-8 untuk analisis temperatur permukaan sangat efektif untuk mendelineasi potensi panas Bumi Blawan-Ijen, Jawa Timur.
- b. Temperatur permukaan di Blawan-Ijen berkisar antara 10-40⁰C, dengan rata-rata 22⁰C. adapun zona yang mempunyai temperatur permukaan yang tinggi yaitu puncak Gunung Raung, Kawah Ijen, Blawan, dan sebagian Girimulyo.

5. Referensi

- [1] Siaran Pers Tentang Pengembangan Energi Panas Bumi di Indonesia, diperoleh melalui situs internet: <http://www.esdm.go.id/berita/55-siaran-pers/3021-pengembangan-energi-panas-bumi-di-indonesia.html>
- [2] Kementerian ESDM. 2017b. *Potensi Panas Bumi Indonesia Jilid 1*. Hal 634-639
- [3] Hochstein, M. P., dan Sudarman, S. 2013. Indonesian Volcanic Geothermal Systems. *Proceedings World Geothermal Congress 2015*
- [4] Sitanggang, G. 2010. Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8). *Berita Dirgantara*. 11. 47 – 58.
- [5] Utama, W., Riski, S., Bahri, A. S., dan Warnana, D. D. 2012. Analisis Citra Landsat ETM+ untuk Kajian Awal Penentuan Daerah Potensi Panas Bumi di Gunung Lamongan, Tiris, Probolinggo. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 8. 1-4.
- [6] Bujung, C.A.N., Singarimbun, A., Muslim, D., Hirmawan, F., dan Sudrajat, A. 2011. Analisis data multispectral untuk identifikasi potensi panas bumi. *Bionatura – Jurnal ilmu-ilmu hayati dan fisik*. 13. 8-15.