



Eksplorasi Zona Prospek Panas Bumi Daerah Gunung Tampomas Menggunakan Citra Landsat-8 dan Data Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS)

Teguh Budiman*, Jupri, Silmi Afina Aliyan

Program Studi Sains Informasi Geografi, Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial,
Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Abstrak

Gunung Tampomas merupakan satu dari sekian banyak gunung yang memiliki potensi panas bumi di Indonesia. Potensi panas bumi ini dapat dieksplorasi menggunakan metode penginderaan jauh. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran anomali suhu permukaan berdasarkan citra Landsat-8, sebaran densitas struktur berdasarkan data *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS) dan data geologi, serta sebaran zona prospek panas bumi daerah Gunung Tampomas. Metode yang digunakan meliputi pengolahan citra Landsat-8 untuk ekstraksi nilai *Land Surface Temperature* (LST), analisis *Fracture Fault Density* (FFD) dari DEMNAS, interpretasi geologi, serta komposit band R(3), G(6), B(7) untuk menganalisis mineral alterasi, yang pada akhirnya dilakukan overlay untuk membuat peta dugaan zona prospek panas bumi Gunung Tampomas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran anomali suhu permukaan tertinggi berada di Kecamatan Conggeang. Adapun sebaran densitas struktur tertinggi terletak di Kecamatan Cimalaka, Paseh, Conggeang, dan Buahdua. Zona prospek panas bumi Gunung Tampomas terbagi menjadi 6 zona prospek yang tersebar di Kecamatan Conggeang, Buahdua, dan Tanjungkerta. Adapun zona prospek 3 yang terletak di Kecamatan Buahdua memiliki keunggulan dibandingkan zona prospek lain, baik dari suhu permukaan, densitas struktur, serta manifestasi panas.

Kata kunci: Gunung Tampomas; Mineral Argilik; Panas Bumi; Remote Sensing; LST; Komposit band

Abstract

Mount Tampomas is one of many mountains in Indonesia that holds geothermal potential. This geothermal potential can be explored using remote sensing methods. This study aims to map the distribution of surface temperature anomalies based on Landsat-8 imagery, the distribution of structural density based on National Digital Elevation Model (DEMNAS) data and geological data, as well as the distribution of geothermal prospect zones in the Mount Tampomas area. The methods used include processing Landsat-8 imagery to extract Land Surface Temperature (LST) values, analyzing Fracture Fault Density (FFD) from DEMNAS, geological interpretation, and using RGB composite bands R(3), G(6), B(7) to analyze alteration minerals. These data were then overlaid to create a geothermal prospect zone map of Mount Tampomas. The results show that the highest distribution of surface temperature anomalies is located in Conggeang District. Meanwhile, the highest structural density is found in the districts of Cimalaka, Paseh, Conggeang, and Buahdua. The geothermal prospect zones of Mount Tampomas are divided into six zones spread across Conggeang, Buahdua, and Tanjungkerta Districts. Among them, Prospect Zone 3, located in Buahdua District, stands out compared to other zones in terms of surface temperature, structural density, and thermal manifestations.

Keywords: Mount Tampomas; Argilic Mineral; Geothermal; Remote Sensing, LST; Composite band.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan jumlah gunung api aktif terbanyak di dunia, sekitar 129 gunung api aktif yang tersebar dari Sumatera

hingga Nusa Tenggara, sebagian besar bertipe stratovulkanik, perisai, dan kompleks (Prasongko, 2020). Letaknya yang berada pada jalur Cincin Api Pasifik membuat Indonesia menyimpan potensi panas bumi yang sangat

* Korespondensi: teguhbudiman@upi.edu

Diajukan : 4 Juni 2025

Diterima : 14 Agustus 2025

Diterbitkan : 15 Desember 2025

besar, meskipun memiliki risiko geologi yang cukup tinggi (Tjandra, 2018). Potensi panas bumi Indonesia diperkirakan mencapai 28,1 GWe atau sekitar 40% dari total potensi panas bumi dunia, menjadikannya salah satu negara dengan cadangan terbesar secara global (Laksono dkk., 2023). Pemanfaatan energi panas bumi ini sejalan dengan target pemerintah dalam mencapai bauran energi baru dan terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050 (Nurwahyudin dan Harmoko, 2020). Salah satu wilayah yang menyimpan potensi panas bumi dan belum dimanfaatkan secara optimal adalah Gunung Tampomas, dengan estimasi cadangan mencapai 50 MWe (Hakim dkk., 2023). Untuk mendukung pemanfaatan tersebut, diperlukan kegiatan eksplorasi sebagai tahapan penting menuju pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), yang tentu harus mempertimbangkan kelayakan teknis seperti ketersediaan panas, air, dan karakteristik lahan (Ahluriza & Harmoko, 2021).

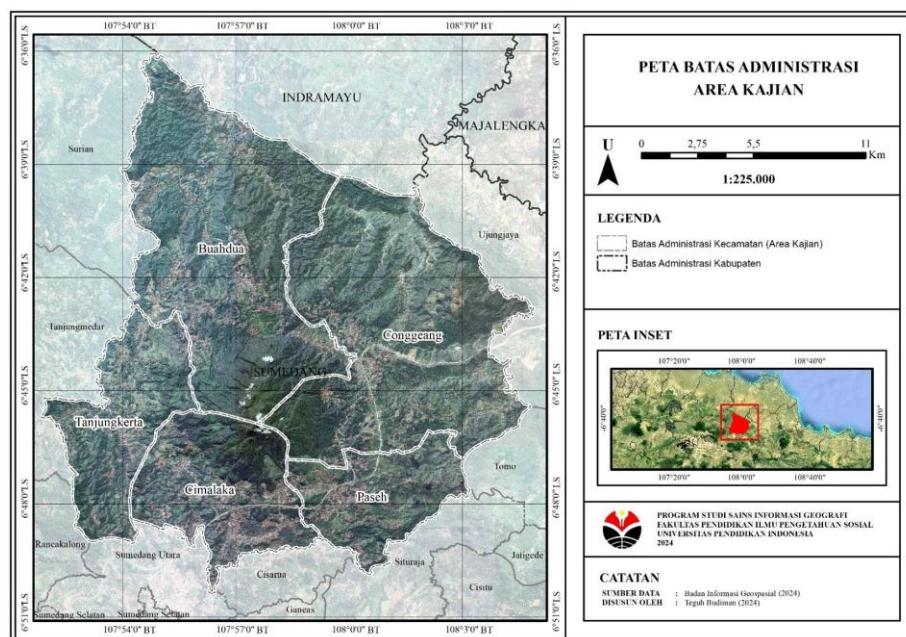
Seiring berkembangnya teknologi, penginderaan jauh menjadi alternatif yang efektif dan ekonomis dalam melakukan identifikasi awal zona prospek panas bumi (Ramadhan dkk., 2021). Melalui analisis citra satelit seperti Landsat-8 yang memiliki kanal termal, serta data DEMNAS yang dapat menggambarkan kepadatan struktur geologi permukaan, potensi panas bumi dapat dievaluasi lebih dini tanpa harus melakukan eksplorasi langsung yang mahal

dan memakan waktu (Mardiana, 2017; Ramadhan & Saputra, 2017). Parameter seperti suhu permukaan, kepadatan sesar, dan keberadaan mineral alterasi dapat diidentifikasi secara spasial menggunakan pendekatan komposit band maupun teknik ekstraksi fitur spektral (Franto, dkk., 2018).

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis sebaran anomali suhu permukaan untuk identifikasi potensi panas bumi yang ada di area kajian Gunung Tampomas dengan memanfaatkan band thermal dari citra Landsat-8. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis sebaran densitas struktur area kajian untuk identifikasi lokasi yang berpotensi sebagai pendukung sistem panas bumi berdasarkan data DEMNAS, sehingga akhirnya dapat dilakukan analisis lanjutan terkait sebaran dugaan zona prospek panas bumi berdasarkan hasil pengolahan citra dan menentukan lokasi yang berpotensi sesuai untuk sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi di area kajian menggunakan penginderaan jauh.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Kabupaten Sumedang, terutama di tujuh Kecamatan yang melingkupi Gunung Tampomas, diantaranya Kecamatan Buahdua, Conggeang, Paseh, Cimalaka, dan Kecamatan Tanjungkerta. Berikut ini peta area kajian zona prospek panas bumi daerah Gunung Tampomas.



Gambar 1. Peta Area Kajian

METODOLOGI

Alat dan Data

Dalam melakukan penelitian ini terdapat beberapa alat dan data yang perlu disiapkan. Alat dan bahan tersebut kemudian disajikan dalam Tabel 1 dan 2.

Pengolahan Data Landsat-8

Dalam metode penginderaan jauh, Rajeshwari & Mani (2014) telah menjelaskan beberapa tahap dalam proses pengolahan LST. Dalam pemrosesan citra, perlu diterapkan beberapa algoritma untuk menghasilkan visual citra yang diinginkan. Dalam melakukan analisis anomali suhu permukaan (LST) terlebih dahulu perlu melakukan koreksi atmosferik dengan persamaan berikut:

$$L_{\lambda} = M_L * Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

L_{λ} = nilai spektral radian

M_L = factor skala perkalian radian

A_L = factor skala penambahan radian untuk kanal

Q_{cal} = nilai piksel dalam *digital number*

Berikutnya, spektral radian akan dikonversi menjadi brightness temperature, yaitu suhu

efektif, ditangkap oleh satelit mengasumsikan unnnity emissivity yang dilakukan dengan persamaan 2.

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}}\right)+1} \quad (2)$$

T_B = temperatur efektif yang ditangkap satelit

K_1 = konstanta konversi termal 1

K_2 = konstanta konversi termal 2

L_{λ} = nilai spektral radian

Nilai suhu permukaan kemudian dikoreksi terhadap nilai emisivitas. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kesalahan dalam mengestimasi suhu permukaan tanah (Suspidayanti, 2019). Nilai emisivitas ini didapatkan dari nilai indeks vegetasi dengan mencari nilai fraksi vegetasi menggunakan persamaan 3.

$$PV = \left[\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right]^2 \quad (3)$$

PV merupakan nilai fraksi vegetasi. Untuk nilai emisivitas dapat diperoleh dengan persamaan 4.

$$e = 0,004 * PV + 0,986 \quad (4)$$

Tabel 1. Alat

No.	Alat	Fungsi
1	Laptop	Perangkat pengolahan data
2	GPS	Ground check lapangan
3	Ponsel	Dokumentasi
4	ArcMap, QGIS, Global Mapper, Focus	Software pengolahan data citra
5	Microsoft office	Olah data dan penyajian laporan
6	Thermometer	Melakukan pengukuran lapangan
7	Palu	Melakukan Pengambilan Sampel Batuan
8	Alat Tulis	Mencatat hasil pengukuran lapangan

Tabel 2. Bahan

No.	Data	Sumber
1	Citra Landsat-8	USGS
2	DEMNAS	BIG
3	Peta Geologi	ESDM
4	Sampel Suhu Permukaan	Data Lapangan
5	Dokumentasi Lapangan	Data Lapangan

Terakhir, dihitung suhu permukaan tanah dengan menggunakan persamaan 5.

$$LST = \frac{T_B}{1 + \left(\frac{\lambda \cdot T_B}{P}\right) \ln(e)} \dots\dots\dots (5)$$

LST = suhu permukaan tanah

T_B = temperatur efektif yang ditangkap satelit

λ = panjang gelombang radiansi yang dipancarkan

P = 14380 μmK (hasil perhitungan $h \cdot c/s$, dimana h adalah konstanta Planck ($6,626 \times 10^{-34}$ Js), c adalah kecepatan cahaya ($2,998 \times 10^8$ m/s), dan s adalah konstanta Boltzman ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K)

Analisis mineral alterasi argilik berperan dalam mengidentifikasi zona prospek panas bumi sebagai respons terhadap aktivitas di dalam permukaan bumi. Alterasi argilik, yang umumnya terdiri dari mineral seperti kaolinit, illit, dan montmorillonit, secara umum seringkali ditemukan pada bagian atas maupun pinggiran sistem geotermal, sehingga dapat berfungsi sebagai petunjuk adanya sistem panas bumi di bawah permukaan.

Dalam prosesnya, analisis terhadap mineral ubahan yang dilakukan berdasarkan hasil pengolahan komposit dan rasio band. Komposit RGB 3/6/7 digunakan untuk identifikasi mineral alterasi argilik yang ada di area kajian.

Pengolahan Data DEMNAS

DEMNAS dapat digunakan untuk mengidentifikasi beberapa karakter topografi yang mengindikasikan adanya patahan yang menunjukkan jalur permeabilitas tinggi sehingga kemungkinan besar fluida panas dapat mengalir di dalamnya (Fauzi dan Patonah, 2023). Untuk mengetahui tingkat kepadatan struktur di area kajian, metode FFD (*Fault Fracture Density*) dapat dilakukan dengan menggunakan tools line density berdasarkan data dari DEMNAS (Aliyan, S.A. dkk., 2023). Pertama, data dari DEMNAS perlu digabung dan dipotong berdasarkan extent dari area kajian. Setelah dilakukan penggabungan dan pemotongan DEMNAS, data DEMNAS kemudian diolah menjadi *hillshade* dengan sudut azimuth penyorotan dari 4 sudut. Hal tersebut dilakukan agar dapat menunjukkan garis patahan yang ada di area kajian dengan lebih lebih jelas.

Setelah dilakukan pembuatan *hillshade*, proses berikutnya adalah melakukan ekstraksi terhadap garis yang ada pada *hillshade* tersebut.

Proses ekstraksi ini digunakan menggunakan software Focus. Garis yang dihasilkan oleh pengolahan terhadap keempat *hillshade* kemudian digabungkan dan dijadikan sebagai input untuk pengolahan *line density*. Hal tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi intensitas kepadatan struktur yang ada di area kajian.

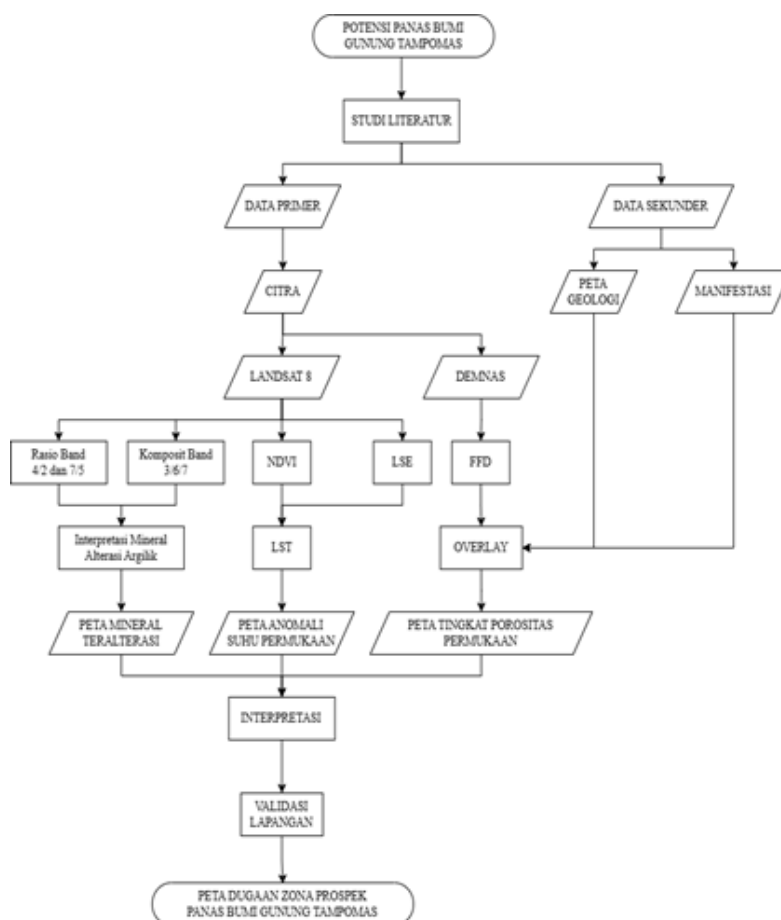
Setelah dilakukan pengolahan *line density*, data raster yang dihasilkan diklasifikasikan berdasarkan 4 segmen equal interval untuk mendapatkan klasifikasi yang merata berdasarkan nilai yang didapatkan. Alur penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.

HASIL

Anomali Suhu Permukaan 2023 dan 2024

Secara umum, sebaran suhu permukaan di area kajian memiliki variasi yang sangat besar. Area dengan topografi tinggi cenderung memiliki suhu permukaan yang rendah, sedangkan area dengan topografi yang rendah memiliki suhu yang lebih rendah. Akan tetapi, pada beberapa bagian topografi tinggi terdapat suhu yang tidak terlalu rendah, begitupun sebaliknya, pada daerah dengan topografi yang cukup rendah terdapat suhu area dengan sebaran suhu yang cukup rendah. Sebaran suhu permukaan pada bulan Juli 2023 dan Juli 2024 tidak terdapat perubahan yang signifikan. Untuk memastikan adanya anomali suhu yang konsisten, dibuatkan waktu pembandingan pada bulan September tahun 2023 dan September 2024. Hasilnya, terdapat perubahan yang cukup signifikan antara bulan September 2023 dan September 2024. Pada bulan September 2023, suhu permukaan terlihat memiliki variasi nilai yang sangat signifikan antara daerah satu dengan lainnya, terutama pada anomali suhu yang tergolong tinggi. Berbeda halnya dengan perubahan suhu pada bulan September 2024 yang memiliki variasi suhu yang cenderung lebih dingin. Dengan demikian, hal tersebut justru memudahkan untuk mengidentifikasi daerah yang memiliki konsistensi suhu cukup tinggi.

Hasil pengolahan dari citra Landsat-8 untuk keempat waktu perekaman yang secara manual telah dilakukan digitasi untuk melihat sebaran



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

anomali yang ada dari masing-masing waktu perekaman dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4. Dasar dari penentuan daerah yang didigitasi adalah dari anomali yang ada pada masing-masing waktu perekaman. Diidentifikasi bahwa setiap waktu perekaman memiliki rentang nilai yang berbeda. Dengan demikian, digunakan metode *equal interval* untuk melihat anomali dari masing-masing waktu perekaman secara seimbang yang pada akhirnya dapat diketahui daerah dengan sebaran suhu rendah dan tinggi dari masing-masing waktu perekaman.

Setelah dilakukan intersect terhadap area dengan anomali suhu permukaan tinggi dan sangat tinggi dari keempat waktu perekaman citra berbeda, diketahui bahwa area intersect memiliki luasan sebesar 18162,52 Ha (Gambar 5). Area anomali suhu ini tersebar di sekeliling area kajian yang kemudian akan dilakukan overlay dengan indikator lain.

Fault Fracture Density

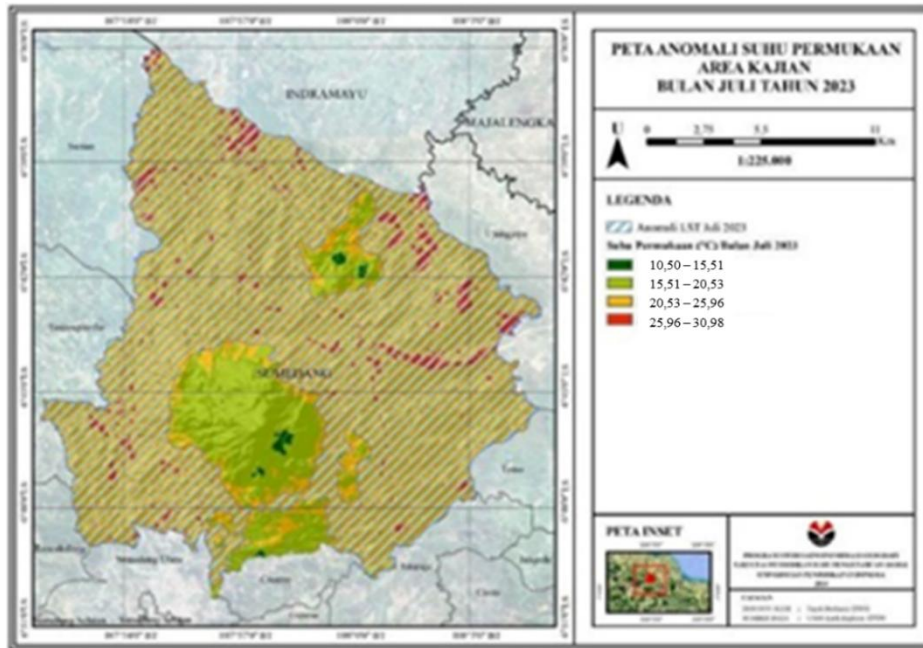
Hasil pengolahan nilai FFD yang telah dilakukan dibagi menjadi empat klasifikasi dengan rentang

interval yang seimbang. Terdapat 4 rentang nilai klasifikasi FFD mulai dari 5,84-10,20 km/km² untuk klasifikasi nilai ffd rendah, 10,20-14,56 km/km² untuk klasifikasi nilai ffd sedang, 14,56-18,92 km/km² untuk klasifikasi nilai ffd tinggi, dan 18,92-23,28 km/km² untuk rentang kelas FFD sangat tinggi. Penentuan rentang nilai FFD tersebut didasarkan atas keperluan analisis perbandingan secara seimbang untuk mendapatkan anomali FFD yang merata. Berdasarkan pengolahan FFD otomatis yang dilakukan dengan menggunakan *hillshade* dari 4 sudut peninaran berbeda, ditemukan bahwa terdapat variasi nilai FFD berbeda di area kajian. Terdapat beberapa daerah yang memiliki nilai FFD cukup tinggi, namun di daerah lain cukup rendah. Fenomena tersebut bisa disebabkan karena adanya perbedaan intensitas patahan pada pengolahan *hillshade*.

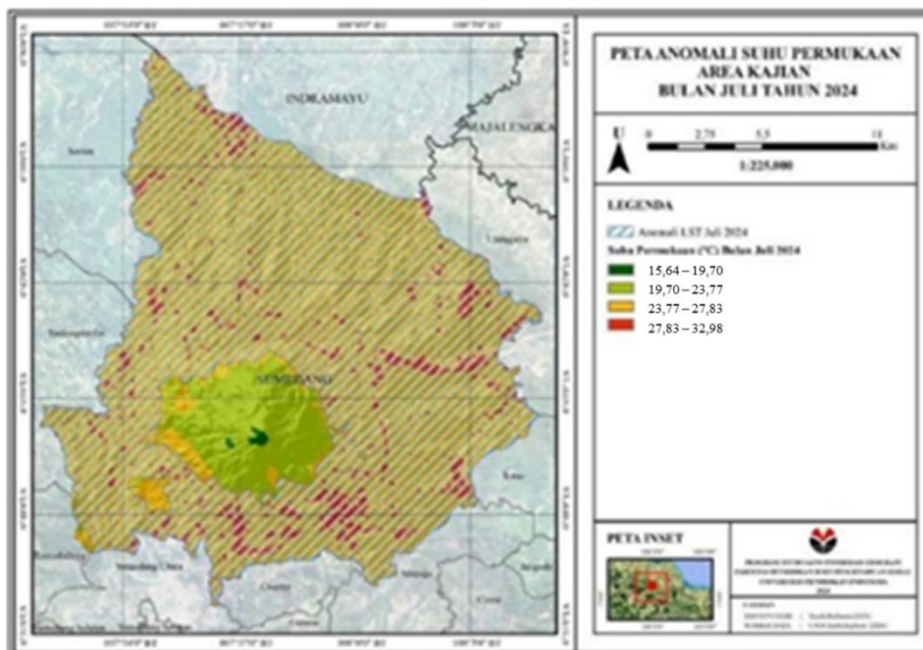
Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa di utara area kajian cenderung memiliki nilai FFD yang tinggi hingga sangat tinggi, menyebar ke arah tenggara, terdapat pula beberapa daerah yang memiliki nilai FFD cukup tinggi. Di area tengah,

sedikit melebar ke timur, terdapat pula area dengan nilai FFD cukup tinggi. Diselingi dengan area yang memiliki nilai FFD sedang hingga rendah, di sebelah timur area kajian terdapat bagian yang memiliki nilai FFD sangat tinggi. Begitupun di bagian selatan area kajian, terdapat beberapa area yang memiliki klasifikasi nilai FFD yang cukup tinggi yang menjalar juga ke sebelah timur laut. Pada bagian barat daya, meskipun terdapat area yang memiliki klasifikasi

nilai FFD tinggi, namun intensitasnya terlihat tidak terlalu luas seperti halnya bagian utara. Pada diagram rose diperlihatkan bahwa intensitas patahan cenderung mengarah dari sudut 30 hingga 90° dan 240 hingga 270° yang secara umum mengarah secara horizontal. Hal tersebut dapat mengindikasikan bahwa kelurusan yang ada di area kajian akan cenderung bergerak dari arah barat ke timur atau timur ke barat.

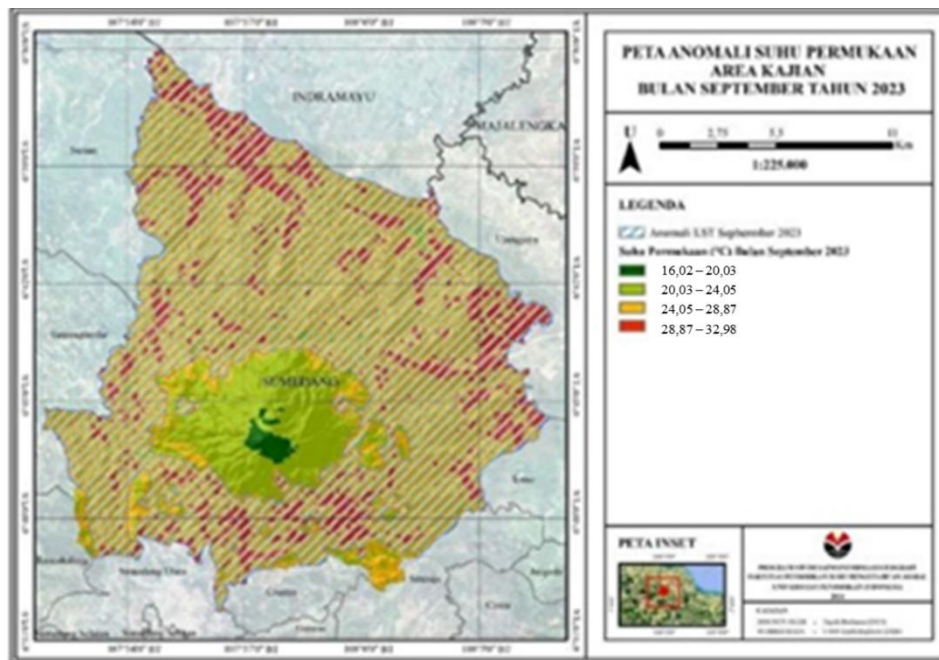


(a)

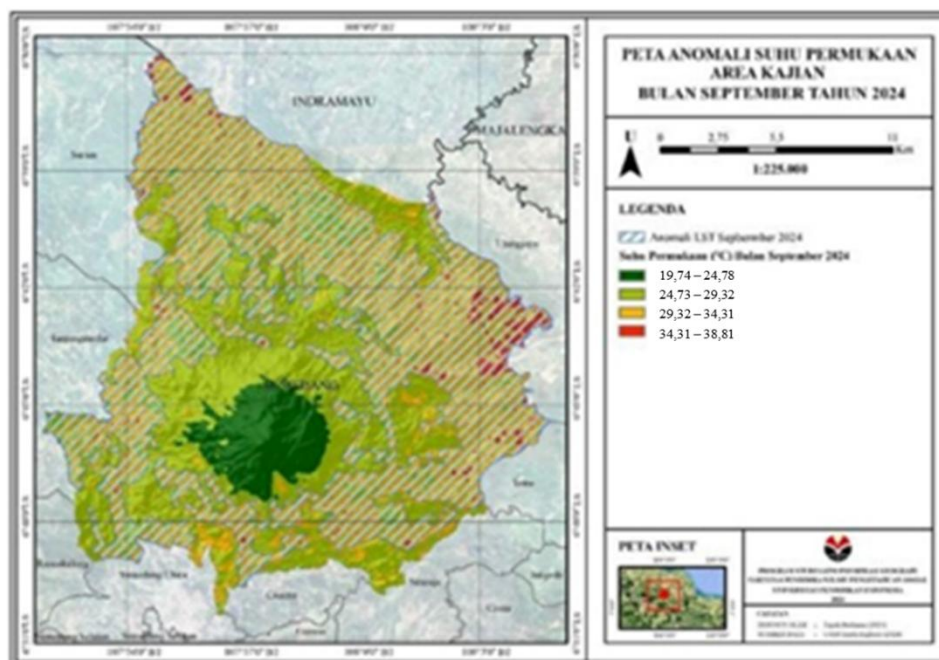


(b)

Gambar 3. Peta LST Area Kajian Juli 2023 (a) dan Peta LST Area Kajian Juli 2024 (b).

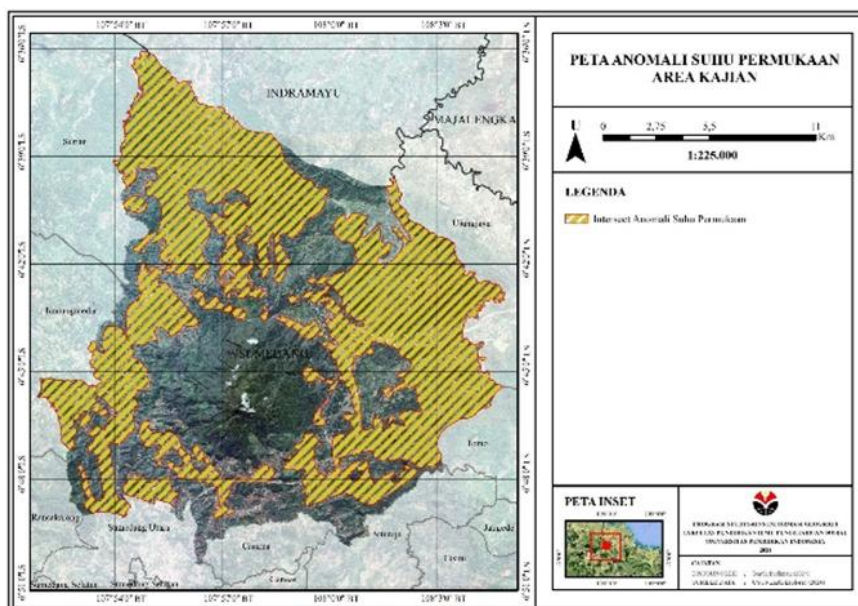


(c)

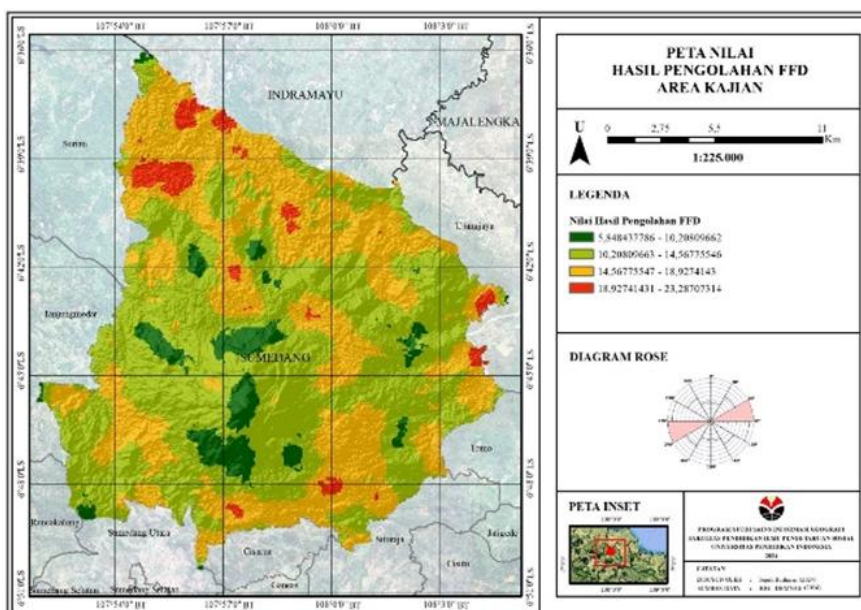


(d)

Gambar 4. Peta LST Area Kajian September 2023 (c) dan Peta LST Area Kajian September 2025 (d).



Gambar 5. Peta Anomali Suhu Permukaan Area Kajian.



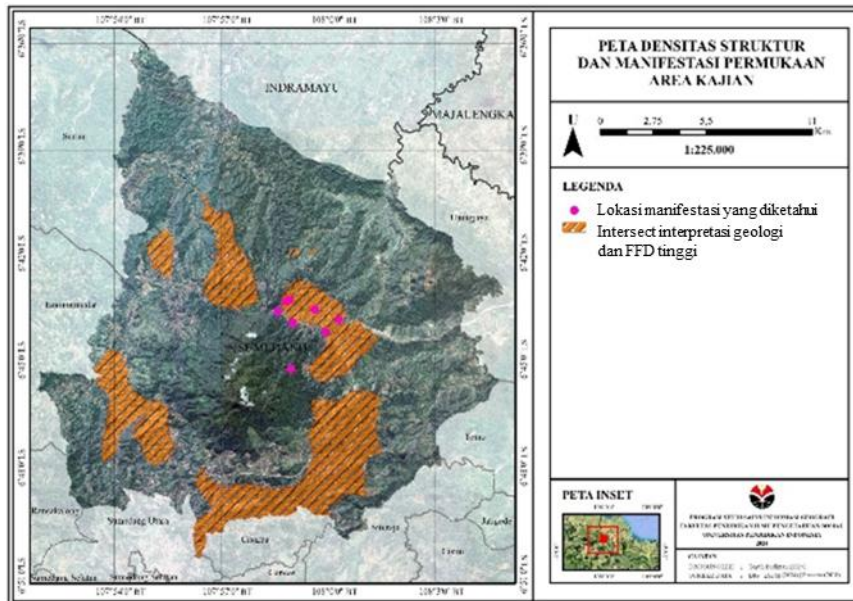
Gambar 6. Peta klasifikasi *Fault Fracture Density* area kajian.

Berdasarkan intersect yang telah dilakukan terhadap FFD yang memiliki panjang struktur tergolong tinggi (14-23 km/km²), analisis kelerengan, serta ditambahkan informasi tambahan berupa manifestasi yang diketahui sebelumnya, diketahui daerah yang berpotensi memiliki luas sekitar 6104,14 Ha. Area intersect tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.

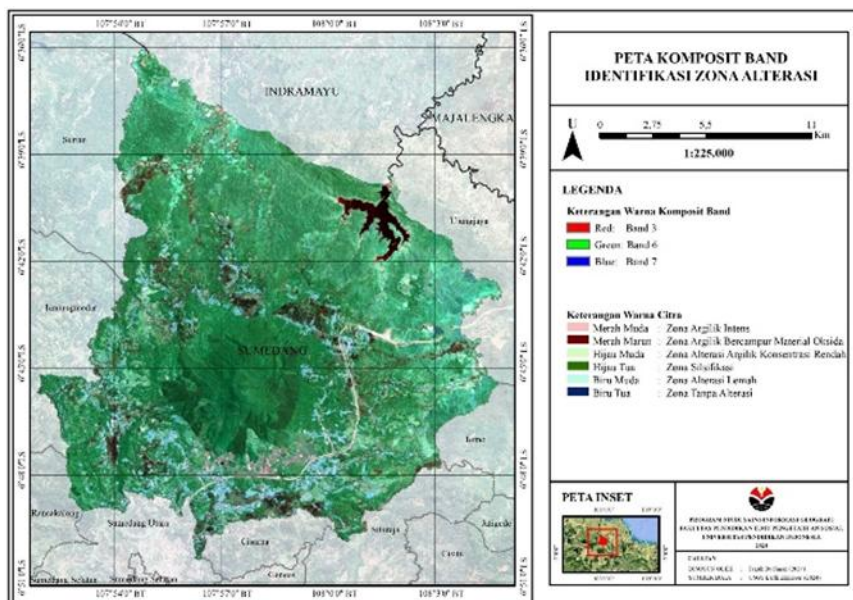
Mineral Alterasi Argilik

Mineral argilik terutama kaolin merupakan salah satu penciri adanya alterasi hidrothermal di suatu lokasi. Hal ini dapat menjadikan gambaran lokasi

yang terdapat aktivitas hidrothermal yang muncul ke permukaan. Setiano dkk. menjelaskan bahwa kombinasi PC band 3-6-7 citra Landsat-8 dapat digunakan untuk mengidentifikasi mineral kaolinit dan montmorillonite. Kedua mineral memiliki respons spektral yang tinggi pada band 3 dan band 6, serta memiliki reflektansi yang rendah pada band 7. Atas dasar tersebut, dilakukan klasifikasi hasil pengolahan sesuai dengan rona warna yang menggambarkan perbedaan karakteristik spektral di permukaan wilayah kajian. Warna-warna



Gambar 7. Peta Densitas Struktur Area Kajian

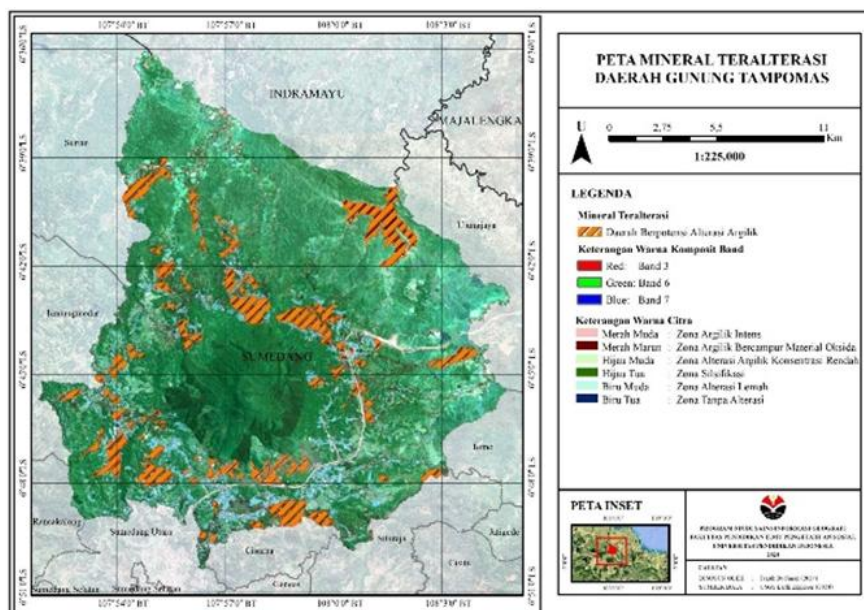


Gambar 8. Peta Zona Alterasi Mineral

tersebut mencerminkan kemungkinan adanya zona alterasi hidrotermal dan variasi jenis batuan maupun tutupan lahan yang tersebar di sekitar Gunung Tampomas.

Salah satu warna yang paling mencolok adalah merah muda. Sebaran warna merah muda ini cukup dominan di bagian selatan Gunung Tampomas, dengan beberapa area kecil yang juga muncul di bagian utara. Warna merah marun memiliki karakteristik reflektansi tinggi pada band 3, sedang pada band 6, dan rendah pada band 7. Secara spasial, rona merah marun tampak mengelilingi lereng Gunung Tampomas,

meskipun tidak seintens warna merah muda. Warna hijau memiliki reflektansi yang rendah pada band 3, tinggi pada band 6, dan rendah pada band 7. Pola ini mengindikasikan adanya kandungan mineral tertentu, yang kemungkinan kuat dipengaruhi oleh aktivitas hidrotermal, meskipun keberadaan vegetasi juga dapat memengaruhi dominasi warna ini, terutama pada band 3. Warna hijau muda dapat mengindikasikan reflektansi rendah di band 3, sedang pada band 6, dan tinggi pada band 7. Warna ini sering muncul di sekitar zona transisi antara daerah teralterasi kuat dan wilayah yang lebih stabil. Warna biru



Gambar 9. Digitasi mineral alterasi argilik

muda dengan komposisi spektral terdiri dari nilai reflektansi rendah (band 3), menengah (band 6), dan tinggi di band 7, menunjukkan karakteristik tidak terjadi proses alterasi signifikan, atau alterasi telah melemah seiring waktu. Warna biru tua diinterpretasikan sebagai area non-teralterasi atau tidak menunjukkan indikasi pengaruh aktivitas hidrotermal krena memiliki karakteristik nilai spektral yang rendah pada band 3 dan band 6, namun cukup tinggi pada band 7. Sebaran warna ini umumnya terdapat pada area yang stabil secara geologi dan tidak menunjukkan gejala perubahan mineral akibat panasbumi.

Secara keseluruhan, interpretasi terhadap pola warna pada komposit RGB ini memberikan pemahaman awal mengenai potensi zona prospek panas bumi di wilayah Gunung Tampomas. Warna-warna tertentu seperti merah muda dan merah marun menjadi perhatian utama dalam identifikasi awal wilayah dengan potensi alterasi hidrotermal yang signifikan karena reflektansi tinggi pada band 3, sedang pada band 6, dan rendah pada band 7.

Berdasarkan hasil pengolahan yang telah dilakukan, diklasifikasikan beberapa warna yang kemudian disebut sebagai daerah yang berpotensi adanya zona alterasi mineral argilik. Daerah tersebut diantaranya daerah dengan warna merah muda dan merah marun. Daerah dengan warna merah muda memberikan informasi zona argilik intens dengan adanya dominasi kaolin, biasanya menunjukkan tanah terbuka dengan adanya zona alterasi hidrotermal. Bagian tersebut tersebar

dominan di sebelah selatan gunung tampomas dan terdapat beberapa bagian di utara. Berikutnya, daerah dengan warna merah marun merupakan zona argilik yang bercampur dengan material oksida tertentu sehingga mengindikasikan zona alterasi yang lebih matang

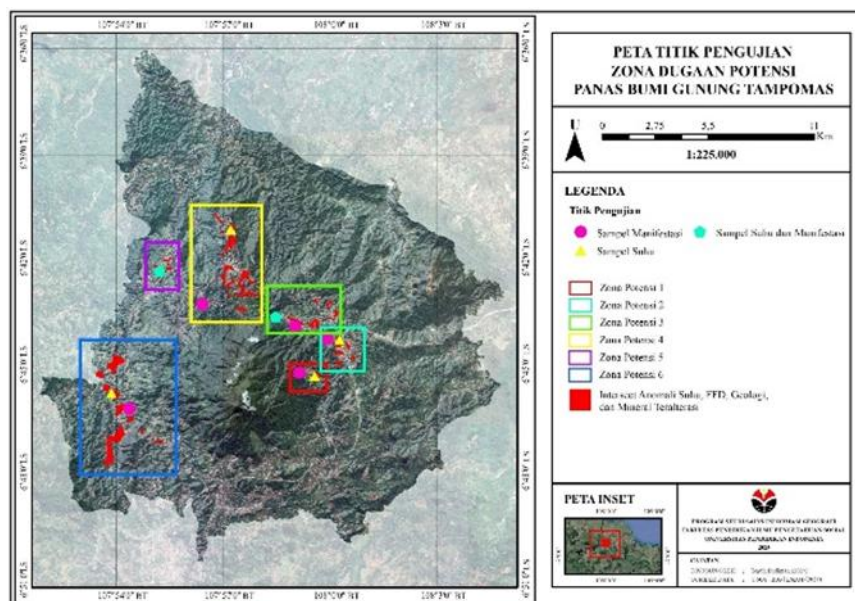
Daerah yang berpotensi telah didigitasi untuk memberikan batasan yang jelas untuk daerah berpotensi (Gambar 9). Adapun beberapa daerah seperti perairan yang cukup luas di area timur laut masih penulis digitasi untuk memberikan analisis yang menyeluruh apabila kemudian dilakukan intersect terhadap parameter lainnya.

Pengamatan Lapangan

Berdasarkan pengamatan lapangan, diketahui bahwa terdapat beberapa daerah pada zona dugaan potensi yang memiliki karakter fisik hampir mirip sehingga dapat terwakilkan oleh beberapa daerah saja. Dengan demikian, area zona dugaan potensi dibagi menjadi 6 zona dugaan yang dapat dilihat pada Gambar 10.

Dilakukan pengujian statistik sederhana dengan t-Student, untuk menyandingkan data suhu lapangan dengan hasil pengolahan citra. Test value yang digunakan adalah citra pada bulan Juli 2024 karena berdasarkan pengujian normalitas citra tersebut yang paling representatif.

Terlihat bahwa nilai t sebesar 0,478 menunjukkan seberapa besar perbedaan rata-rata nilai sampel dan rata-rata nilai uji (Tabel 3).



Gambar 10. Peta Rencana Titik Pengujian dengan Zona Prospek Panas bumi Area Kajian



Gambar 11. Dokumentasi hasil pengamatan FFD di lapangan.

Tabel 3. Hasil pengujian one-sample test

One-Sample Test						
Test Value = 26.4						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Nilai Suhu	.478	5	.653	.2667	-1.167	1.700

Degree of freedom atau *df* bernilai 5 karena nilai $df = N-1 = 6 - 1 = 5$. *Sig. (2-tailed)* bernilai 0,653 karena nilai tersebut lebih besar dari 0,05, maka tidak ada perbedaan yang signifikan antara nilai sampel dengan nilai uji dengan mean difference sebesar 0,2667°C. Adapun *95% confidence interval of the difference* dengan nilai terendah -1,167 dan tertinggi sebesar 1,700, karena interval tersebut mencakup angka nol, semakin menguatkan bahwa antara nilai sampel dengan

nilai uji tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Berikutnya, pengujian lapangan untuk FFD dilakukan dengan pengamatan lapangan. Terlihat bahwa nilai FFD cenderung tidak terlalu kuat mengindikasikan adanya struktur baik punggungan maupun lembahan memanjang. Dengan demikian, data lapangan menjadi acuan yang sangat penting untuk melakukan koreksi terhadap hasil pengolahan FFD (Gambar 11).

Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan termometer, didapati suhu mata air zona prospek 3 mencapai 45°C, dan suhu mata air zona prospek 2 mencapai 44°C. Namun, tidak seperti 2 manifestasi lainnya, manifestasi sampel 4 memiliki fenomena yang cukup unik, yakni berdasarkan penuturan masyarakat setempat, air pada sampel 4 ini cenderung memiliki suhu yang lebih rendah pada siang hari. Namun, pada tengah malam, air pada sampel 4 memiliki suhu yang lebih hangat. Hal itulah yang menyebabkan sampel 4 ini dikategorikan sebagai manifestasi panas. Fenomena ini sekaligus menunjukkan adanya aktivitas panas bumi di sekitar area pengamatan. Dengan demikian, 3 dari 6 daerah zona prospek dapat dikatakan sesuai berdasarkan hasil validasi lapangan.

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, penulis melihat ada 6 zona potensi panas bumi di area kajian. Titik pertama terletak di sebelah timur gunung tampomas dengan luas 9,48 Ha. Area ini menjadi luasan potensi terkecil apabila dibandingkan dengan zona potensi lain. Zona potensi kedua terletak agak sebelah timur laut dari zona potensi pertama, zona potensi kedua ini memiliki luas sebesar 25,83 Ha. Zona potensi ketiga terletak di sebelah barat laut zona potensi kedua. Luasan total dari zona potensi ketiga adalah sebesar 35,69 Ha. Zona potensi keempat terletak di sebelah barat laut dari zona potensi 3. Luasan total dari zona potensi 4 adalah 100,37 Ha. Zona potensi 5 terletak di sebelah utara zona potensi 4. Luasan total dari zona potensi 5 adalah 18,44 Ha. Terakhir, zona potensi 6 terletak di sebelah barat daya area kajian. Luasan total dari zona potensi 6 adalah sebesar

163,46 yang merupakan zona potensi dengan luasan tertinggi.

Penentuan daerah dengan zona prospek panas bumi, dilakukan dengan overlay parameter LST, FFD, serta mineral alterasi, sehingga mengerucut menjadi beberapa zona prospek yang penulis urutkan menjadi zona prospek 1 sampai dengan zona prospek 6. Diketahui bahwa keenam sampel menunjukkan adanya prospek yang beragam sesuai dengan fenomena yang ada.

Berdasarkan hasil pengujian lapangan dengan lokasi pengamatan sesuai dengan Gambar 10, zona prospek 1 memiliki nilai suhu yang menengah apabila dibandingkan dengan zona potensi lain. Berdasarkan pengujian FFD, pada zona prospek 1 didapati adanya lembahan yang memanjang. Pada zona potensi 1 juga terdapat daerah curug yang cenderung dimanfaatkan sebagai tempat wisata. Zona prospek 2 memiliki suhu permukaan yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan zona prospek 1. Pada zona prospek 2 juga terlihat adanya lembahan memanjang di beberapa daerah. Namun, terdapat fenomena yang cukup unik bahwa di ujung barat zona prospek 2 terdapat manifestasi mata air panas. Lokasinya berada di perbatasan dengan zona prospek 3. Hal ini menjadikannya bukti bahwa di area sekitar antara zona prospek 2 dan 3 memiliki prospek yang tinggi sebagai sumber panas bumi. Belum lagi pada area sampel ini terdapat bekas lokasi pemandian air panas. Lokasi ini sangat terbengkalai dan memungkinkan untuk dikembangkan sebagai pembangkit listrik tenaga panas bumi. Pada zona prospek 3, nampak bahwa zona ini memiliki



Gambar 12. Dokumentasi manifestasi yang muncul ke permukaan.

potensi yang cukup tinggi. Pada daerah ini, penulis mendapati suhu permukaan tertinggi dibandingkan daerah lainnya. Pada zona prospek 3 juga ditemukan adanya sumber mata air panas. Namun, sumber mata air panas yang ada telah digunakan sebagai daerah wisata. Pada zona prospek 4, penulis melihat bahwa daerah ini memiliki suhu permukaan yang cenderung rendah apabila dibandingkan dengan daerah lain. Meskipun demikian, pada daerah ini ditemukan adanya punggung dan terdapat mata air. Mata air pada zona prospek 4 ini memiliki karakter yang cukup unik. Berdasarkan penuturan warga setempat, pada siang hari, mata air ini bersuhu dingin. Namun, pada tengah malam justru memiliki suhu yang hangat. Selain itu, karena daerahnya yang berada di atas (girang), mata air ini dijadikan sebagai sumber air utama oleh warga sekitar bahkan ke 2 dusun. Pada zona prospek 5 dan 6, dijumpai kesamaan fenomena, lembahan, serta kesamaan dari fungsi manifestasi yang ditemukan. Suhu permukaan pada kedua zona prospek ini memiliki tren yang sama, yakni cenderung menengah. Meskipun kedua zona ini memiliki jarak yang cukup jauh, namun fenomena di lapangan menunjukkan adanya lembahan dan manifestasi yang sama-sama berada di daerah yang lebih rendah dari pada area perumahan warga. Dengan demikian, hanya warga sekitar saja yang menggunakan sumber air ini sebagai kebutuhan sehari-hari.

Berdasarkan fenomena yang terjadi, dilakukan perhitungan *overall accuracy* terhadap fenomena manifestasi yang ada di lapangan. Perhitungan *overall accuracy* tersebut dihitung dengan rumus menghasilkan nilai sebesar 50%.

Melihat fenomena yang ada di lapangan, dapat diinterpretasikan bahwa dari keenam zona prospek, daerah di antara zona prospek 2 dan 3 memiliki potensi yang paling tinggi apabila dibandingkan dengan zona prospek lain (Gambar 13). Hal ini disebabkan oleh adanya lonjakan nilai suhu permukaan, adanya lembahan sebagai arah aliran fluida, dan yang terakhir adalah adanya manifestasi air panas yang saat ini terbengkalai dan tidak dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk kepentingan yang jauh lebih besar sebagai sumber energi terbarukan, minimal untuk memenuhi kebutuhan domestik.

PEMBAHASAN

Beberapa penelitian terdahulu cenderung untuk menganalisis potensi dari energi panas bumi yang

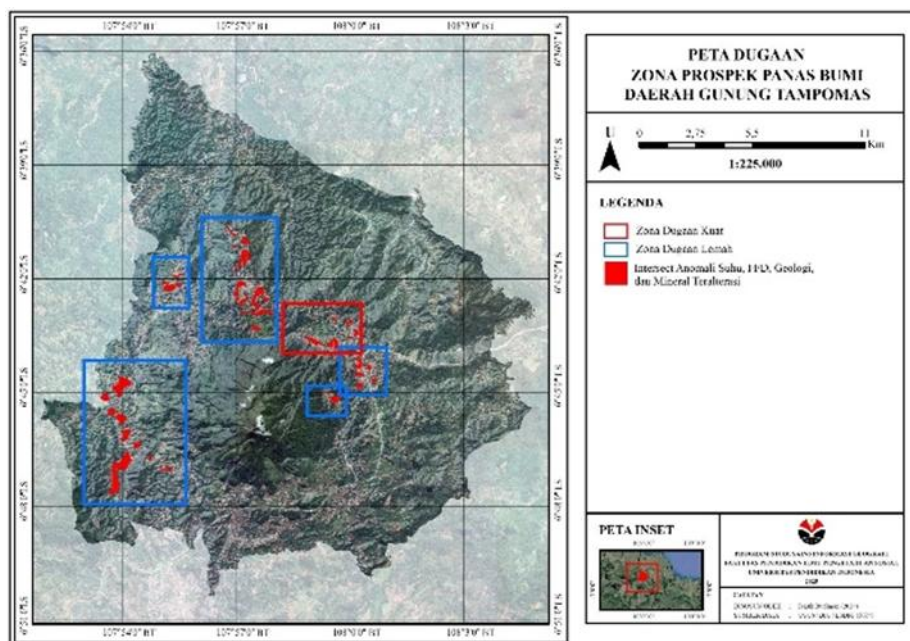
mempertimbangkan nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Land Surface Temperature* (LST), identifikasi PCA untuk litologi, dan ada juga yang mempertimbangkan data geologi, penginderaan jauh, serta data gravitasi. Namun, keseluruhan indikator dikaji secara terpisah tanpa adanya penggabungan dan penyandingan data antara satu dan lainnya. Dengan demikian, penelitian ini dirancang untuk menggabungkan ketiga aspek yang menjadi penciiri adanya potensi panas bumi di area kajian, mulai dari anomali suhu permukaan dengan algoritma LST, densitas struktur dengan FFD, hingga adanya potensi mineral alterasi argilik dengan pengolahan band citra.

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, penulis melihat ada 6 zona potensi panas bumi di area kajian. Titik pertama terletak di sebelah timur gunung tampomas dengan luas 9,48 Ha. Area ini menjadi luasan potensi terkecil apabila dibandingkan dengan zona potensi lain. Zona potensi kedua terletak agak sebelah timur laut dari zona potensi pertama, zona potensi kedua ini memiliki luas sebesar 25,83 Ha. Zona potensi ketiga terletak di sebelah barat laut zona potensi kedua. Luasan total dari zona potensi ketiga adalah sebesar 35,69 Ha. Zona potensi keempat terletak di sebelah barat laut dari zona potensi 3. Luasan total dari zona potensi 4 adalah 100,37 Ha. Zona potensi 5 terletak di sebelah utara zona potensi 4. Luasan total dari zona potensi 5 adalah 18,44 Ha. Terakhir, zona potensi 6 terletak di sebelah barat daya area kajian. Luasan total dari zona potensi 6 adalah sebesar 163,46 yang merupakan zona potensi dengan luasan tertinggi.

Penentuan daerah zona prospek panas bumi, dilakukan overlay parameter LST, FFD, serta mineral alterasi, sehingga mengerucut menjadi beberapa zona prospek yang penulis urutkan menjadi zona prospek 1 sampai dengan zona prospek 6. Diketahui bahwa keenam sampel menunjukkan adanya prospek yang beragam sesuai dengan fenomena yang ada.

Berdasarkan hasil pengujian lapangan dengan lokasi pengamatan sesuai dengan Gambar 8, zona prospek 1 memiliki nilai suhu yang menengah apabila dibandingkan dengan zona potensi lain. Berdasarkan pengujian FFD pada zona prospek 1 didapati adanya lembahan yang memanjang.

Pada zona potensi 1 juga terdapat daerah curug yang cenderung dimanfaatkan sebagai tempat wisata. Zona prospek 2 memiliki suhu



Gambar 13. Peta Dugaan Zona Prospek Panas Bumi Gunung Tampomas

permukaan yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan zona prospek 1. Pada zona prospek 2 juga terlihat adanya lembahan memanjang di beberapa daerah. Namun, terdapat fenomena yang cukup unik bahwa di ujung barat zona prospek 2 terdapat manifestasi mata air panas. Lokasinya berada di perbatasan dengan zona prospek 3. Hal ini menjadikannya bukti bahwa di area sekitar antara zona prospek 2 dan 3 memiliki prospek yang tinggi sebagai sumber panas bumi. Belum lagi pada area sampel ini terdapat bekas lokasi pemandian air panas. Lokasi ini sangat terbengkalai dan memungkinkan untuk dikembangkan sebagai pembangkit listrik tenaga panas bumi. Pada zona prospek 3, penulis melihat bahwa zona ini memiliki potensi yang cukup tinggi. Pada daerah ini, penulis mendapati suhu permukaan tertinggi dibandingkan daerah lainnya. Pada zona prospek 3 juga ditemukan adanya sumber mata air panas. Namun, sumber mata air panas yang ada telah digunakan sebagai daerah wisata. Pada zona prospek 4, penulis melihat bahwa daerah ini memiliki suhu permukaan yang cenderung rendah apabila dibandingkan dengan daerah lain. Meskipun demikian, pada daerah ini ditemukan adanya punggungan dan terdapat mata air. Mata air pada zona prospek 4 ini memiliki karakter yang cukup unik. Berdasarkan penuturan warga setempat, pada siang hari, mata air ini bersuhu dingin. Namun, pada tengah malam justru memiliki suhu yang hangat. Selain itu, karena

daerahnya yang berada di atas (girang), mata air ini dijadikan sebagai sumber air utama oleh warga sekitar bahkan ke 2 dusun. Pada zona prospek 5 dan 6, penulis mendapati adanya kesamaan fenomena, lembahan, serta kesamaan dari fungsi manifestasi yang ditemukan. Suhu permukaan pada kedua zona prospek ini memiliki tren yang sama, yakni cenderung menengah. Meskipun kedua zona ini memiliki jarak yang cukup jauh, namun fenomena di lapangan menunjukkan adanya lembahan dan manifestasi yang sama-sama berada di daerah yang lebih rendah dari pada area perumahan warga. Dengan demikian, hanya warga sekitar saja yang menggunakan sumber air ini sebagai kebutuhan sehari-hari.

Berdasarkan fenomena yang terjadi, penulis kemudian melakukan perhitungan *overall accuracy* terhadap fenomena manifestasi yang ada di lapangan. Perhitungan *overall accuracy* tersebut dihitung dengan rumus menghasilkan nilai sebesar 50%.

Adapun terkait mineral alterasi, penulis tidak menemukan adanya batuan yang bercirikan argilik dengan ciri-ciri yang diharapkan. Dengan demikian, perlu adanya pengkajian lebih jauh terkait analisis mineral alterasi di area kajian.

Melihat fenomena yang ada di lapangan, penulis mengambil kesimpulan bahwa dari keenam zona prospek, daerah di antara zona prospek 2 dan 3 memiliki potensi yang paling tinggi apabila dibandingkan dengan zona prospek

lain. Hal ini disebabkan oleh adanya lonjakan nilai suhu permukaan, adanya lembahan sebagai arah aliran fluida, dan yang terakhir adalah adanya manifestasi air panas yang saat ini terbengkalai dan tidak dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk kepentingan yang jauh lebih besar sebagai sumber energi terbarukan, minimal untuk memenuhi kebutuhan domestik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa terdapat sebaran daerah yang memiliki anomali suhu permukaan tinggi dan konsisten. Adapun daerah yang memiliki nilai suhu permukaan tertinggi secara konsisten terletak di Kecamatan Conggeang. Sebaran daerah dengan anomali densitas struktur yang tinggi. Daerah yang memiliki densitas struktur yang tinggi dan melebihi rata-rata terletak di Kecamatan Cimalaka, Paseh, Conggeang, dan Buahdua. Adapun zona prospek panas bumi di area kajian yang terbagi menjadi 6 zona prospek panas bumi tersebar di Kecamatan Conggeang, Buahdua, dan Tanjungkerta. Dari keenam zona prospek yang ada, didapati bahwa zona prospek 3 yang terletak di Kecamatan Buahdua memiliki keunggulan dari sisi manifestasi, suhu permukaan yang tinggi, densitas struktur tinggi, serta terdapat manifestasi sumber air panas.

Dalam penelitian ini masih ada beberapa poin yang perlu dikembangkan. Oleh karena itu, direkomendasikan beberapa poin. Pertama, perlu adanya studi mendalam terkait metode untuk analisis mineral alterasi dengan penginderaan jauh, khususnya untuk mineral alterasi argilik yang menjadi penciri adanya mineral ubahan. Kedua, dari metode overlay, terdapat metode lain yang dapat dieksplor untuk proses overlay dari beberapa parameter yang ada untuk menghasilkan informasi yang diinginkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada para pihak yang telah membantu terselesaikannya artikel ini. Kami menyampaikan terima kasih juga kepada reviewer yang telah bersedia untuk mereview artikel yang kami kirimkan.

DAFTAR PUSTAKA

Ahluriza, P., & Harmoko, U. (2021). Analisis Pemanfaatan Tidak Langsung Potensi Energi Panas Bumi di Indonesia. *Jurnal Energi Baru*

dan Terbarukan, 2(1), 53-59. DOI: <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11075>

Aliyan, S.A., Pamungkas, T.D., Susanto, K., & Ayesha, P.A. (2023). Pemetaan Daerah Potensi Longsor Menggunakan Analisis Fault Fracture Density Pada Data DEMNAS di Wilayah Cisarua, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL)*, 7(2), 168-183. DOI: <https://doi.org/10.22236/%20jgel.v7i2.11397>

Badan Informasi Geospasial. 2025. Data DEMNAS. Ina-Geoportal. Diakses pada 14 Maret 2025, <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/>

Fauzi, R.N dan Patonah, A. (2023). Ekstraksi Dan Analisis Densitas Kelurusan Dari Digital Elevation Model (Dem) Pada Lapangan Panasbumi Blawan-Ijen, Jawa Timur. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 7(1), 1095-1100. DOI: <https://doi.org/10.24198/pgj.v7i1.49205>

Franto, F., Pramumijoyo, S., & Setijadji, L.D. (2018). Pemahaman Dan Penggunaan Data Penginderaan Jauh Dan SIG Pada Eksplorasi Endapan Mineral (Sebuah Rangkuman). *Proceedings Of National Colloquium Research and Community Service Vol. 2*. DOI: <https://doi.org/10.33019/snppm.v2i0.613>

Hakim, A.F., Krismadiana, Sholihah, F., Ismawati, R., & Dewantari, N. (2023). Potensi dan Pemanfaatan Energi Panas Bumi di Indonesia. *Indonesian Journal of Conservation*, 11(2), 71-77. DOI: [10.15294/ijc.v11i2.40599](https://doi.org/10.15294/ijc.v11i2.40599)

Laksono, A.D., Habibi, A.A.S., Febiana, D.T., Bahri, N.A.M., Nisa', S. & Febriani, S.D.A. (2023). Pemetaan Potensi Energi Panas Bumi Pada Provinsi Sumatera Utara Berbasis Digital Melalui Quantum GIS. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 7(1), 01-07. DOI: <https://doi.org/10.30588/jeemm.v7i1.969>

Mardiana, R. (2017). *Analisis Potensi Panas Bumi Menggunakan Landsat 8 dan Sentinel 2 (Studi Kasus: Gunung Ijen*. Skripsi. Departemen Teknik Geomatika Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Nurwahyudin, D.S. dan Harmoko, U. (2020). Pemanfaatan dan Arah Kebijakan Perencanaan Energi Panas Bumi di Indonesia Sebagai Keberlanjutan Maksimalisasi Energi Baru Terbarukan. *Jurnal Energi Baru Dan*

- Terbarukan*, 1(3), 111-123. DOI: <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.10032>
- Prasongko, E.T. (2020). *Gunung Berapi di Indonesia*. Semarang: Alprin.
- Rajeshwari, A., dan Mani, N.D. (2014). Estimation of land surface temperature of Dindigul district using Landsat 8 data. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(5), 122-126. DOI: <https://doi.org/10.15623/ijret.2014.0305025>
- Ramadhan, R.F., & Saputra, R.A. (2021). Identifikasi Area Prospek Panas Bumi Menggunakan Integrasi Citra Landsat 8 OLI/TIRS dan DEM: Studi Kasus Batu Bini, Kalimantan Selatan. *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 11(2), 37-50. DOI: <https://doi.org/10.37525/sp/2021-2/294>
- Suspidayanti, L. (2019). *Perbandingan Metode Estimasi Suhu Permukaan Daratan Menggunakan Emisivitas Berdasarkan Klasifikasi Dan NDVI (Studi Kasus: Kota Malang)*. Dissertation. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Tjandra, K. (2018). *Empat bencana geologi yang Paling Mematikan*. UGM PRESS.
- United States Geological Survey. (14 Maret 2025). Data Landsat-8. Earth-Explorer. <https://earthexplorer.usgs.gov/>