

## ANALISIS ZONA PERMEABEL FLUIDA SISTEM PANAS BUMI GUNUNG API SLAMET BERDASARKAN ANALISIS KERAPATAN KELURUSAN CITRA SRTM DAN STRUKTUR GEOLOGI

### FLUID PERMEABILITY ZONES ANALYSIS OF SLAMET VOLCANO GEOTHERMAL SYSTEM BASED ON SRTM IMAGE LINEAMENT DENSITY AND GEOLOGICAL STRUCTURES ANALYSES

Sachrul Iswahyudi\*, Asmoro Widagdo, Bela Agung Pratama

\*Email: sachrul.iswahyudi@unsoed.ac.id

Jurusan Teknik Geologi, Universitas Jenderal Soedirman

---

**Abstrak** — Keberadaan manifestasi panasbumi di sekitar Gunung api Slamet tidak dapat dipisahkan dari zona-zona permeabilitas yang ada. Lokasi-lokasi lulus air tersebut (zona permeabel) memungkinkan terbentuknya sirkulasi fluida tempat air meteorik masuk mengisi reservoir panas bumi dan air muncul di permukaan bumi sebagai manifestasi mata air panasbumi di sekitar Gunung api Slamet. Publikasi ini berdasarkan hasil penelitian dan coba mengidentifikasi zona-zona permeabel tersebut berdasarkan analisis kerapatan kelurusan yang terekam dalam citra SRTM. Identifikasi kelurusan-kelurusan pada citra berdasarkan komponen-komponen visual interpretasi citra, yaitu tona, tekstur, pola, bentuk dan relief. Hasil analisis tersebut dikompilasi dengan data struktur geologi regional yang sebelumnya telah diidentifikasi dan data lapangan berupa manifestasi mata air panas. Lokasi-lokasi dengan kerapatan kelurusan yang tinggi pada citra SRTM umumnya bersesuaian dengan zona struktur geologi regional dan keberadaan manifestasi mata air panas. Daerah tersebut memanjang relatif utara-selatan di bagian barat dan timur-barat di bagian selatan peta. Daerah-daerah inilah yang merupakan daerah lulus air tempat fluida bersirkulasi membentuk sistem panasbumi Gunung api Slamet.

**Kata kunci:** Gunung api Slamet, kerapatan kelurusan citra satelit, SRTM, zona permeabel.

---

**Abstract** — The existence of geothermal manifestations around Slamet volcano can not be separated from permeability zones that already existed. The permeable zones allows fluid circulation that meteoric water fill the reservoir and geothermal fluid go to the surface as geothermal manifestation such as hot springs around the Slamet Volcano. This publication is based on research results, and try to identify the permeable zones based lineament density analysis recorded in SRTM imagery. Lineaments identification in the image based on the components of visual image interpretation, namely tone, texture, pattern, shape and relief. The results of this image analysis compiled by the regional geological structures that have been previously identified and field data of manifestations of the hot springs. Locations with a high lineament density on SRTM imagery generally corresponding to the regional geological structure zone and the existence of manifestation of the hot springs. The area is relatively elongated north-south on the west and east-west in the southern part of the map. These regions are the permeable zones where the fluid circulates then configure Slamet volcanic geothermal systems.

**Keywords:** Slamet Volcano, lineament density of satellite imagery, SRTM, permeable zones.

## I. PENDAHULUAN

Pembangunan dan pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin tinggi saat ini dan di masa yang akan datang memerlukan sumber energi yang juga terus meningkat. Sebagai salah satu kabupaten dengan tingkat pembangunan yang pesat dan jumlah penduduk yang padat, Banyumas dan sekitarnya juga

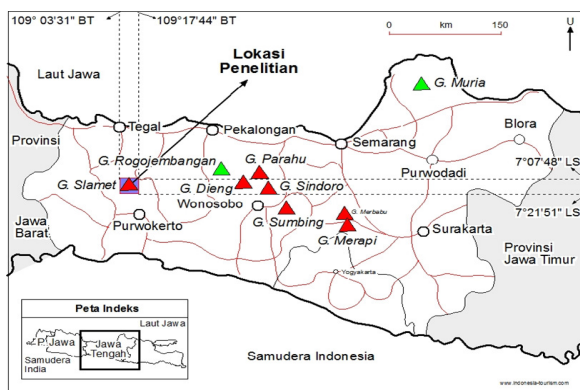
memerlukan pasokan energi yang tinggi. Cadangan energi minyak dan gas bumi yang semakin menipis dan harga yang semakin tinggi memerlukan pertimbangan pemanfaatan sumber energi alternatif yang lebih murah dan tersedia cukup melimpah di daerah penelitian. Dengan demikian diversifikasi sumber energi diperlukan untuk mendukung

kesinambungan pembangunan di Provinsi Jawa Tengah dan Banyumas khususnya.

Jawa Tengah sebagai bagian dari busur Gunung api di Indonesia dikenal sebagai *ring of fire*. Tataan geologi seperti ini membuat Jawa Tengah memiliki deretan gunung api aktif yang khas, termasuk Gunung api Slamet. Keadaan tersebut menciptakan kondisi geologi yang unik dengan potensi bencana dan sumberdaya alam yang juga unik, termasuk keberadaan sumberdaya energi panas bumi. Kehadiran Gunung api Slamet dengan beberapa manifestasi panas bumi yang ada di sekitarnya, layak dieksplorasi lebih lanjut untuk mengetahui kemungkinan pengembangan sumber energi baru dan terbarukan panas bumi di daerah ini.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di sekitar Gunung api Slamet dan meliputi Kabupaten Banyumas di selatan dan Kabupaten Tegal di bagian utara. Pada peta, lokasi penelitian dibatasi oleh koordinat lintang antara  $7^{\circ}07'48''$  LS -  $7^{\circ}21'51''$  LS dan bujur antara  $109^{\circ}03'31''$  BT -  $109^{\circ}17'44''$  BT (Gambar-1).



Gambar-1. Daerah Penelitian.

Identifikasi kelurusan pada citra satelit dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain metode visual [1]. Penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

- Melakukan identifikasi dan analisis pola-pola kelurusan pada Citra SRTM daerah penelitian berdasarkan elemen-elemen interpretasi citra, yaitu: tona, tekstur, pola, bentuk dan relief. Adanya perbedaan elemen-elemen dapat digunakan untuk identifikasi pola-pola kelurusan pada citra satelit [2].
- Membuat peta kerapatan kelurusan untuk mendapatkan gambaran daerah yang memiliki nilai kerapatan kelurusan yang tinggi dibandingkan yang lain. Interpretasi awal dari

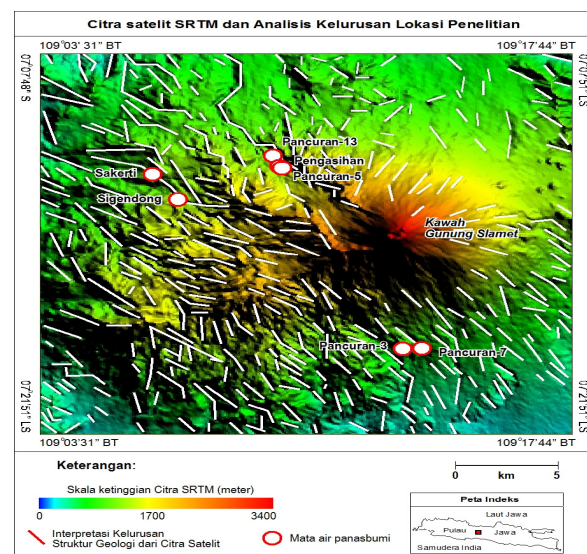
peta tersebut adalah, keterdapatn zona-zona permeabel dari nilai kerapatan kelurusan yang tinggi.

- Melakukan pemeriksaan ulang (*cross checking*) kelurusan yang dibuat dengan beberapa data lapangan apakah benar merupakan gejala struktur geologi yang diasumsikan membentuk pola-pola kelurusan pada citra SRTM.
- Melakukan *cross checking* pola-pola kelurusan yang telah dibuat dengan data struktur geologi regional pada peta geologi regional skala 1:100.000 daerah penelitian.
- Melakukan kompilasi dan interpretasi lanjut zona-zona permeabel berdasarkan analisis kerapatan kelurusan pada citra SRTM, data lapangan dan geologi struktur regioal daerah penelitian.

Kelurusan-kelurusan morfologi, seperti kelurusan sungai, gawir dan punggung merupakan zona-zona rekahan (*fractures*) dan patahan (*faults*) yang terekspresikan di lapangan. Kelurusan-kelurusan morfologi tersebut akan dapat diidentifikasi melalui foto udara atau citra satelit [3].

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

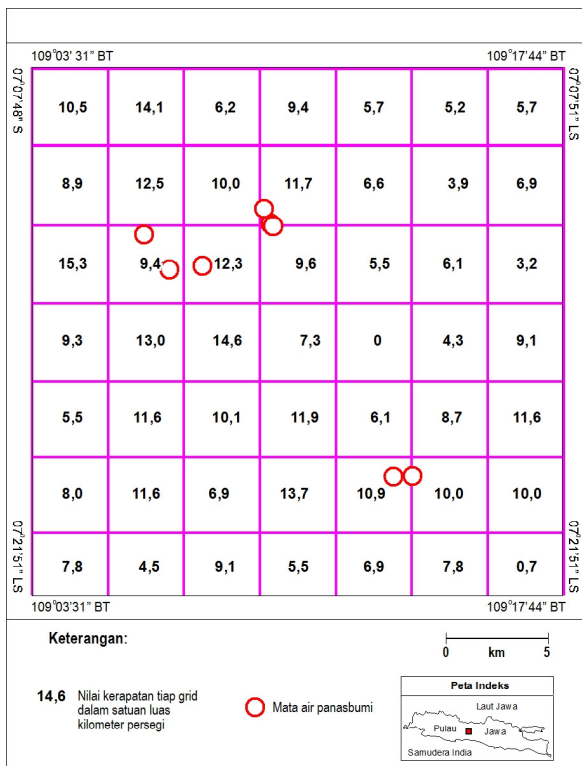
Analisis kerapatan kelurusan pada citra satelit SRTM lokasi penelitian dilakukan berdasarkan beberapa pertimbangan komponen-komponen interpretasi citra satelit yang telah disebutkan sub bab Metode Penelitian. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. Dari informasi awal [4] juga dilakukan *plotting* keberadaan beberapa mata air panas di sekitar Gunung api Slamet.



Gambar-2. Analisis kerapatan kelurusan pada Citra SRTM.

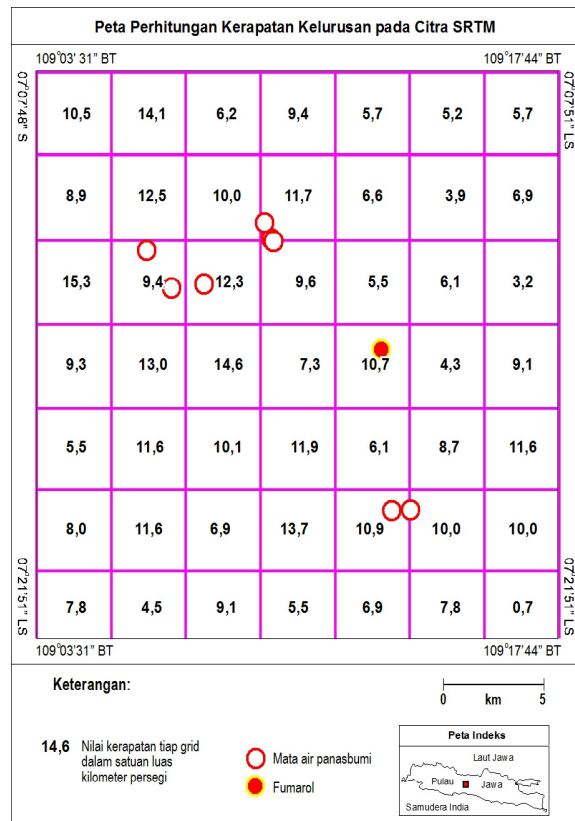
Setelah analisis kelurusan pada citra seperti yang terlihat pada Gambar 2, langkah berikutnya adalah membagi citra satelit daerah penelitian tersebut berdasarkan *grid* 7x7 dengan luasan masing-masing *grid* 14,6 km<sup>2</sup>. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kerapatan kelurusan pada daerah yang lebih rinci. Kemudian tiap kotak *grid* masing-masing dihitung nilai total panjang kelurusan pada luasan tersebut, seperti terlihat pada Gambar 3.

Dari Gambar 2 dan 3 terlihat bahwa, Kerapatan total kelurusan pada Citra SRTM daerah penelitian berkisar antara 0,0 sampai 15,3 km per 14,6 km<sup>2</sup>. Daerah di sekitar manifestasi umumnya memiliki nilai kerapatan kelurusan relatif tinggi dari sekitarnya, yaitu: daerah di sekitar Pancuran-3, Pancuran-7, Sakerti, Sigendong, Pancuran-5, Pancuran-13, dan Pengasih (10-12 km) yang dihitung sebagai total panjang dalam kilometer tiap 14,6 kilometer persegi. Bahkan di barat laut Pancuran-3 dan utara Sakerti memiliki nilai kerapatan kelurusan melebihi dari 15 km. Daerah-daerah dengan nilai kerapatan tinggi tersebut diinterpretasikan terkait dengan zona-zona permeabel bagi sistem panasbumi yang ada di daerah tersebut yang memungkinkan fluida bersirkulasi memasuki atau keluar dari reservoir panas bumi.



Gambar-3. Perhitungan kerapatan kelurusan pada Citra Satelit SRTM.

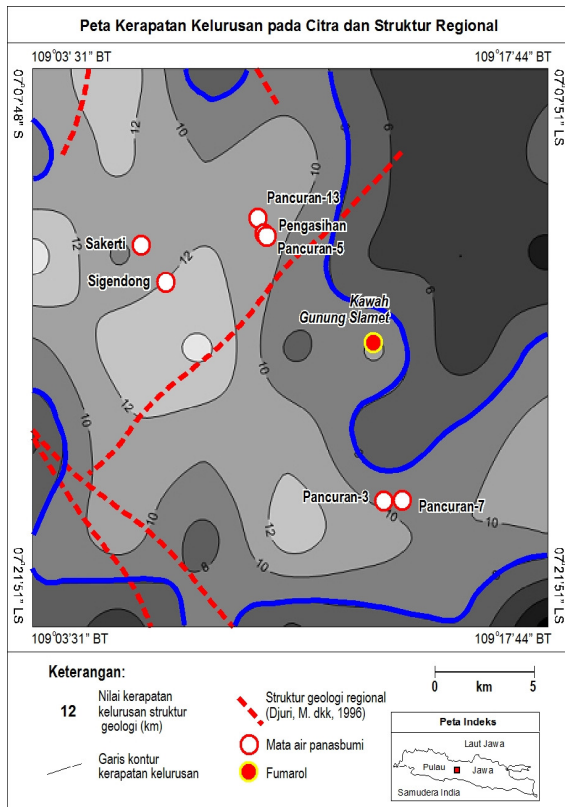
Kawah Gunung api Slamet memiliki manifestasi fumarol [5][6]. Keberadaan manifestasi fumarol tersebut merupakan indikasi kuat zona permeabilitas walaupun tidak tercermin pada analisis peta SRTM pada Gambar-2 dan Gambar-3. Dengan pertimbangan tersebut, daerah sekitar kawah juga memiliki tingkat kerapatan kelurusan yang tinggi, seperti terlihat pada Gambar-4.



Gambar-4. Perhitungan kerapatan kelurusan pada Citra Satelit SRTM dengan data fumarol pada kawah.

Peta perhitungan kerapatan kelurusan pada Gambar 4 selanjutnya ditampilkan dalam bentuk kontur kerapatan kelurusan. Kemudian peta tersebut dikompilasikan dengan data struktur geologi regional daerah penelitian [7] untuk mengetahui kesesuaian struktur geologi yang diinterpretasikan dalam bentuk kelurusan pada citra dengan struktur geologi regional tersebut. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.

Terlihat pada Gambar 5, interpretasi struktur geologi yang dicerminkan oleh kerapatan kelurusan pada citra yang tinggi yang berarah timur laut – barat daya dan utara mirip dengan struktur geologi regional daerah penelitian. Struktur geologi regional yang dimaksud merupakan struktur besar yang telah terpetakan pada skala 1:100.000.



**Gambar-5:** Kompilasi data kelurusan geologi struktur regional dan daerah kerapatan kelurusan tinggi pada citra SRTM (berwarna cerah dan dibatasi garis biru).



**Gambar-6.** Mata air panas Pancuran 7.

Variasi struktur geologi di bagian timur hasil interpretasi kerapatan kelurusan pada citra diinterpretasikan merupakan struktur-struktur geologi yang tidak terpetakan pada skala 1:100.000. Struktur geologi tersebut berupa patahan, lipatan dan rekahan di sekitar Gunung api Slamet [8]. Keberadaan mata air panas yang tersebar di sekitar kaki Gunung api Slamet merupakan indikasi kuat zona permeabilitas di lokasi tersebut (Gambar-6).

#### IV. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan dapat disebutkan dari penelitian ini, antara lain di bawah ini.

- Kerapatan kelurusan pada citra SRTM lokasi penelitian bervariasi antara satu daerah dengan daerah lain yang juga mencerminkan tingkat variasi struktur geologi daerah yang bersangkutan.
- Lokasi-lokasi dengan keberadaan manifestasi mata air panas umumnya memperlihatkan kerapatan kelurusan yang tinggi, seperti daerah Pancuran-5, Pengasih, Pancuran-3 dan Pancuran-7.
- Beberapa daerah tanpa manifestasi panas bumi juga memperlihatkan kerapatan kelurusan yang tinggi, yaitu di bagian utara-barat laut, barat daya, dan timur-tenggara daerah penelitian.
- Lokasi-lokasi dengan kerapatan kelurusan yang tinggi pada citra satelit diinterpretasikan terkait dengan struktur geologi dan memiliki kesesuaian dengan plotting struktur geologi regional yang telah diidentifikasi sebelumnya.
- Lokasi-lokasi dengan nilai kerapatan tinggi merupakan zona-zona permeabilitas yang memungkinkan adanya sirkulasi fluida untuk membentuk sistem panas bumi. Air meteorik masuk ke dalam dan keluar dari reservoir-reservoir panas bumi pada daerah-daerah dengan tingkat kerapatan kelurusan yang tinggi pada analisis citra satelit.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kami sampai kepada LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat) UNSOED, rekan-rekan staf pengajar di Teknik Geologi UNSOED, pengelola Jurnal Dinamika Rekayasa Fakultas Teknik UNSOED dan pihak-pihak yang memungkinkan tulisan ilmiah ini terbit.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sukumar, Venkatesan, and Babu, N.K.. A Review of Various Lineament Detection Techniques for high resolution Satellite Images. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*. ISSN: 2277 128X. India. 2014; 4 (3): 72-78.
- [2] Iswahyudi, S., Saepuloh, A., Widagdo, A. *Delineating Outflow Zones Using Linear Features Density (LFD) Derived From Landsat Imagery At Paguyangan, Brebes, Central Java*. Proceedings 3rd ITB Geothermal Workshop. Bandung: ITB. 2014: 105-107.
- [3] Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Fourth Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1993: 158-163.
- [4] Widagdo, A., Candra, A., Iswahyudi, S., dan Abdullah, C.I. *Pengaruh Struktur Geologi Gunung Slamet Muda dan Tua Terhadap Pola Sebaran Panasbumi*. Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS). Bandung: Politeknik Bandung. 2013: 204-207.
- [5] Padang, N.,V., M. *Catalogue of the active volcanoes of the world including solfatara fields Part 1*. Napoli: Volcano Association. 1951: 270-271.
- [6] Surmayadi, M. *Geokimia Panas Bumi Gunung api Slamet Jawa Tengah*. Seminar Nasional Fakultas Teknik Geologi. Universitas Padjajaran. Bandung. 2014: 163-183.
- [7] Djuri, H.M., Amin, T.C. dan Gafoer, S. *Peta Geologi Bersistem Indonesia, Lembar Purwokerto dan Tegal, Skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. 1996.
- [8] Iswahyudi, S., Widagdo, A., Subana, and Herdianita, N.R. *Outflow Zone Indication of Geothermal System in Paguyangan Hotspring, Brebes, Central Java*. Proceedings, 2nd ITB Geothermal Workshop 2013. Institut Teknologi Bandung. 2013; 57-61.