



Analisis Kerapatan Kelurusan (*Liniament Density*) Untuk Pendugaan Zona Permeabilitas Di Daerah Gunung Patuha

Takdir Toyib Polanunu¹, Emi Sukiyah¹, Agus Didit Haryanto¹

¹Teknik Geologi Universitas Padjadjaran

*Korespondensi : Takdi16001@mail.unpad.ac.id

Sari

Manifestasi panas bumi merupakan gejala di permukaan yang merupakan ciri terdapatnya potensi energi panas bumi. Manifestasi ini berhubungan erat dengan kondisi geologi, geomorfologi, stratigrafi dan struktur geologi daerah penelitian. Dalam menentukan manifestasi ini dapat dilakukan melalui metode *remote sensing* untuk melihat kelurusan-kelurusan punggung dan lembahan dari daerah Gunung Patuha Kecamatan Rancabali Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat. Kelurusan punggung dan lembahan ini digunakan untuk menentukan zona permeabel dari lokasi penelitian, yang mana zona permeabel ini menjadi salah satu indikasi dalam penentuan manifestasi panas bumi. Analisis dari data yang dilakukan yaitu untuk menentukan kelurusan kerapatan (*Liniament Density*) melalui data citra DEM-SRTM dan diolah dalam diagram roset, selain itu dilakukan juga analisis pola aliran sungai pada daerah penelitian melalui data citra DEM-SRTM. Hasil analisis berdasarkan kelurusan-kelurusan punggung dan lembahan diolah dalam diagram roset, dan diinterpretasikan arah kelurusan yang didominasi berarah barat laut-tenggara dan timur laut-barat daya. Juga berdasarkan analisis pola aliran sungai, yang berkembang di daerah penelitian yaitu pola aliran sungai radial dan pola aliran sungai paralel-sub paralel. Hasil analisis perhitungan kerapatan kelurusan (*Liniament Density*) di daerah penelitian memiliki tingkat kerapatan kelurusan yang bervariasi, ditunjukkan dengan nilai kerapatan kelurusan rendah ($7,21\text{km}^{-1}$), sedang ($13,19\text{km}^{-1}$), dan tinggi ($17,64\text{km}^{-1}$). Nilai tingkat kerapatan kelurusan menggambarkan zona *permeable* (zona lemah) pada batuan yang mengakibatkan kemunculan fluida dari sistem panas bumi dibawah permukaan (*reservoir*) muncul kepermukaan. Zona *permeable* dengan warna merah menunjukkan bahwa daerah itu memiliki densitas yang tinggi yaitu berwarna merah, dan untuk warna hijau muda menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki densitas yang rendah. Semua itu dilihat berdasarkan metode yang sudah digunakan, baik melalui interpretasi kelurusan punggung lembahan dan interpretasi pola aliran sungai. Serta berdasarkan peta densitas, dengan titik manifestasi panas bumi pada koordinat 107,402 dan -7,166 yang telah disesuaikan dengan hasil peneliti-peneliti terdahulu.

Kata kunci : DEM-SRTM, *remote sensing*, *Liniament Density*, Manifestasi panas bumi, *permeable*.

Abstract

Geothermal manifestations are surface symptoms that characterize the potential for geothermal energy. This manifestation is closely related to the geological conditions, geomorphology, stratigraphy and geological structure of the study area. In determining this manifestation, it can be done through a remote sensing method to see ridges and ridges from the Gunung Patuha area, Rancabali District, Bandung Regency, West Java Province. The ridge alignment and width are used to determine the permeable zone of the study site, which permeable zone is one indication in determining geothermal manifestations. The analysis of the data carried out is to determine the alignment density (Liniament Density) through DEM-SRTM image data and processed in a rosette diagram, in addition to that also carried out river flow pattern analysis in research conducted through DEM-SRTM image data. The results of the analysis based on ridges and ridges are processed in a rosette diagram, and interpreted in the direction of the line that is dominated northwest-southeast and northeast-southwest. Also based on the analysis of river flow patterns, which developed in the study area are radial river flow patterns and parallel-sub parallel river flow patterns. The results of the analysis of lineament density calculations (Liniament Density) in the study area have varying levels of lineament density, as indicated by the value of low alignment density (7.21km⁻¹), moderate (13.19km⁻¹), and high (17.64km⁻¹). The value of the line density indicates the permeable zone (weak zone) in the rock which causes the emergence of fluid from the geothermal system below the surface (reservoir) to surface. Permeable zones in red indicate that the area has a high density, red, and light green indicates that the area has a low density. All of that is seen based on the methods that have been used, both through the interpretation of the ridge alignment and the interpretation of river flow patterns. And based on a density map, with geothermal manifestation points at coordinates 107.402 and -7.166 which have been adjusted to the results of previous researchers.

Keywords : DEM-SRTM, remote sensing, Liniament Density, Geothermal manifestations, permeable.

1. PENDAHULUAN

Gunung Patuha terletak di Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat merupakan salah satu gunung api yang diperkirakan mempunyai potensi panas bumi dengan keterdapatannya manifestasi panas bumi berupa fumarol, solfatar dan tanah beruap (*steaming ground*), mata air panas (*hot spring*), serta hamparan batuan altrasi yang sebarannya dapat dijumpai pada puncak dan lereng Gunung Patuha (**Gambar 1**). Adanya manifestasi panas bumi di permukaan terjadi karena perambatan panas dari bawah permukaan atau akibat rekahan-rekahan yang memungkinkan fluida panas bumi (uap dan air panas) mengalir ke permukaan (Saptadji, 2003 ; Santoso, 2007). *Fault and Fracture* dipermukaan diasumsikan sebagai bidang lemah yang menjadi jalur aliran fluida termal sehingga menjadi petunjuk lokasi zona *steam reservoir* atau *reservoir* (Suryantini dan Wibowo, 2010).

Melalui pendekatan geomorfologi dengan melakukan analisis penginderaan jauh (*remote sensing*) pada citra DEM-SRTM dan perhitungan kerapatan kelurusan (*lineament density*) serta pengamatan langsung di lapangan terhadap fenomena morfologi dan kemunculan manifestasi panas bumi di permukaan akan memberikan hasil dari penelitian. Hasil ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran lebih jelas apakah pola kelurusan, kerapatan kelurusan berpengaruh terhadap kemunculan manifestasi panas bumi di daerah penelitian.

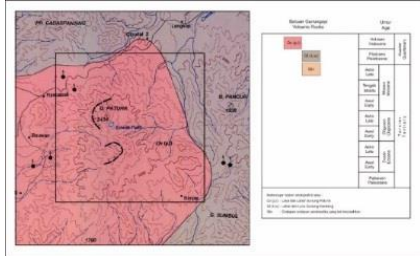


Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian

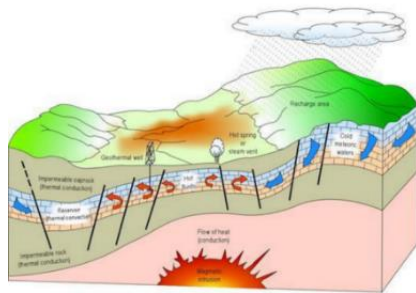
2. TINJAUAN PUSTAKA

Panas bumi adalah sebuah sumber panas yang terdapat dan terbentuk di dalam kerak bumi. Panas bumi merupakan sumber energi panas yang terkandung di dalam air panas, uap air dan batuan bersama mineral ikutan dan gas lainnya yang secara genetic semuanya tidak dapat dipisahkan dalam suatu sistem panas bumi dan untuk pemanfaatannya diperlukan proses penambangan (Broto et al., 2011: 80). Ada beberapa jenis panas bumi, yaitu reservoir hidrotermal (*hydrothermal reservoir*), reservoir bertekanan tinggi (*geopressured reservoir*), reservoir batuan panas kering (*hot dry rock reservoir*), dan reservoir magma (*magma reservoir*) (**Gambar 3**). Daerah panas bumi bertemperatur tinggi (lebih dari 180°C) yang bisa dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik, sebagian besar terdapat pada sistem magmatik vulkanik aktif. Daerah patuha ini juga merupakan daerah vulkanik yang berarah barat-laut (**Gambar 2**). Sementara, pemanfaatan energi panas bumi untuk pemanfaatan langsung (*direct use*) bisa diperoleh menggunakan sistem magmatik vulkanik aktif dan sistem selain magmatik vulkanik aktif. Sistem magmatik vulkanik aktif yang

memiliki temperatur tinggi umumnya terdapat di sekitar pertemuan antar lempeng samudera dan lempeng benua.



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian



Gambar 3. Skema Sistem Panas Bumi

3. METODE PENELITIAN

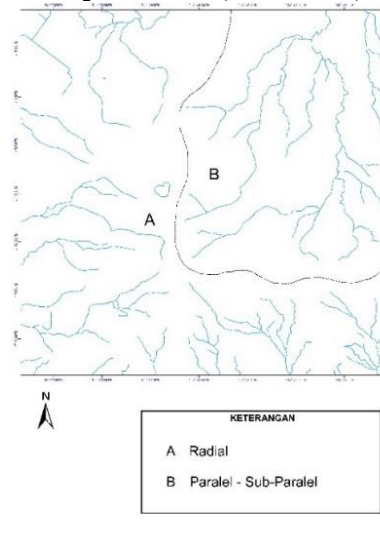
Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan penginderaan jauh yang mana merupakan pengukuran atau akuisisi data dari sebuah objek atau fenomena oleh sebuah alat yang tidak secara fisik melakukan kontak dengan objek tersebut atau pengukuran atau akuisisi data dari sebuah objek atau fenomena oleh sebuah alat dari jarak jauh (misalnya dari pesawat, pesawat luar angkasa, satelit kapal atau alat lain). Dan juga melakukan analisis kerapatan kelurusan (*lineament density*) berdasarkan data citra DEM SRTM pada sudut penyinaran azimuth 0° , 45° , 90° , dan 135° dengan ketinggian cahaya 45° . Selain itu dilakukan analisis data permeabilitas dengan menghitung kerapatan kelurusan (*lineament density*) yang bertujuan untuk mengidentifikasi struktur permukaan daerah penelitian

berdasarkan densitas kelurusan. Metode kerapatan kelurusan (*lineament density*) pertama kali dilakukan oleh (Soengkono, 2000) dengan menggunakan data digital topografi detail untuk mengidentifikasi kelurusan atau *lineament* topografi yang diakibatkan oleh sesar dan kekar, maka untuk keperluan penelitian panas bumi (*geothermal*).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a). Pola Pengaliran Sungai

Pola pengaliran sungai pada daerah penelitian diinterpretasikan berdasarkan peta topografi dan citra DEM-SRTM yang memperlihatkan memiliki pola pengaliran radial dan paralel hingga sub-paralel. Pola pengaliran sungai radial ini mengikuti morfologi puncak dan lereng dari Gunung Patuha. Sedangkan pola pengaliran sungai sub-paralel diinterpretasikan sebagai adanya pengaruh struktur geologi di daerah penelitian (Gambar 4).

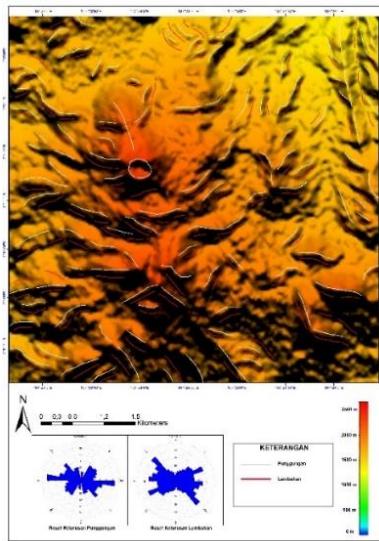


Gambar 4. Peta Pola Pengaliran Sungai

b). Struktur Geologi

1. Kelurusan citra DEM-SRTM, penyinaran azimuth 0°

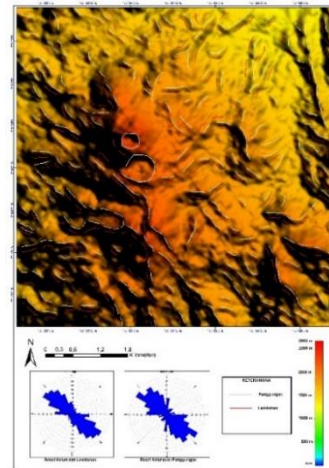
Hasil analisis pada penyinaran *azimuth* 0° dengan ketinggian penyinaran 45° pada citra DEM-SRTM memperlihatkan pola kelurusan dominan berarah timurlaut-baratdaya. Pola ini diinterpretasikan terbentuk oleh batuan yang resisten. Hasil plottingan kelurusan padan diagram rossete menunjukkan orientasi punggung dan lembahan didominasi berarah baratlaut-tenggara (Gambar 5).



Gambar 5. Penyinaran *azimuth* 0°

2. Kelurusan citra DEM-SRTM, penyinaran *azimuth* 45°

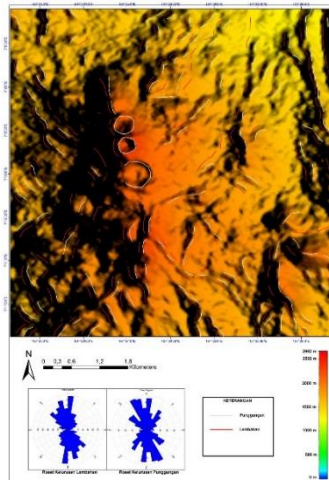
Hasil analisis pada penyinaran *azimuth* 45° dengan ketinggian penyinaran 45° , memperlihatkan pola kelurusan dominan berarah barat laut-tenggara. Pola kelurusan ini memperlihatkan punggung berbukitan memanjang dan mengelilingi sekitar gunung patuha (radial). Hasil plottingan kelurusan punggung dan lembahan didalam diagram rossete, menunjukkan orientasi punggung dan lembahan didominasi berarah barat laut-tenggara (Gambar 6).



Gambar 6. Penyinaran *azimuth* 45°

3. Kelurusan citra DEM-SRTM, penyinaran *azimuth* 90°

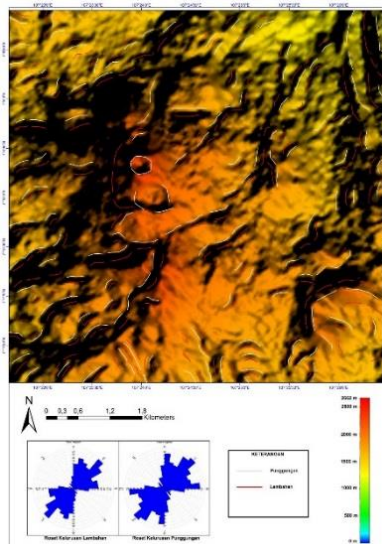
Hasil analisis pada penyinaran *azimuth* 90° dengan ketinggian penyinaran 45° , memperlihatkan pola kelurusan dominan berarah barat laut-tenggara. Pola kelurusan ini memperlihatkan pola kelurusan yang dibentuk oleh punggung (perbukitan), yang mencerminkan pola pengaliran radial. Hasil plottingan kelurusan punggung dan lembahan didalam diagram rossete menunjukkan orientasi dari punggung dan lembahan didaerah penelitian di dominasi dengan arah baratlaut-tenggara (Gambar 7).



Gambar 7. Penyinaran *azimuth* 90°

4. Kelurusan citra DEM-SRTM, penyinaran *azimuth* 135°

Hasil analisis pada penyinaran *azimuth* 135° dengan ketinggian penyinaran 45°, memperlihatkan pola kelurusan pada daerah ini dengan dominan berarah baratlaut-tenggara. Pola kelurusan pada daerah ini memperlihatkan kelurusan punggung (perbukitan) yang mengindikasikan pola pengaliran sungai paralel hingga sub-paralel. Hasil plotting kelurusan punggung dan lembahan didalam diagram *rossete* menunjukkan orientasi dari punggung dan lembahan didominasi berarah baratlaut-tenggara (Gambar 8).

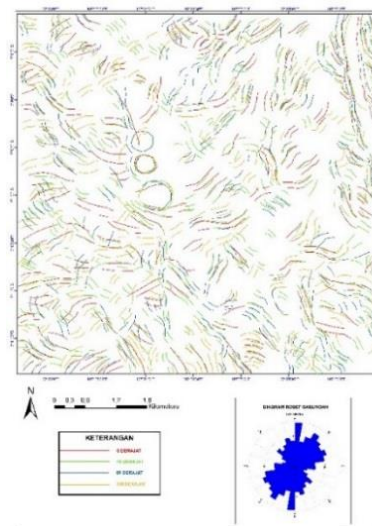


Gambar 8. Penyinaran *azimuth* 135°

5. Kelurusan citra DEM-SRTM *azimuth* 0°, 45°, 90° dan 135°

Analisis kelurusan punggung dan lembahan gabungan merupakan penggabungan (*overlay*) dari peta kelurusan punggung dan lembahan *azimuth* 0°, 45°, 90° dan 135°. Hal ini dilakukan untuk memastikan tidak ada garis kelurusan yang terlewat untuk tidak dianalisis atau penarikan kelurusan telah dilakukan secara menyeluruh dan meminimalisir adanya gangguan

banyangan akibat efek penyinaran dan juga memastikan bahwa tidak ada kelurusan punggung maupun lembahan yang belum ditarik karena tidak tersinari oleh sinar matahari. Hasil plotting pada diagram roset menunjukkan orientasi kelurusan secara menyeluruh dari masing-masing sudut penyinaran dan juga diwarnai dengan warna yang berbeda-beda yaitu 0° mars red, 45° quetzel green, 90° ultra blue, dan 135° electron gold. Secara umum menunjukkan pola kelurusan utama diinterpretasikan sebagai patahan struktur didaerah penelitian berorientasi dengan arah baratlaut-tenggara dan timurlaut-baratdaya (Gambar 9).



Gambar 9. Gabungan penyinaran *azimuth* 0°, 45°, 90°, dan 135°

c). Permeabilitas

Zona permeabilitas ditentukan berdasarkan analisis kerapatan kelurusan (*Liniament Density*) untuk menentukan tingkat permeable pada suatu batuan. Dalam penentuan zona permeabilitas pada batuan diperlihatkan oleh nilai densitas kerapatan yang didapat mulai dari rendah hingga tinggi berkisar : 7.21km^{-1} - 17.64km^{-1} , yang di plot

dalam satuan area dalam km atau per-Grid (gambar 10).

Zona Permeabilitas - Kerapatan Kelurusan (LD) Rendah

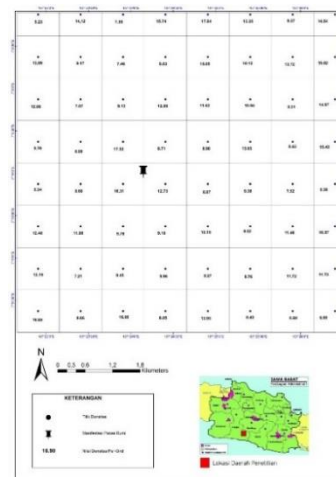
Zona permeabilitas dengan nilai LD rendah yang berkisar $0 - 7.21 \text{ km}^{-1}$ ditandai dengan warna hijau tua sampai hijau muda, menempati sekitar 45% dari luas daerah penelitian yang memiliki topografi yang rendah, atau yang diinterpretasikan sebagai daerah yang sedikit dipengaruhi oleh struktur geologi.

Zona Permeabilitas - Kerapatan Kelurusan (LD) Sedang

Zona permeabilitas dengan nilai LD sedang yang berkisar $7.21 \text{ km}^{-1} - 13.19 \text{ km}^{-1}$ ditandai dengan warna kuning hingga jingga (*orange*) muda. Daerah ini diinterpretasikan sebagai daerah yang dipengaruhi oleh struktur geologi akan tetapi tidak terlalu intensif.

Zona Permeabilitas - Kerapatan Kelurusan (LD) Tinggi

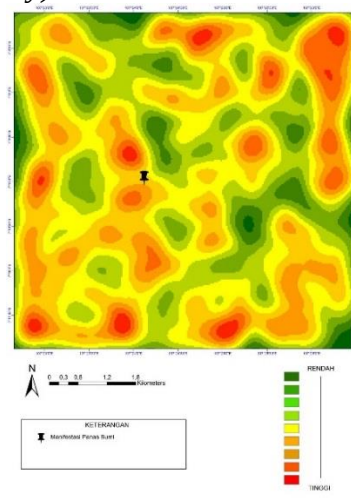
Zona permeabilitas dengan nilai LD tinggi yang berkisar $13.19 \text{ km}^{-1} - 17.64 \text{ km}^{-1}$ ditandai dengan warna jingga (*orange*) tua hingga merah. Daerah ini diinterpretasikan sebagai daerah yang dipengaruhi oleh struktur geologi yang intensif. Pada daerah yang memiliki densitas yang tinggi mengakibatkan batuan yang awalnya sifatnya *impermeable* menjadi *permeable*.



Gambar 10. Nilai tingkat

permeabilitas dalam setiap grid

Zona permeabilitas ini merupakan salah satu cara untuk mengidentifikasi kemunculan manifestasi panas bumi yang ada pada daerah penelitian. Berdasarkan peta zona permeabilitas yang didapat menunjukkan zona permeabel yang dilihat berdasarkan pengamatan pola aliran sungai, yang mana pola aliran sungai yang berkembang yaitu radial dan juga paralel hingga sub-paralel, selain berdasarkan pengamatan pola aliran sungai penulis juga menggunakan pengamatan melalui kelurusan kerapatan (*Liniament Density*).



Gambar 11. Peta zona permeabilitas

5. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan melalui metode remote sensing pada peta citra DEM-SRTM, maka dianalisis melalui 4 sudut penyinaran yang berbeda yaitu : 0°, 45°, 90°, dan 135°, dilakukannya penyinaran pada 4 nilai azimuth yang berbeda ini agar memastikan bahwa semua kelurusan punggung dan lembahan yang ada terlihat oleh sinar matahari, sehingga kelurusan-kelurusan yang ada ini sudah teranalisis.
2. Berdasarkan hasil analisis pola aliran sungai yang dilakukan berdasarkan data citra DEM-SRTM, maka dapat diketahui bahwa pola aliran sungai yang berkembang pada daerah penelitian yaitu merupakan pola aliran sungai radial dan paralel-sub-paralel. Yang mana pola pengaliran tersebut merupakan salah satu indikasi untuk menentukan struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian.
3. Berdasarkan hasil analisis peta densitas pada lokasi penelitian maka dapat dilihat bahwa yang berwarna merah merupakan zona yang memiliki tingkat permeabilitas yang tinggi yang mana memungkinkan untuk keluarnya air

6. UCAPAN TERIMAKASIH

penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang sudah membantu dan memberikan dukungan selama penelitian.

7. DAFTAR PUSTAKA

1. Hochstein, M.P., dan Browne. 2000. Surface Manifestation of Geothermal Systems with Volcanic Heat Source. Encyclopedia of Volcanoes. Academic Press A Harcourt Science and Technology Company.
2. Saptadji, N.M., 2009, Teknik Panas Bumi, Departemen Teknik Perminyakan, Fakultas ilmu Perminyakan dan Teknologi Mineral Institut Teknologi bandung, Bandung.
3. Suryantini and Wibowo, H. H., 2010, Application of Fault and Fracture Density (FFD) Method for Geothermal Exploration in Non-Volcanic Geothermal System; a Case Study in Sulawesi-Indonesia. Proceedings of World Geothermal Congress, Bali, Indonesia.
4. Van Bemmelen, R. 1949, The Geology of Indonesia, Vol. I. General Geology of Indonesia And Adjacent Archipelagoes, Government Printing Office, The Hague.
5. Soengkono, S. 1999. The Geothermal System (New Zealand) - The Relationship Between Its Structure and Extent. Geothermics 28, 767-784.