i-ISSN: 2597-4033
Vol. 7, No. 1, Februari 2023
PADJADJARAN GEOSCIENCE JOURNAL

EKSTRAKSI DAN ANALISIS DENSITAS KELURUSAN DARI *DIGITAL ELEVATION MODEL* (DEM) PADA LAPANGAN PANASBUMI BLAWAN-IJEN, JAWA TIMUR

Ridwan Nur Fauzi[1], Aton Patonah[1]

[1]Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Jatinangor

*Korespondensi: ridwan18002@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Penginderaan jauh merupakan metode praktis yang secara luas digunakan dalam pengamatan morfologi dan struktur geologi pada skala regional. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran zona permeabel pada lapangan panasbumi Blawan-Ijen melalui pengamatan kerapatan kelurusan berdasarkan analisis *Digital Elevation Model* (DEM). Data diperoleh dari DEMNAS dengan resolusi spasial ~8.1 m. Ekstraksi fitur kelurusan dilakukan secara otomatis menggunakan *software Geomatica* yang kemudian dibuat ke dalam peta kontur densitas kelurusan untuk mengetahui zona permeabel pada daerah penelitian. Selanjutnya dilakukan pengolahan pada *software Rockworks* untuk mengetahui arah gaya utama yang mempengaruhi struktur yang berkembang. Hasil menunjukan zona dengan permeabilitas yang tinggi berasosiasi dengan struktur geologi dan morfologi vulkanik pada daerah penelitian. Gaya yang mempengaruhi kelurusan memiliki arah utara – selatan yang berorientasi sama dengan gaya tektonik utama pulau Jawa.

Kata kunci : densitas kelurusan, struktur, *digital elevation model*

ABSTRACT

Remote sensing is a practical method that is widely used in observing morphology and geological structures at a regional scale. The purpose of this study was to determine the distribution of permeable zones in the Blawan-Ijen geothermal field through the observation of lineament density based on Digital Elevation Model (DEM) analysis. Data obtained from DEMNAS with a spatial resolution of ~8.1 m. Lineament feature extraction is performed automatically using Geomatica software which is then made into a lineament density contour map to determine the permeable zone in the study area. Furthermore, processing is carried out in the Rockworks software to determine the direction of the stress that affect the developing structure. The results show zones with high permeability associated with geological structures and volcanic morphology in the study area. The tectonic forces that affects lineament has a north-south direction which has the same orientation as the main tectonic style of the island of Java.

***Keywords** : lineament density, structure, digital elevation model*

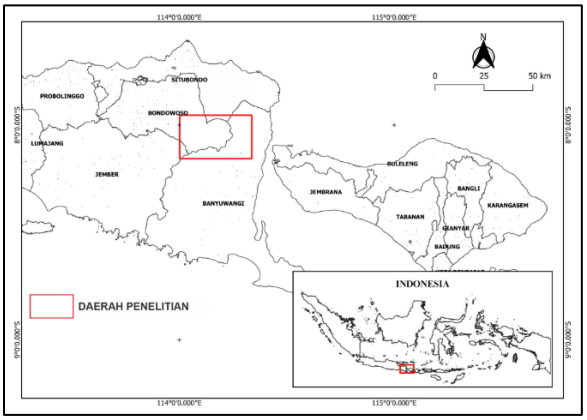
PENDAHULUAN

Kelurusan geologi merupakan kenampakan linear yang teramati pada permukaan bumi. Suatu kelurusan dapat berupa, aliran yang lurus dan lembah, permukaan yang lurus, perubahan tekstur tanah, kelurusan daerah vegetasi, perubahan dari perbedaan tipe vegetasi dan ketinggiannya, atau perbedaan topografi yang kontras (Hung, dkk. 2005). Semua fenomena ini kemungkinan merupakan hasil dari fenomena struktur, seperti: sesar (patahan), kekar, lipatan dan rekahan.

Dalam keterkaitannya dengan sumberdaya panasbumi, struktur geologi berupa patahan atau rekahan dapat menjadi indikasi zona permeabel dimana fluida hidrotermal dapat muncul di permukaan. Manifestasi panasbumi di permukaan terjadi ketika fluida hidrotermal yang berasal dari reservoir keluar melalui media pengontrol yaitu zona rekahan atau satuan batuan permeabel (Hochstein dan Browne, 2000). Zona permeabel memungkinkan migrasi fluida dari permukaan ke reservoir dan sebaliknya melalui proses konveksi akibat kontak langsung fluida dengan magma atau batuan yang panas di bawah permukaan.

Metode penginderaan jauh telah secara luas digunakan untuk memetakan fitur kelurusan dalam berbagai tujuan penelitian, salah satunya adalah kajian terhadap struktur geologi. Pengamatan melalui penginderaan jauh dapat memberikan informasi permeabilitas suatu wilayah melalui perhitungan panjang total kelurusan yang terdapat dalam suatu unit area.

Kompleks Pegunungan Ijen merupakan salah satu lokasi yang diduga memiliki potensi sumberdaya panasbumi yang dapat dikembangkan. Penelitian ini dilakukan pada lapangan panasbumi Blawan-Ijen yang secara administratif termasuk dalam wilayah Kabupaten Banyuwangi dan Kabupaten Bondowoso (Gambar 1). Secara geografis terletak pada koordinat 114°0'2.06" BT - 114°20'15.95" BT, 7°57'14.70" LS - 8°9'24.98" LS.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian.

Hasil analisis geofisika, geokimia dan geologi mengindikasikan cadangan terduga panasbumi Pegunungan Ijen hingga 133 MWe, yaitu 110 MWe terdapat di Gunung Ijen, sementara 23 MWe berada di sekitar Gunung Raung (Cahyono, 2019). Melalui pengukuran geomagnet diketahui bahwa prospek panasbumi berasosiasi dengan zona struktur sesar yang berkembang pada daerah penelitian (Daud, dkk. 2017).

METODE

Data

Penelitian ini menggunakan data *Digital Elevation Model* (DEM) yang diperoleh dari DEMNAS dengan resolusi 0.27-*arcsecond* atau ~8.1 m. Citra DEMNAS dibentuk dari gabungan data berbagai satelit termasuk IFSAR, TERRASAR-X dan ALOS PALSAR. Citra DEMNAS memiliki resolusi yang lebih tinggi dibandingkan dengan SRTM DEM, ASTER GDEM, ataupun ALOS. Penggunaan citra dengan resolusi spasial

yang tinggi memungkinkan pengamatan fitur topografi yang lebih baik.

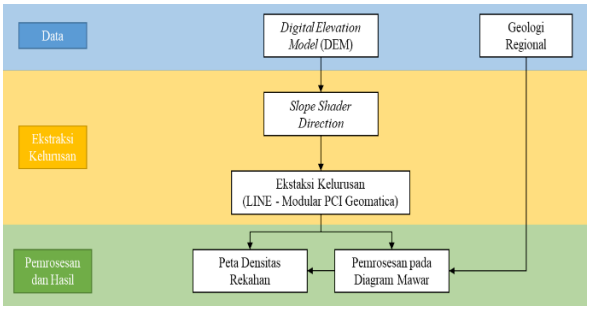
Analisis dan pemrosesan data

Ekstraksi fitur kelurusan dilakukan menggunakan aplikasi *Geomatica* dengan input parameter menggunakan parameter yang diusulkan Thannoun (2013) untuk modular LINE (Tabel 1). Pembuatan peta *slope direction shading* dapat secara otomatis mengarahkan posisi kelerengan atau identik dengan pencahayaan pada *shaded relief*, hasil proses ini berupa image RGB yang mewakili arah lereng secara gradasional. Penarikan kelurusan mengacu pada perubahan dan bentuk topografi yang teramati dalam peta *slope direction shading*.

Tabel 1. Nilai input pada masing-masing parameter algoritma LINE (Tannoun R.G., 2013).

RADI (*Filter Radius*)	**5**
GTHR (*Gradient threshold*)	**75**
LTHR (*Length threshold*)	**10**
FTHR (*Line fitting error threshold*)	**2**
ATHR (*Angular difference threshold*)	**20**
DTHR (*Linking distance threshold*)	**1**

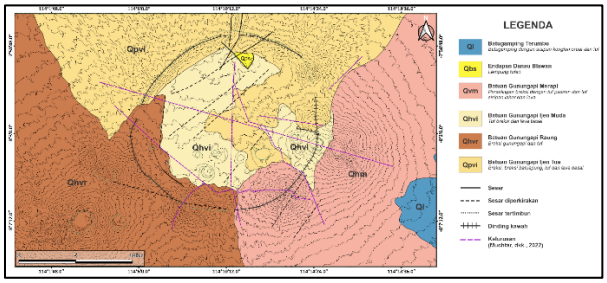
Pembuatan peta kerapatan kelurusan dilakukan dengan bantuan aplikasi *Geographic Information System* (GIS) yang kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui zona permeabel pada daerah penelitian. Langkah selanjutnya meliputi penentuan arah kelurusan menggunakan diagram mawar untuk mengetahui arah gaya yang mempengaruhi struktur pada daerah penelitian (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

Geologi Daerah Penelitian

Kompleks pegunungan Ijen tersusun atas Batuan Gunungapi Ijen Tua (Qpvi), Batuan Gunungapi Raung (Qhvr), Batuan Gunungapi Ijen Muda (Qhvi), Batuan Gunungapi Merapi (Qvm), Endapan Danau Blawan (Qbs) dan Batugamping Terumbu (Ql). Batuan Gunungapi Ijen Tua (Qpvi) berusia Pleistosen dan tesusun atas breksi, breksi batuapung tuf dan lava basal. Batuan Gunungapi Raung (Qhvr) berusia Pleistosen hingga Holosen dan tersusun atas breksi gunungapi dan tuf. Batuan Gunungapi Ijen Muda (Qhvi) tersusun atas tuf breksi dan lava basal. Batuan Gunungapi Merapi (Qvm) tersusun atas perselingan breksi dengan tuf pasiran dan tuf sisipan lahar dan lava. Endapan Danau Blawan (Qbs) tersusun atas lempung tufan. Batugamping Terumbu (Ql) tersusun atas batugamping dengan sisipan konglomerat dan tuf. Keempat satuan batuan tersebut berusia Holosen (Sidarto, dkk. 1993) (Gambar 3).

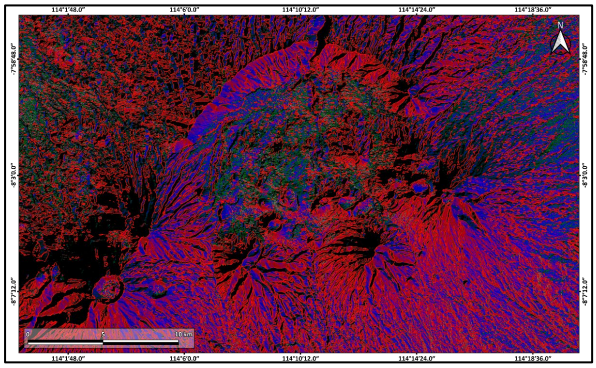


Gambar 3. Geologi regional daerah penelitian (modifikasi dari Sidarto, dkk., 1993).

Struktur geologi yang berkembang di dalam kaldera memiki orientasi N - S, relatif E - W, NE - SW, dan NW - SE. struktur berarah N - S yang berada di bagian tengah prospek area diinterpretasikan sebagai sesar normal (Daud, dkk. 2017). Kenampakan struktur geologi di Kaldera Ijen dapat diamati dari sungai dan/atau deretan gunung api. Secara umum, deformasi yang terjadi di dalam Kaldera Ijen dapat disebabkan oleh reaktivasi dapur magma, aktivitas tektonik, atau oleh kombinasi keduanya.

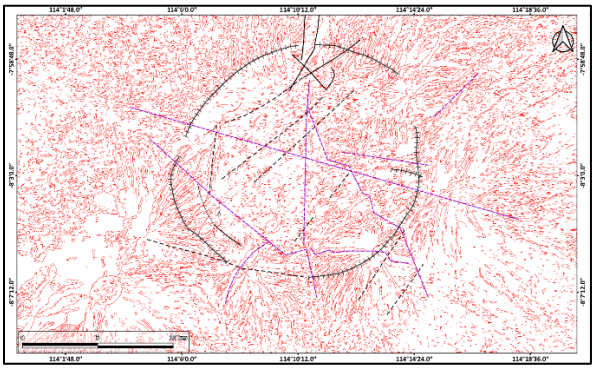
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, data kelurusan diekstrak dari DEMNAS menggunakan aplikasi *PCI Geomatica* dengan acuan nilai optimum untuk parameter LINE modular yang disesuaikan untuk tujuan pemetaan kelurusan pada kondisi tektonik area penelitian (Thannoun, 2013). Penarikan kelurusan morfologi mengacu pada perubahan arah lereng yang diketahui dari peta *slope direction shading* dengan hasil image RGB yang mewakili arah lereng secara gradasional (Gambar 4).



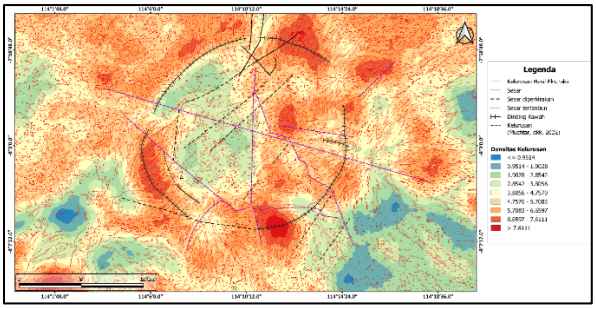
Gambar 4. Kelurusan berdasarkan peta *slope shader direction* pada daerah penelitian.

Panjang dari garis ekstraksi bergantung pada nilai masukan pada parameter modulus LINE yang berupa digit opsional. Hasil dari ekstraksi fitur kelurusan kemudian dibandingkan dengan struktur geologi regional dimana sebagian besar dari struktur kelurusan aktual di lapangan dapat dipetakan dengan metode ini (Gambar 5).



Gambar 5. Kelurusan hasil ekstraksi dan struktur geologi regional pada daerah penelitian.

Selanjutnya hasil ekstraksi kemudian diproses dengan bantuan aplikasi *Geological Information System* (GIS) untuk menciptakan peta densitas kelurusan yang kemudian dianalisis untuk mendapatkan tingkat permeabilitas dari area studi (Gambar 6).



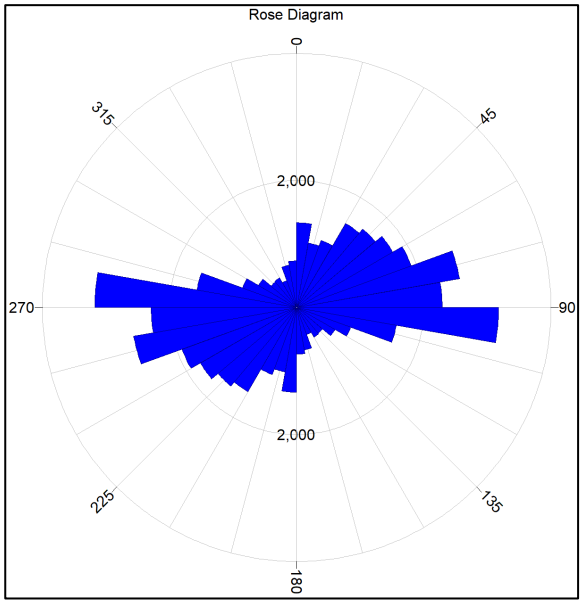
Gambar 6. Peta kerapatan kelurusan daerah penelitian.

Berdasarkan dari peta densitas rekahan. Diinterpretasikan bahwa daerah penelitian dapat dibagi menjadi area densitas tinggi, sedang dan rendah. Area dengan densitas rekahan tinggi menempati bagian utara dan sebagian dari arah timur, barat dan selatan dari Kawah Ijen Tua, dapat pula diamati bahwa area dengan densitas tinggi berkorelasi dengan struktur melingkar dari dinding Kawah Ijen Tua dan

struktur kelurusan yang memotong bagian tengah kawah berarah utara - selatan. Area dengan densitas rekahan sedang menempati bagian tengah, sebagian arah barat, dan sebagian tenggara daerah penelitian, densitas rekahan sedang pada bagian tengah Kawah dapat disebabkan oleh deposit intracaldera volcanoes berupa lava yang menimbun struktur dan porositas sekunder pada daerah penelitian. Area dengan densitas rekahan rendah menempati bagian barat daya dan tenggara daerah penelitian.

Berdasarkan dari peta densitas rekahan, daerah penelitian secara umum memiliki tingkat kerapatan kelurusan yang cukup tinggi terutama pada bagian utara dan sepanjang dinding Kaldera Ijen Tua sehingga dapat diinterpretasikan bahwa daerah penelitian memiliki tingkat permeabilitas yang baik. Area dengan permeabilitas yang tinggi dapat berperan sebagai zona recharge bagi sistem panasbumi sekaligus sebagai media fluida panas muncul ke permukaan sebagai manifestasi. Manifestasi panasbumi yang muncul pada daerah dengan intensitas kerapatan kelurusan yang tinggi mengindikasikan bahwa fluida hidrotermal muncul ke permukaan melalui rekahan yang dibentuk oleh aktivitas geologi.

Arah dari gaya tektonik pada daerah penelitian dapat diketahui melalui analisis diagram mawar. Berdasarkan analisis diagram mawar, diketahui bahwa arah dominan dari kelurusan yang berkembang pada daerah penelitian berarah barat – timur (Gambar 7) sehingga dapat disimpulkan bahwa gaya tektonik utama yang bekerja memiliki arah utara – selatan. Orientasi dari arah struktur ini berasosiasi dengan pola struktur utama di Pulau Jawa yaitu Pola Jawa. Pulonggono dan Martodjojo (1995) berpendapat bahwa Pola Jawa yang membentuk struktur berarah barat-timur merupakan pola termuda yang mengaktifkan kembali (*over-print*) seluruh pola yang ada sebelumnya (Pola Sunda dan Pola Meratus).



Gambar 7. Diagram mawar yang menunjukan arah kelurusan pada daerah penelitian.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari analisis densitas kelurusan, didapatkan zona dengan permeabilitas yang tinggi berasosiasi dengan struktur – struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian. Adanya peristiwa reaktivasi dapur magma dan pengaruh tektonik pada kawasan Blawan-Ijen membentuk permeabilitas sekunder melalui struktur patahan dan rekahan yang berperan sebagai jalur bagi fluida untuk meresap ke bawah tanah ataupun muncul ke permukaan sebagai manifestasi panasbumi. Adapun deposit lava dan produk vulkanik sebagai batuan paling muda dapat menutup dan menimbun struktur – struktur geologi sehingga dibutuhkan metode survey yang lebih detail

untuk mengetahui kondisi bawah permukaan di daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Cahyono, B.E. 2019. Analisis Sebaran Potensi dan Manifestasi Panasbumi Pegunungan Ijen Berdasarkan Suhu Permukaan dan Geomorfologi.

Daud, Y., Nuqramadha, W.A., Fahmi, F.Z., Pratama, S.A., Rahman, K.R., dan Subroto, W. (2017). Discovering "Hidden" Geothermal Reservoir in Blawan-Ijen Geothermal Area (Indonesia) Using 3-D Inversion of MT Data.

Daud, Y., Rosid, M. S., Fahmi, F., Yunus, F. M., dan Muflihendri, R., 2018. Identification of geothermal prospect zone in Ijen Caldera (East Java) using geomagnetic method and landsat data analysis. Faculty of Mathematics and Natural Sciences (FMIPA), Universitas Indonesia. DOI: 10.1063/1.5064267

Hochstein, M.P., dan Browne, P.R.L., 2000. Surface manifestations of geothermal systems with volcanic heat sources. Sigurdsson, H. (Ed.), Encyclopedia of Volcanoes. Academic Press, San Diego, CA, USA, pp. 835–855.

Hung L.Q., Batelaan O., dan De Smedt F. 2005. Lineament Extraction and Analysis,comparison of Landsat ETM and ASTER imagery. Case study :SuoimuoiTropical Karst Catchment, Vietnam.Proceedings of SPIE Vol. 5983

Iqbal M, Juliarka BR. Analisis Kerapatan Kelurusan (Lineament Density) di Lapangan Panasbumi Suoh-Sekincau, Lampung. J Sci Appl Technol. 2019;3(2):61.

Manyoe, I. N., & Hutagalung, R. 2022. The extraction and analysis of lineament density from digital elevation model (dem) in libungo geothermal area, gorontalo. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1089(1), 012012.

Muchtar, A., M Manurung, Z. K., Suparman, Y., dan Ishak Jumarang, M. (2022). Identifikasi Zona Reservoir Panas Bumi Gunung Ijen Jawa Timur Berdasarkan Pemodelan 2 Dimensi Anomali Geomagnetik Identification of Geothermal Reservoir Zone at Mount Ijen East Java Based on 2 Dimensional Modeling of Geomagnetic Anomalies. 12(1), 92–97. https://doi.org/10.26418/positron.v12i1.49130

Pulunggono, A., dan S. Martodjojo, 1994, Perubahan tektonik Paleogen dan Neogen merupakan peristiwa tektonik terpenting di Jawa, Proceeding geologi dan geoteknik Pulau Jawa sejak akhir Mesozoik hingga Kuarter., h. 37-50.

Sarp, G., 2005. Lineament Analysis From Satellite Images, North-West Of Ankara, Msc thesis, Middle East Technical University, 76 p.

Sidarto, Suwarti, T., dan Sudana, D. 1993. Peta Geologi Lembar Banyuwangi, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Thannoun, R.G. 2013. Automatic Extraction and Geospatial Analysis of Lineaments and their Tectonic Significance in some areas of Northern Iraq using Remote Sensing Techniques and GIS. International Journal Of Enhanced Research In Science Technology & Engineering Bulletin, Vol. 2.