

Ekstraksi kelurusan pada Wilayah Air Panas Begejekan, Mamuju dengan menggunakan *Digital Elevation Model (DEM)*

Almubdy Siraj Ramadhan^{1*}, Muh Altin Massinai¹

¹Departemen Geofisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan No.Km.10, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. 90245

*E-mail: almubdy35@gmail.com

Abstrak: Karakteristik aliran fluida panas bumi, diasosiasikan pada tingkat densitas suatu kelurusan. Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Mamuju, secara khusus berada pada Wilayah Air Panas Begejekan. Objek penelitian dibatasi oleh Lintang: $2^{\circ}37'30''S$ - $2^{\circ}46'30''S$ dan Bujur: $118^{\circ}47'0''E$ - $118^{\circ}57'30''E$. Studi ini menggunakan pendekatan geomorfologi untuk mengetahui densitas kelurusan di wilayah tersebut. Analisis geomorfologi mencakup interpretasi citra satelit DEM data. Analisis pola struktur memberikan informasi terkait tingkat permeabilitas pada lokasi tersebut. Hasil yang diperoleh Wilayah Air Panas Begejekan menunjukkan bahwa wilayah tersebut. Memiliki nilai densitas kelurusan yang tinggi ditandai dengan nilai densitas 0,0037-0,0045 yang menandakan bahwa daerah penelitian berada pada wilayah dengan permeabilitas yang baik. Pola pembentukan tektonik ini dipengaruhi oleh struktur batuan pada Kompleks Gunung Api Adang.

Kata Kunci: analisis geomorfologi, DEM data, *Lineament Density*, panas bumi, Wilayah Air Panas Begejekan

Abstract: Characteristics of geothermal fluid flow, associated with the density level of a lineament. This research was conducted in Mamuju Regency, specifically in the Begejekan hot spring area. The research object is limited by latitude: $2^{\circ}37'30''S$ - $2^{\circ}46'30''S$ and longitude: $118^{\circ}47'0''E$ - $118^{\circ}57'30''E$. This study uses a geomorphological approach to determine the lineament density in the area. Geomorphological analysis includes interpretation of DEM satellite imagery data. Structural pattern analysis provides information related to the level of permeability at that location. The results obtained for the Begejekan hot spring area show that the area is Having a high alignment density value is indicated by a density value of 0.0037-0.0045 which indicates that the study area is in an area with good permeability. This tectonic formation pattern is influenced by the rock structure of the Adang volcanic complex.

Keywords: DEM data, geomorphological analysis, geothermal heat, Lineament Density, Begejekan Hot Springs Area

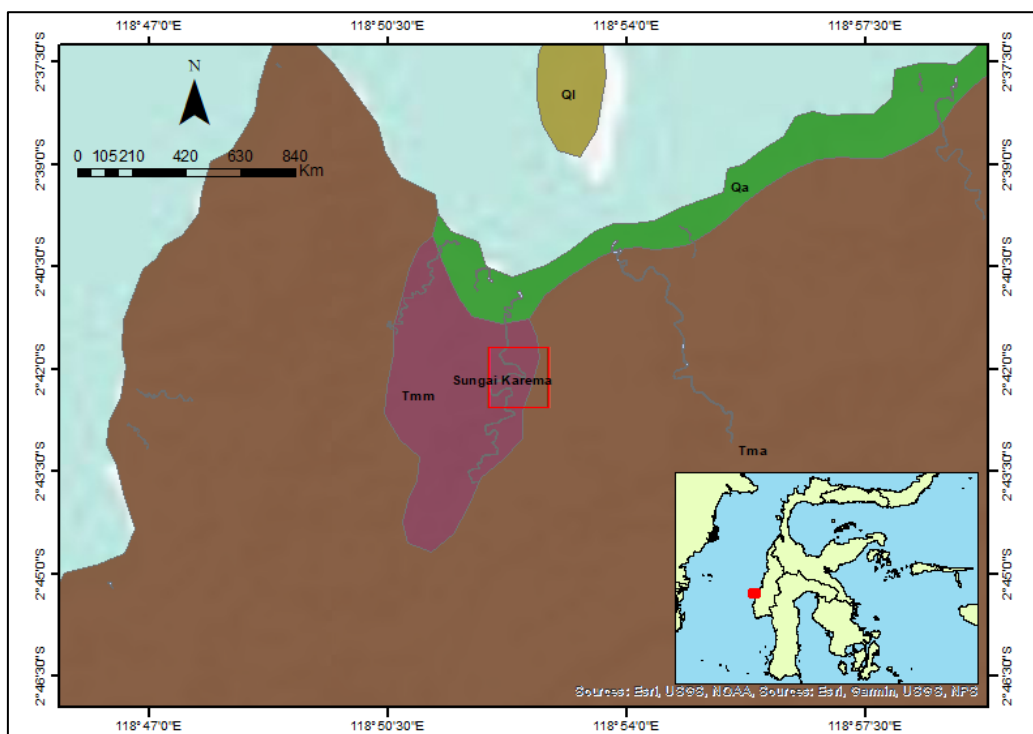
PENDAHULUAN

Lineament adalah permukaan linier dalam lanskap. Kelurusan umumnya diasosiasikan dengan sesar-sesar, sesar linier zona, deformasi lentur dan peningkatan permeabilitas kerak bumi (Manyoe et al., 2022). Lineament dapat dimanfaatkan dalam penentuan lokasi potensial untuk pengembangan sumber daya geothermal. Hal ini disebabkan karena berkaitan dengan keberadaan zona aliran fluida panas bumi (Kanda et al., 2019). Lineament sebagai bidang lemah yang berasosiasi dengan rekahan dan patahan yang merupakan jalur keluarnya fluida panas bumi (Wenas, 2019).

Manifestasi panas bumi erat kaitannya dengan struktur berupa rekahan-rekahan batuan, sesar, atau bidang kontak antar jenis batuan (Hakim et al., 2017). Rekahan dapat muncul sebagai kelurusan pada citra satelit, sehingga ekstraksi dan analisis kelurusan

sangat bermanfaat dalam studi panas bumi (Saepuloh et al., 2018). Adanya manifestasi panas bumi di permukaan terjadi karena perambatan panas dari bawah permukaan atau melalui rekahan-rekahan (Bujung et al., 2020). Rekahan adalah media terbaik bagi fluida panas bumi untuk muncul ke permukaan sebagai manifestasi panasbumi. Sistem rekahan ini dapat diidentifikasi dengan kelurusan citra Landsat (Kurnianto et al., 2021).

Karakteristik aliran fluida panas bumi, diasosiasikan pada tingkat densitas suatu kelurusan (Lineament), hal ini didasarkan bahwa retakan dan rekahan pada pola kelurusan mengindikasikan bahwa potensi aliran panas bumi pada celah-celah rekahan (Mahwa et al., 2022). Tinggi rendahnya densitas kelurusan di suatu wilayah dapat diasosiasikan dengan tingkat permeabilitas (Iqbal et al., 2020). Aktivitas tektonik menyebabkan pola kelurusan punggung dan pola kelurusan sungai yang memengaruhi aktivitas vulkanis suatu wilayah (Sunardi et al., 2019). Saat ini, studi panas bumi teknik penginderaan jauh dianggap memiliki tingkat efisien dan akurasi yang tinggi (Immanuel et al., 2019). Kabupaten Mamuju memiliki potensi sumberdaya energi panas bumi. Salah satunya yang terletak di Kelurahan Binanga, yaitu wilayah Air panas Begejekan. Wilayah air panas Begejekan tersusun atas formasi Mamuju (Tmm), batuan gunungapi Adang (Tma), endapan aluvial (Qa), batugamping (Qi) (Gambar 1). Formasi Mamuju (Tmm) berumur miosen atas, dengan komposisi dari sedimen klastika halus, sedimen litoral laguna, sedimen litoral lagoon. Batuan gunungapi Adang (Tma) berumur miosen tengah, dengan komposisi batuan ekstrusi basa polimik, gunungapi subaerial. Endapan aluvial (Qa) berumur Holosen, dengan komposisi dari sedimen klastika alluvium, sedimentasi darat aluvium dan batugamping (Qi) berumur Holosen, dengan komposisi dari sedimen klastika sedang batu gamping, sedimentasi litoral terumbu.



Gambar 1. Geologi regional area penelitian

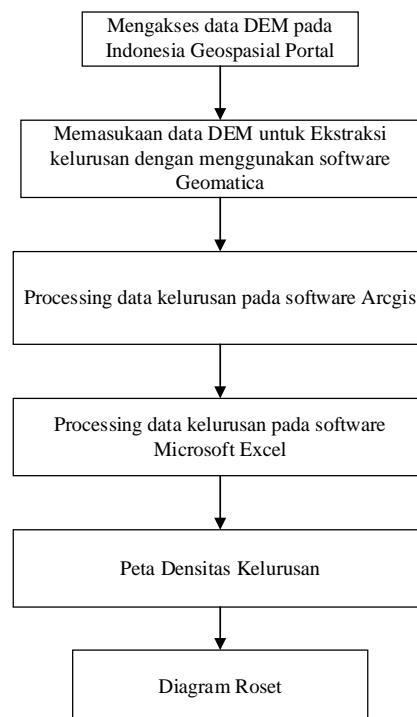
Geologi regional daerah penelitian hampir berarah utara-timur dan sedikit mengarah ke selatan. Struktur geologi di bagian tengah daerah penelitian berarah utara-

selatan memotong batuan gunung api Adang (Tma), endapan aluvial (Qa), batu gamping (Qi) (Villeneuve et al., 2002). Penelitian terdahulu menggunakan metode geochemical dalam mengidentifikasi manifestasi karakteristik fluida dan anomali tanah pada wilayah sumber air panas Ampallas, akan tetapi dalam penelitian ini, tidak menunjukkan pola kelurusan dalam distribusi pembentukan geothermal (Fauziyyah et al., 2016). Berdasarkan uraian latar belakang maka dilakukan penelitian lebih lanjut, tentang kelurusan geomorfologi dan melakukan analisis kelurusan densitas pada wilayah Air Panas Begejekan dengan menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM) data.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni tahun 2023. Lokasi penelitian terletak di Wilayah Air Panas Begejekan, Kecamatan Binanga, Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat. Metode penelitian yang dilakukan yaitu menggunakan data sekunder citra satelit DEM data. Data yang digunakan diperoleh dengan mengakses Indonesia Geospatial Portal yang berupa *Seamless Digital Elevation Model* (DEM) dan perangkat lunak dalam pengolahan data terdiri dari *software* ArcGis, Rockworks 17, Microsoft Excel, dan *Geomatica* 18.

Prosedur penelitian perilaku dilakukan berdasarkan diagram pada pada Gambar 2.



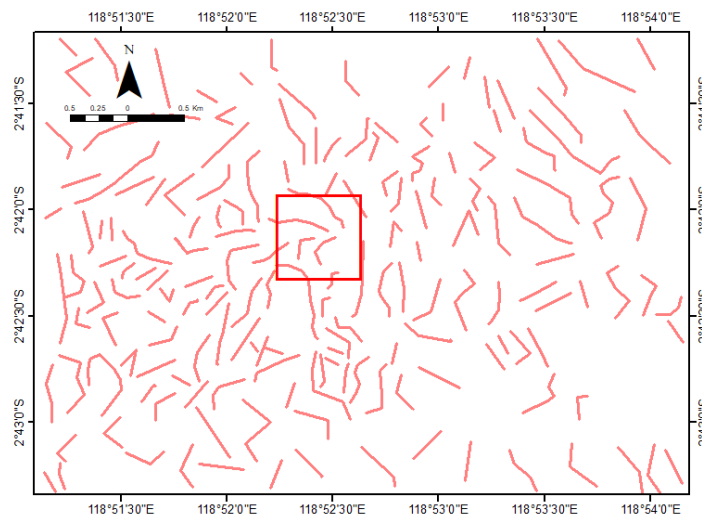
Gambar 2. Prosedur penelitian

Proses pengambilan data dilakukan dengan mengakses *website* Indonesia Geospasial, lalu selanjutnya pada portal web tentukan data yang diambil berupa data DEM. Data yang diperoleh selanjutnya diproses dengan menggunakan perangkat lunak yaitu software *Geomatica* dengan tujuan untuk mengekstraksi hasil berupa kelurusan pada wilayah penelitian, hasil ekstraksi kelurusan kemudian diolah dengan menggunakan aplikasi Arcgis untuk analisis densitas kelurusan. Lalu data ekstraksi kelurusan kemudian dimasukkan pada *software* *Rockworks* untuk menghasilkan diagram roset.

HASIL DAN PEMBAHASAN

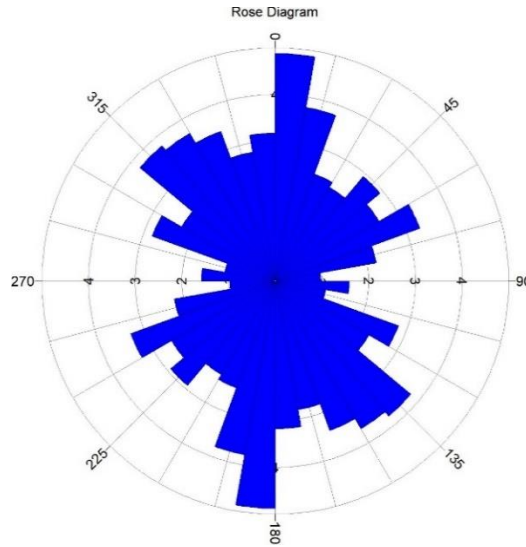
Wilayah penelitian merupakan wilayah yang berada pada formasi Mamuju yang berumur miosen akhir dan terdiri atas napal, batupasir gampingan, napal tufaan dan batu gamping pasiran. Geomorfologi pada wilayah penelitian didominasi area dataran tinggi menandakan adanya topografi kompleks gunung api pada wilayah penelitian hal, ini ditandai dengan karakteristik sebaran geologi batuan gunung api. Dengan demikian wilayah ini dapat diindikasikan merupakan wilayah tektonik aktif. Hal ini juga diperkuat dengan data hasil ekstraksi kelurusan.

Data yang telah diolah dengan menggunakan perangkat lunak *Geomatica*, akan menghasilkan berupa ekstraksi kelurusan pada area penelitian. Yang ditunjukkan pada (Gambar 2). Peta kelurusan tersebut digunakan untuk mengetahui arah pembentuk geomorfologi.



Gambar 3. Persebaran *lineament* pada wilayah penelitian

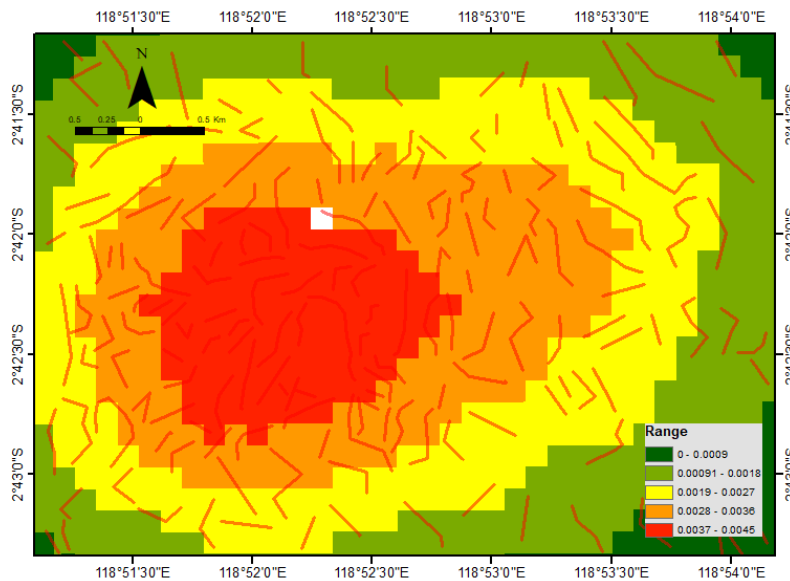
Data *lineament* dilakukan pemrosesan data pada aplikasi Arcgis, berupa konversi data *polyline* ke *singleline*, sehingga diperoleh 411 garis lurus *singleline* dengan panjang yang bervariasi. Distribusi arah *lineament* dapat dilihat dengan berdasarkan diagram Rosette yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 4. Diagram Rosette *lineament* wilayah penelitian

Pada diagram Rosette (Gambar 4) terlihat arah persebaran *lineament* berada pada wilayah dengan arah *lineament* pada North-East dan South-West. Hal ini dapat dipahami bahwa pola-pola garis yang saling berpotongan mengindikasikan pola deformasi batuan pada suatu wilayah. Dominasi arah pembentukan *lineament* berkaitan dengan pola pembentukan gunung api di Sulawesi Barat yang terbentuk pada jalur gunung api tersier hasil dari tunjaman dari timur pada Neogen yang disebut sebagai busur gunung api Sulawesi Barat (Sukadana et al., 2015). Aktivitas gunung api purba mengontrol pembentukan morfologi berupa perbukitan. Ini terlihat dari adanya beberapa pusat erupsi gunung api yang teridentifikasi dari citra satelit (Indrastomo et al., 2017).

Selain itu pola-pola pembentukan wilayah air panas bumi diasosiasikan terhadap tingkat permeabilitas suatu wilayah yang dapat dilihat pada *lineament density*. Peta *lineament density* digunakan dalam menginterpretasi tingkat permeabilitas pada wilayah penelitian. Zona permeabilitas ini merupakan salah satu cara untuk mengidentifikasi kemunculan manifestasi panas bumi (Polanunu, 2020).



Gambar 5. *Lineament density*

Nilai densitas yang tinggi dapat diindikasikan bahwa daerah tersebut memiliki tingkat permeabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan daerah yang memiliki densitas lebih rendah seperti yang ditunjukkan pada (Gambar 5). Hal ini ditandai pada rentang nilai 0,0037-0,0045 sehingga wilayah tersebut dikategorikan dengan zona densitas tinggi ditandai dengan warna merah. Daerah yang memiliki densitas tinggi merupakan tempat yang memiliki permeabilitas baik sehingga daerah tersebut merupakan daerah tempat keluarnya manifestasi panas bumi (zona lemah). Hal tersebut didukung oleh data geologi bahwa pada daerah air panas Begejekan tersusun oleh produk gunung api Adang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis *lineament density* yang dilakukan pada Wilayah Air Panas Begejekan diperoleh bahwa wilayah tersebut. Memiliki nilai densitas kelurusan yang tinggi yang menandakan bahwa daerah penelitian merupakan wilayah dengan permeabilitas yang baik, hal ini ditandai dengan nilai densitas 0,0037-0,0045. Pola pembentukan tektonik ini dipengaruhi oleh struktur batuan pada kompleks gunung api Adang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bujung, C. A. (2020). Studi densitas *lineament* dan pola aliran permukaan daerah manifestasi geotermal di sekitar danau. *Jurnal FisTa: Fisika dan Terapannya*, 1(1), 1-5.
- Kurnianto, B., Yudiantoro, D. F., & Ratnaningsih, D. R. (2021). Identifikasi daerah prospek panas bumi berdasarkan analisis kelurusan dan *fault fracture density* (FFD) lapangan panasbumi gunung Ungaran, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Geologi PANGEA*, 8(2), 65-72.
- Fauziyyah, F., Prabowo, T. R., Shalihin, M. G. J., Setiawan, D. I., & Yushantarti, A. (2016). Geochemical study of ampallas geothermal area, Mamuju District, West Sulawesi Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 42(1), 1-10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/42/1/012002>.
- Hakim, L., Ismail, N., & Faisal, F. (2017). Kajian awal penentuan daerah prospek panas bumi di Gunung Bur Ni Telong berdasarkan analisis data DEM SRTM dan citra Landsat 8. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 13(3), 125-132.
- Indrastomo, F. D., Sukadana, I. G., & Suharji, S. (2017). Identifikasi pola struktur geologi sebagai pengontrol sebaran mineral radioaktif berdasarkan kelurusan pada Citra Landsat-8 di Mamuju, Sulawesi Barat. *Eksplorium: Buletin Pusat Teknologi Bahan Galian Nuklir*, 38(2), 71-80.
- Immanuel, Y. P., Wicaksana, A. D. R., & Satria, M. D. A. (2019). Preliminary determination of geothermal potential area using remote sensing; Case study In Rajabasa Volcano Complex, South Lampung District, Lampung Province. *Proceedings, 8th ITB International Geothermal Workshop*, 1-8. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3228389>.
- Iqbal, M., & Juliarka, B. R. (2020). Identification of permeability level by using fault fracture density analysis and Landsat 8 OLI at Ulubelu Geothermal area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 537(1), 1-9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/537/1/012016>.
- Kanda, I., Fujimitsu, Y., & Nishijima, J. (2019). Geological structures controlling the placement and geometry of heat sources within the Menengai geothermal field, Kenya as evidenced by gravity study. *Geothermics*, 79, 67-81. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2018.12.012>.
- Mahwa, J., Li, D. J., Ping, J. H., Leng, W., Tang, J. B., & Shao, D. Y. (2022). Mapping the spatial distribution of fossil geothermal manifestations and assessment of geothermal potential of the Tangyin rift, Southeast of Taihang Mountain in China. *Journal of Mountain Science*, 19(8), 2241-2259. <https://doi.org/10.1007/s11629-022-7329-2>.
- Manyoe, I. N., & Hutagalung, R. (2022). Application of lineament density extraction based on digital elevation model for geological structures control analysis in Suwawa Geothermal Area. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 7(3), 117-123. <https://doi.org/10.25299/jgeet.2022.7.3.8085>.
- Polanunu, T. T., & Haryanto, E. S. A. D. (2020). Analisis kerapatan kelurusan (*liniament density*) untuk

- pendugaan zona permeabilitas di daerah Gunung Patuha. *Geoscience Journal*, 4(5), 393-400.
- Sukadana, I. G., Harijoko, A., & Setijadji, L. D. (2015). Tataan tektonika batuan gunung api di Komplek Adang Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat. *Eksplorium*, 36(1), 31-44. <http://dx.doi.org/10.17146/eksplorium.2015.36.1.2769>.
- Villeneuve, M., Gunawan, W., Cornee, J.-J., & Vidal, O. (2002). Geology of the Central Sulawesi belt (Eastern Indonesia): Constraints for geodynamic models. *International Journal of Earth Sciences*, 91, 524–537. <http://dx.doi.org/10.1007/s005310100228>.
- Bujung, C. A. (2020). Studi densitas *lineament* dan pola aliran permukaan daerah manifestasi geotermal di sekitar danau. *Jurnal Fista: Fisika dan Terapannya*, 1(1), 1-5.
- Zulkifli, L., Haryanto, I., Sunardi, E., & Ilmi, N. N. (2019). Keaktifan tektonik berdasarkan kelurusan punggung, kelurusan sungai, dan sinusitas muka Gunung Daerah Leles, Jawa Barat. *Geoscience Journal*, 3(3), 168-174.