

IDENTIFIKASI KELURUSAN STRUKTUR GEOLOGI DI SEKITAR SESAR GARSELA, JAWA BARAT

Nazla Syafitri Rangkuti^{1*}, Amelia Zahara², Nurul Azmi³

¹Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

²Program Studi Pendidikan Geografi, FKIP, Universitas Syiah Kuala

³Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama

[*nazla.syafitrii@usk.ac.id](mailto:nazla.syafitrii@usk.ac.id)

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
Riwayat Artikel: Dikirim : 05-05-2025 Disetujui : 28-06-2025 Diterbitkan : 30-06-2025 Kata kunci: Kelurusan, Struktur Geologi, Garut Selatan	<i>The West Java region contains several basins that have been studied for resource and disaster-related purposes, one of which is located in the southern part of the Bandung Basin. The southern area of the Bandung Basin falls within the Quaternary Volcanic Zone and the Southern Mountain Zone. The Garsela Fault is an active fault that stretches from southern Garut to southern Bandung. This study aims to observe structural lineaments around the Garsela Fault in southern Garut. The data used includes DEMNAS imagery and geological maps. The use of hill shading techniques produces three-dimensional shadows and allows for manual extraction of lineaments. More structural lineaments were identified due to the rugged mountainous morphology with Tertiary-aged lithological formations. The identified lineaments predominantly trend northeast–southwest, north–south, east–west, and some northwest–southeast. The northeast–southwest direction is the dominant structural orientation in southern Garut, aligning with the orientation of the Garsela Fault. The use of this imagery can serve as an initial step for further research in identifying geological structural lineaments.</i> Wilayah Jawa Barat memiliki beberapa cekungan yang sudah diteliti untuk keperluan sumber daya dan kebencanaan salah satunya di selatan Cekungan Bandung. wilayah selatan Cekungan Bandung termasuk ke dalam Zona Gunungapi Kuarter dan Zona Pegunungan Selatan. Sesar Garsela merupakan sesar aktif yang memanjang dari selatan Garut sampai Selatan Bandung. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati kelurusan struktur yang ada di sekitar Sesar Garsela, Garut Selatan. Data yang digunakan yaitu citra DEMNAS dan peta geologi. Penggunaan teknik <i>hill shading</i> menghasilkan bayangan tiga dimensi dan penarikan kelurusan secara manual. Kelurusan struktur lebih banyak ditemukan karena morfologi pegunungan yang kasar dengan susunan litologi berumur Tersier. Kelurusan ditemui berarah timur laut – barat daya sebagai arah dominan, utara – selatan, timur – barat, dan beberapa arah barat laut – tenggara. Arah timur laut – barat daya menjadi arah utama struktur di Garut Selatan searah dengan kelurusan Sesar Garsela. Penggunaan citra ini dapat menjadi langkah awal untuk penelitian berkelanjutan dalam menentukan kelurusan struktur geologi.

PENDAHULUAN

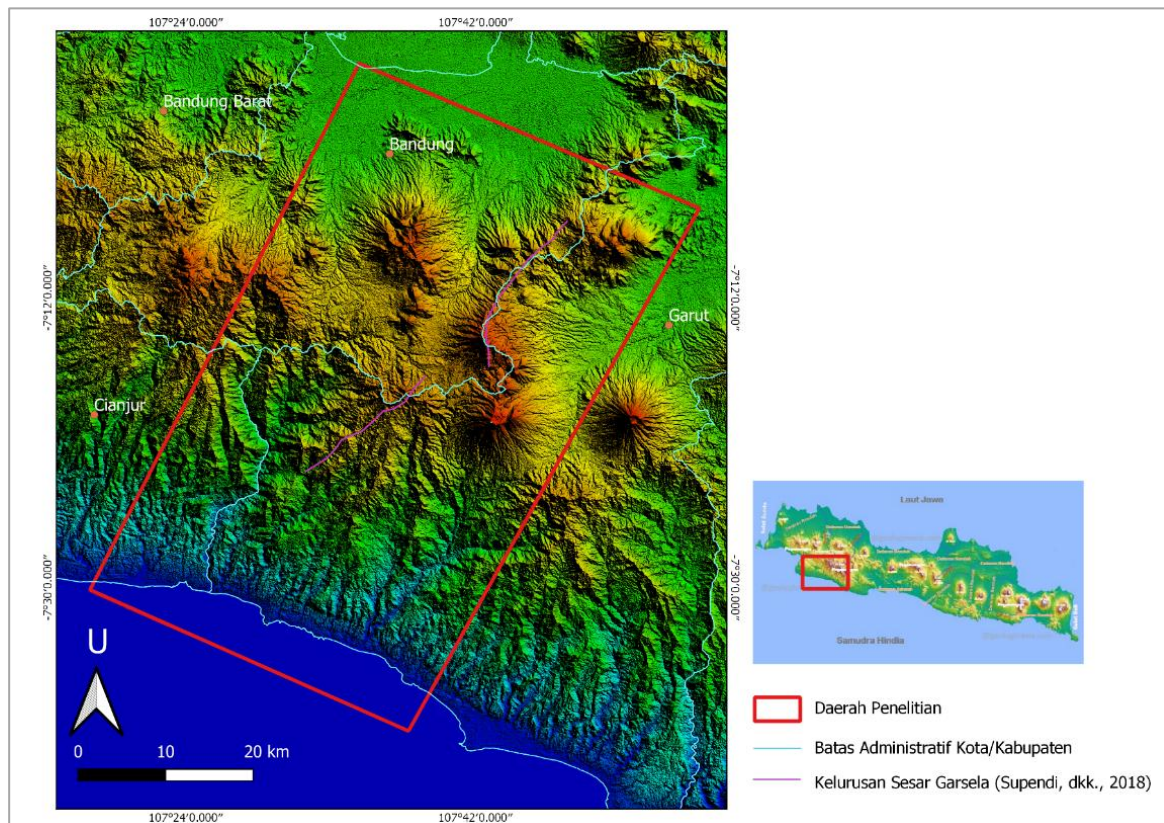
Wilayah Jawa Barat memiliki beberapa cekungan yang sudah diteliti untuk keperluan sumber daya dan kebencanaan. Secara fisiografi, wilayah selatan Cekungan Bandung termasuk ke dalam Zona Gunungapi Kuarter dan Zona Pegunungan Selatan (Van Bemmelen, 1949). Endapan vulkanik Kuarter berasal dari Gunung Papandayan, Gunung Guntur, dan Gunung Wayang. Supendi dan Nugraha (2016) terdapat sebaran gempa yang disebabkan oleh Sesar Garsela memiliki pola sebaran barat daya – timur laut.

Sesar Garsela merupakan sesar aktif yang memanjang dari selatan Garut sampai Selatan Bandung (Irsyam, dkk., 2017). Sesar ini terbagi menjadi dua segmen yaitu Rakutai dan Kencana. Menurut USA Nuclear Regulatory Commission (Hunt, 1984 dalam Keller dan Pinter, 2002), sesar aktif adalah suatu sesar yang pernah bergerak minimal 50.000 tahun

yang lalu atau lebih dari sekali sejak 500.000 tahun yang lalu. Magnitudo gempa maksimum yang pernah tercatat oleh BMKG sebesar 5,0 pada 18 September 2024. Keberadaan sesar ini belum banyak diteliti untuk dianalisis terutama secara morfologi. Karenanya, penelitian ini bertujuan untuk mengamati kelurusan struktur yang ada di sekitar Sesar Garsela, Garut Selatan menggunakan citra DEMNAS.

LOKASI PENELITIAN

Secara administratif, daerah penelitian mencakup Kabupaten Bandung di bagian sebelah utara, pesisir laut selatan Jawa, dan Kabupaten Garut di sebelah timur (**Gambar 1**). Beberapa gunung aktif yang termasuk diantaranya Gunung Papandayan, Gunung Wayang, dan Gunung Guntur. Daerah ini masuk ke dalam Zona Bandung, Zona Gunungapi Kuarter dan Zona Pegunungan Selatan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Garut Selatan, Jawa Barat.

METODE PENELITIAN

Data diperoleh dari citra DEMNAS (*Digital Elevation Model*) dan peta geologi (Alzwar, dkk., 1992). Data citra diolah menggunakan metode *hill shading* untuk menghasilkan bayangan 3 dimensi pada perangkat lunak ArcGIS. Teknik ini bermanfaat untuk mengidentifikasi kelurusan karena citra yang dihasilkan berupa permukaan bare-ground tanpa vegetasi ataupun tata guna lahan (Oguchi dkk., 2003). Bayangan yang dihasilkan berupa hitam putih bergantung pada faktor Z, arah (azimut), dan ketinggian penyinaran (*altitude*).

- Faktor Z

Merupakan faktor pengubah nilai vertical terhadap sumbu Z. Nilai input pada sumbu Z akan dikalikan dengan nilai faktor Z. Tujuannya adalah menyamakan satuan koordinat antara sumbu X, Y, dan Z.

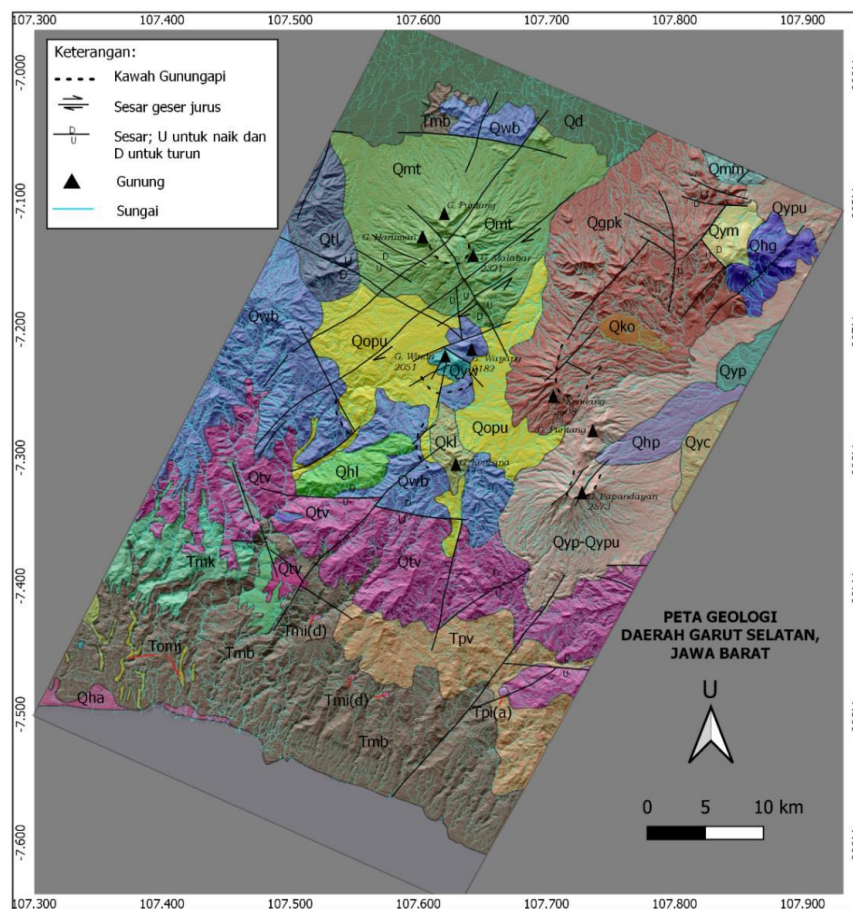
- Arah penyinaran (Azimut)

Merupakan arah penyinaran yang dihitung dari utara dan searah jarum jam dari 0° - 360° .

- Ketinggian penyinaran (*altitude*)

Merupakan kemiringan atau sudut arah penyinaran dihitung 0° dari garis horizontal hingga 90° tegak lurus.

Proses *hill shading* menggunakan azimut yang berbeda yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° dengan sudut kemiringan 45° . Dari masing-masing azimut ditarik kelurusan yang akan saling ditumpang tindih. Kelurusan sendiri merupakan fitur linear permukaan yang dapat dipetakan baik berbentuk lurus maupun melengkung dan dapat dibedakan dari pola di sekitarnya dan merefleksikan kondisi bawah permukaan (O'Leary dkk., 1976). Kelurusan ini ditarik secara manual dengan *sense of geology* dan selanjutnya dianalisis dengan penelitian sebelumnya seperti peta geologi oleh Alzwar, dkk. (1992), metode geofisika oleh Khairiyah dan Yusuf (2024), metode elektromagnetik bawah permukaan oleh Gaffar (2017).



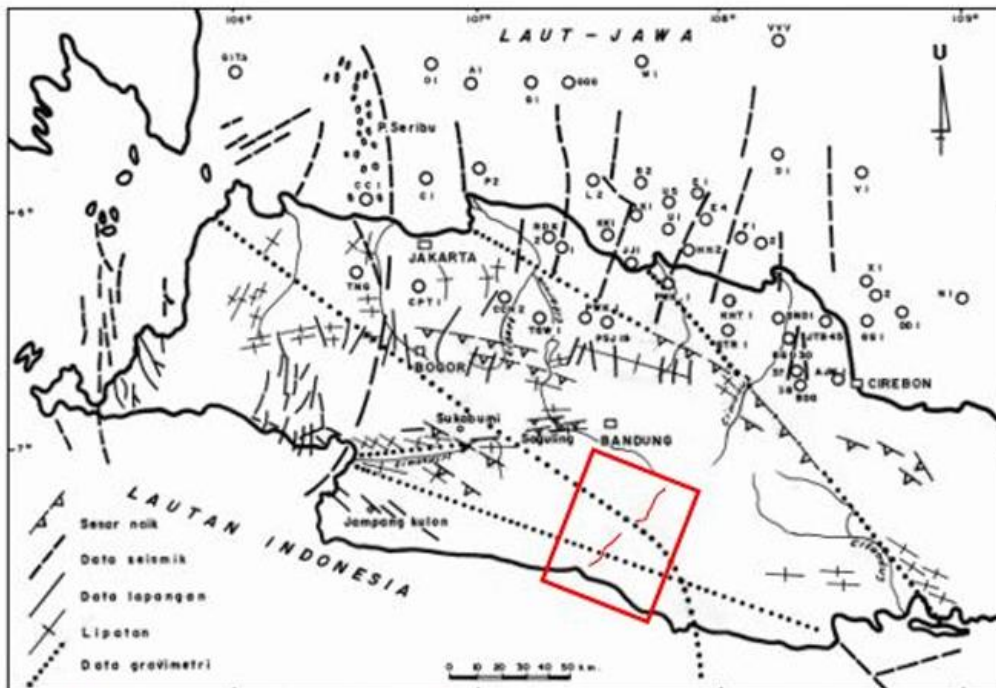
Gambar 2. Peta geologi daerah penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geologi Daerah Penelitian

Formasi tertua yang dapat ditemukan di daerah penelitian adalah Formasi Jampang berumur Miosen Awal – Tengah yang diterobos oleh intrusi diorite kuarsa. Lalu di atasnya diendapkan secara tidak selaras Formasi Besar berumur Miosen Akhir. Diendapkan breksi tuffaan berumur Pliosen dan batuan terobosan andesit. Di atasnya diendapkan sampai Holosen berupa batuan dan endapan gunungapi yang menutupi batuan Kuarter dan Tersier (**Gambar 2**).

Pola kelurusan struktur geologi di Jawa Barat berarah barat laut – tenggara, timur laut – barat daya, dan sedikit utara – selatan (Martodjojo, 2003) terlampir pada **Gambar 3**. Menurut Purnomo dan Purwoko (1994), terdapat empat tahapan struktur di Jawa Barat dimulai dari extensional rifting, compressional wrenching, dan terakhir compressional thrust-folding. Proses kompresi dan regangan akan menghasilkan bentukan morfologi berupa kelurusan lembah dan pegunungan.



Gambar 3. Pola umum struktur Jawa Barat; Pola Sunda, Pola Meratus, dan Pola Jawa (Martodjojo, 2003).

Berdasarkan data anomali bouguer di sepanjang pantai selatan dengan gradien tinggi menunjukkan keberadaan sesar normal. Bagian utara yang relatif turun membentuk Cekungan Jawa Barat Selatan. Keberadaan cekungan kurang terlihat karena ditutupi oleh batuan gunungapi Kuarter (Subagio, 2018).

Pemrosesan Hill Shading

Nilai *altitude* yang diinput yaitu 45° untuk menghasilkan bayangan yang stabil. Faktor lain yang diinput adalah skala (*scale*) adalah tingkat kehalusan bayangan yang

dihasilkan. Semakin tinggi nilai skala, maka permukaan hasil *hill shade* semakin halus. Nilai skala yang diinput adalah 75.000 dengan garis bayangan jelas dan dapat mencerminkan kelurusan dari tiap azimuth.

Hasil *hill shading* dari keempat azimuth terlampir pada **Gambar 4**. Bayangan yang dihasilkan menunjukkan kekasaran dan tekstur morfologi yang dapat mengindikasikan proses geologi yang terjadi, litologi, pola pengaliran, dan aktivitas struktur geologi yang berkembang.

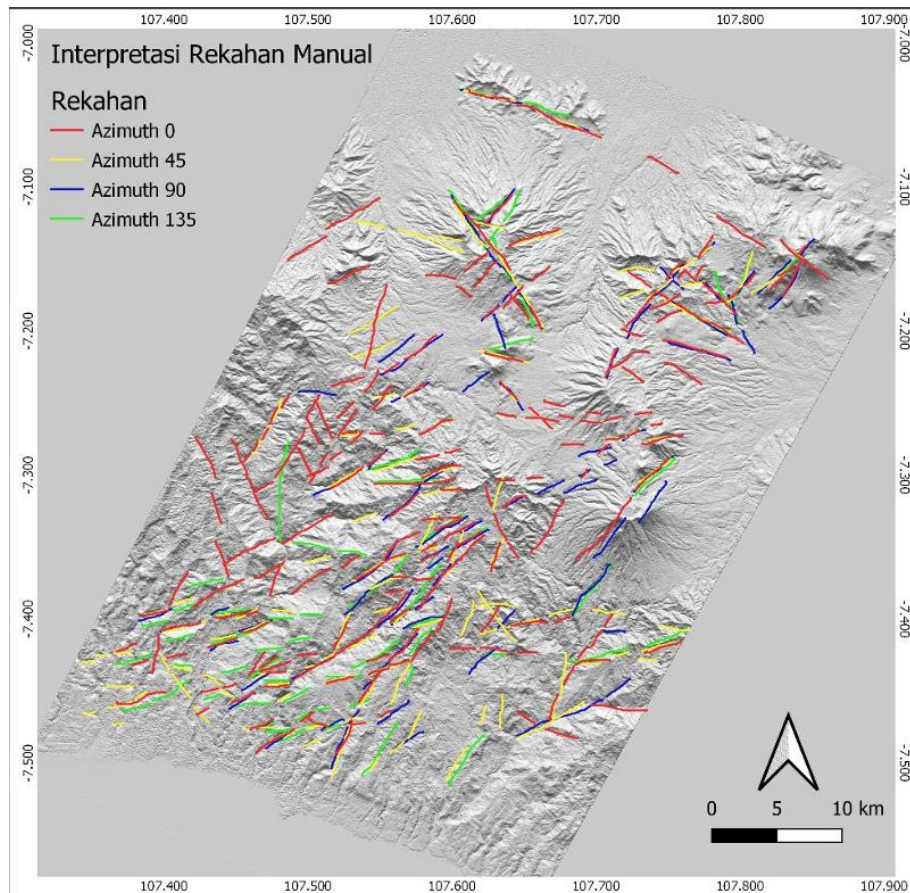
Hasil Penarikan Kelurusan Secara Manual

Interpretasi kelurusan secara manual/visual dianggap memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi daripada menggunakan teknik analisis otomatis (Astuti, dkk., 2017). Ekstraksi kelurusan secara manual menjadi metode yang sederhana dan mudah untuk membedakan kelurusan. Akan tetapi, diperlukan ketelitian dan pemahaman dasar daerah penelitian serta geologi dalam mempertimbangkan kelurusan yang ditarik. Waktu yang dibutuhkan untuk penarikan manual lebih lama tergantung kompleksitas area penelitian (Azman, dkk., 2020).

Penarikan kelurusan didominasi pada morfologi perbukitan termasuk di sekitar Gunung Malabar, Gunung Wayang, Gunung Wayang, dan Gunung Papandayan. Bagian utara daerah penelitian yang ditutupi endapan vulkanik Kuartar menghasilkan kelurusan yang lebih sedikit daripada bagian selatan. Pegunungan selatan yang tersusun dari batuan berumur Tersier terangkat akibat proses

subduksi di selatan Pulau Jawa menyebabkan fitur kelurusan lebih banyak ditemui. Kelurusan yang digunakan merupakan kelurusan lembahan yang dapat diinterpretasi sebagai zona lemah adanya struktur geologi yang berkembang. Kawah gunungapi yang menjadi zona lemah harus dipastikan bahwa kelurusan tersebut apakah disebabkan struktur geologi dibawahnya, rekahan yang terbentuk saat erupsi, ataupun endapan lahar dan lava yang keluar saat erupsi. Karenanya, kelurusan di area gunungapi harus memperhatikan umur litologi dan sejarah erupsinya.

Kelurusan struktur geologi yang mencerminkan suatu sesar tidak selalu berbentuk garis lurus melainkan dapat melengkung dan terputus-putus dalam beberapa segmen. Kemenerusan struktur geologi tidak selalu muncul di permukaan dapat disebabkan ditutupi endapan, vegetasi, ataupun perubahan litologi.



Gambar 4. Penarikan kelurusan rekahan secara manual/visual dari empat azimuth berbeda.

Pada bagian selatan daerah penelitian, kelurusan struktur lebih banyak ditemukan karena morfologi pegunungan yang kasar dengan susunan litologi berumur Tersier. Kelurusan ditemui berarah timur laut – barat daya sebagai arah dominan, utara – selatan, timur – barat, dan beberapa arah barat laut – tenggara. Arah timur laut – barat daya menjadi arah utama struktur di Garut Selatan searah dengan kelurusan Sesar Garsela. Sebaran kelurusan ini sesuai dengan pola kelurusan sesar yang diajukan oleh Martodjojo (2003). Pembentukan kelurusan di selatan Cekungan Bandung disebabkan oleh aktivitas tektonik sejak proses penunjaman subduksi Meratus pada Kapur Akhir – Eosen Awal. Diikuti Pola Sunda berarah utara – selatan pada Kala Eosen Awal – Oligosen Awal, dan Pola Jawa berarah barat – timur pada Kala Neogen. Pola kelurusan ini terbentuk seiring perubahan arah penunjaman dari Meratus ke selatan Pulau Jawa yang terjadi hingga sekarang.

Pada segmen Kencana dari Sesar Garsela di bagian selatan, indikasi adanya struktur geologi yang berkembang ditandai dengan penarikan kelurusan dominan yang berarah timur laut – barat daya dan terputus di dekat Gunung Papandayan. Pada segmen Rakutai ditemui lebih sedikit kelurusan yang mengindikasikan adanya sesar aktif yang berkembang. Kelurusan Gunung Kendeng menjadi acuan penarikan segmen ini sebagai sesar. Karenanya, segmen Rakutai masih memerlukan analisis lebih lanjut untuk menentukan kelurusan sesar yang sesuai dengan mekanisme fokus yang terjadi berupa sesar normal (Supendi, dkk., 2018a). Hal ini berkebalikan dengan Segmen Kencana dengan mekanisme fokus berupa sesar mendatar.

Pengamatan menggunakan citra DEMNAS pada penelitian ini kurang memunculkan karakteristik kelurusan struktur geologi secara jelas karena tingkat ketelitiannya yang lebih rendah. Penggunaan citra ini dapat menjadi langkah awal untuk penelitian berkelanjutan dalam menentukan kelurusan struktur geologi terutama kelurusan Segmen Rakutai dari Sesar Garsela. Citra yang dapat

digunakan berupa LiDAR ataupun SAR yang bersifat temporal untuk melihat pergerakan sesar secara periodik.

SIMPULAN

Kelurusan manual dapat mengindikasikan proses geologi yang terjadi, litologi, pola pengaliran, dan aktivitas struktur geologi. Kelurusan struktur lebih banyak ditemukan karena morfologi pegunungan yang kasar dengan susunan litologi berumur Tersier. Kelurusan ditemui berarah timur laut – barat daya sebagai arah dominan, utara – selatan, timur – barat, dan beberapa arah barat laut – tenggara. Arah timur laut – barat daya menjadi arah utama struktur di Garut Selatan searah dengan kelurusan Sesar Garsela. Penggunaan citra ini dapat menjadi langkah awal untuk penelitian berkelanjutan dalam menentukan kelurusan struktur geologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alzwar, M., Akbar, N., dan Bachri, S. (1992): Peta Geologi lembar Garut dan Pamengpeuk, Jawa Barat, Skala 1: 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Departemen Pertambangan dan Energi.
- Astuti, T. R. P., Nugroho, U. C., dan Julzarika, A. (2017): Identifikasi kelurusan dan struktur geologi dengan data SAR di Penambangan Emas Rakyat Desa Paningkaban dan Cihonje, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas. Proceedings: Joint Convention Malang.
- Azman, A. I., Talib, J. A., & Sokiman, M. S. (2020). The Integration of Remote Sensing Data for Lineament Mapping in the Semanggol Formation, Northwest Peninsular Malaysia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 540(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/540/1/012026>
- Gaffar, E. Z. (2017). Struktur Geologi Bawah Permukaan Di Garut Selatan Berdasarkan Data

- Elektromagnetik. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 27(2).
- Irsyam, M., Widyantoro, S., Natawidjaja, D.h., Meilano, I., rudyanto, A., hidayati, S., Triyoso, W., hanifa, N.h., Djarwadi, D., faizal, L., Sunarjito, 2017. Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan umum dan Perumahan rakyat.
- Keller, E. A. dan Pinter, N. (2002): Active tectonics: Earthquakes, uplift, and landscape: second edition. Prentice Hall.
- Khairiyah, A. (2024). Identifikasi Sesar Garsela Segmen Kencana Menggunakan Data Gravitasi dengan Metode Second Vertical Derivative (SVD): *Buletin Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*, 4(3), 19-28.
- Marliyani, G. I., Arrowsmith, J. R., & Whipple, K. X. (2016). Characterization of slow slip rate faults in humid areas: Cimandiri fault zone, Indonesia. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 121(12), 2287-2308. <https://doi.org/10.1002/2016JF003846>.
- Martodjojo, S. (2003): Evolusi Cekungan Bogor Jawa Barat, Disertasi Doktor ITB Bandung, tidak dipublikasikan.
- Subagio (2018): Struktur Geologi Bawah Permukaan Pegunungan Selatan Jawa Barat Ditafsir dari Anomali Bouguer, Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral, 19, 187- 200, Pusat Survei Geologi.
- Supendi, P. dan Nugraha, A. D. (2016): Preliminary result of earthquake hypocenter determination using hypoellipse around western Java region, AIP Publishing, 1730, 020002-1 - 020002-4.
- Supendi, P., Nugraha, A. D., and Widiyantoro, S. (2018a): Recent destructive earthquakes around Garut area, West Java, Indonesia: an unidentified fault? AIP Conference Proceedings, 1987, 020077-1 - 020077-6.
- O'leary, D. W., Friedman, J. D., dan Pohn, H. A. (1976): Lineament, linear, lineation: Some proposed new standards for old terms. *GSA Bulletin*, 87, 1463–1469.
- Oguchi, T., Aoki, T., dan Matsuta, N. (2003): Identification of an active fault in the Japanese Alps from DEM-based hill shading. *Computers dan Geosciences*, 29, 885–891.
- Gaffar, E. Z. (2017). Struktur Geologi Bawah Permukaan di Garut Selatan Berdasarkan Data Elektromagnetik. *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 27(2).
- Khairiyah, A. (2024). Identifikasi Sesar Garsela Segmen Kencana Menggunakan Data Gravitasi dengan Metode Second Vertical Derivative (SVD): *Buletin Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*, 4(3), 19-28.