



Pemodelan Endapan Epitermal Sulfidasi Rendah Berdasarkan Interpretasi Data Magnetik di Daerah Wonosidi

Ahmad Hanafi¹, Ajimas Pascaning Setiahadwibowo¹ , Joko Soesilo² , Firdaus Maskuri¹

¹Teknik Geofisika, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, Jl. SWK Jl. Ring Road Utara No.104, Yogyakarta 55283, Indonesia

²Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, Jl. SWK Jl. Ring Road Utara No.104, Yogyakarta 55283, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 7 April 2022

Accepted: 6 July 2022

Published: 14 July 2022

Keywords:

Epithermal; Fault; Magnetic; Tulakan

Corresponding author:

Ajimas P Setiahadwibowo

Email: ajimas@upnyk.ac.id

Read online:



Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.

ABSTRACT

The mineralization in the Pacitan area is generally a quartz vein zone and disseminated in the altered rock zone close to the quartz vein zone. The magnetic method is a geophysical method used to identify subsurface conditions based on the magnetic properties of rocks. This study aims to identify low sulfidation epithermal deposits based on the interpretation of magnetic data. Previous research put the existence of mineralization in the form of malachite, azurite, and pyrite in the study area. Then a geomagnetic survey was conducted to build a subsurface model helpful in knowing the widening and geometry of existing mineral deposits. The study used 118 geomagnetic measurement points in the 1.5 km x 1.5 km area by the gridding method, and the distance between points was 150 m. Apart from that, a derivative tilt filter and analytic signal were used to analyze the controller structure. The study's results, namely, there are three main faults, two faults oriented almost northwest-southeast and one fault oriented almost northeast-southwest, which are thought to be heretical mineralization controllers. And there are two patterns of high magnetic anomaly values in response to dacitic intrusion in the southwest and andesite intrusion in the eastern part of the telltale region, which is thought to affect the presence of alteration and mineralization in the study area.

How to cite: Hanafi, A., Setiahadwibowo, A. P., Soesilo, J., & Maskuri, F. (2022). Pemodelan Endapan Epitermal Sulfidasi Rendah Berdasarkan Interpretasi Data Magnetik di Daerah Wonosidi. *Jambura Geoscience Review*, 4(2), 158-166. doi:<https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v4i2.13993>

1. PENDAHULUAN

Potensi mineral logam sering ditemui pada busur magmatik yang erat hubungannya dengan aktivitas vulkanik dan tektonik. Salah satu hasil dari aktivitas tersebut adalah pegunungan selatan. Wilayah Pacitan telah diketahui banyak menyimpan potensi mineral logam yang melimpah. Berbagai penelitian telah memetakan potensi-potensi tersebut (Idrus et al., 2013; Widodo & Simanjuntak, 2002) mulai dari endapan mineral sulfidasi rendah, sulfidasi menengah, sulfidasi tinggi hingga endapan berjenis skarn. Alterasi hidrotermal menurut (Corbett & Leach, 1998) terdapat 7 tipe, yaitu propilitik, propilitik dalam (*inner propilitic*), argilik, argilik lanjut (*advanced argilic*), potasik, filik dan skarn. Mineralisasi yang terjadi di daerah Pacitan umumnya merupakan zona urat kuarsa, dan terdiseminasi di dalam zona batuan ubahan yang berada dekat dengan zona urat kuarsa. Beberapa lokasi yang umumnya berdekatan dengan zona urat kuarsa, terdapat urat-urat kuarsa halus yang saling berpotongan dan kadang-kadang berasosiasi dengan keterdapatannya mineral logam sulfida (Sudarsono et al., 2009). Berdasarkan penelitian (Wiloso & Yudha, 2018) terdapat kandungan mineral kalkopirit, sphalerit, tennantit, galena, covellite, elemen asli Au dan

Ag. Ini membuktikan bahwa area tersebut merupakan akumulasi mineral logam tidak mulia dan sedikit logam mulia dari sistem mineralisasi epithermal.

Menurut (Setiawan, 2012), di daerah penelitian terdapat indikasi mineralisasi logam hidrotermal berupa urat-urat kuarsa, batuan ubahan, dan mineralisasi sulfida logam. Batuan ubahan yang berkembang pada lokasi tersebut adalah propilit, argilit, dan silisifikasi. Keberadaan mineralisasi berdasarkan *Time Domain Induced Polarization* berada dikedalaman 25 meter (Seizarsyah et al., 2022). Di bagian selatan terdapat batuan andesit-dasitik (*intrusive*) sebagai *host rock* yang menyebabkan alterasi, sedangkan di bagian utara terdapat lava andesit (Fatimah, 2019)

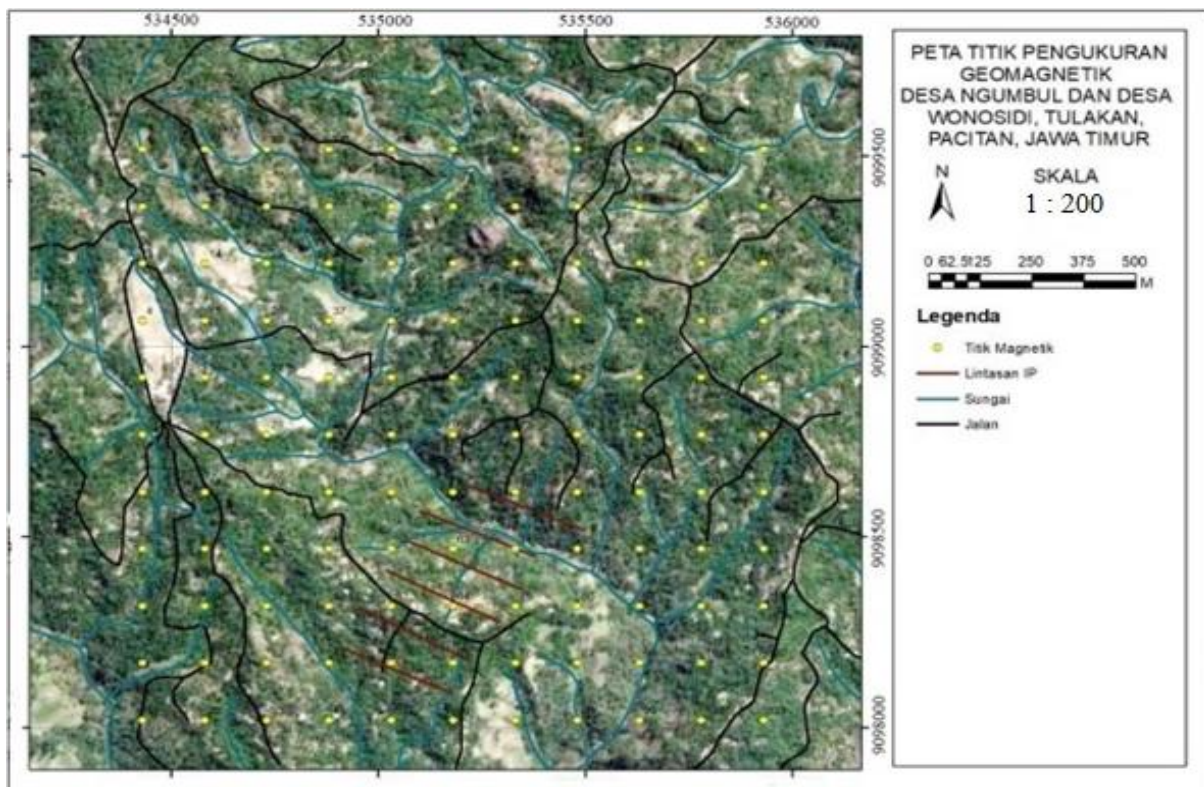
Metode magnetik merupakan metode geofisika yang digunakan untuk mengidentifikasi kondisi bawah permukaan berdasarkan sifat kemagnetan batuan. Variasi medan magnetik disebabkan oleh adanya variasi distribusi batuan yang termagnetisasi di bawah permukaan bumi (Sunaryo & Susilo, 2015). Metode magnetik sering digunakan dalam memetakan struktur geologi berskala besar, persebaran intrusi batuan beku, persebaran batuan yang memiliki kandungan mineral logam serta batas kontak litologi suatu batuan akibat faktor mineral-mineral yang bersifat magnetik yang akan mempengaruhi besar kecilnya nilai suseptibilitas suatu batuan (Reynolds, 1997).

Metode magnetik telah digunakan untuk mengidentifikasi profil bawah permukaan bumi seperti untuk mengetahui sistem sesar, struktur bawah permukaan dan tujuan lainnya. Anomali medan magnetik bumi disebabkan karena adanya magnetisasi induksi dan remanen. Anomali magnetik dihasilkan karena adanya magnetisasi induksi sekunder dalam suatu bongkahan yang terdapat unsur logam seperti besi (Fe) dan lainnya di dalam bumi (Chandra, 2015). Tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi endapan epitermal sulfidasi rendah berdasarkan interpretasi data magnetik.

2. METODE

2.1. Data

Lokasi penelitian berada di daerah perbukitan yang terletak di Desa Ngumbul dan Desa Wonosidi, Kecamatan Tulakan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur. Terdapat 118 titik pengukuran magnetik di dalam kavling seluas 1,5 km x 1,5 km dengan metode gridding dan jarak antar titiknya adalah 150 m. Lokasi penelitian dan persebaran titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 1.



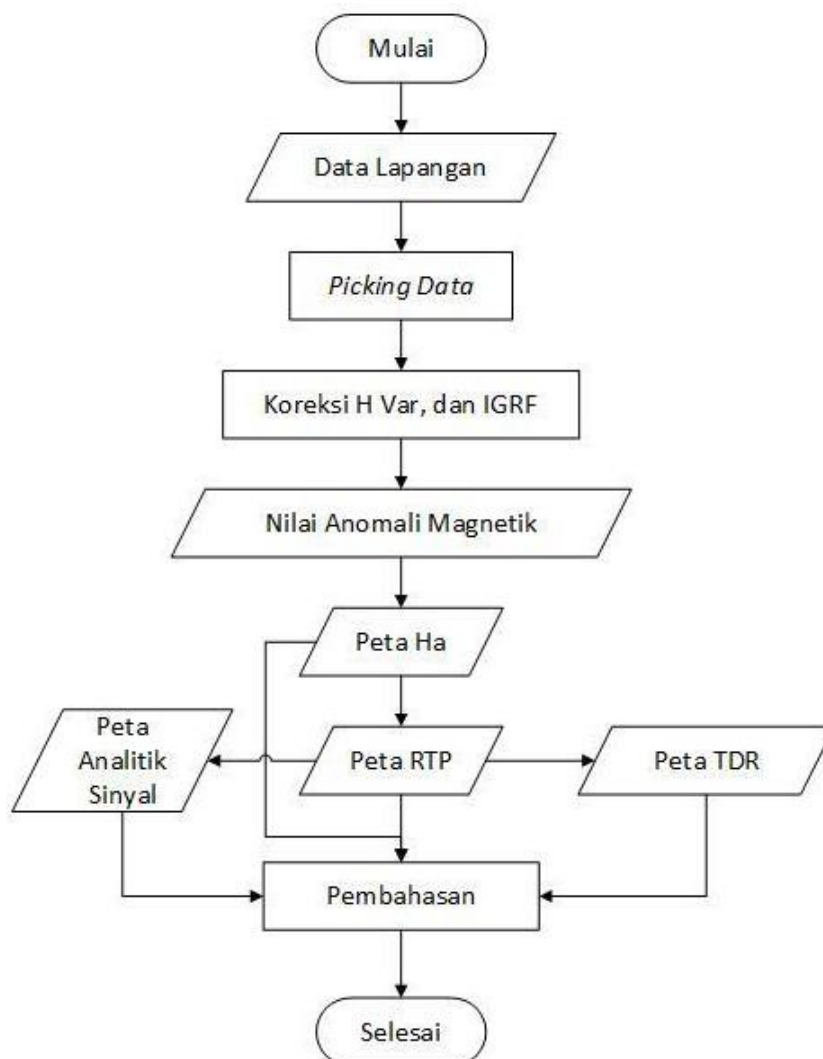
Gambar 1. Peta lokasi penelitian dan titik pengukuran magnetik.

2.2. Metode Penelitian

Metode penelitian digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 2. Penelitian diawali dengan studi literatur mengenai penelitian-penelitian sebelumnya. Data lapangan yang didapatkan berupa nilai pembacaan alat dan waktu pengukuran nilai pembacaan tersebut. Dalam pengolahannya menggunakan *Microsoft Excel* dilakukan pemilihan nilai terbaik yang juga di sesuaikan dengan waktu pengukuran.

Nilai medan magnet yang didapatkan dikurangi dengan nilai variasi medan magnet harian dan nilai IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*) untuk mendapatkan nilai anomali medan magnet dari daerah penelitian. Tahapan selanjutnya adalah pembuatan peta menggunakan *software Oasis Montaj*. Prosedur ini dimulai dengan melakukan *gridding* terhadap data yang ada. Setelah itu membuat peta anomali medan magnet yang menggambarkan nilai medan magnet daerah penelitian.

Berdasarkan anomali medan magnet yang diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah mereduksi ke kutub (*reduce to pole*) karena anomali tersebut masih dipengaruhi oleh medan magnet bumi. Oleh karena itu, nilai yang sudah direduksi menjadi *monopole*. Setelah mendapatkan nilai anomali medan magnet *monopole*, proses selanjutnya adalah menghitung *filter Tilt Derivative (TDR)* dan *filter Analytic Signal (AS)*. TDR dihitung dengan membagi komponen *Vertical Derivative (VDR)* dengan *Total Horizontal Derivative (THDR)* medan magnet (Verduzco et al., 2004). Metode pemfilteran sinyal analitik sangat efektif digunakan untuk mendelineasi batas kontak geologi (batuan) serta baik digunakan untuk memisahkan anomali dari dua benda yang berdekatan (Dentith & Mudge, 2014).



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

2.3. Geologi Daerah Penelitian

Daerah penelitian merupakan bagian dari Zona Pegunungan Selatan Jawa Timur yang banyak dipengaruhi kegiatan tektonik dan magmatisme (Hartono, 2010) dan masuk ke dalam Geologi Lembar Pacitan (Samodra et al., 1992). Gambar 3 merupakan daerah penelitian yang ditandai dengan kotak berwarna merah. Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Pacitan (Samodra et al., 1992), daerah penelitian berada dalam Formasi Mandalika dan Formasi Arjosari. Formasi Mandalika tersusun oleh perselingan lava, breksi gunung api, dan batupasir tuf. Formasi Arjosari terdiri atas breksi aneka bahan, tuf, tuf lapilli, konglomerat, batupasir dan batulempung.

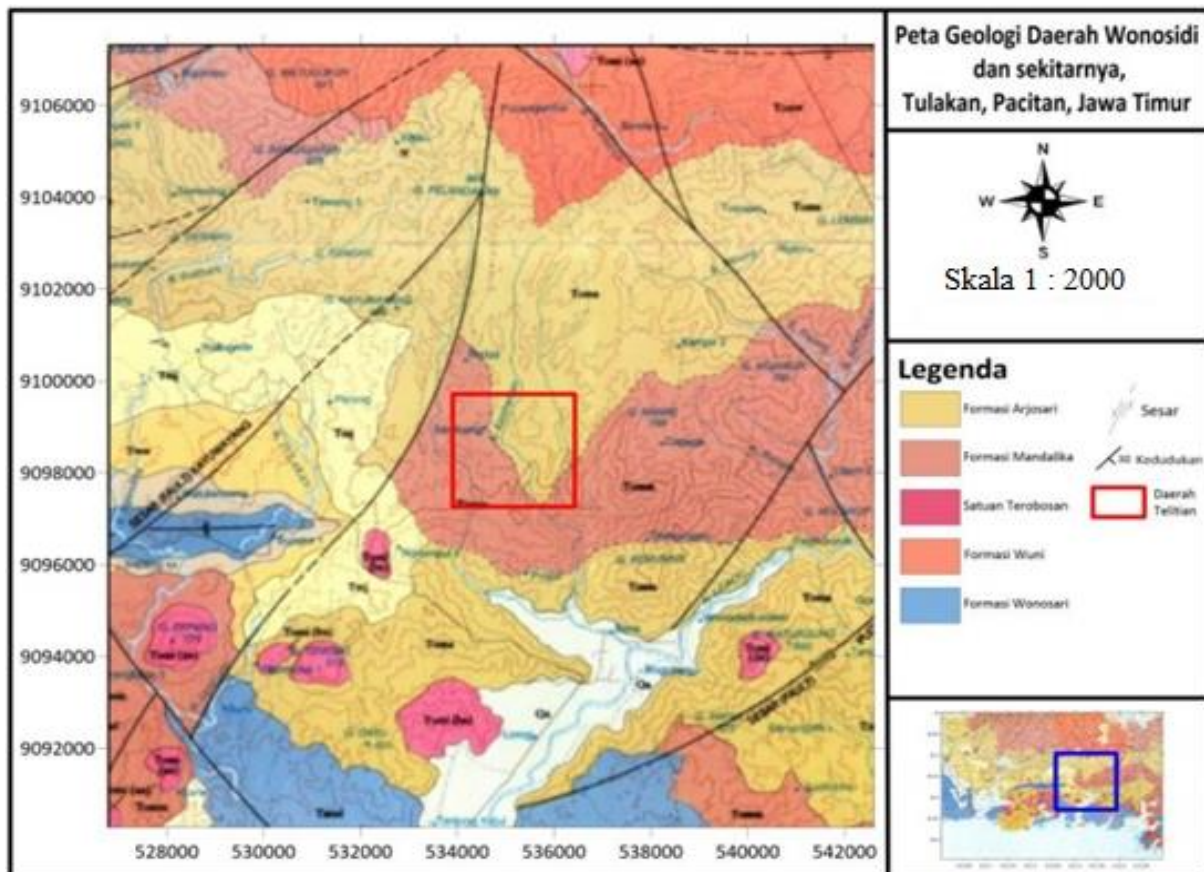
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Anomali Magnetik

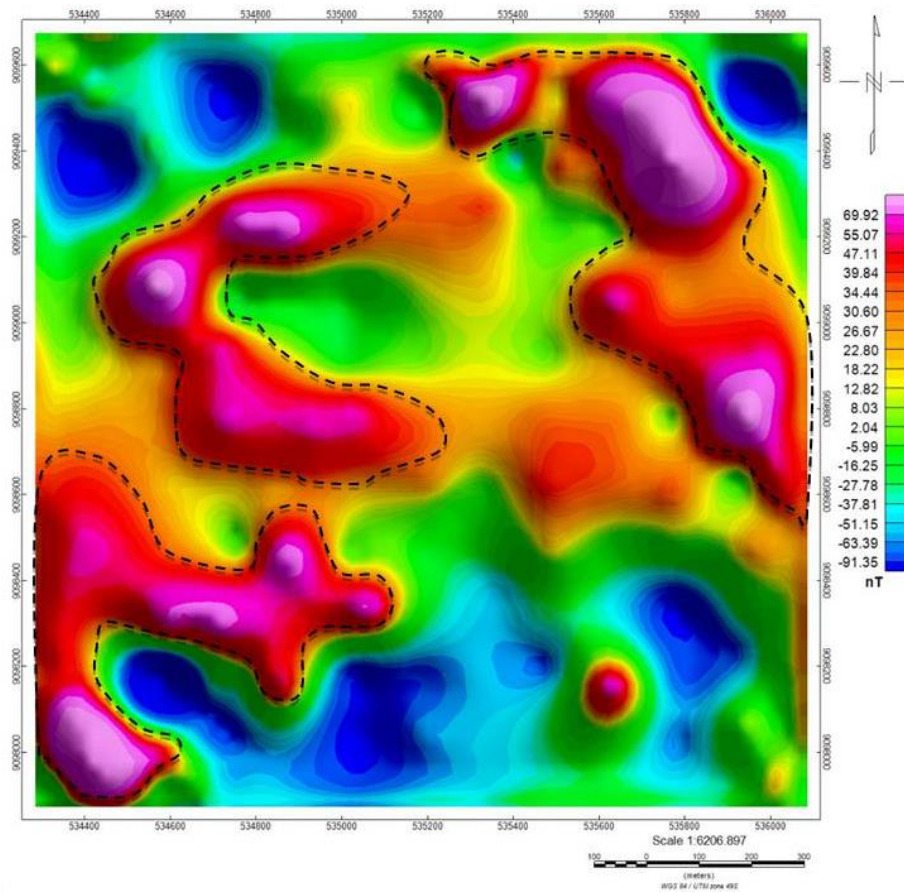
Nilai anomali kemagnetan masih dipengaruhi oleh dua magnet bumi perlu menghilangkan efek dipol, dengan mengubah nilai inklinasi menjadi 90 serta deklinasi 0 pada pengolahannya (Gambar 4). Hal ini dilakukan untuk mendapatkan respon anomali medan magnet yang berada tepat di atas sumbernya serta dapat mempermudah interpretasi terhadap peta tersebut. Peta anomali magnetik (H_a) pada Gambar 4, menggunakan efek bayangan untuk membantu interpretasi pola kontinuitas dan anomali yang diinterpretasikan dalam hal struktur geologi, litologi, dan potensi mineralisasi bawah permukaan.

3.2. *Reduced to Pole*

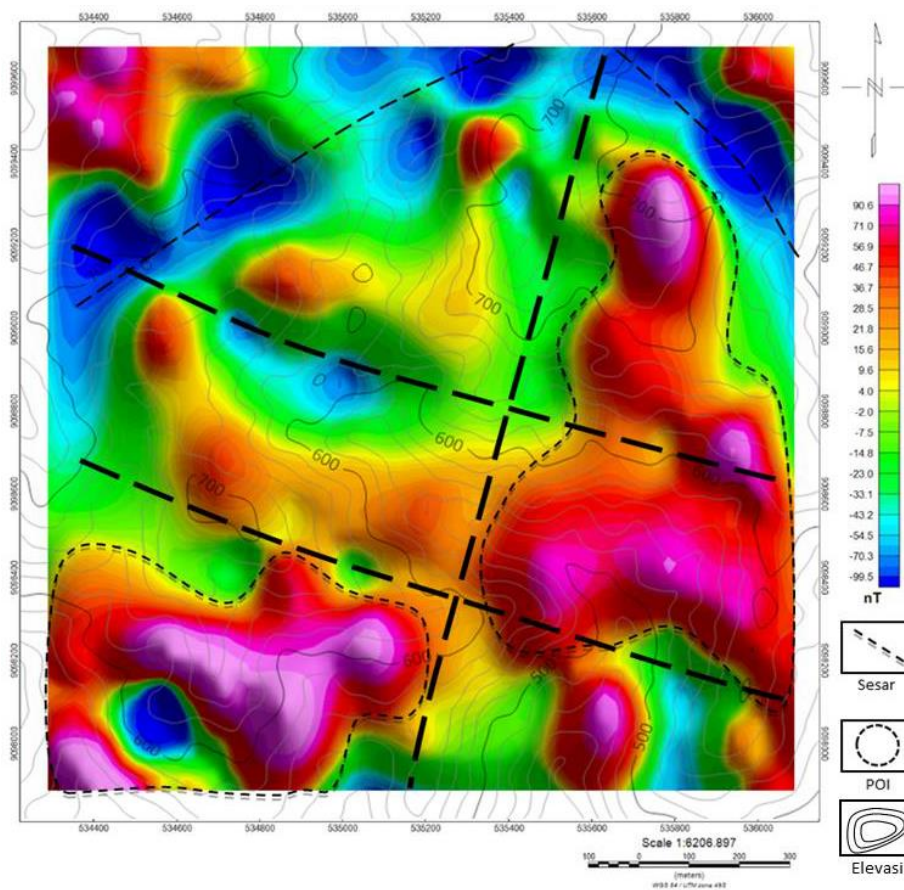
Setelah mendapatkan gambaran anomali magnetik di daerah penelitian, data magnetik direduksi menjadi efek dua kutub magnet bumi, dan nilai magnetik yang diperoleh menjadi *monopole*. Nilai magnetik yang ditampilkan adalah anomali yang berada tepat di atas sumbernya. Pola yang didapatkan pada peta *Reduced to Pole* (RTP) tidak jauh berbeda dengan pola pada peta H_a (Gambar 5), namun ada beberapa bagian yang mengalami peningkatan nilai seperti yang ditandai oleh pola putus-putus warna hitam. Hal tersebut disebabkan oleh hilangnya efek dipol pada peta tersebut.



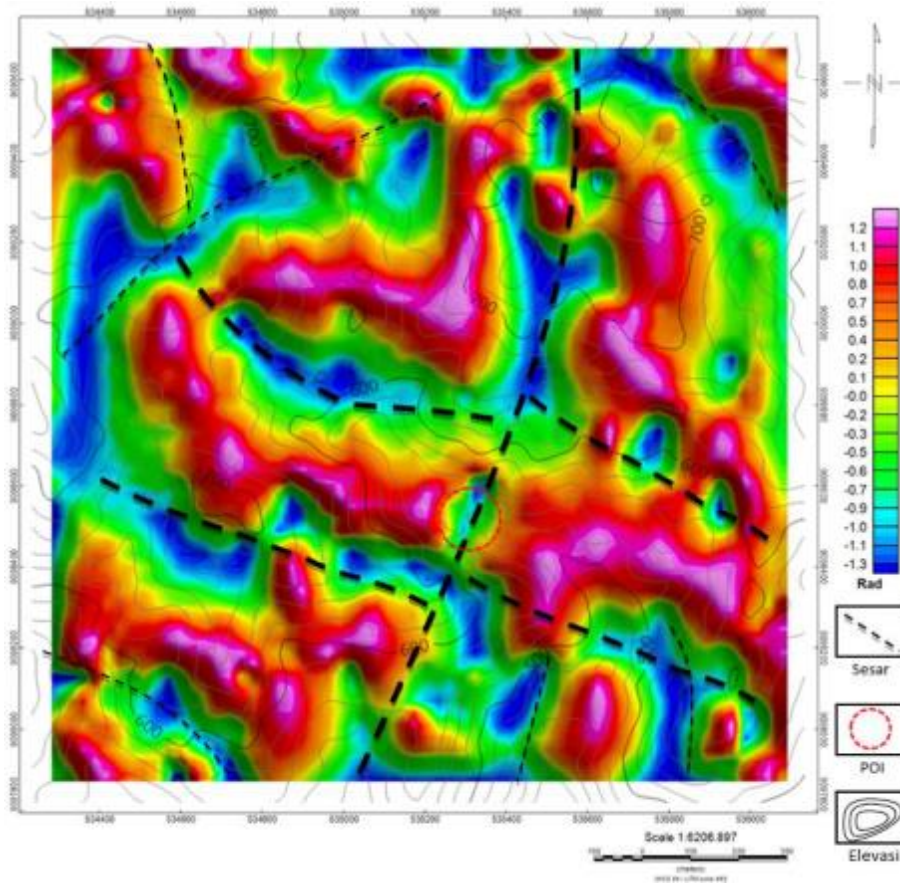
Gambar 3. Geologi daerah penelitian (Samodra et al., 1992).



Gambar 4. Peta anomali magnetik.



Gambar 5. Peta *reduced to pole*.



Gambar 6. Peta *tilt derivative*.

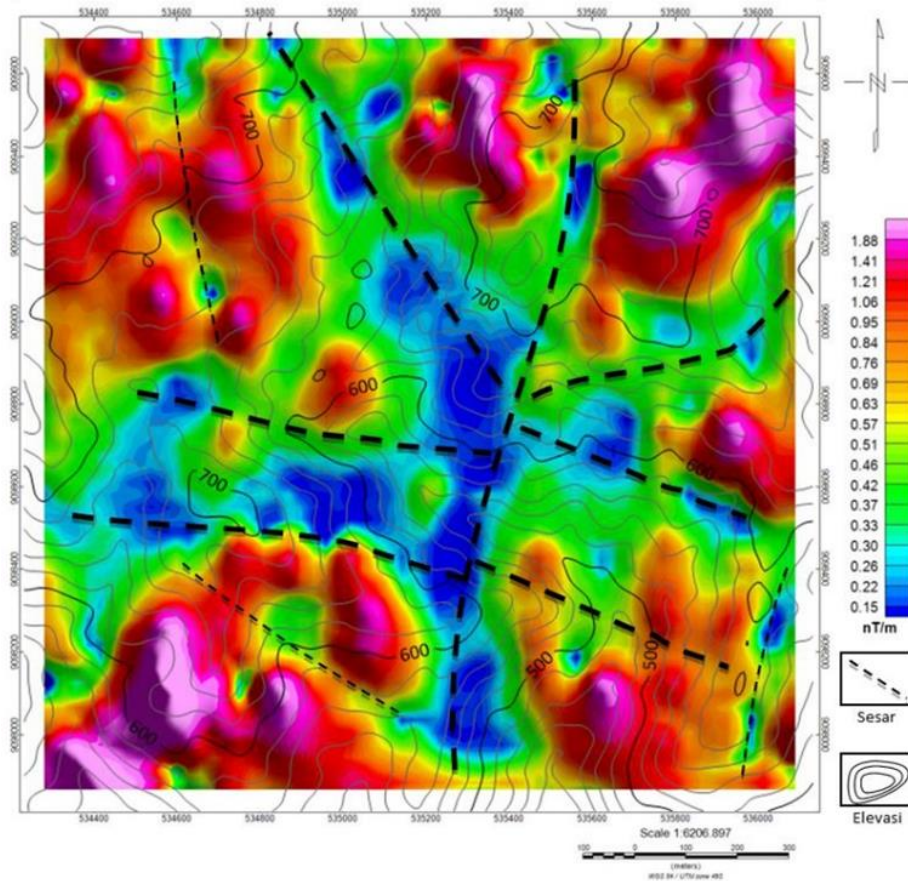
Terlihat pula pola-pola anomali yang menunjukkan adanya struktur pada daerah penelitian yang digambarkan dengan garis hitam putus-putus. Selain itu, pada Gambar 7 terlihat adanya nilai anomali magnetik rendah yang membentuk pola melengkung atau mengerucut pada bagian atas daerah penelitian. Hal ini disebabkan oleh adanya respon dari struktur yang berorientasi timurlaut-baratdaya dan barat laut-tenggara yang ada di daerah penelitian.

Sebelah barat daya daerah penelitian terdapat pola yang menunjukkan respon magnetik yang tinggi akibat adanya intrusi dasit pada daerah penelitian. Terdapat pula nilai magnetik yang tinggi pada bagian timur daerah penelitian yang diinterpretasikan sebagai intrusi andesit. Diinterpretasikan pula bahwa intrusi-intrusi tersebut mengontrol adanya alterasi dan mineralisasi di daerah penelitian. Nilai anomali magnetik yang bernilai sedang hingga tinggi pada bagian tengah daerah penelitian diinterpretasikan sebagai satuan lava andesit dari Formasi Mandalika yang juga dipengaruhi oleh struktur yang berorientasi barat laut-tenggara dan timur laut - barat daya.

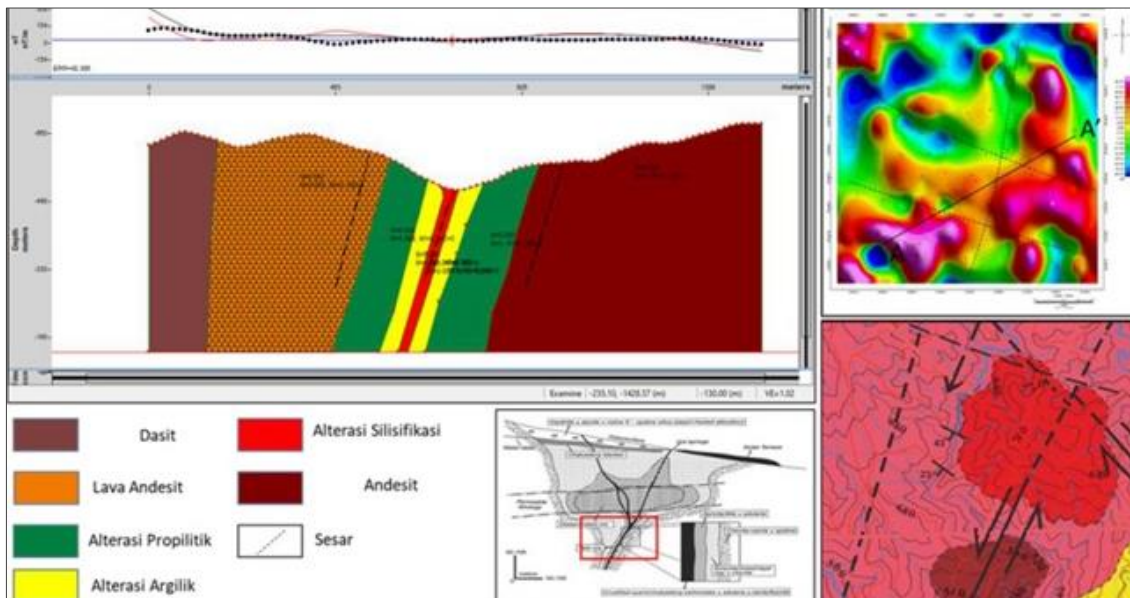
3.3. *Tilt Derivative*

Tilt Derivative merupakan filter untuk mempertegas batas antar anomali terutama pada anomali yang bersifat dangkal dengan mempertajam perbedaan sudut gelombangnya menggunakan fungsi tangensial. Identifikasi struktur dangkal dalam hal mineralisasi, terutama pada cebakan sistem epitermal diperlukan untuk mendelineasi keberadaan endapan mineral bijih. Di bandingkan dengan Gambar 5 yang teridentifikasi memiliki 3 struktur utama, Gambar 6 terlihat memiliki pola kelurusan anomali yang lebih banyak. Selain 3 struktur yang ditandai dengan garis putus-putus, terdapat pula pola struktur yang ditandai dengan garis putus-putus yang lebih tipis. Struktur tersebut dimungkinkan muncul akibat dari aktivitas 3 struktur utama yaitu sesar dengan orientasi hampir timur laut - barat daya serta 2 sesar berorientasi hampir barat laut-tenggara.

Peta pada Gambar 6 masih menunjukkan pola sesar utama yang diduga mengontrol alterasi dan mineralisasi di daerah penelitian, namun setelah dilakukan *filter Tilt Derivative* terlihat bahwa sesar-sesar minor yang ada di daerah penelitian merupakan sesar yang bersifat lokal. Berdasarkan survei yang dilakukan, terdapat alterasi berupa zona silisifikasi yang ditandai dengan lingkaran merah serta zona argilik dan propilitik yang berada di sekitar zona silisifikasi tersebut.



Gambar 7. Peta *analytic signal*.



Gambar 8. Model konseptual geologi penampang A-A'.

3.4. Analytic Signal

Peta *analytic signal* merupakan gambaran nilai kemagnetan yang difilter menggunakan *filter Analytic Signal*. Gambar 7 menunjukkan hubungan nilai magnetik dengan lokasi sumber anomali magnetiknya. Peta sinyal analitik ini menunjukkan bahwa terdapat nilai panjang gelombang yang rendah yang ditunjukkan dengan garis putus-putus yang tebal. Hal ini dimungkinkan akibat adanya struktur yang bersifat dangkal dan juga adanya alterasi, belum diketahui apakah alterasi berderajat rendah, sedang, maupun tinggi. Selain itu, pola sinyal yang bernilai tinggi lebih banyak

dibandingkan dengan peta *Reduced to Pole* pada Gambar 5. Pola pada bagian baratdaya dan bagian timur daerah penelitian tetap dipengaruhi oleh adanya intrusi dasit dan andesit.

3.5. Model Geologi

Model konseptual geologi pada Gambar 8 dibuat berdasarkan sayatan pada peta *Reduced to Pole* (A-A') dengan pertimbangan penelitian terdahulu yang berlokasi tepat di daerah penelitian dan model endapan epitermal sulfidasi rendah (Hedenquist et al., 2000). Berdasarkan sayatan tersebut diinterpretasikan pada awal lintasan terdapat batuan dasit dan pada ujung sayatan terdapat batuan andesit sesuai dengan pembahasan sebelumnya. Bagian tengah dari sayatan tersebut didominasi oleh satuan lava andesit mandalika yang teralterasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini terdapat sesar di daerah penelitian yang dihasilkan dari peta *reduce to pole*, *analytic signal* dan *tilt derivative*. Ketiga peta tersebut menunjukkan arah sesar ke arah barat laut-tenggara dan arah timur laut – barat daya. Sesar yang berarah timur laut – barat daya tersebut diperkirakan sebagai sesar pengontrol mineralisasi. Pada model konseptual geologi terdapat dua intrusi (dasit dan andesit). Mineralisasi; sesar; intrusi; dasit; andesit

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta atas hibah penelitian dosen serta pendanaan yang diberikan. Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu semua proses dalam penelitian ini.

6. REFERENSI

- Chandra, P. (2015). The magnetic method. *Groundwater Geophysics in Hard Rock*, 63–85. <https://doi.org/10.1201/b19255-6>
- Corbett, G. J., & Leach, T. M. (1998). Southwest Pacific rim gold–copper systems: structure, alteration and mineralization. *Society of Economic Geologists, Special Pu*(May 1997), 236.
- Dentith, M., & Mudge, S. (2014). Geophysics for the mineral exploration geoscientist. *AusIMM Bulletin*, 6. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139024358>
- Fatimah, F. (2019). Pemodelan Bawah Permukaan Manifestasi Mineral Dengan Metode Geomagnetik Daerah Pacitan Jawa Timur. *Kurvatek*, 4(1), 25–33. <https://doi.org/10.33579/krvtk.v4i1.1113>
- Hartono, G. (2010). *Produk Batuan Gunung Api Tersier Jawa Tengah the Role of Paleovolcanism in the Tertiary Volcanic Rock Product Setting At Mt . Gajahmungkur , Wonogiri , Central Jawa the Role of Paleovolcanism in the Tertiary Volcanic Rock Product Setting*.
- Idrus, A., Djoko Wintolo, dan, Bumi Tadulako Tondo, K., Soekarno Hatta Km, J., & Sulawesi Tengah, P. (2013). *Eksplorasi Endapan Hidrotermal di Daerah Kasihan, Pacitan, Jawa Timur Hydrothermal Deposit Exploration in Kasihan Area, Pacitan, East Java*. 18(4), 12–22. <http://jgsm.geologi.esdm.go.id>
- Reynolds, J. M. (1997). An introduction to applied and environmental geophysics. In *An introduction to applied and environmental geophysics*. Wiley-Blackwell.
- Hedenquist, J. W., Arribas, A. R., & Gonzalez-Urien, E. (2000). *Exploration for Epithermal Gold Deposits*. 13, 247–277.
- Samodra, H., Gafur, S., dan Tjokrosaputro, S. (1992). Geologi Lembar Pacitan, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi; Bandung.
- Seizarsyah, T., Setiahiwibowo, A. P., Maskuri, F., & Sutarto, S. (2022). Identification of Alteration-Mineralization in Skarn Deposit System based on Time-Domain Induced Polarization Method Approach in Kasihan Area, Pacitan, East Java. *Jurnal Geoceles*, 6(1), 56–63. <https://doi.org/10.20956/geoceles.v6i1.17558>
- Setiawan, S. I. (2012). *Paragenesa Mineral Bijih Sulfida Hidrotermal Di Daerah Kluwih Kabupaten Pacitan Jawa Timur: Pendekatan Berdasarkan Mineralogi Dan Inklusi Fluida Ore Mineral*

- Paragenesis of Hydrothermal Mineralization of Kluwih, Pacitan, East Java: Based on Mineralogy and*. 22(1), 25–33.
- Sudarsono, Indarto, S., Setiawan, I., Ismayanto, A. F., & Listiyowati, L. N. (2009). Genesa Mineralisasi Logam Hidrotermal Daerah Pacitan Jawa Timur. *Prosiding "Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Geoteknologi - LIPI,"* 9–18.
- Sunaryo, & Susilo, A. (2015). Vulnerability of Karangates dams area by means of zero crossing analysis of data magnetic. *AIP Conference Proceedings*, 1658. <https://doi.org/10.1063/1.4915059>
- Verduzco, B., Fairhead, J., Green, C., & MacKenzie, C. (2004). Coordinated by John Peirce. *Leading Edge (Tulsa, OK)*, 23(2), 116–119.
- Widodo, W., & Simanjuntak, S. (2002). Hasil Kegiatan Eksplorasi Mineral Logam Daerah Pegunungan Selatan Jawa Timur (JICA / MMAJ - Jepang) Dan Cianjur (KIGAM – Korea). In *Kolokium Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral (DIM) TA. 2002* (Issue Dim, pp. 8-1-8–14).
- Wiloso, D. A., & Yudha, R. A. M. (2018). Studi Pendahuluan Alterasi dan Mineralisasi di Dusun Dagen, Desa Gemahrejo, Kecamatan Tegalombo, Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur. *Prosiding SNAST, September*, 385–396.