

Analisis Potensi Sebaran Mineral Logam Berdasarkan Data Anomali Magnetik

Bonefasius Hati Sanbein, Hadi Imam Sutaji, Bernandus

Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Indonesia

*Correspondence e-mail: hadifis.physics@gmail.com

Abstract

One of the the magnetic anomalies pattern and the layering of subsurface rock that are thought to be associated with metallic minerals has been done in Fatunisuan area, Miomaffo Barat District, Timor Tengah Utara Regency. Qualitative interpretation of the research results shows that the magnetic anomaly pattern at the study site is around -60 nT to 160 nT which is divided into low anomaly (-160 nT to 0 nT), moderate anomaly (0 nT to 100 nT) and high anomaly (100 nT to 100 nT). 160 nT). For the quantitative interpretation of the A-A1 incision, the B-B1 incision and the C-C1 incision to indicate that the rock with the greatest susceptibility value, namely limestone between 0.00127 cgs to 0.00791 cgs is thought to be associated with metallic minerals. The distribution of these limestones can be found dominantly in the southwest, west-southwest, northeast, east-northeast, west, west-northwest and southeast directions.

Keywords: Magnetic anomaly, Susceptibility, Metallic minerals

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pola anomali magnetik dan perlapisan batuan bawah permukaan yang diduga berasosiasi dengan mineral logam pada daerah Fatunisuan Kecamatan Miomaffo Barat Kabupaten Timor Tengah Utara. Interpretasi kualitatif dari hasil penelitian memperlihatkan pola anomali magnetik di lokasi penelitian bernilai sekitar -60 nT sampai 160 nT yang terbagi atas anomali rendah (-160 nT sampai 0 nT), anomali sedang (0 nT sampai 100 nT) dan anomali tinggi (100 nT sampai 160 nT). Untuk interpretasi kuantitatif dari sayatan A-A1, sayatan B-B1 dan sayatan C-C1 menunjukkan bahwa batuan yang memiliki nilai suseptibilitas terbesar, yaitu batugamping antara 0,00127 cgs sampai 0,00791 cgs diduga berasosiasi dengan mineral logam. Sebaran batugamping ini dapat ditemukan secara dominan pada sekitar arah barat daya, barat-barat daya, timur laut, timur-timur laut, barat, barat-barat laut dan Tenggara.

Kata kunci: Anomali magnetik, Suseptibilitas, Mineral logam

1. Pendahuluan

Pulau Timor memiliki variasi litologi dan geologi batuan. Hal ini terjadi karena Pulau Timor terbentuk dari aktivitas lempeng tektonik. Secara tektonik, Pulau Timor tidak dapat dipisahkan dari kerak Australia yang ditandai oleh adanya batuan malihan dan mineral sebagai akibat terjadinya benturan Busur Banda.

Keberadaan mineral dapat dijumpai pada berbagai wilayah di Pulau Timor, misalnya Kota Kupang, Kabupaten Kupang, Kabupaten Timor Tengah Selatan dan Kabupaten Timor Tengah Utara. Khusus pada Kabupaten Timor Tengah Utara, potensi keberadaan mineral dapat ditemukan di berbagai daerah, seperti Biboki, Noemuti, Insana dan Kefamenanu. Selain daerah tersebut, salah satu daerah yang memiliki potensi mineral adalah daerah Fatunisuan yang berada pada Kecamatan Miomaffo Barat.

Adanya potensi mineral pada daerah Fatunisuan terkait dengan struktur bawah permukaannya yang didominasi batuan lempung dan batugamping dengan jenis mineral berupa mineral logam dalam bentuk endapan skarn (Sasmito, 2013). Pernyataan itu juga didukung informasi geologi yang menyebutkan daerah Fatunisuan salah satunya tersusun atas formasi batuan kompleks bobonaro sehingga memungkinkan keberadaan logam tersebut di duga berasosiasi dengan batuan lain pada formasi ini

Untuk itulah, keberadaan logam pada daerah Fatunisuan tersebut perlu diteliti lebih lanjut, baik terkait pola sebarannya di bawah permukaan maupun singkapannya di atas permukaan. Pada bawah permukaan, keberadaan logam yang diduga berasosiasi dengan batuan tertentu dapat diketahui gambaran pola persebarannya melalui metode geomagnetik yaitu salah satu contoh metode pada ilmu geofisika.

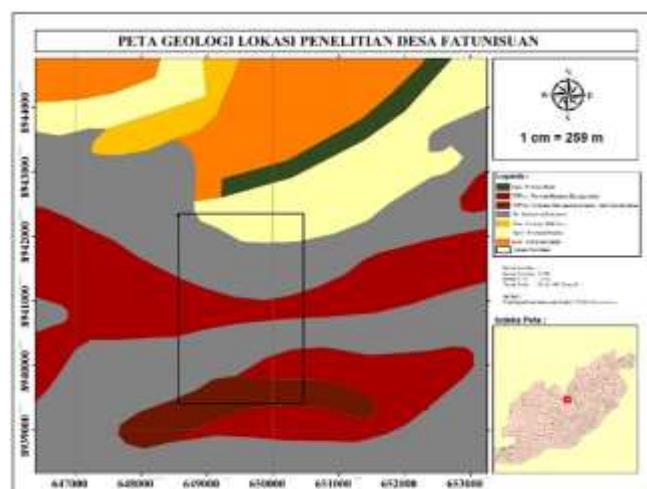
Menurut Patya, dkk. (2018), metode geomagnet merupakan metode geofisika yang bersifat pasif karena pengukuran dilakukan dengan cara memanfaatkan medan alami yang dihasilkan oleh bumi. Metode geomagnetik didasarkan pada adanya pola anomali magnetik pada batuan bawah permukaan. Pola anomali ini ada karena pengaruh sifat kemagnetan bumi dan batuan bawah permukaan yang terinduksi sehingga menghasilkan perbedaan tingkat magnetisasi batuan yang ditunjukkan susceptibilitas (Umamii, dkk., 2017). Nilai susceptibilitas merupakan nilai yang dinyatakan dalam menentukan kemampuan suatu batuan untuk dapat termagnetisasi (Sirait, 2021).

Batuan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis sesuai karakteristik yang dimilikinya. Jika klasifikasinya didasarkan pada sifat kemagnetannya, maka batuan dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu batuan diamagnetik, paramagnetik, ferromagnetik (Purnama, 2016). Sementara jika klasifikasinya ditinjau dari proses pembentukannya, batuan terbagi atas batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf (Noor, 2012), dimana pernyataan tersebut juga dikemukakan Mutia, dkk. (2018).

2. Metodologi

2.1. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di daerah Fatunisuan Kecamatan Miomaffo Barat Kabupaten Timor Tengah Utara. Secara topografi dan morfologi, daerah Fatunisuan berupa perbukitan bergelombang, berlereng landai sampai agak terjal dan di beberapa tempat terlihat tonjolan-tonjolan seperti bukit. Namun, secara geologi daerah Fatunisuan tersusun atas beberapa formasi batuan seperti terlihat di Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Peta geologi lokasi penelitian

2.2. Alat dan bahan penelitian

Pada penelitian ini, alat dan bahan yang digunakan antara lain, *Proton Precession Magnetometer* (PPM) tipe GSM-19T, GPS, kompas, *software surfer*, *software Magpick*, *software Mag2DC* dan *software IGRF*, tabel susceptibilitas batuan dan mineral serta peta geologi lokasi penelitian pada peta lembar Kupang-Atambua.

2.3. Prosedur penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan yang menjadi prosedur pelaksanaannya, dimana tahapan tersebut diawali survei lokasi penelitian, akuisisi data dan pengolahan data, pembahasan serta kesimpulan.

Survei lokasi dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi terkait lokasi penelitian

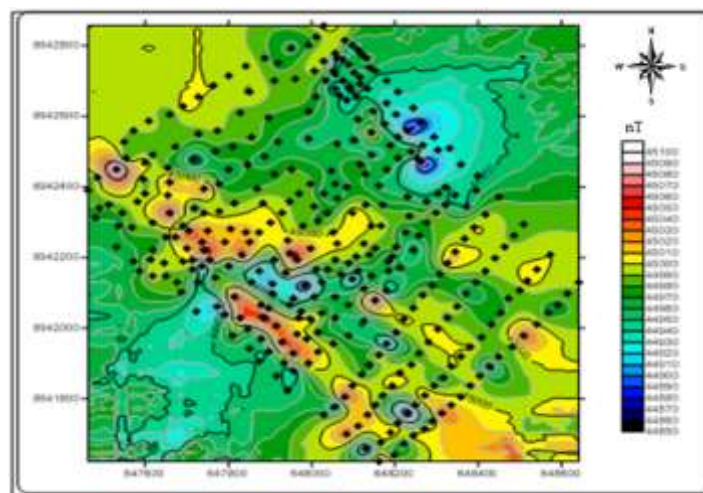
seperti topografi, morfologi dan geologi serta penentuan titik ukur dan lintasan. Sementara pada akuisisi data, bentuk data yang diperoleh berupa koordinat titik ukur, medan magnet total dan variasi harian.

Untuk tahapan pengolahan data dimulai dari tahapan koreksi variasi harian, koreksi medan magnet utama bumi, pemetaan anomali medan magnet, kontinuitas ke atas, pemberian sayatan dan pemodelan sehingga diperoleh nilai suseptibilitas. Nilai suseptibilitas yang diperoleh kemudian dijadikan dasar dalam pembahasan untuk identifikasi keberadaan mineral logam yang berasosiasi dengan batuan tertentu pada bawah permukaan yang diringkas pada bagian kesimpulan termasuk arah persebarannya.

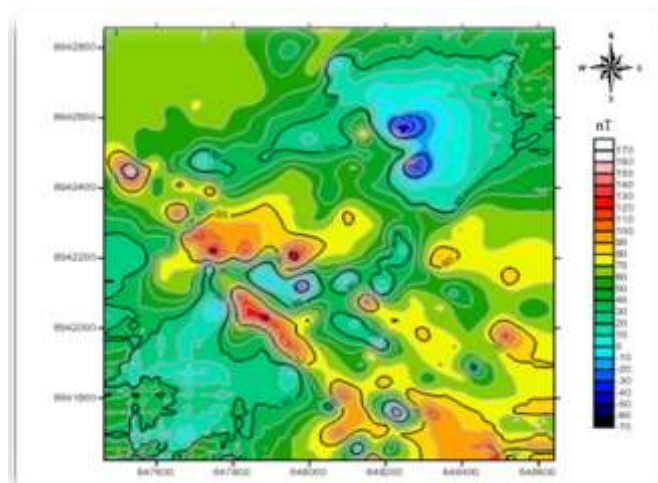
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Data penelitian yang berupa nilai medan magnet total diperoleh dari 331 titik ukur yang memiliki rentang nilai antara 44850 nT sampai 45100 nT. Untuk sebaran titik-titik ukur dan rentang nilai medan magnet total tersebut terlihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Sebaran titik-titik ukur dan medan magnet total (interval 10 nT).

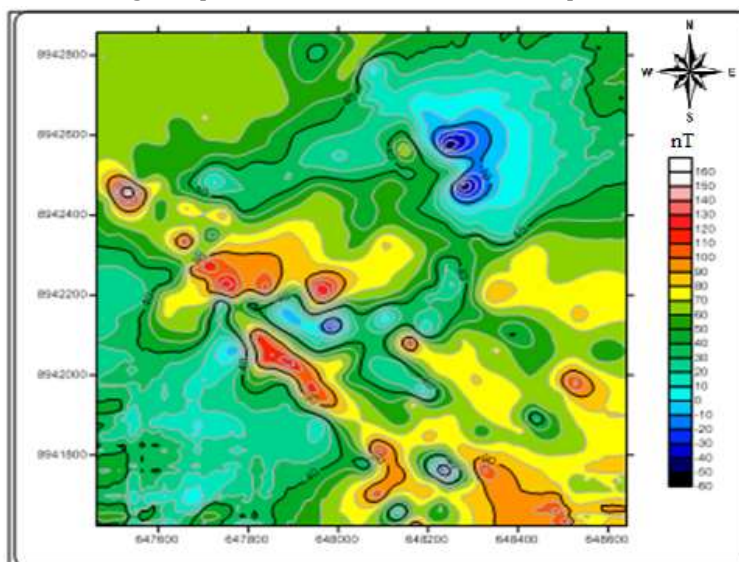


Gambar 3. Kontur anomali magnetik (ΔH) lokasi penelitian (interval 10 nT).

Nilai medan magnet total kemudian diolah lebih lanjut dengan mempertimbangkan faktor koreksi

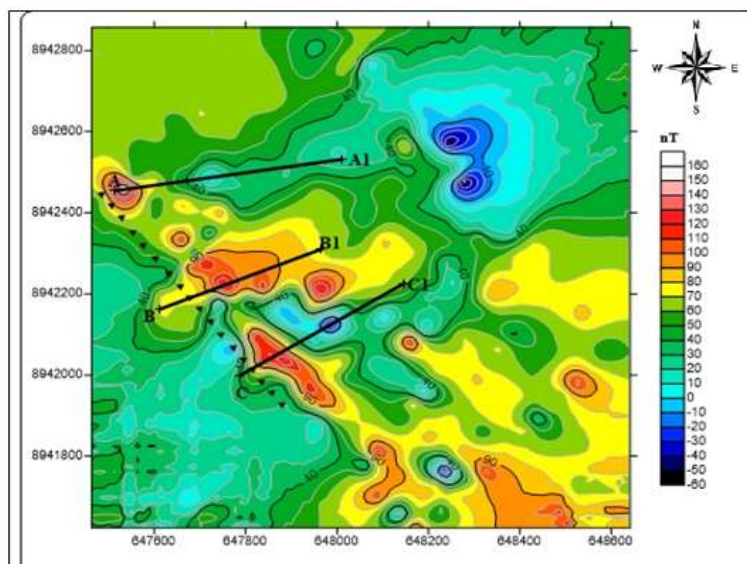
nilai IGRF dan variasi harian sehingga diperoleh nilai anomali magnetik yang ditampilkan pada Gambar 3.

Pada nilai anomali magnetik ini masih terpengaruh efek magnetik lokal. Untuk itu diperlukan proses kontinuasi ke atas (*upward continuation*) agar efek magnetik lokal terpisahkan dari berbagai sumber benda magnetik di permukaan dan efek magnetik lokal yang tidak terkait dapat dihilangkan. Proses kontinuasi ke atas dilakukan pada ketinggian 2 m yang dianggap kontur anomali magnetiknya lebih halus dan anomali lokalnya telah hilang. Adapun hasil kontinuasi ke atas tampak di Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Hasil kontinuasi ke atas (2 m).

Setelah proses kontinuasi ke atas dilakukan, maka dilanjutkan dengan pemberian sayatan terhadap hasil kontinuasi tersebut. Pemberian sayatan ini dimaksudkan sebagai dasar pemodelan untuk mendapatkan bentuk, jenis dan ukuran benda penyebab anomali. Berikut gambar peta sayatan tersebut (Gambar 5).



Gambar 5. Sayatan magnetik yang dimodelkan.

3.2. Interpretasi kualitatif

Received: 26 Mei 2022, Accepted: 10 Juni 2022 - Jurnal Photon Vol.12 No.2

DOI : <https://doi.org/10.37859/jp.v12i2.3671>

PHOTON is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Nilai kontur anomali magnetik (ΔH) memiliki rentang nilai sekitar -60 nT sampai 160 nT. Rentang nilai ini dibagi tiga pola yaitu anomali rendah, sedang dan tinggi. Anomali rendah bernilai sekitar -60 nT sampai 0 nT yang dominasinya tersebar sekitar arah timur laut. Anomali sedang dengan nilai sekitar 0 nT sampai 100 nT memiliki arah dominasi sebaran sekitar arah barat daya, barat-barat daya, timur laut dan timur-timur laut. Untuk anomali tinggi secara dominasi tersebar sekitar arah barat, barat-barat laut dan Tenggara memiliki nilai sekitar 100 nT sampai 160 nT.

Ada dugaan bahwa anomali rendah berada pada formasi batuan haulasi dan anomali sedang di formasi batuan maubisse sementara anomali tinggi pada formasi batuan kompleks bobonaro. Dugaan ini didasarkan pada geologi batuan bawah permukaan lokasi penelitian yang terdiri atas formasi batuan haulasi, maubisse dan kompleks bobonaro.

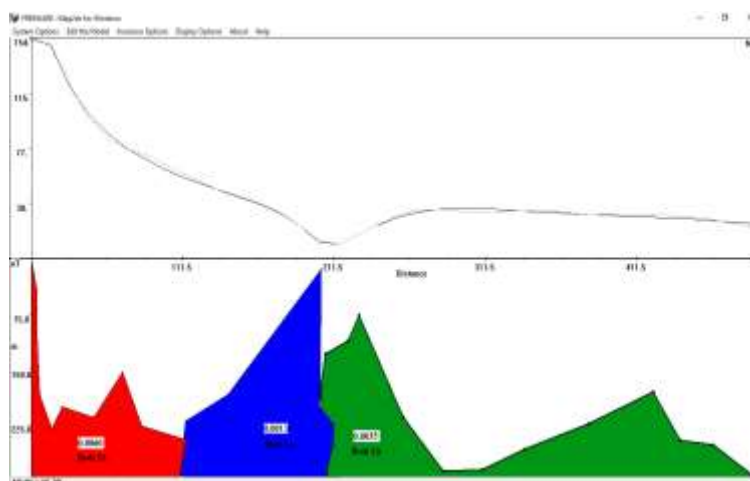
Selain itu ada dugaan area anomali tinggi merupakan area batuan yang berasosiasi dengan logam. Hal ini disebutkan pada studi literatur bahwa mineral logam berasosiasi dengan satuan bancuh (kompleks bobonaro) yang terdiri atas batuan campur aduk yang tersusun atas batuan metamorf, lava dan batuan sedimen berupa batugamping, dengan batulempung "Scaly Clay" sebagai massa dasar (Sasmito, 2013).

3.3. Interpretasi kuantitatif

Pemberian sayatan dan pemodelan 2D dapat memberikan gambaran tentang keadaan batuan bawah permukaan. Sayatan yang diberikan berjumlah tiga buah, yaitu sayatan A-A1, sayatan B-B1 dan sayatan C-C1 dengan koordinat pada Tabel 1.

Tabel 1. Koordinat sayatan.

Sayatan	Bujur (UTM)	Lintang (UTM)
A	8942454.281	647514.438
A1	8942531.731	648010.116
B	8942162.185	647611.803
B1	8942310.446	647965.859
C	8941998.434	647786.618
C1	8942226.358	648147.313



Gambar 6. Hasil pemodelan sayatan A-A1.

Untuk pemodelannya, input yang digunakan berupa inklinasi sebesar -34,6686 dan deklinasi 1,5222 pada kedalaman 300 m dengan nilai IGRF sebesar 44920,8 nT serta nilai suseptibilitas batuan dan mineral (Telford, et. al., 1990). Hasil pemodelan ketiga sayatan tersebut terdapat pada Gambar 6, 7 dan 8.

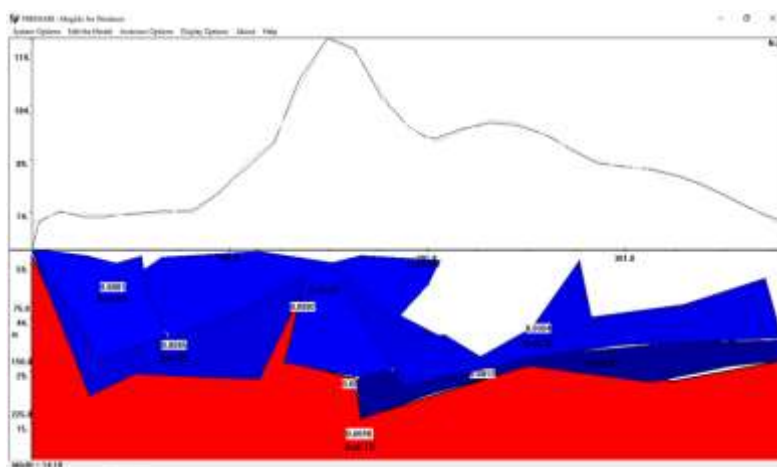
Pemodelan sayatan A-A1 memiliki panjang lintasan 500 m dan kedalaman 300 m, nilai error 16,39% dan nilai korelasi 0,998705. Ada dugaan jenis batuan pada sayatan ini hanya berupa batugamping yang terbagi atas bodi 1A, 2A dan 3A seperti tertulis di tabel 2 dan secara berurutan berwarna hijau, biru dan merah. Sementara nilai suseptibilitas bodi 1A adalah 0,00352 cgs, bodi 2A yaitu 0,00133 cgs dan bodi 3A senilai 0,00608 cgs.

Tabel 2. Hasil pemodelan sayatan A-A1.

Bodi Sayatan	k (cgs)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jarak (m)	Litologi Batuan	Asosiasi Mineral Logam
1A	0,00352	76,9-300	123,0	206,8-500,0	Batugamping	Berasosiasi
2A	0,00133	14,4-300	187,5	109,6-211,1	Batugamping	Berasosiasi
3A	0,00608	7,8-300	148,0	0-113,5	Batugamping	Berasosiasi

Sayatan A-A1 terbentang dari sekitar arah barat-barat daya sampai arah timur memiliki sebaran batugamping sebagai litologi batuan bawah permukaan di sepanjang sayatan. Namun persebarannya lebih dominan pada arah barat-barat daya. Jika dikaitkan dengan anomali magnetiknya maka sayatan A-A1 memiliki nilai sekitar 15-155 nT yang merupakan anomali sedang dan tinggi. Kedua anomali tersebut diduga berada pada formasi batuan Maubisse dan kompleks bobonaro dengan batugamping sebagai salah satu penyusunnya, selain lempung dan batu pasir.

Pada pemodelan sayatan B-B1 diperoleh hasil litologi batuan dengan dugaan sebanyak dua jenis, yaitu batugamping dan batu pasir. Arah persebaran keduanya berada di sepanjang lintasan, namun untuk dominasi sebaran dari batugamping ada di sekitar arah timur-timur laut sedangkan batu pasir lebih dominan di sekitar arah barat-barat daya.



Gambar 7. Hasil pemodelan sayatan B-B1.

Keberadaan batugamping dan batu pasir pada hasil pemodelan terbagi menjadi enam bodi, yaitu bodi 1B berwarna merah, bodi 2B berwarna biru, bodi 3B warna biru tua dan warna biru juga ada pada bodi 4B, bodi 5B serta bodi 6B yang terlihat ditunjukkan pada Gambar 7.

Untuk nilai suseptibilitasnya pada keenam bodi pada sayatan B-B1 tersebut secara berurutan adalah 0,00585 cgs; 0,00050 cgs; 0,00127 cgs; 0,00022 cgs; 0,00041 cgs dan 0,00012 cgs seperti yang tertulis di Tabel 3 berikut ini.

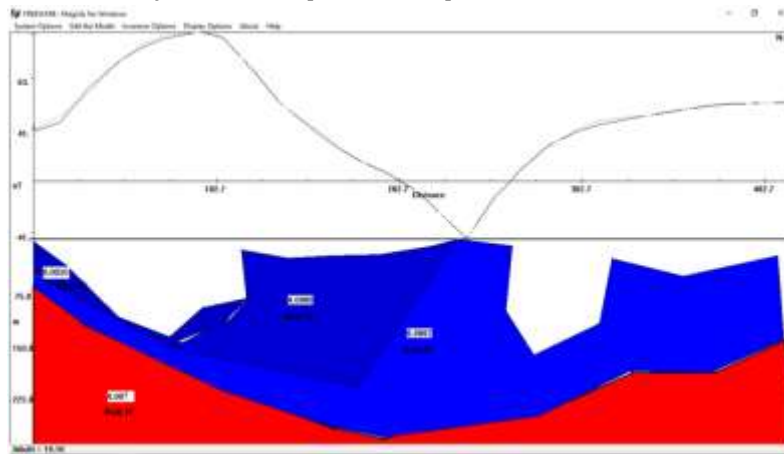
Tabel 3. Hasil pemodelan sayatan B-B1.

Bodi Sayatan k (cgs)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jarak (m)	Litologi Batuan	Asosiasi Mineral Logam	
1B	0,00585	7,5-300	142,0	0-383,2	Batugamping	Berasosiasi
2B	0,00050	3,3-206,2	85,0	2-141,8	Batu Pasir	Tidak Berasosiasi
3B	0,00127	113,5-223,0	71,5	165-383,2	Batugamping	Berasosiasi
4B	0,00022	1,7-168,5	100,5	62-208,0	Batu Pasir	Tidak Berasosiasi
5B	0,00041	15,5-175,2	65,5	152-206,0	Batu Pasir	Tidak Berasosiasi
6B	0,00012	0-145,5	135,5	0-72,5	Batu Pasir	Tidak Berasosiasi

Sayatan B-B1 memiliki bentangan arah mulai sekitar arah barat-barat daya sampai arah timur-timur laut dengan panjang lintasan 383,2 m, nilai korelasi 0.995846, error 14,10 % serta nilai anomali sekitar 0-126 nT.

Rentang nilai pada anomali tersebut menunjukkan bahwa bentangan sayatan B-B1 yang litologinya diduga berupa batugamping dan batu pasir juga diduga berada di daerah beranomali sedang dan tinggi, yaitu formasi batuan maubisse dan kompleks bobonaro.

Hasil pemodelan dari sayatan C-C1 diperlihatkan pada Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Hasil pemodelan sayatan C-C1.

Panjang lintasan sayatan C-C1 adalah 417,8 m yang memiliki bentangan sekitar arah barat-barat daya sampai arah timur laut. Pemodelan sayatan C-C1 dibuat pada kedalaman 300 m, nilai error 19,10 % serta korelasi 0,998964 dengan hasil dugaan litologi batuan sebanyak tiga jenis, yaitu batugamping, lempung dan batu pasir yang berada di rentang nilai anomali magnetik sekitar 0-124 nT.

Tabel 4. Hasil pemodelan sayatan C-C1.

Bodi Sayatan k (cgs)	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Jarak (m)	Litologi Batuan	Asosiasi Mineral Logam	
1C	0,00791	65,1-300	110,5	0-417,8	Batugamping	Berasosiasi
2C	0,00020	0,3-281,5	181,5	0-409,0	Batu Pasir	Tidak Berasosiasi
3C	0,00085	0-187,5	140,0	73-223,0	Batu Pasir	Tidak Berasosiasi
4C	0,00108	3-148,5	57,5	0-112,5	Lempung	Tidak Berasosiasi

Batugamping diwakili bodi 1 berwarna merah sedangkan bodi 2 dan bodi 3 dengan warna biru mewakili batu pasir serta warna biru tua pada bodi 4 mewakili lempung. Untuk arah persebarannya, batugamping terdapat di sepanjang lintasan dengan dominasi sebaran berada di sekitar arah barat-barat daya, begitu juga lempung tersebar di sekitar arah barat-barat daya. Namun untuk batu pasir, dominasi sebarannya di bagian tengah sayatan walaupun secara umum terdapat di sepanjang lintasan.

Selain arah persebaran, hasil pemodelan juga memperlihatkan bahwa ketiga litologi batuan

tersebut diduga berada pada anomali sedang dan tinggi, yaitu formasi batuan maubisse dan kompleks bobonaro. Berdasarkan nilai anomali magnetik dan hasil pemodelan pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, serta geologi lokasi penelitian, maka mineral logam diduga berasosiasi dengan batugamping dan mineral logam tersebut diduga berupa mangan (Mn).

Dugaan ini didasarkan pada hasil penelitian terhadap karakteristik mangan (Mn) yang menyebutkan bahwa prospek mineral mangan berupa nodul pada batugamping dan batugamping merupakan satuan batuan yang mempunyai prospek terdapatnya mineral mangan (Harjanto, 2021). Hal ini juga didukung oleh pernyataan dari hasil penelitian yang menyebutkan bahwa batugamping (*limestone*) bersisipan dengan mangan (Tiffany, dkk. 2021). Selain itu, disebutkan juga bahwa mineral logam pada daerah penelitian (daerah Fatunisuan) merupakan mineral logam yang tidak insitu sebagai hasil proses geologi yang terakumulasi pada zona-zona cebakan dan banyak ditemui berasosiasi dengan bongkah batugamping dan rijang dengan geometri berupa nodul yang tersebar secara acak di beberapa lokasi tertentu (Sasmito, 2013).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka diambil kesimpulan bahwa nilai anomali magnetik lokasi penelitian bernilai sekitar -60 nT sampai 160 nT dan terbagi atas anomali rendah, anomali sedang dan anomali tinggi. Untuk sebaran mineral logam yang diduga berasosiasi dengan batugamping memiliki dominasi sebaran sekitar arah barat daya, barat-barat daya, timur laut, timur-timur laut, barat, barat-barat laut dan Tenggara.

Daftar Pustaka

- Harjanto, A. (2021). Karakteristik Mangan (Mn) di Daerah Kliripan dan Sekitarnya, Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 4(1), 29-36. <https://doi.org/10.14710/jgt.4.1.2021.30-37>
- Mutia, S., Akmam, & Amir, H. (2018). Identifikasi Jenis Batuan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner (Identification of Rock Types Using The Geoelectric Resistivity Method of The Wenner Configuration). *Jurnal Pillar of Physics*, 11(1), 17-24. <http://dx.doi.org/10.24036/2716171074>
- Noor, J. (2012). Pengantar Geologi: Edisi Kedua (pp. 65). Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Pakuan: Pakuan University Press.
- Patya, D.I., Rusdiana, D., Purwanto, C., & Ardi, N. D. (2018). Identifikasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik Batuan di Laut Sulawesi. *Jurnal Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 5(1), 57-63. <https://doi.org/10.36754/jmkg.v5i1.68>
- Purnama, W. (2016). Isotermal Remanent Magnetisation. *Jurnal Electrans*, 14(1), 26-54.
- Sasmito, B. A. (2013). Identifikasi Zona Prospek Mineral Logam Menggunakan Metode Induksi Polarisasi Daerah Fatunisuan Kecamatan Miomaffo Barat Nusa Tenggara Timur. Sebuah Penelitian Sarjana. Yogyakarta: Program Studi Teknik Geofisika Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- Sirait, R. (2021). Analisis Anomali Magnetik dalam Penentuan Struktur Geologi dan Litologi Bawah Permukaan sebagai Manifestasi Panas Bumi di Panyabungan Selatan Sumatera Utara. *Jurnal Fisika Flux*, 18(2), 83-92. DOI: 10.20527/flux.v18i2.7402
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. (1990). Applied Geophysics: Second Edition (pp. 74). Cambridge University, New York-USA: Cambridge University Press.
- Tiffany, A. A., Riskiya, F., Priyantari, N., & Suprianto, A. (2021). Analisis Keberadaan Batuan Mangan

Menggunakan Metode Golistik 1D dan Pengukuran Resistivitas Sampel di Laboratorium. *Jurnal Pijar MIPA*, 16(1), 86-90. DOI: 10.29303/jpm.v16i1.1306

Umamii, A.M., Yulianto, T., & Wardhana, D. D. (2017). Aplikasi metode magnetik untuk identifikasi sebaran bijih besi di Kabupaten Solok Sumatera Barat. *Youngster Physics Journal*, 6(4), 296-303.