

ANALISIS SEBARAN ANOMALI GRAVITASI UNTUK OBSERVASI STRUKTUR GEOLOGI ZONA MINERALISASI DI DAERAH CIARINEM DAN SEKITARNYA

Sri Harsita, Muhardi*, Radhitya Perdhana

*Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, 78124, Indonesia
email: muhardi@physics.untan.ac.id*

ABSTRAK

Daerah Ciarinem dan sekitarnya merupakan daerah yang memiliki potensi kandungan endapan emas yang cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan observasi struktur geologi zona mineralisasi di daerah Ciarinem dan sekitarnya berdasarkan sebaran anomali gravitasi. Peta anomali Bouguer yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Pusat Survei Geologi, Bandung. Proses digitasi dilakukan untuk mengubah peta analog menjadi peta digital. Anomali regional diperoleh dari anomali Bouguer lengkap dengan transformasi kontinuitas ke atas, sedangkan anomali residual diperoleh dari pengurangan anomali Bouguer lengkap dengan anomali regional. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa nilai anomali regional sebesar 513,7 mGal hingga 1235,7 mGal, sedangkan anomali residual sebesar -51,3 mGal hingga 47,1 mGal. Hasil pemodelan 2D menunjukkan lapisan bawah permukaan terdapat batuan intrusi dan didominasi batuan gunungapi dan batuan sedimen. Struktur geologi pada sayatan A-A' terdapat empat sesar normal, sayatan B-B' terdapat dua sesar normal, dan sayatan C-C' terdapat enam sesar normal dan membentuk graben. Keberadaan struktur geologi bawah permukaan berupa sesar dan graben dapat diasumsikan sebagai struktur yang membentuk zona mineralisasi di daerah Ciarinem dan sekitarnya, dengan tipe mineralisasi epitermal.

Kata Kunci: Anomali Gravitasi; Epitermal; Mineralisasi; Sesar; Struktur Geologi

ABSTRACT

[Title: Analysis of Gravity Anomaly Data Distribution for Geological Structure Observation of Mineralization Zones in Ciarinem and Its Surroundings] *The Ciarinem and its surroundings are areas that have the potential for high gold deposits. This research aims to observe the geological structure of mineralized zones in Ciarinem and its surroundings based on the distribution of gravity anomaly. The Bouguer anomaly map used in this study is from the Geological Survey Centre, Bandung. The digitization process is conducted to convert analog maps into digital maps. Regional anomalies were obtained from Bouguer anomalies complete with upward continuation transformation, while the residual anomaly is obtained from subtracting the complete Bouguer anomaly from the regional anomaly. The data processing results show that the regional anomaly value is 513.7 mGal to 1235.7 mGal, while the residual anomaly is -51.3 mGal to 47.1 mGal. The 2D modeling results show that the subsurface layer contains intrusive rocks and is dominated by volcanic rocks and sedimentary rocks. The geological structure in slice A-A' has four normal faults, in slice B-B' has two normal faults, and in slice C-C' has six normal faults and forms a graben. The presence of subsurface geological structures in the form of faults and graben can be assumed as structures that form mineralized zones in the Ciarinem and surrounding areas, with epithermal mineralization type.*

Keywords: Gravity Anomaly; Epithermal; Mineralization; Fault; Geological Structure

PENDAHULUAN

Indonesia berada pada batas konvergen dari pertemuan tiga lempeng utama litosfer, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Pembentukan pegunungan, aktivitas magma vulkanik, dan sedimentasi jangka panjang, sehingga dapat menyebabkan pembentukan

endapan mineral. Oleh karena itu, Indonesia memiliki sumber daya mineral yang melimpah (Firmansyah & Budiman, 2019).

Salah satu mineral yang bernilai ekonomis misalnya adalah mineral emas. Di Indonesia, mineralisasi ini terbentuk pada busur andesit aktif 3 hingga 20 juta tahun yang lalu (Carlile & Mitchell, 1994). Busur gunung api dengan umur Tersier

Tengah hingga Pliosen merupakan zona utama yang berpotensi menghasilkan emas. Mineral porfiri dan emas yang berasal dari endapan epitermal sulfida tinggi terbentuk pada busur kepulauan dan benua, sedangkan mineral yang berasal endapan epitermal sulfida rendah terbentuk di dasar zona vulkanik (Hoschke, 2011).

Terdapat beberapa daerah pertambangan emas di Pulau Jawa, sebagian terletak di daerah selatan Pulau Jawa. Kabupaten Garut dan sekitarnya umumnya tersusun atas batuan beku hasil aktivitas vulkanik yang merupakan potensi adanya cebakan mineral bijih. Ciarinem merupakan salah satu daerah yang berpotensi mempunyai kandungan endapan emas yang cukup tinggi. Daerah ini termasuk wilayah pegunungan di selatan Jawa Barat dan memiliki bukit yang terjal dan merupakan daerah alterasi dan mineralisasi mineral bernilai ekonomis, seperti emas, timbal, tembaga, dan seng. Proses deposit mineral bijih didukung oleh proses vulkanisme purba yang menghasilkan satuan batuan sedimen vulkanik dan batuan intrusi (Purwanto dkk., 2019).

Analisis data gravitasi dapat mengidentifikasi perubahan medan gravitasi bumi untuk mengamati keadaan bawah permukaan (Priadi dkk., 2019; Muhardi dkk., 2023). Pada lingkungan pengendapan epitermal sulfida rendah, analisis ini dapat mengidentifikasi struktur geologi, zona alterasi, dan batuan intrusi yang menjadi sebab terbentuknya lingkungan pengendapan epitermal sulfida rendah (Hoschke, 2011). Keberadaan endapan mineral bijih akan menyebabkan peningkatan anomali gravitasi dan densitasnya. Hal ini menunjukkan nilai anomali bouguer yang diukur melalui pengukuran gravitasi akan meningkat karena adanya struktur sesar yang mengandung mineral kuarsa (Zaenudin dkk., 2019).

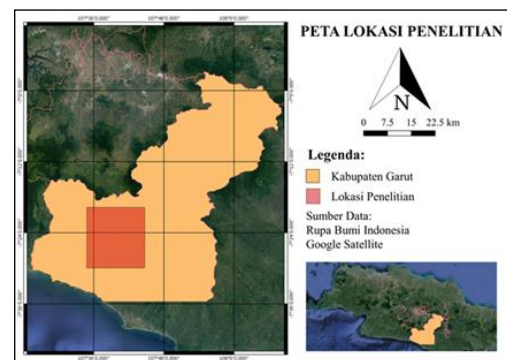
Pada penelitian ini dilakukan proses digitasi untuk mengubah peta analog menjadi peta digital. Pemodelan 2D dilakukan untuk mengidentifikasi keberadaan struktur geologi bawah permukaan, seperti sesar dan graben. Struktur geologi ini diduga sangat berpengaruh pada pembentukan zona mineralisasi epitermal, sehingga memberikan pendekatan baru dalam memahami potensi endapan emas di Daerah Ciarinem dan sekitarnya.

METODE

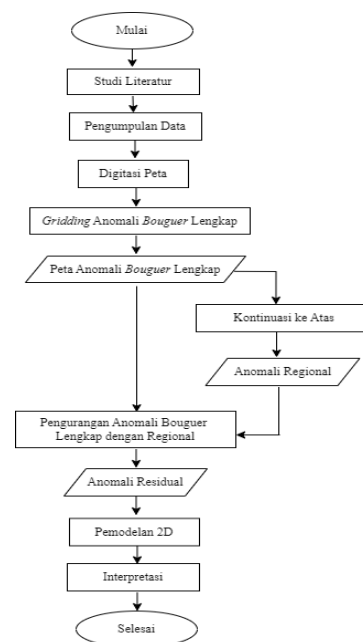
Lokasi penelitian berada di daerah Ciarinem dan sekitarnya, Kabupaten Garut, Jawa Barat dengan koordinat 7°20' – 7°30' LS dan 107°35' – 107°45' BT, dengan luas 339,66 km² (18,5 km x 18,36 km) yang ditandai dengan kotak merah, seperti yang disajikan pada Gambar 1. Peta dasar yang digunakan adalah peta anomali bouguer lembar Garut dengan

skala 1:100.000 yang diterbitkan Pusat Survei Geologi, Bandung (Nasution dkk., 1995).

Pada pengolahan data, proses digitasi peta anomali Bouguer dilakukan untuk mengubah peta analog menjadi peta digital. Dalam penelitian ini diperoleh sebaran peta anomali bouguer, yang dilanjutkan dengan *gridding* menghasilkan grid anomali bouguer lengkap. Proses transformasi kontinuasi ke atas pada anomali bouguer lengkap bertujuan untuk memperoleh peta anomali regional. Pada proses transformasi kontinuasi ke atas, pemilihan pola anomali regional dilakukan secara kualitatif, hingga tidak ada perubahan yang signifikan. Anomali residual diperoleh dengan cara mengurangkan anomali bouguer lengkap dengan anomali regional (Nugroho dkk., 2021). Anomali residual dijadikan peta rujukan untuk pemodelan 2D. Hal ini dilakukan karena struktur geologi bawah permukaan dijadikan target berada pada kedalaman yang dangkal (Purwaningsih dkk., 2023; Sitompul & Julius, 2022). Secara lebih rinci, prosedur penelitian disajikan pada Gambar 2.



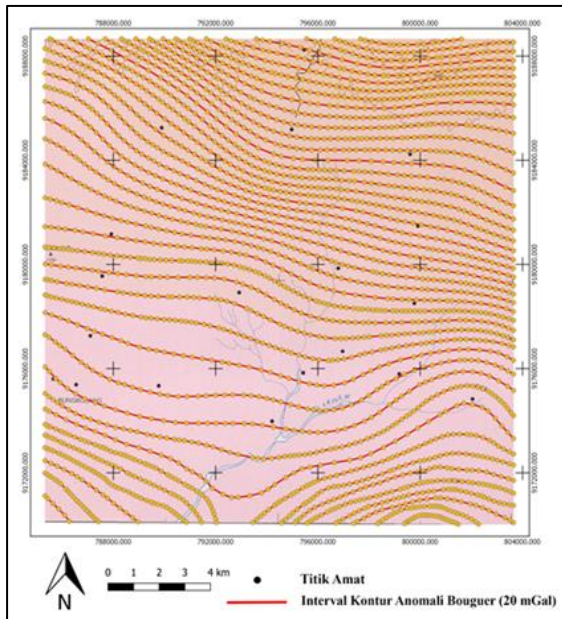
Gambar 1. Lokasi penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

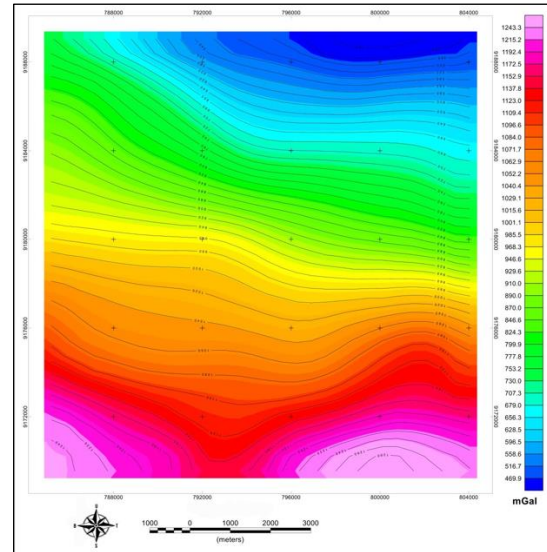
Konversi peta analog menjadi peta digital berdasarkan titik digitasi sebanyak 2069 titik yang mengikuti garis kontur anomali bouguer. Pada masing-masing titik tersebut terdapat nilai anomali Bouguer dan titik koordinat, seperti yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Titik digitasi pada peta anomali bouguer

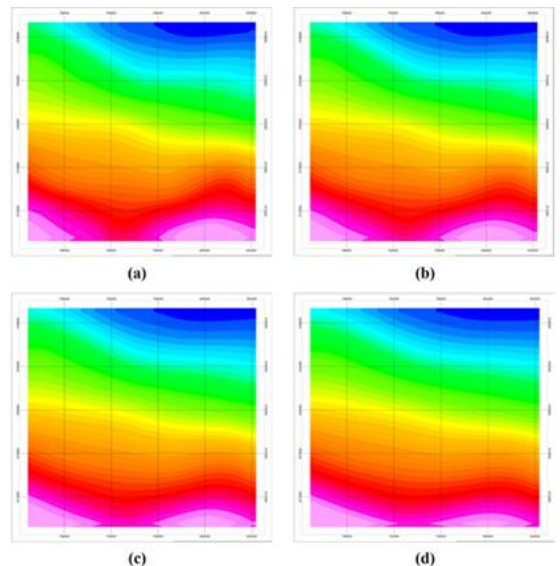
Gambar 4 merupakan peta anomali Bouguer lengkap hasil digitasi. Nilai anomali di daerah penelitian sebesar 469,9 mGal hingga 1243,3 mGal. Rentang nilai anomali terbagi ke dalam tiga kelas, yaitu anomali rendah, sedang, dan tinggi (Sugita et al., 2020). Anomali bouguer rendah ditunjukkan dengan warna biru hingga hijau dengan nilai 469,9 mGal hingga 929,6 mGal. Anomali Bouguer sedang ditunjukkan dengan warna kuning hingga jingga dengan nilai 946,6 mGal hingga 1084,0 mGal. Anomali bouguer tinggi ditunjukkan dengan warna merah hingga merah muda dengan nilai 1.096,6 mGal hingga 1243,3 mGal. Anomali rendah tersebar di arah selatan, sedangkan anomali tinggi tersebar di arah utara.

Nilai anomali Bouguer lengkap terdiri dari nilai anomali regional dan anomali residual, sehingga perlu dilakukan pemisahan terhadap kedua anomali tersebut. Proses pemisahan dilakukan menggunakan transformasi kontinuasi ke atas, yang dilakukan untuk memperoleh anomali regional yang disebabkan oleh sumber yang dalam. Anomali residual diperoleh dari mengurangkan anomali Bouguer lengkap dengan anomali regional.



Gambar 4. Peta anomali bouguer lengkap

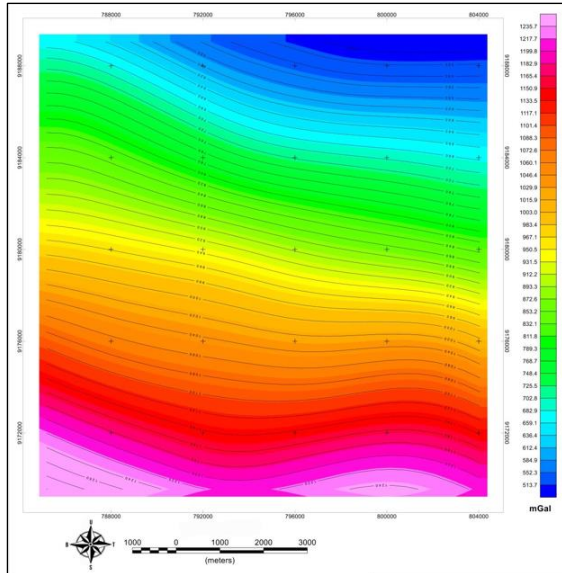
Dalam menentukan variasi ketinggian dilakukan *trial* dan *error*, sehingga tidak ditemukan perubahan anomali secara signifikan. Pada penelitian ini dilakukan pengangkatan pada ketinggian 200 m, 500 m, 1000 m, dan 1500 m. Pengangkatan dihentikan jika tidak terdapat perubahan pola anomali pada ketinggian tertentu. Pengangkatan dihentikan pada ketinggian 1500 m, karena pada ketinggian ini pola anomali regional yang didapatkan sudah tidak mengalami perubahan lagi, seperti yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil kontinuasi ke atas pada ketinggian; (a) 200 m, (b) 500 m, (c) 1000 m, dan (d) 1500 m

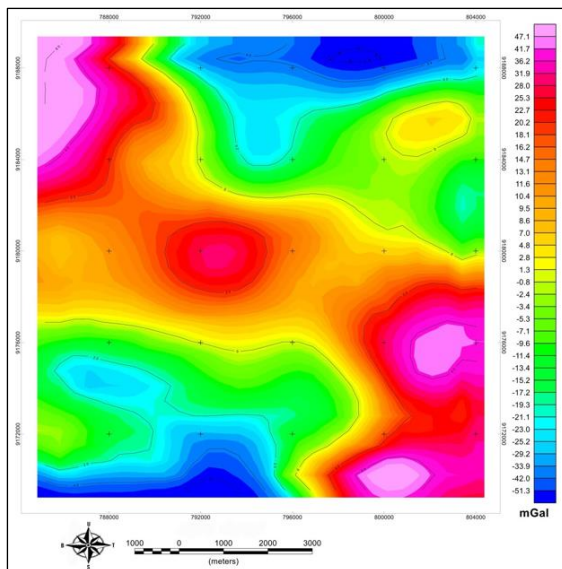
Hasil anomali bouguer regional yang sebelumnya telah dilakukan kontinuasi ke atas pada ketinggian 1500 m, seperti pada Gambar 6. Nilai anomali regional sebesar 513,7 mGal hingga 1235,7

mGal. Pola anomali regional tersebut cenderung tinggi di bagian selatan hingga bagian barat daya, dan pola anomali bernilai rendah tersebar di bagian utara hingga timur laut.



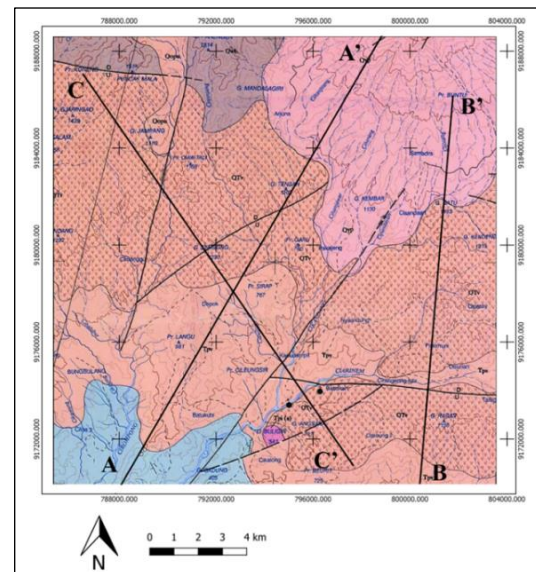
Gambar 6. Peta anomali regional

Gambar 7 merupakan hasil pengolahan data anomali bouguer residual. Anomali ini menggambarkan struktur bawah permukaan yang lebih dangkal. Nilai anomali residual di daerah penelitian sebesar -51,3 mGal hingga 47,1 mGal. Pola anomali bouguer residual lebih bervariasi daripada anomali bouguer regional. Hal ini disebabkan oleh pengaruh jenis batuan dangkal yang relatif lebih bervariasi. Nilai anomali tinggi tersebar di bagian barat laut hingga timur dan tenggara, sedangkan untuk anomali bernilai rendah tersebar di bagian utara dan selatan.

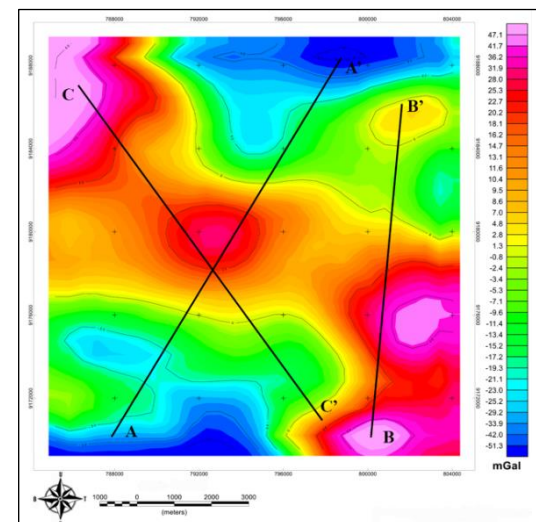


Gambar 7. Peta anomali residual

Pemodelan 2D pada anomali bouguer dilakukan untuk mengamati struktur geologi pada zona mineralisasi. Pemodelan dilakukan berdasarkan peta anomali residual karena untuk mengidentifikasi struktur geologi pada zona mineralisasi dengan kedalaman dangkal. Pemodelan ini menggunakan pemodelan ke depan (*forward modelling*) yang dilakukan secara berulang secara *trial* dan *error* (Ulfa dkk., 2019). Sebelum melakukan pemodelan, dilakukan terlebih dahulu penarikan garis lurus (*slicing*). *Slicing* yang dibuat berdasarkan peta geologi regional (pada Gambar 8) dan sebaran peta anomali residual (pada Gambar 9) dengan metode *overlay*.



Gambar 8. Sayatan pada peta geologi regional



Gambar 9. Sayatan pada peta anomaly residual

Sayatan A-A' dengan panjang lintasan 22,72 km yang berarah barat daya-timur laut dengan nilai error 6,699, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. Berdasarkan pemodelan 2D, lintasan A-A' terdiri

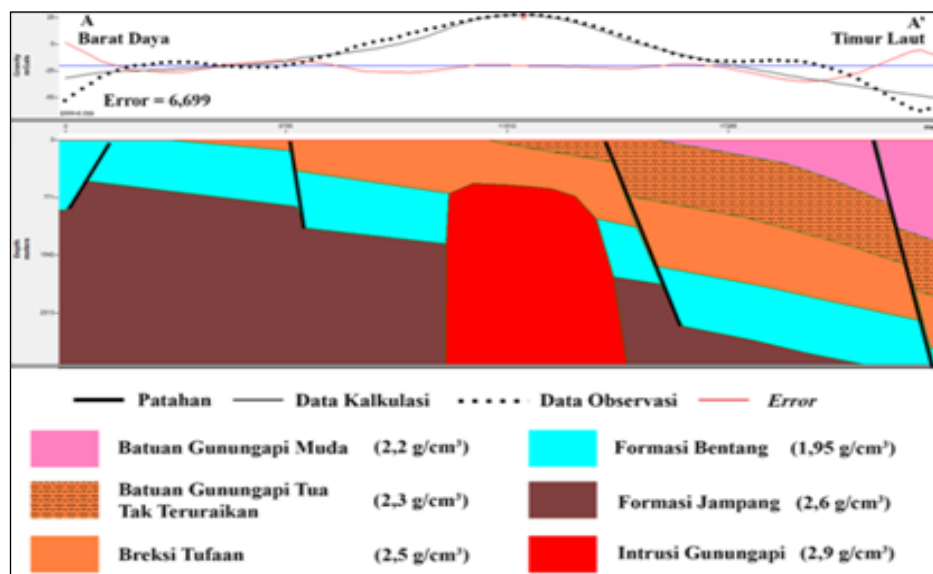
dari enam lapisan batuan. Lapisan paling atas merupakan Batuan Gunungapi Muda yang memiliki komposisi eflata dan lava bersusunan andesit-basalt dengan densitas $2,2 \text{ g/cm}^3$. Lapisan ini berada pada kedalaman 0 - 1165 m yang memiliki ketebalan maksimum 1165 m. Lapisan kedua merupakan Batuan Gunungapi Tua Tak Teruraikan yang memiliki komposisi tuf, breksi tuf dan lava dengan densitas $2,3 \text{ g/cm}^3$. Lapisan ini berada pada kedalaman 0 - 2.015 m yang memiliki ketebalan maksimum 900 m. Lapisan ketiga merupakan Breksi Tufaan yang memiliki komposisi breksi, tuf dan batupasir dengan densitas $2,5 \text{ g/cm}^3$. Lapisan ini berada pada kedalaman 0 - 2.775 m yang memiliki ketebalan maksimum 900 m. Lapisan keempat merupakan Formasi Bentang yang memiliki komposisi batupasir tufan, tuf batuapung, batu lempung, konglomerat, dan lignit dengan densitas $1,95 \text{ g/cm}^3$. Lapisan ini berada pada kedalaman 0 - 3555 m yang memiliki ketebalan maksimum 800 m. Lapisan kelima merupakan Formasi Jampang sekaligus menjadi *basement* berupa breksi, tersusun atas andesit yang kaya mineral *hornblend*, batupasir tufan, dan lava andesit dengan densitas $2,6 \text{ g/cm}^3$. Lapisan ini berada pada kedalaman 940 m. Lapisan terakhir merupakan Intrusi Gunungapi dengan densitas $2,9 \text{ g/cm}^3$.

Terdapat 4 sesar pada Sayatan A-A' yang masing-masing berada pada jarak 1377,26 m, 5509,01 m, 14002,1 m, dan 21117,9 m. Jenis sesar yang terdapat pada sayatan A-A', yaitu sesar normal.

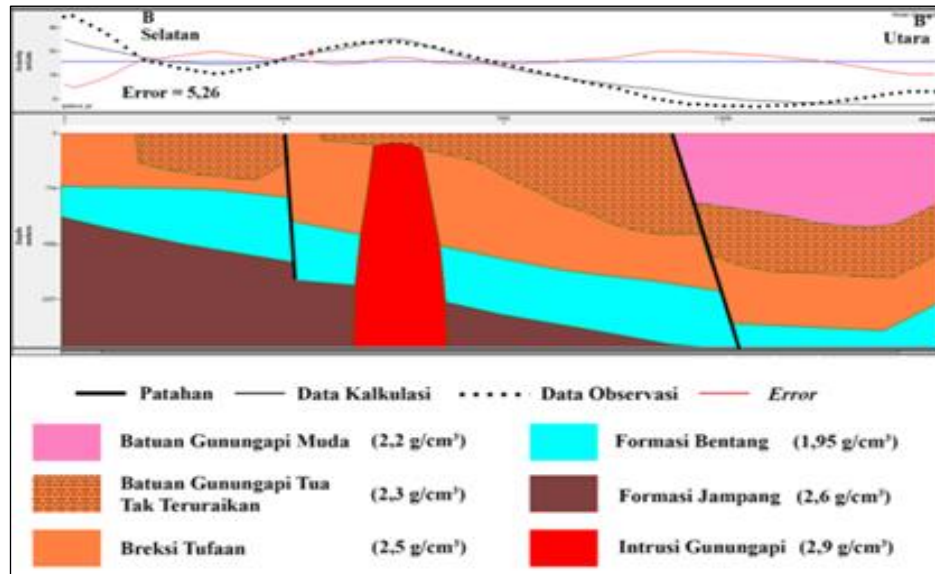
Sayatan B-B' ditunjukkan pada Gambar 11. dengan panjang lintasan 15672,9 m yang berarah

selatan-utara dengan nilai error 5,26. Berdasarkan pemodelan 2D, lintasan B-B' terdiri dari enam lapisan batuan. Lapisan paling atas merupakan Batuan Gunungapi Muda yang memiliki komposisi eflata dan lava bersusunan andesit-basalt dengan densitas $2,2 \text{ g/cm}^3$. Lapisan ini berada pada kedalaman 0 - 1310 m yang memiliki ketebalan maksimum 1310 m. Lapisan kedua merupakan Batuan Gunungapi Tua Tak Teruraikan yang memiliki komposisi tuf, breksi tuf dan lava dengan densitas $2,3 \text{ g/cm}^3$. Lapisan ini berada pada kedalaman 0 - 2030 m yang memiliki ketebalan maksimum 1000 m. Lapisan ketiga merupakan Breksi Tufaan yang memiliki komposisi breksi, tuf, dan batupasir dengan densitas $2,5 \text{ g/cm}^3$. Lapisan ini berada pada kedalaman 0 - 2773 m yang memiliki ketebalan maksimum 1000 m. Lapisan keempat merupakan Formasi Bentang yang memiliki komposisi batupasir tufan, tuf batuapung, batu lempung, konglomerat, dan lignit dengan densitas $1,95 \text{ g/cm}^3$. Lapisan ini berada pada kedalaman 760 - 3365 m yang memiliki ketebalan maksimum 800 m. Lapisan kelima merupakan Formasi Jampang sekaligus menjadi *basement* berupa breksi yang tersusun atas andesit yang kaya mineral *hornblend*, batupasir tufan dan lava andesit dengan densitas $2,6 \text{ g/cm}^3$. Lapisan ini berada pada kedalaman 1207 m. Lapisan terakhir merupakan Intrusi Gunungapi dengan densitas $2,9 \text{ g/cm}^3$.

Terdapat 2 sesar pada Sayatan B-B' yang masing-masing berada pada jarak 3975,81 m dan 10923,5 m. Jenis sesar yang terdapat pada sayatan B-B', yaitu sesar normal.



Gambar 10. Model 2D sayatan A-A'

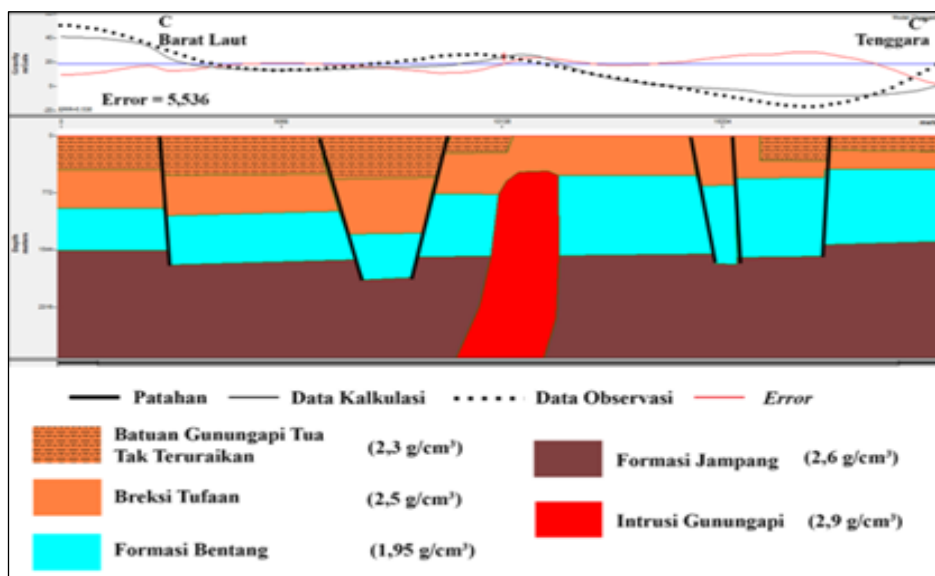


Gambar 11. Model 2D sayatan B-B'

Sayatan C-C' ditunjukkan pada Gambar 12. dengan panjang lintasan 20145 m yang berarah barat laut-tenggara dengan nilai error 5,536. Berdasarkan pemodelan 2D, lintasan C-C' terdiri dari lima lapisan batuan. Lapisan paling atas merupakan Batuan Gunungapi Tua Tak Teruraikan yang memiliki komposisi tuf, breksi tuf dan lava dengan densitas 2,3 g/cm³. Lapisan ini pada kedalaman 0 - 600 m yang memiliki ketebalan maksimum 600 m. Lapisan kedua merupakan Breksi Tufaan yang memiliki komposisi breksi, tuf dan batupasir dengan densitas 2,5 g/cm³. Lapisan ini pada kedalaman 0 - 1.300 m yang memiliki ketebalan maksimum 800 m. Lapisan ketiga merupakan Formasi Bentang yang memiliki komposisi batupasir tufan, batulempung, konglomerat, tuf batuapung, dan lignit dengan densitas 1,95

g/cm³. Lapisan ini berada pada kedalaman 520 - 1.950 m yang memiliki ketebalan maksimum 1000 m. Lapisan keempat merupakan Formasi Jampang sekaligus menjadi basement berupa breksi yang tersusun atas andesit yang kaya mineral *hornblend*, batupasir tufan dan lava andesit dengan densitas 2,6 g/cm³. Lapisan ini berada pada kedalaman 1.550 m. Lapisan terakhir merupakan Intrusi Gunungapi dengan densitas 2,9 g/cm³.

Terdapat 6 sesar pada Sayatan C-C' yang masing-masing berada pada jarak 2238,34 m, 5901,07 m, 8953,35 m, 14447,4 m, 15464,9 m, dan 17703,2. Jenis sesar yang terdapat pada sayatan C-C', yaitu sesar normal. Sesar normal tersebut membentuk graben, sehingga teridentifikasi 2 graben pada pemodelan 2D di Sayatan C-C'.



Gambar 12. Model 2D sayatan C-C'

Berdasarkan hasil pemodelan 2D, lapisan bawah permukaan pada sayatan A-A', sayatan B-B', dan sayatan C-C' didominasi oleh batuan gunungapi dan batuan sedimen, serta terdapat batuan intrusi. Batuan gunungapi yang terdapat di daerah penelitian memiliki komposisi breksi, tuf, breksi tuf, dan lava, sedangkan batuan sedimen memiliki komposisi batupasir tufan, tuf batuapung, dan batulempung. Pada sayatan A-A' terdapat empat sesar yang merupakan sesar normal, kemudian untuk sayatan B-B' terdapat dua sesar yang merupakan sesar normal, dan untuk sayatan C-C' terdapat enam sesar normal dan membentuk graben. Anomali bernilai rendah di daerah penelitian diduga berhubungan dengan terdapatnya batuan berdensitas rendah seperti batuan sedimen yang terdapat pada Formasi Bentang dan dengan adanya struktur geologi bawah permukaan seperti sesar, sedangkan anomali bernilai tinggi diduga berhubungan dengan batuan berdensitas tinggi yaitu batuan gunungapi dan batuan intrusi.

Graben yang terbentuk pada sayatan C-C' berkorelasi dengan terjadinya alterasi argilik. Alterasi ini akan semakin berkurang seiring dengan bertambahnya kedalaman, dan akan menghasilkan urat mineral. Hal ini berkebalikan dengan sistem porfiri dengan alterasi yang semakin bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman (Samosir et al., 2014). Graben terbentuk akibat proses tektonik yang menyebabkan terjadinya pemecahan batuan, yang dapat membentuk urat mineral. Urat mineral ini dapat terbentuk di dalam patahan graben karena proses hidrotermal.

Struktur geologi bawah permukaan berupa sesar dan graben dapat diasumsikan sebagai struktur yang membentuk zona mineralisasi di daerah Ciarinem dan sekitarnya, dengan tipe mineralisasi epitermal. Tipe ini merupakan endapan yang terbentuk di lingkungan hidrotermal pada suhu dan tekanan rendah di dekat permukaan yang berkaitan dengan pembentukan magma kalk-alkali. Endapan epitermal terbentuk pada kedalaman dangkal, yang berasosiasi dengan batuan beku ekstrusif atau batuan beku intrusif dekat permukaan, dan disertai oleh keberadaan struktur sesar. Umumnya endapan epitermal ini dijumpai di dalam produk vulkanik (sedimen vulkanik).

KESIMPULAN DAN SARAN

Nilai anomali regional sebesar 513,7 mGal hingga 1235,7 mGal, sedangkan anomali residual sebesar -51,3 mGal hingga 47,1 mGal. Anomali regional yang bernilai tinggi tersebar di bagian selatan hingga bagian barat daya, dan anomali regional bernilai rendah tersebar di bagian utara

hingga timur laut, sedangkan anomali residual tinggi tersebar di bagian barat laut hingga timur dan tenggara, dan anomali residual bernilai rendah tersebar di bagian utara dan selatan. Berdasarkan hasil pemodelan 2D, daerah penelitian didominasi oleh batuan gunungapi, batuan sedimen, dan batuan intrusi. Keberadaan struktur geologi bawah permukaan berupa sesar dan graben dapat diasumsikan sebagai struktur yang membentuk zona mineralisasi di daerah Ciarinem dan sekitarnya, dengan tipe mineralisasi epitermal.

Penelitian selanjutnya disarankan menerapkan metode geofisika lain, misalnya metode magnetik untuk memvalidasi hasil agar lebih akurat, terutama dalam melakukan observasi terhadap struktur geologi pada zona mineralisasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Survei Geologi, Bandung yang pada penelitian ini telah menyediakan peta anomali Bouguer lembar Garut dengan skala 1:100.000.

DAFTAR PUSTAKA

- Carlile, J. C., & Mitchell, A. H. G. (1994). Magmatic Arcs and Associated Gold and Copper Mineralization in Indonesia. *Journal of Geochemical Exploration*, 50(1-3), 91-142.
- Firmansyah, F., & Budiman, A. (2019). Pendugaan Mineralisasi Emas Menggunakan Metode Magnetik di Nagari Lubuk Gadang Kecamatan Sangir, Solok Selatan, Sumatera Barat. *Jurnal Fisika Unand*, 8(1), 77-83.
- Hoschke, T. (2011). *Geophysical Signatures of Cooper Gold Porphyry and Epithermal Gold Deposits, and Implications for Exploration*. ARC Centre of Excellence in Ore Deposits.
- Muhardi, Nasharuddin, & Prastika, Y. (2023). Identification of The Subsurface Structure Using Gravity Method in Kasihan Village, Pacitan Regency. *AIP Conference Proceedings*, 2480 (020002).
- Nasution, J., Suharyono, S., Djaswadi, I., & Otong, H. G. (1995). *Peta Anomali Bouguer Lembar Garut, Jawa, Skala 1:100.000*. Pusat Survei Geologi.
- Nugroho, K. A., Putra, Y. S., & Perdhana, R. (2021). Interpretasi Data Anomali Magnetik Bawah Permukaan pada Daerah Kabupaten Tulungagung dan Sekitarnya. *Prisma Fisika*,

- 9(1), 4–15.
- Priadi, R., Fatmasari, N., & Intansari, N. H. (2019). The Use of Gravity Anomaly Data to Estimate the Depth of Mohorovicic Discontinuity in Bali Area Used Power Spectral Analysis. *Seminar Nasional Fisika (SNF)*, 1–8.
- Purwaningsih, I., Aziz, K. N., & Fitrianingtyas, R. (2023). Identifikasi Patahan dan Struktur Bawah Permukaan Kawasan Potensi Panas Bumi Rawa Dano Provinsi Banten Menggunakan Data Gravitasi GGMPPlus. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 6(1), 43–52.
- Purwanto, H., Harjanto, A., Rizkianto, Y., & Fatchurohman, D. (2019). Tipe Deposit dan Mineralisasi Emas Daerah Arinem dan Sekitarnya Kabupaten Garut Jawa Barat. *Prosiding SNCPP 2019 "Pengembangan Ristek Dan Pengabdian Menuju Hilirisasi Industri"*.
- Samosir, I. A., Rosana, M. F., & Patonah, A. (2014). Zona Alterasi Berdasarkan Data Bor Daerah Arinem, Kecamatan Pakenjeng, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat. *Pustaka Unpad*.
- Sitompul, A. H., & Julius, A. M. (2022). Pengolahan Anomali Gaya Berat Guna Interpretasi Sesar Cimandiri Demi Perencanaan Pengurangan Risiko Bencana. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 2(2), 131–137.
- Sugita, M. I., Janah, A. F., Rahmawati, D., Supriyadi, & Khumaedi. (2020). Analisis Data Gaya Berat di Daerah Bendan Duwur Semarang. *Journal of Research and Technology*, 6(1), 81–90.
- Ulfa, M., Azwar, A., & Muhandi. (2019). Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Area Sumber Air Panas Non-Vulkanik di Kabupaten Sanggau Berdasarkan Citra Satelit ERS-1 dan Geosat. *Prisma Fisika*, 7(2), 127–133.
- Zaenudin, A., Pambudi, R., & Sarkowi, M. (2019). Analisis Zona Mineralisasi Emas dengan Metode Derivative dan Pemodelan 3D Anomali Gaya Berat, Studi Kasus: Pongkor, Jawa Barat. *Seminar Nasional AVoER XI 2019*.