

## Interpretasi Kualitatif Data Anomali Magnetik Residual Tereduksi ke Ekuator untuk Analisis Sebaran Rekahan Air Tanah (Studi Kasus: Desa Sumbang, Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas)

**Sehah<sup>1</sup>, Abdullah Nur Aziz<sup>1</sup>, Lusia Silfia Pulo Boli<sup>1</sup>, Muhammad Rizki Ariyanto<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman, Jalan Dr. Suparno No.61 Karangwangkal Purwokerto

Email: [sehah@unsoed.ac.id](mailto:sehah@unsoed.ac.id)

**Abstract.** Geologically, Sumbang Village, Sumbang District, Banyumas Regency, is dominated by lahar and lava deposits of Slamet Volcano. This study aims to identify the distribution pattern of groundwater fractures in volcanic rock complexes based on magnetic anomaly data. The expected benefit is acquiring abundant groundwater sources in the study area to support groundwater-based irrigation to achieve food security and agro-tourism development. Data acquisition has been done with a spatial resolution of 100 m, producing total magnetic intensity data. Data processing has been done by applying several corrections and reductions so that local magnetic anomaly data is obtained, ranging from -3,089.49 – 1,502.98 nT. Data reduction to the equator of the local magnetic anomaly data was carried out to reduce the magnetic dipole effects that interfere with interpretation. The result is magnetic anomaly data with values ranging from -2,056.54 – 2,264.55 nT. First Horizontal Derivative (FHD) calculations were carried out on the local magnetic anomaly data to map the distribution of groundwater fractures in volcanic rock complexes. The resulting gradient ranges from 0.24 – 22.72 nT/m. Horizontal gradient values tend to form ridges above abrupt changes in magnetization. The numerous ridges on the contour map indicate the presence of lithological contact boundaries between subsurface rocks, which can be interpreted as groundwater fractures in the study area.

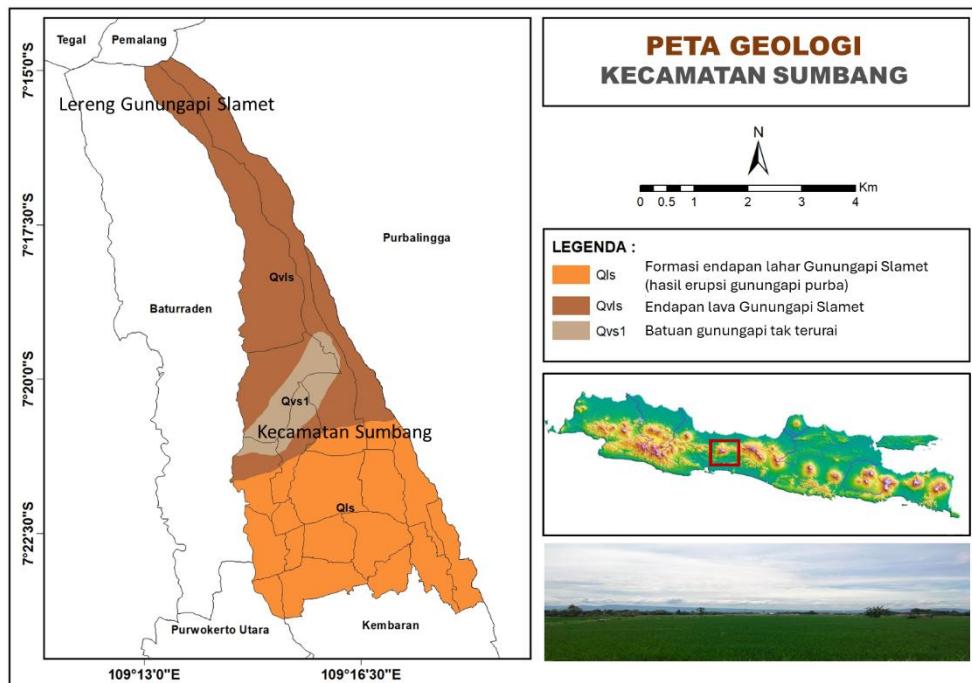
**Keywords:** magnetic anomaly, reduction to equator, first horizontal derivative, Sumbang Village

**Abstrak.** Secara geologis Desa Sumbang Kecamatan Sumbang Kabupaten Banyumas didominasi oleh endapan lahar dan lava Gunungapi Slamet. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola sebaran rekahan air tanah pada kompleks batuan vulkanik berdasarkan data anomali magnetik. Manfaat yang diharapkan adalah diperolehnya sumber air tanah yang melimpah di daerah penelitian untuk mendukung irigasi berbasis air tanah sebagai upaya mewujudkan ketahanan pangan dan pengembangan agrowisata. Akuisisi data magnetik telah dilakukan dengan resolusi spasial sebesar 100 m dan menghasilkan data intensitas magnetik total. Pengolahan data telah dilakukan dengan menerapkan beberapa koreksi dan reduksi sehingga dapat diperoleh data anomali magnetik lokal yang berkisar -3.089,49 – 1.502,98 nT. Untuk mereduksi efek-efek dipol magnetik yang mengganggu interpretasi, maka dilakukan reduksi data ke ekuator terhadap data anomali magnetik lokal. Hasilnya adalah data anomali magnetik dengan nilai berkisar -2.056,54 – 2.264,55 nT. Untuk memetakan sebaran rekahan air tanah pada kompleks batuan vulkanik, maka dilakukan perhitungan first horizontal derivative (FHD) terhadap data anomali magnetik lokal tersebut. Gradien yang dihasilkan berkisar 0,24 – 22,72 nT/m. Nilai-nilai gradien horizontal ini cenderung membentuk *ridge* di atas perubahan magnetisasi yang tiba-tiba. Banyaknya *ridge* pada peta kontur mengindikasikan keberadaan batas-batas kontak litologi antar batuan bawah permukaan yang dapat diinterpretasi sebagai rekahan air tanah di daerah penelitian.

**Kata kunci:** anomali magnetik, reduksi ke ekuator, FHD, Desa Sumbang

## 1. PENDAHULUAN

Sumbang merupakan salah satu desa di Kabupaten Banyumas yang menempati bagian utara Cekungan Air Tanah (CAT) Purwokerto-Purbalingga. Di kawasan ini, air tanah mengalir dari daerah resapan (*recharge area*) di lereng bagian atas Gunungapi Slamet menuju ke zona luahan (*discharge area*) di Kota Purwokerto. Cekungan air tanah merupakan daerah yang secara alami dibatasi oleh batas-batas hidrogeologis, dimana semua proses hidrogeologis seperti peresapan, pengaliran, dan pelepasan air tanah dapat berlangsung di wilayah tersebut (Demiroglu, 2017). Umumnya daerah resapan merupakan zona konservasi; dimana di kawasan itu air tanah tidak untuk didayagunakan. Adapun di daerah luahan, air tanah dapat didayagunakan namun dengan tetap mempertimbangkan faktor lingkungan (Anonim, 2017). Kebanyakan formasi batuan yang menempati daerah luahan adalah *alluvial* dengan porositas dan permeabilitas besar sehingga mudah ditempati dan dialiri air tanah (Kaser & Hunkeler, 2015), seperti Kota Purwokerto dan sekitarnya yang tersusun atas lempung, lanau, pasir, dan kerikil (Djuri dkk., 1996). Daerah penelitian yang terletak di timur laut Kota Purwokerto dan bagian selatan Gunungapi Slamet tersusun atas formasi batuan vulkanik berupa endapan lahar dan lava andesit seperti terlihat pada peta geologi pada Gambar 1. Pada komplek batuan vulkanik, air tanah mengisi rekanan pada komplek batuan yang telah lapuk atau retak serta pada zona transisi antara batuan lapuk dan batuan dasar yang masih segar.



Gambar 1. Peta Geologi daerah penelitian (sumber: Peta Geologi Lembar Purwokerto-Tegal)

CAT Purwokerto-Purbalingga memiliki zona resapan pada kawasan lereng atas Gunungapi Slamet Jawa Tengah (Ramadhan, 2020). Karakteristik daerah ini perlu dipahami sebagai upaya untuk menjaga kelestarian atau konservasi air tanah. Penggunaan air tanah secara berlebihan pada daerah resapan dapat mengganggu ketersediaan air tanah pada zona luahan. Pengetahuan terkait karakteristik batuan pada zona resapan termasuk daerah penghubungnya bisa membantu mengevaluasi potensi air tanah di daerah penelitian. Informasi geologi menunjukkan bahwa daerah penelitian tersusun atas formasi lahar dari Gunungapi Slamet serta lava andesit vesikuler

dengan banyak rekahan dan rongga ([Iswahyudi dkk., 2018](#)). Rekahan dan rongga pada komplek batuan vulkanik dapat berperan sebagai akuifer air tanah yang produktif dan potensial. Faktor yang mempengaruhi rekahan batuan adalah karakteristik batuan berupa bobot isi, porositas, jenis mineralogi, dan kekuatan batuan ([Laitupa, 2020](#)). Rekahan batuan biasanya disebabkan dari proses-proses geologi dan alam seperti pendinginan, lipatan, patahan, dan perubahan cuaca, yang sebagian besar terjadi di lingkungan dekat permukaan tanah ([Anonim, 2023](#)).

Umumnya eksplorasi sumber air tanah dilakukan di kawasan *alluvial* menggunakan metode geolistrik ([Sulaiman et.al., 2022](#)); namun metode ini seringkali tidak sensitif dan mengalami kendala injeksi arus pada saat diterapkan pada komplek batuan vulkanik yang keras, tebal, dan masif. Oleh sebab itu, pemanfaatan metode geofisika yang lain untuk menggantikan metode geolistrik perlu dipertimbangkan. Salah satunya adalah metode magnetik ([Santosa dkk., 2012](#)). Penggunaan data magnetik dengan resolusi spasial yang tinggi dapat dijadikan sebagai solusi untuk melakukan eksplorasi air tanah pada komplek batuan vulkanik. Kompleks ini terletak pada kawasan yang menghubungkan antara zona resapan dan luahan CAT Purwokerto-Purbalingga. Hasil-hasil penelitian yang diperoleh ini diharapkan bermanfaat untuk mendukung tercapainya ketahanan pangan (khususnya di daerah penelitian) melalui penyediaan air tanah untuk irigasi lahan pertanian ([Prayogo et.al., 2022](#)) seperti terlihat pada Gambar 2, serta bagi pengembangan program agrowisata di daerah Kecamatan Sumbang. Agrowisata adalah kegiatan pariwisata yang memanfaatkan potensi pertanian sebagai daya tarik wisata.



**Gambar 2.** Lahan persawahan di daerah penelitian (dokumentasi pribadi)

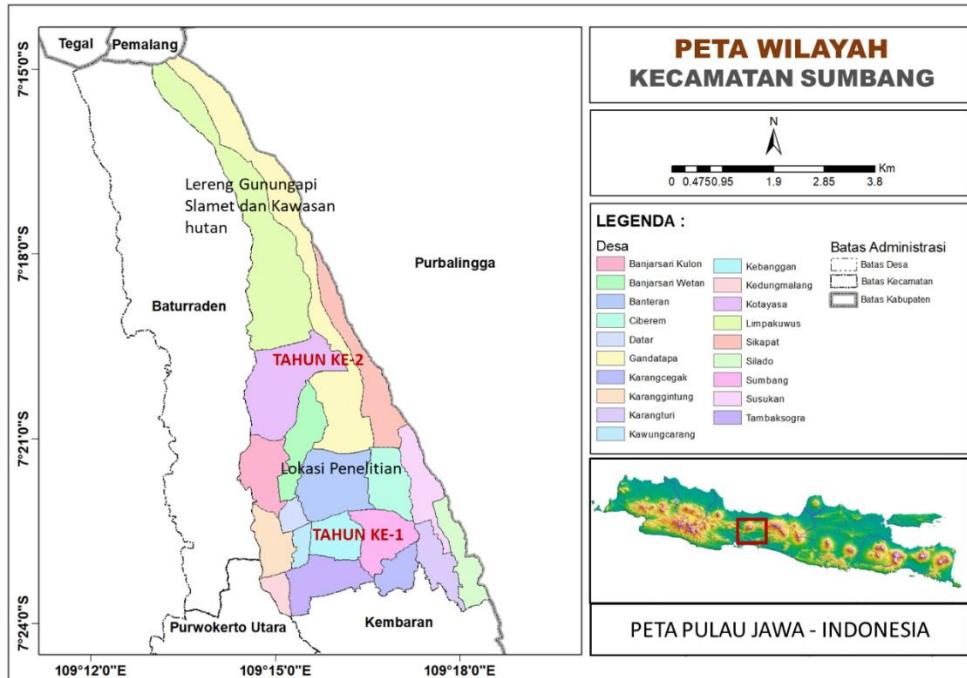
## 2. METODE PENELITIAN

Akuisisi data intensitas magnetik dilakukan di Desa Sumbang dan sekitarnya, yang secara administratif masuk ke wilayah Kecamatan Sumbang, Kabupaten Banyumas Jawa Tengah. Peta daerah penelitian ditunjukkan pada Gambar 3. Adapun pengolahan data magnetik, pemodelan, interpretasi, dan analisis dilakukan di Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto. Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan yaitu Maret – Juli 2025.

### 2.1. Peralatan Penelitian

Peralatan utama dalam penelitian ini adalah Proton Precession Magnetometers (PPM) tipe GSM-19T dengan ketelitian 0,05 nT, digunakan untuk akuisisi data intensitas magnetik total di

lapangan. Sedangkan peralatan pendukungnya terdiri atas Global Positioning System (GPS) untuk mengukur posisi geografis titik-titik data, laptop, kompas untuk menunjukkan arah utara medan magnetik bumi selama akuisisi data menggunakan sensor PPM, Google Earth untuk membuat desain survei, Arc-GIS untuk membuat peta lokasi, Oasis Montaj untuk pemodelan dan membuat kontur, peta geologi digital untuk mendukung interpretasi, dan beberapa program aplikasi lainnya.



Gambar 3. Peta administrasi daerah penelitian (dibuat menggunakan ArcGis)

## 2.2. Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan akuisisi data magnetik di lapangan, dimana pengukuran dilakukan pada titik-titik data yang telah diplot sebelumnya menggunakan Google Earth. Jumlah titik data adalah 256 yang tersebar secara teratur dengan jarak antar titik berkisar 100 m. Selanjutnya data intensitas magnetik total yang diperoleh ini dikoreksi yang meliputi koreksi harian dan koreksi IGRF. Koreksi harian (*diurnal correction*) bertujuan untuk mereduksi efek magnetik eksternal dari radiasi matahari dalam satu hari, sedangkan koreksi IGRF bertujuan untuk menghilangkan pengaruh medan magnetik utama bumi atau yang disebut sebagai *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF) dari data intensitas magnetik total. Data intensitas magnetik total yang telah terkoreksi ini disebut sebagai data anomali magnetik total (Sehah et.al., 2020).

Data anomali medan magnetik total masih terdistribusi di permukaan topografi yang secara matematis dinyatakan sebagai  $U(x,y,z)$ . Agar data dapat diproses pada tahap berikutnya (yaitu tahap pemisahan data anomali lokal dan regional), maka dilakukan reduksi ke bidang datar (pada ketinggian rata-rata topografi). Proses ini menghasilkan data anomali magnetik total yang terdistribusi pada ketinggian  $z_0$  atau dapat dinyatakan sebagai  $U(x,y,z_0)$ . Proses reduksi data ke bidang datar ini menggunakan pendekatan Deret Taylor dengan persamaan (Blakely, 1995):

$$U(x, y, z_0)^{[l+1]} = U(x, y, z) - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(z-z_0)^n}{n!} \frac{\partial^n}{\partial z^n} U(x, y, z_0)^{[l]} \quad (1)$$

Persamaan (1) telah dikembangkan dalam bentuk iterasi, dimana nilai  $U(x,y,z_0)$  yang diinginkan dapat diestimasi melalui suatu pendekatan yang cukup baik, yaitu nilai  $U(x,y,z_0)$  yang diperoleh dari iterasi ke- $i$  dapat digunakan untuk mendapatkan nilai  $U(x,y,z_0)$  pada iterasi ke  $(i+1)$ . Proses terasi dilakukan secukupnya, sehingga nilai anomali magnetik yang diperoleh menunjukkan konvergen ([Blakely, 1995](#)).

Dalam banyak kasus, data anomali magnetik yang menjadi target dalam penelitian ini selalu bersuperposisi dengan data anomali magnetik lain yang berasal dari sumber yang sangat dalam dan luas, yang disebut sebagai anomali regional. Untuk menginterpretasi anomali magnetik yang menjadi target, maka dilakukan koreksi efek regional, yang bertujuan untuk mereduksi pengaruh anomali magnetik regional dari data anomali magnetik hasil pengukuran. Salah satu metode yang digunakan untuk mendapatkan data anomali magnetik regional adalah melalui pengangkatan ke atas (*upward continuation*) hingga ketinggian tertentu, dimana pola kontur anomali yang dihasilkan telah cenderung tetap dengan variasi yang sangat kecil. Pengangkatan ke atas merupakan suatu proses transformasi untuk membawa data medan potensial (medan magnetik) dari bidang datar menuju ke bidang datar lain yang berada di atasnya ([Blakely, 1995](#)), menggunakan persamaan:

$$U(x, y, z_0 - \Delta z) = \frac{\Delta z}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{U(x', y', z_0)}{\sqrt{[(x - x')^2 + (y - y')^2 + \Delta z^2]^3}} dx' dy' \quad (2)$$

Data anomali magnetik regional yang diperoleh, kemudian dikoreksikan terhadap data anomali magnetik total yang telah terdistribusi pada bidang datar. Hasil koreksinya berupa data anomali magnetik lokal yang juga terdistribusi pada bidang datar. Data anomali magnetik lokal yang diperoleh merupakan anomali magnetik yang telah bersih dari berbagai efek-efek magnetik lain yang tidak menjadi target, sehingga data anomali ini dapat dimodelkan dan diinterpretasi.

Sifat dipol magnetik pada data anomali lokal mengakibatkan peta kontur anomali magnetik memiliki banyak penafsiran sehingga interpretasi data terkadang sulit dilakukan, terlebih untuk daerah penelitian yang berada di daerah lintang magnetik rendah seperti Indonesia. Oleh sebab itu, diperlukan metode pengolahan data tingkat lanjut untuk mengurangi efek dipol dari medan magnetik bumi, sehingga mempermudah interpretasi data anomali magnetik. Salah satu metode yang sering diterapkan untuk tujuan ini adalah reduksi data ke ekuator (*reduction to the equator, RTE*) terhadap data anomali magnetik ([Aina, 1986](#)). Secara matematis, hubungan diferensial untuk reduksi ke ekuator dapat dituliskan sebagai:

$$\partial^2 \Delta T_e / \partial \lambda \partial \nu = \partial^2 \Delta T_{\lambda\nu} / \partial x^2 \quad (3)$$

dengan  $\Delta T_e$  adalah anomali magnetik RTE.

Meskipun peta kontur anomali magnetik lokal RTE relatif lebih jelas dalam menunjukkan lokasi target anomali bawah permukaan, namun untuk memperjelas batas-batas kontak litologi sumber anomali seperti rekahan dan celah, maka dapat dilakukan menggunakan analisis gradien horizontal atau *first horizontal derivative* (FHD) terhadap data anomali magnetik. Nilai FHD maksimum dari data anomali anomali magnetik lokal RTE yang bersumber dari benda anomali berbentuk lempeng (misalnya lapisan batuan) cenderung terdapat pada tepi atau batas benda. Dengan demikian FHD dengan nilai terbesar akan terlokalisir langsung di bagian tepi atau batas benda tersebut. Prinsip kerja filter FHD maksimum adalah dengan melokalisir perubahan nilai suseptibilitas magnetik benda yang paling maksimum dalam arah lateral langsung berdasarkan pengukuran data magnetik. Hasil analisis FHD sangat mendukung proses interpretasi kualitatif data anomali magnetik, yaitu memahami distribusi bawah permukaan berdasarkan pola kontur FHD. Interpretasi berfokus pada analisis visual untuk mengidentifikasi dan menafsirkan lokasi

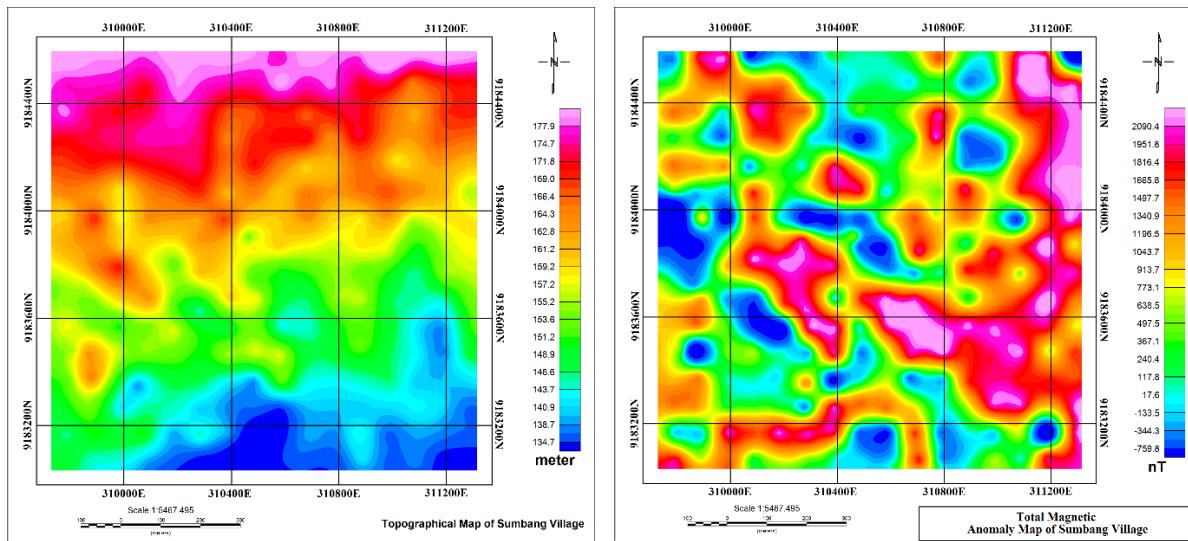
rekahan air tanah di daerah penelitian. Secara teoritis, nilai FHD data anomali magnetik dapat dinyatakan sebagai berikut (Blakely, 1995):

$$h(x,y) = \left[ \left( \frac{\partial B(x,y)}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial B(x,y)}{\partial y} \right)^2 \right] \quad (4)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil-Hasil Penelitian

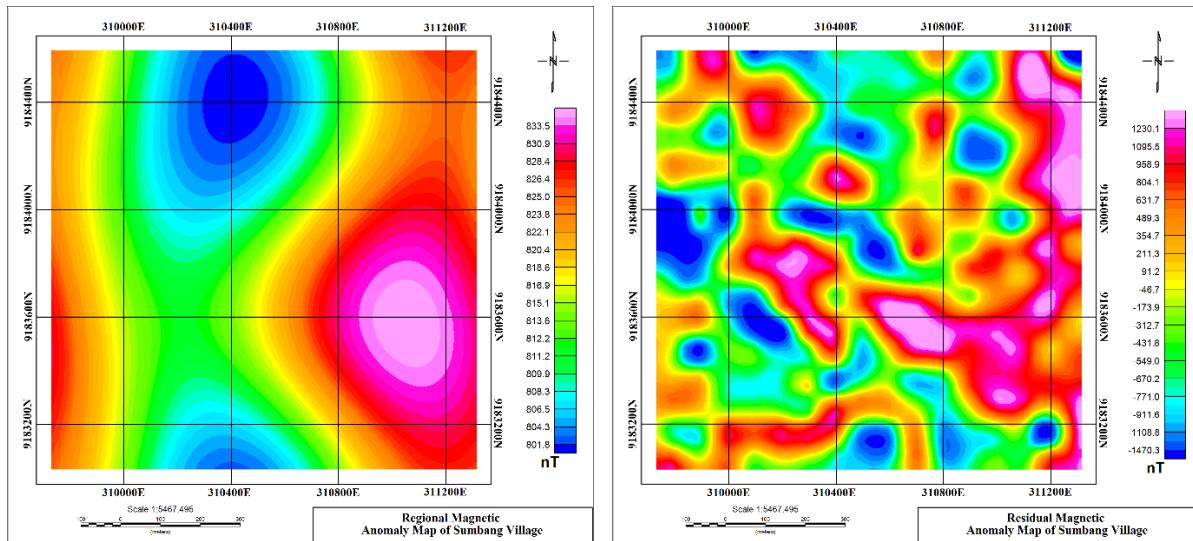
Hasil akuisisi data magnetik di daerah penelitian adalah data intensitas magnetik total yang dilengkapi dengan data posisi geografis dan ketinggian. Akuisisi data dilakukan sesuai dengan plotting titik-titik data pada desain penelitian dengan resolusi spasial 100 m. Selanjutnya koreksi harian dan koreksi IGRF dilakukan terhadap data magnetik seperti telah dijelaskan di bagian Metode Penelitian. Hasil akhir yang diperoleh adalah data anomali magnetik total dengan nilai berkisar -2271,95 – 2337,87 nT. Adapun data ketinggian hasil pengukuran di daerah penelitian memiliki nilai berkisar 129,05 – 188,26 m. Secara visual peta kontur ketinggian dan peta kontur anomali magnetik total daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 4. Data anomali magnetik total ini masih terdistribusi pada permukaan topografi, sehingga perlu direduksi ke bidang datar (Blakely, 1995). Hal ini berkaitan dengan pengolahan data berikutnya yang mensyaratkan data anomali terdistribusi pada bidang datar. Reduksi data telah dilakukan pada ketinggian rata-rata topografi daerah penelitian, yaitu 104,54 m agar proses iterasi pada Deret Taylor dapat segera mencapai konvergen (Blakely, 1995). Hasil proses iterasi ini adalah data anomali magnetik total yang telah terdistribusi pada ketinggian rata-rata topografi.



**Gambar 4.** Peta kontur topografi (kiri) dan peta kontur anomali magnetik total daerah penelitian (kanan).

Untuk memperoleh data anomali magnetik lokal yang menjadi target dari penelitian, telah dilakukan pemisahan data anomali magnetik regional dan residual. Anomali magnetik regional merupakan komponen dari data anomali magnetik yang berasal dari variasi medan magnet bumi dalam skala besar, biasanya berkaitan dengan struktur geologi dalam atau batuan dasar berumur tua (pre-Tersier). Anomali magnetik ini memiliki panjang gelombang yang relatif panjang dan

nilai variasinya lebih halus (*smooth*) dibandingkan dengan anomali lokal. Pada penelitian ini data anomali regional diperoleh melalui proses pengangkatan ke atas (*upward continuation*) hingga ketinggian 850 m, dimana pola kontur anomali telah menunjukkan pola yang halus dan interval nilai yang kecil (Sehah et.al., 2020) yang berkisar 800,52 – 836,52 nT. Data anomali magnetik lokal diperoleh setelah data anomali regional dibersihkan dari data anomali magnetik total, dengan nilai berkisar -3089,49 – 1502,98 nT. Secara visual peta kontur anaomali regional dan lokal daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.

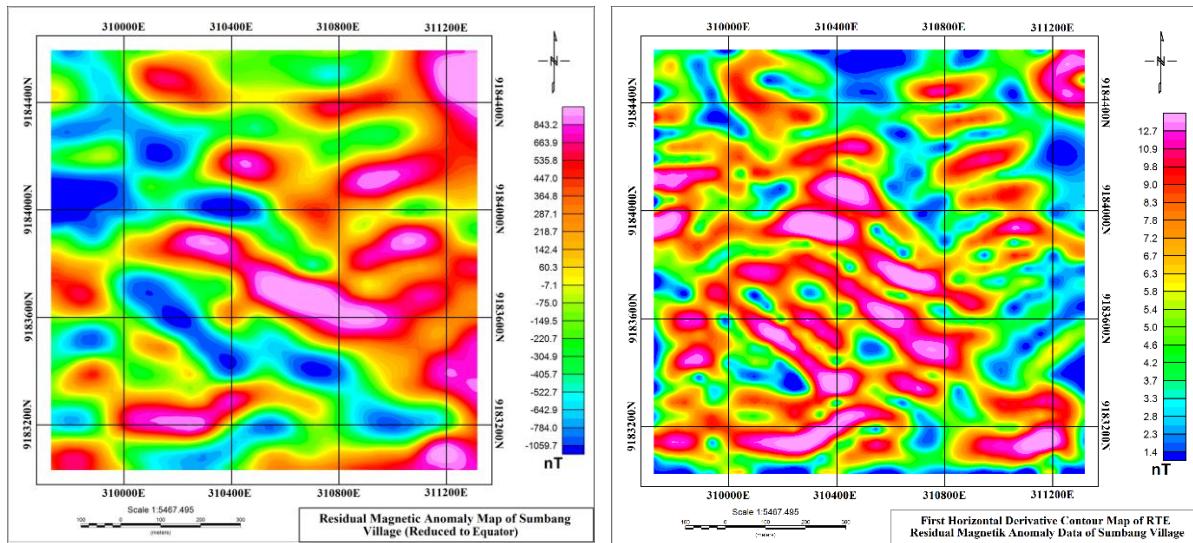


**Gambar 5.** Peta kontur anomali magnetik regional (kiri) dan peta kontur anomali magnetik lokal daerah penelitian (kanan).

Survei magnetik memiliki kekurangan seperti kerumitan ketika melakukan interpretasi yang disebabkan dari sifat dipol medan magnetik. Sifat dipol pada medan magnetik mengakibatkan peta kontur anomali magnetik memiliki banyak penafsiran sehingga pemodelan dan interpretasi data anomali magnetik sulit dilakukan, khususnya untuk daerah yang berada pada garis lintang magnetik rendah seperti Indonesia (termasuk daerah penelitian). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi efek dipol adalah reduksi data ke ekuator terhadap data anomali magnetik (Pinandita dan Sutresno, 2024). Persamaannya telah dijelaskan pada bagian Metode Penelitian. Reduksi ke ekuator dalam data magnetik merupakan suatu teknik pemfilteran data yang bertujuan untuk menghilangkan efek kemiringan (*inclination*) dan deklinasi (*declination*) medan magnetik bumi pada data magnetik. Hal ini dilakukan agar data anomali magnetik yang teramatidapat lebih mudah diinterpretasikan, terutama di daerah dengan lintang rendah. Setelah reduksi, diperoleh data dengan nilai berkisar -2056,54 – 2264,55 nT. Pola anomali magnetik tampak seperti teramatidapat di ekuator, dimana medan magnetik sepenuhnya horizontal (Situmeang dkk., 2023).

Meskipun peta kontur anomali magnetik lokal tereduksi ke ekuator sudah relatif jelas, namun untuk memperjelas batas kontak litologi sumber anomali, khususnya rekahan pada kompleks batuan beku, maka dilakukan analisis turunan horisontal pertama (*first horizontal derivative*) atau gradien horisontal terhadap data anomali magnetik lokal yang telah direduksi ke ekuator sebagaimana telah dijelaskan pada Metode Penelitian. Ketika filter tersebut diterapkan untuk interpretasi data secara dua dimensi, nilai gradien horizontal akan cenderung membentuk *ridge*

(baik besar maupun kecil) di atas perubahan magnetisasi yang tiba-tiba ([Wenjie et.al., 2024](#)). Keberadaan beberapa *ridge* pada peta dapat dimanfaatkan sebagai petunjuk keberadaan batas-batas kontak litologi (berupa rekahan) pada kompleks batuan vulkanik. Hasil perhitungan nilai gradien horizontal menunjukkan nilai berkisar 0,238 – 22,752 nT/m. Secara visual peta kontur anomali magnetik lokal RTE dan peta kontur FHD ditunjukkan pada Gambar 6. Berdasarkan hasil analisis peta kontur FHD, pola kontur anomali relatif terlihat relatif lebih jelas. Nilai FHD maksimum data anomali magnetik lokal RTE yang bersumber dari benda anomali cenderung terlokalisir pada tepi atau batas-batasnya ([Blakely, 1995](#)).



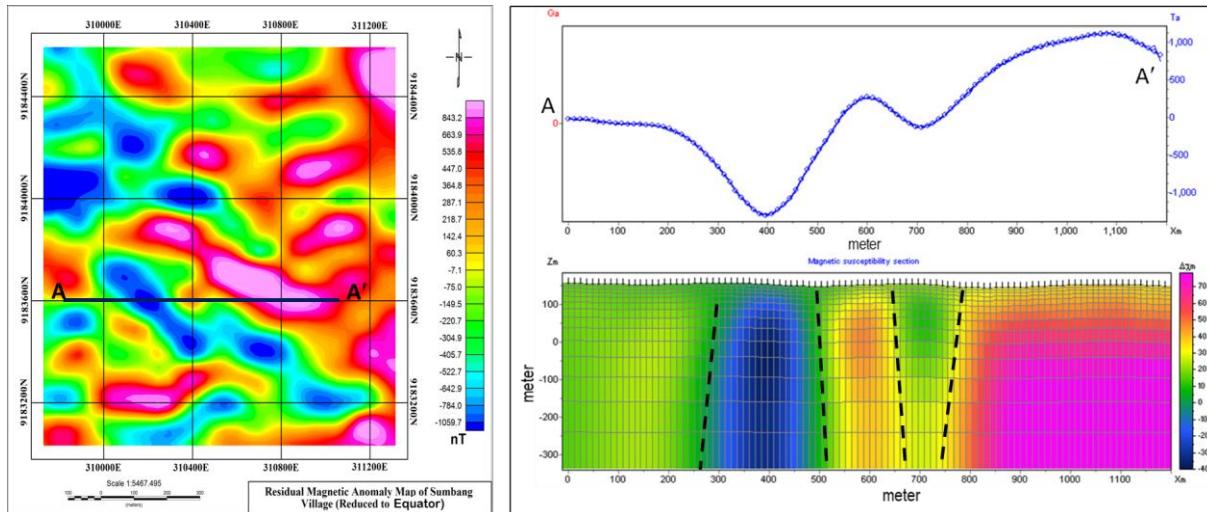
**Gambar 6.** Peta kontur anomali magnetik lokal tereduksi ke ekuator (kiri) dan peta kontur gradien horisontal daerah penelitian (kanan).

### 3.2. Pembahasan

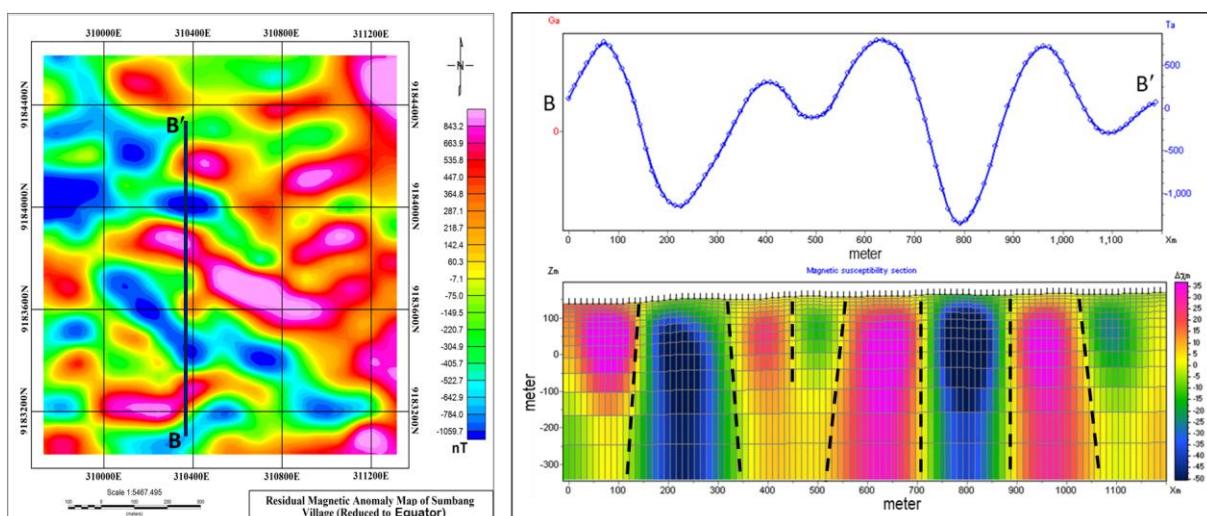
Filter FHD dapat dimanfaatkan untuk mengoreksi sifat asimetri dan pergeseran lateral dari profil anomali magnetik yang terukur. Interpretasi geologi pada data anomali magnetik relatif lebih kompleks dibandingkan dengan data anomali gravitasi sebab pola anomali yang bersumber dari benda termagnetisasi tidak berada tepat di atas benda sumbernya. Namun ketika data ini direduksi ke garis lintang yang sangat tinggi (wilayah kutub) atau garis lintang yang sangat rendah (wilayah ekuator), maka sumber anomali termagnetisasi dapat diestimasi tepat berada di bawah puncak atau lembah kurva anomali ([Pinandita dan Sutresno, 2024](#)). Di daerah lintang rendah (dekat ekuator), medan magnetik bumi cenderung horizontal. Anomali magnetik yang diperoleh di lintang ini sering bersifat asimetris dan tidak langsung menunjukkan posisi sumber anomali. Reduksi ke ekuator mengubah anomali tersebut menjadi lebih simetris dan terpusat di atas sumbernya, sehingga memudahkan proses pemodelan, identifikasi, dan interpretasi sumber anomali ([Pinandita dan Sutresno, 2024](#)). Model sederhana hasil pemodelan inversi-2D dengan *software* ZONDGM2D ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8. Hasil-hasil pemodelan-2D ini hanya ditampilkan secara kualitatif tanpa menyertakan jenis litologi, namun hanya terfokus pada rekahan air tanah pada kompleks batuan vulkanik.

Data anomali magnetik lokal RTE, terutama turunannya, digunakan untuk mengidentifikasi dan memetakan batas-batas litologi bawah permukaan. Filter FHD merupakan metode yang efektif untuk menyoroti tepi dan batas pada data magnetik, yang membantu dalam interpretasi struktur bawah permukaan ([Subarsyah dan Nhirwana, 2011](#)). Filter FHD terhadap data anomali

magnetik dapat diterapkan untuk indentifikasi rekahan air tanah pada komplek batuan vulkanik. Beberapa pola *ridge* (warna merah) yang terlihat pada Gambar 6 (kanan) diidentifikasi sebagai lokasi rekahan tersebut. Dengan menganalisis perubahan lateral (horizontal) medan magnetik, filter FHD ini dapat menyoroti batas batuan, yang membantu dalam pemetaan struktur geologi atau batuan bawah permukaan seperti zona rekahan yang berpotensi mengandung air tanah. Metode FHD sangat berguna dalam eksplorasi air tanah, terutama di daerah yang sulit dijangkau atau memiliki batuan dasar yang relatif homogen secara magnetik. Dengan mengetahui lokasi rekahan, potensi sumberdaya air tanah dapat dievaluasi dengan baik, sehingga ketersediaan air tanah bagi masyarakat tetap terjaga.



**Gambar 7.** Hasil pemodelan inversi-2D terhadap data anomali magnetik lokal RTE di sepanjang Lintasan AA' dan estimasi lokasi rekahan (garis putus-putus) pada komplek batuan vulkanik.



**Gambar 8.** Hasil pemodelan inversi-2D terhadap data anomali magnetik lokal RTE di sepanjang Lintasan BB' dan estimasi lokasi rekahan (garis putus-putus) pada komplek batuan vulkanik.

#### **4. KESIMPULAN**

Penelitian dengan metode magnetik telah dilakukan di Desa Sumbang, Kecamatan Sumbang Kabupaten Banyumas dengan tujuan untuk mengidentifikasi sebaran rekahan air tanah pada komplek batuan vulkanik. Secara geologis daerah penelitian didominasi oleh endapan lahar dan lava Gunungapi Slamet. Kegiatan penelitian dimulai dengan akuisisi data magnetik di lapangan dengan resolusi spasial sebesar 100 m. Pengolahan data intensitas magnetik meliputi beberapa koreksi dan reduksi telah dilakukan hingga diperoleh data anomali magnetik lokal yang berkisar  $-3.089,49 - 1.502,98$  nT. Reduksi data ke ekuator dilakukan terhadap data anomali magnetik lokal untuk mereduksi efek dipol magnetik yang mengganggu interpretasi, sehingga dihasilkan data anomali magnetik lokal RTE yang berkisar  $-2.056,54 - 2.264,55$  nT. Identifikasi rekahan air tanah pada komplek batuan vulkanik di daerah penelitian dilakukan melalui perhitungan dan analisis *first horizontal derivative* (FHD) terhadap data anomali magnetik lokal RTE. Nilai FHD yang dihasilkan berkisar  $0,238 - 22,752$  nT/m. Nilai FHD maksimum membentuk *ridge* yang menunjukkan adanya perubahan nilai magnetisasi secara tiba-tiba. Banyaknya pola *ridge* pada peta kontur mengindikasikan keberadaan batas litologi yang diinterpretasi sebagai rekahan air tanah. Hasil interpretasi kualitatif ini juga didukung oleh hasil pemodelan inversi-2D yang menunjukkan banyaknya rekahan pada komplek batuan vulkanik. Oleh karena itu, hasil-hasil penelitian diharapkan menjadi petunjuk keberadaan sumber air tanah yang melimpah di daerah penelitian untuk mendukung irigasi berbasis air tanah sebagai upaya mewujudkan ketahanan pangan dan pengembangan agrowisata.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Aina, A. (1986). Reduction to Equator, Reduction to Pole, and Orthogonal Reduction of Magnetic Profiles. *Exploration Geophysics*, 17, 141-145. <http://dx.doi.org/10.1071/EG986141>.
- Alamdar, K., Ansari, A.H., & Ghorbani, A. Edge Detection of Magnetic Body Using Horizontal Gradient of Pseudogravity Anomaly.
- Anonim (2017). *Modul Geologi dan Hidrogeologi; Pelatihan Perencanaan Air Tanah*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumberdaya Air dan Konstruksi. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Republik Indonesia. Bandung.
- Anonim (2023). *Akuifer Media Rekahan (Fracture Media)*. Balai Air Tanah. Direktorat Air Tanah dan Air Baku. Direktorat Jenderal Sumberdaya Air. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Republik Indonesia. Bandung.
- Blakely R.J. (1995). *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press. USA.
- Demiroglu, M. (2017). Identifying the Groundwater Basin Boundaries, Using Environmental Isotopes: a Case Study. *Appl Water Sci* 7, 1161–1167. <https://doi.org/10.1007/s13201-016-0516-y>.
- Djuri, M., Samodra, H., dan Gafoer, S. (1996). *Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal, Jawa, Skala 1:100,000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (PSG). Bandung.
- Iswahyudi, S., Jati, I.P., and Setijadi, R. (2018). Studi Pendahuluan Geologi Telaga Tirta Marta, Purbalingga, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Dinamika Rekayasa*, 14, 2, 86-91.

<http://dx.doi.org/10.20884/1.dr.2018.14.2.189>.

- Kaser, D., & Hunkeler, D. (2015). Contribution of Alluvial Groundwater to the Outflow of Mountainous Catchments. *Water Resources Research*, 52, 2, 680-697.
- Laitupa, K. (2020). Pengaruh Pelapukan terhadap Rekahan Batuan Utuh Melalui Pengujian di Laboratorium. *INTAN Jurnal Penelitian Tambang*, 3, 1, 26-34. <https://doi.org/10.56139/intan.v3i1.47>.
- Prayogo, T. B., Siswoyo, H., Nepriyana, E. (2022). Evaluation of Groundwater Irrigation Network Performance to Improve the Optimal Fulfillment of Irrigation Water Requirement. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 57, 1, 154-167. <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.57.1.14>.
- Pinandita, A. H., Sutresno, W. (2024). Krakteristik Anomali Magnetik dari Metode Reduksi ke Kutub dan Reduksi ke Ekuator pada Struktur Sesar. *Globe: Publikasi Ilmu Teknik, Teknologi Kebumian, Ilmu Perkapalan*, 2, 3, 250-257. <https://doi.org/10.61132/globe.v2i3.515>.
- Ramadhan, F. (2020). *Geologi dan Pemodelan Cekungan Air Tanah (CAT) Purwokerto Purbalingga*. Skripsi. Program Studi S1 Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Santosa, B.J., Mashuri, Salim, & R., Armi, R. (2012). Interpretasi Metode Magnetik untuk Penentuan Struktur Bawah Permukaan di Sekitar Gunung Kelud Kabupaten Kediri. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*, 2, 1, 7-14. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v2n1.p7-14>.
- Sehah, Raharjo, S.A., Prabowo, U.N. (2020). Two Dimensional Modeling of Basaltic Rocks Intrusion Based on The Local Magnetic Anomalies Data in Jatilawang District Banyumas Regency. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 10, 2, 171-182. <https://doi.org/10.13057/ijap.v10i2.41885>.
- Situmeang, R., Mulyadi, D.S., & Arianto, S. (2023). Analisa Data Magnetometer dengan Menggunakan Transformasi Reduksi Ke Kutub dan Ke Equator (Studi Kasus di Perairan Pantai Ancol). *Jurnal Chart Datum*, 9, 1, 39-48. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v9i1.264>
- Subarsyah & Nhirwana, B. (2011). Penggunaan Metode Analisis Sinyal dalam Interpretasi Data Magnet di Perairan Selat Sunda untuk Menentukan Arah dan Posisi Pipa Bawah Laut. *Jurnal Geologi Kelautan*, 9, 1, 45-52. <http://dx.doi.org/10.32693/jgk.9.1.2011.199>.
- Sulaiman, N., Ariffin, N. A., Sulaiman, M. S., Sulaiman, N., Jamil, R. M. (2022). Groundwater Exploration Using Electrical Resistivity Imaging (ERI) at Kemahang, Tanah Merah, Kelantan. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1102 (2022) 012027. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1102/1/012027>.
- Wenjie L.V., Pei H., Yang Y. \*, Luo Q., Xie, S., Fu, C. (2024). A Novel Method of Magnetic Sources Edge Detection Based on Gradient Tensor. *Minerals (MPDI)*, 14, 7, 1-15. <https://doi.org/10.3390/min14070657>.