

## INTERPRETASI MODEL ANOMALI MAGNETIK BAWAH PERMUKAAN DI AREA PERTAMBANGAN EMAS RAKYAT DESA CIHONJE, KECAMATAN GUMELAR, KABUPATEN BANYUMAS

*Sehah\**, Sukmaji Anom Raharjo dan Chandra Adi Prasetyo

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, UNSOED, Jalan Dr. Suparno 61 Purwokerto

\*Korespondensi Penulis, Email: [sehah@unsoed.ac.id](mailto:sehah@unsoed.ac.id)

### Abstract

Measurement of magnetic data has been done in the area of the gold mining in the village of Cihonje, the district of Gumelar, the regent of Banyumas in May to June 2013. Based on the modeling that has been conducted on the local magnetic anomalies along cross section of AB obtained six models of subsurface rock, while for along cross section of CD obtained five models. Based on the modeling results, rock formations that developed in the research area are Tapak formation, Halang formation, andesite-basaltic, and the alternating formation of the sandstones with some other rocks. The magnetic susceptibility of subsurface rock in the research area are interpreted ranged from 0.0039 to 0.0174 cgs units with the average magnetic susceptibility of rocks is estimated equal to 0.0099 cgs units that interpreted as the alternating formation of sandstone and claystone from Halang formation. The mineralization of gold ore is estimated to occur in almost of all subsurface rocks, but the most dominant mineralization is estimated to occur in the Halang formation especially on the alternating formation of sandstone and claystone. The gold ore mineralization occurs in the form of veins of pyrite, chalcopyrite, galena, and the others, that fill the cracks and the pores of the rocks.

**Keywords:** magnetic anomaly, gold mining, Village of Cihonje

### Abstrak

Pengukuran data magnetik telah dilakukan di area pertambangan emas rakyat Desa Cihonje Kecamatan Gumelar Kabupaten Banyumas pada bulan Mei hingga Juni 2013. Berdasarkan pemodelan yang dilakukan terhadap data anomali magnetik lokal pada sayatan AB diperoleh enam model batuan bawah permukaan, sedangkan untuk sayatan CD diperoleh lima model. Berdasarkan hasil pemodelan, formasi batuan yang berkembang di daerah penelitian adalah formasi Tapak, formasi Halang, batuan andesit-basaltik, serta perselingan batupasir dengan beberapa batuan lain. Suseptibilitas magnetik batuan bawah permukaan di daerah penelitian diinterpretasi berkisar 0,0039 hingga 0,0174 satuan cgs, dengan estimasi suseptibilitas magnetik batuan rata-rata sebesar 0,0099 satuan cgs yang diinterpretasi sebagai perselingan batupasir dan batulempung dari formasi Halang. Mineralisasi bijih emas diperkirakan terjadi di hampir seluruh batuan bawah permukaan, namun mineralisasi diperkirakan paling dominan terjadi dalam formasi Halang khususnya pada perselingan batupasir dan batulempung. Mineralisasi bijih emas terjadi dalam bentuk urat-urat pyrite, chalcopyrite, galena, dan sebagainya yang mengisi rekahan maupun pori-pori batuan.

**Kata Kunci:** anomali magnetik, pertambangan emas rakyat, Desa Cihonje

### Pendahuluan

Emas adalah logam mulia dengan nilai komoditas yang sangat tinggi dalam pertambangan. Mineral emas terbentuk di alam dari proses naiknya larutan residu

magma (*hydrothermal*) ke permukaan yang mengisi patahan (*fault*), kemudian bereaksi dengan batuan sampling (*host rock*) dan membentuk endapan di bawah permukaan serta menghasilkan mineral-mineral akibat

*alterasi* [1]. Sifat kemagnetan mineral emas berbeda terhadap mineral logam lain. Hal ini sebagai akibat pada saat proses pembentukannya, emas mengalami alterasi yaitu hilangnya sifat kemagnetan batuan pada saat naiknya larutan *hydrothermal*. Sifat kemagnetan emas yang menarik tersebut dapat dimanfaatkan sebagai dasar pendugaan mineral emas di dalam batuan bawah permukaan menggunakan survei geofisika, khususnya metode magnetik.

Desa Cihonje Kecamatan Gumelar Kabupaten Banyumas merupakan salah satu kawasan yang diperkirakan prospek mengandung bijih emas [2]. Secara umum potensi emas di Kabupaten Banyumas relatif tinggi. Meskipun lokasi titik-titiknya tersebar, namun umumnya bijih emas ditemukan pada jalur endapan aluvial yang menyambung secara kontinu hingga lereng Gunungapi Slamet. Saat ini di Desa Cihonje telah berdiri banyak pertambangan emas tradisional yang dikelola masyarakat biasa. Mereka menambang emas secara tradisional dengan menggali tanah yang diduga mengandung bijih emas sehingga membentuk sumur-sumur berkedalaman ratusan meter. Penggalian ini diteruskan dengan membuat beberapa terowongan di dinding sumur. Terowongan dibuat secara acak dengan panjang dan kedalaman yang tidak jelas untuk mengikuti jalur bijih emas tanpa melihat dampak negatif yang timbul, seperti kerusakan alam dan lingkungan, tanah longsor, dan sebagainya [3].

Stratigrafi daerah penelitian Desa Cihonje dan sekitarnya adalah bagian dari Cekungan Banyumas yang umumnya terdiri atas batuan sedimen yang termasuk ke dalam Formasi Halang dan Formasi Tapak. Formasi Halang tersusun atas batupasir andesit, konglomerat tufan, dan napal yang mengandung sisipan batupasir andesit dengan usia miosen atas. Adapun Formasi Tapak tersusun atas batuan seperti batupasir berbutir kasar dan konglomerat, serta beberapa batuan breksi [4]. Jenis batuan yang dominan di daerah penelitian adalah perselingan antara batupasir dan

batulempung. Di daerah penelitian juga ditemukan mineral *pyrite* ( $\text{FeS}_2$ ) dalam arah bidang patahan yang merupakan hasil asosiasi dari larutan *hydrothermal* yang terjadi dalam batuan breksi andesit dengan membentuk urat-urat halus. Pola sebaran intrusi dan pengaruh larutan *hydrothermal* membawa mineral sulfida hasil alterasi seperti *pyrite*, kalkopirit, dan arsenopirit yang kemudian mengendap dalam patahan atau sesar. Dalam tinjauan ilmu geologi, umumnya keberadaan mineral *pyrite* di suatu lokasi dijadikan sebagai indikasi awal tentang keberadaan mineral emas di lokasi yang sama.

Metode magnetik merupakan salah satu metode eksplorasi geofisika yang prinsip kerjanya adalah memanfaatkan variasi nilai suseptibilitas magnetik batuan bawah permukaan bumi untuk mendeteksi jenis batuan atau struktur geologi yang menjadi target penelitian. Beberapa struktur geologi bawah permukaan yang sering diinterpretasi berdasarkan data anomali magnetik adalah lapisan batuan, patahan atau sesar, intrusi batuan beku, geotermal, mineral logam dan sebagainya. Pada artikel ini metode magnetik dimanfaatkan untuk memodelkan dan menginterpretasi sebaran anomali magnetik bawah permukaan di kawasan pertambangan emas rakyat Desa Cihonje, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas.

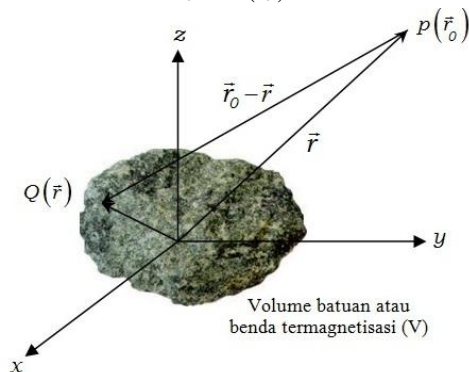
Prinsip kerja metode magnetik di dalam survei Geofisika adalah memetakan sumber-sumber anomali bawah permukaan. Anomali magnetik didefinisikan sebagai medan magnetik yang berasal dari distribusi benda bawah permukaan yang termagnetisasi. Suatu volume benda yang terdiri atas mineral-mineral magnetik dapat diasumsikan sebagai dipol magnetik seperti Gambar 1. Besar magnetisasi yang terjadi pada batuan tersebut sesuai dengan rekam jejaknya selama berada di dalam medan magnetik bumi, sehingga magnetisasinya dapat diasumsikan hanya berasal dari induksi magnetik yang diterima dari medan magnetik bumi. Induksi magnetik total

seluruh batuan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut [5]

$$\vec{B}(\vec{r}_0) = C_m \nabla \int_V \vec{M}(\vec{r}) \cdot \nabla \left[ \frac{1}{|\vec{r}_0 - \vec{r}|} \right] dV \quad (1)$$

Induksi magnetik di dalam persamaan (1) disebut anomali magnetik. Anomali magnetik bersama-sama dengan medan magnetik utama bumi  $B_0$  selalu berada di setiap titik di permukaan bumi. Oleh karena itu, medan magnetik total yang terukur pada peralatan di permukaan bumi adalah gabungan nilai medan magnetik utama bumi ( $\vec{B}_0$ ) dan anomali magnetik ( $\vec{B}_{r_0}$ ) dengan asumsi bahwa medan magnetik luar dapat diabaikan. Berdasarkan hal ini nilai medan magnetik total ( $\vec{B}_r$ ) yang terukur dapat dinyatakan dengan persamaan

$$\vec{B}_r = \vec{B}_0 + \vec{B}(\vec{r}_0) \quad (2)$$

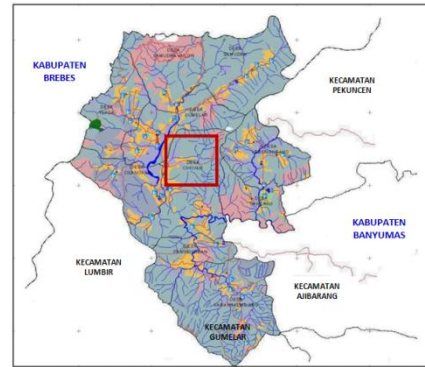


Gambar 1. Anomali magnetik dari benda yang termagnetisasi di bawah permukaan bumi.

**Metode**

Pengukuran data medan magnetik total telah dilaksanakan di Desa Cihonje, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas pada bulan Mei – Juni 2013 dengan peta lokasi seperti Gambar 2. Peralatan yang digunakan pada penelitian antara lain *Proton Precession Magnetometers (PPM)*, *Global Positioning System (GPS)*, kompas geologi, peta geologi, peta topografi, laptop, serta beberapa program aplikasi dan perangkat lunak seperti Microsoft Excel

2007, Surfer 07, Watfor 77, *Mag2DC for Window*, dan lain-lain.



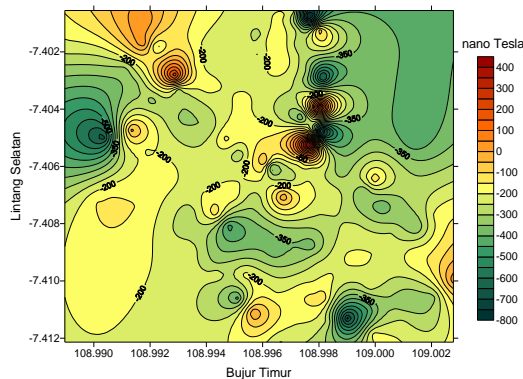
Gambar 2. Daerah penelitian; Desa Cihonje, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas.

Tahapan kegiatan penelitian yang dilakukan meliputi pengukuran data medan magnetik total, pengolahan, pemodelan, dan interpretasi data. Data yang terukur di lapangan adalah induksi magnetik total, posisi geografis (lintang, bujur, ketinggian), waktu (jam dan menit), dan kondisi lingkungan. Selanjutnya dilakukan koreksi terhadap data medan magnetik total yang meliputi koreksi harian dan koreksi IGRF, sehingga diperoleh data anomali magnetik total. Data anomali magnetik total yang masih terdistribusi di permukaan topografi tersebut selanjutnya ditransformasi ke bidang datar dan dikoreksi dari efek magnetik regional, sehingga diperoleh data anomali magnetik lokal. Selanjutnya data anomali magnetik lokal ini dimodelkan menggunakan perangkat lunak *Mag2DC for Window* untuk menginterpretasi jenis batuan bawah permukaan termasuk zona batuan yang prospek mengandung mineral emas di daerah penelitian..

**Hasil dan Pembahasan**

Data magnetik total yang diperoleh dari pengukuran masih bercampur dengan data medan magnet utama bumi dan medan magnetik harian. Untuk memperoleh data

anomali magnetik total yang menjadi target penelitian, maka dilakukan koreksi yang terdiri atas koreksi harian dan koreksi IGRF. Koreksi harian bertujuan untuk menghilangkan efek magnetik harian dan koreksi IGRF bertujuan untuk mereduksi efek magnetik utama bumi. Data anomali magnetik yang diperoleh setelah dilakukan koreksi tersebut, selanjutnya dikonturkan menggunakan *Surfer 7*, sehingga diperoleh peta kontur seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



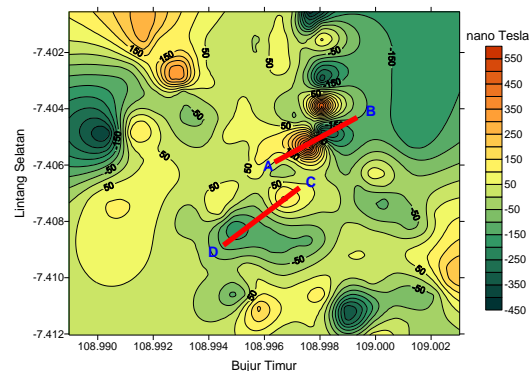
Gambar 3. Peta kontur anomali medan magnetik total daerah penelitian yang terdistribusi di permukaan topografi.

Data anomali magnetik total masih terdistribusi di atas permukaan topografi, sehingga perlu ditransformasi ke bidang datar. Metode yang dapat digunakan untuk mentransformasi data anomali ke bidang datar adalah pendekatan deret Taylor [6]. Bidang datar dipilih pada ketinggian rata-rata topografi yaitu 199,59 m di atas bidang acuan sferoida agar proses iterasinya cepat mencapai konvergen [6]. Secara teknis transformasi ini dilakukan menggunakan program *Fortran 77*. Data anomali yang dihasilkan dari proses ini telah terdistribusi pada bidang datar.

Data anomali magnetik total yang telah berada pada bidang datar, selanjutnya dikoreksi dari efek magnetik regional, karena target penelitian adalah batuan bawah permukaan yang bersifat lokal. Data anomali magnetik regional dapat diperoleh melalui pengangkatan ke atas (*upward*

*continuation*) data anomali magnetik total yang telah berada pada bidang datar hingga ketinggian tertentu, sedemikian hingga pola kontur anomalnya cenderung tetap. Pada penelitian ini anomali magnetik regional diperoleh pada ketinggian 1500 meter di atas bidang acuan sferoida. Metode yang digunakan untuk pengangkatan ke atas adalah identitas ke-2 Green, yang secara teknis dikemas dalam bentuk program *Fortran 77* [6]. Selanjutnya data tersebut dikoreksikan terhadap data anomali magnetik telah yang terdistribusi di bidang datar, sehingga diperoleh data anomali magnetik lokal daerah penelitian.

Interpretasi sumber anomali bawah permukaan dilakukan melalui pemodelan menggunakan perangkat lunak *Mag2DC for Window*. Untuk melakukan pemodelan, dibuat beberapa sayatan (*line section*) di atas zona dipol magnetik pada peta kontur anomali magnetik lokal yang diperkirakan sebagai sumber anomali magnetik bawah permukaan seperti terlihat pada Gambar 4. Data anomali magnetik diekstrak dari sayatan-sayatan tersebut menggunakan perangkat lunak *Surfer 7* dan selanjutnya disebut sebagai data anomali observasi. Dalam melakukan pemodelan diperlukan beberapa parameter fisis seperti medan magnetik utama bumi (IGRF), deklinasi, inklinasi, serta beberapa parameter model lainnya seperti terlihat pada Tabel 1.



Gambar 4. Sayatan pemodelan AB dan CD pada peta kontur anomali magnetik lokal.

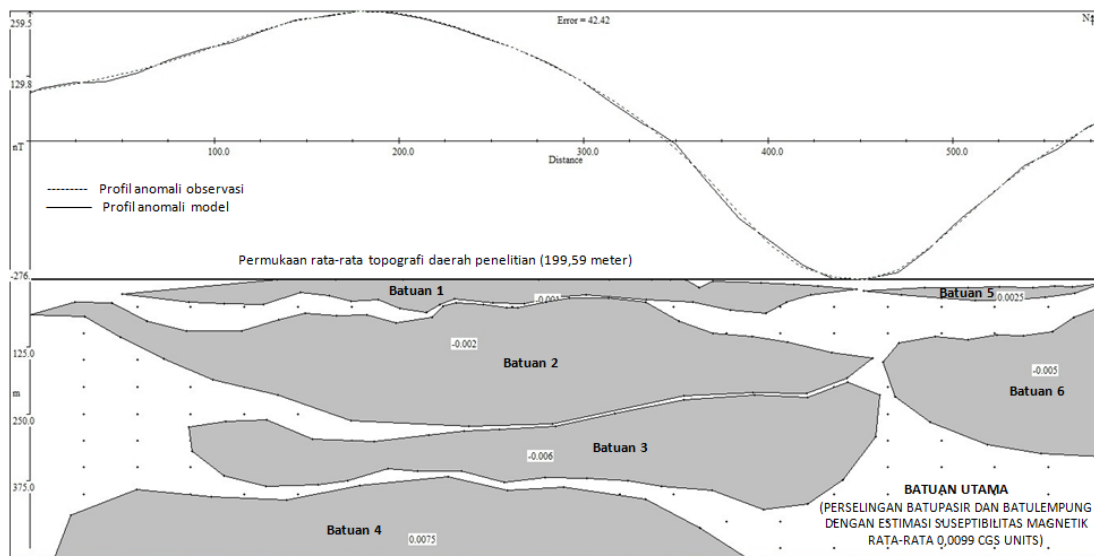
Tabel 1. Parameter medan magnetik bumi daerah penelitian dan parameter model

Parameter Medan		
No.	Magnetik Bumi dan Pemodelan	Nilai
1	Medan magnetik utama bumi (IGRF)	44996 nT
2	Sudut deklinasi	0,979°
3	Sudut inklinasi	-32,652°
4	Profile bearing	0,0°
5	Ketinggian referensi	0 meter
6	Panjang strike	100 meter

Pemodelan anomali magnetik dilakukan dengan cara mencocokkan data anomali model terhadap data anomali observasi menggunakan perangkat lunak Mag2DC for Window. Tingkat kecocokan dua jenis data tersebut ditandai dengan kesesuaian profil (kurva) anomali model dan profil anomali observasi. Berdasarkan hasil pemodelan pada sayatan AB diperoleh enam buah benda anomali, sedangkan hasil pemodelan pada sayatan CD diperoleh lima buah benda anomali seperti terlihat pada

Gambar 5 dan Gambar 6. Adapun hasil interpretasi litologi atau penafsiran jenis-jenis batuan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Panjang lintasan AB adalah 581,1 meter, adapun panjang lintasan CD adalah 459,4 meter. Nilai suseptibilitas magnetik rata-rata untuk daerah penelitian diestimasi sebesar 0,0099 cgs (perselingan batupasir dan batulempung).

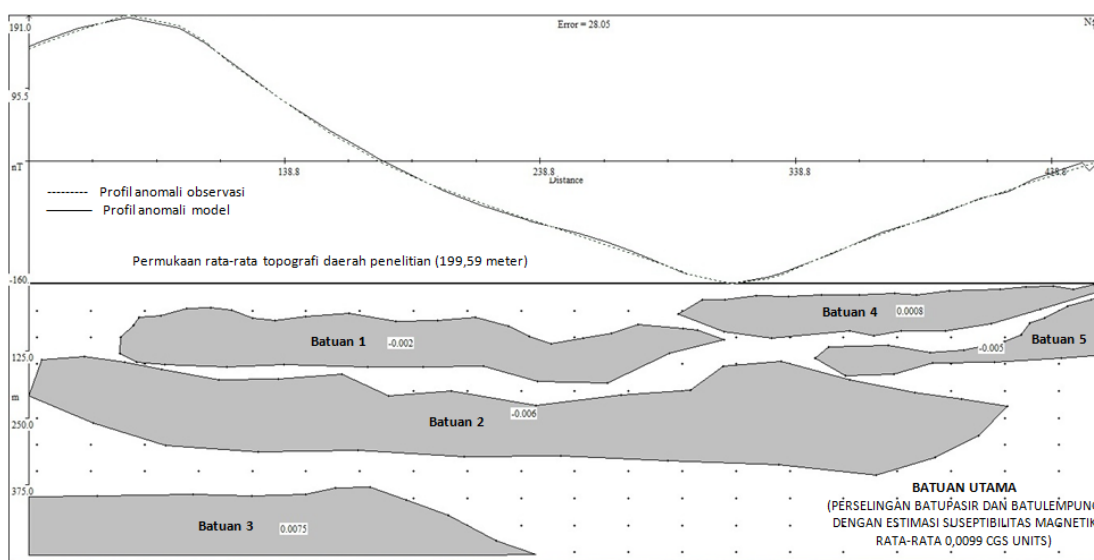
Berdasarkan informasi geologi Desa Cihonje, bahwa daerah penelitian dilalui oleh patahan mendatar berarah timur laut ke barat daya dan beberapa lipatan [1]. Keadaan geologi yang cukup kompleks tersebut menghasilkan banyak zona bukaan sehingga memungkinkan larutan magma (*hydrothermal*) bergerak naik dalam bentuk intrusi batuan beku andesit (ditemukan di bagian barat daerah penelitian). Dalam perjalanan ke permukaan, magma tersebut bereaksi dengan batuan-batuan yang dilalui sehingga memicu terjadinya mineralisasi logam (termasuk emas) di daerah ini [7].



Gambar 5. Hasil pemodelan anomali magnetik menggunakan perangkat lunak Mag2DC for Window pada sayatan AB.

Tabel 2. Interpretasi hasil pemodelan data-data anomali magnetik pada lintasan AB berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik (dalam satuan cgs)

Benda Anomali	Kontras Suseptibilitas	Suseptibilitas Batuan	Kedalaman (meter)	Interpretasi dan Perkiraan Jenis Batuan
Batuan 1	-0,0015	0,0084	0 – 61,194	Anggota batugamping Formasi Tapak
Batuan 2	-0,0025	0,0074	34,328 – 273,134	Perselingan batupasir berbutir kasar dengan konglomerat dari Formasi Tapak
Batuan 3	-0,0060	0,0039	191,045 – 428,358	Batupasir andesit, konglomerat, tuff, napal, serta batulempung dari Formasi Halang
Batuan 4	0,0075	0,0174	367,164 – 574,375	Batuan andesit-basaltik berupa bongkahan lahar vulkanik
Batuan 5	0,0025	0,0124	7,463 – 38,806	Perselingan batuan beku profiri dengan batupasir berbutir kasar
Batuan 6	-0,0050	0,0049	50,746 – 329,851	Batupasir andesit, konglomerat, tuff, napal, serta batulempung dari Formasi Halang



Gambar 6. Hasil pemodelan anomali magnetik menggunakan perangkat lunak Mag2DC for Window pada sayatan CD.

Tabel 3. Interpretasi hasil pemodelan data-data anomali magnetik pada lintasan AB berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik (dalam satuan cgs)

Benda Anomali	Kontras Suseptibilitas	Suseptibilitas Batuan	Kedalaman (meter)	Interpretasi dan Perkiraan Jenis Batuan
Batuan 1	-0,0025	0,0074	44,776 – 185,075	Perselingan batupasir berbutir kasar dengan konglomerat dari Formasi Tapak
Batuan 2	-0,0060	0,0039	135,821 – 356,716	Batupasir andesit, konglomerat, tuff, napal, serta batulempung dari Formasi Halang

Batuan 3	0,0075	0,0174	379,213 – 505,618	Batuan andesit-basaltik berupa bongkahan lahar vulkanik
Batuan 4	0,0008	0,0107	1,493 – 101,493	Perselingan batupasir dengan batuan beku profiri
Batuan 5	-0,0050	0,0049	22,388 – 171,642	Batupasir andesit, konglomerat, tuff, napal, serta batulempung dari Formasi Halang

Interpretasi terhadap hasil pemodelan anomali magnetik pada sayatan AB dan CD didasarkan pada Peta Geologi Lembar Purwokerto – Tegal. Berdasarkan peta ini, formasi batuan bawah permukaan di daerah penelitian tersusun atas Formasi Halang, Formasi Tapak, dan anggota batugamping dari Formasi Tapak [4]. Litologi daerah penelitian didominasi perselingan batupasir dan batulempung yang termasuk Formasi Halang dengan estimasi suseptibilitas magnetik rata-rata sebesar 0,0099 cgs.

Proses mineralisasi logam sulfida yang mengandung bijih emas diperkirakan terjadi di hampir seluruh formasi batuan, kecuali batuan andesit-basaltik (bongkahan lahar vulkanik) dan batugamping dari formasi Tapak. Hal ini didasarkan fakta bahwa formasi-formasi batuan tersebut mengandung batupasir. Batupasir adalah jenis batuan dengan porositas tinggi. Mineralisasi emas terjadi dalam bentuk urat-urat *pyrite* halus yang mengisi rekahan dan pori-pori batuan tersebut [8]. Meskipun demikian mineralisasi emas diperkirakan banyak terjadi di dalam formasi Halang, khususnya perselingan batupasir dengan batulempung. Beberapa mineral sulfida seperti *pyrite*, *galena*, *chalcopyrite*, dan sebagainya diduga banyak mengandung bijih emas yang berasosiasi dengan kalsit dan kuarsa [9].

### Kesimpulan

Pengukuran data magnetik total telah dilaksanakan di area pertambangan emas rakyat Desa Cihonje Kecamatan Gumelar Kabupaten Banyumas. Berdasarkan hasil pemodelan yang telah dilakukan terhadap data anomali magnetik lokal di sepanjang

sayatan AB diperoleh enam buah model batuan bawah permukaan, sedangkan untuk sayatan CD diperoleh lima buah model. Formasi batuan yang berkembang di daerah penelitian antara lain formasi Tapak, formasi Halang, batuan andesit-basaltik, serta perselingan batupasir dan beberapa batuan lain.

Nilai suseptibilitas magnetik batuan bawah permukaan di daerah penelitian diinterpretasi berkisar 0,0039 – 0,0174 cgs. Adapun nilai suseptibilitas magnetik batuan rata-rata diestimasi 0,0099 cgs yang diperkirakan sebagai perselingan batupasir dan batulempung yang berasal dari formasi Halang.

Mineralisasi bijih emas diperkirakan terjadi di hampir seluruh batuan bawah permukaan, namun diperkirakan paling dominan dalam formasi Halang khususnya perselingan batupasir dan batulempung. Mineralisasi emas terjadi dalam bentuk urat-urat *pyrite*, *galena*, *chalcopyrite*, dan sebagainya yang mengisi rekahan maupun pori-pori batuan.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang menunjang kelancaran penelitian, baik dari pendanaan, peralatan, pemikiran, dan tenaga, antara lain Direktur Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Rektor dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UNSOED, Ketua Jurusan Fisika dan Kepala Laboratorium Geofisika UNSOED serta para mahasiswa Program Studi Fisika UNSOED yang telah ikut berpartisipasi aktif dalam proses akuisisi data di lapangan.

**Daftar Pustaka**

- [1] C. Agustiandi, 2012. Geologi dan Mineralisasi di Tambang Emas Rakyat Daerah Cihonje dan Sekitarnya Kecamatan Gumelar Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah. Tugas Akhir. Fakultas Sains dan Teknik UNSOED. Purwokerto.
- [2] Sunarto, 2008. Tanah di 11 Kecamatan Mengandung Emas. *Artikel On-line*. Dinas Pendidikan Kabupaten Banyumas. [www.dindikbanyumas.net](http://www.dindikbanyumas.net). Diakses pada 4 November 2013.
- [3] Pikiran Rakyat *Online*, 2013. Penambang Emas Liar Tewas Tertimbun Tanah di Kedalaman 20 meter. <http://www.pikiran-rakyat.com>. Diakses pada tanggal 6 November 2013.
- [4] M. Djuri, T. Samodra, M. Amin, dan S. Gafoer, 1996. Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal. Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G). Bandung.
- [5] W.M. Telford, L. Gedaart, R. Sheriff, 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge. New York.
- [6] R.J. Blakely, 1995. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press. USA.
- [7] R. Hutamadi dan Mulyana. 2011. Evaluasi Sumberdaya dan Cadangan Bahan Galian untuk Pertambangan Skala Kecil Daerah Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah. *Artikel Ilmiah*. Badan Geologi. Kementerian ESDM. Jakarta.
- [8] W.C. Juntak, 2011. Geologi Lingkungan Daerah Gumelar. *Hasil Penelitian*. [www.wilson.com](http://www.wilson.com), Diakses tanggal 7 Oktober 2013.
- [9] S. Atmadja, R. Maury, R.C. Bellon, H. Pringgoprawiro, H. Polve, and B. Priadi, 1991. The Tertiary Magmatic Belts in Java, *Proceedings of Silver Jubilee*.