

## **PENDUGAAN MODEL ANOMALI MAGNETIK BAWAH PERMUKAAN DESA DARMAKRADENAN, KECAMATAN AJIBARANG, KABUPATEN BANYUMAS**

**Sehah dan Sukmaji Anom Raharjo**

*Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman*

*Jalan dr. Suparno No. 61 Purwokerto*

*Korespondensi Penulis : sehahallasimy@yahoo.com*

### **Abstract**

*Magnetic survey has been carried out to estimate the subsurface magnetic anomaly model in Darmakradenan Village, Ajibarang District, Banyumas Regency. After the data processing which includes some corrections and reductions, then obtained the residual magnetic anomaly data in the research area. Then this magnetic anomaly data was modeled use Mag2DC for Windows software, thus obtained four subsurface anomalous objects, which are interpreted as coarse grained sandstones, conglomerates, and andesitic breccias from Tapak Formation ( $\chi = 0.0055$  cgs units), lava deposition of Slamet Volcano; with boulder of basaltic-andesite from old Slamet Volcano eruption ( $\chi = 0.0175$  cgs units), andesitic sandstone, tuff conglomerate, and marl which insert of sandstone from Halang Formation ( $\chi = 0.0015$  cgs units), and limestones from Tapak Formation ( $\chi = 0.0035$  cgs units). The research areas have natural resources of limestone that is being cultivated mining now. While the presence of gold minerals can not be determined, but is expected in the old alluvial deposits of Tapak Formation and Halang Formation.*

**Keywords:** *Magnetic anomaly, subsurface, Darmakradenan Village*

### **Abstrak**

*Telah dilakukan survei magnetik untuk menduga model anomali magnetik bawah permukaan di Desa Darmakradenan, Kecamatan Ajibarang, Kabupaten Banyumas. Setelah dilakukan pengolahan data yang meliputi beberapa koreksi dan reduksi, maka diperoleh data anomali magnetik residual daerah penelitian. Data anomali magnetik ini dimodelkan menggunakan perangkat lunak Mag2DC for Windows hingga diperoleh empat buah benda anomali bawah permukaan, yang diinterpretasi sebagai batupasir berbutir kasar, konglomerat dan breksi andesit dari Formasi Tapak ( $\chi = 0,0055$  cgs units), endapan lahar Gunungapi Slamet; dengan bongkahan batuan andesit-basaltik dari letusan Gunungapi Slamet tua ( $\chi = 0,0175$  cgs units), batupasir andesit, batuan konglomerat tuff, dan batuan napal yang bersisipan dengan batupasir dari Formasi Halang ( $\chi = 0,0015$  cgs units), serta batugamping dari Formasi Tapak ( $\chi = 0,0035$  cgs units). Daerah penelitian memiliki sumberdaya alam batugamping yang telah diusahakan penambangannya sekarang ini. Sedangkan keberadaan mineral emas belum dapat ditentukan, namun diperkirakan berada di dalam endapan alluvial tua dari Formasi Tapak dan Formasi Halang.*

**Kata kunci:** *Anomali magnetik, bawah permukaan, Desa Darmakradenan.*

### **Pendahuluan**

Seiring meningkatnya kebutuhan manusia, teknologi eksplorasi sumberdaya alam bawah permukaan terus dikembangkan. Salah satu metode yang cukup ampuh untuk mengeksplorasi

sumberdaya alam bawah permukaan adalah Survei Magnetik [1,2]. Survei magnetik merupakan salah satu metode survei geofisika yang prinsip kerjanya memanfaatkan variasi suseptibilitas magnetik batuan bawah permukaan untuk

menginterpretasi struktur geologi yang menjadi target penelitian, seperti sesar, intrusi batuan beku, reservoir geotermal, akuifer air tanah, endapan mineral logam, dan sebagainya. Melalui kemajuan ilmu dan teknologi, saat ini telah dikembangkan perangkat keras dan lunak untuk menunjang survei magnetik. Dengan demikian proses pengukuran data, pengolahan, pemodelan, dan interpretasi dapat dilaksanakan dalam waktu yang relatif singkat dan mudah.

Desa Darmakradenan adalah salah satu desa di Kecamatan Ajibarang yang diperkirakan prospek mengandung bijih emas. Secara umum potensi sumberdaya alam bijih emas di wilayah Kabupaten Banyumas relatif tinggi [3]. Luas wilayah di Kabupaten Banyumas yang diduga prospek mengandung bijih emas sekitar 16.000 hektar. Meski titik lokasinya tersebar, namun bijih emas berada dalam jalur endapan aluvial yang terus menyambung hingga perbukitan atau lereng Gunungapi Slamet [4]. Secara umum warga Desa Darmakradenan Kecamatan Ajibarang dan sekitarnya melakukan aktivitas penambangan emas pada musim kemarau di Sungai Tajum, karena diperkirakan bijih emas tersebut terbawa dalam aliran sedimen sungai yang berasal dari kawasan hulu, dimana proses mineralisasi emas terjadi.

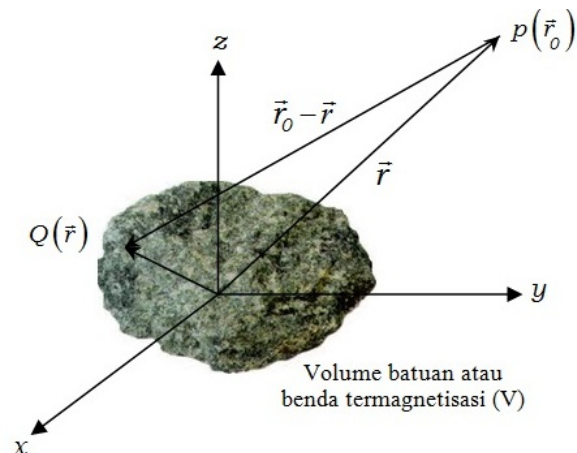
Tujuan survei magnetik adalah untuk mengetahui sebaran anomali magnetik bawah permukaan di Desa Darmakradenan Kecamatan Ajibarang. Anomali magnetik merupakan medan magnetik yang bersumber dari sebaran benda atau batuan bawah permukaan yang termagnetisasi. Menurut Telford *et.al.* [5] suatu volume benda atau batuan yang terdiri atas mineral magnetik bisa dianggap sebagai dipol magnetik (**Gambar 1**). Secara umum magnetisasi yang terjadi pada batuan tersebut tergantung dari rekam jeaknya selama berada di dalam medan magnetik

utama bumi, sehingga nilai magnetisasinya tergantung dari induksi magnetik yang diterimanya dari medan magnetik utama bumi. Selanjutnya berdasarkan **Gambar 1**, potensial magnetik di seluruh volume batuan dapat dirumuskan dalam persamaan [5]:

$$V(\vec{r}_0) = -C_m M \frac{\partial}{\partial \alpha} \int \left[ \frac{dV}{|\vec{r}_0 - \vec{r}|} \right] \dots (1)$$

dimana  $M$  merupakan momen dipol magnetik per satuan volume dan  $C_m$  adalah suatu konstanta. Adapun besar induksi magnetik total batuan tersebut dapat dirumuskan:

$$\vec{B}(\vec{r}_0) = C_m \nabla \int_V \vec{M}(\vec{r}) \cdot \nabla \left[ \frac{1}{|\vec{r}_0 - \vec{r}|} \right] dV \dots (2)$$



**Gambar 1.** Anomali magnetik dari batuan atau benda anomali bawah permukaan bumi (Telford *et.al.*, 1990).

Medan induksi magnetik pada persamaan (2) disebut anomali magnetik, yang bersama-sama dengan medan magnetik utama bumi  $B_0$  berada di titik pengukuran. Dengan demikian, medan magnetik total yang terukur pada peralatan di suatu titik lokasi di permukaan bumi sebenarnya merupakan gabungan antara

medan magnetik utama bumi ( $\vec{B}_0$ ) dan anomali magnetik ( $\vec{B}_{r_0}$ ) dengan asumsi medan magnetik luar diabaikan. Berdasarkan hal ini formulasinya dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\vec{B}_T = \vec{B}_0 + \vec{B}(\vec{r}_0) \quad \dots (3)$$

### Metode Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah Desa Darmakradenan Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas dengan peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Mei hingga Juni 2013. Pengolahan

data hingga interpretasi data dilakukan di Laboratorium Elektronika, Instrumentasi, dan Geofisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto. Peralatan dan bahan yang diperlukan di dalam penelitian ini antara lain: *Proton Precession Magnetometers* (PPM) GSM-19T produk GEM System dengan sensitivitas 0,05 nT, *Global Positioning System* (GPS), peta geologi, peta topografi, perangkat lunak Surfer 7, bahasa pemrograman Watfor 77, dan perangkat lunak Mag2DC for Windows, laptop, kamera, dan sebagainya.



**Gambar 2.** Lokasi penelitian; Desa Darmakradenan Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas (sumber gambar: <http://indonesia-peta.blogspot.com>)

Pengukuran kuat medan magnetik total dan posisi geografis dilakukan secara bersama menggunakan *Proton Precession Magnetometers* (PPM) dan *Global Positioning System* (GPS) di setiap titik lokasi pengukuran. Data yang dicatat selama pengukuran meliputi kuat medan magnetik, posisi geografis, hari dan tanggal, waktu (jam dan menit), serta

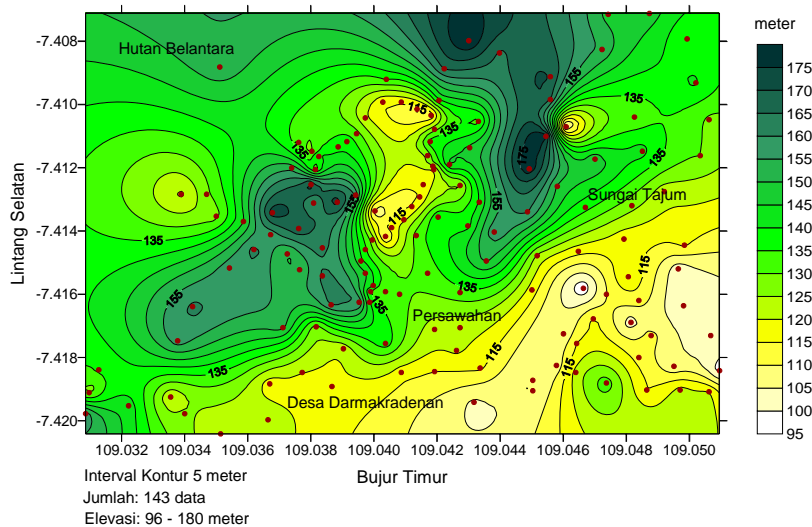
kondisi lingkungan. Jarak antara satu titik terhadap titik yang lain diusahakan sama dan teratur membentuk *grid*. Tetapi jika topografi sangat berat, maka sebaran titik ukur dapat dilakukan secara acak namun terkoordinasi. Pada setiap titik, pengukuran kuat medan magnetik dilakukan beberapa kali dengan posisi titik ukur yang

berbeda (dibuat jarak 5 meter antara setiap titik).

### Hasil dan Pembahasan

Peta topografi daerah penelitian lengkap dengan sebaran titik-titik ukur hasil pengkonturan menggunakan perangkat lunak *Surfer 7* ditunjukkan pada

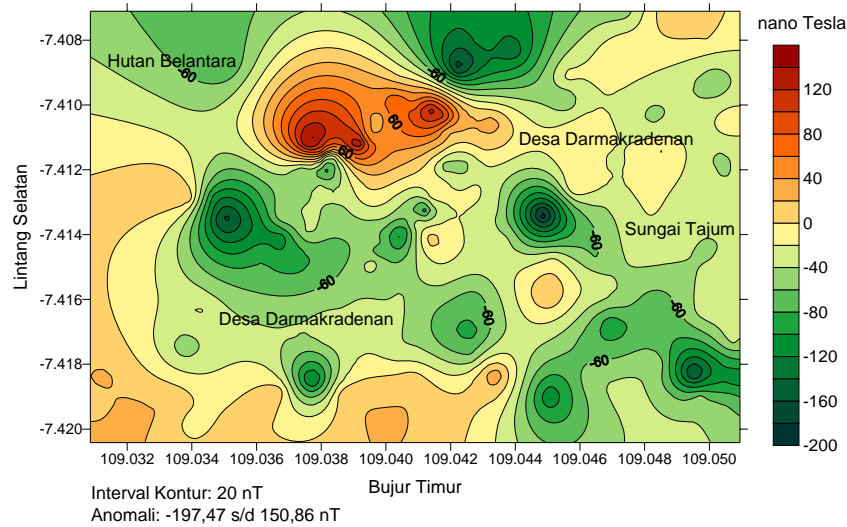
**Gambar 3.** Sebaran titik ukur pada daerah penelitian tidak membentuk *grid* teratur tetapi acak karena sebagian daerah penelitian memiliki kondisi alam yang sangat ekstrim seperti hutan yang rimbun dan lebat, semak belukar yang sulit dilalui, serta tebing sungai yang curam.



**Gambar 3.** Peta kontur topografi daerah penelitian dan sebaran titik-titik ukur.

Sedangkan pengukuran intensitas kuat medan magnetik total dilakukan pada titik-titik lokasi seperti ditunjukkan pada **Gambar 3**. Data intensitas kuat medan magnetik total yang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan masih tercampur medan magnetik utama bumi, medan magnetik harian, dan medan magnetik dari topografi. Untuk mendapatkan nilai anomali magnetik total yang menjadi target penelitian, maka dilakukan koreksi yang terdiri atas koreksi harian, koreksi IGRF, dan koreksi topografi. Data anomali medan magnetik total yang diperoleh, kemudian dikonturkan menggunakan perangkat lunak *Surfer 7*, sehingga diperoleh peta kontur anomali magnetik total daerah penelitian seperti **Gambar 4**.

Data anomali magnetik total yang diperoleh tersebut masih terdistribusi di permukaan topografi daerah penelitian. Secara matematis data anomali ini tidak dapat diproses pada tahap berikutnya jika tidak berada pada bidang datar. Metode yang digunakan untuk mentransformasi data dari bidang tidak datar (topografi) ke bidang datar adalah melalui pendekatan deret Taylor [6]. Berdasarkan saran dari Cordell dan Grauch [6] bidang datar ini dipilih pada ketinggian rata-rata topografi daerah penelitian agar proses iterasi cepat mencapai konvergen. Secara teknis proses reduksi ke bidang datar ini dilakukan menggunakan program *Watfor 77* melalui transformasi Fourier cepat (*Fast Fourier Transform*, FFT).

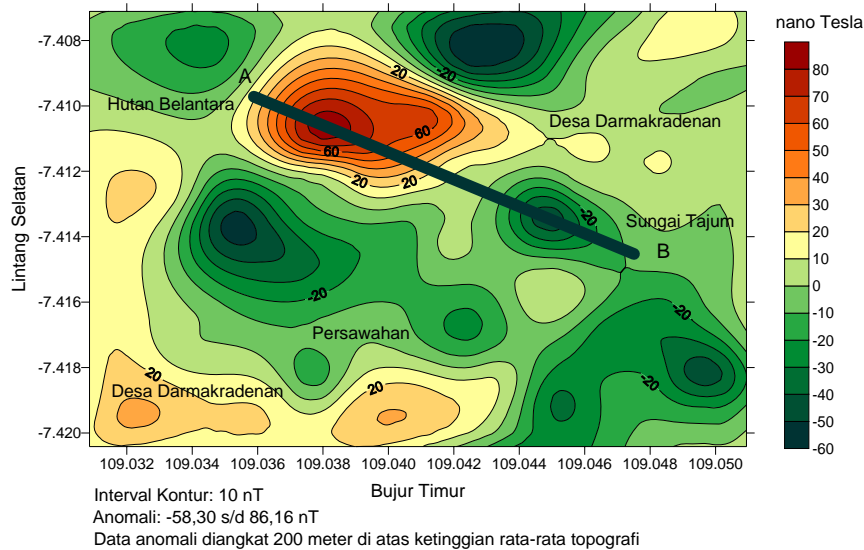


**Gambar 4.** Peta kontur anomali medan magnetik total daerah penelitian.

Pada dasarnya data anomali medan magnetik total yang telah terdistribusi di bidang datar masih belum bersih dari efek magnetik regional. Oleh karena itu efek magnetik regional harus direduksi, karena target penelitian adalah struktur geologi batuan bawah permukaan yang bersifat lokal. Data magnetik regional dapat diperoleh melalui proses pengangkatan ke atas (*upward continuation*) terhadap data anomali magnetik total yang telah terdistribusi pada bidang datar hingga ketinggian tertentu. Pengangkatan ke atas dilakukan sehingga variasi data anomali menjadi relatif tetap. Jika kondisi tersebut tercapai, maka data anomali magnetik yang dihasilkan ini disebut sebagai data anomali magnetik regional [7].

Data anomali magnetik regional yang telah diperoleh tersebut, kemudian

dikoreksikan terhadap data anomali medan magnetik total yang terdistribusi di bidang datar. Data anomali magnetik yang telah terkoreksi efek magnetik regional ini disebut sebagai data anomali magnetik residual. Selanjutnya untuk mereduksi efek magnetik lokal yang bersumber dari permukaan topografi; seperti *boulder* batuan beku atau benda-benda magnetik lainnya, maka dilakukan pemfilteran menggunakan teknik pengangkatan ke atas (*upward continuation*), karena teknik ini juga dapat digunakan sebagai filter tapis rendah (*low pass filter*) bagi data anomali magnetik [5]. Peta anomali magnetik residual yang diperoleh setelah direduksi efek magnetik lokalnya lengkap dengan lintasan pemodelan ditunjukkan pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Peta kontur anomali magnetik residual daerah penelitian hasil reduksi efek lokal lengkap dengan lintasan pemodelan.

Interpretasi data dilakukan melalui pemodelan menggunakan perangkat lunak *Mag2DC for Windows*. Langkah awal pemodelan adalah membuat *line section* (lintasan) dari zona anomali positif menuju zona anomali negatif atau sebaliknya yang diduga sebagai sumber anomali magnetik bawah permukaan. Lintasan tersebut diletakkan di atas zona yang diperkirakan sebagai sumber anomali magnetik paling kuat, namun harus melalui titik-titik hasil pengukuran yang *original* dan bukan sekedar hasil interpolasi dari perangkat lunak *Surfer 7*.

Pemodelan numerik dilakukan terhadap data anomali magnetik residual yang diekstrak dari lintasan tersebut dengan *Surfer 7*. Pada saat melakukan pemodelan diperlukan beberapa parameter medan magnet bumi seperti nilai IGRF, sudut deklinasi, dan sudut inklinasi, serta beberapa parameter model lainnya seperti terlihat pada **Tabel 1**. parameter medan magnet bumi daerah penelitian diunduh dari *website Natural Resources Canada* menggunakan mesin hitung *online* medan magnet bumi ([www.nrcan.gc.ca](http://www.nrcan.gc.ca)).

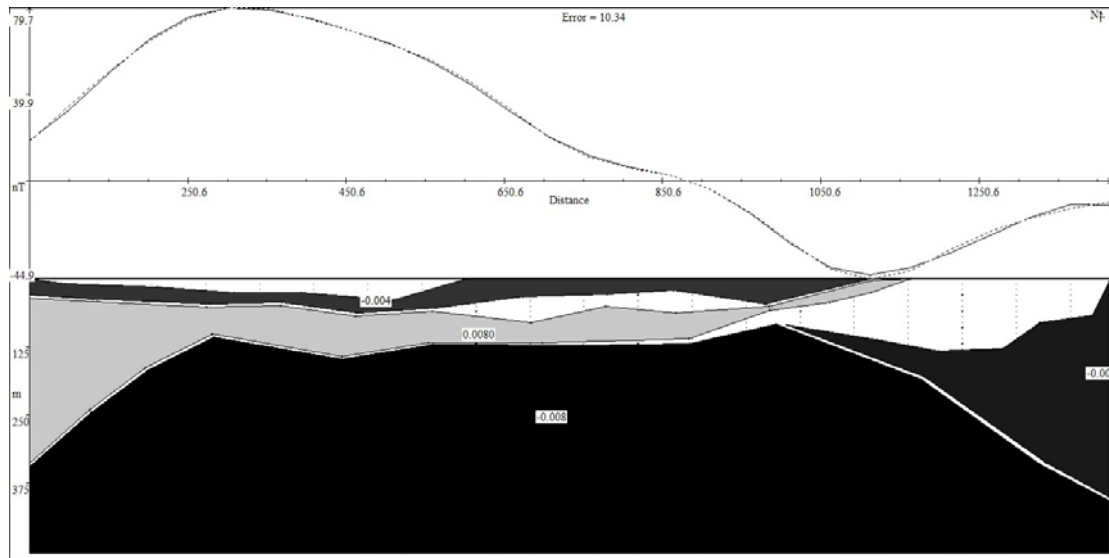
**Tabel 1.** Parameter medan magnetik bumi daerah penelitian dan parameter model

No.	Parameter Medan Magnetik Bumi dan Parameter Model	Nilai
1	Medan magnetik utama bumi (IGRF)	44993 nT
2	Sudut deklinasi	0,985°
3	Sudut inklinasi	-32,645°
4	<i>Profile bearing</i>	0,0°
5	Ketinggian referensi	0 meter
6	Panjang <i>strike</i>	100 meter



Panjang lintasan pemodelan (AB) adalah 1.416,49 meter dengan jumlah data yang dimodelkan 29 buah dengan jarak antar titik adalah 50,59 meter. Pemodelan dilakukan dengan mencocokkan antara kurva anomali model terhadap kurva anomali observasi. Setelah diperoleh kecocokan antara dua kurva tersebut,

maka diperoleh empat benda anomali yang dapat diasumsikan sebagai batuan bawah permukaan daerah penelitian Desa Darmakradenan Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas, seperti terlihat pada **Gambar 6**. Sedangkan hasil interpretasi jenis litologi batumannya dapat dilihat pada **Tabel 2**.



**Gambar 6.** Hasil pemodelan pada lintasan AB menggunakan perangkat lunak Mag2DC for Windows.

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

Benda Anomali	Kontras Suseptibilitas (cgs units)	Estimasi Suseptibilitas (cgs units)	Interpretasi Jenis Batuan
Batuan 1	-0,004	0,0055	Batupasir berbutir kasar, batuan konglomerat dan breksi andesit dari Formasi Tapak
Batuan 2	0,008	0,0175	Endapan lahar dari Gunungapi Slamet; lahar dengan bongkahan batuan andesit-basaltik, yang dihasilkan dari Gunungapi Slamet tua, dengan sebaran meliputi daerah yang datar
Batuan 3	-0,008	0,0015	Batupasir andesit, batuan konglomerat tuff, dan napal yang bersisipan dengan batupasir dari Formasi Halang
Batuan 4	-0,006	0,0035	Anggota batugamping dari Formasi Tapak

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Purwokerto-Tegal, formasi batuan bawah permukaan yang menyusun di daerah penelitian berasal dari Formasi Tapak, endapan lahar, dan Formasi Kumbang [7]. Berdasarkan jenis batuan yang mengisi berbagai formasi tersebut maka diperkirakan nilai suseptibilitas magnetik rata-rata daerah penelitian sebesar 0,0095 cgs units. Dengan demikian perkiraan nilai suseptibilitas magnetik jenis-jenis batuan pada **Tabel 2** didasarkan atas penjumlahan antara kontras suseptibilitas magnetik batuan relatif terhadap nilai suseptibilitas magnetik batuan rata-rata tersebut.

Sumberdaya alam batuan bawah permukaan di daerah penelitian yang sudah dieksplorasi adalah batugamping. Berdasarkan **Gambar 5** yang dikompilasi dengan **Gambar 6**, batugamping tersebut terletak di tenggara daerah penelitian, yang pada saat ini sudah ramai diusahakan penambangannya [8]. Selain itu masyarakat Desa Darmakradenan juga melakukan penambangan emas di Sungai Tajum pada saat musim kemarau, dan sebagian kecil melakukan penambangan emas dengan menggali endapan alluvial tua dari Formasi Tapak maupun Formasi Halang yang diperkirakan mengandung mineral emas, kemudian mendulangnya. Penggalan ini biasanya dilakukan hingga puluhan bahkan ratusan meter secara vertikal dan dilanjutkan secara horisontal (*ngerong*). Namun kegiatan penambangan emas di desa ini tidak sebesar dua desa di sebelah baratnya yaitu Desa Cihonje dan Desa Paningkaban Kecamatan Gumelar yang terkenal dengan penambangan emas tradisional.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemodelan data anomali magnetik daerah penelitian Desa Darmakradenan Kecamatan Ajibarang

Kabupaten Banyumas, diperoleh empat buah benda anomali, yang diinterpretasi sebagai batupasir berbutir kasar, konglomerat dan breksi andesit dari Formasi Tapak ( $\chi = 0,0055$  cgs units), endapan lahar Gunungapi Slamet; dengan bongkahan batuan andesit-basaltik dari letusan Gunungapi Slamet tua ( $\chi = 0,0175$  cgs units), batupasir andesit, batuan konglomerat tuff, dan napal yang bersisipan dengan batupasir dari Formasi Halang ( $\chi = 0,0015$  cgs units), serta batugamping dari Formasi Tapak ( $\chi = 0,0035$  cgs units). Daerah penelitian memiliki sumberdaya alam batugamping yang pada saat ini telah ramai diusahakan penambangannya. Sedangkan keberadaan mineral emas belum dapat ditentukan, namun diperkirakan berada dalam endapan alluvial tua dalam Formasi Tapak dan Formasi Halang.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang menunjang kelancaran jalannya penelitian ini, baik dari segi pendanaan, peralatan, pemikiran, dan tenaga, antara lain: kepada Direktur Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Dirjen DIKTI, Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) UNSOED, Ketua Laboratorium Elektronika, Instrumentasi, dan Geofisika UNSOED, serta mahasiswa Program Studi Fisika UNSOED yang telah ikut berpartisipasi aktif.

### Daftar Pustaka

- [1]. Likhvich A.A., A.K. Shukevich, I.M. Morozov, N.V. Kremen'kova, V.I. Sharando, and O.V. Bulatov. 2003. Magnetic Method of Testing the Distribution of Properties over the Depth. *Russian Journal of Nondestructive Testing*. Vol. 39/9. 2003: 665 – 669.



- [2]. **Zainudin A., Ramses J.T. dan M. Rahmat S.** 2008. Eksplorasi Bijih Besi (*Iron Ore*) dengan Metoda Magnetik. *Prosiding. Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II.* Universitas Lampung. 17-18 November 2008.
- [3]. **Widiyanto E. dan S.T. Puji B.** 2011. Potensi Emas di Banyumas Cukup Tinggi. *Reportase.* Republika.co.id. Edisi hari Kamis 27 Oktober 2011.
- [4]. **Sunarto,** 2008. Tanah di 11 Kecamatan Mengandung Emas. *Artikel On-line.* Dinas Pendidikan Kabupaten Banyumas. Website: [www.dindikbanyumas.net](http://www.dindikbanyumas.net).
- [5]. **Telford, W.M., Gedaart, L.P., Sheriff, R.E.** 1990. *Applied Geophysics.* Cambridge. New York.
- [6]. **Blakely R.J.** 1995. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications.* Cambridge University Press. USA.
- [7]. **Djuri, M., Samodra, H., Amin, T.C., dan Gafoer, S.,** 1996. *Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal, Jawa.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G). Bandung.
- [8]. **Hutamadi R. dan Mulyana,** 2011. Evaluasi Sumberdaya dan Cadangan Bahan Galian untuk Pertambangan Skala Kecil Daerah Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah Tengah. *Artikel Ilmiah.* Pusat Sumberdaya Geologi. Badan Geologi. Kementerian ESDM. Jakarta.

