

Pendugaan Model Sumber Anomali Magnetik Bawah Permukaan di Area Pertambangan Emas Rakyat Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas

Sehah, Sukmaji Anom Raharjo, Okky Wibowo

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

Jalan Dr. Suparno No. 61, Karangwangkal, Purwokerto 53123

Email: sehahallasimy@yahoo.com

Abstrak – Telah dilakukan survei magnetik dan pendugaan model sebaran sumber anomali magnetik bawah permukaan di kawasan pertambangan emas rakyat Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas. Data awal yang diperoleh dalam survei magnetik adalah kuat medan magnetik total. Setelah dilakukan beberapa koreksi dan reduksi diperoleh data anomali magnetik residual. Berdasarkan hasil pemodelan terhadap data anomali magnetik residual menggunakan perangkat lunak Mag2DC for Window pada lintasan AB, diperkirakan ada intrusi batuan beku andesit tekstur porfiritik ($\chi = 0,016$ cgs units) sebagai bukti kenaikan larutan hidrotermal. Hasil alterasi hidrotermal diperkirakan terjadi pada batupasir dan breksi andesit ($\chi = 0,00324$ cgs units). Sedangkan pada lintasan CD, hasil alterasi hidrotermal terjadi pada batupasir berbutir halus dan breksi andesit ($\chi = 0,00184$ cgs units). Berdasarkan hasil interpretasi, potensi emas di daerah penelitian diperkirakan terletak di utara dan selatan lintasan AB, yaitu pada posisi $108^{\circ}59'45,6''$ BT dan $7^{\circ}24'58,8''$ LS dengan kedalaman 36 meter, serta $108^{\circ}59'46,4''$ BT dan $7^{\circ}25'3,2''$ LS dengan kedalaman 113 meter. Selain itu hasil interpretasi juga menunjukkan estimasi potensi emas bagian di barat dan timur lintasan CD, yaitu pada posisi $108^{\circ}59'45,6''$ BT dan $7^{\circ}24'58,8''$ LS dengan kedalaman 113 meter serta $108^{\circ}59'58,9''$ BT dan $7^{\circ}24'58,7''$ LS dengan kedalaman 107 meter.

Kata kunci: anomali magnetik, potensi emas, Desa Paningkaban

Abstract – The magnetic survey and the interpretation to the distribution model of subsurface magnetic anomalies sources have been done in gold mining region of Paningkaban Village, Gumelar District, Banyumas. Preliminary data obtained in the magnetic survey are the total magnetic field strength. After some corrections and reductions done, so obtained the residual magnetic anomaly data. Based on the results of the residual magnetic anomaly data modeling using Mag2DC for Window software on the track of AB, then it is estimated there are andesitic igneous rocks intrusions with porphyritic texture ($\chi = 0.016$ cgs units) as evidence that the hydrothermal solution is increase. The hydrothermal alteration results is estimated occurs sandstone and andesite breccia ($\chi = 0.00324$ cgs units). While on the track of CD, the hydrothermal alteration results is estimated occurs in in fine-grained sandstone and andesite breccia ($\chi = 0.00184$ cgs units). Based on this interpretation, the gold potency in the research area is estimated to be in the northern and the southern of the trajectory of AB, i.e. at the position of $108^{\circ}59'45.6''$ E and $7^{\circ}24'58.8''$ S with depth of 36 meters, and $108^{\circ}59'46.4''$ E and $7^{\circ}25'3.2''$ S with depth of 113 meters. In addition, the interpretation results also show the gold potency is estimated in the western and the eastern of the trajectory of CD, i.e. at the position of $108^{\circ}59'45.6''$ E and $7^{\circ}24'58.8''$ S with depth of 113 meters and $108^{\circ}59'58.9''$ E and $7^{\circ}24'58.7''$ S with depth of 107 meters.

Keywords: magnetic anomaly, the gold potency, Paningkaban Village

I. PENDAHULUAN

Teknologi eksplorasi sumberdaya alam bawah permukaan terus dikembangkan seiring dengan peningkatan kebutuhan hidup manusia. Salah satunya adalah Survei Magnetik, yang prinsip kerjanya adalah memanfaatkan variasi suseptibilitas magnetik batuan bawah permukaan [1,2]. Survei magnetik bermanfaat untuk mengetahui struktur geologi, seperti sesar, lipatan, intrusi batuan beku, reservoir panas bumi, akuifer air tanah, endapan mineral logam, dan lain-lain. Melalui perkembangan ilmu dan teknologi sekarang ini telah banyak dikembangkan instrumen maupun perangkat lunak untuk menunjang survei magnetik. Dengan demikian seluruh tahap kegiatan dalam survei magnetik seperti pengukuran data, pengolahan, pemodelan, dan interpretasi dapat dilakukan dalam waktu yang relatif singkat dan mudah.

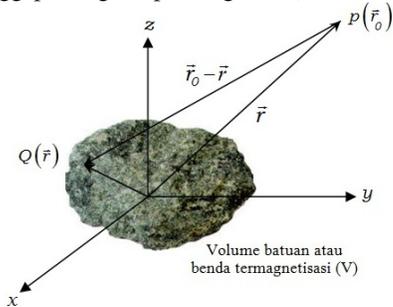
Secara umum potensi sumberdaya alam emas di wilayah Kabupaten Banyumas relatif tinggi [3] dibandingkan daerah di sekitarnya. Luas wilayah di Kabupaten Banyumas yang diperkirakan berpotensi mengandung mineral emas adalah sekitar 16.000 hektar. Meski titik lokasinya tersebar, namun mineral emas banyak ditemukan dalam jalur endapan aluvial yang terus menyambung hingga lereng Gunungapi Slamet. Salah satu wilayah di Kabupaten Banyumas yang prospek mengandung mineral bijih emas adalah Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar [4]. Masyarakat desa Paningkaban ini banyak melakukan aktivitas penambangan emas dengan cara menggali tanah dalam bentuk sumur-sumur yang diduga mengandung butiran bijih emas. Kedalaman sumur dibuat bervariasi dari puluhan hingga ratusan meter. Penggalan ini juga diteruskan secara horizontal dalam bentuk terowongan

bawah tanah yang rute maupun panjangnya tidak jelas untuk mengikuti jalur mineralisasi emas.

Tujuan survei magnetik ini adalah untuk menginterpretasi sebaran sumber anomali magnetik bawah permukaan di area pertambangan emas rakyat Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas. Sedangkan manfaat yang diharapkan adalah diperolehnya informasi awal mineralisasi bijih emas di daerah penelitian berdasarkan hasil interpretasi data anomali magnetik.

II. LANDASAN TEORI

Anomali magnetik merupakan medan magnetik yang bersumber dari sebaran benda atau batuan bawah permukaan bumi yang termagnetisasi. Menurut Telford *et.al.* [5] suatu volume batuan yang terdiri atas mineral-mineral magnetik dapat dianggap sebagai dipol magnetik (Gambar 1).



Gambar 1. Anomali magnetik dari batuan atau benda anomali bawah permukaan bumi [5]

Secara umum magnetisasi yang terjadi pada benda atau batuan tergantung dari rekam jejaknya selama ia berada di dalam medan magnet utama bumi sehingga magnetisasinya tergantung dari induksi magnetik yang diterima dari medan magnet utama bumi tersebut. Berdasarkan Gambar 1 di atas, potensial magnetik seluruh volume batuan bisa dirumuskan dalam persamaan [5]:

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

dengan M menyatakan momen dipol magnetik per satuan volume, adapun C_m adalah suatu tetapan. Dengan demikian induksi magnetik total batuan dapat dirumuskan [5]:

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

Induksi magnetik pada persamaan (2) ini disebut sebagai anomali magnetik, dimana medan ini bersama-sama dengan medan magnet utama bumi B_0 berada di titik pengukuran. Oleh karena itu, medan magnetik total yang terukur di suatu titik lokasi sebenarnya merupakan gabungan medan magnet utama bumi dan anomali magnetik dengan asumsi medan magnetik luar diabaikan. Berdasarkan hal ini persamaan medan magnetik total dapat dinyatakan [5]:

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

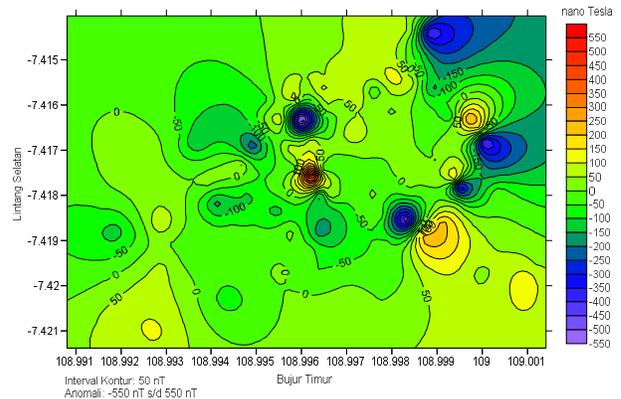
III. METODE PENELITIAN

Pengukuran data magnetik telah dilaksanakan pada bulan Mei – Juni 2013 di Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas. Peralatan dan bahan yang diperlukan antara lain: *Proton Precession Magnetometer* (PPM) model GSM-19T produk GEM System dengan sensitivitas 0,05 nT, peta geologi, peta topografi, perangkat lunak *Surfer* ver.10, *Fortran 77*, *Mag2DC for Windows*, *Global Positioning System* (GPS), laptop, kamera, dan sebagainya.

Tahap kegiatan yang dilakukan dalam penelitian meliputi pengukuran data di lapangan, pengolahan data, pemodelan, dan interpretasi. Pemodelan dilakukan secara dua setengah dimensi (2½D) menggunakan perangkat lunak *Mag2DC for Windows* sehingga diperoleh model sumber anomali dalam bentuk struktur geologi bawah permukaan. Berdasarkan hasil pemodelan tersebut, maka dapat dilakukan interpretasi potensi mineralisasi bijih emas secara kualitatif. Namun proses interpretasi harus tetap mempertimbangkan informasi geologi daerah penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data medan magnetik total yang didapat dari pengukuran di lapangan masih tercampur medan magnetik utama bumi dan efek magnetik harian. Untuk memperoleh data anomali medan magnetik total yang menjadi target penelitian, maka perlu dilakukan koreksi yang terdiri atas koreksi harian dan koreksi IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*). Koreksi harian bertujuan untuk mereduksi efek magnetik harian, sedangkan koreksi IGRF untuk menghilangkan efek medan magnetik utama bumi. Data anomali magnetik total yang diperoleh setelah dilakukan koreksi-koreksi tersebut, selanjutnya dikonturkan menggunakan *Surfer 10*, seperti ditunjukkan pada **Gambar 2**.

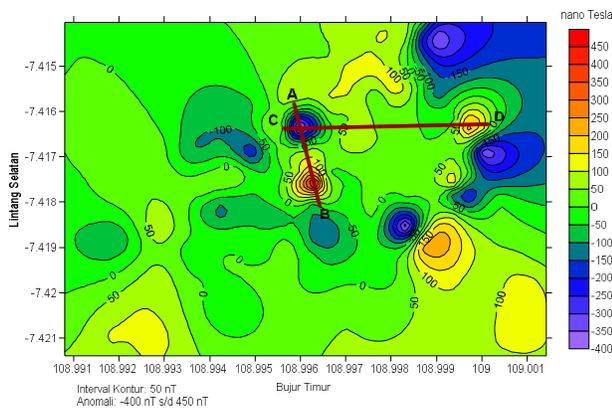


Gambar 2. Peta kontur anomali medan magnetik total daerah penelitian (peta dibuat menggunakan *Surfer 10*).

Data anomali magnetik total tersebut masih terdistribusi di permukaan topografi, sehingga perlu ditransformasikan ke bidang datar. Metode yang digunakan untuk transformasi data ke bidang datar adalah pendekatan deret Taylor [6]. Secara teknis reduksi ini dilakukan menggunakan program *Fortran 77* melalui Transformasi Fourier Cepat (FFT, *Fast Fourier Transform*) pada ketinggian rata-rata topografi yaitu 217,5 meter di atas bidang acuan sferoida.

Meskipun data anomali magnetik total telah terdistribusi di bidang datar, namun masih terkontaminasi efek magnetik regional. Oleh karena itu, efek ini harus direduksi, karena target penelitian adalah struktur geologi bawah permukaan yang bersifat lokal. Data anomali magnetik regional dapat diperoleh melalui teknik pengangkatan ke atas (*upward continuation*) hingga ketinggian tertentu sedemikian hingga pola garis-garis kontur anomalnya menunjukkan *trend* yang relatif tetap. Jika kondisi tersebut telah tercapai, maka data anomali medan magnetik yang dihasilkan ini disebut sebagai data anomali magnetik regional [7]. Data anomali magnetik regional tersebut, selanjutnya dikoreksikan terhadap data anomali medan magnetik total yang terdistribusi di bidang datar. Data anomali magnetik yang telah terkoreksi efek regional disebut sebagai data anomali magnetik residual.

Pemodelan sumber anomali magnetik bawah permukaan dilakukan menggunakan *Mag2DC for Windows*. Langkah awal pemodelan adalah membuat *line section* (lintasan) dari anomali positif menuju anomali negatif (pasangan dipol) yang diduga sebagai sumber anomali magnetik di atas peta kontur anomali magnetik residual. Lintasan diletakkan di atas zona yang diperkirakan merupakan sumber anomali magnetik paling kuat, namun harus melalui titik-titik ukur yang *original* dan bukan sekedar hasil interpolasi, seperti terlihat pada **Gambar 3**.



Gambar 2. Lintasan pemodelan AB dan CD pada peta kontur anomali magnetik residual daerah penelitian.

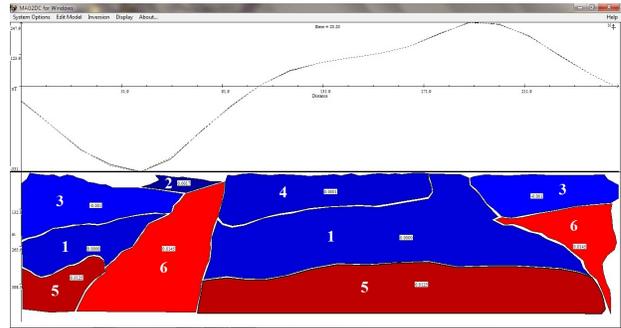
Pemodelan dilakukan terhadap data anomali magnetik residual yang diekstrak dari lintasan tersebut menggunakan perangkat lunak *Surfer 10*. Pada saat melakukan pemodelan diperlukan beberapa parameter medan magnet bumi seperti nilai IGRF, sudut deklinasi, sudut inklinasi, serta beberapa parameter model lainnya seperti terlihat pada Tabel 1 untuk lintasan AB.

Tabel 1. Parameter pemodelan untuk data lintasan AB

No.	Parameter Medan Magnetik Bumi dan Parameter Model	Nilai
1	Nilai IGRF	45004,0 nT
2	Sudut deklinasi	0,979°
3	Sudut inklinasi	-32,684°
4	<i>Profile bearing</i>	0,0°

5	Ketinggian referensi	0 meter
6	Panjang <i>strike</i>	100 meter
7	Panjang lintasan	250 meter

Pemodelan dilakukan dengan mencocokkan antara kurva anomali model terhadap kurva anomali observasi. Setelah diperoleh kecocokan antara dua kurva ini, maka diperoleh enam benda anomali yang dapat diasumsikan sebagai batuan bawah permukaan lintasan AB di daerah penelitian, seperti terlihat pada Gambar 9. Sedangkan hasil interpretasi jenis litologi batumannya dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 9. Hasil pemodelan pada lintasan AB menggunakan *Mag2DC for Windows* dengan ralat 20,20 nT.

Tabel 2. Interpretasi hasil pemodelan data anomali magnetik pada lintasan AB berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik

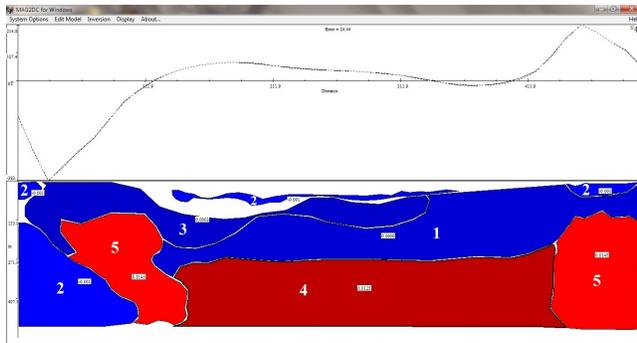
Benda Anomali	Kontras Suseptibilitas (cgs units)	Estimasi Suseptibilitas (cgs units)	Interpretasi Jenis Batuan
Model 1	0,0000	0,00154	Perselingan antara batupasir dan batu lempung dengan sisipan breksi andesit
Model 2	0,0017	0,00324	Batupasir dan breksi andesit
Model 3	-0,0010	0,00054	Batupasir berbutir kasar dari Formasi Tapak
Model 4	0,0001	0,00164	Batupasir, batuan konglomerat <i>tuff</i> , dan napal dari Formasi Tapak
Model 5	0,0125	0,01400	Endapan lahar Gunungapi Slamet berupa bongkahan batuan andesit basaltik
Model 6	0,0145	0,01600	Intrusi batuan beku andesit tekstur porfiritik

Dengan cara yang sama pemodelan terhadap data anomali magnetik juga dilakukan untuk data-data yang diekstrak dari lintasan CD. Beberapa parameter pemodelan data lintasan CD dapat dilihat pada Tabel 3. Pemodelan dilakukan dengan mencocokkan antara kurva anomali model terhadap kurva anomali observasi. Setelah diperoleh kecocokan antara dua kurva ini, maka diperoleh lima benda anomali yang dapat diasumsikan sebagai batuan bawah permukaan lintasan CD,

seperti terlihat pada Gambar 10. Adapun hasil interpretasi jenis litologi batumannya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Parameter pemodelan untuk data lintasan CD

No.	Parameter Medan Magnetik Bumi dan Parameter Model	Nilai
1	Nilai IGRF	45004,0 nT
2	Sudut deklinasi	0,979°
3	Sudut inklinasi	-32,684°
4	Profile bearing	0,0°
5	Ketinggian referensi	0 meter
6	Panjang strike	100 meter
7	Panjang lintasan	500 meter



Gambar 10. Hasil pemodelan pada lintasan CD menggunakan Mag2DC for Windows dengan ralat 24,44 nT.

Tabel 4. Interpretasi hasil pemodelan data anomali magnetik pada lintasan CD berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik

Benda Anomali	Kontras Suseptibilitas (cgs units)	Estimasi Suseptibilitas (cgs units)	Interpretasi Jenis Batuan
Model 1	0,0000	0,00154	Perselingan antara batupasir dan batu lempung dengan sisipan lapisan tipis breksi andesit
Model 2	-0,0010	0,00054	Batupasir berbutir kasar dari Formasi Tapak
Model 3	0,0003	0,00184	Batupasir berbutir halus dan breksi andesit
Model 4	0,0125	0,01400	Endapan lahar Gunungapi Slamet dalam bentuk bongkahan batuan andesit basaltik
Model 5	0,0145	0,01600	Intrusi batuan beku andesit tekstur porfiritik

Berdasarkan Peta Geologi Paningkaban dan Peta Geologi Lembar Purwokerto-Tegal, diketahui formasi batuan bawah permukaan daerah penelitian berasal dari Formasi Halang, Formasi Tapak, endapan lahar, serta satuan intrusi andesit [8,9]. Jenis batuan yang mengisi berbagai formasi tersebut diperkirakan memiliki nilai suseptibilitas magnetik rata-rata

0,00154 cgs units yang diinterpretasi sebagai perselingan batupasir dan batulempung dengan sisipan breksi andesit.

Hasil interpretasi di kedua lintasan menunjukkan adanya intrusi batuan beku andesit tekstur porfiritik yang terletak di utara dan selatan untuk lintasan AB, serta di barat dan timur untuk lintasan CD. Intrusi batuan beku tersebut diperkirakan berasal dari larutan hidrotermal (magma) yang bergerak naik melalui zona-zona bukaan pada sesar akibat proses tektonik dengan membawa mineral-mineral sulfida dan bereaksi dengan batuan sedimen yang dilaluinya, sedemikian hingga mengalami proses alterasi atau ubahan mineral pada batuan sampling sedimen (*host rock*). Naiknya larutan hidrotermal dibuktikan adanya intrusi di timur daerah penelitian yang memotong satuan batupasir dari Formasi Halang. Selain itu juga ditemukan adanya penyebaran urat (*vein*) yang diduga sebagai hasil alterasi hidrotermal [10].

Mineralisasi logam sulfida yang mengandung bijih emas diperkirakan terjadi dalam batuan breksi andesit berbentuk urat-urat *pyrite* halus dan sejenisnya yang mengisi rekahan dan pori-pori batuan. Batuan ini diperkirakan berasal dari endapan batuan beku yang tidak terurai dan batuan sampling sedimen klastik halus karbonatan yang berasal dari formasi Tapak. Batuan sampling sedimen berubah menjadi propilit dan argilit, yang di berbagai tempat terpotong oleh urat kalsit dan kuarsa. Mineralisasi bijih sulfida tersebar secara tidak merata dalam batuan sampling sedimen berubah, secara setempat-setempat terakumulasi dalam batuan ubahan dan urat-urat. Beberapa mineral sulfida seperti *pyrite*, galena, dan *chalcopyrite* diperkirakan banyak mengandung bijih emas yang berasosiasi dengan kalsit dan kuarsa [11].

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemodelan terdapat intrusi batuan beku andesit tekstur porfiritik ($\chi = 0,016$ cgs units) sebagai bukti naiknya larutan hidrotermal. Interpretasi hasil-hasil alterasi hidrotermal terjadi pada lapisan batupasir dan breksi andesit ($\chi = 0,00324$ cgs units) untuk lintasan AB, dan batupasir berbutir halus dan breksi andesit ($\chi = 0,00184$ cgs units) pada lintasan CD. Berdasarkan hasil interpretasi pada kedua lintasan, estimasi potensi mineral emas di daerah penelitian terletak di utara dan selatan lintasan AB yaitu pada posisi geografis 108°59'45,6"BT; 7°24'58,8"LS dan kedalaman 36 meter, serta posisi geografis 108°59'46,4"BT; 7°25'3,2"LS dan kedalaman 113 meter. Adapun pada lintasan CD terletak di bagian barat dengan posisi geografis 108°59'45,6"BT; 7°24'58,8"LS dan kedalaman 113 meter, serta di bagian timur pada posisi geografis 108°59'58,9"BT; 7°24'58,7"LS dan kedalaman 107 meter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Direktur Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Dirjen DIKTI Kemendikbud, 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.

PUSTAKA

- [1] A.A. Lukhovich, A.K. Shukevich, I.M. Morozov, N.V. Kremen'kova, V.I. Sharando, and O.V. Bulatov, Magnetic Method of Testing the Distribution of Properties over the Depth. *Russian Journal of Nondestructive Testing*, vol. 39, no. 9, 2003, pp. 665 – 669.
- [2] A. Zainudin, R.J. Tamba, dan M. R. Sule, Eksplorasi Bijih Besi (*iron ore*) dengan Metoda Magnetik, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II*. Universitas Lampung. 17-18 November 2008.
- [3] E. Widiyanto dan S.T. Puji, *Potensi Emas di Banyumas Cukup Tinggi*. 2011, website: www.republika.co.id, diakses tanggal 5 April 2012.
- [4] Sunarto, *Tanah di 11 Kecamatan Mengandung Emas*. Dinas Pendidikan Kabupaten Banyumas, 2008, sumber website: www.dindikbanyumas.net, diakses tanggal 10 April 2012.
- [5] W.M. Telford, L.P. Gedaart, and R.E. Sheriff, *Applied Geophysics*. Cambridge. New York. 1990.
- [6] R.J. Blakely, *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*, Cambridge University Press, 1995.
- [7] Sehah, Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Gunungapi Batur Berdasarkan Data Anomali Medan Magnetik, *Tesis*, Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2001.
- [8] C. Agustiandi, Geologi dan Mineralisasi di Tambang Emas Rakyat Daerah Cihonje dan Sekitarnya Kecamatan Gumelar Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah, *Skripsi*, Fakultas Sains dan Teknik UNSOED, Purwokerto, 2012.
- [9] M. Djuri, H. Samodra, T.C. Amin, dan S. Gafoer, *Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung, 1996.
- [10] R. Hutamadi dan Mulyana, *Evaluasi Sumberdaya dan Cadangan Bahan Galian untuk Pertambangan Skala Kecil Daerah Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah Tengah*, Pusat Sumberdaya Geologi (PSG), Badan Geologi, Kementerian ESDM, Jakarta, 2011.
- [11] W.C. Juntak, *Geologi Lingkungan Daerah Gumelar*, 2008, <http://willsonchanisimanjuntak.blogspot.com>, diakses pada tanggal 10 April 2012.