



## Potensi Endapan Pasir Besi di Daerah Grabag dan Sekitarnya Berdasarkan Data Geomagnet

### *The Potential of Iron Sand Deposit in the Grabag Area and Its Surrounding Based on Geo-magnet Data*

G.M. Lucki Junursyah<sup>1</sup> dan Wanda Rahmat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Survei Geologi, Jl. Diponegoro No 57 Bandung 40122.

<sup>2</sup>Mahasiswa S1 Program Studi Geofisika, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Jatinangor Km. 21 Sumedang 45363.

email: [junursyah@gmail.com](mailto:junursyah@gmail.com) ; [wandarahmat@outlook.com](mailto:wandarahmat@outlook.com)

Naskah diterima : 19 September 2018, Revisi terakhir : 07 April 2019 Disetujui : 10 April 2019, Online : 15 April 2019

DOI: 10.33332/jgsm.2019.v20.2.75-83p

**Abstrak-** Potensi pasir besi di daerah Grabag dan sekitarnya, Provinsi Jawa Tengah, belum sepenuhnya diketahui secara jelas karena tertutupi oleh aluvium yang tebal, sehingga kegiatan penambangan dilakukan secara tidak beraturan tanpa melihat efek kerusakan lingkungan yang disebabkan. Penelitian ini menggunakan pengolahan dan analisis reduksi ke satu kutub dan kontinuitas ke atas untuk mendapatkan anomali lateral (peta) serta pemodelan ke depan untuk mendapatkan anomali vertikal (penampang 2D). Berdasarkan penyebaran anomali magnet diketahui potensi pasir besi di daerah penelitian terletak pada endapan aluvium tua dengan kedalaman  $\pm 60$  m dan endapan aluvium pantai muda dengan kedalaman  $\pm 20$  m, melensa sebagai gosong sungai atau bantaran sungai, mengikuti lajur pola aliran sungai purba dengan ketebalan mencapai  $\pm 10$  m. Luas total area potensi diperkirakan mencapai 26.329.188 m<sup>2</sup> dengan perhitungan cadangan hipotetik pada bagian baratdaya mencapai 69.575 Ton dan bagian utara-baratlaut mencapai 5.880.213 Ton. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi untuk penelitian lebih lanjut, sehingga dapat memenaj kegiatan penambangan pasir besi secara lebih teratur dan tidak menyebabkan kerusakan lingkungan.

Katakunci: Geomagnet, Pasir Besi, Aluvium

**Abstract-** The potential of iron sand in Grabag area and its surrounding, Central Java Province, is not fully known yet because it is covered by a thick alluvium, so that mining activities are done unmanaged without seeing the effect of environmental damage caused. This study uses reduction to the pole and upward continuation processing and analysis for Geomagnetic data in order to spread of lateral magnetic anomalies (map) and forward modelling for vertical magnetic anomalies (2D cross-sections). Based on the dispersion of magnetic anomaly, it is known that iron sand potential in the research area is located on old alluvium deposits with depth around 60 m and young coast alluvium sedimentation with depth around of 20 m, forming a lens as sand dump or river bank, followed by lane of ancient river flow pattern with thickness reaching  $\pm 10$  m. The potential area is estimated to reach 26,329,188 m<sup>2</sup> with the calculation of hypothetical reserves reaching 69,575 Ton on the southwest and 5,880, 213 Ton in the northwest of the research area. The results of this study are expected to be used as reference for further research, so that it can manage iron sand mining activities more regularly and not caused environmental damaged.

Keywords: Geomagnetic, Iron Sand, Alluvium.

## PENDAHULUAN

Pasir besi merupakan endapan sekunder (plaser) yang berasal dari perombakan endapan primer bijih besi hasil proses hidrotermal, kontak metasomatis, atau sedimentasi, pada batuan vulkanik (Evans, 1993; Tjahjono, dkk., 2008). Secara umum komposisi pasir besi yang memiliki nilai ekonomis dalam industri semen dan pembuatan baja terdiri atas mineral magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), ilmenite ( $\text{FeTiO}_3$ ), hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), dan Limonite (Moon, dkk., 2006; Dipatunggoro, 2012), bercampur dengan butiran-butiran dari mineral non logam seperti kuarsa, kalsit, felspar, ampibol, piroksen, biotit, dan tourmalin (Rahmad, 2016).

Penyebaran endapan pasir besi yang tinggi berada di sekitar pantai selatan Jawa yang salah satunya berada di daerah Grabag, Purworejo, Jawa Tengah, hingga mencapai 54,17% (Bronto, 2007) dan telah ditambang oleh PT. Antam dari tahun 1987 hingga tahun 2007 (Rahmad, 2016). Karakter dan sebaran pasir besi di daerah tersebut belum sepenuhnya diketahui karena tertutupi oleh aluvium yang tebal, sehingga dibutuhkan metode geofisika untuk mengetahui penyebaran di bawah permukaan.

Metode geofisika yang dapat digunakan dalam eksplorasi endapan pasir besi, salah satunya adalah metode geomagnet. Metode ini dapat menafsirkan geologi bawah permukaan berdasarkan sifat kemagnetan batuan dan memiliki keunggulan praktis dalam penggunaan, dapat digunakan pada medan berundulasi, serta ramah lingkungan. Penelitian ini menggunakan data pengukuran geomagnet yang telah dilakukan oleh tim dari Pusat Survei Geologi pada tahun 2005 (Tohadi dan Junursyah, 2005).

## TUJUAN PENELITIAN

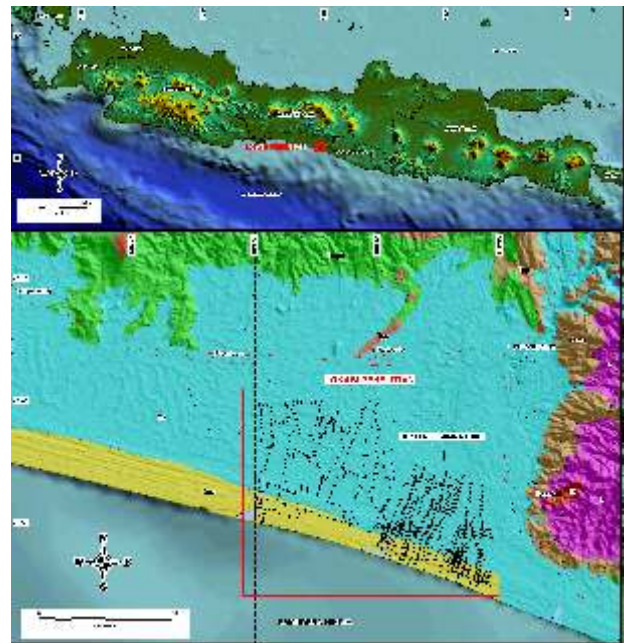
Melokalisir zona endapan serta mengestimasi cadangan pasir besi berdasarkan data geomagnet di daerah penelitian. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu tahapan eksplorasi lebih lanjut dan mengurangi kegiatan penambangan secara tidak beraturan yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan.

## GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Fisiografi daerah penelitian terletak pada Satuan Dataran Rendah yang menyebar dari tepi laut hingga ketinggian mencapai 60 m di atas permukaan laut dan dikenal sebagai Dataran Bagelen (Asikin, dkk., 1992)

atau Dataran Purworejo (Bronto, 2007), dibatasi oleh Dataran Kebumen-Banyumas di sebelah barat dan Pegunungan Kulon Progo di sebelah timur dengan kemiringan melandai ke arah selatan (0-8%). Dataran Purworejo terdiri atas aluvium yang berasal dari rombakan batuan berumur Tersier di Pegunungan Kulon Progo dan Serayu Selatan, serta endapan Kuartar Gunung Api Sumbing. Pada bagian utara membentuk kipas aluvium tua dan aluvium sungai masa kini yang terdiri atas lempung, lanau, pasir, kerikil, dan kerakal (Asikin, dkk., 1992; Raharjo, dkk., 1995), sedangkan di bagian selatan membentuk endapan pantai yang terdiri atas pasir lepas dan mengandung pasir besi (Bronto, 2007).

Berdasarkan peta geologi regional (Asikin dkk., 1992; Rahardjo dkk., 1995), susunan batuan di daerah penelitian dari tua hingga muda berturut-turut terdiri atas Formasi Kebobutak (Tmok), Batuan Terobosan Dasit (da) dan Andesit (a), Formasi Halang (Tmph), serta Formasi Peniron (Tpp), yang tertutupi secara tak selaras oleh aluvium (Gambar 1). Kegiatan tektonik di daerah penelitian dimulai pada Oligosen Akhir, ditandai oleh peningkatan aktivitas jalur tumbukan lempeng yang bergeser ke selatan, sehingga seluruh daerah Kulonprogo terangkat menjadi daratan dan menghasilkan Formasi Kebobutak. Pada waktu bersamaan di daerah Pegunungan Selatan diendapkan pula Formasi Semilir, Nglanggran, dan Sambipitu



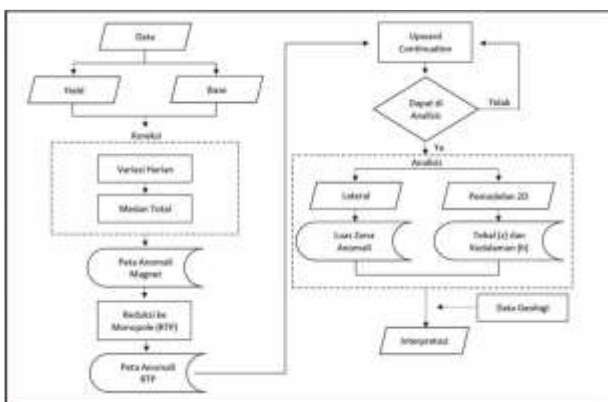
Gambar 1. Lokasi penelitian yang terletak di daerah Grabag dan sekitarnya, termasuk ke dalam peta Geologi Lembar Kebumen (Asikin, dkk., 1992) dan Lembar Yogyakarta (Rahardjo, dkk., 1995).

Kegiatan gunungapi terus berlanjut dicirikan dengan diterobosnya batuan dari Formasi Kebobutak oleh batuan Dasit dan Andesit. Pada Miosen Tengah, seluruh gerakan pemekaran Lempeng Hindia-Australia terhenti dan genanglauptun terjadi di Indonesia Barat (Asikin, 1974 dalam Asikin dkk., 1992). Pada Miosen Akhir sampai Pliosen Awal aktivitas tektonik meningkat kembali yang menyebabkan daerah cekungan menjadi labil dan terjadi longsoran bawah laut yang membentuk Formasi Halang dengan komponen batuan terdiri atas perselingan batupasir, batulempung, napal dan tuf, dengan sisipan breksi.

Tektonik yang terjadi pada Pliosen Akhir-Plistosen Awal menyebabkan terjadinya pengangkatan, pelipatan, dan pensesaran, memotong batuan dari Formasi Peniron yang terdiri atas breksi aneka bahan, batulempung, dan batugamping. Pada Kala Plistosen, terjadi lagi kegiatan gunungapi yang menghasilkan satuan batuan Gunungapi Muda, disusul oleh endapan laut dangkal sampai rawa berumur Plio-Plistosen (Sanyoto, 2007), serta aluvium dan endapan pantai yang terjadi hingga sekarang.

## METODE PENELITIAN

Pengambilan data magnet dilakukan menggunakan peralatan Proton Precession Magnetometer G-856 Geometrics (Geometrics, 2002), dengan mengukur nilai kemagnetan setiap 5 menit di titik yang sama (Base) saat pengukuran di lapangan berlangsung (Field), yang menghasilkan 866 titik pengukuran dengan interval  $\pm 250$  m (Tohadi dan Junursyah, 2005). Proses dan koreksi data magnet, serta pemodelan hingga interpretasi dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut (Gambar 2):



**Gambar 2.** Bagan alir metode penelitian yang terdiri dari tahapan proses dan koreksi data, serta pemodelan hingga interpretasi penyebaran potensi pasir besi di daerah penelitian.

1. Tahapan Koreksi Data: dilakukan dalam dua tahapan, yaitu koreksi variansi harian magnetik (VH) dan koreksi International Geomagnetic Reference Field (IGRF). Koreksi VH dilakukan untuk mengurangi gangguan dari variansi harian magnetik yang dipengaruhi oleh siklus harian bulan dan matahari dengan jangkauan mencapai 2 nT hingga 30 nT, sedangkan koreksi IGRF dilakukan untuk mengurangi efek dari medan total magnetik bumi (Telford, 1990). Hasil koreksi data adalah peta penyebaran medan anomali magnet yang dapat ditulis dengan persamaan (Blakely, 1996):

$$\mathbf{H} = \mathbf{H}^* - \mathbf{VH} - \mathbf{H}_o \text{ dengan}$$

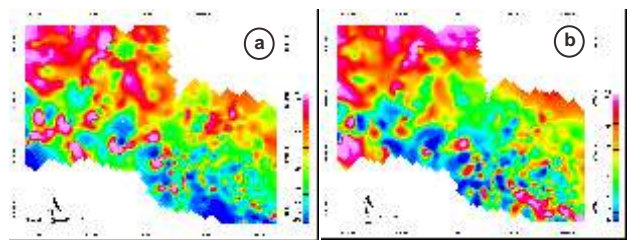
$\mathbf{H}$  = Anomali medan magnet

$\mathbf{H}^*$  = Medan magnet total

$\mathbf{VH}$  = Variansi Harian

$\mathbf{H}_o$  =  $\mathbf{H}_{IGRF}$

2. Tahapan Reduksi ke Monopole (RTP): dilakukan untuk memposisikan distribusi nilai anomali magnet yang terukur tepat berada di atas benda penyebab anomali itu sendiri. Proses ini dilakukan dengan cara merotasi inklinasi ke arah  $90^\circ$  dan deklinasi ke arah  $0^\circ$  sehingga menghasilkan suatu nilai anomali magnetik yang awalnya berupa dipole menjadi monopole (Telford, 1990).



**Gambar 3.** Hasil reduksi (a) penyebaran medan anomali magnet ke (b) penyebaran anomali magnet RTP, sehingga anomali magnetik menjadi monopole.

3. Tahapan Pemodelan *Upward Continuation* (UC): dilakukan untuk memisahkan medan magnet regional yang bersumber dari efek dalam dengan medan magnet hasil observasi, dibagi berdasarkan kelipatan jarak antar titik pengukuran magnet, yaitu 250, 500, 750, dan 1000. Persamaan matematis untuk pemodelan UC dapat ditulis sebagai berikut (Spector dan Grant, 1970):

$L(r) = e^{-hr}$  dengan

$h$  = interval jarak pengukuran (m)

$r$  = bilangan gelombang  $2\pi k$  (*radian/m*)

4. Tahapan Analisis Lateral: dilakukan dengan membuat zonasi pada ke empat peta hasil pemodelan UC berdasarkan interval nilai anomali magnet, terbagi menjadi zona anomali magnet rendah, menengah, dan tinggi. Analisis model irisan dilakukan untuk mengetahui zona anomali magnet yang stabil dan tidak terganggu oleh gangguan permukaan (Untung, 2001), sehingga karakteristiknya dapat ditafsirkan secara lebih lanjut.

5. Tahapan Pemodelan 2D: dilakukan dengan membuat pemodelan 2D memotong zona anomali magnet tinggi yang ditafsirkan sebagai daerah berpotensi mengandung endapan pasir besi, untuk mempelajari pola penyebaran, ketebalan, dan kedalamannya.

6. Tahapan Interpretasi: dilakukan dengan mengkorelasi hasil analisis lateral, pemodelan 2D, dan data geologi terdahulu, untuk mengetahui karakteristik dan potensi sumberdaya endapan pasir besi di daerah penelitian.

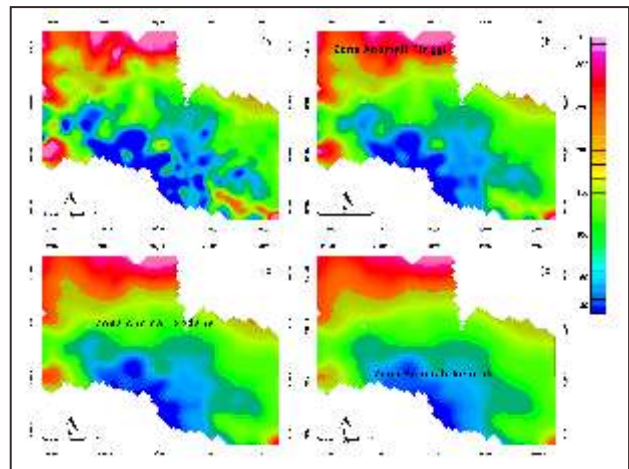
## HASIL DAN ANALISIS

### Analisis Pemodelan Lateral

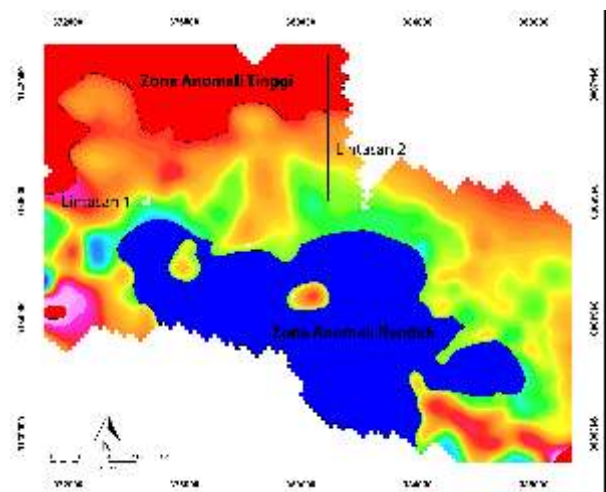
Analisis pemodelan lateral dilakukan setelah anomali magnet bersifat dipole direduksi menjadi monopole (RTP), hal ini dilakukan agar penafsiran geologi dari model anomali magnet dapat dilakukan secara sederhana, dengan mempertimbangkan variasi arah dan besar vektor magnetisasi berdasarkan nilai inklinasi dan deklinasi. Pemodelan UC terhadap anomali magnet yang telah bersifat monopole, terbagi menjadi empat nilai interval berdasarkan kelipatan jarak antar titik pengukuran magnet, yaitu 250, 500, 750, dan 1000 (Gambar 4). Pemilihan berbagai macam pemodelan UC tersebut berdasarkan asumsi bahwa peningkatan nilai interval dapat mentransformasi medan potensial yang diukur pada level permukaan menjadi data yang seolah-olah diukur pada level yang lebih atas (regional), sehingga menghilangkan efek anomali dangkal (residual) (Telford, 1990). Rentang nilai anomali magnet yang dihasilkan oleh empat pemodelan UC adalah 12,5 nT hingga 331,5 nT, kemudian dibagi menjadi tiga zona, yaitu: zona anomali rendah dengan rentang 12,5 nT hingga 118,8 nT, zona anomali menengah dengan rentang 118,8 nT hingga 225,1 nT,

dan zona anomali tinggi dengan rentang 225,1 nT hingga 331,5 nT (Gambar 4).

Zona anomali magnet pada setiap pemodelan UC memiliki luasan yang berbeda-beda, sehingga dilakukan analisis model irisan untuk mengetahui luasan daerah yang terdapat pada ke empat model tersebut, dilakukan untuk mengetahui zona anomali yang stabil dan tidak terganggu oleh gangguan permukaan (Gambar 5). Zona anomali menengah tidak dianalisis secara lebih lanjut, karena dianggap sebagai daerah pemisah antara zona anomali rendah dan zona anomali tinggi.



**Gambar 4.** Peta hasil pemodelan UC pada (a) 250, (b) 500, (c) 750, dan (d) 1000 yang telah dilakukan pembagian zonasi berdasarkan interval nilai anomali magnet menjadi zona anomali tinggi (merah), menengah (hijau), dan rendah (biru).



**Gambar 5.** Penyebaran zona anomali tinggi dan rendah yang dikorelasikan dengan peta pemodelan UC 250. Pemilihan lintasan berarah utara-selatan untuk pemodelan 2D dilakukan pada bagian barat (Lintasan-1) dan timur (Lintasan-2) memotong zona anomali tinggi.

Pola zona anomali tinggi yang menempati daerah utara dan pinggiran pantai memiliki arah relatif barat-timur dan ditafsirkan penyebarannya masih meluas hingga mencapai batas Pegunungan Serayu Selatan di utara dan Pegunungan Kulon Progo di timur, sedangkan distribusi zona anomali rendah memiliki pola melingkar dari tengah hingga ke selatan daerah penelitian. Perbedaan penyebaran zona anomali ini kemungkinan disebabkan oleh batuan bermuatan magnetik yang tersebar tidak merata disepanjang dataran aluvium. Zona anomali tinggi pada pemodelan UC dari 250 hingga 1000 (Gambar 5), menghasilkan luas daerah yang berbeda secara berturut-turut pada bagian utara-baratlaut, adalah 28.105.191 m<sup>2</sup>, 28.871.291 m<sup>2</sup>, 30.445.427 m<sup>2</sup>, dan 31.866.454 m<sup>2</sup>, sedangkan pada bagian baratdaya 3.331.006 m<sup>2</sup>, 3.157.982 m<sup>2</sup>, 1.767.635 m<sup>2</sup>, dan 308.278 m<sup>2</sup>. Hasil analisis model irisan menghasilkan luasan yang stabil pada bagian utara-baratlaut adalah 26.021.233 m<sup>2</sup> dan bagian baratdaya 307.885,08 m<sup>2</sup>. Wilayah penelitian berada di lokasi bekas penambangan pasir besi yang telah dilakukan oleh PT. Antam dan beberapa penambangan liar lainnya, sehingga luas zona terhitung ini dapat dikatakan luasan endapan pasir besi yang masih berpotensi untuk dilakukan penambangan lanjutan.

Penyebaran zona anomali tinggi yang dominan berada di bagian utara-baratlaut ditafsirkan berasal dari kedalaman dangkal, hal ini berdasarkan luasan areal hasil pemodelan irisan paling mendekati dengan hasil pemodelan UC 250 yang penyebarannya ditafsirkan berasal dari efek anomali dangkal. Anomali magnet tinggi ditafsirkan berasal dari suatu proses sedimentasi di bawah permukaan yang ditutupi oleh aluvium dengan sebaran komponen batuan yang hampir sama, sehingga peningkatan nilai anomali berasal dari komponen batuan yang mengandung kemagnetan tinggi (endapan pasir besi). Pada daerah bagian baratdaya memperlihatkan luas zona anomali tinggi makin mengecil beriringan dengan peningkatan nilai pemodelan UC, hal ini ditafsirkan bahwa anomali tersebut berasal dari kedalaman yang lebih dangkal dibandingkan dengan anomali yang berada di bagian utara-baratlaut daerah penelitian.

Zona anomali rendah pada pemodelan UC dari 250 hingga 1000, menghasilkan luas daerah yang berbeda secara berturut-turut, adalah 66.084.116 m<sup>2</sup>, 65.574.444 m<sup>2</sup>, 61.680.473 m<sup>2</sup>, dan 58.110.711 m<sup>2</sup>. Hasil analisis model irisan menghasilkan luasan yang stabil pada bagian tengah-selatan daerah penelitian mencapai 50.999.769 m<sup>2</sup>. Penyebaran anomali rendah memperlihatkan luasan yang makin mengecil

beriringan dengan peningkatan nilai pemodelan UC, hal ini ditafsirkan bahwa anomali tersebut berasal dari kedalaman yang dangkal. Efek anomali rendah ini kemungkinan salah satunya disebabkan oleh adanya kegiatan penambangan pasir besi yang dilakukan oleh PT. Antam dan masyarakat setempat di daerah ini, sehingga meninggalkan bekas-bekas lubang galian yang membentuk danau.

### Hasil Pemodelan 2D

Pemodelan 2D dilakukan dengan metode pencocokan kurva anomali hasil observasi dengan kurva anomali kalkulasi berdasarkan forward modeling (Telford, 1990). Hasil anomali kalkulasi dihitung berdasarkan nilai geometri dan kedalaman yang diperoleh dari penafsiran model anomali magnet. Kedalaman dan geometri suatu model anomali dapat terlihat dari variasi nilai amplitudo dan lebar kurva, sehingga apabila nilai amplitudo semakin tinggi maka model anomali semakin dangkal dan apabila lebar kurva semakin besar maka model anomali semakin lebar pula (Breiner, 1999). Hasil analisis pemodelan 2D adalah berupa penampang tegak bawah permukaan berarah utara-selatan yang memotong zona anomali magnet tinggi, dengan panjang lintasan-1 adalah  $\pm 9$  km dan lintasan-2  $\pm 4.8$  km (Gambar 5). Interval pengambilan sampel nilai anomali magnet untuk kedua penampang 2D tersebut adalah setiap 100 m, dengan penentuan nilai suseptibilitas magnet dibandingkan dengan keterdapatannya komponen batuan pada aluvium (Sanyoto, 2007), yaitu 0.01 SI untuk lempung hingga pasir dan 0.2 SI untuk endapan pasir besi (Lowrie, 2007).

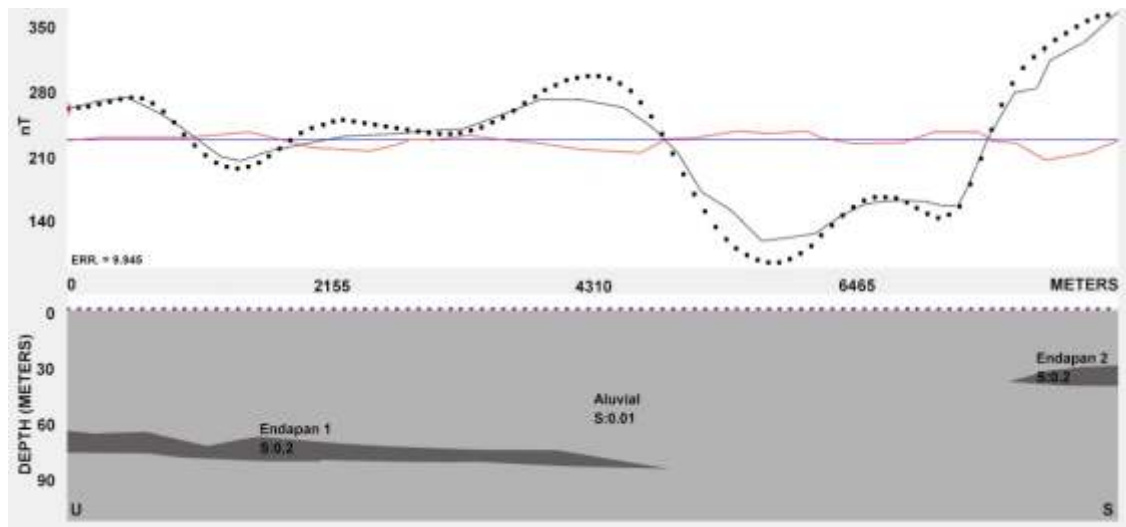
Penampang Lintasan-1 (Gambar 6) menunjukkan variasi nilai anomali magnet berkisar antara 100 nT hingga 350 nT. Anomali magnet tinggi di bagian utara ditafsirkan berasal dari endapan pasir besi pada kedalaman  $\pm 60$  m dengan ketebalan maksimal mencapai  $\pm 11$  m, sedangkan di bagian selatan berasal dari kedalaman yang lebih dangkal yaitu  $\pm 20$  m dengan ketebalan mencapai  $\pm 10$  m. Keterdapatannya endapan pasir besi tersebut ditafsirkan melensa diantara endapan lempung dan pasir yang terbagi menjadi tiga lapisan. Endapan pasir besi bagian utara berada pada lapisan endapan kedua yang ditafsirkan terbentuk lebih dahulu dibandingkan dengan bagian selatan yang berada pada lapisan endapan ketiga.

Penampang Lintasan-2 (Gambar 7) menunjukkan variasi nilai anomali magnet berkisar antara 50 nT hingga 350 nT, dengan penyebaran anomali magnet tinggi di bagian utara dan berangsur merendah ke arah

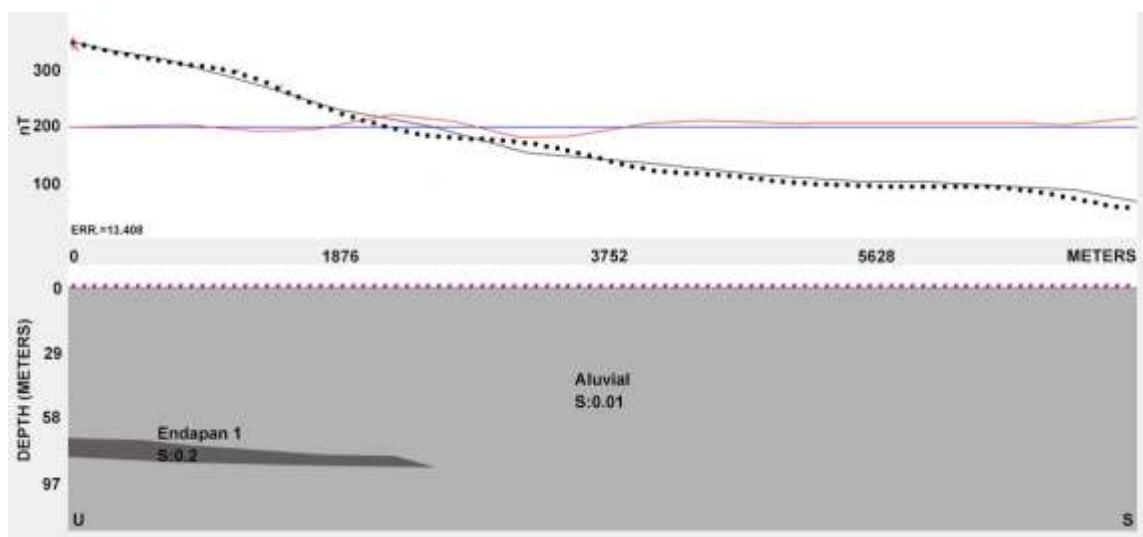
selatan (pantai). Anomali magnet tinggi di bagian utara ditafsirkan berasal dari endapan pasir besi pada kedalaman  $\pm 60$  m dengan ketebalan mencapai  $\pm 10$  m. Endapan pasir besi terletak pada lapisan endapan kedua dengan bentuk melensa, ditafsirkan sebagai endapan yang sama pada Lintasan-1 yang menerus hingga ke arah timur hingga mencapai  $\pm 10$  km dan melebar ke selatan hingga  $\pm 4,9$  km (Gambar 5).

Hasil pemodelan 2D dari kedua lintasan memperlihatkan penyebaran nilai anomali magnet

rendah sebanding dengan zona anomali magnet rendah hingga menengah (Gambar 5) yang tidak memperlihatkan keterdapatan endapan pasir besi. Kondisi ini ditafsirkan bahwa pengendapan pasir besi terdapat pada lajur pola aliran sungai purba yang relatif sejajar dengan pola aliran sungai yang terbentuk saat ini (Bronto, 2007), membentuk suatu gosong atau bantaran sungai, terlihat dari bentuk endapannya yang melensa pada suatu lapisan aluvium.



**Gambar 6.** Hasil analisis pemodelan 2D pada Lintasan-1 yang memperlihatkan keterdapatan endapan pasir besi pada kedalaman  $\pm 60$  m di bagian utara dan  $\pm 20$  m di bagian selatan penampang.



**Gambar 7.** Hasil analisis pemodelan 2D pada Lintasan-2 yang memperlihatkan keterdapatan endapan pasir besi pada kedalaman  $\pm 60$  m di bagian utara penampang.

## DISKUSI

Penyebaran lateral zona anomali magnet tinggi yang dominan berarah relatif barat-timur, ditafsirkan mengandung endapan pasir besi yang berada di bagian utara-baratlaut dan baratdaya daerah penelitian, dengan luas total mencapai 26.329.188 m<sup>2</sup>. Berdasarkan karakteristik endapan pasir besi di daerah penelitian, dapat ditafsirkan pada bagian utara-baratlaut terendapkan terlebih dahulu dibandingkan bagian baratdaya. Bentuk pengendapan pasir besi ini melensa pada endapan lempung dan pasir, terletak pada kedalaman ±60 m di bagian utara-baratlaut dan ±20 m di bagian baratdaya dengan ketebalan mencapai ±10 m.

Kedua jenis endapan pasir besi ini berdasarkan data pemoran yang dilakukan sebanyak 68 titik sepanjang pantai selatan Purworejo (Sanyoto, 2007), berada pada suatu endapan batupasir lempungan pada kedalaman 64 m - 79 m (bagian utara) dan endapan pasir pantai muda pada kedalaman 30 m - 41 m (bagian selatan) (Gambar 8a). Secara umum aluvium di daerah penelitian memiliki komponen batuan yang berangsur menghalus ke arah bawah, terdiri atas breksi-pasir kasar berangsur berubah menjadi batupasir lempungan, hal ini diperkuat pula dengan hasil pengukuran metode Tahanan Jenis 2D di selatan daerah penelitian yang memperlihatkan nilai tahanan jenis berangsur merendah dengan bertambahnya kedalaman (Sanyoto dan Junursyah, 2005).

Endapan pasir besi di bagian utara-baratlaut dapat dibandingkan dengan endapan aluvium tua (APT) dengan bentang alam bergelombang dan terdapat pada lajur pola aliran sungai purba yang sejajar dengan Kali Pasir dan Kali Lereng, sedangkan endapan di bagian selatan dapat dibandingkan dengan endapan aluvium pantai muda (APM) dengan bentang alam bergelombang dan terdapat pada lajur aliran sungai purba yang sejajar dengan Kali Lereng, Kali Pasir, dan gosong sungai (Bronto, 2007) (Gambar 8b).

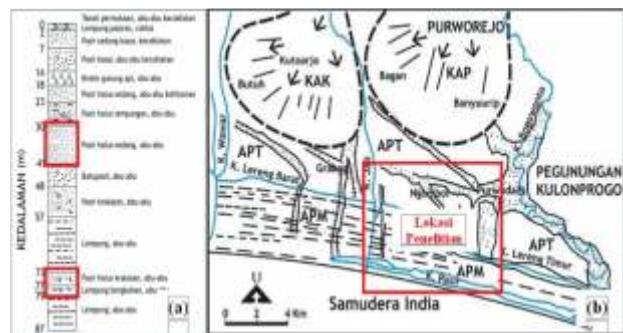
Perhitungan cadangan sumberdaya pasir besi di wilayah penelitian dapat diperkirakan secara kasar (hipotetik) dan diperlukan penelitian secara lebih lanjut, sehingga tingkat keakurasian data hanya mencapai 10% (Gambar 9). Nilai *specific gravity* (SG) pasir besi secara umum di daerah penelitian yaitu sebesar 1,85 Ton/m<sup>3</sup> dengan konsentrasi besi mencapai 24,43% (Dipatunggoro, 2012), sehingga jumlah cadangan pasir besi (magnetit, ilmenit, hematit, dan oksida besi) dengan komponen pengotornya (kuarsa, kalsit, feldspar, ampibol, piroksen, biotit, dan tourmalin) dapat dihitung menggunakan rumusan sebagai berikut:

Endapan-01 (utara-baratlaut)

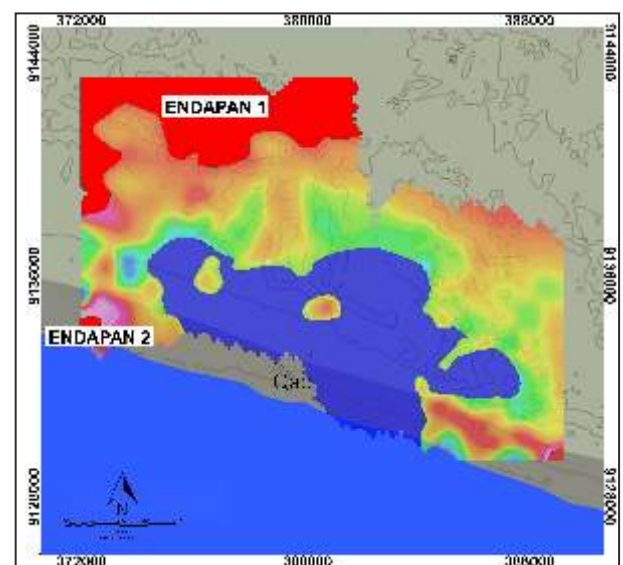
$$\begin{aligned} &= ((\text{Luas Endapan} \times (\text{Ketebalan}/2)) \times \text{SG} \times \\ &\quad \text{konsentrasi} \times 10\%) \\ &= ((26.021.233 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m})/2) \times 1,85 \text{ Ton/m}^3 \times \\ &\quad 24,43\% \times 10\% \\ &= 5.880.213 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Endapan-02 (baratdaya)

$$\begin{aligned} &= ((\text{Luas Endapan} \times (\text{Ketebalan}/2)) \times \text{SG} \times \\ &\quad \text{konsentrasi} \times 10\%) \\ &= ((307.885 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m})/2) \times 1,85 \text{ Ton/m}^3 \times \\ &\quad 24,43\% \times 10\% \\ &= 69.575 \text{ Ton} \end{aligned}$$



**Gambar 8.** (a) Kolom litologi data pemoran di Kantor PDAM Kabupaten Purworejo yang memperlihatkan keterdapat endapan pasir besi (kotak merah) pada dua kedalaman yang berbeda (Sanyoto, 2007); (b) Peta sebaran aluvium yang memperlihatkan keterdapat endapan pasir besi pada endapan aluvium tua dan aluvium pantai muda (Bronto, 2007).



**Gambar 9.** Zona endapan pasir besi wilayah penelitian (Endapan-01 dan Endapan-02).

## KESIMPULAN

Potensi sumberdaya endapan pasir besi di daerah penelitian terdapat di bagian utara-baratlaut dan baratdaya yang tertutupi oleh aluvium yang berangsur menghalus dengan bertambahnya kedalaman. Endapan pasir besi memiliki ketebalan mencapai  $\pm 10$  m, terdapat pada kedalaman  $\pm 20$  m dan  $\pm 60$  m di bawah permukaan, dengan luas penyebaran total mencapai 26.329.188 m<sup>2</sup>. Pengendapan pasir besi di bagian utara-baratlaut terbentuk secara melensa bersamaan dengan pengendapan aluvium tua dan aluvium pantai muda, terdapat pada lajur aliran sungai purba sebagai gosong atau bantaran sungai. Cadangan hipotetik pasir besi dengan komponen pengotornya di daerah penelitian mencapai 69.575 Ton pada bagian baratdaya dan 5.880.213 Ton pada bagian utara-baratlaut.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi

untuk penelitian lebih lanjut, sehingga dapat memajukan kegiatan penambangan pasir besi secara lebih teratur dan tidak menyebabkan kerusakan lingkungan. Tahap eksplorasi lanjutan sebaiknya dilakukan dengan metode yang lebih bersifat pengukuran lokal salah satunya yaitu pengukuran dengan metode geolistrik karena metode ini dapat mencitrakan sebaran pasir besi dengan lebih detil untuk daerah prospek yang telah ditunjukkan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya kepada seluruh staf Pusat Survei Geologi dan Dosen di lingkungan Jurusan Fisika dan Program studi Geofisika, Universitas Padjadjaran, serta seluruh staf Redaksi Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral.

## ACUAN

- Asikin, S., 1974. Evolusi geologi Jawa Tengah dan sekitarnya, ditinjau dari segi teori tektonik-dunia yang baru. Disertasi Doktor, Departemen Teknik Geologi Institut Teknologi Bandung.
- Asikin, S., Handoyo, A., Busono, H., dan Gafoer, S., 1992. *Peta Geologi Lembar Kebumen, Jawa, skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Blakely, R.J., 1996. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press:441p.
- Breiner, S., 1999. *Applications manual for portable Magnetometers*. Geometrics, San Jose:58p.
- Bronto, S., 2007. Genesis endapan aluvium Dataran Purworejo Jawa Tengah; Implikasinya terhadap sumber daya geologi. *Jurnal Geologi Indonesia*, v.2, No.4:207-215.
- Dipatunggoro, G., 2012. Initial survey of Iron Sand at the Malang, Penjagran & Keburuhan Villages, Ngombol Subdistrict, Purworejo Regency, Central Java Province. *Bulletin Of Scientific Contribution*, v.10, No.2:108-120.
- Evans, A.M., 1993. *Ore Geology and Industrial Minerals An Introduction*. Blackwell:377p.
- Geometrics, Inc., 2002. *G-856 Memory-Mag Proton Precession Magnetometer Operation Manual*. Geometrics, Inc., San Jose:55p.
- Lowrie, W., 2007. *Fundamentals of Geophysics*. Cambridge University Press:374p.
- Moon, C.J., Whateley, M.E.G., dan Evans, A.M., 2006. *Introduction to mineral exploration*. Blackwell:468p.
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi, dan Rosidi, H.M.D., 1995. *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa, skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Rahmad, R., 2016. Identifikasi permasalahan dan rekomendasi strategi pengelolaan pesisir Purworejo-Jawa Tengah (Studi kasus: Areal bekas penambangan PT.ANTAM). *Jurnal Geografi*, v.8, No.1:15-30.
- Spector A., dan Grant F.S., 1970. Statistical Model for Interpreting Aeromagnetic Data. *Geophysics*, v.35, No.2:293-302.
- Sanyoto P., dan Junursyah, G.M.L., 2005. Laporan kegiatan aplikasi peralatan survei geolistrik di daerah Grabag dan sekitarnya, Provinsi Jawa Tengah. Laporan Internal Pusat Survei Geologi, Bandung (tidak terbit).



- Sanyoto, P., 2007. Pemanfaatan geologi dan endapan pasir besi Purworejo. Geo-Research Indonesia, Pemda Kabupaten Purworejo (tidak terbit).
- Telford, N.M., Geldart, L.P., and Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press:726p.
- Tohadi T., dan Junursyah, G.M.L., 2005. Laporan kegiatan aplikasi peralatan survei Geomagnet di daerah Grabag dan sekitarnya, Provinsi Jawa Tengah. Laporan Internal Pusat Survei Geologi, Bandung (tidak terbit).
- Tjahjono, B., Pardiarto, B., Sumarna, N., Eddy, H.R., Widhiyatna, D., dan Wahyuningsih, R., 2008. *Album Geologi Indonesia seri Mineral dan Batuan*. Badan Geologi, Bandung:130h.
- Untung, M., 2001. *Dasar-dasar Magnet dan Gayaberat serta beberapa penerapannya*. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia, Jakarta:96h.
-