

INTERPRETASI DATA ANOMALI MEDAN MAGNETIK UNTUK MENGIDENTIFIKASI PENINGGALAN KADIPATEN PASIR LUHUR DESA TAMANSARI KARANGLEWAS

Riza Arfian Susanto

Sehah

Zaroh Irayani

Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Jendral Soedirman

Email: as_riza@yahoo.com

Abstrack

Magnetic surveying have been done in the area around of the Karangandul site, District of Karang lewas, Regent of Banyumas. The research purpose is for identify Kadipaten Pasir Luhur's remainder whom maybe buried at around that sites. The total magnetic intensity data obtained, then be processed, corrected, and reduced so thatbe obtained the local magnetic anomaly data. Modeling process to magnetic anomaly data with two dimensions (2D) have been done by utilize Mag2DC for windows software. Based on the modeling results, be obtained the subsurface lithology section with magnetic susceptibility values of 0.0141 – 0.0626 cgs units. The interpretation of modeling resultsshow thatin the depth of 0 – 10 meters be found the sand stone, then in the depth of 10 – 125 meters befound the breccia-andesite rocks, then in the depth of 125 – 250 meters be found the andesite rocks with insert of sand, and then in the depth of 250–500 meters be found two pieces of rocks i.e. breccia-andesite and andesite-basaltic from volcanic lava boulder of Slamet Volcano which be estimated as the basement inthe research area. Based on the interpretation resultis not found available distribution of pure andesite as sites that exist on the surface.

Keyword: Site Karangandul, Magnetic Methods.

Abstrak

Survei magnetik telah dilakukan di sekitar Situs Karangandul Kecamatan Karanglewas Kabupaten Banyumas. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi peninggalan Kadipaten Pasir Luhur yang mungkin terpendam di sekitar situs tersebut. Data intensitas magnetik total yang diperoleh, selanjutnya diolah, dikoreksi, dan direduksi sehingga diperoleh data anomali magnetik lokal. Pemodelan terhadap data anomali magnetik dilakukan secara dua dimensi (2D) menggunakan perangkat lunak Mag2DC *for windows*. Berdasarkan hasil pemodelan diperoleh penampang litologi batuan bawah

permukaan dengan susceptibilitas magnetik 0,0141 – 0,0626cgs unit. Interpretasi terhadap hasil pemodelan menunjukkan bahwa pada kedalaman 0 – 10 meter terdapat endapan batupasir, pada kedalaman 10 – 125 meter terdapat batuan breksi andesit, pada kedalaman 125 – 250 meter terdapat batuan andesit dengan sisipan batupasir, dan pada kedalaman 250–500 meter terdapat dua jenis batuan yaitu breksi-andesit dan andesit-basaltik dari bongkahan lahar vulkanik Gunungapi Slamet yang merupakan batuan dasar (basement) daerah penelitian. Berdasarkan hasil interpretasi tidak ditemukan adanya sebaran batuan andesit murni sebagaimana situs yang ditemukan dipermukaan.

Kata Kunci: Situs Carangandul, Metode Magnetik.

PENDAHULUAN

Kadipaten Pasir Luhur adalah salah satu Kadipaten yang termasuk wilayah Kerajaan Pajajaran. Kadipaten tersebut diduga dahulu berpusat di Kelurahan Tamansari Kecamatan Karanglewas Kabupaten Banyumas. Sebelum Islam masuk, agama yang dianut masyarakat Kadipaten Pasir Luhur adalah agama Hindu. Setelah Islam masuk Kebudayaan Hindu di wilayah Kadipaten Pasir Luhur hilang, baik dihilangkan ataupun tertimbun material lain. Namun, terdapat situs peninggalan berupa batu berbentuk kepala babi juga mirip seperti lumpang (tempat menumbuk) yang berada di Grumbul Pasir Luhur Desa Tamansari Kecamatan Karanglewas (Yuli, 2015). Diduga situs tersebut

adalah peninggalan dari Kadipaten Pasir Luhur.

Dinas Pariwisata dan Budaya Kabupaten Banyumas menduga masih ada peninggalan lain dari Kadipaten Pasir Luhur yang berpusat di sekitar Situs Carangandul. Selain itu, cerita tentang Kerajaan Pasir Luhur masih dianggap sebagai Babad (cerita dari rakyat) dikarenakan belum adanya bukti dan penelitian tentang keberadaan peninggalan kerajaan tersebut. Penelitian ini dilakukan disekitar Situs Carangandul untuk meneliti kondisi bawah permukaan dan memprediksi keberadaan peninggalan Kadipaten Pasir Luhur pada zaman dahulu, dengan menggunakan salah satu metode geofisika.

Metode geofisika yang digunakan adalah metode magnetik. Metode

magnetik merupakan salah satu metode dalam geofisika yang sangat sukses untuk prospek-prospek arkeologi karena metode geomagnetik adalah teknik geofisika pasif yang tergantung pada kontras magnetik suatu benda dengan lingkungan sekitarnya. Faktor yang signifikan untuk investigasi benda arkeologi adalah magnetisasi dan suseptibilitas magnetik suatu benda. Kebanyakan material arkeolog mengandung partikel magnetik yang akan menyebabkan anomali magnetik sehingga bisa diperlakukan berbeda dengan lingkungan sekitarnya (Schmid, 2009).

METODE

• Waktu dan Lokasi

Penelitian ini telah dilaksanakan selama 5 bulan, dari bulan September 2015 hingga Januari 2016. Bertempat di Desa Tamansari Kecamatan Karanglewas Kabupaten Banyumas sedangkan pengolahan, pemodelan, dan interpretasi dilakukan di kampus MIPA Universitas Jenderal Soedirman.

• Bahan dan Peralatan

Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1 unit PPM (Proton Precision Magnetometer) GSM-19T v7.0, 1 buah kompas, 2 buah laptop, alat tulis, peta geologi dan peta topografi Desa Tamansari kecamatan Karanglewas.

• Prosedur Penelitian

Pada tahap pengambilan data meliputi pengambilan koordinat posisi geografis, induksi magnetik menggunakan PPM. Data yang dicatat adalah nilai-nilai magnetik total, elevasi, koordinat, waktu dan juga keterangan kenampakan geologi setempat. Pengambilan data di Situs Carangandul Tamansari dengan luas area 500 x 500 meter.

Koreksi-koreksi dalam tahap pengolahan data dilakukan untuk menghilangkan noise yang diperoleh saat tahap akuisisi data. Dan koreksi data ini bertujuan untuk memperoleh nilai anomali magnetik yang diharapkan. Koreksi pada pengolahan data survei magnetik terdiri dari koreksi harian dan koreksi IGRF. Kedua koreksi ini dihitung menggunakan *software Ms. Excell 2013*.

Koreksi harian merupakan penyimpangan nilai medan magnetik Bumi akibat adanya perbedaan waktu dan efek radiasi matahari dalam satu hari. Pada koreksi ini dilakukan metode looping. Metode looping dilakukan karena jumlah peralatan (PPM) yang terbatas. Koreksi ini dilakukan dengan cara merekam variasi medan magnetik di base station pada saat awal dan akhir pengukuran dalam satu hari untuk metode looping. Waktu ideal untuk merekam variasi medan magnetik di base station adalah 2-3 jam. Koreksi ini dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta H_{\text{harian}} = H_{\text{total}} \left(\frac{t_s - t_{\text{aw}}}{t_{\text{ak}} - t_{\text{aw}}} [H_{\text{ak}} - H_{\text{aw}}] \right) \dots (1)$$

dimana H_{total} menyatakan induksi magnetik yang terukur di lapangan, t menyatakan waktu, indeks s menyatakan nomor urut pengukuran, subscript aw adalah data awal (hasil pengukuran pertama di base station) dan subscript ak menyatakan data akhir (hasil pengukuran terakhir di base station).

Data mentah yang diperoleh dari lapangan masih dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu medan magnetik utama Bumi (main field), medan magnetik

luar (external field) dan medan anomali (anomaly field). Nilai medan magnetik utama adalah nilai IGRF. IGRF merupakan singkatan dari international geomagnetic reference field atau nilai acuan medan magnetik international. Nilai IGRF ini didapat dari www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#igrfwmm. Data kontribusi dari medan magnetik utama harus dihilangkan dengan koreksi IGRF yaitu dengan cara:

$$\Delta H = H_{\text{total}} \pm \Delta H_{\text{harian}} - B_o \dots (2)$$

Data yang diperoleh pada saat akuisisi data masih dipengaruhi oleh faktor ketinggian. Perlu dilakukan koreksi yang bertujuan untuk mengembalikan nilai data magnetik ke posisi ketinggian yang sama. Koreksi ini disebut dengan koreksi bidang datar. Reduksi ini menggunakan pendekatan deret Taylor yang dituliskan dengan persamaan (Blakely, 1995):

$$\Delta H_{(x,y,z)} = \Delta H_{(x,y,z_0)} - \sum_{n=1}^n \frac{z-z_0}{n!} \frac{\partial^n}{\partial z^n} \Delta H_{(x,y,z_0)} \dots (3)$$

Kontinuasi ke atas adalah transformasi suatu medan potensial terukur pada permukaan ke suatu bidang permukaan yang lain jauh dari

sumber. Tujuannya untuk menampakan anomali yang disebabkan oleh sumber yang lebih dalam atau menghilangkan anomali yang disebabkan oleh sumber dangkal (Blakely, 1995).

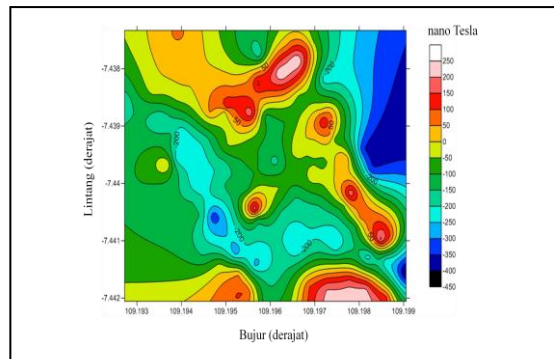
Proses kontinuitas ke atas dilakukan pada peta anomali medan magnetik total. Penentuan anomali regional dilakukan dengan proses pengangkatan ke atas (upward continuation) pada anomali medan magnetik total. Penggunaan kontinuitas ke atas diharapkan dapat membantu untuk memisahkan anomali regional dengan anomali lokal. Proses kontinuitas dengan uji trial and error dilakukan dengan melihat kecenderungan pola kontur hasil kontinuitas pada ketinggian tertentu (Indratmoko dkk, 2009). Kontinuitas ke atas dilakukan menggunakan software fortran77 terhadap data anomali medan magnet total. Semakin tinggi kontinuitas data, maka informasi lokal semakin hilang dan informasi regional semakin jelas. Persamaan umum pengangkatan ke atas dapat dituliskan dengan persamaan (Blakely, 1995)

$$H_{(x,y,z_0-\Delta z)} = \frac{\Delta z}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{H_{(x',y',z_0)}}{\sqrt{[(x-x')^2+(y-y')^2+\Delta z^2]}} dx' dy', \Delta z > 0 \dots\dots(4)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

• Hasil Pengolahan Data Medan Magnetik

Untuk mendapatkan anomali medan magnet total adalah dengan melakukan koreksi harian dan koreksi IGRF. Koreksi harian dilakukan untuk menghilangkan penyimpangan nilai medan magnetik Bumi akibat adanya perbedaan waktu dan efek radiasi matahari dalam satu hari. Koreksi IGRF dilakukan untuk menghilangkan pengaruh medan magnet utama bumi yang terukur bersama data medan magnet. Koreksi ini dilakukan dengan cara mengurangi nilai IGRF terhadap nilai intensitas medan magnet total yang sudah terkoreksi harian. Nilai IGRF didapatkan dengan cara mengunduh dari internet. Perhitungan nilai IGRF dilakukan dengan memasukkan nilai posisi bujur, lintang dan ketinggian di salah satu titik lokasi pengukuran. Kontur anomali medan magnet total setelah dikoreksi harian dan koreksi IGRF dapat dilihat pada Gambar 1.

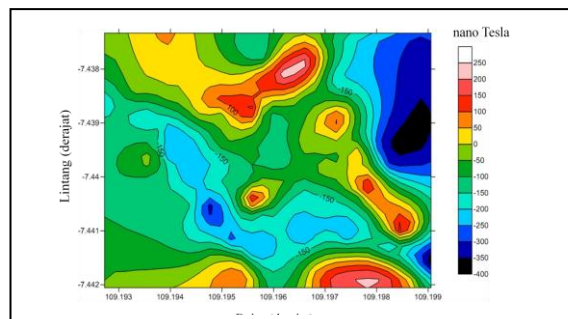


Gambar 1. Kontur anomali medan magnet total di topografi

Kontur di atas mempunyai nilai paling rendah berwarna biru tua bernilai -400 nT dan paling tinggi berwarna merah muda bernilai 200 nT. Anomali medan magnet total ini perlu diolah lagi untuk mendapatkan anomali lokal. Proses selanjutnya adalah mereduksi anomali ke bidang datar.

Reduksi bidang datar dilakukan karena topografi yang tidak rata, sehingga menyebabkan distorsi pada anomali medan magnet total. Proses ini juga dilakukan sebagai syarat

input pengolahan data berikutnya. Proses reduksi yang dilakukan menggunakan pendekatan deret Taylor (Taylor series approximation). Dalam proses reduksi bidang datar ini software yang digunakan adalah fortran77. Ketinggian yang diambil pada penelitian ini adalah 114 meter. Ketinggian bidang datar tersebut ditentukan berdasarkan ketinggian rata-rata pada daerah penelitian. Kontur anomali medan magnet di bidang datar dapat dilihat pada Gambar 2.



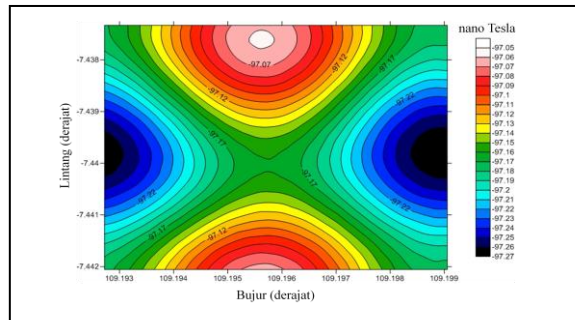
Gambar 2. Kontur anomali medan magnet total di bidang datar

Kontur dalam Gambar 2 magnet di bidang datar yang menggambarkan anomali medan mempunyai nilai paling rendah

berwarna hitam bernilai -400 nT dan paling tinggi berwarna merah muda bernilai 200 nT. Kontur tersebut hampir sama dengan kontur anomali medan magnet total, namun yang membedakan adalah konturnya lebih halus atau smooth. Anomali medan magnet total di bidang datar ini perlu diolah lagi. Proses selanjutnya adalah dengan cara pengangkatan ke atas.

Pengangkatan ke atas atau kontinuitas adalah transformasi suatu medan potensial terukur pada suatu permukaan ke suatu bidang permukaan yang lain. Kontinuitas ke atas berarti transformasi dilakukan jauh ke atas (ketinggian). Tujuannya

untuk menampilkan anomali yang disebabkan oleh sumber yang lebih dalam atau menghilangkan anomali yang disebabkan oleh sumber dangkal. Selain itu, pengangkatan ke atas juga digunakan untuk pemisahan anomali magnet lokal dengan anomali regional. Pengangkatan dilakukan di atas ketinggian rata-rata daerah penelitian. Pengangkatan yang diambil adalah pada ketinggian 800 meter. Hal ini dengan pertimbangan pada ketinggian tersebut pengaruh dari anomali lokal sudah hilang dan konturnya telah konvergen, sehingga kenampakan oleh anomali regional sudah terlihat jelas.



Gambar 3. Kontur anomali medan magnet regional

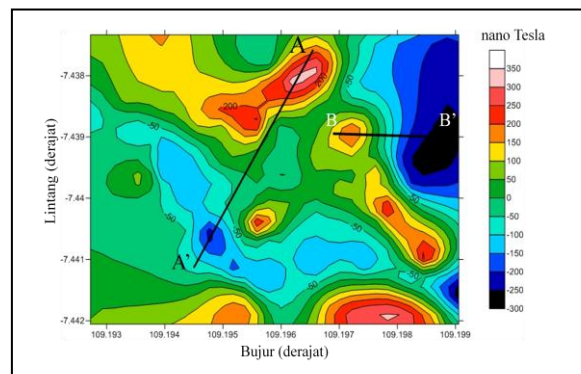
Kontur diatas menggambarkan anomali medan magnet regional yang mempunyai nilai paling rendah berwarna hitam bernilai -97,27 nT dan paling tinggi berwarna merah muda bernilai -97,6 nT. Anomali medan magnet lokal diperoleh dari

pengurangan anomali medan magnet regional terhadap anomali medan magnet total. Peta anomali medan magnet lokal dapat dilihat pada Gambar 4.

• **Hasil Pemodelan dan Interpretasi**

Pemodelan benda anomali menggunakan metode $2\frac{1}{2}$ D. Pemodelan ini berdasarkan metode Talwani $2\frac{1}{2}$ D yang mengandaikan benda penyebab anomali berbentuk polygon sembarang. Pemodelan dilakukan menggunakan perangkat lunak Mag2DC for Windows. Parameter yang diperlukan dalam interpretasi ini adalah suseptibilitas magnetik, posisi, panjang strike, inklinasi, deklinasi dan IGRF dan parameter lainnya seperti pada Tabel 1. Parameter IGRF daerah penelitian diunduh dari website Natural Resource Canada menggunakan mesin hitung online medan magnet (www.nrcan.gc.ca). Langkah awal

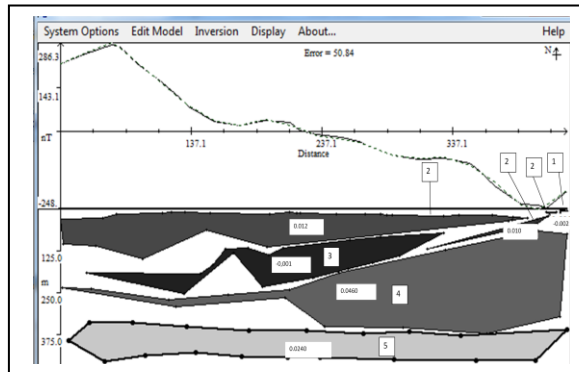
pemodelan adalah membuat sayatan (line section) dari zona anomali positive menuju ke anomali negative dan sebaliknya yang diduga sebagai sumber anomali magnetik bawah permukaan. Pemodelan dilakukan pada peta anomali lokal dengan sayatan seperti yang terlihat pada Gambar 4. Selanjutnya dilakukan proses digitize dan slice merupakan data input pada perangkat lunak Mag2DC for Windows sebagai data anomali medan magnet observasi. Hasil pemodelan dapat dilihat kesesuaiannya dari kecilnya nilai error dan didukung dengan kemiripan kondisi geologi di tempat penelitian.



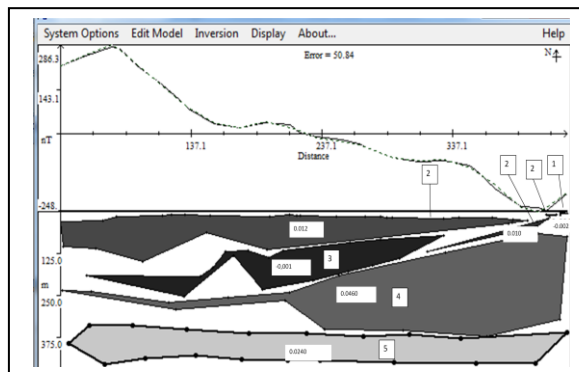
Gambar 4. Kontur anomali medan magnet lokal dan lintasan pemodelan

Tabel 1. Parameter pemodelan

PARAMETER MODEL	NILAI
Nilai IGRF	44920 nT
Sudut Inklinasi	-32,1746°
Sudut Deklinasi	0,8913°
Suseptibilitas rata-rata	0,0166 cgs unit



Gambar 5. Sayatan A-A'



Gambar 6. Sayatan B-B'

Hasil Pemodelan dengan Mag2DC for Windows untuk anomali magnet lokal pada sayatan A-A' seperti pada gambar 5. mempunyai jarak maksimum sebesar 355 meter. Sayatan ini melewati anomali positif dan anomali negatif yang berarah utara-selatan. Berdasarkan peta geologi Purwokerto-Tegal formasi batuan bawah permukaan terdiri dari Formasi Tapak dan endapan lahar Gunung Slamet. Nilai suseptibilitas rata-rata di daerah penelitian adalah 0,00166 cgs unit yang merupakan

batuan beku andesit-basaltik dan termasuk ke dalam endapan lahar Gunung Slamet. Kontras suseptibilitas yang didapat adalah -0,0025 cgs unit, 0,010 cgs unit,- 0,001 cgs unit, 0,046 cgs unit, dan 0,0240 cgs unit.

Hasil pemodelan yang mungkin untuk nilai estimasi suseptibilitas 0,0013 cgs unit dengan kedalaman 0-10 meter adalah Endapan batu pasir (sedimen) yang merupakan daerah pengendapan di area sungai. Kemudian untuk model dengan nilai suseptibilias 0,026 cgs unit adalah

batuan beku breksi-andesit yang berada pada kedalaman 10-125 meter. Pada kedalaman 125-250 meter terdapat batuan yang memiliki suseptibilitas 0,015 yang merupakan batuan beku andesit dengan sisipan endapan batu pasir. Pada kedalaman 250-500 terdapat dua model yang ditampilkan dengan nilai suseptibilitas 0,062 cgs dan 0,024 unit adalah batuan beku breksi-andesit dan batuan batuan beku andesit-basaltik dari bongkahan Lahar Vulkanik Gunung Slamet yang merupakan batuan dasar dari lokasi penelitian.

Kemudian untuk sayatan B-B' pada gambar 6 menunjukkan pada kedalaman 500 meter dengan jarak maksimum 175 meter.

Kontras suseptibilitas yang didapat adalah -0,0001 cgs unit, 0,0227 cgs unit, 0,0079 cgs unit, -0,055 cgs unit dan -0,093. Untuk nilai estimasi suseptibilitas 0,0015 cgs unit dengan kedalaman 0-100 meter adalah Endapan batu pasir (sedimen) yang merupakan daerah pengendapan di area sungai Logawa. Kemudian untuk model dengan nilai suseptibilias 0,0029 cgs unit adalah batuan beku andesit dengan sisipan endapan batu

pasir yang berada pada kedalaman 1-125 meter di samping sungai. Pada kedalaman 1-125 meter terdapat batuan yang memiliki suseptibilitas 0,0387 yang merupakan batuan breksi-andesit. Pada kedalaman 250-500 terdapat dua model yang ditampilkan dengan nilai suseptibilitas 0,0105 cgs dan 0,067 cgs unit adalah batuan breksi-andesit dan batuan batuan beku andesit-basaltik dari bongkahan lahar vulkanik Gunung Slamet yang merupakan batuan dasar lokasi penelitian. Dalam pemodelan didapatkan ruang kosong (putih) yang tidak lain adalah batuan dasar daerah penelitian.

Berdasarkan hasil pemodelan pada kedalaman 0-100 meter, diperkirakan terdapat batuan breksi dan batuan andesit-basaltik dari endapan lahar vulkanik Gunung Slamet. Pada kedalaman tersebut tidak ditemukan sebaran batuan andesit seperti situs yang terlihat di permukaan. Peninggalan kadipaten Pasir Luhur dimungkinkan tidak hanya berupa batuan andesit, tetapi dapat berupa peninggalan yang terbuat dari kayu yang sudah hancur tertimbun material

lain. Oleh sebab itu peninggalan tersebut tidak dapat terdeteksi nilai magnetiknya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada seluruh tim penelitian yang telah bekerja sinergis dan bahu-membahu melaksanakan penelitian ini dari akuisisi data hingga menulis jurnal ini. Terimakasih juga disampaikan kepada Fakultas MIPA yang telah meminjamkan alat penelitian, selain itu terimakasih juga disampaikan kepada keluarga mba Yuni yang telah menyediakan tempat selama akuisisi berlangsung di Desa Tamansari Kecamatan Karang Lewas Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan menggunakan survei magnetik di sekitar Situs Carangandul Desa Tamansari, Kecamatan Karanglewas, Kabupaten Banyumas dapat disimpulkan :

1. Telah dilakukan dua pemodelan terhadap anomali medan magnetik lokal. Pemodelan tersebut yaitu A-

A' dengan posisi lintang -7,437542 bujur 109,1966 sampai lintang -7,441153 bujur 109,1946 panjang sayatan 355meter kedalaman 500meter dan B-B' dengan posisi lintang -7,438929 bujur 109,1969 sampai lintang -7,438991 bujur 109,199 panjang sayatan 175meter kedalaman 500meter.

2. Interpretasi dari dua pemodelan yaitu A-A' dan B-B' pada kedalaman 0-100 meter dihasilkan pendugaan gambaran bawah permukaan. Sayatan A-A' pada 0-10 meter terdapat endapan batu pasir dengan suseptibilitas 0,0013 cgs unit dan batuan beku breksi-andesit dengan suseptibilitas 0.026 cgs unit pada kedalaman 10-125 meter. Sayatan B-B' pada kedalaman 0-125 meter terdapat tiga suseptibilitas batuan yaitu ndapan batu pasir (sedimen) dengan suseptibilitas 0,0015 cgs unit, batuan beku andesit dengan sisipan endapan batu pasir dengan suseptibilitas 0,0029 cgs unit, batuan beku breksi-andesit dengan suseptibilitas 0,0387 cgs unit. Dari hasil tersebut diperkirakan bahwa peninggalan Kadipaten Pasir

Luhur sudah hancur tertimbun material lain.

Saran

1. Diharapkan adanya penelitian lanjutan menggunakan metode geofisika yang lain seperti menggunakan metode geolistrik 2D pada setiap anomali di daerah sekitar Situs Carangandul.
2. Melakukan pengambilan data dengan menggunakan dua buah alat PPM agar bisa merekam variasi medan magnet harian secara terus menerus dalam satu hari

DAFTAR PUSTAKA

- Blakely, Richard j., 1995. Potential Theory in Gravity and Magnetik Aplication. Newyork : Cambridge University Press.
- Djuri, Sudjatmiko, S. Bachri, dan Sukido. (1996). Peta Geologi Lembar Purwokerto-Tegal. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi:Bandung.
- Humphreys, D.R. 1984. The Creation of Planetary Magnetik Fields. Creation Research Society Quarterly Journal (CRSQ). Vol. 21. Number 3 (December 1984).
- Indratmoko, Putu., Nurwidyanto, M irham., Yulianto, Tony. 2009. Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Manivestasi Panas Bumi Parang Tritis Kabupaten Bantul DIY dengan Metode Magnetik. Jurnal Berkala Fisika Vol.12, No.4; Oktober 2009, ISSM: 1410-9662. Universitas Diponegoro.
- Marjiono. 1998. Pendugaan Keberadaan Batu Candi Situs Purbakala Candi Kedulan dari Pola Anomali Medan Magnetik Total. Skripsi S-1. FMIPA: Yogyakarta.
- Mahfi, A, Kirbani SBp, Sudiartono, Suparwoto, Sismanto, Wahyudi. 1990. Metode Geofisika Dalam Kepurbakalaan, Sebuah Program Pengabdian Masyarakat di Candi Plaosan Kidul. Laporan. FMIP-UGM.
- Masykuri, A. F., dan Sismanto. 2005. Penyebaran Batu-Batu Candi Pada Situs Kunden, Klaten, Jawa Tengah, Berdasarkan Data Medan Magnetik Total. Proccedings 3rd Kenting Physics Forum. Sahid Raya Hotel: Solo.
- Pamuji, K.E. 2006. Survei Geofisika dengan Metode Magnetik untuk Mengetahui Intrusi Batuan Beku. Jurnal Natural. Oktober 2006. Volume 5 No. 2.
- Schmidt, A. 2009. Electrical and Magnetic Methods In Archaeological Prsopection. In. S. Campana and S. Piero (eds) Seeing The Unseen. Geophysical and Landzchape Arcaeology: p 67-81. London: Taylor Et Francis.
- Sehad, 2001. Panduan Struktur Bawah Permukaan Gunungapi Batur Berdasarkan Data Anomali Medan Magnetik. Tesis. Program Pasca Sarjana.

- Universitas Gadjah Mada.
Yogyakarta.
- Sehad, 2009. Diktat Kuliah Gravitasi dan Geomagnet. Program Studi Fisika. Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto.
- Sehad, Sukmaji Anom Raharjo, Okky Wibowo. 2014. Pendugaan Model Sumber Anomali Magnetik Bawah Permukaan di Area Pertambangan Emas Rakyat Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas. *Jurnal Fisika Indonesia*. Agustus 2014. Volume 18 No. 53. Sehad dan Sukmaji Anom Raharjo. 2013. Pendugaan Model Anomali Magnetik Bawah Permukaan Desa Darmakradenan, Kecamatan Ajibarang, Kabupaten Banyumas. *Jurnal Berkala Fisika*. Juli 2013. Volume 16 No. 3.
- Sismanto dan Eddy Hartantyo. Study Geofisika Pada Situs Candi Kedulan. *Proceedings Himpunan Ahli Geofisika Indonesia The 31st Annual Scientific Meeting (PIT) HAGI: Semarang*.
- Suyanto, Imam, Wahyudi, Boko Nurdiyanto S. 2004. Analisis Data Magnetik untuk Mengetahui Struktur Bawah Permukaan Daerah Manifestasi Air Panas di Lereng Utara Gunung Api Ungaran. *Prosiding HAGI: Yogyakarta*.
- Talwani, M. 1965. Computation with The Help of a Digital Computer of magnetic Anomalies as Caused by Bodies of Arbitrary Shape. *Geophysics* 25 797-817
- Telford, W.M. Geldart, L.P., Sheriff, R.E. and Keys, D. 1976. *Applied Geophysics*, Cambridge University Press. Cambridge.
- Telford, W.M. Geldart, L.P., Sheriff, R.E. and Keys, D. 1990. *Applied Geophysics*, Cambridge University Press. Cambridge.
- Wahyudi, 2004, Penelitian Potensi Panas Bumi Daerah Prospek Gunungapi Ungaran. Jawa Tengah. Laporan Riset Unggulan Terpadu Bidang Energi, Kementerian Riset dan Teknologi RI. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Yuliningsih, Sri. 2015. Wawancara Tentang "Cerita Kadipaten Pasir Luhur" di rumahnya, Gumbul Pasir Luhur, Desa Tamansari rt 05 rw 04, Kecamatan Karanglewas Kabupaten Banyumas.