

INTERPRETASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAANDI JALUR SESAR KECAMATAN BAGELEN KABUPATEN PURWOREJO DENGAN METODE GEOMAGNET

SUBSURFACE INTERPRETATION OF FAULT LINE IN BAGELEN PURWOREJO USING GEOMAGNETIC METHOD

Oleh: Fery Catur Saputri Hayuning Tiyas¹⁾, Nugroho Budi Wibowo²⁾, Denny Darmawan¹⁾

1) Universitas Negeri Yogyakarta

2) Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Yogyakarta

Email: ferycatursh@gmail.com¹⁾

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola sebaran anomali medan magnet serta mengetahui struktur bawah permukaan di kawasan jalur sesar Kecamatan Bagelen dengan menggunakan metode geomagnet. Penelitian dilakukan di 8 desa di Kecamatan Bagelen yakni Desa Kalirejo, Clapar, Hargorejo, Soko, Semagung, Semono, Sokoagung, dan Somorejo. Penelitian dilakukan menggunakan satu set alat *Proton Precession Magnetometer* merek *Geometrics* tipe G-856 di mana jarak antar titik pengukuran sejauh 500m. Tahapan pengolahan data dari lapangan berupa nilai magnet total dikoreksi menggunakan koreksivariansi harian, koreksi IGRF, koreksi topografi, reduksi ke kutub, kontinuitas ke atas yang selanjutnya digunakan untuk pemodelan 2D. Nilai anomali medan magnet pada wilayah penelitian berada pada rentang -500 nT sampai 862 nT. Nilai tersebut disumbangkan oleh formasi-formasi batuan penyusun wilayah penelitian. Berdasarkan hasil pemodelan 2D, diketahui bahwa formasi batuan penyusun wilayah penelitian terdiri dari Formasi Nanggulan, Kebobutak, Dasit, Andesit, Jonggrangan serta Aluvium, di mana pada Formasi Andesit dan Dasit diketahui adanya ubahan batuan serta mineralisasi.

Kata kunci : Kecamatan Bagelen, metode geomagnet, formasi batuan.

Abstract

The purposes of this study were to determine magnetic field anomaly distribution and to determine subsurface structure of the fault line in Bagelen subdistrict using geomagnetic method. The study was located in 8 villages in Bagelensubdistrict there were Kalirejo, Clapar, Hargorejo, Soko, Semagung, Semono, Sokoagung, and Somorejo villages. The study was conducted using a set of G-856 Geometrics Proton Precession Magnetometer which interval was 500m between each point. Data of total magnetic field were performed using diurnal correction, IGRF correction topography correction, reduction to pole, upward continuation, and 2D modelling. The range of magnetic field anomaly values in the study area were -500 nT to 862 nT that contributed by rock formations. The results from 2D modelling, it was known that the rock formations were Nanggulan, Kebobutak, Dasit, Andesit, Jonggrangan, and Aluvium, where in Andesit and Dasit formations found that the rocks changed.

Keywords: Bagelen subdistrict, geomagnetic method, rock formations.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang secara geografis terletak di antara dua benua besar, yaitu Benua Asia dan Benua Australiaserta diapit oleh dua samudera, yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Indonesia juga menjadi salah satu negara yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik besar, yaitu Lempeng Indo-

Australia di bagian selatan Indonesia, Lempeng Eurasia di bagian utara, dan Lempeng Pasifik di bagian timur (Ibrahim dan Subarjo, 2005). Oleh karena itu, Indonesia menjadi wilayah yang memiliki aktivitas tektonik yang tinggi, khususnya di wilayah yang dekat dengan zona pertemuan antarlempeng (Daryono, 2009).

Wilayah pertemuan Lempeng Indo-Australia dan Eurasia merupakan salah satu wilayah yang memiliki aktivitas tektonik paling aktif. Pertemuan antarlempeng tersebut dikenal dengan nama zona subduksi. Zona subduksi merupakan zona pertemuan lempeng di mana salah satu lempeng menyusup ke dalam perut bumi dan lempeng lainnya terangkat ke permukaan (Noor, 2014). Akibat dari peristiwa tersebut, terjadi akumulasi energi di sekitar zona subduksi. Akumulasi energi memicu adanya aktivitas tektonik seperti gempa bumi serta terjadinya tsunami apabila zona subduksi berada di bawah di laut.

Kabupaten Purworejo merupakan salah satu wilayah di Pulau Jawa yang bagian selatannya berada dekat dengan zona subduksi. Selain itu, Kabupaten Purworejo memiliki banyak persebaran sesar mayor maupun sesar minor. Oleh karena itu, Kabupaten Purworejo memiliki risiko yang besar terhadap berbagai bencana alam yang ditimbulkan oleh aktivitas tektonik.

Berdasarkan peta bahaya gempa bumi di Purworejo, Kecamatan Bagelen memiliki tingkat kerawanan gempa bumi dengan intensitas sedang hingga tinggi. Kecamatan Bagelen juga termasuk ke dalam tiga kecamatan yang pada rentang tahun 2013 sampai Maret 2017 menjadi salah satu titik kejadian gempa bumi yaitu pada tahun 2014 (BPBD, 2014).

Penelitian dilakukan di wilayah penelitian dikarenakan masih terbatasnya informasi mengenai struktur bawah permukaan serta dugaan jalur sesar di wilayah penelitian.

Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode geomagnet di mana metode ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan dengan memanfaatkan nilai suseptibilitas batuan. Penelitian yang pernah dilakukan menggunakan metode geomagnet adalah penelitian untuk menginterpretasi struktur bawah permukaan menggunakan data magnetik dan panas bumi di wilayah Mesir (All, 2015).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat penelitian

Pengambilan data menggunakan metode geomagnet ini dilakukan pada tanggal 6 - 9 September 2017. Pengambilan data dilakukan di 8 desa di Kecamatan Bagelen yakni Desa Kalirejo, Clapar, Hargorejo, Soko, Semagung, Semono, Sokoagung, dan Somorejo.

Akuisisi Data

Sebelum melakukan akuisisi data, langkah yang dilakukan terlebih dahulu yaitu membuat desain survei daerah penelitian. Setelah tahapan tersebut, dilakukan tahap akuisisi data. Akuisisi data dilakukan menggunakan satu set alat *Proton Precession Magnetometer* (PPM) merek *Geometrics* tipe G-856, *Global Positioning System* (GPS) merek Garmin tipe 78s, dan kompas geologi. Pengambilan data dilakukan di 75 titik pengukuran dengan jarak antar titik 500m. Pengukuran dilakukan menggunakan metode *looping* di mana pada metode ini, PPM berfungsi sebagai *base* dan *rover*.

Akuisisi data dilakukan pada semua titik dan diawali dengan menyusun alat PPM.

Indikator N (*North*) pada sensor diarahkan ke utara bumi menggunakan bantuan kompas sebagai petunjuk arah. PPM dapat mengukur besarnya nilai medan magnet total di titik tersebut setelah tombol *Read* pada *instrument console* ditekan. Pengukuran di setiap titik dilakukan secara berulang.

Pengolahan Data

Pengukuran pada setiap titik pengukurandata di lapangan menggunakan alat PPM menghasilkan nilai medan magnet total. Nilai medan magnet total tersebut merupakan medan magnet campuran dari medan magnet bumi, medan magnet luar, dan medan magnet remanen. Penelitian ini memanfaatkan nilai medan magnet remanen atau nilai medan magnet yang dimungkinkan menjadi nilai yang disumbangkan oleh batuan penyusun wilayah penelitian. Oleh karena itu dilakukan pemisahan nilai medan magnet total menggunakan rumusan sebagai berikut(Blakely, 1996).

$$\Delta H = H - \Delta F - F$$

dengan **H** merupakan nilai medan magnet total dalam nT, ΔF merupakan nilai variasi harian dalam nT, dan **F** merupakan nilai IGRF dalam nT.

Nilai IGRF merupakan suatu nilai pemodelan dari medan magnet bumi. Nilai variasi harian merupakan nilai yang disumbangkan oleh medan magnet luar yang diakibatkan oleh perubahan aktivitas di ionisfer yang dirumuskan dengan rumusan sebagai berikut(Gravmag, 2015).

$$\Delta F = \frac{t_n - t_a}{t_b - t_a} (H_b - H_a)$$

dengan t_n adalah waktu saat pengukuran dalam sekon, t_a adalah waktu terukur di *base* awal dalam sekon, t_b adalah waktu terukur di *base* akhir dalam sekon, H_b adalah nilai medan magnet total pada *base* akhir dalam nT, dan H_a adalah nilai medan magnet total pada *base* awal dalam nT.

Dari hasil anomali medan magnet dilakukan proses reduksi ke kutub dimana proses ini berfungsi untuk mengubah anomali yang bersifat *dipole* menjadi *monopole* untuk mempermudah dalam interpretasi. Proses reduksi ke kutub ini mengubah nilai inklinasi dan deklinasi wilayah penelitian dari -32° dan $0,88^\circ$ menjadi 90° dan 0° . Dengan demikian, posisi benda penyebab anomali semakin jelas terlihat keberadaannya. Hasil dari proses reduksi ke kutub masih merupakan anomali campuran antara anomali lokal dengan anomali regional. Untuk memisahkan kedua anomali tersebut, dilakukan proses kontinuitas ke atas. Melalui proses kontinuitas ke atas, anomali lokal akan direduksi sehingga anomali medan magnet yang tersisa merupakan anomali regional.

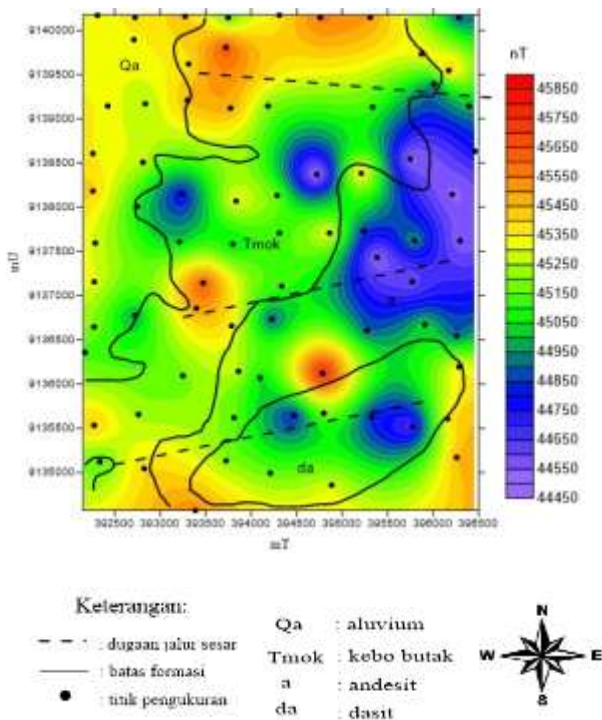
Hasil kontinuitas ke atas digunakan untuk pemodelan 2D dimana pada kontinuitas dengan ketinggian tertentu dilakukan sayatan-sayatan untuk mengetahui formasi penyusun wilayah penelitian berdasarkan nilai dari suseptibilitas batuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran di wilayah penelitian berupa nilai medan magnet total. Hasil

pengukuran nilai medan magnet total pada wilayah penelitian memiliki rentang 44.483,6 nT - 45.855,2 nT yang ditunjukkan dalam bentuk kontur medan magnet total seperti pada Gambar 1.

Klosur rendah dari nilai medan magnet total dinyatakan dengan warna ungu muda sampai hijau yang berada pada sisi timur wilayah penelitian dan beberapa titik pada sisi tengah dan selatan wilayah penelitian. Klosur medan magnet rendah merepresentasikan bahwa pada wilayah tersebut terdapat material-material penyusun batuan yang memiliki nilai kemagnetan lebih rendah dari sekitarnya.



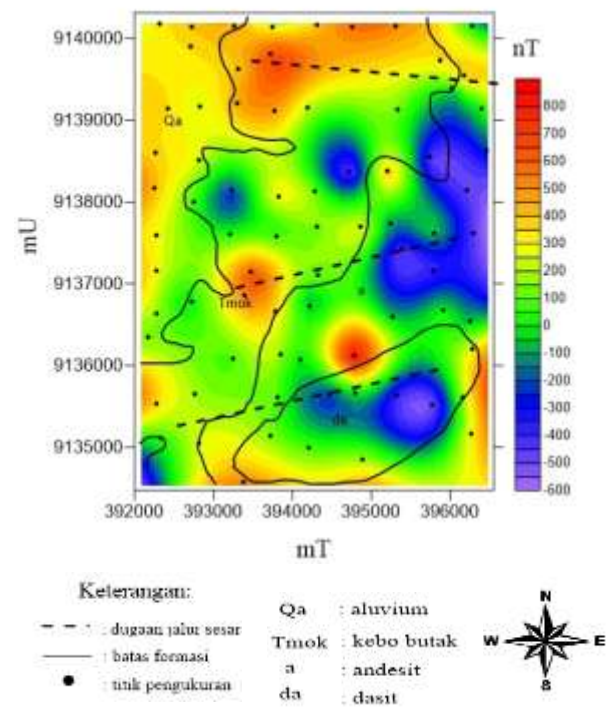
Gambar 1. Kontur medan magnet total yang sudah di-overlay dengan batas formasi dan dugaan jalur sesar.

Formasi Aluvium (Qa) mendominasi pada sisi barat daya sampai sebagian sisi utara wilayah penelitian. Formasi Kebobutak (Tmok) menjadi batas Formasi Aluvium dengan terobosan Andesit. Formasi Andesit (a) merupakan batuan terobosan yang mendominasi

pada sisi timur wilayah penelitian. Pada Formasi Andesit juga terdapat blok pada bagian tenggara – selatan yang berupa terobosan Dasit (da).

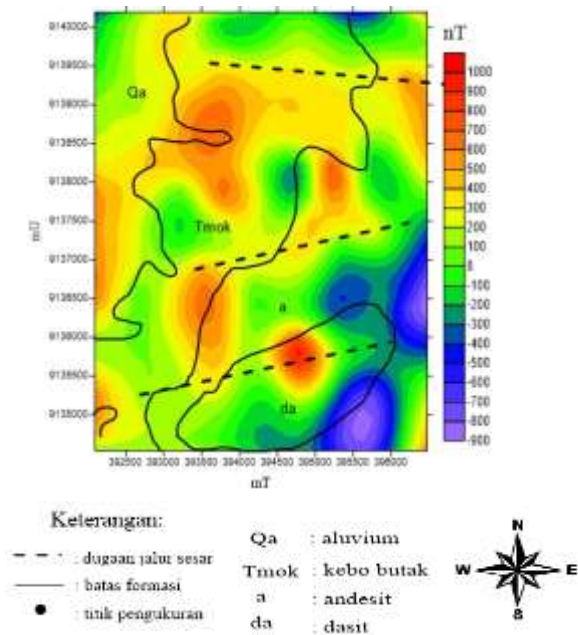
Gambar 2 merupakan kontur hasil *plotting* nilai anomali medan magnet. Sebaran anomali medan magnet pada daerah penelitian berkisar antara -500,068 nT – 862,274 nT. Nilai anomali pada daerah penelitian di Kecamatan Bagelen ini memiliki rentang yang cukup besar. Nilai tersebut terjadi karena adanya variasi formasi pada daerah penelitian.

Setelah di-*overlay* menggunakan batas formasi, terlihat bahwa klosur nilai yang relatif lebih tinggi bersesuaian dengan Formasi Kebobutak dimana formasi ini disusun oleh batuan yang memiliki nilai magnetisasi relatif besar. Klosur yang memiliki nilai relatif lebih rendah mendominasi wilayah timur daerah penelitian yang bersesuaian dengan Terobosan Dasit dan Andesit.



Gambar 2. Kontur anomali medan magnet di wilayah penelitian.

Gambar 3 menunjukkan kontur hasil dari reduksi ke kutub nilai anomali medan magnet. Rentang nilai kontur hasil reduksi ke kutub dengan nilai anomali awal mengalami perbedaan, rentang nilai menjadi lebih lebar yaitu -900 nT – 1000 nT. Setelah dilakukan reduksi ke kutub terlihat bahwa klosur rendah masih mendominasi bagian timur-tenggara wilayah penelitian yang bersesuaian dengan Terobosan Andesit dan Dasit. Klosur yang lebih tinggi bersesuaian dengan Formasi Aluvium di bagian barat daya – barat laut dan Formasi Kebobutak.

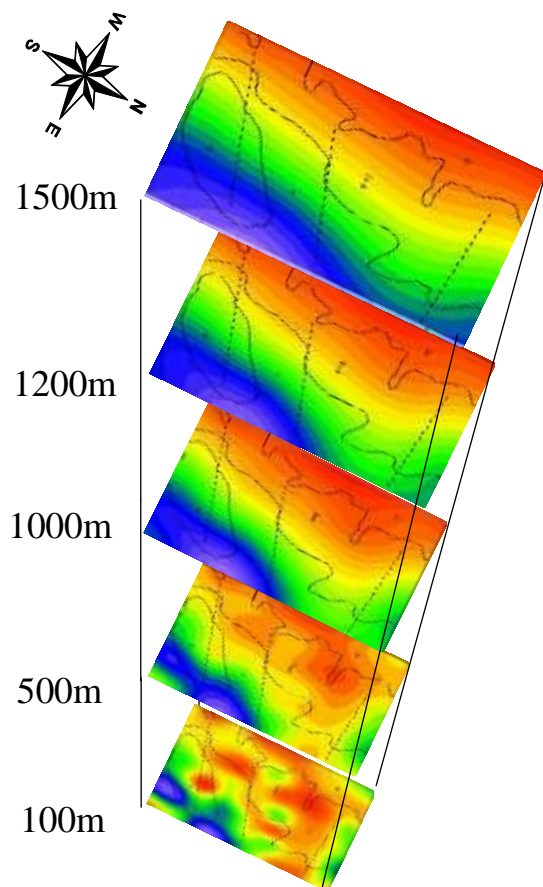


Gambar 3. Kontur anomali medan magnet hasil reduksi ke kutub.

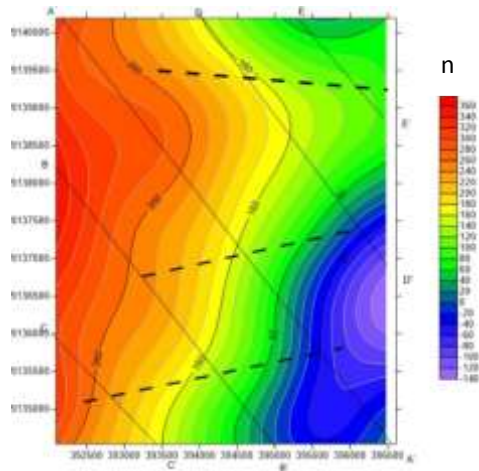
Gambar 4 menunjukkan kontur hasil kontinuasi ke atas untuk ketinggian yang berbeda-beda. Dari pengambilan beberapa *sample* ketinggian, pengangkatan berhenti pada ketinggian 1000m di mana pada ketinggian ini sudah tidak terlihat perubahan yang signifikan pada hasil kontur nilai anomali medan magnet.

Dari hasil kontinuasi ke atas, terlihat bahwa klosur yang memiliki nilai relatif lebih rendah berada pada sisi timur – selatan sedangkan klosur yang memiliki nilai relatif lebih tinggi berada pada bagian tengah hingga barat.

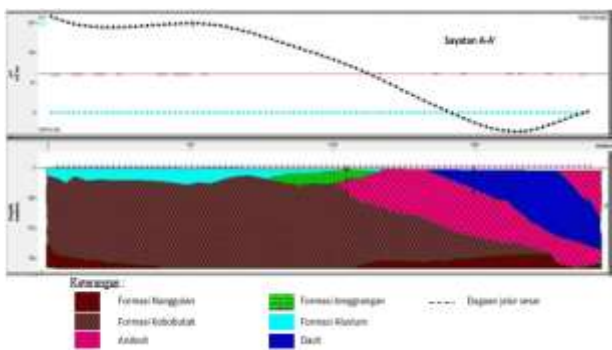
Hasil kontinuasi ke atas digunakan untuk pembuatan model 2D dengan melakukan sayatan A-A', B-B', dan C-C' seperti pada Gambar 5, di mana ketiga sayatan tersebut memotong dugaan sesar bagian selatan dan tengah wilayah penelitian. Hasil pemodelan dari sayatan A-A', B-B', dan C-C' secara berturut-turut ditunjukkan pada Gambar 6, 7, dan 8.



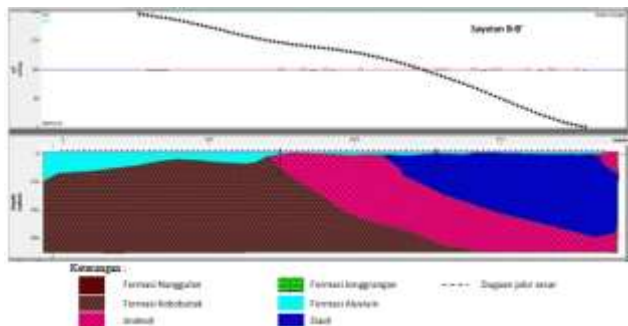
Gambar 4. Kontur kontinuasi ke atas dengan variasi ketinggian.



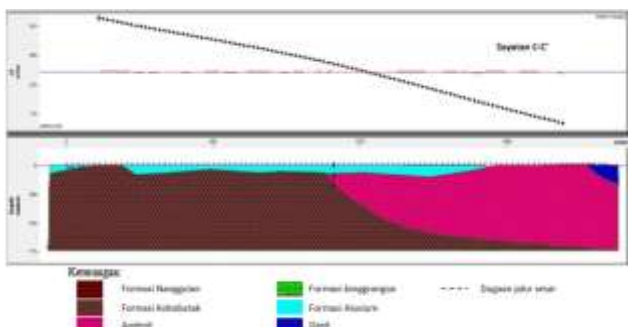
Gambar 5. Sayatan untuk pemodelan 2D.



Gambar 6. Model hasil sayatan A-A'.



Gambar 7. Model hasil sayatan B-B'.



Gambar 8. Model hasil sayatan C-C'.

Dari hasil pemodelan sayatan A-A' dan C-C' terlihat bahwa wilayah penelitian didominasi oleh Formasi Kebobutak pada sebagian besar dari wilayah barat-tengah penelitian. Pada sayatan A-A' dijumpai adanya Formasi Nanggulan pada kedalaman 500-750m dan Jonggrangan pada kedalaman 0-100m. Untuk dugaan keberadaan sesar sisi selatan tidak terlihat pada pemodelan 2D ini, sedangkan untuk keberadaan jalur sesar sisi tengah terlihat pada batas Formasi Kebobutak dengan Andesit.

Tabel 1 menunjukkan hasil dari pemodelan 2D. Dapat diketahui bahwa nilai suseptibilitas dari formasi batuan penyusun wilayah penelitian memiliki rentang dan kedalaman tertentu. Formasi kebobutak merupakan formasi yang mendominasi wilayah penelitian.

Tabel 1. Nilai suseptibilitas dan kedalaman formasi di wilayah penelitian berdasarkan pemodelan 2D.

Simbol	Formasi	Suseptibilitas ($\times 10^{-3}$)	Kedalaman rata-rata (m)
	Formasi Nanggulan	0,02 – 3	600 - 750
	Formasi Kebobutak	0,7 – 125	0 - 750
	Andesit	2 – 125	0 - 750
	Dasit	0,07 - 50	0 - 600
	Formasi Jonggrangan	1 – 3	0 - 200
	Formasi Aluvium	0 – 1	0 - 200

Dari hasil pemodelan tersebut diketahui bahwa, batuan yang mendominasi Formasi kebobutak merupakan batuan jenis *basalt* yang memiliki nilai suseptibilitas relatif tinggi. Formasi Aluvium didominasi oleh batuan pasir serta Formasi Jonggrangan didominasi oleh batu kapur. Terobosan Andesit dan Dasit pada penelitian ini memiliki nilai suseptibilitas yang

relatif lebih rendah dibandingkan dengan formasi lain. Hal tersebut dikarenakan, pada kedua terobosan ini terjadi ubahan batuan serta mineralisasi pada wilayah tertentu.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode geomagnet di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo, dapat disimpulkan bahwa.

1. Persebaran nilai anomali medan magnet di Kecamatan Bagelen memiliki rentang nilai - 500,068 nT – 862,274 nT di mana klosur yang relatif lebih tinggi mendominasi sisi utara hingga bagian barat daya, sedangkan klosur yang relatif lebih rendah mendominasi sisi timur wilayah penelitian.
2. Struktur bawah permukaan di Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo tersusun oleh Formasi Nanggulan, Kebobutak, Andesit, Dasit, Jonggrangan, dan Aluvium yang memiliki nilai suseptibilitas berbeda-beda dan ditemukan pada kedalaman tertentu.

Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut terkait kandungan serta proses yang terjadi pada ubahan batuan pada Formasi Andesit dan Dasit.
2. Perlu dilakukan penelitian yang lebih detail terkait keberadaan 3 jalur sesar dengan spasi antar titik yang lebih rapat maupun cara analisis dengan metode yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD). 2014. *Peta Bencana Gempabumi*. Purworejo: BPBD.
- Blakely, R.J., 1996. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Application*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Daryono. 2009. *Pengkajian Local Site Effect di Graben Bantul Menggunakan Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor*. Jurnal Kebencanaan Indonesia Vol. 2, No.1 Mei 2009. Yogyakarta: PSBA.
- Gravmag. 2015. *Magnetic Data Acquisition*. Diakses melalui https://gravmag.ou.edu/mag_measure/magnetic_measure pada tanggal 10 Januari 2018.
- Ibrahim, Gunawan dan Subarjo., 2005. *Pengetahuan seismologi*. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Noor, Djauhari. 2014. *Pengantar Geologi*. Yogyakarta : Deepublish.

Yogyakarta, 16 Mei 2018

Disetujui,

Pembimbing II,



Denny Darmawan, M.Sc,

NIP 19791202 200312 1 002

Pembimbing I,



Nugroho Budi Wibowo, M.Si,

NIP 19840223 200801 1 001