

# PEMODELAN BAWAH PERMUKAAN PADA GUNUNG WUNGKAL GODEAN SLEMAN YOGYAKARTA MENGGUNAKAN GEOMAGNETIK

Fatimah<sup>1)</sup> dan Okki Verdiansyah<sup>1)</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional

Korespondensi: fatim\_miharna@yahoo.com

## ABSTRAK

Gunung Wungkal berada pada perbukitan di kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah Godean merupakan bagian dari gunung api purba yang berumur Miosen yang diinterpretasi seumur dengan jajaran Pegunungan Selatan bagian utara yang berumur antara 11.3 – 17.2 Jtl. Vulkanisme dan magmatisme daerah Godean diinterpretasi serupa dengan Gajahmungkur (Wonogiri) dan Menoreh (Magelang). Penelitian mengenai geologi bawah permukaan diperbukitan Godean masih belum banyak dilakukan. Penelitian ini untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan dari perbukitan Godean khususnya Gunung Wungkal yang didasarkan pada metode analisa geomagnetik dan dikombinasikan dengan data-data geologi permukaan pada daerah penelitian. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui dimensi dari Gunung Wungkal dari kenampakan permukaan sampai bawah permukaan berdasarkan pada peta anomali magnetik. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan dari Gunung Wungkal dan untuk pembuatan model tematik bawah permukaan dari Gunung Wungkal berdasarkan analisa geomagnetik yang diinterpretasikan secara kualitatif dan kuantitatif pada peta anomali magnetik serta didukung oleh data permukaan. Hasilnya dari penelitian ini berupa model tematik intrusi gunung Wungkal secara data geologi dan anomali magnetik.

Kata kunci : Gunung Wungkal, geomagnetik, model tematik

Wungkal Mountain is in the hills in Godean sub-district, Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta. The Godean area is part of the ancient Miocene volcano which was interpreted as long as the northern Southern Mountains range between 11.3 - 17.2 Jtl. The Godean area's volcanism and magmatism are interpreted similarly to Gajahmungkur (Wonogiri) and Menoreh (Magelang). Research on the subsurface geology of the Godean hills is still not widely done. This study is to determine the subsurface geological conditions of the Godean hills, especially Mount Wungkal, which are based on geomagnetic analysis methods and are combined with surface geological data in the study area. This study is intended to determine the dimensions of Mount Wungkal from surface appearance to subsurface based on magnetic anomaly maps. The purpose of this study is to determine the subsurface geological conditions of Mount Wungkal and to make an underwater thematic model from Gunung Wungkal based on geomagnetic analysis that is interpreted qualitatively and quantitatively on magnetic anomaly maps and supported by surface data. The results of this study are Mount Wungkal intrusion thematic models in geological data and magnetic anomalies.

*Keywords: Mount Wungkal, geomagnetic, thematic models*

## 1. PENDAHULUAN

Gunung Wungkal berada pada perbukitan di Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah Godean telah diinterpretasi sebagai bagian dari gunung api purba [3], yang berumur Miosen yang diinterpretasi seumur dengan jajaran Pegunungan Selatan bagian utara yang berumur antara 11.3 – 17.2 Jtl. Vulkanisme dan magmatisme daerah Godean diinterpretasi serupa dengan Gajahmungkur (Wonogiri) dan Menoreh (Magelang) yang memiliki afinitas Kapur-alkali, sebagai bagian dari produk magmatisme sabuk gunung api kepulauan [6]. Batuan yang berkembang pada Gunung Wungkal adalah Dasit, Basalt, Andesit dasitik dan tuf – sedimen) yang sebagian besar teralterasi hidrotermal [5].

Daerah penelitian berada pada fisiografi Zona Solo yang merupakan zona depresi tengah yang tersusun oleh endapan kuartar dan dibagi menjadi tiga sub-zona, yaitu Sub-Zona Blitar, Sub-Zona Solo dan Sub-Zona Ngawi. Lebih tepatnya daerah penelitian berada pada Cekungan Yogyakarta, yang merupakan dataran rendah yang dibatasi oleh Kali Progo pada sisi Barat, Kali Opak pada sisi Timur, dan Gunung Merapi pada bagian

utara, sebagai tempat pengendapan endapan fluvio-vulkanik Merapi pada masa Kuarter. Cekungan Yogyakarta terbentuk akibat Graben Yogyakarta [4].

Metode geomagnetik merupakan metode geofisika yang didasarkan pada pengukuran variasi intensitas medan magnetik. Variasi ini disebabkan oleh adanya variasi distribusi batuan termagnetisasi di bawah permukaan bumi. Selain itu variasi medan magnetik bisa disebabkan oleh adanya perubahan struktur geologi setempat.

Metode geomagnetik merupakan salah satu metode geofisika yang sering digunakan untuk survei pendahuluan pada eksplorasi minyak bumi, panas bumi, batuan mineral, maupun untuk keperluan pemantauan (monitoring) gunung api. Metode ini mempunyai akurasi pengukuran yang relatif tinggi. Instrument dan pengoperasian di lapangan relatif sederhana, mudah dan cepat jika dibandingkan dengan metode geofisika lainnya. Koreksi pembacaan praktis tidak perlu dilakukan.

Pada umumnya peta anomali medan magnetik (untuk geofisika terapan biasanya digunakan medan total atau medan vertikal) bersifat agak kompleks. Variasi medan lebih tak menentu dan terlokalisir sebagai akibat dari medan magnetik dipole yang merupakan besaran vektor. Peta anomali magnetik menunjukkan sejumlah besar anomali residu (sisa) yang merupakan hasil variasi yang besar bagian mineral magnetik yang terkandung dalam batuan dekat permukaan. Sebagai akibat dari hal-hal tersebut di atas, maka interpretasi yang tepat dalam metode geomagnetik relatif lebih sulit.

## 2. METODE PENELITIAN

Dasar dari metode magnetik adalah gaya Coulomb antara dua kutub magnetik  $m_1$  dan  $m_2$  (e.m.u) yang berjarak  $r$  (cm) dalam bentuk:

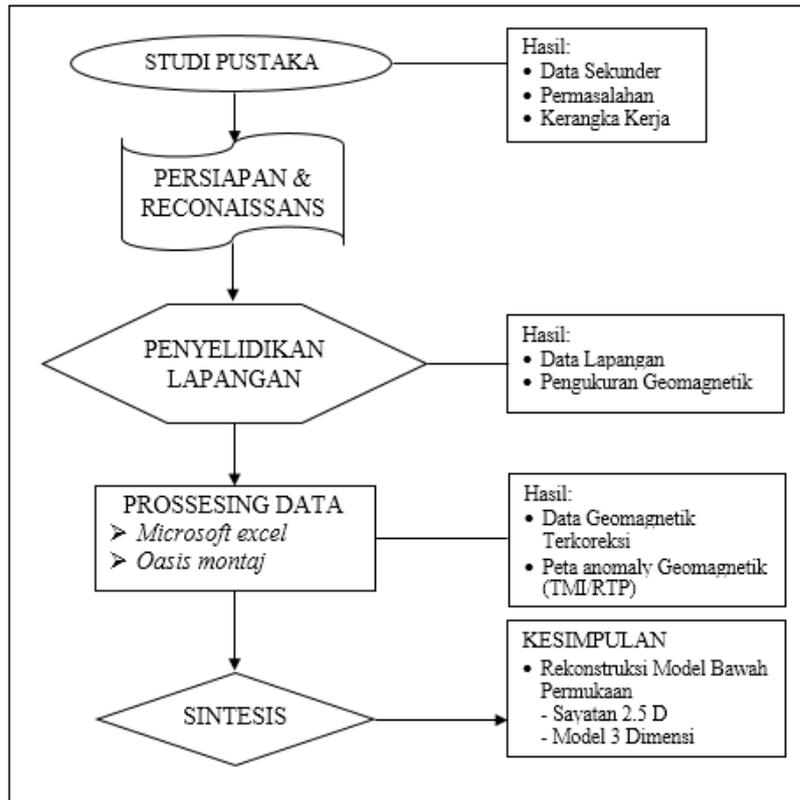
$$F = \frac{m_1 \times m_2}{\mu_0 r^2} \times r \text{ (dyne)}$$

dengan  $\mu_0$  adalah permeabilitas medium dalam ruang hampa, tidak berdimensi dan berharga satu [2].

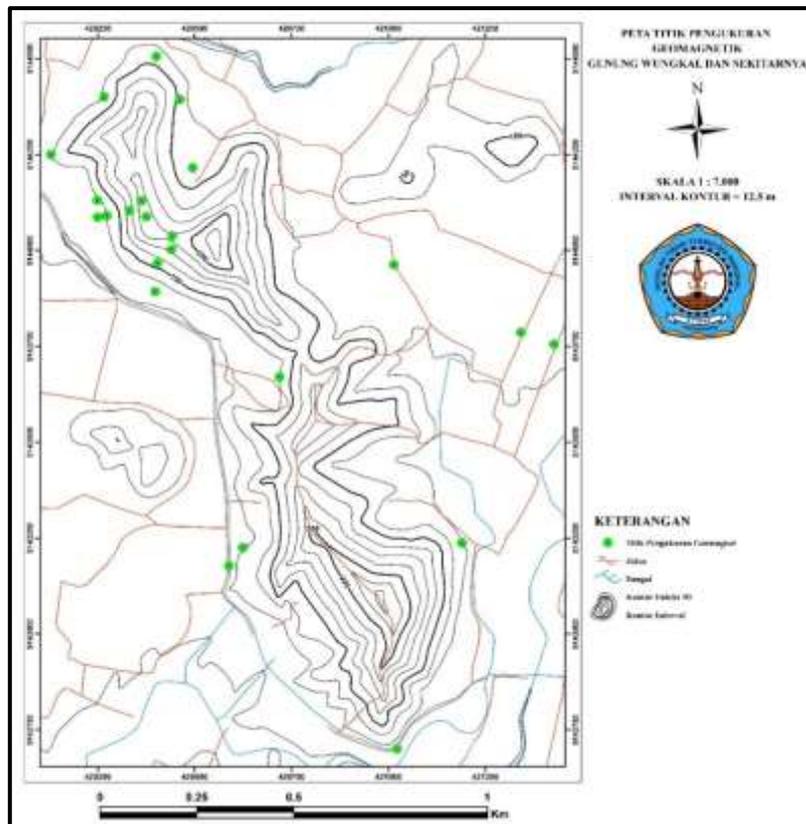
Pengolahan Data Geomagnetik yang dilakukan adalah *upward continuation*. Pengangkatan ke atas atau *upward continuation* merupakan proses transformasi data medan potensial dari suatu bidang datar ke bidang datar lainnya yang lebih tinggi. Pada pengolahan data geomagnetik, proses ini dapat berfungsi sebagai filter tapis rendah, yaitu untuk menghilangkan suatu mereduksi efek magnetik lokal yang berasal dari berbagai sumber benda magnetik yang tersebar di permukaan topografi yang tidak terkait dengan survei. Proses pengangkatan tidak boleh terlalu tinggi, karena ini dapat mereduksi anomali magnetik lokal yang bersumber dari benda magnetik atau struktur geologi yang menjadi target survei magnetik ini (Gambar 1).

Pengumpulan data bergantung pada target dan kondisi lapangan. Pengukuran dengan target lokal biasanya dilakukan untuk daerah survei yang tidak terlalu luas, dengan spasi 100 meter, sedang untuk target regional mencakup daerah yang lebih luas dengan spasi 1 km<sup>2</sup> (Gambar 2).

Dalam banyak kasus, data anomali medan magnetik yang menjadi target survei selalu bersuperposisi atau bercampur dengan anomali magnetik lain yang berasal dari sumber yang sangat dalam dan luas di bawah permukaan bumi. Anomali magnetik ini disebut sebagai anomali magnetik regional [1]. Untuk menginterpretasi anomali medan magnetik yang menjadi target survei, maka dilakukan koreksi efek regional, yang bertujuan untuk menghilangkan efek anomali magnetik regional dari data anomali medan magnetik hasil pengukuran. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperoleh anomali regional adalah pengangkatan ke atas hingga pada ketinggian - ketinggian tertentu, dimana peta kontur anomali yang dihasilkan sudah cenderung tetap dan tidak mengalami perubahan pola lagi ketika dilakukan pengangkatan yang lebih tinggi.



Gambar 1 Diagram skematik metode penelitian

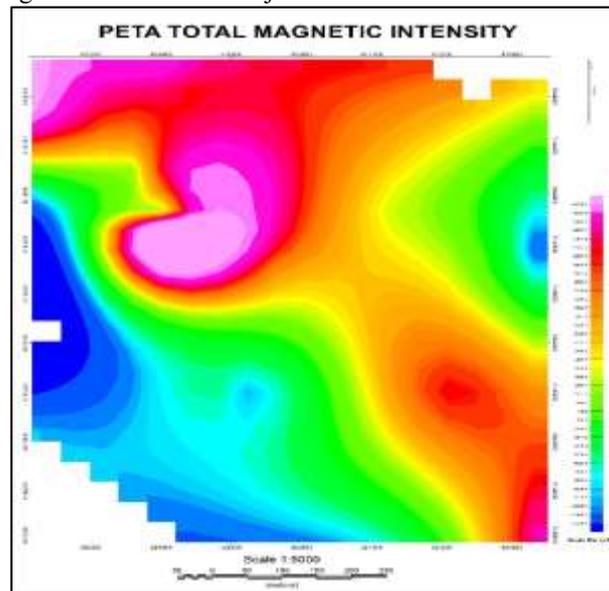


Gambar 2 Titik Pengukuran Geomagnetik Daerah Penelitian Gunung Wungkal

### 3. HASIL DAN ANALISIS

#### 3.1. Peta TMI (*Total Magnetic Intensity*)

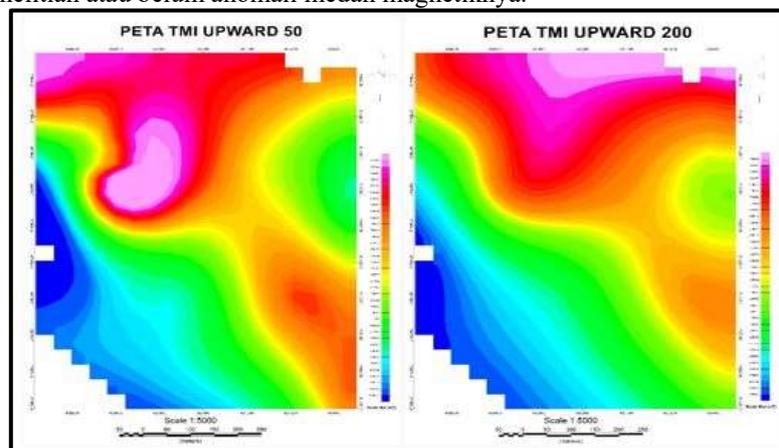
Berdasarkan hasil pengolahan data hasil koreksi harian dan koreksi IGRF menggunakan *software Oasis Montaj (Geosoft)* didapatkan sebuah peta TMI (*Total Magnetic Intensity*) yang menggambarkan pola penyebaran anomali medan magnet pada daerah penelitian. Pada peta TMI (gambar 3) ini hasilnya masih mencakup anomali lokal dan masih dipengaruhi oleh dua kutub magnet yang sifatnya dipole, sehingga perlu dilakukan filtering lebih lanjut terhadap peta TMI tersebut. Interpretasi warna pada peta TMI menggambarkan intensitas kemagnetan batuan dimana warna ungu sampai kuning diinterpretasikan memiliki intensitas kemagnetan sangat tinggi-agak tinggi, hal ini dipengaruhi oleh komposisi mineral batuan yang banyak mengandung Mg-Fe, sedangkan warna biru dan hijau memiliki nilai intensitas kemagnetan yang rendah.



Gambar 3. Peta TMI Daerah Penelitian Gunung Wungkal

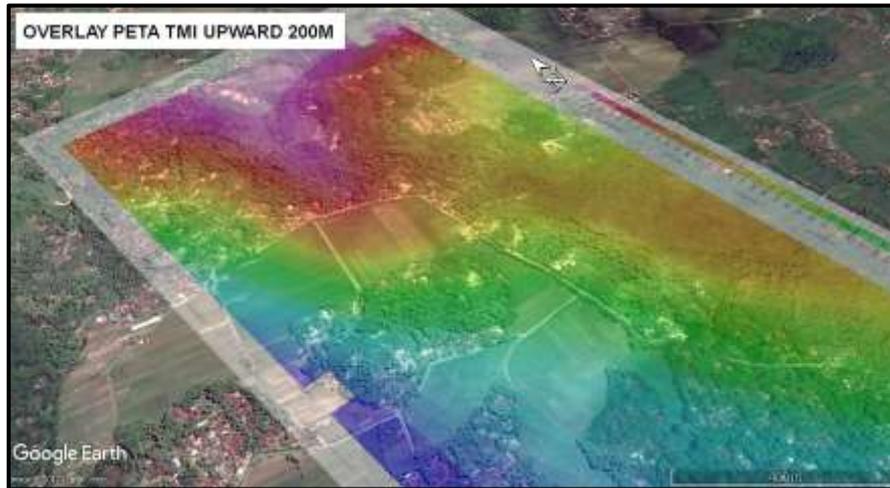
*Filtering Upward Continuation* dilakukan untuk menghilangkan suatu mereduksi efek magnetik lokal yang berasal dari berbagai sumber benda magnetik yang tersebar di permukaan topografi yang tidak terkait dengan survei (*noise*). Proses pengangkatan tidak boleh terlalu tinggi, karena ini dapat mereduksi anomali magnetik lokal yang bersumber dari litologi atau struktur yang menjadi target survei. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan kondisi geologi terkait gambaran permukaan yang nanti datanya akan dilanjutkan untuk pemodelan bawah permukaan, untuk studi kasus Gunung Wungkal dilakukan *upward continuation* hingga 200 meter.

Jika dilihat dari *upward continuation* 50m ke 200m (Gambar 4) terjadi perubahan warna yang semakin smooth dan warna merah yang semakin mengecil dan membulat. Sehingga pola-pola anomali regional semakin nampak terlihat. Kemudian dilakukan overlay dengan citra google earth dan peta geologi apakah sudah sesuai dengan daerah penelitian atau belum anomali medan magnetiknya.



Gambar 4. Peta TMI Upward Continuation 50m dan 200m Daerah Penelitian Gunung Wungkal

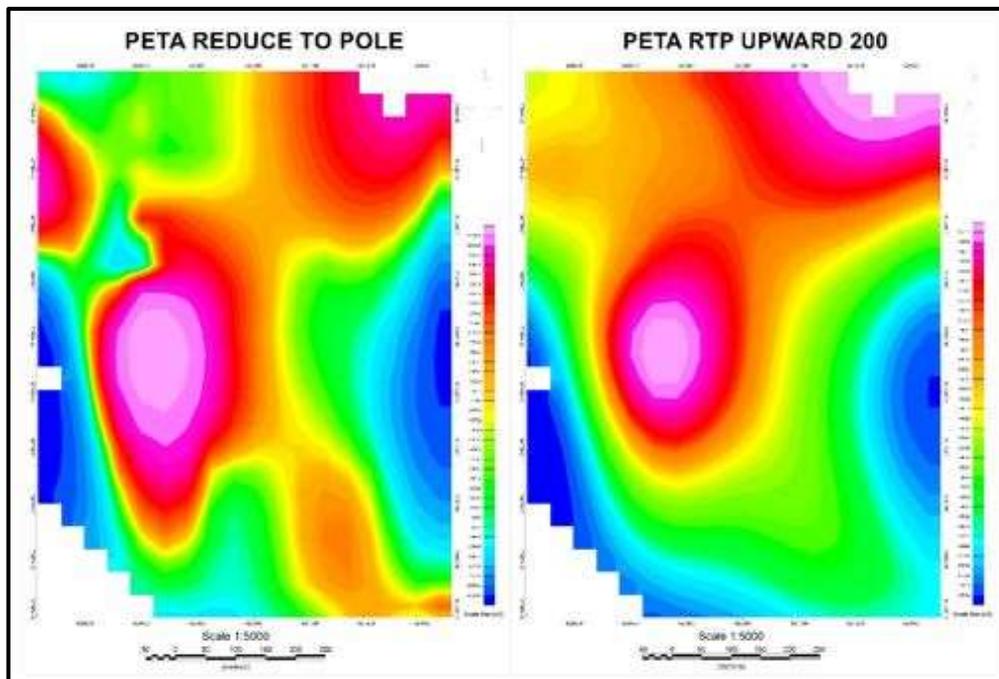
Dari hasil overlay diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa peta TMI *Upward Continuitas* 200m (Gambar 5) relatif sesuai dengan kondisi geologi daerah penelitian Gunung Wungkal yang didominasi oleh satuan batuan intrusi dasitik yang telah mengalami pelapukan intensif dan alterasi hidrothermal, kemudian data peta TMI nantinya sebagai data acuan untuk pembuatan model bawah permukaan Gunung Wungkal.



Gambar 5 Overlay Citra Google Earth dengan Peta TMI Daerah Penelitian Gunung Wungkal

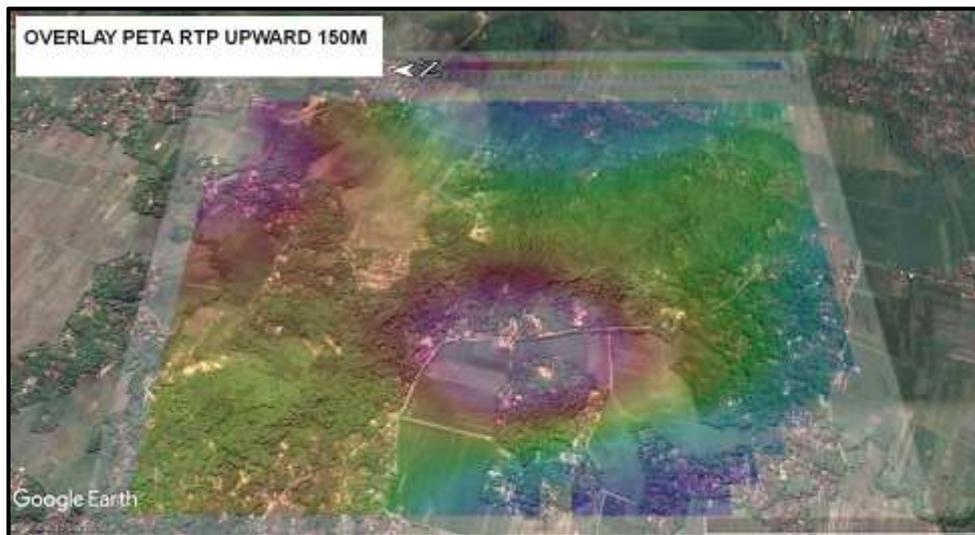
### 3.2. Peta RTP (*Reduce To Magnetic Pole*)

Pembuatan peta RTP bertujuan untuk memfilter peta TMI yang masih dipengaruhi 2 kutub magnet yang sifatnya dipole, mengubah kearah utara saja dan menghilangkan pengaruh kutub negatif. Peta RTP kemudian difilter kembali dengan menggunakan *Upward Continuation* untuk menghilangkan noise-noise lokal dan anomali regionalnya lebih terlihat dan memudahkan dalam hal interpretasi anomali magnetiknya. Proses pengangkatan tidak boleh terlalu tinggi, karena ini dapat mereduksi anomali magnetik lokal yang bersumber dari litologi atau struktur yang menjadi target survei. Untuk mendapatkan hasil anomali yang representatif dilakukan *upward continuation* hingga 200 meter (Gambar 6).



Gambar 6. Peta RTP dan Peta RTP *Upward Continuation* 200m Daerah Penelitian Gunung Wungkal

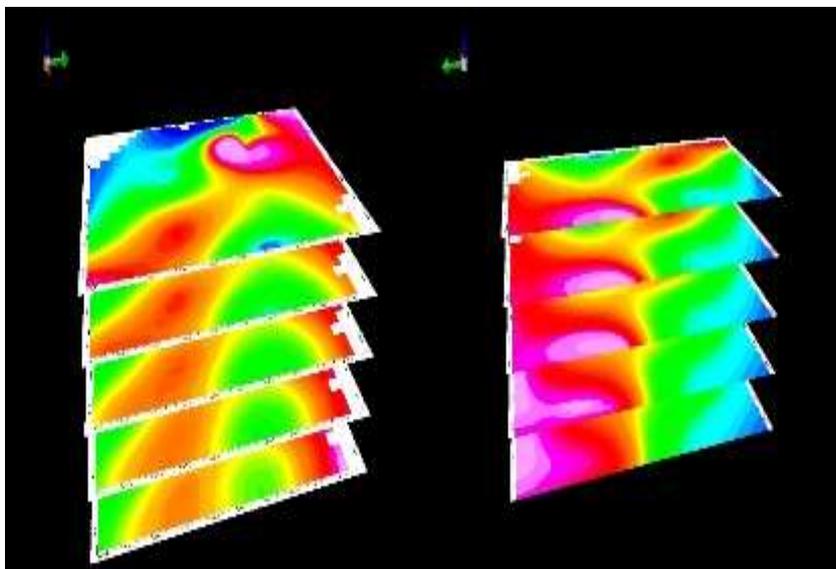
Berdasarkan overlay diatas pola-pola anomali magnetik tidak sesuai dengan kondisi geologi daerah penelitian Gunung Wungkal sehingga untuk pemodelan bawah permukaannya menggunakan data dari peta TMI yang relatif lebih mewakili kondisi geologi dari daerah penelitian (Gambar 7).



Gambar 7. Overlay Citra Google Earth dan Peta RTP Daerah Penelitian Gunung Wungkal

### 3.3. Pemodelan Gunung Wungkal

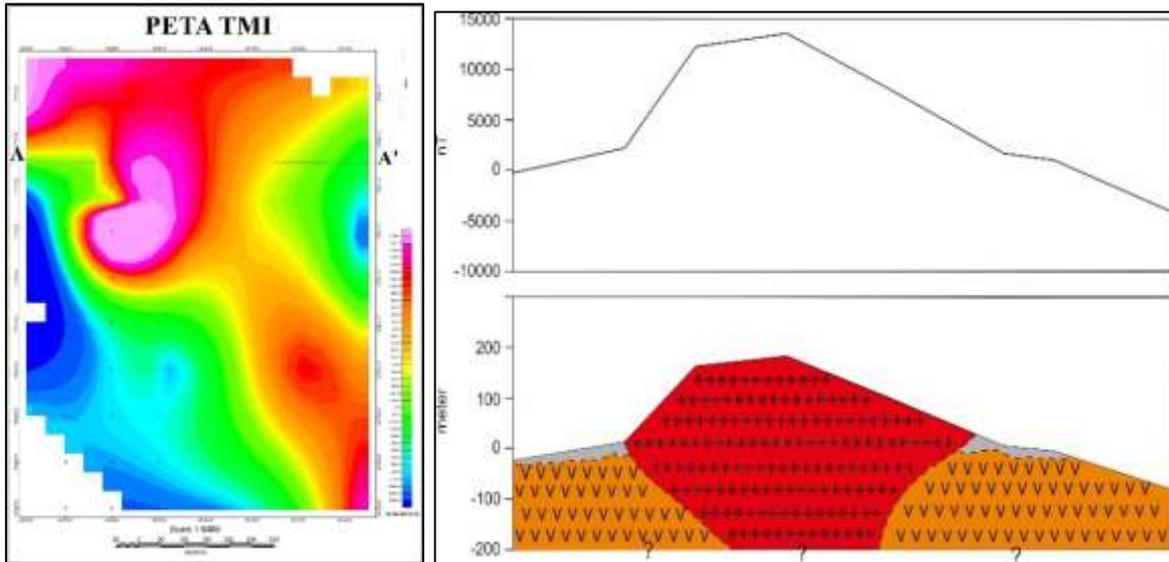
Pembuatan model sistem Gunung Wungkal didasarkan pada anomali medan magnet hasil pengolahan data yaitu berupa peta TMI dan dipadukan dengan kondisi geologi pada daerah penelitian. Tahap awal dalam pemodelan ini yaitu melakukan stacking atau penyusunan peta TMI yang telah dilakukan filtering *upward continuity* sampai 200 meter dengan spasi 50 meter. Peta TMI beserta upwardnya disusun dengan posisi paling atas yaitu peta TMI asli kemudian urut kebawah sampai peta TMI upward 200 meter (Gambar 8). Berikut ini hasil dari stacking peta TMI dengan kenampakan 2 dimensi.



Gambar 8. Stacking Peta TMI Dengan Kenampakan 2D Daerah Penelitian Gunung Wungkal

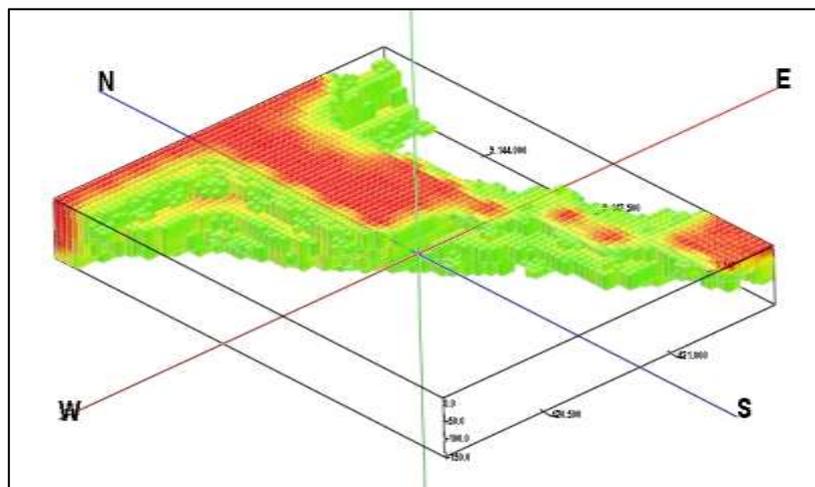
Dari hasil stacking diatas terlihat bahwa pola-pola anomali magnetik yang berwarna ungu-merah semakin kebawah semakin mengecil dan bergradasi warna menjadi jingga-kuning yang menandakan suatu tubuh intrusi yang semakin kedalam bentuknya mengecil.

Kemudian setelah itu dilakukan sayatan pada peta TMI untuk mengetahui kondisi bawah permukaannya berdasarkan anomali magnetik yang terekam dengan nilai kedalaman yang diperkirakan berdasarkan nilai *upward continuity* yang telah dilakukan (Gambar 9).



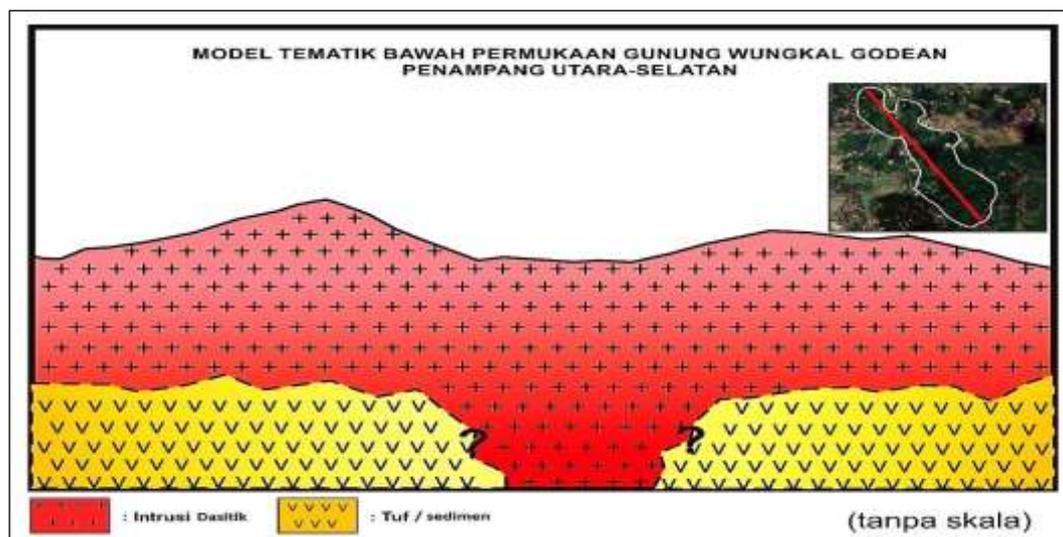
Gambar 9. Penampang 2,5D Dari Peta TMI Daerah Penelitian

Untuk membuat model sistem Gunung Wungkal perlu diketahui juga bagaimana tampilan Peta TMI beserta hasil *upward continuity* dalam bentuk 3 dimensi (Gambar 10) untuk memudahkan dalam hal interpretasi pemodelannya. Berikut ini merupakan bentuk 3D dari hasil pengolahan data geomagnetik.



Gambar 10. Model 3D Dari Hasil Pengolahan Data Magnetik Daerah Penelitian Gunung Wungkal

Langkah terakhir yaitu membuat interpretasi model bawah permukaan dari Gunung Wungkal (Gambar 11) berdasarkan data magnetik yang telah diolah sedemikian rupa. Pembuatan model tematik ini merupakan hasil dari penelitian analisa geomagnetik di Gunung Wungkal. Dapat diinterpretasikan bahwa nilai kemagnetan 13000- 7000 nT merupakan tubuh intrusi dasitik yang dominan menyusun Gunung Wungkal dan nilai kemagnetan 5000- -10.000 nT merupakan batuan tuf atau batupasir maupun endapan kwarter. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Gunung Wungkal merupakan suatu tubuh intrusi dalam yang berbentuk Lakolit yang sebagian terangkat ke permukaan bumi kemudian mengalami pelapukan, erosi dan alterasi serta diinterpretasikan mengintrusi batuan samping berupa tuf atau batupasir, hal ini diindikasikan oleh adanya struktur xenolit yang terlihat pada salah satu singkapan intrusi dasitik tersebut, dimana fragmen batupasir atau tuf tertanam dalam tubuh intrusi dasitik akibat peleburan tidak sempurna suatu batuan samping didalam magma yang menerobos. Dimana pusat intrusinya berada di sebelah utara daerah penelitian dan relatif menyebar ke arah selatan dari pusat intrusinya tersebut.



Gambar 11. Model Tematik Bawah Permukaan Gunung Wungkal

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data geomagnetik dengan menggunakan software *geosoft (oasis montaj)* yang didasari oleh suseptibilitas batuan didapatkan peta TMI (*Total Magnetic Intensity*) dan peta RTP (*Reduce To Magnetic Pole*) yang menggambarkan anomali magnetik dengan nilai tertinggi 15000 nT – 6000nT dengan simbol warna ungu-jingga yang diinterpretasikan sebagai intrusi dasitik dan nilai terendah 5000nT – -15000nT dengan simbol warna kuning-biru yang diinterpretasikan sebagai endapan kuarter atau tuf. Berdasarkan hasil pemodelan yang didasarkan pada stacking peta TMI sampai upward 200 m, sayatan 2,5D dan bentuk 3D dari peta TMI maka diinterpretasikan Gunung Wungkal merupakan suatu tubuh intrusi subvulkanik yang berbentuk membesar dipermukaan dan teralterasi hidrotermal sedang-kuat, yang sebagian tersingkap ke permukaan kemudian mengalami pelapukan dan erosi serta diinterpretasikan mengintrusi batuan samping berupa tuf atau batupasir, hal ini diindikasikan oleh adanya struktur xenolit yang terlihat pada salah satu singkapan intrusi dasit tersebut, dimana fragmen batupasir atau tuf tertanam dalam tubuh intrusi dasitik akibat peleburan tidak sempurna suatu batuan samping didalam magma yang menerobos.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti berterima kasih kepada DIKTI atas pendanaan penelitian dengan jenis hibah Penelitian Dosen Pemula nomor kontrak 02f/STTNAS/P3M/Pen.DPRM/2018 ,dan Penelitian Internal STTNAS Yogyakarta genap 2017/2018, dan asisten lapangan Odhi Febrianto, Muh Isnanto, Fajar Anang P, Rangga Aditya Warman, Bakti Gunawan, Audi Tri L, Tri Seno Apriadi, Damas Muharif, Agustinus Katon Antariksa, Dzikru Amirullah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Breiner, S., 1973. Applications Manual for Portable Magnetometers. GeoMetrics, Sunnyvale, California.
- [2] Dobrin, M.B.N Safid,1988, Introduction to Geophysical Prospecting Edisi IV. Mc Grow Hillco, New York, San Fransisco.
- [3] Hartono, H.G., Sudradjat, A. and Verdiansyah, O., 2017, July. Caldera of Godean, Sleman, Yogyakarta: A Volcanic Geomorphology Review. In *Forum Geografi* (Vol. 31, No. 1, pp. 138-147).
- [4] Rahardjo, W., Sukandarrumidi, Rosidi, (1977), *Peta Geologi Lembar Yogyakarta*, PSG, Bandung
- [5] Verdiansyah, O., 2016. *Perubahan Unsur Geokimia Batuan Hasil Alterasi Hidrotermal Di Gunung Wungkal, Godean, Yogyakarta*, STTNAS Yogyakarta, KURVATEK Vol.1 . No. 1, pp.59-67 ISSN: 2477-7870
- [6] Verdiansyah, O., 2016b. *Petrogenesis Batuan Beku di Daerah Godean*, STTNAS Yogyakarta, Prosiding