



Interpretasi Kualitatif Metode Gravitasi Studi Kasus Kawasan Gunung Merapi

Syifaalda Fitra^{1*}, Syifa Chofifa², Denisy Berliana³, Pandam Irmayanti⁴, Firdha Kusuma Ayu Anggraeni⁵, Sri Astutik⁶

¹²³⁴⁵⁶*Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember*

Email: syifafitra21@gmail.com

*Corresponding Author

Abstrak

Gunung Merapi merupakan gunung berapi tertinggi di Indonesia dengan ketinggian 2.978 meter di atas permukaan laut. Secara administratif, Gunung Merapi terletak di Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah. Kajian dilakukan terkait pemisahan anomali regional dan anomali residual dengan menggunakan data gravitasi untuk kasus Gunung Merapi. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk dapat menginterpretasikan struktur bawah permukaan pada lokasi sekitar pengukuran. Metode polinomial orde kedua digunakan dalam penelitian ini selain pemisahan anomali Bouguer. Hasil pengolahan data yang diperoleh diperoleh hasil anomali sangat rendah yang menggambarkan adanya lelehan magma pada daerah pengukuran. Selain itu, terdapat nilai anomali yang sangat tinggi yang menggambarkan adanya material erupsi yang berasal dari Gunung Merapi.

Kata kunci: Anomali Regional, Anomali Residual, Gravitasi.

Abstract

Mount Merapi is the highest volcano in Indonesia with an altitude of 2978 meters above sea level. Administratively, Mount Merapi is located in Magelang Regency, Central Java Province. The study was conducted related to the separation of regional anomalies and residual anomalies using gravity data for the case of Mount Merapi. This research was conducted with the aim of being able to interpret the subsurface structure at the location around the measurement. The second-order polynomial method is used in this study in addition to the separation of the Bouguer anomaly. The results of data processing obtained very low anomaly results, which illustrates the presence of molten magma in the measurement area. In addition, there is a very high anomaly value which describes the presence of eruptive material originating from Mount Merapi.

Keywords: Gravity, Regional Anomaly, Residual Anomaly.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang termasuk memiliki banyak gunung api. Menurut [1], Indonesia memiliki 129 gunung api aktif, nilai tersebut sejumlah 14% dari gunung api yang ada di dunia. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki beribu pulau. Letak Indonesia berada pada titik temu antar lempeng dan daerah khatulistiwa. Lokasi Indonesia berada diantara sirkum pasifik serta sirkum meditarium sebagai sua jalur pegunungan muda.

Hal tersebut menjadikan Indonesia mempunyai banyak pegunungan aktif maupun pasif. Adanya aktivitas vulkano yang terjadi selalu memberi dampak perubahan bagi keadaan geologi di lingkungan gunung tersebut, seperti contohnya Gunung Merapi. Berada di Provinsi Jawa Tengah tepatnya Kabupaten Magelang, Gunung Merapi menjadi salah satu gunung teraktif yang memiliki ketinggian 2978 mdpl [2].

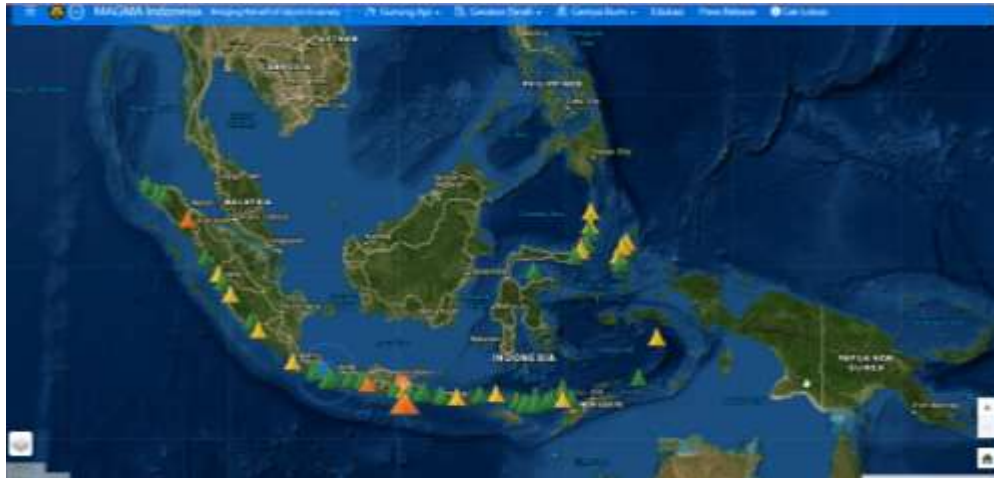
Asal mula penamaan Merapi disusun dari dua kata dasar yaitu “meru” yang berarti gunung dan “api” yang berarti api, sehingga Merapi diartikan sebagai gunung berapi. Banyak gunung aktif di dunia, namun Gunung Merapi menyandang predikat sebagai salah satu gunung teraktif. Aktivitas Merapi berdasarkan data yang ada menimbulkan awan panas sekitar 4-5 km. Gunung Merapi memiliki indeks letusan yang cukup tinggi 1-3 kali. Hal tersebut pernah terjadi pada tahun 1961 yang berindeks sebesar 3 kali. Dengan adanya aktivitas vulkanik ini tentu saja berpengaruh dengan keadaan struktur geologi bumi [3].

Struktur bawah permukaan bumi dapat dieksplor dengan menggunakan salah satu metode geofisika yaitu metode gravitasi. Teori gravitasi ini berdasarkan hukum Newton mengenai gravitasi. Hukum gravitasi Newton menyatakan bahwa gaya tarik menarik antara dua buah benda sebanding dengan massa kedua benda itu dan berbanding terbalik dengan jarak antara pusat massa kedua benda tersebut [4].

Metode gravitasi adalah metode geofisika yang didasarkan pada pengukuran variasi gravitasi medan. Variasi gravitasi medan ini disebabkan oleh densitas bawah permukaan bumi [5]. Metode gravitasi merupakan metode pasif geofisika yaitu metode untuk mencari anomali bawah permukaan. Interpretasi data dalam metode gravitasi dalam dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara kuantitatif dan kualitatif. Metode kuantitatif dapat diperoleh dengan melakukan pemodelan benda geologi dan struktur bawah permukaan dari respon medan gravitasi daerah penelitian. Metode kualitatif dapat diperoleh dengan mendeskripsikan peta kontur Anomali Bouguer Lengkap (ABL) baik dari skala lokal ataupun regional [6].

Studi tentang struktur bawah permukaan gunung Merapi diperlukan dengan tujuan sebagai upaya preventif sejak dini untuk mencegah timbulnya berbagai macam kerugian baik harta, benda, maupun jiwa dengan cara mempelajari sifat aktivitas vulkanis yang ditimbulkan. Hal tersebut dilakukan sebagai upaya dini perwujudan mitigasi bencana di sekitar gunung Merapi. Hasil yang optimal diharapkan dengan dilakukannya upaya tindakan yang tepat.

Agar dapat memperkirakan status yang ada pada gunung yang diamati, diperlukan studi mengenai pendugaan struktur bawah tanah dari Gunung Merapi. Dengan diperolehnya data dan pengolahan data yang tepat, maka akan diperkirakan struktur di bawah permukaan yang dapat dibandingkan dengan kondisi aktivitas gunung. Metode yang dipergunakan pada penelitian guna mendapatkan perkiraan struktur bawah permukaan gunung Merapi ini yaitu menggunakan metode pengolahan data gravitasi yang diperoleh dari citra satelit.



Gambar 1. Persebaran gunung api di Indonesia [7].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data gravitasi yang mana data yang digunakan merupakan data anomali gravitasi sekunder yang berasal dari citra satelit yang bisa diakses melalui website yang dibuat oleh *Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego USA*, yaitu *Topex*. Website *Topex* ini mampu memberikan informasi data topografi dan anomali gravitasi suatu daerah. Posisi geografis ini nantinya akan didapatkan dalam bentuk ASCII-XYZ. Data ini nantinya memiliki jarak tiap titik sebesar 1 menit/grid dengan ketelitian data anomali medan gravitasi sebesar 0,1 mGal dan koreksi data dengan ketinggian 1 meter [8]. Kawasan gunung Merapi ditinjau dari segi geografis berada pada posisi $07^{\circ}22'33'' - 07^{\circ}52'30''$ LS dan $110^{\circ}15'00'' - 110^{\circ}37'30''$ BT.

Koreksi yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan koreksi terrain dan koreksi bouguer. Koreksi terrain digunakan pada daerah pengukuran yang memiliki perbedaan topografi (permukaannya tidak rata), seperti wilayah gunung atau pegunungan. Kawasan Gunung Merapi sendiri merupakan kawasan gunung, sehingga penggunaan koreksi terrain merupakan koreksi yang tepat untuk pengukuran. Tahap pertama dalam penelitian ini yaitu mengambil data koordinat dari website *Topex*, kemudian masuk pada aplikasi *Surfer*. Data yang diambil berupa koordinat *latitude* dan *longitude*. Koordinat ini kemudian diubah menjadi bentuk UTM (*Easting X* dan *Northing Y*). Setelah diperoleh data UTM X dan UTM Y, tahap berikutnya yaitu menentukan batas lokal dan batas regional dengan menggunakan aplikasi *Global Mapper*. Data batas lokal dan regional yang diperoleh dari *Global Mapper* tersebut disimpan dalam bentuk grid. Selanjutnya, masuk pada aplikasi *Oasis Montaj* dan menggunakan filter *Butterworth* untuk mendapatkan nilai koreksi terrain.

Koreksi Bouguer digunakan untuk memperoleh nilai densitas batuan dari daerah pengukuran. Dalam penelitian ini, yang ditentukan adalah Anomali Bouguer Lengkap (ABL) serta pemodelan inversinya. ABL dapat ditentukan dengan menghitung selisih dari nilai gravitasi hasil penelitian (observasi) dengan nilai gravitasi teoritis, dan dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$g_{ABL} = g_{FA} - g_{BC} + g_{TC} \quad [9]$$

Keterangan :

g_{ABL} = Anomali Bouguer Lengkap

g_{FA} = Koreksi Udara Bebas

g_{BC} = Koreksi Bouguer

g_{TC} = Koreksi Terrain

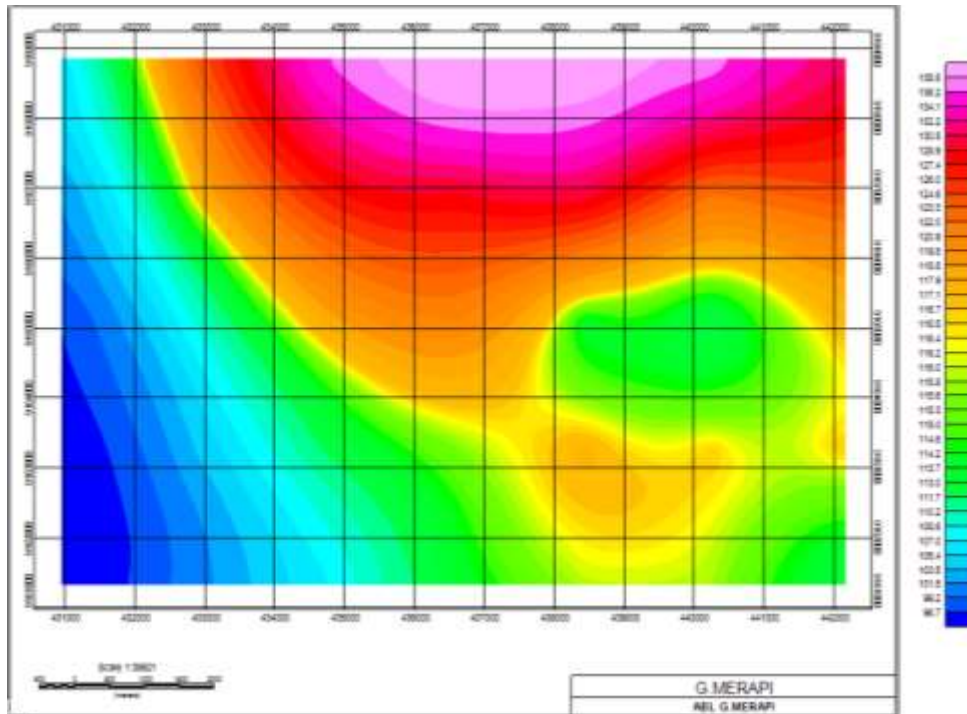
Dimana nilai koreksi udara yaitu sebesar $(-0,3086h)$; koreksi Bouguer bernilai $(2\pi G\rho H = 0,04193\rho h)$; ρ adalah densitas batuan dan h adalah penurunan muka tanah (m) [10].

Upaya pemfilteran dilakukan dengan tujuan agar dapat memisahkan anomali Bouguer Lengkap (ABL) menjadi anomali regional serta anomali residual. Aplikasi yang digunakan pada pemisahan ini diantaranya adalah aplikasi surfer. Selain itu, pada pemisahan ini menggunakan polynomial orde kedua. Anomali regional yang lebih halus dapat diperoleh dengan menggunakan metode ini. Anomali residual dapat diperoleh setelah anomaly regional didapatkan. Perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan anomali residual yaitu menggunakan nilai selisih dari Anomali Bouguer Lengkap (ABL) dengan anomali regional yang telah didapat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Anomali Bouguer Lengkap (ABL) didapatkan berdasarkan penelitian yang dilakukan. Data tersebut diperoleh dari penggunaan koreksi udara bebas, koreksi terrain, dan koreksi Bouguer. Data nilai koreksi FAA juga diperoleh menggunakan data citra satelit (Topex). Pada aplikasi Oasis Montaj dengan pemfilteran Butterworth menghasilkan data nilai koreksi terrain. Koreksi Bouguer diperoleh dari persamaan koreksi Bouguer $(2\pi G\rho H = 0,04193\rho h)$. Perhitungan nilai gradien hasil plotting nilai koreksi Bouguer tanpa densitas dikurangi dengan koreksi terrain terhadap koreksi udara bebas menghasilkan data nilai densitas. Perhitungan yang dihasilkan diperoleh densitas pengukuran yaitu sebesar 1,2445 g/hc. Hasil ini menunjukkan nilai densitas Gunung Merapi menunjukkan skala kecil.

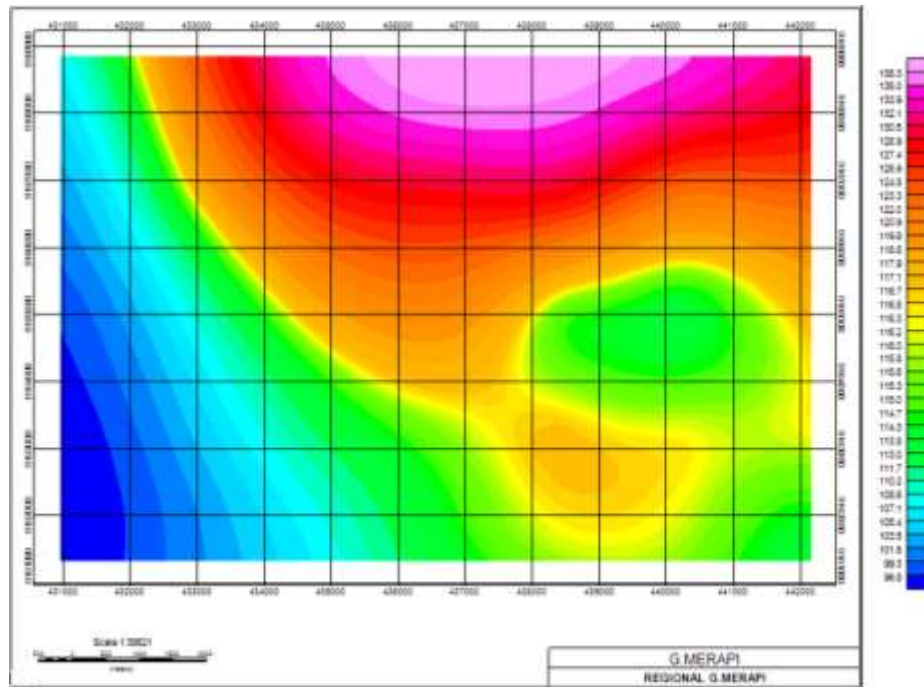
Data Anomali Bouguer Lengkap (ABL) diperoleh dari data Topex FAA yang kemudian diolah menggunakan Surfer pada daerah penelitian. Data tersebut menunjukkan kontur ABL daerah pengukuran.



Gambar 2. Peta kontur Anomali Bouguer Lengkap Gunung Merapi

Sumbu 'x' menunjukkan *longitude* dan sumbu 'y' menunjukkan *latitude*. Warna-warna dalam peta kontur menunjukkan skala nilai anomali. Anomali ABL yang dihasilkan pada peta kontur Gunung Merapi memiliki nilai antara 96,7 – 138,5 mGal. Nilai anomali rendah menandakan bahwa terdapat struktur bawah permukaan dengan nilai densitas rendah, sedangkan nilai anomali tinggi menandakan bahwa terdapat struktur bawah permukaan dengan nilai densitas tinggi. Berdasarkan data peta kontur, nilai anomali terendah menunjukkan warna biru dan anomali tertinggi menunjukkan warna merah muda. Berikut merupakan data peta kontur Anomali Bouguer Lengkap Gunung Merapi:

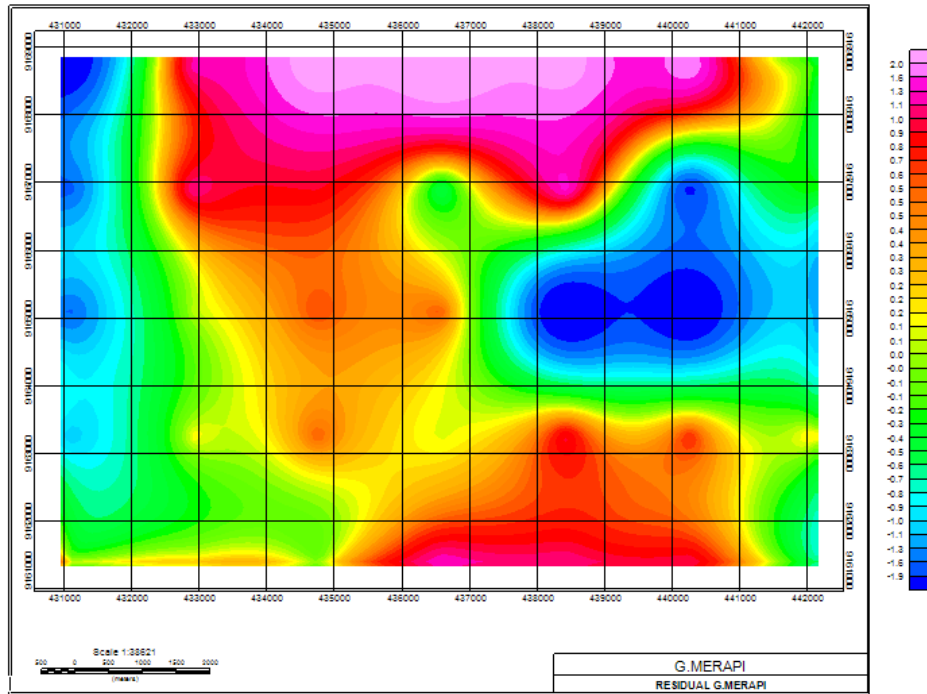
Setelah data Anomali Bouguer Lengkap didapatkan, dapat dilakukan pemfilteran untuk memperoleh nilai anomali regional. Pemisahan ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi Surfer dan menggunakan polinomial orde kedua. Peta kontur anomali regional dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Peta kontur anomali regional Gunung Merapi

Anomali regional yang dihasilkan pada peta kontur Gunung Merapi memiliki nilai antara 96,8 – 138,3 mGal. Berdasarkan data peta kontur, nilai anomali terendah menunjukkan warna biru dengan nilai anomali 96,8 mGal dan anomali tertinggi menunjukkan warna merah muda dengan nilai anomali 138,3 mGal.

Setelah data anomali regional didapatkan, dapat dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai anomali residual. Perhitungan ini dilakukan dengan menghitung selisih dari nilai Anomali Bouguer Lengkap dengan anomali regional. Hasil yang diperoleh dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta kontur anomali residual Gunung Merapi

Anomali residual yang dihasilkan pada peta kontur Gunung Merapi memiliki nilai antara $-1,9 - 2,0$ mGal. Hal ini menunjukkan nilai anomali mengalami penurunan. Nilai anomali negatif berarti bahwa nilai densitas daerah tersebut sangat rendah dibanding daerah lainnya. Berdasarkan data peta kontur, nilai anomali terendah menunjukkan warna biru dengan nilai anomali $-1,9$ mGal dan anomali tertinggi menunjukkan warna merah muda dengan nilai anomali $2,0$ mGal.

Nilai anomali tinggi yang ditunjukkan dapat menunjukkan nilai densitas buatan yang berada pada daerah tersebut tinggi juga, dan sebaliknya jika nilai anomali rendah maka densitas batuan akan rendah juga. Adanya pola anomali dengan nilai negatif kemungkinan dikarenakan oleh keberadaan kantung magma pada daerah pengukuran. Pola anomali dengan nilai tinggi menunjukkan densitas tinggi yang artinya daerah tersebut banyak terdapat material hasil erupsi magma dari gunung. Nilai densitas yang rendah diduga karena sifat magma yang cair [3].

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari penelitian citra satelit 2022 yang didapat, besarnya anomali regional yang dihasilkan pada peta kontur Gunung Merapi memiliki nilai antara $96,8-138,3$ mGal. Peta nilai anomali terendah yaitu berwarna biru sebesar $96,8$ mGal dan anomali tertinggi ditunjukkan warna merah muda dengan anomali $138,3$ mGal. Data yang diperoleh mengenai anomali residual yang dihasilkan pada peta kontur Gunung Merapi memiliki nilai antara $-1,9 - 2,0$ mGal. Data peta kontur, nilai anomali terendah menunjukkan

warna biru dengan nilai anomali -1,9 mGal dan anomali tertinggi menunjukkan warna merah muda dengan nilai anomali 2,0 mGal. Hasil pengolahan data yang diperoleh mendapatkan hasil anomali yang sangat rendah, yang mana hal ini menggambarkan adanya magma cair di daerah pengukuran. Selain itu, terdapat nilai anomali yang sangat tinggi yang menggambarkan adanya material erupsi yang berasal dari Gunung Merapi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suyanto, I. (2012). Pemodelan Bawah Permukaan Gunung Merapi Dari Analisis Data Magnetik Dengan Menggunakan Software Geosoft. Laporan Penelitian Prodi Geofisika Jurusan Fisika UGM, 1–48.
- [2] Islamiyah, O. R. A., Minarto, E., & Santoso, A. B. (2019). Estimasi Kedalaman dan Perubahan Volume Sumber Tekanan Gunung Merapi Berdasarkan Pengamatan Data Tiltmeter. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 4–8.
- [3] Sarkowi, M. (2010). Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Daerah Gunung Merbabu–Merapi Berdasarkan Pemodelan 3D Anomali Bouguer. *Berkala Fisika*, 13(2), 11-18.
- [4] Ilmi, S., Harmoko, U., & Widada, S. (2014). Interpretasi Bawah Permukaan Sistem Panas Bumi Diwak dan Derekan Berdasarkan Data Gravitasi. *Youngster Physics Journal*, 3(2), 165-170.
- [5] Trimulyati, W., & Putra, A. (2022). Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Gunung Tandikat Menggunakan Metode Gravitasi Berdasarkan Data Satelit. *Jurnal Fisika Unand*, 11(3), 366-372.
- [6] Balulu, N. (2011). Analisis Struktur Bawah Permukaan Gunung Muria dan Sekitarnya Menggunakan Metode Gravitasi. *Jurnal Neutrino* |Vol 3 (2).
- [7] Taman Nasional Indonesia. (2019). *Profil Taman Nasional Gunung Merapi*. Diambil dari: <https://tamannasional.view.web.id>.
- [8] Chasanah, U., Febriani, S. D. A., & Minarto, E. (2021). Pendugaan Struktur Bawah Permukaan Gunung Merapi Berdasarkan Analisis Data Anomali Medan Gravitasi Citra Satelit. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 18(1), 25-34.
- [9] Anggraeni, F. K. A. (2021). Pemisahan Anomali Regional dan Residual Data Gravitasi Gunung Semeru Jawa Timur. *Jurnal Fisika Unand*, 10(4), 421-427.
- [10] Wibowo, P. A. (2014). Prediksi Sebaran Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Gayaberat Mikro Antar Waktu Di Daerah Semarang Utara. *Unnes Physics Journal*, Vol 3 (1).