

ANALISIS SPASIAL ANOMALI GRAVITASI DI DAERAH MAAR GUNUNG LAMONGAN

SPATIAL ANALYSIS OF GRAVITY ANOMALY OVER MAAR AREA OF LAMONGAN VOLCANIC FIELD

Khafidh Nur Aziz^{1,*}, Jamilatusolikhah¹, Dini Agasti Rini¹, Yanuri Larasati¹,
Bian Itsna Ashfa Al Ashfiya¹

¹Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia, 55222

*email korespondensi: khafidh.na@uny.ac.id

Abstrak

Gunung Lamongan di Jawa Timur memiliki kenampakan geologi yang unik yaitu memiliki *maar* dan *cinder cone*. Keberadaan *maar* dan *cinder cone* tersebut mengindikasikan adanya aktivitas vulkanik yang aktif pada masanya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis spasial anomali gravitasi di daerah *maar* Gunung Lamongan. Dalam penelitian ini digunakan data gravitasi sekunder yaitu data gravitasi GGMplus. Berdasarkan peta anomali residual, *maar* yang terdapat di sisi barat laut Gunung Lamongan menunjukkan pola kemenerusan dengan Gunung Lamongan yang berarah Barat Laut-Tenggara dan mengindikasikan adanya sesar turun.

Kata kunci: GGMplus, Maar, Analisis Spasial, Anomali Residual, Gunung Lamongan

Abstract

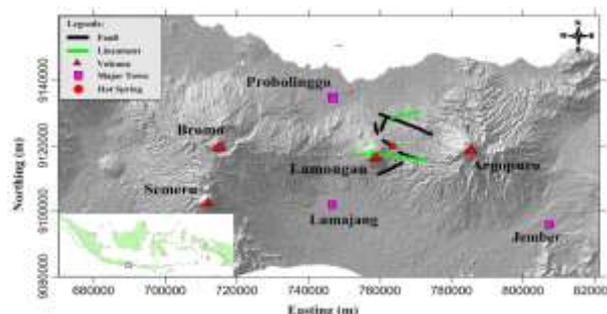
Lamongan Volcano located in East Java has basaltic cinder or spatter cones and maars. The presence of maar and cinder cones indicates active volcanic activity at their time. This research aimed to conduct spatial analysis on gravity anomaly over maar area of Lamongan volcanic field. We used secondary gravity data from GGMplus. Based on residual anomaly map, the maar which is located on the northwest of Lamongan Volcano shows a lineament pattern with Lamongan Volcano which is trending northwest-southeast and the maar indicates a normal fault.

Keywords: GGMplus, Maar, Spatial Analysis, Residual Anomaly, Lamongan Volcano

Pendahuluan

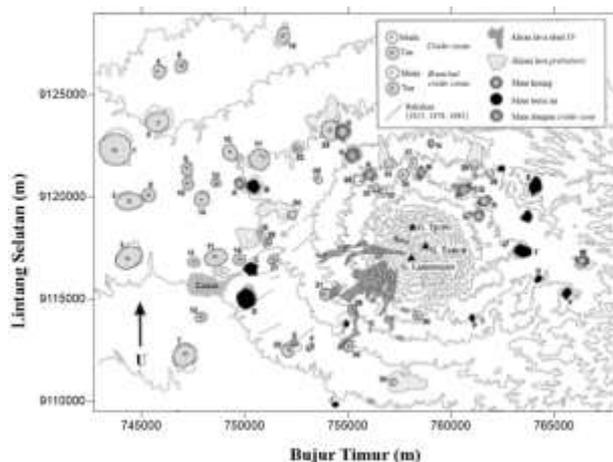
Keberadaan Indonesia yang terletak di antara pertemuan tiga lempeng tektonik dunia (Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik) mengakibatkan Indonesia dikelilingi oleh banyak gunung api sebagai aktivitas dari zona subduksi. Daerah dengan banyak gunung api di sekitar zona subduksi disebut dengan *ring of fire* [1]. Di Indonesia, gunung api tersebar dari Sumatera, Jawa, hingga Sulawesi di bagian utara, sehingga Indonesia memiliki banyak gunung api aktif.

Gunung Lamongan ($7,983^{\circ}$ LS, $113,342^{\circ}$ BT, dan 1651 mdpl) merupakan salah satu gunung berapi aktif yang terdapat di Jawa Timur. Gunung Lamongan merupakan salah satu gunung berapi aktif di Indonesia dan aktivitas seismik terus berlangsung sejak saat itu (letusan terakhir tahun 1898) [2]. Selain itu, Gunung Lamongan juga terletak di antara tiga kompleks gunung berapi lainnya, yaitu Bromo, Semeru, dan Argopuro (Gambar 1).



Gambar 1. Daerah lokasi Gunung Lamongan di Jawa Timur yang terletak diantara Gunung Bromo, Semeru, dan Argopuro

Gunung Lamongan yang memiliki ketinggian 1651 mdpl juga termasuk gunungapi yang sudah tidak aktif lagi dan memiliki kenampakan geologi yang unik yaitu memiliki *maar* dan *cinder cone*. *Maar* dan *cinder cone* tersebut mengindikasikan adanya aktivitas magmatik yang terjadi di sekitar Gunung Lamongan dan memiliki pola kemenerusan terhadap Gunung Lamongan [2,3].



Gambar 2. Peta sebaran *maar* dan *cinder cone* [2]

Salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis spasial dan mengidentifikasi struktur bawah permukaan adalah geofisika. Geofisika dapat digunakan untuk keperluan eksplorasi, mitigasi bencana, dan lingkungan [4]. Metode geofisika yang cocok untuk menganalisis secara spasial pola kemenerusan *maar* adalah metode gravitasi. Metode gravitasi adalah metode geofisika pasif yang sensitif terhadap variasi percepatan gravitasi bumi yang diakibatkan perbedaan densitas batuan [5]. Jadi, tujuan penelitian ini untuk menganalisis spasial anomali gravitasi di daerah *maar* Gunung Lamongan.

Saat ini, pengukuran data gravitasi tidak hanya dilakukan di darat, laut, dan udara, namun pengukuran juga dilakukan dengan satelit yang dilengkapi dengan posisi titik data di permukaan bumi. Beberapa satelit gravitasi di antaranya adalah *Gravity Recovery and Climate Experiment* (GRACE), *Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer* (GOCE), dan TOPEX/POSEIDON [6,7,8]. Dalam penelitian ini, data gravitasi yang digunakan adalah data gravitasi sekunder dari *Global Gravity Model plus* (GGMplus). Data gravitasi GGMplus memberikan gambaran lengkap tentang gravitasi bumi beresolusi tinggi dengan menyediakan data gravitasi yang mencakup keseluruhan benua termasuk zona pesisir dalam $\pm 60^\circ$ lintang, berbentuk grid dan memiliki spasi antar titik ~ 220 m sehingga cocok untuk survei detail di darat [9].

Metode Penelitian

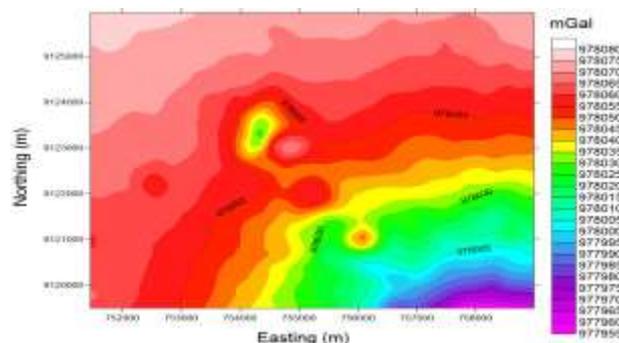
Data utama yang digunakan adalah data gravitasi GGMplus berbentuk grid dan memiliki spasi antar titik ~ 220 m yang dapat diunduh di <http://ddfe.curtin.edu.au/gravitymodels/GGMplus/>. Selain itu, digunakan juga data dukung berupa peta topografi yang dapat diunduh di

<http://ddfe.curtin.edu.au/gravitymodels/ERTM2160/data/> dan *Digital Elevation Model* (DEM) yang dapat diunduh di <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Instrumen utama penelitian ini berupa perangkat lunak *Matlab* untuk mengekstrak data gravitasi dan topografi GGMplus, *Global Mapper* untuk membuat input pengolahan data gravitasi, *OASIS Montaj* untuk mengolah data gravitasi dan *Surfer* untuk menampilkan kontur anomali gravitasi. Data yang diunduh dari GGMplus masih berupa data matriks berukuran $5^\circ \times 5^\circ$, sehingga perlu mengekstrak data GGMplus sesuai dengan luas area penelitian. Pada data percepatan gravitasi hasil ekstraksi dilakukan reduksi data gravitasi menggunakan koreksi gravitasi normal di permukaan, koreksi Bouguer dan koreksi *terrain* untuk mendapatkan Anomali Bouguer Lengkap (ABL). ABL dipisahkan menjadi anomali regional menggunakan kontinuitas ke atas dan dikurangi untuk menghasilkan anomali residual. Analisis spasial dilakukan pada anomali residual.

Hasil dan Diskusi

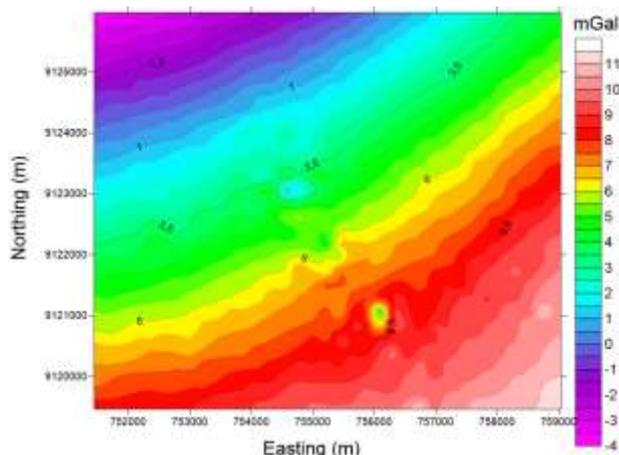
Respon nilai percepatan gravitasi berkisar dari -20 mGal hingga 380 mGal seperti yang ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. Peta kontur percepatan gravitasi di daerah penelitian

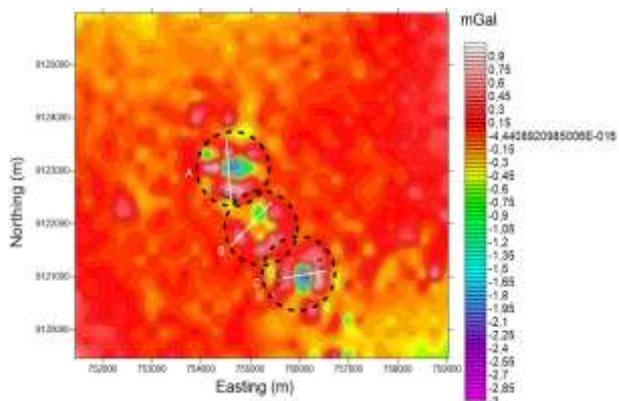
Gambar 3 menunjukkan nilai percepatan gravitasi GGMplus di daerah penelitian memiliki nilai 977.955-978.080 mGal. Nilai percepatan gravitasi rendah ditunjukkan dengan warna ungu merepresentasikan topografi tinggi dan nilai percepatan gravitasi tinggi ditunjukkan dengan warna merah merepresentasikan topografi rendah. Hal ini bersesuaian dengan konsep gravitasi Newton yang menyatakan nilai percepatan gravitasi berbanding terbalik dengan kuadrat jarak. Semakin tinggi ketinggian titik data, maka semakin kecil nilai percepatan gravitasi di titik tersebut dan semakin rendah ketinggian titik data maka semakin besar nilai percepatan gravitasi di titik tersebut.

Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai ABL di daerah penelitian berkisar antara -4 mGal hingga 11 mGal. Nilai anomali tinggi yang ditunjukkan dengan warna merah membentuk pola yang merepresentasikan keberadaan Gunung Lamongan yang berada di sisi tenggara daerah penelitian. Terdapat klosur-klosur anomali tinggi yang mengelilingi anomali rendah yang berada di barat laut Gunung Lamongan yang merepresentasikan keberadaan *maar*.



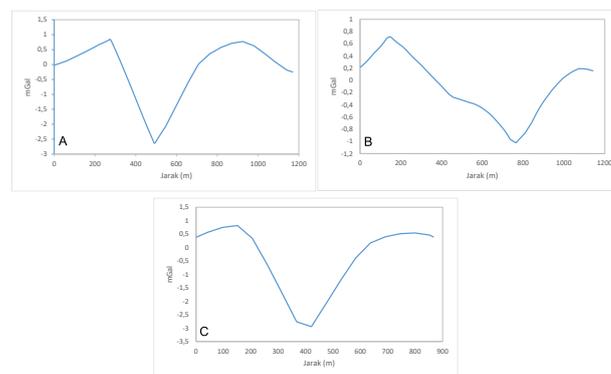
Gambar 4. Kontur Anomali Bouguer Lengkap (ABL) di daerah penelitian

Berdasarkan Gambar 5, anomali residual di daerah penelitian berkisar antara -3 mGal hingga 0,9 mGal. Anomali pada kontur anomali residual diakibatkan oleh sumber anomali yang dekat dengan permukaan. Pada Gambar 5, keberadaan *maar* yang ada di sisi barat laut Gunung Lamongan tampak jelas yang ditandai dengan tiga lingkaran garis putus-putus. Tampak klosur anomali tinggi yang mengelilingi anomali rendah. *Maar* tersebut juga membentuk pola kemenerusan dengan Gunung Lamongan yaitu berarah Barat Laut-Tenggara. Keberadaan *maar* di sini juga mengindikasikan adanya sesar turun.



Gambar 5. Kontur anomali residual di daerah penelitian

Pada Gambar 5 dilakukan tiga buah sayatan pada masing-masing *maar* (sayatan A, B, dan C). Ketiga sayatan tersebut menunjukkan hasil (seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 6) bahwa bagian cekungan *maar* menunjukkan nilai anomali yang rendah dan bagian atas yang mengelilinginya memiliki anomali yang tinggi dibanding pada cekungan. Hal ini mengindikasikan adanya zona lemah yang berkorelasi dengan bentuk *maar*.



Gambar 6. Grafik sayatan melintang pada daerah *maar* yang menunjukkan bahwa daerah cekungan memiliki anomali rendah dan bagian atas berupa endapan piroklastik memiliki anomali yang lebih tinggi dibanding cekungan

Simpulan

Berdasarkan peta kontur anomali residual, secara spasial *maar* yang terdapat di sisi barat laut Gunung Lamongan menunjukkan pola kemenerusan dengan Gunung Lamongan yang berarah Barat Laut-Tenggara dan mengindikasikan adanya sesar turun.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada FMIPA UNY untuk pendanaan penelitian. Kami berterima kasih kepada *Western Australian Geodesy Group, Curtin University* yang menyediakan data gravitasi yang digunakan dalam penelitian ini. Kami juga ingin berterima kasih kepada pengulas anonim untuk saran dan komentar pentingnya.

Pustaka

[1] Plummer, et al. (2016) *Physical geology 15th Edition*. Mc Graw Hill.
 [2] Carn, S.A., (2000) The Lamongan volcanic field, East Java, Indonesia: Physical volcanology, historic activity and hazards, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 95(1), 81-108.
 [3] Aziz, K. N., Hartantyo, E., & Niasari, S. W. (2018). The study of fault lineament pattern

- of the Lamongan volcanic field using gravity data. *Journal of Physics: Conference Series*, 1011(1), 1256-1261.
- [4] Sismanto. (2011). Geofisika bagian dari geosains dalam eksplorasi sumber daya alam. *Prosiding, Pertemuan Ilmiah XXV HFI Jateng & DIY*. UNSOED.
- [5] Dentith, M., & Mudge, S. T. (2014). *Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist*. Cambridge University Press.
- [6] Fu, L. L., Christensen, E. J., Yamarone, Jr., C. A., Lefebvre, M., Menard, Y., Dorrer, M., & Escudier, P. (1994). Topex/poseidon mission overview. *Journal of Geophysical Research*, 99(12), 369-381.
- [7] Johannessen, J. (1999). Gravity field and steady-state ocean circulation mission, reports for mission selection, the four candidate earth explorer core missions. *European Space Agency (ESA)*, Paris.
- [8] Tapley, B. D., Bettadpur, S., Watkins, M., & Reigber, C. (2004). The gravity recovery and climate experiment: Mission overview and early results. *Geophysical Research Letter*, 31(2), 45-54.
- [9] Hirt, C., Claessens, S., Fecher, T., Kuhn, M., Pail, R., & Rexer, M. (2013). New ultra-high resolution picture of earth's gravity field. *Geophysical Research Letters*, 40 (2), 78-86.