

Identifikasi Segmen Talamau menggunakan Kombinasi Data Satelit GGMplus dan Koreksi SRTM2gravity berdasarkan Analisis *Second Vertical Derivative* (SVD)

Widya Indah Khairunnisa¹, Ahmad Fauzi Pohan^{1*}

Laboratorium Fisika Bumi, Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang-25163

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 17 Februari 2025
Direvisi: 8 Maret 2025
Diterima: 28 Maret 2025

Kata kunci:

Gempa 6,1 Mw
GGMplus
Segmen Talamau
SRTM2gravity

Keywords:

Earthquake 6,1Mw
GGMplus Talamau
Segment Talamau
SRTM2gravity

Penulis Korespondensi:

Ahmad Fauzi Pohan
Email:
ahmadfauzipohan@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Keberadaan dari segmen Talamau baru teridentifikasi oleh BMKG pasca gempa bumi yang terjadi pada hari Jum'at pagi 25 Februari 2022 di Kecamatan Talamau Kabupaten Pasaman Barat. Peristiwa gempa ini berkekuatan 6,1 Mw dengan gempa susulan sebanyak 201 kali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sesar dari segmen Talamau dengan menggunakan metode gravitasi. Metode gravitasi dapat menggambarkan struktur geologi bawah permukaan berdasarkan perbedaan densitas batuan yang dikenal sebagai anomali gravitasi. Data gravitasi diambil dari data gravitasi satelit berupa data GGMplus dan data topografi SRTM2gravity. Nilai anomali gravitasi yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik sesar menggunakan analisis *Second Vertical Derivative* (SVD). Kombinasi dari data GGMplus dan SRTM2gravity memberikan hasil yang dapat menggambarkan keberadaan segmen Talamau berdasarkan perbedaan kontras densitas batuan. Keberadaan dari segmen Talamau berada pada pola anomali sedang dengan komponen penyusun yaitu batuan aluvium, pasir kerikil, lanau, batuan hasil gunung Talamau, batuan gunung api tak terpisahkan, batuan intrusi, dan batuan formasi kuantan. Dari analisis SVD jenis sesar dari segmen Talamau yaitu sesar mendatar.

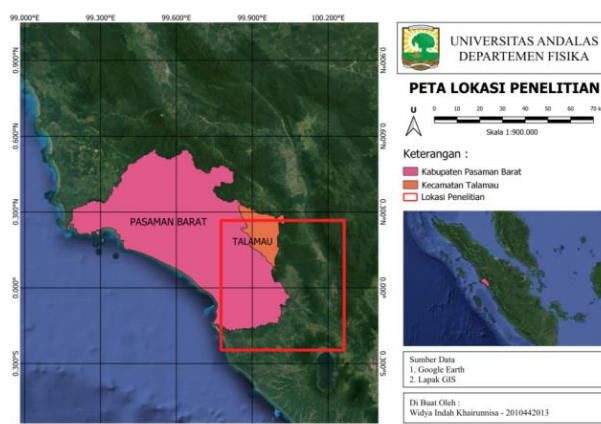
The existence of the Talamau segment was only identified by the BMKG after the earthquake that occurred on Friday morning 25 February 2022 in Talamau District, West Pasaman Regency. This earthquake had a magnitude of 6.1 Mw with 201 aftershocks. This research aims to determine the characteristics of the fault types of the Talamau segment using the gravity method. The gravity method can describe subsurface geological structures based on differences in rock density known as gravity anomalies. Gravity data is taken from satellite gravity data in the form of GGMplus data and SRTM2gravity topography data. The resulting gravity anomaly value can be used to determine the characteristics of the fault type using Second Vertical Derivative (SVD) analysis. The combination of GGMplus and SRTM2gravity data provides results that can describe the existence of the Talamau segment based on differences in rock density contrast. The existence of the Talamau segment is in a moderate anomalous pattern with the constituent components namely alluvium rock, gravel sand, silt, Talamau mountain rock, inseparable volcanic rock, intrusive rock, and Kuantan formation rock. From the SVD analysis, the characteristics of the fault type of the Talamau segment are also obtained, namely strike-slip faults.

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Lokasi dari segmen Talamau baru teridentifikasi oleh BMKG pasca gempa bumi berkekuatan 6,1 Mw pada hari Jum'at pagi 25 Februari 2022 di Kecamatan Talamau Kabupaten Pasaman Barat dengan 201 kali gempa susulan. Lokasi dari segmen Talamau ini berada di antara segmen aktif Sumatera Barat yaitu segmen Angkola, Segmen Sionok, Segmen Sumpur dan Segmen Barumun. Sebelumnya secara tidak langsung keberadaan segmen Talamau sudah diketahui dalam bentang alam daerah Lubuksikaping. Keberadaan segmen Talamau tersebut berada pada arah jalur sesar Sumatera yang menjadi hasil produk dari aktifitas sesar Sumatera (Lumbanbatu, 2009). Temuan segmen Talamau ini perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk memahami karakteristik jenis sesar dari segmen Talamau dengan memanfaatkan metode geofisika yaitu metode gravitasi.

Metode gravitasi merupakan metode geofisika yang dapat menggambarkan struktur geologi bawah permukaan berdasarkan perbedaan densitas batuan yang dikenal sebagai anomali gravitasi (Wachidah & Minarto 2018). Data gravitasi menggunakan data gravitasi satelit berupa data Global Gravity Model Plus (GGMplus) yang setara dengan data gravitasi Free Air Anomaly (FAA) (Hirt et al., 2013) dan data topografi Shuttle Radar Topography Mission (SRTM2gravity) yang menyajikan model koreksi medan modern (Hirt et al., 2019). Beberapa penelitian yang sudah menggunakan SRTM2gravity sebagai koreksi medan modern yaitu Boling et al. (2024); Lewerissa (2021); Pohan et al. (2023). Kombinasi dari data GGMplus dan data SRTM2gravity digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik jenis sesar dari segmen Talamau berdasarkan analisis Second Vertical Derivative (SVD). Lokasi penelitian berada di $99,75^{\circ}$ - $100,25^{\circ}$ BT dan $0,25^{\circ}$ LS – $0,25^{\circ}$ LU Kecamatan Talamau Kabupaten Pasaman Barat yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian Kecamatan Talamau Kabupaten Pasaman Barat

II. METODE

Data GGMplus dapat diunduh secara umum melalui website <http://ddfe.curtin.edu.au/gravitymodels/GGMplus/data/> dan data topografi DEM SRTM2gravity dapat diunduh melalui website <https://ddfe.curtin.edu.au/models/SRTM2gravity2018/> dengan menginput koordinat yang sama yaitu $99,75^{\circ}$ - $100,25^{\circ}$ BT dan $0,25^{\circ}$ LS – $0,25^{\circ}$ LU. Nilai *Complete Bouguer Anomaly* (CBA) diperoleh dari pengurangan data GGMplus yang setara nilai FAA dengan data SRTM2gravity yang setara nilai gravitasi topografi skala penuh (FSTG). Nilai CBA didapat digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik sesar dengan analisis *Second Vertical Derivative* (SVD).

2.1 Metode Gravitasi

Metode gravitasi merupakan metode geofisika yang dapat menggambarkan struktur geologi bawah permukaan berdasarkan perbedaan densitas batuan yang dikenal sebagai anomali gravitasi (Wachidah dan Minarto 2018). Metode gravitasi termasuk ke dalam metode pasif yang tidak merusak dan mencemari lapisan dibawah permukaan bumi untuk mendapatkan data saat melakukan pengukuran (Telford et al., 1991). Data gravitasi tidak hanya dari pengukuran langsung di lapangan namun dapat menggunakan satelit yang mampu menjangkau survei regional karena keterbatasan kondisi lapangan serta dapat diakses secara umum.

2.2 Complete Bouguer Anomaly (CBA)

Nilai anomali Bouguer sering disebut dengan *Complete Bouguer Anomaly* (CBA). CBA adalah nilai yang telah dilakukan pengkoreksian sampai menghilangkan efek medan gravitasi yang ada disekitar wilayah pengukuran. Persamaan 1 digunakan untuk memperoleh nilai CBA dimana data GGMplus dalam *disturbance* yang setara nilai *free air anomaly* (FAA) dikurangkan data SRTM2gravity yang setara nilai gravitasi topografi skala penuh (FSTG).

$$CBA = FAA - FSTG \quad (1)$$

2.3 Upward Continuation

Memisahkan anomali regional dan residual penting untuk memastikan bahwa anomali yang diperoleh konsisten dengan anomali target yang dicari. Pemisahan anomali dilakukan dengan metode *Upward Continuation*. Metode *upward continuation* merupakan tapis lolos rendah dimana kerja dari *filter* ini meredamkan frekuensi tinggi dan meneruskan frekuensi rendah. Hasil dari metode ini berupa anomali regional yang bersifat dalam sehingga menghilangkan efek dari anomali residual yang bersifat dangkal (Agussalim, 2019).

2.4 Analisis Second Vertical Derivative (SVD)

Second Vertical Derivative (SVD) merupakan turunan dari metode gravitasi untuk mengetahui karakteristik sesar. Hasil dari nilai SVD digunakan untuk menentukan jenis sesar naik, turun dan mendatar. Nilai SVD secara teoritis diturunkan dari persamaan Laplace pada Persamaan 2, 3, dan 4.

$$\nabla^2 g = \frac{\partial^2 g}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 g}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = - \left(\frac{\partial^2 g}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 g}{\partial y^2} \right) \quad (3)$$

Dimana $\frac{\partial^2 g}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 g}{\partial y^2}$ dan $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ turunan kedua dari anomali gayaberas pada arah x, y, dan z. Berdasarkan Persamaan 3 besar nilai y akan tetap atau *dy* sama dengan 0 sehingga menjadi Persamaan 4 berikut.

$$\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} = - \left(\frac{\partial^2 g}{\partial x^2} \right) \quad (4)$$

Persamaan 4 menunjukkan bahwa nilai SVD dari suatu anomali gravitasi memiliki nilai sama dengan negatif dari derivatif orde dua horizontalnya. Kriteria nilai anomali SVD dengan ciri-ciri berikut dapat digunakan untuk mendeteksi struktur jenis sesar naik dengan Persamaan 5, sesar turun dengan Persamaan 6 dan sesar mendatar dengan Persamaan 7.

$$\left| \left(\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right) \right|_{\max} < \left| \left(\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right) \right|_{\min}, \text{ sesar naik} \quad (5)$$

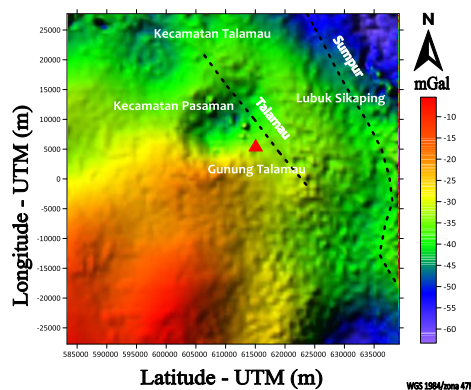
$$\left| \left(\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right) \right|_{\max} > \left| \left(\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right) \right|_{\min}, \text{ sesar turun} \quad (6)$$

$$\left| \left(\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right) \right|_{\max} = \left| \left(\frac{\partial^2 g}{\partial z^2} \right) \right|_{\min}, \text{ sesar mendatar} \quad (7)$$

III. HASIL DAN DISKUSI

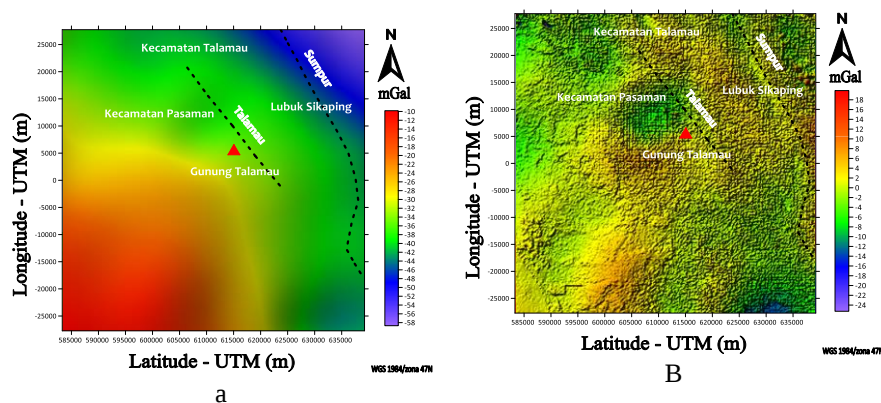
Pengolahan data awal menghasilkan nilai *Complete Bouguer Anomaly* (CBA). Peta kontur CBA dapat dilihat pada Gambar 2. Daerah penelitian menunjukkan rentang nilai anomali rendah dengan variasi perubahan dari warna biru sampai hijau tua dengan rentang nilai -60 sampai -45 mGal pada

bagian Timur Laut dan Tenggara daerah penelitian. Pola sedang memiliki variasi warna dari hijau muda sampai oranye dengan rentang nilai -45 sampai -25 mGal yang berada pada bagian tengah antara anomali rendah dan tinggi. Pola anomali sedang diakibatkan oleh komponen penyusun dari batuan sekitar segmen Talamau yaitu batuan aluvium, pasir kerikil, lanau, batuan hasil Gunung Talamau, batuan gunung api tak terpisahkan, batuan intrusi, dan batuan formasi kuantan. Pola tinggi memiliki variasi perubahan warna dari oranye sampai merah dengan rentang nilai -25 sampai -10 mGal yang berada pada bagian Selatan-Barat Daya. Pola anomali tinggi diakibatkan oleh komponen penyusun batuan gunung api kuarter dari kegiatan gunung api Talamau berupa endapan lava asam – basa, batupasir tufaan dan lanau (Fauziah, 2023).



Gambar 2 Anomali Bouguer Lengkap Kecamatan Talamau Kabupaten Pasaman Barat

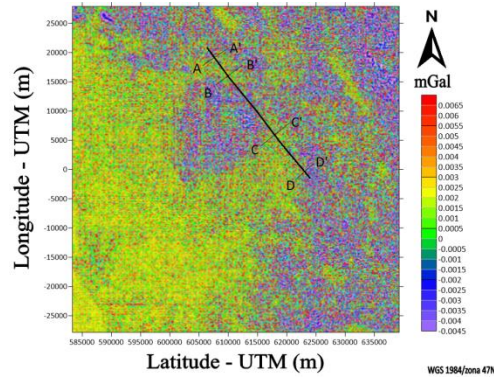
Anomali Bouguer lengkap hasil dari pengolahan awal masih dipengaruhi oleh anomali regional dan residual. Maka dilakukan pemisahan anomali menggunakan pemisahan dengan *upward continuation*. Hasil pemisahan anomali dapat dilihat pada Gambar 3a untuk anomali gravitasi regional dan Gambar 3b untuk anomali gravitasi residual. Anomali regional menunjukkan nilai dengan rentang dari -58 sampai -10 mGal. Pola kontur pada anomali regional memiliki pola sebaran yang hampir sama dengan pola kontur CBA pada Gambar 2, hal ini menunjukkan faktor geologi regional wilayah penelitian sangat mempengaruhi nilai anomali gravitasinya, namun pola anomali regional lebih halus karena tidak ada pengaruh dari anomali residual dan menggambarkan struktur bawah permukaan yang lebih dalam (Hidayat & Basid, 2011).



Gambar 3 (a) Peta Anomali gravitasi regional (b) Peta Anomali gravitasi Residual Kecamatan Talamau Kabupaten Pasaman Barat

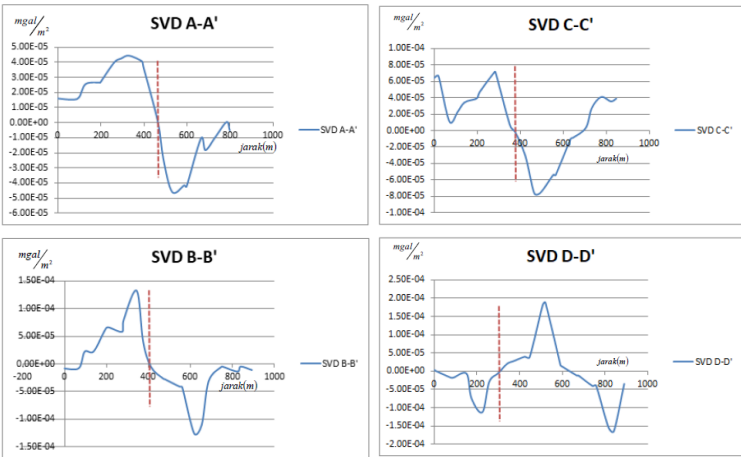
Adapun peta sebaran anomali gravitasi residual Kecamatan Talamau Kabupaten Pasaman Barat memiliki rentang nilai anomali dari -24 sampai 18 mGal (Gambar 3b), sebaran pola anomali residual lebih kasar dan rapat jika dibandingkan dengan peta anomali regional. Pola anomali yang rapat mempresentasikan struktur bawah permukaan yang dangkal seperti sesar, cekungan, dan singkapan batuan. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh (Zakariya et al., 2022a) bahwa perubahan anomali residual yang rapat merupakan pertemuan antar batuan yang berbeda densitasnya. Pola anomali sedang dan seragam tersebar pada bagian barat laut lokasi penelitian dengan besar anomali -2 hingga -10 mGal. Adapun pola anomali di daerah dugaan sesar talamau terlihat pertemuan pola anomali tinggi (7 hingga

12 mGal) dan sedang (-10 hingga -2 mGal). Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Pohan et al., (2023), bahwa pertemuan kontras densitas tinggi dan rendah merupakan daerah zona patahan. Kemudian hasil dari anomali residual ini digunakan untuk melakukan proses analisis second vertical derivative (SVD) untuk mengetahui karakteristik sesar.



Gambar 3 Peta Second Vertical Derivative (SVD) Kecamatan Talamau Kabupaten Pasaman Barat

Analisis Second Vertical Derivative (SVD) dilakukan pada peta anomali residual. Analisis dilakukan pada 4 sayatan yang tegak lurus terhadap keberadaan dugaan segmen Talamau yang ditandai dengan garis hitam tebal pada Gambar 3. Sayatan ini akan menghasilkan grafik SVD untuk mengetahui jenis sesar dari hasil sayatan (Jayatri et al., 2023). Hasil dari grafik sayatan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik nilai SVD pada ke empat sayatan pada Kecamatan Talamau Kabupaten Pasaman Barat.

Berdasarkan analisis grafik sayatan SVD dilihat dari nilai maksimum dan nilai minimum pada grafik SVD yang akan memberikan informasi dari jenis sesar (Ridki Permana, 2020). Hasil dari 4 sayatan berupa nilai mutlak SVD maksimum dan nilai mutlak SVD minimum yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil nilai estimasi kedalaman dari setiap zona			
Sayatan	Nilai Mutlak SVD Maksimum	Nilai Mutlak SVD Minimum	Jenis Sesar
A – A'	0,00004	-0,00004	Mendatar
B – B'	0,0001	-0,0001	Mendatar
C – C'	0,00007	-0,00007	Mendatar
D – D'	0,0001	-0,0001	Mendatar

Berdasarkan Tabel 1, dari keempat sayatan didapatkan hasil dimana nilai mutlak SVD maksimum sama dengan nilai mutlak SVD minimum. Berdasarkan Persamaan 11 jenis sesar termasuk jenis sesar mendatar. Hasil ini juga didukung dengan menggunakan metode bola fokus yang menunjukkan bahwa segmen Talamau tergolong sesar mendatar (Dewanto et al., 2022).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode gravitasi dapat disimpulkan bahwa kombinasi dari data GGMplus dan SRTM2gravity memberikan hasil yang dapat menggambarkan keberadaan segmen Talamau berdasarkan perbedaan kontras densitas batuan. Keberadaan dari segmen Talamau berada pada pola anomali sedang dengan komponen penyusun yaitu batuan aluvium, pasir kerikil, lanau, batuan hasil gunung Talamau, batuan gunung api tak terpisahkan, batuan intrusi, dan batuan formasi kuantan. Dari analisis SVD juga didapat berupa karakteristik jenis sesar dari segmen Talamau yaitu sesar mendatar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada lembaga Universitas Andalas yang telah mendanai dana tersebut dengan **nomor kontrak: 106/UNU16.19/PT.0103/PSV/2024**. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Curtin University untuk akses dan penggunaan data medan gravitasi bumi resousi tinggi GGMplus 2013 dan SRTM2gravity secara gratis dan legal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agussalim, 2019, Aplikasi Metode Gravitasi dengan Kontinuasi ke Atas (Upward Continuation) dalam Menginterpretasi Data Anomali Medan Gravitasi di Daerah Gunung Merapi, *JURNAL ILMU FISIKA : TEORI DAN APLIKASINYA*, Vol. 1, No. 1965, hal. 1–6.
- Boling, R. A., Tanesib, J. L., Sutaji, H. I., Laponi, L. A. S., and Lewerissa, R., 2024, Re-evaluation of a geothermal system model based on high-resolution gravity field inversion: A case study of the Maritaing geothermal field, Alor Regency, East Nusa Tenggara Province, Indonesia, *Kuwait Journal of Science*, Vol. 51, No. 2. <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2024.100187>
- Dewanto, B. G., Priadi, R., Heliani, L. S., Natul, A. S., Yanis, M., Suhendro, I., and Julius, A. M., 2022, The 2022 Mw 6.1 Pasaman Barat, Indonesia Earthquake, Confirmed the Existence of the Talamau Segment Fault Based on Teleseismic and Satellite Gravity Data, *Quaternary*, Vol. 5, No. 4. <https://doi.org/10.3390/quat5040045>
- Fauziah, N., 2023, *Pemetaan Mikrozonasi Kerusakan Bangunan Pasca Bencana Gempa Bumi Di Nagari Kajai Kabupaten Pasaman Barat*.
- Hidayat, N., and Basid, A., 2011, ANALISIS ANOMALI GRAVITASI SEBAGAI ACUAN DALAM PENENTUAN STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN DAN POTENSI GEOTHERMAL (Studi Kasus Di Daerah Songgoriti Kota Batu), *Jurnal Neutrino*, Vol. 4, No. 10, hal. 35–47. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1659>
- Hirt, C., Claessens, S., Fecher, T., Kuhn, M., Pail, R., and Rexer, M., 2013, New ultra-high resolution picture of Earth ' s gravity field, *Geophysical Research Letters*, Vol. 40, No. Section 2, hal. 1–24. <https://doi.org/10.1002/grl.50838>
- Hirt, Yang, M., Kuhn, M., Bucha, B., Pail, A. K. R., Hirt, C., Yang, M., Kuhn, M., Bucha, B., Kurzmann, A., and Pail, R., 2019, *Machine Translated by Google SRTM2gravity : model medan gravimetri global beresolusi sangat tinggi koreksi Machine Translated by Google*.
- Jayatri, A. U., Multi, W., and Hayatuzzahra, S., 2023, Identifikasi Keberadaan Sesar Menggunakan Metode Gravitasi dan Analisis Second Vertical Derivative (SVD) di Bagian Selatan Kabupaten Sumbawa, *Jurnal TAMBORA*, Vol. 7, No. 2, hal. 53–57. <https://doi.org/10.36761/jt.v7i2.2954>
- Lewerissa, R., 2021, Overview of Geothermal Potential in Momiwaren, South Manokwari Regency using Earth Gravity Field Analysis, *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, Vol. 3, No. 2. <https://doi.org/10.37891/kpej.v3i2.142>
- Lumbanbatu, U. M., 2009, Morfogenetik Daerah Lubuksikaping Provinsi Sumatera Barat, *Jurnal Geologi Dan Sumber Daya Mineral*, Vol. 19, No. 57.
- Pohan, A. F., Sismanto, S., Nurcahya, B. E., Lewerissa, R., Koesuma, S., Saputro, S. P., Amukti, R., Saputra, H., and Adhi, M. A., 2023, Utilization and modeling of satellite gravity data for geohazard assessment in the Yogyakarta area of Java Island, Indonesia, *Kuwait Journal of Science*, Vol. 50, No. 4, hal. 499–511. <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2023.05.016>

- Ridki Permana, N., 2020, *Pemetaan Struktur Batuan Dasar Menggunakan Metode Energy Spectral Analysys-Multi Window Test (ESA-MWT) Data Gravitasi Pada Sub Cekungan Sakala*.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., and Sheriff, R. E., 1991, *Applied geophysics* (second edition), In *Cambridge University Press*.
- Wachidah, N., and Minarto, E., 2018, Identifikasi Struktur Lapisan Bawah Permukaan Daerah Potensial Mineral dengan Menggunakan Metode Gravitasi di Lapangan "A", Pongkor, Jawa Barat, *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, Vol. 7, No. 1. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i1.28673>
- Zakariya, H., Margiono, R., Novitri, A., and Pevriadi, A., 2022, a Identifikasi Anomali Gravitasi di Wilayah Sulawesi Tenggara Berdasarkan Data Gravitasi GGMplus, *PROGRESS: Jurnal Geofisika*, Vol. 1, No. 1.
- Zakariya, H., Margiono, R., Novitri, A., and Pevriadi, A., 2022, b Identifikasi Anomali Gravitasi di Wilayah Sulawesi Tenggara Berdasarkan Data Gravitasi GGMplus, *PROGRESS: Jurnal Geofisika*, Vol. 1, No. 1, hal. 62–69.