

Penggunaan Anomali Gravitasi untuk Pemodelan Bawah Permukaan dan Hiposenter Gempa untuk Karakterisasi Sesar Aktif di Sulawesi Barat

Using Gravity Anomaly for Subsurface Modeling and Earthquake Hypocenter for Active Fault Characterization in West Sulawesi

Siti Purnawasih¹, Muhardi^{1*}, Radhitya Perdhana¹

¹Program Studi Geofisika, Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Kota Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia, 78124

Email: *muhardi@physics.untan.ac.id

Received: 15th April 2026; Revised: 02nd June 2026; Accepted: 06th June 2026

Abstrak – Gempa yang terjadi di Sulawesi Barat pada 15 Januari 2021 dipicu oleh adanya sesar aktif, karena wilayah ini memiliki aktivitas tektonik yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan lapisan bawah permukaan dan mengkarakterisasi sesar aktif masing-masing menggunakan data anomali gravitasi dan hiposenter gempa. Data anomali gravitasi pada 2.640 titik pengukuran diperoleh dari satelit TOPEX, sedangkan data hiposenter gempa dalam rentang tahun 2011-2021 diperoleh dari laman USGS, IRIS, dan Geofone. Sebaran anomali Bouguer lengkap (Complete Bouguer Anomaly (CBA)) diperoleh dari data anomali udara bebas (Free Air Anomaly (FAA)) dan data topografi melalui koreksi terrain dan koreksi Bouguer. Pemodelan 2D struktur geologi bawah permukaan dilakukan berdasarkan sebaran anomali regional, yang diperoleh dari mengurangkan anomali Bouguer lengkap dengan anomali residual. Penentuan mekanisme fokus gempabumi menggunakan metode momen tensor yang direpresentasikan secara visual dengan beachball. Hasil penelitian menunjukkan sebaran anomali regional sebesar 30-86 mGal. Pemodelan 2D menunjukkan lapisan bawah permukaan terdiri dari sembilan formasi batuan, yaitu Formasi Mandar, Formasi Mapi, Batuan Terobosan, Batuan Gunungapi Talaya, Formasi Latimojong, Endapan Antargunung, Formasi Mamuju, Anggota Tapalang, dan Batuan Gunungapi Adang. Berdasarkan mekanisme fokus gempa yang direpresentasikan secara visual dalam bentuk beachball, teridentifikasi enam sesar aktif, yaitu dua sesar naik (thrust fault), tiga sesar geser (strike-slip fault), dan satu sesar normal (normal fault).

Kata kunci: Anomali Bouguer; gempabumi; gravitasi; hiposenter; sesar.

Abstract – An active fault triggered the earthquake in West Sulawesi on 15 January 2021, because this region has high tectonic activity. This study aims to model the subsurface and characterize active faults using gravity anomaly and earthquake hypocenter data, respectively. Gravity anomaly data at 2,640 measurement points were obtained from the TOPEX satellite, while earthquake hypocenter data for the 2011-2021 period were obtained from the USGS, IRIS, and Geofone websites. A complete Bouguer anomaly (CBA) distribution was obtained from free air anomaly (FAA) and topographic data using terrain and Bouguer corrections. The 2D modeling of subsurface geological structures was performed based on the regional anomaly distribution obtained by subtracting the complete Bouguer anomaly from the residual anomaly. Determining the earthquake focal mechanism uses the tensor moment method, which is represented visually as a beachball. The results show a regional anomaly distribution of 30-86 mGal. The 2D modeling shows that the subsurface consists of nine rock formations: Mandar Formation, Mapi Formation, Intrusive Rocks, Talaya Volcanic Rocks, Latimojong Formation, Intermontane Deposits, Mamuju Formation, Tapalang Member, and Adang Volcanic Rocks. Based on the earthquake focus mechanism, represented visually as a beach ball, six active faults were identified: two thrust faults, three strike-slip faults, and a normal fault.

Keywords: Bouguer anomaly; earthquake; gravity; hypocenters; faults.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang wilayahnya sering dilanda gempabumi, baik berskala besar maupun kecil. Hal ini disebabkan karena Indonesia berada di pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Eropa-Asia (Eurasia), Indo-Australia, dan Pasifik, yang menyebabkan bagian barat dan timur Pulau Sulawesi tergolong wilayah rawan terjadinya gempabumi [1]. Pertemuan lempeng tersebut juga menyebabkan tumbukan dan memicu terbentuknya jalur gunung api pada mandala geologi bagian barat Pulau Sulawesi serta terbentuknya sesar-sesar sekunder di wilayah Mamuju dan Majene [2]. Aktivitas sesar tersebut cukup aktif, sehingga diduga menjadi penyebab terjadinya gempabumi di wilayah tersebut [3]. Sulawesi Barat merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang rentan terhadap aktivitas tektonik karena terletak pada zona pertemuan tiga lempeng tektonik utama. Wilayah ini sering mengalami gempabumi yang berkaitan dengan aktivitas sesar aktif.

Gempabumi dengan magnitudo 6,2 SR yang terjadi pada tanggal 15 Januari 2021 memiliki mekanisme pergerakan berupa sesar naik (*thrust fault*). Episenter gempa ini berada pada 6 km timur laut Majene, sedangkan hiposenternya terletak pada kedalaman 38 km di bawah permukaan [4]. Gempa ini melibatkan dua bidang sesar yang berbeda, yaitu gempa pendahuluan (*foreshock*) memicu pelepasan energi pada bidang sesar terdekat, sedangkan gempa utama dengan sedikit gempa susulan (*aftershock*) disebabkan oleh mekanisme sesar yang berdurasi singkat [5]. Gempa ini menyebabkan kerusakan yang cukup parah di Kabupaten Majene dan Mamuju, seperti rumah, kantor pemerintahan, rumah sakit, pusat perbelanjaan, dan fasilitas umum lainnya.

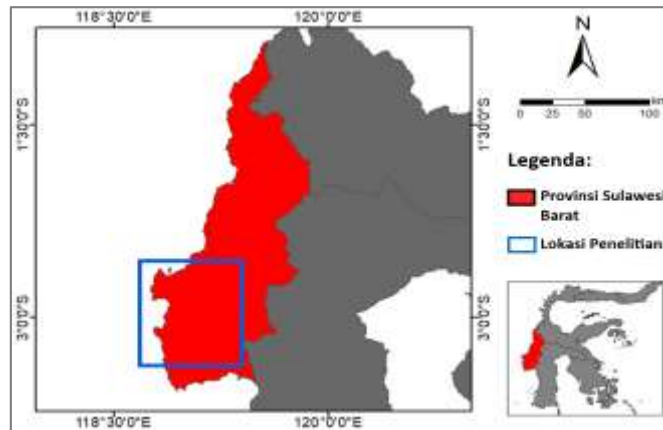
Karakterisasi sesar aktif dapat dilakukan menggunakan data anomali gravitasi dan hiposenter gempa. Sebaran anomali gravitasi memberikan informasi mengenai variasi densitas di bawah permukaan bumi, sehingga dapat mengidentifikasi kondisi struktur geologi, sedangkan data hiposenter gempa dapat mengidentifikasi kedalaman dan lokasi pusat gempa yang berkaitan dengan aktivitas sesar [6-8]. Penggunaan kedua metode ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai pola distribusi sesar aktif di Sulawesi Barat. Pemahaman yang lebih mendalam mengenai posisi dan karakteristik sesar aktif dapat membantu dalam melakukan upaya mitigasi bencana pada masa mendatang.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pemahaman mengenai potensi bahaya gempa untuk mendukung upaya mitigasi bencana di Sulawesi Barat. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya terkait aktivitas tektonik di kawasan Sulawesi dan sekitarnya. Penelitian lebih lanjut dapat memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai dasar untuk memodelkan risiko gempa di Sulawesi Barat, agar bermanfaat bagi kalangan akademis, pemerintah, dan pemangku kepentingan lainnya dalam perencanaan tata ruang dan infrastruktur kota. Penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi pada upaya peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya kesiapsiagaan bencana. Dengan demikian, penelitian ini dapat membantu meminimalkan dampak yang ditimbulkan oleh gempa pada masa yang akan datang.

2. Material dan Metode

Lokasi penelitian berada di Provinsi Sulawesi Barat, khususnya yang mencakup empat kabupaten, yaitu Kabupaten Mamuju, Majene, Mamasa, dan Polewali Mandar. Secara geografis, wilayah ini terletak pada koordinat $2^{\circ}25'45,75''$ - $3^{\circ}19'28,71''$ LS dan $118^{\circ}46'32,76''$ - $119^{\circ}33'10,61''$ BT, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Penelitian ini menggunakan anomali gravitasi satelit TOPEX pada 2.640 titik pengukuran, sedangkan data hiposenter gempa dalam rentang tahun 2011-2021 diperoleh dari laman *United States Geological Survey* (USGS), *Incorporated Research Institutions for Seismology* (IRIS), dan Geofone. Sebaran data anomali Bouguer lengkap (*Complete Bouguer Anomaly* (CBA)) diperoleh dari data anomali udara bebas (*Free Air Anomaly* (FAA)) dan data topografi melalui koreksi *terrain* dan koreksi Bouguer.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian (kotak biru) yang berada pada koordinat $2^{\circ}25'45,75''$ - $3^{\circ}19'28,71''$ LS dan $118^{\circ}46'32,76''$ - $119^{\circ}33'10,61''$ BT.

Data anomali gravitasi satelit TOPEX diunduh pada laman https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi dengan luas wilayah $87,92$ - $102,38$ km², dan 2.640 titik pengukuran. Data yang telah diunduh berupa data anomali udara bebas dan data topografi, kemudian diolah menjadi data anomali Bouguer lengkap melalui koreksi *terrain* dan koreksi Bouguer [9-10]. Koreksi *terrain* berdasarkan data *Digital Elevation Model* (DEM) yang diunduh melalui laman <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/demnasd>, yang merupakan data topografi dengan nilai densitas rata-rata bumi yaitu $2,67$ g/cm³. Penentuan densitas rata-rata batuan dilakukan menggunakan metode Parasnis. Koreksi Bouguer dilakukan menggunakan Persamaan (1), sehingga anomali Bouguer lengkap dapat diperoleh dengan Persamaan (2) [11].

$$BC = 0,04192 \rho h \quad (1)$$

$$CBA = FAA - BC + TC \quad (2)$$

BC merupakan koreksi Bouguer (mGal), ρ merupakan densitas batuan (g/cm³), h merupakan ketinggian topografi (m), CBA merupakan anomali Bouguer lengkap (mGal), FAA merupakan anomali udara bebas (mGal), dan TC merupakan koreksi *terrain* (mGal).

Anomali Bouguer lengkap dipengaruhi oleh anomali regional dan residual sekaligus, sehingga perlu dilakukan pemisahan kedua anomali tersebut [12-13]. Pemisahan ini dilakukan menggunakan metode kontinuitas ke atas (*upward continuation*) dengan ketinggian 1.000 - 10.000 m. Pemodelan 2D bawah permukaan dihasilkan dari sayatan melintang (*slicing*) pada peta anomali regional. Penerapan *slicing* ini bertujuan untuk mengidentifikasi distribusi nilai anomali densitas batuan secara detail di sepanjang lintasan yang telah ditetapkan. Dengan demikian, interpretasi dari proses ini akan menghasilkan gambaran kondisi geologi bawah permukaan, meliputi delineasi sebaran formasi batuan berdasarkan kontras densitas dan identifikasi potensi keberadaan sesar.

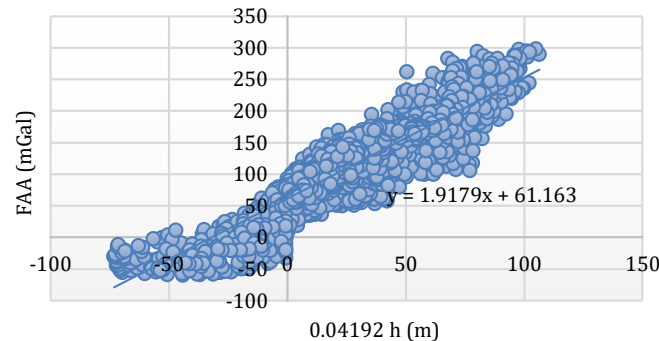
Setelah itu dilakukan *plotting* data sebaran 48 hiposenter gempa bumi yang terjadi di wilayah Mamuju pada periode 2011 - 2021 dan data momen tensor pada peta anomali regional, yang memungkinkan untuk analisis mekanisme fokus gempa. Penentuan mekanisme fokus gempa bumi dilakukan dengan interpretasi *beachball* dari data momen tensor yang telah diunduh. *Beachball* ini menyediakan informasi tentang *strike*, *dip*, dan *rake*, sehingga karakteristik sesar berupa jenis dan orientasinya dapat diidentifikasi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Densitas rata-rata batuan

Penentuan densitas rata-rata batuan dilakukan menggunakan metode Parasnis. Metode ini memanfaatkan hubungan linier antara anomali udara bebas dan ketinggian topografi, sehingga gradien garis regresi yang diperoleh merupakan nilai densitas rata-rata batuan setelah dikalikan dengan konstanta $0,04192$ [11]. Berdasarkan grafik regresi linier, dihasilkan gradien garis sebesar $1,9179$ g/cm³, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Densitas rata-rata ini umumnya berada dalam rentang densitas batuan sedimen, yang mencerminkan karakteristik lapisan batuan di lokasi penelitian. Dengan diperolehnya densitas ini, koreksi Bouguer dapat dilakukan untuk menghilangkan pengaruh massa batuan yang berada di antara permukaan

topografi dan bidang datum, sehingga diperoleh anomali Bouguer lengkap. Anomali ini selanjutnya menjadi acuan dalam pemisahan anomali regional dan residual [9-10]. Pemisahan anomali Bouguer lengkap dari pengaruh anomali residual yang berskala lokal akan menghasilkan anomali regional yang mencerminkan variasi densitas batuan dalam skala besar atau struktur geologi yang lebih dalam [12].



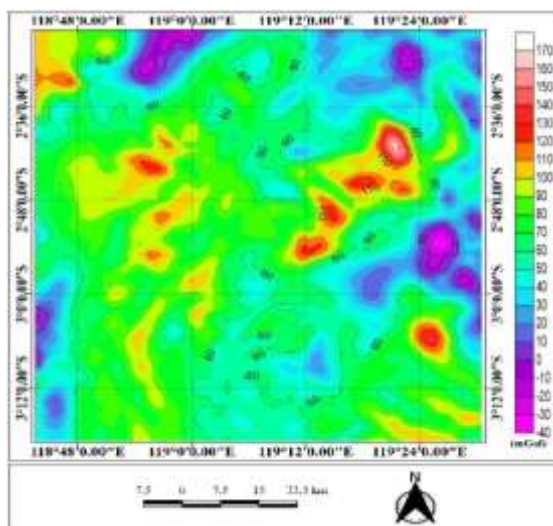
Gambar 2. Densitas rata-rata batuan.

3.2 Anomali Bouguer lengkap

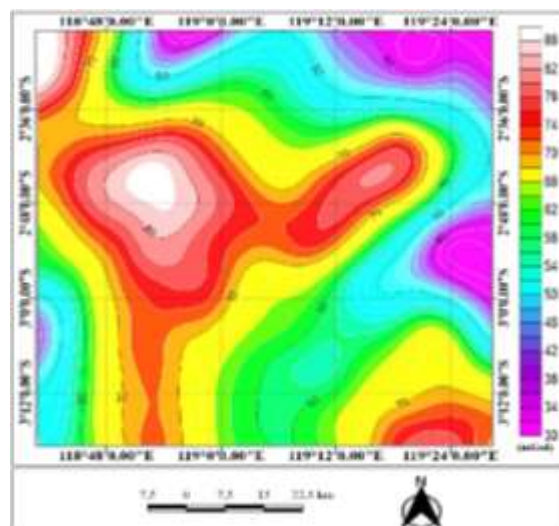
Berdasarkan beberapa tahapan koreksi yang telah dilakukan, seperti koreksi *terrain* dan koreksi Bouguer, maka diperoleh kontur anomali Bouguer lengkap dengan rentang nilai -40 – 170 mGal, yang ditunjukkan pada Gambar 3. Anomali ini diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu anomali rendah dengan rentang nilai -40 – 40 mGal, anomali sedang dengan rentang nilai 40-100 mGal, dan anomali tinggi dengan rentang nilai 100-170 mGal. Pola sebaran anomali sedang lebih dominan dibandingkan dengan pola anomali rendah dan tinggi.

3.3 Anomali regional

Anomali regional diperoleh dari anomali Bouguer lengkap, yaitu dengan memisahkan anomali regional dan residual menggunakan metode kontinuitas ke atas hingga ketinggian 7.000 m. Pada ketinggian ini, pola kontur anomali menjadi stabil, sehingga menghasilkan anomali regional seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 [14]. Langkah ini diperlukan karena kedua anomali tersebut saling berinteraksi, sehingga menghasilkan anomali yang saling tumpang tindih [15]. Anomali regional dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu anomali rendah dengan rentang nilai 30-50 mGal, anomali sedang dengan rentang 50-70 mGal, dan anomali tinggi dengan rentang 70-86 mGal. Sebaran anomali ini sangat berhubungan dengan densitas batuan bawah permukaan. Anomali rendah dapat diinterpretasi sebagai batuan berdensitas rendah, sedangkan anomali tinggi diinterpretasi sebagai batuan berdensitas tinggi.



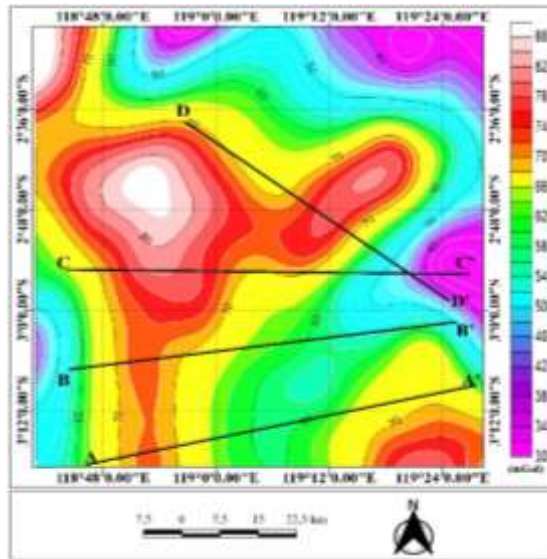
Gambar 3. Peta anomali Bouguer lengkap.



Gambar 4. Peta anomali regional.

3.4 Pemodelan bawah permukaan

Langkah awal sebelum dilakukan pemodelan adalah membuat empat buah *slicing* atau irisan melintang pada peta anomali regional, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Tujuan dilakukan *slicing* adalah untuk mengidentifikasi sebaran densitas batuan secara detail di sepanjang lintasan yang telah ditentukan, sehingga dapat dimodelkan lapisan batuan dan struktur geologi bawah permukaan [16].

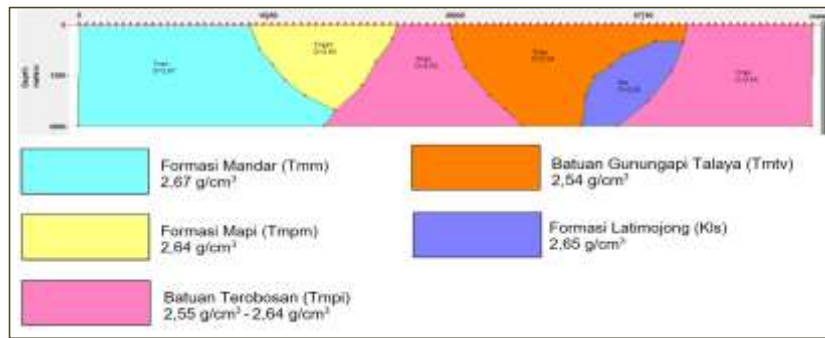


Gambar 5. Sayatan pada peta anomali regional.

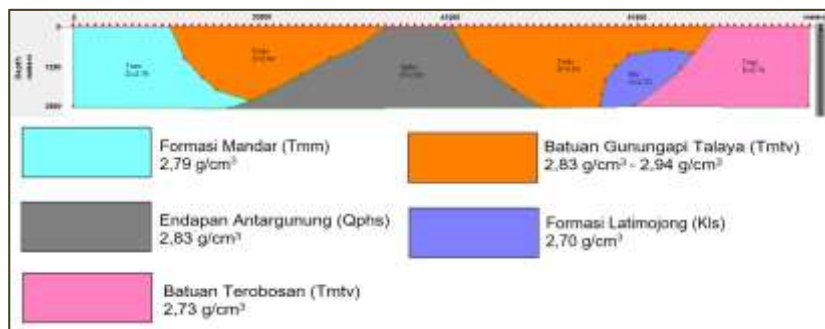
Gambar 6 merupakan hasil pemodelan 2D lapisan batuan dan struktur geologi bawah permukaan. Lintasan AA' dan BB' tidak teridentifikasi keberadaan struktur sesar. Gambar 6a menunjukkan pemodelan 2D pada lintasan AA' dengan panjang 77.000 m. Densitas batuan bawah permukaan pada lintasan AA' yaitu 2,54-2,67 g/cm³. Berdasarkan hasil pemodelan 2D, lintasan ini diinterpretasi memiliki lima formasi batuan, yaitu Formasi Mandar (Tmm), Formasi Mapi (Tmpm), Batuan Terobosan (Tmpi), Formasi Gunungapi Talaya (Tmtv), dan Formasi Latimojong (Kls). Gambar 6b menunjukkan pemodelan 2D lintasan BB' dengan kedalaman 2.500 m dan panjang lintasan 80.300 m. Densitas batuan pada lintasan BB' yaitu 2,7-2,94 g/cm³, yang diinterpretasi memiliki lima formasi batuan, yaitu Formasi Mandar (Tmm), Formasi Endapan Antargunung (Qphs), Batuan Terobosan (Tmpi), Formasi Gunung Talaya (Tmtv), dan Formasi Latimojong.

Lintasan CC' dan DD' teridentifikasi keberadaan struktur sesar. Gambar 6c menunjukkan pemodelan 2D lintasan CC' dengan kedalaman 2.500 m dan panjang lintasan 63.500 m. Densitas batuan pada lintasan CC' yaitu 1,67-2,25 g/cm³, yang diinterpretasi memiliki tiga formasi batuan, yaitu Formasi Gunungapi Talaya (Tmtv), Formasi Latimojong (Kls), dan Batuan Terobosan (Tmpi). Pada lintasan CC' teridentifikasi adanya struktur sesar pada jarak 44.985 m. Gambar 6d menunjukkan pemodelan 2D lintasan DD' dengan kedalaman 2.500 m dan panjang lintasan 72.000 m. Densitas batuan pada lintasan DD' yaitu 2,53-2,75 g/cm³, yang interpretasi memiliki enam formasi batuan, yaitu Formasi Mamuju (Tmm), Anggota Tapalang (Tmmt), Batuan Gunungapi Adang (Tma), Batuan Gunungapi Talaya (Tmtv), Batuan Terobosan (Tmpi), dan Formasi Latimojong (Kls). Indikasi batuan lainnya dijelaskan pada Tabel 4. Pada lintasan DD' teridentifikasi struktur sesar yang terletak pada jarak 27.525 m.

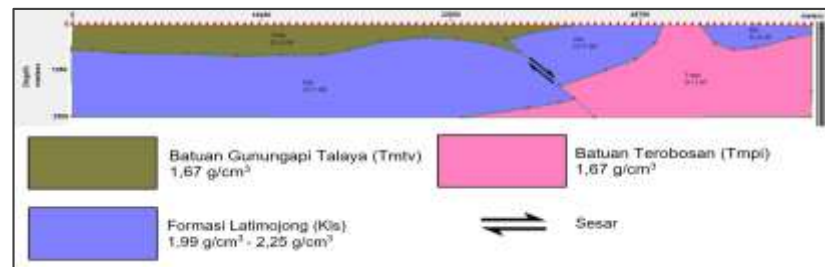
Berdasarkan pemodelan 2D, secara umum terdapat tiga formasi batuan yang mendominasi keempat lintasan, yaitu Batuan Gunungapi Talaya (Tmtv), Formasi Latimojong (Kls) dan Batuan Terobosan (Tmpi). Batuan Gunungapi Talaya yang terdiri dari breksi gunung api, tuf, dan batu pasir [17-18]. Formasi Latimojong (Kls) terdiri dari serpih, filit, rijang, marmer kuarsit, dan breksi, sedangkan Batuan Terobosan (Tmpi) terdiri dari granit, sienit, monzorit kuarsa, dan riolit.



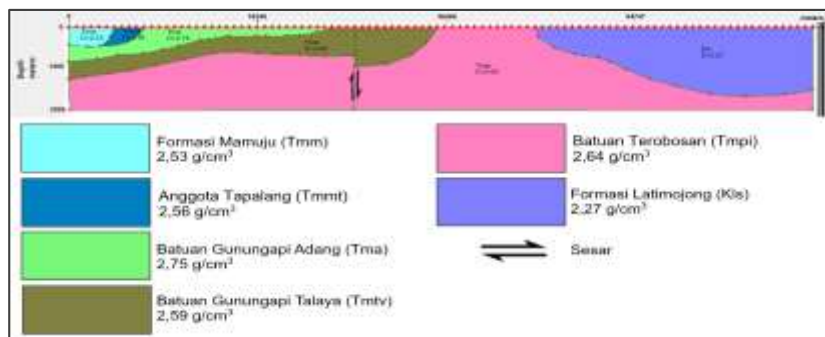
(a)



(b)



(c)



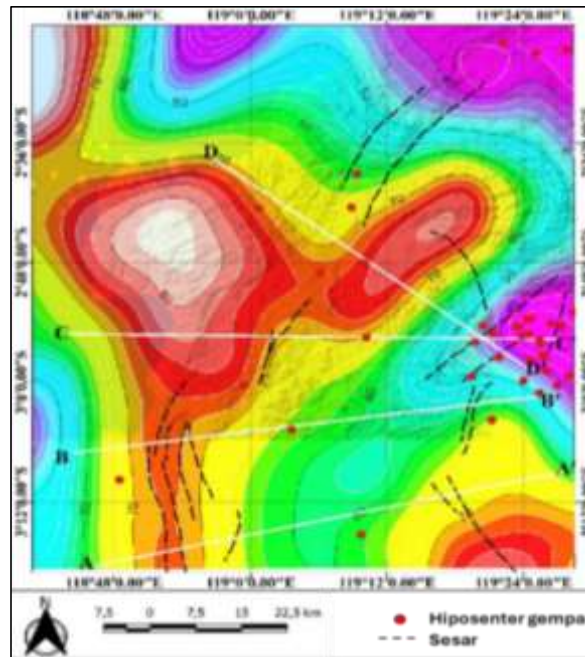
(d)

Gambar 6. Hasil pemodelan 2D lapisan batuan dan struktur geologi bawah permukaan; (a) lintasan AA', (b) lintasan BB', (c) lintasan CC', dan (d) lintasan DD'.

3.5 Karakteristik sesar aktif

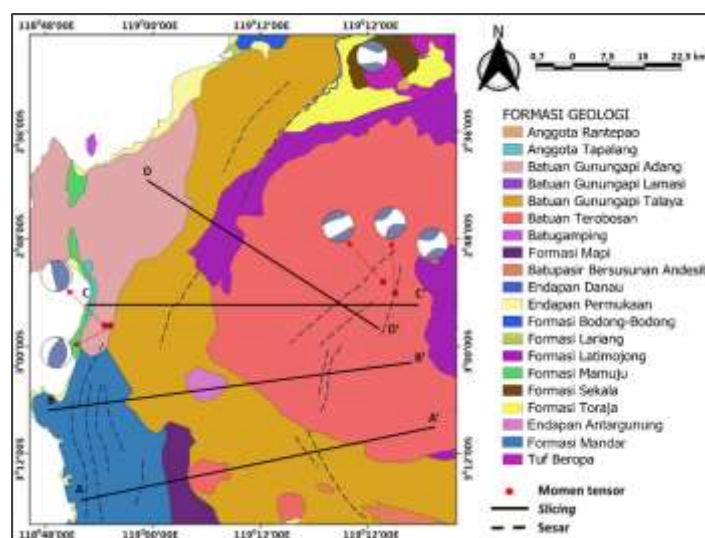
Pada hiposenter gempa, energi yang terakumulasi dilepaskan dan merambat ke segala arah dalam bentuk gelombang seismik. Analisis proses pelepasan energi dari sumber gempa ini dikenal dengan istilah mekanisme fokus. Mekanisme fokus menggambarkan jenis deformasi atau sesar batuan yang terjadi di lokasi hiposenter, termasuk arah dan jenis pergerakan relatif antara blok-blok batuan yang terlibat dalam

sesar tersebut [19]. Gambar 7 memperlihatkan 48 titik hiposenter gempa yang tersebar selama periode 2011-2021. Pengumpulan data hingga tahun 2021 dilakukan karena adanya peristiwa gempa besar yang terjadi di Mamuju pada tanggal 15 Januari 2021.



Gambar 7. Sebaran hiposenter gempa dan garis sesar di sekitar lintasan penelitian.

Gambar 8 merupakan distribusi *beachball* di beberapa titik yang menunjukkan orientasi momen tensor, dan merupakan representasi dari sumber gempa atau deformasi tektonik. Hal ini memberikan informasi tentang gaya dan arah pergerakan kerak bumi pada titik tersebut [20]. Berdasarkan mekanisme fokus gempa yang direpresentasikan oleh pola *beachball*, diidentifikasi beberapa jenis sesar, yaitu sesar naik (*thrust fault*), sesar geser (*strike-slip fault*), maupun sesar normal (*normal fault*). Terdapat pola enam *beachball* yang terbentuk selama periode 2011-2021, yang terdiri dari dua sesar naik, tiga sesar geser, dan satu sesar normal. Pola *beachball* ini juga menyediakan informasi mengenai arah orientasi sesar, termasuk *strike*, *dip*, dan *rake*, yang disajikan pada Tabel 1.



Gambar 8. Pola *beachball* dan sebaran sesar di sekitar lintasan penelitian pada peta geologi [17-18].

Keberadaan *beachball* yang berada di sekitar lintasan CC' diketahui jenis sesarnya adalah sesar naik. Orientasi sesar ini relatif berarah selatan-utara dengan kemiringan 16° dan pergeseran lapisan batuan

relatif ke arah utara. Sesar ini diduga merupakan sesar baru, karena adanya sesar aktif yang tercatat di peta geologi di antara *beachball* yang diduga aktif bergerak dan melepaskan energi tektonik yang menyebabkan elastisitas batuan berkurang, sehingga membentuk sesar baru. *Beachball* kedua merupakan sesar naik dan memiliki orientasi sesar berarah selatan-utara dengan kemiringan 34° dan pergeseran lapisan batuan ke arah timur laut. *Beachball* ini berhimpitan dengan *beachball* sebelumnya, yang juga diduga sebagai sesar baru. *Beachball* ketiga berada di dekat lintasan CC' merupakan sesar geser dan memiliki orientasi sesar berarah timur-barat dengan kemiringan 87° dan pergeseran lapisan batuan relatif ke arah timur. *Beachball* ini dihipit oleh dua sesar aktif, dan diduga sebagai sesar baru. *Beachball* keempat merupakan sesar naik dan memiliki orientasi sesar berarah barat daya-timur laut dengan kemiringan 49° dan pergeseran lapisan batuan berarah barat. *Beachball* ini berada tepat di sesar aktif yang tercatat di peta geologi pada lintasan CC', dan bisa diasumsikan bahwa sesar ini adalah sesar yang aktif bergerak. *Beachball* kelima merupakan sesar geser dan memiliki orientasi sesar berarah barat laut-tenggara dengan kemiringan 89° dan pergeseran lapisan batuan relatif ke arah timur. Posisi sesar ini jauh dari lintasan penelitian dan berada di dekat sesar aktif pada peta geologi, dan diduga sebagai sesar baru. *Beachball* keenam merupakan sesar geser dan memiliki orientasi sesar berarah tenggara-barat laut dengan kemiringan 49° dan pergeseran lapisan batuan relatif ke arah barat. Karena posisinya yang jauh dari lintasan penelitian namun dekat dengan sesar aktif pada peta geologi, sesar ini diduga merupakan sesar baru yang sebelumnya tidak teridentifikasi.

Tabel 1. Pola *beachball* dan informasi sesar, *strike*, *dip*, dan *rake*.

Pola <i>Beachball</i>	Jenis Sesar	Kedalaman (km)	Magnitudo (Mw)	<i>Strike</i>	<i>Dip</i>	<i>Rake</i>
	Naik	27	6,2	351°	16°	94°
	Naik	18	5,6	357°	34°	65°
	Geser	10	4,9	282°	87°	10°
	Normal	10	5,2	45°	49°	-172°
	Geser	10	5,1	115°	89°	5°
	Geser	10	5,9	313°	68°	-31°

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran anomali regional sebesar 30-86 mGal. Pemodelan 2D berdasarkan empat lintasan menunjukkan lapisan bawah permukaan terdiri dari sembilan formasi batuan, yaitu Formasi Mandar, Formasi Mapi, Batuan Terobosan, Formasi Gunungapi Talaya, Formasi Latimojong, Endapan Antargunung, Formasi Mamuju, Anggota Tapalang, dan Batuan Gunungapi Adang. Berdasarkan mekanisme fokus gempa yang direpresentasikan secara visual dalam bentuk *beachball*, teridentifikasi enam sesar aktif, yaitu dua sesar naik (*thrust fault*), tiga sesar geser (*strike-slip fault*), dan satu sesar normal (*normal fault*). Penelitian selanjutnya disarankan memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai acuan dalam memetakan dan memodelkan risiko gempa di Sulawesi Barat.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada kepala laboratorium Geofisika dan Sistem Informasi Geografis, Universitas Tanjungpura yang memfasilitasi penelitian ini.

Pustaka

- [1] Thamsi A B, Jafar N, and Fauzie A 2021 Analisis Pengaruh Morfologi Pada Pembentukan Nikel Laterit PT Prima Sentosa Alam Lestari Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah *Jurnal Geosapta* **7** 75-78.
- [2] Zaidani M A, Priadi B, Sucipta I G B E, Susanto V, and Saepuloh A 2023 Petrogenesis of Adang and Talaya Volcanic Rocks, in the Mamuju Area and its Surrounding, West Sulawesi *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **1245** 1–12.
- [3] Indrastomo F D, Sukadana I G, and Suharji 2017 Identifikasi Pola Struktur Geologi Sebagai Pengontrol Sebaran Mineral Radioaktif Berdasarkan Kelurusan pada Citra Landsat-8 di Mamuju , Sulawesi Barat Identification of Geological Structure Pattern as Radioactive Minerals Distribution Control Based on Lan *Eksplorium* **38** 71–80.
- [4] Ardzilla Z D N, Kurniadin N, Prasetya F V A S, Wumu R, Arifin D, and Suryalfihra S I 2023 Detection of the Post-Earthquake Damage in Mamuju Regency in January 2021 Using Sentinel-1 Satellite Imagery *Buletin Poltanesa* **24** 100–108.
- [5] Supendi P, Ramdhan M, Priyobudi, Sianipar D, Wibowo A, Gunawan M T, Rohadi S, Riama N F, Daryono, Prayitno B S, Murjaya J, Karnawati D, Meilano I, Rawlinson N, Widiyantoro S, Nugraha A D, Marliyani G I, Palgunadi K H, and Elsera E M 2021 Foreshock–Aainshock–Aftershock Sequence Analysis of the 14 January 2021 (Mw 6.2) Mamuju–Majene (West Sulawesi, Indonesia) *Earthquake, Earth, Planets and Space* **73** 1–10.
- [6] Muhardi, Nasharuddin, and Prastika Y 2023 Identification of The Subsurface Structure Using Gravity Method in Kasihan Village, Pacitan Regency *AIP Conference Proceedings* **2480**.
- [7] Zulkifli R, Muhardi, and Perdhana R 2024 Analisis Struktur Geologi Bawah Permukaan di Kabupaten Sleman Berdasarkan Anomali Data Gravitasi *Jurnal Geofisika Eksplorasi* **10** 162–172.
- [8] Truttmann S, Diehl T, and Herwegh M 2023 Hypocenter-Based 3D Imaging of Active Faults Method and Applications in the Southwestern Swiss Alps *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* **128** 1–23.
- [9] Pirdaus R M, Muhardi, and Perdhana R 2025 Pemodelan 2D Struktur Geologi Bawah Permukaan Daerah Lumbang Rarat, Tapanuli Utara, Berdasarkan Data Gravitasi GGMPlus 2013 *Jurnal Geosains dan Teknologi* **8** 16–23.
- [10] Liana Y R, Wea T M M, Syarifah W, Supriyadi S, and Khumaedi K 2020 Analisis Anomali Bouguer Data Gaya Berat Studi Kasus di Kota Lama Semarang *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, **4** 63–68
- [11] Milsom J 2003 *Field Geophysics* John Wiley & Sons.
- [12] Listiawati, Muhardi, and Perdhana R 2025 Pemodelan Struktur Geologi Bawah Permukaan Pulau Buru Berdasarkan Data Anomali Gaya Berat *Jurnal Geosains dan Remote Sensing* **6** 35–42.
- [13] Sitompul A H and Julius A M 2022 Pengolahan Anomali Gaya Berat Guna Interpretasi Sesar Cimandiri Demi Perencanaan Pengurangan Risiko Bencana *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika* **2** 131–137.
- [14] Regita E, Arman Y, and Zulfian 2022 Interpretasi Kualitatif Sebaran Batuan di Kabupaten Belu dan Sekitarnya Berdasarkan Data Anomali Magnetik *Prisma Fisika* **10** 151-154.
- [15] Jarut D, Sukarasa I K, and Paramarta I B 2021 Pemodelan 3D Struktur Bawah Permukaan Gunung Anak Ranakah dan Sekitarnya Menggunakan Metode Gravitasi *Buletin Fisika* **23** 68-77.
- [16] Harsita S, Muhardi, and Perdhana R 2024 Analisis Sebaran Anomali Gravitasi untuk Observasi Struktur Geologi Zona Mineralisasi di Daerah Ciarinem dan Sekitarnya, *Journal Online of Physics*, **9** 18–25.
- [17] Djuri, Sudjatkiko, Bachri S, and Sukido 1998 Peta Geologi Lembar Majene Bagian Barat Lembar Palopo, Sulawesi *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*.
- [18] Ratman N and Atmawinata S 1993 Peta Geologi Lembar Mamuju, Sulawesi *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*.
- [19] Sianipar D S J and Serhalawan Y R 2017 Pemodelan Mekanisme Sumber Gempa Bumi Ransiki 2012 Berkekuatan Mw 6,7 *Jurnal Sains dan Teknologi* **6** 148–157.
- [20] Tape W and Tape C 2021 Elastic Symmetry with *Beachball* Pictures, *Geophysical Journal International*, **227** 970–1003.