

# Identifikasi Jenis Batuan Panas Bumi Di Desa Angseri Dan Sekitarnya Dengan Metode Gravitasi

I Ketut Sukarasa<sup>1\*</sup>, Ida Bagus Alit Paramarta<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Department Fisika, FMIPA, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia

Received: 08 September 2023

Revised: 27 December 2023

Accepted: 30 December 2023

Corresponding Author:

I Ketut Sukarasa

[sukarasafisika@gmail.com](mailto:sukarasafisika@gmail.com)

© 2023 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v7i3.21444>

**Abstract:** The research has been done on 2D model of the subsurface structure of the hot springs in Angseri Village and its surroundings using the gravity method. The purposes of the research is to determine the distribution of gravity anomaly values, density values and subsurface rock structures. The results showed that the value of Bouguer anomaly was between 10-137 mGal, the regional anomaly was between 42-105 mGal, and the residual anomaly was between (-32)-(-35) mGal. The modeling results showed that the subsurface structure of the study area was composed of lava rock (1.1-1.73 gr/cm<sup>3</sup>), tuff (1.61-2.52 gr/cm<sup>3</sup>), tuff breccia (2.51-2,79 gr/cm<sup>3</sup>), lava (2.8-2.89 gr/cm<sup>3</sup>) and volcanic breccia (2.9-3.2 gr/cm<sup>3</sup>), where volcanic breccia rocks as permeable rocks and tuff breccia rocks as cover rocks.

**Keywords:** Angseri village; bourger anomaly; gravity method; density.

## Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik dunia, yakni Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Pertemuan tiga lempeng ini berdampak terhadap berbagai fenomena geologis seperti gempa bumi, erupsi vulkanik dan pembentukan gunung. Tumbukan yang terjadi antar lempeng tektonik menghasilkan deretan gunung api dan sumber energi panas bumi pada zona batas antar lempeng. Tumbukan antara lempeng Indo-Australia di sebelah selatan dan lempeng Eurasia di sebelah utara menghasilkan zona penunjaman (subduksi) pada kedalaman 160-210 km di bawah pulau Jawa sampai Nusa Tenggara (Rocks et al., 1982).

Pertambahan jumlah penduduk berdampak pada peningkatan kebutuhan energi. Selama ini sumber energi yang digunakan di Indonesia lebih banyak berasal dari energi fosil yang cadangannya semakin menipis dan juga berdampak pada

pencemaran. Indonesia mempunyai banyak sumber energi terbarukan yang pemanfaatannya belum maksimal, salah satunya adalah energi panas bumi.

Energi panas bumi yang tersimpan dapat dimanfaatkan pada berbagai bidang, baik pemanfaatan secara langsung maupun untuk pembangkit listrik. Pemanfaatan langsung fluida panas bumi untuk sektor nonlistrik, antara lain untuk pemanas ruangan (space/district heating), pemanas rumah kaca (Green House heating), pemanasan tanah pertanian (soil heating), pengeringan hasil pertanian, peternakan dan perikanan. Hingga saat ini di Indonesia pemanfaatan langsung energi panas bumi masih sangat terbatas yaitu pada sector wisata dan kolam renang.

Pulau Bali merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki potensi panas bumi, seperti di Desa Angseri, Penatahan, Belulang, Batur, Banjar dan Bedugul. Mata air panas yang ada di Kabupaten Tabanan antara lain Air Panas Angseri, Belulang dan

## How to Cite:

Sukarasa, I. K., & Paramarta, I. B. A. (2023). Identifikasi Jenis Batuan Panas Bumi Di Desa Angseri Dan Sekitarnya Dengan Metode Gravitasi. *Kappa Journal*, 7(3), 518-523. <https://doi.org/10.29408/kpj.v7i3.21444>

Penataan. Sumber energi ini belum dimanfaatkan maksimal, baru terbatas untuk wisata dan pemandian. Untuk mengetahui prospek pemanfaatan energy panas bumi ini, perlu dilakukan penelitian yang berkaitan dengan kondisi geologi, geofisika dan geokimia. Tahap awal yang dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi adalah dengan mengidentifikasi jenis batuan di area panas bumi tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode gravitasi. Metode gravitasi merupakan salah satu metode geofisika yang dapat menggambarkan bentuk stuktur bawah permukaan berdasarkan variasi medan gravitasi bumi yang ditimbulkan oleh perbedaan densitas batuan (Sukarasa, dkk., 2021). Pada metode gravitasi ini memanfaatkan perbedaan nilai percepatan gravitasi pada titik-titik pengukuran di lokasi pengambilan data.

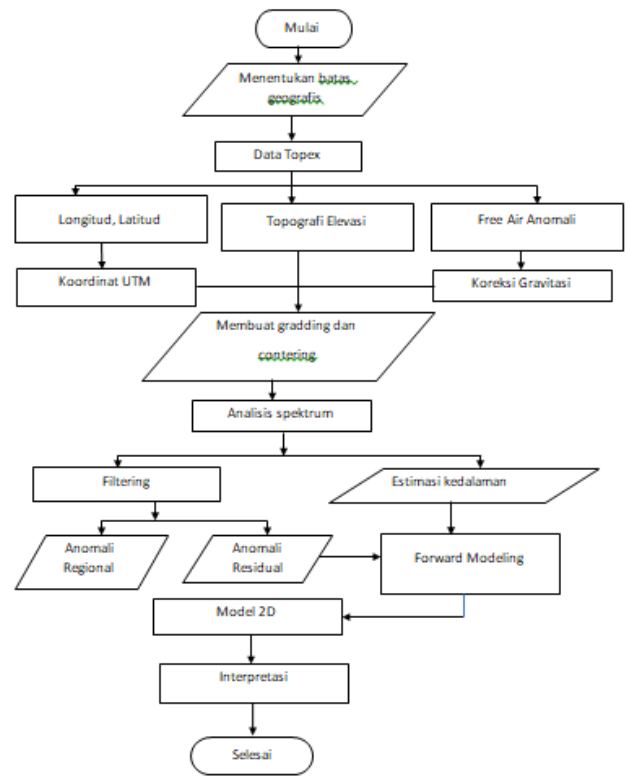
Data yang digunakan yaitu data anomali gravitasi yang diperoleh dari satelit yang telah terkoreksi hingga koreksi udara bebas yang selanjutnya akan dikoreksi bouguer dan koreksi medan untuk mendapatkan nilai anomali bouguer lengkap. Hasil penelitian ini digambarkan dalam bentuk dua dimensi (2D) berupa struktur bawah permukaan yang membentuk sistem panas bumi berdasarkan nilai densitas batuan daerah setempat. Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai densitas dan jenis batuan bawah permukaan di daerah panas bumi di Desa Angseri dan sekitarnya di Kabupaten Tabanan.

**Metode**

Penelitian ini dilakukan di Desa Angseri dan Sekitarnya dengan batas geografis berada pada koordinat 114°56'12,95"-114°57'18,71" BT dan 8°11'48,93"-8°29'0,40" LS. Untuk memperoleh data dalam penelitian ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Menentukan batas-batas letak geografis daerah penelitian.
- 2) Mengakses website [http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi) untuk memperoleh data gravitasi dan topografi daerah penelitian.
- 3) Memasukkan batas-batas geografis daerah penelitian yang telah diperoleh pada langkah 1 yang mana dalam penelitian ini berada pada koordinat 114°56'12,95"-114°57'18,71" BT dan 8°11'48,93"-8°29'0,40" LS.
- 4) Setelah memasukan batas geografis selanjutnya melakukan pengambilan data topografi dan data gravitasi.

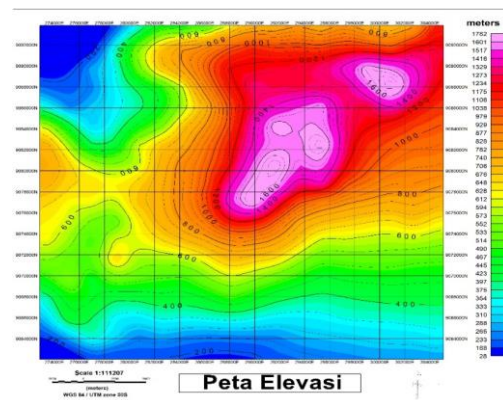
Adapun diagram alir rancangan penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Penelitian

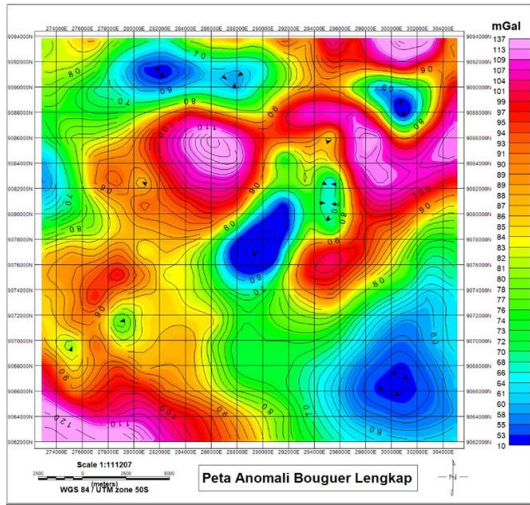
**Hasil dan Pembahasan**

Data gravitasi pada penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari website topex lengkap dengan data topografi dengan data posisi geografis titik ukur permukaan bumi. Setelah memperoleh data selanjutnya dilakukan konversi koordinat geografis ke koordinat UTM dengan zona UTM 50S menggunakan software surfer, sedangkan untuk data FAA dilakukan koreksi bouguer dan koreksi medan, sehingga diperoleh data CBA. Dengan menggunakan software Oasis Montaj untuk dilakukan gridding dan dilakukan pemodelan 2D diperoleh peta elevasi seperti gambar 2 berikut.



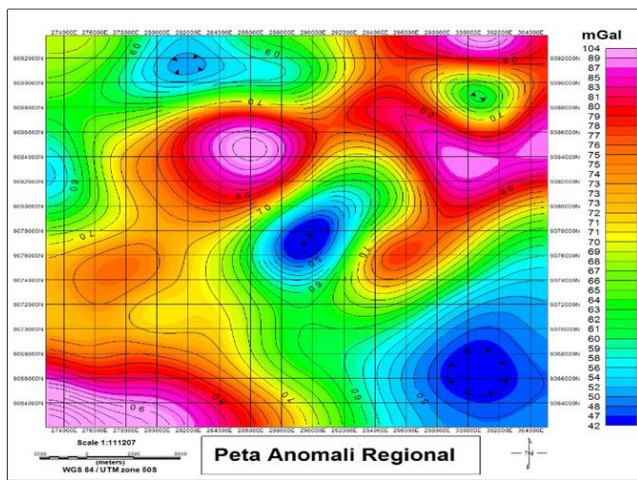
Gambar 2. Peta elevasi

Data hasil anomali bouguer lengkap (CBA) adalah seperti gambar 3 di bawah ini.

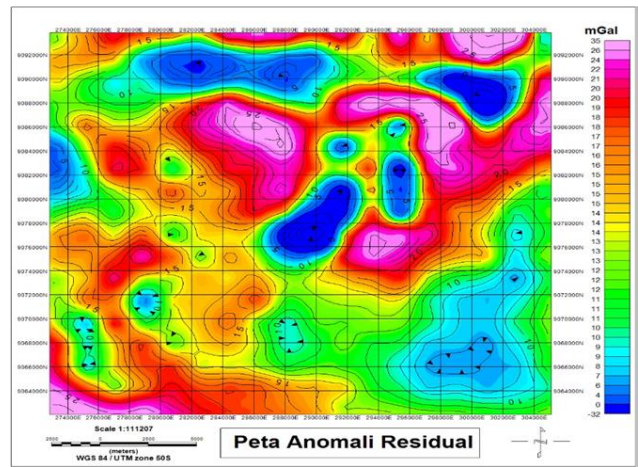


Gambar 3. Peta Anomali Bourger Lengkap

Selanjutnya melakukan pemisahan anomali regional dan residual dengan menggunakan filter *moving average* 5x5 dengan lebar jendela sama dengan 6. Hasil dari *filtering* ini berupa anomali regional sedangkan untuk anomali residual diperoleh dengan mengurangkan CBA dengan anomali regional. Peta anomali regional dan residual seperti gambar 4 dan 5 berikut.

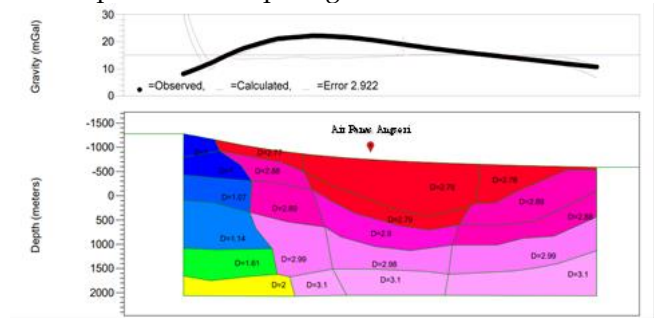


Gambar 4. Peta anomaly regional



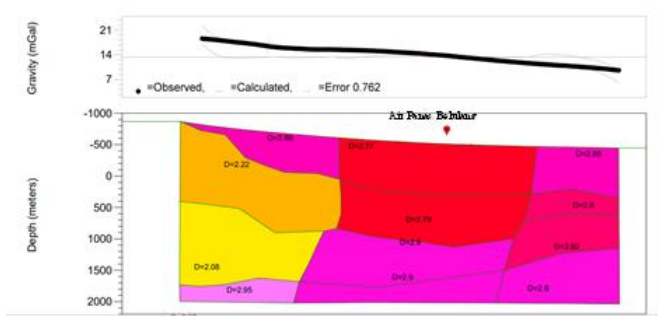
Gambar 5. Peta anomaly residual

Setelah melakukan pemisahan anomali, selanjutnya dilakukan slice pada peta anomali residual untuk memperoleh model 2D struktur bawah permukaan. Slice dilakukan pada daerah yang terdapat manifestasi panas bumi berupa air panas yaitu Air Panas Angseri, Air Panas Belulang dan Air Panas Penatahan. Pemodelan dilakukan menggunakan metode *forward modelling* menggunakan software oasis montaj, sehingga diperoleh daerah lintasan slice pada peta anomali residual. Pemodelan slice A1 memiliki arah dari utara ke selatan dengan memotong daerah air panas Angseri yang merupakan sebagai manifestasi panas bumi sehingga diperoleh model 2D struktur bawah permukaan seperti gambar 6 di bawah ini.



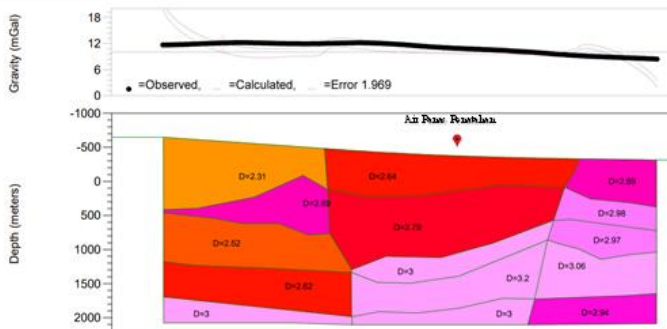
Gambar 6. Model 2D Struktur Bawah Permukaan Air Panas Angseri

Pemodelan lintasan slice B1 memiliki arah dari utara ke selatan dengan memotong daerah Air Panas Belulang yang merupakan sebagai manifestasi panas bumi, sesuai gambar 7 berikut.



Gambar 7. Model 2D Struktur Bawah Permukaan Air Panas Belulang

Pemodelan selanjutnya dengan lintasan slice C1 memiliki arah dari utara ke selatan dengan memotong daerah Air Panas Penatahan yang merupakan manifestasi panas bumi dengan hasil sebagai berikut.



Gambar 8. Model 2D Struktur Bawah Permukaan Air Panas Penatahan

Dari peta anomali bouguer lengkap (Gambar 4.3) dapat dilihat nilai anomali daerah penelitian memiliki rentang antara 10-137 mGal. Nilai anomali tersebut merupakan respon dari variasi densitas batuan yang ada pada daerah penelitian. Dalam hal ini rentang nilai anomali dibedakan menjadi 3 bagian yaitu anomali rendah, anomali sedang dan anomali tinggi. Anomali rendah diperlihatkan dengan interval warna antara warna biru tua hingga biru muda dengan rentang nilai anomali antara 10-69 mGal yang mendominasi pada bagian tengah, tenggara dan barat laut daerah penelitian, anomali sedang dengan interval warna antara hijau hingga kuning dengan rentang nilai anomali antara 70-86 mGal yang mendominasi pada bagian barat, utara dan selatan daerah penelitian serta anomali tinggi yang diperlihatkan dengan interval warna kuning kemerahan sampai warna ungu dengan nilai rentang anomali antara 87-137 mGal yang mendominasi pada bagian utara, timur laut dan sebagian di barat daya daerah penelitian. Nilai anomali bouguer lengkap merupakan anomali gravitasi yang menunjukkan pola persebaran densitas batuan bawah permukaan dan juga hasil dari superposisi antara

anomali regional dan residual yang diakibatkan karena adanya pengaruh massa yang terdapat didaerah sekitar bawah permukaan daerah pengukurannya. Oleh karena itu dilakukan pemisahan anomali regional dan residual menggunakan metode *moving average* menggunakan *software* Oasis Montaj. Dari pemisahan tersebut diperoleh anomali regional seperti yang diperlihatkan Gambar 4.5.

Dari Gambar 4.5 dapat dilihat nilai anomali regional daerah penelitian memiliki rentang antara 42-104 mGal. Dalam hal ini rentang nilai anomali regional juga dibedakan menjadi 3 bagian yaitu anomali rendah, anomali sedang dan anomali tinggi. Anomali rendah diperlihatkan dengan interval warna antara warna biru tua hingga biru muda dengan rentang nilai anomali antara 42-60 mGal yang mendominasi pada bagian tengah, tenggara daerah penelitian, anomali sedang dengan interval warna antara hijau hingga kuning dengan rentang nilai anomali antara 61-72 mGal yang mendominasi pada bagian barat, utara dan selatan daerah penelitian serta anomali tinggi yang diperlihatkan dengan interval warna kuning kemerahan sampai warna ungu dengan nilai rentang anomali antara 73-104 mGal yang mendominasi pada bagian utara, timur laut dan sebagian di barat daya daerah penelitian.

Dari hasil pengurangan nilai anomali Bouguer lengkap dengan anomali regional diperoleh anomali residual seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.6. Dari gambar tersebut dapat dilihat rentang nilai anomali residual daerah penelitian antara (-32)-35 mGal. Anomali rendah diperlihatkan dengan interval warna antara warna biru tua hingga biru muda dengan rentang nilai anomali antara -32-10 mGal, anomali sedang dengan interval warna antara hijau hingga kuning dengan rentang nilai anomali antara 11-14 mGal serta anomali tinggi yang diperlihatkan dengan interval warna kuning kemerahan sampai warna ungu dengan nilai rentang anomali antara 15-35 mGal.

Pada pemodelan lintasan A1 (Gambar 4.8) struktur bawah permukaan daerah Air Panas Angseri terdiri dari beberapa rentang nilai densitas batuan yaitu antara 1,11-3,1 gr/cm<sup>3</sup>. Densitas 1,11-1,14 gr/cm<sup>3</sup> diduga sebagai batuan lahar, densitas 1,61-2 gr/cm<sup>3</sup> sebagai batuan tuf, densitas antara 2,76-2,79 gr/cm<sup>3</sup> sebagai batuan breksi Tuf, densitas 2,88-2,89 gr/cm<sup>3</sup> diduga sebagai batuan lava dan densitas 2,9-3,1 gr/cm<sup>3</sup> sebagai batuan breksi vulkanik. Batuan ini diduga sebagai batuan sarang sebagai tempat berkumpulnya fluida (air meteorik) yang telah terpanaskan oleh batuan pemanas atau sebagai reservoir karena secara fisik batuan breksi vulkanik mempunyai sifat kesarangan yang baik. Selanjutnya batuan breksi tuf diduga sebagai batuan penutup (*cap rock*) karena sifat impermeable yang baik. Hal ini sesuai dengan peta

geologi setempat yang mana didominasi oleh batuan Gunungapi Batukau (Qvb) dimana jenis batumannya adalah breksi vulkanik, lava dan tuf, batuan Gunungapi kelompok Lesong, Pohen, Sengayang (Qvlps) dimana jenis batumannya adalah lahar, breksi, lava dan tuf serta batuan Gunungapi kelompok Buyan dan Bratan Purba (Qvbb) yang jenis batumannya adalah tufa dan lahar.

Pada pemodelan lintasan B1 (Gambar 4.9) struktur batuan bawah permukaan daerah Air Panas Belulang memiliki rentang nilai densitas batuan antara 2,08-2,95 gr/cm<sup>3</sup>. Densitas 2,03-2,22 gr/cm<sup>3</sup> diduga sebagai batuan tuf, densitas 2,77-2,79 gr/cm<sup>3</sup> sebagai batuan breksi Tuf, densitas 2,8-2,89 gr/cm<sup>3</sup> sebagai batuan lava dan densitas 2,9-2,95 gr/cm<sup>3</sup> diduga sebagai batuan breksi vulkanik. Batuan breksi vulkanik ini diduga sebagai batuan sarang sebagai tempat berkumpulnya fluida (air meteorik) yang telah terpanaskan oleh batuan pemanas, karena secara fisik batuan breksi vulkanik mempunyai sifat kesarangan yang baik. Selanjutnya batuan breksi tuf diduga sebagai batuan penutup (*cap rock*) karena sifat impermeable yang baik. Hal ini juga sesuai peta geologi dimana susunan geologi daerah setempat tersusun atas batuan Gunungapi Batukau (Qvb) dimana jenis batumannya adalah breksi vulkanik, lava dan tuf, batuan Gunungapi kelompok Lesong, Pohen, Sengayang (Qvlps) dimana jenis batumannya adalah lahar, breksi, lava dan tuf dan batuan Gunungapi kelompok Buyan, Bratan Purba (Qvbb) yang jenis batumannya adalah tufa dan lahar.

Pada pemodelan lintasan C1 (Gambar 4.10) struktur bawah permukaan daerah Air Panas Penatahan memiliki rentang nilai densitas batuan yaitu antara 2,31- 3,2 gr/cm<sup>3</sup>. Densitas 2,31-2,52 gr/cm<sup>3</sup> diduga sebagai batuan tuf, densitas 2,62-2,79 gr/cm<sup>3</sup> sebagai batuan breksi Tuf, densitas 2,89 gr/cm<sup>3</sup> sebagai batuan lava dan densitas 2,94-3,2 gr/cm<sup>3</sup> diduga sebagai batuan breksi vulkanik. Batuan breksi vulkanik ini diduga sebagai batuan sarang sebagai tempat berkumpulnya fluida (air meteorik) yang telah terpanaskan oleh batuan pemanas, karena secara fisik batuan breksi vulkanik mempunyai sifat kesarangan yang baik. Selanjutnya batuan breksi tuf diduga sebagai batuan penutup (*cap rock*) karena sifat impermeable yang baik. Hal ini juga sesuai peta geologi dimana susunan geologi daerah setempat tersusun atas batuan Gunungapi Batukau (Qvb) dimana jenis batumannya adalah breksi vulkanik, lava dan tuf, Batuan Gunungapi kelompok Lesong, Pohen, Sengayang (Qvlps) dimana jenis batumannya adalah lahar, breksi, lava dan tuf dan batuan Gunungapi kelompok Buyan, Bratan Purba (Qvbb) yang jenis batumannya adalah tufa dan lahar.

## Kesimpulan

Adapun kesimpulan setelah dilakukan penelitian adalah sebagai berikut : 1). Peta anomali bouguer lengkap daerah penelitian memiliki rentang nilai anomali antara 10-137 mGal, anomali regional memiliki rentang antara, 42-104 mGal dan anomali residual memiliki rentang nilai anomali gravitasi antara 32-35 mGal; 2). Densitas batuan yang berada didaerah mata Air Panas Angseri, Belulang dan Penatahan berturut-turut memiliki rentang nilai densitas antara 1,11-3,11 gr/cm<sup>3</sup>, 2,08-2,95 gr/cm<sup>3</sup> dan 2,31- 3,2 gr/cm<sup>3</sup>; 3). Struktur bawah permukaan daerah mata Air Panas Angseri terdiri atas batuan lahar, tuf, breksi tuf, lava dan breksi vulkanik, dimana batuan breksi vulkanik diduga sebagai batuan sarang atau sebagai reservoir dan batuan breksi tuf sebagai batuan penutup (*cap rock*), sedangkan didaerah mata Air Panas Belulang dan Penatahan disusun oleh batuan tuf, breksi tuf, lava, dan breksi vulkanik dimana dimana batuan breksi vulkanik juga diduga sebagai batuan sarang atau sebagai reservoir dan batuan breksi tuf sebagai batuan penutup (*cap rock*).

## Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut baik dengan metode geofisika, geologi dan geokimia agar potensi panas bumi didaerah penelitian dapat terpetakan dengan baik sehingga dapat mendukung pengembangan potensi energi panas bumi kedepannya

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan pada LPPM Universitas Udayana atas bantuan dana, sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar.

## Daftar Pustaka

- Abidin, R.J., 2007, *Satelit Altimetri*. Bandung: Geodesy & Geomagnetics Engineering Institute Technology Bandung (ITB).
- Andersen O. B. & Kundsen P., 2000, *The Role of Satellite Altimetry in Gravity Field Modeling in Coastal Areas*. New York: Pergamon Press.
- Blakelly, R.J., 1996, *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dicson, M. H and Fanelli, M. 2004. *What is Geothermal Energy*. University of Colombia.
- Hadiwidjojo, P. 1998. Peta Geologi Lembar Bali Nusa Tenggara. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

- Hochstein, M.P., and P.R.L, Browne. 2000. *Surface Manifestation of Geothermal System with Volcanic Heat Source*. Encyclopedia of Volcanoes.
- Ilmi, N., 2019, "Pemodelan 3D Struktur Bawah Permukaan Gunungapi Agung Provinsi Bali Menggunakan Metode Gaya Berat", *Skripsi*, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Isroi, A. R., 2014, "Eksplorasi Energi Geothermal dengan Menggunakan Metode Gravity Sebagai Tahap Awal di Daerah Prospek Geothermal Gunung Kelud", *Skripsi*, Institut Teknologi bandung.
- Kurniawan, F.A., 2012, Pemanfaatan Data Anomali Gravitasi Citra GEOSAT dan ERS-1 Satellite untuk Memodelkan Struktur Geologi Cekungan Bentansari Brebes. *Indonesian Journal of Applied Physics*, Vol 2 (2). 84-95, [https://eprints.uns.ac.id/1778/1/15\\_Fatwa\\_e\\_dit1.pdf](https://eprints.uns.ac.id/1778/1/15_Fatwa_e_dit1.pdf).
- Lestari, D., 2019, "Visualisasi Struktur Bawah Permukaan Gunung Merapi Menggunakan Data Anomali Gravitasi Citra Satelit", *Skripsi*, Universitas Negeri Semarang, Semarang.