

Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Berdasarkan Data Anomali Gravitasi di Pulau Lombok

Imelda Threza Hutauruk^{1*}, Winardi Tjahyo Baskoro², Ida Bagus Alit Paramarta³, I Ketut Sukarasa⁴, Putu Suardana⁵, I Wayan Supardi⁶.

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Fisika, fakultas MIPA, Universitas Udayana, Bali, Indonesia.

Received: 21 January 2024

Revised: 29 March 2024

Accepted: 30 April 2024

Corresponding Author:

Imelda Threza Hutauruk

imeldathrezya@gmail.com

© 2024 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v8i1.25139>

Abstract: Research on the identification of subsurface structures based on gravity anomaly data on Lombok Island. This research aims to create a map and determine the value of the complete Bouguer anomaly, regional anomaly, residual anomaly, subsurface density value and create a 2-D model of the subsurface structure. The data used is secondary data, namely satellite gravity anomaly data obtained from the topex website. Data processing in this research uses the gravity method. In this method, gravity correction will be carried out, making a complete bouguer anomaly map, conducting spectrum analysis, separating regional and residual anomalies using butterworth filters and forward modeling to obtain a 2-D model of the subsurface structure. The results of the complete bouguer anomaly map are 10.2 to 297.1 mGal, regional anomalies 18.0 to 271.1 mGal and residual anomalies between (-52.9 to 32.4) mGal. The results of forward modeling show that the subsurface geological structure on Lombok Island has a density range between 1 to 2.9 g/cm³, so that from the range of rock density values it can be estimated that the subsurface structure of Lombok Island is divided into East Lombok consisting of Soil rocks (1 to 1.99 g/cm³), Lime Stone (2 to 2, 27 g/cm³), Andesite (2.4 to 2.63 g/cm³) and Basalt (2.71 to 2.99 g/cm³), for West Lombok consists of Lime Stone (2.08 to 2.6 g/cm³), Andesite (2, 68 to 2.77 g/cm³) and Basalt (2.85 to 2.99 g/cm³) and for Central Lombok consists of Andesite (2.41 to 2.72 g/cm³), Basalt (2.84 to 2.99 g/cm³).

Keywords: Lombok Island; gravity method; spectrum analysis; 2-D forward modeling.

Pendahuluan

Aktifitas tektonik yang tinggi disebabkan oleh posisi kepulauan Indonesia yang berada di daerah pertemuan antar lempeng tektonik. Ada tiga lempeng tektonik yang bertemu di bawah wilayah Indonesia yaitu lempeng Indo-Australia lempeng samudera Pasifik dan lempeng Eurasia. Lempeng Indo-Australia berinteraksi dengan lempeng Eurasia dan juga dengan lempeng Pasifik. Ketiga lempeng tektonik tersebut memiliki jenis bidang batas lempeng yang sama yaitu bidang batas konvergen yang membentuk zona-zona subduksi. Zona subduksi di samudera Indonesia merupakan hasil interaksi lempeng Indo-Australia yang bergerak ke Utara dengan lempeng Eurasia yang

bergerak ke Selatan dimana Pulau Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, dan pulau di sekitarnya adalah pulau yang rawan gempa karena selain berada di kawasan seismik aktif, pulau-pulau tersebut juga berada di zona subduksi lempeng Indo- Australia. merupakan bagian dari busur kepulauan Sunda Kecil yang terbentuk sebagai akibat proses subduksi lempeng Indo-Australia ke bawah lempeng Eurasia (Indriana, 2008).

Metode gravitasi merupakan salah satu metode geofisika yang dapat menggambarkan bentuk stuktur bawah permukaan berdasarkan variasi medan gravitasi bumi yang ditimbulkan oleh perbedaan densitas antara batuan. Pada metode gravitasi dimanfaatkan perbedaan nilai percepatan gravitasi pada titik-titik

How to Cite:

Hutauruk, I. T., Baskoro, W. T., Paramarta, I. B. A., Sukarasa, I. K., Suardana, P., & Supardi, I. W. (2024). Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Berdasarkan Data Anomali Gravitasi di Pulau Lombok. *Kappa Journal*, 8(1), 120-129. <https://doi.org/10.29408/kpj.v8i1.25139>

pengukuran di lokasi pengambilan data. Perbedaan percepatan gravitasi mengindikasikan adanya perbedaan densitas batuan yang bisa diartikan adanya perbedaan jenis batuan di daerah tersebut.

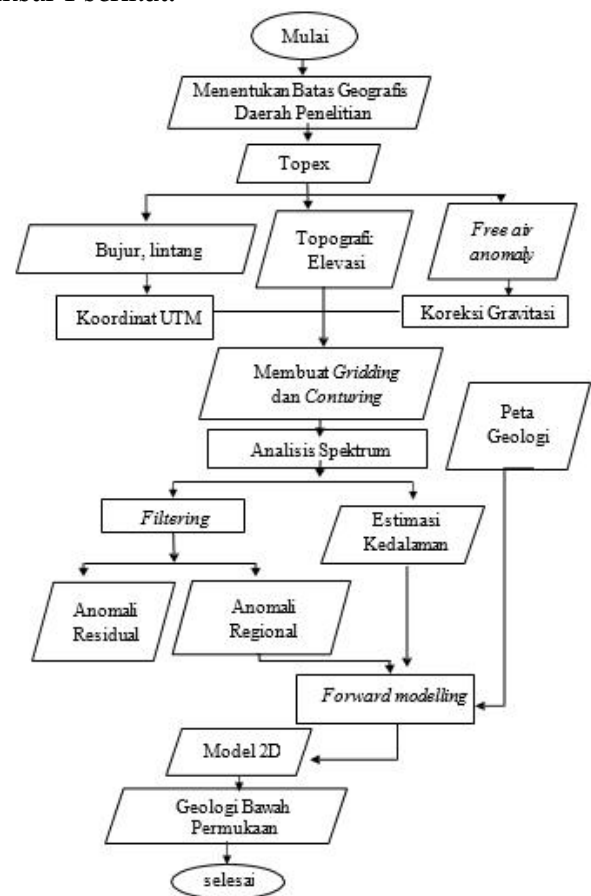
Sebelum pengambilan data gravitasi dilakukan, biasanya terlebih dahulu dilakukan survei daerah penelitian yaitu menentukan titik-titik pengukuran, setelah itu baru dilakukan pengambilan data. Lokasi titik pengukuran harusnya berada di tempat yang mudah dijangkau, namun medan di lapangan kadang tidak sesuai yang diharapkan dan tidak semua titik pengukuran bisa dijangkau dengan mudah. (Purnomo, dkk., 2013).

Suatu metode baru telah dikembangkan dalam pengukuran data medan gravitasi yang tidak secara langsung mengambil data in-situ, dimana metode ini dinamakan dengan metode anomali gravitasi satelit. Satelit akan memberikan informasi nilai anomali gravitasi dan topografi lengkap dengan data posisi geografis titik ukur di permukaan bumi (Andersen dan Kundsén, 2000). Berbagai deposit alam seperti batubara, seng, bauksit dan beberapa mineral logam lainnya yang sulit dideteksi menggunakan metode geolistrik atau metode geofisika lain yang menggunakan alat dalam pengambilan data in-situ, ternyata dapat dengan mudah dideteksi menggunakan metode gravitasi citra satelit. Data medan gravitasi ini berupa data anomali gravitasi yang sudah dikoreksi hingga koreksi udara bebas yang bisa diakses dari website: http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi Data anomali gravitasi ini sama seperti data anomali gravitasi yang diukur secara langsung. Namun, dengan menggunakan data citra satelit ini, pengukuran tidak harus menggunakan ataupun menyewa gravimeter dan juga tidak harus terjun ke lapangan untuk pengambilan data yang membutuhkan biaya relatif mahal. (Kurniawan, 2012).

Penelitian metode gravitasi sudah pernah dilakukan untuk pemodelan inversi struktur bawah permukaan di Pulau Lombok. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa patahan dan struktur lainnya dapat dideteksi keberadaannya dengan baik berdasarkan anomali gravitasi peta anomali Bouguer. Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan dua dimensi (2D) untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan daerah sesar di Pulau Lombok. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai anomali gravitasi dan densitas bawah permukaan daerah sesar Pulau Lombok serta menentukan model struktur bawah permukaan daerah sesar Pulau Lombok.

Metode

Lokasi penelitian terletak di Pulau Lombok dan sekitarnya yang secara geografis terletak antara 115° 47' 45.24" sampai 116° 47' 9.86"BT dan 9° 2' 42.08" sampai 8° 8' 27.12"LS. Adapun alat dan bahan yang digunakan yaitu Laptop, Microsoft Word, Microsoft Excel, Notepad++, Google Earth Pro, Software Oasis Montaj, Software Surfer 19.2, dan Software Global Mapper 22.0. Data yang digunakan adalah data gravitasi udara bebas atau *Free Air Anomaly* (FAA) yang diperoleh dari pengukuran yang dilakukan oleh satelit altimeter ERS 1 dan Geosat/GM dari Topex dan data topografi daerah penelitian yang diperoleh dari hasil pengukuran radar altimeter presisi tinggi yaitu Geosat, ERS-1, Topex, ERS-2, GFO, Jason I 2001, ENVISAT 2002, dan Jason 2. Secara ringkas, alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Luas lokasi penelitian yaitu 98,61 x 112,06 km dengan jumlah titik ukur sebanyak 3411. Adapun batas geografis daerah penelitian ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Batas geografis daerah penelitian

| No | Bujur Timur | Lintang Selatan | Bujur Timur | Lintang Selatan |
|----|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
|----|-------------|-----------------|-------------|-----------------|

| | | | | |
|---|---------------|-------------|-------------|-----------|
| 1 | 115°47'45.24" | 8°8'27.12" | 115.795900° | 8.140867° |
| 2 | 116°47'9.86" | 8°12'4.88" | 116.786072° | 8.201356° |
| 3 | 115°46'40.11" | 8°58'21.43" | 115.777808° | 8.972619° |
| 4 | 116°39'3.99" | 9°2'42.08" | 116.651108° | 9.045022° |

Setelah didapatkan batas geografis yang sudah di konversi ke koordinat derajat desimal, berikutnya ditentukan batas Utara, Selatan, Barat dan Timur dengan menggunakan website topex untuk memperoleh data topografi dan data gravitasi. Batas Utara dan Selatan merupakan lintang, dimana batas Utara diambil sebagai koordinat terkecil dan batas selatan sebagai koordinat terbesar, dan sedangkan batas Barat dan Timur yaitu merupakan Bujur Timur, dimana diambil batas Barat untuk koordinat terkecil dan batas Timur untuk koordinat terbesar. Adapun batas koordinat geografis daerah penelitian yang akan dimasukkan ke website topex diperhatikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Batas geografis input Topex

| No | Batas Geografis | Koordinat Geografis |
|----|-----------------|---------------------|
| 1 | Batas Utara | 8.140867° LS |
| 2 | Batas Selatan | 9.045022° LS |
| 3 | Batas Barat | 115.777808° BT |
| 4 | Batas Timur | 116.651108° BT |

Setelah batas geografis daerah penelitian dimasukkan ke website topex, maka akan diperoleh data topografi dan gravitasi. Data Lintang Selatan, Bujur Timur, dan elevasi merupakan bagian dari data topografi dan sedangkan untuk data gravitasi terdiri dari data Lintang Selatan, Bujur Timur dan Free Air Anomaly (FAA). Berikut kedua data tersebut disalin ke notepad ++ dan disimpan dalam format *.txt. Kemudian data topografi dan gravitasi yang sudah disimpan tersebut selanjutnya akan dimasukkan ke Microsoft excel. Sebagai contoh berikut dapat dilihat 15 data yang diperoleh dari Website Topex pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Data dari website Topex.

| No | BT (°) | LS (°) | Elevasi (m) | FAA (mGal) |
|----|----------|--------|-------------|------------|
| 1 | 115.775 | 8.1473 | -1251 | -41.3 |
| 2 | 115.7917 | 8.1473 | -1238 | -42.7 |
| 3 | 115.8083 | 8.1473 | -1238 | -44.4 |
| 4 | 115.825 | 8.1473 | -1283 | -46 |
| 5 | 115.8417 | 8.1473 | -1314 | -46.7 |
| 6 | 115.8583 | 8.1473 | -1324 | -46.3 |
| 7 | 115.875 | 8.1473 | -1321 | -45.7 |
| 8 | 115.8917 | 8.1473 | -1322 | -46.2 |
| 9 | 115.9083 | 8.1473 | -1329 | -49.1 |
| 10 | 115.925 | 8.1473 | -1303 | -53.5 |
| 11 | 115.9417 | 8.1473 | -1331 | -56.9 |
| 12 | 115.9583 | 8.1473 | -1357 | -57.5 |
| 13 | 115.975 | 8.1473 | -1367 | -56.3 |
| 14 | 115.9917 | 8.1473 | -1435 | -55.6 |

| | | | | |
|----|----------|--------|-------|-------|
| 15 | 116.0083 | 8.1473 | -1437 | -57.6 |
|----|----------|--------|-------|-------|

Setelah memperoleh data selanjutnya dilakukan konversi koordinat geografis ke koordinat Universal Transverse Mercator (UTM) dengan zona UTM 50S menggunakan software surfer, sedangkan untuk data Free Air Anomaly (FAA) dilakukan koreksi Bouguer dan koreksi medan sehingga diperoleh data Complete Bouguer Anomaly (CBA).

Tabel 4. Data hasil konversi koordinat decimal ke koordinat UTM

| No | UTM X | UTM Y |
|----|-------------|-------------|
| 1 | 365044.9579 | 9099213.369 |
| 2 | 366885.0186 | 9099218.907 |
| 3 | 368714.0501 | 9099224.336 |
| 4 | 370554.0891 | 9099229.723 |
| 5 | 372394.1175 | 9099235.033 |
| 6 | 374223.1174 | 9099240.237 |
| 7 | 376063.1251 | 9099245.395 |
| 8 | 377903.1226 | 9099250.478 |
| 9 | 379732.0922 | 9099255.455 |
| 10 | 381572.0698 | 9099260.386 |
| 11 | 383412.0377 | 9099265.241 |
| 12 | 385240.9784 | 9099269.991 |
| 13 | 387080.9274 | 9099274.695 |
| 14 | 388920.8671 | 9099279.322 |
| 15 | 390749.7801 | 9099283.846 |

Selanjutnya untuk memperoleh densitas rata-rata batuan daerah penelitian digunakan *software Global Mapper* dan *Oasis Montaj* untuk mencari nilai *Terrain Correction* (TC). Pada saat perhitungan nilai TC dimasukkan nilai densitas rata-rata yaitu sebesar 2,67 g/cm³ (Telford, 1990). Selanjutnya untuk mencari nilai *Bouguer Correction* (BC) Sebagai contoh berikut diperlihatkan perhitungan nilai BC menggunakan densitas (ρ) = 2,67 g/cm³ dan elevasi (h) = -1251 m.

$$\begin{aligned}
 BC &= 2\pi G\rho h \\
 &= 2 \times 3,14,6,672 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{s}^2 \text{ kg} \times 2670 \\
 &\quad \text{kg}/\text{m}^3 \times (-1251) \text{ m} \\
 &= -0,00140053328 \text{ m}/\text{s}^2 \\
 &= -0,00140053328 / 10^{-5} \\
 &= -140,0533281 \text{ mGal}
 \end{aligned}$$

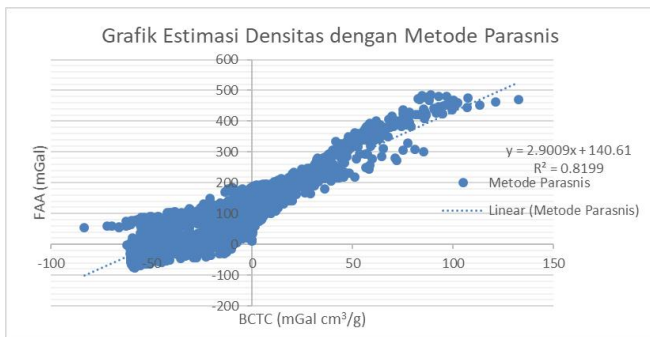
Setelah nilai BC didapatkan, berikutnya digunakan metode parasnis untuk mencari nilai densitas. Sebagai contoh diperlihatkan perhitungan mencari nilai BCTC menggunakan nilai densitas (ρ) = 2,67 g/cm³, nilai BC = -140,0533281 mGal dan nilai TC = 0 mGal.

$$\begin{aligned}
 BCTC &= \frac{BC}{\rho} - \frac{TC}{\rho} \\
 &= \frac{-140,0533281}{2,67} - \frac{0}{2,67} \\
 &= -52,45443 \text{ mGal cm}^3/\text{g}
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Data hasil perhitungan TC, BC dan BCTC

| No | TC (mGal) | BC (mGal) | BCTC (mGal cm ³ /g) untuk ρ = 2,67 g/cm ³ |
|----|-----------|--------------|--|
| 1 | 0 | -140.0533281 | -52.45443 |
| 2 | 0 | -138.5979378 | -51.90934 |
| 3 | 0 | -138.5979378 | -51.90934 |
| 4 | 0 | -143.6358273 | -53.79619 |
| 5 | 0 | -147.1063734 | -55.09602 |
| 6 | 0 | -148.2259044 | -55.51532 |
| 7 | 0 | -147.8900451 | -55.38953 |
| 8 | 0 | -148.0019982 | -55.43146 |
| 9 | 0 | -148.7856699 | -55.72497 |
| 10 | 0 | -145.8748893 | -54.63479 |
| 11 | 0 | -149.0095761 | -55.80883 |
| 12 | 0 | -151.9203567 | -56.89901 |
| 13 | 0 | -153.0398877 | -57.31831 |
| 14 | 0 | -160.6526985 | -60.16955 |
| 15 | 0 | -160.8766047 | -60.25341 |

Setelah didapatkan nilai BCTC, kemudian nilai FAA diplot ke grafik sebagai sumbu x dan BCTC sebagai sumbu y untuk memperoleh nilai regresi linear, sehingga dari persamaan regresi linear tersebut diperoleh estimasi nilai densitas rata-rata lokal daerah penelitian. Gambar grafik estimasi densitas dengan metode parsnis antara nilai FAA dan nilai BCTC diperlihatkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik estimasi densitas dengan metode parsnis

Dari gambar grafik diatas terdapat persamaan linier $y = 2,9009x + 140,61$ dengan nilai koefisien determinasi sebesar 0,8199. Nilai gradien (kemiringan)

dari persamaan linier tersebut menggambarkan estimasi densitas rata-rata daerah penelitian tersebut sehingga diperoleh estimasi nilai densitas rata-rata local yaitu sebesar 2,9 g/cm³. Kemudian nilai densitas yang sudah diperoleh akan digunakan untuk mencari nilai BC dan TC. Berikut dapat dilihat perhitungan nilai BC menggunakan densitas (ρ) = 2,9 g/cm³ dan elevasi (h) = -1251 m.

$$\begin{aligned}
 BC &= 2\pi G\rho h \\
 &= 2 \times 3,14,6,672 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{s}^2 \text{ kg} \times 2900 \text{ kg}/\text{m}^3 \times (-1251) \text{ m} \\
 &= -0,00152117847 \text{ m}/\text{s}^2 \\
 &= -0,00152117847 / 10^{-5} \\
 &= -152,117847 \text{ mGal}
 \end{aligned}$$

Berikutnya dilakukan perhitungan untuk mencari nilai Simple Bouguer Anomaly (SBA). Berikut dapat dilihat perhitungan nilai SBA dengan menggunakan nilai FAA = -41,3 mGal dan BC = -152,117847 mGal.

$$\begin{aligned}
 SBA &= FAA - BC \\
 &= -41,3 - (-152,117847) \\
 &= 110,817847 \text{ mGal}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya mencari nilai TC dengan menggunakan software Global Mapper dan Oasis Montaj dengan memasukkan nilai estimasi densitas rata-rata daerah penelitian yaitu 2,9 g/cm³.

$$\begin{aligned}
 CBA &= SBA + TC \\
 &= 110,817847 + 0 \\
 &= 110,817847 \text{ mGal}
 \end{aligned}$$

Tabel 6 Data hasil perhitungan densitas, BC,SBA,TC dan CBA.

| No | Densitas (g/cm ³) | BC (mGal) | SBA (mGal) | TC (mGal) | CBA (mGal) |
|----|-------------------------------|-------------|------------|-----------|------------|
| 1 | 2,9 | -152.117847 | 110.817847 | 0 | 110.817847 |
| 2 | 2,9 | -150.537086 | 107.837086 | 0 | 107.837086 |
| 3 | 2,9 | -150.537086 | 106.137086 | 0 | 106.137086 |
| 4 | 2,9 | -156.008951 | 110.008951 | 0 | 110.008951 |
| 5 | 2,9 | -159.778458 | 113.078458 | 0 | 113.078458 |
| 6 | 2,9 | -160.994428 | 114.694428 | 0 | 114.694428 |
| 7 | 2,9 | -160.629637 | 114.929637 | 0 | 114.929637 |
| 8 | 2,9 | -160.751234 | 114.551234 | 0 | 114.551234 |
| 9 | 2,9 | -161.602413 | 112.502413 | 0 | 112.502413 |
| 10 | 2,9 | -158.440891 | 104.940891 | 0 | 104.940891 |
| 11 | 2,9 | -161.845607 | 104.945607 | 0 | 104.945607 |

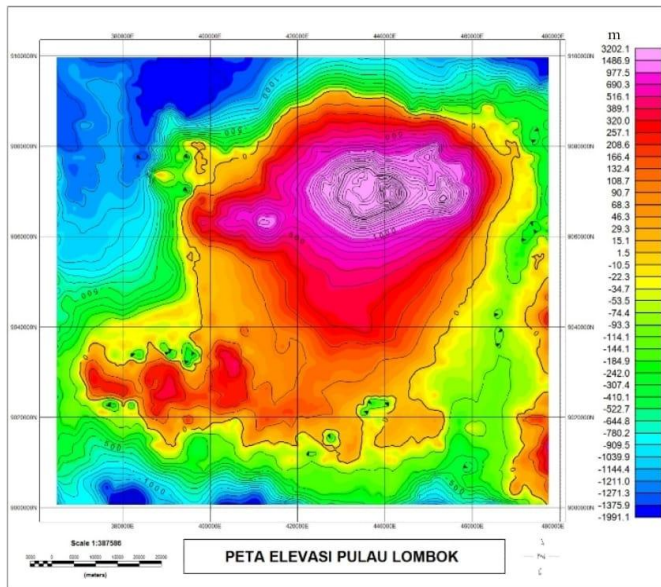
| | | | | | |
|----|-----|-------------|------------|---|------------|
| 12 | 2,9 | -165.007129 | 107.507129 | 0 | 107.507129 |
| 13 | 2,9 | -166.223099 | 109.923099 | 0 | 109.923099 |
| 14 | 2,9 | -174.491695 | 118.891695 | 0 | 118.891695 |
| 15 | 2,9 | -174.734889 | 117.134889 | 0 | 117.134889 |

Selanjutnya memasukkan data koordinat UTM, elevasi dan data CBA ke software Oasis Montaj untuk dilakukan gridding hingga pemisahan anomali regional dan anomali residual.

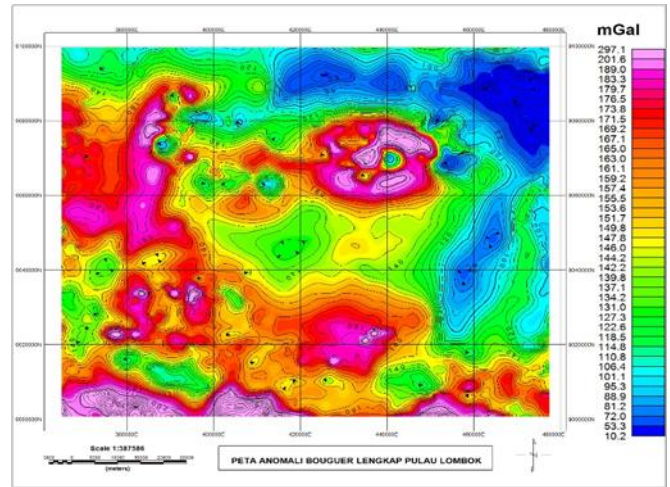
Tabel 7. Data input oasis Montaj

| No | UTM (X) (m) | UTM (Y) (m) | Elevasi (m) | CBA (mGal) |
|----|----------------|----------------|----------------|---------------|
| 1 | 365044.9579 | 9099213.369 | -1251 | 110.817847 |
| 2 | 366885.0186 | 9099218.907 | -1238 | 107.837086 |
| 3 | 368714.0501 | 9099224.336 | -1238 | 106.137086 |
| 4 | 370554.0891 | 9099229.723 | -1283 | 110.008951 |
| 5 | 372394.1175 | 9099235.033 | -1314 | 113.078458 |
| 6 | 374223.1174 | 9099240.237 | -1324 | 114.694428 |
| 7 | 376063.1251 | 9099245.395 | -1321 | 114.929637 |
| 8 | 377903.1226 | 9099250.478 | -1322 | 114.551234 |
| 9 | 379732.0922 | 9099255.455 | -1329 | 112.502413 |
| 10 | 381572.0698 | 9099260.386 | -1303 | 104.940891 |
| 11 | 383412.0377 | 9099265.241 | -1331 | 104.945607 |
| 12 | 385240.9784 | 9099269.991 | -1357 | 107.507129 |
| 13 | 387080.9274 | 9099274.695 | -1367 | 109.923099 |
| 14 | 388920.8671 | 9099279.322 | -1435 | 118.891695 |
| 15 | 390749.7801 | 9099283.846 | -1437 | 117.134889 |

Selanjutnya, data pada Tabel 7 dimasukkan ke software Oasis Montaj untuk dilakukan gridding dan contouring. Pertama dilakukan gridding dan contouring data elevasi dan CBA dan diperoleh hasil seperti gambar 3 dan 4 berikut.

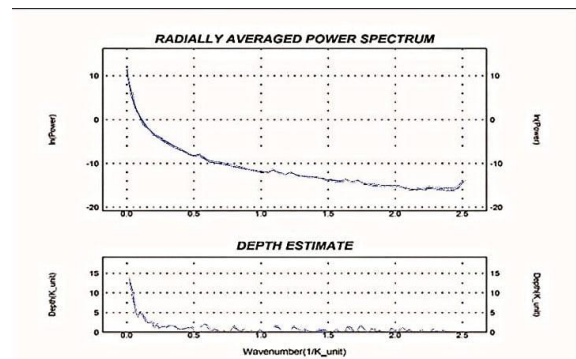


Gambar 3. Peta elevasi daerah penelitian



Gambar 4. Peta Complete Bouguer Anomaly daerah penelitian

Selanjutnya dilakukan pemisahan anomali regional dan residual menggunakan filter Butterworth. Sebelum melakukan pemisahan anomali regional dan residual terlebih dahulu dilakukan analisis spektrum untuk memperoleh estimasi kedalaman daerah penelitian dengan menggunakan software oasis montaj. Sebelum melakukan analisis spektrum terlebih dahulu melakukan Fast Fourier Transform (FFT) untuk mengubah data anomali gravitasi dalam bentuk domain spasial untuk ditransformasikan ke dalam domain frekuensi. Setelah dilakukan FFT, selanjutnya dilakukan analisis spektrum untuk mengetahui estimasi kedalaman daerah penelitian, sehingga diperoleh hasil seperti Gambar 5.



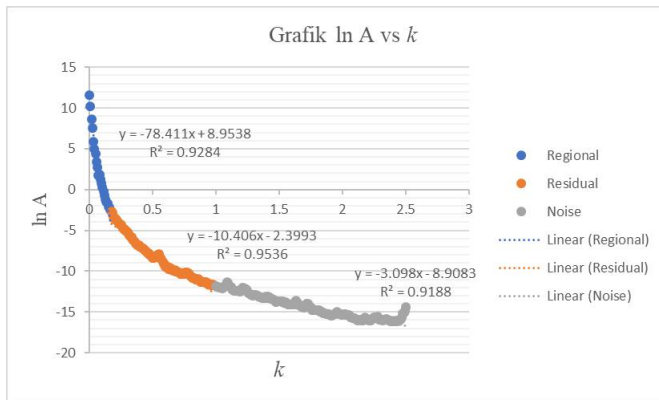
Gambar 5. Hasil analisis spektrum

Selanjutnya data tersebut disalin ke microsoft excel, sehingga diperoleh contoh data hasil analisis spektrum diperlihatkan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8 Data hasil analisis spektrum

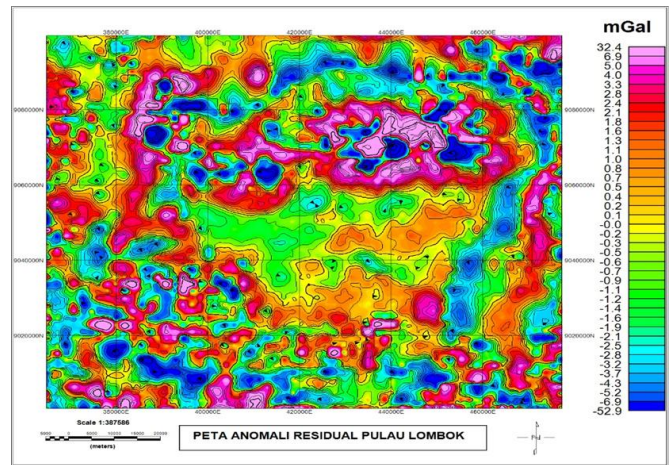
| No. | K | ln A |
|-----|------------|-----------|
| 1 | 0 | 11,569 |
| 2 | 0,00793651 | 10,167 |
| 3 | 0,015873 | 8,6685 |
| 4 | 0,0238095 | 7,49839 |
| 5 | 0,031746 | 5,91956 |
| 6 | 0,0396825 | 4,948 |
| 7 | 0,047619 | 4,41234 |
| 8 | 0,0555556 | 3,42482 |
| 9 | 0,0634921 | 2,7638 |
| 10 | 0,0714286 | 1,7508 |
| 11 | 0,0793651 | 1,86434 |
| 12 | 0,0873016 | 1,25936 |
| 13 | 0,0952381 | 0,794164 |
| 14 | 0,103175 | 0,276984 |
| 15 | 0,111111 | -0,263871 |

Selanjutnya nilai bilangan gelombang (k) diplot sebagai sumbu x dan nilai amplitude ($\ln A$) sebagai sumbu y untuk mengetahui kedalaman anomali regional, anomali residual dan noise yang dapat dilihat dari persamaan regresi linier, sehingga didapatkan hasil pada Gambar 6.

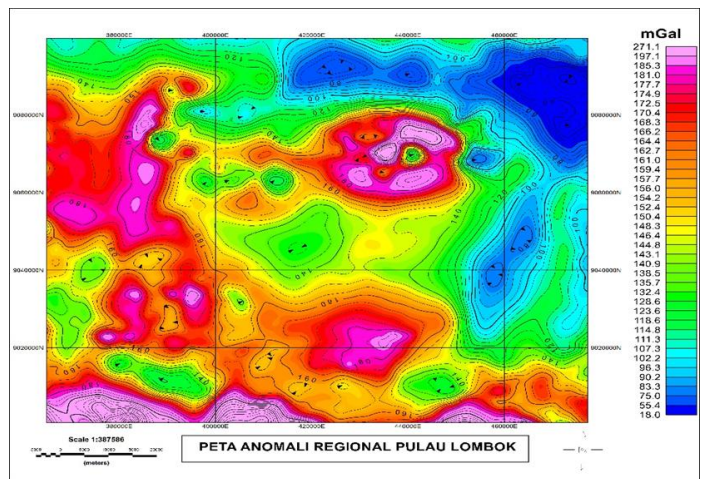


Gambar 6. Grafik $\ln A$ vs k

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa kurva $\ln A$ vs k terdiri dari beberapa komponen yaitu anomali regional, anomali residual dan noise. Dari ketiga komponen tersebut masing-masing memiliki persamaan linier, sehingga dapat diketahui kedalaman anomali regional, anomali residual dan noise dengan membagi nilai gradiennya dengan 4π , sehingga diperoleh hasil kedalaman anomali regional 6239,749 m, anomali residual sekitar 828,08 m dan noise sekitar 246,53 m dibawah permukaan. Selanjutnya akan dilakukan filtering dengan filter butterworth untuk memisahkan anomali regional dan anomali residual, sehingga diperoleh hasil seperti pada Gambar 7 dan Gambar 8.

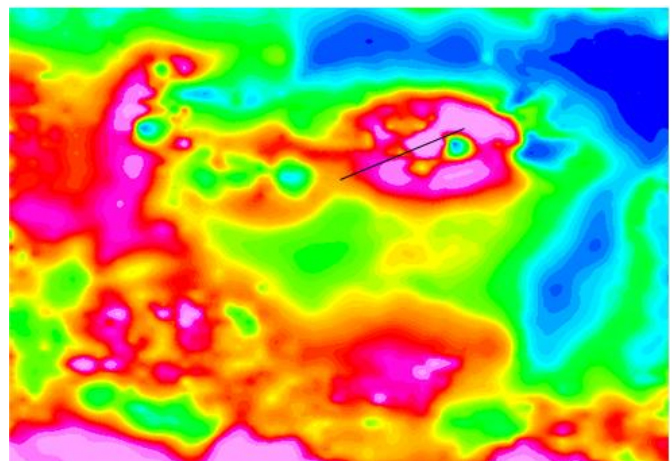


Gambar 7. Peta Anomali Residual daerah penelitian



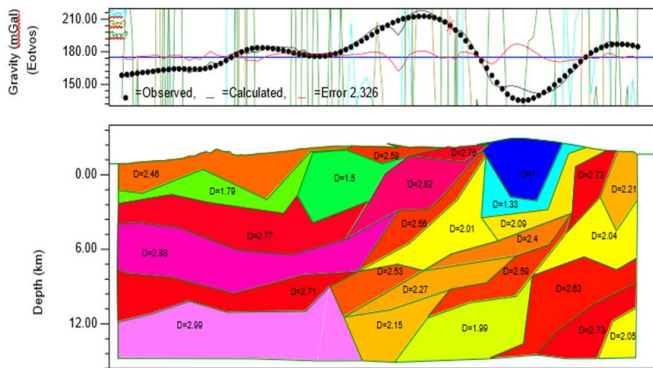
Gambar 8. Peta Anomali Regional daerah penelitian

Setelah melakukan pemisahan anomali, selanjutnya dilakukan pemodelan 2D struktur bawah permukaan. Pemodelan dilakukan menggunakan metode *Forward modelling* menggunakan dengan software Oasis Montaj.



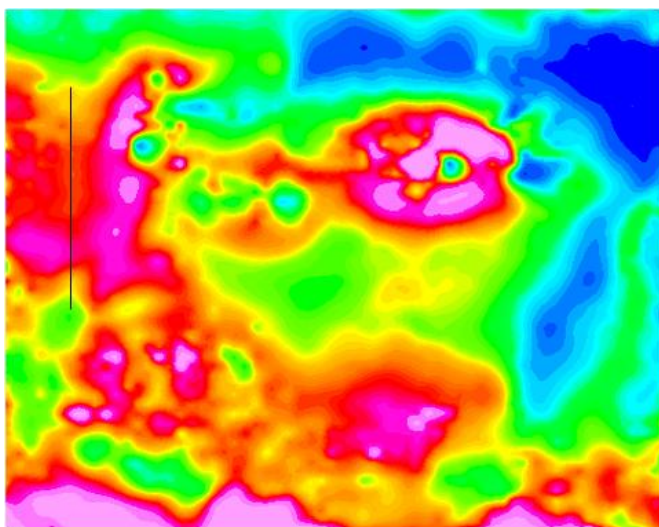
Gambar 9. Daerah Slice Peta Anomali Regional Lombok Timur.

Pemodelan dilakukan pada daerah yang ditandai pada Gambar 9. Hasil pemodelan 2D ditunjukkan pada Gambar 10 berikut.



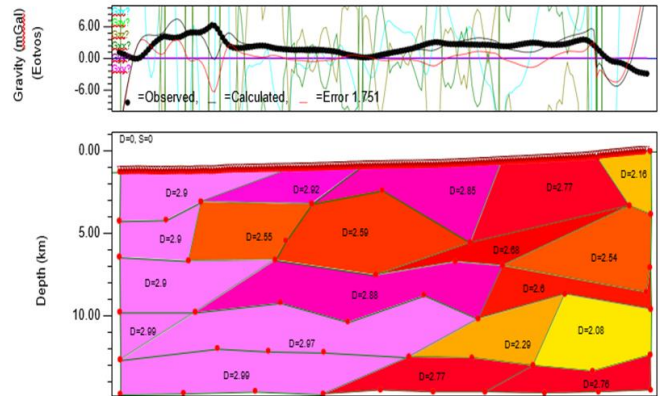
Gambar 10. Pemodelan 2D struktur bawah permukaan daerah Lombok Timur

Berdasarkan Gambar 10, terlihat bahwa nilai densitas pada setiap struktur batuan memiliki nilai yang berbeda. Dapat dilihat bahwa nilai densitas memiliki rentang nilai dari 1 sampai dengan 2,99 g/cm³ yang mana juga diwakili oleh warna yang berbeda - beda. Hal ini menunjukkan bahwa untuk setiap kedalaman tertentu, terdapat beberapa jenis batuan yang berbeda - beda berdasarkan nilai densitasnya. Jenis batuan berdasarkan nilai densitasnya dapat dilihat pada Gambar 10. Jenis batuan dideskripsikan dalam bentuk nilai densitas diantaranya yang berwarna biru hingga hijau memiliki rentang nilai densitas 1 sampai 1,99 g/cm³ adalah jenis batuan Soil. Selanjutnya yang berwarna kuning rentang nilai densitas berada pada 2 sampai 2,27 g/cm³ merupakan batuan Lime Stone. Untuk berwarna orange rentang nilai densitas 2,4 sampai 2,63 g/cm³ dengan nama batuan yaitu batuan Andesite. Sementara kontur berwarna merah hingga merah muda rentang nilai densitas adalah 2,71 sampai 2,99 g/cm³ dan nama jenis batumannya adalah batuan Basalt.



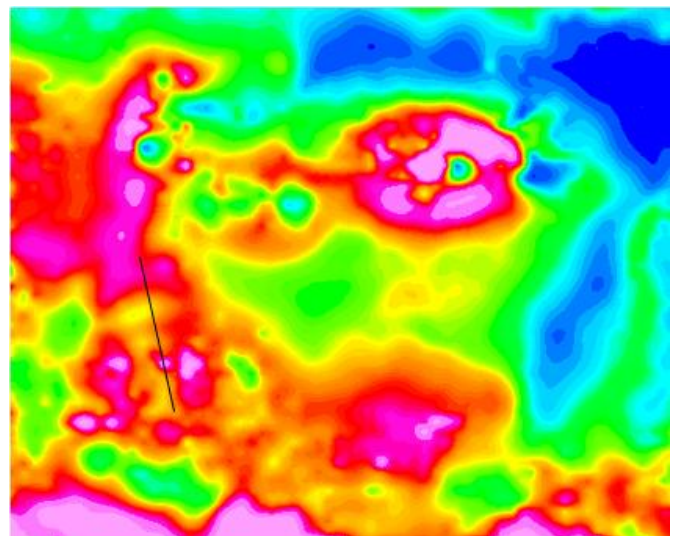
Gambar 11. Daerah Slice Peta Anomali Regional Lombok Barat.

Pemodelan dilakukan pada daerah yang ditandai pada gambar 11. Hasil dari pemodelan 2D tersebut diperlihatkan pada Gambar 12.



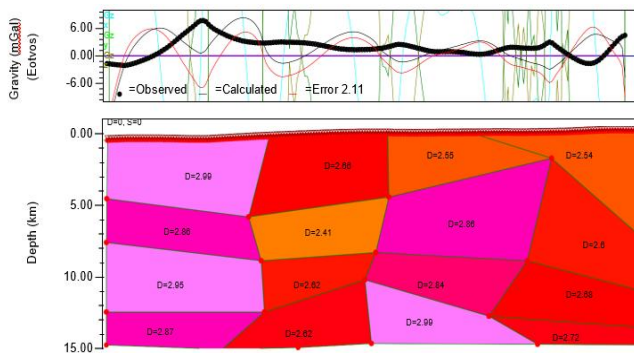
Gambar 12. Pemodelan 2D struktur bawah permukaan daerah Lombok Barat

Berdasarkan nilai densitasnya dapat dilihat pada Gambar 12. Jenis batuan dideskripsikan dalam bentuk nilai densitas diantaranya yang berwarna kuning hingga orange rentang nilai densitas berada pada 2,08 sampai 2,6 g/cm³ merupakan batuan Lime Stone. Untuk kontur berwarna merah rentang nilai densitas 2,68 sampai 2,77 g/cm³ dengan nama batuan yaitu batuan Andesite. Sementara kontur berwarna merah muda densitas 2,85 sampai 2,99 g/cm³ dan nama jenis batumannya adalah batuan Basalt.



Gambar 13. Daerah Slice Peta Anomali Regional Lombok Tengah

Pemodelan dilakukan pada daerah yang ditandai pada gambar 13, hasil dari pemodelan 2D tersebut diperlihatkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Pemodelan 2D struktur bawah permukaan daerah Lombok Tengah

Berdasarkan nilai densitasnya dapat dilihat pada Gambar 14, jenis batuan dideskripsikan dalam bentuk nilai densitas diantaranya yang berwarna orange hingga merah rentang nilai densitas berada pada 2,41 sampai 2,72 g/cm^3 merupakan batuan Andesite, sedangkan untuk kontur berwarna merah muda densitas 2,84 sampai 2,99 g/cm^3 dengan nama batuan yaitu batuan Basalt.

Dari peta elevasi pulau Lombok dapat dilihat nilai anomali daerah penelitian memiliki rentang nilai antara (-1991,1) sampai 3.202 m, daerah dengan elevasi tertinggi berada di Gunung Rinjani sedangkan untuk nilai yang negatif merupakan daerah permukaan laut.

Dari peta anomali bouguer lengkap, dapat dilihat nilai anomali daerah penelitian memiliki rentang nilai antara 10,2 sampai 297,1 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 10,2 sampai 110, 8 mGal yang mendominasi pada sekitar bagian utara, timur laut dan timur daerah penelitian, anomali sedang dengan interval warna antara hijau hingga kuning dengan rentang nilai anomali antara 114,8 sampai 151,7 mGal sebagian besar tersebar merata pada daerah penelitian serta anomali tinggi yang diperlihatkan dengan interval warna kuning kemerahan sampai warna merah muda dengan rentang nilai anomali antara 153,6 sampai 297,1 mGal yang mendominasi pada daerah sekitar Gunung Rinjani, barat dan barat daya. 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 butterworth menggunakan software Oasis Montaj. Dari pemisahan tersebut diperoleh anomali regional seperti yang diperlihatkan Gambar 7. Dari Gambar 7 dapat dilihat nilai anomali regional daerah penelitian memiliki rentang nilai antara 18,0 sampai 271,1 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 18,0 sampai 107,3 mGal yang mendominasi pada bagian utara, timur laut dan timur daerah penelitian, anomali sedang dengan interval warna antara hijau hingga kuning dengan rentang nilai anomali antara 114,8 sampai 146,4 mGal yang mendominasi pada bagian timur dan barat laut daerah penelitian serta bagian utara Gunung Rinjani, untuk anomali tinggi yang diperlihatkan dengan interval warna kuning kemerahan sampai warna merah muda dengan rentang nilai anomali antara 148,3 sampai 271,1 mGal yang mendominasi pada bagian gunung Rinjani, selatan dan sebagian di barat daerah penelitian.

Dari hasil pengurangan nilai anomali Bouguer lengkap dengan anomali regional diperoleh anomali residual seperti yang diperlihatkan pada Gambar 8. Dari gambar tersebut dapat dilihat rentang nilai anomali residual daerah penelitian antara (-52,9) sampai 32,4 mGal. Anomali rendah diperlihatkan dengan interval warna antara warna biru tua hingga biru muda dengan rentang nilai anomali antara (-52,9) sampai (-2,1) mGal, anomali sedang dengan interval warna antara hijau hingga kuning dengan rentang nilai anomali antara (-1,9) sampai 0,1 mGal serta anomali tinggi yang diperlihatkan dengan interval warna kuning kemerahan sampai warna merah muda dengan rentang nilai anomali antara 0,2 sampai 32,4 mGal.

Setelah dilakukan pemodelan forward modelling di peroleh rentang nilai. Berdasarkan rentang nilai tersebut dapat dilihat jenis batuan berdasarkan pemodelan 2-D yang dilakukan. Pada penelitian ini pemodelan 2-D struktur bawah permukaan Pulau Lombok digolongkan kedalam tiga bagian yaitu Lombok Timur, Lombok Barat, dan Lombok Tengah.

Pada pemodelan 2-D struktur bawah permukaan daerah Lombok Timur, nilai densitas pada setiap struktur batuanannya memiliki nilai yang berbeda. Dapat dilihat bahwa nilai densitas memiliki rentang nilai dari 1 sampai dengan 2,99 g/cm^3 yang mana juga diwakili oleh warna yang berbeda - beda. Hal ini menunjukkan bahwa untuk setiap kedalaman tertentu, terdapat beberapa jenis batuan yang berbeda - beda berdasarkan nilai densitasnya. Jenis batuan berdasarkan nilai densitasnya dapat dilihat pada Gambar 10. Jenis batuan dideskripsikan dalam bentuk nilai densitas diantaranya yang berwarna biru hingga hijau memiliki rentang nilai densitas 1 sampai 1,99 g/cm^3 adalah jenis batuan Soil. Selanjutnya yang berwarna kuning rentang nilai densitas berada pada 2 sampai 2,27 g/cm^3 merupakan batuan Lime Stone. Untuk berwarna orange rentang nilai densitas 2,4 sampai 2,63 g/cm^3 dengan nama batuan yaitu batuan Andesite. Sementara kontur berwarna merah hingga merah muda rentang nilai densitas adalah 2,71 sampai 2,99 g/cm^3 dan nama jenis batuanannya adalah batuan Basalt.

Pada pemodelan 2-D struktur bawah permukaan daerah Lombok Barat jenis batuan dideskripsikan dalam bentuk nilai densitas diantaranya yang berwarna kuning hingga orange rentang nilai densitas berada pada 2,08 sampai 2,6 g/cm^3 merupakan batuan Lime Stone. Untuk kontur berwarna merah rentang nilai densitas 2,68 sampai 2,77 g/cm^3 dengan nama batuan yaitu batuan Andesite. Sementara kontur berwarna merah muda densitas 2,85 sampai 2,99 g/cm^3 dan nama jenis batuanannya adalah batuan Basalt. Sedangkan untuk pemodelan 2-D struktur bawah permukaan daerah Lombok Tengah yaitu jenis batuanannya dideskripsikan dalam bentuk nilai densitas, diantaranya yang

berwarna orange hingga merah rentang nilai densitas berada pada 2,41 sampai 2,72 g/cm³ merupakan batuan Andesite, sedangkan untuk kontur berwarna merah muda densitas 2,84 sampai 2,99 g/cm³ dengan nama batuan yaitu batuan Basalt.

Hal ini sesuai dengan peta geologi daerah Pulau Lombok, yang dimana pada Kabupaten Lombok Timur ditemukan jenis batuan Andesite dan Basalt terutama di sekitar Gunung Rinjani, selain itu juga terdapat adanya batuan Sedimen di wilayah ini, terutama didataran lebih rendah. Sedangkan pada Kabupaten Lombok Barat umumnya ditemukan jenis batuan Andesite. Batuan ini umumnya ditemukan dikawasan Gunung berapi, terutama seiring dengan adanya Gunung Rinjani dibagian Utara Pulau Lombok, dan untuk Kabupaten Lombok Tengah terdapat sejumlah batuan Basalt di wilayah ini, terutama terkait dengan aktifitas vulkanik di masa lalu. Selain itu beberapa area memiliki batuan Metamorf sebagai hasil transformasi batuan lain akibat tekanan dan panas.

Penting untuk dicatat bahwa keberagaman geologi dapat terjadi dalam wilayah-wilayah ini, dan beberapa batuan mungkin bersinggungan diberbagai daerah. Kondisi ini disebabkan oleh sejarah geologis dan aktifitas tektonik di Pulau Lombok.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian ini memiliki persebaran nilai anomali dari peta anomali bouguer lengkap yaitu sebesar 10,2 sampai 297,1 mGal, pada anomali rendah memiliki rentang nilai anomali antara 10,2 sampai 110,8 mGal, pada anomali sedang memiliki rentang nilai anomali antara 114,8 sampai 151,7 mGal, dan pada anomali tinggi memiliki rentang nilai anomali antara 153,6 sampai 297,1 mGal, sedangkan pada peta anomali regional daerah penelitian ini memiliki rentang nilai anomali antara 18,0 sampai 27,1 mGal dan pada peta anomali residual daerah penelitian memiliki nilai anomali antara -52,9 sampai 32,5 mGal. Sedangkan struktur bawah permukaan Pulau Lombok memiliki rentang nilai densitas antara 1 sampai 2,9 g/cm³. Struktur bawah permukaan Pulau Lombok yang dibagi menjadi Lombok Timur terdiri dari batuan Soil (1 sampai 1,99 g/cm³), Lime Stone (2 sampai 2,27 g/cm³), Andesite (2,4 sampai 2,63 g/cm³) dan Basalt (2,71 sampai 2,99 g/cm³), untuk Lombok Barat terdiri dari batuan Lime Stone (2,08 sampai 2,6 g/cm³), Andesite (2,68 sampai 2,77 g/cm³) dan Basalt (2,85 sampai 2,99 g/cm³) dan untuk Lombok Tengah terdiri dari batuan Andesite (2,41 sampai 2,72 g/cm³), Basalt (2,84 sampai 2,99 g/cm³).

Daftar Pustaka

Abidin, R.J. (2007). *Satelit Altimetri*. Bandung. Geodesy dan Geomagnetics Engineering Institute Technology Bandung (ITB).

Agustawijaya, D. S., Sulistyowati, T., Suroso, A., Hadi, S. (2005). *Pengkajian Bhaya Longsor Tipe Jatuhan Batuan (Rockfall)*. Laporan Tahap I Penelitian Hibah Bersaing, Direktorat jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional.

Andersen O. B., dan Kundsen P. (2000). *The Role of Satellite Altimetry in Gravity Field Modeling in Coastal Areas*. New York: Pergamon Press.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Buleleng. 2015. *Kabupaten Buleleng dalam Angka Tahun 2015*. Edited by Badan Pusat Statistik Kabupaten Buleleng 1st Ed Singaraja. Badan Pusat Statistik Kabupaten Buleleng.

Daryonal.,(2011), "Identifikasi Sesar Naik Belakan Busur (Back arc Thrust) Daerah Bali Berdasarkan Seismitas Dan Solusi Bidang Sesar", Artikel Kebumihan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika.

Derry Jarut.,(2021), *Pemodelan 3D Struktur Bawah Permukaan Gunung Anak Ranakah dan Sekitarnya Menggunakan Metode Gravitasi*. Jurnal Fisika. Fakultas Mipa Universitas Udayana. Jimbaran

Hamilton, W., (1979), *Tectonic of the indonesia Region*. Geological Survey, Propesional Paper 1078, Washington.)

Ibrahim, G (2010). *Tektonik dan Mineral di Indonesia*. Jakarta: Puslitbang BMKG Indriana, R.D., (2008), "Analisa Sudut Kemiringan Lempeng Subduksi diSelatan Jawa Tengah Jawa Timur Berdasarkan Data Anomali Gravitasi dan Implikasi Tektonik Vulkanik", *Berkala Fisika*, Vol.11 No. 3 89-96

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, 2(2). 84-95. Diunduh dari https://eprints.uns.ac.id/1778/1/15_Fatwa_edit1.pdf. Lowrie, W. (2007). *Fundamentals of*

Geophysics. Cambridge: Cambridge University Press.

- Martha, A.A. (2011). Pemodelan 3D Data Gayabarat Lapangan Panas Bumi Ulubelu, Tanggamus, Lampung. Thesis Institut Teknologi Bandung.
- Massianai, Muhammad Alvin 2015. Geomorfologi Tektonik. Pustaka Ilmu Yogyakarta.
- Prasetyo, M.A., Primcessah, C., Asupyani, H., dan Azizi, H.A. 2019. Review of Landslides Factors at Rinjani Mountain. Lombok Island. Nusa Tenggara. IOP Conference Series: Environmental Science
- Purnomo, J., Koesuma, S., & Yuniato, M. (2013). Pemisahan Anomali Regional Residual pada Metode Gravitasi Menggunakan Metode Moving Average, Polynomial, dan Inversion. Indonesian Journal of Applied Physics. 3(1). 10-20. Diunduh dari https://www.researchgate.net/publication/303483971_Pemisahan_Anomali_Regional_Residual_pada_Metode_Gravitasi_Menggunakan_Metode_Moving_Average_Polynomial_dan_Inversion.
- Sarkowi, M. (2010). Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Daerah Gunung Merbabu-Merapi Berdasarkan Pemodelan 3D Anomali Bouguer. Berkala Fisika Vol.13 No. 2. D11-D18
- Serway, R.A dan Jewett, J.W. (2004). Physics for scientists dan Engineers, six edition. California: Thomson Brook/Cole.
- Silver, E. A., Breen, N. A., Prasetyo, H., & Hussong, D. M. 1986. Multibeam Study of The Florest Back Arc Thrust Belt Indonesia. Kilomet. 91(4).
- Sulaeman, C., Dewi, L. C., dan Triyoso, W. (2008). Karakteristik Sumber Gempa Yogyakarta 2006 Berdasarkan Data GPS. Jurnal Geologi Indonesia, 3(1), 49-56. Telford, W.M., Geldart, L.P., dan Sheriff, R.E.(1990).Applied Geophysics Second Edition.Cambridge: Cambridge University Press.Guideline for bibliography in **JoSSEd** is as follows: