



ANALISIS SPEKTRUM PADA DATA GAYA BERAT DAERAH LOMBOK TENGAH DAN LOMBOK TIMUR UNTUK MENENTUKAN ESTIMASI KETEBALAN SEDIMEN

Laela Zulfawati¹, Suhayat Minardi^{1#}, Lily Maysari Angraini¹

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Indonesia. Jln. Majapahit No 63 Mataram, NTB

Email[#]: suhayatminardi@unram.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan pengukuran gayaberat di daerah Lombok Tengah dan Lombok Timur yaitu dari Jonggat hingga Pringgabaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketebalan sedimen daerah Lombok Tengah dan Lombok Timur dengan menggunakan analisis spektrum pada data gayaberat. Dalam penelitian ini analisis spektrum dilakukan dengan cara mengubah data dari domain ruang ke dalam domain bilangan gelombang. Pada peta kontur *complete bouguer anomaly* daerah penelitian dibuat dua macam *slicing* yaitu *slicing* horizontal dari arah barat hingga timur daerah penelitian dan *slicing* vertikal dari arah utara hingga selatan daerah penelitian. Dari *slicing* arah horizontal didapatkan rata-rata ketebalan residual yang merepresentasikan ketebalan sedimen dari arah utara hingga selatan daerah penelitian sebesar $(2154,47 \pm 1231,83)$ meter, sedangkan dari *slicing* arah vertikal didapatkan rata-rata ketebalan residual yang merepresentasikan ketebalan sedimen dari arah barat hingga timur daerah penelitian $(790,73 \pm 260,53)$ meter. Dari nilai ketebalan sedimen yang didapatkan menandakan daerah Lombok Tengah dan Lombok Timur memiliki tingkat keamanan dan ketahanan bangunan terhadap gempa bumi lebih besar dibandingkan dengan daerah Lombok bagian utara. Hal ini dapat dilihat dari setelah terjadi gempa bumi, kerusakan di daerah Lombok Tengah dan Lombok Timur lebih ringan dibandingkan dengan daerah Lombok bagian utara.

Kata kunci: analisis spektrum, anomali gayaberat, ketebalan sedimen.

Cara Menulis Sitasi: Laela Zulfawati, Suhayat Minardi, Lily Maysari Angraini. (2019). Judul artikel. *Analisis Spektrum Pada Data Gaya Berat Daerah Lombok Tengah dan Lombok Timur Untuk Menentukan Estimasi Ketebalan Sedimen*. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 6 (1), 34-44.

PENDAHULUAN

Batuan sedimen merupakan batuan yang terbentuk dari bahan yang terlepas dan larut dari hasil proses mekanis dan kimiawi dari batuan yang telah ada sebelumnya. Proses tersebut meliputi proses penghancuran yang kemudian hasil dari penghancuran tersebut akan berubah menjadi batuan yang lebih padat karena proses kompaksi dan sementasi. Ketebalan sedimen suatu daerah akan menunjukkan tingkat keamanan dan ketahanan bangunan terhadap gempa bumi (Apriani, 2017).

Gempabumi yang terjadi di Pulau Lombok pada 06 Agustus 2018 dengan kekuatan 7,0 SR menyebabkan kerusakan yang parah di berbagai daerah di Pulau Lombok. Daerah dengan kerusakan

yang parah ini terjadi pada daerah dengan lapisan sedimen yang lebih tipis dan lapuk, sehingga informasi mengenai ketebalan sedimen daerah Lombok Tengah dan Lombok Timur sangat dibutuhkan untuk mengetahui tingkat ketahanan dan keamanan daerah tersebut bila terjadi gempa bumi. Hal ini juga dikarenakan daerah Lombok Tengah dan Lombok Timur adalah daerah yang menempati zona pertemuan lempeng dan telah terbentuk sesar sehingga akan rawan terjadi gempa bumi (Badan Geologi, 2010). Untuk mengetahui ketebalan sedimen perlu dilakukan pengukuran dengan metode geofisika salah satunya adalah metode gayaberat.

Metode gayaberat adalah salah satu metode geofisika yang dapat menggambarkan bentuk struktur bawah permukaan berdasarkan variasi densitas batuan. Variasi densitas batuan dapat menginterpretasikan anomali gayaberat sehingga dapat memberikan informasi keadaan letak batuan yang berada di bawah permukaan dan memberikan gambaran struktur patahan, sumber air, energi dan mineral (Marjiyono, 2016). Analisis metode gayaberat yang dapat digunakan untuk mengetahui ketebalan sedimen suatu daerah adalah dengan analisis spektrum.

Analisis spektrum merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui kedalaman anomali. Analisis spektrum menggunakan prinsip transformasi *fourier* yaitu dengan mengubah data dari domain ruang menjadi domain bilangan gelombang. Gradien dari grafik analisis spektrum besarnya sebanding dengan kedalaman bidang anomali, dimana gradien yang bernilai besar mencerminkan anomali regional sedangkan gradien yang bernilai lebih kecil mencerminkan anomali residual (Apriani, 2017). Oleh karena itu, untuk mengetahui ketebalan sedimen di daerah Lombok Tengah dan Lombok Timur perlu dilakukan analisis spektrum data gayaberat daerah tersebut.

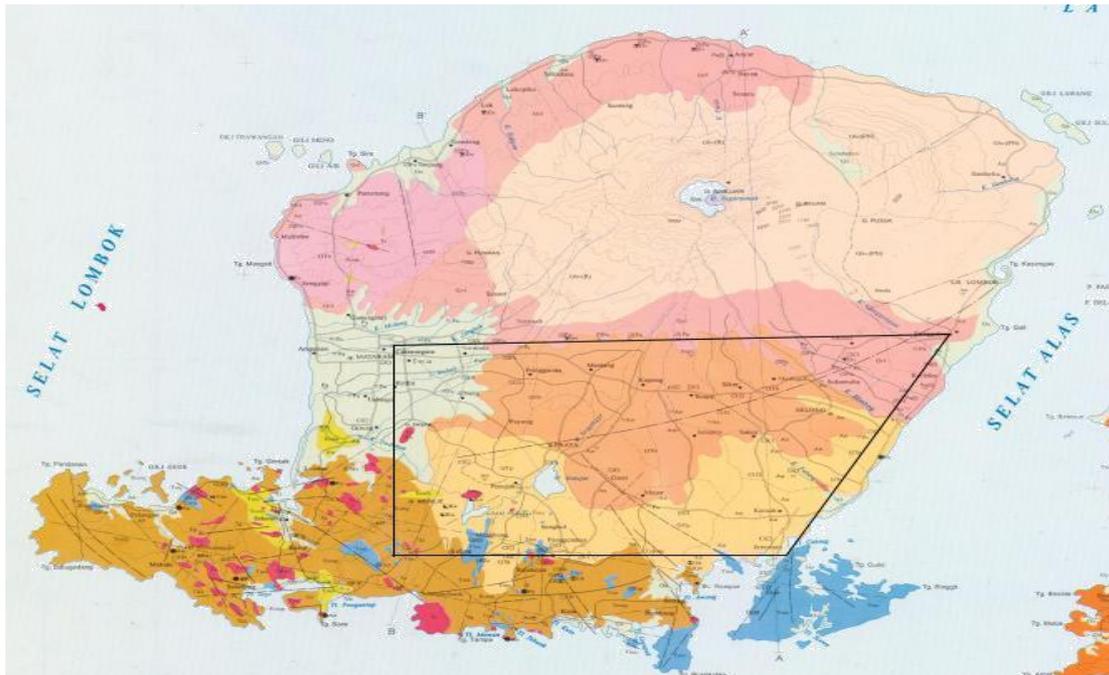
METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif analitik yaitu dengan mendeskripsikan nilai estimasi ketebalan sedimen dengan menggunakan analisis spektrum pada data gayaberat di daerah Lombok Tengah dan Lombok Timur (Jonggat-Pringgabaya).

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini di mulai dari Jonggat hingga Pringgabaya, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Pengambilan data dilaksanakan pada bulan April 2018 dan pengolahan data dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2018. Daerah penelitian terlihat pada gambar 1 berikut :



Gambar 1. Daerah Penelitian

Alat dan Bahan Yang digunakan dalam pengambilan data.

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Gravimeter Scintrex Autograf CG5*, *GPS Trimble R3*, *GPS Garmin Oregon 550*. Selain peralatan di atas digunakan juga perangkat keras yaitu 1 buah Laptop dengan sistem operasi Windows 7 ultimate 64-bit dan perangkat lunak yang terdiri dari *Microsoft Excel 2007* yang digunakan untuk perhitungan koreksi data gayabarat, *Oasis Montaj* (versi 6.4.2 H.J) yang digunakan untuk membuat *slicing* pada kontur *complete bouguer anomaly* dan *Matlab* yang digunakan untuk analisis spektrum.

Teknik Pengambilan Data

Survei Daerah Penelitian

Survei yang dilakukan mulai Jonggat hingga Pringgabaya, Provinsi Nusa Tenggara Barat yang bertujuan untuk menentukan titik – titik pengambilan data.

Akuisisi Data

Proses akuisisi data dilakukan menggunakan dua metode yaitu, metode geodetik dan metode gayabarat :

- a. Metode geodetik dilakukan pada tiap-tiap stasiun untuk menentukan elevasi dari daerah pengukuran. Metode geodetik yang digunakan yaitu metode *fastatic* dimana terdapat tiga alat *GPS trimble* dengan satu sebagai *base* dan dua sebagai *rover*.
- b. Metode gayabarat sebelum melakukan pengukuran gayabarat, daerah penelitian terlebih dahulu dilakukan pengikatan stasiun *base* terhadap titik $DG = 0$ yang diketahui nilai

gravitasi absolutnya, sehingga nilai gravitasi absolut pengukuran lainnya relatif terhadap stasiun *base*. Selanjutnya dilakukan pengambilan data pada setiap stasiun.

Adapun data yang diperoleh di lapangan yaitu meliputi :

- a. Tanggal, hari dan waktu pada stasiun base yang digunakan untuk koreksi pasang surut.
- b. Tanggal, hari dan waktu pada masing-masing stasiun yang digunakan untuk koreksi apungan.
- c. Koordinat titik stasiun, hal ini telah dilakukan sebelumnya menggunakan *GPS Trimble* yang berguna untuk koreksi lintang.
- d. Beda elevasi titik stasiun pengukuran dengan daerah sekitarnya yang berguna untuk koreksi *terrain*.

Teknik Pengolahan Data

Pengolahandatatagayaberatmemilikibeberapatahapayaituperhitungan koreksi data gayaberat, perhitungan *Complete Bouguer Anomaly* (CBA) dan analisis spektrum data anomali gayaberat.

a. Koreksi data gayaberat

1. Koreksi Tidal (*Tide Correction*)

Koreksi ini dilakukan untuk menghilangkan efek benda-benda di luar angkasa seperti bulan dan matahari yang mempengaruhi nilai gravitasi di bumi dengan persamaan $F = mg$.

2. Koreksi Apungan (*Drift Correction*)

Koreksi apungan merupakan koreksi pada data gravitasi sebagai akibat perbedaan pembacaan nilai gravitasi di stasiun yang sama pada waktu yang berbeda oleh alat gravimeter dengan persamaan $g = -G \frac{m1}{r^2} r$.

3. Koreksi Lintang (*Latitude Correction*)

Koreksi lintang pada data gravitasi diperlukan sebagai akibat dari rotasi bumi dengan persamaan $g = G \frac{Me}{Re^2} r$.

4. Koreksi Udara Bebas (*Free-air Corection*)

Koreksi udara bebas merupakan koreksi yang disebabkan karena pengaruh variasi ketinggian terhadap medan gravitasi bumi dengan persamaan $D_n = \frac{g_{akhir} - g_0}{t_{akhir} - t_0} (t_n - t_0)$.

5. Koreksi Bouguer (*Bouguer Correction*)

Koreksi *bouguer* merupakan koreksi yang digunakan untuk menghilangkan percepatan gravitasi karena efek dari massa yang berada diantara titik pengukuran sampai dengan titik geoid dengan persamaan $g^{(\varphi)} = 978031,846 (1 + 0,005278895 \sin^2 \varphi + 0,000023462 \sin^4 \varphi)$ mgal.

6. Koreksi Medan (*Terrain Correction*)

Koreksi medan diperlukan oleh karena setiap stasiun pengukuran gayaberat memiliki bentuk permukaan yang tidak datar atau memiliki undulasi dengan persamaan $FAC = (-0,3086 \times h)$ mGal.

b. *Complete Bouguer Anomaly* (CBA)

Complete Bouguer Anomaly (CBA) adalah hasil pengurangan nilai g obeservasi (g_{obs}) dengan koreksi-koreksi data gayaberat. Nilai yang diperoleh merupakan hasil nilai percepatan gravitasi bumi. Data *complete bouguer anomaly* ini diolah pada *software Microsoft Excel* kemudian dibuat peta kontur *complete bouguer anomaly* dengan *software Oasis Montaj* (versi 6.4.2 HJ).

c. Analisis Spektrum

Dalam melakukan analisis spektrum terlebih dahulu dibuat *slicing* pada peta kontur *complete anomlay bouguer*. Dalam penelitian ini akan dibuat 13 *slicing* arah vertikal dan 15 *slicing* arah horizontal, selanjutnya dari *slicing* tersebut dilakukan analisis spektrum dengan spasi grid 1000 meter dengan menggunakan *software matlab R2014a*. Hasil analisis spektrum berupa komponen real dan komponen imajiner yang kemudian dengan menggunakan *microsoft excel 2007* di hitung nilai bilangan gelombang (k) dan logaritma natural amplitudo ($\ln A$) dengan persamaan

$$|F(k)| = [(Re F(k))^2 + (Im F(k))^2]^{1/2}.$$

Setelah didapatkan nilai bilangan gelombang (k) dan logaritma natural amplitudo ($\ln A$), maka dibuat grafik hubungan bilangan gelombang (k) dengan nilai logaritma natural amplitudo ($\ln A$). Gradien dari grafik analisis spektrum besarnya sebanding dengan kedalaman bidang anomali. Kurva gradien spektrum mempresentasikan batas anomali regional dan residual, dimana gradien yang bernilai besar mencerminkan anomali regional sedangkan gradien yang bernilai lebih kecil mencerminkan anomali residual.

Interpretasi Data

Pada penelitian ini dilakukan interpretasi kuantitatif yang bertujuan untuk mengestimasi ketebalan sedimen berdasarkan hasil analisis spektrum. Gradien dari grafik spektrum besarnya sebanding dengan kedalaman bidang anomali. Kurva gradien spektrum mempresentasikan batas anomali regional dan residual, dimana gradien yang bernilai besar mencerminkan kedalaman anomali regional sedangkan gradien yang bernilai lebih kecil mencerminkan kedalaman anomali residual.

PETA KONTUR *COMPLETE BOUGUER ANOMALY* LOMBOK TENGAH DAN LOMBOK TIMUR



Gambar 2 Peta kontur *complete bouguer anomaly* Lombok Tengah dan Lombok Timur
HASIL DAN PEMBAHASAN

Complete Bouguer Anomaly Lombok Tengah dan Lombok Timur.

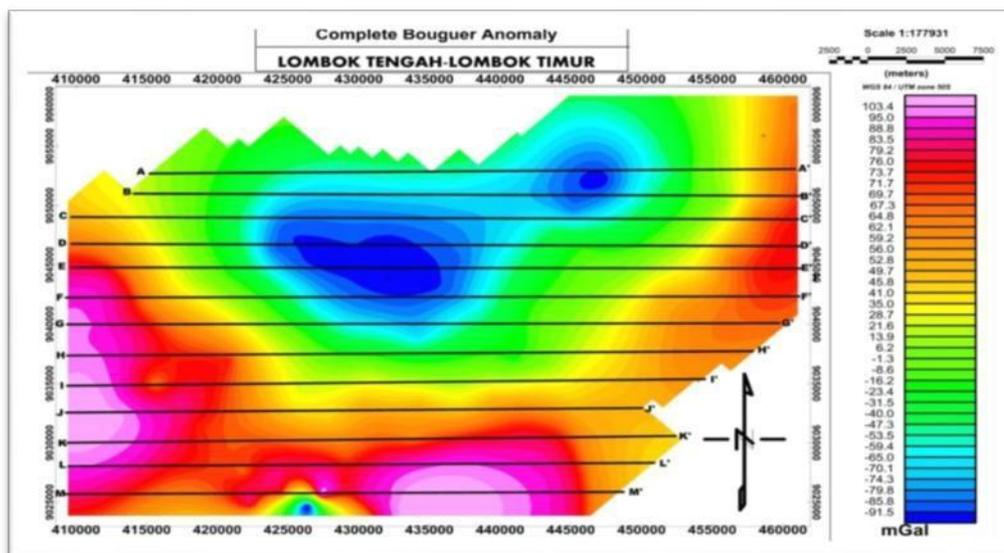
Complete bouguer anomaly merupakan superposisi dari anomali regional dan anomali residual. Anomali regional adalah anomali gayaberasat yang disebabkan oleh perbedaan densitas batuan pada daerah yang lebih dalam sedangkan anomali residual adalah anomali gayaberasat yang disebabkan oleh perbedaan densitas batuan pada daerah yang lebih dangkal. Peta kontur *complete bouguer anomaly* ditunjukkan oleh gambar 2.

Nilai *Complete bouguer anomaly* daerah Lombok Tengah dan Lombok Timur dikelompokkan ke dalam tiga macam anomali berbeda. Pertama adalah anomali tinggi yang mempunyai nilai antara 71,7 mGal hingga 103,4 mGal. Anomali ini pada umumnya menempati daerah Lombok Tengah bagian yaitu daerah Sengkol, Keruak dan Jerowaru. Kedua adalah anomali sedang yang mempunyai kisaran nilai antara 6,2 mGal hingga 69,7 mGal. Anomali ini pada umumnya menempati bagian tengah daerah penelitian yaitu daerah Puyung, Sakra dan Selong. Ketiga adalah anomali rendah dengan kisaran nilai antara -91,5 mGal hingga -1,3 mGal. Anomali ini pada umumnya berada di

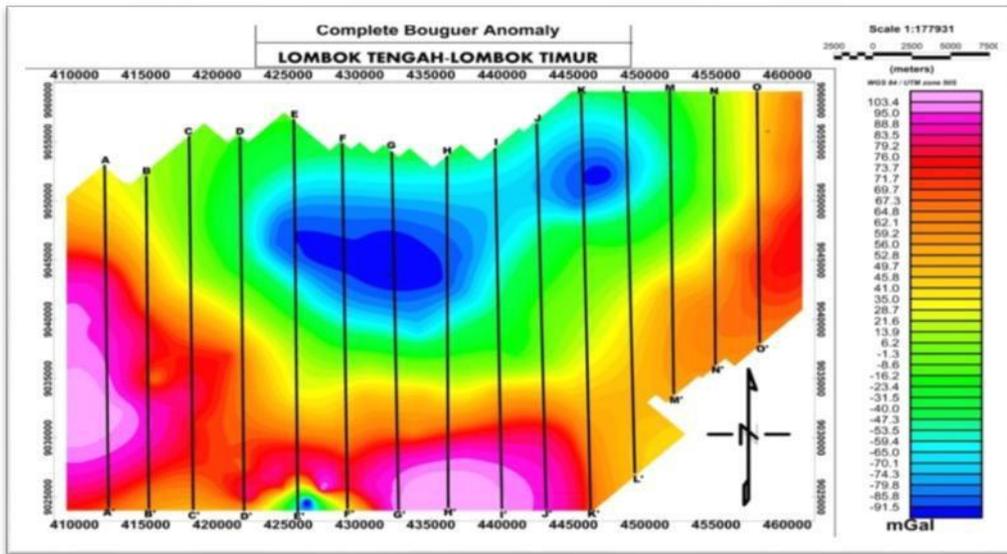
daerah Mantang, Kopang dan Terara. Nilai anomali yang tinggi disuatu daerah disebabkan karena variasi densitas daerah tersebut sangat besar, begitu juga sebaliknya anomali rendah disebabkan karena variasi densitas yang lebih kecil.

Analisis Spektrum Data Anomali Gayaberat

Analisis spektrum didasarkan pada transformasi *fourier* yaitu dengan mengubah data dari domain ruang ke dalam domain bilangan gelombang. Setelah melakukan transformasi *fourier* maka akan didapatkan nilai amplitudo dan bilangan gelombang. Analisis spektrum dilakukan dengan cara membuat penampang lintasan, untuk studi kasus daerah Lombok Tengah dan Lombok Timur ini dibuat dua macam slicing yaitu tiga belas slicing horizontal dan 15 slicing vertikal. Slicing horizontal bertujuan untuk mengetahui sebaran ketebalan sedimen dari arah utara hingga selatan daerah penelitian sedangkan slicing vertikal untuk bertujuan mengetahui sebaran ketebalan sedimen dari arah barat hingga timur daerah penelitian. Selanjutnya dari masing-masing profil dilakukan analisis spektrum dengan spasi 1000 meter dengan tujuan untuk mengetahui trend kedalaman anomali regional dan residual. Berikut peta kontur *complete bouguer anomaly* dengan 13 *slicing* horizontal dan 15 *slicing* vertikal :

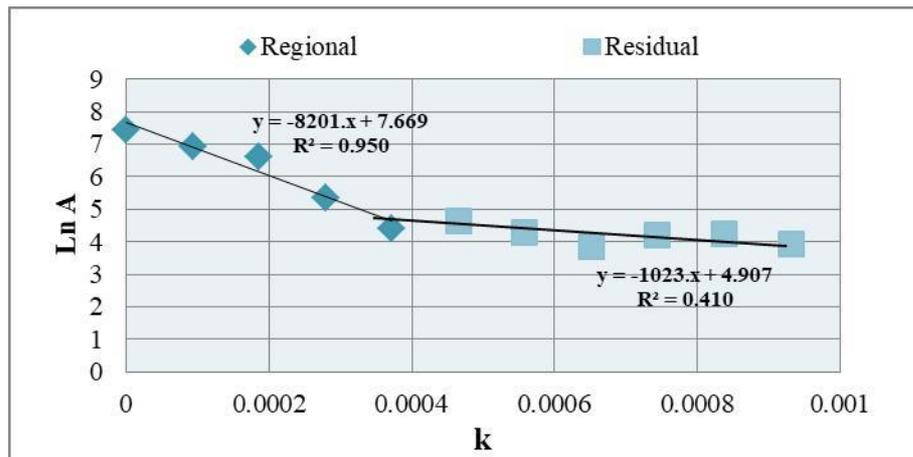


Gambar 3 Peta kontur *slicing* arah horizontal

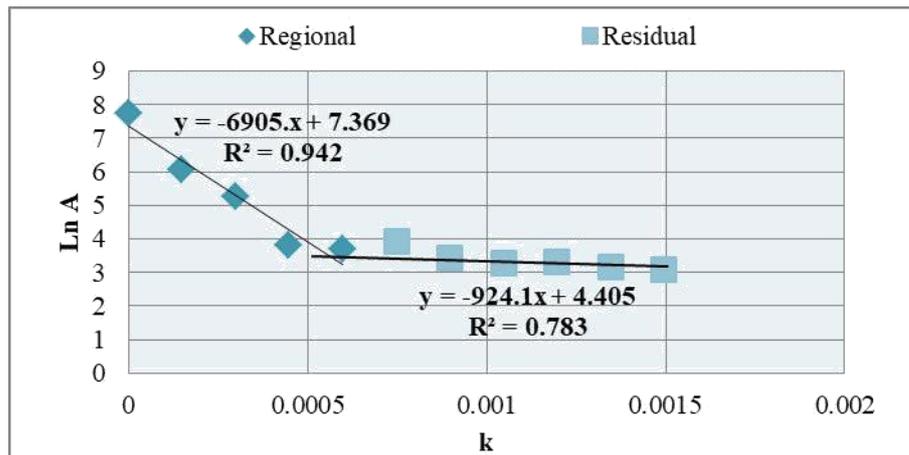


Gambar 4 Peta kontur *slicing* arah vertical

Dari *slicing* horizontal dan vertikal yang dilakukan maka dapat diketahui masing-masing nilai estimasi kedalaman anomali regional dan residual dari daerah penelitian. Berikut grafik hubungan bilangan gelombang (k) terhadap logaritma natural amplitudo ($\ln A$) untuk *slicing* horizontal dan vertikal :



Gambar 5 Grafik analisis spektrum lintasan A-A' arah horizontal



Gambar 6 Grafik analisis spektrum lintasan A-A' arah vertical

Dari *slicing* horizontal grafik untuk *slicing* A-A' arah horizontal diperoleh kedalaman regional sebesar 8201 meter dan kedalaman residual sebesar 1023. Kedalaman residual yang dihasilkan merepresentasikan ketebalan sedimen dengan nilai ketebalan sebesar 1023 meter. Sedangkan untuk *slicing* A-A' arah vertikal diperoleh kedalaman regional sebesar 6905 meter dan kedalaman residual sebesar 924,1 meter. Kedalaman residual yang dihasilkan merepresentasikan ketebalan sedimen dengan nilai ketebalan sebesar 924,1 meter. Dari *slicing* horizontal dan vertikal tersebut didapatkan nilai estimasi ketebalan residual pada masing-masing *slicing* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1 Estimasi ketebalan residual Lombok Tengah dan Lombok Timur arah horizontal

NO	<i>Slicing</i>	Ketebalan Residual (m)
1.	A-A'	1023
2.	B-B'	2587
3.	C-C'	2971
4.	D-D'	4761
5.	E-E'	1377
6.	F-F'	2479
7.	G-G'	3175
8.	H-H'	2599
9.	I-I'	3236
10.	J-J'	619
11.	K-K'	735,2
12.	L-L'	1389
13.	M-M'	1057
Rata-rata		2154,47

Tabel 2 Estimasi kedalaman anomali Lombok Tengah dan Lombok Timur arah vertikal

NO.	Slicing	Ketebalan Residual (m)
1	A-A'	924,1
2	B-B'	756,7
3	C-C'	934
4	D-D'	1348
5	E-E'	895,5
6	F-F'	1037
7	G-G'	720,5
8	H-H'	761,5
9	I-I'	471
10	J-J'	539,3
11	K-K'	1069
12	L-L'	902
13	M-M'	580
14	N-N'	516,2
15	O-O'	406,2
Rata-rata		790,73

Berdasarkan tabel 1 dan tabel 2 yaitu dari *slicing* arah horizontal didapatkan rata-rata ketebalan residual yang merepresentasikan ketebalan sedimen sebesar $(2154,47 \pm 1231,83)$ meter dan standar deviasi 57,17 % sedangkan dari *slicing* arah vertikal didapatkan rata-rata ketebalan residual $(790,73 \pm 260,53)$ meter dan standar deviasi 32,94 %. Dari nilai ketebalan sedimen yang didapatkan terlihat sebaran ketebalan sedimen dari utara hingga selatan lebih besar, hal ini ditunjukkan dari besarnya standar deviasi yang dihasilkan.

Ketebalan sedimen daerah Lombok Tengah dan Lombok Timur lebih besar dibandingkan dengan ketebalan sedimen yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan di daerah Lombok bagian utara, dimana nilai ketebalan lapisan sedimen di daerah Nipah dan Mngsit berkisar 10 – 95 meter dimana daerah Nipah tersusun atas endapan alluvial dengan material yang lunak, sehingga menyebabkan daerah Nipah berpotensi merasakan guncangan kuat saat terjadi gempa bumi.

Berdasarkan rentetan gempa bumi yang terjadi di Pulau Lombok, daerah dengan kerusakan yang lebih parah terjadi di daerah Lombok bagian utara. Hal ini dikarenakan daerah tersebut memiliki ketebalan sedimen yang tidak terlalu tebal, berbeda dengan daerah Lombok Tengah dan Lombok

Timur tidak terjadi kerusakan yang parah karena daerah ini memiliki ketebalan sedimen yang lebih tebal.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian dapat disimpulkan bahwa dari *slicing* arah horizontal dan arah vertikal didapatkan rata-rata ketebalan residual yang merepresentasikan ketebalan sedimen sebesar (2154,47±1231,83) meter dan (790,73 ± 260,53) meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, Mila dkk. 2017. *Estimasi Ketebalan Sedimen dengan Analisis Power Spectral pada Data Anomali Gayaberat DKI Jakarta*. Jakarta : Pusat Gempabumi dan Tsunami BMKG.
- Azhar, Lalu. 2017. *Pemetaan Sesar Di Pulau Lombok Menggunakan Metode Gayaberat 2D*. Mataram : Universitas Mataram.
- Blakley, Robert .J. 1995. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Marjiyono, 2016. *Penguatan Gelombang Gempabumi Oleh Sedimen Permukaan Kota Mataram*. Bandung : Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral.
- Purwati, Mei. 2017. *Penentuan Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Ketebalan Sedimen Menggunakan Mikrotremor Di Dusun Nipah Kabupaten Lombok Utara*. Mataram : Universitas Mataram.
- Sari, Ayu Fadillah. 2010. *Pemodelan Bawah Permukaan Dan Zona Subduksi Daerah Kepulauan Nusa Tenggara Berdasarkan Data Anomali Medan Gravitasi Regional*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Syamsuriadi dkk. 2012. *Penentuan Struktur Bawah Permukaan Kota Makassar dengan Menggunakan Metode Gayaberat*. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Telford dkk. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. USA : Cambridge University Press.
- Tipler, Paul.1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 1(Terjemahan)*. Jakarta : Erlangga.
- Wafid, Muhammad, dkk. 2014. *Resume Hasil Kegiatan Pemetaan Geologi Teknik Pulau Lombok Skala 1:250.000*. Bandung : Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral.
- Wijyantari, Meitri. 2014. *Penentuan Struktur Bawah Permukaan Daerah Terdampak Paling Parah Akibat Gempabumi Lombok Utara Tanggal 22 Juni 2013 Menggunakan Seismik Refraksi*. Mataram : Universitas Mataram.