

## ESTIMASI KETEBALAN SEDIMEN DI PULAU JAWA BAGIAN BARAT MENGGUNAKAN ANALISIS POWER SPECTRUM DATA ANOMALI GRAVITASI

### ESTIMATION OF SEDIMENT THICKNESS IN WEST JAVA ISLAND USING POWER SPECTRUM ANALYSIS OF GRAVITY ANOMALY DATA

**Anisa Puspita Sari<sup>1,\*</sup> dan Alghani Yullatifah<sup>2</sup>**

1) Fakultas Sains dan Teknologi Prodi Fisika Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. Jl. Ir. H. Juanda No.95, Cempaka Putih, Ciputat, Kota Tangerang Selatan, Banten 15412

2) Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah II Tangerang Selatan. Jl. H. Abdulgani No.05, Cempaka Putih, Ciputat Timur, Tangerang Selatan 15412

\*Email : [anisapuspitasari26@gmail.com](mailto:anisapuspitasari26@gmail.com)

#### ABSTRAK

Pulau Jawa bagian Barat merupakan wilayah yang dekat dengan zona subduksi sehingga rentan terjadi gempa bumi. Anomali gravitasi adalah perbedaan gravitasi observasi dengan nilai yang diprediksi oleh model. Analisis spectrum adalah analisis harmonik yang digunakan untuk menganalisis fenomena osilator harmonik di alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi persebaran anomali gravitasi dan mengetahui estimasi ketebalan sedimen berdasarkan analisis power spectrum data anomali gravitasi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 8 slicing atau irisan. Dilakukan irisan dengan arah utara-selatan sebanyak 5 irisan, dan arah barat-timur sebanyak 3 irisan. Berdasarkan analisis Power Spectrum ketebalan zona residual wilayah bagian barat meningkat dari bagian barat ke timur dan paling tebal di arah selatan yaitu di sekitar stasiun NGJR yaitu dengan ketebalan hingga 1337 meter. Anomali Bouguer Sederhana pada Pulau Jawa bagian Barat menunjukkan daerah anomali yang rendah berada di bagian Timur Laut, sedangkan anomali yang tinggi ditunjukkan terkonsentrasi di bagian Selatan daerah Sukabumi. Perbandingan terhadap nilai PGA menunjukan beberapa ketidaksesuaian sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan.

Kata kunci: Ketebalan Sedimen, Anomali Gravitasi, Pemetaan, Slicing, PGA, SBA

#### ABSTRACT

Part of Java is an area close to the subduction zone making it vulnerable to earthquakes. The gravitational anomaly is the difference between gravity observations with values predicted by the model. Spectrum analysis is a harmonic analysis used to analyze the phenomenon of harmonic oscillators in nature. This study aims to identify the distribution of the gravitational anomaly and determine the estimated thickness of the sediment based on the power spectrum analysis of the gravity anomaly data. This research was conducted using 8 slices. 5 slices in the north-south direction, and 3 slices in the west-east direction. Based on Power Spectrum the thickness of the residual zone in the western part increases from west to east and is thickest in the south, around the NGJR station, with a thickness of up to 1337 meters. The Simple Bouguer Anomaly in the western part of Java Island shows that the low anomaly area is in the Northeast, while the high anomaly is concentrated in the southern part of the Sukabumi area. The Comparison of PGA show some differences so further research is necessary.

Keywords: Sediment Thickness, Gravity Anomaly, Mapping, Slicing, PGA, SBA

## 1. Pendahuluan.

Pulau Jawa bagian Barat merupakan wilayah yang dekat dengan zona subduksi, atau batas lempeng tektonik yang sifatnya menunjam antara lempeng oseanik dengan lempeng kontinen. Batas pertemuan dari dua lempeng ini merupakan kawasan yang aktif secara tektonik dan membuat pulau jawa rawan terhadap peristiwa gempa tektonik. Selain berada pada zona subduksi, Pulau Jawa banyak memiliki struktur sesar aktif. Pergerakan sesar aktif juga memicu terjadinya gempa tektonik atau gempabumi yang terjadi karena aktivitas tektonik. Sesar aktif di daratan juga berperan mempercepat rambatan akibat gempa di lautan.

Pemetaan dan zonasi yang detail dibutuhkan untuk daerah yang rentan gempabumi. Daerah yang jauh dari titik fokus gempa tektonik maupun vulkanik, dampak yang dihasilkan dari getaran tidak secara langsung terasa atau kelihatan, karena secara teoritis semakin jauh jaraknya maka amplitudo getaran akan semakin kecil. Namun, nyatanya bukan berarti daerah yang jauh dari pusat gempa tidak mengalami kerusakan.

Geofisika adalah ilmu yang mempelajari tentang bumi dengan menggunakan parameter-parameter fisika. Dalam hal ini yang menjadi target adalah ketebalan sedimen di wilayah pulau Jawa bagian Barat. Parameter-parameter fisika yang digunakan adalah parameter mekanika yang meliputi metode gravitasi (*gravity*).

Metode gravitasi adalah salah satu metode dapat digunakan untuk mengestimasi kedalaman sedimen dengan menggunakan analisis *power spectrum*. Ketebalan sedimen

merupakan suatu bagian yang perlu diperhatikan dalam penentuan lokasi pembangunan, karena akan berpengaruh terhadap ketahanan dan keamanan bangunan nantinya.

Analisis spektrum adalah analisis harmonik yang digunakan untuk menganalisis fenomena osilator harmonik di alam. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan distribusi spektrum dari fenomena osilator dan untuk menunjukkan karakteristik statistiknya.

Melalui penelitian ini diharapkan dapat menggambarkan ketebalan sedimen di wilayah Pulau Jawa bagian barat.

## 2. Metodologi.

### 2.1. Metodologi Penelitian.

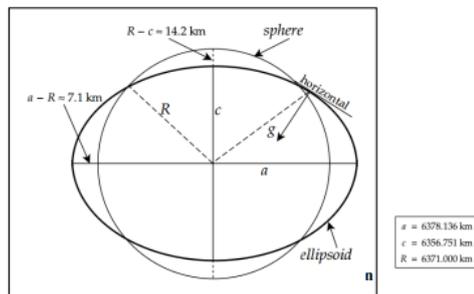
Pada penelitian ini menggunakan dua data sekunder yaitu data pertama menggunakan data gravitasi atau *Free Air Anomaly* (FAA) dan topography dari satelit TOPEX pada wilayah pulau Jawa bagian Barat dengan batas wilayah  $105^{\circ}$  BT,  $108.7^{\circ}$  BT, dan  $-5.8^{\circ}$  LS,  $-8.5^{\circ}$  LS yang dapat diunduh dengan mengunjungi website [https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi). Data kedua menggunakan data gempa yang tercatat di BBMKG Wilayah II, data kedua ini merupakan tiga data gempa yaitu data gempa pada tanggal 14 Januari, 04 Februari, dan 12 Maret 2022.

### 2.2. Dasar Teori.

#### 2.2.1. Anomali Gravitasi.

Anomali gravitasi adalah perbedaan sela gravitasi observasi dengan nilai yang diprediksi oleh model. Perbedaan area gravitasi dapat disebabkan variasi rapat massa batuan di bawah permukaan, sehingga dalam observasi yang

diselidiki adalah perbedaan area gravitasi antar titik observasi.



**Gambar 1.** Muka Bumi sebenarnya (Lowrie, 2007).

Rumusan nilai gravitasi normal ditunjukkan dengan :

$$g_{\varphi} = g_0(1 + \alpha \sin^2 \varphi - \beta \cos^2 2\varphi) \quad (1)$$

Dimana :

$g_{\varphi}$  = Nilai gravitasi normal ( $ms^{-2}$ )

$g_0$  = Rata-rata ( $9.780327 ms^{-2}$ )

$\alpha$  = Konstanta ( $5.30244 \times 10^{-3}$ )

$\beta$  = Konstanta ( $-5.8 \times 10^{-6}$ )

$\lambda$  = Posisi lintang pengamatan

### 2.2.2. Anomali Bouguer.

Anomali Bouguer adalah anomali yang disebabkan oleh adanya variasi densitas secara lateral pada batuan kerak bumi yang telah berada pada bidang referensi yaitu bidang geoid. Nilai anomali Bouguer didapatkan setelah melakukan beberapa koreksi data dalam pengukuran. Nilai anomali Bouguer yang diperoleh melalui semua koreksi medan ke dalam perhitungan disebut *Complete Bouguer Anomaly* (CBA). Sedangkan anomali Bouguer yang didapatkan tanpa memasukkan koreksi medan ke dalam perhitungan disebut *Simple Bouguer Anomaly* (SBA)[3].

$$SBA = FAA - (0.04193 \rho h) \quad (2)$$

Dimana :

SBA = Simple Bouguer Anomali (mGal)

FAA = Anomali udara bebas (mGal)

$\rho$  = Densitas batuan ( $gram/cm^3$ )

$h$  = Elevasi (m)

Dalam nilai anomali bouguer ini masih terkandung dua unsur yakni anomali regional dan anomali residual [4].

### 2.2.3. Densitas Rata-Rata.

Dalam eksplorasi geofisika dengan metode gravitasi dimana besaran yang menjadi sasaran utama adalah rapat masa (kontras densitas) maka perlu diketahui distribusi harga rapat massa batuan, baik untuk keperluan pengolahan data maupun interpretasi.

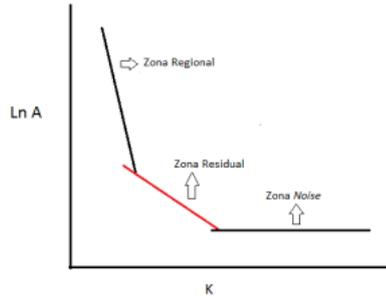
**Tabel 1.** Densitas rata-rata batuan modifikasi Telford (1990) (Reynolds, 2011).

Jenis Batuan	Rentang Densitas ( $gram/m^3$ )	Rata-rata Densitas ( $gram/m^3$ )
<i>Sedimentary Rocks</i>		
Alluvium	1.96-2.00	1.98
Clay	1.63-2.60	2.21
Gravel	1.70-2.40	2
Loess	1.40-1.93	1.64
Silt	1.80-2.20	1.93
Soil	1.20-2.40	1.92
Sand	1.70-2.30	2
Sandstone	1.61-2.76	2.35
Shale	1.77-3.20	2.4
Limestone	1.93-2.90	2.55
Dolomite	2.28-2.90	2.7
Chalk	1.53-2.60	2.01
Halite	2.10-2.60	2.22
Glacier ice	0.88-0.92	0.9
<i>Igneous Rocks</i>		
Rhyolite	2.35-2.70	2.52
Granite	2.50-2.81	2.64
Andesite	2.40-2.80	2.61
Syenite	2.60-2.95	2.77
Basalt	2.70-3.30	2.99
Gabbro	2.70-3.50	3.03
<i>Metamorphic Rocks</i>		
Schist	2.39-2.90	2.64
Gneiss	2.59-3.00	2.8
Phyllite	2.68-2.80	2.74
Slate	2.70-2.90	2.79

### 2.2.4. Analisis Power Spectrum.

Analisis spektrum adalah analisis harmonik yang digunakan untuk menganalisis fenomena osilator harmonik di alam. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan distribusi spektrum dari fenomena

osilator dan untuk menunjukkan karakteristik statistiknya. Analisis spektrum ini dilakukan untuk mengestimasi kedalaman dari anomali medan gravitasi.



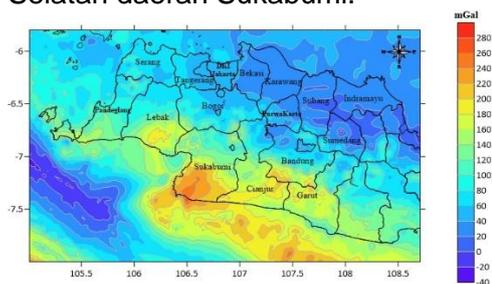
**Gambar 2.** Kurva Ln A dengan k pada analisis spektrum (Indriana, 2008).

Estimasi kedalaman sedimen dapat diinterpretasikan dengan menghitung gradien garis zona anomali residual.

### 3. Hasil dan Pembahasan.

#### 3.1. Anomali Bouguer Sederhana.

Peta anomali Bouguer sederhana di Pulau Jawa bagian Barat (Gambar 3) secara umum memiliki nilai anomali dalam rentang (-20)-250 mgal. Anomali rendah terkonsentrasi dalam rentang 20-60 mgal dan untuk anomali tinggi 200-240 mgal ditunjukkan terkonsentrasi di bagian Selatan daerah Sukabumi.

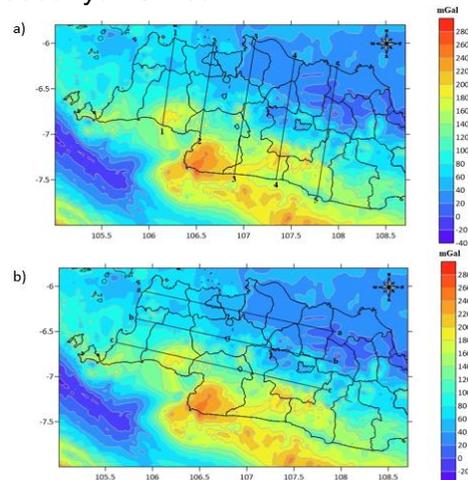


**Gambar 3.** Anomali Bouguer Sederhana.

#### 3.2. Analisis Power Spectrum Anomali Gravitasi.

Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 8 *slicing* atau irisan. Tahap pertama dilakukan irisan dengan arah utara-selatan sebanyak

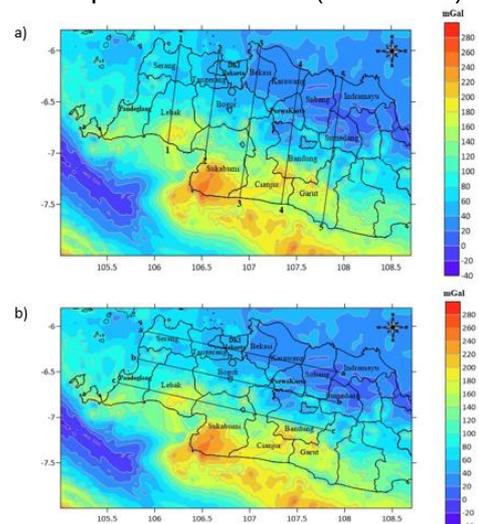
5 irisan, dan arah barat-timur sebanyak 3 irisan.



**Gambar 4.** (a). Irisan Anomali Bouguer Arah Utara-Selatan, (b). Arah Barat-Timur.

Lalu irisan arah utara-selatan dinamai dengan angka, sedangkan pada irisan arah barat-timur dinamai dengan huruf.

Melalui analisis *Power Spectrum* anomali gravitasi pada daerah tersebut, dapat diketahui nilai rata-rata kedalaman anomali regional dan anomali residual pada tiap kabupaten di pulau Jawa bagian Barat yang di lintasi irisan yang sudah penulis tentukan (Gambar 5).



**Gambar 5.** Peta Kabupaten dengan Anomali Bouguer (a). Dilintasi Irisan Arah Utara-Selatan, (b). Dilintasi Irisan Arah Barat-Timur.

Berikut merupakan Tabel kedalaman anomali regional dan anomali residual pada arah utara-selatan yang diperoleh dari hasil analisis *Power Spectrum* tersebut :

**Tabel 2.** Estimasi kedalaman anomali regional dan residual pada arah Barat-Timur.

Lintasan	Kabupaten	Kedalam Anomali Regional (meter)	Kedalam Anomali Residual (meter)
1-1'	Serang, dan lebak.	4594.4	528
2-2'	Tangerang, Bogor Barat, dan Sukabumi Barat Laut.	5526.3	665.9
3-3'	Bekasi, Bogor Timur, Cianjur Barat Laut, dan Sukabumi Timur.	5906.3	627.1
4-4'	Karawang Timur, Purwakarta Timur, Bandung Barat, dan Cianjur Tenggara.	7120.5	678.9
5-5'	Sumedang Barat, dan Garut.	10469	863.1

Berikut merupakan tabel kedalaman anomali regional dan anomali residual pada arah barat-timur yang diperoleh dari hasil analisis *Power Spectrum* tersebut :

**Tabel 3.** Estimasi Kedalaman Anomali Regional dan Residual pada arah Utara-Selatan.

Lintasan	Kabupaten	Kedalam Anomali Regional (meter)	Kedalam Anomali Residual (meter)
a-a'	Serang, Tangerang, Kota Tangerang, DKI Jakarta, Bekasi Selatan, Karawang Selatan, Subang, dan Indramayu Barat.	8287	856.3
	Pandeglang Utara, Lebak Utara,		

b-b'	Bogor, Cianjur Utara, Purwakarta Selatan, Bandung Utara, dan Sumedang Barat.	3955.8	738.8
c-c'	Pandeglang Selatan, Lebak Selatan, Sukabumi Utara, Cianjur, Bandung, dan Garut Barat Laut.	9260.8	1337

Dari pengolahan data *slicing* di atas didapatkan nilai estimasi ketebalan residual atau zona batuan dangkal yaitu antara 528 – 1337 meter. Hasil analisis *Power Spectrum* diperoleh ketebalan rata-rata bidang diskontinuitas dangkal (residual) dan bidang diskontinuitas dalam (*regional*) untuk lintasan *slicing* arah Utara-Selatan masing-masing dengan nilai 6723.3 meter dan 672.6 meter.

Sedangkan untuk ketebalan rata-rata bidang diskontinuitas dangkal (residual) dan bidang diskontinuitas dalam (*regional*) untuk lintasan *slicing* arah Barat-Timur masing-masing dengan nilai 7167.87 meter dan 977.37 meter.

Daerah kabupaten Serang dan Lebak merupakan daerah yang memiliki diskontinuitas dangkal yang paling dangkal yaitu dengan ketebalan 528 meter sedangkan untuk daerah kabupaten Pandeglang bagian Selatan, Lebak bagian Selatan, Sukabumi bagian Utara, Cianjur, Bandung, Garut bagian Barat Laut merupakan daerah yang memiliki diskontinuitas dangkal yang paling dalam yaitu dengan ketebalan 1337 meter.

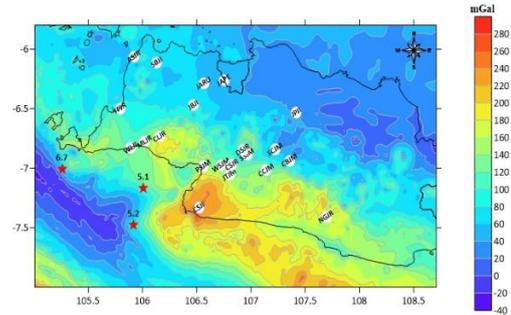
### 3.3. Perbandingan nilai PGA Gempabumi terhadap nilai Anomali Bouguer.

Penelitian ini mengambil sampel dari 21 stasiun PGA yang sama pada event kejadian gempa yang berbeda yaitu pada tanggal 14 Januari, 04 Februari dan 12 Maret 2022. Ini dilakukan untuk melihat tingkat kesesuaian antara nilai PGA terhadap data anomali bouguer yang menggambarkan kontras densitas. Berikut merupakan tabel nilai maksimal PGA yang diperoleh dari ketiga data tersebut :

**Tabel 4.** Nilai Maksimal PGA dari tiga kejadian gempabumi.

Idsta	Bujur	Lintang	SBA	14 Jan (6.7)		04 Feb (5.2)		12 Maret (5.1)	
				Jarak	Max PGA	Jarak	Max PGA	Jarak	Max PGA
WLJI	105.891	-8.831	23.812	84.99	93.1078	71.24	27.7068	39.05	73.9518
TPJR	105.792	-8.499	88.7459	74.08	119.1357	108.97	16.7335	77.51	7.8135
MLJR	106.02	-8.779	136.7079	80.05	79.7583	77.78	50.3857	42.68	23.08
CLJR	106.159	-8.735	167.7253	95.99	38.5248	85.95	41.5314	50.23	26.8785
ASJR	105.921	-8.064	85.273	120.08	17.7449	156.47	2.0227	122.53	2.8479
SBJI	106.132	-8.111	68.83128	130.82	5.5821	153.03	2.2501	117.67	1.472
PSJM	106.56	-8.985	141.5218	135.49	7.9978	88.51	3.187	83.22	7.152
CSJI	106.521	-7.33	250.4405	135.59	12.6763	67.35	29.7293	58.26	12.9723
JBJI	108.47	-8.47	78.58956	138.49	21.9393	128.71	5.8163	92.12	2.9341
WSJM	106.725	-8.975	130.4759	153.7	27.4145	104.09	15.876	80.97	15.2517
JARU	106.584	-8.287	55.74759	158.91	4.4992	149.54	1.2789	114.85	0.8242
JTJM	106.802	-7.057	134.2325	162.21	11.5582	107.06	19.8685	87.43	5.7428
CSJR	106.824	-8.972	121.3413	164.82	11.4788	113.62	12.2208	91.83	7.7028
JAPE	106.751	-8.261	46.8561	176.48	1.9032	162.66	0.3891	129.17	0.3597
DSJR	106.924	-8.846	149.0108	178.53	14.4491	130.31	10.338	106.25	14.849
SSJM	106.983	-8.887	111.9463	180.42	12.3886	131.62	5.5439	108.92	4.4129
CCJM	107.14	-7.017	112.7896	199.44	36.1326	143.1	25.9543	124.99	15.878
SCJM	107.222	-8.844	48.0572	209.32	33.8199	159.14	24.9488	137.74	11.4925
CBJM	107.355	-8.935	61.4944	223.34	3.7416	168.51	3.4898	149.84	1.7111
JPJI	107.418	-8.531	35.81508	236.14	2.4784	195.16	1.1476	170.07	1.5945
NGJR	107.692	-7.41	173.7001	263.93	9.4776	194.54	9.0846	188.57	3.4457

Hasil plot stasiun PGA pada peta Anomali Bouguer dapat dilihat pada (Gambar 6).



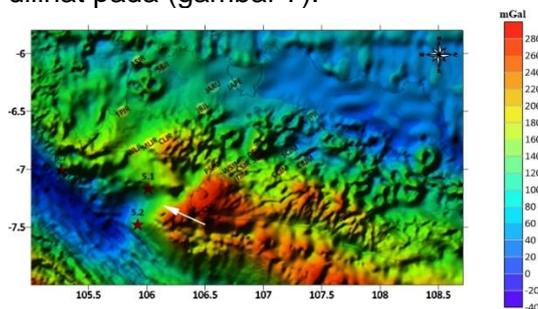
**Gambar 6.** Peta hasil plot 21 stasiun PGA terpilih.

Merujuk pada persamaan (2) dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai anomali bouguer berbanding terbalik dengan besarnya nilai densitas. Hidayat dan Kusmita (2020) menyebutkan bahwa konsep dasar amplifikasi gelombang seismik adalah perbedaan densitas dan kecepatan pada batuan sedimen (densitas rendah) yang berada di atas *basement*, sehingga dapat disimpulkan tingginya nilai anomali bouguer dapat menghasilkan nilai PGA yang juga tinggi.

Pada gempa yang terjadi tanggal 14 Januari, banyak stasiun yang memiliki jarak yang hampir serupa ternyata mencatat nilai PGA yang jauh lebih besar dan linier dengan besarnya nilai anomali bouguer, seperti antara stasiun WLJI dengan TPJR, stasiun PSJM dengan CSJI dan stasiun WSJM dengan JARU. Kemudian pada gempa tanggal 04 Februari, stasiun WLJI dengan MLJR, stasiun TPJR dengan JTJM, stasiun JPJI dengan NGJR, juga memiliki pola yang serupa. Selanjutnya pada gempa tanggal 12 Maret, kembali ditemukan banyak pola serupa seperti pada stasiun TPJR dengan WSJM, stasiun DSJR dengan SSJM, kemudian stasiun ASJR, CCJM dan JAPE yang memiliki jarak yang hampir sama dan perbedaan nilai PGAny sesuai dengan perbedaan nilai anomali bouguernya.

Namun ada juga beberapa data yang memiliki ketidaksesuaian pola yaitu pada stasiun CSJI dan JBJI pada gempa 14 Januari dimana dengan jarak yang hampir sama, nilai PGA stasiun JBJI jauh lebih besar dibanding CSJI walaupun nilai anomali bouguer stasiun CSJI jauh lebih besar. Hal ini juga terjadi pada gempa 4 Februari pada stasiun TPJR dengan WSJM, dan pada gempa 12 Maret yaitu pada stasiun WLJI dengan stasiun MLJR. Ketidaksesuaian ini bisa disebabkan oleh banyak faktor seperti seperti faktor perbedaan penempatan sensor, kualitas sensor, keadaan lingkungan lokal di sekitar sensor dan lain sebagainya.

Selanjutnya, dilakukan pemetaan Anomali Bouguer secara tiga dimensi untuk melihat lebih jauh karakteristik struktur pada lokasi pusat gempa yang hasilnya dapat dilihat pada (gambar 7).



**Gambar 7.** Tampilan 3D peta Anomali Bouguer dengan plot data gempabumi.

Damayanti (2014) melakukan penelitian dimana Gempa Pangandaran dan Gempa Banyuwangi yang berada pada zona subduksi Selatan Jawa memiliki elevasi yang rendah berkisar antara 1000 s/d 7000 m dibawah permukaan laut [6], dimana wilayah ini berasosiasi dengan bentuk geomorfologi palung laut.

Penelitian ini memiliki kesamaan dengan teori tersebut yang bisa dilihat pada (gambar 7), dimana

pada daerah yang ditunjuk oleh panah merupakan lokasi dengan ciri khas *slope* SBA yang curam dan menunjukkan bahwa daerah tersebut termasuk daerah palung laut yang merupakan wilayah zona subduksi.

### 3.4. Perbandingan Hasil Analisis *Power Spectrum* Dengan Nilai PGA Gempabumi.

Berdasarkan hasil *slicing* arah barat-timur menunjukkan ketebalan sedimen paling dalam yaitu dengan ketebalan sebesar 1337 meter, yang menyebabkan PGA di sekitar stasiun NGJR memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan pada stasiun lain dengan jarak yang lebih dekat yaitu JPJI dan CBJM. Kemudian pada stasiun JBJI berdasarkan hasil *slicing* menunjukkan ketebalan sedimen paling dangkal yaitu dengan ketebalan sebesar 738 meter, yang menyebabkan nilai PGA pada daerah tersebut yang tercatat pada gempa tanggal 12 Maret memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan pada stasiun lain dengan jarak yang relatif sama yaitu CSJI, hal tersebut menunjukkan bahwa di stasiun JBJI memiliki ketebalan sedimen residual tipis. Wilayah dengan nilai anomali bouguer yang rendah memiliki risiko lebih besar untuk mengalami amplifikasi.

## 4. Kesimpulan.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa gempa terjadi pada lokasi dengan ciri khas *slope* SBA yang curam yang merupakan wilayah zona subduksi. Berdasarkan analisis *Power Spectrum* ketebalan zona residual wilayah bagian barat meningkat dari bagian barat ke timur dan paling tebal di arah selatan yaitu di sekitar stasiun NGJR yaitu dengan ketebalan hingga 1337

meter. Selain itu, sebagian besar data PGA menunjukkan kesamaan pada teori tetapi terdapat beberapa data lainnya yang menunjukkan ketidaksesuaian sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

#### Daftar Pustaka.

- [1]. Lowrie, William., 2007, *Fundamentals of Geophysics*, Cambridge University Press: New York.
- [2]. Blakely, R. J., 1996, *Potential Theory in Gravity and Magnetic Application*, Cambridge University Press: USA.
- [3]. Riamon, Yudi., 2007, *Pemodelan Dua Dimensi Data Gravitasi Lapangan Minyak Talang Jimar Menggunakan Metode Talwani*, Program Studi Geofisika FMIPA Universitas Indonesia: Depok.
- [4]. Indriana, R. D., 2008, *Estimasi Ketebalan Sedimen dan Kedalaman Diskontinuitas Mohorovicic Daerah Jawa Timur dengan Analisis Power Spectrum Data Anomali Gravitasi*, Berkala Fisika, No. 2. Vol. 11, hal 67- 74. MIPA - FISIKA Universitas Diponegoro Semarang, Semarang.
- [5]. Damayanti, D., 2014, *Studi Zona Subduksi Wilayah Selatan Jawa Dengan Metode Gaya Berat Hubungannya Dengan Seismisitas*, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Jakarta.
- [6]. Reynolds, J.M., 2011, *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics second edition*, John Wiley & Sons, Ltd: United Kingdom.
- [7]. Hidayat, R. & Kusmita,T., 2020, *Studi Kerentanan Tanah di Wilayah Telanaipura dan Kotabaru Kota Jambi terhadap Gelombang Seismik*, Jurnal Riset Fisika Indonesia, No. 1. Vol. 1, Hal 1-6. Universitas Bangka Belitung, Bangka.