

Identifikasi Sesar Segmen Ketahun Berdasarkan Metode First Horizontal Derivative (FHD) dan Second Vertical Derivative (SVD) Data Anomali Gaya Berat GGMplus

Edo Win Syaputra¹, Refrizon^{1, *}, Hilmi Zakariya²
¹ Program Studi Geofisika FMIPA, Universitas Bengkulu
² Stasiun Geofisika Kepahiang-BMKG Bengkulu

Info Artikel	ABSTRAK
<p>Histori Artikel: Diajukan: 7 Mei 2023 Direvisi: 11 Juli 2023 Diterima: 18 Agustus 2023</p> <hr/> <p>Kata kunci: anomali gaya berat Sesar Segmen Ketahun</p>	<p>Telah dilakukan penelitian di Kabupaten Lebong dan Rejang Lebong Provinsi Bengkulu yang dilalui oleh sesar segmen Ketahun. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik Sesar Segmen Ketahun dengan menggunakan data anomali gayaberat GGMplus. Metode <i>First Horizontal Derivative</i> (FHD) dan <i>Second Vertical Derivative</i> (SVD) digunakan untuk melihat posisi dan karakteristik sesar. Dari analisis FHD dan SVD, diperoleh hasil bahwa daerah Sungai Lisai, Ketenong, dan Danau Tapak Kaki merupakan sesar turun, sedangkan Pinang Berlapis, sekitar Pungguk Pedaro, Rimbo Pengadang, Talang Ulu dan sekitar Lubuk Pedaro merupakan sesar naik, Daerah Mangkorajo merupakan sesar geser. Nilai <i>Simple Bouguer Anomaly</i> tinggi diidentifikasi sebagai daerah subduksi sedangkan nilai <i>Simple Bouguer Anomaly</i> tinggi dan rendah diidentifikasi sebagai jalur sesar. Berdasarkan pemodelan data anomali diperoleh wilayah Kabupaten Lebong–Rejang Lebong memiliki sebaran densitas antara 1,97 gram/cm³-2,00 gram/cm³ yang merupakan batuan sedimen (debu bersisipan pasir, bongkahan lepas, kerakal, gambut dan kaolinit).</p>
<p>Keywords: anomaly gravity Ketahun Segment Fault</p>	<p><i>Research has been carried out in the Lebong and Rejang Lebong Regencies of Bengkulu Province, traversed by the Ketahun fault segment. This study aims to identify the characteristics of the Ketahun Fault Segment using GGMplus gravity anomaly data. The First Horizontal Derivative (FHD) and Second Vertical Derivative (SVD) methods are used to view the position and characteristics of the fault. The FHD and SVD analysis show that the Lisai, Ketenong, and Danau Tapak Kaki areas are down faults. At the same time, Pinang Berlamin, around Pungguk Pedaro, Rimbo Pengadang, Talang Ulu, and around Lubuk Pedaro are up faults, and the Mangkorajo area is a shear fault. High Simple Bouguer Anomaly values are identified as subduction areas, while high and low Simple Bouguer Anomaly values are identified as fault lines. Based on the anomaly data modeling, it was found that the Lebong–Rejang Lebong Regency area has a density distribution between 1.97 gram/cm³-2.00 gram/cm³ which is a sedimentary rock (dust interspersed with sand, loose lumps, gravel, peat, and kaolinite).</i></p>
<p>Penulis Korespondensi: Refrizon Email: refrizon@unib.co.id</p>	

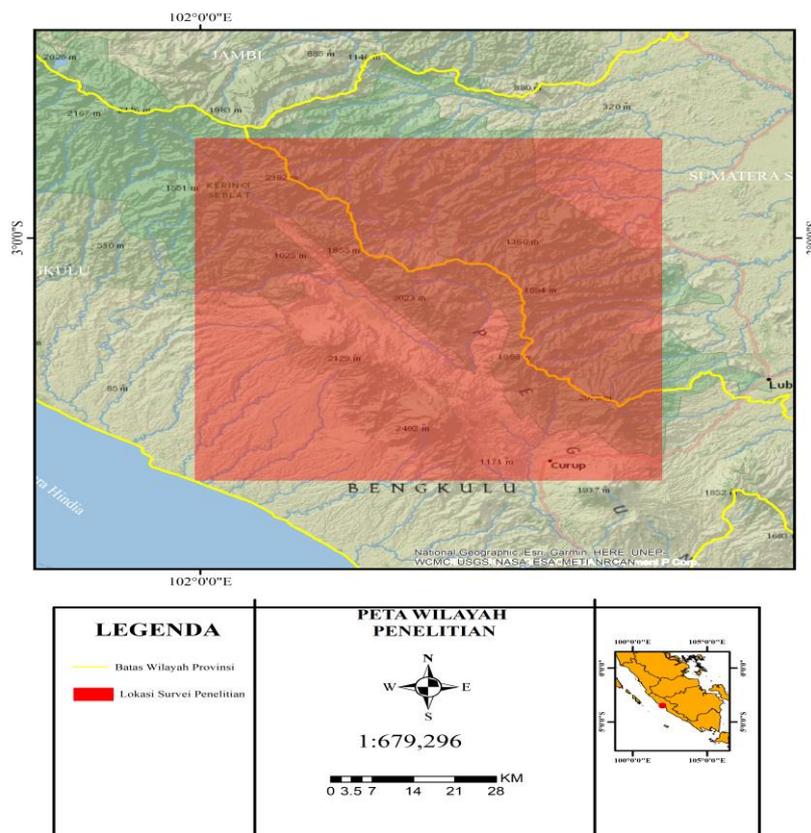
Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Indonesia secara Geografis terletak di *triple junction* besar dunia, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik (Hamilton, 1979). Aktivitas lempeng Pasifik bergeser ke arah Barat sejauh 12 cm/th dan lempeng Indo-Australia ke arah Utara sejauh 5 cm/th relatif terhadap Lempeng Eurasia. Akibat pergerakan lempeng ini terbentuk rangkaian zona subduksi, salah satunya yaitu di Sumatera yang memiliki bentuk tatanan tektonik yang khas. Di sebelah Barat Sumatera terbentang zona subduksi searah dengan *Sumatran coastline*.

Pada bagian daratan Sumatera terbentang sesar, Sesar Sumatera yang membagi dua bagian pulau Sumatera dari ujung Utara Teluk Andaman sampai bagian Selatan Teluk Semangko (Arisbaya dkk., 2015). Sesar Sumatera ini sangat tersegmentasi dan terbentang dengan panjang 1.900 km. Sesar tersebut mengikuti gerakan miring yang merupakan akibat subduksi atau konvergensi antara lempeng Indo-Australia dan Eurasia dengan arah benturan $10^{\circ}\text{N}-7^{\circ}\text{S}$. Setidaknya 19 segmen ditemukan dengan panjang berkisar 60 km hingga 200 km (Natawidjaja, 2018). Pergerakan lempeng inilah yang sering menyebabkan terjadinya gempa bumi. Ancaman bencana gempa bumi dapat terjadi kapan saja terutama pada masyarakat yang tinggal di sepanjang jalur konvergensi ataupun *transform*. Tidak terkecuali untuk kawasan Provinsi Bengkulu khususnya Kabupaten Lebong dan Rejang Lebong yaitu daerah yang dilalui oleh sesar segmen Ketahun.

Untuk keperluan mitigasi bencana gempa bumi di masa mendatang diperlukan penelitian untuk mengetahui posisi dan struktur sesar segmen Ketahun ini. Dalam penelitian ini menggunakan data GGMplus, kombinasi dari model gravitasi satelit *Gravity Recovery and Climate Experiment* (GRACE) dan *Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer* (GOCE) serta data gravitasi dari *Earth Gravitational Model 2008*. Kombinasi dari keseluruhan data ini adalah untuk mendapatkan data yang baik dengan resolusi antar grid 220 m (Hirt dkk., 2013), sehingga data yang terukur dapat menentukan karakteristik sesar yang teridentifikasi di Lebong dan Rejang Lebong.



Gambar 1 Peta wilayah penelitian (kotak merah)

II. METODE

Data Penelitian ini diperoleh dari situs <http://ddfe.curtin.edu.au/gravity/model>, yaitu berupa data titik koordinat, data anomali gravitasi dan data elevasi. Untuk mendapatkan nilai SBA diperlukan data *Free Air Anomaly* (FAA) dan *bouguer correction* (BC). Nilai *density estimate* rata-rata yang didapat dari metode parsnis digunakan untuk mendapatkan nilai (BC). Nilai SBA yang didapat digunakan untuk mengidentifikasi serta karakteristik sesar dengan metode *First Horizontal Derivative* (FHD) dan metode *Second Vertical Derivative* (SVD). Daerah penelitian berada pada kabupaten Lebong-Rejang Lebong dengan bentang wilayah meliputi 2.9 SL-3.4 LS dan 102.1 BT-102.6 BT yang dapat dilihat pada Gambar 1.

2.1 Gaya Berat

Metode gayaberat berdasarkan pada teori Newton tentang gravitasi yaitu tarik-menarik sebuah objek yang dipengaruhi oleh masa dan jarak kedua benda. Nilai F merupakan nilai dari (m1,m2) dan perbandingan dengan kuadrat jarak (r) (Lillie, 1999). Metode *gravity* merupakan salah satu metode geofisika yang dapat mengidentifikasi struktur bawah permukaan bumi berlandaskan percepatan gravitasi akibat perbedaan rapat massa batuan (Wachidah & Minarto, 2018). Nilai didapat dalam pengukuran yang rentan terhadap beberapa faktor, sehingga penting dilakukan koreksi untuk membuang faktor tersebut. Diantaranya koreksi tidal, drift, lintang, FAA, BC, dan koreksi TC. Pengukuran menggunakan satelit, anomali gayaberat yang kita dapatkan adalah *free air anomaly*, sehingga untuk mendapatkan anomali bouguer cukup melakukan koreksi bouguer.

2.2 Anomali Bouguer

Anomali Bouguer merupakan perbedaan nilai gayaberat yang terukur dengan nilai Pada acuan. selisih tersebut menggambarkan divergensi rapat massa suatu daerah dengan sekitarnya ke arah vertikal maupun lateral. pasca dilakukan koreksi pada data percepatan *gravity*, maka diperoleh persamaan anomali Bouguer (Δg_{obs}) seperti pada Persamaan 1 dan persamaan lengkap anomali Bouguer 2 (Δg_{bg}), (Lestari & Sarkowi, 2013):

$$\Delta g_{obs} = g_{ob} - g_n + 0.3086h - 0.04193 ph \quad (1)$$

$$\Delta g_{obs} = g_{ob} - g_n + 0.3086h - 0.04193 ph + TC \quad (2)$$

2.3 Densitas batuan

Metode parsnis didasarkan pada persamaan *simple bouguer anomaly* dengan perhitungan matematis untuk mendapatkan nilai densitas rata-rata batuan. Berikut Persamaan 3, 4 dan 5 serta tabel nilai densitas rata-rata batuan (Tabel 1).

$$SBA = g_{obs} - g\theta + FAC - BC \quad (3)$$

$$SBA = FAA - \rho(2\pi Gh) \quad (4)$$

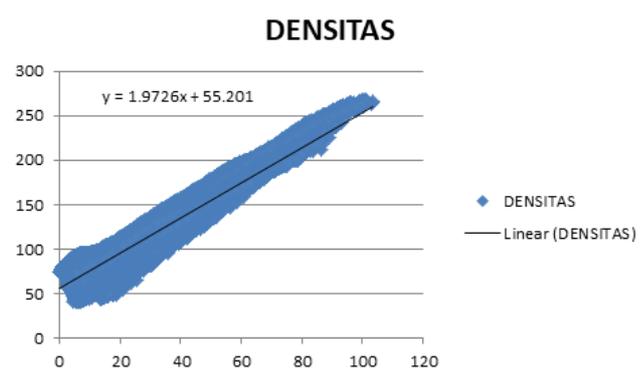
sehingga diperoleh :

$$FAA = SBA - \rho(0.04192h)$$

$$y = a + bx \quad (5)$$

Tabel 1 Nilai densitas rata-rata batuan ((Telford dkk., 1990), (Reynolds, 1997))

Jenis batuan	Rentang densitas ($gram/m^3$)	Rata-rata densitas ($gram/m^3$)
<i>Sedimentary rocks</i>		
<i>Glacier ice</i>	0.88-0.92	0.9
<i>Soil</i>	1.20-2.40	1.92
<i>Loess</i>	1.40-1.93	1.64
<i>Clay</i>	1.63-2.60	2.21
<i>Gravel</i>	1.70-2.40	2
<i>sand</i>	1.70-2.30	2
<i>Silt</i>	1.80-2.20	1.93
<i>sandstone</i>	1.61-2.76	2.35
<i>Alluvium</i>	1.96-2.00	1.98
<i>dolomite</i>	2.28-2.90	2.7
<i>Limestone</i>	1.93-2.90	2.55
<i>shale</i>	1.77-3.20	2.24
<i>Halite</i>	2.10-2.60	2.22
<i>chalk</i>	1.53-2.60	2.01
<i>igneous rocks</i>		
<i>rhyolite</i>	2.35-2.7	2.52
<i>granite</i>	2.5-2.81	2.64
<i>andesite</i>	2.4-2.8	2.61
<i>syenite</i>	2.6-2.95	2.77
<i>basalt</i>	2.7-3.3	2.99
<i>gabbro</i>	2.7-3.5	3.03
<i>metamorphic rock</i>		
<i>schist</i>	2.39-2.9	2.64
<i>granuile</i>	2.52-2.73	2.65
<i>phyllite</i>	2.68-2.8	2.74
<i>slate</i>	2.7-2.9	2.79
<i>gneiss</i>	2.59-3	2.8
<i>amphibolite</i>	2.9-3.04	2.96
<i>eclogite</i>	3.2-3.54	3.37



Gambar 2 Estimasi densitas rata-rata daerah penelitian

2.4 Metode Moving Average

Metode *moving average* merupakan teknik pemisahan anomali residual dan regional. Nilai anomali regional diperoleh dari pemisahan menggunakan sistem *moving average*. Untuk anomali residual didapatkan dari hasil pengurangan antara data yang terukur di lapangan dengan anomali regional. Secara matematis persamaan satu dimensi *moving average* dapat dilihat pada Persamaan 6:

$$\Delta g_{reg}(i) = \frac{\Delta g(i-n) + \dots + \Delta g(i+n)}{N} \quad (6)$$

Dimana, i adalah Nomor Stasiun, N adalah Lebar Jendela, n merupakan nilai $(N - 1)/2$, dan Δg_{reg} adalah anomali regional.

Setelah nilai anomali regional didapatkan, selanjutnya untuk memperoleh nilai anomali residual dapat menggunakan Persamaan 7:

$$gres = SBA - greg \quad (7)$$

2.5 Metode Derivative

2.5.1 First Horizontal Derivative

Batas struktur geologi dapat ditentukan dengan melihat karakteristik pada nilai maksimum dan minimum pada nilai turunan pertama First Horizontal Derivative (FHD). Menurut Kusumah (2010) keunggulan dari metode turunan pertama horizontal adalah lebih aman dari noise data. Metode ini dirumuskan sebagai Persamaan 8:

$$FHD = \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial y}\right)^2} \quad (8)$$

2.5.2 Second Vertical Derivative

Metode turunan kedua "*Second Vertical Derivative*" (SVD) adalah nilai turunan orde dua dari anomali gravitasi untuk mengidentifikasi karakteristik sesar ataupun batas-batas struktur dangkal. Turunan kedua vertikal dapat dihitung berdasarkan pada Persamaan Laplace 9, 10, 11 dan 12 :

$$\nabla^2 \Delta g = 0$$

Atau :

$$\nabla^2 \Delta g = \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial X^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial Y^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial Z^2} \quad (9)$$

$$\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial X^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial Y^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial Z^2} = 0 \quad (10)$$

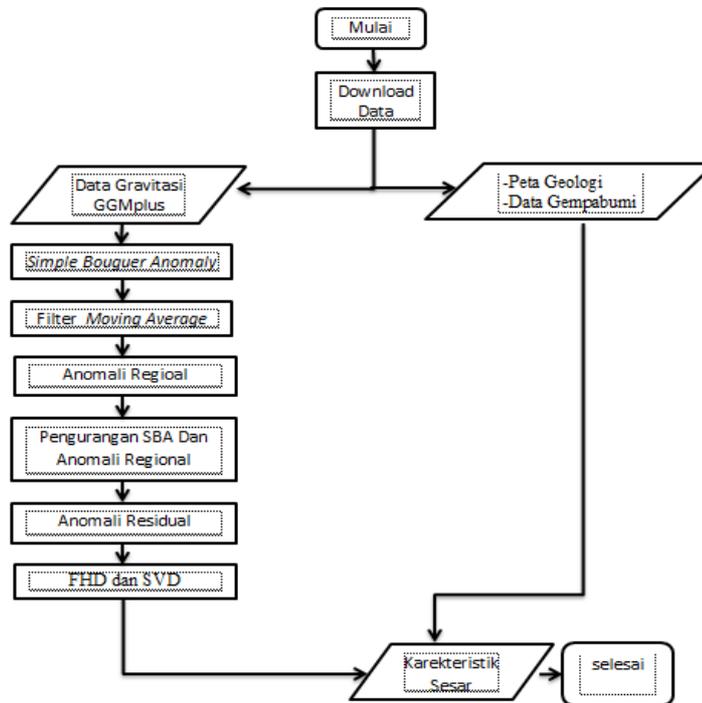
$$\frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial X^2} = \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial Y^2} + \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial Z^2} \quad (11)$$

Metode turunan kedua vertikal dapat mengidentifikasi karakteristik pergerakan sesar apabila memenuhi kriteria yang telah dijelaskan oleh Reynolds, 1997 sebagai berikut:

$$\left| \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial Z^2} \right|_{\min} \leq \frac{\partial^2(\Delta g)}{\partial Z^2}_{\max} \quad (12)$$

2.6 Diagram Alir Penelitian

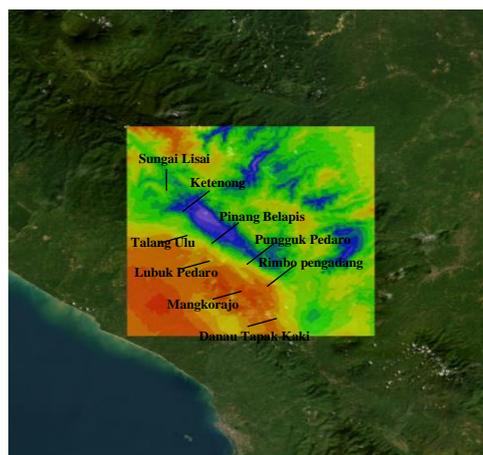
Berikut merupakan tahapan penelitian yang terangkum dalam diagram alir pada (Gambar 3)



Gambar 3 Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data gayaberat setelah dilakukan perhitungan menggunakan *software excel* kemudian dilakukan pengolahan menggunakan *software surfer* untuk mendapatkan gambaran peta *simple bouguer anomaly* di wilayah Lebong-Rejang Lebong yang ditunjukkan pada Gambar 4.

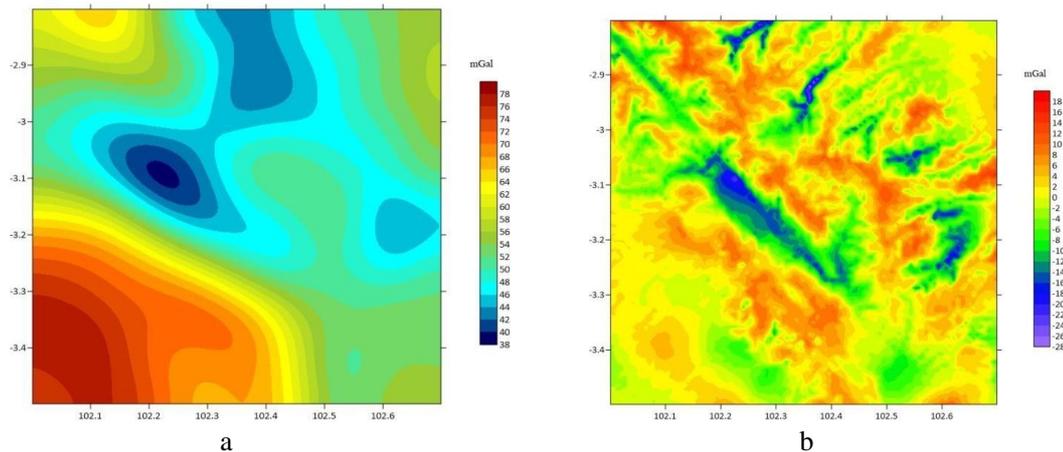


Gambar 4 Peta SBA wilayah Lebong-Rejang Lebong

Pada Gambar 4 ditampilkan *Simple Bouguer Anomali* (SBA) hasil pengolahan data yang terukur di wilayah Lebong-Rejang Lebong dengan rentang nilai 15 – 85 mGal. Nilai Anomali yang rendah pada daerah timur laut yang ditunjukkan dengan warna biru-ungu dengan antara nilai 35-15 merupakan daerah teridentifikasi dengan keberadaan segmen sesar, sedangkan nilai anomali tinggi pada daerah barat daya ditampakkkan dengan warna orange-merah dengan rentang nilai 65-85 yang teridentifikasi daerah subduksi. Anomali yang tinggi mengidentifikasikan struktur batuan dengan densitas yang tinggi dibandingkan daerah sekelilingnya, dan sebaliknya. Dikarenakan densitas batuan dipengaruhi dengan nilai percepatan gravitasi, maka perbedaan nilainya merefleksikan densitas batuan yang berbeda (Sidik

Edo Win Syaputra, dkk: Identifikasi Sesar Segmen Ketahun Berdasarkan Metode *First Horizontal Derivative (FHD)* dan *Second Vertical Derivative (SVD)* Data Anomali Gaya Berat GGMplus dkk., 2014). Berdasarkan hasil perhitungan densitas pada daerah Lebong-Rejang Lebong didapat nilai 1,97 gram/cm³-2,00 gram/cm³ yang merupakan batuan sedimen (debu bersisipan pasir, bongkahan lepas, kerakal, gambut dan kaolinit).

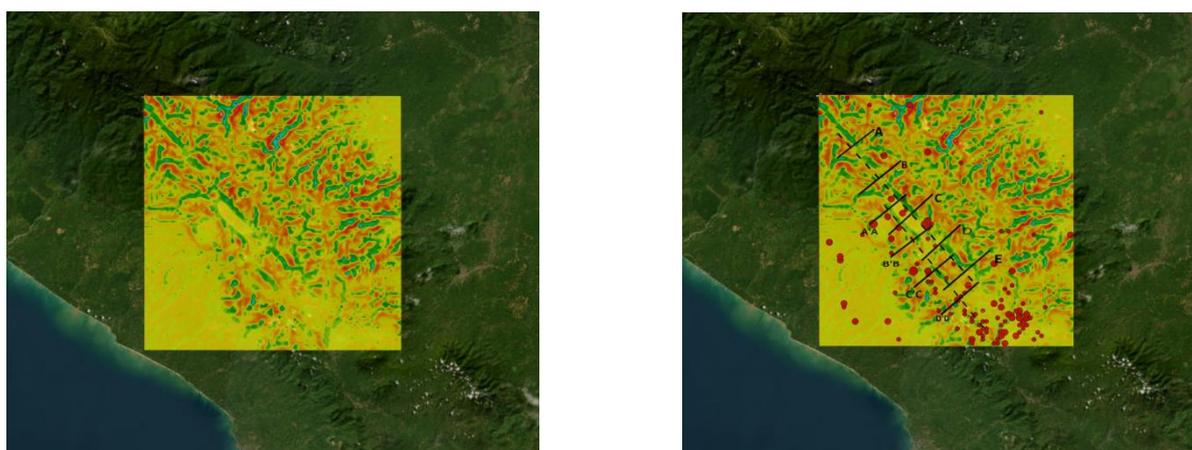
Anomali *gravity* yang terukur merupakan campuran dari anomali residual dan regional yang mampu dipisahkan dengan metode moving average. Tujuan pemisahan anomali yaitu untuk mendapatkan sumber anomali dari residual maupun regional. Pada Gambar 5 menunjukkan anomali regional yang telah dilakukan menggunakan metode moving average. Sedangkan pada Gambar 6 adalah hasil reduksi peta kontur ABL terhadap anomali regional yang dipengaruhi oleh sumber anomali dangkal menghasilkan peta anomali residual, sehingga anomali lokal dapat digunakan untuk penggambaran struktur bawah permukaan yang lebih jelas (Dincer & Isik, 2020).



Gambar 5 (a)Peta anomali regional, (b)Peta anomali residual

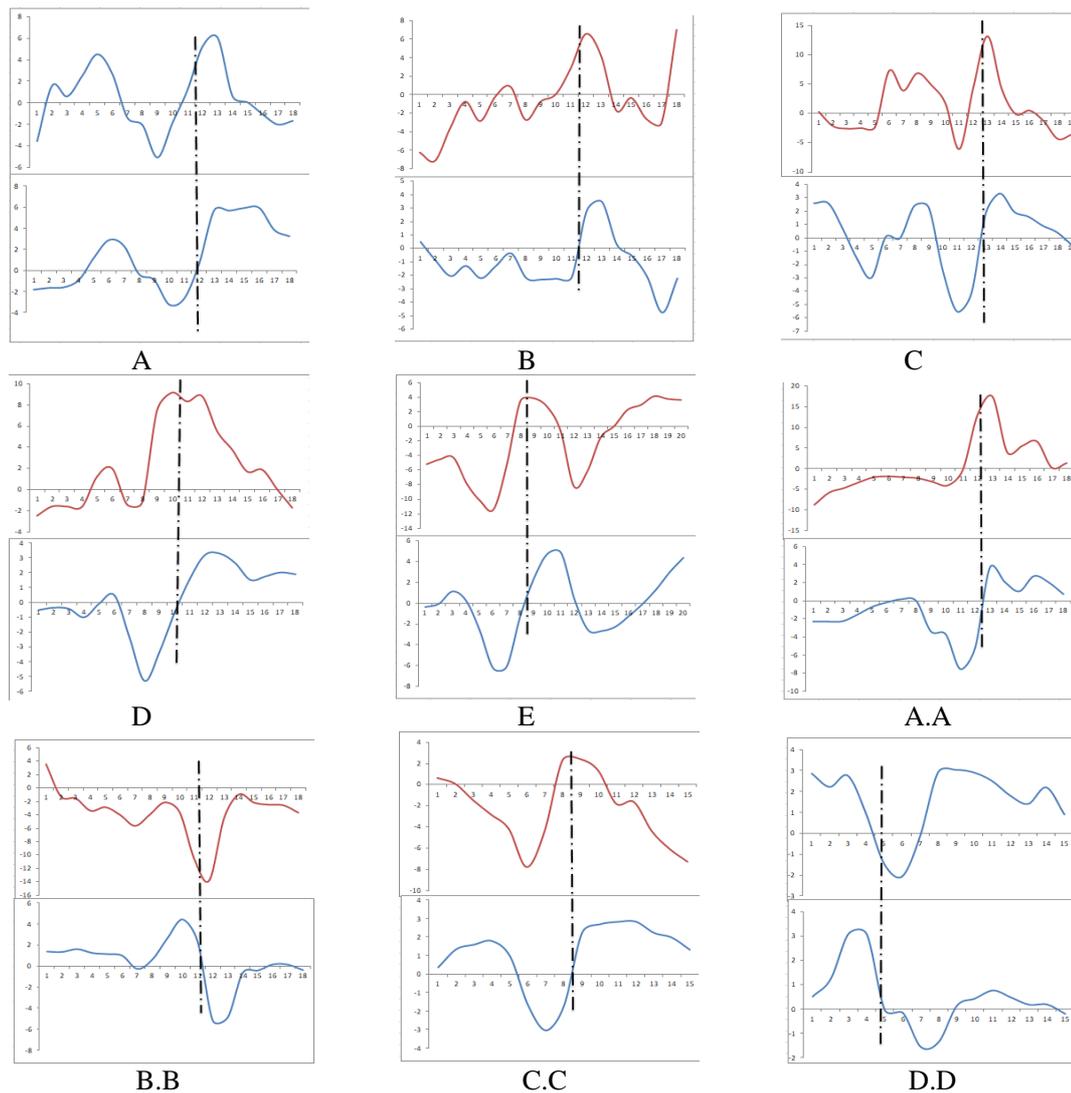
Gambar 5(a) menampilkan nilai anomali tinggi dan anomali bernilai rendah. Nilai anomali regional rendah pada bagian utara ditunjukkan oleh warna biru muda hingga biru tua dengan nilai antara 46-38 mGal. Anomali tinggi ditunjukkan oleh warna oranye-merah yang memiliki nilai dari 68-78 mGal.

Gambar 5(b) memperlihatkan peta sebaran anomali residual yang bernilai tinggi hingga rendah dengan rentang nilai antara 18 sampai -28 mGal. Di utara daerah penelitian anomali bernilai rendah ditunjukkan oleh warna biru muda sampai biru tua antara nilai -14 hingga -28 mGal; pada bagian tengah terdapat nilai anomali yang bernilai tinggi yang diperlihatkan dengan warna oranye sampai merah serta memiliki rentang nilai 4-18 mGal.



Gambar 6 Peta kontur (SVD)

Untuk menentukan jenis sesar, maka dilakukan analisis grafik *second vertical derivative (SVD)*. SVD ini didapat dengan membuat potongan melintang (*slice*) yang dapat dilihat pada Gambar 6. Data *slice* yang digunakan hanya nilai anomali Bouguer dan X (sampling data) yang diambil untuk perhitungan selanjutnya pada metode SVD. Nilai SVD didapat dari perkalian antara turunan ketiga anomali Bouguer dengan nilai komponen vertikal yang dipindah ruaskan menjadi -1 (Julius, 2014). Grafik SVD hasil pengolahan data diperlihatkan seperti pada Gambar 7.:



Gambar 7 Grafik *Second Vertical Derivative* (SVD) Wilayah penelitian.

Hasil analisis grafik FHD dan SVD dari tiap sayatan ditunjukkan pada Gambar 7. Sayatan pada bagian tengah (1), dan bagian selatan (2) merupakan lokasi dugaan Sesar. Berdasarkan gambar pada segmen Sesar (1) untuk sayatan A (Sungai Lisai) B (Ketenong), memiliki $|SVD\ Min|$ yang lebih rendah dari $|SVD\ Max|$, Sedangkan pada sayatan C (Pinang Belapis), D (200m dari Pungguk Pedaro), E (Rimbo Pengadang) memiliki $|SVD\ Max|$ yang lebih rendah dari $|SVD\ Min|$. Maka dari itu untuk segmen Sesar pada sayatan A' B', dapat digolongkan sebagai sesar turun (*normal fault*), sementara itu pada sayatan C 'D dan E dapat digolongkan sebagai sesar naik (*thrust fault*). Untuk segmen Sesar bagian selatan (2) pada sayatan A.A (Talang Ulu) dan B.B (3.4km dari desa Lubuk Pedaro) menunjukkan $|SVD\ Min|$ lebih tinggi dari $|SVD\ Max|$, sedangkan pada sayatan C.C (Mangkorajo) menunjukkan $|SVD\ Max|$ dan $|SVD\ Min|$ tidak terlalu signifikan, dan pada sayatan D.D (3 km dari Danau Tapak Kaki) menunjukkan $|SVD\ Min|$ lebih rendah dari $|SVD\ Max|$. Maka dari itu untuk sayatan A.A dan B.B digolongkan sesar naik (*thrust fault*), sementara itu pada sayatan C.C digolongkan sesar mendatar/geser (*strike slip*) dan pada sayatan D.D digolongkan sesar turun (*normal fault*).

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, maka sesar Ketahun termasuk kedalam sesar *thrust fault* disebabkan perbedaan nilai $|SVD\ Min|$ yang lebih tinggi dari $|SVD\ Max|$, namun pada beberapa *slice* ditemukan sesar *normal fault* dan terdapat perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Mekanisme pergerakan sesar pada segmen Ketahun diperkuat dengan data historis gempabumi yang pernah terjadi pada wilayah segmen Ketahun. Data historis gempabumi yang dipakai pada penelitian ini adalah data hasil analisis pada stasiun Geofisika Kepahiang dari tahun 2007-2022.

Tabel 2 Analisis posisi dan karakteristik sesar

Sayatan	Bujur	Lintang	SVD Min	SVD Max	Posisi sesar
A	102.0903	-2.9483	3.221387965	5.938632151	Sungai Lisai
B	102.1672	-3.0336	2.309570951	3.47394194	Ketenong
C	102.2559	-3.1306	5.527677671	3.328968988	Pinang Belapis
D	102.3328	-3.2159	5.298465022	3.198208154	Sekitaran Pungguk Pedaro
E	102.3997	-3.2912	6.24457069	4.852095054	Rimbo Pengadang
A.A	102.1906	-3.1206	7.561296798	3.663141264	Talang Ulu
B.B	102.1906	-3.1206	5.1665554419	4.433211722	Sekitaran Lubuk Pedaro
C.C	102.3227	-3.2845	3.041265442	2.828754674	Mangkorajo
D.D	102.3863	-3.3681	1.553126878	3.072482701	Sekitaran Danau Tapak Kaki

Sejarah gempabumi yang pernah terjadi pada dugaan sesar segmen Ketahun, pada tahun 1943 yaitu gempabumi merusak dengan kekuatan 7,4 (SR) yang dirasakan di wilayah segmen Ketahun. Wilayah yang mengalami kerusakan terbesar meliputi wilayah Tes hingga Muara Aman. Akibat gempabumi ini wilayah Tes 90% rumah penduduk rusak hingga roboh. Di wilayah Muara Aman kerusakan rumah penduduk mencapai 25% akibat dari gempa utama. Dan pada tahun 1952 gempabumi dengan kekuatan 6,8 (SR) setidaknya 75% rumah penduduk wilayah Tes hancur hingga roboh dan kurang lebih 4% wilayah Muara Aman mengalami kerusakan. Menurut ilmuwan LIPI, Danny Hilman Natawidjaja setelah dilakukan penelitian segmen Ketahun ini mempunyai panjang 85 km yang memanjang melalui wilayah Muara Aman, Tes hingga ke Ketahun. *Slip rate* segmen ini 1,0 cm/tahun. Sehingga *slip rate* mencapai 10 cm dalam 100 tahun, secara historis momen seismik (M_0) 6.75×10^{25} untuk 100 tahun. Sehingga potensi gempabumi dalam satu dekade segmen ini menyimpan 7,2 SR dengan asumsi 100% terkunci. Pada kenyataannya segmen ini tidak terkunci, artinya energi terus dilepaskan dengan bentuk gempa kecil dan rayapan. Jika tidak memiliki mitigasi yang memadai dengan jumlah penduduk yang semakin meningkat dan pembangunan gedung-gedung yang makin banyak akan meningkatkan potensi kerusakan hingga korban jiwa cukup besar (Ardiansyah, 2017).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis *First Horizontal Derivative* (FHD) dan *Second Vertical Derivative* (SVD) bahwa Sesar Segmen Ketahun terdiri dari sesar turun, sesar naik dan sesar geser. Daerah Sungai Lisai, Ketenong, dan Danau Tapak Kaki adalah sesar turun. Daerah Pinang Belapis, sekitar Pungguk Pedaro, Rimbo Pengadang, Talang Ulu dan sekitar Lubuk Pedaro adalah sesar naik. Sedangkan Daerah Mangkorajo merupakan sesar geser.

Pada bagian barat daya adalah daerah subduksi, karena memiliki nilai *simple bouguer anomaly* yang tinggi. Sedangkan pada daerah arah timur laut terdapat adanya anomali tinggi dan anomali rendah sehingga diidentifikasi sebagai jalur sesar segmen Ketahun.

Berdasarkan pemodelan data anomali diperoleh wilayah Kabupaten Lebong–Rejang Lebong memiliki sebaran densitas antara $1,97 \text{ gram/cm}^3$ - $2,00 \text{ gram/cm}^3$ yang merupakan batuan sedimen (debu bersisipan pasir, bongkahan lepas, kerakal, gambut dan kaolinit).

DAFTAR PUSTAKA

Ardiansyah, S. (2017), “Potensi Gempabumi, Segmen Ketahun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kepahiang”.

- Arisbaya, I., Mukti, M.M., Handayani, L., Permana, H., Schnabel, M. and Jaxybulatov, K. (2015), "Berdasarkan Analisis Data Geofisika Tabuan Ridge , Trace Of Sumatran Fault In Sunda Straitbased On Geophysical Data Analysis", pp. 33–40.
- Dincer, B. and Isik, V. (2020), "Determination of Structural Characteristics of Tuzgözü Fault Zone Using Gravity and Magnetic Methods , Central Anatolia Bulletin of the Mineral Research and Exploration Determination of structural characteristics of Tuzgözü Fault Zone using gravity and ma", No. August, doi: 10.19111/bulletinofmre.661245.
- Hamilton, W.B. (1979), *Tectonic of The Indonesian Region U.S Geovemment Print Off*.
- Hirt, C., Claessens, S., Fecher, T., Kuhn, M., Pail, R. and Rexer, M. (2013), "New Ultra High-Resolution Picture of Earth's gravity field", *Geophysical Research Letters*, Vol. 40 No. 16, pp. 4279–4283.
- Lestari, I. and Sarkowi, M. (2013), "Analisis Struktur Patahan Daerah Panas Bumi Lahendong-Tompaso Sulawesi Utara Berdasarkan Data Second Vertical Derivative (SVD) Anomali Gayaberat", *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi V Lembaga Penelitian Universitas Lampung, 19-20 November 2013*.
- Lillie, R.J. (1999), *Whole Earth Geophysics*, Inc. USA.
- Natawidjaja, D.H. (2018), "Updating Active Fault Maps and Slip Rates Along The Sumatran Fault Zone, Indonesian", *IOP Conference Series: Earth And Environmental Science*, doi: 1088/1755-1315/118/1/012001.
- Reynolds, J. (1997), *An Introduction To Applied And Environmental Geophysics*, John Wiley and Sons Inc, England.
- Sidik, Fajar, I., Susilo, A., Sulastomo and Ganjar. (2014), "Identifikasi Sesar di Daerah Pongkor Bogor Jawa Barat Dengan Menggunakan Metode Gaya Berat", *Physics Students Jurnal*, Vol. 12 No. 1.
- Telford, W., Geldart, L.P. and Sheriff, R.P. (1990), *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Wachidah, N. and Minarto, E. (2018), "Identifikasi Struktur Lapisan Bawah Permukaan Daerah Potensial Mineral dengan Menggunakan Metode Gravitasi di Lapangan"A", Pongkor , Jawa Barat", *Jurnal Sains Dan Seni ITS*.