

Pemodelan 2D Gravity dan Inversi VFSA Daerah Sesar di Papua

Hardi Hamzah*, Wahyu Kumala Sari, Wani Tabuni

Universitas Cenderawasih

e-mail: hardihamzah88@gmail.com

Abstrak

Permasalahan gempa bumi yang terjadi di Jayapura diakibatkan oleh aktivitas sesar yang ada di Papua. Pola pergerakan sesar ini tidak seperti biasanya karena aktivitasnya menyebabkan gempa bumi yang tercatat sampai ribuan kali sejak awal tahun ini. Beberapa penelitian pendukung masih terbatas pada daerah Papua Barat. Informasi terkait pemodelan dan struktur geologi daerah sesar juga masih sangat minim. Dari kondisi inilah sehingga peneliti melakukan pemodelan gravity dan inversi global optimasi Very Fast Simulated Annealing (VFSA). Hasil pemodelan dan inversi yang diperoleh dapat memberikan informasi kepada masyarakat dan pemerintah terkait sesar penyebab gempa bumi di Jayapura sehingga dapat menjadi dasar tanggap bencana dan mitigasi bencana yang tepat.

Kata Kunci – 2D Gravity, Inversi, VFSA, Daerah Sesar, Papua

1. PENDAHULUAN

Kota Jayapura telah dilanda gempa berkekuatan M 5,2 pada Kamis (9/2/2023) pukul 15.28 WIT menyebabkan empat orang meninggal dunia dan kerusakan bangunan di beberapa tempat. Gempa ini merupakan rangkaian dari 1.072 kali gempa yang melanda kota jayapura sejak 2 Januari 2023. Menurut Kepala Pusat Gempabumi dan Tsunami Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Daryono, episenter gempa pada koordinat 2°50 derajat Lintang Selatan 140°70 derajat Bujur Timur di darat pada kedalaman 10 km, sekitar 6 km tenggara Kota Jayapura (Kompas, 2023).



Gambar 1. Grafik kumulatif gempa bumi harian gempa bumi Kota Jayapura (BMKG, 2023)

Gempa bumi yang terjadi merupakan gempa dangkal akibat adanya aktivitas sesar aktif. Dari hasil analisis mekanisme sumber menunjukkan bahwa gempa bumi memiliki pergerakan geser (strike-slip). Menurut Daryono, saat ini belum bisa dipastikan kapan rangkaian gempa bumi di Jayapura ini akan berakhir. Informasi mengenai jalur sesar yang memicu gempa bumi di Kota Jayapura ini juga masih sangat terbatas.

Beberapa penelitian tentang pola sesar di Papua telah dilakukan. Telah dilakukan penelitian tentang pola distribusi dan pola sesar daerah Kepala Burung (Papua Barat) (Muflihah, 2024). Dalam penelitiannya digunakan tiga tahapan yaitu: pertama, menggunakan data gempa bumi sekunder yang bersumber dari *database* gempa internasional *United State Geological Services* (USGS) dan dari global CMT. Kedua, memperhatikan mekanisme sesar. Ketiga, Pemetaan persebaran gempa bumi GIS 3.3. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa terjadi gempa sebanyak 410 dan terdapat empat jenis sesar yaitu sesar geser, sesar naik, sesar turun, dan sesar oblique.

Penelitian lainnya tentang sesar geser di Sorong segmen Sorong-Kofiau, Papua Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sesar Sorong segmen Sorong-Kofiau yang teridentifikasi dari dua jenis data tersebut memanjang barat daya-timur laut sepanjang 170 km. Laju sesar membentuk lembah sedalam 2025-2300 m di sekitar lepas pantai Kota Sorong. Jenis sesarnya adalah sesar sinistral dicirikan oleh struktur bunga positif, lipatan seret, dan cekungan tarik. Bagian selatan sesar Blok Kepala Burung bagian barat daya tersebut, dicirikan oleh suatu paparan yang dibatasi sesar-sesar bongkah. (Permana & Gaol, 2018).

Penelitian tentang studi identifikasi struktur geologi bawah permukaan untuk mengetahui sistem sesar berdasarkan analisis First Horizontal Derivate (FHD), Second Vertical Derivate (SVD), dan 2,5D Forward Modeling di Daerah Manokwari Papua Barat menunjukkan bahwa adanya sesar naik, terdapat intrusi batuan Diorit Lembai dengan densitas 2,75 gr/cc (Zaenuddin & Yulistina, 2018). Beberapa penelitian lainnya terkait penyebab gempa bumi di Papua juga telah dilakukan (Setyowidodo & Jaya, 2009; Pertiwi, 2018; Panjaitan, 2015).

Dari hasil penelitian yang telah dipaparkan di atas masih terbatas pada informasi jenis sesar dan strukturnya. Beberapa penelitian yang melakukan pemodelan juga masih terbatas di daerah Manokwari dan Pulau Yapen. Informasi ini tentunya masih sangat minim jika kita ingin mengetahui pola patahan dan struktur geologi penyusunnya.

Oleh karena itu, Peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pemodelan 2-D dari data gravity dan kemudian dilakukan invers modeling menggunakan global optimasi *Very Fast Simulated Annealing* (VFSA). Metode gravity dipilih karena data dapat diperoleh langsung dari data gravitasi GGMplus. Metode global optimasi inversi VFSA digunakan karena kemampuan dalam inversi model yang cepat dan agar hasil yang diperoleh tidak terjebak pada minimum lokal.

Tujuan melakukan penelitian ini adalah membuat pemodelan *gravity* dalam bentuk profil 2-D dan data hasil pemodelan kemudian diinversi. Program yang dibuat diharapkan dapat menganalisis data lapangan sebenarnya berupa pola patahan dan struktur geologi di sekelilingnya. Manfaat penelitian ini dapat memberikan informasi kepada pemerintah dan masyarakat Papua terkait struktur sesar penyebab gempa yang ada di Papua sehingga dapat menjadi tambahan informasi tindak lanjut mitigasi bencana gempa bumi.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Tahapan Penelitian

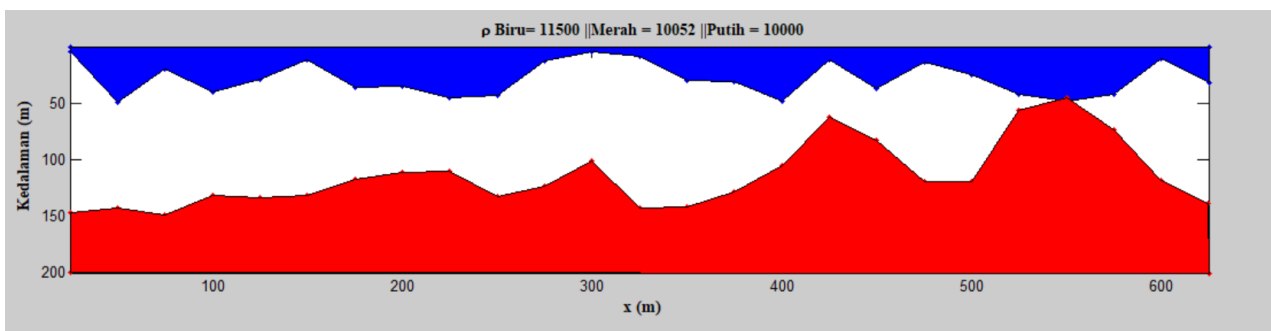
No.	Tahap Penelitian	Keterangan
1.	Memodelkan Permasalahan	Membuat model matematika untuk permasalahan anomali gravitasi
2.	Membuat <i>flowchart</i>	<i>flowchart</i> yang dibuat adalah proses inversi metode VFSA data anomali gravitasi
3.	Membuat model sintetik	model sintetik dibuat terlebih dahulu untuk menguji program inversi VFSA yang telah dibuat
4.	Menginversi data sintetik	setelah tahap pengujian berhasil, digunakan data sintetik dan data lapangan yang dianalisis.

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Komputasi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Cenderawasih. Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah program pemodelan dan inversi menggunakan metode least square dan anomali gravitasi berdasarkan data. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sintetik yang divariasikan dengan beberapa tingkat error data. Analisis data yang digunakan adalah metode least square dengan memberikan pembobot dan juga tanpa pembobot.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

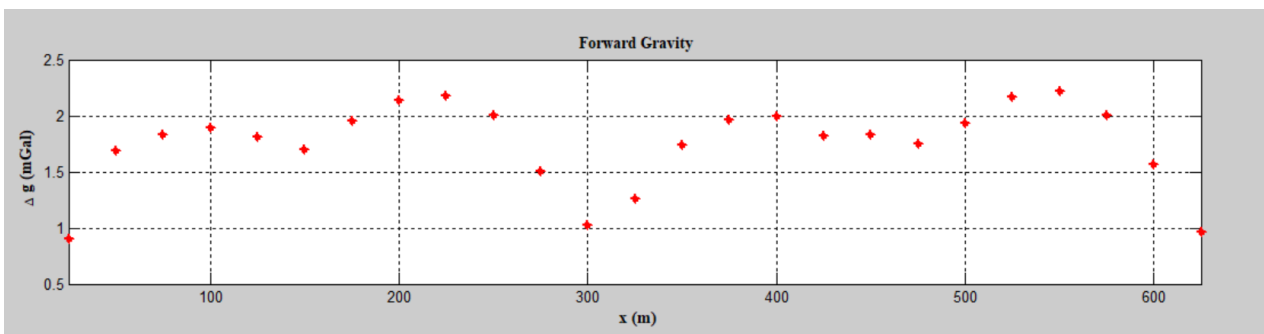
Hasil Pemodelan

Dibuat model uji seperti pada gambar berikut dengan parameter model $\rho_1 = 11500 \text{ kg/m}^3$, $\rho_2 = 10052 \text{ kg/m}^3$, dan $\rho_3 = 10000 \text{ kg/m}^3$. Parameter model pertama berwarna biru, parameter model kedua berwarna merah, dan parameter model ketiga berwarna putih.



Gambar 1. Parameter model gravitasi

Data hasil pemodelan ditunjukkan pada gambar 2



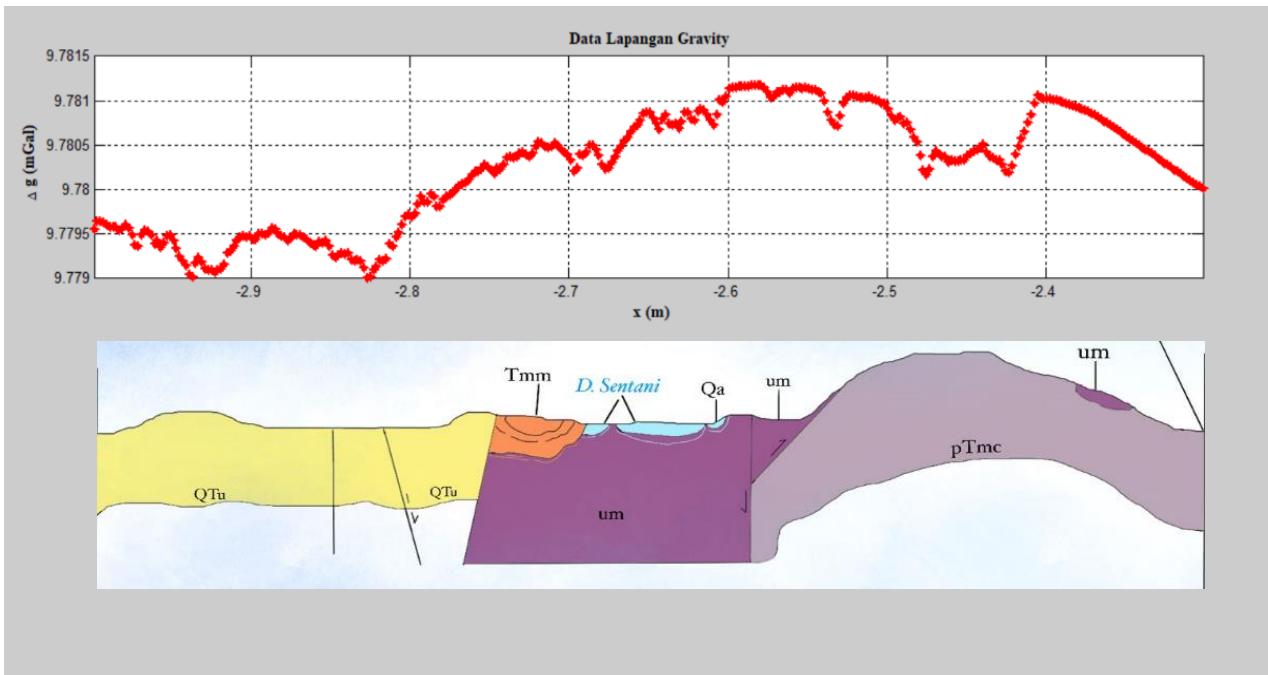
Gambar 2. Data uji anomali gravitasi diperoleh dari pemodelan kedepan.

Gambar di atas memperlihatkan bahwa nilai anomali gravitasi yang diperoleh diakibatkan oleh kehadiran ketiga parameter model bawah permukaan.

Hasil Inversi

Dilakukan pencarian data lapangan gravitasi menggunakan data ggmpus berdasarkan lembar cyclop. Diatur jumlah iterasi maksimum sebesar 130 kali iterasi dengan toleransi 10^{-4} . Diperoleh nilai misfit sebesar 9,7803. Nilai misfit ini cukup kecil mengingat data yang diinversi berasal dari lapangan dengan banyak pertimbangan bias dan koreksi topografi.

Hasil inversi VFSA yang diperoleh seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 3. Hasil inversi VFSA dari data lapangan

Hasil inversi ini bersesuaian dengan kondisi di lapangan. Pola data anomali gravity bersesuaian dengan kondisi dibawah permukaan. Terdapat 5 potongan sesar pada area ini. Kode Qtu artinya batuan di bawah permukaan didominasi oleh Gerak berselingan batulempung, batu lanau, napal, konglomerat, dan sisipan batupasir dan lignit. Grewake, berlapis 10 cm – 1 m, kepentingan kuarsa, batuan beku, sedimen malihan dan bahan karbonan, sisipan batu pasir, gamping, dan batu lempung. Kode um artinya batuan ultramafik yang terdiri atas Harzburgit, serpentinit, piroksenit, dan dunit. Terdapat rekahan yang diisi asbes, talkum, dan kromit. Urat-urat kuarsa tebal sampai 2 m. Bersentuhan tektonik dengan kelompok malihan cycloops dan batuan mafik. Kode pTmc artinya kelompok malihan cycloops yang terdiri atas sekis, setempat genes, filit, amfibolit, unakit, batu pualam, aktinolit, dan hohenfels.

4. KESIMPULAN

Pemodelan 2D Gravity dan Inversi dengan metode VFSA telah berhasil dilakukan. Dari hasil pemodelan didapatkan bahwa memperlihatkan bahwa nilai anomali gravitasi yang diperoleh diakibatkan oleh kehadiran ketiga parameter model bawah permukaan. Hasil Inversi yang diperoleh menghasilkan Pola data anomali gravity bersesuaian dengan kondisi dibawah permukaan. Hasil pemodelan dan inversi yang diperoleh dapat memberikan informasi kepada masyarakat dan pemerintah terkait sesar penyebab gempa bumi di Jayapura sehingga dapat menjadi dasar tanggap bencana dan mitigasi bencana yang tepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih LLPM Universitas Cenderawasih, Jayapura, yang telah membiayai kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fajriani, F., Hamzah, H., Srigutomo, W., & Pratomo, P. M. (2019). Analisis Parameter Anomali SP Menggunakan Metode Inversi Non linier Pendekatan Linier. *SAINTIFIK*, 5(1), 14-19. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v5i1.193>
- Hamzah, H., & Mutmainnah, M. (2018). Analisis Kuantitatif Anomali Gravitasi Metode Least Square pada Terapan Mata Kuliah Analisa Numerik. *SAINTIFIK*, 4(1), 24-30. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v4i1.140>
- Hamzah, H., Heriyanto, M., & Srigutomo, W. (2018). PEMODELAN ANOMALI SELF-POTENTIAL GEOMETRI TETAP DAN INVERSI GLOBAL OPTIMASI VERY FAST SIMULATED ANNEALING. *PHYDAGOGIC: Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya*, 1(1), 24-29. <https://doi.org/10.31605/phy.v1i1.222>
- Kompas. “Gempa di Jayapura”. Diakses pada Februari 9, 2023. <https://www.kompas.id/baca/humaniora/2023/02/09/sebulan-1072-gempa-di-jayapura-4-meninggal-dalam-gempa-m-52-hari-ini>
- BMKG. “Gempa M5,4” Diakses pada Februari 9, 2023. <https://www.bmkg.go.id/press-release/?p=gempabumi-tektunik-m54-di-jayapura-papua-tidak-berpotensi-tsunami-2&tag=&lang=ID>
- Muflihah, I. 2014. DISTRIBUSI DAN POLA SESAR DAERAH KEPALA BURUNG (PAPUA BARAT). *NEUTRINO Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 6(2), 91-98. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2588>
- Permana, H., & Gaol, K. L. 2018. SESAR GESER SORONG SEGMENT SORONG-KOFIAU, PAPUA BARAT, INDONESIA: BUKTI DARI DATA BATIMETRI DAN SBP. *Jurnal Geologi Kelautan*, 16(1), 37-50. <http://ejournal.mgi.esdm.go.id/index.php/jgk/article/view/543/433>
- Zaenuddin, A., & Yulistina, S. 2018. Studi Identifikasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Untuk Mengetahui Sistem Sesar Berdasarkan Analisis First Horizontal Derivative (FHD), Second Vertical Derivative (SVD), Dan 2,5D Forward Modeling Di Daerah Manokwari Papua Barat. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 4(2), 173-186. <https://doi.org/10.23960/jge.v4i2.15>
- Setyowidodo, I., & Jaya, S.B. 2009 ANALISIS SEISMOGRAM TIGA KOMPONEN TERHADAP MOMENT TENSOR GEMPA BUMI DI MANOKWARI PAPUA 03 JANUARI 2009. *NEUTRINO Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 3(2), 113-128. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1650>
- Pertiwi, S. 2018. IDENTIFIKASI SESAR DI PERAIRAN MISOOOL, PAPUA BARAT BERDASARKAN PENAMPANG SEISMIK REFLEKSI 2D. *Jurnal Fisika Flux*, 15(1), 54-58. <http://dx.doi.org/10.20527/flux.v15i1.4377>
- Panjaitan, S. 2015. Mengetahui struktur patahan penyebab gempa di Pulau Yapen dan sekitarnya dengan metode gayaberat daerah Papua. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 6(1), 19-29. <https://jlbgeologi.esdm.go.id/index.php>