



## **Delineasi Sub-Cekungan Sedimen di Pulau Misool dan Sekitarnya Berdasarkan Analisis Data Gaya Berat**

### ***Sedimentary Sub-Basin Delineation in Misool Island and Surrounding Area Based on Gravity Data Analysis***

Tatang Padmawidjaja<sup>1</sup> dan Eddy Supriyana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Jalan Diponegoro no. 57 Bandung

<sup>2</sup>Departemen Geofisika, FMIPA UNPAD

email: [tatangpadma@gmail.com](mailto:tatangpadma@gmail.com); [e.supriyana@geophys.unpad.ac.id](mailto:e.supriyana@geophys.unpad.ac.id)

Naskah diterima : 10 Maret 2020, Revisi terakhir : 18 September 2020 Disetujui : 21 September 2020, Online : 21 September 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.33332/jgsm.geologi.21.3.141-148p>

**Abstrak** - Konfigurasi batuan alas di bagian utara Pulau Misool belum memberikan informasi adanya pola struktur geologi seperti yang berkembang di bagian selatan. Dengan demikian diperlukan adanya kajian yang bisa memperkirakan keberadaan struktur geologi yang diduga berkembang ke arah utara. Data gaya berat yang telah diperoleh di P. Misool diharapkan dapat memberikan informasi terkait keberadaan pola struktur geologi.

Berdasarkan anomali gaya berat diperoleh adanya nilai tinggi di bagian selatan dan membentuk punggung anomali berkorelasi terhadap jalur antiklin Misool-Onin. Anomali bernilai rendah membentuk cekungan anomali di bagian utara P. Misool dan merupakan bagian Cekungan Salawati. P. Misool di bagian utara ditempati oleh batuan Kuartar yang menutupi struktur geologi. Nilai anomali gaya berat berkisar antara 50 sampai 105,5 mGal membentuk zona punggung dan rendah anomali. Analisis dengan metode SVD digunakan untuk mempertegas zona *depocenter* yang telah diperoleh. Model geologi berdasarkan penampang anomali gaya berat diperoleh tiga nilai rapat massa yang mendeskripsikan tiga lapisan batuan sedimen yang berbeda.

**Katakunci:** Pulau Misool, SVD, sub-cekungan, anomali, gaya berat.

**Abstract** - The basement configuration of the northern part of the Misool Island has not provided information on the existence of geological structure patterns that developed in the southern part. Thus there need to studies that can estimate the structure geology suspected toward the north. Gravity data that have been obtained on Misool Island are expected to provide information regarding the existence of structural geology patterns.

Based on gravity anomalies, high values are founded in the south and form anomalous ridges correlated with the Misool-Onin anticline. Low value anomalies forming anomalous basins in the northern part of the Salawati Basin. The northern part of the Misool Island is occupied by Quaternary sediments covering the geological structures. Gravity anomaly values range from 50 to 105.5 mGal forming ridge and low anomalies zones. Analysis with the SVD method is approached to reinforce the *depocenter* zone that has been obtained. Geological model based on the cross section of gravity anomaly obtained three mass density values that describe three layers of different sedimentary rocks.

**Keywords:** Misool Island, SVD, sub-basin, gravity, anomaly.

## LATAR BELAKANG

Pulau Misool dibatasi oleh Palung Seram (*Seram Trough*) dan Sesar Sorong. Gugusan batugamping yang membentuk perbukitan di bagian selatan dan dataran rendah di bagian utara P. Misool merupakan hasil pengangkatan batuan alas, dicirikan adanya antiklin regional di bagian selatan Pulau Misool. Hal ini ditunjukkan oleh keberadaan singkapan batuan malihan Ligu yang diduga sebagai batuan alasnya.

Pulau Misool merupakan sayap utara antiklin, termasuk pulau-pulau kecil di bagian selatan dan tenggaranya (Rusmana dkk., 1989). Hal ini ditunjukkan dengan adanya anomali tinggi di P. Misool yang membentuk punggung. Berdasarkan analisis geologi, dapat diperkirakan adanya konfigurasi pola struktur berbentuk antiklin dan sinklin, yang tertutupi oleh batugamping. Penelitian yang telah dilakukan (Adhitama dkk., 2017) memberikan hasil bahwa pola struktur geologi P. Misool di selatan belum memberikan informasi berkembang ke arah utara. Hal tersebut diperkirakan karena adanya batuan Kuartar yang menutupinya.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendelineasi cekungan sedimen di P. Misool berdasarkan data gaya berat sehingga diperoleh beberapa sub-cekungan sedimen yang berkorelasi dengan lintasan seismik.

Lokasi penelitian terletak di Pulau Misool (bagian barat Kepala Burung; Gambar 1), secara administrasi termasuk ke dalam Kabupaten Rajaampat, dengan batas koordinat antara 129.50 - 130.50 BT dan 1.50 - 2.30 LS.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian yang berada di P. Misool.

## METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan analisis data gaya berat. Selanjutnya, data itu diproses dengan berbagai tahapan metode untuk memperoleh nilai anomali gaya berat, anomali gaya berat residual dan SVD (*Second Vertical Derivative*). Berdasarkan nilai-nilai tersebut lalu diekstrak (*constrain*) terhadap informasi geologi sehingga beberapa sub-cekungan sedimen di P. Misool dapat diperoleh dalam bentuk peta kontur maupun sayatan melintangnya. Melalui analisis SVD pada peta gaya berat akan diperoleh spot-spot anomali yang membentuk *depo-center*. Pada sayatan melintang, nilai mutlak maksimum dan nilai mutlak minimum dibatasi oleh nilai nol sebagai batas karakteristik geologinya, sehingga akan diperoleh indikasi adanya beragam jenis sesar.

## TINJAUAN GEOLOGI

Pulau Misool merupakan bagian barat tektonika Kepala Burung dan di bagian sayap utara antiklinorium regional Misool-Onin-Kumawa (Adhitama dkk., 2017). Sayap selatan antiklinorium ditempati oleh pulau-pulau kecil di sebelah selatan dan tenggara pulau. Stratigrafi P. Misool terdiri atas batuan sedimen, batuan malihan dan batuan piroklastik dengan kisaran umur Mesozoikum hingga Kuartar (Gambar 2). Batuan Mesozoikum berumur mulai pra-Trias hingga Kapur Akhir terdiri atas Batuan Malihan Ligu, Formasi Keskain, Batugamping Bogal, Batunapal Lios, Serpih Yefbi, Formasi Demu, Serpih Lelinta, Kelompok Fageo, Batugamping Facet dan Formasi Fafanlap. Batuan Paleogen-Neogen terdiri atas Formasi Daram, Batugamping Zaag, Batunapal Kasim, Batugamping Openta dan Batugamping Atkari (Rusmana dkk., 1989). Endapan Kuartar merupakan endapan permukaan yang tersebar di sepanjang pantai dan aliran sungai utama.

Batuan Malihan Ligu yang tersingkap di bagian selatan P. Misool merupakan batuan tertua di pulau ini. Pengangkatan batuan malihan ini akibat kompresi dari selatan ke arah utara dan membentuk Cekungan Salawati di bagian utara serta membentuk sesar naik di utara Pulau Misool. Dampak lain gaya kompresi ini menyebabkan terbentuknya beberapa sub-cekungan (Gambar 3).

Batuan Malihan Ligu tersebut tertindih takselaras oleh batuan klastika laut berbutir halus Formasi Keskain yang berumur Trias Tengah sampai Trias Atas. Formasi Keskain tertindih takselaras oleh Batugamping Bogal yang berumur Trias Atas dan Anggota Batunapal Lios. Secara takselaras di atasnya diendapkan Kelompok Fageo yang berumur Jura Tengah – Jura Atas. Kelompok ini terdiri atas Serpih Yefbi di bagian bawah, Formasi

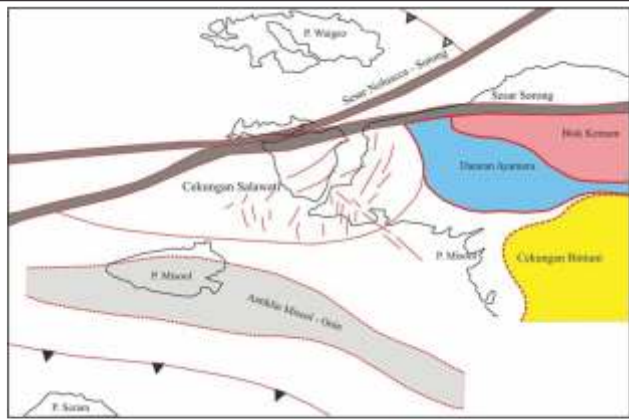
Demu di bagian Tengah dan Serpih Lelinta di bagian atas. Serpih Yepbi terdiri atas batuan klastika gampingan berbutir halus. Formasi Demu terdiri atas batupasir gampingan dan batulanau, sedikit serpih, batunapal, lapisan tipis batupasir tufan. Serpih Lelinta terdiri atas serpih, batunapal, batulanau gampingan, batupasir dan batugamping (Gambar 4). Selanjutnya, diendapkan Batugamping Facet (Jkf) yang berumur Jura Atas hingga Kapur Atas, terdiri atas kalsilitut yang di bagian atasnya sangat tufan. Satuan ini tertindih oleh Formasi Fafanlap (Kuf) yang berumur Kapur Atas, selanjutnya oleh Batupasir Daram (Tped) yang berumur Paleosen - Eosen Bawah, yang keduanya tersusun oleh batuan klastika asal darat. Batugamping Zaag (Teoz) yang berumur Eosen Tengah hingga Oligosen menutupi selaras di atas runtunan batuan yang telah terbentuk tersebut. Batunapal Kasim (Tmks) yang berumur Miosen Bawah hingga Miosen Tengah menindih takselaras Batugamping Zaag, dan batuan itu tertindih selaras oleh Batugamping Atkari.

Batuan sedimen secara umum miring ke utara, merupakan sayap utara Antiklin Misol-Onin yang berarah barat-timur, dan diduga akibat pengangkatan P. Misool. Batuan sedimen di P. Misool didominasi oleh sedimen laut dangkal, dan merupakan batas dengan Cekungan Salawati (Pertiwi dkk., 2018). Punggungan antiklin yang melalui bagian selatan Pulau Misool tercermin dalam intepretasi data seismik yang dilakukan pemodelan di bagian timurnya (Gambar 5).

	UMUR	FORMASI	LITOLOGI	LINGKUNGAN PENGENDAPAN
KAMBER	EOLIT	Demu	Pasir, kerikil, lumpur dan sile tumbukan	Pantai, river, sungai
		Yepbi	Kalkarenit dan sedikit batulanau	Shallow marine
TERBESER	OLIGOSEN	Teoz	Kalkarenit dan sedikit batulanau	Shallow marine
		Atkari	Kalkarenit dan sedikit batulanau	Shallow marine
		Atkari	Kalkarenit, sedikit batulanau dan batugamping oolitik	Pantai
		Atkari	Batupasir, batulanau gampingan, oolitik dan sile tumbukan	Laut terbuka
MIOSEN	MIOSEN	Kasim	Batulanau, gresika gampingan, batu kapur, tufan pada atasnya, sedikit batulumpur, batupasir, kalkarenit	Pantai - Deltaic
		Atkari	Kalkarenit, batugamping lempungan, sedikit batunapal, serpih gampingan, rijing dan sileban bagian atas	Pinggir laut - Laut terbuka
		Atkari	Batupasir, batulanau dan batugamping	Restrikted
		Atkari	Batupasir, batulanau, batu lumpur, sedikit batupasir dan batugamping	Laut dalam

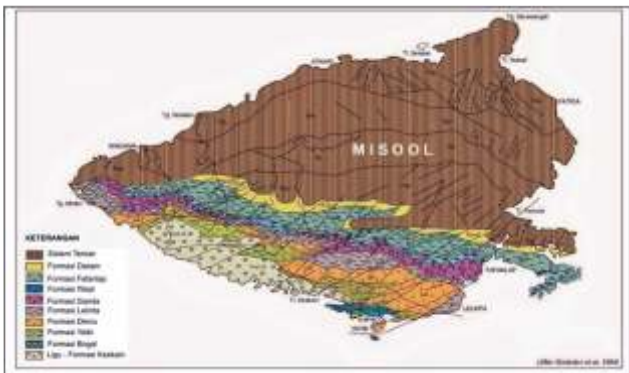
sumber:Rusmana dkk. (1989)

Gambar 2. Stratigrafi P. Misool dan sekitarnya, Papua Barat.



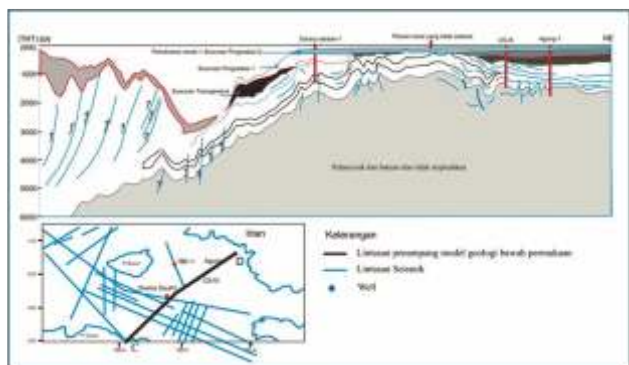
sumber:Satyana dan Herawati (2011)

Gambar 3. Struktur geologi regional P. Misool.



sumber:Simbolon dkk. (1984)

Gambar 4. Peta geologi P. Misool.



sumber:Pairault dkk. (2003)

Gambar 5. Model penampang seismik yang menggambarkan punggungan di bagian timur P. Misool.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Anomali gaya berat di P. Misool dan sekitarnya menunjukkan nilai antara 55.9 sampai 105.5 mGal, yang mencerminkan adanya tinggian dan rendahan (Gambar 6). Tinggian anomali yang membentuk punggungan menempati bagian barat dan selatan, sedangkan rendahan anomali membentuk dua cekungan menempati bagian tengah P. Misool, berlanjut ke arah utara membentuk Cekungan Salawati. Kedua cekungan tersebut dicirikan oleh penurunan anomali yang nilainya mencapai 55.9 mGal, sedangkan antiklin yang menempati P. Misool mempunyai nilai anomali >85 mGal, membentuk punggungan anomali dan tersusun oleh batuan Malihan Ligu (PTri) berumur pra-Trias.

Punggungan yang dicirikan oleh tinggian anomali gaya berat dengan nilai lebih besar dari 85 mGal berada di bagian barat yang ditempati oleh Formasi Facet, Grup Fargo, Batuganping Bogal, Formasi Keskain dan Batuan Malihan Ligu. Cekungan anomali gaya berat yang dicirikan dengan rendahan anomali gaya berat lebih kecil dari 85 mGal ditempati oleh Batugamping Atkari, Batugamping Openta, Batulanau Kasim, Batugamping Zaag, Batupasir Daram dan Formasi Fafanlap.

Berdasarkan korelasi antara singkapan Batuan Malihan Ligu dan nilai anomali lebih besar dari 80 mGal, menunjukkan bahwa P. Misool dialasi oleh Batuan Malihan Ligu yang bisa mencapai batas Cekungan Salawati di bagian utara maupun batas Palung Seram (*Seram Trough*) di bagian selatan (Darman dan Reemst, 2017). Nilai anomali tinggi tersebut merupakan bagian antiklinorium yang menempati selatan P. Misool, dan membentuk antiklin-antiklin berarah barat-timur di P. Misool (lihat Gambar 5). Penurunan anomali yang mencapai 45 mGal ke arah timurlaut merupakan bagian Cekungan Salawati.

Anomali gaya berat residual diperoleh berdasarkan pemisahan anomali gaya berat terhadap anomali gaya berat regional sehingga menggambarkan pola struktur geologi yang lebih dangkal. Pemisahan anomali gaya berat dengan metode *moving average* diperoleh nilai antara -3.95 mGal sampai +3.41 mGal dan menunjukkan adanya cekungan dan punggungan anomali (Gambar 7). Kenampakan punggungan di bagian barat masih diperlihatkan pada kontur anomali residual yang memberikan gambaran bahwa batuan malihan mendekati permukaan.

Penentuan adanya antiklin dan sinklin membutuhkan data kemiringan dan undulasi batuan. Guna mendapatkan data ini, diperlukan proses pemisahan anomali gaya berat menjadi anomali gaya berat turunan kedua secara tegak, yang dikenal dengan SVD. SVD merupakan kemiringan atau perubahan sudut anomali gaya berat terhadap jarak kuadrat, kemiringan makin kecil menunjukkan adanya zona *depocenter*, dan batas *depocenter* adalah antiklin. Zona *depocenter* dikatakan sebagai sub-cekungan apabila dibatasi oleh kelurusan geologi yang ditafsirkan dari antiklin SVD anomali gaya berat (Pertiwi dkk., 2018).

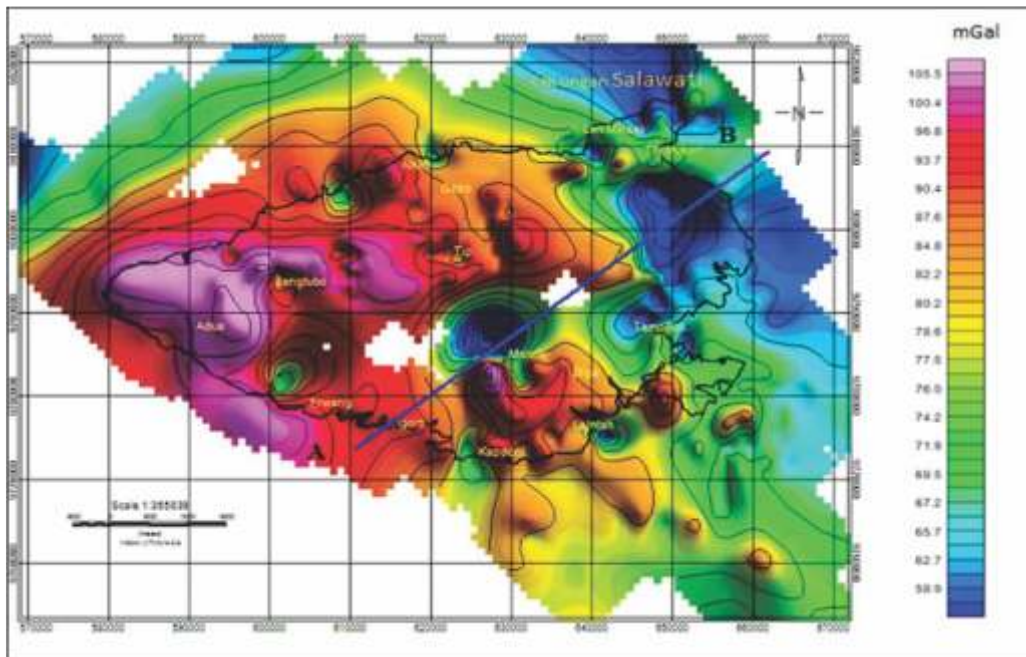
Peta anomali gaya berat turunan vertikal kedua, yang menunjukkan adanya kemiringan anomali gaya berat terhadap jaraknya, menggambarkan adanya pengangkatan atau terobosan batuan. Kenampakan seperti terobosan setempat pada kenyataannya adalah jalur antiklin di bagian selatan. Dengan demikian,

dapat dikatakan bahwa zona kemiringan negatif sebagai *depocenter* dan kemiringan positif sebagai antiklin pemisah *depocenter* tersebut. Dalam hal ini, peta gaya berat SVD menunjukkan adanya dua zona *depocenter* zona A dan Zona B (Gambar 8). Analisis spektral pada penampang anomali gaya berat pada lintasan A-B diperoleh sesar naik dari arah utara yang merupakan gaya kompresi, dimana di selatannya terbentuknya antiklinorium yang berarah barat-timur.

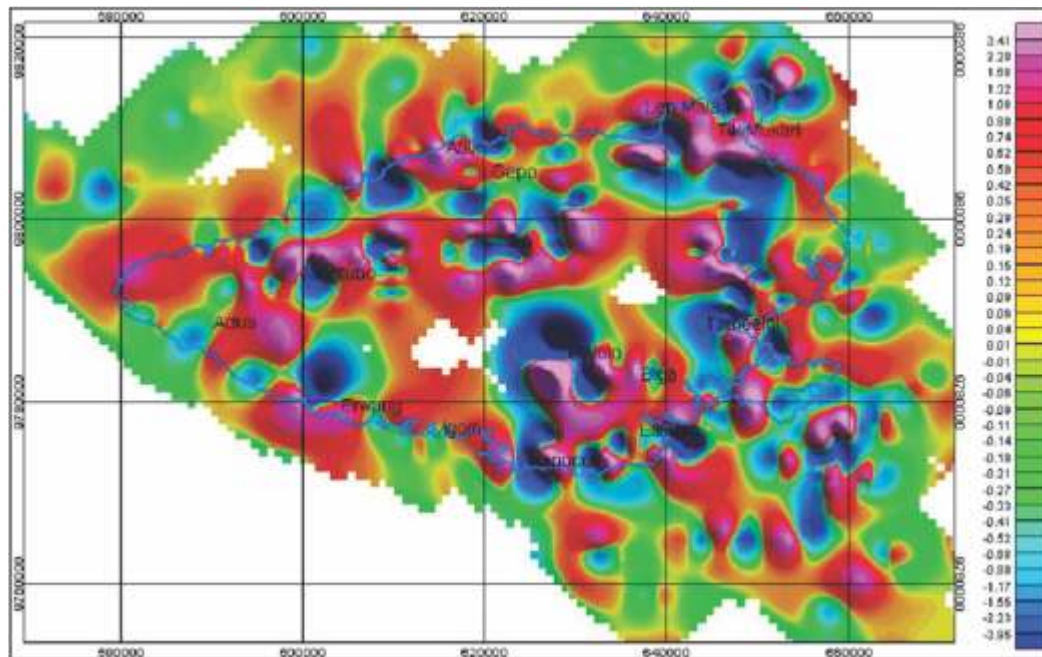
Informasi geologi bawah permukaan diperoleh berdasarkan model geologinya, yakni dari penampang anomali gaya berat pada lintasan A-B (lihat Gambar 6) pada lintasan anomali yang memotong arah baratdaya-timurlaut, melalui Batuan Malihan Ligu di bagian selatan sampai formasi batuan yang berumur muda. Pemodelan geologi bawah permukaan telah dilakukan untuk perkiraan kedalaman batuan alas berdasarkan analisis spektral (*spectral analysis*) seperti yang terlihat pada Gambar 9 (Handyarso dan Padmawidjaja, 2017). Kedalaman batuan berdasarkan analisis spektral diperoleh sekitar 1.900 m. Ke arah utara, berdasarkan model ini juga diperoleh kedalaman batuan alas yang terdapat pada lintasan seismik.

Untuk memperoleh type sesar yang melalui P. Misool, berdasarkan analisis SVD anomali gaya berat (SVD) juga diketahui adanya sesar naik di utara. Hal ini menunjukkan adanya kompresi yang berasal dari utara, sejalan dengan pembentukan antiklin regional dimana P. Misool sebagai sayap utaranya. Pada penampang anomali gaya berat Lintasan A-B, menunjukkan kisaran nilai antara 50 sampai 102 mGal, membentuk punggungan dan penurunan ke arah timurlaut. Nilai 55 mGal sampai 65 mGal membentuk cekungan anomali yang ditafsirkan sebagai cekungan sedimen dengan kedalaman mencapai 1.888 m. Adanya punggungan dan penurunann mencerminkan sesar ke arah selatan, seperti yang telah ditunjukkan oleh analisis SVD pada lintasan A-B.

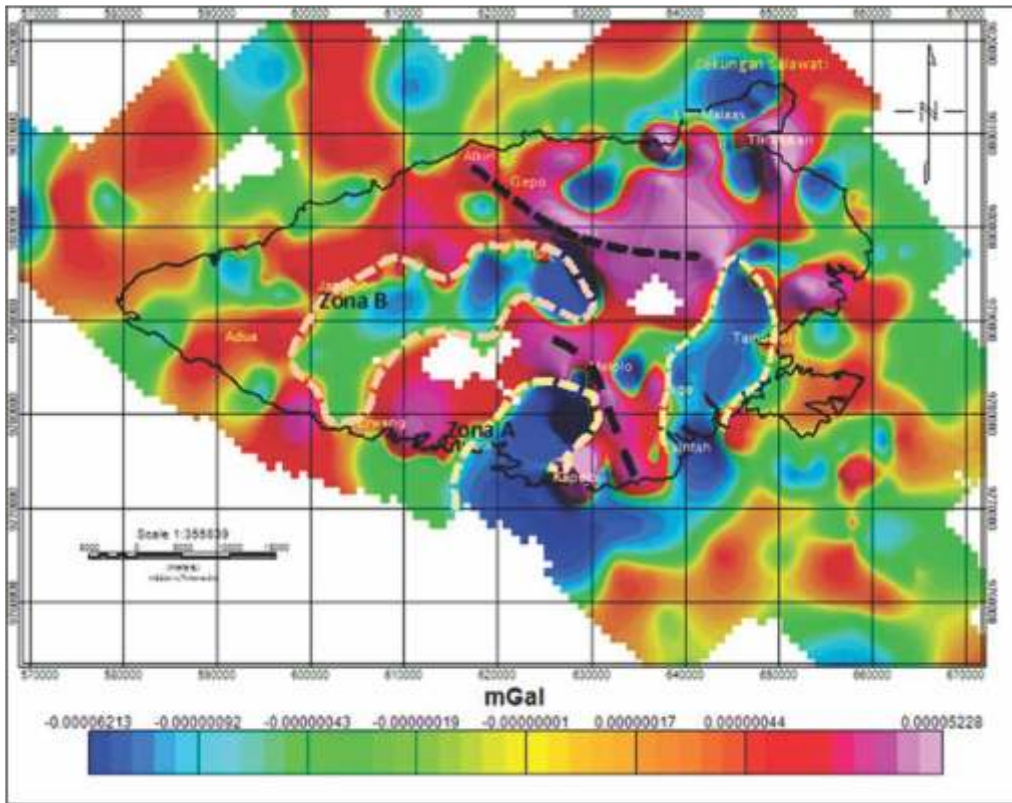
Pulau Misool terletak di bagian barat Cekungan Misool dan merupakan cekungan muka daratan hingga pinggir pasif (*foreland to passive margin*). Berdasarkan data anomali gaya berat, P. Misool mempunyai nilai anomali yang berkisar antara 55 mGal - 105 mGal, yang membentuk punggungan anomali di bagian barat dengan nilai 105 mGal, diduga merupakan pengangkatan batuan alas Batu Malihan Ligu. Sebagai batuan alas, Batuan Malihan Ligu tersingkap di bagian selatan dan merupakan batuan paling tua berumur Mesozoikum, dan mempunyai rapat massa 2.7 gr/cc. Batuan tersebut tertutup oleh batuan Paleogen-Neogen dengan rapat massa 2.5 gr/cc. Selanjutnya batuan Kuartar dengan rapat 2,35 gr/cc menempati bagian utara P. Misool (Gambar 10).



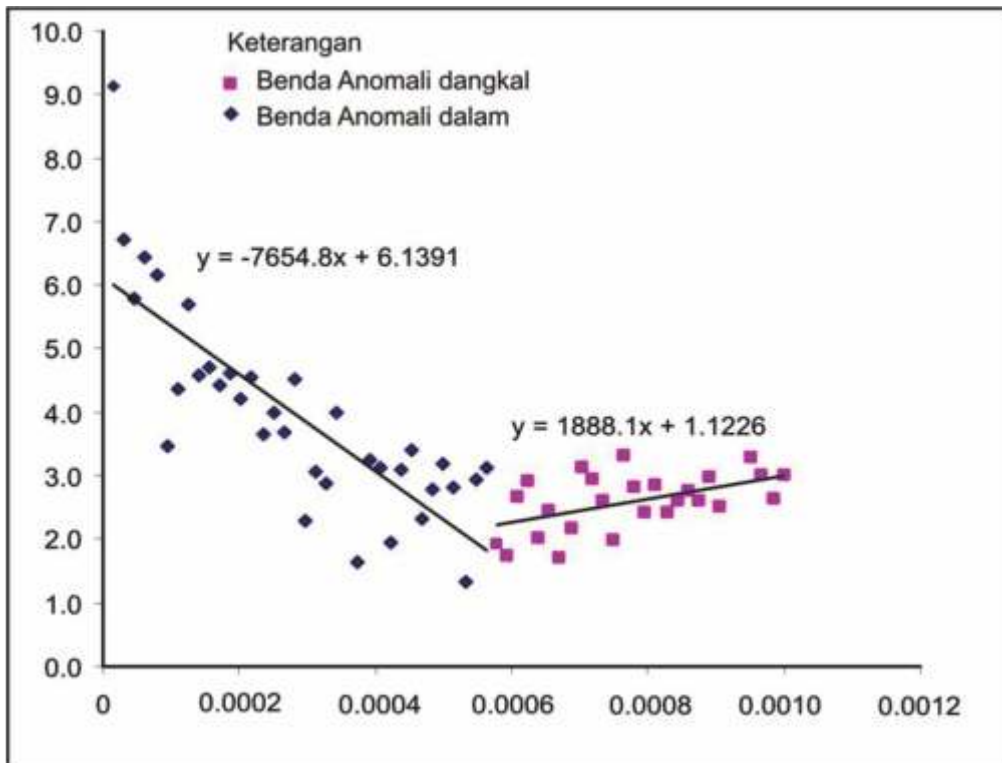
Gambar 6. Peta kontur anomali gaya berat P. Misool dan penampang A - B untuk pemodelan geologi bawah permukaan.



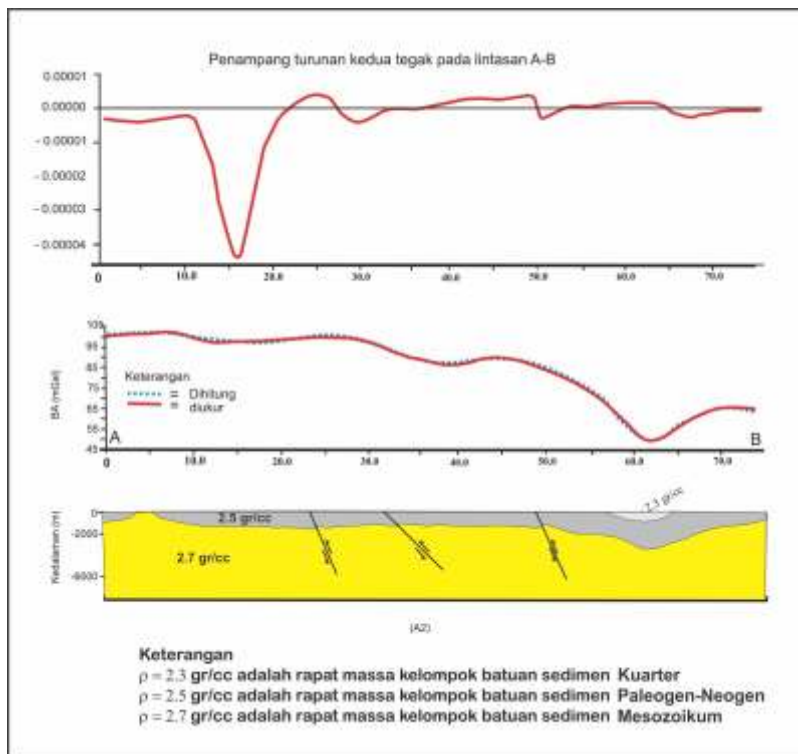
Gambar 7. Peta kontur anomali gaya berat residual P. Misool.



Gambar 8. Interpretasi anomali gaya berat SVD.



Gambar 9. Analisis spektral pada penampang anomali gaya berat untuk memperoleh kedalaman batuan sedimen di daerah P. Misool.



Gambar 10. Model geologi bawah permukaan yang menunjukkan adanya sesar naik berdasarkan analisis SVD pada lintasan A-B.

Pada prosesnya batuan sedimen Mesozoikum dan Paleogen-Neogen tersebut mengalami kompresi dari selatan P. Misool yang berasal dari perluasan paparan Lempeng Australia. Berdasarkan nilai anomali gaya berat tersebut, batuan sedimen di bagian barat Pulau Misool relatif tipis, dengan ketebalan batuan ke arah timur dan utara menjadi lebih tebal hingga mencapai 1.900 – 2.000 m (Setiadi dan Riyadi, 2017). Selain membentuk cekungan sedimen, proses tersebut juga mengakibatkan terbentuknya struktur-struktur sesar, antiklin, sinklin maupun graben. Kenampakan ini terindikasikan berdasarkan pola anomali gaya berat baik horizontal maupun vertikal (Padmawidjaja, 2019). Peta anomali gaya berat residual dapat lebih rinci memperlihatkan pola struktur geologi secara lebih rinci (lebih dangkal ke permukaan). Untuk selanjutnya, peta anomali gaya berat SVD dapat menentukan lokasi-lokasi sub-cekungan sebagai *depo-center*.

## KESIMPULAN

Pulau Misool dan sekitarnya mempunyai besaran nilai anomali gaya berat berkisar 58.9 mGal sampai 105.5 mGal yang membentuk pola tinggian dan rendahan berarah barat-timur. Tinggian anomali diduga akibat pengangkatan batuan alas Batuan Malihan Ligu yang merupakan batuan paling tua dan tertutupi oleh batuan yang lebih muda. Rendahan anomali merupakan

cekungan yang berada pada bagian Cekungan Salawati berarah cenderung ke utara dan Cekungan Misool yang cenderung berarah timur. Pola struktur geologi berdasarkan anomali gaya berat residual yang berkisar -3.95 mGal sampai +3.41 mGal menunjukkan pola struktur lebih dangkal dan merepresentasikan adanya cekungan maupun punggungan.

Model geologi bawah permukaan berdasarkan penafsiran pada lintasan A-B, Batuan Malihan Ligu diperoleh dengan rapat massa 2.8 gr/cc, tertutup oleh batuan sedimen dengan rapat massa 2.5 gr/cc. Rapat massa ini merupakan rapat massa rata-rata dari beberapa formasi batuan sedimen yang menutupinya, kecuali di bagian utara dengan rapat massa mencapai 2.3 gr/cc yang mewakili sebagai batuan sedimen dan endapan laut dangkal. Model geologi yang berarah utara-selatan menunjukkan adanya perubahan litologi dari satuan batuan Mesozoikum sampai Kuartar dan adanya beberapa sesar naik.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi beserta segenap jajaran manajemen atas dukungan dalam menggunakan data sehingga tulisan ini dapat terwujud.

---

**ACUAN**

- Adhitama, R., Hall, R., and White, L.T., 2017. Extension in the Kumawa Block, West Papua, Indonesia. Proceedings Indonesian Petroleum Association, Jakarta. *Forty-First Annual Convention & Exhibition*.
- Darman, H. dan Reemst, P., 2012. Seismic Expression of Geological Features in Seram Sea : Seram Trough, Misool-Onin Ridge and Sedimentary Basins. *Berita Sedimentologi*, 23.
- Handyarso, A. dan Padmawidjaja, T., 2017. Struktur Geologi Bawah Permukaan Cekungan Bintuni Berdasarkan Analisis Data Gaya Berat, *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 18(2): 53-65.
- Padmawidjaja, T., 2019. Konfigurasi Cekungan Tomori Berdasarkan Data Gaya Berat. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 2(2): 53-65.
- Pairault, A.A., Hall, R., and Elders, C.F., 2003. Structural Styles and Tectonic Evolution of the Seram Trough, Indonesia. *Marine and Petroleum Geology*, 20: 114-1160.
- Pertiwi, S., Sampurno, J., Ivansyah, O., dan Firdaus, Y., 2018. Identifikasi Sesar di Perairan Misool, Papua Barat Berdasarkan Penampang Seismik Refleksi 2D. *Jurnal Fisika FLUX*, 15(1). Via <http://ppjp.unlam.ac.id/journal/index.php>.
- Rusmana, E., Hartono, U., dan Piagran, C.J., 1989. *Peta Geologi Lembar Misool, Irian Jaya Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Satyana, A.H. dan Herawati, N., 2011. Sorong Fault Tectonism and Detachment of Salawati Island: Implication for Petroleum Generation and Migration in Salawati Basin, Bird's Head of Papua. *Proceedings, Indonesian Petroleum Association Thirty-Fifth Annual Convention & Exhibition*.
- Setiadi, I. dan Riyadi, A.R., 2016. Deliniasi Cekungan Sedimen dan Interpretasi Geologi Bawah Permukaan Cekungan Tanimbar Berdasarkan Analisis Data Gaya Berat, *Jurnal Geologi dan Sumber Mineral*, 17(3): 153-169.
- Simbolon, R., Martodjoyo, S., and Gunawan, R., 1984. Geologi and Hydrocarbon Prospects of the Pre-Tertiary System of Misool Area. *Proceedings Indonesian Petroleum*.
-