
Metode Transformasi *Pseudogravity* Pada Anomali Magnet Untuk Delineasi Cekungan di Perairan Misool

Riska Diah Nopiyanty¹, Andi Suhandi¹, Yulinar Firdaus²

¹Program Studi Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Badan Litbang Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung 40174

* Corresponding author. riskadn385@gmail.com (Riska Diah Nopiyanty)

ABSTRAK

Eksplorasi bawah laut sudah mulai banyak dilakukan di Indonesia untuk mencari cadangan energi. Cadangan energi tersebut banyak berada di daerah cekungan. Wilayah Perairan Misool terdapat kondisi tektonik yang kompleks serta terletak dekat dengan cekungan Salawati yang saat ini sudah menjadi tempat eksplorasi bawah laut sebagai sumber minyak dan gas. Penelitian ini bertujuan untuk menafsirkan delineasi cekungan menggunakan metode transformasi pseudogravity pada data magnet di perairan Misool. Pengambilan data magnet dilakukan sebanyak 54 lintasan. Data yang dihasilkan kemudian dikoreksi dengan koreksi variasi harian dan koreksi IGRF. Data yang telah dikoreksi kemudian diolah menggunakan filter transformasi pseudogravity. Hasil transformasi pseudogravity kemudian dibuat model penampang 2D untuk mengetahui kedalaman cekungan. Berdasarkan hasil delineasi cekungan ditemukan 3 subcekungan yang terletak di sebelah utara wilayah penelitian dengan kedalaman 23 km. Sub cekungan tersebut dapat menjadi salah satu reservoir cadangan energi.

Kata Kunci : Magnet; pseudogravity; pemodelan 2D; cekungan; perairan Misool.

ABSTRACT

Underwater exploration has begun to be done in Indonesia to look for energy reserves. The energy reserves are mostly located in the basin area. The Misool waters area has complex tectonic conditions and is located close to the Salawati basin, which is an underwater exploration site as a source of oil and gas. This study aims to interpret basin delineation using the pseudogravity transformation method on magnetic data in Misool waters. Retrieval of magnetic data is carried out as many as 54 lines. The resulting data is then corrected by correction of daily variations and correction of IGRF. The corrected data is then processed using a pseudogravity transformation filter. The result of the pseudogravity transformation is then made a 2D cross-sectional model to determine the depth of the basin. Based on the delineation results of the basin found 3 sub-basins located in the north of the study area with a depth of 23 km. The sub basin can be one of the reservoirs of energy reserves.

Keywords: Magnetism; pseudogravity; 2D modeling; basin; Misool waters.

1. Pendahuluan

Eksplorasi bawah laut sudah mulai banyak dilakukan di Indonesia untuk mencari cadangan energi. Cadangan energi tersebut banyak terdapat di daerah cekungan dan juga di daerah yang memiliki kondisi tektonik yang kompleks.

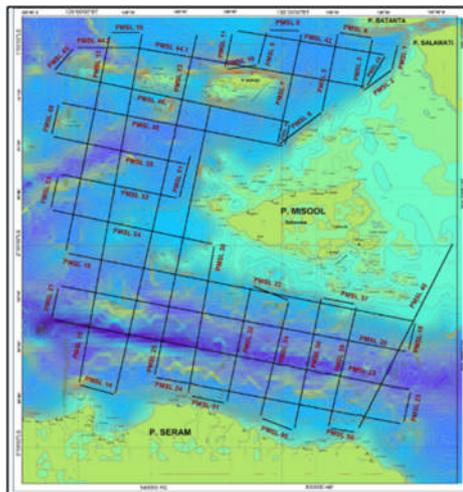
Papua termasuk pada daerah subduksi sehingga banyak terdapat patahan. Pertemuan antara dua lempeng dalam satu sesar ataupun patahan akan bergerak saling mendekat, saling menjauh ataupun saling bergeser. Perubahan pada struktur bawah permukaan bumi dapat terjadi karena

perubahan beban massa tanah dan juga batuan yang berada di permukaan bumi maupun di bawah permukaan bumi [1].

Kepulauan Misool berada di Papua Barat yang terletak pada *Misool – Onin Geanticline*. Juga di sebelah utaranya berbatasan dengan cekungan Salawati. Saat ini di cekungan Salawati sudah terjadi eksplorasi bawah laut sebagai cekungan dengan potensi minyak dan gas. Struktur geologi kepulauan Misool ini membentuk jalur antiklin yang diduga merupakan suatu anticlinorium yang arah sumbunya sejajar dengan pantai selatan pulau Misool (dari arah Barat – Timur) [2].

Di perairan Misool ini terdapat kondisi batuan yang beragam yaitu *sandstone*, *shale*, *limestone*, dan batuan metamorf. Namun batuan yang lebih mendominasi yaitu *sandstone* dan *limestone*. *Limestone* merupakan batuan karbonat dimana terdapat banyak rongga sehingga diperkirakan dapat menjadi reservoir. Sebelum dilakukan eksplorasi bawah laut diperlukan survei awal untuk mengetahui kondisi bawah permukaan pada perairan Misool [3].

Wilayah penelitian secara geografis termasuk ke wilayah perairan Misool yang terletak pada koordinat $129^{\circ} 45' 36,38''$ BT - $129^{\circ} 45' 10,31''$ BT dan $2^{\circ} 43' 30,02''$ LS - $0^{\circ} 57' 39,14''$ LS. (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lintasan Pengambilan

Indonesia ditemukan 128 cekungan sedimen, yang berdasarkan umurnya dapat dibedakan menjadi cekungan Tersier, cekungan pra-Tersier, dan cekungan yang berkembang sejak pra-Tersier dan berlanjut hingga Tersier menurut Badan Geologi 2009. Cekungan tersier mendominasi bagian barat

tersier mendominasi bagian barat Indonesia, cekungan pra-Tersier terutama dijumpai di wilayah Kalimantan bagian utara, sementara cekungan pra-Tersier umumnya dijumpai di wilayah Papua dan sebelah timur Sulawesi [4][5].

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan data yang dimiliki oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) Bandung. Data yang diperoleh di lapangan masih dipengaruhi oleh medan magnet bumi dan pengaruh dari matahari. Sehingga pada data penelitian perlu dilakukan beberapa koreksi untuk mendapatkan nilai anomali yang sudah tidak dipengaruhi oleh medan magnet lain disekitarnya. Koreksi – koreksi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

2.1. Koreksi variasi harian

Koreksi variasi harian merupakan koreksi yang dilakukan untuk menghilangkan penyimpangan dari medan magnet bumi karena adanya perbedaan waktu dan efek dari radiasi matahari dalam satu hari. Untuk setiap waktu yang akan dikoreksi di setiap titik harus sesuai dengan waktu pada stasiun *base*. Jika nilai koreksi harian bernilai negatif, maka untuk koreksi hariannya dilakukan penambahan dengan nilai variasi pada data yang ada

distasiun base pada waktu yang sesuai dengan data medan magnet yang akan dikoreksi [6]. Sehingga dapat dituliskan dalam persamaan:

$$\Delta H = H_t \pm \Delta H_h \quad (2.3)$$

Dengan:

H_t merupakan medan magnet total

ΔH_h merupakan variasi harian

2.2. Koreksi IGRF

Koreksi IGRF dilakukan untuk menghilangkan pengaruh dari medan magnet utama bumi. Koreksi IGRF dapat dilakukan dengan cara mengurangi nilai IGRF dengan nilai medan magnetik total yang telah dikoreksi harian. Sehingga dalam persamaan dapat ditulis:

$$\Delta H = H_t \pm \Delta H_h \pm H_0 \quad (2)$$

2.3. Transformasi Pseudogravity

Data yang telah dikoreksi selanjutnya diolah dengan filter transformasi *pseudogravity*. Interpretasi delineasi cekungan dilakukan pada hasil anomali transformasi *pseudogravity* dan pemodelan 2D pada anomali transformasi *pseudogravity*.

Transformasi *pseudogravity* merupakan teknik transformasi yang tepat digunakan untuk interpretasi anomali medan magnet dikarenakan transformasi tersebut merupakan

analogi dari data gravitasi untuk benda dengan densitas yang memiliki kesebandingan dengan magnetisasi. Nilai kesebandingan yang digunakan dalam transformasi ini bernilai 100 kg/m^3 per A/m , dimana $1 \text{ A/m} = 10^2 \text{ gamma}$ dan $1 \text{ gamma} = 1 \text{ kg/m}^3$ [7].

Benda yang termagnetisasi dan rapat massa sejenis (*uniform*) yang menyebabkan potensial magnetik (V) dan potensial gravitasi (U) dapat dihubungkan menggunakan persamaan *Poisson* dengan asumsi M dan ρ adalah konstan:

$$\begin{aligned} \int_R \frac{1}{r} dv &= \frac{U}{\gamma \rho} \\ V &= -\frac{c_m M}{\gamma \rho} m \nabla_p U \\ V &= -\frac{c_m M}{\gamma \rho} g_m \end{aligned} \quad (3)$$

Dengan keterangan,

ρ = massa jenis (kg/m^3)

γ = tetapan gravitasi universal

M = intensitas magnetisasi (A/m)

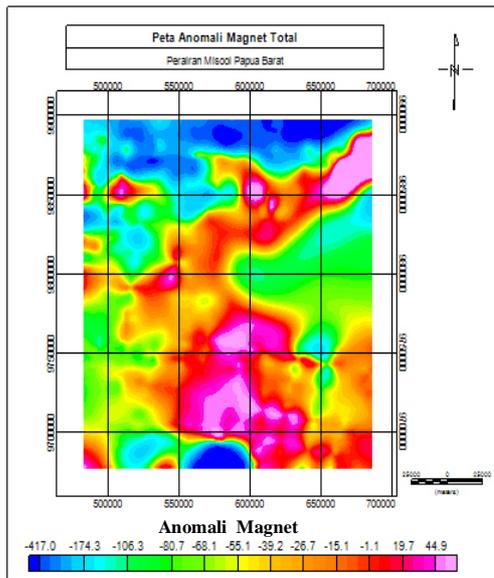
m = unit vector magnetisasi

g_m = komponen medan gravitasi saat arah magnetisasi m

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang didapatkan dari lapangan harus melalui beberapa koreksi, yaitu koreksi harian yang bertujuan untuk mengurangi efek harian atau adanya matahari dan koreksi IGRF yang bertujuan untuk menghilangkan efek dari internal bumi dengan menggunakan nilai IGRF yang didapatkan di situs www.ngdc.noaa.gov.

Sehingga didapatkan anomali magnet total yang merupakan hasil plot dari nilai anomali magnet yang telah terkoreksi harian dan juga koreksi IGRF dengan posisi latitude dan longitude sehingga diperoleh hasil seperti pada gambar 2.



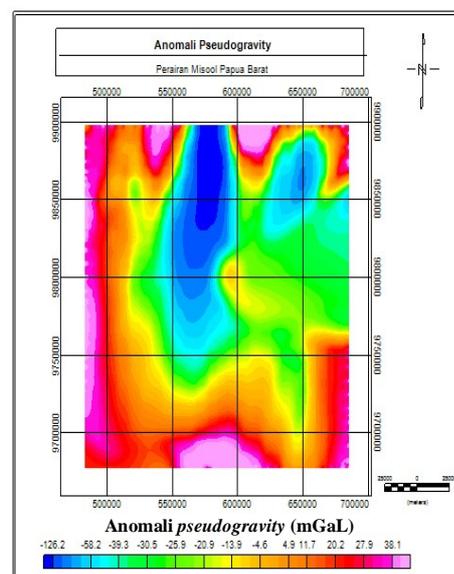
Gambar 2. Anomali Magnet Total

Gambar 2 dapat terlihat bahwa pada arah utara lebih dominan anomali rendah yang ditunjukkan oleh warna biru dan pada arah selatan lebih dominan anomali tinggi yang ditunjukkan oleh warna merah muda. Terdapat perbedaan warna pada gambar 2 yang merupakan nilai intensitas magnet dengan nilai terendah -1500 nT sampai dengan nilai tertinggi 300 nT. Nilai anomali magnet rendah berada di rentang nilai -900 nT sampai dengan -1500 nT yang ditandai dengan warna biru, kemudian dari rentang -400 nT sampai dengan -900 nT yang ditandai dengan warna hijau merupakan anomali magnetik sedang, anomali magnetik yang berada direntang nilai

-100 nT sampai dengan -400 nT yang ditandai dengan warna kuning, dan juga nilai anomali magnetik tinggi yang berada direntang 300 nT sampai dengan -100 nT yang ditandai warna merah. Kerapatan kontur pada gambar 2 terlihat lebih rapat di sebelah utara dan lebih renggang di sebelah selatan.

Setelah dihasilkan anomali magnet total maka selanjutnya data diolah menggunakan filter transformasi *pseudogravity* untuk mempermudah interpretasi dalam penafsiran deliniasi cekungan [8].

Transformasi *pseudogravity* digunakan dalam menentukan hubungan antara medan gravitasi dengan medan magnet yaitu kesamaan antara nilai potensial magnetik dengan gaya gravitasi dimana keduanya memiliki besar yang berbanding terbalik dengan jarak sumbernya [9]. Hasil anomali yang telah di filter transformasi *pseudogravity* ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Anomali transformasi

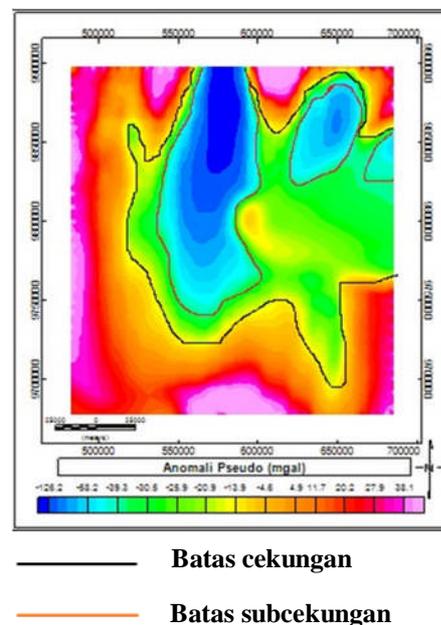
Hasil anomali yang telah ditransformasi *pseudogravity* terlihat kerapatan kontur di sebelah selatan daerah penelitian lebih rapat hal ini diartikan perubahan konturnya lebih tajam dan diduga sebagai keberadaan palung seram. Nilai anomali *pseudogravity* yang relatif tinggi berada disekitar daerah penelitian yang ditunjukkan oleh warna merah muda dengan nilai anomali sekitar 27,9 mGal – 38,1 mGal.

Nilai anomali *pseudogravity* yang relatif rendah berada di tengah daerah penelitian yang ditunjukkan oleh warna biru dengan nilai -128,2 mGal. Dapat dilihat bahwa pada wilayah pengambilan data anomali hasil transformasi *pseudogravity* yang negatif hampir tersebar di daerah penelitian.

Warna kontur merah muda pada anomali *pseudogravity* ditafsirkan sebagai pola tinggian yang membatasi cekungan sedimen [10]. Warna kontur hijau pada Gambar 3 diduga sebagai cekungan di daerah penelitian karena nilai anomalnya cukup rendah. Warna biru pada anomaly transformasi *pseudogravity* ditafsirkan sebagai sub cekungan di daerah penelitian karena nilai anomali hasil transformasi *pseudogravity* bernilai paling rendah.

Berdasarkan anomali hasil transformasi *pseudogravity* dapat ditarik batas delineasi cekungan sedimen di perairan Misool. Tampak pada Gambar 4 dapat diperkirakan cekungan sedimen di daerah penelitian

ditunjukkan oleh garis hitam dengan nilai anomali -20,9 mGal sampai dengan -39,3 mGal. Terdapat tiga sub cekungan yang terlihat pada gambar 4 ditunjukkan oleh garis coklat. Hal tersebut dapat dibuktikan karena anomali pada daerah tersebut bernilai sangat kecil yaitu sekitar -39,3 mGal sampai dengan -126,2 mGal sehingga ditafsirkan sebagai cekungan sedimen yang berada di wilayah utara pada daerah penelitian.



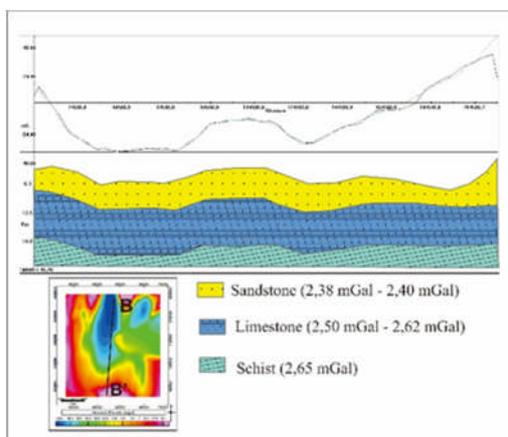
Gambar 4 Delineasi cekungan

Hasil dari delineasi cekungan dapat dilihat kedalaman cekungan serta ketebalan sedimennya dengan menggunakan pemodelan 2D. Data yang digunakan untuk pemodelan 2D merupakan data sayatan dari anomali hasil transformasi *pseudogravity* sebanyak dua lintasan yaitu lintasan A-A' dan lintasan B-B' Sayatan dilakukan pada wilayah dengan pertimbangan memotong batas

sehingga dapat dilihat kedalaman dari cekungan dan juga ketebalan sedimennya. Parameter yang dihasilkan dari pemodelan 2D berupa variabel kedalaman, ketebalan, dan juga densitas. Setelah dilakukan pemodelan 2D dan didapatkan hasil kedalaman cekungan dan ketebalan sedimen, dilakukan pemetaan pada kontur anomali yang ditafsirkan sebagai batuan dasar pada penelitian ini.

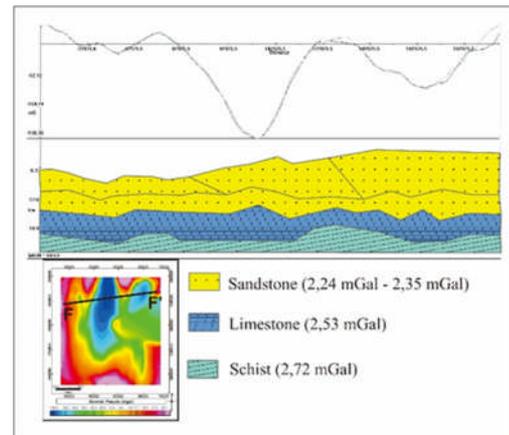
Lintasan A-A'

Lintasan A-A' (Gambar 5) membentang dari arah utara ke selatan dengan memotong sub cekungan pertama disampingnya. Batuan dasar pada penelitian ini merupakan batuan metamorf yaitu *schist*. Batuan dasar pada gambar 5 berada pada kedalaman 17 km. Tebal sedimen pada penelitian ini sekitar 12 km. Terdapat dua patahan pada lintasan A-A' yang diperkirakan sebagai batas cekungan.



Gambar 5 Pemodelan 2D lintasan A-A'

Lintasan B-B'

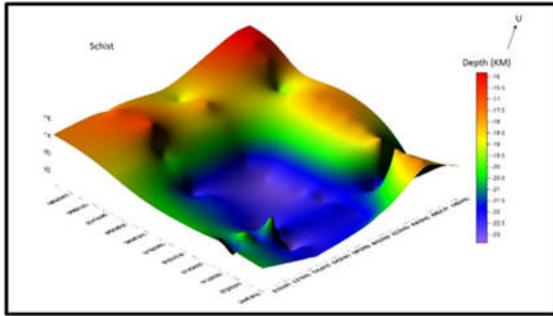


Gambar 6 Pemodelan 2D lintasan B-B'

Lintasan B-B' (Gambar 6) membentang dari arah barat ke timur pada daerah penelitian. Lintasan B-B' ini memotong dua sub cekungan seperti pada gambar 6. Ketebalan sedimen di sebelah barat terlihat lebih tipis yaitu sekitar 12 km dibandingkan dengan sedimen di sebelah kanan yang ketebalannya sekitar 15 km. Batuan dasar pada lintasan B-B' berada pada kedalaman 18 km. Sedimen yang memiliki ketebalan yang besar diperkirakan merupakan cekungan karena batuan dasarnya lebih tipis dari sedimen yang ketebalannya rendah. Gambar 6 memperlihatkan sedimen berada di sebelah timur pada daerah penelitian.

Peta Kontur

Hasil dari pemodelan 2D diketahui kedalaman batuan dasar dan ketebalan sedimennya. Selanjutnya dilakukan pemetaan kontur pada batuan dasar untuk mengetahui kedalaman cekungan. Peta



Gambar 7 Peta kontur pada batuan dasar

Perkiraan jenis batuan dasar pada penelitian ini berdasarkan pada nilai densitas batuan [11]. Nilai densitas yang dihasilkan pada pemodelan 2D untuk batuan dasar pada penelitian ini ditafsirkan sebagai batuan metamorf yaitu *schist*. Setelah dilakukan pemetaan kontur pada batuan dasar dapat dilihat bahwa kedalaman cekungan sedimen berada pada kedalaman 23 km. Gambar 6 memperlihatkan cekungan sedimen pada daerah penelitian berada di arah utara hingga timur laut yang ditandai dengan warna hijau pada peta kontur. Daerah sub cekungan pada wilayah penelitian ditandai dengan warna biru pada peta kontur.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis pengolahan data dan interpretasi metode transformasi *pseudogravity* terdapat cekungan sedimen dan tiga sub cekungan yang ditandai dengan nilai anomali magnet yang relatif rendah serta dibuktikan dengan hasil pemodelan 2D yang menunjukkan bahwa pada anomali

yang rendah sedimennya relatif lebih tebal. Batuan dasar pada daerah penelitian merupakan batuan metamorf yaitu *schist* yang rata – rata berada pada kedalaman 18 km. Sesuai dengan hasil peta kontur cekungan sedimen berada pada kedalaman 23 km dan arah dari cekungan sedimen berada di wilayah utara hingga wilayah timur laut daerah penelitian. Pola tinggian pada daerah penelitian berada di daerah selatan hingga daerah barat laut.

Penelitian lebih lanjut sangat disarankan agar hasil yang didapatkan lebih maksimal. Lebih baik jika hasil dari metode transformasi *pseudogravity* ditunjang juga oleh data gaya berat maupun data survei geofisika lainnya. Agar lebih akurat disarankan menggunakan data bor untuk mengetahui litologi batuan yang ada dicekungan sedimen sehingga dapat diketahui potensi dari cekungan sedimen tersebut.

5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini. Terimakasih juga kepada staff PPPGL yang telah banyak membantu penulis dalam penelitian ini.

6. Referensi

1. Purlisstyowati, L.K., Madlazim, Prastowo, T. (2013). Analisis Tingkat Resiko Gempa Bumi Tektonik di Papua pada Periode 1960-2010. *Jurnal Fisika, II (II)*, 1-5.
2. Ibrahim, D. (2007). Inventarisasi Batubara Marginal Daerah Pulau Misool Provinsi Irian Jaya Barat. *Proceeding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan Pusat Sumber Daya Geologi*
3. Purnomo, W, S., R, Sandi. (2011). Penyelidikan pendahuluan has dalam batuan serpih daerah Misool Kabupaten Raja Ampat Provinsi Papua Barat. *Prosiding hasil kegiatan pusat sumber daya geologi tahun 2011*.
4. Bachri, S. (2013). Peran Sistem Tunjaman, Sesar Mendatar Transform dan Pemekaran terhadap sebaran cekungan sedimen di Indonesia. *JGSM Vol. 14 No. 1*
5. Bachri, S. (2014). Kontrol Tektonik dan Struktur Geologi Terhadap Keterdapatan Hidrokarbon di Daerah Papua. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral, XV (III)*, 133-141.
6. Santosa, B.J., Mashuri, Sutrisno, W.T. (2012). Interpretasi Metode Magnetik Untuk Penentuan Bawah Permukaan di Sekitar Gunung Kelud Kabupaten Kediri. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya, II (I)*, 7-14.
7. Blakely, R. (1995). Potential theory in gravity and magnetic applications. *Cambridge univ press*
8. Illahude, D., Rachmat, B. (2011). Pola Anomali Magnet Residual dari Aplikasi *Trend Sueface Analysis* (TSA) pada Pemetaan Geologi Kelautan Bersistem di Perairan Selat Malaka Sumatera Utara. *Jurnal Geologi Kelautan, IX (II)*, 109-118.
9. Baranov, V. (1964). A New Method For Interpretation of Aeromagnetic Maps: Pseudo-Gravimetric Anomalies. *Geophysics*, vol 22, 359-8
10. Setiadi, I., Styana, B., Widijono, B. S. (2010). Delineasi cekungan sedimen Sumatra selatan berdasarkan analisis data gaya berat. *JSDG vol. 20 No. 2*
11. Telford, . M., geldart, I. P., sheriff, r. E., and keys, d. A. (1990). Applied Geophysics. *Cambridge university press*