

# KELURUSAN ANOMALI MAGNET BENDA X DI DAERAH Y DARI HASIL REDUKSI KE KUTUB

Oleh :

I K.G. Aryawan dan Subarsyah

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan  
Jl. Dr. Junjunan No. 236 Bandung 40174

## S A R I

*Kita mengalami kesulitan untuk mendeteksi anomali secara langsung dari data medan magnet karena mempunyai polaritas positif dan negatif. Untuk itu diperlukan teknik pemrosesan data magnet untuk memperoleh delineasi pipa yang lebih baik.*

*Pada kasus delineasi pipa gas di laut daerah X, diterapkan teknik reduksi ke kutub (RTP) untuk mengolah data magnet total. Fast Fourier Transform (FFT) diterapkan pada proses transformasi RTP dalam 2-dimensi dan 3-dimensi menggunakan perangkat lunak Matlab dan Magpick.*

*Hasilnya menunjukkan arah dari pipa utara-selatan dan memperlihatkan posisi dari pipa semakin jelas yang diperkirakan tepat berada di bawah puncak kurva anomali.*

**Kata kunci:** anomali magnet total, delineasi, reduksi ke kutub, transformasi fourier, klosur.

## A B S T R A C T

*We have the problem to detect anomaly directly from the magnetic field data because it have two polarities, positive and negative. We need a technique of data processing to detect magnetic anomaly better.*

*In the case of gas pipeline delineation in X-area, Reduce to Pole (RTP) technique was applied to process total magnetic data. Fast Fourier Transform (FFT) was applied on RTP transformation process in 2-Dimension and 3-Dimension using Matlab and Magpick softwares.*

*The result indicate that the gas pipeline is north-south direction and the position is under the peak of anomaly curve.*

**Keywords:** total magnetic anomaly, delineation, reduce to pole, fast fourier transform, closur.

## PENDAHULUAN

Meningkatnya konsumsi masyarakat Indonesia seiring dengan himbuan pemerintah untuk mulai mengurangi penggunaan bahan bakar minyak dan diganti secara bertahap dengan penggunaan gas, menyebabkan pemerintah harus mempercepat penyediaan sarana dan prasarana untuk penyaluran gas ke seluruh daerah di Indonesia.

Pada tahun 2006 dilakukan pemasangan pipa bawah laut dari Pulau Jawa ke Pulau Sumatera. Pemasangan diawali dengan melakukan pre-survei yang merupakan survey awal untuk

mendapatkan data keteknikan pada saat desain dan pemasangan pipa. Pemasangan pada lokasi ini merupakan kasus tersendiri karena melintang terhadap keberadaan pipa lain yang sudah terpasang, sehingga diperlukan informasi posisi *layout* pipa yang sudah ada secara akurat, untuk itu perlu dilakukan survei geofisika, dengan metode geomagnet laut.

Metode geomagnet dapat mendeteksi secara langsung keberadaan pipa akan tetapi dalam delineasi *layout* pipa kurang jelas, sehingga diperlukan beberapa teknik pemrosesan data magnet untuk memperoleh

delineasi yang lebih baik, dalam hal ini akan dilakukan teknik reduksi ke kutub (*Reduce To Pole / RTP*).

## METODE PENGAMBILAN DATA

### Pengukuran lapangan

Pengukuran lapangan dilakukan dengan menggunakan kapal riset Geomarin I milik Puslitbang Geologi Kelautan. Pengukuran dilakukan dengan koridor 1 kilometer panjang anomali dan berarah tegak lurus dengan anomali. Nilai yang diperoleh dari hasil pengukuran lapangan disebut  $F_{obs}$ , dimana nilai ini masih berbaur dengan pengaruh medan magnet dari dalam dan luar bumi (Refrizon, 2004).

### Koreksi variasi harian

Koreksi ini dilakukan akibat adanya aktifitas gelombang elektromagnetik dari matahari yang relatif acak sehingga dapat mempengaruhi nilai dari medan magnet bumi. Pada saat tertentu bisa juga muncul badai magnetik akibat aktifitas ini.

Asumsi awal dari koreksi ini adalah pengukuran medan magnet pada titik yang sama adalah tetap, untuk itu nilai tetap dari *base station* adalah nilai rata-rata pengamatan. Simpangan terhadap nilai rata-rata base station adalah nilai koreksinya pada waktu itu.

Nilai koreksi pada saat pengukuran dapat diperoleh dengan melakukan interpolasi dengan formula di bawah ini :

$$F_k = F_{obs} - \frac{F_{base2} - F_{base1}}{t_{base2} - t_{base1}} \cdot x(t_{obs} - t_{base1})$$

dimana,

$$F_k = \text{anomali magnet terkoreksi (nT)}$$

$$F_{obs} = \text{anomali magnet pengukuran (nT)}$$

$$F_{base2} = \text{anomali di base pada saat } t_{base2} \text{ (nT)}$$

$$F_{base1} = \text{anomali di base pada saat } t_{base1} \text{ (nT)}$$

$$t_{base1} = \text{waktu pengamatan 1}$$

$$t_{base2} = \text{waktu pengamatan 2}$$

### Anomali total

Medan magnet yang berasal dari dalam bumi yang dibangkitkan dari *outer core* disebut medan magnet utama bumi dihilangkan dengan melakukan koreksi *IGRF* (*International Geomagnetic Reference Field*). Sementara target dari survey ini ( $\Delta F$ ) adalah medan magnet yang berasal dari kerak bumi.

$$\Delta F = F_k - F_{IGRF}$$

dimana:

$$\Delta F : \text{anomali magnet total (nT)}$$

$$F_k : \text{anomali magnet terkoreksi (nT)}$$

$$F_{IGRF} : \text{medan magnet utama bumi (nT)}$$

### METODE REDUKSI KE KUTUB (RTP)

Berdasarkan gagasan inklinasi medan geomagnetik vertikal, Baranov dan Naudy (1964) mengembangkan metode reduksi ke kutub untuk menyederhanakan penginterpretasian anomali medan magnet total. Metode RTP merupakan suatu metode yang diterapkan terhadap data magnet dengan tujuan untuk memperjelas posisi benda anomali yang mempengaruhi intensitas magnetik yang terukur. Data anomali medan magnet total di lokasi pengukuran ditransformasi ke kutub utara magnetik bumi dengan mengubah arah inklinasi medan magnet bumi  $90^\circ$  seperti di kutub utara magnet bumi.

Pada metode RTP ada proses transformasi, yang dilakukan dengan mengaplikasikan *Fast Fourier Transform (FFT)* pada bahasa pemrograman *Matlab* dan program *Magpick*. Pada pemrograman dengan bahasa *Matlab* akan dilakukan reduksi ke kutub dalam 2-dimensi (2D) dan 3-dimensi (3D), sedangkan dengan program *Magpick* hanya dalam 2D. Berikut perumusan transformasi dengan menggunakan FFT (Blakely, 1995):

$$F[\Delta Tr] = F[\psi_r] F[\Delta T] \quad (2.1)$$

Dimana,  $F[\psi_r] = \frac{1}{\Theta_m \Theta_f}$

$$= \frac{|k|^2}{a_1 k_x^2 + a_2 k_y^2 + a_3 k_x k_y + i |k| (b_1 k_x + b_2 k_y)} \quad |k| \neq 0$$

$$a_1 = \hat{m}_z \hat{f}_z - \hat{m}_x \hat{f}_x$$

$$a_2 = \hat{m}_z \hat{f}_z - \hat{m}_y \hat{f}_y$$

$$a_3 = -\hat{m}_y \hat{f}_x - \hat{m}_x \hat{f}_y$$

$$b_1 = \hat{m}_x \hat{f}_z + \hat{m}_z \hat{f}_x$$

$$b_2 = \hat{m}_y \hat{f}_z + \hat{m}_z \hat{f}_y$$

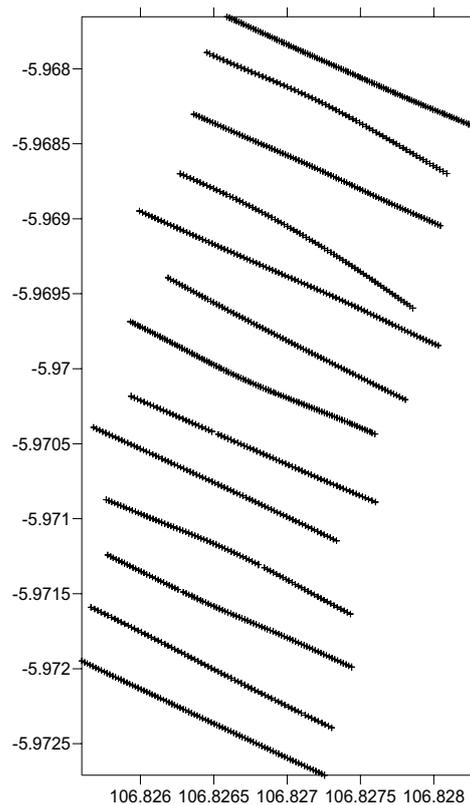
$F[\Delta Tr]$  merupakan transformasi fourier intensitas magnetik di kutub,  $F[\Delta T]$  hasil transformasi intensitas magnetik pada lokasi penelitian dan  $F[\psi_r]$  merupakan faktor transformasi berupa transformasi fase dari lokasi penelitian ke kutub.

## DATA PENELITIAN

Untuk mendapatkan data magnet dilakukan survey magnet laut dengan 13 (tigabelas) lintasan yang berarah tegak lurus terhadap posisi pipa yang telah ada (Gambar 1). Untuk pemrosesan data lebih lanjut dari hasil survei ini, akan digunakan data anomali magnetik total.

Dari data lapangan yang diperoleh kemudian dilakukan konturing (Gambar 2). Dari kontur yang dihasilkan nampak bahwa anomali magnet total di sekitar lokasi pipa membentuk kontur/klosur tertutup. Variasi nilai anomali magnet total di sekitar pipa menunjukkan nilai tertinggi 120 nT dan nilai terendah (-)220 nT.

Untuk mempermudah dalam menginterpretasikan hasil, maka semua peta anomali baik sebelum maupun setelah dilakukan RTP diplot dengan interval kontur dan skala warna yang sama. Metode RTP dilakukan dengan 2D dan 3D. Metode RTP 2D dilakukan dengan mereduksi ke kutub data dari masing-masing lintasan. Sedangkan Metode RTP 3D



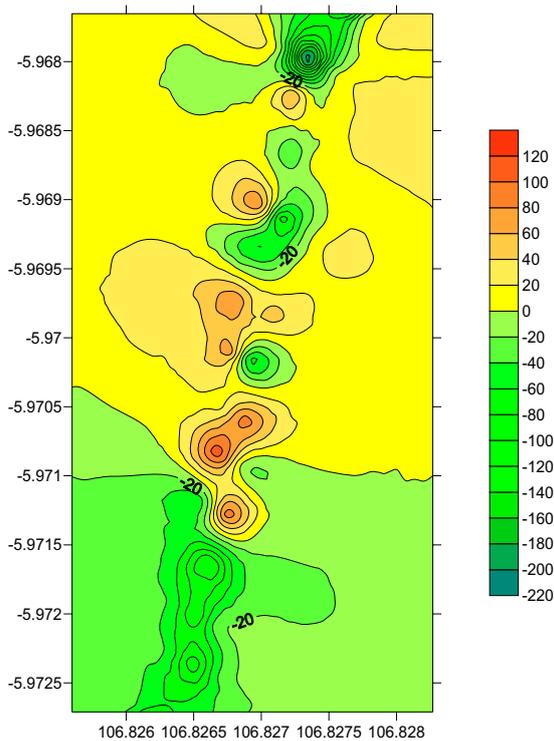
Gambar 1. Lintasan akuisisi data metode magnetik

dilakukan dengan melakukan gridding terhadap data terlebih dahulu, baru kemudian direduksi ke kutub.

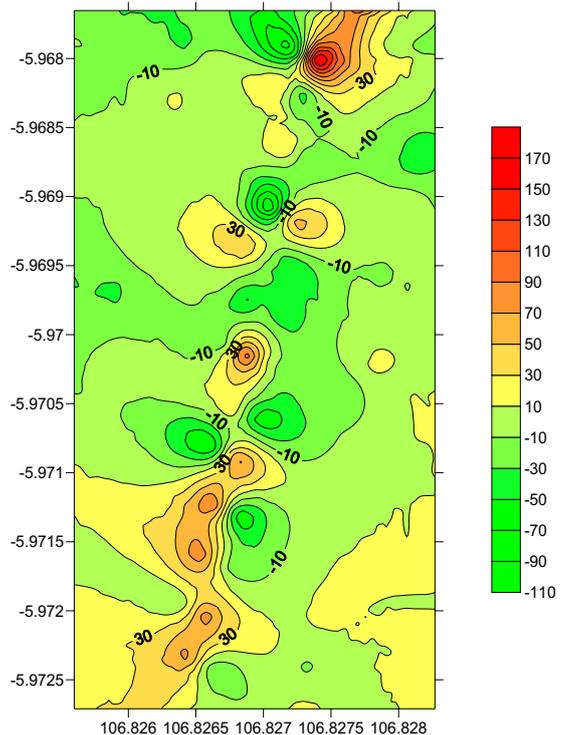
## HASIL DAN ANALISIS

Pada data anomali magnet total dilakukan penerapan metode RTP 2D menggunakan *transformasi fourier* diproses dengan *Matlab* (Gambar 3). Hasil penerapan metode RTP 2D menghasilkan variasi nilai magnet 170 nT hingga (-)110 nT dan dengan melihat bentuk klosur yang dihasilkan nampak bahwa arah pipa utara-selatan. Akan tetapi hasil RTP 2D tidak memperlihatkan perubahan yang signifikan dibandingkan dengan data sebelum dilakukan RTP.

Untuk memperjelas delineasi dari pipa, perlu mempertimbangkan efek sebaran dari anomaly magnet sekitarnya. Maka pada data ini juga dilakukan penerapan metode RTP 3D menggunakan *transformasi fourier*, dimana pemrosesan data dilakukan dengan *Matlab* dan *Magpick*. Hasil penerapan metode RTP 3D menggunakan *Matlab* dan *Magpick* dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Dari penerapan



Gambar 2. Peta Anomali Magnet Total sebelum penerapan RTP (gridding dilakukan dengan surfer)



Gambar 3. Peta Anomali Magnet dengan penerapan RTP 2D menggunakan Matlab

metode RTP 3D dengan menggunakan *Matlab* memberikan variasi nilai magnet 280 nT hingga (-)400 nT. Sedangkan penerapan metode RTP 3D dengan menggunakan *Magpick* memberikan variasi nilai magnet 230 nT hingga (-)450 nT. Kedua hasil ini memperlihatkan persamaan yaitu memberikan klosur yang lebih rapat. Dari bentuk klosur yang dihasilkan dari metode RTP 3D, memperkuat bahwa arah arah pipa utara selatan semakin jelas. Dengan demikian metode RTP 3D sangatlah cocok diterapkan untuk membantu mendelineasi pipa.

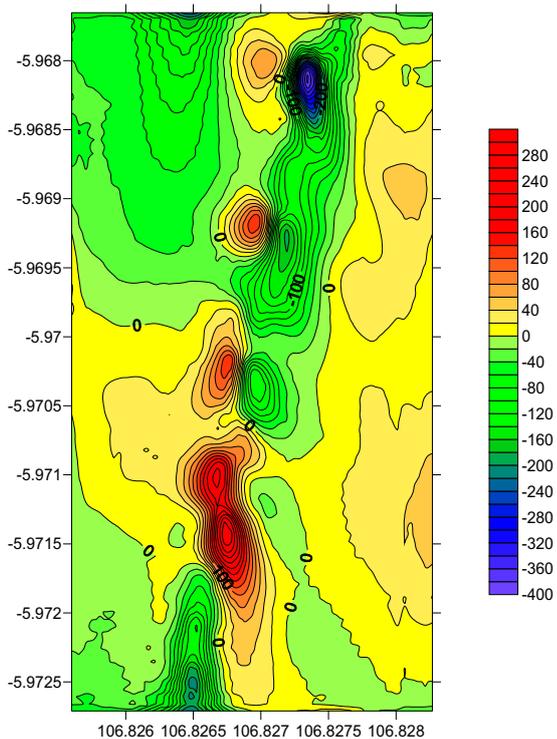
Untuk melihat posisi puncak dari pipa dilakukan pengeplotan intensitas magnet dengan jarak sebelum dan setelah dilakukan RTP dengan mengambil penampang pada tengah-tengah daerah survei (Gambar 6). Respon intensitas magnetik dari benda anomali berupa pipa teridentifikasi secara langsung dari penampang anomali magnet total, akan tetapi dalam penentuan posisi benda anomali relatif susah dari data sebelum dilakukan RTP. Pada grafik warna biru pada Gambar 6 terlihat medan magnet mempunyai polaritas positif dan negatif sehingga benda anomali berada bukan di puncak

anomali, tetapi terletak di antara puncak anomali positif dan negatif.

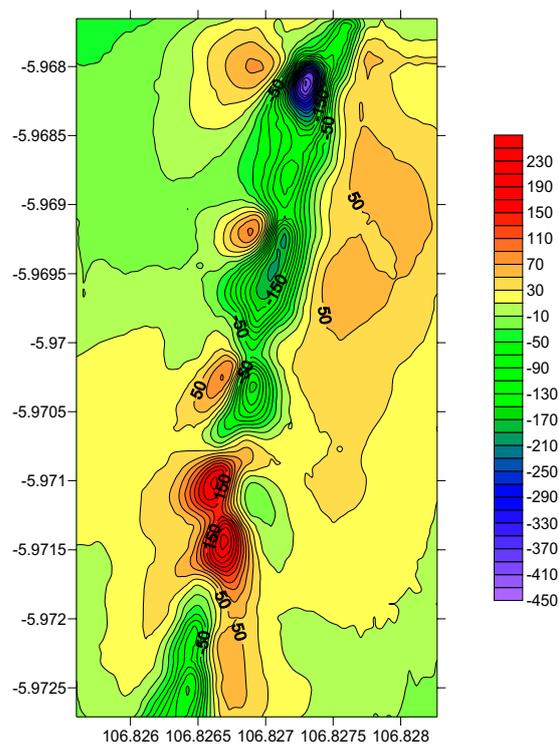
Sementara grafik warna merah muda pada Gambar 6 telah dilakukan penerapan RTP dengan tujuan menghilangkan efek polaritas tersebut. Penerapan metode ini mengasumsikan seolah-olah pengukuran dilakukan di kutub magnetik. Dari grafik tersebut memberikan kemudahan kepada kita untuk memperkirakan lokasi dari pipa, dimana tepat berada di bawah puncak anomali. Hal ini semakin menguatkan bahwa penerapan RTP pada metode magnet dapat membantu mendelineasi pipa bawah laut dengan jelas.

## KESIMPULAN

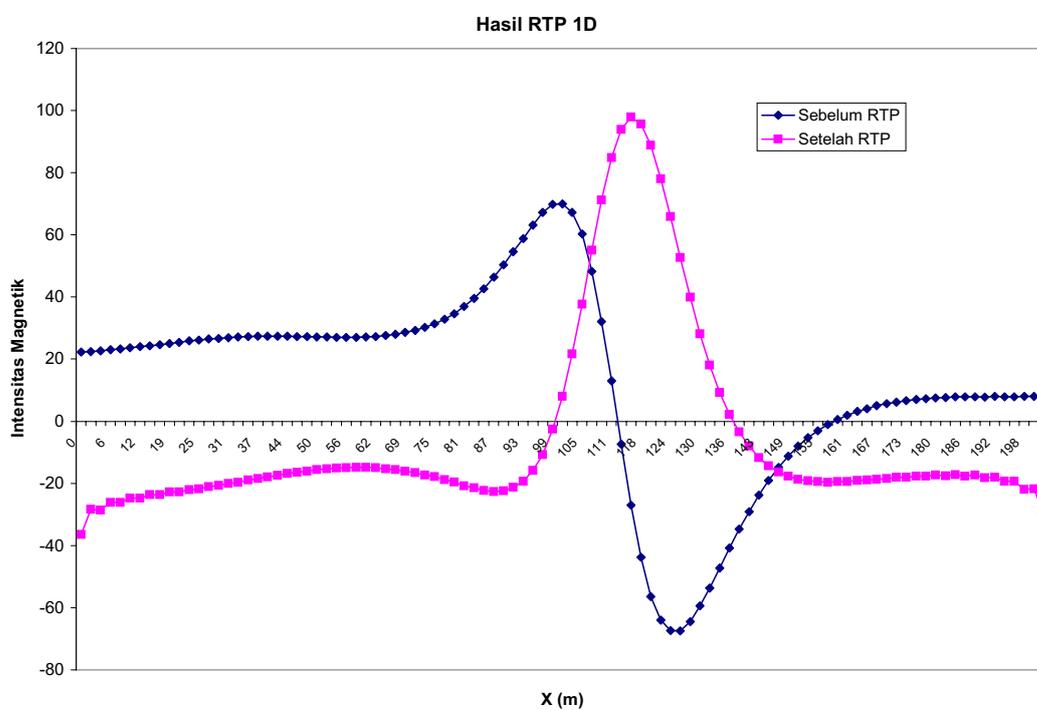
Hasil penerapan metode RTP 2D menghasilkan variasi nilai magnet 170 nT hingga (-)110 nT dan dengan melihat bentuk klosur yang dihasilkan nampak bahwa arah pipa utara-selatan. Dari metode RTP 3D dengan menggunakan *Matlab* memberikan variasi nilai magnet 280 nT hingga (-)400 nT. Sedangkan penerapan metode RTP 3D dengan menggunakan *Magpick* memberikan variasi nilai



Gambar 4. Peta Anomali Magnet dengan penerapan RTP 3D menggunakan Matlab



Gambar 5. Peta Anomali Magnet dengan penerapan RTP 3D menggunakan Magpick



Gambar 6. Kurva perbandingan data sebelum dan setelah RTP

magnet 230 nT hingga (-)450 nT. Dari bentuk klosur yang dihasilkan dari metode RTP 3D, memperkuat bahwa arah pipa utara-selatan semakin jelas.

Metode reduksi ke kutub dapat mendelineasi pipa gas bawah laut, dimana posisi pipa tepat berada di bawah puncak kurva anomali. Hal ini semakin menguatkan bahwa penerapan RTP pada metode magnet dapat membantu mendelineasi pipa bawah laut dengan jelas.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Joni Widodo, M.Si. yang telah memberikan kesempatan dalam proses akuisisi data ini. Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada rekan-rekan yang telah membantu proses pengambilan data dan pihak lain yang tidak mungkin disebutkan satu per satu.

#### ACUAN

- Baranov, V. and Naudy, H., 1964, *Numerical Calculation of the Formula of Reduction to the Magnetic Pole*, *Geophysics*, 29, 67-72.
- Blakely, J. Richard, 1995, *Potential Theory In Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press, London, New York, Sidney.
- Refrizon, 2004, *Interpretasi Data Magnetik Desa Sokoagung Kecamatan Bagelen Purworejo Jawa Tengah Dengan Metoda Transformasi Reduksi ke Kutub Magnet Bumi*, *Jurnal Penelitian* Vol. X No. 2, Universitas Bengkulu.