

# INTERPRETASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN BERDASARKAN ATRIBUT ANOMALI MAGNETIK PERAIRAN WETAR, NUSA TENGGARA TIMUR

## *SUBSURFACE STRUCTURE INTERPRETATION BASE ON MAGNETIC ANOMALY ATTRIBUTE OF THE WETAR WATERS, EAST NUSA TENGGARA*

Subarsyah, Lukman Arifin dan Dida Kusnida

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjuran No. 236 Bandung-40174

Diterima : 10-07-2013, Disetujui : 27-02-2014

### ABSTRAK

Struktur geologi yang berkembang di Perairan Wetar berupa *Proto-Thrust-Zone*, *Frontal-Thrust* dan Sesar Mendatar. Kelurusan anomali magnetik dikontrol oleh kontras suseptibilitas magnetik dari fenomena geologi. Interpretasi fenomena geologi berdasarkan anomali magnetik memperlihatkan Sesar Naik Wetar yang cukup jelas di bagian selatan, dan berpindah tidak menerus ke bagian timur daerah penelitian akibat Sesar Mendatar. Fenomena geologi lainnya berdasarkan metode horisontal derivatif orde 1 dan analisis sinyal terlihat jelas batas keberadaan tubuh batuan vulkanik. yang teridentifikasi dalam penampang seismik lintasan 5 dan 9. Metode ini cukup baik dalam memetakan struktur bawah permukaan. Di perairan Wetar sebagian anomali magnet tidak bisa diinterpretasikan jika dikorelasikan dengan penampang seismik. Hal ini terkait dengan hipotesis keberadaan paleomagnetik dan kerak Banda bagian selatan yang merupakan lempeng samudera yang terperangkap.

**Kata Kunci :** magnet, horisontal derivatif, anomali, perairan Wetar

### ABSTRACT

*Geological structures that develop in the Wetar waters are Proto Thrus Zone, Frontal Thrust Zone and Strike Slip Fault. Magnetic lineament controlled by suscseptibility contrast of geological phenomena. Interpretation of geological phenomena based on magnetic anomaly clearly show the strike-slip fault trending in the south, and move discontinuously eastward of the study area due to Strike-Slip Fault. Other geological phenomena clearly identified by horizontal derivative and signal analysis method such as the boundary of volcanic body as seen on seismic section line 5 and 9. These method quite usefull to map subsurface structure. Some part of the magnetic anomaly in the Wetar Waters cannot be interpreted since they are correlated with seismic section. It may be due to the hypothesis of the present of paleomagnetic southern Banda basin assumed as the trapped oceanic crust.*

**Keywords:** magnetic, derivative horizontal, anomaly, Wetar waters

### PENDAHULUAN

Pemetaan Geologi dan Geofisika di perairan Wetar LP 2408 & 2409 dilaksanakan pada Tahun Anggaran 2012 oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan dengan menggunakan Kapal Riset Geomarin 3 (Gambar 1). Metode yang digunakan pada kegiatan tersebut adalah metode seismik saluran banyak, magnetik, sampling dan pemeruman (Subarsyah dr., 2012).

Perairan Wetar merupakan zona konvergensi dimana tektonik di daerah ini didominasi oleh tumbukan antara kerak benua Australia dan bagian timur Busur Sunda. Perairan Wetar merupakan

bagian busur belakang yang disertai dengan munculnya tubuh batuan vulkanik. Interpretasi terhadap data anomali magnet relatif akan lebih sulit karena nilai anomali merupakan interferensi dari beberapa fenomena geologi yg muncul

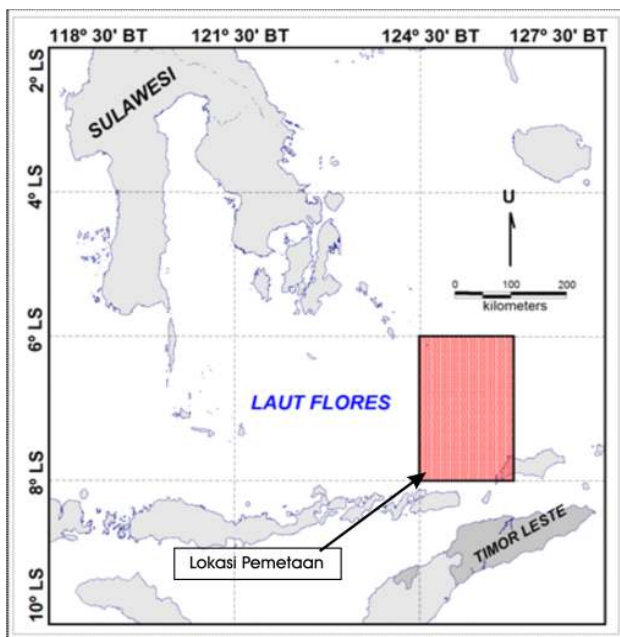
Interpretasi fenomena geologi berdasarkan data anomali magnet relatif sulit dilakukan akibat sifat dari metode magnetik yang memiliki ambiguitas dan *dipole*. Interpretasi terhadap fenomena geologi di perairan Wetar bagian utara berdasarkan anomali magnet ditujukan untuk memetakan struktur bawah permukaan yang terkait dengan struktur geologi yang berkembang,

berupa sesar naik busur belakang, busur vulkanik, zona sesar naik dan sesar mendatar. Interpretasi akan dilakukan dengan bantuan metoda horisontal derivatif dan analisis sinyal.

Ambiguitas dalam metoda magnetik merupakan salah satu faktor yang menyebabkan interpretasi sulit dilakukan. Diperlukan beberapa atribut dalam metoda magnetik dalam membantu dan mempermudah proses interpretasi. Interpretasi struktur bawah permukaan umumnya dibantu dengan atribut berupa horisontal, *vertical derivative* dan analisis sinyal. Atribut tersebut mengurangi bahkan menghilangkan unsur polaritas sehingga interpretasi lebih mudah dilakukan.

Perairan Wetar merupakan bagian dari Cekungan Banda bagian selatan. Fenomena geologi yang berkembang di bagian utara Pulau Wetar merupakan zona sesar naik Wetar yang muncul akibat tumbukan lempeng Australia dan Busur Sunda (Hamilton, 1979; Bowin dr., 1980, Silver dr., 1983).

Fenomena geologi yang berkembang pada zona sesar naik seperti di Pulau Wetar, menurut Chia dan Shu (2009) yaitu berupa *Normal Fault Zone*, *Proto Thrust Zone* dan *Thrust Zone*. *Normal Fault Zone* merupakan zona yang didominasi oleh sesar normal pada bagian atas dari kerak, sementara *Proto Thrust Zone* merupakan zona antara *Normal Fault Zone* dan *Thrust Zone* yang umumnya ditandai dengan zona lipatan atau *Proto Thrust*.



Gambar 1. Area pemetaan Perairan Wetar LP 2408-2409

Sebaran anomali magnet akan digunakan untuk mengidentifikasi beberapa zona yang kemungkinan muncul di Perairan Wetar (Gambar 1).

## METODE

Interpretasi yang berkaitan dengan fenomena geologi yang berkembang di Perairan Wetar akan dibantu dengan atribut magnetik berupa horisontal derivatif dan analisis sinyal. Blakely (1986) mengemukakan bahwa horisontal derivatif memenuhi persamaan berikut:

$$h(x, y) = \frac{\partial M}{\partial x} \quad (1)$$

h merupakan horisontal derivatif dan M merupakan anomali magnet, sementara berdasarkan Nabighian (1972) metode analisis sinyal dilakukan berdasarkan atribut yang memenuhi persamaan berikut :

$$|AS(x, y)| = \sqrt{\left(\frac{\partial M}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial z}\right)^2} \quad (2)$$

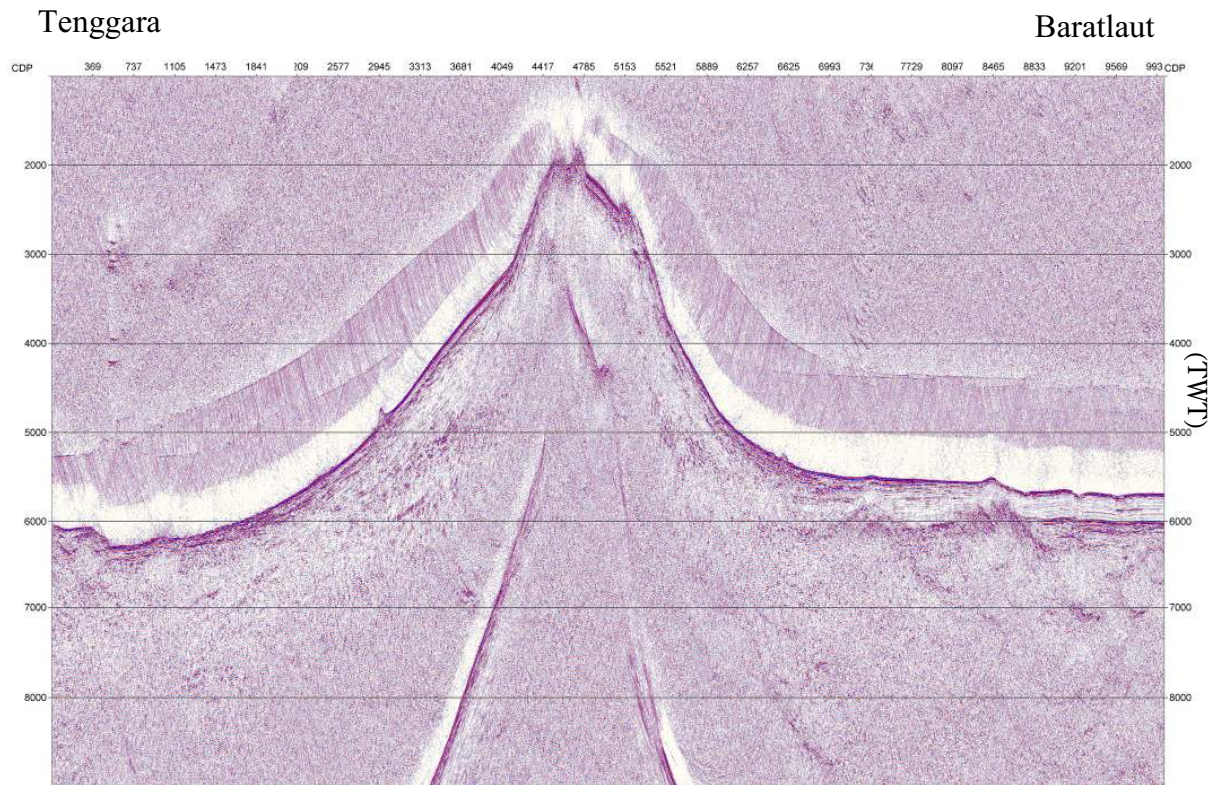
AS merupakan analisis sinyal dan M merupakan anomali magnet.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

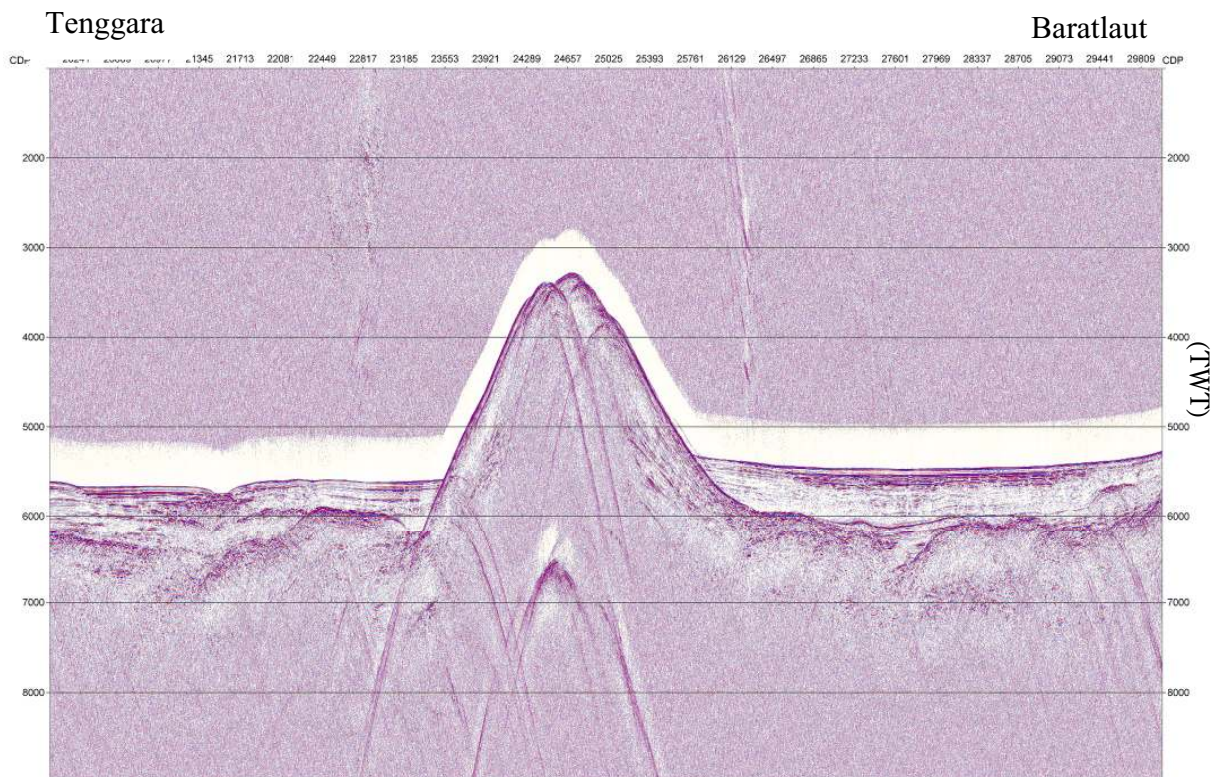
Interpretasi langsung terhadap anomali magnet mengalami kesulitan terutama dalam mengidentifikasi kelurusan yang terkait dengan *Normal Fault Zone*, *Proto Thrust Zone* begitu juga dengan zonasi dari keberadaan tubuh batuan vulkanik dan *basement high*. Pada lintasan 5 dan 9 penampang seismik memperlihatkan adanya tubuh batuan vulkanik (Gambar 2 dan 3), namun ketika dikorelasikan terhadap anomali magnet mengalami kesulitan mengidentifikasi batas dari tubuh batuan ini (Gambar 4). Anomali magnet dari tubuh batuan vulkanik terdapat pada perbatasan anomali magnet rendah dan tinggi, sehingga sulit untuk mengidentifikasi batas-batas yang menunjukkan dimensi benda anomali.

Penampang anomali magnet tidak memberikan gambaran yang jelas mengenai kelurusan anomali magnet terkait dengan zona-zona yang berasosiasi dengan zona sesar naik Wetar seperti *Normal Fault Zone*, *Proto Thrust Zone* dan *Frontal Thrust*.

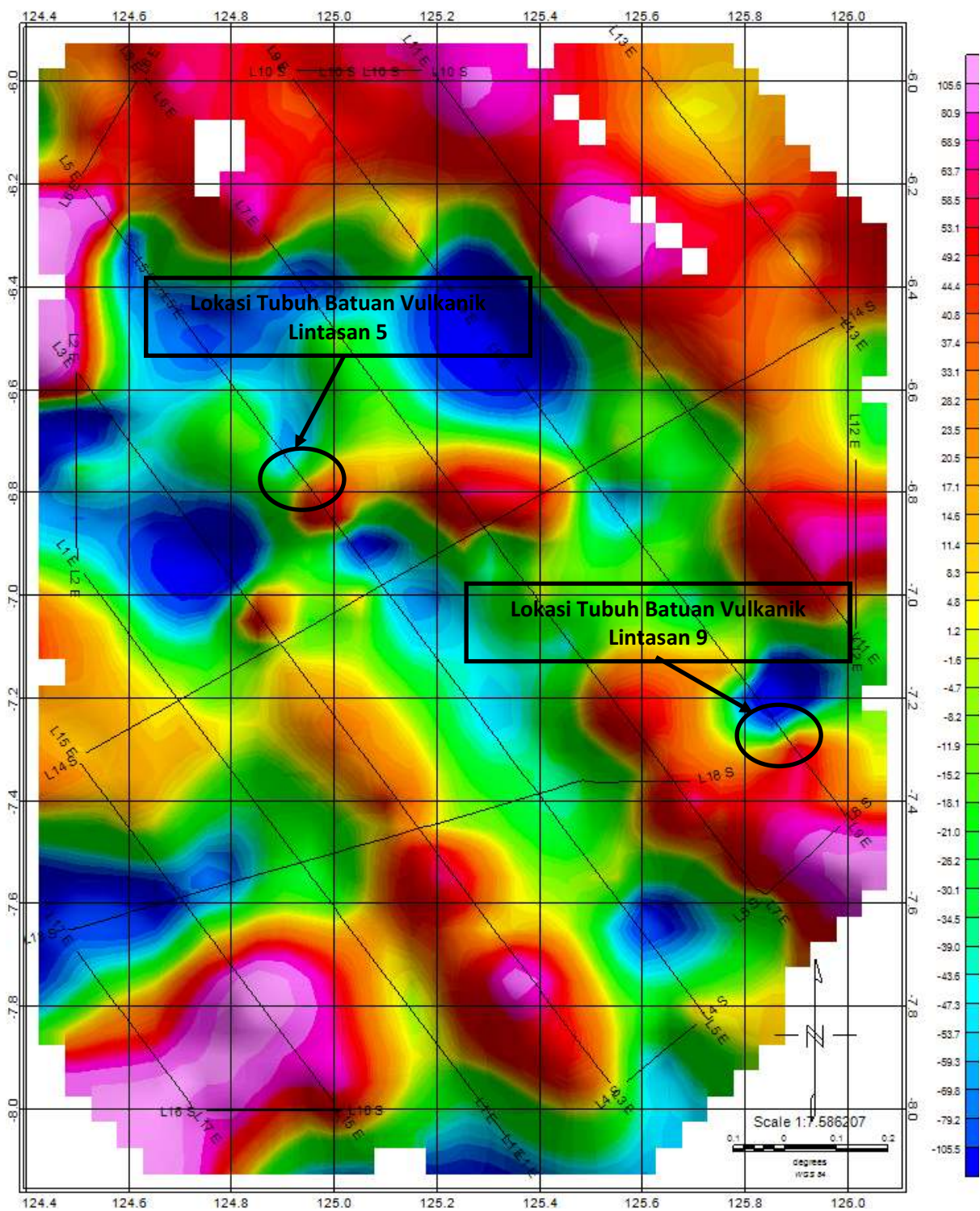
Distribusi horisontal derivatif dari anomali magnet memperlihatkan pola kelurusan yang relatif berarah timur laut-barat daya (Gambar 5).



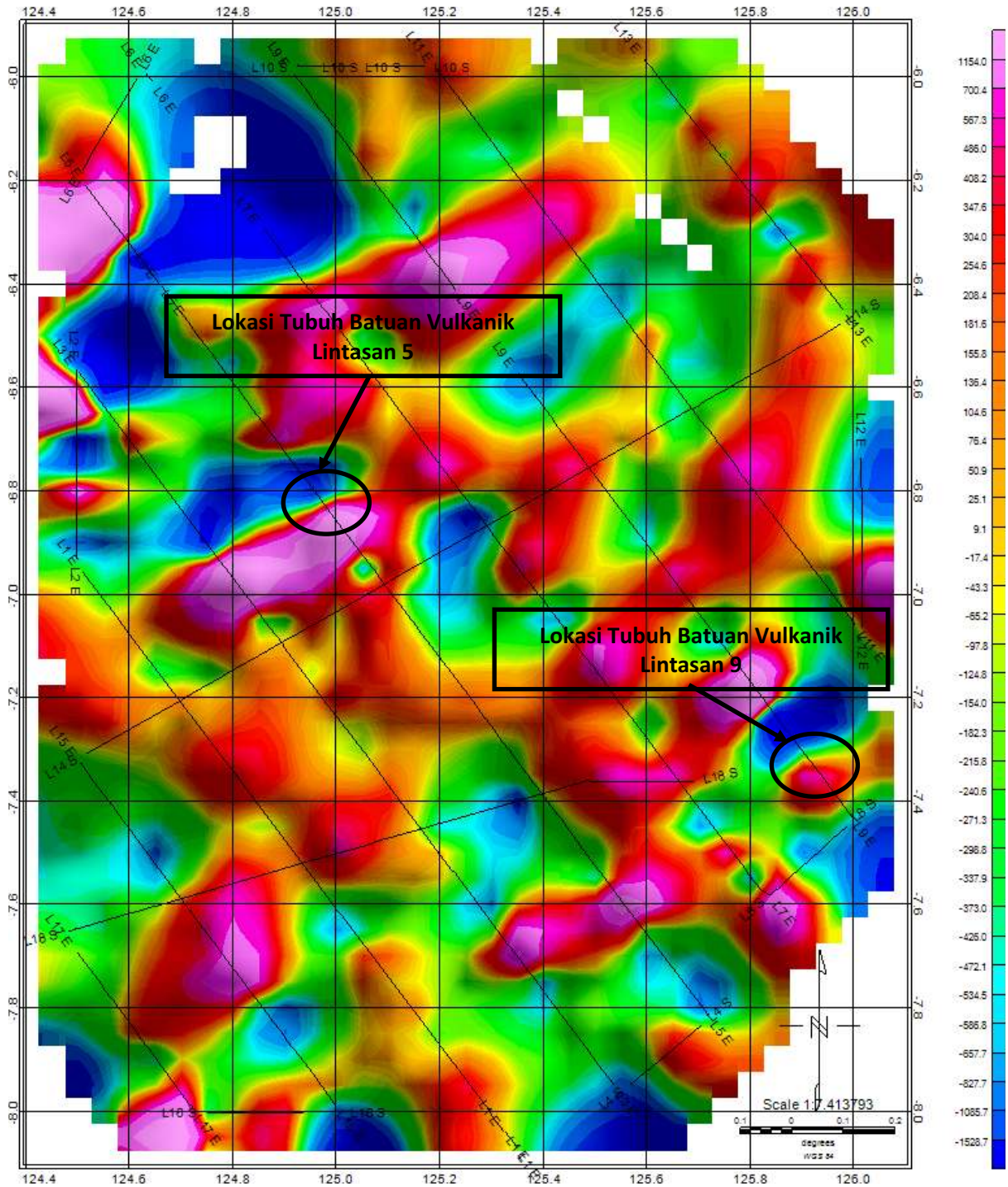
Gambar 2. Rekaman seismik yang menunjukkan tubuh batuan vulkanik di utara Pulau Wetar, Lintasan 9



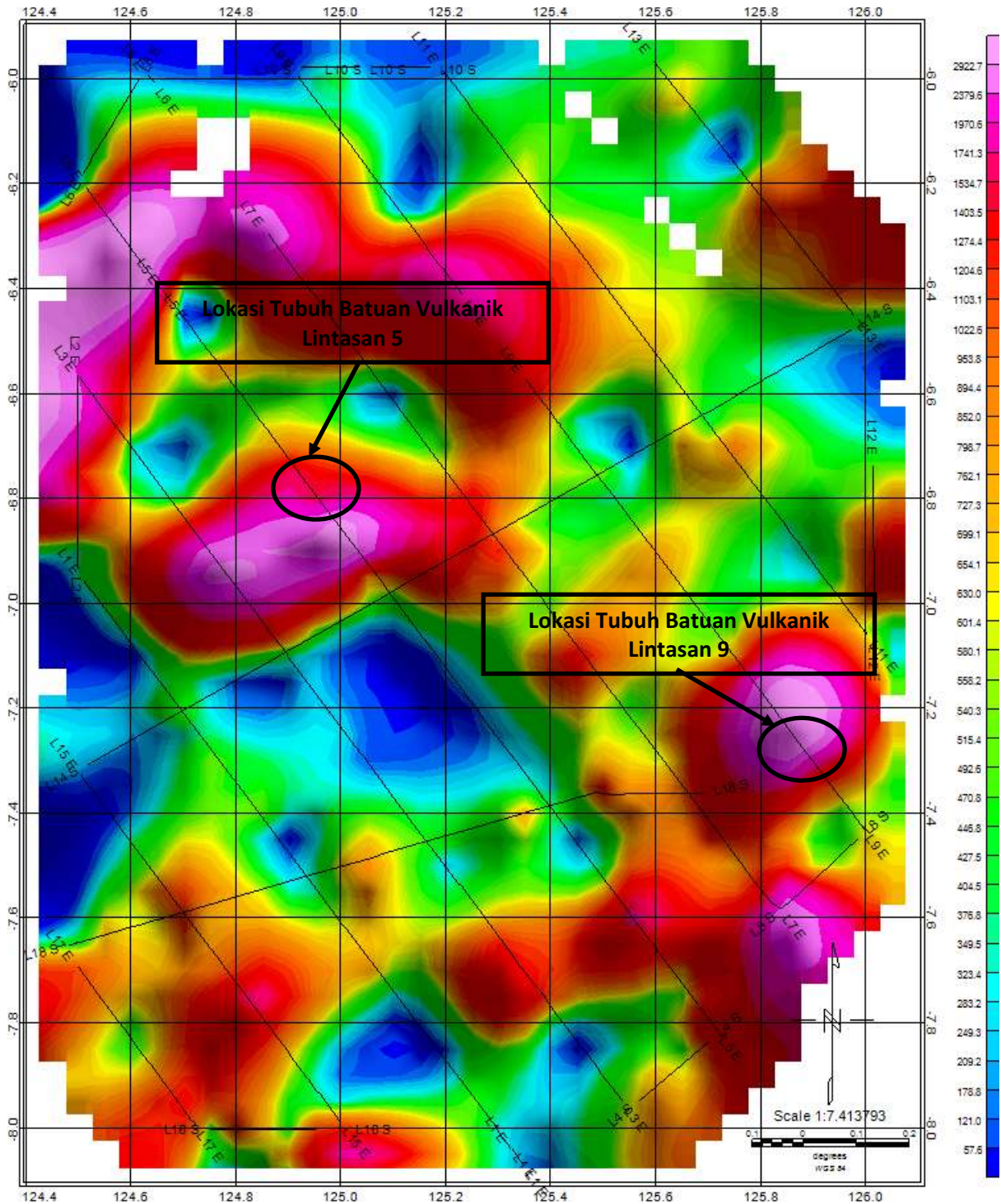
Gambar 3. Rekaman seismik yang menunjukkan tubuh batuan vulkanik di utara Pulau Wetar, Lintasan 5



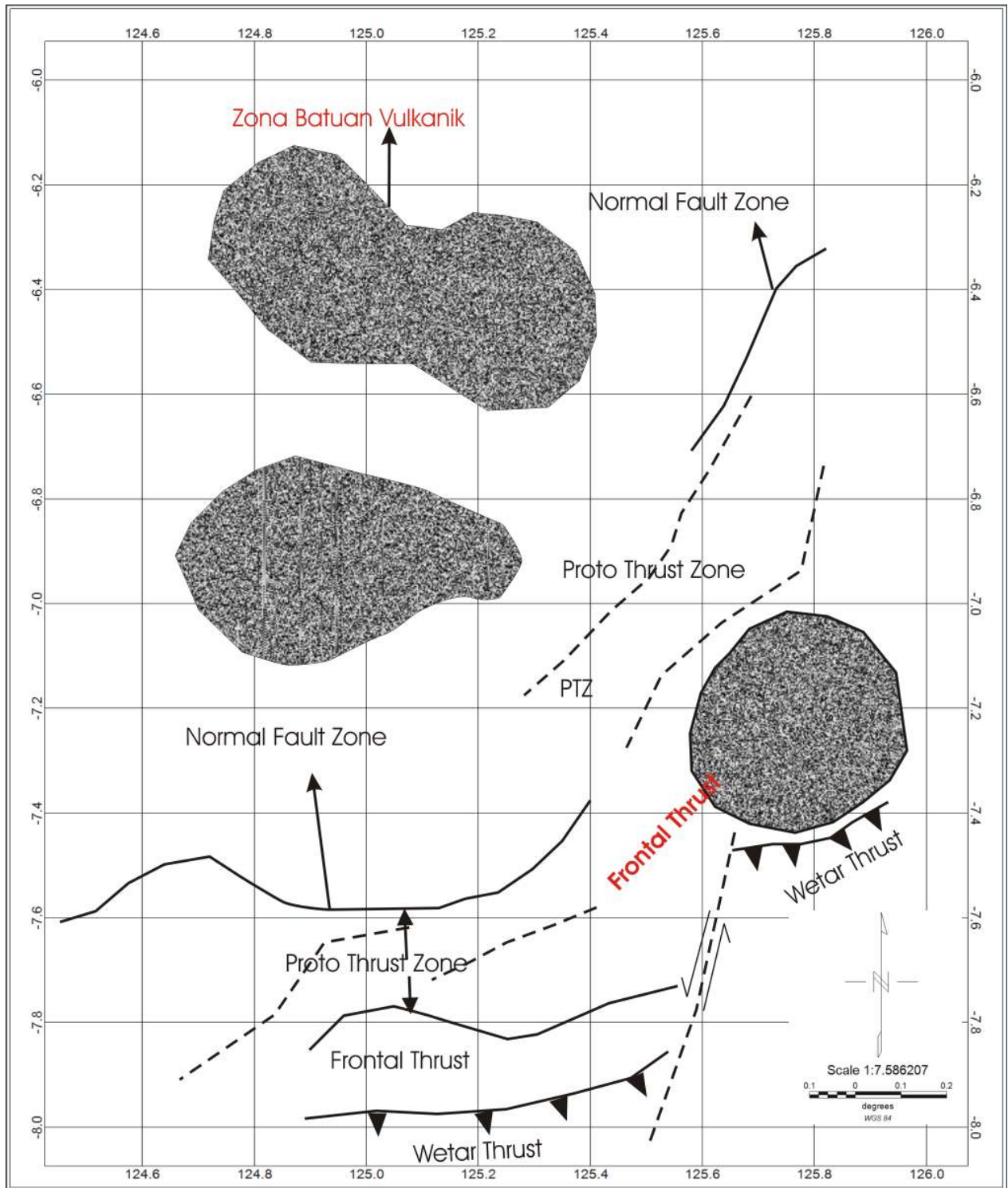
Gambar 4. Peta Anomali Magnet Perairan Wetar.



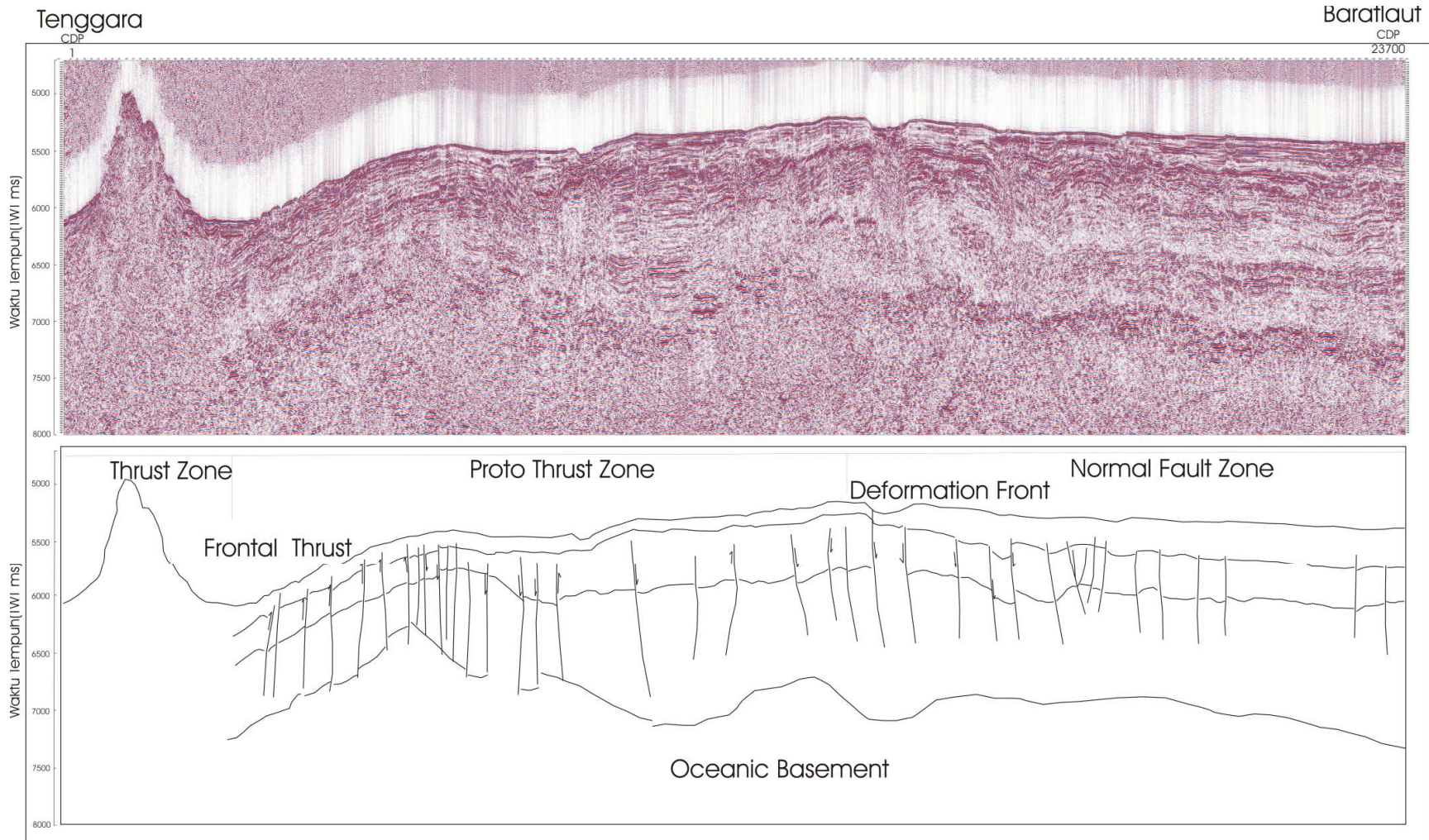
Gambar 5. Peta Horizontal Derivatif Orde1 Perairan Wetar.



Gambar 6. Peta Hasil Analisis Sinyal Perairan Wetar.



Gambar 7. Hasil Interpretasi Fenomena Geologi Perairan Wetar



Gambar 8. Zonasi *Back-arc Thrusting* Perairan Wetar.



Kelurusan ini diduga berasosiasi dengan sesar naik yang timbul pada *Frontal Thrust* dan *Proto Thrust Zone*. Sesar naik Wetar yang relatif berarah barat-timur teridentifikasi di selatan. Sesar naik Wetar tidak menerus diduga terpisahkan oleh sesar mendatar yang relatif berarah barat-laut-tenggara, sehingga sesar naik Wetar di bagian barat relatif berada lebih selatan dibandingkan dengan sesar naik Wetar di bagian timur.

Interpretasi struktur geologi berdasarkan hasil analisis sinyal didapatkan informasi tambahan terkait dengan zonasi *Normal Fault Zone*, *Proto-Thrust Zone*, *Frontal Thrust* (Gambar 6). Delineasi zona ini dikorelasikan dengan penampang seismik. Masing masing zona terlihat pada Gambar 7. *Normal Fault Zone* sulit teridentifikasi pada bagian tengah lokasi pemetaan oleh karena munculnya tubuh batuan vulkanik sehingga pola anomali magnet berbeda (Gambar 7). Pembagian zona dalam penampang seismik lebih lengkap terlihat pada Gambar 8. *Thrust Zone* berakhir pada palung atau *Frontal Thrust*. *Proto Thrust Zone* berada diantara *Frontal Thrust* dan *Normal Fault Zone* yang didefinisikan sebagai *Blind Thrust Zone* (Chia dan Shu, 2009) yang merupakan struktur yang akan berkembang menjadi *Thrust Zone*. Pada beberapa bagian dari zona *Proto Thrust Zone* teridentifikasi struktur lipatan juga sebagai indikator dalam penentuan zona *Proto Thrust Zone*. *Normal Fault Zone* merupakan zona yang didominasi oleh sesar normal umumnya diawali oleh zona deformasi.

Beberapa anomali baik itu ditinjau dari anomali magnet, horisontal derivatif dan analisis sinyal relatif sulit untuk diinterpretasi jika dikaitkan langsung dengan penampang seismik. Efek anomali yang muncul ini bisa saja berkaitan dengan anomali magnetik remanen yang lebih umum disebut paleomagnetik pada pemekaran samudera (Lapouille, drr., 1985).

## KESIMPULAN

Interpretasi struktur bawah permukaan pada metoda geomagnetik terbantu dengan menggunakan atribut berupa horisontal derivatif dan analisis sinyal. Efek polaritas pada anomali magnet dihilangkan sehingga memudahkan dalam interpretasi.

Kelurusan magnetik berdasarkan horisontal derivatif relatif berarah timur laut-barat daya yang berkorelasi dengan struktur yang berkembang di zona sesar naik busur belakang P. Wetar. Delineasi *Normal Fault Zone*, *Proto Thrust Zone* dan *Thrust*

*Zone* yang dilakukan terhadap atribut analisis sinyal hasilnya sesuai dengan penampang seismik, kecuali pada tubuh batuan vulkanik. Sesar naik Wetar berarah barat – timur tidak menerus diduga terpisahkan oleh adanya sesar mendatar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Puslitbang Geologi Kelautan yang telah memfasilitasi penelitian ini sehingga kegiatan pemetaan di Perairan Wetar ini terlaksana, juga kepada rekan-rekan yang terlibat dalam kegiatan pemetaan geologi dan geofisika kelautan LP. 2408-2409, tahun 2012.

## DAFTAR ACUAN

- Blakely, R. 186. *Potential Theory in Gravity & Magnetic Applications*. Cambridge University Press.
- Bowin, C., Purdy, G.M., Johnston, C., Shor, G.G., Lawver, L., Hartono, H.M.S., & Jezek, P., 1980. Arc-Continent Collision in The Banda Sea Region : *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 64.,p. 868-915.
- Chia-Yen, K., & Shu-Kun, H., 2009. Crustal Structure and Deformation at the Northern Manila Trench Between Taiwan and Luzon Islands. *TectonoPhysics*. 466. 229-240.
- Hamilton, W., 1979. *Tectonics Of The Indonesian Region*: U.S. Geological Survey Professional Paper 1078, 345 p.
- Lapouille, A., Haryono, H., Laure, M., Pramumijoyo, S., and Lardy, M., 1985. Age and Origin Of The Seafloor of Banda Sea (Eastern Indonesia). *Oceanological Acta*. Vol.8.
- Nabighian, M.N, 1972. The Analytic Signal Of Two Dimensional Magnetic Bodies With Polygonal Crosssection: its Properties and Use For Automated Anomaly Interpretation.
- Silver, E.A., Reed, D., McCaffrey, R., & Joyodiwiryo, Y. , 1983. Backarc thrusting in the Eastern Sunda Arc, Indonesia: A consequence of Arc-Continent collision: *Journal of Geophysical Research*, 88:7429-7448.
- Subarsyah, Rahardiawan, R., Naibaho, T., Saputro, E., Sinaga, A.C., 2012. Laporan Geologi dan Geofisika Pemetaan LP2408-2409, Perairan Wetar, Laporan intern tidak dipublikasikan.

