

# STUDI KASUS GEMPA-GEMPA BESAR DI SEKITAR MANADO SEPANJANG 2008 MENGGUNAKAN METODE POLARISASI DAN PERBANDINGAN DUA STASIUN

Fitri Nuraeni, Mira Juangsih, Visca Wellyanita,  
Cucu E. Haryanto, M. Andi Aris  
Bidang Aplikasi Geromagnet dan Magnet Antariksa  
Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa LAPAN-Bandung  
e-mail :fitrinuraeni@yahoo.com

## Abstrak

Anomali sinyal ULF geomagnet yang terjadi sebelum gempa besar telah banyak diteliti dengan menggunakan berbagai metoda. Hal ini karena anomali pada sinyal ULF geomagnet dapat disebabkan oleh gangguan yang berasal dari luar dan bersifat global maupun oleh gangguan yang berasal dari dalam bumi yang sifatnya lokal. Dalam makalah ini digunakan metode polarisasi (Z/H) dan perbandingan polarisasi 2 stasiun untuk dapat memperkirakan apakah anomali yang terjadi berasal dari gangguan luar atau dalam bumi. Untuk studi kasus diambil gempa-gempa yang terjadi di sekitar stasiun Manado pada tahun 2008 yang memiliki magnitudo  $>5$  S.R dan jarak episenternya  $<200$  km. Sebagai stasiun pembanding digunakan stasiun Pontianak. Dari studi kasus tersebut diperoleh anomali sinyal ULF yang berasosiasi dengan kejadian gempa terjadi 3 minggu hingga 10 hari sebelum gempa.

**Kata kunci:** seismo elektromagnetik, ULF, metode polarisasi

## Abstract

ULF geomagnetic signal anomaly appears before large scale earthquake has been studying using variety of methods. It is because the anomaly of ULF geomagnetic signal can be caused by global external disturbance or local internal disturbance. In this paper polarization method (Z/H) and it's comparison between 2 stations are being used to estimate whether the anomaly is caused by external or internal disturbance. Earthquakes that is occurred around Manado station in 2008 with magnitude  $> 5$  S.R and the epicenters distance are  $<200$  km as case study. Pontianak is being used as reference station. From the case study we found out that the ULF signal anomalies associated with the earthquakes and it is appeared 3 weeks to 10 days before the earthquakes happened.

**Keywords:** seismoelectromagnetic, ULF, polarization method

## 1. PENDAHULUAN

Anomali sinyal geomagnet pada rentang ULF (periode 10-600 detik) telah banyak diteliti berkaitan dengan prekursor gempa. Menurut Kushwah, et.al., 2004, dari semua frekuensi yang terlibat dari mulai ULF sampai HF, hanya ULF-lah yang dapat menghasilkan prekursor yang dapat dipercaya untuk gempa besar yang akan datang. Sampai saat ini telah dikembangkan berbagai metode untuk memisahkan anomali ULF yang terjadi akibat gangguan global eksternal dengan gangguan lokal dari dalam bumi. Dalam makalah ini digunakan metoda polarisasi sebagaimana dilakukan oleh Hayakawa et al., 2007., ditambah dengan perbandingan polarisasi antara 2 stasiun. Perbandingan polarisasi antara 2 stasiun dimaksudkan untuk mengetahui anomali yang terjadi merupakan fenomena lokal atau global.

*Geomagnet dan Magnet Antariksa (2009), 95-101*  
© 2009 Massma Publishing, Jakarta.

Studi kasus yang dibahas dalam makalah ini adalah mengenai gempa-gempa dengan magnitudo diatas 5 S.R di sekitar stasiun Manado selama tahun 2008 dengan jarak episenter kurang dari 200 km dari stasiun geomagnet. Sedangkan untuk stasiun perbandingan diambil stasiun geomagnet Pontianak dengan asumsi tidak ada aktifitas seismik di Pontianak, sehingga nilai polarisasinya murni hanya dipengaruhi oleh faktor eksternal. Dengan perbandingan 2 stasiun ini diharapkan tren polarisasi akan bernilai mendekati 1 jika tidak terdapat anomali yang berasal dari dalam bumi dan bersifat lokal.

## 2. DATA DAN METODE

Data yang digunakan dalam makalah ini adalah data geomagnet MAGDAS komponen H dan Z dari stasiun Manado dan data geomagnet dari fluxgate magnetometer stasiun Pontianak tahun 2008. Selain data geomagnet dari kedua stasiun tersebut digunakan juga indeks Dst tahun 2008 untuk konfirmasi ada tidaknya aktifitas ekstrim yang mengganggu geomagnet.

Untuk memperoleh sinyal ULF geomagnet dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Deteksi dan reduksi noise dan defect dari data yang akan diolah.
2. Melakukan FFT (fast fourier transform) pada data harian componen H dan Z dari masing-masing stasiun. Sehingga data yang berada dalam domain waktu diubah kedalam domain frekuensi.
3. Melakukan *bandpass filter* pada rentang perioda 10-45 detik dan 45-150 detik. Kemudian dikembalikan ke domain waktu.
4. Mengambil rata-rata 30 menit untuk komponen H dan Z yang sudah difilter dari masing-masing stasiun.
5. Kemudian dilakukan polarisasi Z terhadap komponen H (Z/H) pada hasil dari langkah 4 untuk masing-masing stasiun.
6. Hasil dari langkah 5 kemudian diplot bersama dengan *running average* 10 hariannya untuk masing-masing stasiun.
7. Berdasarkan langkah 6 dapat terlihat tren dari masing-masing stasiun, oleh karena itu dapat dilihat apakah ada anomali yang terjadi selama kurun waktu tersebut. Jika terlihat terjadi anomali dari tren tersebut maka diperlukan data indeks Dst, sehingga bisa diketahui kondisi aktivitas geomagnet saat itu.
8. Jika tidak terdapat aktivitas eksternal yang mungkin mengganggu data hasil pengolahan tersebut, kemudian data polarisasi tersebut dibandingkan antara stasiun yang pertama dengan stasiun kedua.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

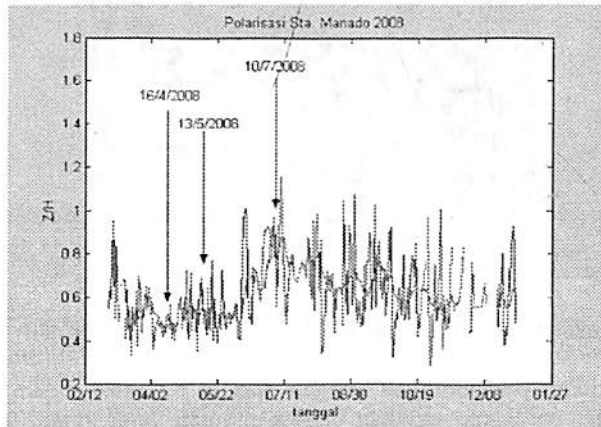
Selama tahun 2008 terjadi 3 gempa di sekitar Manado dengan skala >5 S.R, dengan data seperti tercantum dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1. Aktifitas gempa selama tahun 2008 di sekitar stasiun Manado

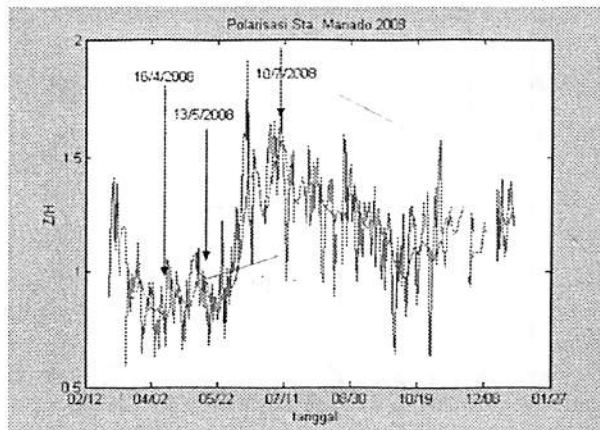
tanggal	lat	long	magnitude	jarak	sta. terdekat
16/4/2008	0.83	126.08	5.7 S.R	153.62 km	MND
13/5/2008	1.37	125.69	5.1 S.R	94.92 km	MND
10/7/2008	0.94	125.96	5.1 S.R	136.37 km	MND

## STUDI KASUS GEMPA-GEMPA BESAR DI SEKITAR MANADO SEPANJANG 2008 MENGGUNAKAN METODA POLARISASI DAN PERBANDINGAN DUA STASIUN

Berdasarkan pengolahan ULF polarisasi sesuai dengan langkah-langkah pada metodologi terhadap data geomagnet stasiun Manado, maka diperoleh hasil seperti yang terdapat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.

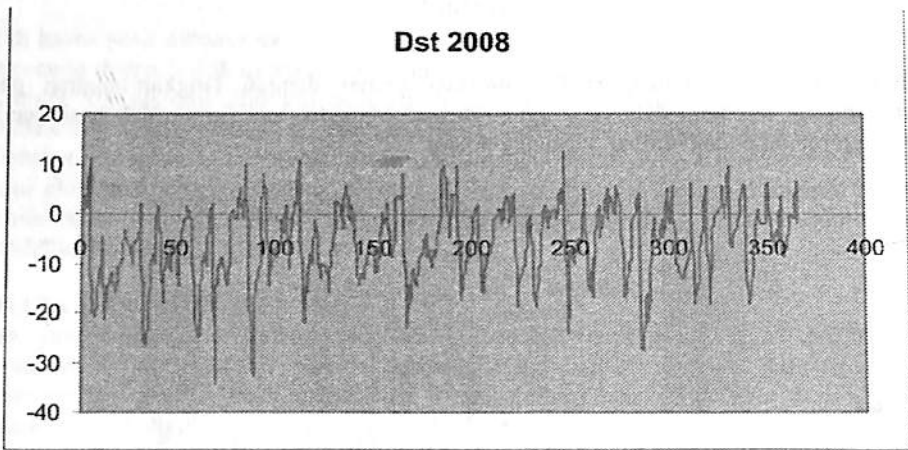


Gambar 3.1. Polarisasi sta. Manado sepanjang tahun 2008 dibandpass filter pada rentang periode 45-150 detik.



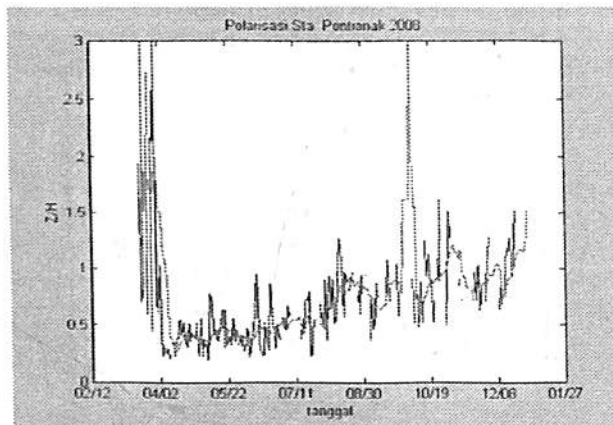
Gambar 3.2. Polarisasi stasiun Manado sepanjang tahun 2008 dibandpass filter pada rentang periode 10-45 detik

Dari Gambar 1 dan 2 terlihat bahwa sebelum kejadian gempa yang ditunjukkan oleh anak panah terdapat kenaikan tren (garis merah pada gambar) sekitar 3 minggu hingga 10 hari sebelum gempa terjadi. Anomali tren tersebut kemudian dibandingkan dengan indeks Dst tahun 2008 dan ternyata aktifitas geomagnet selama tahun tersebut tenang, seperti yang terlihat pada Gambar 3.3.



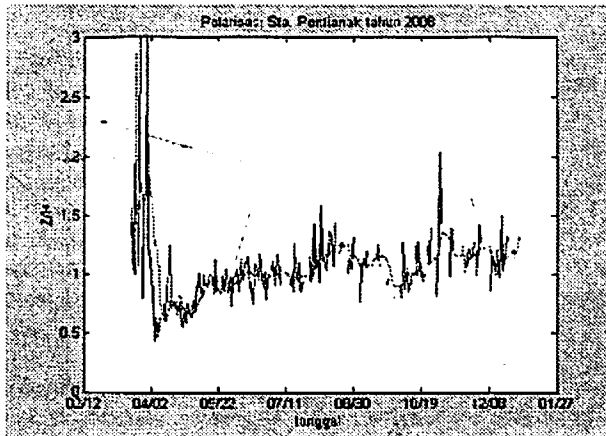
Gambar 3.3. Indeks Dst selama tahun 2008.

Kemudian dilakukan perbandingan dengan stasiun referensi dalam hal ini adalah stasiun Pontianak, untuk meyakinkan bahwa anomali yang terjadi tersebut bersifat lokal di sekitar stasiun Manado saja. Hasil polarisasi stasiun Pontianak selama tahun 2008 seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5.



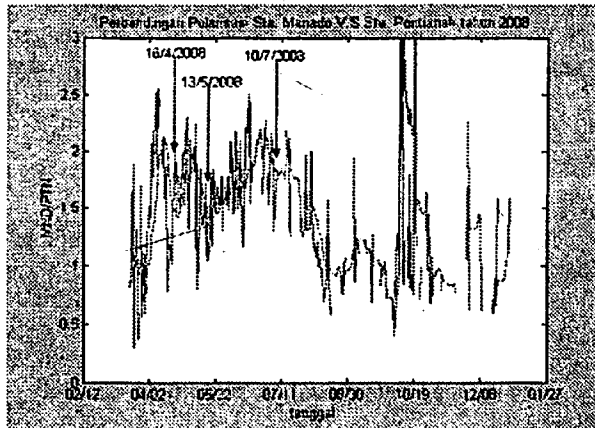
Gambar 3.4. Polarisasi stasiun Pontianak sepanjang tahun 2008 dibandpass filter pada rentang perioda 45-150 detik.

STUDI KASUS GEMPA-GEMPA BESAR DI SEKITAR MANADO SEPANJANG  
2008 MENGGUNAKAN METODA POLARISASI DAN PERBANDINGAN DUA  
STASIUN

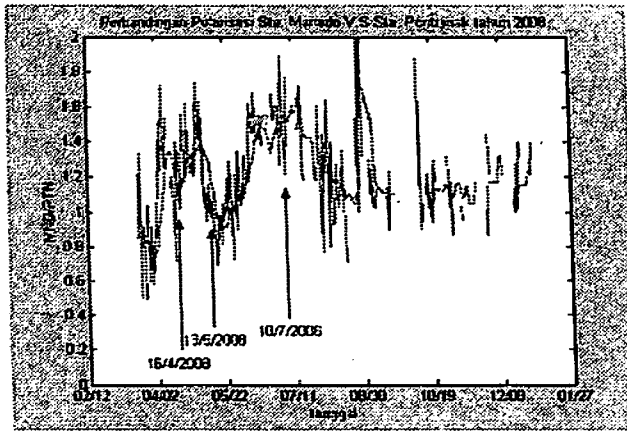


Gambar 3.5. Polarisasi stasiun Pontianak sepanjang tahun 2008 dibandpass filter pada rentang periode 10-45 detik.

Tren polarisasi stasiun Pontianak ini mempunyai sifat menaik dari sekitar bulan Juli tahun dan kembali menurun pada awal bulan Pebruari. Hasil perbandingan polarisasi stasiun Manado terhadap polarisasi stasiun Pontianak dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7. Pada saat membandingkan polarisasi 2 stasiun, data yang dibandingkan hanyalah pada saat kedua stasiun tersebut ada datanya, jika salah satu mengalami kekosongan data maka, pada tanggal-tanggal tersebut tidak dilakukan perbandingan (skip).



Gambar 3.6. Perbandingan polarisasi stasiun Manado terhadap stasiun Pontianak sepanjang tahun 2008 dibandpass filter pada rentang 45-150 detik.



Gambar 3.7. Perbandingan polarisasi stasiun Manado terhadap stasiun Pontianak sepanjang tahun 2008 dibandpass filter pada rentang 10-45 detik.

Berdasarkan asumsi aktifitas geomagnet eksternal akan mempengaruhi data geomagnet secara global, maka dengan membandingkan polarisasi stasiun dengan stasiun lain akan menghilangkan efek global pada trennya. Oleh karena itu, untuk kasus gempa di sekitar Manado ini terlihat bahwa beberapa waktu sebelum terjadi gempa terlihat kenaikan pada plot perbandingan polarisasi 2 stasiun baik pada bandpass filter 10-45 detik maupun 45-150 detik. Kenaikan ini juga tampaknya berasosiasi dengan magnitude gempa. Pada gempa tanggal 16 April 2008 kenaikan tren polarisasi berkisar pada 0.6-1 nT dengan magnitude gempa 5.7 S.R, pada gempa tanggal 13 Mei 2008 kenaikannya berkisar pada 0.2-0.5 nT dengan magnitude 5.1 S.R, dan untuk gempa tanggal 10 Juli 2008 kenaikan tren polarisasinya berkisar antara 0.3-0.5 nT dengan magnitude 5.1 S.R. Sedangkan kenaikan tren yang terjadi pada akhir bulan Agustus dan pertengahan Oktober tampaknya disebabkan oleh pengaruh data kosong.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa anomali kenaikan tren polarisasi pada data ULF stasiun Manado sekitar 3 minggu sampai 10 hari sebelum gempa disebabkan oleh aktifitas lokal di sekitar Manado yang berasosiasi dengan 3 kejadian gempa. Perbandingan polarisasi antara stasiun yang diamati dengan stasiun pembanding dapat menghilangkan efek global akibat aktifitas geomagnet eksternal, sehingga memudahkan penentuan anomali yang berasosiasi dengan kejadian lokal.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada tim MAGDAS atas ijin penggunaan data-datanya dan tim peneliti seismo elektromagnetik bidang Apgeomagsa, Pusfatsainsa, LAPAN.

**STUDI KASUS GEMPA-GEMPA BESAR DI SEKITAR MANADO SEPANJANG  
2008 MENGGUNAKAN METODA POLARISASI DAN PERBANDINGAN DUA  
STASIUN**

**DAFTAR PUSTAKA.**

1. Yumoto, K., and the MAGDAS Group, MAGDAS project and its application for space weather, 2006, ILWS Workshop, pp 399-405, Hotel Cidade de Goa, Goa, India, February 19-24.
2. Kushwah, V.K, Singh, B., *Initial results of ultra low frequency magnetic field observations at Agra and their relation with seismic activities*, 2004, Current Science, Vol.87, No.3.
3. Hayakawa, M., Hattori, K., and Ohta, K., 2007, *Monitoring of ULF (ultra-low-frequency) Geomagnetic Variations Associated with Earthquakes, Sensors.*