



Plagiarism Checker X - Report

Originality Assessment

Overall Similarity: **17%**

Date: Feb 2, 2022

Statistics: 733 words Plagiarized / 4264 Total words

Remarks: Low similarity detected, check with your supervisor if changes are required.

JGE(JurnalGeofisikaEksplorasi) DaftarIsi

118...AnalisisSifatFisisPadaReservoarBatupasirMenggunakanMetodeSeismik
InversImpedansiAkustik(AI)danMultiatributPadaLapangan“MNF”

CekunganBonaparte,M.N.FebriDon,B.S.Mulyatno,E.Wijaksono

129....OptimalisasidanAnalisisDesainParameterSeismik3DDaratBerdasarkan
ModelGeologiLapangan“RL”,R.Lubis,B.S.Mulyatno,Karyanto

144....AnalisisPetrofisikadanPenyebabLowResistivityReservoirZone

BerdasarkanDataLog,SEM,XRDdanPetrografiPadaLapanganX

SumateraSelatan,R.Aprilia,O.Dewanto,Karyanto,A.Ramadhan

159....PemodelandanAnalisaStrukturBawahPermukaanDaerahProspek

PanasbumiKepahiangBerdasarkanMetodeGayaberat,R.B.Sihombing, Rustadi

173....StudiIdentifikasiStrukturGeologiBawahPermukaanUntukMengetahui

SistemSesarBerdasarkanAnalisisFirstHorizontalDerivative(FHD),Second

VerticalDerivative(SVD),dan2,5DForwardModelingdiDaerahManokwari

PapuaBarat,S.Yulistina

187....AnalisisAnomaliSinyalUltraLowFrequencyBerdasarkanDataPengukuran

GeomagnetikSebagaiIndikatorPrekursorGempabumiWilayahLampung

Tahun2016,U.Wahyuningsih,S.Rasimeng,Karyanto,Rudianto

201....PerbandinganNilaiPercepatanTanahMaksimumBerdasarkanModifikasi

KonstantaAtenuasidanDataAccelerographTahun2008-2016PadaStasiun

BMKGLampung,P.M.Meitawati,B.S.Mulyatno,Karyanto,A.Setiadi

216....IdentifikasiStrukturBawahPermukaanMenggunakanMetode

Magnetotellurik2DdiDaerahCekunganBintuniSebagaiPotensi

Hidrokarbon,R.Yulianti,S.Rasimeng,Karyanto,Hidayat,N.M.Indragiri

PENANGGUNGJAWAB DekanFakultasTeknikUniversitasLampung

Prof.Drs.Suharno,B.Sc.,M.S.,M.Sc.,Ph.D. EDITORKEPALA Dr.A.Zaenudin,S.Si.,M.T.

DEWAN EDITOR Rustadi, S.Si., M.T. Bagus S.M., S.Si., M.T. Kayanto, S.Si., M.T. EDITOR PELAKSANA

Rahmat Catur Wibowo S.T., M.Eng. Nandi Haerudin, M.Si. MITRABEBESTARI

Prof. Warsito, DEA (FISIKA UNILA) Dr. M. Sarkowi, S.Si., M.Si (GEOFISIKA UNILA)

Dr. Yanti Yulianti (FISIKA UNILA) Dr. rer. nat. Wiwit Suryanto (GEOFISIKA UGM)

Dr. Andri Dian Nugraha (TEKNIK GEOFISIKA ITB) Dr. Asep Harja (GEOFISIKA UNPAD)

Andri Hendrayana, M.T (TEKNIK GEOFISIKA ITB) Dr. Roy Wenas (GEOFISIKA UNIMA)

Dr. Ahmad Fauzi (FISIKA UNP) Dr. Agus Setiyawan (GEOFISIKA UNDIP)

Yoga Aribowo, M.T (TEKNIK GEOLOGI UNDIP) ALAMAT REDAKSI

Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung Jl. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

Telp. Telp. (0724) 704947 Fax. (0721) 704947 Email: jge.tgu@eng.unila.ac.id

<http://jge.eng.unila.ac.id/index.php/geo/issue/archive>

Jurnal Geofisika Eksplorasi adalah jurnal yang diterbitkan oleh Jurusan Teknik Geofisika

Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jurnal ini diperuntukkan sebagai sarana untuk

publikasi hasil penelitian, artikel review dari peneliti-peneliti di bidang Geofisika secara

luas mulai dari topik-topik teoritik dan fundamental sampai dengan topik-topik terapan di

berbagai bidang. Jurnal ini terbit tiga kali dalam setahun (Maret, Juli dan November),

Volume pertama terbit pada tahun 2013 dengan nama JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi).

ANALISIS ANOMALI SINYAL ULTRA LOW FREQUENCY BERDASARKAN DATA PENGUKURAN

GEOMAGNETIK SEBAGAI INDIKATOR PREKURSOR GEMPABUMI WILAYAH LAMPUNG

TAHUN 2016 Ulfa Wahyuningsih¹, Syamsurijal Rasimeng¹, Karyanto¹, Rudianto² ¹ Teknik

Geofisika, Fakultas Teknik Universitas Lampung ² Badan Meteorologi Klimatologi Dan

Geofisika Jl Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145 Jurusan Teknik

Geofisika, FT UNILA Email: ulfawahyuningsih3@gmail.com ABSTRAK Telah dilakukan

penelitian tentang analisis anomali sinyal pada spektrum frekuensi yang sangat rendah

berdasarkan data ⁸ pengukuran geomagnetik sebagai indikator prekursor gempabumi

wilayah Lampung tahun 2016. Untuk mencapai tujuan penelitian dilakukan berdasarkan

tahapan berikut ini (i) Perhitungan data medan magnet total; (ii) Analisis Tren Harian; (iii)

Transformasi Fourier data Anomali Geomagnetik; (iv) Lokalisasi Frekuensi ULF ; (v)

Perhitungan Ratio Vertikal-Horizontal (Polarisasi Ratio Z/H) ; (vi) Koreksi badai magnet atau Disturbance Strom Time (DST); (vii) Identifikasi Prekursor gempa bumi; (viii) Penentuan Onset Time, lead time, dan arah prekursor. Hasil analisis sepuluh gempa bumi dengan magnitudo diatas 5 Mw memiliki prekursor antara 11 sampai 30 hari sebelum terjadi gempa bumi. Sembilan dari sepuluh gempa bumi yang diteliti memiliki prekursor dan satu gempa bumi yang tidak memiliki prekursor, hal ini dikarenakan jaraknya yang terlalu jauh dari stasiun MAGDAS di Liwa, Lampung Barat. Dengan demikian dapat diketahui bahwa prekursor menggunakan data magnetik tersebut dapat digunakan untuk melakukan prediksi jangka pendek.

ABSTRACT Regional research had been done to analysis anomalies signal of ultra low frequency based on measurement data as an indicator of the geomagnetic earthquake precursor of lampung in 2016. To achieve **2** purpose of the study conducted by the following steps: (i) Calculation of **the total magnetic field** of data; (ii) Daily Trend Analysis; (iii) the Fourier transform **of the data** Geomagnetic Anomaly; (iv) Localization Frequency ULF; (v) Calculation of Ratio VerticalHorizontal (Polarization Ratio Z / H); (vi) Correction magnetic storms or Disturbance Strom Time (DST); (vii) the identification of earthquake precursors; (viii) Determination of OnsetTime, leadtime, and **the direction of** precursors. **The results of the analysis of** ten earthquakes with a magnitude above 5 MW have precursors between 11 to 30 days before an earthquake. Nine out of ten earthquakes studied had an earthquake precursors and precursors that **do not have, this is because the** distance is too far from the station Magdas in Liwa, West Lampung. Thus **it can be seen that the** precursor using the magnetic data **can be used to** make short-term predictions. Keywords: Earthquake Lampung region, ULF emissions, Precursors of earthquakes. doi: 10.23960/jge.v4i2.16 1520 Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 4/No. 2 187

I. PENDAHULUAN Pulau Sumatera merupakan salah satu wilayah yang rentan terhadap bahaya gempa bumi. Menurut (Sieh dan Nathawidjaja, 2000) salah satu penyebabnya yaitu karena adanya Sistem Sesar Sumatera atau Sumateran Fault System (SFS) yang berasosiasi dengan zona subduksi dan mengakomodasi sejumlah strike-slip secara signifikan pada batas lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia. **2** **Sampai saat ini** penelitian tentang

tanda-tanda awal (prekursor) **sebelum terjadinya gempabumi** (preseismic) masih terus dikembangkan. Salah satu penelitian yang **12 telah banyak dilakukan** adalah penelitian yang menghubungkan fenomena gempabumi dengan medan elektromagnetik (EM) **pada spektrum Ultra Low Frequency**. ULF ialah salah satu frekuensi sinyal magnetik **11 yang berhubungan dengan** adanya even seismik yang besar, dimana range frekuensi ini berkisar antara 0.01-10 Hz (Frasher, 1990). **8** Sinyal Ultra low Frekuensi (ULF) diyakini dapat digunakan untuk memantau aktivitas kerak bumi, karena sinyal tersebut lebih mudah terdeteksi ke permukaan karena memiliki panjang gelombang yang lebih panjang sedangkan sinyal dengan frekuensi yang lebih tinggi akan terserap oleh medium (Yumoto, dkk, 2009). **2** Oleh karena itu, studi tentang prekursor gempabumi menggunakan data magnetik ini pada dasarnya penting dilakukan dalam mengembangkan usaha untuk mengurangi dampak dari gempabumi atau **mitigasi bencana gempabumi** dengan mengidentifikasi anomali sinyal ULF sebagai indikator adanya gempabumi. Tujuan **13** dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1. Mengetahui parameter anomali sinyal ULF dikatakan sebagai indikator prekursor gempabumi. 2. Mengetahui waktu mula (onset time) peningkatan sinyal ULF **2** **sebelum terjadinya gempabumi**. 3. Mengetahui arah yang menunjukkan episenter gempabumi dari anomali sinyal ULF yang terekam II.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini mengamati sepuluh titik gempa dengan magnitudo > 5 Mw yang **berada di** wilayah Lampung pada tahun 2016, dimana titik-titik penelitian yang akan diamati tercatat pada stasiun gempabumi yang **berada di** Liwa, Lampung Barat. Lampung merupakan salah satu bagian dari Pulau Sumatera yang memiliki potensi gempabumi yang cukup tinggi. Pertemuan dari **14** **Lempeng Indo-Australia yang menunjam** Lempeng Eurasia **merupakan salah satu** faktor penyebab wilayah ini seringkali mengalami gempabumi. Selain itu pertemuan kedua lempeng tersebut juga menyebabkan terbentuknya deretan gunungapi, Sistem Sesar Sumatera (Sumatera Fault System), serta pergerakan tanah di sepanjang sesar dari Aceh hingga Selat Sunda. Terdapatnya sesar-sesar kecil di wilayah Lampung yang merupakan sesar orde dari sesar utama yang terbentang dari Aceh hingga ke Teluk Semangko menunjukkan bahwa daerah tersebut merupakan daerah yang rentan

terhadap bahaya gempa bumi. III. TEORI DASAR A. Teori Gempabumi Dalam teorinya dijelaskan bahwa material pada sisi sesar yang mengalami pergerakan secara relatif akan terdeformasi, tapi sesar tersebut tidak dapat lolos dan terhindar dari slip, sehingga pada saat regangan (strain) yang terakumulasi pada batuan melebihi batas maksimumnya dan terjadi slip maka 188

energi tegangan (stress) akan dilepaskan secara tiba-tiba dan menghasilkan

gempabumi. B. Prekursor Gempabumi berdasarkan Fenomena EM Prediksi gempabumi berdasarkan fenomena medan elektromagnetik pertama kali dilakukan dengan

menggunakan metode VAN (VarotsAlexopoulos-Nomicos) di Yunani pada tahun 1980.

Pada tahun 1990, Frasersmith dan Hayakawa memperkenalkan teknik berupa polarisasi rasio (Z/H) pada satu stasiun untuk menentukan prekursor gempabumi dan dikoreksi

dengan indeks gangguan magnet bumi. Kemudian, Yumoto dkk, (2009) memperkenalkan teknik baru dengan melakukan polarisasi dan komparisasi sinyal pada komponen H dan Z.

a. Peningkatan Emisi ULF Pada Patahan Batuan 1. Efek Elektrokinetik Dalam teorinya,

Fenoglio, dkk, (1995) menjelaskan bahwa efek ini muncul karena batuan mengalami perubahan tekanan ¹¹ yang disebabkan oleh deposit silika pada batuan tersebut sehingga

menghasilkan aliran gangguan magnet bumi. 2. Efek Induksi Menurut (Kovtun, 1980; Mogi, 1985) efek induksi adalah efek yang muncul akibat adanya aktivitas di sumber gempabumi

(focal zone) yang menyebabkan perubahan pada konduktivitas geo-elektrik dan amplitudo pada gelombang elektromagnetik, nonlithospheric. 3. Efek Micro-Fracturing Molchanov

dan Hayakawa, (1995) menjelaskan bahwa emisi gelombang elektromagnetik dengan spektrum Ultra Low Frequency (ULF) yang terekam diasumsikan dapat mengalami

peningkatan secara signifikan apabila terjadi patahan pada batuan. C. ¹ Indeks DST

(Disturbance Strom Time) Indeks Dst merupakan parameter pendukung yang digunakan dalam mengukur intensitas badai magnetik dan ring current. Indeks Dst ini telah dihitung

oleh WDC- C2 Kyoto, Jepang sejak tahun 1957 menggunakan data dari empat stasiun

observasi pada garis lintang-lintang tengah dan lintang khatulistiwa ¹¹ di seluruh dunia.

Berdasarkan proyeksi garis lintang terhadap garis khatulistiwa pada komponen horizontal

lokal dari medan magnet, indeks Dst negatif mencerminkan adanya badai magnetik, di mana ion positif yang dihasilkan selama badai berlangsung, mengarahkan arus listrik kearah barat. D. Single Station Transfer Function (SSTF) Fungsi transfer merupakan fungsi dari komponen bilangan kompleks Fourier yang didefinisikan sebagai sistem linier yang memiliki dua masukan (input) dan satu keluaran (output). Fungsi transfer tersebut dapat menyelesaikan suatu persamaan dari komponen X, Y, dan Z geomagnet. Koefisien dianggap invarian pada durasi tertentu dan fungsi transfer memiliki informasi tentang konduktivitas listrik di bawah tanah **2 yang disebut dengan** CA (Conductivity Anomaly). Dengan menggunakan metode SSTF ini diharapkan dapat menunjukkan anomali beserta waktu munculnya prekursor gempabumi (onset time) sekaligus estimasi lokasi episenter **1 gempabumi yang akan terjadi**. Sehingga besarnya arah sumber anomali magnet dirumuskan **9 sebagai berikut** : 189

$$\Delta Z(\omega) = A \cdot \Delta X(\omega) + B \cdot \Delta Y(\omega) \quad (2) \quad \tan \theta = (B/A) \quad (3) \quad \theta = \tan^{-1}(B/A) \quad (4)$$

Keterangan : ΔZ : Kumpulan data magnet bumi pada komponen vertikal (nT) ΔX : Kumpulan data magnet bumi pada komponen utara-selatan (nT) ΔY : Kumpulan data magnet bumi pada komponen timur-barat (nT) A : Konstanta koefisien data magnet bumi pada komponen utara-selatan B : Konstanta koefisien data magnet bumi pada komponen timur-barat.

Untuk menentukan besarnya konstanta A dan B maka digunakan inversi linier, **9 sebagai berikut** : $d = G m$ (5) Keterangan : d : Matriks data (nilai $\Delta Z(\omega)$)

G : Matriks kernel (nilai $\Delta X(\omega)$ dan $\Delta Y(\omega)$) m : Matriks model (nilai A (ω) dan B (ω)) $[\Delta Z1 \Delta Z2 \Delta Z3] = [\Delta X1 \Delta Y1 \Delta X2 \Delta Y2 \Delta Xn \Delta Yn] [A B]$ (6) Nilai A dan B dapat dicari dengan

$$m = [G^T G]^{-1} G^T d \quad (7)$$

IV. METODOLOGI PENELITIAN A. Lokasi dan Waktu Penelitian Penelitian dilakukan di Badan **Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika (BMKG)** Kotabumi, Lampung Utara dan Laboratorium **Teknik Geofisika Universitas** Lampung yang

dilaksanakan pada tanggal 31 Januari 2017 sampai 21 Juni 2017. B. Alat dan Bahan Penelitian Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut : 1.

Komputer 2. Software Matlab 2013 3. Software Ms. Excel 2013 4. Software Google Earth 5. Data gempabumi wilayah lampung tahun 2016 6. Data MAGDAS stasiun Liwa. C. Prosedur

Penelitian Langkah-langkah pengolahan data MAGDAS pada **1 penelitian ini adalah sebagai berikut:**

1. Melakukan analisis trend harian untuk mengurangi pengaruh akibat aktivitas geomagnet global seperti aktivitas Litosfer, Atmosfer, Ionosfer, serta Solar Wind.
2. Melakukan transformasi fourier atau Fast Fourier Transform (FFT) untuk mengubah data dari domain waktu ke domain frekuensi. FFT dihitung menggunakan rumus : $F(k) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-2\pi ikx} dx$
3. Melakukan normalisasi nilai komponen fourier dengan menggunakan frekuensi Nyquist dengan sampling rate pada frekuensi 1 Hz.
4. Melakukan Polarisasi Rasio Z/H. Dimana indikator anomali gelombang EM ditunjukkan dengan adanya peningkatan nilai rasio komponen vertikal dengan horizontal (Z/H) yang melewati batas standar deviasi yang telah dibuat.
5. Melakukan koreksi anomali yang muncul dengan Indeks Dst.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN Dalam penelitian ini data magnetik diolah menggunakan software MATLAB. Dilakukan Proses FFT (Fast Fourier Transform) untuk mengubah data dalam domain waktu menjadi data dalam domain frekuensi. Berdasarkan **2 hasil penelitian yang telah dilakukan** oleh Karakelian, dkk., (2000) dalam (Ahadi, dkk., 2013) spektrum frekuensi **yang berkaitan dengan** aktivitas 190 seismogenik sebelum gempabumi terjadi (preseismic) berkisar antara 0,1 – 0,02 Hz dan **pada penelitian ini** digunakan frekuensi antara 0.022 – 0.012 Hz. Sebelum melakukan analisis terhadap data ULF, terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap indeks badai magnet satu bulan atau **30 1 hari sebelum gempabumi terjadi**, hal ini dilakukan agar nantinya dapat ditandai anomali yang muncul akibat adanya badai magnet, sehingga anomali tersebut tidak perlu lagi dilakukan analisis untuk prekursor gempabumi.

Berdasarkan penelitian yang **1 telah dilakukan oleh** (Cerrato, dkk., 2004) aktivitas badai magnet dibagi menjadi **tiga bagian yaitu**, massive strom < -300nT, strom < - 50 nT, severe strom < - 30 nT.

A. Gempabumi 29 Maret 2016 Sebelum melakukan analisis sinyal ULF yang Pada bulan februari atau **30 hari sebelum gempa** 29 maret 2016, terdapat **badai magnet pada** tanggal 1,3,17, dan 18 februari 2016. Apabila ada anomali yang muncul selain **pada tanggal tersebut**, maka anomali tersebut tidak berkaitan dengan adanya aktivitas badai magnet, untuk lebih jelasnya **dapat dilihat pada Gambar 1**. Berdasarkan **hasil pengolahan**

data yang telah dilakukan, hasil dari polarisasi rasio Z/H menunjukkan adanya anomali yang diindikasikan sebagai prekursor untuk gempa bumi 29 Maret yaitu, pada tanggal 27 Februari yang dilihat berdasarkan nilai yang melebihi standar deviasi dan memiliki azimuth yang mengarah ke episenter gempa bumi, anomali tersebut pun muncul saat hari tenang atau tidak terjadi badai magnetik, sehingga dapat diindikasikan sebagai prekursor gempa bumi. Anomali yang diindikasikan sebagai prekursor ini memiliki azimuth sebesar 295.042° dan azimuth gempanya sendiri sebesar 318.62° , ⁶ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, dimana panah biru merupakan azimuth dari anomali yang muncul dan panah merah merupakan azimuth yang mengarah ke episenter gempa bumi. Dan dapat dikatakan bahwa waktu mula (onset time) prekursor gempa 29 Maret dengan magnitudo 5,3 Mw tersebut adalah tanggal 27 Februari sebesar -4.267 dengan durasi waktunya (lead time) ² selama 30 hari. B. Gempa bumi 10 April 2016 ¹ Pada bulan Maret atau satu bulan sebelum gempa 10 April 2016, terdapat badai magnet pada tanggal 7 Maret 2016 yang dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, hasil dari polarisasi rasio Z/H menunjukkan adanya anomali yang diindikasikan sebagai prekursor untuk gempa bumi 10 April yaitu, pada tanggal 26 Maret pada saat hari tenang atau tidak ada badai magnet. Anomali yang diindikasikan sebagai prekursor ini memiliki azimuth sebesar 281.09° dan azimuth gempanya sebesar 289.33° , ⁶ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Dan ⁹ dapat dikatakan bahwa kemunculan (onset time) gempa 10 April dengan magnitudo 5,2 Mw tersebut adalah tanggal 26 Maret sebesar 2.275 dengan durasi waktunya (lead time) selama 15 hari. C. Gempa bumi 02 Mei 2016 ¹ Pada bulan April atau satu bulan sebelum gempa 02 Mei 2016, terdapat badai magnet pada tanggal 3, 8, 13, 14, dan 17 April 2016 yang dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan ⁴ hasil pengolahan data yang telah dilakukan, hasil dari polarisasi rasio Z/H menunjukkan adanya anomali yang diindikasikan sebagai prekursor untuk gempa bumi 02 Mei yaitu, pada tanggal 20 April, dimana anomali tersebut pun muncul saat hari ¹ tenang atau tidak terjadi badai magnetik, sehingga dapat diindikasikan sebagai prekursor gempa bumi. Anomali yang diindikasikan sebagai prekursor ini memiliki azimuth sebesar 127.3° dan azimuth gempanya sebesar 191

114.23° ⁶ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, maka waktu tiba (onset time) gempa 02 Mei dengan magnitudo 5,8 Mw tersebut diketahui pada tanggal 20 April sebesar 6.937 dengan durasi waktunya (lead time) selama 21 hari. D. Gempabumi 18 Juni 2016 Pada bulan Juni badai magnet ¹ terjadi pada tanggal 6 Juni 2016 yang dapat dilihat pada Gambar 7. Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, hasil dari polarisasi rasio Z/H menunjukkan adanya anomali yang diindikasikan sebagai prekursor untuk gempabumi 18 Juni yaitu, pada tanggal 7 Juni. Anomali yang diindikasikan sebagai prekursor ini memiliki azimuth sebesar 273.881 dan azimuth gempanya sebesar 302.55° ⁶ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8, maka waktu tiba (onset time) gempa 18 Juni dengan magnitudo 5,2 Mw tersebut diketahui pada tanggal 7 Juni sebesar -3.049 dengan durasi waktunya (lead time) selama 11 hari. E. Gempabumi 11 Juli 2016 Pada bulan Juni badai magnet ¹ terjadi pada tanggal 6 Juni 2016 yang dapat dilihat pada Gambar 9. Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, hasil dari polarisasi rasio Z/H menunjukkan adanya anomali yang diindikasikan sebagai prekursor untuk gempabumi 11 Juli yaitu, pada tanggal 24 Juni. Anomali yang diindikasikan sebagai prekursor ini memiliki azimuth sebesar 279.9° dan azimuth gempanya sebesar 279.83° ⁶ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10, maka dapat diindikasikan bahwa waktu tiba (onset time) gempa 11 Juli dengan magnitudo 5,2 Mw tersebut diketahui ¹ pada tanggal 24 Juni sebesar 7.104 dengan durasi waktunya (lead time) selama 17 hari. F. Gempabumi 23 Juli 2016 Pada bulan Juli tidak terjadi badai magnet, sehingga apabila ada anomali ² yang muncul pada bulan ini, maka anomali tersebut tidak berkaitan dengan adanya aktivitas badai magnet, untuk lebih jelasnya dapat ⁴ dilihat pada Gambar 11. Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, hasil dari polarisasi rasio Z/H menunjukkan adanya anomali yang diindikasikan sebagai prekursor untuk gempabumi 23 Juli yaitu, pada tanggal 6 Juli. Anomali yang diindikasikan sebagai prekursor ini memiliki azimuth sebesar 216,8° dan azimuth gempanya sebesar 239,45° seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12, maka dapat diindikasikan bahwa waktu tiba (onset time) gempa 23 Juli dengan magnitudo 5.0 Mw tersebut adalah tanggal 6 Juli sebesar -6.652 dengan durasi waktunya (lead time) selama 17 hari. G.

Gempabumi 5 Agustus 2016 Pada bulan Juli tidak terjadi badai magnet terjadi badai magnet, seperti **1** yang dapat dilihat pada Gambar 11. Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, hasil dari polarisasi rasio Z/H menunjukkan adanya anomali yang diindikasikan sebagai prekursor untuk gempa bumi 5 Agustus yaitu, pada tanggal 16 Juli, dimana anomali tersebut pun muncul saat hari tenang atau tidak terjadi badai magnetik. Anomali yang diindikasikan sebagai prekursor ini memiliki azimuth sebesar $251,439^\circ$ dan azimuth gempanya sebesar $255,59^\circ$ **6** seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13, , maka waktu mula (onset time) gempa 5 Agustus dengan magnitudo 5,2 Mw tersebut adalah tanggal 16 Juli sebesar -8,479 dengan durasi waktunya (lead time) selama 20 hari. H. Gempabumi 7 Agustus 2016 192

Pada bulan Juli tidak terjadi badai magnet terjadi badai magnet dimana lebih jelasnya **4** dapat dilihat pada Gambar 11.. Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, hasil dari polarisasi rasio Z/H menunjukkan adanya anomali yang diindikasikan sebagai prekursor untuk gempa bumi 7 Agustus . Anomali yang diindikasikan sebagai prekursor ini memiliki azimuth sebesar $183,6^\circ$ dan azimuth gempanya sebesar $167,3^\circ$ **6** seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14, maka dapat diindikasikan bahwa waktu tiba (onset time) gempa 7 Agustus dengan magnitudo 5.2 Mw tersebut adalah tanggal 27 Juli sebesar 11.311 dengan durasi waktunya (lead time) selama 11 hari. I. Gempabumi 12 Agustus 2016 Pada bulan Juli tidak terjadi badai magnet terjadi badai magnet, dimana untuk lebih jelasnya **4** dapat dilihat pada Gambar 11. Berdasarkan **1** hasil pengolahan data yang telah dilakukan, hasil dari polarisasi rasio Z/H menunjukkan adanya anomali yang diindikasikan sebagai prekursor untuk gempa bumi 12 Agustus yaitu, pada tanggal 21 Juli. Anomali yang diindikasikan sebagai prekursor ini memiliki azimuth sebesar $141,497^\circ$ dan azimuth gempanya sebesar $143,67^\circ$ **6** seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15, maka dapat diindikasikan bahwa waktu tiba (onset time) gempa 12 Agustus dengan magnitudo 5.4 Mw tersebut adalah tanggal 21 Juli sebesar 3,867 dengan durasi waktunya (lead time) selama 22 hari. J. Gempabumi 7 November 2016 Gempabumi **2** yang terjadi pada tanggal 7 November 2016 memiliki magnitudo 6.1 Mw pada koordinat $-8,11^\circ$ hingga $104,76^\circ$ dengan jarak dari

episenter ke stasiun adalah 354.32 Km. Gempabumi tersebut terjadi dilaut pada kedalaman 24 Km. Berdasarkan hasil pengolahan data magnetik, gempabumi tersebut tidak memiliki prekursor tanda awal terjadinya gempabumi. 9 Hal ini ditandai dengan tidak ada sinyal ULF yang mengarah pada gempa tersebut. Tidak adanya anomali kemungkinan dikarenakan jarak dari episenter gempa yang terlalu jauh ke stasiun Liwa, sedangkan gempa yang memiliki prekursor jarak episenternya 2 lebih dekat dengan stasiun Liwa. VI. 4 KESIMPULAN DAN SARAN A. KESIMPULAN Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1. Berdasarkan hasil dari 8 analisis anomali sinyal ULF (Ultra Low Frequency) diketahui bahwa waktu terjadinya peningkatan sinyal ULF pada fase preseismik (frekuensi 0.012-0.022 Hz) ditandai dengan munculnya anomali pada analisis spektrum frekuensi atau polarisasi rasio Z/H. 2. Terdapatnya anomali sinyal ULF pada data magnetik ditandai dengan peningkatan nilai spektrum pada komponen Z/H atau peningkatan nilai polarisasi rasio Z/H pada data magnetik dari instrumen MAGDAS. 3. Berdasarkan sepuluh gempabumi 2 yang telah diamati, sembilan diantaranya memiliki prekursor dari anomali sinyal ULF. Berikut merupakan hasil analisis anomali sinyal ULF yang berkaitan dengan gempabumi yang terjadi pada tahun 2016 dengan $M_w > 5$: a. Gempabumi tanggal 29 Maret 2016 dengan M_w 5,3 memiliki onset time 1 pada tanggal 3 Februari 2016 dan lead time selama 28 hari. b. Gempabumi tanggal 10 April 2016 dengan M_w 5,7 memiliki onset time pada tanggal 26 Maret 2016 dan lead time selama 15 hari. c. Gempabumi tanggal 2 Mei 2016 dengan M_w 5,8 memiliki onset time pada tanggal 20 April 2016 dan lead time selama 21 hari. 193 d. Gempabumi tanggal 18 Juni 2016 dengan M_w 5,2 memiliki onset time 2 pada tanggal 17 Mei 2016 dan lead time selama 30 hari. e. Gempabumi tanggal 11 Juli 2016 dengan M_w 5,2 memiliki onset time 1 pada tanggal 24 Juni 2016 dan lead time selama 25 hari. f. Gempabumi tanggal 23 Juli 2016 dengan M_w 5,0 memiliki onset time pada tanggal 6 Juli 2016 dan lead time selama 17 hari. g. Gempabumi tanggal 5 Agustus 2016 dengan M_w 5,2 memiliki onset time pada tanggal 16 Juli 2016 dan lead time selama 20 hari. h. Gempabumi tanggal 7 Agustus 2016 dengan M_w 5,0 memiliki onset time pada tanggal 27 Juli 2016 dan

lead time selama 11 hari. i. Gempabumi tanggal 12 Agustus 2016 dengan Mw 5,4 memiliki onset time pada tanggal 21 Juli 2016 dan lead time selama 22 hari. j. Gempabumi tanggal 7 November 2016 tidak memiliki prekursor dikarenakan jaraknya yang terlalu jauh dari stasiun pengukuran. 4. Selain untuk mengetahui anomali sinyal ULF, data magnetik dari instrumen MAGDAS juga 11 dapat digunakan untuk mengetahui azimut atau arah anomali yang mengarah ke episenter gempabumi yang jaraknya dekat dengan stasiun MAGDAS. Berdasarkan hasil penelitian dari data MAGDAS tahun 2016 terhadap 8 Gempabumi wilayah Lampung tahun 2016, hanya ada satu dari sepuluh titik gempa yang tidak memiliki prekursor, yaitu gempa pada tanggal 7 November 2016, meskipun magnitudo gempa tersebut cukup besar namun jaraknya yang jauh menyebabkan tidak adanya prekursor yang mengarah pada gempa tersebut sehingga dapat disimpulkan bahwa jarak dan besarnya magnitudo juga mempengaruhi anomali sinyal ULF. B. SARAN Saran untuk pengembangan penelitian tentang prekursor gempabumi menggunakan data magnetik ini perlu adanya data pendukung dari stasiun magnetik lain sebagai stasiun referensi yang jaraknya dekat dengan stasiun pengamatan agar 2 hasil yang diperoleh lebih akurat lagi. UCAPAN TERIMA KASIH Penulis mengucapkan 4 terima kasih kepada Bapak Rudianto sebagai pembimbing lapangan, serta Bapak Syamsurijal S.Si., M.Si dan Bapak Karyanto yang telah membimbing dan memberikan dukungan terhadap penyelesaian penelitian ini. DAFTAR PUSTAKA Affandi, A.K., Idarwati. dan Hastuti, E.W.D., 2015, Penentuan Kawasan Rawan Gempabumi 2 Untuk Mitigasi Bencana Geologi Di Wilayah Sumatera Bagian Selatan, UNSRI. Afnimar., 2009, Seismologi, Bandung : Institut Teknologi Bandung. Ahadi, S., Puspito, N.T., Saroso, S., Ibrahim, G., Siswoyo. dan Suhariyadi., 2013, Prekursor Gempa Bumi Padang 2009 Berbasis Hasil Analisis Polarisasi Power Rasio Dan Fungsi Transfer Stasiun Tunggal, Jurnal Ilmiah Geomatika, Vol. 19 No. 1 Agustus 2013 : 49 – 56. Barber, A.J., Crow, M.J. dan Milsom, J.S., 2005, Sumatera: Geology, Resources and Tectonic Evolution, The Geological Society. London. Fajriyanto., Suyadi., Dewi, C. dan Meilano, I., 2013, Estimasi Laju Geser Dan Pembuatan Model Deformasi Di Selat Sunda Dengan Menggunakan GPS

Kontinyu, ² [Seminar Nasional Sains dan Teknologi V](#), Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Fenoglio, M.A., Johnston, M.J.S. dan Byerlee, J.D., 1995, Magnetic and electric fields associated with changes in high pore pressure in fault zones, Application to the Loma Prieta ULF emissions, *Journal Geophys.Res*, 100 (B7), 12951-12958. Frasher-Smith, A.C., Bernardi, A., McGill, P.R., Ladd, M.E., Helliwell, R.A., dan Villard, G. Jr., 1990, Low-Frequency Magnetic Field Measurements ³ [Near The Epicenter](#) Of The Ms. 7.1 Loma Prieta Earthquake, *Journal Geophysical Research Letter*, Vol. 17, No. 9, 1465-1468. Hattori, K., 2004, ULF Geomagnetic Changes [Associated with Large](#) Earthquake, *Journal Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences (TAO)*, Vol.15, No. 3, 329-360. ⁷ [Hattori, K., Serita, A., Yoshino, C., Hayakawa, M., Isezaki, N., 2006, Singular spectral analysis and principal component analysis for signal discrimination of ULF geomagnetic data associated with 2000 Izu Island Earthquake Swarm](#), *Proceeding Phys.Chem. Earth* 31, 281-291. Hayakawa, M., 1999, ³ [Atmospheric and Ionospheric Electromagnetic Phenomena Associated with Earthquakes](#), Tokyo : Terra Publishing Company. Hayakawa, M., Yumoto, K., Roeder, J.L., Koons, H.C. dan Hobara, Y., 2003, Characteristics [of ULF magnetic](#) anomaly before earthquakes, *Proceeding Physics and Chemistry of the Earth*, 29, 437-444. Ibrahim, G. dan Subarjo., 2005, *Pengetahuan Seismologi*. Jakarta : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. ¹ [Kopytenko, Y.A., Matishvili, T.G., Voronov, P.M.](#) dan Mochanov, ³ [O.A.](#), 1993, [Detection of ultra-lowfrequency emissions connected with the Spitak earthquake and its aftershock activity, based on geomagnetic pulsations data at Dusheti and Vardzia observatories](#), *Proceeding Phys. Earth Planet.Inter*, 77, 85-95. Kovtun, A.A., 1980, [Using of Natural Electromagnetic Field of the Earth](#) under Studying of Earth's Electroconductivity, Lenigrad University. McPherron,L.R., 1998, [Definition, Calculation, And Properties Of The Dst Index](#), Colorado. Mogi, K., 1985, *Earthquake Prediction*, Academic Press, Hal. 355. Molchanov, O.A. dan Hayakawa, M., 1995, [Generation of ULF electromagnetic emissions by microfracturing](#), *Proceeding Geophys. Res. Lett.* 22, 3091-3094. Molchanov, O.A. dan Hayakawa, M., 1998, [On the generation of ULF seismogenic electromagnetic emissions](#), *Proceeding Phys. Earth Planet. Int.* 105,201-210. Mulyono, A., Ariwibowo, S. dan Iqbal, P.,

2014, Ilmu Kebumihan untuk Perlindungan Wilayah, LIPI. Mursula, K., Holappa, L., dan Karinen, A., 2008. Correct normalization of the Dst Index. Finland. 195

Prattes, G., Schwingenschuh, K., Eichelberger, H.U., Magnes, W., Boudjada, M., Stachel, M., Vellante, M., Villante, U., Wesztergom, V. dan Nenovski, P., 2011, [3 Ultra Low Frequency \(ULF\) European multi station magnetic field analysis before and during the 2009 earthquake at L'Aquila regarding regional geotechnical information, National Hazard Earth System Sciences](#), 11, 1959-1968. Sieh, K. dan Natawidjaja, D., 2000, Neotectonics of Sumatra Fault, Indonesia, [Journal of Geophysical Research, Vol. 105](#), 28,295-28,326. Strein, S. dan Wysession., 2003, An Introduction to Seismology, earthquakes, and earth structure, UK. Subakti, H., 2012, Modul Prediksi Gempabumi, Jakarta : Akademi [1 Meteorologi Dan Geofisika](#). Yumoto, K., 2006, MAGDAS project and its application [2 for space weather](#), Journal Solar [Influence on the](#) Heliosphere and Earth's Enviroment : Resent Progress and Prospect, 81-87099-40-2, (ISBN : 399-405). [5 Yumoto, K., Ikemoto, S., Cardinal, M.G., Hayakawa, M., Hattori, K., Liu, J.Y., Saroso, S., Ruhimat, M., Husni, M., Widarto, D., Ramos, E., McNamara, D., Otadoy, R.E., Yumul, G., Ebor, R. dan Servando, N., 2009, A new ULF wave analysis for SeismoElectromagnetic using CPMN/MAGDAS data, Proceeding Physics and Chemistry of the Earth](#), 34, 360-366. 196

LAMPIRAN Gambar 1. Indeks DST Februari 2016 Gambar 2. Azimut Gempabumi 29 maret 2016 Gambar 3. Indeks Dst Maret 2016 Gambar 4. Azimut Gempabumi 10 April 2016 [1](#)

-100 0 100 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1011121314151617181920212223242526272829 nT

Disturbance-Strom Time Februari 2016 Tanggal -100 100 [1 2 3 4 5 6 7 8 9](#)

10111213141516171819202122232425262728293031 nT Disturbance-Strom Time Maret 2016 Tanggal 197

Gambar 5. Indeks Dst April 2016 Gambar 6. Azimut Gempabumi 02 Mei 2016 Gambar 7.

Indeks Dst Juni 2016 Gambar 8. Azimut Gempabumi 18 juni 2016 [1](#) -100 0 100 1 2 3 4 5 6 7 8 9 101112131415161718192021222324252627282930 nT Disturbance-Strom Time April

2016 Tanggal -100 100 [1 2 3 4 5 6 7 8](#) 9101112131415161718192021222324252627282930 nT Disturbance-Strom Time Juni 2016 Tanggal 198

Gambar 9. Indeks Dst Juni 2016 Gambar 10. Azimut Gempabumi 11 juli 2016 Gambar 11.

Indeks Dst Juli 2016 Gambar 12. Azimut Gempabumi 23 juli 2016 -100 100 1 1 2 3 4 5 6 7

8 9 101112131415161718192021222324252627282930 nT Disturbance-Strom Time Juni

2016 Tanggal -100 0 100 1 2 3 4 5 6 7 8 9

10111213141516171819202122232425262728293031 nT Disturbance-Strom Time Juli 2016

Tanggal 199

Gambar 13. Azimut Gempabumi 5 Agustus 2016 Gambar 14. Azimut Gempabumi 7

Agustus 2016 Gambar 15. Azimut gempabumi 12 Agustus 2016 200

Sources

1	https://123dok.com/document/y69nrl7y-analisis-variiasi-gps-tec-berhubungan-gempabumi-besar-sumatera.html INTERNET 6%
2	https://adoc.pub/susunan-kepanitiaan-ketua-sri-ekawati-msi.html INTERNET 3%
3	https://studylib.net/doc/7175577/v.-straser--variations-in-gravitational-field--tidal-force INTERNET 2%
4	https://adoc.pub/data-time-series-pada-metode-magnetotellurik-mt-menjadi-data.html INTERNET 1%
5	https://scholars.ncu.edu.tw/en/publications/a-new-ulf-wave-analysis-for-seismo-electromagnetics-using-cpmnmag INTERNET 1%
6	https://kuliah.unpatti.ac.id/mod/page/view.php?id=45 INTERNET 1%
7	https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19475705.2015.1016554 INTERNET 1%
8	https://sinta.kemdikbud.go.id/journals/detail?page=8&id=6713 INTERNET 1%
9	https://blog.ub.ac.id/carleany/2014/04/12/tektonik-di-jawa-barat/ INTERNET <1%
10	https://www.scribd.com/document/423891966/relokasi-hiposenter INTERNET <1%
11	https://tritriwulansari.wordpress.com/2015/03/14/komputer-neural/ INTERNET <1%
12	https://natural-b.ub.ac.id/index.php/natural-b/article/downloadSuppFile/275/121 INTERNET <1%
13	https://id.scribd.com/doc/314963082/Earthquake-and-Tsunami-Research INTERNET <1%
14	https://repository.ugm.ac.id/274098/1/PGE-06.pdf INTERNET <1%