

**PENENTUAN ANOMALI EMISI *ULTRA LOW FREQUENCY* (ULF) SEBAGAI
PREKURSOR GEMPABUMI
(Studi Kasus: Sumber Gempabumi di Wilayah Provinsi Sumatera Barat dan Sekitarnya
tahun 2021)**

SKRIPSI

Dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains bidang studi Fisika

FMIPA



Oleh :

CYNTHIA ARFI

08021281823023

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

LEMBAR PENGESAHAN

**PENENTUAN ANOMALI EMISI *ULTRA LOW FREQUENCY* (ULF) SEBAGAI
PREKURSOR GEMPABUMI**

**(Studi Kasus : Sumber Gempabumi di Wilayah Provinsi Sumatera Barat dan Sekitarnya
tahun 2021)**

SKRIPSI

Dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains bidang studi Fisika

FMIPA

Oleh :

CYNTHIA ARFI

08021281823023

Indralaya, 1 November 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika


Drs. Ernyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

Menyetujui,
Pembimbing



Sutopo, S.Si. M.Si.
NIP. 197111171998021001

LEMBAR PENGESAHAN

**PENENTUAN ANOMALI EMISI *ULTRA LOW FREQUENCY* (ULF) SEBAGAI
PREKURSOR GEMPABUMI**

**(Studi Kasus : Sumber Gempabumi di Wilayah Provinsi Sumatera Barat dan Sekitarnya
tahun 2021)**

SKRIPSI

Dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains bidang studi Fisika

FMIPA

Oleh :

CYNTHIA ARFI

08021281823023

Indralaya, 1 November 2022

Menyetujui

Pembimbing Lapangan



Muhamad Rizki Agustian, S.Tr

NIP. 199708192020011001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya :

Nama : Cynthia Arfi

NIM : 08021281823023

Judul TA : "Penentuan Anomali Emisi *Ultra Low Frequency* (ULF) Sebagai Prekursor Gempabumi (Studi Kasus: Sumber Gempabumi di Wilayah Provinsi Sumatera Barat dan Sekitarnya tahun 2021)"

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti etika penulisan karya tulis ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di program studi Fisika Universitas Sriwijaya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudiakan hari terdapat kesalahan ataupun keterangan palsu dalam surat pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, 1 November 2022
Yang Menyatakan



Cynthia Arfi

NIM. 08021281823023

**PENENTUAN ANOMALI EMISI *ULTRA LOW FREQUENCY* (ULF) SEBAGAI
PREKURSOR GEMPABUMI
(STUDI KASUS: SUMBER GEMPABUMI DI WILAYAH PROVINSI SUMATERA
BARAT DAN SEKITARNYA TAHUN 2021)**

Oleh :
Cynthia Arfi
NIM. 08021281823023

ABSTRAK


Prekursor gempabumi menggunakan data magnet bumi dengan menganalisis anomali emisi *Ultra Low Frequency* (ULF) merupakan salah satu upaya mitigasi bencana gempabumi. Penelitian ini menggunakan 11 data gempabumi di Wilayah Provinsi Sumatera Barat dan Sekitarnya tahun 2021 dengan koordinat (3,50°LS-1,20°LU dan 98,10°-102,10°BT). Penelitian ini dilakukan untuk menentukan anomali emisi *Ultra Low Frequency* (ULF) sebagai prekursor gempabumi yang dilakukan dengan menggunakan data geomagnetik jaringan monitoring prekursor gempabumi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) di satasiun pengamatan Kepahiyang (KPY) dan menentukan *lead time* dengan menggunakan metode polarisasi *power ratio* Z/H. Anomali ditentukan berdasarkan nilai polarisasi rasio S_z/S_H yang melewati batas standar deviasi data geomagnetik. Anomali yang terdeteksi kemudian divalidasi dengan data indeks *Disturbance Storm Time* (DST) untuk memastikan anomali merupakan prekursor gempabumi. Hasil penelitian ini menunjukkan anomali yang muncul dari setiap gempabumi di Sumatera Barat pada tahun 2021 memiliki pola kemunculan karakteristik anomali yang berbeda-beda yaitu memiliki amplitudo yang tidak selalu sama dan terdapatnya anomali emisi ULF yang terdeteksi sebagai prekursor gempabumi pada 11 kejadian gempabumi dengan magnitudo $4 \leq M_w \leq 6$ di Wilayah Sumatera Barat .

Kata Kunci: Gempa Sumatera Barat, prekursor gempabumi, *ultra low frequency*, geomagnetic.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika


Dr. Frimyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 493009101994121001

Indralaya, 1 November 2022
Menyetujui,
Pembimbing


Sutopo, S.Si. M.Si.
NIP. 197111171998021001

**DETERMINATION OF ULTRA LOW FREQUENCY (ULF) EMISSION ANOMALIES
AS EARTHQUAKE PRECURSORS
(CASE STUDY: SOURCE OF THE EARTHQUAKE IN THE PROVINCE OF WEST
SUMATERA AND SURROUNDING IN 2021)**

By :

Cynthia Arfi


NIM. 08021281823023

ABSTRACT

Earthquake precursors using the earth's magnetic data by analyzing Ultra Low Frequency (ULF) emission anomalies is one of the earthquake disaster mitigation efforts. This study uses 11 earthquake data in the Province of West Sumatra and its surroundings in 2021 with coordinates (3.50°LS-1.20°N and 98.10°-102.10°E). This study was conducted to determine Ultra Low Frequency (ULF) emission anomalies as earthquake precursors by using geomagnetic data from the earthquake precursor monitoring network of the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG) at the Kepahiyang observation station (KPY) and to determine the lead time using the power polarization method. Z/H ratio. The anomaly is determined based on the polarization value of the SZ/SH ratio which exceeds the standard deviation of the geomagnetic data. The detected anomaly is then validated with the Disturbance Storm Time (DST) index data to ensure that the anomaly is an earthquake precursor. The results of this study indicate that anomalies that arise from every earthquake in West Sumatra in 2021 have different anomalous characteristics, namely having an amplitude that is not always the same and the presence of ULF emission anomalies which were detected as earthquake precursors in 11 earthquakes with a magnitude of $4 \leq M_w \leq 6$ in the West Sumatra Region .

Keywords: West Sumatra earthquake, earthquake precursors, ultra low frequency, geomagnetic.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika


Dr. Frhayan Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

Indralaya, 1 November 2022
Menyetujui,
Pembimbing



Sutopo, S.Si. M.Si.
NIP. 197111171998021001

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya skripsi dengan judul **“Penentuan Anomali Emisi *Ultra Low Frequency (ULF)* sebagai Prekursor Gempabumi (Studi Kasus: Sumber Gempabumi di Wilayah Sumatera Barat dan Sekitarnya tahun 2021)”** ini dapat diselesaikan dengan baik untuk melengkapi syarat memperoleh gelar Sarjana Sains di jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya, serta shalawat dan salam teruntuk Nabi Muhammad SAW yang telah membawa manusia kepada kehidupan yang beradab dan berilmu pengetahuan.

Proses penyusunan hingga penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari banyaknya doa, motivasi, bimbingan, arahan, semangat, dan masukan-masukan yang telah diberikan dan bermanfaat bagi penulis. Oleh karena itu, pada bagian ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orangtuaku, Ayahanda Arismi, A.Md. (Alm) dan Ibunda Effi (Almh) yang selalu memberikan kasih sayang dan segala hal yang terbaik semasa hidupnya yang pasti senantiasa selalu mendoakan anaknya, semoga ayah dan ibu di tempatkan di tempat terbaik disisi-Nya aamiin. Teruntuk kakakku Tutut Krisdayanti Arfi, S.IP yang selalu memberikan arahan, motivasi dan dukungannya selama ini dan abangku Andre Arfi yang selalu mendengarkan segala keluh kesah dan tangisku selama perkuliahan, terimakasih kakak dan abang sudah selalu siap pasang badan untuk adik bungsumu ini.
2. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Sutopo, S.Si. M.Si. selaku pembimbing I dan Bapak Muhammad Rizki Agustian, S.Tr selaku pembimbing II yang telah memberikan bantuan kepada penulis baik berupa tenaga maupun fikiran serta ilmu dan arahan yang sangat berguna demi kemajuan penulis dan telah meluangkan waktu untuk penulis di sela-sela kesibukan selama ini. Mohon maaf atas kesalahan dan kekhilafan penulis selama proses bimbingan.

5. Bapak M. Yusup N. Khakim, PhD dan Bapak Khairul Saleh, M.Si selaku dosen penguji skripsi penulis yang telah memberikan masukan, kritik dan saran demi penyempurnaan penulisan skripsi ini.
6. Bapak-bapak dan ibu-ibu dosen Jurusan Fisika, serta staff pengajar pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang tidak dapat penulis sebutkan Namanya satu persatu yang telah mendidik, memberikan banyak pengalaman dan ilmu pengetahuan kepada penulis selama berada di bangku perkuliahan.
7. Bapak dan ibu staff bagian akamademik Jurusan Fisika dan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah melayani keperluan penulis dalam mengurus surat-menyurat terkait penyelesaian skripsi ini.
8. Sahabatku Felia Salsabila Irwan dan Yazel Melta terimakasih atas dukungan, motivasi, serta doa yang diberikan selama ini.
9. Seluruh teman-teman Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya khususnya kepada angkatan 2018, terutama kepada teman-teman yang telah banyak membantu penulis dan memberikan dukungan baik tenaga maupun pikiran.
10. *Last but not least, I wanna thank me for believing in me*, terimakasih banyak sudah mau diajak bertahan sampe dititik ini. Kita istirahat dulu sebentar yaa, habis itu kita jalan lagi, seamangatt! Pokoknya kita keren banget.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan bantuan berupa saran dan kritik yang sifatnya membantu dan membangun yang dapat disampaikan melalui e-mail penulis cynthiaarfi10@gmail.com serta penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang mebacanya.

Indralaya, 1 November 2022

Penulis,

Cynthia Arfi

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN ORISINALITAS | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. Gempabumi | 4 |
| 2.2. Tatanan Tektonik Provinsi Sumatera Barat | 4 |
| 2.2.1. Sesar Sumatera | 4 |
| 2.2.2. Sesar Mentawai..... | 5 |
| 2.3. Daerah Berpotensi Gempabumi | 5 |
| 2.4. Medan Magnet Bumi..... | 6 |
| 2.5. Komponen Medan Magnet Bumi..... | 7 |
| 2.6. Gelombang Elektromagnetik Berasosiasi dengan Gempabumi | 9 |
| 2.6.1. Gelombang Elektromagnetik..... | 9 |
| 2.6.2. Hubungan Gelombang Elektromagnetik dengan Gempabumi | 9 |
| 2.7. Mekanisme Fisis Emisi Seismo-Elektromagnetic (SEM)..... | 10 |

| | |
|--|-----------|
| 2.8. Metode <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT) dan Metode Polarisasi Z/H..... | 12 |
| 2.9. Badai Geomagnet (Badai Magnetik)..... | 14 |
| 2.10. <i>Disturbance Storm Time Index</i> (<i>Dst Index</i>)..... | 14 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 16 |
| 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian | 16 |
| 3.2. Rencana Jadwal Pelaksanaan Penelitian | 16 |
| 3.3. Data Penelitian dan Wilayah Penelitian..... | 16 |
| 3.4. Perangkat yang Digunakan..... | 18 |
| 3.5. Prosedur Penelitian..... | 18 |
| 3.5.1. Konversi Data Geomagnetik | 18 |
| 3.5.2. Koreksi Data Geomagnetik | 18 |
| 3.5.3. Polarisasi <i>Spectral Density Ratio</i> | 19 |
| 3.5.4. Validasi Data | 19 |
| 3.6. Diagram Alir Penelitian | 20 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 22 |
| 4.1. Analisis Anomali Emisi ULF Sebagai Prekursor Gempabumi..... | 22 |
| 4.1.1. Analisis Anomali Prekursor Gempabumi 28 Januari 2021 | 23 |
| 4.1.2. Analisis Anomali Prekursor Gempabumi 5 Maret 2021 dan 27 Maret 2021 | 27 |
| 4.1.3. Analisis Anomali Prekursor Gempabumi 24 April 2021 | 31 |
| 4.1.4. Analisis Anomali Prekursor Gempabumi 2 Mei 2021, 5 Mei 2021, dan 11 Mei 2021..... | 35 |
| 4.1.5. Analisis Anomali Prekursor Gempabumi 14 Juni 2021 dan 27 Juni 2021..... | 39 |
| 4.1.6. Analisis Anomali Prekursor Gempabumi 11 Agustus 2021..... | 43 |
| 4.1.7. Analisis Anomali Prekursor Gempabumi 29 November 2021 | 48 |
| BAB V PENUTUP..... | 52 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 52 |
| 5.2. Saran..... | 52 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| 2. 1. Komponen vektor medan magnet bumi..... | 8 |
| 2. 2. Perambatan gelombang elektromagnetik..... | 9 |
| 2. 3. Spektrum Gelombang Elektromagnetik..... | 10 |
| 2. 4. Tiga model pendekatan dari mekanisme terjadinya perubahan gelombang emisi ULF yang berkaitan dengan gempabumi. | 11 |
| 2. 5. Indeks Dst bulan November 2021..... | 15 |
| 3. 1. Wilayah Penelitian. | 17 |
| 4. 1. Anomali Polarisasi Z/H Pada Frekuensi 0.012 untuk kejadian gempabumi 28 Januari 2021. | 23 |
| 4. 2. Peta Anomali Prekursor Gempabumi dengan Data Magnet Bumi. | 24 |
| 4. 3. Spektrum-PC3..... | 25 |
| 4. 4. Spektrum-PC4..... | 26 |
| 4. 5. Anomali Polarisasi Z/H Pada Frekuensi 0.012 untuk kejadian gempabumi 5 Maret dan 27 Maret 2021. | 27 |
| 4. 6. Peta Anomali Prekursor Gempabumi dengan Data Magnet Bumi. | 28 |
| 4. 7. Spektrum-PC3..... | 29 |
| 4. 8. Spektrum-PC4..... | 30 |
| 4. 9. Anomali Polarisasi Z/H Pada Frekuensi 0.012 untuk Kejadian Gempabumi 24 April 2021. | 32 |
| 4. 10. Peta Anomali Prekursor Gempabumi dengan Data Magnet Bumi. | 32 |
| 4. 11. Spektrum-PC3..... | 33 |
| 4. 12. Spektrum-PC4..... | 34 |
| 4. 13. Anomali Polarisasi Z/H Pada Frekuensi 0.012 untuk Kejadian Gempabumi 2 Mei 2021, 5 Mei 2021, dan 11 Mei 2021..... | 36 |
| 4. 14. Peta Anomali Prekursor Gempabumi dengan Data Magnet Bumi. | 37 |
| 4. 15. Spektrum-PC3..... | 38 |
| 4. 16. Spektrum-PC4..... | 39 |
| 4. 17. Anomali Polarisasi Z/H Pada Frekuensi 0.012 untuk Kejadian Gempabumi 14 Juni 2021 dan 27 Juni 2021..... | 40 |

| | |
|---|----|
| 4. 18. Peta Anomali Prekursor Gempabumi dengan Data Magnet Bumi. | 41 |
| 4. 19. Spektrum-PC3..... | 42 |
| 4. 20. Spektrum-PC4..... | 43 |
| 4. 21. Anomali Polarisasi Z/H Pada Frekuensi 0.012 untuk Kejadian Gempabumi 11 Agustus 2021. | 44 |
| 4. 22. Peta Anomali Prekursor Gempabumi dengan Data Magnet Bumi. | 45 |
| 4. 23. Spektrum-PC3..... | 46 |
| 4. 24. Spektrum-PC4..... | 47 |
| 4. 25. Anomali Polarisasi Z/H Pada Frekuensi 0.012 untuk Kejadian Gempabumi 29 November 2021..... | 48 |
| 4. 26. Peta Anomali Prekursor Gempabumi dengan Data Magnet Bumi. | 49 |
| 4. 27. Spektrum-PC3..... | 50 |
| 4. 28. Spektrum-PC4..... | 51 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| 2. 1. Perkiraan jarak daerah persiapan gempabumi berdasarkan persamaan Dobrovolsky | 6 |
| 2. 2. Klasifikasi indeks Dst | 15 |
| 3. 1. Rencana Jadwal Pelaksanaan Penelitian | 16 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki tatanan geologi yang kompleks. Kondisi ini disebabkan letaknya yang berada pada daerah tumbukan dua lempeng besar yaitu Lempeng Indo-Australia dibagian selatan dan Lempeng Eurasia dibagian utara yang ditandai dengan terdapatnya pusat-pusat gerakan tektonik di Kepulauan Mentawai dan sekitarnya. Selain itu, akibat tumbukan kedua lempeng besar ini muncul gejala tektonik lainnya yaitu busur magmatik yang ditandai dengan munculnya rangkaian pegunungan bukit barisan beserta gunung apinya dan patahan besar di Sumatera yang memanjang searah dengan zona tumbukan kedua lempeng yaitu utara-selatan.

Gempabumi yang terjadi di Sumatera Barat yang terhitung sejak 13 hingga 19 November 2020 lalu mencatat bahwa dalam kurun waktu satu minggu telah terjadi sebelas kali kejadian gempabumi, diantaranya tiga kali gempabumi dirasakan dan delapan kali gempabumi tidak dirasakan oleh masyarakat. Kasus gempabumi yang terjadi sebanyak sebelas kali tersebut, dari tiga kali kejadian gempa yang dirasakan oleh masyarakat, dua diantaranya berpusat di Kepulauan Mentawai yakni di Tuapejat dengan kekuatan 6,3 yang terjadi pada 17 November 2020. Gempabumi tersebut juga dirasakan di Padang, Bukittinggi, Solok, Padang Panjang, dan beberapa daerah lainnya (BPBD, 2016).

Ancaman gempabumi di Sumatera bukan hanya bersumber dari Mentawai megathrust saja, terdapat 3 (tiga) sumber ancaman gempabumi di Sumatera, diantaranya adalah yang Pertama di daerah subduksi pertemuan antara lempeng tektonik Indo-Australia dengan lempeng Eurasia (lokasi Megathrust Mentawai) serta patahan (sesar) semangko, kedua di Mentawai Fault System (MFS) , dan yang ketiga di Sumatera Fault System (SFS) atau lebih populer dengan istilah sesar Sumatera. Ketiganya merupakan daerah seismik aktif. Akibat dari pertemuan tersebut terbentuknya segmen-segmen aktif yang berpotensi menimbulkan gempabumi di daratan Sumatera Barat.

Sesar Sumatera mempunyai banyak segmen, namun hanya beberapa yang melewati Sumatera Barat, diantaranya adalah segmen Sumpur, segmen Sianok, segmen Sumani, dan segmen Suliti. Kejadian gempabumi tertua yang terjadi akibat aktivitas di segmen Sumpur adalah pada

tanggal 8 Maret 1977 dengan magnitudo 7.5 dan memiliki getaran dengan skala VII-VIII MMI dengan nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) terkecil adalah di wilayah Sijunjung, Dharmasraya, Pesisir Selatan, Kabupaten Solok, Kabupaten Solok Selatan, dan Kepulauan Mentawai. Kemudian untuk kejadian gempabumi terbaru adalah pada tanggal 17 November 2020 dengan magnitudo 6.3 dan memiliki getaran dengan skala II-IV MMI yang dirasakan di kota Padang, Painan, Solok, Padang Panjang, Bukittinggi, Pariaman, hingga Kepahiang, Bengkulu (Marlisa dkk., 2016). Hal ini menunjukkan bahwa provinsi Sumatera Barat merupakan daerah yang rawan terjadinya gempabumi sehingga membutuhkan upaya mitigasi gempabumi. Salah satu upaya mitigasi tersebut adalah dengan melakukan prediksi terhadap peristiwa gempa yang akan terjadi. Upaya mitigasi berguna untuk mengurangi kerugian yang disebabkan oleh gempa bumi. Prediksi gempa bumi dapat dilakukan dengan mengamati kemunculan tanda awal gempa bumi atau dikenal dengan prekursor.

Penelitian tentang prekursor gempabumi sudah banyak dilakukan yaitu dengan melihat beberapa fenomena atau perubahan fisis yang muncul saat sebelum gempabumi terjadi, seperti anomali radon (Ghosh dkk, 2009), Total Elektron Content (TEC) (Liu dkk, 2004) anomali termal (thermal anomaly) (Pulinets dkk, 2006), dan anomali emisi *Ultra Low Frequency* (ULF) (Hattori, 2004). Prekursor gempa bumi dengan menggunakan emisi ULF merupakan hal yang menarik perhatian banyak peneliti di bidang seismologi dan magnet bumi. Penelitian tentang prekursor gempabumi dengan memanfaatkan informasi dari anomali emisi ULF pada waktu sebelum dan setelah terjadinya gempabumi berkekuatan besar telah dilakukan oleh beberapa peneliti sejak akhir abad ke-19. Hattori (2004) menyatakan bahwa terdapat tiga kejadian gempa bumi yang merupakan perintis dalam penelitian prekursor gempa bumi jangka pendek dengan emisi ULF, yaitu gempa bumi Spitak tahun 1988, Loma Prieta tahun 1989, dan Guam tahun 1993.

Penelitian ini akan menganalisis Penentuan Anomali Emisi *Ultra Low Frequency* (ULF) sebagai Prekursor Gempabumi yang dilakukan dengan mengamati berbagai parameter, salah satu parameter geofisika yang sering diamati adalah emisi gelombang.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik sinyal ULF yang dapat dijadikan sebagai prekursor gempa bumi?
2. Berapa lama durasi (*lead time*) anomali emisi ULF yang terjadi sebelum gempa bumi di wilayah Sumatera Barat?
3. Bagaimana hubungan yang terjadi antara anomali yang muncul sebelum gempa bumi dengan karakteristik dari gempa bumi tersebut?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik sinyal ULF yang dapat dijadikan sebagai prekursor gempa bumi.
2. Mengetahui lama durasi (*lead time*) anomali emisi ULF yang terjadi sebelum gempa bumi di wilayah Sumatera Barat.
3. Mengetahui hubungan yang terjadi antara anomali yang muncul sebelum gempa bumi dengan karakteristik dari gempa bumi tersebut.

1.4. Batasan Masalah

1. Studi kasus dalam penelitian ini merupakan kejadian gempa bumi di Sumatera Barat pada bulan Januari 2021 hingga Desember 2021 dengan magnitudo $M_w \geq 4.0$ dengan kedalaman < 70 km.
2. Data magnet bumi berasal dari rekaman jaringan sensor variometer magnet bumi BMKG di wilayah Kepahiyang (KPY) yang disesuaikan pada rentang *Ultra Low Frequency* (ULF).
3. Data gempa bumi yang digunakan merupakan gempa bumi yang sudah tervalidasi yang terjadi di wilayah Sumatera Barat dan sekitarnya dengan data indeks Dst saat anomali tercatat.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui karakteristik sinyal ULF yang dapat dijadikan sebagai prekursor gempa bumi
2. Dapat mengetahui lama durasi (*lead time*) anomali emisi ULF yang terjadi sebelum gempa bumi di wilayah Sumatera Barat.
3. Dapat mengetahui hubungan yang terjadi antara anomali yang muncul sebelum gempa bumi dengan karakteristik dari gempa bumi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, S., Yumoto, K., Ikeda, A., Uozumi, T., dan Maeda, G., 2011, *Data and Information Activities of ICWSE*, Kyushu University, Japan, Fukuoka , Hal. 812-8581.
- Ahadi,S., PuspitoN. T., Ibrahim, G., & Saroso, S. (2014). Determination of the Onset Time in Polarization Power Ratio Z/H for Precursor of Sumatra Earthquake. *AIP Conference Proceedings*, 1617(1), 75–78.
- Basavaiah, N., 2011, *Geomagnetism : Solid Earth and Upper Atmosphere Perspectives*, pringer, New Delhi.
- Bleier, T. dan Freund, F., 2005, Earthquake [earthquake warning systems], *IEEE Spectrum*, Vol. 42, Hal 22 – 27.
- Dobrovolsky, I.R., Zubkov, S.I., dan Myachkin, V.I., 1979, Estimation of the Size of Earthquake Preparation Zone, *Pageoph*, Vol. 117, Hal 1025-1044.
- 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 Zone Application to the Loma Prieta ULF Emissions, *J. Geophys. Res.* 100, Hal 12951-12958.
- Freund, F.T., 2007, *Pre-Earthquake Signals-Part I : Deviatoric Stresses Turn Rocks into A Source of Electric Currents*, Natural Hazards Earth System Science, Hal 535-541.
- Gunnarsdóttir, E. L., 2012, *The Earth's Magnetic Field*, University of Iceland, Iceland.
- Handayani, L. dan Harjono, H., 2008. Perkembangan Tektonik Daerah Busur Muka Selat Sunda dan Hubungannya dengan Zona Sesar Sumatera. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*. 2(18): 31-32.
- Hasan, M. M. dan Santosa, B. J., 2014. Analisa Pola Bidang Sesar Pada Zona Subduksi di Wilayah Sumatera Barat dari Event Gempa Pada Tahun 2013. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*. 1(3) : 11-13.
- Hattori,K., 2004 ULF Geomagnetic changes associated with large earthquakes. *Terr. Atmos. Ocean. Sci* 15, 329-360
- Hattori, K., Serita, A., Yoshino, C., Hayakawa, M. dan Isezaki, N., 2006, *Singular Spectral Analysis and Principal Component Analysis for Signal Discrimination of ULF*

- Geomagnetic Data Associated with 2000 Izu Island Earthquake Swarm*. Physics Chemical Earth, Vol. 31, Hal 281–291.
- Hayakawa, M., Ito, T., dan Smirnova, N., 1999, Fractal analysis of ULF geomagnetic data associated with the Guam earthquake on August 8, 1993, *Geophysical Research Letters*, Vol.26, No.18, Hal. 2797-2800.
- Ibrahim, G., Ahadi, S., & Saroso, S. (2012). Karakteristik Sinyal Emisi Ulf Yang Berhubungan Dengan Prekursor Gempabumi Di Sumatera, Studi Kasus: Gempabumi Padang 2009 Dan Gempabumi Mentawai 2010. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 13(2), Hal. 81–89.
- Kusuma, D. T. (2021). *Fast Fourier Transform (FFT) Dalam Transformasi Sinyal Frekuensi Suara Sebagai Upaya Perolehan Average Energy (AE) Musik*. 14(1), Hal. 28–35.
- Kopytenko, Y., Ismagilov, V., Hayakawa, M., Smirnova, N., Troyan, V., dan Peterson, T., 2001, Investigation of The ULF Electromagnetic Phenomena Related to Earthquakes: Contemporary Achievements and The Perspectives, *Annals of Geophysics*, Annali, No. 2, Vol. 44, Hal. 325-334.
- Lanza, R., dan Meloni, A., 2006, *The Earth's Magnetism : An Introduction for Geologists*, Springer, New York.
- Linda., Ihsan, N., dan Palloan, P., 2019, Analisis Distribusi Spasial dan Temporal Seismotektonik Berdasarkan Nilai *B-VALUE* dengan Menggunakan Metode *LIKEHOOD* di Pulau Jawa, *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*, No.1, Vol.15, Hal. 81.
- Loewe, C.A. dan Pross, G.W., 1997, *Classification and Mean Behaviour of Magnetic Storms*, *Journal of Geophysical Research*, No. A7, Vol. 102, Hal. 14209-14213.
- Lucas, J., 2015, What Is Electromagnetic Radiation? <http://www.livescience.com/38169-electromagnetism.html>, diakses tanggal 17 Januari 2022.
- Mandea, M. dan Purucker, M., 2005, Observing, Modelling, and Interpreting Magnetic Fields of the Solid Earth, *Surveys in Geophysics*, No. 4, Vol. 26, Hal. 415-459.
- Marlisa., Pudjiastuti. D., dan Billyanto. R., 2016, Analisis Percepatan Tanah Maksimum Wilayah Sumatera Barat (Studi Kasus Gempa Bumi 8 Maret 1977 dan 11 September 2014), *Jurnal Fisika Unand*, No. 1, Vol. 5, Hal. 57.

Masruri, M.F.I. dan Nanda, B.M.T.F., 2018, Analisis Indeks Aktivitas Geomagnet Pada Saat Badai Geomagnet 13 Oktober 2016, *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, No.2, Vol.5, Hal. 72.

Merzer, M. dan Klemperer, S.L., 1997, Modeling Low-frequency Magnetic-field Precursors to the Loma Prieta Earthquake with a Precursory Increase in Faultzone Conductivity, *Pure and Applied Geophysics*, No. 2, Vol. 150, Hal. 217- 248.

Molchanov, O.A. dan Hayakawa, M., 1998, On the Generation Mechanism of ULF Seismogenic Emissions, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, No. 3- 4, Vol. 105, Hal. 201-210.

Prattes, G., Schwingenschuh, K., Eichelberger, H. U., Magnes, W., Boudjada, M., Stachel, M., Vellante, M., Villante, M., Wesztergom, V., & Nenovski, P. (2011). Ultra Low Frequency (ULF) European Multi Station Magnetic Field Analysis Before and During the 2009 Earthquake at L'Aquila Regarding Regional Geotechnical Information. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12, Hal. 1717–1719.

Rikitake T., 1976, *Earthquake Prediction*, Elseiver, Amsterdam

Scholz, C.H., Skykes, L.R., dan Aggarwal, Y.P., 1973, *Earthquake Prediction : A Physical Basis, Science*, Vol. 181, Hal 803-809.

Spencer, E., Patra, S., dan Asikainen, T., 2013, *Magnetotail Current Contribution to the DST-Index using the MT Index and the WINDMI Model*, Elsevier J.Adv. Space Res.

Sunarjo, Gunawan, M. T. dan Pribadi, S., 2012. *Gempa Bumi Edisi Populer*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.

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.D., Yumul, G., Ebor, R., Servando, N., 2009, *A New ULF Wave Analysis for Seismo-electromagnetics Using CPMN/MAGDAS Data*, *Physic Chemistry of The Earth*, Vol. 34 Hal, 360-366.

http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/202111/index.html diakses pada tanggal 24 Januari 2022.

<http://bpbds.sumbarprov.go.id/details/news/53> diakses pada tanggal 10 November 2021