

ABSTRAK

Lalah Khozilah
211720056

Identifikasi Prekursor Gempa Bumi Menggunakan Metode Gelombang ULF Magnet Bumi di Wilayah Jawa Bagian Barat dan Selat Sunda

Wilayah Jawa bagian barat dan selat sunda terletak di antara pertemuan Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia yang saling berinteraksi dalam aktivitas konvergen. Interaksi antar lempeng ini memicu deformasi di sepanjang zona tumbukan. Akibatnya, wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda menjadi wilayah dengan aktivitas seismik yang tinggi, sehingga rentan terhadap gempa bumi. Besarnya potensi kerugian akibat gempa maka perlu dilakukan pengembangan upaya prediksi jangka pendek melalui pengamatan fenomena fisik yang dikenal sebagai prekursor gempa bumi. Salah satu fenomena yang berpotensi sebagai prekursor gempa adalah munculnya anomali geomagnetik pada sinyal gelombang ULF sebelum gempa bumi terjadi. Anomali ini terbentuk akibat akumulasi tekanan pada batuan di litosfer selama tahap persiapan gempa bumi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan frekuensi optimum yang berasosiasi dengan prekursor gempa dan untuk memprediksi magnitudo menggunakan persamaan empiris. Data geomagnetik yang di analisis menggunakan rentang 20 hari sebelum terjadinya gempa. Data ini diolah menggunakan frekuensi 0,022 Hz (PC 3) dan 0,012 Hz (PC 4). Pengolahan data geomagnetik dilakukan dengan menggunakan metode rasio power spektrum Z/H. Rasio power spektrum Z/H yang melebihi ambang batas ± 2 dianalisis untuk mengidentifikasi anomali yang berasosiasi dengan prekursor gempa, serta dikorelasikan dengan indeks DST untuk memvalidasi anomali bebas dari gangguan badai magnetik. Hasil penelitian menunjukkan jumlah anomali yang dihasilkan dari kedua PC pada periode 2022-2024, dimana PC 3 menghasilkan 93 anomali yang berasosiasi dengan *event* gempa dan PC 4 menghasilkan 54 anomali yang berasosiasi dengan *event* gempa, yang berarti kecenderungan anomali yang berasosiasi dengan prekursor gempa bumi di wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda terjadi pada PC 3 dengan nilai frekuensi optimum sebesar 0,022 Hz. Berdasarkan anomali geomagnetik yang dihasilkan dari frekuensi optimum maka diperoleh persamaan empiris untuk memprediksi magnitudo $M = 0,0909 A - 0,0002 R + 4,925$ dengan koefisien korelasi yang di dapatkan R^2 sebesar 77%.

Kata kunci: Prekursor gempa, anomali geomagnetik, gelombang ULF, frekuensi optimum, magnitudo.

ABSTRACT

Lalah Khozilah
211720056

Identification of Earthquake Precursors Using the ULF Magnetic Wave Method in Western Java and the Sunda Strait

The western part of Java and the Sunda Strait are located between the Indo-Australian Plate and the Eurasian Plate, which interact in convergent activity. This interaction between the plates triggers deformation along the collision zone. As a result, the western part of Java and the Sunda Strait are areas with high seismic activity, making them prone to earthquakes. Given the potential for significant losses due to earthquakes, it is necessary to develop short-term prediction efforts through the observation of physical phenomena known as earthquake precursors. One such phenomenon with the potential to serve as an earthquake precursor is the emergence of geomagnetic anomalies in ULF wave signals prior to an earthquake occurring. These anomalies form due to the accumulation of pressure on rocks in the lithosphere during the earthquake preparation phase. This study aims to determine the optimal frequency associated with earthquake precursors and to predict magnitude using empirical equations. Geomagnetic data processing was conducted using frequencies of 0.022 Hz (PC 3) and 0.012 Hz (PC 4) over a 20-day period prior to the earthquake. Geomagnetic data processing was performed using the Z/H power spectrum ratio method. Z/H power spectrum ratios exceeding the threshold were analyzed to identify anomalies associated with earthquake precursors and correlated with the DST index to validate anomalies free from magnetic storm interference. The results of the study show the number of anomalies generated from 33 earthquake events in both PCs during the 2022-2024 period, where PC 3 produced 93 anomalies associated with earthquake events and PC 4 produced 54 anomalies associated with earthquake events, indicating that the tendency for anomalies associated with earthquake precursors in the western part of Java and the Sunda Strait occurs on PC 3 with an optimal frequency value of 0.022 Hz. Based on the geomagnetic anomalies generated from the optimal frequency, an empirical equation was obtained to predict the magnitude $M = 0,0909 A - 0,0002 R + 4,925$ with a correlation coefficient R^2 of 77%.

Keywords: Earthquake precursors, geomagnetic anomalies, ULF waves, optimum frequency, magnitude.

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dan diajukan pada Program Studi Fisika Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten ini sepenuhnya asli hasil karya tulis ilmiah saya pribadi.

Adapun tulisan maupun pendapat orang lain yang terdapat dalam skripsi ini telah saya sebutkan kutipannya secara jelas dengan etika keilmuan yang berlaku dibidang penulisan karya ilmiah.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau seluruh isi skripsi ini merupakan hasil perbuatan plagiarisme atau mencontek karya tulis orang lain, saya bersedia untuk menerima sanksi berupa pencabutan gelar kesarjanaan yang saya terima ataupun sanksi akademik lain sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Serang, 8 Juli 2025



Lalah Khozilah
NIM.211720056

Nomor : Nota Dinas
Lampiran : Satu (1) eks
Perihal : Pengajuan Munaqosah
a.n Lalah Khozilah
NIM.211720056

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Sains
UIN SMH BANTEN
di-
Serang

Assmu'alaikum Wr.Wb

Dipermaklumkan dengan hormat, bahwa setelah membaca dan menganalisa serta mengadakan koreksi seperlunya. Kami berpendapat bahwa skripsi saudara Lalah Khozilah dengan NIM: 211720056 yang berjudul "Identifikasi Prekursor Gempa Bumi Menggunakan Metode Gelombang ULF Magnet Bumi di Wilayah Jawa Bagian Barat dan Selat Sunda", telah dapat diajukan sebagai salah satu syarat untuk melengkapi ujian munaqosah Fakultas Sains Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Demikian surat ini atas segala perhatian Bapak kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Serang, 8 Juli 2025

Pembimbing I,



Elsi Ariani, M.Si
NIP.198901232018012001

Pembimbing II,



Dr. Muhamad Syirojudin, M.Si
NIP.198508092008011006

**IDENTIFIKASI PREKURSOR GEMPA BUMI
MENGUNAKAN METODE GELOMBANG ULF MAGNET BUMI
DI WILAYAH JAWA BAGIAN BARAT DAN SELAT SUNDA**

Oleh:

Lalah Khozilah
NIM.211720056

Menyetujui,

Pembimbing I,



Elsi Ariani, M.Si
NIP.198901232018012001

Pembimbing II,



Dr. Muhamad Syirojudin, M.Si
NIP.198508092008011006

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains



Dr. Asep Saefurohman, M.Si
NIP.197808272003121003

Ketua Program Studi



Elsi Ariani, M.Si
NIP.198901232018012001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi a.n Lalah Khozilah, NIM: 211720056 yang berjudul "Identifikasi Prekursor Gempa Bumi Menggunakan Metode Gelombang ULF Magnet Bumi di Wilayah Jawa Bagian Barat dan Selat Sunda" telah diujikan dalam Ujian Tugas Akhir Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten pada tanggal 8 Juli 2025.

Skripsi tersebut telah disahkan dan diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Serang, 8 Juli 2025

Pembimbing I,



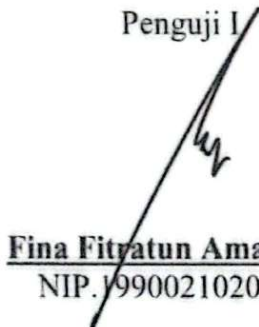
Elsi Ariani, M.Si
NIP.198901232018012001

Pembimbing II,



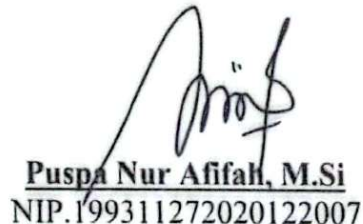
Dr. Muhamad Syirojudin, M.Si
NIP.198508092008011006

Penguji I



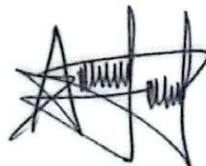
Fina Fitratun Amaliyah, M.Sc
NIP.199002102025052002

Penguji II



Puspa Nur Afifah, M.Si
NIP.199311272020122007

Ketua Penguji



Beta Nur Pratiwi, M.Si
NIP.199301022023212036

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kupanjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunianya yang tiada henti. Dengan penuh hormat dan cinta, skripsi ini ku persembahkan kepada Emak-ku tercinta yang selalu mendoakan dan menjadi sumber semangatku, untuk apa-ku di surga yang cintanya tetap hidup dalam ingatanku, serta A'a-ku yang telah berperan sebagai kakak sekaligus ayah dan penopang semangat di setiap langkahku. dan juga untuk teteh-ku tersayang, keluarga besar, serta kerabat yang selalu memberi suport. Tak lupa kepada dosen pembimbing dan seluruh dosen Program Studi Fisika yang telah membagikan ilmu dan bimbingan selama masa studi, serta teman-teman seperjuangan yang selalu hadir memberi semangat, tawa dan suport. Terima kasih untuk semuanya yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan ini.

MOTTO

“Tidak ada perjuangan yang sia-sia selama disertai niat baik dan usaha
sungguh-sungguh, karena sesungguhnya bersama kesulitan ada
kemudahan”

(QS. Al-Insyirah: 6)

“Segala proses tidak selalu mudah, tetapi setiap langkah adalah bukti
bahwa aku mampu sejauh ini karena kehendak-nya, sebab Allah tidak akan
membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah:286)

RIWAYAT HIDUP

Lalah Khozilah merupakan nama yang diberikan kepada penulis yang lahir di Tangerang, pada tanggal 10 Juli 2003. Penulis merupakan anak ke sepuluh dari pasangan bapak H. Sasmita (Alm) dan ibu Euis Rodiah, Penulis di besarkan di Kampung Etek, Desa Sindang Asih, Kecamatan Sindang Jaya, Kabupaten Tangerang Banten.

Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari SDN Sindang asih 1 lulus pada tahun 2015, kemudian melanjutkan ke SMPN 1 Sindang Jaya lulus pada tahun 2018, selanjutnya penulis menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMA Nusantara Unggul (Pondok Modern Daarul Hikmah-Pekayon, Sukadiri) lulus pada tahun 2021. Pada tahun 2021 Penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten, Fakultas Sains pada Program Studi Fisika.

Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan akademik maupun non-akademik. Penulis pernah mengikuti organisasi di UKM PRIMA sebagai ketua biro kajian pada tahun 2023-2024. Penulis juga memiliki pengalaman sebagai asisten praktikum pada mata kuliah Eksperimen Fisika 1 pada tahun 2024. Selain itu Penulis juga berkesempatan melaksanakan PKL di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) pada tahun 2024.

Demikian riwayat hidup singkat penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Fisika, Fakultas Sains, Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, rida dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat beserta salam semoga senantiasa turunkan kepada suri teladan kita, Nabi Muhammad SAW yang syafaatnya selalu kita nantikan kelak di yaumul akhir.

Skripsi yang berjudul “Identifikasi Prekursor Gempa Bumi Menggunakan Metode Gelombang ULF Magnet Bumi di Wilayah Jawa Bagian Barat dan Selat Sunda” merupakan tugas akhir yang diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika, Fakultas Sains, Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. KH. Wawan Wahyuddin, M.Pd., Selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk bergabung dan belajar di lingkungan Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten.
2. Bapak Dr. Asep Saefurohman, M.Si., Selaku Dekan Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten yang telah memberikan persetujuan kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.
3. Ibu Elsi Ariani, M.Si., Selaku Ketua Program Studi Fisika sekaligus Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi ini.

4. Bapak Dr. Muhamad Syirojudin, M.Si., Selaku kepala Tim Geofisika Potensial sekaligus Pembimbing Pendamping yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Sains yang telah mengajar dan mendidik penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Fisika.
6. Kepada Emak tercinta, Ibu Euis Rodiah sumber doa dan kekuatan terbesar dalam hidupku. Terima kasih atas cinta dan kasih sayang yang tulus, kesabaran yang tak terhingga, serta dukungan yang tak pernah putus dalam setiap langkah perjuangan ini. Segala pencapaian ini tak akan pernah terwujud tanpa rida dan restumu.
7. Kepada A'a dan tetehku tersayang yang selalu memberi dukungan, doa dan perhatian kepada penulis. Khususnya kepada a Wildan dan a Deni yang telah memberi dukungan penuh, tidak hanya melalui doa dan kasih sayang tetapi juga dukungan finansial sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
8. Sahabat SMP dan SMA-ku, Aprilia, Alis, Dina, Melly, Neng, Barokah, Syifa dan hipjiah yang selalu memberikan semangat, motivasi dan doa, serta menjadi tempat bertukar cerita, keluh kesah dan pendengar setia di tengah lika liku perjuangan menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman sekaligus sahabat seperjuanganku Jihan, Ghadah, dan Miati yang telah menemani perjalanan selama perkuliahan dalam suka dan duka, serta menjadikan hari – hari di masa kuliah penuh semangat, tawa dan kenangan yang tak terlupakan.

10. Tak lupa, penulis sampaikan terima kasih kepada diri sendiri, yang telah berjuang sejauh ini, melewati lelah, keraguan, dan keinginan untuk menyerah, namun tetap memilih untuk bangkit dan menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih telah bertahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan menjadi referensi yang berguna bagi mahasiswa lainnya serta pihak-pihak yang berkepentingan, Aamiin.

Serang, 8 Juli 2025

Penulis,

Lalah Khozilah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PENGESAHAN	vii
PERSEMBAHAN	viii
MOTTO	ix
RIWAYAT HIDUP	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	5
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
A. Kajian Teori	9
1. Tatanan Tektonik Wilayah Penelitian	9
2. Gempa Bumi	11
3. Medan Magnet Bumi	13
4. Jenis – jenis Medan Magnet	14
5. Prekursor Gempa Bumi	15
6. Sumber Spektrum ULF (<i>Ultra Low Frequency</i>)	20
7. Indeks DST	20
8. Pulsa Continuous (PC)	20

9. Persamaan Regresi Linier	21
B. Hasil Penelitian yang Relevan	23
C. Kerangka Berpikir	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
B. Alat dan Bahan	30
C. Metode Penelitian	31
D. Teknik Pengumpulan Data	31
E. Teknik Analisis Data	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
A. Anomali Gelombang ULF Sebelum Terjadinya Gempa Bumi	39
B. Kecenderungan Anomali yang Berasosiasi dengan Prekursor Gempa Bumi yang Terjadi pada PC 3 dan PC 4	56
C. Persamaan Empiris untuk Memprediksi Magnitudo Gempa Bumi .	60
BAB V PENUTUP	69
A. Kesimpulan	69
B. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Pulsa Continuous.....	21
Tabel 4.1 Data gempa bumi yang digunakan pada penelitian periode 2022-2024 di wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda.....	39
Tabel 4.2 Polarisasi rasio Z/H tanggal 8 Juli 2022 dalam 1x24 jam pada event gempa tanggal 12 Juli 2022.....	45
Tabel 4.3 Polarisasi rasio Z/H tanggal 14 Oktober 2023 dalam 1x24 jam pada event gempa tanggal 19 Oktober 2023.....	48
Tabel 4.4 Data anomali geomagnetik yang berasosiasi dengan prekursor gempa bumi.....	60
Tabel 4.5 Kesesuaian antara magnitudo event gempa dengan prediksi magnitudo.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sesar regional Baribis dan Cimandiri	9
Gambar 2.2 Struktur geologi Selat Sunda	10
Gambar 2.3 Batas lempeng divergen.....	12
Gambar 2.4 Batas lempeng konvergen.....	12
Gambar 2.5 Batas lempeng transform	13
Gambar 2.6 Komponen-komponen medan magnet bumi	14
Gambar 2.7 Tiga model anomali emisi ULF yang berkaitan dengan gempa bumi.....	17
Gambar 2.8 Kerangka berpikir	27
Gambar 3. 1 Panel analisis data prekursor gempa bumi metode magnet bumi (Polarisasi rasio Z/H)	32
Gambar 3.2 Pengumpulan data geomagnetik	34
Gambar 3.3 Peta sebaran episenter gempa dari periode 2022-2024 wilayah Jawa bagian barat dan Selat Sunda	35
Gambar 3.4 Pengolahan data gempa bumi	36
Gambar 4.1 Power spektrum komponen H, power spektrum komponen Z, dan rasio Z/H pada PC 3 untuk event gempa 12 Juli 2022...	44
Gambar 4.2 Power spektrum komponen H, power spektrum komponen Z, dan rasio Z/H pada PC 4 untuk event gempa 12 Juli 2022...	46
Gambar 4.3 Power spektrum komponen H, power spektrum komponen Z, dan rasio Z/H pada PC 3 untuk event gempa 19 Oktober 2023....	47
Gambar 4.4 Power spektrum komponen H, power spektrum komponen Z, dan rasio Z/H pada PC 4 untuk event gempa 19 Oktober 2023	49

Gambar 4.5 Kesesuaian anomali dengan event gempa pada tanggal 12 Juli 2022 (PC3).....	52
Gambar 4.6 Kesesuaian anomali dengan event gempa pada tanggal 12 Juli 2022 (PC4)	53
Gambar 4.7 Kesesuaian anomali dengan event gempa pada tanggal 19 Oktober 2023 (PC3).....	54
Gambar 4.8 Kesesuaian anomali dengan event gempa pada tanggal 19 Oktober 2023 (PC 4).....	55
Gambar 4.9 Perbandingan anomali PC 3 dan PC 4 yang bersesuaian dengan kejadian gempa bumi	57
Gambar 4.10 Grafik tiga dimensi persamaan regresi linier berganda	65