

ABSTRAK

Silva Anjani

NIM : 211720026

Analisis Anomali Geomagnetik sebagai Prekursor Gempa Bumi
Menggunakan Metode *Polarization Ratio Analysis* Berbasis *Wavelet Transform* di Stasiun Geomagnetik Tanjungsari (TJS) Kabupaten Sumedang,
Jawa Barat

Kabupaten Sumedang, Jawa Barat berada di zona tektonik aktif yang dipengaruhi oleh pertemuan Lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Interaksi antara kedua lempeng ini menyebabkan tingginya frekuensi gempa bumi di wilayah ini dan untuk mengurangi risiko kerugian baik dari segi material maupun korban jiwa diperlukan mitigasi bencana. Salah satu pendekatan mitigasi adalah prediksi jangka pendek gempa, di mana parameter fisik seperti anomali geomagnetik dapat digunakan untuk mendeteksi tanda awal gempa, yang diperoleh melalui investigasi terhadap perkiraan *Ultra Low Frequency* (ULF) terkait gempa bumi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keberadaan anomali geomagnetik ULF sebagai prekursor gempa bumi menggunakan metode *Polarization Ratio Analysis* (PRA) berbasis *Wavelet Transform* (WT). Data yang digunakan berasal dari Stasiun Geomagnetik Tanjungsari (TJS), Kabupaten Sumedang, Jawa Barat dengan kriteria gempa $M \geq 5$ dan kedalaman 70 km (gempa dangkal) dengan rentang waktu yang digunakan Januari 2020 hingga Desember 2021, didapatkan 3 kejadian gempa bumi yang digunakan sebagai studi kasus yaitu gempa bumi 1 pada 10 Maret 2020 (M5.0), gempa bumi 2 pada 25 Oktober 2020 (M5.4), dan gempa bumi 3 pada 27 April 2021 (M5.0). Komponen geomagnetik yang dianalisis adalah rasio vertikal terhadap horizontal (S_z/S_G) pada dua frekuensi optimal yaitu 0,01 Hz dan 0,02 Hz. Hasil analisis menunjukkan adanya anomali geomagnetik signifikan yang muncul sebelum gempa terjadi. Anomali ditandai dengan perubahan energi *spectral density* yang direpresentasikan melalui rasio polarisasi (S_z/S_G) yang melampaui ambang batas $\mu \pm 2\sigma$. Hasil *polarization ratio* menunjukkan adanya peningkatan sekitar 14 minggu sebelum gempa bumi 2 dan signifikan sekitar 4 minggu hingga 2 minggu sebelum gempa bumi 2. Pada gempa bumi 3 mengalami kenaikan sekitar 14 minggu hingga 4 hari sebelum gempa bumi 3 terjadi. Nilai indeks DST setiap anomali geomagnetik yang terdeteksi tidak menunjukkan adanya aktivitas badai geomagnetik global, sehingga hubungan antara anomali geomagnetik ULF yang terdeteksi dengan gempa bumi yang terjadi di wilayah ini dapat dipandang sebagai prekursor gempa bumi.

Kata kunci : Anomali geomagnetik, Prekursor gempa bumi, *Polarization ratio*, *Spectral density*, *Wavelet transform*

ABSTRACT

Silva Anjani

NIM: 211720026

Analysis of Geomagnetic Anomalies as Earthquake Precursors Using the Method Polarization Ratio Analysis Based on Wavelet Transform at the Tanjungsari Geomagnetic Station (TJS), Sumedang Regency, West Java

Sumedang Regency, West Java, is located in an active tectonic zone influenced by the confluence of the Indo-Australian and Eurasian Plates. The interaction between these two plates causes a high frequency of earthquakes in this region. To reduce the risk of losses, both in terms of material and human casualties, disaster mitigation is necessary. One mitigation approach is short-term earthquake prediction, where physical parameters such as geomagnetic anomalies can be used to detect early signs of earthquakes, obtained through investigations of forecasts. Ultra Low Frequency (ULF) related to earthquakes. This study aims to analyze the existence of ULF geomagnetic anomalies as earthquake precursors using the Polarization Ratio Analysis (PRA) based Wavelet Transform (WT). The data used comes from the Tanjungsari Geomagnetic Station (TJS), Sumedang Regency, West Java with the criteria of an earthquake of $M \geq 5$ and a depth of 70 km (shallow earthquake) with a time span used from January 2020 to December 2021, obtained 3 earthquake events used as case studies, namely the earthquake on March 10, 2020 (M5.0), October 25, 2020 (M5.4), and April 27, 2021 (M5.0). The geomagnetic component analyzed is the vertical to horizontal ratio (S_z/S_G) at two optimal frequencies, namely 0.01 Hz and 0.02 Hz. The results of the analysis reveal significant geomagnetic anomalies that emerged before the occurrence of the earthquake. The anomaly is characterized by changes in spectral density energy represented by the polarization ratio (S_z/S_G) that exceeds the threshold of $\mu \pm 2\sigma$. The results of the polarization ratio show an increase of about 14 weeks before earthquake 2 and significant about 4 weeks to 2 weeks before earthquake 2. In earthquake 3, there was an increase of about 14 weeks to 4 days before earthquake 3 occurred. The DST index value of each detected geomagnetic anomaly does not indicate any global geomagnetic storm activity, so the relationship between the detected ULF geomagnetic anomalies and earthquakes that occurred in this region can be seen as an earthquake precursor.

Keywords: *Geomagnetic anomaly, earthquake precursor, polarization ratio, spectral density, wavelet transform*

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Bersama 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 merupakan 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 di bidang penulisan karya ilmiah.

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

Serang, 4 Oktober 2025



Silva Anjani
NIM. 211720026

Nomor : -
Lampiran : Satu (1) eks
Perihal : Pengajuan Munaqasyah
a.n Silva Anjani
NIM. 211720026

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

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dipermaiklumkan dengan hormat, bahwa setelah membaca dan menganalisa serta mengadakan koreksi seperlunya, kami berpendapat bahwa skripsi saudara Silva Anjani dengan NIM: 211720026 yang berjudul "Analisis Anomali Geomagnetik sebagai Prekursor Gempa Bumi Menggunakan Metode *Polarization Ratio Analysis* Berbasis *Wavelet Transform* di Stasiun Geomagnetik Tanjungsari (TJS) Kabupaten Sumedang, Jawa Barat", telah dapat diajukan sebagai salah satu syarat untuk melengkapi ujian munaqasah pada Fakultas Sains Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sultan Maulan Hasanuddin Banten.

Demikian atas segala perhatian Bapak kami ucapkan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Serang, 4 Oktober 2025

Pembimbing I



Elsi Ariani, M.Si

NIP. 198901232018012001

Pembimbing II



Febty Febriani, Ph.D

NIP. 198202092006042004

iv



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSR E, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

**ANALISIS ANOMALI GEOMAGNETIK SEBAGAI PREKURSOR
GEMPA BUMI MENGGUNAKAN METODE *POLARIZATION RATIO*
ANALYSIS BERBASIS *WAVELET TRANSFORM* DI STASIUN
GEOMAGNETIK TANJUNGSARI (TJS) KABUPATEN SUMEDANG,
JAWA BARAT**

Oleh:

Silva Anjani

NIM: 211720026

Menyetujui,

Pembimbing I



Elsi Ariani, M.Si

NIP. 198901232018012001

Pembimbing II



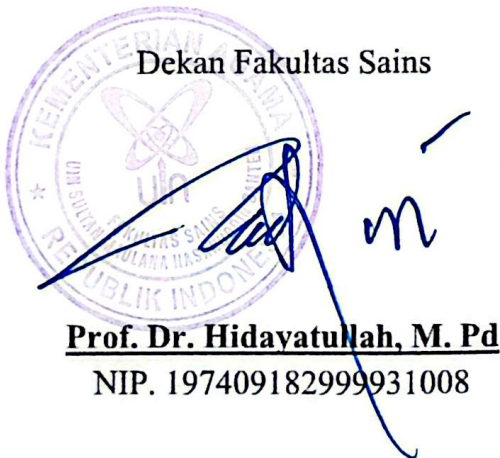
TT ELEKTRONIK

Febty Febriani, Ph.D

NIP. 198202092006042004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains



Prof. Dr. Hidayatullah, M. Pd

NIP. 197409182999931008

Ketua Program Studi



Elsi Ariani, M.Si

NIP. 198901232018012001

v



Dokumen ini dtandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSR E, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi a.n. Silva Anjani, NIM: 211720026 yang berjudul “Analisis anomali geomagnetik sebagai prekursor gempa bumi menggunakan metode *polarization ratio analysis* berbasis *wavelet transform* di stasiun geomagnetik Tanjungsari (TJS) Kabupaten Sumedang, Jawa Barat” telah diujikan dalam Ujian Tugas Akhir Universitas Islam Negeri Sultan Maulan Hasanuddin Banten pada tanggal 16 Oktober 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 Maulan Hasanuddin Banten.

Serang, 4 Oktober 2025

Pembimbing I



Elsi Ariani, M.Si

NIP. 198901232018012001

Pembimbing II



Febty Febriani, Ph.D

NIP. 198202092006042004

Mengetahui,

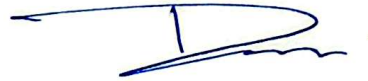
Penguji I,



Fina Fitratun Amaliyah, M.Sc

NIP. 199002102025052002

Penguji II,



Dony Hutabarat, M.Eng

NIP. 197703032009011009

Ketua Penguji,



Beta Nur Pratiwi, M.Si

NIP. 199301022023212036



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSR E, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lebak pada tanggal 13 Januari 2003. Orang tua penulis adalah bapak Amsor Fahrul Nahrawi dan ibu Euis Komalasari memberi nama penulis “Silva Anjani”.

Pendidikan formal yang ditempuh penulis dimulai dari TK Paud Melati, SDN 2 Aweh lulus tahun 2015, SMPN 1 Rangkasbitung lulus tahun 2018, dan SMAN 1 Rangkasbitung lulus tahun 2021. Penulis diterima di Program Studi Fisika Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten pada tahun 2021.

Selama menempuh perkuliahan, penulis menjadi asisten praktikum kimia dasar tahun 2022, mengikuti kegiatan internal organisasi kemahasiswaan yang terdapat di UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten dengan perjalanan awal menjadi sekretaris bidang kesejahteraan mahasiswa HMJ Fisika tahun 2022 dan menjadi sekretaris departemen internal DEMA Fakultas Sains pada tahun 2023. Penulis juga berkesempatan mengikuti MBKM BRIN di Pusat Riset Kebencanaan Geologi, Kelompok Riset Struktur dan Dinamika Kerak Bumi pada tahun 2024.

MOTTO

“If you keep your dream, it’s bound to come true.”

“Let them. Be afraid, but never give up”

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim

Segala puji hanya bagi Allah SWT., yang telah memberikan taufik, hidayah, serta inayah-nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan tepat pada waktunya. Sholawat beserta salam semoga tetap tercurahkan kepada Rasulullah SAW. keluarga, para sahabat serta pangikutnya yang setia hingga akhir zaman. Skripsi yang berjudul analisis anomali geomagnetik sebagai prekursor gempa bumi menggunakan metode *polarization ratio analysis* berbasis *wavelet transform* di stasiun geomagnetik Tanjungsari (TJS) Kabupaten Sumedang, Jawa Barat merupakan tugas akhir yang diajukan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Fisika Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Hidayatullah, M. Pd., selaku Dekan Fakultas Sains, atas segala dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses studi.
2. Ibu Elsi Ariani, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika, Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing I, yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, dukungan akademik, serta bimbingan dengan penuh kesabaran dan perhatian selama masa studi. Terima kasih atas segala waktu, tenaga, dan pikiran yang telah Ibu curahkan dalam membimbing, mengarahkan, serta memberikan saran dan kritik yang sangat berarti hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Ibu Febty Febriani, Ph.D., selaku Pembimbing II, yang telah banyak membantu penulis dalam mempelajari hal-hal baru mengenai geomagnetik selama penulis mengikuti MBKM sampai skripsi ini terselesaikan, telah sabar dan bersedia membantu dan membimbing

penulis dalam pengolahan data, serta memberikan motivasi selama proses penyusunan skripsi.

4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen di lingkungan Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten, yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan, pengalaman berharga, serta nilai-nilai akademik yang sangat berharga selama masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua tercinta, atas cinta, doa, dukungan moral dan material yang tak pernah putus, serta menjadi sumber semangat terbesar dalam kehidupan penulis, terutama Mamah tersayang. Semoga senantiasa dikaruniai kesehatan dan umur panjang, agar dapat terus hadir menyaksikan setiap langkah dan pencapaian dalam kehidupan penulis. Selain itu, untuk teteh tercinta, terima kasih atas segala bentuk kasih sayang dan dukungan yang telah diberikan selama ini.
6. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Fisika, teman-teman Exophys'21 terutama teman-teman kelas A atas kebersamaan, tawa, perjuangan, dan saling mendukung selama menempuh pendidikan yang tak terlupakan. Khususnya Ardelia Nur Salsabila, Laili Rochimah, Nafisa Hafazhati Akbar, Siti Nihayatul Kholilah, dan Yerintina Meilani yang senantiasa membantu penulis serta memberikan motivasi kepada penulis disaat proses penyusunan skripsi ini.
7. Penulis juga ingin menyampaikan apresiasi kepada boy grup *Twenty Four Seven With Us* (TWS) Shinyu, Dohoon, Youngjae, Hanjin, Jihoon, dan Kyungmin. Atas karya, performa mereka yang penuh semangat dan energi positif yang secara tidak langsung menjadi teman, pengisi ruang sunyi saat lelah dan penyemangat yang membantu penulis bertahan dan tersenyum selama masa-masa penuh tekanan dalam proses penyusunan skripsi ini. Kehadiran mereka, meski dari

kejauhan, menjadi bentuk semangat tak langsung kepada penulis, perjalanan mereka, perjuangan yang tulus untuk menggapai tujuan mereka mengajarkan arti ketekunan dan pantang menyerah dalam menghadapi kesulitan kepada penulis, membantu penulis tetap termotivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

8. Silva Anjani, atau penulis sendiri, yang telah bertahan sejauh ini. Terima kasih telah memilih untuk terus melangkah, tidak berhenti meski nyaris menyerah, yang terus bangkit di tengah ragu dan akhirnya sampai di titik ini dengan segala luka yang telah dipeluk dan mimpi yang tetap dijaga. Terima kasih karena tidak benar-benar berhenti, meski berkali-kali nyaris merasa cukup. Aku bangga pada diriku, yang meski sering meragukan diri sendiri, tetap memilih untuk mencoba lagi. Terima kasih telah tetap berdiri, belajar, dan percaya bahwa semua proses ini bukan sekadar kewajiban akademik, melainkan bagian dari perjalanan menjadi manusia yang lebih kuat dan sadar arah.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang fisika dan kebumihan.

Serang, 4 Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	5
C. Rumusan Masalah.....	6
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II AJIAN PUSTAKA	8
a. Kajian Teori	8
1. Gelombang Elektromagnetik	8
2. Medan Magnet Bumi	9
3. Metode Geomagnetik.....	12
4. Prekursor Gempa Bumi.....	13
5. <i>Wavelet Transform</i>	14
6. <i>Polarization Ratio Analysis (PRA)</i>	17
7. Indeks DST	19
8. Tatanan Tektonik Daerah Penelitian.....	20
B. Hasil Penelitian yang Relevan	21
C. Kerangka Berpikir.....	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
B. Alat dan Bahan.....	26
C. Jenis Metode Penelitian	27
D. Teknik Pengumpulan Data.....	28
E. Teknik Analisis Data.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. Data Gempa Bumi.....	36
B. Data Geomagnetik	37
1. <i>Plotting</i> Harian dan Malam Hari.....	39
2. <i>Replace</i> Data dengan NaN	41
3. <i>Butterworth Filter</i>	42
4. <i>Wavelet transform</i>	44
C. <i>Polarization Ratio Analysis (PRA)</i>	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
A. Kesimpulan	59
B. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Komponen medan magnet bumi (Telford, 1990).....	11
Gambar 2. 2	Sinyal <i>morlet wavelet</i> (Torrence, C and P. Compo G. 1998) .	17
Gambar 2. 3	Peta geologi lembar Bandung (BMKG, 2024b).....	21
Gambar 2. 4	Kerangka berpikir	25
Gambar 3. 1	Pengumpulan data	29
Gambar 3. 2	Analisis data.....	35
Gambar 4.1	Peta persebaran gempa bumi $M \geq 5$ stasiun geomagnetik Tanjungsari (TJS), Kabupaten Sumedang, Jawa Barat tahun 2020-2021	36
Gambar 4.2	Perbedaan data medan magnet (nT) pada tanggal 12 Januari 2020 (a) sebelum dikoreksi IGRF dan (b) setelah dikoreksi IGRF .	39
Gambar 4.3	Hasil <i>plotting</i> harian pada data tanggal 12 Januari 2020 dengan kotak merah menunjukkan data yang mengalami lonjakan nilai medan magnet (nT) pada (a) komponen X, (b) komponen Y, dan (c) komponen Z	40
Gambar 4.4	Hasil <i>plotting</i> malam hari medan magnet (nT) pada (a) komponen X, (b) komponen Y, dan (c) komponen Z pada data tanggal 12 Januari 2020.....	41
Gambar 4.5	Hasil <i>plotting</i> malam hari pada data tanggal 14 Januari 2020 yang mengalami lonjakan pada medan magnet (nT) (a) komponen X, (b) komponen Y dan (c) komponen Z dan <i>missing</i> data pada (a) komponen X dengan ditandai dengan kotak merah.....	42
Gambar 4.6	Perbandingan data medan magnet (nT) malam hari pada tanggal 12 Januari 2020 sebelum dilakukan <i>butterworth filter</i> (a) dan setelah dilakukan <i>butterworth filter</i> (b).....	43
Gambar 4.7	Hasil penerapan <i>butterworth filter</i> pada data medan magnet (nT) malam hari tanggal 12 Januari 2020, dimana (a) menunjukkan hasil <i>plotting</i> data sebelum dilakukan <i>butterworth filter</i> , dan (b) menunjukkan hasil <i>plotting</i> data setelah diterapkan <i>butterworth filter</i>	44
Gambar 4.8	Data hasil <i>wavelet transform</i> yang direpresentasikan dalam spektogram pada data tanggal 12 Januari 2020 pada komponen X, komponen Y dan komponen Z. Kontak hitam menunjukkan rentang data yang dijadikan fokus analisis dalam penelitian ini	47
Gambar 4. 9	Plot <i>spectral power values</i> pada komponen X, Y, Z dan G pada frekuensi 0,01 Hz dengan garis vertikal merah menunjukkan 3 data gempa bumi.....	49

Gambar 4.10 Plot <i>spectral power values</i> pada komponen X, Y, Z dan G pada frekuensi 0,02 Hz dengan garis vertikal merah menunjukkan 3 data gempa bumi.....	50
Gambar 4.11 Plot <i>polarization ratio analysis</i> pada frekuensi 0,01 Hz dan indeks DST dengan garis vertikal biru merupakan 3 data gempa bumi.....	51
Gambar 4.12 Plot <i>polarization ratio analysis</i> pada frekuensi 0,02 Hz dan indeks DST dengan garis vertikal biru merupakan 3 data gempa bumi.....	52
Gambar 4.13 Plot <i>polarization ratio analysis</i> komponen <i>SZ/SG</i> pada frekuensi 0,01 dan 0,02 Hz dan indeks DST dengan garis vertikal merah merupakan 3 data gempa bumi dan garis horizontal merah merupakan ambang batas	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat penelitian.....	26
Tabel 3.2 Bahan penelitian	27
Tabel 4.1 Parameter gempa besar pada tahun 2020 - 2021	37