

**ANALISIS JALUR SESAR LOKAL SEGMENT UTARA-SELATAN
MENGUNAKAN DATA MIKROTREMOR DI DESA DLEPIH,
KECAMATAN TIRTOMOYO, KABUPATEN WONOGIRI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika

Diajukan oleh :

Fathunajah Elsha Christalianingsih

21106020037

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2025

PENGESAHAN SKRIPSI



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-172/Un.02/DST/PP.00.9/01/2025

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Jalur Sesar Lokal Segmen Utara-Selatan Menggunakan Metode Mikrotremor Di
Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri.

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : FATHUNAJAH ELSHA CHRISTALIANINGSIH
Nomor Induk Mahasiswa : 21106020037
Telah diujikan pada : Selasa, 21 Januari 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 679346289834b



Penguji I

Andi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6793451d5e215



Penguji II

Dr. Widayanti, S.Si. M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6792e230e468d



Yogyakarta, 21 Januari 2025
UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 679352b801a3c

LEMBAR PENYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Fathunajah Elsha Christalianingsih

NIM : 21106020037

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Analisis Jalur Sesar Lokal Segmen Utara-Selatan Menggunakan Metode Mikrotremor Di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri" merupakan hasil penelitian penulis, serta tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar "Sarjana" di Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan penulis, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 Januari 2025

Penulis,



Fathunajah Elsha C.
NIM.21106020037

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan
skripsi Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan
Teknologi UIN Sunan Kalijaga
Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Fathunajah Elsha Christalianingsih
NIM : 21106020037
Judul Skripsi : Analisis Jalur Sesar Lokal Segmen Utara-Selatan Menggunakan
Metode Mikrotremor Di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Pembimbing II

Yogyakarta, 7 Januari 2025

Pembimbing I


Nugroho Budi Wibowo, S.Si., M.Sc
NIP. 19840223 000000 1 301


Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.
NIP. 19771025 200501 1 004

MOTTO

“Saat kamu pergi menuju Allah, meskipun dengan dua sayap
patah kamu akan bisa kembali terbang”

(Maulana Jalaluddin Rumi)

“Janganlah takut jatuh karena yang tidak pernah memanjatlah
yang tidak pernah jatuh. Jangan takut gagal karena yang tidak
pernah gagal hanyalah orang-orang yang tidak pernah
melangkah. Jangan takut salah karena dengan kesalahan yang
pertama kita dapat menambah pengetahuan untuk mencari
jalan yang benar pada langkah yang kedua”

(Buya Hamka)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ibu Bkti Marlina



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Segala puji kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Analisis Jalur Sesar Lokal Segmen Utara-Selatan Menggunakan Metode Mikrotremor Di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri”. Sholawat serta salam senantiasa tercurah-limpahkan kepada Rasulullah Nabi Muhammad SAW yang dinantikan *Syafa'at*-nya di hari akhir kelak.

Penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan sebaik-baiknya.
2. Ibu penulis, Ibu Bkti Marlina yang selalu memberikan doa, dukungan, dan bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ayah, Adik, dan Nenek penulis atas segala perhatian, doa, dan harapan besar yang diberikan kepada penulis.
4. Ibu Dr. Widayanti, M.Si. selaku Kepala Program Studi Fisika. Semoga selalu diberikan kekuatan, kesabaran, dan amanah dalam menjalankan tugas.

5. Bapak Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, masukan dan bimbingan tugas akhir hingga selesai dengan baik.
6. Bapak Nugroho Budi Wibowo, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah senantiasa meluangkan waktu dan tenaga dalam memberikan bimbingan dan arahan tugas akhir hingga terselesaikan dengan baik.
7. Bapak Andi M.Sc. selaku Dosen bidang minat Geofisika yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama perkuliahan bidang minat Geofisika.
8. Muhammad Firman Maulana atas dukungan, motivasi dan masukan yang diberikan kepada penulis
9. Sahabat-sahabat geofisika 2021, Salma Khoirunnisa, Dea Mutiara Jannah, Hana Rosyida, Indar Mery, Icha Khaerunnisa selaku rekan tim bidang minat geofisika yang telah menemani dan membersamai penulis selama berada dibidang minat geofisika
10. Sahabat-sahabat penulis, Diza Zafira, Widha Putrie, Estifany Dyah, dan seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran membangun sangat penulis butuhkan. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca

Yogyakarta, 1 Januari 2025

Penulis

**ANALISIS JALUR SESAR LOKAL SEGMENT UTARA-SELATAN
MENGUNAKAN METODE MIKROTREMOR DI DESA DLEPIH,
KECAMATAN TIRTOMOYO, KABUPATEN WONOGIRI**

Fathunajah Elsha Christalianingsih

21106020037

INTISARI

Penelitian ini dilakukan di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah yang bertujuan untuk menganalisis jalur Sesar Lokal Segment Utara-Selatan menggunakan data mikrotremor. Akuisisi data dilakukan sebanyak 41 titik pengukuran dengan interval ± 100 meter dengan batas koordinat $7^{\circ}57'45.64''$ s.d $7^{\circ}58'59.47''$ LS dan $111^{\circ} 4' 3.9''$ s.d $111^{\circ} 4' 53.22''$ BT dan berada pada wilayah yang tersusun atas tiga formasi meliputi Formasi Nglanggran, Formasi Dasit, dan Formasi Semilir. Data mikrotremor diolah menggunakan metode *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) untuk menghasilkan kurva H/V sebagai representasi kondisi geologi lokal berdasarkan nilai frekuensi dominan (f_0) dan faktor amplifikasi (A_0). Nilai f_0 pada penelitian ini antara 0,5 s.d 13,3 Hz sedangkan untuk nilai A_0 antara 0,4 s.d 6,8. Analisis *rose diagram* menggunakan metode *H/V Rotate* menunjukkan arah sumber getar berdasarkan nilai amplifikasi maksimum berorientasi arah Timur-Barat, TimurLaut-BaratDaya, dan BaratLaut-Tenggara, yang menunjukkan pola arah tegak lurus terhadap jalur sesar utamanya. Pemodelan 3D dari data V_s menggunakan metode *ellipticity curve* didapatkan nilai antara 157,86 m/s s.d 1631,46 m/s yang menunjukkan struktur bawah permukaan dan mengindikasikan adanya kontras pergeseran blok batuan yang memiliki nilai $V_s > 1100$ m/s, hal tersebut mendukung hipotesis keberadaan sesar geser di wilayah penelitian. Jalur sesar yang telah tepetakan berdasarkan hasil pemodelan memiliki arah orientasi yang berbeda dibandingkan dengan pada peta geologi wilayah penelitian.

Kata Kunci : *Ground Profile*, *HVSR*, kecepatan gelombang geser, sesar

***ANALYSIS OF LOCAL FAULT LINE IN THE NORTH-SOUTH SEGMENT
USING MICROTREMOR METHOD IN DLEPIH VILLAGE, TIRTOMOYO
DISTRICT, WONOGIRI REGENCY***

Fathunajah Elsha Christalianingsih

21106020037

ABSTRACT

The research was conducted in Dlepih Village, Tirtomoyo Subdistrict, Wonogiri Regency, Central Java, aiming to analyze the path of the Local Fault North-South Segment using microtremor data. Data acquisition was carried out at 41 measurement points with an interval of ± 100 meters within the coordinate boundaries of $7^{\circ}57'45.64''$ to $7^{\circ}58'59.47''$ S and $111^{\circ} 4' 3.9''$ to $111^{\circ} 4' 53.22''$ E, located in an area composed of three formations: Nglanggran Formation, Dasit Formation, and Semilir Formation. The microtremor data was processed using the HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) method to produce H/V curves as a representation of local geological conditions based on dominant frequency (f_0) and amplification factor (A_0) values. The f_0 values in this study range from 0.5 to 13.3 Hz, while the A_0 values range from 0.4 to 6.8. Rose diagram analysis using the H/V Rotate method indicates the direction of the vibration source based on maximum amplification values oriented in the East-West, Northeast-Southwest, and Northwest-Southeast directions, showing a pattern perpendicular to the main fault path. 3D modeling of V_s data using the ellipticity curve method yielded values between 157.86 m/s and 1631.46 m/s, indicating subsurface structures and suggesting the presence of a block shift contrast with V_s values > 1100 m/s, supporting the hypothesis of a shear fault in the study area. The fault path mapped based on modeling results has a different orientation compared to the geological map of the study area.

Keyword: Ground Profile, HVSR, shear-wave velocity, fault

DAFTAR ISI

PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENYATAAN KEASLIAN	iii
SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Batasan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Studi Pustaka	10
2.2 Landasan Teori	13
2.2.1 Sesar	13
2.2.2 Gelombang	15

2.2.3 Mikrotremor	19
2.2.4 Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr).....	20
2.2.5 Metode <i>Ellipticity Curve</i>	25
2.2.6 Kecepatan Gelombang Geser (V_s).....	28
2.2.7 <i>H/V Rotate</i>	29
2.2.8 Geologi Regional	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Metode Penelitian.....	33
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	34
3.2.1 Alat.....	34
3.2.2 Bahan.....	35
3.3 Prosedure Penelitian.....	36
3.3.1 Tahap Studi Literatur.....	36
3.3.2 Tahap Desain Survei dan Survei Lapangan.....	36
3.3.3 Tahap Akuisisi Data Lapangan.....	37
3.3.4 Tahap Analisis Data Sinyal Mikrotremor.....	38
3.3.5 Diagram Alir.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Hasil Penelitian	43
4.1.1 Nilai Frekuensi Dominan (f_0)	43
4.1.2 Nilai Faktor Amplifikasi (A_0).....	44
4.1.3 Model Rose Diagram H/V Rotate	45
4.1.4 Pemodelan 3D Struktur Bawah Permukaan	46
4.2 Pembahasan.....	47
4.2.1 Nilai Frekuensi Dominan (f_0) dan Nilai Faktor Amplifikasi (A_0)	48

4.2.2 Model Rose Diagram H/V Rotate	51
4.2.3 Analisis Jalur Sesar lokal	53
4.2.4 Integrasi Interkoneksi.....	62
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	71



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Patahan Aktif Jawa Tengah	2
Gambar 1.2 Data Kejadian Bencana Alam Kabupaten Wonogiri.....	3
Gambar 1.3 Peta Geologi Wilayah Penelitian	5
Gambar 1.4 Peta Rose Diagram Berdasarkan Pengolahan H/V Rotate Area Penelitian	6
Gambar 2.1 Gelombang Primer	16
Gambar 2.2 Gelombang Sekunder.....	17
Gambar 2.3 Gelombang Rayleigh	18
Gambar 2.4 Gelombang Love	19
Gambar 2.5 Tampilan Tiga Komponen Sinyal Mikrotremor.....	20
Gambar 2.6 Pemodelan Cekungan yang Terisi oleh Batuan Lunak	21
Gambar 2.7 Tampilan Kurva H/V Pada Software Sesaray Geopsy	23
Gambar 2.8 Peta Geologi Lembar Ponorogo.....	31
Gambar 3.1 Peta Titik Pengukuran.....	33
Gambar 3.2 Perangkat Keras Pengukuran Mikrotremor	34
Gambar 3.3 SESAME Sheet.....	37
Gambar 3.4 Tampilan Kurva H/V	38
Gambar 3.5 Ground Profile	39
Gambar 3.6 Hasil Pengolaha Menggunakan Metode H/V Rotate	40
Gambar 3.7 Diagram Alir	41
Gambar 4.1 Peta Kontur Nilai Frekuensi Dominan	43
Gambar 4.2 Peta Kontur Nilai Faktor Amplifikasi.....	44

Gambar 4.3 Peta Orientasi Arah Rose Diagram	45
Gambar 4.4 Solid Model Fokus Area Penelitian	46
Gambar 4.5 Sayatan Solid Model Pada Fokus Area Penelitian.....	46
Gambar 4.6 Dokumentasi Validasi Lapangan f_0	48
Gambar 4.7 Dokumentasi Validasi Lapangan A_0	49
Gambar 4.8 Peta Orientasi Arah Rose Diagram Area Pemodelan.....	51
Gambar 4.9 Peta Area Pemodelan Jalur Sesar Lokal	52
Gambar 4.10 Dokumentasi Kondisi Geologi Permukaan	54
Gambar 4.11 Hasil Pemodelan 3D	56
Gambar 4.12 Hasil Sayatan Model 3D.....	57
Gambar 4.13 Hasil Sayatan D-D'.....	58
Gambar 4.14 Hasil Sayatan Horizontal Fokus Area Pemodelan	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu	12
Tabel 2.2 Klasifikasi Nilai Faktor Amplifikasi.....	24
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai Frekuensi Dominan Mikrotremor Oleh Kanai.....	24
Tabel 2.3 Lanjutan	24
Tabel 2.4 Variasi Nilai <i>Poisson Ratio</i>	26
Tabel 2.5 Variasi Nilai Densitas Batuan	28
Tabel 2.6 Tabel Klasifikasi situs Berdasarkan Nilai V_s	29
Tabel 3.1 Perangkat Lunak Penelitian	35

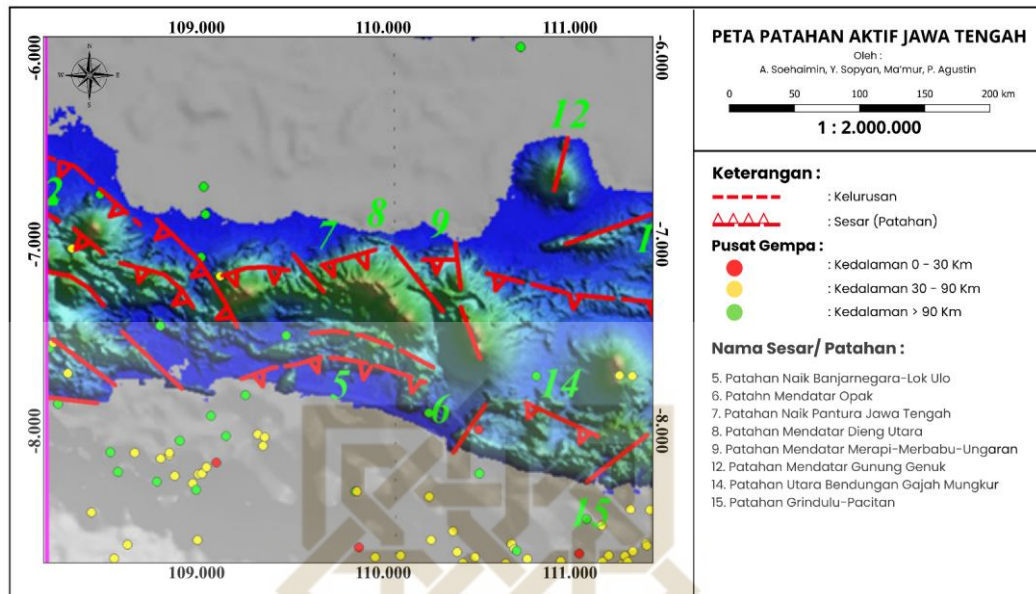
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

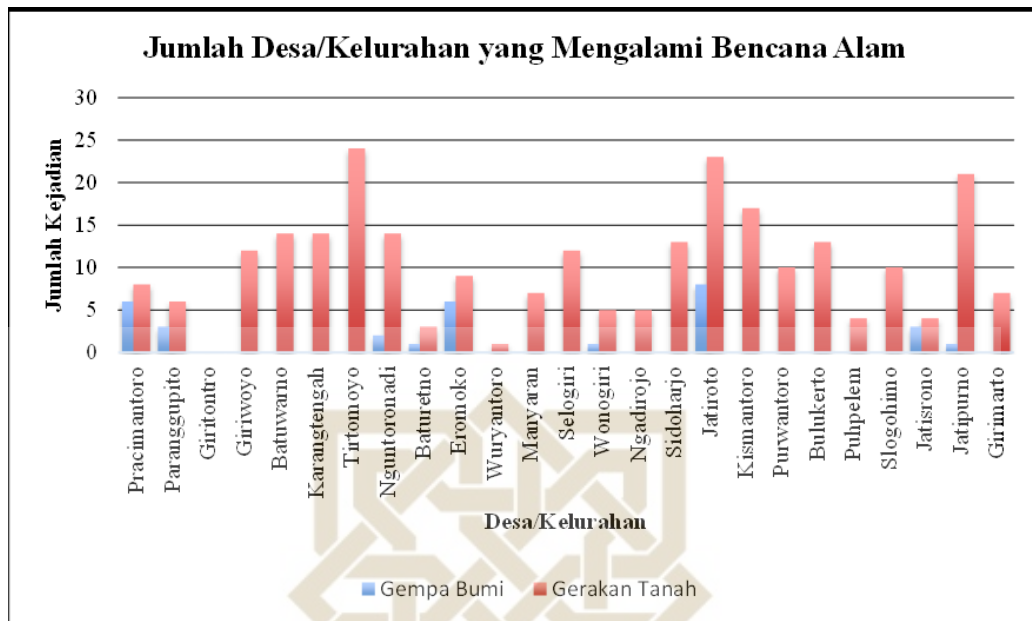
Provinsi Jawa Tengah merupakan provinsi yang memiliki jumlah populasi terbanyak ketiga di Indonesia dengan jumlah penduduk sebanyak lebih dari 37 juta jiwa pada tahun 2023 atau 13,8% dari keseluruhan jumlah penduduk di Indonesia (BPS, 2024). Berdasarkan tatanan tektoniknya, Jawa Tengah dilewati jalur Pegunungan Selatan dan berada pada zona pertemuan dua pergerakan lempeng antara lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia. Dimana lempeng Indo-Australia menyusup dan bergerak dibawah lempeng Eurasia. Kondisi ini mengakibatkan tingginya aktivitas tektonik di Jawa Tengah, sehingga memiliki potensi terjadinya deformasi dan perubahan struktur geologi seperti sesar (patahan) baik skala regional maupun lokal (Mokodenseho dkk, 2023). Visualisasi struktur geologi Jawa Tengah dapat diamati pada Gambar 1.1.

Sesar atau patahan merupakan salah satu bentuk struktur geologi akibat adanya perubahan lapisan bumi dari keadaan normalnya. Sesar terbentuk dari proses pergerakan aktif lempeng secara subduksi, menjauh, ataupun bergeser antar lempeng. Pergerakan lempeng tersebut menciptakan patahan yang dapat melepaskan energi ke segala arah dan dapat menimbulkan terjadinya bencana alam geologi (Natawidjaja, 2021). Bencana geologi adalah jenis bencana alam yang disebabkan dari dalam bumi seperti gempa bumi, tsunami, gunung meletus, gerakan tanah, dan tanah longsor (Xu, 2022).



Gambar 1.1 Peta Patahan Aktif Jawa Tengah (Soehalmin dkk, 2019)

Wonogiri merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah yang memiliki potensi bencana geologi yang tinggi. Dalam kurun waktu 10 tahun terakhir yakni antara tahun 2015 sampai 2024 telah tercatat sebanyak 330 kejadian bencana geologi. Dampak bencana geologi tersebut menimbulkan korban jiwa sebanyak 8 orang meninggal dunia, 84.266 orang menderita dan mengungsi. Selain korban jiwa, bencana geologi juga mengakibatkan kerusakan sebanyak 1.693 bangunan rusak, dan menghancurkan 27 fasilitas umum (BPS, 2024). Salah satu wilayah di Wonogiri yang memiliki catatan bencana geologi yang tinggi berada di Kecamatan Tirtomoyo seperti pada Gambar 1.2. Selain memiliki data bencana geologi yang tinggi, Kabupaten Wonogiri dilewati oleh jalur sesar atau patahan aktif yang disebut sebagai Patahan Utara Bendungan Gajah Mungkur pada garis sesar 14 seperti pada Gambar 1.1 yang memungkinkan menciptakan sesar-sesar minor lainnya.



Gambar 1.2 Data Kejadian Bencana Alam Kabupaten Wonogiri (BPS, 2024)

Data kejadian bencana diatas menunjukkan bahwa Wonogiri merupakan wilayah yang memiliki tingkat kerawanan bencana yang tinggi dan sulit di pastikan kapan bencana akan terjadi. Bencana ada yang disebabkan oleh perbuatan manusia dan ada yang diluar sebagai kehendak Allah SWT. Salah satu ayat yang menjelaskan bahwa bencana telah direncanakan oleh Allah SWT dan telah tertulis di *Lauh Mahfuzh* dapat ditemukan dalam Q.S Al-Hadid ayat 22.

مَا أَصَابَ مِنْ مُصِيبَةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي أَنْفُسِكُمْ إِلَّا فِي كِتَابٍ مِنْ قَبْلِ أَنْ نَبْرَأَهَا إِنَّ ذَلِكَ عَلَى اللَّهِ يَسِيرٌ

Artinya: “Tidak ada bencana (apa pun) yang menimpa di bumi dan tidak (juga yang menimpa) dirimu, kecuali telah tertulis dalam Kitab (Lauhulmahfuz) sebelum Kami mewujudkannya. Sesungguhnya hal itu mudah bagi Allah.” (Q.S Al-Hadid : 22)

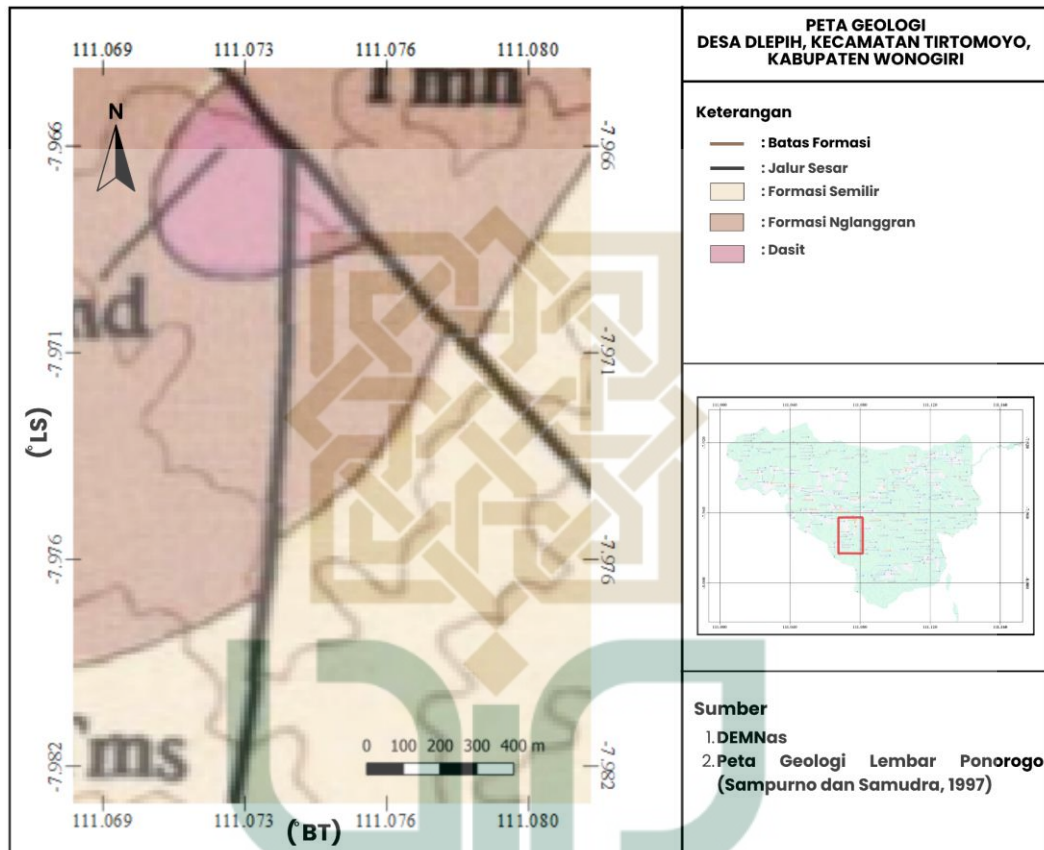
Ayat ini menerangkan bahwa seluruh bencana alam yang terjadi di bumi, seperti banjir, gempa bumi, tanah longsor, dan bencana alam lainnya telah ditetapkan Allah SWT jauh sebelum penciptaan langit dan bumi. Hal ini berarti

tidak ada suatu pun yang terjadi di alam ini yang luput dari pengetahuan Allah dan tidak tertulis di *Lauh Mahfuz*. Bencana tidak bisa diketahui kapan dan di mana saja bencana itu akan terjadi, tetapi kita bisa memahaminya dengan mengetahui faktor-faktor fisik, gejala alam, sosial, ekonomi, geografi untuk menanggulangi kejadian bencana dan mengendalikan timbulnya musibah sebagai risiko dari bencana tersebut (Shihab, 2002).

Potensi bencana yang melanda di Kecamatan Tirtomoyo di sebabkan karena wilayah-wilayah di Kecamatan Tirtomoyo ini dilewati oleh beberapa jalur sesar salah satunya di Desa Dlepih. Berdasarkan informasi dari Peta Geologi Lembar Ponorogo (Sampurno & Samodra, 1997). Desa Dlepih dilewati oleh jalur sesar lokal yang dapat dilihat pada Gambar 1.3. Keberadaan sesar lokal di wilayah tersebut memanjang dari Utara ke Selatan sepanjang 1,87 km serta melewati tiga formasi meliputi Formasi Dasit, Formasi Nglanggran, dan Formasi Semilir.

Penelitian yang mempelajari dan menganalisis jalur sesar lokal disuatu wilayah dapat dilakukan menggunakan kajian ilmu geofisika. Berdasarkan parameter fisisnya, geofisika dibedakan menjadi beberapa metode, meliputi metode mikrotremor, magnetik, geolistrik, *gravity*, dan lainnya. Metode mikrotremor merupakan salah satu metode yang mampu memberikan informasi lebih rinci dari karakteristik lapisan tanah berupa ketebalan sedimen dengan batuan dasar di bawah permukaan berdasarkan nilai frekuensi dominan dan faktor amplitudanya. Keberadaan sesar atau patahan dapat diketahui dengan mengamati model struktur bawah permukaan berdasarkan parameter kecepatan gelombang geser berupa perubahan atau pergeseran lapisan bawah permukaan dari keadaan normalnya,

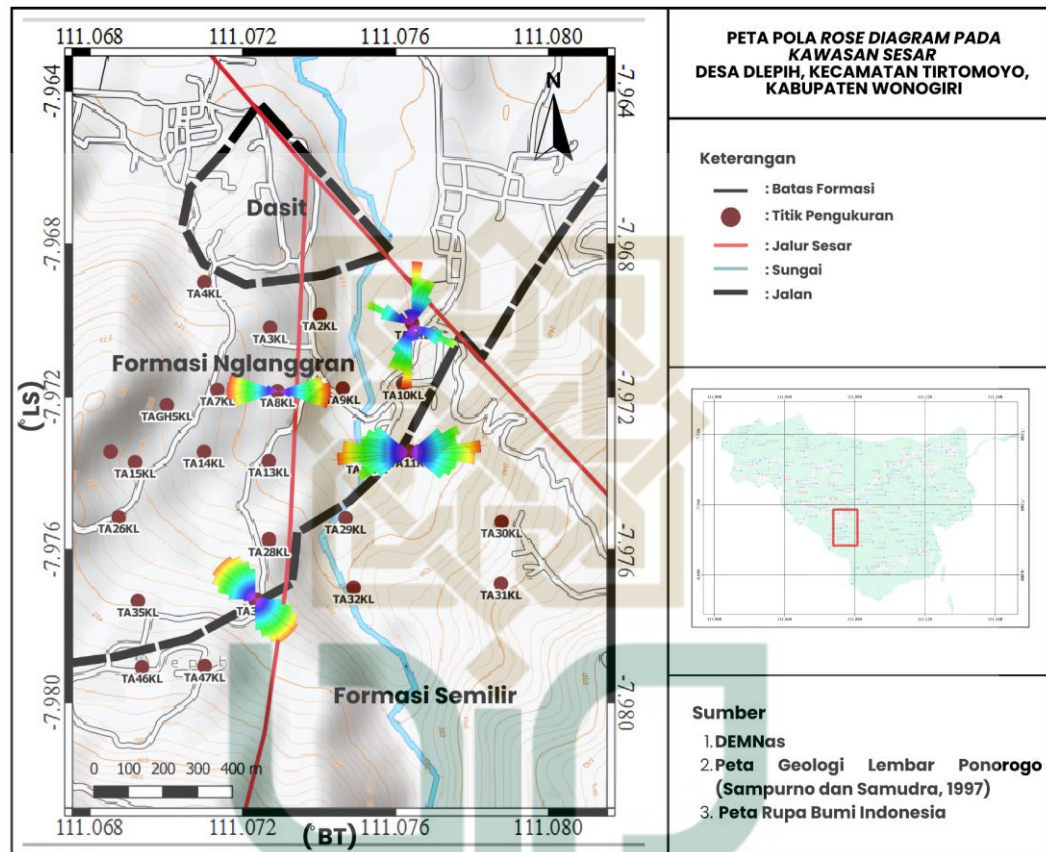
sehingga metode mikrotremor dianggap mampu untuk memberikan informasi tersebut (Haerudin dkk, 2019).



Gambar 1.3 Peta Geologi Wilayah Penelitian (Sampurno & Samodra, 1997)

Metode mikrotremor dapat digunakan untuk mengetahui nilai faktor amplifikasi, nilai frekuensi dominan, analisis struktur bawah permukaan berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser (V_s), dan kontrol struktur pada analisis arah sumber gelombang berdasarkan *H/V Rotate* di kawasan sesar. Nilai faktor amplifikasi dan frekuensi dominan dapat diperoleh dari analisis hasil pengukuran sinyal mikrotremor menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)*. Metode *HVSr* membandingkan antara komponen vertikal

dari sinyal dengan komponen horizontal dari sinyal yang diperoleh dari pengukuran sinyal mikrotremor (Nakamura, 1989).



Gambar 1.4 Peta Rose Diagram Berdasarkan Pengolahan H/V Rotate Area Penelitian

Hasil dari pengolahan metode *HVSR* dapat diolah lebih lanjut menggunakan metode *ellipticity curve* hingga didapatkan nilai kecepatan gelombang geser (V_s) yang menjadi salah satu parameter untuk mengetahui kondisi bawah permukaan wilayah penelitian (Molnar, 2022; SESAME, 2004). Metode *ellipticity curve* juga dapat digunakan untuk kontrol struktur geologi di bawah permukaan dengan mengetahui nilai *H/V Rotate* dalam bentuk *Rose Diagram*. Orientasi arah *Rose Diagram* yang menunjukkan keberadaan sesar biasanya membentuk pola tegak lurus dengan jalur sesar yang melewatinya (Pischiutta, 2023). Hal tersebut sesuai dengan

hasil penelitian sebelumnya di Desa Dlepih, bahwa orientasi arah *H/V Rotate* pada pengukuran mikrotremor tegak lurus dengan arah sesar yang memanjang dari Utara ke Selata di wilayah penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1.4.

Desa Dlepih masuk dalam zona kerentanan gerakan tanah yang sedang hingga tinggi (Christalianingsih dkk, 2024). Kondisi tersebut menjadikan sesar di Desa Dlepih dapat meningkatkan potensi bahaya yang muncul pada saat terjadi bencana. Keberadaan sesar perlu di waspadai karena sebagian besar berada pada kawasan pemukiman masyarakat, meskipun tidak diketahui dengan pasti statusnya aktif ataupun pasif. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko bencana ialah dengan mempelajari serta menganalisis sesar lokal menggunakan metode mikrotremor mengingat pada wilayah penelitian belum pernah dilakukan kajian terkait keberadaan sesar tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pada penelitian ini maka dapat dilakukan perumusan masalah, sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis sebaran nilai frekuensi dominan dan nilai faktor amplifikasi menggunakan metode *HVSR* pada kawasan Sesar Lokal Segmen Utara-Selatan di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri.
2. Bagaimana analisis pola arah sumber getar berdasarkan model *Rose Diagram* dengan metode *H/V Rotate* pada kawasan Sesar Lokal Segmen Utara-Selatan di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri.

3. Bagaimana analisis model struktur sesar berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser (V_s) menggunakan metode *ellipticity curve* pada kawasan Sesar Lokal Segmen Utara-Selatan di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang berjudul “Analisis Sesar Lokal Segmen Utara-Selatan Menggunakan Metode Mikrotremor Di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri” memiliki tujuan anatar lain sebagai berikut :

1. Menganalisis sebaran nilai frekuensi dominan dan nilai faktor amplifikasi menggunakan metode HVSR pada kawasan Sesar Lokal Segmen Utara-Selatan di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri.
2. Menganalisis pola arah sumber gelombang berdasarkan model *Rose Diagram* dengan metode H/V Rotate pada kawasan Sesar Lokal Segmen Utara-Selatan di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri.
3. Menganalisis model struktur sesar berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser (V_s) menggunakan metode *ellipticity curve* pada kawasan Sesar Lokal Segmen Utara-Selatan di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa batasan sebagi berikut :

1. Daerah penelitian berada di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri dengan batas koordinat $7^{\circ}57'45.64''$ s.d $7^{\circ}58'59.47''$ LS dan $111^{\circ}4'3.9''$ s.d $111^{\circ}4'53.22''$ BT.
2. Penelitian ini hanya mencakup satu jalur Sesar Lokal Segmen Utara-Selatan di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi dan gambaran terkait keberadaan jalur sesar yang terletak di Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri.
2. Memberikan informasi terkait keberadaan jalur sesar lokal yang dapat digunakan sebagai upaya peningkatan kewaspadaan masyarakat terhadap bencana yang mungkin timbul akibat aktivitas sesar lokal tersebut.
3. Sebagai bahan literatur, masukan, maupun referensi bagi penelitian selanjutnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) digunakan untuk menganalisis mikrotremor dan menghasilkan kurva H/V. Dari kurva ini, diperoleh parameter frekuensi dominan (f_0) dan faktor amplifikasi (A_0) yang merepresentasikan kondisi geologi lokal. Peta kontur sebaran f_0 dengan rentang 0,5 s.d 13,3 Hz menunjukkan korelasi dengan formasi geologi; nilai f_0 tinggi antara 6,5 s.d 13,3 Hz terletak di Formasi Nglanggran yang tersusun atas lapisan sedimen tipis, dan nilai f_0 rendah antara 3 s.d 5 Hz di Formasi Dasit yang tersusun atas lapisan sedimen tebal. Formasi Semilir menunjukkan perbedaan nilai f_0 antara sisi timur dan barat sesar, diduga akibat perbedaan pelapukan. Peta kontur sebaran A_0 dengan rentang antara 0,4 s.d 6,8 tidak berkorelasi langsung dengan formasi geologi, melainkan mencerminkan ketebalan lapisan sedimen lokal; nilai A_0 tinggi mengindikasikan lapisan sedimen tebal (misalnya di TA10), sedangkan nilai A_0 rendah menunjukkan lapisan sedimen tipis (misalnya di TA3).
2. Analisis *rose diagram* dari data amplifikasi maksimum, diolah dari data mikrotremor menggunakan *software Sessaray Geopsy* dan *Rockwork*, digunakan untuk mengidentifikasi jalur sesar lokal. Arah amplifikasi maksimum umumnya tegak lurus terhadap jalur sesar. *Rose diagram* pada area

studi menunjukkan arah dominan tegak lurus terhadap sesar utama utara-selatan. Variasi arah (timur laut-barat daya, barat laut-tenggara, timur-barat) pada beberapa titik pengukuran mengindikasikan keberadaan sesar lokal atau kekar akibat aktivitas sesar.

3. Metode *ellipticity curve*, menggunakan data kurva H/V dan parameter kecepatan gelombang (V_p , V_s , rasio Poisson, dan densitas batuan), menghasilkan ground profiles yang menunjukkan variasi V_s pada setiap lapisan bawah permukaan. Pemodelan 3D dari data V_s menggambarkan struktur bawah permukaan, dengan nilai V_s tertinggi dengan nilai 1631,46 m/s di TA12 (batuan keras) dan terendah dengan nilai 157,86 m/s di TA29KL (tanah lunak). Analisis sayatan (A-A', B-B', C-C', D-D') pada model 3D menunjukkan adanya zona dengan $V_s > 1100$ m/s yang terputus, mengindikasikan kemungkinan adanya pergeseran blok batuan akibat sesar lokal berarah horizontal, yang bergeser ke Utara selain itu bergesernya jalur sesar ke sebelah Timur dibandingkan dari posisi yang tertera pada Peta Geologi Lembar Ponorogo (Sampurno dan Samodra, 1997). Model 3D merepresentasikan pergeseran blok batuan tersebut, mendukung hipotesis keberadaan sesar geser pada wilayah penelitian.

5.2 Saran

Beberapa hal yang perlu dilakukan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian menggunakan metode lain seperti metode *gravity* ataupun metode magnetik untuk membandingkan dan menarik kesimpulan terkait struktur bawah permukaan guna menganalisis jalur sesar tersebut.

2. Melakukan penelitian yang lebih detail terkait keberadaan jalur sesar lokal dengan cara merapatkan atau memperkecil jarak antar titik pengambilan data



DAFTAR PUSTAKA

- Afnimar. (2009). *Seismologi*. Bandung: ITB.
- Billings, M. (1959). *Structural Geology*. New Jersey: Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- BPS Provinsi Jawa Tengah. 2024. *Kependudukan dan Migrasi*. Diakses 12 Desember 2024 dari
- BPS Kabupaten Wonogiri. 2024. *Lingkungan*. Diakses 12 Desember 2024 dari <https://wonogirikab.bps.go.id/id/statisticstable/1/MTkyIzE%253D/kejadian-bencana-alam-.html>
- Christalianingsih, F. E., Khaerunnisa, I., Ariani, I. M., Rosyida, H., Jannah, D. M., Khoirunnisa, S., dan Wibowo, N. B. (2024). Zonasi Kerentanan Pergerakan Tanah Menggunakan Metode Scoring dan Pembobotan Di Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 78-89.
- Elnashai, S., dan Sarno, L. (2008). *Fundamental of Earthquake Engineering*. A John Wiley dan Sons, Ltd, Publication.
- Haerudin, N., Alami, F., dan Rustadi. (2019). *Mikroseismik, Mikrotremor, dan Microaerthquake, Dalam Ilmu Kebumihan*. Bandarlampung: Pusaka Media.
- Hesti, Mulyasari, R., Handayatika, A., Haerudin, N., dan Nurlaili, J. (2024). Analisis Karakteristik Lapisan Tanah di Daerah Patahan Menanga

Berdasarkan Data Mikrotremor Di Kabupaten Pesawaran. *Journal Online of Physics*, 136-141.

Ibrahim, G., dan Subardjo. (2004). *Pengetahuan Seismologi*. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika.

Kanai, K. (1983). *Engineering Seismology*. Japan: University of Tokyo.

Lowrie, W. (2007). *Fundamental of Geophysics*. New York: Cambridge University.

Mokodenseho, S., Hasrullah, Mokodompit, M., Salinsehe, J., dan Paputungan, N. (2023). Analisis Geologis Gempa di Cianjur : Karakteristik Seismik, Zona Patahan, dan Peran Geologi dalam Penilaian Risiko Gempa. *Jurnal Geosains West Science*, Vol. 1, No. 02, pp. 96-104.

Molnar, S. S.-S. (2022). A Review of The Microtermor Horizontal-To-Vertical-Ratio Spectral Ratio (MHVSR). *Journal of Seismology*, Vol 22, Issue 4.

Nakamura. (2008). On The H/V Spectrum. *The 14th World Conferences on Earthquake Engineering*. Beijing, China.

Nakamura, Y. (1989). A Method For Dynamic Characteristics Estimation Of Subsurface Using Microtremor On The Ground Surface. *Quarterly Report of Railway Technical Research*, 25-33.

Natawidjaja, D. H. (2021). *Riset Sesar Aktif Indonesia Dan Peranannya Dalam Mitigasi Bencana Gempa dan Tsunami*. Jakarta: LIPI Press.

- Pichiutta, M., Petrosino, S., dan Nappi, R. (2022). Directional Amplification Ground Motion Polarization In Casamicciola Area (Oschia Volcanic Island) After The 21 August Md 4.0 Earthquake. *Earth Science*, 1-14.
- Pinem, J. S., Farduwin, A., dan Styawan, Y. (2024). Pemanfaatan Metode HVSR Studi Karakteristik Tanah Tanjung Kemala Derah Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Geosaintek*, Vol. 10 No. 2. 106-122.
- Pischiutta, M., Pastori, M., Improta, L., Salvini, F., dan Rovelli, A. (2014). Orthogonal relation between wavefield polarization and fast S wave direction in the Val d'Agri region: An integrating method to investigate rock anisotropy. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, Vol. 119, 396-408.
- Pischiutta, M., Rovelli, A., Salvini, F., Fletcher, J. B., dan Savage, M. K. (2023). Directional Amplification At Rock Sites in Fault Damage Zones. *Applied Sciences*, 2-20.
- Reynold, J. M. (2011). *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*. Ltd. United Kingdom: John Willey dan Sons.
- Samodra, H. (1983). Geologi dan Studi Bahan Galian Daerah Karangmojo dan Semanu. *UPN "Veteran" Yogyakarta*.
- Sampurno, dan Samodra. (1997). *Peta Geologi Lembar Ponorogo*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

SESAME. (2004). *Guidelines for The Implementation of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibration: Measurements, Processing and Interpretation.*

Shihab, M. Q. (2002). *Tafsir Al-Mishbah : Pesan Kesan dan Keserasian Al-Qur'an.* Jakarta: Lentera Hati.

Slob, S. (2007). Micro Seismic Hazard Analysis. *International Institute for GeoInformation Science and Earth Observation.*

Soehaimin, A., Sopyan, Y., Ma'mur, dan Agustin, P. (2019). *Peta Patahan Aktif Indonesia.* Bandung: Pusat Survei Geologi Badan Geologi.

Van Bemmelen, R. W. (1949). The Geology of Indonesia. General of Geology Indonesia and Adjacent Archipelagos. *Government Printing Office, The Hague*, 545-547; 561-562.

Xu, S., Dimasaka, J., Wald, D. J., dan Noh, Y. H. (2022). Seismik multi-hazard And Impact Estimation Via Causal Inference From Satellite imagery. *Nature Communications*, 1-13.

Zhang, Y., Li, H., Li, Y., Wei, Z., Ma, Z., Ge, H. W., Liu, M. (2020). Near-surface Structure From Ambient Noise Tomography And Horizontal To Vertical Spectral Ratio Beneath Nakou-Sunhe Fault. *Earthq. Sci.*, 232-238.

